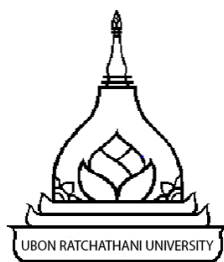


การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทาง
คณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานเป็นฐาน

เฉลิมขวัญ รวมสุข

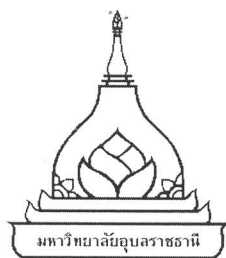
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี



DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS AND
PROBLEM SOLVING SKILLS BY INQUIRY- BASED LEARNING WITH
PROJECT-BASED LEARNING

CHALERMKWAN RUAMSUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
MAJOR IN MATHEMATICS EDUCATION
FACULTY OF SCIENCE
UBON RATCHATHANI UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2017
COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์

เรื่อง การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ผู้วิจัย นางสาวเฉลิมขวัญ รวมสุข

คณะกรรมการสอบ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กรวิกา ก้องกุล

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล

กรรมการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรยุทธ นิลสระคู

กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชริตา ปุกหุด)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความช่วยเหลือ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ อย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมมธจิต แป้นศรี ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์ และอาจารย์วิทยา พูลสวัสดิ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จสมบูรณ์ได้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) และโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนส่งเสริมและเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้เข้าศึกษาในระดับปริญญาโท พร้อมทั้งให้การสนับสนุนด้านงบประมาณในการศึกษาและการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และขอขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ประจำปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขุนควรวิทยาคม อำเภอปง จังหวัดพะเยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 36 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ ให้คำปรึกษาชี้แนะ และให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัยที่ให้อำนาจใจและให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเป็นอย่างดีที่สุดเสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

เฉลิมขวัญ รวมสุข

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

- เรื่อง : การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- ผู้วิจัย : เฉลิมขวัญ ร่มสุข
- ชื่อปริญญา : วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
- สาขาวิชา : คณิตศาสตรศึกษา
- อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ดร.มนกรณ์ วัฒนทวีกุล
- คำสำคัญ : ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์, ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน รวมทั้งเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และได้ศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง การวิจัยนี้ใช้กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขุนควรวิทยา จ.พะเยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โดยแบ่งนักเรียนเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มละ 25 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานฐาน แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐานและการทดสอบที (t-test) ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ ดี

ABSTRACT

TITLE : DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS AND
PROBLEM SOLVING SKILLS BY INQUIRY-BASED LEARNING WITH
PROJECT-BASED LEARNING

AUTHOR : CHALERMKWAN RUAMSUK

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : MATHEMATICS EDUCATION

ADVISOR : ASSOC. PROF. MANAKORN WATTANATAWEEKUL, Ph.D.

KEYWORDS : MATHEMATICAL CONNECTION SKILLS, PROBLEM SOLVING SKILLS,
INQUIRY-BASED LEARNING WITH PROJECT-BASED LEARNING

The purpose of this research were compare the effectiveness of student's mathematical connection skills and problem-solving skills using inquiry-based learning with project-based learning between before and after learning and to compared with normal instruction. In addition, the study quality of mathematical projects in mathematical connection skills using inquiry-based leaning with project-based learning. A quasi-experimental design method was used to assemble a target group from grade 8th students of Khunkhuanwittayakhom School in Phayao province in the second semester of the 2016 academic year. The students were separated into experimental group and control group of 25 each. Three research tools were adopted for analyzing mathematical connection skills and problem-solving skills; inquiry-based learning with project-based learning lesson plans, pre-test and post-test, and evaluation form. Data were analyzed by using basic statistics and t-tests. Results showed that learning using inquiry-based learning with project-based learning was better in developing the students' mathematical connection skills and problem-solving skills and better than normal instruction activities at .05 level of significance. Moreover, the result of evaluation the students' mathematical connection skills for inquiry-based learning with project-based learning instruction activities was good.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 หลักการและเหตุผล	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการจากการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	7
2.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	12
2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	14
2.4 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	18
2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	21
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	
3.1 แบบแผนการวิจัย	28
3.2 กลุ่มเป้าหมาย	29
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	29
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	59
3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	68

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่าง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	71
4.2 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน ของกลุ่มทดลอง	86
4.3 ผลการประเมินคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	92

บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย	96
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	96
5.3 ข้อเสนอแนะ	99

เอกสารอ้างอิง 100

ภาคผนวก

ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ	107
ข การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	109
ค การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน	112
ง ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้	117
จ แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะ การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	136
ฉ ตัวอย่างกระดาษคำตอบของกลุ่มทดลองวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	197

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ข คณะแนวรายชื่อของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน	199
ข ตัวอย่างผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้ แบบโครงงานเป็นฐาน	204
ประวัติผู้วิจัย	211

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คำจำกัดความในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	22
3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย	29
3.2 แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง	31
3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง	34
3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม	37
3.5 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม	38
3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	41
3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แสดงการบอกหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา	42
3.8 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการบอกหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา	43
3.9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แสดงการนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงการวางแผนการแก้ปัญหา	45
3.10 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงการวางแผนการแก้ปัญหา	45
3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ แสดงการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหา	47

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
3.12	เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหา	48
3.13	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นความเข้าใจปัญหา	50
3.14	เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) ขั้นความเข้าใจปัญหา	51
3.15	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา	52
3.16	เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา	53
3.17	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา	54
3.18	เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา	54
3.19	เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นการตรวจสอบคำตอบ	57
3.20	เกณฑ์การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	58
3.21	คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)	59
3.22	คะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)	61
3.23	คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)	62
3.24	คะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม(หลังเรียน)	63

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
3.25	ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง	64
4.1	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)	72
4.2	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)	75
4.3	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่าง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)	78
4.4	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่าง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)	82
4.5	ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	86
4.6	ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของกลุ่มทดลอง	92
ข.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน	110
ข.2	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน	111
ค.1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	113
ข.1	คะแนนรายชื่อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	200
ข.2	คะแนนรายชื่อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	202

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องอะไรบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา	44
3.2 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหา	46
3.3 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา	49
3.4 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนสำหรับขั้นที่ 1 ความเข้าใจในปัญหา	52
3.5 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา	54
3.6 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา	56
3.7 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ	57
3.8 ตัวอย่างผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้ ของกลุ่มทดลอง	66
3.9 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล	67
4.1 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)	73
4.2 กระดาษคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง N10 แสดงทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	73
4.3 กระดาษคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม C12 แสดงทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	74
4.4 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	75

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.5 กระจายคำตอบก่อนเรียน ของกลุ่มทดลอง N13 แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	76
4.6 กระจายคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม C14 แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	77
4.7 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)	79
4.8 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N10 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	80
4.9 กระจายคำตอบของกลุ่มควบคุม C12 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	81
4.10 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม	83
4.11 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N13 หลังเรียน แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	84
4.12 กระจายคำตอบของกลุ่มควบคุม C14 หลังเรียน แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	85
4.13 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง	87
4.14 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N11 (ก่อนเรียน) แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	88
4.15 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N11 (หลังเรียน) แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	89
4.16 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N5 (ก่อนเรียน) แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	90
4.17 กระจายคำตอบของกลุ่มทดลอง N5 (หลังเรียน) แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	91
4.18 ตัวอย่างผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ถังน้ำพิสดาร	94

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
ฉ.1	กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N10 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	198
ช.1	ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง กรอบหน้าจอนี้คนุค	205
ช.2	ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ตู้ปลาวิเศษ	208

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ความสำคัญของคณิตศาสตร์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เพื่อมุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความพร้อมทั้งด้านร่างกาย ความรู้ และคุณธรรม ในการศึกษาต่อ และการประกอบอาชีพ โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญและเชื่อว่านักเรียนทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills) ที่ครูสอนไม่ได้ นักเรียนต้องเรียนเอง หรือพูดใหม่ว่าครูต้องไม่สอน แต่ต้องออกแบบการเรียนรู้ และอำนวยความสะดวก (facilitate) ในการเรียนรู้ ให้นักเรียนเรียนรู้จากการเรียนแบบลงมือทำ แล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง (วิจารณ์ พานิช, 2555) และเป็นไปตามหลักการจัดการศึกษาตาม มาตรา 22 ที่ว่าการจัดการศึกษาต้องยึดหลักว่า นักเรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่านักเรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาตามธรรมชาติและเต็มศักยภาพ

การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ แม้ว่านักเรียนจะมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเป็นอย่างดี แต่ยังพบว่า นักเรียนขาดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สิ่งเหล่านี้ก็คือ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั่นเอง สาเหตุเกิดจากการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่วนใหญ่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยาย หรือแสดงผลทุกอย่างในทุกขั้นตอนแบบสำเร็จรูป เพื่อให้นักเรียนทำตามและเน้นที่เนื้อหาวิชามากกว่าทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จึงทำให้ผู้สอนไม่คุ้นเคยกับการเรียนการสอนที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดคำถามบ่อยครั้งว่า “เรียนคณิตศาสตร์ไปทำไม สุดท้ายก็ใช้แค่การบวก ลบ คูณ หาร ” อีกทั้งยังส่งผลต่อเจตคติที่ไม่ดีในการเรียนคณิตศาสตร์ด้วย

ดังนั้นการพัฒนานักเรียนควรเริ่มจากการพัฒนาทักษะทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มจากการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะเป็นทักษะและกระบวนการที่สำคัญ สำหรับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ ในการนำความรู้หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งเป็นทักษะที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ เพื่อฝึกฝนทักษะ และพัฒนาให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนเอง เพราะการที่นักเรียนได้ฝึกทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะช่วย

ส่งเสริมให้นักเรียนเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนเข้าใจวิชาคณิตศาสตร์ได้ลึกซึ้ง และยาวนานมากยิ่งขึ้นตลอดจนช่วยให้นักเรียนเห็นว่า คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีคุณค่า น่าสนใจและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) ส่วนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีนักการศึกษาคณิตศาสตร์หลายท่านต่างยอมรับว่า การแก้ปัญหานั้นเป็นหัวใจของคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องอาศัยความคิดรวบยอดทักษะการคิดคำนวณ หลักการ กฎ และสูตรต่าง ๆ นำไปใช้แก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตและสามารถสร้างให้เกิดขึ้นได้ ในการสอนนักเรียนให้รู้จักแก้ปัญหาจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอน มีระเบียบแบบแผน และรู้จักตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สอดคล้องกับ (National council of teachers of mathematics: NCTM, 1989) ที่ได้กล่าวไว้ว่า “การแก้ปัญหานั้นเป็นจุดเน้นที่สำคัญของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์”

ดังนั้น ผู้สอนควรตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงบทบาทของตนเองจากการบรรยายในชั้นเรียนสู่การจัดการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยเฉพาะการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามที่ (Maryellen Weimer, 2017) ได้อธิบายไว้ เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Learner-centered) ผู้สอนจึงมีหน้าที่ในการหาวิธีการ หรือมีการจัดการเรียนการสอน โดยสอดแทรกกลวิธีต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ความสนใจ และเกิดทักษะทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ กับนักเรียน เพื่อให้นักเรียนนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ในการดำเนินชีวิตให้ได้มากที่สุด ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Inquiry-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้างความรู้ด้วยตัวเอง และมีครูผู้สอนเป็นผู้ให้ความสะดวกในการจัดการเรียนรู้แก่นักเรียน แทนการให้ครูผู้สอน เป็นผู้ให้คำตอบที่ถูกต้อง นักเรียนต้องค้นหาคำตอบของตัวเอง และการค้นหาข้อมูลที่จำเป็นด้วยตัวเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการระบุปัญหา และเชื่อมโยงความรู้ที่เคยเรียนรู้อยู่มาแล้วนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยตัวเอง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะสามารถนำไปใช้ในชั้นเรียนโดยผ่านกิจกรรมกลุ่ม (Krajcik and et al., 1998) ส่วนรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) มีแนวคิดมาจาก การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกัน (Bender, 2012) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติตามความสนใจของนักเรียน นักเรียนจะเป็นผู้เลือกวิธีการค้นหาคำตอบด้วยตัวเอง ทำให้สามารถบูรณาการความรู้ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยงความรู้กับโลกความเป็นจริง โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษา

จากรายละเอียดข้างต้น ผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (inquiry-based learning) และการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning) ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวเอง และได้ลงมือปฏิบัติจริง เห็นได้จากงานวิจัยที่ใช้ การจัดการเรียนรู้แบบ

สืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน อาทิเช่น งานวิจัยของ (Chu and et al., 2011) โดยนำวิธีการสอนดังกล่าวข้างต้น มาพัฒนาทักษะไอทีและทักษะการรู้สารสนเทศ โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 143 คน และใช้แบบสอบถามการเปรียบเทียบระดับความเข้าใจการรู้สารสนเทศและทักษะด้านไอทีก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ผลการวิจัยพบว่า ระดับความเข้าใจการรู้สารสนเทศและทักษะด้านไอทีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน นอกจากนี้มีงานวิจัยของ (ปิยบุษ นุตตระกูล, 2557) ได้ใช้วิธีการสอนดังกล่าวข้างต้น ได้เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะและกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในการสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ห้องเรียน เลือกแบบเจาะจง โดยนักเรียนแต่ละห้องมีความสามารถคละ โดยใช้แบบวัดการประเมินพฤติกรรมในขณะปฏิบัติกิจกรรม ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ ดี

จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัย พบว่า นักเรียนไม่สามารถนำหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วเชื่อมโยงกับเรื่องการวัดได้ เป็นผลทำให้ นักเรียนไม่สามารถแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพราะนักเรียนยังขาดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่จะนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่การทำโครงงานคณิตศาสตร์ โดยที่การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนรู้มาแล้วมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาช่วยในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขุนควรวินวิทยา จ. พะเยา

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

1.2.3 เพื่อศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงขึ้นเมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1.3.2 นักเรียนกลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงขึ้น เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

1.3.3 นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีผลการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

1.3.4 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.3.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 ซึ่งเรียนอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขุนควรวทยา จ.พะเยา จำนวน 50 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) ซึ่งนักเรียนทั้งสองห้องมีผลคะแนนสอบแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่ต่างกัน แล้วทำการจับสลากเพื่อกำหนดกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 เป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน และได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เป็นกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน

1.4.2 ตัวแปรที่ศึกษา

1.4.2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เข้าร่วมการวิจัย 2 รูปแบบ ดังนี้

- 1) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- 2) การจัดการเรียนรู้แบบปกติ

1.4.2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

- 1) ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2) ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3) คุณภาพโครงงานทางคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

1.4.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.5.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัดความยาว การวัดพื้นที่และการวัดปริมาตร ซึ่งสามารถประเมินจากนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.5.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เป็นลำดับขั้นตอน ตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสามารถบอกได้ว่า โจทย์ต้องการทราบอะไร อะไรเป็นสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องค้นหาความเชื่อมโยงความรู้หรือหลักการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง มาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนต้องลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนตรวจสอบคำตอบที่ได้มา และความถูกต้องของวิธีการดำเนินการแก้ปัญหาย่างสมเหตุสมผล

1.5.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถามหรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ คำตอบของคำถามถูกสร้างขึ้นผ่านกิจกรรมกลุ่ม โดยใช้แนวคิดของ (Chu and et al., 2011) ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1.5.3.1 สร้างความสนใจด้วยคำถาม หมายถึง ครูผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มเริ่มต้นด้วยการถามในประเด็นคำถามที่น่าสนใจ โดยนักเรียนจะได้รับการกระตุ้นในการเลือกหัวข้อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจ

1.5.3.2 เลือกหัวข้อโครงงาน หมายถึง ระบุหัวข้อที่ทางกลุ่มของนักเรียนสนใจเพื่อทำการค้นหาข้อมูล

1.5.3.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง หมายถึง ครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้ว มาสร้างกรอบความคิดใหม่ และให้คำแนะนำในการค้นหาข้อมูลและแนะนำเนื้อหา และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองเพื่อค้นหาข้อมูลที่ทางกลุ่มสนใจ

1.5.3.4 วางแผนในการทำโครงงาน หมายถึง ให้นักเรียนดำเนินการวางแผนการทำโครงงาน เพื่อแสดงแนวคิดและขั้นตอนของการทำโครงงาน ซึ่งอาจต้องใช้เวลาระดมสมองในการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น

1.5.3.5 ดำเนินการทำโครงงาน หมายถึง นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงานต้องลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงานที่กำหนดไว้

1.5.3.6 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและการเขียนรายงาน หมายถึง เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำโครงงานเสร็จแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผล สรุปผล และเขียนรายงาน เพื่อจะนำไปนำเสนอโครงงานของกลุ่ม ซึ่งการเขียนโครงงานตามหัวข้อต่อไปนี้ (ชื่อโครงงาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล ข้อเสนอแนะและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ) โดยครูผู้สอนมีหน้าที่คอยเป็นที่ปรึกษา

1.5.3.7 การนำเสนอโครงงานและประเมินผลโครงงาน หมายถึง นำผลการทำโครงงานมานำเสนอโดยผ่านสื่อและเทคโนโลยี โดยครูผู้สอนประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม

1.5.4 การจัดการเรียนรู้แบบปกติ หมายถึง การเรียนจากครูผู้สอนที่มีเนื้อหาการเรียนรู้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง 2551 มี 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป

1.5.5 คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หมายถึง คุณภาพของผลงานของนักเรียน ซึ่งได้มาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งวัดจากการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยประเมินจาก การนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องจริง เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาแล้วนำไปสู่การแก้ปัญหา

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1.6.1 ได้แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ช่วยพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.6.2 พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดีขึ้น เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.3 เป็นแนวทางในการสร้างการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หรือวิชาอื่น ๆ

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังรายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

- 2.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
- 2.4 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- 2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะรวมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- 2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะที่สำคัญในการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้ดังนี้

2.1.1 ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (National council of teachers of mathematics: NCTM, 1991) ได้ให้ความหมายของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า คือ การผสมผสานแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องกันให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ซึ่งแบ่งออกเป็น

(1) การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกัน ไปสัมพันธ์กันให้ผู้เรียนได้ประยุกต์ความรู้ และทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยนักเรียนให้ทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา

(2) การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไปภายใต้เนื้อหาเรื่องที่เกี่ยวข้องกันให้มาสัมพันธ์กัน เช่น วิชาคณิตศาสตร์กับวิทยาศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ สังคมศึกษาหรือศิลปะ เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ความเข้าใจและทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

อัมพร มาคนอง (2554) ได้ให้ความหมายว่า การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ที่เรียนมาแล้วหรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมากับความรู้หรือสถานการณ์อื่นที่ตัวเองพบ เป็นการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้และพัฒนาการเชื่อมโยงทำได้หลากหลาย แต่ที่นิยมกันมากในห้องเรียนคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์เป็นการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระองค์ความรู้หรือกระบวนการภายในคณิตศาสตร์

(2) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ เป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน

(3) การเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันเป็นการเชื่อมโยงความรู้หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้เสนอความเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์ มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้นและได้จำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ได้เป็น 2 แบบ

(1) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ คือ เป็นการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผล ทำให้สามารถแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธีหรือกะทัดรัดขึ้น และทำให้การเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีความหมายสำหรับนักเรียนมากยิ่งขึ้น

(2) การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ คือ เป็นการนำความรู้ และทักษะกระบวนการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ ไปสัมพันธ์กันอย่างเป็นเหตุเป็นผลกับเนื้อหาและความรู้ของศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ดาราศาสตร์ พันธุกรรมศาสตร์ จิตวิทยา และเศรษฐศาสตร์ เป็นต้น ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์น่าสนใจ มีความหมาย และนักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนคณิตศาสตร์

2.1.2 การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National council of teachers of mathematics: NCTM) (2000) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูเกี่ยวกับการพัฒนาการเชื่อมโยงสำหรับนักเรียนในเกรด 6-8 ดังนั้น ครูมีบทบาทในการเลือกปัญหาในการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายในและภายนอกหลักสูตร รวมไปถึงการช่วยให้นักเรียนสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์และพัฒนา

แนวคิดใหม่ ครูต้องตระหนักและเข้าใจความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ไม่ควรสอนแบบรวบรัด แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ ครูจำเป็นต้องกระตุ้นให้นักเรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการทำความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา ครูควรเพิ่มความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน ด้วยการใช้วิชาอื่นเป็นแหล่งข้อมูลปัญหาหลาย ๆ ปัญหา เช่น การศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์และวิชาสังคมศึกษา เป็นการเพิ่มโอกาสในการเรียนเกี่ยวกับการวัดข้อมูล พืชคณิตและศิลปะสามารถนำมาใช้สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับรูปร่างสมมาตร และแบบรูปทางเรขาคณิต ครูศิลปะสามารถบรรยายวิธีการที่เหมาะสมในการยกตัวอย่างแ่งเกี่ยวกับสูตรช่วยให้นักเรียนตระหนักและสามารถวิเคราะห์รูปแบบของการอ้างเหตุผลและข้อเท็จจริง ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2554) กล่าวว่า สิ่งที่สำคัญที่จะทำให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงได้ คือ ผู้เรียนต้องมีความรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่จะนำไปใช้เชื่อมโยงเป็นอย่างดี มีประสบการณ์ในการมองเห็นความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับสิ่งที่จะเชื่อมโยงและมีทักษะในการเชื่อมโยงหรือสร้างความสัมพันธ์ในทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยง จึงไม่ควรแยกเนื้อหาออกจากกัน แต่ควรสอนรวมกันไป เช่น สอนทั้งจำนวนและการดำเนินการ พืชคณิต เรขาคณิต เพื่อให้ผู้เรียนมองเห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกัน และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทำให้เข้าใจภาพรวมของคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

เวชฤทธิ์ อังกะภักขร (2555) กล่าวว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาได้ ซึ่งปัจจัยที่สำคัญสำหรับการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนดังนี้

(1) ผู้สอนควรเลือกปัญหาที่เป็นการเชื่อมโยงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ทั้งภายนอกและภายในวิชาคณิตศาสตร์ รวมไปถึงการช่วยให้ผู้เรียนสร้างและพัฒนาแนวคิดทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรสอนแบบรวบรัด แต่ควรมีการร่วมกันคิดร่วมกันทำ และผู้สอนจำเป็นต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้คำหรือเครื่องหมายที่เหมาะสมในการสนับสนุนความเข้าใจความคิดรวบยอดใหม่ของพวกเขา

