

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ณัฐลีญา สมบูรณ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

THE DEVELOPMENT TO PROBLEM SOLVING ABILITY IN
MATHEMATICS THROUGH THE CONSTRUCTIVIST THEORY WITH
OPEN APPROACH OF MATHAYOMSUKSA 3 STUDENTS

NATTHALEEYA SOMBOON

A thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for
Master of Education in Curriculum and Instruction
Academic Year 2023
Copyright of Bansomdejchaopraya Rajabhat University

ชื่อเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้
วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ชื่อผู้วิจัย ณัฐลียา สมบูรณ์


สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก

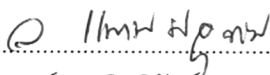
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ


อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด

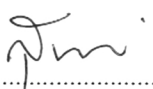
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยาอนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน



..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คณกร สว่างเจริญ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติรัตน์ แสงเลิศอูทัย)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด)


..... กรรมการและเลขานุการ
(อาจารย์เพียงธิดา เสรีสุทธิกุลชัย)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

ชื่อเรื่อง	การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ชื่อผู้วิจัย	ณัฐลียา สมบูรณ์
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวน อุปลัมภ์” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และ 3) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว

ผลการวิจัยพบว่า

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ : ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

Title	The Development to Problem Solving Ability in Mathematics through the Constructivist Theory with Open Approach of Mathayomsuksa 3 Students
Author	Natthaleeya Somboon
Program	Curriculum and Instruction
Major Advisor	Dr. Penporn Thongkamsuk
Co-advisor	Assistant Professor Dr. Supaporn Srihamee
Co-advisor	Associate Professor Dr. Areewan Iamsa-ard
Academic Year	2023

ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) compare mathematic problem - solving ability before and after learning through the constructivist theory with open approach of Mathayomsuksa 3 students and 2) study students' satisfaction towards learning through the constructivist theory with open approach. The sample included 35 Mathayomsuksa 3/10 students from Bangmodwittaya School in the second semester of the academic year 2022 those who obtained through cluster random sampling. The research instruments involved 1) lesson plans 2) test of mathematic problem - solving ability and 3) a set of questionnaires on students' satisfaction. Data were statistically analyzed by mean, standard deviation, and t - test for one group sample.

The findings were revealed that

1) The mathematic problem - solving ability of Mathayomsuksa 3 students after the experiment was higher than that before the experiment at significance level.01.

2) The students' satisfaction towards learning through the constructivist theory with open approach was generally found at the 'Highest' level.

Keywords: Constructivist Theory, Open Approach, Mathematic Problem-Solving Ability

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาและความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ และรองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด ที่ได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของทุกท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบให้คำแนะนำและข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อนำไปปรับปรุงจนเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ดร.ปรวีณ์ โชติพิทยสุนนท์ นางสาวอภิญญา นาคโสภณ และนางสาวชนิสรา สงวนไว้ ที่เสียสละเวลาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือในการวิจัย

ท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดความรู้แก่ผู้วิจัย เจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือในการประสานงาน ตลอดจนเพื่อนร่วมรุ่นที่คอยช่วยเหลือ ขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่ตั้งใจร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี และขอกราบขอบพระคุณครอบครัว และเพื่อน ๆ ที่คอยให้กำลังใจในการทำวิจัยเสมอมา

ณัฐลีญา สมบูรณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	5
ขอบเขตของการวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย.....	8
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
การจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์.....	11
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	19
การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด.....	30
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับวิธีการแบบเปิด.....	39
ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์.....	43
แนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ.....	55
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	60

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	63
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	76
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	78
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	82
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	82
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	89
สรุปผลการวิจัย.....	90
อภิปรายผลการวิจัย.....	90
ข้อเสนอแนะ.....	92
บรรณานุกรม.....	93
ภาคผนวก.....	101
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ.....	102
ภาคผนวก ข หนังสือราชการ.....	104
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ.....	108
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	120
ภาคผนวก จ ผลการสอบวัดภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ CEFR.....	211
ภาคผนวก ฉ แบบตอบรับบทความวิจัย.....	213
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	215

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
2.1	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	14
2.2	สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่สอดคล้องกับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	16
2.3	โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 60 ชั่วโมง.....	17
2.4	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์.....	26
2.5	การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด.....	34
2.6	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น.....	41
2.7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบ ของชาร์ลส์และเลสเตอร์.....	50
2.8	เกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนวลทิพย์ นวพันธุ์.....	51
2.9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบ ของเวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร.....	52
2.10	เกณฑ์การประเมินผลแบบ Analytic Scoring ของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.....	53
2.11	การพัฒนาเกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์.....	54
3.1	การวิเคราะห์ตัวชี้วัด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	65
3.2	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์แบบอัตนัยของผู้วิจัย.....	72
3.3	แบบแผนการทดลอง.....	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด.....	83
4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ก่อนเรียนและหลังเรียน.....	85
4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด.....	85
4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านสื่อการสอน.....	86
4.5 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านกิจกรรมการเรียนรู้.....	87
4.6 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านประโยชน์ที่ได้รับ.....	87

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การศึกษาเป็นเครื่องมือสำคัญในการสร้างคน สร้างสังคม และสร้างชาติ เป็นกลไกหลักในการพัฒนากำลังคนให้มีคุณภาพ สามารถดำรงชีวิตอยู่ร่วมกับบุคคลอื่นในสังคมได้อย่างเป็นสุข ในกระแสการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของโลกศตวรรษที่ 21 ประเทศไทยจึงให้ความสำคัญและทุ่มเทกับการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยให้มีทักษะ ความรู้ความสามารถ และสมรรถนะที่สอดคล้องกับความต้องการของตลาดงานและการพัฒนาประเทศ เพื่อให้คนไทยมีคุณภาพชีวิตที่ดี เป็นสังคมคุณธรรม จริยธรรม (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560, น. 1) และตามที่พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562 มาตรา 22 ระบุว่า “การจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถในการเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ” (กระทรวงศึกษาธิการ, 2562, น. 7)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) จึงมุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้เป็นกำลังของชาติ และเป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อที่ว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้อย่างเต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 4) โดยกำหนดให้ผู้เรียนเรียนรู้ 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ และกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1) โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ประกอบด้วยความสามารถต่อไปนี้ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3) ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้

ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็น นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 1)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะทางด้านวิชาการที่มุ่งส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในด้านการคิดและการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ทักษะและกระบวนการที่สำคัญและต้องพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนนั้นคือทักษะการแก้ปัญหา ซึ่งการแก้ปัญหานั้นเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ด้านอื่น ๆ ได้ ตามที่สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกาเชื่อว่าทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญและผู้สอนควรเริ่มต้นด้วยการพยายามช่วยผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา (เวชอุทธิ อังกะษัตริชจร, 2555, น. 15) ซึ่งการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเอง ให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสม รู้จักที่จะตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาม อีกทั้งการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ยังเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ผู้สอนสามารถช่วยผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์โดยใช้สถานการณ์ปัญหามที่น่าสนใจและดึงดูดความสนใจของผู้เรียน นอกจากนี้ยังสามารถช่วยให้ผู้เรียนประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการและกลยุทธ์การแก้ปัญหามที่หลากหลาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561, น. 56) ดังนั้นผู้สอนมีบทบาทสำคัญในการช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาม โดยกิจกรรมการเรียนรู้จะต้องช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาม ซึ่งผู้สอนอาจมีการตั้งปัญหามที่ผู้เรียนไม่คุ้นเคยและปัญหามนั้นมีวิธีแก้ปัญหามได้หลายวิธี และใช้การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน จะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมมือกันในการแสวงหาความรู้ มีอิสระในการแสดงความคิดเห็น และพัฒนาทักษะการแก้ปัญหามทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนสร้างปัญหามทางคณิตศาสตร์ได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 104 - 105; เวชอุทธิ อังกะษัตริชจร, 2555, น. 112 - 113; ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2556, น. 72 - 78; Baroody, 1993, pp. 2 - 31; Gonzales, 1994, p. 74)

จากรายงานการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยยังขาดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและขาดทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดแก้ปัญหาม จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O - NET) ของนักเรียนทั้งประเทศ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 - 2562 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยในรายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 26.30, 30.04 และ 26.73 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งได้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม และเมื่อพิจารณาในระดับโรงเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” ในปีการศึกษา 2560 - 2562 จำนวน 10 ห้องเรียน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยใน

รายวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 22.68, 27.62 และ 23.05 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ (โรงเรียนบางมดวิทยา “สี่สุทิวาตจวนอุปลัมภ์”, 2562, น. 23) รวมทั้งการสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน ในฐานะครูผู้สอนและจากการสัมภาษณ์ครูในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 10 ห้องเรียน เมื่อพบเจอกับโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยจะยังไม่สามารถแก้ปัญหามathematics ได้ถูกต้อง เนื่องจากผู้เรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหามathematics ผิดพลาด มีการวางแผนแก้ปัญหามathematics หรือดำเนินการแก้ปัญหามathematics ไม่เป็นลำดับขั้นตอน และไม่ตรวจสอบว่าคำตอบที่ได้มีความถูกต้องเหมาะสมหรือไม่ ทั้งนี้อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญประการหนึ่งคือ ผู้เรียนบกพร่องในการคิดแก้ปัญหามathematics ไม่สามารถคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง และผู้เรียนขาดความเข้าใจกระบวนการหรือวิธีการแก้ปัญหามathematics (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 6 - 11) ซึ่งไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2555) ได้กล่าวว่า ครูส่วนใหญ่ใช้วิธีต่าง ๆ ในการสอนคณิตศาสตร์ที่ไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาความคิดของตนเองในการแก้ปัญหามathematics ครูสนใจแต่คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้อง และไม่สนใจกระบวนการแก้ปัญหามathematics ของผู้เรียนทำให้ผู้เรียนไม่ได้ฝึกการแก้ปัญหามathematics ดังนั้นครูจะต้องปรับเปลี่ยนกิจกรรมการเรียนรู้โดยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหามathematics ตามแนวคิดของโพลยา โดยแบ่งออกเป็นความสามารถ 4 ด้าน คือ การทำความเข้าใจปัญหามathematics การวางแผนแก้ปัญหามathematics การดำเนินการตามแผน และการตรวจสอบผล (Polya, 1973, pp. 5 - 40)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหามathematics โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะเริ่มต้นด้วยปัญหามathematics ที่ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญามathematics ซึ่งโครงสร้างทางปัญญามathematics ที่มีอยู่เดิมจะไม่สามารถจัดการแก้ปัญหามathematics นั้นได้ ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้าง” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่” ทางปัญญามathematics (บุญเลี้ยง ทุมทอง, 2556, น. 58) สอดคล้องกับแนวคิดของฌอง เพียเจต์ (Jean Piaget) ที่เชื่อว่าความรู้เป็นโครงสร้างทางปัญญามathematics ที่บุคคลสร้างขึ้นเพื่อคลี่คลายสถานการณ์ปัญหามathematics ที่เผชิญอยู่ โดยมีการตรวจสอบว่าสามารถนำไปใช้แก้ปัญหามathematics หรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ที่อยู่ในการอบโครงสร้างเดียวกันได้ ซึ่งในการปรับความคิดในโครงสร้างทางปัญญามathematics โดยการพยายามที่จะเชื่อมโยงความคิดหรือประสบการณ์เดิมกับความคิดหรือประสบการณ์ใหม่ ในลักษณะนี้จะเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายขึ้น โดยผู้สอนทำหน้าที่เพียงผู้สนับสนุนการเรียนรู้และอำนวยความสะดวก มิใช่การจัดการเรียนรู้แบบชี้แนะให้ปฏิบัติตาม แต่เป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนสังเกตสิ่งรอบตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น ดังตัวอย่างงานวิจัยของเวด (Wade, 1995) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหามathematics เจตคติและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหามathematics และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนเกรด 5 ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหามathematics ของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลอง

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง อย่างมีนัยสำคัญระดับ .05 ส่วนเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองและก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน และงานวิจัยของศรีสุวรรณ ศรีชื่นขมา (2560) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด (Open Approach) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกแก้ปัญหอย่างหลากหลาย เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหา ซึ่งปัญหาปลายเปิดนั้น ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความมุ่งมั่นในการเรียนรู้และได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างอิสระ ผู้เรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นระหว่างกัน ยอมรับแนวทางการแก้ปัญหาของผู้อื่นและได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ๆ ด้วยตนเอง โดยปัญหาปลายเปิดนั้น ๆ จะเป็นสิ่งกระตุ้นกระบวนการคิดของผู้เรียน (Sawada, 1997, pp. 23 - 24) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของโนดะ (Nohda, 1986) ที่ศึกษาเรื่อง การใช้กระบวนการแบบเปิดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ผลการศึกษาพบว่าในชีวิตประจำวันนี้นักเรียนกำลังเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจำนวนมากมาย นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ความหลากหลายของวิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และงานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่มุ่งให้ผู้เรียนช่วยกันสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา เน้นให้ผู้เรียนได้อาศัยประสบการณ์เดิมเพื่อใช้แก้ปัญหาด้วยตนเอง และการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดเป็นการเรียนรู้โดยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดเพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย อีกทั้งยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนแนวความคิดเกี่ยวกับการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนได้ประสบการณ์ใหม่ และมีแนวทางในการพัฒนาการแก้ปัญหาของตนเอง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัด

การเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพได้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

สมมติฐานของการวิจัย

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 413 คน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบละความสามาร

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

2. ตัวแปรการวิจัย

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้
วิธีการแบบเปิด

ตัวแปรตาม คือ 1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
2. ความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการวิจัย 4 สัปดาห์
จำนวน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาที่ได้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายวิชาคณิตศาสตร์
พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 12 ชั่วโมง
โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ
 60° อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ
ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ และการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียน
และหลังเรียน วัดความรู้ความคิด ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ โดย
ใช้แบบทดสอบอัตนัย ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 4 ด้าน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็น
ปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบ
หรือไม่

2. การวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้
โดยให้ผู้เรียนพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อนและใช้วิธีการใดหาคำตอบ

3. การดำเนินการตามแผน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้
จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ผู้เรียนต้องตรวจสอบ
ความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

4. การสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบดูว่าคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และ
ตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับผู้เรียน และผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นทบทวนความรู้เดิม 2) ขั้นปรับความคิด 3) ขั้นตรวจสอบความรู้ และ 4) ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้

การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน และส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น แก้ปัญหาเป็น พยายามหาข้อสรุปเพื่อเกิดความคิดรวบยอดในเรื่องที่ศึกษา ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นนำเสนอปัญหา 2) ขั้นลงมือปฏิบัติ 3) ขั้นการอภิปราย และ 4) ขั้นสรุป

การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นกลุ่มเพื่อช่วยกันทำงานที่ได้รับมอบหมาย โดยพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยประยุกต์ขั้นตอนการเรียนรู้ทั้ง 2 แบบได้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นทบทวนความรู้ที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด และเพื่อทดสอบความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความรู้ใหม่ จากนั้นนำเสนอปัญหาใหม่ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนร่วมกันวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการ

แก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มอาจมีวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนในห้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย ตรวจสอบถึงความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้ เป็นขั้นการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนร่วมกันสรุปเป็นแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจของตนเอง นำกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ซึ่งได้จากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert scales) ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

ด้านสื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่เพิ่มการเรียนรู้และความเข้าใจในเนื้อหา มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ หมายถึง ความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

นักเรียน หมายถึง นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร

โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” หมายถึง สถานศึกษาที่จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา กรุงเทพมหานคร เขต 1

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

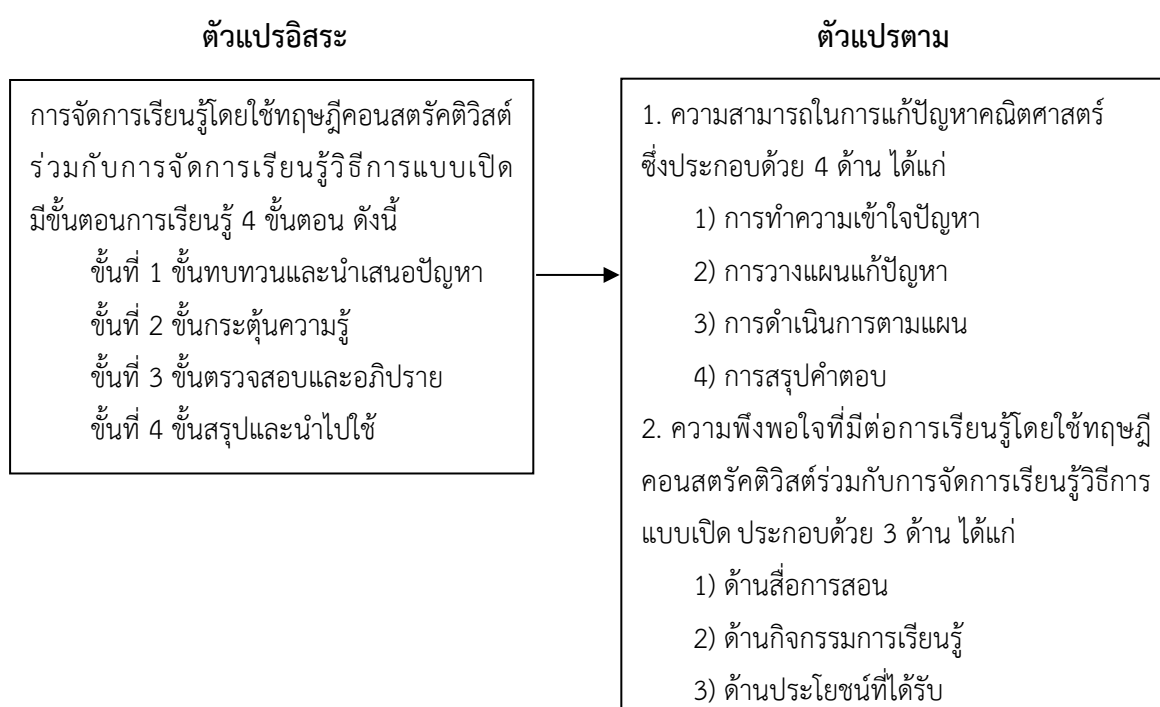
1. นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. ครูมีแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ไปจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ ได้ต่อไป

3. สถานศึกษาอื่นสามารถนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนในสถานศึกษา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบางมดวิทยา “สี่สุทวารจวนอุบลมภ์” วิชาคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยได้ศึกษาสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อกำหนดเป้าหมายในการจัดการเรียนการสอนรวมถึงแนวทางการวัดและประเมินผลผู้เรียน นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จึงกำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอตามหัวข้อดังนี้

1. การจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.1 คุณภาพผู้เรียน

1.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้

1.3 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

1.4 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

2.1 ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

2.4 บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

3. การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3.3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

3.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

4. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

5. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของปัญหา

5.2 ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

- 5.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 5.4 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 5.5 เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- 6. แนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ
 - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 6.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ
 - 6.3 การวัดความพึงพอใจ
- 7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

**การจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สี่สุทนต์จนวนุพัฒน์” ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)**

กระทรวงศึกษาธิการได้กำหนดหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โดยมีรายละเอียดของ
คุณภาพผู้เรียน สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และตัวชี้วัด
ดังนี้

คุณภาพผู้เรียน

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งกระทรวงศึกษาธิการ (2560, น. 5) ได้กำหนด
คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของ
จำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความ
เข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้
ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสอง
ตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ
9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง
13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม
15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหในชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าคุณภาพผู้เรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผู้เรียนจะได้รับความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง จำนวนจริง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ เลขยกกำลัง สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว พหุนาม คู่อันดับ การสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ พื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เส้นขนาน

การเท่ากันทุกประการ สามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัส การแปลงทางเรขาคณิต อัตราส่วนตรีโกณมิติ ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม สถิติ และความน่าจะเป็น ทั้งนี้เพื่อให้เกิดคุณภาพตามที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีแนวคิดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นความรู้ของผู้เรียนในเรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดสาระการเรียนรู้เป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยมีสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนมีดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 2 - 30)

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจโดยแต่ละสาระประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้ ดังตารางที่

2.1

ตารางที่ 2.1 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระที่	มาตรฐานการเรียนรู้	
1. จำนวนและพีชคณิต	มาตรฐาน ค 1.1	เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้
	มาตรฐาน ค 1.2	เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้
	มาตรฐาน ค 1.3	ใช้ นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบาย ความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้
2. การวัดและเรขาคณิต	มาตรฐาน ค 2.1	เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้
	มาตรฐาน ค 2.2	เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้
3. สถิติและความน่าจะเป็น	มาตรฐาน ค 3.1	เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา
	มาตรฐาน ค 3.2	เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าสารและมาตรฐานการเรียนรู้ ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มีทั้งหมด 3 สาร 7 มาตรฐาน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนในสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี่ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น

และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 3)

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง
2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน
3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง
4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ
5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้าง แนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุงพัฒนาองค์ความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่จำเป็นและต้องการ พัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนประกอบด้วย 5 ความสามารถ ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยง และความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มุ่งเน้นการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ดังนั้นจากการศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เกี่ยวกับคุณภาพผู้เรียน สาระ และมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการวิจัยครั้งนี้พบว่าสอดคล้อง กับตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สอดคล้องกับ
ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

สารและมาตรฐาน การเรียนรู้	ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้ แกนกลาง
สาระที่ 2 การวัดและ เรขาคณิต มาตรฐาน ค.2.2 เข้าใจ และวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิต และทฤษฎีบท ทางเรขาคณิต และนำไปใช้	ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ม.3/2 เข้าใจและใช้ ความรู้เกี่ยวกับ อัตราส่วนตรีโกณมิติ ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และ ปัญหาในชีวิตจริง	1. ความหมายของ อัตราส่วนตรีโกณมิติ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุม 30° , 45° และ 60° 3. อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา 4. ความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และ แทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ 5. การนำอัตราส่วน ตรีโกณมิติไปใช้ในการ แก้ปัญหา

จากตารางที่ 2.2 ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ที่นำมาใช้ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ ตัวชี้วัด ค.2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง โดยมีสาระการเรียนรู้แกนกลาง เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ คือ 1) ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ 2) อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° 3) อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา 4) ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ และ 5) การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ขอเสนอโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” จำนวน 60 ชั่วโมง

หน่วยการเรียนรู้ (ชั่วโมง)	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน (100)
1. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว (10 ชั่วโมง)	ค 1.3 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	1. อสมการ 2. กราฟแสดงจำนวน 3. อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 4. การแก้อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว 5. โจทย์ปัญหาอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	20
2. ความน่าจะเป็น (10 ชั่วโมง)	ค 3.2 ม.3/1 เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่มและนำผลที่ได้ไปหาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์	1. ความน่าจะเป็นเบื้องต้น 2. การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ 3. ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ 4. ความน่าจะเป็นกับการตัดสินใจ	15
3. สถิติ (8 ชั่วโมง)	ค 3.1 ม.3/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอและวิเคราะห์ข้อมูลจากแผนภาพกล่องและแปลความหมายผลลัพธ์ รวมทั้งนำเสนอสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	1. ทบทวนการหามัธยฐาน 2. การวัดตำแหน่งที่ของข้อมูล 3. แผนภาพกล่อง 4. การแปลความหมายผลลัพธ์	15

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ (ชั่วโมง)	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	น้ำหนัก คะแนน (100)
4. ความคล้าย (10 ชั่วโมง)	ค 2.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. ความคล้าย 2. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน 3. สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน 4. การนำความรู้เกี่ยวกับความคล้ายไปใช้ในการแก้ปัญหา	15
5. อัตราส่วนของ ตรีโกณมิติ (12 ชั่วโมง)	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนของตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1. ความหมายของอัตราส่วนของตรีโกณมิติ 2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° 3. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา 4. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ 5. การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา	20
6. วงกลม (10 ชั่วโมง)	ค 2.2 ม.3/3 เข้าใจและใช้ทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	1. ส่วนต่าง ๆ ของวงกลม 2. มุมในส่วนต่าง ๆ ของวงกลม 3. รูปสี่เหลี่ยมแนบในวงกลม 4. วงกลมแนบในรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม 5. ความสัมพันธ์ระหว่างส่วนต่าง ๆ ของวงกลม	15

จากตารางที่ 2.3 ผู้วิจัยได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนของตรีโกณมิติ ไปจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้และแบบทดสอบ

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory)

ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ครอก (Krogh, 1994, p. 556) ได้กล่าวถึงความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าเป็นปรัชญาที่กล่าวถึงการพัฒนาในเรื่องการสร้างความรู้ทางด้านสติปัญญา และทางด้านจริยธรรมด้วยตนเอง ซึ่งพัฒนาการดังกล่าวนี้ เป็นสิ่งที่เกิดจากการดูซึมเข้าสู่โครงสร้างและจากการปรับตัวให้เข้าสู่โครงสร้าง

ฟอสนอท (Fosnot, 1996, p. 41) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้คน เป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา มานุษยวิทยา ว่าความรู้ได้มาอย่างไรและคืออะไร ทฤษฎีอธิบายว่าความรู้เป็นสิ่งชั่วคราว และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคน โดยอาศัยสื่อกลางทางสังคมและวัฒนธรรม สำหรับการเรียนรู้นั้นเป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

เทราส์แมนและลิชเทินเบิร์ก (Troutman & Lichtenberg, 1998, p. 25) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า เป็นทฤษฎีในเรื่องการค้นคว้าแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถรวบรวมข้อมูลความรู้ใหม่ ๆ ในจิตใต้สำนึกภายในจิตใจ (Schemata) โดยการรับรู้และยอมรับสิ่งใหม่ ๆ เข้ามาในสิ่งแวดล้อม และเป็นข้อพิสูจน์ว่าสมมติฐานที่ได้ตั้งขึ้นนั้นเป็นความจริง จากการสร้างการเชื่อมโยงและการเปรียบเทียบบทสรุปของตัวเองกับคนอื่น ๆ เพื่อเป็นพื้นฐานให้เกิดการสร้างความรู้ใหม่

เวซฤทธิ อังกนะภทรขจร (2555, น. 66) ได้กล่าวไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นทฤษฎีที่ให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียน เชื่อว่าผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากการปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นและสิ่งแวดล้อมอย่างกระตือรือร้น โดยผู้สอนจะคอยกระตุ้นจัดสถานการณ์และสร้างบรรยากาศที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

ศรัณย์รัชต์ ศุภรณ์พานิช (2556, น. 28) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะรวบรวมความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่มีอยู่เชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ที่ได้จากการมีปฏิสัมพันธ์และทำงานร่วมกับผู้อื่น

อมรา สิทธิคำ (2560, น. 45) ได้ให้ความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์คือทฤษฎีการเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ผ่านกระบวนการคิดของตนเอง โดยความรู้ไม่เข้ามาจากการสอนของผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่ความรู้จะถูกสร้างขึ้นจากผู้เรียนเอง โดยอาศัยความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีและผู้สอนมีหน้าที่จัดการให้ผู้เรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนเอง

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หมายถึง ทฤษฎีการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และสร้าง

ความรู้ได้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับผู้เรียน และผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ได้รับแนวคิดมาจากนักปรัชญาและนักจิตวิทยาหลายท่าน ได้แก่

จอห์น ดิวอี้ (John Dewey, 1925) เป็นเจ้าของทฤษฎีของการเรียนรู้โดยการค้นพบ (Discovery Learning) เขาเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นความพยายามเชิงสังคมคือเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือกัน (Co-operative learning) เน้นความสำคัญของการสร้างความรู้โดยกลุ่มคนในสังคม และถือว่าประสบการณ์มีความสำคัญมากในเรื่องของวิธีสอน เขาได้ใช้หลักการแก้ปัญหาในเชิงวิทยาศาสตร์ซึ่งผู้เรียนต้องตรวจสอบสมมติฐานของตนเองโดยการทดลอง ในขั้นตอนของการทดลองนี้สอดคล้องกับขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนไตร่ตรอง แสดงความคิดเห็นของตนในแนวการสอนตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ แนวคิดของ John Dewey จัดได้ว่า เป็นรากฐานสำคัญในการจัดการเรียนการสอนแบบการสร้างสรรค์ความรู้ผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมที่มีความหมายเพื่อที่จะทำให้เขาได้ประยุกต์ใช้ความคิดรวบยอด (Concepts) ที่เขาพยายามที่จะเรียนรู้และกิจกรรมที่จัดไว้ให้แก่ผู้เรียนก็ถือว่าเป็นหัวใจในการสร้างสรรค์ประสบการณ์การเรียนรู้ที่เหมือนจริงแก่ผู้เรียนด้วยเช่นกัน

จอห์น เพียเจต์ (Jean Piaget, 1997) ผู้ซึ่งริเริ่มศึกษาเกี่ยวกับพัฒนาการทางความรู้ความเข้าใจของเด็ก (Cognitive Development) แนวความคิดและทฤษฎีของเขาได้นำไปสู่การเคลื่อนไหวในการจัดการศึกษาตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ Piaget เชื่อว่า เป้าหมายของการพัฒนาการคือความสามารถที่จะคิดอย่างมีเหตุผลกับสิ่งที่เป็นนามธรรม ความสามารถที่จะติดตั้งสมมติฐานอย่างสมเหตุสมผลและความสามารถที่จะตั้งกฎเกณฑ์และแก้ปัญหา และในด้านการศึกษา Piaget ได้ตั้งเป้าหมายทางการศึกษาตามทัศนะของเขา ดังนี้

1. สร้างคนให้เป็นผู้ที่สามารถทำสิ่งใหม่ ๆ มิใช่เป็นผู้ลอกเลียนแบบผู้อื่น ต้องการคนที่มีความคิดสร้างสรรค์ รู้จักประดิษฐ์และค้นคว้าแสวงหาความรู้
2. ต้องการกระตุ้นให้มีความคิดวิพากษ์วิจารณ์รู้จักพิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ไม่ยอมเชื่ออะไรง่าย ๆ
3. ต้องการผู้เรียนที่เป็นผู้กระตือรือร้น พยายามแสวงหาความรู้ด้วยตนเองตั้งแต่เล็ก ๆ ซึ่งส่วนหนึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและอีกส่วนหนึ่งเกิดขึ้นโดยที่ผู้สอนเป็นผู้จัดให้

เลฟ วิกอตสกี (Lev Vygotsky, 1962) เป็นผู้มึบทบาทสำคัญในการสร้างทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ การเรียนรู้ไม่ควรถูกแยกออกจากบริบทหรือเป็นอิสระจากประวัติศาสตร์และสังคม เพราะการเรียนรู้เป็นประสบการณ์ที่ได้จากการสั่งสมมาจากส่วนบุคคลและประสบการณ์จากประวัติศาสตร์และสังคมของบุคคล Vygotsky ได้เสนอแนวความคิดที่เรียกว่า

“Zone of Proximal Development” ซึ่งหมายถึงอาณาเขตระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะร่วมกันสร้างความหมาย สร้างความรู้และสติปัญญาขึ้นมา

จอร์จ บรูเนอร์ (Jerome Bruner, 1956) เน้นว่าผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ประสบการณ์ที่เคยมีมาก่อนจะมีบทบาทในการส่งเสริมในการเรียนรู้ เขามีความเห็นต่างจาก Piaget ตรงที่เขาเชื่อว่าลำพังวุฒิภาวะอย่างเดียวไม่น่าเพียงพอต่อการพัฒนาโครงสร้างความรู้ใหม่แต่ยังมีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่มีส่วนสำคัญในการเพิ่มความเจริญงอกงามทางสติปัญญา เช่น พัฒนาการด้านภาษาและประสบการณ์เดิม

เดวิด ออซูเบล (David Ausubel, 1963) เป็นผู้ตั้งทฤษฎีการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยเขาเชื่อว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้เมื่อผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานที่สามารถเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ได้ การเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับโครงสร้างของความรู้เดิมที่มีอยู่จัดเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย (Meaningful Learning)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ไดรเวอร์และเบลล์ (Driver & Bell, 1986, pp. 443 - 456) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) คือ ขั้นที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ถึงจุดหมายและความพร้อมมีแรงจูงใจในการเรียนรู้

2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม (Elicitation of the Prior Knowledge) คือ ขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกมาได้ว่ารู้และเข้าใจความรู้เดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่จะเรียน โดยให้ผู้เรียนแสดงออก ซึ่งทำได้โดยใช้การอภิปรายกลุ่ม การให้ผู้เรียนได้นำเสนอโปสเตอร์ด้วยการเขียนหรือออกแบบสิ่งที่รู้และเข้าใจผู้เรียนสามารถเสนอความรู้เดิมด้วยการใช้เทคนิคผังกราฟิก (Graphic Organizers) ขั้นนี้อาจทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) และอาจเกิดภาวะไม่สมดุล (Imbalance)

3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด (Turning Restructuring of Ideas) สามารถแบ่งเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามขั้นตอน ได้ดังนี้

3.1 การทำความเข้าใจอย่างกระจ่างและสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ระหว่างกันและกันได้ (Clarification and Exchange of Ideas) ผู้เรียนสามารถรู้และเข้าใจได้ดีขึ้นและถ้าพิจารณาถึงความแตกต่างแล้วเกิดความขัดแย้งในความคิดของตนเองกับของคนอื่น ผู้สอนก็จะเป็นผู้มีหน้าที่ในการกำหนดประเด็นและกระตุ้นให้เกิดความคิด

3.2 การสร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) จากการอภิปรายหรือจากการสาธิตในรูปแบบต่าง ๆ ผู้เรียนสามารถนำแนวทางต่าง ๆ มาตีความถึงเหตุการณ์แล้วจึงสามารถกำหนดความรู้หรือความคิดใหม่

3.3 การประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of the New Ideas) ในการได้ลงมือทดลองหรือการใช้วิธีการคิดอย่างลึกซึ้งนั้น ผู้เรียนควรอย่างยิ่งที่จะหาแนวทาง วิธีการที่ดีที่สุดสำหรับใช้ทดสอบความรู้ ความคิด และในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจไม่เข้าใจ เนื่องจากหลักฐานในการทดลองไปสนับสนุนแนวคิดแนวใหม่มากกว่า

4. ขั้นนำความคิดไปใช้ (Application of Ideas) คือ ขั้นตอนที่ผู้เรียนสามารถนำแนวคิดรวมถึงความรู้ความเข้าใจใหม่ในสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงเกิดการการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีความหมาย การเรียนรู้ที่ไม่มีให้นำความรู้ที่ได้ไปใช้ ซึ่งเรียกว่า การเรียนหนังสือแต่ไม่ใช่การเรียนรู้

5. ขั้นการทบทวน (Review) คือ ขั้นตอนที่ผู้เรียนจะได้รับการทบทวนทางด้านความคิดและทางด้านความรู้ความเข้าใจของเขาที่ได้เปลี่ยนแปลงไป โดยได้จากการเปรียบเทียบแนวความคิด เมื่อได้เริ่มบทเรียนและสิ้นสุดบทเรียนของเขานั้น ความรู้ที่ได้รับของผู้เรียนที่สามารถสร้างด้วยตนเองนั้น สามารถทำให้เกิดโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) โดยจะปรากฏอยู่ในการเรียนรู้ที่มีความหมาย ในช่วงความจำระยะยาว (Long-Term Memory) ซึ่งสามารถทำให้ผู้เรียนจดจำได้อย่างถาวรและสามารถนำความรู้ไปใช้ในเหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ได้ โครงสร้างทางปัญญาเป็นแบบแผนสำหรับเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการตีความหมาย เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาและให้เหตุผล เป็นพื้นฐานในการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่เกี่ยวกับการนำความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปใช้ในเรื่องที่ยังสงสัยได้

เยเกอร์ (Yager, 1991) ได้สรุปรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นเชิญชวน ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งรอบ ๆ ตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น การถามคำถามและพิจารณาคำตอบ บ่งชี้สถานการณ์การรับรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน
2. ขั้นสำรวจ ประกอบด้วย การระดมสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ การเลือกสารสนเทศและทรัพยากรที่เหมาะสม การออกแบบ การดำเนินการทดลอง การประเมินทางเลือกที่หลากหลาย
3. ขั้นนำเสนอคำตอบ ประกอบด้วย การสื่อความหมายข้อมูลและการแสดงความคิดเห็น สร้างคำอธิบายใหม่ ทบทวนและวิจารณ์ญาณคำตอบ การบูรณาการคำตอบที่ได้เข้ากับประสบการณ์เดิมของตน
4. ขั้นนำไปปฏิบัติ ประกอบด้วย การนำความรู้และทักษะไปใช้แลกเปลี่ยนสารสนเทศความคิดเห็น
5. ขั้นพัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้และส่งเสริมความคิดเห็น แสดงความคิดเห็นเพื่อให้เกิดการอภิปรายและได้รับการยอมรับจากเพื่อน

วัชราน เล่าเรียนดี (2550, น. 46 - 49) ได้เสนอการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ไว้ดังนี้

1. ชั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียน จูงใจ เร้าความสนใจ
 - 1.1 จูงใจ เร้าความสนใจของผู้เรียน
 - 1.2 แจ้งจุดประสงค์
 - 1.3 สร้างความสำคัญให้ผู้เรียน
2. ชั้นให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียน
 - 2.1 ระบุตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่าง และให้ผู้เรียนสังเกตความแตกต่าง
 - 2.2 นิยามความหมายและมโนทัศน์
 - 2.3 อภิปรายร่วมกัน ให้ผู้เรียนระบุรายการ จัดกลุ่มและอธิบาย
 - 2.4 มีส่วนร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ทุกบทเรียน
 - 2.5 ทำ Concept map หรือ Mind map เพื่อเสนอแนวคิด/ข้อสรุป
 - 2.6 ใช้กิจกรรมฝึกการตัดสินใจ เช่น บทบาทสมมติ จำลองสถานการณ์
 - 2.7 แสดงรูปแบบพฤติกรรมที่คาดหวัง จากกิจกรรมที่เกิดขึ้น
3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ โดยผู้สอนดำเนินการดังนี้
 - 3.1 ถามคำถามหลายประเภทที่ส่งเสริมความคิด คำถามไม่จำกัดคำตอบแต่ไม่กว้างเกินไปและไม่มีจุดเน้น
 - 3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างความรู้ความคิดด้วยตนเอง
 - 3.3 ถามคำถามที่สำคัญ ใช้คำถามแบบเจาะลึก โดยยึดหลักการถามของ Tabo และ Bloom เช่น คำถามเปิดประเด็น ถามให้จัดกลุ่ม และอธิบายประกอบ ถามย้ำจุดเน้นถามให้อธิบายให้ชัดเจนและให้สรุป ถามเปิดประเด็นและถามให้ตีความ และติดตาม เป็นต้น
 - 3.4 ถามให้ผู้เรียนอธิบายมโนทัศน์ด้วยคำพูดของตนเอง
 - 3.5 ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น
4. ชั้นจัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
 - 4.1 ให้ฝึกกิจกรรมและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง
 - 4.2 แสดงรูปแบบของผลลัพธ์ที่ต้องการให้ผู้เรียนปฏิบัติได้
 - 4.3 กระตุ้นการตอบสนองอย่างเปิดเผย
 - 4.4 ให้โอกาสผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติกิจกรรมอย่างเต็มที่
 - 4.5 ส่งเสริมการมีส่วนร่วมพิจารณาว่าผู้เรียนคนใดเกิดความคิดความเข้าใจในประเด็นสำคัญและใครบ้างที่ต้องมีการอธิบายเพิ่มเติมให้
5. ชั้นการคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน

- 5.1 ให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรวมสรุปทบทเรียน
- 5.2 เชื่อมโยงวัตถุประสงค์กับบทสรุปของบทเรียน
- 5.3 ใช้คำถามระดับสูงที่ส่งเสริมการคิด ให้ผู้เรียนมีการตอบสนอง
- 5.4 ใช้คำถาม 2 ระดับ เป็นอย่างน้อย (ความรู้ ความเข้าใจ และวิเคราะห์สังเคราะห์)
- 5.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปรายให้มากที่สุด
- 5.6 วัดและประเมินผลว่าบรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนหรือไม่ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการทำงาน หรือการทดสอบย่อย

6. ชั้นให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ

- 6.1 เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติได้ด้วยตนเอง
- 6.2 ให้ทำแบบฝึกหัดที่เกี่ยวกับบทเรียนโดยตรง ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้และทักษะในสถานการณ์อื่น ๆ ที่แตกต่างจากที่ฝึกเพียงเล็กน้อย
- 6.3 ให้ทำแบบฝึกหัดในห้องเรียนให้เสร็จเพียงบางส่วน
- 6.4 แสดงรูปแบบที่สมบูรณ์ ระบุผลลัพธ์ที่ต้องการจะให้เกิดกับผู้เรียน

เวชฤทธิ์ อังกะภทรขจร (2555, น. 68) ได้สรุปการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่า สามารถจำแนกเป็นขั้นตอนการสอนได้ 4 ขั้น ดังนี้

1. ชั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา
 - 1.1 ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิดที่เป็นผลมาจากความรู้เดิมกับสิ่งที่รับรู้ใหม่ไม่สอดคล้องกัน หรือเป็นผลมาจากความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องกันของผู้เรียนกับเพื่อนหรือผู้เรียนกับผู้สอน
 - 1.2 ผู้เรียนสังเกต ตีความ เชื่อมโยงข้อมูลแล้วนำมาเปรียบเทียบกับความรู้เดิมหรือมโนทัศน์ตามความเข้าใจเดิม
 - 1.3 ผู้สอนควรกระตุ้น/ชักจูงให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง
2. ชั้นแสวงหาคำตอบ
 - 2.1 ผู้เรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญาที่เกิดขึ้น โดยวางแผนลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์และตีความ
 - 2.2 ผู้เรียนสะท้อนความคิดและประนีประนอมความขัดแย้งกับผู้อื่นจนสามารถสรุปคำตอบเกี่ยวกับสิ่งที่ต้องการจะรู้
3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ

3.1 ผู้เรียนคิด วิเคราะห์ เชื่อมโยงผลการศึกษาค้นคว้ากับความเข้าใจของตนเอง

3.2 ผู้เรียนใช้เหตุผลในการประนีประนอมความขัดแย้งทางปัญญาของตนเองจนสามารถสร้างความรู้และกระบวนการเรียนรู้ของตนเองขึ้นมา

4. ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้

4.1 ผู้เรียนนำความรู้ ทักษะและกระบวนการที่ได้เรียนรู้ไปแล้วมาใช้อธิบาย ตัดสินแก้ปัญหา หรือดำเนินชีวิตของตนเองได้อย่างเหมาะสม

4.2 ผู้เรียนอาจจะศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากเรื่องที่เรียน

ไพจิตร สดวกการ (2539 อ้างถึงใน ทิศนา แชมมณี, 2562, น. 290 - 293) ได้ใช้แนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของ Underhill มาเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ซึ่งประกอบด้วยกิจกรรม 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ผู้สอนเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่จะนำไปสู่ การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล

2. ขั้นดำเนินการไตร่ตรอง

2.1 กลุ่มย่อย คือการจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มย่อยแบบละความสามารถ ผู้เรียน แต่ละคนเสนอวิธีการหาคำตอบของตนต่อกลุ่ม ผู้เรียนในกลุ่มย่อยช่วยกันตรวจสอบวิธีการหาคำตอบ ของสมาชิกในกลุ่ม โดยอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน กลุ่มย่อยทำการตกลงเลือก วิธีทำที่เป็นที่ยอมรับได้ของผู้เรียนทุกคนในกลุ่มและช่วยกันทำให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มมีความพร้อมที่จะเป็นตัวแทนเพื่อนำเสนอผลงานของกลุ่ม ตอบข้อซักถาม และชี้แจงเหตุผลต่อกลุ่มใหญ่ได้

2.2 กลุ่มใหญ่ สุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มเสนอวิธีการต่อกลุ่มใหญ่กลุ่ม อื่น เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปรายข้อได้เปรียบเสียเปรียบของ วิธีทำต่าง ๆ

3. ขั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

3.1 ผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวคิด หลักการและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่อง ที่เรียน ผู้สอนช่วยสรุปเพิ่มเติมให้ผู้เรียนได้ความคิดรวบยอดที่ถูกต้อง

3.2 ผู้เรียนทำแบบฝึกทักษะในการแก้ปัญหา

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

Driver & Bell (1986, pp. 443 - 456)	Yager (1991)	วิชา เล่าเรียนดี (2550, น. 46 - 49)	เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, น. 68)	ทิตินา แคมมณี (2562, น. 290 - 293)	ผู้วิจัย
<p>1. ขั้นนำ คือ ขั้นที่ผู้เรียนสามารถรับรู้ได้ถึงจุดหมาย มีแรงจูงใจในการเรียนรู้</p> <p>2. ขั้นทบทวนความรู้เดิม คือ ขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกมาได้ว่ารู้และเข้าใจความรู้เดิมที่มีอยู่ในเรื่องที่จะเรียน</p>	<p>1. ขั้นเชิญชวน ประกอบด้วย การสังเกตสิ่งรอบ ๆ ตัวด้วยความอยากรู้อยากเห็น การถามคำถามและพิจารณาคำตอบซึ่งสถานการณ์การรับรู้ของผู้เรียนที่แตกต่างกัน</p>	<p>1. ขั้นเตรียมความพร้อมผู้เรียน จูงใจ ใ้ความสนใจ</p> <p>1.1 จูงใจ ใ้ความสนใจของผู้เรียน</p> <p>1.2 แจ้งจุดประสงค์</p> <p>1.3 สร้างความสำคัญให้ผู้เรียน</p>			<p>1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน แจ้งจุดประสงค์และทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่</p>
<p>3. ขั้นปรับเปลี่ยนความคิด</p> <p>3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน ผู้เรียนพิจารณาถึงความแตกต่างแล้วเกิดความขัดแย้งในความคิดของตนเองกับผู้อื่น</p> <p>3.2 การสร้างความคิดใหม่จากการอภิปรายหรือรูปแบบต่าง ๆ กำหนดความคิดใหม่หลังจากแลกเปลี่ยนความคิด</p>	<p>2. ขั้นสำรวจ ประกอบด้วย การระดมสมองเกี่ยวกับทางเลือกที่เป็นไปได้ การเลือกสารสนเทศและทรัพยากรที่เหมาะสม การออกแบบ การดำเนินการทดลอง การประเมินทางเลือกที่หลากหลาย</p>	<p>2. ขั้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน</p> <p>3. ขั้นตรวจสอบความเข้าใจ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง</p> <p>4. ขั้นจัดโอกาสและเปิดโอกาสให้ปฏิบัติโดยตรง ส่งเสริมให้มีส่วนร่วมในการพิจารณาว่าผู้เรียนคนใดเกิดความคิดความเข้าใจ</p>	<p>1. ขั้นเกิดความขัดแย้งทางปัญญา ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางความคิด ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าเพื่อตรวจสอบ</p> <p>2. ขั้นแสวงหาคำตอบ ผู้เรียนค้นหาคำตอบเพื่อลดความขัดแย้งทางปัญญา และสะท้อนความคิดกับผู้อื่น</p>	<p>1. ขั้นสร้างความขัดแย้งทางปัญญา ครูเสนอสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่จะนำไปสู่การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญาให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล</p> <p>2. ขั้นดำเนินการไตร่ตรอง</p> <p>2.1 ผู้เรียนเสนอวิธีการหาคำตอบของตนต่อกลุ่มแล้วร่วมกันอภิปราย</p>	<p>2. ขั้นปรับความคิด เสนอปัญหาที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหา และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน หาแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในการทดสอบแนวความคิดหรือความรู้ความเข้าใจของตน</p>

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

Driver & Bell (1986, pp. 443 - 456)	Yager (1991)	วัชราน เล่าเรียนตี (2550, น. 46 - 49)	เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร (2555, น. 68)	ทิตนา แคมมณี (2562, น. 290 - 293)	ผู้วิจัย
3.3 การประเมินความคิดใหม่ ผู้เรียนนำความคิดใหม่มาประเมิน	3. ชั้นนำเสนอคำตอบ ประกอบด้วย การสื่อความหมายข้อมูลและการแสดงความคิดเห็น สร้างคำอภิปรายใหม่ ทบทวนและวิจารณ์ญาณคำตอบ การบูรณาการคำตอบที่ได้เข้ากับประสบการณ์เดิมของตน	5. ชั้นการคิดไตร่ตรองและสะท้อนความคิดเกี่ยวกับบทเรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการอภิปราย	3. ชั้นตรวจสอบความเข้าใจ คิด วิเคราะห์เชื่อมโยงผลกับความเข้าใจตนเอง ใช้เหตุผล ประนี ประนอม ความขัดแย้งทางปัญญา จนสามารถสร้างความรู้ขึ้นมาได้	2.2 กลุ่มใหญ่ สุ่มตัวแทนกลุ่มย่อยแต่ละกลุ่มเสนอวิธีการต่อกลุ่มใหญ่กลุ่มอื่น เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปรายข้อได้เปรียบเสียเปรียบของวิธีทำต่าง ๆ	3. ชั้นตรวจสอบความรู้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปราย
4. ชั้นนำความคิดไปใช้ นำความรู้ที่ได้ไปใช้	4. ชั้นนำไปปฏิบัติ ประกอบด้วย การนำความรู้และทักษะไปใช้แลกเปลี่ยนความคิดเห็น	6. ชั้นให้การฝึกเพิ่มเติมหรือให้ทำโดยอิสระ ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด	4. ชั้นประยุกต์ใช้ความรู้ นำความรู้ และทักษะที่ได้ไปใช้อธิบายและแก้ปัญหาต่อไป	3. ชั้นสรุปผลการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา 3.1 ผู้เรียนร่วมกันสรุปแนวคิด หลักการและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน 3.2 ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทักษะในการแก้ปัญหา	4. ชั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึง การเรียนรู้ อย่างมีความหมายของผู้เรียน
5. ชั้นทบทวน ผู้เรียนสะท้อนให้เห็นถึงวิธีคิดว่าเปลี่ยนแปลงอย่างไร	5. ชั้นพัฒนาผลที่ได้จากการเรียนรู้ และส่งเสริมความคิดเห็น แสดงความคิดเห็น เพื่อให้เกิดการอภิปรายและได้รับการยอมรับจากเพื่อน				

จากตารางที่ 2.4 ผู้วิจัยสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ได้ดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้สอนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน แจ้งจุดประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงเป้าหมายที่จะได้รับจากบทเรียน และทบทวนความรู้เดิมเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่
2. ขั้นปรับความคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และแสดงวิธีทำตามแผนเพื่อหาคำตอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ระหว่างกันและกัน และเกิดความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองและความคิดของผู้อื่น ผู้เรียนควรหาแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในการทดสอบแนวความคิดหรือความรู้ความเข้าใจของตน
3. ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ต่อเพื่อนกลุ่มอื่น เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปราย
4. ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้กับสถานการณ์ปัญหาทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน

บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

บู้คและบู้ค (Brooks & Brooks, 1993) ได้กล่าวว่า บทบาทของครูตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์นั้นควรยึดหลักในการสอน 12 ประการ ดังนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียนและใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา
2. ครูต้องใช้ข้อมูลลำดับที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้
3. เมื่อจะมอบหมายให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนได้เกิดความคิดและสติปัญญา เช่น จำแนก วิเคราะห์ ทำนายและสร้างสรรค์
4. ครูต้องให้ออกาสนักเรียนได้แสดงความคิดเห็นความรู้สึกรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียนวิธีการเรียนรู้และบทเรียน
5. ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียนก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของครูเอง

6. ครูจะต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้นและกับครู

7. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิดและส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้คำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ครูจะต้องให้นักเรียนได้พยายามแก้ไขข้อผิดพลาดของตนเอง

9. ครูจะต้องให้ความสนใจประสบการณ์เดิมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาวิธีตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมกันอภิปราย

10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบ

11. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของนักเรียน

12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2553, น. 10) ได้สรุปบทบาทผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

2. ผู้สอนเป็นทรัพยากรบุคคล

3. ผู้สอนเป็นผู้ท้าทายความคิดของนักเรียน

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2555, น. 69) กล่าวว่า บทบาทของผู้สอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ควรยึดหลัก ดังนี้

1. ผู้สอนต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเพื่อนำมาซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์และการสื่อสารเชิงคณิตศาสตร์ทั้งด้านเนื้อหาและการสอน

2. ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้โดยคำนึงถึงความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เดิมทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เพื่อจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

3. ผู้สอนควรจัดบรรยากาศในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดของตนเอง และมีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นตนเองกับเพื่อนและผู้สอน

4. ผู้สอนควรส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการไตร่ตรอง และการได้มาซึ่งความรู้ในบริบทของกิจกรรมทางคณิตศาสตร์อย่างมีจุดมุ่งหมาย

5. งานที่ผู้สอนมอบหมายให้นักเรียนทำควรเป็นงานที่มีความหมายต่อตัวนักเรียน และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง รวมทั้งงานนั้นต้องกระตุ้นพัฒนาการทางสติปัญญาและความคิดของนักเรียน

6. ผู้สอนควรจัดเตรียมสื่ออุปกรณ์หรือแหล่งข้อมูลที่เพียงพอต่อการค้นพบความรู้ของนักเรียน

7. ผู้สอนควรกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาที่เรียนเนื่องจากจะช่วยให้ นักเรียนสามารถเรียนได้คงทนขึ้น

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า บทบาทของผู้สอนในการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นผู้ที่ทำหน้าที่สร้างแรงจูงใจ ให้ความช่วยเหลือผู้เรียนและกระตุ้นให้ผู้เรียนดึงความรู้ที่มีอยู่เดิมออกมาเพื่อนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ที่สร้างขึ้นด้วยตัวผู้เรียนเองและมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมร่วมกับบุคคลอื่นเพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต และการประยุกต์ความรู้มาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ความหมายของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

โนดะ (Nohda, 1986, p. 21) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นปฏิสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์กับผู้เรียนได้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะและกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่หลากหลาย เพื่อกระตุ้นทักษะการคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน

เบคเกอร์และชิมาดะ (Becker & Shimada, 1997, p. 23) ได้ให้ความหมายไว้ว่า วิธีการแบบเปิดเป็นวิธีการสอนโดยครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน ซึ่งปัญหาที่ครูนำเสนอ นั้นไม่จำเป็นต้องมีคำตอบเดียวหรือวิธีแก้ปัญหาวิธีเดียว ครูต้องใช้กระบวนการในปัญหาที่หลากหลายที่จะทำให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ใหม่ กิจกรรมภายในห้องเรียนผู้สอนจะต้องช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์กับสถานการณ์อย่างเหมาะสม จะทำให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและตรวจสอบผลลัพธ์อีกทั้งได้ทราบแนวคิดใหม่จากผู้เรียนคนอื่น ๆ

เพโคนนัน (Pehkonen, 1997, p. 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการสอนที่ใช้ปัญหาปลายเปิดในห้องเรียนเพื่อส่งเสริมการอภิปรายแนวคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547 อ้างถึงใน พัทธยากร บุสสยา, 2559, น. 26) ให้ความหมายไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด เป็นการสอนเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนคณิตศาสตร์ในแนวทางที่ตอบสนองความสามารถของพวกเขาควบคู่ไปกับระดับของการตัดสินใจด้วยตนเองในการเรียนรู้และสามารถขยายหรือเพิ่มเติมคุณภาพของกระบวนการและผลที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ได้

ปนัดดา นามวิจิตร (2557, น. 28) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด คือ กระบวนการแก้ปัญหาที่เปิดกว้างในการหาคำตอบและสามารถมีคำตอบที่ถูกต้องได้หลากหลาย

พัทธยากร บุสสุยา (2559, น. 26) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เป็น การจัดการเรียนรู้ด้วยการนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้กับผู้เรียน โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ และประสบการณ์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหานั้นพร้อมทั้งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดสร้างสรรค์ตาม ความสามารถของผู้เรียน และมีการนำเสนอและเปรียบเทียบแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนในชั้น เรียนเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาแนวคิดในการแก้ปัญหาของผู้เรียนแต่ละคน

ภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559, น. 34) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง วิธีการสอนหรือกระบวนการจัดกิจกรรมที่ใช้กิจกรรมปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิชาคณิตศาสตร์กับผู้เรียน ให้มีสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแบบเปิดกระตุ้นความคิดของผู้เรียน ที่เน้นให้ผู้เรียนได้คิดกว้าง คิดหลากหลาย คิดสร้างสรรค์ และหาวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ตามบริบท ของเนื้อหา โดยกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะนำมาสร้างเป็นสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด เช่น เกม กรณี ตัวอย่าง บทความ ข่าว ฯลฯ

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะทาง คณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

สติกลอร์และฮีบอร์ต (Stigler & Hiebert, 1999) ได้วิเคราะห์รูปแบบการสอนวิชา คณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นซึ่งสอดคล้องกับการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอน 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา (Reviewing the previous lesson) ในขั้นทบทวนนี้จะนำโดยการบรรยายสรุปสั้น ๆ จากครูหรือเป็นการนำอภิปรายที่นำโดยครูร่วมกับ ผู้เรียนในประเด็นหลัก ๆ ที่ได้เรียนไปก่อนหน้า โดยมากแล้วการทบทวนจะนำมาสู่บทเรียนที่จะใช้ใน คาบที่จะสอน บางครั้งเป็นการเอาวิธีการที่ได้สร้างไว้ในคาบที่ผ่านมาใช้ในการแก้ปัญหาที่จะสอน
2. ขั้นนำเสนอปัญหาของคาบที่จะสอน (Presenting the problem for the day) ปัญหาที่จะใช้ถือเป็นปัญหาที่สำคัญ (Key problem) ที่นำไปสู่ขั้นตอนทั้งหมดของกิจกรรมการสอน ในคาบนั้นและปัญหาที่ครูนำเสนอขึ้นนั้นก็มักจะเป็นปัญหาปลายเปิด
3. ขั้นการทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของผู้เรียน (Students working individually or in groups) หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาของบทเรียนแล้วผู้เรียนจะทำหรือแก้ปัญหาด้วยตัวเอง ของเขาก่อนประมาณไม่เกิน 20 นาที โดยมากประมาณ 5 - 10 นาที จากนั้นจึงเข้าไปทำงานกับกลุ่ม

เล็ก ๆ หรือกลุ่มย่อย เพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกัน ซึ่งส่วนใหญ่ผู้เรียนจะแก้ปัญหาด้วยตัวเองเสร็จไปก่อนที่จะเข้ากลุ่ม

4. ขั้นการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา (Discussing solution methods) หลังจากผู้เรียนในกลุ่มได้แก้ปัญหาเสร็จแล้ว ในห้องเรียนจะมีการนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียนประมาณ 1-2 วิธีการ แล้วอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการนั้น ๆ โดยมากแล้วครูมักจะเรียกถามผู้เรียน 1 คน หรือมากกว่านั้น เพื่อให้แสดงความคิดเห็นว่าได้ค้นพบอะไรบ้าง ครูมักจะเลือกผู้เรียนให้ตอบมากกว่าการขออาสาสมัคร โดยถามถึงวิธีการที่ผู้เรียนคนนั้นทำ โดยครูจะสังเกตเห็นแล้วในขณะที่เดินดูผู้เรียนอยู่รอบ ๆ ห้อง และบางครั้งครูก็อาจนำเสนอวิธีการของตัวเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้เรียนบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการของครูที่ต้องการสอนและเมื่อผู้เรียนออกมาแนะนำวิธีการเสร็จแล้วนั้น ครูจะทำการสรุปและให้รายละเอียดในตอนท้าย

5. ขั้นสรุปประเด็นสำคัญ (Highlighting and summarizing the major points) ในช่วงท้ายของการสอนหรือระหว่างการทำกิจกรรมนั้น ครูจะบรรยายสรุปสั้น ๆ ในประเด็นที่สำคัญที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้รับในคาบ

โนดะ (Nohda, 2000 อ้างถึงใน ตติมา ทิพยจินดาชัยกุล, 2557, น. 12) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกำหนดปัญหา คือ ขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ซึ่งลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปแบบสถานการณ์ โดยผู้สอนไม่ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา

2. ขั้นแก้ปัญหา คือ ขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนคิดหาวิธีที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของแต่ละบุคคล โดยครูคอยกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหานั้น นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันได้

3. ขั้นขยายปัญหา คือ ขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนขยายชั้นเติมไปสู่ขั้นตอนใหม่ได้ โดยอาศัยพื้นฐานจากปัญหาเดิมและคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547 อ้างถึงใน ตติมา ทิพยจินดาชัยกุล, 2557, น. 12) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนที่ทำให้ผู้เรียนพบกับปัญหาปลายเปิด โดยผู้เรียนต้องทำปัญหานั้นให้เป็นของตัวเองให้ได้

2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง (เพียงคนเดียว) ในการแก้ปัญหา แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น

3. ขั้นการอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ เป็นขั้นที่ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดกับเพื่อนๆ เพื่อให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ

4. ขั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของผู้เรียนที่เกิดขึ้น เป็นขั้นขยายแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้และสามารถนำมาเชื่อมโยงกับแนวคิดที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน ซึ่งขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองและขั้นอภิปรายสามารถย้อนกลับไปกลับมาได้

ยุพาพัทธ์ สะเดา (2555, น. 25 - 27) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ซึ่งมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหา ขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน

2. ขั้นลงมือทำกิจกรรม ขั้นตอนการเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคน แล้วทำการสรุปเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้มาของคำตอบเสร็จแล้วก็จะนำเสนอหน้าชั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม

3. ขั้นอภิปราย เป็นขั้นตอนที่สะท้อนผลการอภิปราย เมื่อผู้เรียนได้คำตอบพร้อมกับเหตุผล แนวคิดและวิธีหาคำตอบก็จะนำเสนอเพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของผู้เรียน หลังจากนั้นครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้ (Consolidation of Learning) ที่ครูและผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่มเพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

จากเอกสารที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การสังเคราะห์ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