(2) ผู้สอนควรให้ผู้เรียนปฏิบัติงานหรือกิจกรรมแล้วแปลงกิจกรรมเหล่านั้น ออกมาเป็นรูปภาพ แผนภูมิ กราฟ หรือ สัญลักษณ์ต่าง ๆ

(3) ผู้สอนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนเชื่อมโยงระหว่างความรู้ใหม่ และความรู้ส่วนหนึ่งที่เคยเรียนรู้อยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความเข้าใจแนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้ด้วยตนเอง โดยการใช้คำถามทำให้เกิดการอภิปราย เช่น “ปัญหานี้หรือเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องนี้เหมือนกับปัญหาอื่นหรือเรื่องที่เคยเรียนมาก่อนหรือไม่ อย่างไร” “เราเคยเห็นคำถามแบบนี้ที่ไหนหรือไม่” “แนวคิดเหล่านี้สัมพันธ์กันอย่างไร” “มีใครมีความคิดเห็นที่แตกต่างจากนี้หรือไม่” “งานที่เราทำวันนี้สัมพันธ์กับงานที่เราทำเมื่อวันก่อนหรือไม่อย่างไร”

(4) ผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนร่วมกันแก้ปัญหาเป็นกลุ่ม และแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่พวกเขาสนใจ เนื่องจาก การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เชื่อมโยงเข้ากับความเป็นส่วนตัวของผู้เรียน จะส่งเสริมให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนรู้ และผู้เรียนได้ทำงานอย่างมีความหมาย อีกทั้งกิจกรรมหรือปัญหาที่ให้ควรเป็นปัญหาปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นได้

(5) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนหาข้อมูลนอกห้องเรียน เนื่องจากการช่วยให้พวกเขาเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง การเก็บรวบรวมข้อมูลเหล่านั้นเป็นการเพิ่มความสามารถของผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์สาขาอื่น ๆ และชีวิตจริง รวมทั้งนักเรียนจะมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น จำนวน ขนาด รูปร่าง และแบบรูป โดยผ่านการเก็บรวบรวมข้อมูล

(6) ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ และทักษะทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อฝึกให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยงของคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และชีวิตจริง โดยทำควบคู่กับการสอนเนื้อหาปกติ

กรมวิชาการ (2544) กล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์นั้น ครูอาจจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ปัญหา สอดแทรกในการเรียนรู้อยู่เสมอ เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการเรียนรู้เนื้อหาใหม่ หรือนำความรู้และกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูกำหนดขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนเห็นความเชื่อมโยง ครูอาจมอบหมายงานหรือกิจกรรมให้ผู้เรียนให้มีการอภิปรายและหาข้อสรุปร่วมกัน

จากการศึกษาข้างต้นผู้วิจัย สรุปได้ว่า การพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้วมาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด ซึ่งสามารถประเมินจากนักเรียนที่สามารถนำความรู้ หลักการ และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.1.3 การประเมินคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การประเมินคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์เป็นการสะท้อนสภาพความสำเร็จของการจัดกิจกรรม ผู้ประเมินจะร่วมกันประเมินผลว่ากิจกรรมที่ทำนั้นบรรลุจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นในการประเมินผลโครงการจึงจำเป็นต้องประเมินให้ครอบคลุมทุกด้าน

2.1.3.1 ผู้ประเมินโครงการคณิตศาสตร์

กรมวิชาการ (2545) ได้กล่าวถึง การประเมินโครงการไว้ว่าผู้ประเมินโครงการอาจดำเนินด้วยบุคคลต่อไปนี้

1) ประเมินโดยตนเอง มุ่งให้ผู้เรียนบอกความพึงพอใจในงานที่ทำ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่คิดว่าควรปรับปรุง

2) ประเมินเพื่อน มุ่งให้ประเมินโครงการงานคณิตศาสตร์ในด้านความน่าสนใจ น่าเชื่อถือและประโยชน์ว่ามีมากน้อยเพียงใด

3) ประเมินโดยผู้สอน มุ่งให้ผู้สอนตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงาน ความสอดคล้องของงาน รูปแบบและวิธีการนำเสนอ รวมถึงประโยชน์ต่าง ๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใด

2.1.3.2 วิธีการประเมินโครงการงานคณิตศาสตร์

การประเมินโครงการงานคณิตศาสตร์ต้องกำหนดขอบข่ายหรือประเด็นที่ต้องการ ประเมินเพื่อนำมากำหนดตัวบ่งชี้ กำหนดวิธีการและเครื่องมือประเมิน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ให้วิธีการประเมินผล โครงการงานคณิตศาสตร์โดยกำหนดสาระสำคัญที่จำเป็นต้องประเมินประกอบด้วยด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ คุณลักษณะที่พึงประสงค์และแหล่งการเรียนรู้ โดยอาจกำหนดรายการประเมินและ พฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมินดังนี้

- (1) ความรู้
- (2) ทักษะกระบวนการ ประกอบด้วย
 - (2.1) การแก้ปัญหา
 - (2.2) การให้เหตุผล
 - (2.3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ
 - (2.4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
 - (2.5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- (3) คุณลักษณะที่พึงประสงค์ประกอบด้วย
 - (3.1) ทำงานอย่างเป็นระบบ
 - (3.2) มีระเบียบวินัย
 - (3.3) มีความรอบคอบ
 - (3.4) มีความรับผิดชอบ
 - (3.5) มีวิจารณญาณ
 - (3.6) มีความเชื่อมั่นในตนเอง
 - (3.7) ตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์
- (4) แหล่งการเรียนรู้พิจารณาจาก
 - (4.1) ความเหมาะสม
 - (4.2) ความพอเพียง
 - (4.3) ความน่าเชื่อถือ

เกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ใช้วิธีประเมินแบบอิงมาตรฐานที่ต้องสร้างเกณฑ์ให้สัมพันธ์กับพฤติกรรมหรือการแสดงออกในแต่ละรายการประเมิน และกำหนดความสามารถของนักเรียนด้วยคำอธิบายที่บอกคุณภาพของงาน เพื่อแสดงความก้าวหน้าของผลการเรียนรู้ของนักเรียนได้กำหนดเป็น 4 คุณภาพ คือ 1 หมายถึง ปรับปรุง ระดับ 2 หมายถึง พอใช้ ระดับ 3 หมายถึง ดี และระดับ 4 หมายถึง ดีมาก

สำหรับการประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นการประเมินทักษะการเชื่อมโยง การนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์ไปช่วยแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม โดยการประเมินดูจากพฤติกรรมที่แสดงออกถึงความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยประเมินคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ คือ คุณภาพของผลงานของนักเรียน ซึ่งได้มาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งวัดจากการประเมินคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยประเมินจาก การนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด เพื่อช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา

2.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.1 ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Krulik and Rudnick (1996) กล่าวว่า การแก้ปัญหาเป็นความสามารถแต่ละบุคคลที่ใช้ความรู้ ความชำนาญ และการทำความเข้าใจปัญหาต่าง ๆ มาใช้ในการแก้ปัญหา

กระทรวงศึกษาธิการ (2552) ได้ให้ความหมายของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจถึงความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

จากความหมายทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ต้องนำความรู้หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการหาคำตอบได้

2.2.2 กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1957) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มีขั้นตอนการแก้ปัญหาไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา สิ่งแรกที่ต้องทำความเข้าใจ คือสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสรุปปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหาในภาษาของตนเองได้ สามารถบอกได้ว่าโจทย์ปัญหามีถามหาอะไร อะไรเป็นสิ่งที่ให้มา อะไรคือเงื่อนไข และถ้าจำเป็นต้องให้ชื่อกับข้อมูลต่าง ๆ เขาควรจะเลือกสัญลักษณ์ที่เหมาะสมได้ นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาอย่างตั้งใจ เข้าแล้วซ้ำอีกและหลาย ๆ แง่มุมจนกระทั่งสามารถสรุปออกมาได้

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องมองเห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ ในปัญหาให้ชัดเจนเสียก่อน สิ่งที่ต้องการหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ให้มาอย่างไร ซึ่งสัมพันธ์กับปัญหานั้นบ้าง เทคนิคหนึ่งที่จะช่วยในการวางแผนนั้นควรจะแบ่งเป็นขั้น ๆ โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนใหญ่ และในขั้นตอนใหญ่แต่ละขั้นก็จะแบ่งออกเป็นขั้นเล็ก ๆ อีกมากมาย นอกจากนี้ในขั้นนี้นักเรียนต้องมองเห็นว่า ถ้าเขาต้องการสิ่งหนึ่งเขาจะต้องใช้เหตุผลอะไรเพื่อที่จะให้ได้สิ่งนั้นมาตามที่ต้องการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นนี้เป็นขั้นที่นักเรียนลงมือทำการคิดคำนวณตามแผนการที่วางไว้ในขั้นที่ 2 เพื่อที่จะให้ได้คำตอบของปัญหา สิ่งนี้นักเรียนจะต้องใช้ในขั้นนี้ คือ ทักษะการคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณ การรู้จักเลือกวิธีคำนวณที่เหมาะสมมาใช้

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ ขั้นนี้เป็นขั้นการตรวจสอบเพื่อความแน่ใจว่าถูกต้องสมบูรณ์ โดยการพิจารณาและสำรวจผลลัพธ์ ตลอดจนกระบวนการในการแก้ปัญหา นักเรียนจะต้องรวบรวมความรู้ของเขา และพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อทำความเข้าใจและปรับปรุงคำตอบให้ดีขึ้น

สิริพร ทิพย์คง (2545) กล่าวถึง กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การทำความเข้าใจปัญหาหรือวิเคราะห์ปัญหา ผู้เรียนต้องแยกแยะว่าโจทย์กำหนดอะไรมาให้โจทย์ต้องการให้หาอะไรหรือถามอะไร หรือให้พิสูจน์อะไร

(2) การวางแผนการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนสำคัญที่สุด ซึ่งผู้เรียนต้องอาศัยทักษะในการนำความรู้ หลักการ กฎ สูตร หรือทฤษฎีที่เรียนรู้แล้วมาใช้ เช่น การเขียนภาพลายเส้น การเขียนตาราง แผนภาพ ช่วยในการแก้ปัญหา บางครั้งในบางปัญหาอาจใช้ทักษะในการประมาณค่า การคาดเดา คำตอบ

(3) การดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่วางไว้ ซึ่งอาจใช้ทักษะการคิดคำนวณการดำเนินการทางคณิตศาสตร์หรือการพิสูจน์

(4) การตรวจสอบหรือการมอ้ยอนกลับ มีวิธีการอื่นในการหาคำตอบหรือไม่ ตลอดจน การพิจารณาความสมเหตุสมผลของคำตอบ

ทิสนา แคมมณี (2552) กล่าวว่า กระบวนการในการแก้ปัญหา มีขั้นตอน ดังนี้

(1) การสังเกตให้นักเรียนได้ศึกษาข้อมูล รับรู้และทำความเข้าใจในปัญหาจนสามารถสรุป และตระหนักในปัญหานั้น

(2) การวิเคราะห์ให้ผู้เรียนได้อภิปราย หรือแสดงความคิดเห็น เพื่อแยกแยะประเด็น ปัญหา สภาพ สาเหตุ และลำดับความสำคัญของปัญหา

(3) สร้างทางเลือก ให้ผู้เรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ซึ่งอาจ มีการทดลอง ค้นคว้า ตรวจสอบ เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการทำกิจกรรมกลุ่ม และควรมีการกำหนด หน้าที่การทำงานให้แก่ผู้เรียน

(4) เก็บข้อมูลประเมินทางเลือก ผู้เรียนปฏิบัติตามแผนงานและบันทึกการปฏิบัติงานเพื่อ รายงาน และตรวจสอบความถูกต้องของทางเลือก

(5) สรุป ผู้เรียนสรุปความด้วยตนเอง ซึ่งอาจจัดทำในรูปรายงาน

จากขั้นตอนในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทั้งหมดที่กล่าวมานั้น สรุปได้เป็น 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหา และขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบคำตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ โพลยา (Polya, 1957) ในงานวิจัยครั้งนี้

2.3 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ยังเป็นที่รู้จักกันใน inquiry-based learning เป็นวิธีการสอนที่ใช้การตั้งคำถามของนักเรียนให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียน (Harada and Yoshina, 2004) สำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเริ่มครั้งแรกที่อิลลินอยส์ (Illinois) ใน ค.ศ. 1957 เป็นระยะเวลาที่สหรัฐอเมริกากำลังตื่นตัว เพราะวาระสเซียมีความก้าวหน้าถึงขั้นส่งจรวดสู่อวกาศได้สำเร็จ จึงได้มีการปรับปรุงวิชาการด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กว้างขวางมากขึ้น โดยได้เชิญผู้เชี่ยวชาญ ทั้งด้านการศึกษาและวิทยาศาสตร์มาประชุมปรึกษาเพื่อที่จะพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้ดีขึ้น จึงพบว่า เนื่องจากความรู้วิชาการต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ เด็กไม่สามารถรับความรู้ได้ทั้งหมด และถ้าเรียน ตามความรู้ที่มีอยู่นั้น จะทำให้ค้นพบสิ่งใหม่ ๆ ช้า เมื่อเป็นเช่นนี้ จึงควรจัดการเรียนรู้ให้เด็กรู้จักคิด ปัญหา การจัดการเรียนรู้ให้คิดตรงกับจุดมุ่งหมายของการศึกษาของจอห์น ดิวอี้ (John Dewey) ประการหนึ่งว่า ส่งเสริมความสามารถในการคิดให้แก่บุคคลเพื่อให้สามารถจัดการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา (National council of teachers of mathematics: NCTM) (2000) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ในเชิงลึกในทฤษฎี ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการมีส่วนร่วมของนักเรียนและการแสดงออกของนักเรียนผ่านการมีส่วนร่วมและมีการตรวจสอบความคิดทางคณิตศาสตร์

Alberta Learning (2004) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นกระบวนการที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะเป็นผู้กำหนดคำถามและสร้างความเข้าใจและความรู้ใหม่ และนำความรู้ที่ได้มาใช้ในการตอบคำถามมาเพื่อพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้ตั้งคำถามด้วยตนเองในสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ นักเรียนจะพยายามสร้างความรู้ใหม่ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญและเข้าใจความรู้นั้นดียิ่งขึ้นมากกว่าที่ครูจะเป็นเพียงผู้บอกและบรรยาย เพราะนักเรียนไม่ได้ลงปฏิบัติเอง

2.3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

Suchman (1966) มีความเชื่อว่าแต่ละคนมีแรงกระตุ้นตามธรรมชาติที่จะสืบเสาะหาความรู้ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ จึงสร้างขึ้นโดยอาศัยการทำทฤษฎีปัญหาในทุก ๆ ด้าน นักเรียนจะพบสถานการณ์ที่น่าสงสัยและทำการสืบเสาะหาคำตอบอะไรก็ตามที่สลับซับซ้อน คาดไม่ถึง หรือยังไม่เคยรู้จักมาก่อนจะเป็นวัตถุดิบที่ดีทำให้เกิดความขัดแย้ง เพราะว่าเป็นเป้าหมายสูงสุด คือ ให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งปัญหาที่จะเผชิญควรอยู่ในระดับที่เด็กสามารถหาคำตอบได้ แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ 3 ขั้นตอน คือ

- (1) ขั้นเผชิญปัญหาหรือสถานการณ์ ผู้สอนจัดสร้างสถานการณ์เพื่อจะให้ผู้เรียนเผชิญ เพื่อเป็นการกระตุ้นเพื่อการสืบเสาะ อาจเป็นคำพูด คำถาม กิจกรรมหรือเป็นการทดลองก็ได้
- (2) ขั้นคิดค้นสืบเสาะ ในขั้นนี้อาจใช้คำถาม คำตอบติดต่อกันไปหรือทดลองใหม่ ศึกษาข้อมูลใหม่ หรือผสมผสานวิธีการต่าง ๆ เข้าด้วยกัน
- (3) ขั้นสรุปความคิดที่ค้นพบใหม่ เป็นการสรุปเพื่อขยายหรือแนวคิดรวบยอดขึ้นใหม่ซึ่งเป็นความรู้ใหม่ที่พบขั้นสุดท้าย

Alberta Learning (2004) ได้นำเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ดังนี้

- (1) ขั้นวางแผน (Planning Phase) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องเข้าใจถึงจุดประสงค์ของการเรียนรู้จะต้องเริ่มต้นที่นักเรียน จะต้องอยากรู้หรือสงสัยในสิ่งเกี่ยวกับหัวข้อที่จะเรียน โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้ในการหาคำตอบ สำหรับนักเรียนที่ไม่มีความรู้พื้นฐานหรือมีความรู้พื้นฐานน้อยในหัวข้อนั้น ครูจะต้องหาข้อมูลเพื่อมาใช้กระตุ้นให้นักเรียนหาคำตอบได้

(2) **ขั้นดึงข้อมูล (Retrieving Phase)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องคิดว่าตนเองมีข้อมูลอะไร และต้องการหาอะไรเพิ่ม จะต้องใช้เวลาในการค้นหาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และครูเป็นเพียงผู้แนะนำแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ว่าอาจจะค้นหาจากหนังสือในห้องสมุด ในหนังสือพิมพ์ หรือทางอินเทอร์เน็ต

(3) **ขั้นกระบวนการ (Processing Phase)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการแก้ปัญหา โดยครูเป็นผู้ให้คำปรึกษา

(4) **ขั้นการสร้าง (Creating Phase)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ได้คิดออกแบบการนำเสนอ งาน แก่เพื่อนในชั้นเรียน โดยครูเป็นผู้คอยให้คำปรึกษา และสร้างความมั่นใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียน

(5) **ขั้นการแลกเปลี่ยน (Sharing Phase)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำเสนอผลงาน ให้กับเพื่อนในชั้นเรียน

(6) **ขั้นการประเมินผล (Evaluating Phase)** เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะสะท้อนสิ่งที่นักเรียนค้นพบ และประเมินผลการจัดกิจกรรม เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้ของนักเรียน

2.3.3 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3.3.1 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีดังนี้

สาเกีย แก้วนิมิต (2548) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูไว้ว่า ครูมีบทบาทสำคัญ คือเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) มีบทบาทสำคัญ ดังนี้

1) เป็นผู้กระตุ้น (Catalyst) ให้นักเรียนคิดโดยกำหนดปัญหาแล้วให้นักเรียนวางแผนหาคำตอบเอง หรือกระตุ้นให้นักเรียนกำหนดปัญหาและวางแผนคำตอบเอง

2) เป็นผู้ให้การเสริมแรง (Reinforce) โดยการให้รางวัลกล่าวชมเพื่อให้กำลังใจ เพื่อเกิดพฤติกรรมการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง

3) เป็นผู้ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback actor) โดยการบอกข้อดี ข้อบกพร่องแก่นักเรียน

4) เป็นผู้แนะนำและกำกับ (Guide and director) เป็นผู้แนะนำเพื่อให้เกิดความคิดและกำกับควบคุมมิให้ออกนอกกลุ่มนอกทาง

5) เป็นผู้จัดระเบียบ (Organizer) เป็นผู้จัดการบรรยากาศและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งอุปกรณ์สื่อการเรียนรู้แก่นักเรียน

กล่าวโดยสรุปแล้วบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ คือครูเป็นผู้กระตุ้นโดยใช้คำถามให้นักเรียนได้วางแผนและแก้ปัญหาเพื่อหาคำตอบด้วยตัวของนักเรียนเอง

2.3.3.2 บทบาทของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ มีดังนี้

พิบูลศรี วาสนสมสิทธิ์ (2541) ได้กล่าวถึงบทบาทของนักเรียนที่ต้องแสดงความสามารถดังต่อไปนี้

- 1) กำหนดปัญหาได้อย่างชัดเจน
- 2) กำหนดข้อสมมติฐานเพื่อหาทางเลือกในการแก้ปัญหา
- 3) เลือกข้อมูลที่เกี่ยวข้องซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทดสอบสมมติฐานและแยกข้อเท็จจริงจากสมมติฐานได้
- 4) ตีความหมายข้อมูลต่าง ๆ ที่หามาได้
- 5) จำแนกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและเกี่ยวข้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้
- 6) สามารถเข้าใจความคิดและสัมพันธ์ความคิดเห็นของข้อความที่อ่าน
- 7) สรุปย่อหรืออธิบายใจความที่ค้นคว้าด้วยถ้อยคำสำนวนของตนเอง
- 8) มองเห็นอคติและการให้เหตุผลที่ใช้อารมณ์มากกว่าหลักการที่ปรากฏในข้อมูล
- 9) ใช้ตรรกะในการตัดสินใจ
- 10) ประเมินความคิดเห็นหรือทฤษฎีโดยใช้เกณฑ์เป็นเครื่องมือ
- 11) สามารถทำนายผลต่อเนื่องของข้อสรุปปัญหาแต่ละปัญหา
- 12) ใช้ประโยชน์ของข้อมูลทดสอบสมมติฐานเสนอข้อสรุปของปัญหาที่ศึกษา
- 13) แสดงให้เห็นความสามารถที่จะช่วยกระบวนการสืบเสาะด้วยตนเองต่อไปเมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

2.3.4 ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

2.3.4.1 ลัดดา เพียรประสพ (2545) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะดังนี้

- 1) ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน เพราะต้องกำกับการเรียนการสอนด้วยตนเอง ดังนั้นบทบาทของผู้เรียนจึงเป็นผู้ที่มีความกระตือรือร้นไม่เป็นผู้ที่เฉื่อยชาต่อไป
- 2) การเรียนรู้โดยการเน้นที่ปัญหาจะมีประโยชน์ต่อผู้เรียน ในแง่ที่ว่าฝึกให้นักเรียนรู้จักลักษณะวิธีการแก้ปัญหา
- 3) เป็นการเรียนที่ฝึกทักษะและความสามารถในการตัดสินใจ
- 4) บทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้บอกมาเป็นผู้ถาม ซึ่งวิธีการดังกล่าวจะทำให้ผู้เรียนกระตือรือร้นมากขึ้น

- 5) เป็นการยอมรับเจตคติของผู้เรียนแต่ละคน โดยเฉพาะในเรื่องค่านิยมและเจตคติของผู้เรียนเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน ได้พัฒนาค่านิยมและเจตคติไปในด้านที่ดีด้วย
- 6) บทบาทของครูเปลี่ยนแปลงไป ไม่เป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอนกลายเป็นผู้เรียนไปกับนักเรียน
- 7) ไม่ส่งเสริมการเรียนในเชิงแข่งขันเพื่อคะแนน แต่ผู้เรียนสามารถเรียนไปโดยมุ่งที่จะบรรลุเป้าหมายของตนเอง

2.3.4.2 วัชร่า เล่าเรียนดี (2554) กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะไว้ว่า

- 1) ผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง
- 2) คำตอบได้มาจากการสืบเสาะและสรุปด้วยตัวผู้เรียนเอง จึงจำได้นานเพราะจำด้วยความเข้าใจ
- 3) เป็นการกระตุ้นความคิดแบบสร้างสรรค์และคิดอย่างหลากหลายแนวทาง
- 4) เป็นการเน้นทักษะการคิดระดับสูง (คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ และประเมินผล)
- 5) มีการบูรณาการทักษะการคิดทั้งความรู้หรือข้อมูลที่ผู้เรียนจะต้องจัดการเก็บข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีต่าง ๆ เช่น ใช้แผนที่ กราฟ และแผนภูมิประเภทต่าง ๆ เป็นต้น

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนได้รู้จักวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวของนักเรียนเอง จึงทำให้นักเรียนได้มีความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น

2.4 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

2.4.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ทิสนา แคมมณี (2551) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivism) และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) ซึ่งเป็นขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้กระบวนการคิดและทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานนี้ยึดหลักการของ Constructionism ซึ่งพัฒนาต่อยอดจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของเพียเจต์ (Piaget) โดยศาสตราจารย์เซมัวร์เพพเพิร์ต (Seymour Papert) เป็นผู้นำเสนอการใช้สื่อทางเทคโนโลยีช่วยในการสร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยอาศัยพลังความรู้ของตัวผู้เรียนเอง และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็จะเสมือนเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตัวเองนั่นเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทนไม่เสื่อมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตัวเองได้ดี นอกจากนี้ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด

ลัดดา คิลาน้อย และอังคณา ตุงคะสมิต (2553) ได้กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่นักการศึกษาหลายท่านยอมรับว่า จำเป็นอย่างยิ่งที่ครูผู้สอนทุกระดับการศึกษาทั้งระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และอุดมศึกษา ควรนำไปใช้ป็นกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยการค้นหาความรู้ด้วยตนเองด้วยการทำโครงงาน ดังนั้น นับว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ครูมีอาชีพทุกคนจะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานในการพัฒนาผู้เรียน เพราะกิจกรรมโครงงานถือว่าเป็นกิจกรรมที่สนองต่อกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญได้เป็นอย่างดี และยังเป็นกิจกรรมที่สามารถพัฒนาเด็กยุคใหม่ที่อยู่ในสังคมของแหล่งข้อมูลข่าวสารที่หลากหลายและทันสมัยที่ต้องมีความสามารถในการเลือกสรรให้ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับและวัยของตนเองรวมไปถึงความสามารถที่นำความรู้เหล่านั้นมาประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้เป็นอย่างดี และกิจกรรมโครงงานยังสามารถปฏิรูปเด็กยุคใหม่ในสังคมไทยให้รู้จักสร้างวัฒนธรรมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องและยั่งยืนที่เรียนว่าการศึกษาตลอดชีวิต (Life-Long Education)

กล่าวสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) คือ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาตามความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง

2.4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ สสวท. (2546) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

2.4.2.1 เลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจะเริ่มต้นด้วยประเด็นคำถามที่น่าสนใจ ซึ่งคำถามจะเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน เพื่อนักเรียนจะได้เกิด ความสนใจ และนำไปสู่การเลือกหัวข้อโครงงานที่นักเรียนสนใจ

2.4.2.2 วางแผนการศึกษา หมายถึง สมาชิกกลุ่มทุกคนช่วยกันค้นหาข้อมูลที่ทางกลุ่มสนใจ เพื่อวางแผนการทำโครงงานของกลุ่มตนเอง โดยครูมีหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกในเรื่องการ ค้นหาข้อมูล

2.4.2.3 ลงมือปฏิบัติ หมายถึง สมาชิกในกลุ่มร่วมมือกันทำโครงงานตามที่ได้วางแผน เอาไว้

2.4.2.4 เขียนรายงาน หมายถึง นำข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มได้รวบรวม มาเขียนรายงาน เพื่อสรุปผลการดำเนินโครงงาน ซึ่งการเขียนโครงงานตามหัวข้อต่อไปนี้ (ชื่อโครงงาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ) โดยครูมีหน้าที่คอยเป็นที่ปรึกษา

2.4.2.5 นำเสนอผลงาน หมายถึง สมาชิกของกลุ่มจะนำผลการทำโครงงาน มานำเสนอ โดยผ่านสื่อเทคโนโลยี และมีการประเมินโครงงานของแต่ละกลุ่ม

นภัสสร สุทธิกุล (2550) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การคิดและเลือกหัวข้อเรื่อง เป็นการคิดหาหัวข้อเรื่องที่จะทำโครงงาน โดยผู้เรียนต้องตั้งด้วยคำถามที่ว่า จะศึกษาอะไร ทำไมต้องศึกษาเรื่องดังกล่าว ซึ่งสิ่งที่จะนำมาเป็นหัวข้อจะได้จากปัญหา คำถาม หรือความอยากรู้ในเรื่องต่าง ๆ ของผู้เรียนเอง

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นการศึกษาดูเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำโครงงาน รวมถึงการขอคำปรึกษาหรือข้อมูลต่าง ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิ

ขั้นตอนที่ 3 การเขียนเค้าโครงของโครงงาน เป็นการสร้างแผนการคิด แสดงแนวคิดแผน และขั้นตอนของการทำโครงงาน ประกอบด้วย ชื่อโครงงาน ชื่อผู้ทำโครงงาน ชื่อที่ปรึกษาโครงงาน ระยะเวลาดำเนินงาน หลักการและเหตุผล จุดมุ่งหมายวัตถุประสงค์ สมมติฐานของการศึกษา วิธีการดำเนินงาน ผลที่คาดว่าจะได้รับ และเอกสารอ้างอิง บรรณานุกรม

ขั้นตอนที่ 4 การปฏิบัติโครงงาน ผู้จัดทำโครงงานต้องลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ซึ่งในระหว่างปฏิบัติ ต้องมีการจดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้อย่างละเอียดว่า ทำอะไร ได้ผลอย่างไร ปัญหาอุปสรรค และแนวทางการแก้ไข

ขั้นตอนที่ 5 การเขียนรายงานโครงงาน เป็นการสรุปรายงานผลการดำเนินโครงงานตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุด เพื่อให้ผู้อื่นทราบถึงแนวคิด วิธีการดำเนินงาน ผลที่ได้รับ ตลอดจนข้อสรุป ข้อเสนอแนะต่าง ๆ

ขั้นตอนที่ 6 การนำเสนอโครงงาน เป็นการนำเสนอผลการดำเนินโครงงานทั้งหมดให้ผู้อื่นได้ทราบ อาจอยู่ในลักษณะเป็นเอกสาร รายงาน ชิ้นงาน แบบจำลอง หรือจัดเป็นนิทรรศการ สื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ หรือการนำเสนอด้วยปากเปล่า เป็นต้น

กล่าวสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงส่งผลให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่นักเรียนสนใจได้เป็นอย่างดี

2.4.3 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึงข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ว่า

2.4.3.1 ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การสร้าง ข้อความ คาคาการณ์ การลงข้อสรุป การสื่อสาร การสื่อความหมายและการเชื่อมโยงความรู้

2.4.3.2 ผู้เรียนได้ฝึกการทำงานอย่างเป็นระบบมีขั้นตอนการทำงานที่ชัดเจน

2.4.3.3 ผู้เรียนได้เลือกทำงานที่ตนเองสนใจ ทำให้เกิดความกระตือรือร้นต่อการเรียนรู้

2.4.3.4 ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาสาระที่ทำโครงงานเป็นอย่างดี ซึ่งเป็นการขยายแนวคิด และในบางกรณี อาจขยายไปสู่การคิดในรูปแบบทั่วไป (General Form)

2.4.3.5 ผู้เรียนได้เรียนรู้การประเมินตนเอง และรับการประเมินจากผู้เกี่ยวข้องทำให้มีความสามารถในการประเมินศักยภาพของตนเอง

กล่าวสรุปได้ว่า ประโยชน์การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การลงข้อสรุปและได้เรียนรู้เนื้อหาซึ่งอาจนำไปสู่การคิดในรูปทั่วไป (General Form) ได้

2.5 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

เป็นการรวมกันของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้เกิดแนวทางการสอนแบบใหม่ ๆ ที่เรียกว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งเป็นหลักการพื้นฐานของคอนสตรัคติวิสต์ การสร้างคอนสตรัคติวิสต์ได้รับการยกย่องว่าเป็นหนึ่งในทฤษฎีการเรียนรู้ชั้นนำนับตั้งแต่ยุค 1980 (Mayer, 1996; Vygotsky, 1987) เน้นถึงความสำคัญของการให้นักเรียนมีโอกาสนำไปสำรวจสิ่งที่นักเรียนสนใจอย่างกระตือรือร้น Dewey (1916) ได้แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ที่มีความหมายและมีความสำคัญกับพวกเขา ผ่านรูปแบบที่แตกต่างกันโดยพวกเขาจะสร้างแนวความคิดของแต่ละบุคคล ขึ้นอยู่กับความรู้ที่พวกเขาได้รับ ปัจจุบันนักการศึกษาที่มีความนิยมมากขึ้นในแนวทางคอนสตรัคติวิสต์เนื่องจากแนวคิดเหล่านี้แสดงให้เห็นว่าเป็น แนวคิดการสอนที่มีประสิทธิภาพ วิธีสร้างคอนสตรัคติวิสต์ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ ของนักเรียนแต่ละคน เริ่มต้นด้วยความคิดที่ไม่สมบูรณ์การเปลี่ยนแปลงของประสบการณ์ช่วยให้การพัฒนาแนวคิดที่แยกออกมาเป็นชุดแนวคิด และขั้นตอนตามการเรียนรู้แบบ scaffolding (Kuhlthau, 2004; Singer & Moscovici, 2008)

แนวคิดหลักในแนวทางคอนสตรัคติวิสต์ในการเรียนรู้แบบ scaffolding หมายถึง การช่วยเหลือสนับสนุนการเรียนรู้ของผู้เรียนด้วยการสาธิต ปฏิบัติหรือทำให้ดู การใช้คำถามกระตุ้น การให้ข้อมูลย้อนกลับ โดยมีครูผู้สอนคอยให้การช่วยเหลือหรือผู้เรียนให้การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ครูผู้สอนนำนักเรียนไปค้นพบการเรียนรู้ใหม่โดยการให้การสนับสนุนในรูปแบบของคำถาม การสาธิต หรือจากการสร้างสมมติฐานสำหรับการอธิบาย (Moran, 2007; Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. and Chinn, C.A., 2007) ยืนยันว่าการเรียนรู้แบบ scaffolding นั้นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับนักเรียนในการเรียนรู้ที่ไม่ซับซ้อนโดยไม่มีการรับรู้ความรู้ความเข้าใจที่มากเกินไป สิ่งที่ต้องสังเกตก็คือระดับของความยากของงานจะต้องอยู่ในขอบเขตของผู้เรียนที่สามารถพัฒนาได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งงานที่ได้รับมอบหมายต้องมีระดับความยากที่พวกเขาไม่สามารถทำให้เสร็จสมบูรณ์ได้โดยลำพัง แต่จะจัดการได้และทำได้เมื่อได้รับการให้คำปรึกษา (Bee & Boyd, 2002; Rogoff, 1990; Vygotsky, 1987) แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เหล่านี้เป็นส่วนสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และคาดว่าจะมีส่วนสำคัญต่อการเรียนรู้ที่เป็นอิสระของนักเรียน

ความแตกต่างระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ได้แสดงไว้ในคำจำกัดความที่สรุปไว้ในตารางที่ 2.1 เห็นได้ชัดว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน รวมองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ และการดำเนินการตามกลุ่มโครงงาน การจัดการเรียนรู้ที่จัดเป็นโครงสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนในการปฏิรูปหลักสูตรในฮ่องกง (CDC, 2018)

ตารางที่ 2.1 คำจำกัดความในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้	คำจำกัดความ
1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ	กิจกรรมเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการตั้งคำถาม พิจารณา ประเมินและตัดสินใจต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้น ที่มีข้อสงสัยหรือ ข้อโต้แย้ง โดย การพยายามแสวงหาคำตอบที่มีความสมเหตุสมผล และการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถาม/ปัญหา
2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	กิจกรรมของบุคคลหรือกลุ่มที่ดำเนินการในช่วงเวลาที่กำหนด ส่งผลให้เกิดผลลัพธ์ (ชิ้นงาน การนำเสนอหรือบรรลุตามวัตถุประสงค์)
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	วิธีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ที่ใช้ในการกำหนดคำถาม/ปัญหาภายในพื้นที่ที่พวกเขาสนใจ คำตอบสำหรับคำถามจะถูกสร้างขึ้นผ่านกิจกรรมกลุ่มซึ่งรวมถึงการค้นหาข้อมูลการ ประเมินผลและการจัดกระบวนการทั้งหมดนำไปสู่ผลลัพธ์ (รายงานและการนำเสนอ) ที่สร้างขึ้นผ่านการใช้เทคโนโลยี

ซึ่งในงานวิจัยของ (Chu and et al. , 2011) ซึ่งมีขั้นตอนได้ดังนี้

(1) สร้างความสนใจด้วยคำถาม หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูจะเริ่มต้นด้วยประเด็นคำถามที่น่าสนใจ ซึ่งคำถามจะเป็นเรื่องใกล้ตัวของนักเรียน

(2) เลือกหัวข้อโครงงาน หมายถึง เมื่อนักเรียนจะได้เกิดความสนใจในประเด็นคำถาม และนำไปสู่การเลือกหัวข้อโครงงานที่นักเรียนสนใจ

(3) ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง หมายถึง การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำโครงงานนี้ รวมไปถึงการขอคำปรึกษา หรือข้อมูลรายละเอียดอื่น ๆ จากผู้ทรงคุณวุฒิผู้เกี่ยวข้อง

(4) วางแผนในการทำโครงงาน หมายถึง ดำเนินการวางแผนการทำโครงงาน เพื่อ แสดงแนวคิด และขั้นตอนของการทำโครงงาน ซึ่งอาจต้องใช้การระดมสมองในการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น

(5) ดำเนินการทำโครงงาน หมายถึง ผู้จัดทำโครงงานต้องลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงานที่กำหนดไว้

(6) วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและเขียนรายงาน หมายถึง นำข้อมูลที่สมาชิกในกลุ่มได้รวบรวมมาเขียนรายงาน เพื่อสรุปผลการดำเนินโครงงาน ซึ่งการเขียนโครงงานตามหัวข้อต่อไปนี้ (ชื่อโครงงาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ) โดยครูมีหน้าที่คอยเป็นที่ปรึกษา

(7) การนำเสนอโครงงาน และประเมินผลโครงงาน หมายถึง นำผลการทำโครงงาน มานำเสนอ โดยผ่านสื่อและเทคโนโลยี โดยครูประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของแต่ละกลุ่ม

กล่าวสรุปได้ว่า ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทางผู้วิจัยได้ใช้ 7 ขั้นตอนของ (Chu et al., 2011) ในการวิจัยครั้งนี้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยจึงขอแยกประเด็นที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ

ศศิกันต์ พงษ์พัฒน์ (2555) ได้ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ขั้นตอนการเรียนรู้แบบสืบเสาะมี 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความรู้ และ 5) ขั้นประเมินผล เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี เรื่องทฤษฎีกราฟเบื้องต้น ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ชนิดเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพี ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

วรรณวิสา จันทรสุนทรพร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียน ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Knuth (2000) ได้ศึกษาความเข้าใจในการสร้างความเชื่อมโยงในระบบพิกัดฉากของนักเรียน สืบเนื่องจากการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลายของฟังก์ชันในวิชาคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนระดับมัธยมศึกษา มีนักเรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวนมากไม่เข้าใจการเชื่อมโยงเนื้อหาเหล่านั้น โดยเฉพาะการเชื่อมโยงระหว่างพีชคณิตและกราฟของฟังก์ชัน จากกลุ่มตัวอย่าง 179 คน ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาพีชคณิตของแคลคูลัสปีแรก ผลการวิจัยพบว่า มากกว่า 3 ใน 4 ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบโดยใช้วิธีทางพีชคณิต แม้ว่าจะหาคำตอบโดยใช้กราฟของฟังก์ชันจะง่ายกว่าก็ตาม และน้อยกว่า 1 ใน 3 ที่ใช้วิธีของกราฟจะใช้วิธีพื้น ๆ หรือวิธีทางเลือกอื่นอีก

Hargrave (2004) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานในชั้นเรียนของนักเรียนเกรด 6 ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้ด้วยโครงงาน ช่วยกระตุ้นความสำเร็จของผู้เรียนได้เนื่องจากมีรูปแบบการเรียนรู้ที่หลากหลาย และใช้ไหวพริบในการทำให้งานสมบูรณ์ การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานเป็นศูนย์การเรียนรู้จากชีวิตจริง ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ของพวกเขาสู่โลกภายนอกสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงงานทำให้เกิดผลสำเร็จในด้านบวกกับผู้เรียน นักเรียนได้พัฒนาความต้องการที่จะเรียนรู้และเสนอปัญหาที่พวกเขาสนใจจะทำ

Lowenthal (2018) ทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานในโรงเรียนธุรกิจ โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานกับการจัดการเรียนรู้ด้วยการบรรยายและการแก้ปัญหาที่ใช้สอนอยู่ ผลการศึกษาพบว่า

นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าเดิมร้อยละ 55 และลดบทบาทของครูให้น้อยลง เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างเต็มที่

เพชรรี บุรินทร์โกษฐ์ (2554) ได้ศึกษาการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนและหลังเรียน และใช้แบบประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ สูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับดี

สุวรรณา ตั้งแก้ว (2556) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเซนต์โยเซฟระยอง จังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เครื่องมือที่ใช้คือแผนการจัดการเรียนรู้กิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องความคล้ายก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบประเมินความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย โดยประเมินจากโครงงานคณิตศาสตร์ที่นักเรียนทำ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์สูงกว่าการจัดกิจกรรมแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้ายอยู่ในระดับดีมาก

2.6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Chu et al. (2011) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนนำไปสู่การพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศและทักษะไอทีของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เมื่อเทียบกับก่อนที่จะจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ในการวิจัยพบว่า หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญสำหรับทุกมิติของการรู้สารสนเทศ และทักษะด้านไอที

Chu et al. (2011) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วย wiki ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของประเทศฮ่องกง การวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานด้วย wiki ซึ่งเป็นรูปแบบของเทคโนโลยี web2.0 ส่งเสริมให้นักเรียน พัฒนาทักษะไอทีของนักเรียน และยังส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Johnson, Sarah A. and Cuevas, J. (2016) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กับแรงจูงใจในการอ่านหนังสือและการรับรู้ของนักเรียน ใช้แบบสอบถามก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบแรงจูงใจในการอ่านของกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง ผลการวิจัย พบว่า แรงจูงใจในการอ่านและการรับรู้กระบวนการคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพิ่มขึ้น

ปิยนุช นุตตระกูล (2557) ได้ใช้วิธีการสอนดังกล่าว ศึกษาการสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น แล้วดูพฤติกรรมการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะหา และกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 4 ห้องเรียน เลือกแบบเจาะจง โดยนักเรียนแต่ละห้องมีความสามารถต่างกัน โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรม ในขณะปฏิบัติกิจกรรม ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ ดี

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยได้ข้อมูลและวิธีการในการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในรูปแบบต่าง ๆ โดยงานวิจัยของวรรณวิสา จันทรสุนทรพร (2557) ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะเป็นการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เน้นการตั้งคำถาม พิจารณา ประเมินและตัดสินใจต่าง ๆ หรือเรื่องราวที่เกิดขึ้น ที่มีข้อสงสัยหรือข้อโต้แย้ง โดยการพยายามแสวงหาคำตอบที่มีความสมเหตุสมผลและการแก้ปัญหา ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดคำถาม และส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้ดีขึ้น และในงานวิจัยสุวรรณา ตั้งแก้ว (2556) ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการเรียนรู้แบบร่วมมือทำให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าเนื้อหาตามความสนใจของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตัวของนักเรียนเอง ส่งผลให้ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและการจัดการเรียนแบบโครงงานเป็นฐาน ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และจากการศึกษาข้อมูลมีรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้โดยให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ในการกำหนดคำถามหรือปัญหาที่พวกเขาสนใจ คำตอบสำหรับคำถามจะถูกสร้างขึ้นผ่านกิจกรรมกลุ่มซึ่งรวมถึงการค้นหาข้อมูลการประเมินผลและการจัดกระบวนการทั้งหมดนำไปสู่ผลลัพธ์

(รายงานและการนำเสนอ) ที่สร้างขึ้นผ่านการใช้เทคโนโลยี ซึ่งจากงานวิจัยของปิยนุช นุตตะรังค์ (2557) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะและกิจกรรมโครงงาน แล้วดูพฤติกรรมการเรียนรู้ในขณะปฏิบัติกิจกรรม ผลการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวอยู่ในเกณฑ์ ดี และจากงานวิจัยของ Chu and et al. (2011) ชี้ให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่นักเรียนสนใจ ส่วนใหญ่จะศึกษาการพัฒนาทักษะการรู้สารสนเทศ ทักษะไอทีและพัฒนาแรงจูงใจในการอ่านหนังสือ ดังนั้นในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

- 3.1 แบบแผนการวิจัย
- 3.2 กลุ่มเป้าหมาย
- 3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 แบบแผนการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (quasi-experimental design method) โดยมีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างมาสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน 7 ขั้นตอน และวัดคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ มีการจัดการเรียนรู้ 3 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป โดยมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

กลุ่ม	ขั้นที่ 1	ขั้นที่ 2	ขั้นที่ 3	ขั้นที่ 4	ขั้นที่ 5
ทดลอง	ทดสอบ ก่อนเรียน	คัดเลือกกลุ่ม ตัวอย่างเป็น กลุ่มทดลอง	จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะร่วมกับ การจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน	วัดคุณภาพโครงงาน คณิตศาสตร์ด้าน ทักษะการเชื่อมโยง ทางคณิตศาสตร์	ทดสอบ หลังเรียน
ควบคุม	ทดสอบ ก่อนเรียน	คัดเลือกกลุ่ม ตัวอย่างเป็น กลุ่มควบคุม	จัดการเรียนรู้แบบ ปกติ	-	ทดสอบ หลังเรียน

จากตารางที่ 3.1 ทางผู้วิจัยได้วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิมของทั้งสองกลุ่ม จากแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน จำนวน 5 ข้อ แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งกลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติและระหว่างการจัดการเรียนรู้ทางผู้วิจัยจะวัดคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง หลังจากนั้นทำการทดสอบวัดทักษะหลังเรียนโดยใช้แบบทดสอบคู่ขนานกับแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน จำนวน 5 ข้อ