Stigler & Hiebert (1999)	Nohda (2000, p. 12)	ไมตรี อินทรประสิทธิ์ (2547, น. 12)	ยุพาพัทธ์ สะเดา (2555, น. 25 - 27)	ผู้วิจัย
<p>1. ขั้นทบทวนบทเรียนที่เรียนในคาบที่ผ่านมา โดยการบรรยายหรืออภิปรายสรุปสั้น ๆ เกี่ยวกับเนื้อหาที่ได้เรียนไปก่อนหน้า</p> <p>2. ขั้นนำเสนอปัญหาของคาบที่จะสอน ปัญหาที่จะใช้ถือเป็นปัญหาที่สำคัญที่นำไปสู่ขั้นตอนทั้งหมดของกิจกรรมการสอนและปัญหาที่ครูนำเสนอ นั้นจะเป็นปัญหาปลายเปิด</p>	<p>1. ขั้นกำหนดปัญหา คือ ขั้นตอนให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา ซึ่งลักษณะของปัญหาอยู่ในรูปแบบสถานการณ์ โดยผู้สอนไม่ชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา</p>	<p>1. ขั้นการนำเสนอปัญหาปลายเปิด เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนพบกับปัญหาปลายเปิด โดยผู้เรียนต้องทำปัญหานั้นให้เป็นของตัวเองให้ได้</p>	<p>1. ขั้นนำเสนอปัญหา ขั้นตอนครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดแก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน</p>	<p>1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่</p>
<p>3. ขั้นการทำกิจกรรมเดี่ยวหรือกลุ่มของผู้เรียน หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาของบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะทำหรือแก้ปัญหาด้วยตัวเองก่อนแล้วจึงเข้ากลุ่มย่อยเพื่อแก้ปัญหาและแสดงวิธีการคิดร่วมกัน</p>	<p>2. ขั้นแก้ปัญหา คือ ขั้นตอนให้ผู้เรียนคิดหาวิธีที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา โดยครูคอยกระตุ้นเพื่อให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหานั้น นำมาบูรณาการเข้าด้วยกันได้</p>	<p>2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง (เพียงคนเดียว) ในการแก้ปัญหา แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น</p>	<p>2. ขั้นลงมือทำกิจกรรม การเรียนรู้ด้วยตนเอง จัดกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ผู้เรียนในกลุ่มช่วยกันคิดหาวิธีของแต่ละคน แล้วทำการสรุปเพื่อหาข้อสรุปและเหตุผลที่ได้มาของคำตอบ เสร็จแล้วก็นำเสนอหน้าชั้นให้เพื่อนรับทราบถึงแนวความคิดของกลุ่ม</p>	<p>2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหาตามแผนจนได้คำตอบ แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น ร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มได้รับทราบแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง</p>

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

Stigler & Hiebert (1999)	Nohda (2000, p. 12)	ไมตรี อินทรประสิทธิ์ (2547, น. 12)	ยุพาพัทธ์ร์ สะเดา (2555, น. 25 - 27)	ผู้วิจัย
<p>4. ชั้นการอภิปรายวิธีการแก้ปัญหา นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของผู้เรียน แล้วอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการนั้น ๆ ครูก็อาจนำเสนอวิธีการของตัวเองเพื่อแลกเปลี่ยนกับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงวิธีการของครูที่ต้องการสอนและเมื่อผู้เรียนออกมานำเสนอวิธีการเสร็จแล้วนั้น ครูจะทำการสรุปและให้รายละเอียดในตอนท้าย</p>	<p>3. ชั้นขยายปัญหา คือ ขั้นตอนสุดท้ายที่ผู้เรียนขยายชั้นเดิมไปสู่ขั้นตอนใหม่ได้ โดยอาศัยพื้นฐานจากปัญหาเดิมและคิดหาวิธีแก้ปัญหาใหม่</p>	<p>3. ชั้นการอภิปรายทั้งชั้นและการเปรียบเทียบ เป็นชั้นที่ผู้เรียนนำเสนอแนวคิดกับเพื่อน ๆ เพื่อให้คนอื่น ๆ ได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ</p>	<p>3. ชั้นอภิปราย เป็นขั้นตอนที่สะท้อนผลการอภิปราย เมื่อผู้เรียนได้คำตอบพร้อมกับเหตุผลแนวคิดและวิธีหาคำตอบก็จะนำเสนอเพื่อให้เพื่อนได้รับทราบถึงวิธีการคิดของผู้เรียน หลังจากนั้นครูร่วมอภิปรายเพื่อพัฒนาไปเป็นปัญหาใหม่ เพื่อนำมาพัฒนาต่อไป</p>	<p>3. ชั้นการอภิปราย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน</p>
<p>5. ชั้นสรุปประเด็นสำคัญ ในช่วงท้ายของการสอนหรือระหว่างการทำกิจกรรมนั้น ครูจะบรรยายสรุปสั้น ๆ ในประเด็นที่สำคัญที่ครูต้องการให้ผู้เรียนได้รับในคาบ</p>		<p>4. ชั้นการสรุปโดยเชื่อมโยงแนวคิดของผู้เรียนที่เกิดขึ้น เป็นชั้นขยายแนวคิดต่าง ๆ ที่ได้และสามารถนำมาเชื่อมโยงกับแนวคิดที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน</p>	<p>4. ชั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้ที่ครูและผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกันเพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนที่มีความเหมือนและแตกต่างในการหาคำตอบของแต่ละกลุ่มเพื่อที่จะสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน</p>	<p>4. ชั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้และสรุปกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบผล เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนและสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน</p>

จากตารางที่ 2.5 ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดที่นำมาใช้ในการวิจัยมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหาตามแผนจนได้คำตอบ แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น ร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มได้รับทราบแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง

3. ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้และสรุปกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนและสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้

นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ และคณะ (2552, น. 78 - 79) ได้กล่าวไว้ว่า ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกให้กับผู้เรียน ครูจัดเตรียมสื่อและสภาพแวดล้อมให้เหมาะ ใช้คำถามและคำพูดเพื่อกระตุ้นความคิด ผู้เรียนมีอิสระทางความคิด กระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหาได้หลากหลายและแตกต่างกัน ครูใช้การสังเกต การตรวจชิ้นงาน การนำเสนอผลงานหน้าชั้น ครูบันทึกสิ่งที่เกิดในชั้นเรียน ครูมีบทบาทร่วมสรุปและให้แนวความรู้เสริมบ้างในช่วงทำกิจกรรม แต่จะเป็นผู้เรียนลงมือเอง คิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง

ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูล และคณะ (2554, น. 138) ได้กล่าวไว้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการอำนวยความสะดวกโดยการเตรียมกิจกรรม เตรียมสื่อเพื่อใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้ การเรียนรู้ที่ดีและคงทนย่อมเกิดจากผู้เรียนเอง ดังนั้นครูจะไม่แนะนำแนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบให้กับผู้เรียน แต่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เกิดประเด็นที่สงสัย อยากรู้ นำไปสู่กระบวนการคิดที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่คำตอบนั้น

วิจารณ์ พานิช (2557) ได้กล่าวไว้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มีดังนี้

1. เปิดประตูการเรียนรู้ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวผู้เรียนเอง

2. ส่งเสริมดูแลเอาใจใส่ให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาและ/หรือสร้างสรรค์ ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์อย่างทั่วถึงและต่อเนื่องโดยการหล่อเลี้ยงแรงขับเคลื่อนตั้งคำถามเพิ่มลดหรือปรับประสบการณ์ สนับสนุนอำนวยความสะดวกดูแลความเรียบร้อย แนะนำ ช่วยเพิ่มลดหรือปรับทรัพยากร ฯลฯ เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น (Constructionism) จากการลองผิดลองถูกเปลี่ยนมุมมอง และหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง (Heuristics) และพร้อม ๆ กันนั้นครูยังช่วยจัดวางวิสัยทัศน์ที่ความคิด ความรู้สึก ความเข้าใจ บันทึกวิธีการ บันทึกผลลัพธ์ที่สัมพันธ์กับวิธีการ ช่วยตั้งคำถาม ช่วยตั้งประเด็นให้ผู้เรียนสังเกตเห็นและประเมินวิธีสร้างความเข้าใจและวิธีทำของตนเองในการแก้ปัญหาหรือการสร้างสรรค์นั้น ๆ (Metacognition)

3. ประเมินผู้เรียนในขณะที่เรียนรู้ โดยการมีสติตั้งใจฟังสังเกตและรู้สึกอย่างละเอียดอ่อนฉับไวและแม่นยำ เพื่อหยั่งให้ถึงภาวะการนำความรู้ความสามารถออกมาใช้ ภาวะการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่แรงบันดาลใจวิธีการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ อารมณ์เข้าใจ ขอบเขตและคุณภาพของความเข้าใจหลังความสามารถและข้อจำกัดของผู้เรียนแต่ละคนในขณะที่กำลังเรียนรู้ผ่านการแก้โจทย์ หรือการสร้างสรรค์ภายใต้เงื่อนไขของโจทย์ เป็นการประเมินเพื่อพัฒนาอย่างฉับพลันทันทีไม่ใช้การประเมินเพื่อตัดสิน

4. ตอบสนองต่อผลการประเมินนั้นอย่างเหมาะสมและทันเวลา โดยการตั้งคำถามจับประเด็น ให้คำแนะนำ ให้ตัวอย่าง อำนวยความสะดวกช่วยเหลือ ฯลฯ ที่เหมาะสมกับผู้เรียนแต่ละคนอย่างสงบ มีสติในจังหวะที่เหมาะสมทัน่วงทีเพื่อช่วยให้ผู้เรียนหลุดจากภาวะติดขัดหรือการเข้าใจผิดหรือช่วยให้ผู้เรียนเข้าสู่การเรียนรู้ที่กว้างขวาง ลึกซึ้งมากขึ้นและดำเนินการแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์ต่อไปได้อย่างราบรื่น

5. ขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนด้วยวิธีการเชิงบวก เมื่อมีผู้เรียนบางคนที่ไม่อยู่ในภาวะพร้อมเรียนหรือติดขัดอย่างมากหรือมีพฤติกรรมที่ไม่ส่งเสริมการเรียนรู้ หรือรบกวนการเรียนรู้ของเพื่อน ครูจะขับเคลื่อนและปรับพฤติกรรมผู้เรียนนั้นด้วยวิธีการเชิงบวก ทั้งนี้ เพื่อรักษาแรงจูงใจด้านบวกของผู้เรียนคนนั้นและรักษาบรรยากาศเชิงบวกของชั้นเรียนเอาไว้ให้ต่อเนื่อง

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดคือ ครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก ผู้เรียนเป็นคนลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยครูจะต้องใช้คำถามในการกระตุ้นให้ผู้เรียนแก้ปัญหา สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในเชิงบวกเมื่อผู้เรียนไม่พร้อมเรียนรู้ ร่วมกันสรุปและเสริมแนวความรู้กับผู้เรียน

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ได้มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไว้ดังนี้

ชาวาดะ (Sawada, 1997, pp. 23 - 24) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดดังนี้

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียน มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างกว้างขวาง
3. ผู้เรียนที่มีความสามารถต่ำจะมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองกับผู้เรียนคนอื่น ๆ
4. ผู้เรียนทุกคนจะได้รับการกระตุ้นและมีแรงจูงใจภายใน ในการเรียนรู้
5. ผู้เรียนจะได้ประสบการณ์มากจากการได้รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นและได้ยอมรับแนวคิดที่แปลกใหม่ที่ไม่เคยรู้มาก่อน

สมควร สีชมพู, ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, และเกียรติ แสงอรุณ (ม.ป.ป., น. 3) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จะช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สะท้อนแนวคิดของตนในการทำกิจกรรมโดยผ่านปัญหาปลายเปิดและยังช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนคณิตศาสตร์มากกว่าการเรียนแบบเดิม

เกษม เปรมประยูร, สุดาลัด ลอยฟ้า, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554, น. 30) ได้ศึกษาการพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด ทำให้นักเรียนสามารถพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนสามารถใช้ภาษาของนักเรียนเองในการอธิบายและให้เหตุผลได้ รวมทั้งสื่อถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการแก้ปัญหาในกลุ่มย่อยและภาษาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนไม่ได้เป็นคำศัพท์ที่เป็นทางการแต่เป็นภาษาที่นักเรียนใช้ในชีวิตประจำวันที่ประกอบไปด้วยแนวคิดทางคณิตศาสตร์ การเขียนแสดงแนวคิดด้วยภาพและการใช้ท่าทางของนักเรียน

ปิยภรณ์ ศิริมา และปสาสน์ กงตาล (2554, น. 91) ได้ศึกษาการสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach) รายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่ารูปแบบการสอนที่ใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดรายวิชาคณิตศาสตร์ช่วยให้ฝึกกระบวนการคิดการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผลและรูปแบบการสอนช่วยให้เกิดกระบวนการคิดอย่างเป็นระบบมีความคิดเห็นในระดับมากที่สุด ความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีการแบบเปิดของนักเรียนพบว่านักเรียนภาคภูมิใจที่ได้แสดงความคิดเห็น

คิดเห็นภายในกลุ่มซึ่งเป็นความคิดเห็นในระดับมากที่สุด รองลงมาคือนักเรียนชอบเมื่อได้ทำกิจกรรมที่มีสื่ออุปกรณ์อย่างหลากหลายและนักเรียนรู้สึกหวาดกลัวไม่มั่นใจเมื่อครูเรียกไปทำกิจกรรมหน้าชั้นเรียนซึ่งอยู่ในระดับน้อยที่สุด

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ข้อดีของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้มากขึ้น ได้แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ ผู้เรียนได้รับการกระตุ้นและแรงจูงใจทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี และมีการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นกันในห้องเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ในหัวข้อที่ 2 ผู้วิจัยสรุปความหมายและขั้นตอนได้ดังนี้

ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เป็นทฤษฎีการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างความรู้จากการช่วยกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้และสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองจากความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เดิม โดยผู้สอนจะเป็นผู้ที่คอยอำนวยความสะดวกและสร้างแรงจูงใจให้เกิดกับผู้เรียน และผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างเต็มที่ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งปรากฏแล้วในหน้า 19 - 30 รายละเอียดดังนี้

1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้สอนทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน แจ่มจุดประสงค์บทเรียนให้ผู้เรียนทราบเพื่อให้ผู้เรียนได้รับรู้ถึงเป้าหมายที่จะได้รับจากบทเรียน และทบทวนความรู้เดิมเพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่

2. ขั้นปรับความคิด เป็นขั้นที่ผู้สอนเสนอสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา และแสดงวิธีทำตามแผนเพื่อหาคำตอบ ในขั้นนี้ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ระหว่างกันและกัน และเกิดความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองและความคิดของผู้อื่น ผู้เรียนควรหาแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในการทดสอบแนวความคิดหรือความรู้ความเข้าใจของตน

3. ขั้นตรวจสอบความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ต่อเพื่อนกลุ่มอื่น เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปราย

4. ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหา สามารถนำความรู้ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้กับ

สถานการณ์ปัญหาทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน

และจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ในหัวข้อที่ 3 ผู้วิจัยสรุปความหมายและขั้นตอนได้ดังนี้

การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำเสนอปัญหาให้กับผู้เรียน เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้และทักษะทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันในชั้นเรียน ส่งเสริมพัฒนาให้ผู้เรียนคิดเป็นและแก้ปัญหาเป็น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ซึ่งปรากฏแล้วในหน้า 30 - 39 รายละเอียดดังนี้

1. ขั้นนำเสนอปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดให้ผู้เรียนได้เผชิญกับสถานการณ์ปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหาตามแผนจนได้คำตอบ แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น ร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มได้รับทราบแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง

3. ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน

4. ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้และสรุปกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนและสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน

ดังนั้นขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มีขั้นตอนและรายละเอียด ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้
วิธีการแบบเปิด ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้		
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	วิธีการแบบเปิด	ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ วิธีการแบบเปิด
<p>1. ขั้นทบทวนความรู้เดิม เป็นขั้นที่ผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน แจ้งจุดประสงค์และทบทวนความรู้เดิมที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน ซึ่งจำเป็นต่อการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ความรู้ใหม่</p>	<p>1. ขั้นนำเสนอปัญหา ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา โดยครูไม่แนะนำวิธีการแก้ปัญหาก็กับผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้ เป็น ปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่</p>	<p>1. ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา ทบทวนความรู้ที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับปัญหา และนำเสนอปัญหาใหม่ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร</p>
<p>2. ขั้นปรับความคิด เสนอปัญหาที่นำไปสู่ความขัดแย้งทางปัญญา ให้ผู้เรียนทำความเข้าใจ วางแผนการแก้ปัญหา และแสดงวิธีทำเพื่อหาคำตอบ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน หาแนวทางและวิธีการที่ดีที่สุด สำหรับใช้ในการทดสอบแนวความคิดหรือความรู้ความเข้าใจของตน</p>	<p>2. ขั้นลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตนเองในการวางแผนแก้ปัญหา และแก้ปัญหตามแผนจนได้คำตอบ แล้วมาร่วมเรียนรู้กับผู้อื่น ร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนในกลุ่มได้รับทราบแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาของตนเอง</p>	<p>2. ขั้นกระตุ้นความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่ม ให้ผู้เรียนวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหตามแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน</p>

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้		
ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์	วิธีการแบบเปิด	ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับวิธีการแบบเปิด
3. ขั้นตรวจสอบความรู้ ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการแก้ปัญหาและคำตอบที่ได้ เสนอสถานการณ์ตัวอย่างหรือวิธีอื่นที่แตกต่างแล้วร่วมกันอภิปราย	3. ขั้นการอภิปราย เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ จากนั้นนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาเพื่อให้เพื่อนได้เข้าใจถึงแนวคิดนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้เรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน	3. ขั้นตรวจสอบและอภิปราย ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ
4. ขั้นสรุปและนำความรู้ไปใช้ ผู้เรียนร่วมกันสรุปหลักการและกระบวนการแก้ปัญหาสามารถนำความรู้ความเข้าใจและกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ ทั้งที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย ซึ่งเป็นการบ่งบอกได้ถึงการเรียนรู้ที่มีความหมายของผู้เรียน	4. ขั้นสรุป เป็นขั้นตอนการสรุปผลการเรียนรู้และสรุปกระบวนการแก้ปัญหา ตั้งแต่การทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล เพื่อหาข้อสรุปของบทเรียนและสรุปเป็นแนวคิดร่วมกัน	4. ขั้นสรุปและนำไปใช้ สรุปความรู้ที่ได้รับทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ ผู้เรียนร่วมกันสรุปเป็นแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจของตนเอง และนำกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้

จากตารางที่ 2.6 สรุปได้ว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน มีรายละเอียด ดังนี้

1. ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นทบทวนความรู้ที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีพื้นฐานความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด และเพื่อทดสอบความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความรู้ใหม่ จากนั้นนำเสนอปัญหาใหม่ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่

กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

2. **ขั้นกระตุ้นความรู้** เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนร่วมกันวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ

3. **ขั้นตรวจสอบและอภิปราย** เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหากับสมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มอาจมีวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนในห้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย ตรวจสอบถึงความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม

4. **ขั้นสรุปและนำไปใช้** เป็นขั้นการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งความรู้เดิมและความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนร่วมกันสรุปเป็นแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจของตนเอง และนำกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ความหมายของปัญหา

เบล (Bell, 1978, pp. 309 - 310) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ใด ๆ จะเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่งบุคคลใดถ้าเขาเอาใจใส่ มีความต้องการที่จะตอบสนองสถานการณ์นั้น แต่ไม่สามารถแก้สถานการณ์นั้นได้ในทันทีทันใด การหาคำตอบของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จะเป็นปัญหาหรือไม่ขึ้นอยู่กับบุคคลผู้หาคำตอบนั้น

ครูลิคและรูดนิค (Krulic & Rudnick, 1993, p. 6) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา และคำตอบจะต้องเกี่ยวกับปริมาณในปัญหานั้น ถึงแม้ว่าจะไม่ได้ระบุวิธีการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน แต่ผู้แก้ปัญหาจะต้องค้นคว้าหาวิธีการเพื่อที่จะได้มาซึ่งคำตอบของปัญหานั้น ๆ ที่ต้องการ

อดัมส์ เอลลิส และบีสัน (Adam, Ellis & Beeson, 1997, pp. 173 - 174) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่เป็นประโยคภาษา คำตอบจะ

เกี่ยวข้องกับปริมาณ ซึ่งปัญหานั้นไม่ได้ระบุวิธีการหรือการดำเนินการในการแก้ปัญหาไว้อย่างชัดเจน ผู้แก้ปัญหามust ค้นหาว่าจะใช้วิธีใดในการหาคำตอบของปัญหา นั่นคือ การได้มาซึ่งคำตอบของปัญหา จะได้จากการพิจารณาว่าจะต้องทำอะไร

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้ให้ความหมายของปัญหาไว้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์ที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบโดยไม่รู้วิธีหรือขั้นตอนที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นในทันที

เวชฤทธิ์ อังกะภักทขจร (2555, น. 109) ได้กล่าวไว้ว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง สถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ซึ่งต้องใช้ความรู้และวิธีการทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ โดยที่ยังไม่รู้ขั้นตอนหรือวิธีการที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้นทันที

เอกภพ เพื่อสำรวจ (2562, น. 41) ได้ให้ความหมายของปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ต้องการคำตอบเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันที่คุณได้พบหรืออาจเป็นปัญหาที่ผู้แก้ปัญหามิเคยคุ้นมาก่อน ปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับผู้แก้ปัญหานั้น ซึ่งคำถามหนึ่งอาจเป็นปัญหาสำหรับบุคคลหนึ่ง แต่อาจไม่ได้เป็นปัญหาสำหรับบุคคลอื่น ๆ ก็ได้ และในการหาคำตอบ ผู้แก้ปัญหามust ใช้ความรู้ความสามารถทางคณิตศาสตร์ วิธีการต่าง ๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนั้น

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นสถานการณ์ที่ต้องการคำตอบ ซึ่งปัญหานั้นผู้เรียนไม่คุ้นเคยมาก่อนทำให้ไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที จะต้องมีการค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะได้คำตอบของสถานการณ์นั้น

ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1981, p. 1) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นการหาวิธีที่จะหาสิ่งที่ไม่รู้ปัญหา เป็นการหาวิธีการที่จะนำสิ่งที่ยุ่งยากออกไป หาวิธีการที่จะเอาชนะอุปสรรคที่เผชิญอยู่เพื่อจะให้ได้ข้อลงเอยหรือคำตอบที่มีความหมายที่ชัดเจน แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ได้เกิดขึ้นในทันทีทันใด

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (NCTM, 2000, p. 52) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ การทำงานซึ่งยังไม่รู้วิธีการที่ได้มาซึ่งคำตอบในทันที ซึ่งการหาคำตอบ ผู้เรียนจะต้องใช้ประโยชน์จากความรู้ที่มีอยู่เหล่านั้นเพื่อนำไปสู่กระบวนการแก้ปัญหานั้น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนบ่อย ๆ เพื่อที่จะพัฒนาและทำให้เกิดความรู้ใหม่ ๆ การแก้ปัญหามิได้มีเป้าหมายเพียงการหาคำตอบแต่อยู่ที่วิธีการได้มาซึ่งคำตอบ ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน ได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหานั้นออกมาด้วย ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์จากปัญหาต่าง ๆ ได้
2. การแก้ปัญหานั้นได้เกิดขึ้นในคณิตศาสตร์และในบริบทอื่น ๆ
3. ประยุกต์และดัดแปลงยุทธวิธีอย่างหลากหลายในการแก้ปัญหาได้
4. ควบคุมและพิจารณาบนกระบวนการแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

บราไฮเออร์ (Brahier, 2005, p. 13) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่แต่ละบุคคลพยายามใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหาคณิตศาสตร์ที่ไม่คุ้นเคยมาก่อน

อารยา ยูวนะเตมีย์ (2560, น. 25) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่าการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือการหาวิธีการหรือหาทางออกของปัญหา ซึ่งอาจเป็นสถานการณ์หรือคำถามที่ผู้เรียนไม่มีความรู้ หรือคุ้นเคยมาก่อนและไม่สามารถหาคำตอบได้ทันที ดังนั้นในการหาคำตอบจะต้องใช้ความรู้ สติปัญญา วางแผน ตัดสินใจเลือกวิธีการที่เหมาะสม อีกทั้งต้องอาศัยประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์และศาสตร์ด้านอื่น ๆ มาช่วยในการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ด้วย เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2561, น. 80) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนควรจะเรียนรู้ ผึกฝน และพัฒนาให้เกิดทักษะขึ้นในตนเอง เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อให้ผู้เรียนมีแนวทางในการคิดที่หลากหลาย รู้จักประยุกต์และปรับเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาให้เหมาะสม รู้จักตรวจสอบและสะท้อนกระบวนการแก้ปัญหา มีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ รวมถึงมีความมั่นใจในการแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ ทั้งภายในและภายนอกห้องเรียน นอกจากนี้ การแก้ปัญหายังเป็นทักษะพื้นฐานที่ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ การส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหายังมีประสิทธิภาพ ควรใช้สถานการณ์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่กระตุ้น ดึงดูดความสนใจ ส่งเสริมให้มีการประยุกต์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหา และยุทธวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย

เอกภพ เพ็ญสำรวจ (2562, น. 42) ได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นกระบวนการในการประยุกต์ความรู้ กระบวนการแก้ปัญหา กลยุทธ์ต่าง ๆ และประสบการณ์ที่มีอยู่ เพื่อค้นหาคำตอบเมื่อกำหนดสถานการณ์หรือคำถามที่เป็นปัญหาทางคณิตศาสตร์มาให้ ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนและจะต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการหาคำตอบจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา การขจัดสิ่งที่เป็นปัญหานั้นให้หมดไปด้วยวิธีการแก้ปัญหายังเป็นระบบตามขั้นตอนหรือกระบวนการแก้ปัญหา และนำประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการค้นหาคำตอบของปัญหา ผู้เรียนควรได้รับการฝึกฝน ได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ซับซ้อนขึ้นและให้มีการสะท้อนความคิดในการแก้ปัญหามาด้วย

ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

โพลยา (Polya, 1973, pp. 5 - 40) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา เป็นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและตัดสินใจว่าอะไรที่ต้องการค้นหา โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนที่สำคัญของปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา เป็นการค้นหาความสัมพันธ์หรือความเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลกับตัวที่ไม่รู้ค่า นำความสัมพันธ์ที่ได้มาผสมผสานกับประสบการณ์ กำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน เป็นการลงมือปฏิบัติตามที่ได้วางแผนไว้และตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน แล้วลงมือปฏิบัติจนได้คำตอบ ถ้าไม่ได้คำตอบต้องค้นหาและแก้ปัญหาใหม่จนแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ ความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้และวิธีแก้ปัญหาที่ใช้มีคำตอบหรือวิธีอื่นในการแก้ปัญหานี้ได้อีกหรือไม่

บาร์ดี (Baroody, 1993, pp. 2 - 8) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วยปัจจัยหลักของการแก้ปัญหา 3 ประการ คือ

1. ปัจจัยทางปัญญา (Cognitive factor) ซึ่งประกอบด้วยความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์และกลวิธีในการแก้ปัญหา

2. ปัจจัยทางความรู้สึก (Affective factor) เป็นแรงกระตุ้นในการแก้ปัญหาและแรงกระตุ้นนี้มาจากความสนใจ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความพยายามหรือความตั้งใจ และความเชื่อมั่นของผู้เรียน

3. ปัจจัยทางอภิปัญญา (Metacognitive factor) เป็นความสามารถในการสังเคราะห์ความคิดของตนเองในการแก้ปัญหา ซึ่งจะตอบสนองได้ว่าสิ่งใดบ้างที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหา และสามารถติดตามหรือควบคุมสิ่งเหล่านั้นได้อย่างไร

กานเย (Gagne, 1997) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. ทักษะทางปัญญา (Intellectual Skills) เป็นความสามารถในการนำกฎ สูตร ความคิดรวบยอดและหลักการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม ทักษะทางปัญญาคือความรู้ที่ผู้เรียนเคยเรียนรู้มาก่อน

2. ลักษณะของปัญหา (Problem Schemata) เป็นข้อมูลในสมองที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาซึ่งทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่โจทย์ต้องการกับสิ่งที่กำหนดให้ได้ ข้อมูลเหล่านี้ ได้แก่ คำ ศัพท์และวิธีการแก้ปัญหาลักษณะต่าง ๆ

3. การวางแผนหาคำตอบ (Planning Strategies) เป็นความสามารถในการใช้ทักษะทางปัญญาลักษณะของปัญหาในการวางแผนแก้ปัญหา การวางแผนหาคำตอบเป็นกลวิธีการคิด (Cognitive Strategies) อย่างหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำตอบ (Validating answer) เป็นความสามารถในการตรวจย้อนเพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของการแก้ปัญหาตลอดกระบวนการ

อัมพร ม้าคนอง (2554, น. 39 - 40) กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

1. ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
2. ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่เชื่อว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใดและประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
3. พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
4. พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย
5. ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่
6. บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน
7. สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น
8. ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง
9. มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 24 - 27) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถของผู้เรียนในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหา วางแผนและดำเนินการในการแก้โจทย์ปัญหา ตลอดจนหาคำตอบที่ถูกต้องของปัญหาที่กำหนดให้โดยใช้ทักษะการคิดคำนวณ ซึ่งประกอบไปด้วยความสามารถด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. การทำความเข้าใจโจทย์ คือ การแปลความจากโจทย์ที่กำหนดให้แล้วแยกแยะองค์ประกอบของโจทย์ เช่น สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ สิ่งที่โจทย์กำหนดให้เพียงพอต่อการที่จะหาคำตอบหรือไม่ ข้อมูลใดบ้างที่ต้องการหาเพิ่ม

2. การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของโจทย์ คือ การตั้งคำถามให้ผู้เรียนพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์ได้อย่างไร

3. การคำนวณหาคำตอบ คือ การคำนวณหาคำตอบในแต่ละขั้นตอนและหน่วยของคำตอบ

4. การสรุปและรายงานผล คือ การย้อนกลับไปตรวจสอบความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของวิธีการหาคำตอบ

ทิตินา แชมมณี (2560, น. 124 - 125) ได้กล่าวถึงความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังนี้

1. การสังเกต ให้ผู้เรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุปและตระหนักในปัญหานั้น

2. การวิเคราะห์ ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็นปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

3. สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจจะมีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนดหน้าที่ในการทำงานให้แก่ผู้เรียน

4. เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อรายงานและตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

5. สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเองซึ่งอาจทำในรูปของรายงาน จากการค้นคว้าเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์และวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผนที่ได้วางไว้และการตรวจสอบ เพื่อค้นหาข้อสรุปของปัญหา

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการวัดความรู้ ความคิด ทักษะ และการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา โดยแบ่งออกเป็นความสามารถ 4 ด้าน คือ

1. การทำความเข้าใจปัญหา ผู้เรียนสามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

2. การวางแผนแก้ปัญหา ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยให้ผู้เรียนพิจารณาขั้นตอนการแก้ไขโจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อนและใช้วิธีการใดหาคำตอบ

3. การดำเนินการตามแผน ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ

4. การสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบดูว่าคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ชาร์ลส์ เลสเตอร์ และโอตาฟเฟอร์ (Charles, Lester & O'Daffer, 1987, pp. 15 - 61) กล่าวถึงวิธีประเมินการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไว้ 4 วิธี คือ

1. การสังเกตและการถามคำถามผู้เรียน เป็นวิธีการประเมินที่มีคุณค่ามาก สามารถใช้ประเมินในขณะที่ผู้เรียนแก้ปัญหาเป็นรายบุคคล หรือแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม โดยผู้สอนจะประเมินในขณะที่เดินตรวจตราไปยังกลุ่มต่าง ๆ ขณะที่ผู้เรียนกำลังลงมือแก้ปัญหา ในขณะที่ผู้สอนสังเกตและถามคำถามผู้เรียน ผู้สอนจะต้องบันทึกข้อมูลที่ได้ให้ตรงประเด็นทันที เครื่องมือที่ผู้สอนใช้ในการบันทึกข้อมูลประกอบด้วยแบบบันทึกผลการสังเกต แบบตรวจสอบรายการและมาตรการประเมิน