3.2 กลุ่มเป้าหมาย

ในการวิจัยครั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 โรงเรียนขุนศรีวิทยาคม อำเภอบึง จังหวัดพะเยา โดยการเลือกกลุ่มตัวอย่าง ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (simple random sampling) จำนวน 2 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 และ 2/2 จำนวนห้องละ 25 คน ที่มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งได้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/2 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มทดลอง และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 25 คน เป็นกลุ่มควบคุม

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3.1 เครื่องมือสำหรับการจัดการเรียนรู้

3.3.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เป็นแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น โดยแบ่งเป็น

1) แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องวัดพื้นที่ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการวัดปริมาตร ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 3 ชั่วโมงรวม 9 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจด้วยคำถาม ขั้นเลือกหัวข้อโครงงาน ขั้นศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ขั้นวางแผนในการทำโครงงาน ขั้นดำเนินการทำโครงงาน ขั้นวิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลและการเขียนรายงาน และขั้นการนำเสนอโครงงานและประเมินผลโครงงาน ใช้สำหรับกลุ่มทดลอง

2) แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ เป็นแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น มีเนื้อหาการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลาง 2551 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการวัดพื้นที่ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการวัดปริมาตร ใช้เวลาแผนการจัดการเรียนรู้ละ 2 ชั่วโมงรวมเป็น 6 ชั่วโมง แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นสอน และขั้นสรุป ใช้สำหรับกลุ่มควบคุม

ขั้นตอนในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม

(2) ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน โรงเรียนขุนควรวินยาคม

(3) กำหนดเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนเขียนแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ ซึ่งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจะแตกต่างกันในขั้นของกิจกรรมการเรียนรู้

(4) เมื่อสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ และความถูกต้องของภาษาที่ใช้ จากนั้นนำแผนการจัดการเรียนรู้มาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบ

ความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้กับการจัดการเรียนรู้ ก่อนนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยต่อไป

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ทุกกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มทดลอง ได้แบ่งกลุ่มนักเรียน กลุ่มละ 5 คน โดยแต่ละกลุ่มจะความสามารถกัน ซึ่งมีแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง

คาบ ที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1	1. สร้างความ สนใจด้วย คำถาม	จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แต่ละ กลุ่มจะความสามารถกันโดยครูใช้ คำถามกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มเริ่มต้นด้วย การถามในประเด็นคำถามที่น่าสนใจ โดยนักเรียนจะได้รับการกระตุ้นในการ เลือกหัวข้อที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจ ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แต่ละ แผนการจัดการเรียนรู้ครูได้กระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความสนใจในสิ่งที่มีอยู่ รอบ ๆ ตัว ประกอบด้วย - การสร้างความสนใจเกี่ยวกับการวัด สิ่งของที่อยู่รอบตัวเรา - การสร้างความสนใจเกี่ยวกับขนาดของ ที่นาและพื้นที่ทำการเกษตรต่าง ๆ ของ บ้านนักเรียน - การสร้างความสนใจเกี่ยวกับการใช้น้ำ เพื่อบริโภค	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.2 แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบ ที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	2. เลือกหัวข้อ โครงงาน	ระบุหัวข้อที่ทางกลุ่มของนักเรียน สนใจเพื่อทำการค้นหาข้อมูล	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
	3. ศึกษา เอกสารที่ เกี่ยวข้อง	ครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้นักเรียนได้ ใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้ว มาสร้างกรอบ ความคิดใหม่ และให้คำแนะนำการ ในค้นหาข้อมูลและแนะนำเนื้อหา และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ระดมสมองเพื่อค้นหาข้อมูลที่ทาง กลุ่มสนใจ	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2	4. วางแผนใน การทำ โครงงาน	ให้นักเรียนดำเนินการวางแผนการ ทำโครงงาน เพื่อ แสดงแนวคิด และ ขั้นตอนของการทำโครงงาน ซึ่งอาจ ต้องใช้การระดมสมองในการทำงาน เป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงานและ ผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้มองเห็นภาระ งานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
	5. ดำเนินการ ทำโครงงาน	นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงานต้อง ลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตาม แผนงานที่กำหนดไว้	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
	6. วิเคราะห์ ข้อมูล สรุปผล และการเขียน รายงาน	เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการ ทำโครงงานคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ ผล สรุปผล และเขียนรายงาน เพื่อ จะนำเสนอโครงงานของกลุ่ม ซึ่ง การเขียนโครงงานตามหัวข้อต่อไปนี้	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.2 แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบ ที่	ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
		(ชื่อโครงงาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล ข้อเสนอแนะและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ) โดยครูมีหน้าที่คอยเป็นที่ ปรึกษา	
3	7. การนำเสนอ โครงงานและ ประเมินผล โครงงาน	นำผลการทำโครงงาน มานำเสนอ โดยผ่านสื่อและเทคโนโลยี (power point) ของแต่ละกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่ม นำเสนอโครงงานกลุ่มละ 15 นาที โดยครูประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม	นักเรียนได้พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยใช้แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับกลุ่มทดลองที่แสดงข้างต้นนี้ สำหรับการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการวัดพื้นที่ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการวัดปริมาตร ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างบางส่วนของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แสดงได้ดังตารางที่ 3.3 (สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ของกลุ่มทดลอง ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการวัดพื้นที่ สามารถดูได้ในภาคผนวก ง.1)

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับกลุ่มทดลอง

คาบ ที่	ขั้นตอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1	1. สร้างความ สนใจด้วย คำถาม	จัดนักเรียนเข้ากลุ่ม กลุ่มละ 5 คน แต่ละ กลุ่มคละความสามารถกันโดยครูใช้ คำถามกระตุ้นและร่วมกันอภิปราย เกี่ยวกับการวัดสิ่งของที่อยู่รอบตัวว่า สิ่งของที่อยู่รอบตัวเรา ใช้หน่วยการวัด แบบไหนบ้าง ครูได้ยกตัวอย่างความยาว 5 มิลลิเมตร 15 เซนติเมตร 3 เมตร และ 1 เมตร โดยการถามว่าในรอบตัว ของนักเรียนมีสิ่งของใดบ้างที่เท่ากับ ความยาวที่ครูยกตัวอย่าง หลังจากที นักเรียนได้ตอบคำถามแล้วให้นักเรียน แต่ละกลุ่มทำช่วยกันศึกษาใบความรู้ เพิ่มเติมและทำใบกิจกรรม เรื่องการ เปรียบเทียบหน่วยความยาว หลังจาก นั้นขออาสาสมัครนักเรียนมาเฉลยใบกิจกรรม เรื่องการเปรียบเทียบหน่วยความยาว แล้วร่วมกันอภิปรายสะท้อนแนวคิดและ ข้อสังเกตที่ได้จากการทำกิจกรรมเพื่อ นำไปสู่การเลือกหัวข้อโครงงาน	นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ทาง คณิตศาสตร์กับสิ่งของที่อยู่ รอบตัว เป็นขั้นที่ได้เริ่มพัฒนา ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบ ที่	ขั้นตอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	2. เลือก หัวข้อ โครงงาน	ครูใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาหัวข้อในการทำโครงงาน	นักเรียนได้เลือกหัวข้อที่นักเรียนสนใจที่เชื่อมโยงกับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว ของนักเรียนแล้วนำมาสร้างโครงงาน คณิตศาสตร์เป็นรูปแบบของโจทย์ ปัญหา เป็นขั้นที่พัฒนาทักษะการ เชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
	3. ศึกษา เอกสารที่ เกี่ยวข้อง	ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดม สมองเพื่อค้นหาข้อมูลที่ทางกลุ่ม สนใจเพื่อวางแผนการทำโครงงาน โดยครูมีหน้าที่คอยอำนวยความสะดวก ในเรื่องการค้นหาข้อมูล	นักเรียนได้ค้นคว้าความรู้ทาง คณิตศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องที่ เชื่อมโยงกับโครงงานคณิตศาสตร์ที่ นักเรียนสนใจ เป็นขั้นที่พัฒนาทักษะ การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
2	4. วางแผนใน การทำ โครงงาน	ให้นักเรียนดำเนินการวางแผนการ ทำโครงงาน เพื่อแสดงแนวคิด และขั้นตอนของการทำโครงงาน ซึ่งอาจต้องใช้เวลาระดมสมองใน การทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ ผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้ มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจน เสร็จสิ้น	นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์ และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ช่วยกันวาง แผนการดำเนินการแก้ปัญหา โครงงานของนักเรียน เป็นขั้นที่ได้ฝึก เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สู่ การวางแผนการแก้ปัญหา
	5. ดำเนินการ ทำโครงงาน	นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงาน ต้องลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตาม แผนงานที่กำหนดไว้	นักเรียนได้เชื่อมโยงการวางแผนการ แก้ปัญหาของโครงงานสู่การ ดำเนินการแก้ปัญหา โดยการ ดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้ ฝึกการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอน เป็นการแก้ปัญหาของโพลยา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน

ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับ
การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สำหรับกลุ่มทดลอง (ต่อ)

คาบ ที่	ขั้นตอน	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้	พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
			ประกอบด้วยขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา ขั้นวางแผนการ แก้ปัญหา ขั้นดำเนินการ แก้ปัญหาและขั้นตรวจสอบ คำตอบ เป็นขั้นที่ได้พัฒนา ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
	6. วิเคราะห์ ข้อมูล สรุปผลและ การเขียน รายงาน	เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำ โครงงานคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผล สรุปผล และเขียนรายงาน เพื่อจะไป นำเสนอโครงงานของกลุ่ม ซึ่งการเขียน โครงงานตามหัวข้อต่อไปนี้ (ชื่อโครงงาน ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล ข้อเสนอแนะและประโยชน์ที่ คาดว่าจะได้รับ) โดยครูมีหน้าที่คอยเป็น ที่ปรึกษา	นักเรียนได้เชื่อมโยงการ ดำเนินการทำโครงงานเข้าสู่ การวิเคราะห์ผลแล้วนำผลที่ ได้มาตรวจสอบคำตอบของ ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นที่พัฒนา ทั้งทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์และทักษะการ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3	7. การ นำเสนอ โครงงานและ ประเมินผล โครงงาน	นำผลการทำโครงงาน มานำเสนอโดย ผ่านสื่อและเทคโนโลยี (power point) ของแต่ละกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอ โครงงานกลุ่มละ 15 นาที โดยครู ประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้าน ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของแต่ละกลุ่ม	นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอ โครงงานโดยนำสถานการณ์ที่ สนใจมาเชื่อมโยงในการ นำเสนอโครงงาน เป็นการฝึก การเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียน สนใจ

การจัดการเรียนรู้แบบปกติในทุกกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับกลุ่มควบคุม ไม่ได้มีการแบ่งกลุ่มผู้เรียน โดยการจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุม ในทุกคาบเรียน แสดงได้ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

ขั้นตอน	แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน โดยครูสนทนากับนักเรียนเพื่อสร้างความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนสนใจและกระตือรือร้นในการเรียน
2. ขั้นสอน	2. ครูดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การนำเสนอบทเรียนและยกตัวอย่างเนื้อหาที่สอนโดยการถามตอบ ประกอบการอธิบาย การให้นักเรียนได้ทำแบบฝึกหัดหรือกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหา โดยครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำหากนักเรียนมีข้อสงสัย การขออาสาสมัครจากนักเรียนในการอธิบายให้นักเรียนร่วมชั้นเรียนฟัง เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมากยิ่งขึ้น การให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย
3. ขั้นสรุป	3. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสิ่งที่เรียนลงในสมุดเป็นภาษาของตนเอง จากนั้นนักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกทักษะประจำหน่วยการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยใช้แนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบปกติสำหรับกลุ่มควบคุมตามที่แสดงข้างต้นนี้ใช้ในการออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการวัดพื้นที่ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่องการวัดปริมาตร ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างบางส่วนของขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องการวัดความยาว แสดงได้ดังตารางที่ 3.5 (สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ของกลุ่มควบคุม ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการวัดพื้นที่ สามารถดูได้ในภาคผนวก ง.2)

ตารางที่ 3.5 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สำหรับกลุ่มควบคุม

คาบ ที่	ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้	กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบปกติ
1	ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน	1. ครูทบทวนหน่วยการวัดความยาวต่าง ๆ พร้อมทั้งให้นักเรียนยกตัวอย่างหน่วยการวัดความยาวที่นักเรียนรู้จัก 2. ครูให้นักเรียนศึกษาเรื่องหน่วยการวัดความยาวในระบบต่าง ๆ
2	ขั้นสอน	3. ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับหน่วยความยาวในระบบต่าง ๆ และให้นักเรียนทำใบกิจกรรม เรื่อง การวัดความยาว ตัวอย่าง น้ำสูง 175 เซนติเมตร อยากทราบว่าน้ำสูงกี่เมตร เนื่องจาก 100 เซนติเมตร เท่ากับ 1 เมตร และน้ำสูง 175 เซนติเมตร $\text{ดังนั้นน้ำสูง } \frac{175}{100} = 1.75 \text{ เมตร}$ ตอบ 1.75 เมตร 4. ครูสนทนาและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการคาดคะเนสิ่งของต่าง ๆ และให้นักเรียนในห้องช่วยกันคาดคะเนสิ่งของที่ครูกำหนดให้ว่ายาวเท่าใด 5. ครูให้นักเรียนนำอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เช่น ไม้บรรทัด ตลับเมตร สายวัด มาวัดสิ่งของที่นักเรียนคาดคะเนกันว่าใครคาดคะเนได้ใกล้เคียง ที่สุด และนำผลที่ได้จากการปฏิบัติของนักเรียนมาอภิปรายร่วมกันในห้องเรียนเพื่อยืนยันแนวคิดที่ว่าค่าที่ได้จากการวัดเป็นค่าประมาณ
	ขั้นสรุป	6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุป ในการเปลี่ยนหน่วยในระบบหรือมาตราเดียวกันจากหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่จะต้องใช้การหาร และจากหน่วยใหญ่เป็นหน่วยย่อยจะต้องใช้การคูณ และเปรียบเทียบหน่วยการวัดความยาวต่างระบบต้องทำเป็นระบบเดียวกันก่อน 7. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.1 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1

3.3.2 เครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3.2.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นแบบทดสอบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบดังกล่าวเป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกัน โดยใช้เนื้อหาในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การวัด ใช้เวลาในการทดสอบ 2 ชั่วโมง แบบทดสอบแต่ละข้อวัดทั้งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณา ดังนี้

1) การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จะวัดจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะคะแนนเต็ม 6 คะแนน ในทุก ๆ ข้อของแบบทดสอบวัดทักษะ ซึ่งจะพิจารณาจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะ ดังต่อไปนี้

1.1) นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องอะไรบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

1.2) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างไร (2 คะแนน)

1.3) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2) การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จะวัดจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะคะแนนเต็ม 8 คะแนน ในทุก ๆ ข้อของแบบทดสอบวัดทักษะ ซึ่งจะพิจารณาจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะ ดังต่อไปนี้

2.1) ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน) แบ่งออกเป็น

2.1.1) สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ (1 คะแนน)

2.1.2) สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการทราบ (1 คะแนน)

2.2) การวางแผนการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.3) ดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.4) ตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีดังนี้

(1) กำหนดวัตถุประสงค์ เนื้อหา และขอบเขตของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(2) ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

(3) สร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เรื่องการวัดก่อนเรียนและหลังเรียน มีลักษณะคู่ขนานกัน แบบทดสอบวัดทักษะเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ

(4) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทุกข้อที่ทำการทดสอบ

(5) นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และดำเนินการปรับปรุงแก้ไขตามที่อาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะ

(6) นำแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence: IOC) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็น ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาตัวชี้วัด

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดทักษะสอดคล้องกับเนื้อหาตัวชี้วัด

คะแนน -1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบทดสอบวัดทักษะไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตัวชี้วัด

ถ้าแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้อใดมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่าเป็นแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ถือว่าเป็นแบบทดสอบวัดทักษะนั้นตรงกับตัวชี้วัด ซึ่งได้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ จากนั้นผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ และนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนนำไปใช้ ดังนั้นขอยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนในข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.6 (สามารถดู

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ทั้งหมด 10 ข้อ ได้ในภาคผนวก จ)

ตารางที่ 3.6 ตัวอย่างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดทักษะ	ข้อ	รายละเอียด
ก่อนเรียน	4	สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร 1. ความเข้าใจในปัญหา 1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร 1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร..... 2. นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา..... 3.วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร..... 4. ดำเนินการแก้ปัญหา ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาย่างละเอียด..... 5. การตรวจสอบคำตอบ ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ.....
หลังเรียน	4	ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร 1. ความเข้าใจในปัญหา 1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร 1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร..... 2. นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้าง มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา..... 3.วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร..... 4. ดำเนินการแก้ปัญหา ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาย่างละเอียด..... 5 การตรวจสอบคำตอบ ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ.....

3.3.2.2 เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1) เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยพิจารณาจากการทำแบบทดสอบทั้งหมด 3 ส่วน ในแต่ละข้อที่ทำการทดสอบ ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

1.1) นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การพิจารณาดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แสดงการบอกหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง
ในการแก้ปัญหา

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.8)
1.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง 3 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.8)
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง 2 ข้อ (2 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.8)
0.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ ถูกต้อง 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.8)
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการบอกหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
ประเด็นการเขียน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม	0.5 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	0 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงไม่ครบถ้วน หรือไม่สามารถระบุหลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
2. สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	0.5 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	0 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงไม่ครบถ้วน หรือไม่สามารถระบุหลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้
3. ทฤษฎีบทพีทาโกรัส	0.5 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	0 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงไม่ครบถ้วน หรือไม่สามารถระบุหลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

ตารางที่ 3.8 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4
(หลังเรียน) แสดงการบอกหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง
ในการแก้ปัญหา (ต่อ)

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
ประเด็นการเขียน	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
4. หาความยาวรอบรูป	0.5 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วน
	0 คะแนน	เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้บางส่วน เขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาไม่ครบถ้วน หรือไม่สามารถระบุหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

จากเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังภาพที่ 3.1

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

2. นักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา



สิ่งที่กำหนดให้คือ ฐานและพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว หาความยาวรอบรูป
- หาพื้นที่ก่อน หาความสูง Δ หาความยาวด้านข้าง Δ หาความยาวรอบรูป

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 3.1 พบว่า นักเรียนมีการเขียนความเชื่อมโยงโดยนำความรู้ หลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการแก้ปัญหาข้อนี้ได้ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนน จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 2 คะแนน

1.2) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การพิจารณาดังตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.9 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์แสดงการนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงการวางแผนการแก้ปัญหา

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.10)
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.10)
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ (2 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.10)
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.10)
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงการวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนวางแผนการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	0.5 คะแนน	เขียนแสดงการนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย

ตารางที่ 3.10 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4
(หลังเรียน) แสดงการนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง
การวางแผนการแก้ปัญหา (ต่อ)

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนวางแผนการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงเลย
3. ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย
4. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย

จากเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังรูปภาพที่ 3.2

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร 2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ อย่างไร - หาพื้นที่ Δ $\frac{1}{2} \times$ ฐาน $\times$ สูง เพื่อหาความสูง - ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เพื่อหาความยาวด้าน - หาเส้นรอบรูป Δ นำมาบวก 1.5
--

ภาพที่ 3.2 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 3.2 พบว่า นักเรียนสามารถเชื่อมโยงการนำหลักการและวิธีการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้แต่ยังไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนนยังขาดการนำสมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วเพื่อหาด้านที่เหลือ จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 1.5 คะแนน

1.3) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา มีเกณฑ์การพิจารณาดังตารางที่ 3.11

ตารางที่ 3.11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
แสดงการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง
ในการดำเนินการแก้ปัญหา

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.12)
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.12)
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ (2 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.12)
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.12)
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.12

ตารางที่ 3.12 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ข้อที่ 4 (หลังเรียน) แสดงการนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหา

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนการดำเนินการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$	0.5 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่แสดงเลย
2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน $(CB)^2 = (DB)^2 + (CD)^2$	0.5 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่แสดงเลย
3. ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ จะได้ว่า $AC = CB = 5 \text{ ซม.}$	0.5 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือไม่แสดงเลย

จากภาพที่ 3.3 พบว่า นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้โดยได้นำการวางแผน การแก้ปัญหามาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาข้อนี้ได้ถูกต้อง ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนน จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 2 คะแนน

2) เกณฑ์การให้คะแนนวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยพิจารณาจากการทำแบบทดสอบทั้งหมด 4 ชั้น ในแต่ละข้อที่ทำการทดสอบ ซึ่งมีเกณฑ์การพิจารณาดังนี้

2.1) ชั้นที่ 1 ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน) แบ่งออกเป็น

2.1.1) สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

2.1.2) สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.13

ตารางที่ 3.13 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ชั้นความเข้าใจปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)	
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.14)
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 2 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.14)
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้
สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)	
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.14)
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.14

ตารางที่ 3.14 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) ชั้นความเข้าใจปัญหา

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
1. ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน)		
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้		
การเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร	0.5 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บางส่วน
		เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุได้เลยว่าโจทย์กำหนดอะไรให้
2. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีพื้นที่ 12 ตารางเมตรหรือพื้นที่ 12 ตารางเมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร	0.5 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้บางส่วน
		เขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุได้เลยว่าโจทย์กำหนดอะไรให้
	1 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้บางส่วน
		เขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบไม่ถูกต้องหรือไม่สามารถระบุได้เลยว่าโจทย์ต้องการทราบอะไร

จากเกณฑ์การตรวจดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังภาพที่ 3.4

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

๑. สิ่งที่ต้องหา

- ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปนี้ยาว 8 เซนติเมตร

- มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร

๑. สิ่งที่ต้องหาคำตอบ

- แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วนี้ยาวกี่เซนติเมตร

ภาพที่ 3.4 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนนสำหรับขั้นที่ 1 ความเข้าใจในปัญหา

จากภาพที่ 3.4 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนน จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 2 คะแนน

2.2) ขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.15

ตารางที่ 3.15 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.16)
1.5	นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.16)
1	นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ (2 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.16)
0.5	นักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.16)
0	นักเรียนไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.16

ตารางที่ 3.16 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4 (หลังเรียน) ขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนการวางแผนการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย
2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย
3. ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย
4. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	0.5 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		เขียนแสดงวิธีการวางแผนการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือไม่แสดงเลย

จากเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังภาพที่ 3.5

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

2. วางแผนการแก้ปัญหา

เลือกด้านสูง

หาความสูงของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $\frac{1}{2} \times ฐาน \times สูง$

แทนค่าในสมการ $\frac{1}{2} \times 8 \times สูง = 12$

คูณทั้งสองข้างด้วย 2 $8 \times สูง = 24$

หารทั้งสองข้างด้วย 8 $สูง = 3$

หาความยาวของด้านที่เหลือ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส ด้านตรงข้ามมุมฉาก

หาเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

ภาพที่ 3.5 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 3.5 พบว่า นักเรียนสามารถเขียนการวางแผนการแก้ปัญหาได้แต่ยังไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนนขาดการใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 1.5 คะแนน

2.3) ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.17

**ตารางที่ 3.17 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา**

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ (สามารถดูได้จากตารางที่ 3.18)
1.5	นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.18)
1	นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ (3 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.18)
0.5	นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ (1 ข้อใดก็ได้จากทั้งหมด 4 ข้อ สามารถดูได้จากตารางที่ 3.18)
0	นักเรียนไม่สามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้

ทางผู้วิจัยได้ยกตัวอย่างเกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน ข้อที่ 4 ดังตารางที่ 3.18

**ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4
(หลังเรียน) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา**

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนการดำเนินการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
1. หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$	0.5 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงเลย

ตารางที่ 3.18 เกณฑ์การตรวจแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อที่ 4
(หลังเรียน) ขั้นการดำเนินการแก้ปัญหา (ต่อ)

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนการดำเนินการแก้ปัญหา	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน $(CB)^2 = (DB)^2 + (CD)^2$	0.5 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงเลย
3. ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ จะได้ว่า $AC = CB = 5$ ซม.	0.5 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงเลย
4. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= AB + BC + AC$ ซม.	0.5 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
	0 คะแนน	แสดงการแก้ปัญหาได้บางส่วน
		ไม่แสดงการแก้ปัญหาไม่ถูกต้อง หรือ ไม่แสดงเลย

จากเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังภาพที่ 3.6

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

② ใช้พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ เพื่อหาความสูง

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times a$$

$$12 = 4a$$

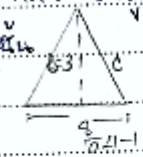
$$\frac{12}{4} = a$$

$$3 = a$$

ดังนั้น ความสูงของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เท่ากับ 3

③ ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาความยาวด้านข้าง

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เกิดด้านรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก 2 รูป คือ กว้างด้าน



ดังนั้น

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 4^2 + 3^2$$

$$c^2 = 25$$

$$\sqrt{c^2} = \sqrt{25}$$

$$c = 5$$

จาก สมบัติของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะรู้ด้านเท่ากัน 2 ด้าน

เส้นรอบรูป = $5 + 5 + 8 = 18$ เซนติเมตร

ดังนั้นได้คำตอบข้างบนคือ 18

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาว 18 ซม.

ภาพที่ 3.6 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับขั้นที่ 3 การดำเนินการแก้ปัญหา

จากภาพที่ 3.6 พบว่า นักเรียนสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนน จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 2 คะแนน

2.4) ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

มีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 3.19

ตารางที่ 3.19 เกณฑ์การให้คะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ชั้นการตรวจสอบคำตอบ

ข้อ 4 ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร		
การเขียนการตรวจสอบคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

จากเกณฑ์การให้คะแนนดังกล่าว มีคะแนนเต็ม 2 คะแนน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างการตรวจให้คะแนน ดังภาพที่ 3.7

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

3.2-การตรวจสอบคำตอบ

เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาว 18 ซม.

① ใช้พื้นที่รูป $\Delta = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$ เพื่อหาค่าสูง

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times a \quad 12 = 4a \quad \frac{12}{4} = a$$

$$a = 3$$

ดังนั้นเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ ๕

② จากสมการ Δ หน้าจั่วเกิดรูป Δ มุมฉากสองรูปคือ Δ ภายใน

จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$c^2 = a^2 + b^2$$

$$c^2 = 4 + 3^2$$

$$c^2 = 25$$

$$\sqrt{c^2} = \sqrt{25}$$

$$c = 5$$

③ หาเส้นรอบรูป Δ หน้าจั่วจากสมการรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

จะได้ด้านเท่ากับ ๕ ด้าน

เส้นรอบรูป = $5 + 5 + 8 = 18$ ซม.

$c = 5$ ดังนั้นตรวจคำตอบถูกต้อง คำนวณ 5

ภาพที่ 3.7 ตัวอย่างกระดาษคำตอบและการให้คะแนน สำหรับชั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

จากภาพที่ 3.7 พบว่า นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้ครบถ้วนตามเกณฑ์การให้คะแนน จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 2 คะแนน

3.3.2.3 แบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินที่ใช้ประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบประเมินที่ใช้วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการนำความรู้ หลักการ และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษาจากคู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์ ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1) กำหนดประเด็นการประเมิน ดังนี้

1.1) นำเสนอความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา

1.2) นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อวางแผนการแก้ปัญหา

1.3) แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา

2) สร้างแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องการวัดและกำหนดเกณฑ์การประเมินผลและแปลผล ซึ่งเกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์แสดงดังตารางที่ 3.20 ดังนี้

ตารางที่ 3.20 เกณฑ์การประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระดับ คุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมดีมาก เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม เนื้อหามีความถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน เนื้อหาขาดความสมบูรณ์
1 ต้องปรับปรุง	ไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด ได้อย่างเหมาะสม

การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของคะแนนนักเรียนกลุ่มทดลองสำหรับทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 3.51–4.00 หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

คะแนนเฉลี่ย 2.51–3.50 หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ย 1.51–2.50 หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ย ต่ำกว่า 1.51 หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง

เกณฑ์การเปรียบเทียบคะแนนที่เป็นตัวบ่งชี้ว่า นักเรียนมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด หลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับดีขึ้น มีค่าตั้งแต่ 2.51 ขึ้นไป

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนเรียน

ก่อนที่จะดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้รวบรวมคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนจำนวน 5 ข้อ ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มก่อนจะจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีคะแนนการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.21

ตารางที่ 3.21 คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)				คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)			
คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
1	N1	0	10	1	C1	0	5
2	N2	0	10	2	C2	0	0
3	N3	1	4.5	3	C3	0	9

ตารางที่ 3.21 คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน) (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)				คะแนนสอบก่อนเรียน (คะแนน)			
คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
4	N4	1	10	4	C4	1	2
5	N5	1	6	5	C5	1.5	12.5
6	N6	0	8.5	6	C6	0	5
7	N7	1	11	7	C7	0	1.5
8	N8	1	8	8	C8	0	4.5
9	N9	0	5	9	C9	1.5	10.5
10	N10	3	7	10	C10	1	11
11	N11	1	7.5	11	C11	1.5	11
12	N12	1	11	12	C12	0.5	10
13	N13	1	10.5	13	C13	1	6
14	N14	1	11	14	C14	0.5	10
15	N15	0	9	15	C15	0.5	8
16	N16	0	10	16	C16	0	10
17	N17	4	12	17	C17	0	10
18	N18	2	2	18	C18	1	8
19	N19	1	1	19	C19	0	10
20	N20	2	2	20	C20	2	10
21	N21	1	4.5	21	C21	2	9
22	N22	1	10	22	C22	1	2
23	N23	2.5	6	23	C23	2.5	12.5
24	N24	0	8.5	24	C24	0	5
25	N25	2	11	25	C25	0	1.5

ตารางที่ 3.21 แสดงคะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติ แทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร N1, N2, N3, ..., N25 แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และอักษร C1, C2, C3, ..., C25 แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม แบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนมีทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งจากคะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า ทั้งสองกลุ่มมีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน (คะแนนรายข้อของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน สามารถดูได้ในภาคผนวก ข1) สามารถสรุปเป็นผลคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองทักษะ ดังตารางที่ 3.22

ตารางที่ 3.22 คะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)

ทักษะทางคณิตศาสตร์	กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	μ	σ
ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทดลอง	25	30	1.100	1.021
	ควบคุม	25	30	0.700	0.777
ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ทดลอง	25	40	7.840	3.181
	ควบคุม	25	40	7.360	3.787

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลหลังเรียน

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล จากนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เป็นการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทั้งสองกลุ่มหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียน จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบทดสอบที่คู่ขนานกับแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน ซึ่งมีคะแนนการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.23

ตารางที่ 3.23 คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)				คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)			
คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
1	N1	27	38.5	1	C1	4	10
2	N2	20.5	29	2	C2	1	7.5
3	N3	18	24	3	C3	5	10
4	N4	24	29	4	C4	5	6
5	N5	30	40	5	C5	15	19
6	N6	28	36	6	C6	4.5	8.5
7	N7	27.5	36	7	C7	3	6
8	N8	23	31.5	8	C8	7	9
9	N9	22.5	30.5	9	C9	12	15
10	N10	29.5	39.5	10	C10	11	16
11	N11	26.5	36	11	C11	5.5	12.5
12	N12	30	39.5	12	C12	7	13
13	N13	29	39.5	13	C13	6.5	9.75
14	N14	29.5	39.5	14	C14	13	17.5
15	N15	31.5	39.5	15	C15	7	11.5
16	N16	27.5	39.5	16	C16	6	12.5
17	N17	29.5	39.5	17	C17	2	10
18	N18	28.5	37.5	18	C18	7	9
19	N19	16.5	24.5	19	C19	5	10
20	N20	26.5	39	20	C20	3.5	8.5
21	N21	18	24	21	C21	5	6
22	N22	24	29	22	C22	5	6

ตารางที่ 3.23 คะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน) (ต่อ)

กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)				คะแนนสอบหลังเรียน (คะแนน)			
คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	คนที่	ชื่อ สมมติ	ทักษะการ เชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทักษะการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์
23	N23	30	40	23	C23	15	19
24	N24	28	36	24	C24	4.5	8.5
25	N25	27.5	36	25	C25	3	6

ตารางที่ 3.23 แสดงคะแนนสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้ชื่อสมมติ แทนนักเรียนแต่ละคนโดยใช้อักษร N1, N2, N3, ..., N25 แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และอักษร C1, C2, C3, ..., C25 แทนนักเรียนกลุ่มทดลอง และอักษร C แทนนักเรียนกลุ่มควบคุม แบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนมีทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดทักษะที่คู่ขนานกับแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน ซึ่งจากคะแนนสอบวัดทักษะเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่า กลุ่มทดลองส่วนใหญ่มีคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม (คะแนนรายข้อของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสามารถดูได้ในภาคผนวก ข.2) สามารถสรุปเป็นผลคะแนนเฉลี่ยของทั้งสองทักษะ ดังตารางที่ 3.24

ตารางที่ 3.24 คะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)

ทักษะทางคณิตศาสตร์	กลุ่ม	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	μ	σ
ทักษะการเชื่อมโยงทาง คณิตศาสตร์	ทดลอง	25	30	26.100	4.203
	ควบคุม	25	30	6.500	3.813
ทักษะการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์	ทดลอง	25	40	34.920	5.491
	ควบคุม	25	40	10.670	4.015

3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลประเมินโครงการคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มทดลอง เป็นการจัดการเรียนรู้ที่นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงงานคณิตศาสตร์ในเรื่องที่แต่ละกลุ่มสนใจในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนั้นทางผู้วิจัยได้ทำการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ซึ่งระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ลำดับ	ชื่อโครงงาน	ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออก		
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3
1	ความสูงของต้นมะพร้าว	3	3	3
2	การหาพื้นที่สนามฟุตบอล	3	3	3
3	ถังน้ำพิสดาร	4	3	4
4	หนังสือน่าอ่าน	3	2	3
5	กรอบหน้าจอโน้ตบุค	3	3	4
6	กล่องบรรจุเกลือ	4	2	4
7	เสามหึศจรรย์	3	3	3
8	ความยาวรอบสังเวียนมวย	3	2	3
9	ตู้ปลาพิเศษ	4	3	4
10	ระยะทางจากบ้านไปธนาคาร	3	2	3
11	สนามเด็กเล่น	3	2	3
12	ปริมาตรของน้ำตาลทราย	4	3	4
13	โต๊ะกลปีศาจ	3	3	3

ตารางที่ 3.25 ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์
ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อโครงงาน	ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออก		
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3
14	แปลงดอกไม้แสนสวย	4	4	3
15	นมहरุชา	4	3	4

หมายเหตุ: ข้อ 1 คือ นำเสนอความเกี่ยวข้องที่เชื่อมโยงความรู้ หลักการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

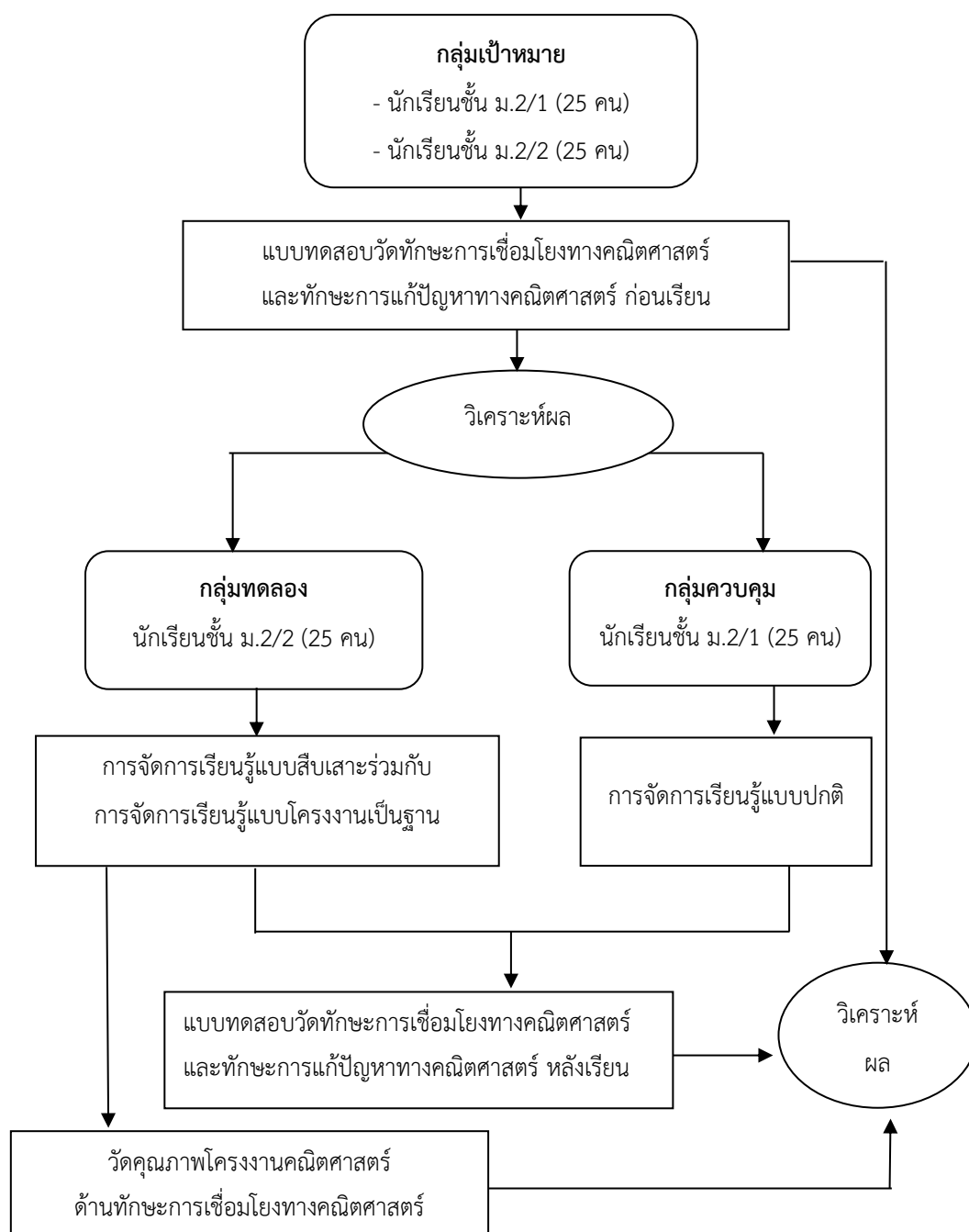
ข้อ 2 คือ นำความรู้หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์มาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อ 3 คือ นำความรู้หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์มาช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 3.25 ระดับคุณภาพพฤติกรรมที่แสดงออกจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในระดับคุณภาพ 3 (ดี) คือ สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม เนื้อหามีความถูกต้อง สามารถแสดงตัวอย่างผลงานการทำโครงงานคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ดังภาพที่ 3.8

ทางคณิตศาสตร์ โดยกลุ่มทดลองสามารถนำเรื่องการเปลี่ยนหน่วยการวัดและการหาเส้นรอบรูปมาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาและนำไปสู่การแก้ปัญหาได้

ในการวิจัยครั้งนี้ สามารถสรุปการดำเนินการรวบรวมข้อมูลได้ ดังแผนภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 3.9 การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อแสดงให้เห็นถึงผลของทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ดังนี้

3.5.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\mu = \frac{\sum X}{n} \quad (3.1)$$

เมื่อ	μ	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนคะแนนหรือข้อมูลทั้งหมด

3.5.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545) โดยใช้สูตรดังนี้

$$\sigma = \sqrt{\frac{n \sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \quad (3.2)$$

เมื่อ	σ	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละตัว
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนคะแนน หรือข้อมูลทั้งหมด

3.5.3 การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545)

เมื่อข้อมูลได้มาจากกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]}} \quad (3.3)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงปกติ เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

μ_1, μ_2	แทน	ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ
S_1^2, S_2^2	แทน	ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ
n_1, n_2	แทน	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1, 2 ตามลำดับ

เมื่อทราบค่า t ที่ได้จากการคำนวณจากสูตร แล้วจะนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง t ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง t จะต้องใช้ค่า df (ชั้นแห่งความเป็นอิสระ (degree of freedom)) ซึ่ง $df = n_1 + n_2 - 2$ และค่า t ที่ได้จากการคำนวณ โดยการเทียบค่า t ในตารางเพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ α ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ α แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ α แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์แตกต่างกัน

3.5.4 การทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) (บุญชม สะอาด, 2545)

เมื่อข้อมูล 2 ชุดได้มาจากกลุ่มตัวอย่างเดียวกัน หรือมาจากกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่มีความสัมพันธ์กัน โดยใช้สูตรดังนี้

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \quad (3.4)$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้เปรียบเทียบค่าวิกฤตจากตารางการแจกแจงปกติเพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

D	แทน	ผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D$	แทน	ผลรวมของผลต่างของคะแนนแต่ละคู่
$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของ D แต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของ D ทั้งหมดยกกำลังสอง
n	แทน	จำนวนคู่ของตัวอย่าง

เมื่อทราบค่า t ที่ได้จากการคำนวณจากสูตรแล้วจะนำไปหาค่า p โดยการเปิดตารางการแจกแจง t ซึ่งในการเปิดตารางการแจกแจง t จะต้องใช้ค่า df (ชั้นแห่งความเป็นอิสระ(degree of freedom)) ซึ่ง $df = n-1$ และค่า t ที่ได้จากการคำนวณโดยการเทียบค่า t ในตารางเพื่อหาค่า p

จากนั้นนำค่า p มาเปรียบเทียบกับระดับนัยสำคัญ α ถ้าค่า p ที่ได้มีค่ามากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ α แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนและก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน แต่ถ้าค่า p ที่ได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ α แสดงว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3.5.5 นำผลจากแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของนักเรียนกลุ่มทดลอง มาหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (μ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อ

(1) เปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ

(2) เปรียบเทียบผลการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานทั้งก่อนเรียนและหลังเรียน

(3) ศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้แบ่งผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.2 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

4.3 ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ผลการวิจัยทั้ง 3 ส่วน มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

4.1.1 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

เนื่องจากในการวิจัยครั้งนี้ ต้องการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ดังนั้นก่อนที่จะ

มีการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว จึงจำเป็นต้องเลือกกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ที่มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่ต่างกัน ผู้วิจัยได้ทำการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มจากตารางที่ 3.22 มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

4.1.1.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทางผู้วิจัยจะพิจารณาการทำให้แบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมที่มีลักษณะเป็นแบบทดสอบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งในแต่ละข้อจะพิจารณาอยู่ 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

- 1) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา
- 2) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหา
- 3) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

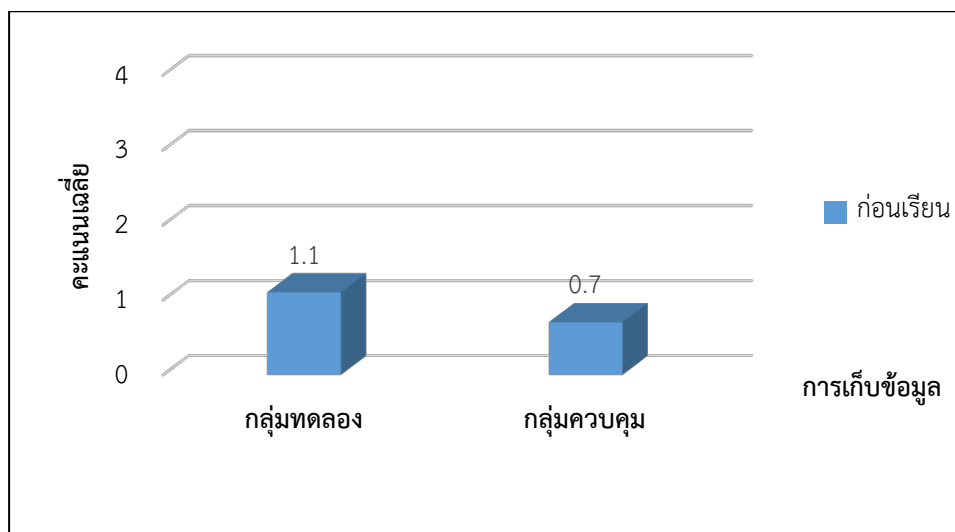
ซึ่งมีผลการทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	μ	σ	t	p
ทดลอง	25	30	1.100	1.021	1.559	0.126
ควบคุม	25	30	0.700	0.777		

จากตารางที่ 4.1 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.100 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.021 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 0.700 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.777 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 1.559$ และมีค่า $p = 0.126$ ซึ่งมากกว่า $\alpha = .05$

แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.1 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน ข้อ 2 กลุ่มทดลอง N10 และกลุ่มควบคุม C12 พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 2. นายทศมีที่ดินตามแผนผังข้างล่าง ซึ่งมีหน่วยความยาวเป็นเมตร ต้องการล้อมรั้วที่ดินดังกล่าว อยากทราบว่า นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดกี่วา

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

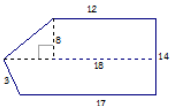
2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ อย่างไร

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

ภาพที่ 4.2 กระดาษคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มทดลอง N10 แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.2 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N10 ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการเปลี่ยนหน่วยการวัดได้ และไม่สามารถนำหลักการ และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนได้คะแนน 0 คะแนน