2. การประเมินโดยใช้ข้อมูลจากการประเมินตนเองของผู้เรียน การประเมินตนเองเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา การประเมินวิธีนี้จะได้รับประโยชน์มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับสิ่งที่คุณเรียนเขียนสะท้อนเกี่ยวกับความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ รูปแบบการคิดและอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหามากน้อย และตรงตามความเป็นจริงแค่ไหน การประเมินตนเองแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่

2.1 การให้ผู้เรียนเขียนสะท้อนความคิดเห็นต่อการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ การประเมินตนเองแบบนี้ทำได้หลังจากผู้เรียนแก้ปัญหาเสร็จใหม่ ๆ ให้ผู้เรียนทวนนึกถึงประสบการณ์ขณะที่แก้ปัญหา แล้วเขียนอธิบายว่าตนเองคิดอย่างไรในขณะที่กำลังแก้ปัญหา

2.2 การให้ผู้เรียนตอบแบบประเมินผลการรายงาน หรือการบันทึกประสบการณ์ การแก้ปัญหา เป็นชุดของข้อคำถามที่ผู้เรียนตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหของตนเอง

3. การให้คะแนนแบบรูบริค เป็นการให้คะแนนที่ประเมินผลจากงานที่ผู้เรียนทำหรือพฤติกรรมที่ผู้เรียนแสดงออก มีการกำหนดระดับคะแนนพร้อมระบุรายละเอียดของผลงาน หรือพฤติกรรมของผู้เรียนไว้อย่างชัดเจน และเป็นรูปธรรม ซึ่งการให้คะแนนแบบรูบริค ที่นิยมใช้ในการประเมินงานเขียนมี 2 แบบ คือ การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ และการให้คะแนนแบบองค์รวม

4. การใช้แบบทดสอบ แบบทดสอบที่ใช้ในการประเมินผลการแก้ปัญหา มี 2 ประเภท ได้แก่

4.1 แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ แบบทดสอบชนิดเลือกตอบประกอบด้วย ข้อคำถาม ซึ่งแต่ละคำถามมีตัวเลือกหลาย ๆ ตัวเลือก ให้ผู้เรียนเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุดเพียงตัวเลือกเดียว

4.2 แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบเป็นแบบทดสอบที่ประกอบด้วยข้อสอบที่เว้นช่องว่างเอาไว้เพื่อให้ผู้เรียนเติมคำตอบ ตัวเลข ชุดของสัญลักษณ์ หรือประโยคที่คิดว่าถูกต้องลงในช่องว่าง

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยใช้การวัดความสามารถ 4 ด้าน ประกอบด้วย การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ โดยใช้ข้อสอบแบบเติมคำตอบเป็นข้อสอบอัตนัย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ

เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

เกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ได้มีนักการศึกษาเสนอไว้ในลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

ชาร์ลส์และเลสเตอร์ (Charles & Lester, 1982, pp. 11 - 12) เสนอรูปแบบเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แบบแยกองค์ประกอบ โดยพิจารณาถึงความสามารถ 3 ประการ ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบของชาร์ลส์และเลสเตอร์

รายการประเมิน	คะแนน	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1. ความเข้าใจ ในปัญหา	2	- แปลความหมายโจทย์ถูกต้อง
	1	- แปลความหมายผิดบางส่วน
	0	- แปลความหมายผิดโดยสิ้นเชิง
2. การเลือก ยุทธวิธีการ แก้ปัญหา	2	- มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้อง (ไม่พิจารณาการคำนวณ)
	1	- มีกระบวนการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วน
	0	- ไม่ลงมือทำหรือทำผิดโดยสิ้นเชิง
3. การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	2	- การคำนวณถูกต้อง
	1	- ตอบถูกเพียงบางส่วน (ในกรณีที่มีหลายคำตอบ)
	0	- ตอบผิดและกระบวนการแก้ปัญหาผิด

นวลทิพย์ นวพันธ์ (2552) กล่าวถึง เกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งได้ ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 เกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนวลทิพย์ นวพันธ์

ข้อย่อย	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึงการแก้ปัญหา
1. ทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา	1	0	ผู้เรียนไม่บอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามหรือบอกได้ไม่ถูกต้อง
		0.5	ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		1	ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถามได้ถูกต้องและครบถ้วน
2. วางแผนแก้ปัญหา	2	0	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่ทำเลย
		1	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาซึ่งอาจนำไปสู่คำตอบที่ถูกต้อง แต่มีบางส่วนผิดโดยอาจแสดงลำดับการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง
		2	ผู้เรียนแสดงวิธีการวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม เช่น แสดงขั้นตอนการดำเนินการแก้ปัญหาตามลำดับก่อนหลัง หรือเขียนในรูปวิธีการทางคณิตศาสตร์ถูกต้อง
3. ดำเนินการแก้ปัญหาและหาคำตอบ	2	0	ผู้เรียนแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง/ไม่มีร่องรอยการแก้ปัญหา
		0.5	ผู้เรียนแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนแต่ไม่สำเร็จ
		1	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหาถูกต้องบางส่วนแต่ไม่สำเร็จ
		1.5	ผู้เรียนดำเนินการแก้ปัญหตามแผนหรือคิดคำนวณได้ถูกต้อง แต่สรุปคำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วน
		2	ผู้เรียนแก้ปัญหตามแผนที่วางไว้หรือคิดคำนวณได้อย่างถูกต้อง พร้อมทั้งสรุปคำตอบได้ถูกต้องและครบถ้วน

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

ข้อย่อย	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	ระดับพฤติกรรมที่แสดงออกถึง การแก้ปัญหา
4. ตรวจสอบ กระบวนการ แก้ปัญหา และ คำตอบ	1	0	ผู้เรียนตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหาและคำตอบ ไม่ถูกต้อง ไม่ครบถ้วน หรือไม่มีการตรวจสอบเลย
		0.5	ผู้เรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา คำตอบได้ถูกต้องและสมเหตุสมผลแต่ไม่ครบถ้วน
		1	ผู้เรียนแสดงการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา คำตอบได้ถูกต้อง สมเหตุสมผลและครบถ้วน

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2554, น. 118) เสนอเกณฑ์ของการให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบทักษะการแก้ปัญหา ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาแบบแยกองค์ประกอบของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

รายการประเมิน	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
2. การวางแผน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- วางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
	1 (ควรปรับปรุง)	- วางแผนการแก้ปัญหาไม่เหมาะสม
3. การดำเนิน การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมด
	2 (พอใช้)	- ดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ดำเนินการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง
4. การสรุปและ ตรวจคำตอบ	3 (ดี)	- มีการสรุปและตรวจคำตอบได้ถูกต้อง สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- มีการสรุปคำตอบแต่ไม่มีการตรวจคำตอบ
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่มีการสรุปและไม่มีการตรวจคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวถึง เกณฑ์การประเมินผล การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินผลแบบ Analytic Scoring ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 เกณฑ์การประเมินผลแบบ Analytic Scoring ของสถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
ความเข้าใจปัญหา	3 (ดี)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องชัดเจน
	2 (พอใช้)	- เข้าใจปัญหาได้ถูกต้องเป็นบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- ไม่เข้าใจปัญหา
การเลือกยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาถูกต้องและเหมาะสมกับปัญหา
	2 (พอใช้)	- เลือกวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาได้ถูกต้องแต่ยังไม่เหมาะสมหรือไม่ครอบคลุมประเด็นปัญหา
	1 (ต้องปรับปรุง)	- เลือกวิธีการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถเลือกได้
การใช้ยุทธวิธี การแก้ปัญหา	3 (ดี)	- นำวิธีการแก้ปัญหาไปใช้ได้ถูกต้องและแสดง ลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน
	2 (พอใช้)	- ใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องแต่ลำดับขั้นตอนไม่ชัดเจน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- นำวิธีการไปใช้ไม่ถูกต้อง/ไม่แสดงลำดับขั้นตอน
การสรุปคำตอบ	3 (ดี)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
	2 (พอใช้)	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน/ไม่ครบถ้วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	- สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่มีการสรุปคำตอบ

จากแนวคิดข้างต้นจะเห็นว่าเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มีหลากหลายวิธี ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงพัฒนาเกณฑ์การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และความเหมาะสม ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 การพัฒนาเกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	1	1	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องและครบถ้วน
		0.5	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		0	- ผู้เรียนไม่บอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ ถาม หรือบอกได้ไม่ถูกต้อง
2. การวางแผน แก้ปัญหา	1	1	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
		0.5	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
		0	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ ปรากฏข้อความใด ๆ
3. การดำเนินการตาม แผน	2	2	- แสดงวิธีการแก้ปัญหตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ถูกต้อง ครบถ้วน
		1	- แสดงวิธีการแก้ปัญหตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ถูกต้องบางส่วน
		0	- แสดงวิธีการแก้ปัญหตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ปรากฏข้อความใด ๆ
4. การสรุปคำตอบ	1	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
		0.5	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน/ไม่ครบถ้วน
		0	- สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ปรากฏข้อความ ใด ๆ

แนวคิดและทฤษฎีความพึงพอใจ

ความหมายของความพึงพอใจ

ในการศึกษาเกี่ยวกับความหมายของความพึงพอใจ มีนักวิชาการหลายท่านได้อธิบายไว้ดังนี้ กู๊ด (Good, 1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพ คุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ และทัศนคติที่บุคคลนั้นมีต่อสิ่งนั้น

โวลแมน (Wolman, 1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุขเมื่อได้รับผลสำเร็จตามจุดมุ่งหมาย ความต้องการหรือแรงจูงใจ

เคลิร์ก (Quirk, 1987) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่มีความสุขหรือความพอใจเมื่อได้รับความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการ

ฮอร์นบี้ (Hornby, 2000) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีเมื่อประสบความสำเร็จ หรือได้รับสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นเป็นความรู้สึกที่พอใจ

สมหมาย กลางหิน (2553, น. 8) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง แรงจูงใจและความรู้สึกเป็นสุขที่เกิดจากการปรับตัวของบุคคล จะเกิดขึ้นเมื่อบุคคลได้รับสิ่งที่ต้องการ

กิตติพร อางวิชัย (2554) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นเรื่องของความรู้สึกของบุคคลที่มีต่องานที่ปฏิบัติอยู่และความพึงพอใจจะส่งผลต่อความคิดในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามความพึงพอใจของแต่ละบุคคลไม่มีวันสิ้นสุด เปลี่ยนแปลงได้เสมอตามกาลเวลาและสภาพแวดล้อม บุคคลจึงมีโอกาสที่จะไม่พึงพอใจในสิ่งที่เคยพึงพอใจมาแล้ว

คมสัน อินทเสน และคณะ (2560, น. 8) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่ได้รับการตอบสนองจากการปฏิบัติงานและได้รับผลตอบแทนจนทำให้เกิดความสุข ทำให้บุคคลเกิดความรู้สึกกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นที่จะทำงาน เกิดขวัญและกำลังใจ ส่งผลให้งานมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จ

วันชัลมา ปานากาเซ็ง (2560, น. 42) ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเกิดจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น หรือเป็นผลจากความเชื่อหรือประสบการณ์ที่ได้สัมผัส ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกทางบวกที่ทำให้บุคคลกระตือรือร้น มีความมุ่งมั่นในการปฏิบัติงานและมีขวัญกำลังใจที่ดี

จากเอกสารที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกนึกคิด หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถเป็นไปในด้านบวกและด้านลบ โดยเกิดจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทั้งนี้ความพึงพอใจของแต่ละบุคคลย่อมมีความแตกต่างกันไป

ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

ซูครี บำรุง (2551, น. 58) ได้กล่าวถึง มูลเหตุที่ทำให้บุคคลมีความพึงพอใจในการทำงาน โดยอ้างถึงทฤษฎีของบาร์นาร์ด (Barnard) ไว้ดังนี้

1. สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ ได้แก่ เงิน สิ่งของ หรือสภาวะทางกายที่ให้แก่ผู้ปฏิบัติงานเป็นการตอบแทน เช่น รางวัลการทำงานที่เขาได้ปฏิบัติมาเป็นอย่างดี
2. สิ่งจูงใจเป็นโอกาสของบุคคลซึ่งไม่ใช่วัตถุ จัดเป็นสิ่งจูงใจที่สำคัญในการช่วยเหลือส่งเสริมความร่วมมือในการทำงานมากกว่ารางวัลที่เป็นวัตถุ เพราะสิ่งจูงใจประเภทนี้ไม่เกิดกับทุกคน เช่น เกียรติภูมิ ตำแหน่ง การให้สิทธิพิเศษและการมีอำนาจ เป็นต้น
3. สภาพร่างกายที่พึงปรารถนา หมายถึง สิ่งแวดล้อมในความสะดวกต่าง ๆ อันก่อให้เกิดความสุขทางกายในการทำงาน
4. ผลประโยชน์ทางอุดมคติ เป็นสิ่งจูงใจซึ่งอยู่ระหว่างความมีอำนาจที่สุดกับความท้อแท้ ผลประโยชน์ทางอุดมคติ หมายถึง สมรรถภาพของหน่วยงานและสนองความต้องการของบุคคลในด้านความต้องการ ความภูมิใจในด้านการแสดงฝีมือ ความรู้สึกเท่าเทียมกัน การได้มีส่วนช่วยเหลือครอบครัวตัวเองและผู้อื่น รวมทั้งได้แสดงความจริงใจต่อหน่วยงาน
5. ความดีใจในสังคม หมายถึง ความสัมพันธ์อันมิตรกับผู้ร่วมงานในหน่วยงาน ซึ่งถ้าความสัมพันธ์นั้นไปได้ด้วยดีจะทำให้เกิดความผูกพันและความพอใจ
6. การปรับสภาพการทำงานให้เหมาะสมกับวิธีการและเจตคติของบุคคลซึ่งแต่ละคนมีความสามารถแตกต่างกัน
7. โอกาสที่จะมีส่วนร่วมในการทำงานอย่างกว้างขวางและเปิดโอกาสให้ผู้ร่วมงานมีความรู้สึกมีส่วนร่วมในงานเป็นส่วนหนึ่งของงาน ความรู้สึกเท่าเทียมกันจนมีกำลังใจในการทำงาน
8. สภาพของการอยู่ร่วมกัน เป็นความพอใจของบุคคลในด้านสังคมและทำให้คนรู้สึกมีหลักประกันและมั่นคงในการทำงาน

สมุทร ชำนาญ (2556, น. 268 - 294) กล่าวถึง กลุ่มทฤษฎีที่เน้นการศึกษาเนื้อหา (Content's theories) เป็นกลุ่มที่ศึกษาเกี่ยวกับความต้องการของมนุษย์ จึงมีการเรียกชื่อหนึ่งว่า ทฤษฎีที่เน้นความต้องการ (Need theories of work motivation) เป็นทฤษฎีที่มุ่งศึกษาเพื่อหาคำตอบของมนุษย์แต่ละคนมีความต้องการอะไร ตลอดจนมีความต้องการอยู่ในระดับใด ทฤษฎีที่เน้นการตอบสนองความต้องการของมนุษย์มีการนำเสนอไว้หลากหลาย ส่วนทฤษฎีที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน มีดังนี้

1. ทฤษฎีความต้องการของมาสโลว์ (Maslow's hierarchy of need) มาสโลว์มีหลักที่สำคัญเกี่ยวกับแรงจูงใจ โดยเน้นในเรื่องลำดับขั้นความต้องการ เขามีความเชื่อว่ามนุษย์มีแนวโน้มที่จะมีความต้องการอันใหม่ที่สูงขึ้น แรงจูงใจของคนเรามาจากความต้องการพฤติกรรมของ

คนเรา มุ่งไปสู่การตอบสนอง ความพอใจ มาสโลว์ (Maslow) แบ่งความต้องการพื้นฐานของมนุษย์ ออกเป็น 5 ระดับด้วยกัน ได้แก่

1.1 ความต้องการด้านร่างกาย (Physiological needs) เป็นความต้องการ ปัจจัย 4 เช่น ต้องการอาหารให้อิ่มท้อง เครื่องนุ่งห่มเพื่อป้องกันความร้อน หนาวและอุจาดตา ยารักษาโรคภัยไข้เจ็บ รวมทั้งที่อยู่อาศัยเพื่อป้องกันแดด ฝน ลม อากาศหนาวและสัตว์ร้าย ความ ต้องการเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคน ต้องบรรลุให้ได้ก่อน

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (Safety needs) หลังจากที่มีมนุษย์บรรลุ ความต้องการด้านร่างกาย ทำให้ชีวิตสามารถดำรงอยู่ในขั้นแรกแล้ว จะมีความต้องการด้านความ ปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินของตนเองเพิ่มขึ้นต่อไป เช่น หลังมนุษย์มีอาหารรับประทานจนอิ่ม ท้องแล้วได้เริ่มหันมาคำนึงถึงความปลอดภัยของอาหารหรือสุขภาพโดยหันมาให้ความสำคัญกับเรื่อง สารพิษที่ติดมากับอาหาร ซึ่งสารพิษเหล่านี้อาจสร้างความไม่ปลอดภัยให้กับชีวิตของเขา เป็นต้น

1.3 ความต้องการความรักและการเป็นเจ้าของ (Belonging and love needs) เป็นความต้องการที่เกิดขึ้นหลังจากการที่มีชีวิตอยู่รอดแล้ว มีความปลอดภัยในชีวิตและ ทรัพย์สินแล้ว มนุษย์จะเริ่มมองหาความรักจากผู้อื่น ต้องการที่จะเป็นเจ้าของสิ่งต่าง ๆ ที่ตนเอง ครอบครองอยู่ตลอดไป เช่น ต้องการให้พ่อแม่ พี่น้อง คนรัก รักเราและต้องการให้เขาเหล่านั้นรักเรา คนเดียว ไม่ต้องการให้เขาเหล่านั้นไปรักคนอื่นโดยการแสดงความเป็นเจ้าของ เป็นต้น

1.4 ความต้องการการยอมรับนับถือจากผู้อื่น (Esteem needs) เป็นความ ต้องการอีกขั้นหนึ่งหลังจากได้รับความต้องการทางร่างกาย ความปลอดภัย ความรักและเป็นเจ้าของ แล้ว จะต้องการการยอมรับนับถือจากผู้อื่น ต้องการได้รับเกียรติจากผู้อื่น เช่น ต้องการการเรียกขาน จากบุคคลทั่วไปอย่างสุภาพ ให้ความเคารพนับถือตามควร ไม่ต้องการการกดขี่ข่มเหงจากผู้อื่น เนื่องจากทุกคนมีเกียรติและศักดิ์ศรีของความเป็นมนุษย์เท่าเทียมกัน

1.5 ความต้องการความเป็นตัวตนอันแท้จริงของตนเอง (Self-actualization needs) เป็นความต้องการขั้นสุดท้าย ความต้องการความเป็นส่วนตัว เป็นความ ต้องการที่แท้จริงของตนเอง ลดความต้องการภายนอกลง หันมาต้องการสิ่งที่ตนเองมีและเป็นอยู่ ซึ่ง เป็นความต้องการขั้นสูงสุดของมนุษย์ แต่ความต้องการในขั้นนี้มักเกิดขึ้นได้ยากเพราะต้องผ่านความ ต้องการในขั้นอื่น ๆ มาก่อนและจะต้องมีความเข้าใจในชีวิตเป็นอย่างดี

2. ทฤษฎีอีอาร์จีของอัลเดอเฟอร์ (Alderfer' ERG theory) อัลเดอเฟอร์ (Alderfer) ได้เสนอทฤษฎีการจูงใจที่เกี่ยวกับความต้องการ เรียกว่า ทฤษฎีอี อาร์ จี (ERG) ซึ่งคล้ายกับทฤษฎีของ มาสโลว์ (Maslow) อัลเดอเฟอร์ (Alderfer) สรุปความต้องการของมนุษย์มีเพียง 3 ประเภท ซึ่งแทน ด้วยอักษรย่อ ดังนี้ (จำเนียร พลหาญ, 2553, น. 117; สมุทรา ชำนาญ, 2556, น. 268 - 294)

2.1 ความต้องการเพื่อการคงอยู่ (Existence needs: E) ความคงอยู่หรือความสามารถที่จะดำรงชีพอยู่ได้ของมนุษย์คือ การที่มนุษย์ได้รับการตอบสนองสิ่งจำเป็นทั้งกายและจิตใจอย่างพอเพียงที่จะดำรงชีพอยู่ได้โดยไม่มีปัญหา

2.2 ความต้องการความสัมพันธ์ (Relatedness need: R) ความต้องการทางสังคมที่มนุษย์ต้องการมีเพื่อน ไม่ต้องการอยู่อย่างโดดเดี่ยว สามารถรวมตัวกันเป็นกลุ่มหรือทีมได้อย่างเปิดเผยและได้รับการยอมรับจากสมาชิกในองค์กร เป็นไปตามธรรมชาติของมนุษย์ที่เป็นสัตว์สังคม (Social animal)

2.3 ความต้องการความก้าวหน้า (Growth need: G) เป็นความต้องการส่วนบุคคลในการที่ใช้ความรู้และความสามารถและทักษะของตนเพื่อทำงานอย่างเต็มศักยภาพที่มีอยู่รวมทั้งได้มีโอกาสใช้ความสามารถในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ได้อย่างเต็มที่ มีความรับผิดชอบสูงขึ้น มีความต้องการความสำเร็จสูงสุดในชีวิตกับบางส่วนของความต้องการได้รับการยกย่องนับถือ

3. ทฤษฎีความต้องการของแมคเคลล์แลนด (McClelland's theory of needs) แมคเคลล์แลนด (McClelland) เป็นนักจิตวิทยาที่ทำการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับโครงสร้างความต้องการของมนุษย์ การมุ่งใจตามทฤษฎีของแมคเคลล์แลนด (McClelland) เชื่อว่าความต้องการ (Need) สะท้อนคุณลักษณะด้านบุคลิกภาพที่บุคคลนั้นได้รับจากประสบการณ์การเลี้ยงดูของครอบครัวมาตั้งแต่เยาว์วัยและเชื่อว่าความต้องการของแต่ละบุคคลภายใต้สถานการณ์หนึ่งจะต้องการอย่างหนึ่ง ส่งผลให้เกิดแรงจูงใจ แต่พอสถานการณ์เปลี่ยนแปลงไปความต้องการของบุคคลนั้นจะปรับเปลี่ยนตามไปด้วย ดังนั้น แมคเคลล์แลนด (McClelland) ได้เสนอความต้องการ 3 ประเภท ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ความต้องการความสำเร็จ (Need for achievement เขียนย่อว่า nAch) เป็นความต้องการที่บุคคลมุ่งที่จะทำงานที่ตนเองรับผิดชอบหรือได้รับมอบหมายให้เกิดผลสำเร็จ บุคคลที่มีความต้องการความสำเร็จสูง (nAch person) เป็นบุคคลที่มีความมั่นใจในตนเอง มีความกระตือรือร้นสูง มีความมุ่งมั่นต่องาน มีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะทำงานให้สำเร็จ

3.2 ความต้องการผูกพัน (Needs for affiliation เขียนย่อว่า nAff) เป็นความต้องการทางสังคม (Social Need) บุคคลที่มีความต้องการด้านความรักใคร่ผูกพันสูง (nAff person) เป็นบุคคลที่มีความปรารถนาอย่างแรงกล้าในการสร้างและรักษามิตรภาพระหว่างกัน ยึดมั่นต่อความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล

3.3 ความต้องการมีอำนาจ (Needs for power เขียนย่อว่า nPow) ผู้ที่ต้องการมีอำนาจสูง (nPow person) เป็นผู้มีความปรารถนาอย่างแรงกล้าที่จะมีอิทธิพลเหนือผู้อื่นสามารถควบคุม บังคับสั่งการบุคคลอื่น ต้องการสร้างผลกระทบหรือสร้างความประทับใจต่อคนอื่น บุคคลที่

ต้องการมีอำนาจสูงจึงพยายามสร้างสถานการณ์หรือสภาพแวดล้อมทางสังคมขึ้นเพื่อให้ตนเองสามารถใช้อิทธิพลควบคุมกำกับผู้อื่น

4. ทฤษฎีสองปัจจัยของเฮร์ซเบอร์ก (Herzberg's two-factors theory) ทฤษฎีสองปัจจัยของเฮร์ซเบอร์ก (Herzberg) เป็นทฤษฎีเชิงเนื้อหาทฤษฎีหนึ่งที่มาจากผลงานวิจัยของเฟรเดอริก เฮร์ซเบอร์ก (Frederick Herzberg) อาจารย์แห่งมหาวิทยาลัยชิคาโก เพื่อศึกษาถึงปัจจัยองค์ประกอบต่าง ๆ ที่เชื่อมโยงกับงานโดยเฉพาะปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจในงาน เฮร์ซเบอร์ก (Herzberg) ได้เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ปัจจัยที่ทำให้เกิดความพึงพอใจต่องานเป็นคนละปัจจัยที่ทำให้เกิดความไม่พึงพอใจต่องาน มนุษย์นั้นสามารถสร้างแรงจูงใจในการทำงานได้ 2 ปัจจัยได้แก่

4.1 ปัจจัยจูงใจ (Motivation factors) เป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจในงาน (Job satisfaction) ซึ่งเป็นปัจจัยที่สัมพันธ์กับตัวงานโดยตรง

4.2 ปัจจัยสุขอนามัยหรือปัจจัยเพื่อการคงอยู่ (Hygiene factors or maintenance factors) เป็นปัจจัยที่ป้องกันไม่ให้เกิดความไม่พึงพอใจในงาน (Job dissatisfies) ซึ่งเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมที่อยู่นอกตัวงาน

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น สรุปได้ว่า ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจเป็นทฤษฎีที่อธิบายถึงความต้องการของมนุษย์ที่เริ่มจากระดับต่ำ หากได้รับการตอบสนองในระดับที่พึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นที่สูงขึ้นไป

การวัดความพึงพอใจ

โยธิน แสงดี (2551, น. 9) กล่าวว่า มาตรวัดความพึงพอใจสามารถกระทำได้หลายวิธี ได้แก่

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ตอบแบบสอบถามจะตอบแบบสอบถามเพื่อต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถทำได้ในลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ คำถามดังกล่าวอาจถามความพึงพอใจในด้านต่างๆ เช่น การบริหารและการควบคุมงาน และเงื่อนไขต่างๆ เป็นต้น

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีวัดความพึงพอใจทางตรงทางหนึ่ง ซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดีจึงจะทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีการวัดความพึงพอใจโดยสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมาย ไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูด กิริยาท่าทาง วิธีนี้จะต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

พัชรียา แก่นสา (2555, น. 46 - 48) กล่าวถึงการวัดความพึงพอใจไว้ สรุปได้ว่า ในการวัดความรู้สึกในทางที่ดี ไม่ดีหรือไม่พอใจ ซึ่งวิธีการวัดนั้นมีอยู่หลายวิธี เช่น วิธีการสังเกต วิธีการสัมภาษณ์ วิธีการใช้แบบสอบถาม เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. วิธีการสังเกต เป็นวิธีการใช้ตรวจสอบบุคคลอื่นโดยการเฝ้ามองและจดบันทึกอย่างมีแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน แต่ก็เหมาะสมกับการศึกษากับข้อมูลจำนวนน้อยเท่านั้น

2. วิธีการสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถามโดยการพูดกับบุคคลนั้น ๆ โดยมีการเตรียมแผนงานล่วงหน้า

3. วิธีการใช้แบบสอบถาม วิธีการนี้จะเป็นการใช้แบบสอบถามที่มีข้อคำถามไว้อย่างชัดเจนเพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมีความเข้าใจตรงกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างจำนวนมาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่งคือ มาตรการส่วนประมาณค่าแบบลิเคิร์ต (Likert scales) ประกอบด้วยข้อความที่แสดงถึงทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่งแล้วมีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อยและน้อยที่สุด

สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ซึ่งได้จากการประเมินโดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert scales) ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

ด้านสื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่เพิ่มการเรียนรู้และความเข้าใจเนื้อหา มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าจนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น และส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ หมายถึง ความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้น พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล (2557) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนได้แสวงหาความรู้และลงมือปฏิบัติหรือกระทำการแก้ปัญหาจริงจนเกิดความรู้อย่างชัดเจน จากกิจกรรมที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยวิธีการและคำตอบที่หลากหลาย โดยนักเรียนได้เผชิญกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เปิดกว้างและมีคำตอบหรือวิธีการหาคำตอบหลายวิธี

ทำให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.37

พิชญากร บุศสยา (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ศรีสุวรรณ ศรีชันขมา (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน

ปิยะพร นิตยารส (2562) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา นักเรียนมีพัฒนาการของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ และนักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้ในระดับมาก

งานวิจัยต่างประเทศ

ควอน, จุง, และจี (Kwan, Jung, & Jee, 2006) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการใช้กระบวนการแบบปลายเปิดที่มีต่อการคิดอย่างอิสระในวิชาคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาปลายเปิดสามารถทำให้นักเรียนได้คำตอบต่าง ๆ หรือวิธีการต่าง ๆ ที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประโยชน์จากปัญหาปลายเปิดนั้นคือทำให้นักเรียนทุกคนไม่ว่าจะเก่งหรืออ่อนในวิชาคณิตศาสตร์สามารถที่จะลองและค้นหาคำตอบของตัวเองเพื่อแก้ปัญหาตามความสามารถของตนเอง

อย่างอิสระและนี่คือเหตุผลที่ปัญหาปลายเปิดสามารถนำมาใช้ได้ง่ายสำหรับการเรียนการสอนที่นักเรียนมีความแตกต่างกัน

โอเช (O'Shea, 2009) ได้ศึกษาเรื่อง การสอนการแก้ปัญหาตามมุมมองของคอนสตรัคติวิสต์ระดับประถมศึกษาในไอร์แลนด์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อนำแนวปฏิบัติคอนสตรัคติวิสต์ไปปฏิบัติในห้องเรียนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งดำเนินการจากมุมมองของคอนสตรัคติวิสต์เผยให้เห็นคุณค่าของการให้นักเรียนได้อภิปรายเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ ทดลองและเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายร่วมกันเพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เบย์ (Bay, 2012) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และระดับอภิปัญญาของผู้เรียน ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมและระดับอภิปัญญาของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 จากการศึกษาถือว่าแนวทางคอนสตรัคติวิสต์มีความเหมาะสมที่จะนำไปจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาของผู้เรียน

ฮาฟิดซะฮ์ (Hafidzah, 2021) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาผลกระทบของแนวทางแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความเป็นอิสระในการเรียนรู้ในบทเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเป็นนักเรียนเกรด 7 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนที่เรียนโดยใช้วิธีแบบเปิดสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยไม่ใช้วิธีแบบเปิด

จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในประเทศและต่างประเทศดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นสรุปว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดมีประสิทธิภาพและส่งผลต่อความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น ดังนั้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยผู้วิจัยได้นำเสนอการวิจัยไว้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 10 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 413 คน ซึ่งทางโรงเรียนจัดนักเรียนเข้าชั้นเรียนแบบคละความสามารถ

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 10 ข้อ

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้ทั้งหมดเสร็จสิ้นแล้ว แบบสอบถามนี้มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด ประกอบด้วย 3 ด้าน จำนวน 15 ข้อ

ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างและหาคุณภาพแผนการจัดการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระ การเรียนรู้แกนกลาง คำอธิบายรายวิชา จุดมุ่งหมาย เนื้อหาสาระ แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดและประเมินผล หนังสือแบบเรียนและคู่มือครู เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้แกนกลางของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้และชั่วโมงที่สอน ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 การวิเคราะห์ตัวชี้วัด ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จุดประสงค์การเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด/ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
1. ความหมายของอัตราส่วน ตรีโกณมิติ	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน ตรีโกณมิติในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาใน ชีวิตจริง - ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<u>ด้านความรู้</u> บอกความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ <u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> 1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับ อัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4. สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ <u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	ความหมายของ อัตราส่วน ตรีโกณมิติ	2

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด/ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
2. อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง - ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<u>ด้านความรู้</u> บอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ได้ <u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> 1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4. สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ <u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°	2

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด/ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
3. อัตราส่วนตรีโกณมิติของ มุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วน ตรีโกณมิติในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาใน ชีวิตจริง - ความสามารถในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<u>ด้านความรู้</u> บอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาได้ <u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> 1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับ อัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4. สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ <u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	อัตราส่วน ตรีโกณมิติของ มุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา	2

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด/ทักษะและ		จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	กระบวนการ	ทางคณิตศาสตร์			
4. ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	ด้านความรู้ อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ ได้ ด้านทักษะ/กระบวนการ 1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4. สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ	2

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	ตัวชี้วัด/ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
5. การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา	ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง - ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	<u>ด้านความรู้</u> อธิบายเกี่ยวกับการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ <u>ด้านทักษะ/กระบวนการ</u> 1. ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2. วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3. หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4. สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ <u>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์</u> 1. ใฝ่เรียนรู้ 2. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3. มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา	4

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด จากเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ จำนวน 5 แผน รวม 12 ชั่วโมง โดยออกแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ระบุรายละเอียดหัวข้อเรื่อง ดังนี้

1.4.1 มาตรฐานการเรียนรู้

1.4.2 ตัวชี้วัด

1.4.3 สาระสำคัญ

1.4.4 จุดประสงค์การเรียนรู้

1.4.5 สาระการเรียนรู้

1.4.6 กิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา เป็นขั้นทบทวนความรู้ที่มีอยู่ต่อเรื่องที่จะเรียน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนแสดงออกให้เห็นว่ามีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใด และเพื่อทดสอบความพร้อมในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิมของตน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกถึงประสบการณ์เดิมทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับความรู้ใหม่ จากนั้นนำเสนอปัญหาใหม่ให้กับผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เผชิญกับปัญหา และร่วมกันทำความเข้าใจกับปัญหาว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้ เป็นขั้นที่ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม ให้สมาชิกภายในกลุ่มทุกคนร่วมกันวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลในปัญหานั้น และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยพิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อน ใช้วิธีการใดหาคำตอบ จากนั้นดำเนินการแก้ปัญหาตามแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้ ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถหาคำตอบได้ ผู้เรียนต้องตรวจสอบความถูกต้องของแต่ละขั้นตอนในแผนที่วางไว้ หรือเลือกยุทธวิธีใหม่จนกว่าจะได้คำตอบ และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกัน เพื่อหาคำตอบของปัญหาที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย เป็นขั้นที่ผู้เรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้ว่าสมเหตุสมผลหรือไม่ แต่ละกลุ่มนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนแนวคิดและวิธีการแก้ปัญหากับสมาชิกในกลุ่มอื่น ๆ ซึ่งแต่ละกลุ่มอาจมีวิธีการแก้ปัญหามากกว่า 1 วิธี โดยผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนในห้องมีส่วนร่วมในการอภิปราย ตรวจสอบถึงความถูกต้อง และความสมเหตุสมผลของแนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้ เป็นขั้นการสรุปความรู้ที่ได้รับทั้งความรู้เดิม และความรู้ใหม่ โดยผู้เรียนร่วมกันสรุปเป็นแนวความคิดและกระบวนการแก้ปัญหาในเรื่องที่เรียน และตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของความรู้ความเข้าใจของตนเอง และนำกระบวนการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

1.4.7 สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.4.8 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.4.9 บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความสอดคล้องของเนื้อหา ความสอดคล้องของ จุดประสงค์กับกิจกรรมการเรียนรู้ และความเป็นไปได้ของกิจกรรม จากนั้นปรับปรุงตามคำแนะนำ

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้อง เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความเหมาะสมและความสมบูรณ์ ของแผนการจัดการเรียนรู้ ความสอดคล้องของจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ ตลอดจนการวัดและประเมินผล และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) มีเกณฑ์พิจารณาความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ไว้ดังนี้

+1 แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้จริง

0 ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้

-1 แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการวัดที่ระบุไว้

โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผนได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือ เท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 71) ซึ่งแผน การจัดการเรียนรู้แต่ละแผน มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับจากการตรวจพิจารณา มาปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้เกิดความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น ก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองใช้กับ นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์”

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ มีขั้นตอนในการสร้างและ หาคุณภาพ ดังนี้

2.1 วิเคราะห์เนื้อหา ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และจุดประสงค์ การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบอัตนัยจากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 15 ข้อ วัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียน 4 ด้าน ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ

2.4 กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบปรุปริก ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ แบบอัตนัยของผู้วิจัย

รายการประเมิน	คะแนนเต็ม	ระดับคะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจปัญหา	1	1	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องและครบถ้วน
		0.5	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		0	- ผู้เรียนไม่บอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม หรือบอกได้ไม่ถูกต้อง
2. การวางแผนแก้ปัญหา	1	1	- ระบุนข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม
		0.5	- ระบุนข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
		0	- ระบุนข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ปรากฏข้อความใด ๆ

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
3. การดำเนินการตาม แผน	2	2	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ถูกต้อง ครบถ้วน
		1	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ถูกต้องบางส่วน
		0	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ปรากฏข้อความใด ๆ
4. การสรุปคำตอบ	1	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
		0.5	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน/ไม่ครบถ้วน
		0	- สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ปรากฏข้อความใด ๆ

2.5 เสนอแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล ด้านการสอนและด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) มีเกณฑ์พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบไว้ดังนี้

- +1 แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง
- 0 ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้จริง
- 1 แน่ใจว่าแบบทดสอบไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่ระบุไว้

โดยแบบทดสอบแต่ละข้อได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 71) ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

2.7 นำแบบทดสอบที่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตรวจสอบแล้วมาปรับปรุงแก้ไข แล้วนำไปทดลอง (Try Out) กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

2.8 ตรวจสอบคุณภาพแบบทดสอบรายข้อ นำผลมาวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากในช่วง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป (เวชฤทธิ์ อังกะษัทรขจร, 2555, น. 163 - 166)

เกณฑ์การแปลความหมายค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบ

ค่าความยากของแบบทดสอบ	ความหมาย
0.81 - 1.00	ง่ายมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
0.60 - 0.80	ค่อนข้างง่าย (ดี)
0.40 - 0.59	ยากพอเหมาะ (ดีมาก)
0.20 - 0.39	ค่อนข้างยาก (ดี)
0 - 0.10	ยากมาก (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

เกณฑ์การแปลความหมายค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ

ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (r)	ความหมาย
0.60 - 1.00	จำแนกได้ดีมาก
0.40 - 0.59	จำแนกได้ดี
0.20 - 0.39	จำแนกได้
0.10 - 0.19	จำแนกไม่ค่อยได้ (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)
-1.00 - 0.09	จำแนกไม่ได้เลย (ควรปรับปรุงหรือตัดทิ้ง)

โดยผลการวิเคราะห์ได้แบบทดสอบจำนวน 10 ข้อ ที่มีค่าความยาก (p) อยู่ในช่วง 0.41 - 0.68 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.27 - 0.57

2.9 ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ทั้งฉบับ โดยหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient - α) ของครอนบาค (Cronbach) โดยแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไป จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 117) ซึ่งแบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.91

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านการคัดเลือกและหาคุณภาพแล้ว ไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”

3. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบ่งระดับความพึงพอใจเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และ

น้อยที่สุด ประกอบด้วย 3 ด้าน จำนวน 15 ข้อ ได้แก่ ด้านสื่อการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาแบบสอบถามให้ครอบคลุมตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคิร์ท เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบสอบถาม

3.3 กำหนดขอบข่าย กรอบเนื้อหาที่จะสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ และร่างข้อคำถามให้ครอบคลุมกรอบเนื้อหาที่กำหนด

3.4 จัดพิมพ์ข้อคำถาม รวบรวมเป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านสื่อการสอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จำนวน 15 ข้อ

3.5 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่านพิจารณา เพื่อตรวจสอบในด้านความเที่ยงตรงตามเนื้อหาของแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกแบบสอบถาม ทั้งปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of Item Objective Congruence) ใช้เกณฑ์พิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามแต่ละข้อไว้ดังนี้

+1	แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ระบุไว้จริง
0	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นสอดคล้องกับสิ่งที่ระบุไว้
-1	แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับสิ่งที่ระบุไว้

โดยแบบสอบถามแต่ละข้อได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 71) ซึ่งแบบสอบถามฉบับนี้มีค่า IOC เท่ากับ 1.00

3.6 จัดพิมพ์ข้อคำถามแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เพื่อเป็นเครื่องมือฉบับสมบูรณ์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนความพึงพอใจของแบบสอบถามแต่ละข้อไว้ดังนี้

คะแนน 5	หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด
คะแนน 4	หมายถึง มีความพึงพอใจมาก
คะแนน 3	หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง
คะแนน 2	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย
คะแนน 1	หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (Coefficient - α) ของครอนบัค (Cronbach)

โดยแบบสอบถามมีค่าความเชื่อมั่น 0.70 ขึ้นไป จึงถือว่าเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในงานวิจัยได้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2556, น. 117) ซึ่งแบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.97

3.8 เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ให้นักเรียนเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้จากการวิเคราะห์ไปทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ เพื่อใช้ในการแปลความหมาย โดยใช้เกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย (ยุทธ ไถยวรรณ, 2550, น. 46 - 47) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49	หมายถึง มีความพึงพอใจอยู่ในระดับน้อยที่สุด

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. แบบแผนการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยใช้แบบแผนการทดลองแบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนการทดลอง และทดสอบหลังการทดลอง (One Group Pretest–Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555, น. 144) ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	ทดสอบก่อนการทดลอง	ทดลอง	ทดสอบหลังการทดลอง
ทดลอง	T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

T ₁	หมายถึง	การทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)
X	หมายถึง	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
T ₂	หมายถึง	การทดสอบหลังเรียน (Post-test)

2. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้แบ่งการดำเนินการทดลองเป็น 3 ระยะ คือ 1) ระยะก่อนการทดลอง 2) ระยะทดลอง และ 3) ระยะหลังการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 ระยะก่อนการทดลอง

2.1.1 ติดต่อประสานงานกับบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เพื่อขอหนังสือราชการให้ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือวิจัย

2.1.2 ติดต่อประสานงานกับผู้อำนวยการโรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

2.1.3 จัดปฐมนิเทศก่อนเริ่มดำเนินการทดลอง เพื่อทำความเข้าใจกับนักเรียนถึงวิธีการเรียน บทบาทของนักเรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ วิธีการประเมินผล และประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และการฝึกทำกิจกรรมระหว่างการทดลอง

2.1.4 ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 35 คน ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง และตรวจบันทึกคะแนนไว้เพื่อที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

2.2 ระยะทดลอง

ระยะทดลองเป็นระยะการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ใช้เวลาในการสอน 4 สัปดาห์ จำนวน 3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ รวม 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 12 วัน โดยไม่นับวันที่ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และทดสอบหลังเรียน (Post-test)

2.3 ระยะหลังการทดลอง

ระยะหลังการทดลองเป็นการดำเนินการเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด และเก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียน ดังนี้

2.3.1 หลังจากการสอนเนื้อหาทั้งหมดแล้ว นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์มาดำเนินการสอบกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดสอบหลังเรียน (Post-test) จากนั้นนำไปตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อตรวจสอบและรวมคะแนนเรียบร้อยแล้ว นำคะแนนไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

2.3.2 หลังจากทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์หลังเรียนแล้ว ให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด และวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ซึ่งมีลำดับในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ t-test for dependent samples

2. การศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลค่าเฉลี่ย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่

1.1 ค่าเฉลี่ย \bar{X} โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 105)

$$\begin{array}{l} \text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{n} \\ \text{เมื่อ} \quad \bar{X} \quad \text{แทน} \quad \text{คะแนนเฉลี่ย} \\ \quad \quad \sum X \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมด} \\ \quad \quad n \quad \quad \text{แทน} \quad \text{จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง} \end{array}$$

1.2 ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S, SD.) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 106)

$$\begin{array}{l} \text{สูตร} \quad SD. = \sqrt{\frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \\ \text{เมื่อ} \quad SD. \quad \text{แทน} \quad \text{ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน} \\ \quad \quad \sum X^2 \quad \text{แทน} \quad \text{ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง} \end{array}$$

$$\frac{(\sum X)^2}{N} \text{ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง}$$

$$N \text{ แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง}$$

2. สถิติเพื่อการวิเคราะห์หาคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item Objective Congruence: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจ คำนวณโดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 67) ดังนี้

$$\text{สูตร } IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้อง

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

2.2 ค่าความยาก (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยเรียงคะแนนจากน้อยไปมากหรือจากมากไปน้อย แล้วแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำโดยใช้เทคนิค 25% ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, น. 163)

$$\text{สูตร } p = \frac{S_H + S_L - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ p แทน ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ

S_H แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง

S_L แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ

n_t แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน

X_{\max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาเป็นรายข้อโดยเรียงคะแนนจากมากไปน้อยหรือน้อยไปมาก แล้วแบ่งนักเรียนกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เกณฑ์ 25% และใช้สูตรคำนวณดังนี้ (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, น. 166)

$$\text{สูตร } r = \frac{S_H - S_L}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	r	แทน	ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
	S_H	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
	S_L	แทน	ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
	X_{max}	แทน	คะแนนสูงสุด
	X_{min}	แทน	คะแนนต่ำสุด

2.4 ค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีสัมประสิทธิ์แอลฟา (coefficient - α) ของครอนบัค (Cronbach) โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 117)

สูตร	α	=	$\frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right\}$
เมื่อ	α	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ
	k	แทน	จำนวนข้อของเครื่องมือ
	S_i^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ
	S_t^2	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์ แบบ t - test for dependent samples โดยใช้สูตร (บุญชม ศรีสะอาด, 2553, น. 117)

สูตร	t	=	$\frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{(n-1)}}}$; $df = n - 1$
เมื่อ	t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - distribution
	D	แทน	ผลต่างระหว่างคู่คะแนน
	n	แทน	จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างระหว่าง
คะแนนการทดสอบก่อนและหลังเรียน

df แทน ชั้นแห่งความอิสระ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามสมมติฐานการวิจัย ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิจัย

โดยสัญลักษณ์และความหมายที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ย
SD.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน
n	แทน	จำนวนนักเรียน
D	แทน	ผลต่างของคะแนนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
df	แทน	ชั้นแห่งความเป็นอิสระ
t	แทน	ค่าสถิติที่จะใช้ในการทดสอบค่าที่
**	แทน	นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับดังนี้

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ตอนที่ 1 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการศึกษาทดลองจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นเพศชายจำนวน 19 คน คิดเป็นร้อยละ 54.29 และเพศหญิงจำนวน 16 คน คิดเป็นร้อยละ 45.71 จากนั้นผู้วิจัยนำผลการวิจัยมาดำเนินการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ปรากฏผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pre - test)	คะแนนหลังเรียน (Post - test)	ค่าผลต่างระหว่าง คะแนน (D)
1	19	40	21
2	16	34	18
3	8	34.50	26.50
4	15	43.50	28.50
5	1.50	18.50	17
6	2.50	28	25.50
7	1.50	23	21.50
8	11	38.50	27.50
9	15	37	22
10	15	49	34
11	14	34.50	20.50
12	16	29	13
13	17	43.50	26.50
14	12.50	31.50	19
15	15	34.50	19.50
16	13.50	45	31.50
17	18	44	26
18	16	48	32

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pre - test)	คะแนนหลังเรียน (Post - test)	ค่าผลต่างระหว่าง คะแนน (D)
19	16	35.50	19.50
20	2.50	33	30.50
21	15	37.50	22.50
22	19	36.50	17.50
23	16	36	20
24	7.50	24.50	17
25	18	47	29
26	20	46	26
27	19	40	21
28	14	23	9
29	20	35	15
30	20	18	9
31	15.50	49.50	34
32	18	38.50	20.50
33	17	44	27
34	18	41	23
35	15.50	25	9.50
คะแนนเฉลี่ย (\bar{X})	13.90	36.17	22.27

จากตารางที่ 4.1 คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คะแนนก่อนเรียนเฉลี่ย 13.90 คะแนนหลังเรียนเฉลี่ย 36.17 คะแนนผลต่างเฉลี่ย 22.27 พบว่าคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างก่อนเรียนและหลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูล ปรากฏผลดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ก่อนเรียนและหลังเรียน

ความสามารถใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	n	คะแนนเต็ม	\bar{X}	SD.	t	p
ก่อนเรียน	35	50	13.90	5.29	19.69**	0.00
หลังเรียน	35	50	36.17	8.55		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($p < .01$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานระดับความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการ
แบบเปิด ปรากฏผลดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัด
การเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
1. ด้านสื่อการสอน	4.57	0.74	มากที่สุด
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	4.54	0.76	มากที่สุด
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	4.62	0.71	มากที่สุด
รวม	4.58	0.73	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.3 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$, $SD. = 0.73$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.62$, $SD. = 0.71$) รองลงมา คือ ด้านสื่อการสอน ($\bar{X} = 4.57$, $SD. = 0.74$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.54$, $SD. = 0.76$) ซึ่งจำแนกผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นรายด้าน ปรากฏผลดังตารางที่ 4.4 – 4.6

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านสื่อการสอน

ด้านสื่อการสอน	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
1. สื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน	4.60	0.65	มากที่สุด
2. สื่อการสอนสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน	4.60	0.74	มากที่สุด
3. สื่อการสอนทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย	4.66	0.73	มากที่สุด
4. สื่อการสอนมีความน่าสนใจ	4.54	0.78	มากที่สุด
5. สื่อการสอนช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้	4.46	0.82	มาก
รวม	4.57	0.74	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจด้านสื่อการสอนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด คือ สื่อการสอนทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย ($\bar{X} = 4.66$) รองลงมา คือ สื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและสื่อการสอนสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน ($\bar{X} = 4.60$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ สื่อการสอนช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.46$)

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัด
การเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านกิจกรรมการเรียนรู้

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
1. การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก	4.63	0.69	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ	4.43	0.85	มาก
3. กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น	4.51	0.78	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน	4.49	0.78	มาก
5. กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา คณิตศาสตร์	4.66	0.68	มากที่สุด
รวม	4.54	0.76	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจด้านกิจกรรม
การเรียนรู้ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.54$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ย
สูงที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 4.66$) รองลงมา คือ
การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก ($\bar{X} = 4.63$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ
กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ ($\bar{X} = 4.43$)

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลระดับความพึงพอใจของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัด
การเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ด้านประโยชน์ที่ได้รับ

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
1. ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจบทเรียนมากขึ้น	4.74	0.66	มากที่สุด
2. ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์	4.60	0.74	มากที่สุด

ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ	ระดับความพึงพอใจ		
	\bar{X}	SD.	แปลผล
3. ผู้เรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนที่ครูจัดให้	4.57	0.74	มากที่สุด
4. ผู้เรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการเรียน	4.63	0.73	มากที่สุด
5. การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ครูจัดให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.54	0.70	มากที่สุด
รวม	4.62	0.71	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีความพึงพอใจด้านประโยชน์ที่ได้รับในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจบทเรียนมากขึ้น ($\bar{X} = 4.74$) รองลงมา คือ ผู้เรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการเรียน ($\bar{X} = 4.63$) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ครูจัดให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ($\bar{X} = 4.54$)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ คู่มือครู แบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แนวคิด ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด และความพึงพอใจ
2. วิเคราะห์สังเคราะห์การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ประกอบด้วย ชั้นที่ 1 ชั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา ชั้นที่ 2 ชั้นกระตุ้นความรู้ ชั้นที่ 3 ชั้นตรวจสอบและอภิปราย และชั้นที่ 4 ชั้นสรุปและนำไปใช้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
4. นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการตรวจสอบ และแก้ไขให้เหมาะสม ถูกต้อง หลังจากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองใช้กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อหาค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือตามหลักการทางสถิติ
5. เมื่อพัฒนาเครื่องมือฉบับสมบูรณ์เรียบร้อยแล้วจึงนำแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบ และแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้และเก็บข้อมูลกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/10 ปีการศึกษา 2565 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
6. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) และการทดสอบค่าทีสำหรับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย เรื่อง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายผลตามลำดับของวัตถุประสงค์การวิจัยดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ตามขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้ ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย และขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้ นักเรียนจะมีความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน คือ ด้านที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ด้านที่ 2 การวางแผนแก้ปัญหา ด้านที่ 3 การดำเนินการตามแผน และด้านที่ 4 การสรุปคำตอบ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ถือว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของศรีสุวรรณ ศรีขันขมา (2560) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของภิญญาปวีร์ แสงกล้า (2559) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้ สูงกว่า ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงงานวิจัยของเวด (Wade, 1995) ที่ศึกษาผลของโปรแกรมการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ เจตคติและความเชื่อมั่นในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนเกรด 5 ตามทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาของนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำ สูงกว่านักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง อย่างมีนัยสำคัญระดับ .05 ส่วนเจตคติในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองและก่อนการทดลองไม่แตกต่างกัน และเช่นเดียวกับงานวิจัยของโนดะ (Nohda, 1986) ที่ศึกษาเรื่อง การใช้กระบวนการแบบเปิดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียน พบว่าในชีวิตประจำวันที่นักเรียนกำลังเผชิญหน้ากับสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจำนวนมากมาย นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยใช้ความหลากหลายของวิธีการแก้ปัญหาเพื่อส่งเสริมความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายการ พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ ($\bar{X} = 4.62$, $SD. = 0.71$) รองลงมา คือ ด้านสื่อการสอน ($\bar{X} = 4.57$, $SD. = 0.74$) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.54$, $SD. = 0.76$) แต่ยังคงถือว่ามีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ซึ่งการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ใช้สถานการณ์อย่างหลากหลาย มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันแก้ปัญหา ส่งเสริมให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนแสดงศักยภาพความสามารถอย่างเต็มที่ ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของกาญจนา เจริญช่วย (2558) ที่ศึกษาเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดอยู่ในระดับมากที่สุด และสอดคล้องกับงานวิจัยของปิยะพร นิตยารส (2562) ที่ศึกษาเรื่อง การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ มีความพึงพอใจในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลการวิจัย พบว่า การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เป็นการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนควรนำการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไปใช้เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาในรายวิชาอื่นๆ หรือเนื้อหาอื่นๆ

2. ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ครูผู้สอนควรฝึกให้นักเรียนกล้าแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ ไม่ควรปิดกั้นความคิดเห็นของนักเรียน แต่ควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนมีความกล้าแสดงออก จึงจะทำให้การจัดการเรียนรู้สำเร็จตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดไปศึกษาทดลองกับตัวแปรอื่น เช่น การให้เหตุผล การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น

2. ควรทำการศึกษากลุ่มที่ใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดกับกลุ่มที่ใช้การสอนแบบปกติหรือวิธีการสอนแบบอื่น

บรรณานุกรม

- กาญจนา เจริญช่วย. (2558). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด. ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2562). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 3) พ.ศ.2553 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2562. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กิตติพร อาจิวชัย. (2554). การพัฒนาบทเรียนปฏิบัติการโดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่องพาราโบลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- เกษม เปรมประยูร, สุดาลัด ลอยฟ้า, และไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2554). การพัฒนาภาษาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยวิธีการแบบเปิด, เอกสารการประชุมทางวิชาการประจำปี คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 9 - 10 กันยายน 2554. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- คมสัน อินทะเสน และคณะ. (2560). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการขององค์การบริหารส่วนตำบลนาหว้า อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น. การค้นคว้าอิสระ. หลักสูตรปริญญารัฐศาสตรบัณฑิต สาขาวิชารัฐศาสตร์การปกครอง มหาวิทยาลัยมหาสารคาม วิทยาลัย.
- จำเนียร พลหาร. (2553). หลัก ทฤษฎีและการปฏิบัติการบริหารการศึกษา. เอกสารประกอบการสอน, มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่. นนทบุรี: สหมิตรพรีนติ้งแอนด์พับลิชชิง.
- ชูศรี บำรุง. (2551). ความพึงพอใจของผู้ปกครองต่อการจัดการเรียนการสอน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://school.obcc.go.th/hohgkungsri/vijail.doc>.

- ตติมา ทิพย์จินดาชัยกุล. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ทศนา แคมมณี. (2560). รูปแบบการเรียนการสอน: ทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทศนา แคมมณี. (2562). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพร วรเนตรสุดาทิพย์ และคณะ. (2552). การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach): กรณีศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม. วารสารการศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 32(2), 76-80.
- นวลทิพย์ นวพันธุ์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยเน้นการคิดแบบอิวิริสติกส์ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการตั้งและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์ ภาควิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2556). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย เล่ม 1. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2556). ทฤษฎีและการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: เอสพีрінตั้งไทยแฟคตอรี.
- ปนัดดา นามวิจิตร. (2557). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open approach). วิทยานิพนธ์ปริญญาตรีศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. (2556). การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์. ใน สาคกร บุญดาว (บรรณาธิการ), ประมวลสาระชุดวิชาสารัตถะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์ หน่วยที่ 9 (พิมพ์ครั้งที่ 2). นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

- ปิยภรณ์ ศิริมา และปสาสน์ กงตาล. (2554). การสำรวจความคิดเห็นเกี่ยวกับการใช้วัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson study) และวิธีการแบบเปิด (Open approach) รายวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสนามบิน, เอกสารการประชุมทางวิชาการประจำปีคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 9 - 10 กันยายน 2554 (หน้า 91 - 100). ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ปิยะพร นิตยารส. (2562). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหา เรื่อง อสมการ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- พัชรียา แก่นสา. (2555). ความพึงพอใจของผู้ปกครองที่มีการจัดการศึกษาระดับปฐมวัยในโรงเรียน กลุ่มเครือข่ายตำบลวังทอง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระแก้ว เขต 1. งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พัทธยากร บุสสยา. (2559). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ภิญญาปวีร์ แสงกล้า. (2559). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตน่ารู้ โดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. ปรินญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิจัยวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2555). เด็กไทยรั้งท้ายผลสอบ PISA นักวิชาการชี้ขาดคิดวิเคราะห์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.bangkokbiznews.com/home/news/politics/education.
- ยุทธ ไกยวรรณ. (2550). หลักการทำวิจัยและการทำวิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมกรุงเทพ.
- ยุพาพัทธ์ สะเดา. (2555). พัฒนากิจกรรมการเรียนการสอนภาษาไทยด้วยกระบวนการ Lesson Study ทรราชนำพา OPEN Approach. วารสารวิชาการ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- โยธิน แสงวดี. (2551). การวิจัยเชิงคุณภาพ. กรุงเทพฯ: ศูนย์ศึกษาและฝึกอบรมการวิจัย.

- โรงเรียนบางมดวิทยา “สี่สุมหาตจวนอุปถัมภ์”. (2562). รายงานการประเมินตนเอง ประจำปี การศึกษา 2562. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <https://online.pubhtml5.com/zcgi/buqx>.
- วัชรา เล่าเรียนดี. (2550). เทคนิคและยุทธวิธีพัฒนาทักษะการคิด การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียน เป็นสำคัญ. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วันชลมา ปานากาแข็ง. (2560). กิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นโดยใช้โปรแกรม The Geometer’s Sketchpad สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิจารณ์ พานิช. (2557). Open approach: วิธีประยุกต์การจัดการเรียนรู้แบบ Active learning สู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก www.gotoknow.org/posts/568714.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2554). เอกสารประกอบการสอนรายวิชาทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์. ชลบุรี: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. เอกสารการสอน.
- เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร. (2555). ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์: หลักสูตร การสอน และการวิจัย. กรุงเทพฯ: จริยสุนิทวงศ์การพิมพ์.
- ศรัณย์รัชต์ ศุภรณ์พานิช. (2556). การพัฒนารูปแบบการสอนตามแนวคิดสร้างสรรค์ความรู้ ร่วมกับการเรียนแบบร่วมมือเพื่อส่งเสริมความสามารถในการเขียนภาษาอังกฤษเชิง สร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- ศรีสุวรรณ ศรีขันขมา. (2560). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีการจัดการ เรียนรู้แบบคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง การบวก ลบ คูณ หาร เพื่อส่งเสริมความสามารถใน การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. ปริญญาโทศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ศิริศุภร์ ศิริโชคชัยตระกูล และคณะ. (2554). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้วิธีการแบบเปิด (Open approach) ด้วยนวัตกรรม การศึกษาชั้นเรียน (Lesson study). ขอนแก่น: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) ระดับประถม.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). การวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). คู่มือการใช้หลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก <http://www.scimath.org/ebooks/8379/8379.pdf>.
- สมควร สีชมพู, ไผตรี อินทร์ประสิทธิ์, และเกียรติ แสงอรุณ. (ม.ป.ป.). การบูรณาการคณิตศาสตร์ด้วยเรขาคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไทย โดยใช้แนวคิดจากประเทศญี่ปุ่น เรื่อง “สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด”. กรุงเทพฯ: ศูนย์ความเป็นเลิศด้านคณิตศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา.
- สมหมาย กลางหิน. (2553). ความพึงพอใจของผู้ป่วยโรคเบาหวานและกลุ่มเสี่ยงที่มีต่อการให้บริการของสถานอนามัยหนองไผ่ ตำบลหนองไผ่ อำเภอนาคู จังหวัดมหาสารคาม. สารนิพนธ์ศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สมุทร ชำนาญ. (2556). ภาวะผู้นำทางการศึกษา ทฤษฎี และปฏิบัติ. ระยอง: พี เอส การพิมพ์.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค.
- อมรา สิทธิคำ. (2560). การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ควบคู่กับการจัดการเรียนรู้แบบโมเดลซิปปา (CIPPA MODEL) เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- อัมพร ม้าคนอง. (2554). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อการพัฒนา. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารยา ยวนะเตมีย์. (2560). การเปรียบเทียบพัฒนาการทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และพัฒนาการการรับรู้ความสามารถของตนเองทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นที่ใช้วิธีการประเมินตนเองต่างกันวิธีการรูบริกแอนโนเทตประยุกต์และแบบสอบถามปลายเปิด. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เอกภพ เพ็ญสำรวจ. (2562). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบอุปนัยและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบปกติ. ปรินญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Adam, S., Ellis, L. C., & Beeson, B. F. (1997). *Teaching Mathematics with Emphasis on the Diagnostic Approach*. New York: Harper and Row.