ข้อที่ 2. นายทศมีที่ดินตามแผนผังข้างล่าง ซึ่งมีหน่วยความยาวเป็นเมตร ต้องการล้อมรั้วที่ดินดังกล่าว อยากทราบว่า นายทศต้องล้อมรั้วทั้ง



1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใด มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยง เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาย่างละเอียด

การหาคำตอบ

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ อย่างไร

ภาพที่ 4.3 กระดาษคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม C12 แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.3 กลุ่มควบคุม C12 แสดงให้เห็นว่า ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้ เรื่องทฤษฎีบทพีทาโกรัสและการเปลี่ยนหน่วยการวัดได้ และไม่สามารถนำหลักการ และวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้ เช่นเดียวกันกับ กลุ่มทดลอง จึงทำให้นักเรียน ได้คะแนน 0 คะแนน

จากภาพที่ 4.2 และภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4.1.1.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ทางผู้วิจัยจะพิจารณาการทำแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ ในแต่ละข้อผู้วิจัยจะพิจารณาอยู่ 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ความเข้าใจในปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

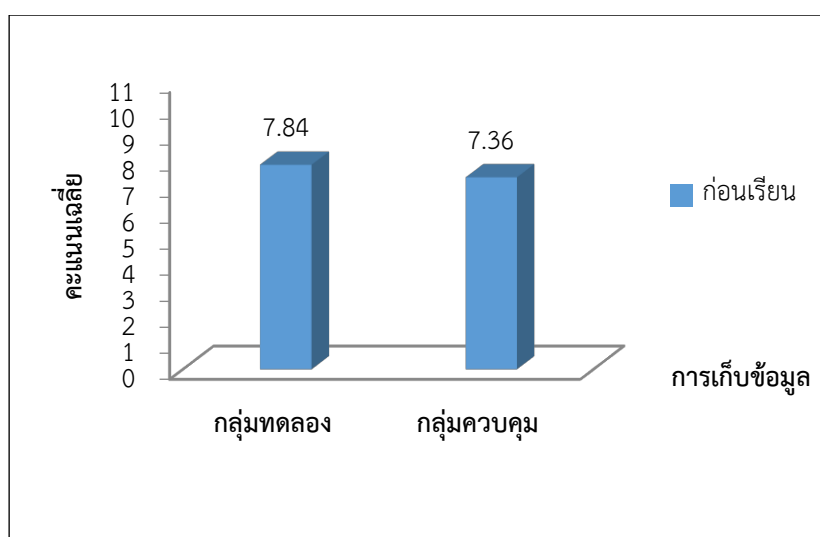
ซึ่งมีผลการทดสอบวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ
กลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม (ก่อนเรียน)

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	μ	σ	t	p
ทดลอง	25	40	7.840	3.181	0.485	0.630
ควบคุม	25	40	7.360	3.787		

จากตารางที่ 4.2 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 7.840 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.181 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.360 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.787 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 0.485$ และมีค่า $p = 0.630$ ซึ่งมากกว่า $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.4 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง
และกลุ่มควบคุม

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียน ข้อ 4 กลุ่มทดลอง N13 และกลุ่มควบคุม C14 พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกัน ซึ่งสามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 4. สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร	
1.1 ความเข้าใจในปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร - บ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว พื้นที่ 12 ตร.ม. - ฐานได้ 6 ม.	3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา
สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร ได้เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว	3.2 การตรวจสอบคำตอบ
2. วางแผนการแก้ปัญหา	

ภาพที่ 4.5 กระดาษคำตอบก่อนเรียน ของกลุ่มทดลอง N13 แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.5 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N13 สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ว่า “บ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร” ได้ถูกต้อง และสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่า “เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาวกี่เมตร” ได้ถูกต้องตามโจทย์ จึงทำให้ในขั้นทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน แต่นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาและขั้นตรวจสอบคำตอบได้ จึงได้คะแนน 0 คะแนน

ข้อที่ 4. สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

1.1 ความเข้าใจในปัญหา สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร	3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา
2. วางแผนการแก้ปัญหา 	3.2 การตรวจสอบคำตอบ

ภาพที่ 4.6 กระดาษคำตอบก่อนเรียนของกลุ่มควบคุม C14 แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มควบคุม C14 สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ว่า “บ้านเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีพื้นที่ 12 ตารางเมตรและฐานได้ 6 เมตร” และสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่า “เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาวกี่เมตร” ได้ถูกต้องตามโจทย์เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง จึงได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน แต่นักเรียนไม่สามารถเขียนขั้นตอนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหาและขั้นตอนตรวจสอบคำตอบได้เช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง จึงได้คะแนน 0 คะแนน

จากภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

4.1.2 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบปกติ โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจาก

การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของทั้งสองกลุ่มตามตารางที่ 3.24 มาทำการทดสอบโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) สามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

4.1.2.1 ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

การวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ทางผู้วิจัยจะพิจารณาจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนจะเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนเป็นข้อสอบแบบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ ในแต่ละข้อจะพิจารณาการทำแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มอยู่ 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

- 1) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องอะไรบ้าง มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา
- 2) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหา
- 3) นักเรียนนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.3 ดังนี้

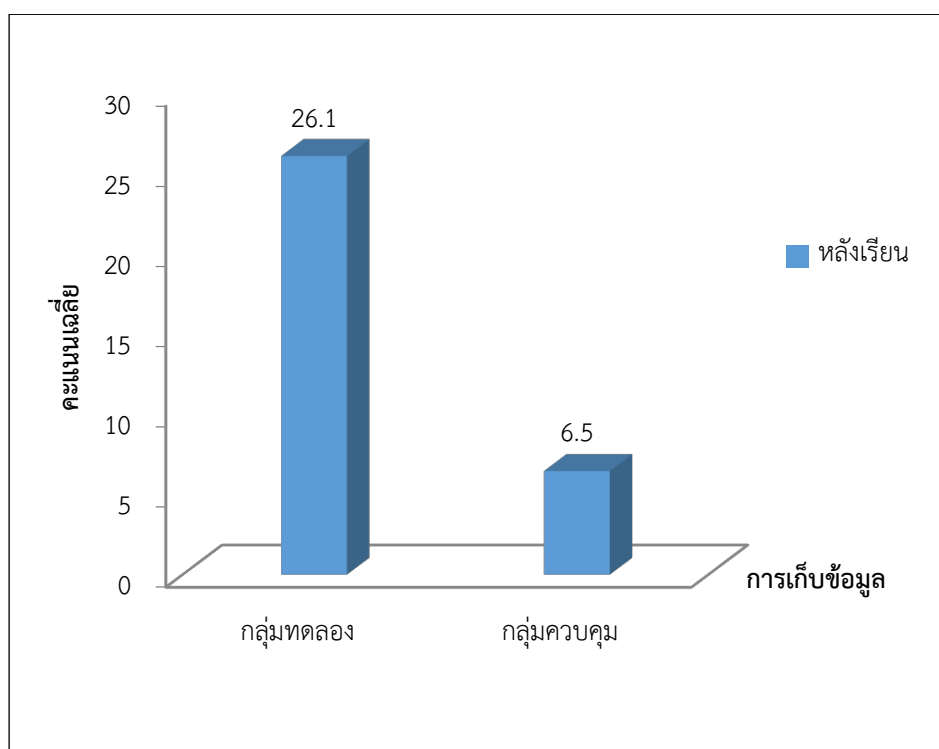
ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของคะแนนทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	μ	σ	t	p
ทดลอง	25	30	26.100	4.203	17.268	0.000*
ควบคุม	25	30	6.500	3.813		

*มีนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่ 4.3 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 26.100 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.203 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 6.500 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.813 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent sample test) พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 17.268$ และมีค่า $p = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.7 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-dependent sample test) พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนข้อที่ 2 ของกลุ่มทดลอง N10 และกลุ่มควบคุม C12 สามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 2. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ถ้าสามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

- ทบทวนความรู้เกี่ยวกับสามเหลี่ยม

- วิชาที่ 2

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

- หาพื้นที่สามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

- หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา

$$\begin{aligned} \text{พื้นที่สามเหลี่ยม} &= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง} \\ 324 &= \frac{1}{2} \times a \times 2a \\ -14 &= \frac{1}{2} \times 2a^2 \\ 324 &= a^2 \end{aligned}$$

หาค่า a

$$\begin{aligned} \sqrt{324} &= \sqrt{a^2} \\ 18 &= a \end{aligned}$$

∴ ผลคูณฐานเท่าเดิม 18 เซนติเมตร

หาค่าส่วนสูงจากสามเหลี่ยมด้านเท่า เป็น 2 เท่า

ของผลคูณฐานจากผลคูณฐาน

$$= 18 \times 2$$

$$= 36 \text{ เซนติเมตร}$$



ให้ a แทนความยาวฐาน
2a แทนความยาวด้านเท่าเดิม

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 324} \\ 2 \overline{) 162} \\ 8 \overline{) 81} \\ 3 \overline{) 27} \\ 3 \overline{) 9} \\ 3 \end{array}$$

$$= 2 \times 3 \times 3 = 18$$

ภาพที่ 4.8 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N10 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.8 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N10 สามารถนำเรื่องการหาพื้นที่และรากที่สองมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลังจากนั้นสามารถนำหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง จึงได้คะแนน

เต็ม 2 คะแนน และสามารถนำความรู้ทั้งสองเรื่องมาเชื่อมโยงสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

ข้อที่ 2. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ถ้าสามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

การหาพื้นที่สามเหลี่ยม

1

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

2

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

จ. 1 การดำเนินการแก้ปัญหา

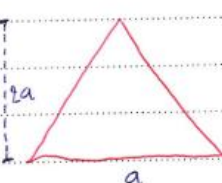
การหาพื้นที่สามเหลี่ยม

$$\Delta = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

$$324 = \frac{1}{2} \times 2a \times a$$

$$324 = a^2$$

ตอบ a



1

ภาพที่ 4.9 กระดาษคำตอบของกลุ่มควบคุม C12 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มควบคุม C12 สามารถบอกได้เพียงว่า นำเรื่องการหาพื้นที่มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา แต่ไม่สามารถนำเรื่องที่สองมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ (ทำให้ได้คะแนน 1 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) จึงเป็นผลทำให้ไม่สามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้ ทำให้ได้คะแนน 0 คะแนน ความรู้ที่นำมาใช้แก้ปัญหาต้องใช้ทั้งเนื้อหาในเรื่องการหาพื้นที่และเรื่องที่สอง แต่นักเรียนนำความรู้ได้เพียงเนื้อหาการหาพื้นที่เท่านั้น ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาไม่เป็นผลสำเร็จ จึงได้คะแนน 1 คะแนน

จากภาพที่ 4.8 และภาพที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ดีกว่ากลุ่มควบคุม

4.1.2.2 ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ทางผู้วิจัยจะพิจารณาจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียน ซึ่งแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนจะเป็นแบบทดสอบคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนเป็นข้อสอบแบบอัตนัยทั้งหมด 5 ข้อ ในแต่ละข้อจะพิจารณาการทำแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนของทั้งสองกลุ่มอยู่ 4 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ความเข้าใจในปัญหา

ขั้นที่ 2 วางแผนการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคำตอบ

ซึ่งผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 4.4 ดังนี้

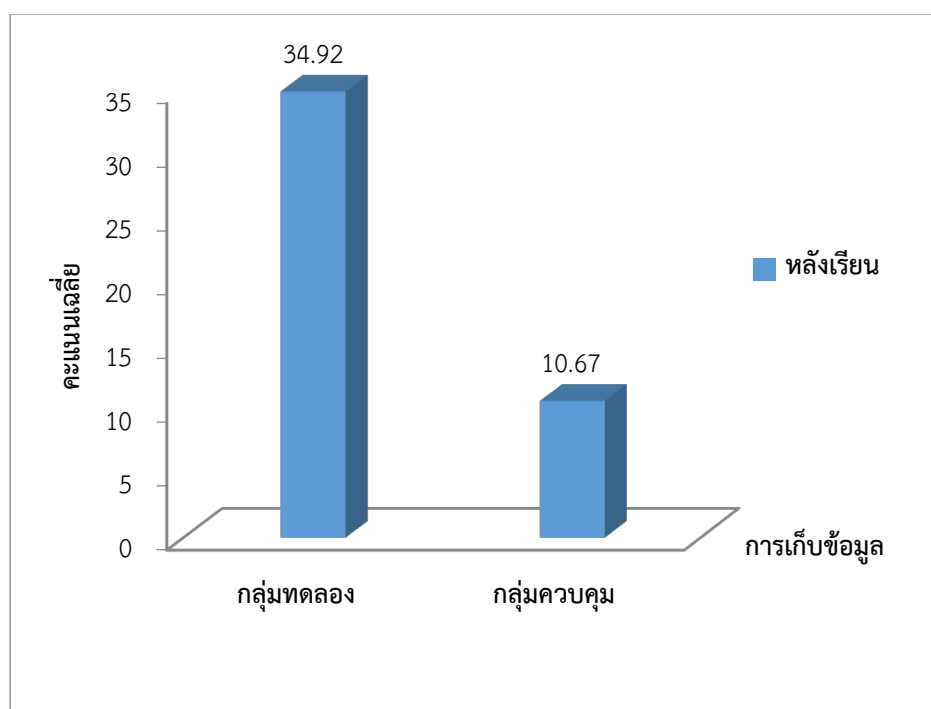
ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (หลังเรียน)

กลุ่ม	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	μ	σ	t	p
ทดลอง	25	40	34.920	5.491	17.823	0.000*
ควบคุม	25	40	10.670	4.015		

*มีนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่ 4.4 พบว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 34.920 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.491 และกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 10.670 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.015 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-independent

sample test) พบว่า ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 17.823$ และมีค่า $p = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองซึ่งได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.10 คะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบทีแบบอิสระ (t-dependent sample test) พบว่า ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะหลังเรียนข้อที่ 4 ของกลุ่มทดลอง N13 และกลุ่มควบคุม C14 สามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

2. วางแผนการแก้ปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนด

- ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาว 8 ซม.

- พื้นที่ 12 ตร.ม.

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ

- เส้นรอบรูปรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

1. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว = $1 \times 8 \times 8$

2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาค่าด้านยาวของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

3. หาเส้นรอบรูป

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา

1. ใช้สูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= \frac{1}{2} \times 8 \times h$ หาค่าความสูง

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times h$$

$$12 = 4h$$

$$\frac{12}{4} = h$$

$$3 = h$$

ดังนั้น ความสูงของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 3 ซม.

2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หาค่าด้านยาวของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

จากสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่แบ่งครึ่งได้สามเหลี่ยมมุมฉาก

$$a^2 = 3^2 + 4^2$$

$$a^2 = 9 + 16$$

$$\sqrt{a^2} = \sqrt{25}$$

$$a = 5$$

∴ ด้านยาวของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 5 ซม.

3. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

จากสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่แบ่งครึ่งได้สามเหลี่ยมมุมฉาก

$$\text{เส้นรอบรูป} = 5 + 5 + 8$$

$$= 18 \text{ ซม.}$$

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 18 ซม.



3.2 การตรวจสอบคำตอบ

1. ใช้สูตรหาพื้นที่สามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= \frac{1}{2} \times 8 \times h$ หาค่าความสูง

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times h$$

$$12 = 4h$$

$$\frac{12}{4} = h$$

$$3 = h$$

2. ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส หาค่าด้านยาวของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

$$a^2 = 3^2 + 4^2$$

$$a^2 = 9 + 16$$

$$\sqrt{a^2} = \sqrt{25}$$

$$a = 5$$

∴ ด้านยาวของสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 5 ซม.

3. หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

$$\text{เส้นรอบรูป} = 5 + 5 + 8$$

$$= 18 \text{ ซม.}$$

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว 18 ซม.

ภาพที่ 4.11 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N13 หลังเรียน แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N13 สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่า “ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาว 8 เซนติเมตรมีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร” ได้ถูกต้องและ

สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่า “เส้นรอบรูปยาวกี่เซนติเมตร” ได้ถูกต้องตามโจทย์เป็นผล ทำให้ในขั้นทำความเข้าใจปัญหาได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลังจากนั้นนักเรียนสามารถวางแผนการแก้ปัญหาได้โดยหาพื้นที่สามเหลี่ยมหน้าจั่วก่อนแล้วใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสหาด้านตรงข้ามมุมฉาก และหาเส้นรอบรูปได้ทำให้นักเรียนได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน จากการวางแผนที่เป็นลำดับขั้นตอนของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้องตามการวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียนทำให้ได้คะแนนในขั้นดำเนินการแก้ปัญหาเต็ม 2 คะแนนและสำหรับขั้นตรวจสอบคำตอบนักเรียนแสดงวิธีตรวจสอบคำตอบได้สมเหตุสมผลกับเงื่อนไขของโจทย์จึงทำได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมีความยาวกี่เซนติเมตร

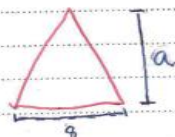
1. ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์ถามคืออะไร = รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วที่มีฐานยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร

สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ = เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

2. วางแผนการแก้ปัญหา

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา



หาพื้นที่รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times a$$

$$12 = 4a$$

$$\frac{12}{4} = a$$

$$3 = a$$

∴ เส้นรอบรูปเท่ากับ $8 + 3 + 3 = 14$ เซนติเมตร

3.2 การตรวจสอบคำตอบ

ภาพที่ 4.12 กระดาษคำตอบของกลุ่มควบคุม C14 หลังเรียน แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มควบคุม C14 สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่า “ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วยาว 8 เซนติเมตรมีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร” ได้ถูกต้องและสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่า “เส้นรอบรูปยาวกี่เซนติเมตร” ได้ถูกต้องตามโจทย์ เช่นเดียวกับกลุ่มทดลองทำให้ชั้นทำความเข้าใจปัญหาได้คะแนนเต็ม 2 คะแนนและมีการแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้เพียงการหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมเท่านั้นแต่ไม่สามารถนำทฤษฎีบทพีทาโกรัสมาหาด้านตรงข้ามมุมฉากและหาเส้นรอบรูปได้ทำให้การแก้โจทย์ปัญหาไม่เป็นผลสำเร็จ (จึงได้คะแนน 0.5 คะแนนจากคะแนนเต็ม 2 คะแนน) ส่วนชั้นวางแผนการแก้ปัญหาและขั้นตอนตรวจสอบคำตอบนักเรียนไม่สามารถเขียนได้จึงได้คะแนน 0 คะแนน

จากภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดีกว่ากลุ่มควบคุม

4.2 ผลการเปรียบเทียบการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

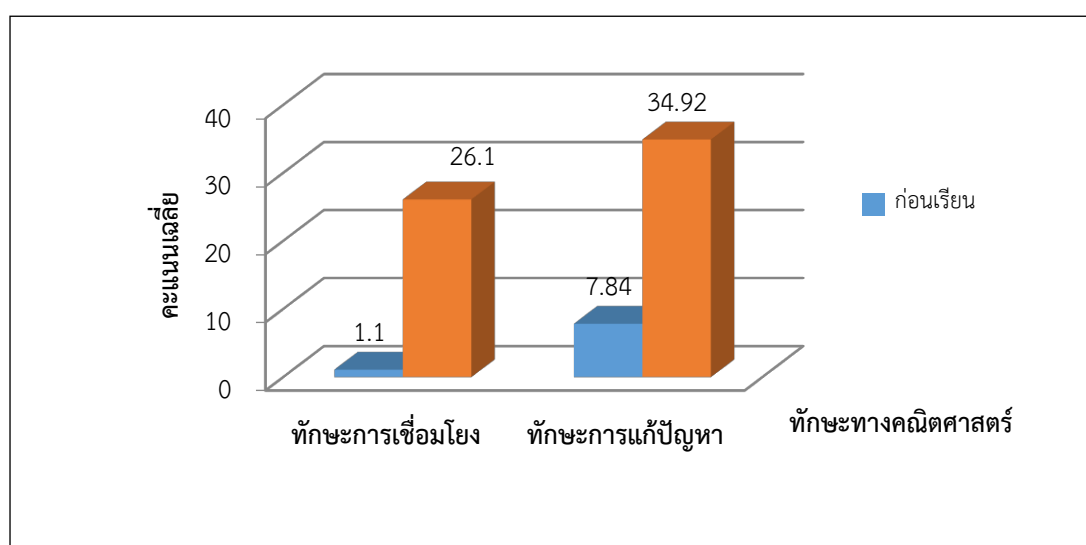
หลังจากทำการทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนแล้ว ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสำหรับกลุ่มทดลอง หลังจากนั้นได้ทำการทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.5 ดังนี้

ตารางที่ 4.5 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

ทักษะทางคณิตศาสตร์	การเก็บข้อมูล	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม (คะแนน)	μ	σ	t	p
ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์	ก่อนเรียน	25	30	1.100	1.021	30.638	0.000*
	หลังเรียน	25	30	26.100	4.203		
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	ก่อนเรียน	25	40	7.840	5.491	25.591	0.000*
	หลังเรียน	25	40	34.920	3.181		

*มีนัยสำคัญทางสถิติ .05

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 1.100 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1.021 และมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 26.100 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.203 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) การวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 30.638$ และมีค่า $p = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง มีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เท่ากับ 7.840 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 5.491 และมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน เท่ากับ 34.920 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 3.181 เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) การวิเคราะห์ค่าสถิติ $t = 25.591$ และมีค่า $p = 0.000$ ซึ่งน้อยกว่า $\alpha = .05$ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สามารถนำมาแสดงเป็นแผนภูมิแท่งได้ ดังนี้



ภาพที่ 4.13 คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง

นอกจากข้อมูลทางสถิติที่แสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง เมื่อทำการทดสอบคะแนนเฉลี่ยโดยใช้การทดสอบที่แบบไม่อิสระ (t-dependent sample test) ผลปรากฏว่า มีคะแนน

เฉลี่ยทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 5 ของกลุ่มทดลอง N11 วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 5. น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าสมพรใช้น้ำดื่มเฉลี่ยวันละ 1.5 ลิตร เขาจะใช้น้ำดื่มที่ซื้อมาจำนวน 3 โหล ได้นานกี่วัน

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ อย่างไร

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาย่างละเอียด

ภาพที่ 4.14 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N11 (ก่อนเรียน) แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.14 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N11 ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้เรื่องการวัด ปริมาตรและการประมาณค่ามาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา และไม่สามารถนำหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการวางแผนเพื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้ จึงทำให้นักเรียนได้ คะแนน 0 คะแนน

ข้อที่ 5. น้ามะเชื้อเทศกึ่งหนึ่งขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์ เมื่อแบ่งเทใส่แก้ว โดยใช้ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร จะแบ่งได้อย่างมากที่สุดกี่แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเชื้อเทศ ประมาณกี่ออนซ์ (ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

1. การเปลี่ยนหน่วยปริมาตรจากลิตร เป็น มิลลิลิตร
2. การประมาณค่า

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

1. การเปลี่ยนหน่วยปริมาตรจาก ลิตร เป็น มิลลิลิตร
2. จำนวนแก้ว: 1แก้ว น้ำมะเชื้อเทศ 200 มิลลิเมตร แล้ว น้ำมะเชื้อเทศ 67.62 ลิตร
3. นำค่าประมาณน้ำมะเชื้อเทศ

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาลงอย่างละเอียด

เปลี่ยนหน่วยปริมาตรลิตร เป็น มิลลิลิตร
1 ลิตร เท่ากับ 1000 มิลลิลิตร
2 ลิตร เท่ากับ 2000 มิลลิลิตร
น้ำมะเชื้อเทศ 1 ลิตร เท่ากับ 1000 มิลลิเมตร ปริมาตรด้วยทอง
 $= 2000 \div 200$
 $= 10$ แก้ว
นำจำนวนแก้วคูณน้ำมะเชื้อเทศ ปริมาตร สำหรับทั้งหมด
 $= 67.62 \div 10$
 $= 6.762$ ลิตร
ดังนั้นจะแบ่งได้ 10 แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเชื้อเทศประมาณ 6.762 ลิตร

ภาพที่ 4.15 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N11 (หลังเรียน) แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N11 สามารถบอกได้นำเรื่องการเปลี่ยนหน่วยการวัดและการประมาณค่ามาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ ทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลังจากนั้นสามารถนำความรู้หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องจึงได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน และสามารถนำความรู้ทั้งสองเรื่องมาเชื่อมโยงสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

จากภาพที่ 4.14 และภาพที่ 4.15 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ดีขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และจากการตรวจแบบทดสอบวัดทักษะก่อนเรียนและหลังเรียนข้อที่ 3 ของกลุ่มทดลอง N5 วัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถแสดงตัวอย่างกระดาษคำตอบ ดังภาพต่อไปนี้

ข้อที่ 3. ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา ต้องการขายที่ดินดังกล่าวทั้งหมดในราคาตารางวาละ 12000 บาท เพื่อซื้อที่ดินอีกแปลงหนึ่ง ราคาตารางวาละ 15000 บาท จงหาว่า จะซื้อที่ดินดังกล่าวได้กี่งาน

1.1 ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....0.....

2.-วางแผนการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3.1-การดำเนินการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3.2-การตรวจสอบคำตอบ

.....

ภาพที่ 4.16 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N5 (ก่อนเรียน) แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.16 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N5 ไม่สามารถเขียนชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่ประกอบด้วยสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ และสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ ชั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบได้ ทำให้ได้คะแนน 0 คะแนน

ข้อที่ 3. จากแผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร ถนนเส้นหนึ่งมีระยะทาง 4 เซนติเมตรบนแผนที่ ต้องการสร้างถนนตัวหนอน ขนาด 10×5 ตารางเซนติเมตร โดยให้ถนนกว้าง 10 เมตร จะต้องใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว

1.1 ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

ให้แผนที่มาตราส่วน 1: 500,000 ถนนเส้นหนึ่งมีระยะทาง 4 ซม.

ขนาดของตัวหนอน

2 โจทย์ให้ขนาดของตัวหนอน 10×5 ซม. ต้องการหาว่าต้องใช้ตัวหนอนกี่ล้านตัว

สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

ต้องใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว

2. วางแผนการแก้ปัญหา

1 หาพื้นที่ของถนนบนแผนที่

2 หาพื้นที่ของถนนจริง = กว้าง $\times$ ยาว

3 หาพื้นที่ของตัวหนอนบนแผนที่

4 หาพื้นที่ของถนนจริงแล้วหารด้วยพื้นที่ของตัวหนอน

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา

1 หาพื้นที่ของถนนบนแผนที่ 1: 500,000

$A = 4 \times 500,000 = 2,000,000$

หาพื้นที่ของถนนจริง = กว้าง $\times$ ยาว

$= 4 \times 1000 = 4000$ หรือ $4 \times 10^3 \times 2,000,000 = 2,000,000,000$ หรือ 2×10^9

หาพื้นที่ของตัวหนอนบนแผนที่

$= 10 \times 5 = 50$

หาพื้นที่ของถนนจริงแล้วหารด้วยพื้นที่ของตัวหนอน

$= 2 \times 10^9 \div 50 = 4 \times 10^7$

ดังนั้นต้องใช้ตัวหนอนประมาณ 4×10^7 ล้านตัว

3.2 การตรวจสอบคำตอบ

หาพื้นที่ของถนนบนแผนที่ 1: 500,000

$A = 4 \times 500,000 = 2,000,000$

หาพื้นที่ของถนนจริง = กว้าง $\times$ ยาว

$= 4 \times 1000 = 4000$ หรือ $4 \times 10^3 \times 2,000,000$

$= 2,000,000,000$ หรือ 2×10^9

หาพื้นที่ของตัวหนอนบนแผนที่

$= 10 \times 5 = 50$

หาพื้นที่ของถนนจริงแล้วหารด้วยพื้นที่ของตัวหนอน

$= 2 \times 10^9 \div 50 = 4 \times 10^7$

ดังนั้นต้องใช้ตัวหนอนประมาณ 4×10^7 ล้านตัว

ภาพที่ 4.17 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N5 (หลังเรียน) แสดงทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จากภาพที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง N5 สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ว่า “แผนที่ที่มีมาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร ถนนเส้นหนึ่งมีระยะทาง 4 เซนติเมตรบนแผนที่ต้องการสร้างถนนตัวหนอนขนาด 10×5 ตารางเซนติเมตร โดยให้ถนนกว้าง 10 เมตร” ได้ถูกต้อง และสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบว่า “ใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว” ได้ถูกต้องตามโจทย์ จึงได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน หลังจากนั้นนักเรียนสามารถแสดงการวางแผนการแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนหน่วยระยะทางของถนนก่อนแล้วหาพื้นที่ของถนน หาพื้นที่ของตัวหนอนและนำพื้นที่ของถนนหารด้วยพื้นที่ของตัวหนอนเพื่อนำไปสู่คำตอบได้ถูกต้องทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน จากการวางแผนที่เป็นลำดับขั้นตอนเป็นผลทำให้ขั้นตอนการแก้ปัญหานักเรียนสามารถแสดงวิธีการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง จึงได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน และในขั้นตรวจสอบคำตอบ นักเรียนสามารถตรวจสอบคำตอบได้สมเหตุสมผลตามเงื่อนไขของโจทย์เป็นผลทำให้ได้คะแนนเต็ม 2 คะแนน

จากภาพที่ 4.16 และภาพที่ 4.17 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดีขึ้น หลังจากได้รับการจัดการเรียนแบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

4.3 ผลการประเมินคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มทดลอง กลุ่มทดลองได้ทำโครงงานคณิตศาสตร์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนำระดับคุณภาพจากการประเมินโครงงานคณิตศาสตร์จากตารางที่ 3.25 มาวิเคราะห์และแปลผล ซึ่งแสดงได้ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและการแปลผลแบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง

ลำดับ	ชื่อโครงงาน	ระดับคุณภาพ			μ	σ	แปลผล
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3			
1	ความสูงของต้นมะพร้าว	3	3	3	3	0.00	ดี
2	การหาพื้นที่สนามฟุตบอล	3	3	3	3	0.00	ดี
3	ถึงน้ำพิสดาร	4	3	4	3.67	0.58	ดีมาก
4	หนังสือที่น่าอ่าน	3	2	3	2.67	0.58	ดี

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและการแปลผลแบบประเมินโครงการคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อโครงการ	ระดับคุณภาพ			μ	σ	แปลผล
		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3			
5	กรอบหน้าจอนิตบุค	3	3	4	3.33	0.58	ดี
6	กล่องบรรจุเกลือ	4	2	4	3.33	1.15	ดีมาก
7	เสามหัจจรรย	3	3	3	3	0.00	ดี
8	ความยาวรอบสังเวียนมว	3	2	3	2.67	0.58	ดี
9	ตู้ปลาวิเศษ	4	3	4	3.67	0.58	ดีมาก
10	ระยะทางจากบ้านไปธนาคาร	3	2	3	2.67	0.58	ดี
11	สนามเด็กเล่น	3	2	3	2.67	0.58	ดี
12	ปริมาตรของน้ำตาลทราย	4	3	4	3.67	0.58	ดีมาก
13	โต๊ะกลปีศาจ	3	3	3	3	0.00	ดี
14	แปลงดอกไม้แสนสวย	4	4	3	3.67	0.58	ดีมาก
15	นมพรรษา	4	3	4	3.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					3.18	0.32	ดี

หมายเหตุ: ข้อ 1 คือ นำเสนอความเกี่ยวข้องที่เชื่อมโยงความรู้ หลักการหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

ข้อ 2 คือ นำความรู้หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์มาช่วยในการวางแผนการแก้ปัญหา

ข้อ 3 คือ นำความรู้หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์มาช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหา

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ จากการทำโครงการคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง อยู่ในระดับ 4 ดีมาก (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 3.51–4.00) จำนวน 6 โครงการ และระดับ 3 ดี (มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.51–3.50) จำนวน 9 โครงการ ค่าเฉลี่ย เท่ากับ 3.18 แสดงว่าทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับ 3 ดี แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองสามารถนำหลักการ

หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับการวางแผนการแก้ปัญหาโดยการหาปริมาตรของถังน้ำแล้วเปลี่ยนหน่วยการปริมาตรถังน้ำจากเซนติเมตรเป็นเมตรเพื่อนำไปสู่การดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม ทำให้โครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับคุณภาพ 4 (ดีมาก)

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนขุนควรวินิจฉัย ประจำภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 จำนวน 50 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง จำนวน 25 คน และกลุ่มควบคุม จำนวน 25 คน ซึ่งทั้งสองกลุ่มมีทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มทดลองใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และกลุ่มควบคุมใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พร้อมทั้งทำการเปรียบเทียบทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และศึกษาคุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น และสูงกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ นักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน คุณภาพโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลอง ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อยู่ในระดับ ดี

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่สรุปว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้สูงขึ้น พิจารณาได้จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่ากลุ่มที่มีการจัดการเรียนรู้

แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ การที่ผลวิจัยเป็นเช่นนี้เป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจด้วยคำถาม เป็นขั้นที่นักเรียนได้เริ่มพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยนักเรียนได้ฝึกการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งของที่อยู่รอบตัว ขั้นที่ 2 เลือกหัวข้อโครงงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้เลือกหัวข้อที่นักเรียนสนใจเชื่อมโยงกับสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัวของนักเรียนแล้วนำมาสร้างโครงงานคณิตศาสตร์ในรูปแบบของโจทย์ปัญหา ขั้นที่ 3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เป็นขั้นที่นักเรียนได้ค้นคว้าความรู้ทางคณิตศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้องที่เชื่อมโยงกับโครงงานคณิตศาสตร์ที่นักเรียนสนใจ ขั้นที่ 4 วางแผนในการทำโครงงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์และเอกสารที่เกี่ยวข้อง ช่วยกันวางแผนการในดำเนินการแก้ปัญหาโครงงานของนักเรียน ขั้นที่ 5 ดำเนินการทำโครงงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้เชื่อมโยงการวางแผนการแก้ปัญหาของโครงงานสู่การดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้ฝึกการแก้ปัญหาเป็นลำดับขั้นตอนเป็นการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอนของโพลยา ประกอบด้วย ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นวางแผนการแก้ปัญหา ขั้นดำเนินการแก้ปัญหา และขั้นตรวจสอบคำตอบ ในขั้นนี้นักเรียนได้ฝึกทั้งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ขั้นที่ 6 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผลเป็นขั้นที่นักเรียนได้เชื่อมโยงการดำเนินการทำโครงงานเข้าสู่การวิเคราะห์ผลแล้วนำผลที่ได้มาตรวจสอบคำตอบของทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นขั้นที่พัฒนาทั้งทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และการเขียนรายงาน และขั้นที่ 7 การนำเสนอโครงงานและประเมินผลโครงงาน เป็นขั้นที่นักเรียนได้ฝึกการนำเสนอโครงงานโดยนำเสนอสถานการณ์ที่สนใจมาเชื่อมโยงในการนำเสนอโครงงาน เป็นการฝึกการเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนสนใจ การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวในแต่ละขั้นได้ฝึกให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ยังทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้แล้วนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยเชื่อมโยงความรู้ภายในวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึงการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการนำความรู้ เนื้อหาสาระและหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้และทักษะกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และสอดคล้องกับปิยนุช นุตตะรังค์ (2557) ได้ศึกษาพฤติกรรมการเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการสืบเสาะและกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ในการสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีพฤติกรรมการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ ดี

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ยังส่งผลให้นักเรียนกลุ่มทดลองสามารถทำคะแนนแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แสดงให้เห็นว่าหลังจากที่นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ สอดคล้องกับแนวคิดของ (Dewey, 1976) ที่กล่าวว่าวิธีการสอนที่ดีจะต้องรู้จักฝึกคนโดยลงมือปฏิบัติ ซึ่งจะทำให้เกิดข้อค้นพบด้วยตนเอง และสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรณวิสา จันทรสุนทรภาพร (2557) ได้ศึกษาการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chu et al. (2011) ได้ศึกษาการรู้สารสนเทศและทักษะด้านไอทีโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเพื่อนำไปสู่การรู้สารสนเทศและทักษะไอทีของนักเรียน หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เมื่อเทียบกับก่อนที่จะได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน สูงอย่างมีนัยสำคัญสำหรับทุกมิติของการรู้สารสนเทศและทักษะด้านไอที สอดคล้องกับงานวิจัยของ Chu and et al. (2011) ได้ศึกษาทักษะไอที โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วย wiki ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของประเทศฮ่องกง การวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานด้วย wiki ซึ่งเป็นรูปแบบของเทคโนโลยี web 2.0 ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่สนใจ พัฒนาทักษะไอทีของนักเรียน และยังส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Johnson and Cuevas (2016) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กับแรงจูงใจในการอ่านหนังสือ และการรับรู้ของนักเรียน ใช้แบบสอบถามก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อเปรียบเทียบแรงจูงใจในการอ่านของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ผลการวิจัย พบว่า แรงจูงใจในการอ่าน และการรับรู้กระบวนการคิดในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานของกลุ่มทดลอง เพิ่มขึ้นกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลการวิจัยสามารถสรุปได้อีกว่า ประเมินทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน มีค่าเฉลี่ย 3.22 ซึ่งอยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก การจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้จัดการเรียนรู้ ที่เน้นให้ผู้เรียนเห็นการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ที่นักเรียนเรียนคุ้นเคย หรือประสบการณ์ใกล้เคียงในรูปแบบของการจัดทำโครงการคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับสุวรรณ ตั้งแก้ว (2556) พบว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ผ่านกิจกรรมโครงการ เรื่อง ความคล้าย อยู่ในระดับดีมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของ เพชรรี บุรินทร์โกษฐ์ (2554) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 4 (วัดโพธาราม) จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการวิจัย พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่จัดการเรียนรู้แบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่องเลขยกกำลังของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี และคุณภาพโครงการคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับดี

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ถึงแม้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานจะพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง ไม่ได้สุ่มกลุ่มเป้าหมายที่เป็นตัวแทนประชากร ดังนั้นผลการวิจัยอาจไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในวงกว้าง หากนำผลการวิจัยไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จะต้องเลือกกลุ่มนักเรียนที่มีลักษณะเช่นเดียวกับกลุ่มเป้าหมายของงานวิจัยในครั้งนี้ กล่าวคือ การเลือกกลุ่มเป้าหมายจะต้องคำนึงถึงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ไม่แตกต่างกัน

สำหรับการศึกษางานวิจัยครั้งต่อไป ควรจะทำวิจัยแบบทดลองที่มีการสุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนประชากร เพื่อให้ผลการวิจัยสามารถนำไปใช้ในวงกว้าง และควรศึกษาเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ใดที่เหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ และศึกษาว่ามีตัวแปรอื่น ๆ เช่น เพศ ช่วงวัย ระดับชั้น ขนาดของโรงเรียน มีผลต่อการทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หรือไม่ นอกจากนี้การสังเกตนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้จะช่วยให้ครูสามารถนำมาปรับการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไปให้ประสบความสำเร็จ และอาจจะศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่น หรือแบบใดบ้างที่ส่งผลต่อทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีกว่า

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ. **คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร:

คุรุสภาลาดพร้าว, 2544

_____. **เอกสารประกอบหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 แนวทางการวัดและประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544.**

กรุงเทพมหานคร. คุรุสภาลาดพร้าว, 2545.

กระทรวงศึกษาธิการ. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551.**

กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551.

_____. **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** สำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2552.

ทิตนา แหมมณี. **ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ.**

กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2551.

_____. **14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ.** กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2552.

นภัสสร สุทธิกุล. **การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โครงการคณิตศาสตร์**. กรุงเทพมหานคร:

บุ๊คพอยท์, 2550.

บุญชม ศรีสะอาด. **การวิจัยเบื้องต้น**. กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น, 2545.

ปิยนุช นุตตะรังค์. **การสร้างบทเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเป็นไปได้โดยวิธีสืบเสาะ**

และกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยบูรพา, 2557.

พิบูลศรี วาสนสมสิทธิ์. **เทคนิคและวิธีการสอนในระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพมหานคร:

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

เพชรรี บุรินทร์โกษฐ์. **ผลการจัดกิจกรรมโครงการคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลังที่มีต่อผลสัมฤทธิ์**

ทางการเรียนคณิตศาสตร์ละความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทศบาล 4 (วัดโพธิ์วาส) จังหวัดสุราษฎร์ธานี.

วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2554.

ลัดดา เพียรประสพ. **การพัฒนาชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองแบบสืบสวนสอบสวน เรื่องอัตราส่วนของ**

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- ลัดดา ศิลาน้อย และอังคณา ตุงคะสมิต. เอกสารประกอบการอบรม เรื่อง การพัฒนาการเรียนการสอนด้วยโครงงาน. ขอนแก่น: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553.
- วรรณวิสา จันทร์สุนทรภาพร. การพัฒนากิจกรรมการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์เรื่องความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2557.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2554.
- วิจารณ์ พานิช. การเรียนรู้เพื่อศิษย์ ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์, 2555.
- เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร. ครบเครื่องเรื่องความรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์ หลักสูตรการสอนและการวิจัย. กรุงเทพมหานคร: จรัสสินทวงศ์, 2555.
- ศศิกานต์ พงษ์พัฒน์. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้โปรแกรมจีเอสพีที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ทฤษฎีกราฟเบื้องต้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546.
- _____. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: 3-คิว มีเดีย, 2555.
- สุวรรณา ตั้งแก้ว. ผลการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์เรื่องความคล้ายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2556.
- สาเกีย แก้วนิมิต. การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้เรื่องประวัติศาสตร์สมัยสุโขทัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบบรรยาย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต: มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548.
- สิริพร ทิพย์คง. การแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ครูสภาลาดพร้าว, 2545.
- อัมพร ม้าคอง. จิตวิทยาการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในสาระตะและวิทยวิธีทางคณิตศาสตร์. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Alberta Learning. **Focus on Inquiry: A Teacher's Guide to Implementing Inquiry-based Learning**. Alberta: Alberta Learning. Alberta, Canada: Alberta Learning, 2004.
- Bee, H. and Boyd, D. **Lifespan development 3rd Ed**. Boston: Allyn and Bacon, 2002.
- Bender, W. N. **Project-Based Learning: Differentiating Instruction for the 21st Century**. California: Corwin a SAGE Company, 2012.
- Chu S.K. W., Tse S.K. and Chow K. "Using collaborative teaching and inquiry project-based learning to help primary school students develop information literacy and information skills", **Library & Information Science Research**. 33(2): 132-143; July, 2011.
- Chu, S.K.W. and et al. "Inquiry project-based learning with wiki at Primary Five level", In **Paper presented at CITE Research Symposium 2011**. Hong Kong: University of Hong Kong, 2011.
- Curriculum Development Council (CDC). (2001). **Learning to Learn-The Way Forward in Curriculum Development**. http://cd1.edb.hkedcity.net/cd/EN/Content_2908/e00/summary.pdf. December, 2018.
- Dewey, J. **Democracy and education: An introduction to the philosophy of education**. New York: The Free Press, 1916.
- _____. **How WE Thing, Massachusetts**. New York: D.C. Heath and Company, 1976.
- Harada, V.H. and Yoshina, J.M. **Moving from rote to inquiry: Creating learning that counts**. Worthington, United States: Library Media Connection, 2004.
- Hargrave, Odessa Starr. "We Are All Learning Here: Reinventing Project-based Learning in the Classroom", **Masters Abstracts International**. 42(2): 359; April, 2004.
- Hmelo-Silver, C.E., Duncan, R.G. and Chinn, C.A. "Scaffolding and Achievement in Problem Based and Inquiry Learning", **Educational Psychologist**. 42(2): 99-107; April, 2007.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- Johnson, Sarah A. and Cuevas, J. “The Effects of Inquiry Project-Based Learning on Student Reading Motivation and Student Perceptions of Inquiry Learning Processes”, **Georgia Educational Researcher**. 13(1): 51-84; July, 2016.
- Knuth, E. J. “Student Understanding of the Cartesian Connection: An Exploratory Study”, **Journal for Research in Mathematics Education**. 31(4): 500; July, 2000.
- Krajcik, J. And et al. “Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students”, **Journal of the Learning Sciences**. 7(ฉบับที่): 313-350; June, 1998.
- Krulik, S. and Rudnick, J. A. **Teaching reasoning and problem solving in Junior and Senior High School**. Boston MA: Allyn and Bacon, 1996.
- Kuhlthau, C.C. **Seeking meaning: a process approach to library and information services**. Cincinnati: Libraries Unlimited Inc., 2004.
- Lowenthal, Jeffrey N. (2006). “Project-Based Learning and New Venture Creation”, **The NCIIA 10th Annual Meeting, March 23-25 Northeastern State University**. <http://www.nciia.org>. December, 2018.
- Maryellen Weimer. (2014). “five-characteristics-of-learner-centered-teaching”, <https://www.facultyfocus.com/articles/effective-teaching-strategies/five-characteristics-of-learner-centered-teaching>. 8 August, 2012.
- Mayer, R.E. **History of instructional psychology**. Oxford: Elsevier Science, 1996.
- Moran, M.J. “Collaborative action research and project work: Promising practices for developing collaborative inquiry among early childhood preservice teachers”, **Teaching and Teacher Education**. 23(4): 418–431; May, 2007.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). **Professional Standards for Teaching Mathematics**. Reston Virginia: NCTM, Inc., 1991.
- _____. **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston Va: NCTM, 2000.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

- National Council of Teachers of Mathematics Commission on Standards for School Mathematics. **Curriculum and evaluation standards for school mathematics**. Reston VA: Author, 1989.
- polya George. **How to Solve It. A New Aspect of Mathematical Method**. Garden City New York: Doubleday Company Reys, Robert E., Marilyn N, 1957.
- Rogoff, B. **Apprenticeship in thinking: cognitive development in social context**. New York: Oxford University Press, 1990.
- Suchman, J. R. **The Elementary School Inquiry Programe**. Urbana Illinois: University of Illinois, 1966.
- Singer, M., and Moscovici, H. “Teaching and learning cycles in a constructivist approach to instruction”, **Teaching and Teacher Education**. 24(6): 1613–1634; August, 2008.
- Vygotsky, L.S. **Development of higher mental functions during the transitional age**. In R.W. Rieber (Ed.) *The collected works of L.S. Vygotsky*. 83–150. New York: Plenum Press, 1987.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

- | | |
|--|---|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมรจิตต์ แป้นศรี | อาจารย์ประจำ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 2. ดร.สายฝน วิบูลรังสรรค์ | อาจารย์ประจำ ภาควิชาการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร |
| 3. อาจารย์วิทยา พูลสวัสดิ์ | อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย |

ผู้เชี่ยวชาญทั้งสามท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถวิจัยทางการศึกษา วิจัยในชั้นเรียน การวัดผลและประเมินผลการศึกษา และการสอนคณิตศาสตร์ ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัดกับข้อสอบด้วยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of objective congruence: IOC) พร้อมทั้งให้คำแนะนำเกี่ยวกับการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในงานวิจัยครั้งนี้

ภาคผนวก ข

การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ

วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ข. การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ข.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้ทั้ง 5 ข้อ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ศึกษาตัวอย่างการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้ปรับปรุงตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ก่อนที่จะนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบอีกครั้ง

ตารางที่ ข.2 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อที่	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	3	1.00	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนทุกข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนได้ทั้ง 5 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนจะคู่ขนานกันกับแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

ภาคผนวก ค

การหาดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ค.1 การหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

รายการขอความคิดเห็น	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
องค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้						
1. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบ คือ จุดประสงค์การเรียนรู้สาระสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งการเรียนรู้ การวัดผลครบถ้วน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. แผนการจัดการเรียนรู้แสดงรายละเอียดขององค์ประกอบของแผนครบทุกแผน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. มีความครอบคลุมในด้านความรู้ ทักษะกระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้
2. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. จุดประสงค์มีความเหมาะสมกับเวลา	0	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการขอความคิดเห็น	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
สาระ (เนื้อหา) การเรียนรู้						
1. มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. มีความเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. มีความถูกต้องและชัดเจน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. มีความเหมาะสมกับเวลา	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้
5. สามารถนำไปใช้สอนได้จริง	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. พัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์กับชีวิตประจำวันและทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. กิจกรรมการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	0	+1	+1	2	0.66	ใช้ได้
4. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5. กิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสมกับเวลา	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้

ตารางที่ ค.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

รายการขอความคิดเห็น	ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญท่านที่			รวม	ค่า IOC	ผลการประเมิน
	1	2	3			
สื่อ/อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้						
1. มีความสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. เนื้อหาในสื่อการเรียนรู้สามารถนำไปใช้กับชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. เหมาะสมกับระดับชั้นและวัยของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
ด้านการวัดผลประเมินผล						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2. สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3. ส่งเสริมการวัดด้านความรู้ ทักษะกระบวนการและคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4. การวัดผลประเมินผลสามารถประเมินได้	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้
5. ใช้เครื่องมือวัดผลได้เหมาะสม	+1	0	+1	2	0.66	ใช้ได้

จากผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานจำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.88 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กับการจัดการเรียนรู้

แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทาง
คณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการจัดการ
เรียนรู้ได้

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

ง.1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มทดลองโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ในการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลอง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน โดยตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงได้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์	หน่วยการเรียนรู้ที่ 2	เรื่อง การวัด
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2559	เรื่อง การวัดพื้นที่	เวลาที่ใช้สอน 3 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวเฉลิมขวัญ รวมสุข		

1. สาระสำคัญ

การเปลี่ยนหน่วยการวัดพื้นที่ในระบบหรือมาตราเดียวกัน สามารถคำนวณได้จากการเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวตามความสัมพันธ์ของหน่วยในระบบหรือมาตรานั้น

1 ตารางเมตร	=	10,000 ตารางเซนติเมตร
1 ตารางกิโลเมตร	=	1,000,000 ตารางเมตร
1 ตารางฟุต	=	144 ตารางนิ้ว
9 ตารางฟุต	=	1 ตารางหลา
1 ไร่	=	4 งาน
1 งาน	=	100 ตารางวา
1 ไร่	=	400 ตารางวา
1 ตารางวา	=	4 ตารางเมตร
1 ตารางกิโลเมตร	=	625 ไร่
พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	=	ด้าน × ด้าน
พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	=	ด้านกว้าง × ด้านยาว
พื้นที่รูปสามเหลี่ยม	=	$\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	=	ความยาวของฐาน × ความสูง
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	=	ความยาวฐาน × ความสูง
หรือ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	=	$\frac{1}{2} \times (\text{ผลคูณความยาวเส้นทแยงมุม})$
พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู	=	$\frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}$
พื้นที่สี่เหลี่ยมใด ๆ	=	$\frac{1}{2} \times \text{ความยาวของเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกของเส้นกึ่ง}$

2. มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

ค 2.1 ม. 2/3 ใช้การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัดในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม

ค 2/2 ม. 2/1 ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว และพื้นที่ แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

ค 6.1 ม. 2/3 ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 เปรียบเทียบหน่วยการวัดพื้นที่ ในระบบเดียวกันและต่างกันได้

3.2 สามารถเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ได้

3.3 สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

4. สาระการเรียนรู้แกนกลาง

4.1 การวัดความยาว พื้นที่ และการนำไปใช้

4.2 การเลือกใช้หน่วยการวัดเกี่ยวกับความยาว และพื้นที่

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1-2

5.1 สร้างความสนใจด้วยคำถาม

แบ่งกลุ่มนักเรียนโดยละความสามารถกลุ่มละ 5 ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับขนาดของพื้นที่นา และพื้นที่ทำการเกษตรต่าง ๆ ของบ้านนักเรียนและให้นักเรียนร่วมกันบอกหน่วยการวัดพื้นที่นาและพื้นที่ทำการเกษตรต่าง ๆ (แนวคำตอบของนักเรียน หน่วยการวัดพื้นที่ อาจเป็น ไร่ เป็นตารางวา เป็นงาน หรือใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ) และให้นักเรียนสังเกตการณ์ซื้อขายที่ดินว่ามีการคิดพื้นที่เป็นหน่วยใดบ้าง แล้วให้นักเรียนแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการวัดขนาดพื้นที่นา และพื้นที่ทำการเกษตรต่าง ๆ และหน่วยการวัดการซื้อขายที่ดิน ว่ามีความสัมพันธ์หรือแตกต่างกันอย่างไร

5.2 เลือกหัวข้อโครงการ

ระบุหัวข้อที่ทางกลุ่มของนักเรียนสนใจเพื่อทำการค้นหาข้อมูล แสดงให้เห็นถึงความรู้ความเข้าใจ

5.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ที่มีอยู่แล้ว มาสร้างกรอบความคิดใหม่ และให้คำแนะนำการในค้นหาข้อมูลและแนะนำเนื้อหา และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองเพื่อค้นหาข้อมูลที่ทางกลุ่มสนใจ

5.4 วางแผนในการทำโครงการ

ให้นักเรียนดำเนินการวางแผนการทำโครงการ เพื่อ แสดงแนวคิด และขั้นตอนของการทำโครงการ ซึ่งอาจต้องใช้การระดมสมองในการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ผู้ร่วมงานและผู้เกี่ยวข้องทุกคนได้มองเห็นภาระงานตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้น

5.5 ดำเนินการทำโครงการ

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำโครงการต้องลงมือดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนงานที่กำหนดไว้

5.6 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และการเขียนรายงาน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการทำโครงการคณิตศาสตร์เสร็จแล้ว ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มมาวิเคราะห์ผล สรุปผล และเขียนรายงาน เพื่อจะนำไปนำเสนอโครงการของกลุ่ม ซึ่งการเขียนโครงการตามหัวข้อต่อไปนี้ (ชื่อโครงการ ความเป็นมา วัตถุประสงค์ วิธีดำเนินการ สรุปผล ข้อเสนอแนะและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ) โดยครูมีหน้าที่คอยเป็นที่ปรึกษา

ชั่วโมงที่ 3

5.7 การนำเสนอโครงการ และประเมินผลโครงการ

นำผลการทำโครงการ มานำเสนอโดยผ่านสื่อและเทคโนโลยี (power point) ของแต่ละกลุ่ม ให้แต่ละกลุ่มนำเสนอโครงการกลุ่มละ 15 นาที โดยครูประเมินโครงการคณิตศาสตร์ ด้านทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ ของแต่ละกลุ่ม

6. สื่อการเรียนรู้และแหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อการเรียนรู้

ใบกิจกรรม เรื่อง การวัดพื้นที่

6.2 แหล่งการเรียนรู้

6.2.1 ห้องเรียน /บริเวณโรงเรียน

6.2.2 ห้องสมุดโรงเรียน

6.2.3 อินเทอร์เน็ต

7. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
1. สามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ได้	- การสังเกตการทำ โครงงานคณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน โครงงานคณิตศาสตร์	มีผลการประเมิน อยู่ในระดับดี ขึ้นไป
2. สามารถแก้ปัญหาได้ ถูกต้องตามขั้นตอน	- การสังเกตการเขียน รายงานโครงงาน คณิตศาสตร์	เกณฑ์การประเมิน โครงงานคณิตศาสตร์	มีผลการประเมิน อยู่ในระดับดี

แบบประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

พฤติกรรมที่แสดง	ระดับคุณภาพ			
	1	2	3	4
1. นำเสนอความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อแก้ปัญหา				
2. นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อวางแผนแก้การแก้ปัญหา				
3. แสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหาโดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหา				

เกณฑ์การประเมินโครงงานคณิตศาสตร์วัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
4 ดีมาก	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัดเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสมดีมาก เนื้อหามีความถูกต้องสมบูรณ์
3 ดี	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างสอดคล้องและเหมาะสม เนื้อหามีความถูกต้อง
2 พอใช้	นำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัดเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้บางส่วน เนื้อหาขาดความสมบูรณ์

ระดับคุณภาพ	เกณฑ์การพิจารณา
1 ต้องปรับปรุง	ไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ในวิชาคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับเรื่องการวัดได้อย่างเหมาะสม

เกณฑ์การแปลความหมาย

คะแนนเฉลี่ย	3.51 - 4.00	หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
คะแนนเฉลี่ย	2.51 - 3.50	หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
คะแนนเฉลี่ย	1.51 - 2.50	หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
คะแนนเฉลี่ย	ต่ำกว่า 1.51	หมายถึง ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง

บันทึกผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเฉลิมขวัญ รวมสุข)

ใบกิจกรรม เรื่อง การวัดพื้นที่

จุดประสงค์การเรียนรู้ เปรียบเทียบหน่วยความยาวในระบบเดียวกันและต่างระบบได้และเลือกใช้หน่วยการวัดพื้นที่ ได้อย่างเหมาะสม

คำชี้แจง จงเปรียบเทียบหน่วยการวัดพื้นที่มาตราต่าง ๆ ของสิ่งที่กำหนดให้แล้วเติมในตารางให้ถูกต้องนางวิสาต้องการปึกเสาปูนเพื่อล้อมรั้วที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ใบเฉลยใบกิจกรรม

เรื่อง การวัดพื้นที่

นางวิสาต้องการปักเสาปูนเพื่อล้อมรั้วที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา
วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่ต้องหาคำถาม

วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1.2 สิ่งที่ต้องหาคำหนดให้

ที่ดินของนางวิสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

2.1 การวัด

2.2 การบวกจำนวนเต็ม

2.3 การหาพื้นที่

3. การวางแผนแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

3.1 การเปรียบเทียบหน่วยความยาว

3.2 การหาพื้นที่

3.3 การหาความยาวเส้นรอบรูป

3.4 ให้ X แทนจำนวนเสา

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

จาก X แทนจำนวนเสา

จาก 1 ไร่ = 1600 ตารางเมตร

ที่ดินของนางวิสา มี 3 ไร่ 20 ตารางวา เท่ากับ $3 \times 1600 + 20 \times 4 = 4880$ ตารางเมตร

ด้านยาว 40 วา

เท่ากับ $40 \times 2 = 80$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{ด้านกว้าง} &= \frac{\text{พื้นที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า}}{\text{ด้านยาว}} \\ &= \frac{4880}{80} = 61 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$$\text{ความยาวรอบที่ดิน} = 2 \times 80 + 61 = 282 \text{ เมตร}$$

$$\text{ปักเสาห่างกัน 6 เมตร ต้องใช้เสา } x = \frac{282}{6} = 47 \text{ ต้น}$$

ดังนั้น ต้องใช้เสาจำนวน 47 ต้น

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

แทน $X = 47$ ต้น

ด้านยาว 40 วา

เท่ากับ $40 \times 2 = 80$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{ด้านกว้าง} &= \frac{\text{พื้นที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า}}{\text{ด้านยาว}} \\ &= \frac{4880}{80} = 61 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$x = \frac{\text{ความยาวรอบรูป}}{\text{ปักเสาห่างกัน 6 เมตร}} = \frac{2 \times \text{ด้านยาว} + \text{ด้านกว้าง}}{6} = \frac{2 \times 80 + 61}{6} = \frac{282}{6}$$

47 ต้น = 47 ต้น (เป็นจริง)

ง.2 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุมโดยจัดการเรียนรู้แบบปกติ

ในการจัดการเรียนรู้สำหรับกลุ่มควบคุม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งอิงจากคู่มือครูสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์พื้นฐาน เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยตัวอย่างของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงไว้ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	ช่วงชั้นที่ 3	สาระที่ 2 : การวัด
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง การวัดพื้นที่	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2	ปีการศึกษา 2559
เรื่อง การวัดพื้นที่	เวลาที่ใช้สอน 2 ชั่วโมง	ผู้สอน นางสาวเฉลิมขวัญ รวมสุข

1. มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น

มาตรฐาน ค 2.1: เข้าใจพื้นที่เกี่ยวกับการวัดความยาว

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3

1. เข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ
2. เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้

อย่างเหมาะสม

มาตรฐาน ค 2.3: แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นที่ 3

1. ใช้ความรู้เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ พื้นที่ผิว และปริมาตรในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

2. สาระสำคัญ

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส = ด้าน $\times$ ด้าน

พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว

พื้นที่รูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times$ สูง $\times$ ฐาน

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน = ความยาวของฐาน $\times$ ความสูง

พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน = ความยาวฐาน $\times$ ความสูง

หรือ พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน = $\frac{1}{2} \times$ (ผลคูณความยาวเส้นทแยงมุม)

พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ สูง $\times$ ผลบวกด้านคู่ขนาน

พื้นที่สี่เหลี่ยมใด ๆ = $\frac{1}{2} \times$ ความยาวของเส้นทแยงมุม $\times$ ผลบวกของเส้นกึ่ง

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

- 3.1 บอกพื้นที่ของรูปเหลี่ยมได้
- 3.2 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยมได้

4. สาระการเรียนรู้

การหาพื้นที่ของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ

5. กระบวนการจัดการเรียนรู้

5.1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน

- 1) ครูให้นักเรียนสนทนาเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับพื้นที่ พร้อมทั้งทบทวนการใช้สูตรของพื้นที่

$$\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส} = \text{ด้าน} \times \text{ด้าน}$$

$$\text{พื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก} = \text{ด้านกว้าง} \times \text{ด้านยาว}$$

$$\text{พื้นที่รูปสามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ฐาน}$$

$$\text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน} = \text{ความยาวของฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$\text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน} = \text{ความยาวฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$\text{หรือ} \quad \text{พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน} = \frac{1}{2} \times (\text{ผลคูณความยาวเส้นทแยงมุม})$$

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู} = \frac{1}{2} \times \text{สูง} \times \text{ผลบวกด้านคู่ขนาน}$$

$$\text{พื้นที่สี่เหลี่ยมใด ๆ} = \frac{1}{2} \times \text{ความยาวของเส้นทแยงมุม} \times \text{ผลบวกของเส้นกึ่ง}$$

พร้อมทั้งยกตัวอย่างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับการคำนวณเกี่ยวกับพื้นที่

5.2 ขั้นสอน

- 2) ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำรูปสี่เหลี่ยมแต่ละรูปนำมาประกอบกันเป็นรูปใหม่พร้อมทั้งหาพื้นที่ของรูปที่ได้

- 3) ครูยกตัวอย่างโจทย์เกี่ยวกับการหาพื้นที่และให้นักเรียนทำใบกิจกรรมเรื่องการวัดพื้นที่

5.3 ขั้นสรุป

- 4) ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการวัดพื้นที่และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 2.3 ในหนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1

6. สื่อ/อุปกรณ์และแหล่งการเรียนรู้

6.1 สื่อ / อุปกรณ์

หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐานคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เล่ม 1

6.2 แหล่งการเรียนรู้

ห้องเรียน

7. การวัดผลและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
หาพื้นที่ของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ ได้	การตรวจ ใบกิจกรรม	แบบตรวจ ใบกิจกรรม	นักเรียนทุกคนมีผลการประเมินอยู่ในระดับ 3 ขึ้นไป

เกณฑ์การประเมิน

ประเด็น การ ประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4 (ดีมาก)	3 (ดี)	2 (พอใช้)	1 (ควรปรับปรุง)
การหาพื้นที่ของรูปเหลี่ยมต่าง ๆ	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้องครบถ้วน	การแสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนนัก แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง	การแสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	ไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้อง แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง หรือทำได้ไม่ถึงเกณฑ์

บันทึกผลการสอน

ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวเฉลิมขวัญ ร่มสุข)

ใบกิจกรรม เรื่อง การวัดพื้นที่

จุดประสงค์การเรียนรู้ เปรียบเทียบหน่วยความยาวในระบบเดียวกันและต่างระบบได้และเลือกใช้หน่วยการวัดพื้นที่ ได้อย่างเหมาะสม

คำชี้แจง จงเปรียบเทียบหน่วยการวัดพื้นที่มาตราต่าง ๆ ของสิ่งที่กำหนดให้แล้วเติมในตารางให้ถูกต้อง

นางวิสาต้องการปักเสาปูนเพื่อล้อมรั้วที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา
วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหานี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

This image shows a full page of white paper with horizontal dashed lines, typical of primary school handwriting practice paper. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

[illegible]

ใบเฉลยใบกิจกรรม

เรื่อง การวัดพื้นที่

นางวิสาต้องการปักเสาปูนเพื่อล้อมรั้วที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา
วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่ต้องหาคำถาม

วิสาต้องใช้เสากี่ต้น ถ้าปักให้ห่างกัน 6 เมตร

1.2 สิ่งที่ต้องหาคำหนดให้

ที่ดินของนางวิสาเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจำนวน 3 ไร่ 20 ตารางวา ด้านยาว 40 วา

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

2.1 การวัด

2.2 การบวกจำนวนเต็ม

2.3 การหาพื้นที่

3. การวางแผนแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

3.1 การเปรียบเทียบหน่วยความยาว

3.2 การหาพื้นที่

3.3 การหาความยาวเส้นรอบรูป

3.4 ให้ x แทนจำนวนเสา

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

จาก x แทนจำนวนเสา

จาก 1 ไร่ = 1600 ตารางเมตร

ที่ดินของนางวิสา มี 3 ไร่ 20 ตารางวา เท่ากับ $3 \times 1600 + 20 \times 4 = 4880$ ตารางเมตร

ด้านยาว 40 วา

เท่ากับ $40 \times 2 = 80$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{ด้านกว้าง} &= \frac{\text{พื้นที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า}}{\text{ด้านยาว}} \\ &= \frac{4880}{80} = 61 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

$$\text{ความยาวรอบที่ดิน} = 2 \times 80 + 61 = 282 \text{ เมตร}$$

$$\text{ปักเสาห่างกัน 6 เมตร ต้องใช้เสา } x = \frac{282}{6} = 47 \text{ ต้น}$$

ดังนั้น ต้องใช้เสาจำนวน 47 ต้น

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

แทน $x = 47$ ต้น

ด้านยาว 40 วา

เท่ากับ $40 \times 2 = 80$ เมตร

$$\begin{aligned}\text{ด้านกว้าง} &= \frac{\text{พื้นที่ดินรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า}}{\text{ด้านยาว}} \\ &= \frac{4880}{80} = 61 \text{ เมตร}\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$x = \frac{\text{ความยาวรอบรูป}}{\text{ปักเสาห่างกัน 6 เมตร}} = \frac{2 \times \text{ด้านยาว} + \text{ด้านกว้าง}}{6} = \frac{2 \times 80 + 61}{6} = \frac{282}{6}$$

47 ต้น = 47 ต้น (เป็นจริง)

ภาคผนวก จ
แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์
และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

จ.1 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ก่อนเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน เรื่อง การวัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนขุนควรวินทยา

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด: นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงและแก้ปัญหา เรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและแสดงแนวทางให้ได้คำตอบ โดยนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

โจทย์ปัญหา

ข้อที่ 1. ป้าอารีย์มีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร ป้าอารีย์ เหลือผ้าไหมอีกกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

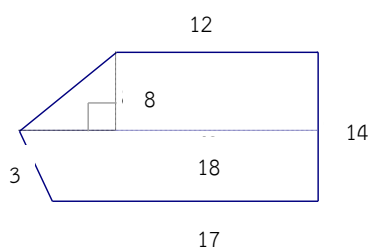
.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2. นายทศมีที่ดินตามแผนผังข้างล่าง ซึ่งมีหน่วยความยาวเป็นเมตร ต้องการล้อมรั้วที่ดินดังกล่าว อยากทราบว่า นายทศมีต้องล้อมรั้วทั้งหมดกี่วา



1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาลงละเอียด

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 3. ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา ต้องการขายที่ดินดังกล่าวทั้งหมดในราคาตารางวาละ 12000 บาท เพื่อซื้อที่ดินอีกแปลงหนึ่ง ราคาตารางวาละ 15000 บาท จงหาว่า จะซื้อที่ดินดังกล่าวได้กี่งาน

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาลงละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4. สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร วัดฐานได้