- Baroody, A. J. (1993). **Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically**. New York: Macmillan Publishing Company.
- Bay, E. (2012). **The Effects of Social Constructivist Approach on the Learners' Problem Solving and Metacognitive Levels**. Gaziantep, Turkey: Gaziantep University.
- Becker, J. P., & Shimada, S. (1997). **The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Bell, T. H. (1978). **Refining the federal role in education. Action in Teacher Education**.
- Brahier, D. J. (2005). **The Teaching of Geometry. in Teaching Secondary and Middle School mathematics**. Boston: Pearson.
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). **In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms**. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Charles, R., & Lester, K. (1982). **Teaching problem solving what, why & how**. Palo Alto, California: Dale Seymour.
- Charles, R., Lester K., & O'Daffer P. (1987). **How to evaluate progress in problem solving**. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). **Students' thinking and the learning of science: a constructivist view**. *School Science Review*, 443 - 456.
- Fosnot, C. T. (1996). **Constructivism: Theory perspective and practice**. New York: Teacher College Press.
- Gagne, R. M. (1997). **Condition for learning**. Library of Congress Cataloging in Publication Data. Holt: Rinehart and Winston.
- Gonzales, N. A. (1994). Problem solving: A neglected component in mathematics courses for prospective elementary and middle school teacher. **School Science and Mathematics**, 94(2), 74.
- Good, C. V. (1973). **Dictionary of Education (2nd ed.)**. New York: McGraw - Hill.

- Hafidzah, N. A. (2021). **The effect of Open-ended Approach on problem solving ability and learning independence in student's mathematics lessons.** Sumatera Utara: University of Muhammadiyah.
- Hornby, A. F. (2000). **Advance learner's dictionary (6th ed.).** London, England: Oxford University.
- Krogh, S. L. (1994). **Educational young children infancy to grade three.** New York: McGraw - Hill.
- Krulik, S., & Rudnick, J. (1993). **Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teachers.** Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Kwon, O. N., Jung P. S., & Jee, P. H. (2006). **Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach.** Asia Pacific Education Review, 7(1), 51 - 61.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM.]. (2000). **Principles and standards for school mathematics.** Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Nohda, N. (1986). **A study of "open approach" method in school mathematics teaching: Focus on mathematical problem-solving activities & emclesh.** Ibaraki: Institute of Education, University of Tsukuba.
- O'Shea, J. (2009). **Endeavouring to teach mathematical problem solving from a constructivist perspective: The experiences of primary teachers.** Limerick: Mary Immaculate College, University of Limerick.
- Pehkonen, E. (1997). **Use of open-ended problems in mathematics classroom.** Helsinki: Department of Teacher Education University of Helsinki.
- Piaget, J. (1997). **The origin of Intelligence in the child.** United States of America: Published in Penguin Education.
- Polya G. (1973). **How to solve it.** Princeton, New Jersey: Princeton University.
- Polya G. (1981). **On solving mathematical problem in high school.** In Krulik, S.(Ed.). Problem Solving in School Mathematics. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM).
- Quirk, O. I. (1987). **Leadership and Organization.** London: Routledge kegan Paul, Alan.

- Sawada, S. (1997). **The open-ended approach: A new proposal for teaching mathematics**. Reston: National Council of Teachers of Mathematics.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). **The teaching gap: Best ideas from the world's teachers for improving in the classroom**. New York: The Free Press.
- Troutman & Lichtenberg. (1998). **Mathematics a good beginning**. University of South Florida: Book/Cole Publishing Company.
- Wade, E.G. (1995). "A Study of the Effect of a Constructivist-Based Mathematics Problem Solving Instructional on the Attitude, Self - Confidence and Achievement of Post Fifth Grade Student", **Dissertation Abstracts International**. 55(110): 3411 - A, 1995.
- Wolman, B. B. (1973). **Dictionary of behavior science**. New York: Van Nostrand Rinehold.
- Yager. (1991). "**The constructivist learning model**", *The science teacher*. 58 (September), 52 – 57.

ภาคผนวก ก
รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ดร.ปวีณ์ โชติพิทยสุนนท์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
2. นางสาวอภิญา นาคโสภณ ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปถัมภ์”
การศึกษา ปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการนิเทศการศึกษาและการพัฒนาหลักสูตร
3. นางสาวชนิสรา สงวนไฉ่ ครูชำนาญการ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนรัตนโกสินทร์สมโภช บางขุนเทียน
การศึกษา ปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา

ภาคผนวก ข
หนังสือราชการ

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๖๕๔



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.ปวีณ์ โชติพิทยสุนนท์

ด้วยนางสาวณัฐลีญา สมบูรณ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามิ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.นัยนพัศ อินจวงจิริกิตต์)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐๒-๔๗๓๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๗-๐๘๑๐๓๐๙

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๖๕๕



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวอภิญญา นาคโสภณ

ด้วยนางสาวณัฐลีลา สมบูรณ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามี่ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.นัยนพัศ อินจวนจิริกิตต์)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐๒-๔๗๓๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๗-๐๘๑๐๓๐๙

ที่ อว ๐๖๔๓.๑๔/๖๕๖



มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
๑๐๖๑ ถนนอิสรภาพ แขวงหิรัญรูจี
เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ๑๐๖๐๐

๒๘ ธันวาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวชนิสรา สงวนไว้

ด้วยนางสาวณัฐลีญา สมบูรณ์ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการวิจัยตามโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๓” โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดังนี้

- | | |
|---|----------------------|
| ๑. อาจารย์ ดร.เพ็ญพร ทองคำสุก | ประธานกรรมการ |
| ๒. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ศรีหามี่ | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |
| ๓. รองศาสตราจารย์ ดร.อารีวรรณ เอี่ยมสะอาด | กรรมการที่ปรึกษาร่วม |

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ดังกล่าวข้างต้น ได้พิจารณาเห็นว่า ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ ความสามารถ สอดคล้องกับหัวข้อการทำวิทยานิพนธ์ดังกล่าวเป็นอย่างดี ซึ่งคำแนะนำของท่านจะเกิดประโยชน์ต่อการปรับปรุงแก้ไขในการสร้างเครื่องมือสำหรับการวิจัยของนักศึกษาให้มีคุณภาพและเหมาะสมเพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจแก้ไขเครื่องมือวิจัย ดังแนบมาพร้อมนี้และบัณฑิตวิทยาลัย ขอขอบคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.นัยนัท อินจวนจิริกิตต์)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทรศัพท์ ๐๒-๔๗๓๗๐๐๐ ต่อ ๑๘๑๔

โทรศัพท์นักศึกษา ๐๙๗-๐๘๑๐๓๐๙

ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์เครื่องมือ

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎี
คอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด เพื่อพัฒนาความสามารถใน
การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ						
1. การกำหนดองค์ประกอบของ แผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
3.2 สอดคล้องกับการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ของการวิจัย	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการ จัดกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
4.3 สอดคล้องกับการวัดและ ประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการ เรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30°, 45° และ 60°						
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการจัดกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา						
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการจัดกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และ แทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ						
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้
3.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการจัดกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา						
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
3. จุดประสงค์การเรียนรู้						
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการจัดกรรมตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	มีความเหมาะสมสามารถนำไปใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา
คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ผลรวมของ คะแนน	ค่า IOC	การแปลผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2	0	+1	+1	2	0.67	นำไปใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
6	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
7	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
8	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
9	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
10	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
11	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
12	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
13	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
14	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
15	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้

การวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจริง

ข้อที่	ค่าความยาก (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ผลการพิจารณา
1	0.60	0.51	คัดเลือกไว้
2	0.84	0.27	ตัดทิ้ง
3	0.57	0.45	คัดเลือกไว้
4	0.41	0.48	คัดเลือกไว้
5	0.63	0.01	ตัดทิ้ง
6	0.47	0.15	ตัดทิ้ง
7	0.63	0.12	ตัดทิ้ง
8	0.61	0.42	คัดเลือกไว้
9	0.58	0.42	คัดเลือกไว้
10	0.42	0.57	คัดเลือกไว้
11	0.58	0.33	คัดเลือกไว้
12	0.83	0.27	ตัดทิ้ง
13	0.47	0.35	คัดเลือกไว้
14	0.61	0.31	คัดเลือกไว้
15	0.68	0.37	คัดเลือกไว้

จากตารางวิเคราะห์ค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า จากแบบทดสอบจำนวน 15 ข้อ มีแบบทดสอบที่ดีคือค่าความยาก (p) ระหว่าง 0.20 – 0.80 จำนวน 13 ข้อ และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 12 ข้อ โดยแบบทดสอบที่เหมาะสมและคัดเลือกไว้มีจำนวน 10 ข้อ คือ ข้อ 1, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14 และ 15 แบบทดสอบที่ตัดทิ้ง จำนวน 5 ข้อ คือ ข้อ 2, 5, 6, 7 และ 12

การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อกิจกรรม
การเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	ค่า IOC	การแปล ผล
	1	2	3			
1. ด้านสื่อการสอน						
1.1 สื่อการสอนมีความเหมาะสม กับผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
1.2 สื่อการสอนสอดคล้องกับ ความต้องการของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
1.3 สื่อการสอนทำให้เกิด ความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
1.4 สื่อการสอนมีความ น่าสนใจ	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
1.5 สื่อการสอนช่วยส่งเสริม บรรยากาศการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
2.1 การจัดกิจกรรมเป็นไป ตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ด้วย ตนเองโดยอิสระ	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วย กระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม กับความสามารถของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ คนที่			รวม	ค่า IOC	การแปล ผล
	1	2	3			
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ						
3.1 ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจ บทเรียนมากขึ้น	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3.2 ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3.3 ผู้เรียนสามารถหาแนวทาง แก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากการเรียนรู้ด้วย กิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3.4 ผู้เรียนรู้สึกประสบความสำเร็จใน การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้
3.5 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ครูจัด ให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1.00	นำไปใช้ได้

การทดสอบสมมติฐานแบบ t - test for dependent samples
คำนวณโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

t-Test: Paired Two Sample for Means		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Mean	13.90	36.17
Variance	27.94	73.10
Observations	35	35
Pearson Correlation	0.62	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	34	
t Stat	-19.69	
P(T<=t) one-tail	0.00	
t Critical one-tail	2.44	
P(T<=t) two-tail	0.00	
t Critical two-tail	2.73	

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รหัสวิชา ค23102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

อัตราส่วนตรีโกณมิติ (Trigonometric ratio) หมายถึง อัตราส่วนของความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อ A เป็นมุมแหลม จะได้

ไซน์ของมุม A (sine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

โคไซน์ของมุม A (cosine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

บอกความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

- 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

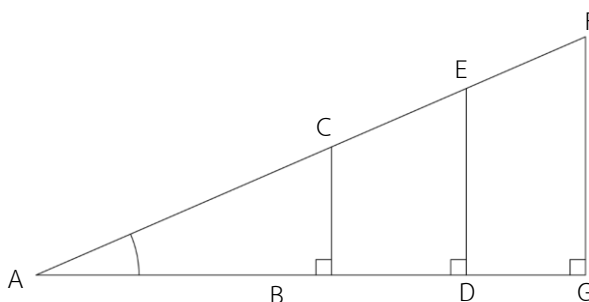
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

- 1) ใฝ่เรียนรู้
- 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

5. สารการเรียนรู้

อัตราส่วนตรีโกณมิติ (Trigonometric ratio) หมายถึง อัตราส่วนของความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

ให้ $\triangle ABC$, $\triangle ADE$ และ $\triangle AGF$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี A เป็นมุมแหลมมุมหนึ่ง ซึ่งมีขนาดคงที่ ดังรูป



จะได้ว่า $\triangle ABC \sim \triangle ADE \sim \triangle AGF$

$$\text{และ } \frac{BC}{AC} = \frac{DE}{AE} = \frac{GF}{AF}$$

$$\frac{AB}{AC} = \frac{AD}{AE} = \frac{AG}{AF}$$

$$\frac{BC}{AB} = \frac{DE}{AD} = \frac{GF}{AG}$$

ดังนั้น สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มี A เป็นมุมแหลมมุมหนึ่ง ซึ่งมีขนาดคงที่แล้ว เมื่อ A เป็นมุมแหลม จะได้

ไซน์ของมุม A (sine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

โคไซน์ของมุม A (cosine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } A}$

ไซน์ของมุม A (sine A) เขียนแทนด้วย $\sin A$

โคไซน์ของมุม A (cosine A) เขียนแทนด้วย $\cos A$

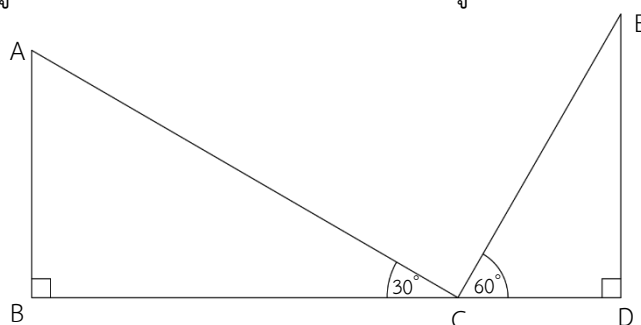
แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) เขียนแทนด้วย $\tan A$

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

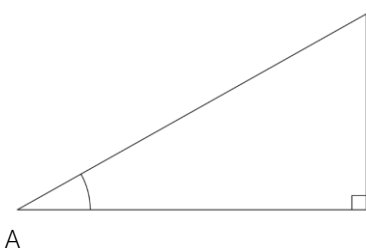
ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) ครูทบทวนรูปสามเหลี่ยมคล้าย โดยนักเรียนพิจารณารูปสามเหลี่ยม แล้วตอบคำถาม ดังนี้



- $\triangle ABC$ และ $\triangle CDE$ คล้ายกันหรือไม่ (คล้ายกัน)
- มุม \widehat{BAC} มีค่าเท่ากับกี่องศา (60°)
- มุม \widehat{CED} มีค่าเท่ากับกี่องศา (30°)
- มุมที่สมนัยกับ \widehat{BAC} คือมุมอะไร (\widehat{DCE})
- มุมที่สมนัยกับ \widehat{CED} คือมุมอะไร (\widehat{ACB})
- ด้านที่สมนัยกับด้าน BC คืออะไร (ด้าน DE)
- ด้านที่สมนัยกับด้าน AB คืออะไร (ด้าน CD)

2) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำนวนรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ให้นักเรียนวัดความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยม และเขียนความยาวกำกับไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นหาอัตราส่วนของด้านที่กำหนด บันทึกผลในตารางที่ 2 ให้นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ของความยาวแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วร่วมกันสรุปจนได้ว่า “สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ อัตราส่วนตรีโกณมิติเดียวกันของมุมที่มีขนาดเท่ากัน จะมีค่าเท่ากัน” ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า อัตราส่วนตรีโกณมิติเดียวกันของมุมมุมหนึ่งเป็นค่าคงตัวค่าหนึ่ง และจะเรียกอัตราส่วนตรีโกณมิติทั้งสามของมุมนั้นว่า ไซน์ (sine) โคไซน์ (cosine) และแทนเจนต์ (tangent) ตามบทนิยามต่อไปนี้ เมื่อกำหนดมุม A เป็นมุมแหลม จะได้



ไซน์ของมุม A (sine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

โคไซน์ของมุม A (cosine A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) คือ $\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$

3) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง
- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

4) ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน คละความสามารถ และแจกใบความรู้ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาใดบ้าง

- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างไร

5) ครูสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่มในการกำหนดแนวทางการแก้ปัญหา หากไม่สามารถกำหนดได้ ครูจะใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มได้ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากองค์ความรู้ที่ค้นพบในใบความรู้ สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่

6) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสรุปคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 2

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

7) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียดทุกกลุ่ม

8) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

9) นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ดังนี้

อัตราส่วนตรีโกณมิติ (Trigonometric ratio) หมายถึง อัตราส่วนของความยาวด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก เมื่อ A เป็นมุมแหลม จะได้

$$\text{ไซน์ของมุม A (sine A) คือ } \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$$

$$\text{โคไซน์ของมุม A (cosine A) คือ } \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$$

$$\text{แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) คือ } \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

10) ครูแจกใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ ให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยใบงาน

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบความรู้ เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง สำนวนรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 5) ใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ

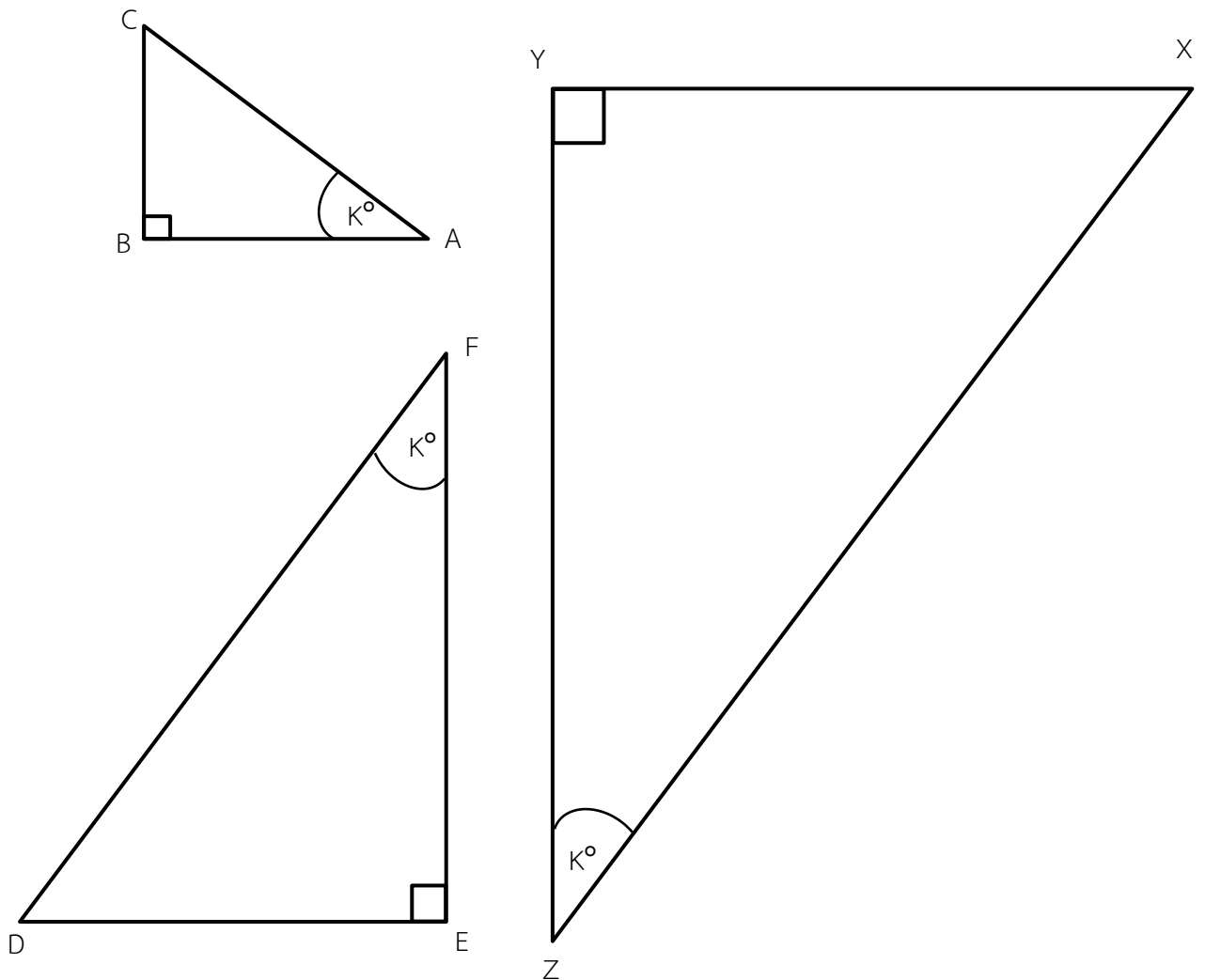
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถบอกความหมายของอัตราส่วนตรีโกณมิติได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p>ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ใฝ่เรียนรู้ 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม 	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	อยู่ในระดับดี ร้อยละ 70

ใบกิจกรรมที่ 1
เรื่อง สำนวนรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

1. กำหนด $\triangle ABC$, $\triangle DEF$, $\triangle XYZ$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ให้นักเรียนวัดความยาวของแต่ละด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วบันทึกผลลงในตารางที่ 1



ตารางที่ 1

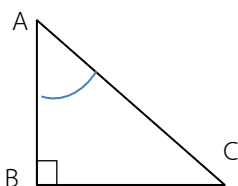
ชื่อรูปสามเหลี่ยม	ความยาวของด้านตรงข้ามมุม K°	ความยาวของด้านประชิดมุม K°	ความยาวด้านตรงข้ามมุมฉาก
$\triangle ABC$			
$\triangle DEF$			
$\triangle XYZ$			

ตารางที่ 2

อัตราส่วน	ค่าของอัตราส่วน		
	$\triangle ABC$	$\triangle DEF$	$\triangle XYZ$
$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } K^\circ}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$			
$\frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } K^\circ}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$			
$\frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } K^\circ}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } K^\circ}$			

สรุป อัตราส่วนตรีโกณมิติ

กำหนด ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มีมุม A เป็นมุมแหลมมุมหนึ่ง



\overline{AB} เรียกว่า.....

\overline{BC} เรียกว่า.....

\overline{AC} เรียกว่า.....

$\sin A = \dots\dots\dots$

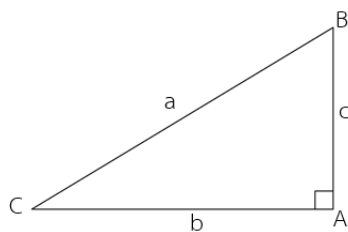
$\cos A = \dots\dots\dots$

$\tan A = \dots\dots\dots$



2. ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง

1)



$$\sin B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sin C = \underline{\hspace{2cm}}$$

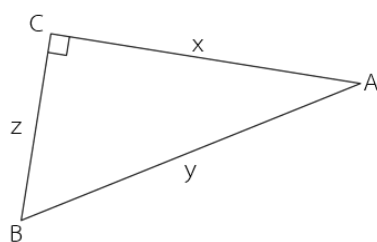
$$\cos B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\cos C = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan C = \underline{\hspace{2cm}}$$

2)



$$\sin A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sin B = \underline{\hspace{2cm}}$$

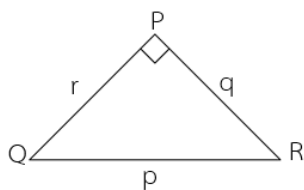
$$\cos A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\cos B = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan A = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan B = \underline{\hspace{2cm}}$$

3)



$$\sin Q = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\sin R = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\cos Q = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\cos R = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan Q = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tan R = \underline{\hspace{2cm}}$$

ใบความรู้

เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

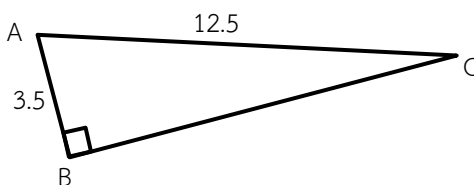
การทำความเข้าใจปัญหา สามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

การวางแผนแก้ปัญหา สามารถวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยให้พิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อนและใช้วิธีการใดหาคำตอบ

การดำเนินการตามแผน ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้

การสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบดูว่าคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตัวอย่างที่ 1 จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ จงหาค่าของ $\sin A$



1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ด้าน AB ยาว 3.5 หน่วย และด้าน AC ยาว 12.5 หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

หาค่าของ $\sin A$

2. การวางแผนแก้ปัญหา

1) หาความยาวของด้าน BC โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

2) หาค่าของ $\sin A$ จาก $\sin A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } A}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}$

3. การดำเนินการตามแผน

วิธีทำ หาความยาวของด้าน BC โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\ (12.5)^2 &= (3.5)^2 + BC^2 \\ 156.25 &= 12.25 + BC^2 \\ BC^2 &= 156.25 - 12.25 \\ BC^2 &= 144 \end{aligned}$$

$$\text{ดังนั้น } BC = 12 \text{ หน่วย}$$

$$\begin{aligned} \text{เนื่องจาก } \sin A &= \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}} \\ &= \frac{BC}{AC} \\ \text{ดังนั้น } \sin A &= \frac{12}{12.5} = \frac{24}{25} \end{aligned}$$

4. การสรุปคำตอบ

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } AC^2 &= AB^2 + BC^2 \\ (12.5)^2 &= (3.5)^2 + (12)^2 \\ 156.25 &= 12.25 + 144 \\ 156.25 &= 156.25 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } \sin A &= \frac{BC}{AC} \\ &= \frac{12}{12.5} = \frac{24}{25} \end{aligned}$$

$$\text{ตอบ } \sin A = \frac{24}{25}$$

ตัวอย่างที่ 2 กำหนด $\triangle XYZ$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม Y เป็นมุมฉาก มีพื้นที่ 60 ตารางหน่วย และ \overline{XY} ยาว 12 หน่วย จงหาค่าของ $\tan Z$

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ มีพื้นที่ 60 ตารางหน่วย และ \overline{XY} ยาว 12 หน่วย

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

หาค่าของ $\tan Z$

2. การวางแผนแก้ปัญหา

1) หาคความยาวของด้าน YZ โดยใช้สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

2) หาค่าของ $\tan Z$ จาก $\tan Z = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } Z}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } Z}$

3. การดำเนินการตามแผน

วิธีทำ หาคความยาวของด้าน YZ โดยใช้สูตรการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

$$\begin{aligned} \text{สูตรพื้นที่ของ } \triangle XYZ &= \frac{1}{2} \times XY \times YZ \\ 60 &= \frac{1}{2} \times 12 \times YZ \\ YZ &= 10 \text{ หน่วย} \end{aligned}$$

$$\text{เนื่องจาก } \tan Z = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม } Z}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม } Z}$$

$$\text{ดังนั้น } \tan Z = \frac{12}{10} = \frac{6}{5}$$

4. การสรุปคำตอบ

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่ของ } \triangle XYZ &= \frac{1}{2} \times XY \times YZ \\ 60 &= \frac{1}{2} \times 12 \times 10 \\ 60 &= 60 \quad \text{เป็นจริง} \end{aligned}$$

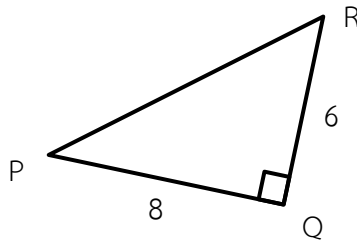
$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } \tan Z &= \frac{XY}{YZ} \\ &= \frac{12}{10} = \frac{6}{5} \end{aligned}$$

$$\text{ตอบ } \tan Z = \frac{6}{5}$$

ใบกิจกรรมที่ 2
เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก PQR ที่กำหนดให้ จงหาค่าของ $\sin P + \tan R$



1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....
.....
.....
.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....
.....

2. กำหนดให้ $\triangle XYZ$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม Y เป็นมุมฉาก มีพื้นที่ 84 ตารางหน่วย และ \overline{YZ} ยาว 24 หน่วย จงหาค่าของ $\cos X$

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

ใบงาน
เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม B เป็นมุมฉาก $AB = 15$ หน่วย และ $\tan A = \frac{8}{15}$
จงหาค่าของ $\sin C$

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

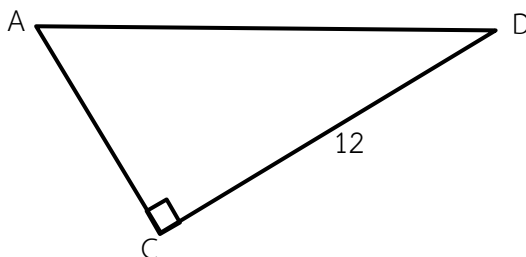
.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

2. กำหนดให้ $\triangle ACD$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ที่มี \overline{CD} ยาว 12 หน่วย ถ้า $\triangle ACD$ มีพื้นที่ 30 ตารางหน่วย จงหาค่าของ $\tan D$ และ $\cos A$



2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รหัสวิชา ค23102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° สามารถเขียนได้ดังตารางต่อไปนี้

A	sin A	cos A	tan A
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

บอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

ได้

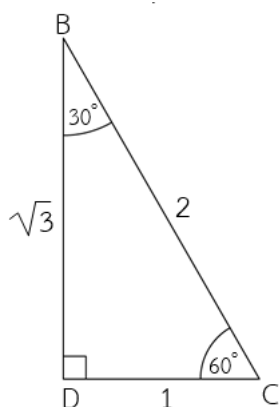
- 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

- 1) ใฝ่เรียนรู้
- 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

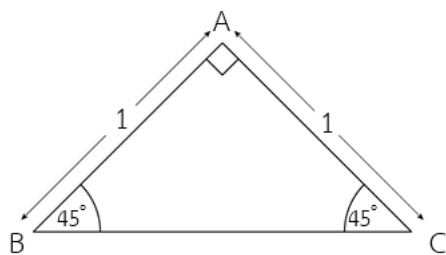
5. สารการเรียนรู้

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 และมุม 60 องศา



$$\begin{array}{lll} \sin 30^\circ = \frac{1}{2} & \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} & \tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} & \cos 60^\circ = \frac{1}{2} & \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{1} \end{array}$$

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 45 องศา



$$\sin 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

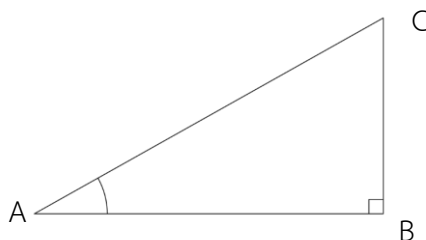
$$\tan 45^\circ = \frac{1}{1} = 1$$

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนสมบัติของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ที่มีมุม A เป็นมุมแหลม



“เมื่อขนาดของมุมไม่เท่ากันจะทำให้ค่าของอัตราส่วน $\frac{BC}{AC}$, $\frac{AB}{AC}$ และ $\frac{BC}{AB}$ เป็นค่าคงตัวที่ไม่เท่ากัน นั่นคือ ค่าของอัตราส่วนจะเป็นค่าคงตัวใด ๆ ขึ้นอยู่กับขนาดของมุม ซึ่งในทางคณิตศาสตร์ได้กำหนดค่าของอัตราส่วนที่สำคัญทั้งสามอัตราส่วน ดังนี้

(1) อัตราส่วน $\frac{BC}{AC}$ เรียกว่า ไซน์ของมุม A (sine A) เขียนแทนด้วย $\sin A$

(2) อัตราส่วน $\frac{AB}{AC}$ เรียกว่า โคไซน์ของมุม A (cosine A) เขียนแทนด้วย $\cos A$

(3) อัตราส่วน $\frac{BC}{AB}$ เรียกว่า แทนเจนต์ของมุม A (tangent A) เขียนแทนด้วย $\tan A$

A”

2) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันเติมคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วร่วมกันสรุปจนได้ค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่มีขนาด 30° , 45° และ 60° ดังนี้

A	sin A	cos A	tan A
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

3) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง
- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

4) ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน คละความสามารถ และแจกใบความรู้ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาใดบ้าง
- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหายังไง

5) ครูสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่มในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา หากไม่สามารถกำหนดได้ ครูจะใช้คำถามเพื่อแนะแนวทางให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหาของกลุ่มได้ ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากองค์ความรู้ที่ค้นพบในใบความรู้ สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่

6) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสรุปคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 2

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

7) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียดทุกกลุ่ม

8) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

9) นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° องศา ดังนี้
อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° องศา สามารถเขียนได้ดังตารางต่อไปนี้

A	sin A	cos A	tan A
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

10) ครูแจกใบงาน เรื่อง การแก้ปัญห้อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยใบงาน

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบความรู้ เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°
- 3) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°
- 4) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°
- 5) ใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

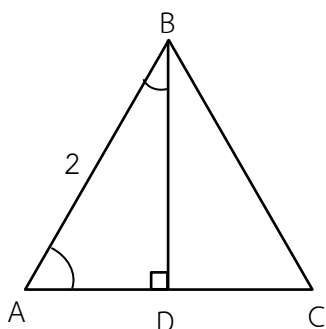
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถบอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60° ได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ <ol style="list-style-type: none"> 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4) สรุปลำดับของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน</p> <p>1) ใฝ่เรียนรู้</p> <p>2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p> <p>3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม</p>	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	อยู่ในระดับดี ร้อยละ 70

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°

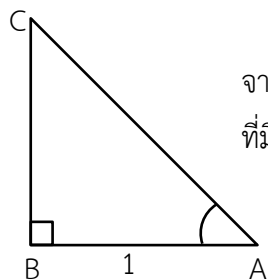
1. ให้นักเรียนพิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบและเหตุผลลงในตารางให้สมบูรณ์ เพื่อหาค่าของ $\sin 30^\circ$, $\cos 30^\circ$, $\tan 30^\circ$, $\sin 60^\circ$, $\cos 60^\circ$, และ $\tan 60^\circ$



จากรูป กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
ที่มี $AB = 2$ หน่วย และ D เป็นจุดกึ่งกลางของ \overline{AC}

ข้อ	ข้อความ	เหตุผล
1	$AD =$	
2	$BD =$	
3	$\hat{A}BD =$	
4	$\sin 30^\circ$	
5	$\cos 30^\circ$	
6	$\tan 30^\circ$	
7	$\hat{A} =$	
8	$\sin 60^\circ =$	
9	$\cos 60^\circ =$	
10	$\tan 60^\circ =$	

2. ให้นักเรียนพิจารณารูปต่อไปนี้ แล้วเติมคำตอบและเหตุผลลงในตารางให้สมบูรณ์ เพื่อหาค่าของ $\sin 45^\circ$, $\cos 45^\circ$ และ $\tan 45^\circ$



จากรูป กำหนด $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากหน้าจั่ว
ที่มี $AB = 1$ หน่วย

ข้อ	ข้อความ	เหตุผล
1	$BC =$	
2	$AC =$	
3	$\hat{A} =$	
4	$\sin 45^\circ =$	
5	$\cos 45^\circ =$	
6	$\tan 45^\circ =$	

จากการคำนวณข้างต้น สามารถสรุปค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่มีขนาด 30° , 45° และ 60° ได้ดังนี้

อัตราส่วน ตรีโกณมิติ	ขนาดของมุม A		
	30°	45°	60°
$\sin A$			
$\cos A$			
$\tan A$			

ใบความรู้

เรื่อง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้

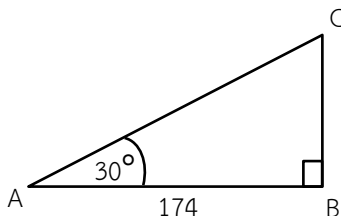
การทำความเข้าใจปัญหา สามารถบอกได้ว่าสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นปัญหาเกี่ยวกับอะไร กำหนดอะไรให้บ้าง ต้องการให้หาอะไร สิ่งที่กำหนดให้เพียงพอต่อการหาคำตอบหรือไม่

การวางแผนแก้ปัญหา สามารถวางแผนและออกแบบวิธีการแก้ปัญหาได้ โดยให้พิจารณาขั้นตอนการแก้โจทย์ เช่น ต้องทำขั้นตอนใดก่อนและใช้วิธีการใดหาคำตอบ

การดำเนินการตามแผน ลงมือปฏิบัติตามแผนหรือแนวทางที่วางไว้จนสามารถหาคำตอบได้

การสรุปคำตอบ เป็นการตรวจสอบดูว่าคำตอบถูกต้องสมบูรณ์หรือไม่ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ตัวอย่าง จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่กำหนดให้ $AB = 174$ หน่วย และ $\hat{A} = 30^\circ$ จงหา BC และ AC



1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้

รูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ด้าน AB ยาว 174 หน่วย และ $\hat{A} = 30^\circ$

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

ความยาวของด้าน BC และ AC

2. การวางแผนแก้ปัญหา

1) หาความยาวของด้าน BC โดยใช้ $\tan 30^\circ$

2) หาความยาวของด้าน AC โดยใช้ $\cos 30^\circ$

3. การดำเนินการตามแผน

วิธีทำ หาความยาวของด้าน BC

เนื่องจาก $\tan A = \frac{BC}{AB}$, $\hat{A} = 30^\circ$ และ $AB = 174$

$$\text{จะได้ } \tan 30^\circ = \frac{BC}{174}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{BC}{174}$$

$$BC = 174 \times \frac{\sqrt{3}}{3}$$

$$\text{ดังนั้น } BC = 58\sqrt{3} \text{ หน่วย}$$

$$\text{เนื่องจาก } \cos 30^\circ = \frac{174}{AC}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{174}{AC}$$

$$AC = \frac{174 \times 2}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{348}{\sqrt{3}}$$

$$= \frac{348}{\sqrt{3}} \times \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{3}}$$

$$\text{ดังนั้น } AC = 116\sqrt{3} \text{ หน่วย}$$

4. การสรุปคำตอบ

จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ที่มี $AB = 174$ หน่วย และ $\hat{A} = 30^\circ$ มีความยาว

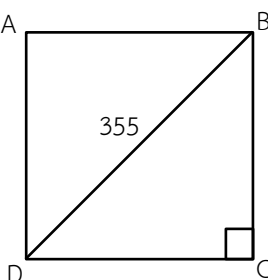
ด้าน $BC = 58\sqrt{3}$ หน่วย และ $AC = 116\sqrt{3}$ หน่วย

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. กำหนดให้ $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ที่มีเส้นทแยงมุม BD ยาว 355 หน่วย จงหาความยาวของเส้นรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสนี้



1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

2. กำหนดให้ $\triangle XYZ$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม Y เป็นมุมฉาก มุม X มีขนาด 60° องศา และ $XZ = 12\sqrt{2}$ หน่วย จงหาความยาวของด้าน XY และ YZ

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

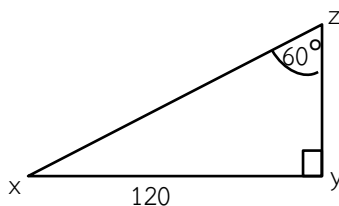
.....

ใบงาน

เรื่อง การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ตรีโกณมิติของมุม 30° , 45° และ 60°

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาดังต่อไปนี้

1. จากรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก XYZ ที่กำหนดให้ $XY = 120$ หน่วย และ $\hat{Z} = 60^\circ$ จงหา YZ และ XZ



1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

2. กำหนดให้ $\triangle PQR$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม Q เป็นมุมฉาก มุม R มีขนาด 45 องศา และ $PQ = 5$ หน่วย จงหาความยาวของด้าน PR และ QR

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รหัสวิชา ค23102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

การหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา สามารถทำได้โดยการเปิดตารางอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมพื้นฐานที่สำคัญระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ซึ่งสามารถเขียนได้ดังตารางต่อไปนี้

A	sin A	cos A	tan A
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	∞

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

บอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

1) ใฝ่เรียนรู้

2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

5. สารการเรียนรู้

อัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา

การหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา สามารถทำได้โดยการเปิดตารางอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมพื้นฐานที่สำคัญระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ซึ่งสามารถเขียนได้ดังตารางต่อไปนี้

A	sin A	cos A	tan A
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	∞

การหาค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่มีขนาด 30, 45 และ 60 องศา สามารถใช้ความรู้ในเรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัส สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว และสมบัติของรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า แต่

สำหรับรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมขนาดอื่น ๆ การหาค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติจะต้องใช้ตารางแสดงค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

โดยส่วนใหญ่ ตารางแสดงค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จะแสดงค่าประมาณเป็นทศนิยม 3

ตำแหน่ง เช่น $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0.866025404$

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมที่มีขนาด 30, 45 และ 60 องศา ดังนี้

A	sin A	cos A	tan A
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$

2) ครูแจกใบกิจกรรม เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรม พร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง
- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความ

คิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

3) ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน คละความสามารถ และแจกตารางแสดงค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม และให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาใดบ้าง

- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหายังไง

4) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ และสรุปคำตอบลงในใบกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

5) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียดทุกกลุ่ม

6) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวความคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

7) นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ดังนี้ การหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา สามารถทำได้โดยการเปิดตารางอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมพื้นฐานที่สำคัญระหว่าง 0 ถึง 90 องศา ซึ่งสามารถเขียนได้ดังตารางต่อไปนี้

A	sin A	cos A	tan A
0°	0	1	0
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{3}}$
45°	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1
60°	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$
90°	1	0	∞

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

8) ครูแจกใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยใบงาน

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบกิจกรรม เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา
- 3) ใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถบอกอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศาได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

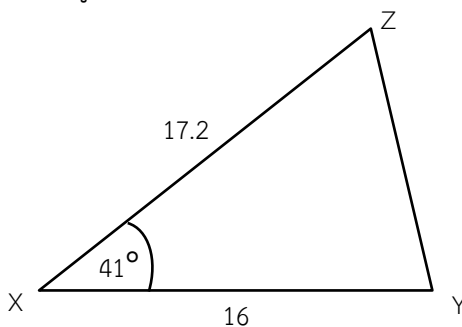
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน</p> <p>1) ใฝ่เรียนรู้</p> <p>2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน</p> <p>3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม</p>	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน	อยู่ในระดับดี ร้อยละ 70

ใบกิจกรรม

เรื่อง การแก้ปัญหาคอสามเหลี่ยมโกนมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. จากรูปที่กำหนดให้ จงหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม XYZ โดยประมาณ



1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

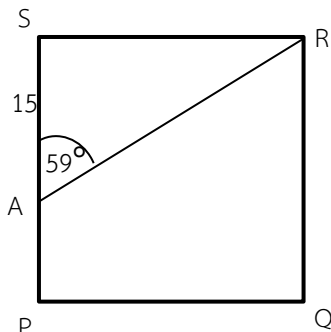
1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

2. กำหนดให้ $\square PQRS$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ซึ่งมี A เป็นจุดบน \overline{PS} ถ้า $AS = 15$ หน่วย และ $\widehat{SAR} = 59^\circ$ จงหาความยาวของ \overline{RS} และพื้นที่ของ $\square PQRS$



2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

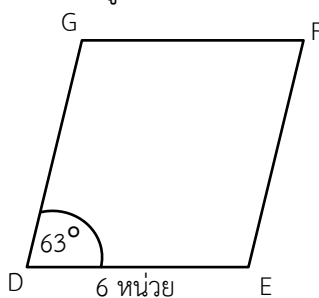
.....

ใบงาน

เรื่อง การแก้ปัญหาคอสมิตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. จงหาพื้นที่โดยประมาณของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน DEFG ที่กำหนดให้



1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

2. กำหนดให้ $\triangle PQR$ เป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีมุม Q เป็นมุมฉาก มุม P มีขนาด 27 องศา และ $QR = 10$ หน่วย จงหาความยาวรอบรูปของรูปสามเหลี่ยม

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รหัสวิชา ค23102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ
 ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ เวลา 2 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

อัตราส่วนที่เป็นส่วนกลับของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ คือ

1) โคเซแคนต์ของมุม A (cosecant A) เขียนแทนด้วย $\operatorname{cosec} A$ เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ $\sin A$ นั่นคือ $\operatorname{cosec} A = \frac{1}{\sin A}$ เมื่อ $\sin A \neq 0$

2) เซแคนต์ของมุม A (secant A) เขียนแทนด้วย $\sec A$ เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ $\cos A$ นั่นคือ $\sec A = \frac{1}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$

3) โคแทนเจนต์ของมุม A (cotangent A) เขียนแทนด้วย $\cot A$ เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ $\tan A$ นั่นคือ $\cot A = \frac{1}{\tan A}$ เมื่อ $\tan A \neq 0$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ ได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

ได้

- 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

- 1) ใฝ่เรียนรู้
- 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

5. สารการเรียนรู้

โคเซแคนต์ เซแคนต์ และโคแทนเจนต์

โคเซแคนต์ของมุม A เขียนว่า cosecant A หรือเขียนย่อ ๆ ว่า cosec A คือ ส่วนกลับของ

sin A เมื่อ $\sin A \neq 0$ นั่นคือ $\text{cosec } A = \frac{1}{\sin A}$ เมื่อ $\sin A \neq 0$

$$\text{cosec } A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}$$

เซแคนต์ของมุม A เขียนว่า secant A หรือเขียนย่อ ๆ ว่า sec A คือ ส่วนกลับของ cos A

เมื่อ $\cos A \neq 0$ นั่นคือ $\text{sec } A = \frac{1}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$

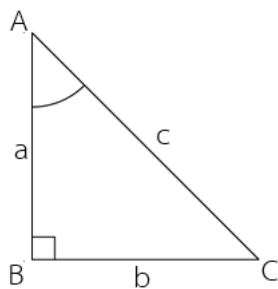
$$\text{sec } A = \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุมฉาก}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}$$

โคแทนเจนต์ของมุม A เขียนว่า cotangent A หรือเขียนย่อ ๆ ว่า cot A คือ ส่วนกลับของ

tan A เมื่อ $\tan A \neq 0$ นั่นคือ $\text{cot } A = \frac{1}{\tan A}$ เมื่อ $\tan A \neq 0$

$$\text{cot } A = \frac{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}}{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}$$

ซึ่งสามารถหา cosec A, sec A และ cot A ในรูปของอัตราส่วนของความยาวด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC ได้ ดังนี้



$$\begin{aligned} \operatorname{cosec} A &= \frac{c}{a} \\ \sec A &= \frac{c}{b} \\ \cot A &= \frac{a}{b} \end{aligned}$$

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนวิธีหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา โดยแข่งกันหาอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุมระหว่าง 0 ถึง 90 องศา จากโจทย์ที่ครูกำหนดให้ เช่น $\sin 20^\circ$, $\sin 17^\circ$, $\cos 52^\circ$, $\cos 82^\circ$, $\tan 38^\circ$ และ $\tan 90^\circ$

2) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ให้นักเรียนแต่ละคนร่วมกันเติมคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 1 แล้วร่วมกันสรุปจนได้ว่า “ไซน์ของมุม A เท่ากับโคไซน์ของมุม B ไซน์ของมุม B เท่ากับโคไซน์ของมุม A และแทนเจนต์ของมุม A และมุม B เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน นั่นคือ $\tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$ ”

3) ครูอธิบายเกี่ยวกับส่วนกลับของอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ ดังนี้ “นอกจากอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ที่ได้เรียนไปแล้ว ยังมีอัตราส่วนตรีโกณมิติอีก 3 อัตราส่วน ซึ่งเป็นส่วนกลับของอัตราส่วนทั้งสาม คือ

(1) โคเซแคนต์ของมุม A (cosecant A) เขียนแทนด้วย $\operatorname{cosec} A$ เป็นอัตราส่วน

ตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ $\sin A$ นั่นคือ $\operatorname{cosec} A = \frac{1}{\sin A}$ เมื่อ $\sin A \neq 0$

(2) เซแคนต์ของมุม A (secant A) เขียนแทนด้วย $\sec A$ เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่

เป็นส่วนกลับของ $\cos A$ นั่นคือ $\sec A = \frac{1}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$

(3) โคแทนเจนต์ของมุม A (cotangent A) เขียนแทนด้วย $\cot A$ เป็นอัตราส่วน

ตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ $\tan A$ นั่นคือ $\cot A = \frac{1}{\tan A}$ เมื่อ $\tan A \neq 0$

4) ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมที่ 2 พร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง
- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

5) ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน คละความสามารถ ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาใดบ้าง
- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหายังไง

6) ครูสังเกตนักเรียนแต่ละกลุ่มในการกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหา หากไม่สามารถกำหนดได้ ครูเสนอแนะแนวทางให้นักเรียนสามารถกำหนดแนวทางในการแก้ปัญหากลุ่มได้

7) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และสรุปคำตอบลงในใบกิจกรรมที่ 2

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

8) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานั้นอย่างละเอียดทุกกลุ่ม

9) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

10) นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ ดังนี้

“ไซน์ของมุม A เท่ากับโคไซน์ของมุม B ไซน์ของมุม B เท่ากับโคไซน์ของมุม A และแทนจันต์ของมุม A และมุม B เป็นส่วนกลับซึ่งกันและกัน นั่นคือ $\tan A = \frac{\sin A}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$ ” นอกจาก

อัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ที่ได้เรียนไปแล้ว ยังมีอัตราส่วนตรีโกณมิติอีก 3 อัตราส่วน ซึ่งเป็นส่วนกลับของอัตราส่วนทั้งสาม คือ

(1) โคเซแคนต์ของมุม A (cosecant A) เขียนแทนด้วย cosec A เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ sin A นั่นคือ $\text{cosec } A = \frac{1}{\sin A}$ เมื่อ $\sin A \neq 0$

(2) เซแคนต์ของมุม A (secant A) เขียนแทนด้วย sec A เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ cos A นั่นคือ $\text{sec } A = \frac{1}{\cos A}$ เมื่อ $\cos A \neq 0$

(3) โคแทนเจนต์ของมุม A (cotangent A) เขียนแทนด้วย cot A เป็นอัตราส่วนตรีโกณมิติที่เป็นส่วนกลับของ tan A นั่นคือ $\text{cot } A = \frac{1}{\tan A}$ เมื่อ $\tan A \neq 0$

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

11) ครูแจกใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยใบงาน

7. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 3) ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ
- 4) ใบงาน เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

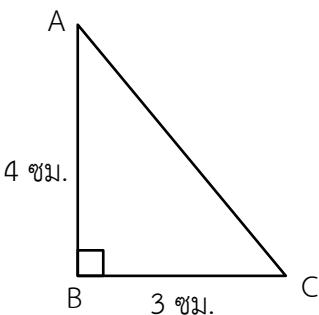
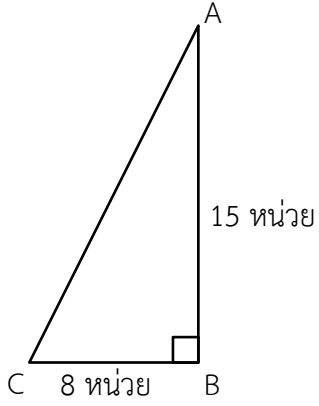
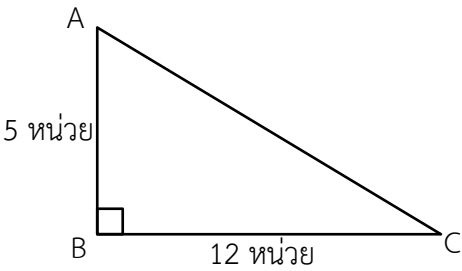
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมต่าง ๆ ได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
<p>ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 	<p>การตรวจใบงานและใบกิจกรรม</p>	<p>ใบงานและใบกิจกรรม</p>	<p>ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70</p>
<p>ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ใฝ่เรียนรู้ 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม 	<p>สังเกตพฤติกรรม</p>	<p>แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน</p>	<p>อยู่ในระดับดี ร้อยละ 70</p>

ใบกิจกรรมที่ 1

เรื่อง ความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

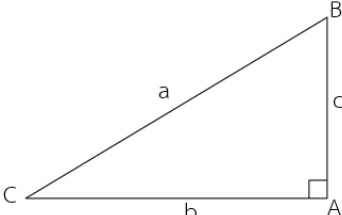
1. ให้นักเรียนหาความยาวของด้านที่เหลือของรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก แล้วหาอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ของมุมที่กำหนด พร้อมทั้งพิจารณาอัตราส่วนตรีโกณมิติ ไซน์ โคไซน์ และแทนเจนต์ และสรุปความสัมพันธ์นั้น

รูปสามเหลี่ยม	อัตราส่วนตรีโกณมิติ			
	มุม	ไซน์	โคไซน์	แทนเจนต์
	A			
	C			
	A			
	C			
	A			
	C			

สรุปความสัมพันธ์.....

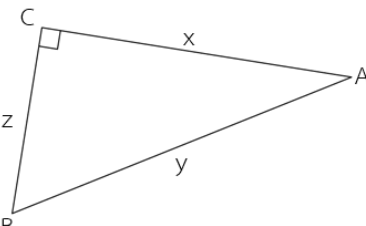
2. ให้นักเรียนเติมคำตอบในช่องว่างให้ถูกต้อง

1)



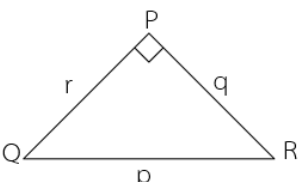
$\operatorname{cosec} B = \underline{\hspace{2cm}}$	$\operatorname{cosec} C = \underline{\hspace{2cm}}$
$\sec B = \underline{\hspace{2cm}}$	$\sec C = \underline{\hspace{2cm}}$
$\cot B = \underline{\hspace{2cm}}$	$\cot C = \underline{\hspace{2cm}}$

2)



$\operatorname{cosec} A = \underline{\hspace{2cm}}$	$\operatorname{cosec} B = \underline{\hspace{2cm}}$
$\sec A = \underline{\hspace{2cm}}$	$\sec B = \underline{\hspace{2cm}}$
$\cot A = \underline{\hspace{2cm}}$	$\cot B = \underline{\hspace{2cm}}$

3)



$\operatorname{cosec} Q = \underline{\hspace{2cm}}$	$\operatorname{cosec} R = \underline{\hspace{2cm}}$
$\sec Q = \underline{\hspace{2cm}}$	$\sec R = \underline{\hspace{2cm}}$
$\cot Q = \underline{\hspace{2cm}}$	$\cot R = \underline{\hspace{2cm}}$

ใบกิจกรรมที่ 2

เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. กำหนดให้ $\operatorname{cosec} A = \frac{5}{3}$ เมื่อ $0^\circ < A < 90^\circ$ จงหาค่าของ $\frac{\cos A - \tan A}{\sec A - \sin A}$

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

2. กำหนดให้ $\triangle ABC$ เป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มี $AB = BC = 10$ หน่วย และ $AC = 16$ หน่วย จงหาค่าของ $\sin A + \cos A$

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

ใบงาน

เรื่อง การแก้ปัญหาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของอัตราส่วนตรีโกณมิติ

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

1. กำหนดให้ $\sec A = \frac{13}{12}$ เมื่อ $0^\circ < A < 90^\circ$ จงหาค่าของ $\frac{\sin A + \cot A}{\operatorname{cosec} A - \cos A}$

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

1.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

1.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

1.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....

2. กำหนดให้ $\cot A = 0.75$ เมื่อ $0^\circ < A < 90^\circ$ จงหาค่าของ $(\sin A + \cos A)^2$

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2.2 การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

2.3 การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

2.4 การสรุปคำตอบ

.....

.....



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รหัสวิชา ค23102 รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 6 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ เวลา 12 ชั่วโมง
 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา เวลา 4 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิต สมบัติของรูปร่างเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

2. ตัวชี้วัด

ค 2.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

3. สาระสำคัญ

การวัดระยะทางและความสูงของสิ่งต่าง ๆ นั้น บางครั้งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้โดยตรง แต่สามารถนำความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ร่วมกับความรู้ในเรื่องอื่น ๆ เช่น สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย และทฤษฎีบทพีทาโกรัส มาใช้คำนวณหาระยะทางและความสูงได้

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

4. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถ

อธิบายเกี่ยวกับการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาได้

ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ

- 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้
- 4) สรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้

ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน

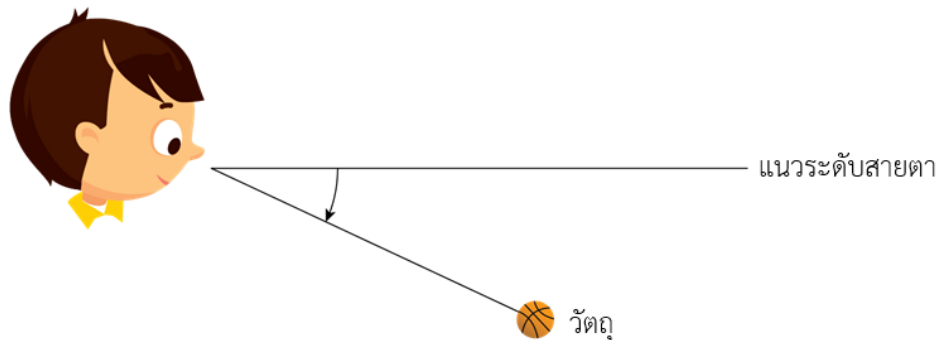
- 1) ใฝ่เรียนรู้
- 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน
- 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม

5. สารการเรียนรู้

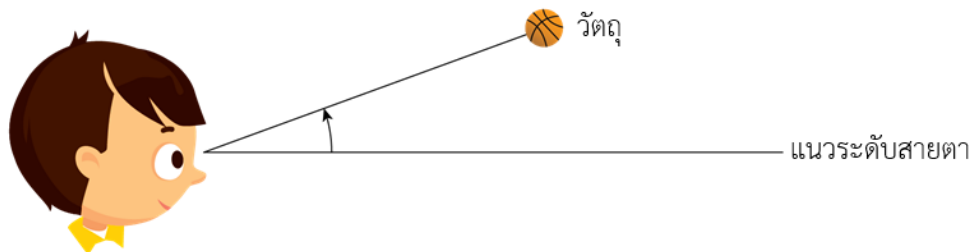
การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

ในการประยุกต์ใช้ค่าอัตราส่วนตรีโกณมิติเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับการหาความสูง ระยะทางต่าง ๆ และแก้ปัญหาเกี่ยวกับความยาวด้านของรูปเรขาคณิตต่าง ๆ สามารถใช้อัตราส่วนตรีโกณมิติในการแก้ปัญหาได้ เช่น การหาความสูงของรูปสามเหลี่ยม การหาเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม หรือแก้ปัญหาในชีวิตจริง การหาความสูงของตึก ภูเขา ต้นไม้ ความกว้างของแม่น้ำ

มุมก้ม เป็นมุมที่เกิดจากแนวเส้นระดับสายตา กับแนวเส้นจากตาไปยังวัตถุ โดยวัตถุอยู่ใต้แนวเส้นระดับสายตา ดังรูป

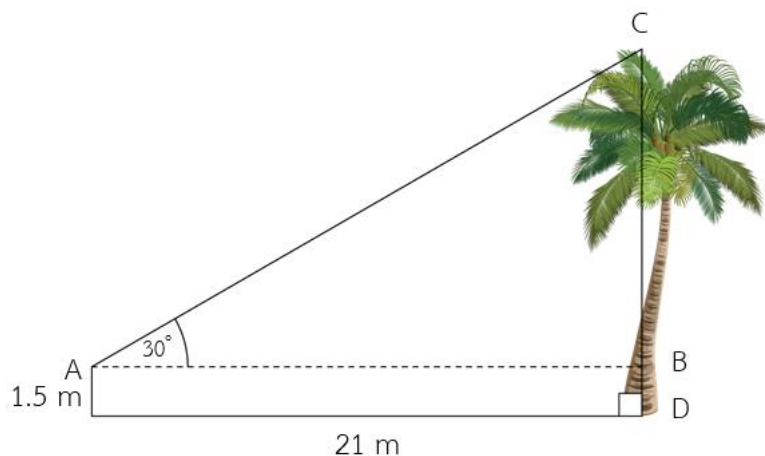


มุมเงย เป็นมุมที่เกิดจากแนวเส้นระดับสายตา กับแนวเส้นจากตาไปยังวัตถุ โดยวัตถุอยู่เหนือแนวเส้นระดับสายตา ดังรูป



ตัวอย่าง ชายคนหนึ่งมองไปที่ยอดของต้นมะพร้าวเป็นมุมเงย 30 องศา ในขณะที่เขาอยู่ห่างจากโคนต้นมะพร้าว 21 เมตร ขณะที่ชายคนนี้สูง 150 เซนติเมตร อยากทราบว่าต้นมะพร้าวสูงกี่เมตร

วิธีทำ พิจารณาสีงที่ทราบจากที่โจทย์กำหนดให้ และสร้างรูปจำลองแสดงความสัมพันธ์



จากรูป ความสูงของต้นมะพร้าว คือ $DC = BC + BD$

$BD = 1.5$ เมตร ดังนั้น ต้องหา BC

หา BC จากรูปสามเหลี่ยม ABC

$$\begin{aligned} \tan 30^\circ &= \frac{\text{ความยาวของด้านตรงข้ามมุม A}}{\text{ความยาวของด้านประชิดมุม A}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} &= \frac{BC}{21} \\ BC &= \frac{1 \times 21}{\sqrt{3}} \\ &= \frac{21\sqrt{3}}{3} \\ BC &= 7\sqrt{3} \\ DC &= BC + BD \\ &= 7\sqrt{3} + 1.5 \\ &\approx 7(1.732) + 1.5 \\ &\approx 13.624 \end{aligned}$$

ดังนั้น ต้นมะพร้าวสูงประมาณ 14 เมตร

6. กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) นักเรียนร่วมกันทบทวนการหาค่าของอัตราส่วนตรีโกณมิติของมุม 30 องศา 45 องศา และ 60 องศา โดยนักเรียนเขียนคำตอบลงในกระดาษเปล่า เมื่อเขียนคำตอบแล้ว นักเรียนยกกระดาษขึ้น โดยครูตรวจสอบความถูกต้อง คำถาม เช่น หาค่าของ $\sin 30^\circ$, $\sin 45^\circ$, $\sin 60^\circ$, $\cos 30^\circ$, $\cos 45^\circ$, $\cos 60^\circ$, $\tan 30^\circ$, $\tan 45^\circ$, $\tan 60^\circ$

2) นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

- นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้อย่างไร

ครูบอกกับนักเรียนว่า “การวัดระยะทางและความสูงของสิ่งต่าง ๆ นั้น บางครั้งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้โดยตรง แต่สามารถนำความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ร่วมกับความรู้ในเรื่องอื่น ๆ เช่น สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย และทฤษฎีพีทาโกรัส มาใช้คำนวณหาระยะทางและความสูงได้”

3) ครูจัดกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 6 คน ละครความสามารถ และแจกใบกิจกรรม “สูงเท่าใดกันนะ” จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมพร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

4) ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างไร

- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหอย่างไร

5) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหาตามแนวทางการแก้ปัญหาที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และสรุปคำตอบลงในใบกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

6) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหา นั้นอย่างละเอียดทุกกลุ่ม

7) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

8) นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา ดังนี้ การวัดระยะทางและความสูงของสิ่งต่าง ๆ นั้น บางครั้งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้โดยตรง แต่สามารถนำความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ร่วมกับความรู้ในเรื่องอื่น ๆ เช่น สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย และทฤษฎีพีทาโกรัส มาใช้คำนวณหาระยะทางและความสูงได้

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

9) ครูแจกใบงานที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกับการแก้ปัญหา ให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

ชั่วโมงที่ 3

ขั้นที่ 1 ขั้นทบทวนและนำเสนอปัญหา

1) ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้จากชั่วโมงที่แล้ว จากนั้นครูขออาสาสมัครนักเรียน 1 - 2 คน ออกมาเฉลยใบงานที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกับการแก้ปัญหา ที่หน้าชั้นเรียน โดยครูและนักเรียนที่เหลือในห้องร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง จากนั้นครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

2) ครูแจกใบกิจกรรม “แม่น้ำกว้างเท่าใด” ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จากนั้นครูนำเสนอปัญหาทางคณิตศาสตร์ในใบกิจกรรมพร้อมทั้งใช้คำถาม ดังนี้

- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นกำหนดอะไรให้บ้าง
- จากโจทย์ในใบกิจกรรม โจทย์นั้นต้องการทราบอะไร และให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นว่า ต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง จึงจะแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความรู้

3) ให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาแนวทางการแก้โจทย์ปัญหาของตนเอง แล้วนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองให้กับสมาชิกกลุ่มเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกันภายในกลุ่มตนเอง โดยครูใช้คำถามกระตุ้น ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าจากข้อมูลที่สำคัญต้องใช้ข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหาดังนี้
- นักเรียนมีแนวทางในการแก้ปัญหายังไง

4) ให้สมาชิกกลุ่มร่วมกันแก้ปัญหตามแนวทางการแก้ปัญหที่เลือก พร้อมทั้งแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา จากนั้นนักเรียนร่วมกันอธิบายความสอดคล้องของคำตอบที่ได้กับข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้และสรุปคำตอบลงในกิจกรรม

ชั่วโมงที่ 2

ขั้นที่ 3 ขั้นตรวจสอบและอภิปราย

5) นักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ในแต่ละข้อ ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของกลุ่มตนเองและให้อธิบายถึงกระบวนการแก้ปัญหานี้้อย่างละเอียดทุกกลุ่ม

6) ครูสุ่มถามนักเรียนหลังจากตัวแทนกลุ่มอธิบายเสร็จ โดยให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดของตนเองเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา และครูแสดงความคิดเห็นหรือแนวคิดการแก้โจทย์ปัญหาเพื่อแลกเปลี่ยนแนวคิดกับนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสรุปและนำไปใช้

7) นักเรียนร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญห ดังนี้ การวัดระยะทางและความสูงของสิ่งต่าง ๆ นั้น บางครั้งไม่สามารถใช้เครื่องมือวัดได้โดยตรง แต่สามารถนำความรู้ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ร่วมกับความรู้ในเรื่องอื่น ๆ เช่น สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้าย และทฤษฎีพีทาโกรัส มาใช้คำนวณหาระยะทางและความสูงได้

การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติ โดยเรียงตามลำดับขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ดังนี้ การทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญห การดำเนินการตามแผน และการสรุปคำตอบ จะทำให้สามารถแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ถูกต้องและรวดเร็วขึ้น

8) ครูแจกใบงานที่ 2 เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญห ให้นักเรียนแต่ละคนทำด้วยตนเอง เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง จากนั้นครูสุ่มนักเรียนเฉลยใบงานที่ 2

9) ให้นักเรียนประเมินตนเอง โดยให้นักเรียนบอกความรู้สึกหลังการเรียนและหลังการทำกิจกรรม ในประเด็นต่อไปนี้

- สิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ในวันนี้คืออะไร
- นักเรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด
- เพื่อนนักเรียนในกลุ่มมีส่วนร่วมกิจกรรมในกลุ่มมากน้อยเพียงใด
- นักเรียนพึงพอใจกับการเรียนในวันนี้หรือไม่

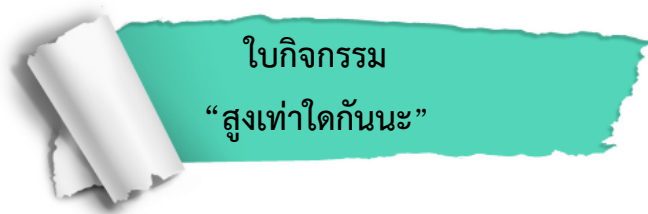
7. สื่อ / แหล่งการเรียนรู้

- 1) หนังสือเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- 2) ใบกิจกรรม “สูงเท่าใดกันนะ”
- 3) ใบกิจกรรม “แม่น้ำกว้างเท่าใด”
- 4) ใบงานที่ 1 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกับการแก้ปัญหา
- 5) ใบงานที่ 2 เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
ด้านความรู้ : นักเรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับการนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหาได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70
ด้านทักษะ/กระบวนการ : นักเรียนสามารถ 1) ระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 2) วางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้ 3) หาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้	การตรวจใบงานและใบกิจกรรม	ใบงานและใบกิจกรรม	ทำใบงานและใบกิจกรรมได้ถูกต้องอย่างน้อยร้อยละ 70

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การวัดและประเมินผล
4) สรุปคำตอบของโจทย์ ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้			
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : นักเรียน 1) ใฝ่เรียนรู้ 2) มีความมุ่งมั่นในการทำงาน 3) มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกต พฤติกรรมของ นักเรียน	อยู่ในระดับดี ร้อยละ 70



คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

ข้าวปุ้นมองเห็นต้นมะพร้าวต้นหนึ่ง เธอต้องการประมาณความสูงของต้นมะพร้าวต้นนี้จึงเดินออกห่างจากโคนต้นมะพร้าวมาประมาณ 21 เมตร และมองไปที่ยอดของต้นมะพร้าวเป็นมุมเงย 30 องศา ถ้าข้าวปุ้นสูง 150 เซนติเมตร จงหาว่าต้นมะพร้าวสูงประมาณกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....

ใบงานที่ 1

เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกับการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

เมรีต้องการทราบความสูงของอาคารเรียนหลังหนึ่ง ซึ่งเขาวัดความยาวของเงาอาคารเรียนได้ 25 เมตร ถ้าแนวของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดปลายของเงาของอาคารเรียนและยอดอาคารเรียนทำมุม 30 องศา จงหาว่าอาคารเรียนสูงประมาณกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....

ดวงอาทิตย์ทำมุม 60° กับพื้นสนามกีฬาแห่งหนึ่ง ทำให้ความยาวของเงาของเสาไฟฟ้าส่องสนามกีฬาเท่ากับ 11.5 เมตร เสาไฟฟ้าส่องสนามกีฬาดังนี้สูงกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

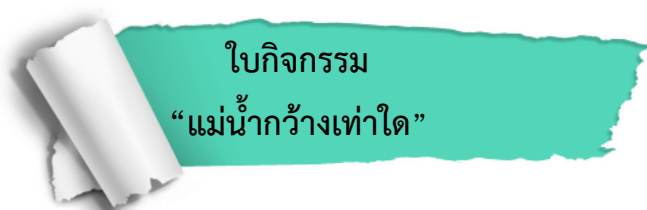
.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....



คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

ลูกเสือหมู่หนึ่งได้รับการกิจให้วัดความกว้างของแม่น้ำ แต่เนื่องจากน้ำลึกมาก นายหมู่จึงเสนอให้ใช้ความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติเพื่อวัดความกว้างของแม่น้ำ โดยใช้ตอไม้ซึ่งอยู่ริมฝั่งตรงข้ามเป็นจุดสังเกต และให้รองนายหมู่เดินไปทางขวา จนแนวระหว่างตอไม้กับรองนายหมู่ทำมุมกับแนวระหว่างนายหมู่กับรองนายหมู่เป็นมุม 60° ถ้านายหมู่และรองนายหมู่ยืนห่างกัน 4 เมตร อยากทราบว่าแม่น้ำนี้กว้างประมาณกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

ใบงานที่ 2

เรื่อง การนำอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้ในการแก้ปัญหา

คำชี้แจง ให้นักเรียนเขียนแสดงการแก้ปัญหาต่อไปนี้

นกที่ยืนมองบอลลูนที่กำลังลอยขึ้นในแนวตั้ง โดยระยะห่างในแนวราบระหว่างนกและบอลลูนเท่ากับ 10 เมตร นกที่มองเห็นบอลลูนเป็นมุมเงย 60 องศา ถ้านกที่สูง 160 เซนติเมตร อยากทราบว่าบอลลูนอยู่สูงจากพื้นกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....

อธิปยีนอยู่ที่ระเบียงตึก วัดความสูงจากพื้นถึงระดับสายตาได้ 8 เมตร มองเห็นแปลงดอกไม้แปลง
ดอกไม้แปลงหนึ่งเป็นมุมก้ม 53° จากระดับสายตา แปลงดอกไม้นี้อยู่ห่างจากตึกกี่เมตร

1. การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ.....

2. การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3. การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. การสรุปคำตอบ

.....

.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565

ชื่อ ชั้น.....เลขที่

คำชี้แจง

1. แบบทดสอบฉบับนี้เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ข้อละ 5 คะแนน คะแนนเต็ม 50 คะแนน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 1 ชั่วโมง 30 นาที
2. ให้นักเรียนเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาโดยละเอียดตามขั้นตอน

1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านที่ยาวที่สุดเท่ากับ 12 เซนติเมตร และมีมุมหนึ่งเป็นมุมแหลมขนาด 30° แล้วด้านที่สั้นที่สุดยาวกี่เซนติเมตร

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

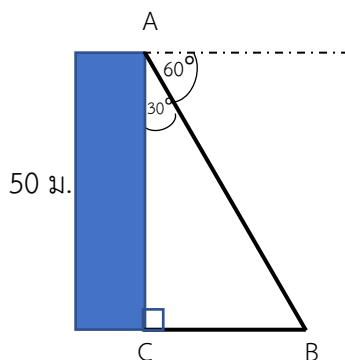
3) การดำเนินการตามแผน

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

2. สิงโตยืนอยู่บนตาดฟ้าอาคารเรียนสูง 50 เมตร มองลงมาเห็นเพื่อนอยู่บนพื้นราบด้านล่างด้วยมุมก้ม 60° ดังรูป เพื่อนของสิงโตอยู่ห่างจากอาคารเรียนประมาณกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของสิงโต (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)



1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

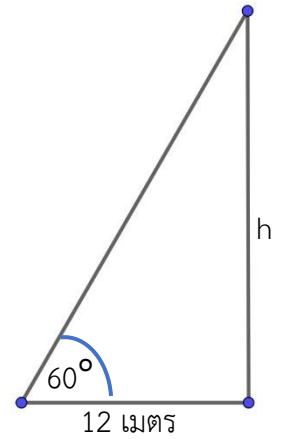
.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

3. ศิลปินต้องการทราบความสูงของต้นไม้ต้นหนึ่ง ซึ่งเขาวัดความยาวของเงาของต้นไม้ได้ 12 เมตร ถ้าแนวของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดปลายของเงาของต้นไม้และยอดต้นไม้ทำมุม 60° จงหาว่าต้นไม้ต้นนี้สูงประมาณกี่เมตร
(กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)



1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

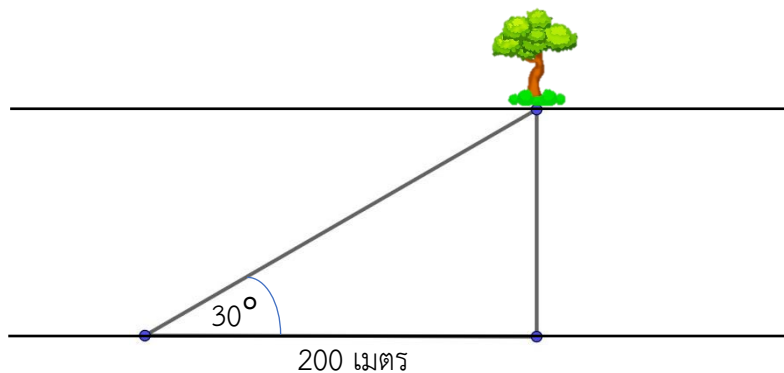
.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

4. ก้านมองไปฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำเห็นต้นไม้ เมื่อกันเดินเลียบริมแม่น้ำเป็นแนวตรงไประยะทาง 200 เมตร แล้วมองไปยังต้นไม้ต้นเดิม โดยจุดที่มองทำมุม 30° กับแนวทางเดินริมฝั่งแม่น้ำ อยากทราบว่า แม่น้ำนี้กว้างประมาณกี่เมตร (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)



1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

5. มินยืนอยู่สนามหญ้าห่างจากอาคาร 15 เมตร เขามองเห็นยอดอาคารเป็นมุมเงย 30° จากระดับสายตา ถ้าความสูงของมิน วัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 150 เซนติเมตร อาคารหลังนี้สูงประมาณกี่เมตร (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

6. โคล่ายืนอยู่ห่างจากป้ายโฆษณาเป็นระยะ 20 เมตร ถ้าป้ายโฆษณาสูง 20 เมตร อยากทราบว่า โคล่ามองเห็นยอดป้ายโฆษณาเป็นมุมเงยกี่องศา โดยไม่คิดความสูงของโคล่า

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

7. วันวิสาขบูชาวัดบ้านไผ่ยาว 10 เมตร ไร่กับกำแพงโดยให้ปลายบันไดจดขอบกำแพงพอดี ถ้ากำแพงสูง 5 เมตร วันวิสาขจะต้องวางเชิงบันไดห่างจากกำแพงประมาณกี่เมตร และบันไดทำมุมกับพื้นดินกี่องศา (กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

8. ถ้ามุมเงยของสายตาแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้เท่ากับ 60° และแมวอยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 10 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

9. อองรีสูง 170 เซนติเมตร มองไปเห็นลูกบอลอยู่บนต้นไม้ต้นหนึ่งเป็นมุมเงย 60° จากระดับสายตา ถ้าอองรียืนอยู่ห่างจากต้นไม้ 15 เมตร แล้วลูกบอลลูกนั้นอยู่สูงจากพื้นดินประมาณกี่เมตร

(กำหนด $\sqrt{3} \approx 1.732$)

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

10. เณรเอนยืนอยู่บนจุดชมวิวแห่งหนึ่ง เขาก้มลงมองเห็นยอดต้นไม้ใหญ่เป็นมุมก้ม 60° จากระดับสายตา ถ้าต้นไม้ใหญ่สูง 80 เมตร และอยู่ห่างจากหน้าผา $100\sqrt{3}$ เมตร จุดชมวิวนี้อยู่สูงกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของเณรเอน

1) การทำความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้.....

.....

สิ่งที่โจทย์ต้องการให้หา.....

2) การวางแผนแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

3) การดำเนินการตามแผน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4) การสรุปคำตอบ

.....

.....

เกณฑ์คะแนนที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน เต็ม	ระดับ คะแนน	คุณลักษณะที่ปรากฏให้เห็น
1. การทำความเข้าใจ ปัญหา	1	1	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องและครบถ้วน
		0.5	- ผู้เรียนบอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ถาม ได้ถูกต้องบางส่วน หรือไม่ครบถ้วน
		0	- ผู้เรียนไม่บอกสิ่งที่กำหนดให้และบอกสิ่งที่โจทย์ ถาม หรือบอกได้ไม่ถูกต้อง
2. การวางแผน แก้ปัญหา	1	1	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม
		0.5	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องบางส่วน
		0	- ระบุข้อมูลหรือความรู้ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา รวมถึงแนวทางในการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ ปรากฏข้อความใด ๆ
3. การดำเนินการตาม แผน	2	2	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ถูกต้อง ครบถ้วน
		1	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ถูกต้องบางส่วน
		0	- แสดงวิธีการแก้ปัญหาตามแผนการแก้ปัญหาที่วาง ไว้ไม่ถูกต้อง หรือไม่ปรากฏข้อความใด ๆ
4. การสรุปคำตอบ	1	1	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
		0.5	- สรุปคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน/ไม่ครบถ้วน
		0	- สรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้องหรือไม่ปรากฏข้อความ ใด ๆ

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้
โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้ต้องการทราบความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนมากที่สุด ซึ่งมี 5 ระดับ ดังนี้

ระดับความพึงพอใจ 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ระดับความพึงพอใจ 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

ระดับความพึงพอใจ 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ระดับความพึงพอใจ 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ระดับความพึงพอใจ 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
1. ด้านสื่อการสอน					
1.1 สื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน					
1.2 สื่อการสอนสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน					
1.3 สื่อการสอนทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย					
1.4 สื่อการสอนมีความน่าสนใจ					
1.5 สื่อการสอนช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้					
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
2.1 การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก					
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ					
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น					

รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน					
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ					
3.1 ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจบทเรียนมากขึ้น					
3.2 ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์					
3.3 ผู้เรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนที่ครูจัดให้					
3.4 ผู้เรียนรู้สึกประสบผลสำเร็จในการเรียน					
3.5 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ครูจัดให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ด้านความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการ
จัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คำชี้แจง

1. การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

2. ขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณารายการประเมินแต่ละข้อต่อไปนี้ ว่ามีความสอดคล้องกันหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้อง

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้อง

ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้อง

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
1. การกำหนดองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้				
2. เขียนสาระสำคัญตามจุดประสงค์การเรียนรู้				
3. จุดประสงค์การเรียนรู้				
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้				
3.2 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
3.3 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย				
4. กิจกรรมการเรียนรู้				
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้				
4.2 เขียนตรงตามขั้นตอนการจัดการตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด				
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
5. สื่อ/แหล่งการเรียนรู้				

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			หมายเหตุ
	+1	0	-1	
5.1 ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้				
5.2 สอดคล้องตามกิจกรรมการเรียนรู้				
5.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้				
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้				
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้				

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ด้านความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ

.....

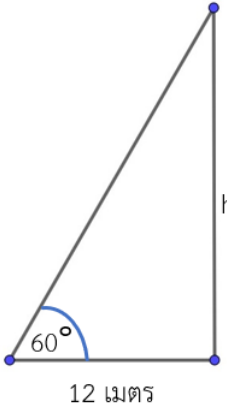
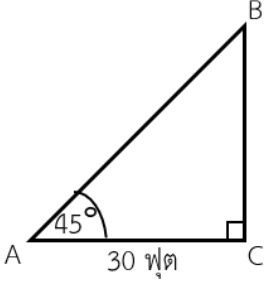
คำชี้แจง

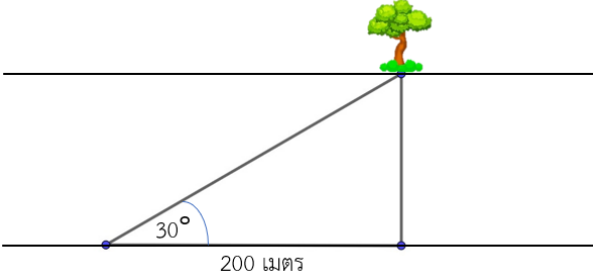
1. การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

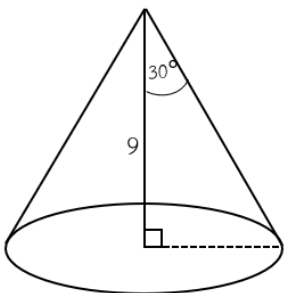
2. ขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบทดสอบแต่ละข้อต่อไปนี้มี ความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>1. นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p>	<p>1. รูปสามเหลี่ยมมุมฉากมีด้านที่ยาวที่สุดเท่ากับ 12 เซนติเมตร และมีมุมมุมหนึ่งเป็นมุมแหลมขนาด 30° แล้วด้านที่สั้นที่สุดยาวกี่เซนติเมตร</p>				
	<p>2. จากรูป กำหนด $\square ABCD$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีเส้นทแยงมุมยาว $\sqrt{18}$ หน่วย แล้วความยาวด้านของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสแต่ละด้านยาวกี่หน่วย</p>				
	<p>3. สิ่งโตยืนอยู่บนตาดฟ้าอาคารเรียนสูง 50 เมตร มองลงมาเห็นเพื่อนอยู่บนพื้นราบด้านล่างด้วยมุมก้ม 60° ดังรูป เพื่อนของสิ่งโตอยู่ห่างจากอาคารเรียนกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของสิ่งโต</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>1. นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาระดับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาระดับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาระดับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p>	<p>4. ศิลปินต้องการทราบความสูงของต้นไม้ต้นหนึ่ง ซึ่งเขาวัดความยาวของเงาของต้นไม้ได้ 12 เมตร ถ้าแนวของเส้นตรงที่ลากผ่านจุดปลายของเงาของต้นไม้และยอดต้นไม้ทำมุม 60° ดังรูป จงหาว่าต้นไม้ต้นนี้สูงกี่เมตร</p> 				
	<p>5. นดาอิงจรวดขวดน้ำ โดยฐานอิงจรวดขวดน้ำเอียงทำมุม 45° กับพื้นราบ จรวดขวดน้ำที่ถูกยิงจะเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงจนถึงจุดสูงสุดแล้วตกลงมาในแนวตั้งจนถึงพื้นราบ ซึ่งห่างจากฐานอิง 30 ฟุต จรวดขวดน้ำนี้ขึ้นไปสูงสุดกี่ฟุตจากพื้นราบ</p> 				
	<p>6. นักท่องเที่ยวคนหนึ่งยืนอยู่บนท่าเรือ ซึ่งอยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 120 ฟุต เขามองเห็นเรือเป็นมุมก้ม 60° จากระดับสายตา เรือลำนี้อยู่ห่างจากท่าเรือกี่ฟุต</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	
<p>1. นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p>	<p>7. แอนนามองเห็นยอดตึกแห่งหนึ่งเป็นมุมเงย 45° จากนั้นแอนนาเดินเข้าหาตึกทำให้แอนนามองเห็นตึกเป็นมุมเงย 60° ถ้าระยะห่างระหว่างตึกกับตำแหน่งปัจจุบันของแอนนาเท่ากับ 5 เมตร อยากทราบว่าแอนนาเดินเข้าหาตึกเป็นระยะทางเท่าใด โดยไม่คิดความสูงของแอนนา</p>				
	<p>8. กันมองไปฝั่งตรงข้ามของแม่น้ำเห็นต้นไม้ เมื่อกันเดินเลียบริมแม่น้ำเป็นแนวตรงไประยะทาง 200 เมตร แล้วมองไปยังต้นไม้ต้นเดิม โดยจุดที่มองทำมุม 30° กับแนวทางเดินริมฝั่งแม่น้ำ อยากทราบว่า แม่น้ำนี้กว้างกี่เมตร</p> 				
	<p>9. มินยืนอยู่สนามหญ้าห่างจากอาคาร 15 เมตร เขามองเห็นยอดอาคารเป็นมุมเงย 30° จากระดับสายตา ถ้าความสูงของมิน วัดจากเท้าถึงระดับสายตาได้ 150 เซนติเมตร อาคารหลังนี้สูงกี่เมตร</p>				
	<p>10. โคล่ายืนอยู่ห่างจากป้ายโฆษณาเป็นระยะ 20 เมตร ถ้าป้ายโฆษณาสูง 20 เมตร อยากทราบว่า โคล่ามองเห็นยอดป้ายโฆษณาเป็นมุมเงยกี่องศา โดยไม่คิดความสูงของโคล่า</p>				

จุดประสงค์การเรียนรู้	แบบทดสอบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	ความ สอดคล้อง			ข้อเสนอ แนะ
		+1	0	-1	
<p>1. นักเรียนสามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบเกี่ยวกับอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถวางแผนแก้โจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p> <p>4. นักเรียนสามารถสรุปคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วนตรีโกณมิติได้</p>	<p>11. วันวิสาขบูชาวัดบ้านไผ่ยาว 10 เมตร ไร่กับกำแพง โดยให้ปลายบันไดจดขอบกำแพงพอดี ถ้ากำแพงสูง 5 เมตร วันวิสาขจะต้องวางเชิงบันไดห่างจากกำแพงกี่เมตร และบันไดทำมุมกับพื้นดินกี่องศา</p>				
	<p>12. จากรูป กรวยมีความสูง 9 นิ้ว และมุมที่จุดยอดระหว่างความสูงกับสูงเอียงทำมุม 30° กรวยนี้มีรัศมียาวประมาณกี่นิ้ว</p> 				
	<p>13. ถ้ามุมเงยของสายตาแมวที่มองนกซึ่งเกาะอยู่บนกิ่งไม้เท่ากับ 60° และแมวอยู่ห่างจากโคนต้นไม้ 10 ฟุต จงหาระยะห่างระหว่างแมวตัวนี้กับนกที่เกาะอยู่บนกิ่งไม้</p>				
	<p>14. อองรีสูง 170 เซนติเมตร มองไปเห็นลูกบอลอยู่บนต้นไม้ต้นหนึ่งเป็นมุมเงย 60° จากระดับสายตาดำ อองรียืนอยู่ห่างจากต้นไม้ 15 เมตร แล้วลูกบอลลูกนั้นอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร</p>				
	<p>15. เณรเอมยืนอยู่บนจุดชมวิวแห่งหนึ่ง เขาก็มองเห็นยอดต้นไม้ใหญ่เป็นมุมก้ม 60° จากระดับสายตา ถ้าต้นไม้ใหญ่สูง 80 เมตร และอยู่ห่างจากหน้าผา $100\sqrt{3}$ เมตร จุดชมวิวนี้อยู่สูงกี่เมตร โดยไม่คิดความสูงของเณรเอม</p>				

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ด้านความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนรู้
โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

คำชี้แจง

1. การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด

2. ขอความอนุเคราะห์ท่านผู้เชี่ยวชาญพิจารณาแบบสอบถามแต่ละข้อต่อไปนี้มีว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยหรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง +1 เมื่อแน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย
 ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง 0 เมื่อไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย
 ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง -1 เมื่อแน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัย

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. ด้านสื่อการสอน				
1.1 สื่อการสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียน				
1.2 สื่อการสอนสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน				
1.3 สื่อการสอนทำให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้ง่าย				
1.4 สื่อการสอนมีความน่าสนใจ				
1.5 สื่อการสอนช่วยส่งเสริมบรรยากาศการเรียนรู้				
2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
2.1 การจัดกิจกรรมเป็นไปตามลำดับขั้นตอนจากง่ายไปยาก				

รายการประเมิน	ความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
2.2 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยอิสระ				
2.3 กิจกรรมการเรียนรู้กระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยกระบวนการกลุ่มและการแสดงความคิดเห็น				
2.4 กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน				
2.5 กิจกรรมการเรียนรู้ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหาคณิตศาสตร์				
3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับ				
3.1 ผู้เรียนมีความรู้ ความเข้าใจที่เรียนมากขึ้น				
3.2 ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์				
3.3 ผู้เรียนสามารถหาแนวทางแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ครูจัดให้				
3.4 ผู้เรียนรู้สึกประสบความสำเร็จในการเรียน				
3.5 การเรียนรู้ด้วยกิจกรรมที่ครูจัดให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้				

ความคิดเห็น/ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)

ภาคผนวก จ

ผลการสอบวัดภาษาอังกฤษตามเกณฑ์ CEFR



ประกาศมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา
เรื่อง ผลการสอบวัดสมิทธิภาพภาษาอังกฤษ (CEFR)
ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

ด้วยบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ได้ดำเนินการจัดสอบวัดสมิทธิภาพภาษาอังกฤษ (CEFR) ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ตามข้อบังคับสภามหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ว่าด้วยการจัดการศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา พ.ศ.๒๕๖๑ หมวด ๗ ข้อ ๒๙ (๗) นักศึกษาทุกระดับการศึกษาของบัณฑิตศึกษาต้องผ่านเกณฑ์การสอบภาษาอังกฤษตามประกาศมหาวิทยาลัยก่อนสำเร็จการศึกษา

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยได้ดำเนินการสอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขอแจ้งผลการสอบวัดสมิทธิภาพภาษาอังกฤษ (CEFR) ของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ดังรายชื่อ

จึงเรียนมาเพื่อให้นักศึกษาทุกท่านทราบโดยทั่วถึงกัน

ประกาศ ณ วันที่ ๔ ตุลาคม พ.ศ. ๒๕๖๔

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลินดา เกษมมา)
อธิการบดี

รายงานผลคะแนนการสอบ CEFR ระดับบัณฑิตศึกษา
จัดสอบโดยบัณฑิตวิทยาลัย เมื่อวันที่ 3 กันยายน 2564

ลำดับ	รหัสนักศึกษา	ชื่อ-นามสกุล	คะแนน	ระดับ	สาขาวิชา
1	6263103001	นางจิรพรรณ จิตต์การณย์	115	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
2	6263103002	นางสาวประดับดาว คำสมัย	115	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
3	6263103003	พระจรัสศักดิ์ อนัญญาวงศ์	113	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
4	6263103004	นางสาวฐิติวรา เกษสาคร	115	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
5	6263103005	นางสาวณัฐธิยา สมบูรณ์	116	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
6	6263103006	นางสาวศศิกันต์ สุทธินันท์รัตน์	115	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
7	6263103007	นางลักขมี เอี่ยมวงศ์	115	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
8	6263103008	นางสาวขวัญฤทัย แก้วไพฑูรย์	105	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
9	6263103009	นางสาวน้ำฝน ปินตา	105	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
10	6263103010	นางสาวโสพิศ จิตรเสนาะ	110	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
11	6263103011	นางชมชนก ทองมูลเนื่อง	109	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
12	6263103012	นางนภาพร นาคหลง	87	C1	ป.โท หลักสูตรและการสอน
13	6263103013	นางสาวโอลดา เทียมสุข	107	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
14	6263103014	นางพวงเพชร เทียมไพบูลย์	117	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
15	6263103015	นางสาวธิดารัตน์ อิ่มใจ	116	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน
16	6263103016	นางสาวบงกช เรื่องทองดี	114	C2	ป.โท หลักสูตรและการสอน

ภาคผนวก ฉ
แบบตอบรับบทความวิจัย

วารสารวิชาการ
บัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต
 บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

ที่ บพว. ๑๙-๓ /๐๙

๑๔๕/๙ อาคารเฉลิมพระเกียรติ

๕๐ พรรษา มหาวชิราลงกรณ

ถนนสุขุทัย เขตดุสิต

กรุงเทพฯ ๑๐๓๐๐

วันที่ ๑๗ เมษายน ๒๕๖๖

เรื่อง การตอบรับการตีพิมพ์บทความ

เรียน คุณณัฐธิดา สมบูรณ์

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3” ทางกองบรรณาธิการวารสารได้รับบทความวิจัยของท่าน และบทความของท่านได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพและความถูกต้องของเนื้อหาตามหลักวิชาการ โดยผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกจำนวน ๓ ท่านแล้วนั้น

ในการนี้ กองบรรณาธิการยินดีที่จะนำบทความของท่านตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ บัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ปีที่ ๑๙ ฉบับที่ ๓ (เดือนกันยายน ถึง ธันวาคม ๒๕๖๖)

ขอแสดงความนับถือ



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อาภาศิริ สุวรรณานนท์)
 บรรณาธิการ

วารสารวิชาการบัณฑิตวิทยาลัยสวนดุสิต มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

โทร.๐๒ ๒๔๑ ๗๑๙๑-๕ ต่อ ๔๑๓๑ หรือ ๔๑๓๕ โทรสาร ๐๒ ๒๔๓ ๓๔๐๘

E-mail : journalgraduate.sdu@gmail.com

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	ณัฐลีญา สมบูรณ์
วันเดือนปีเกิด	10 มิถุนายน 2536
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2553	มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแก่งศรีวิทยา จังหวัดชัยภูมิ
พ.ศ. 2559	ปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2559 - ปัจจุบัน	ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบางมดวิทยา “สีสุกหวาดจวนอุปลัมภ์” เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร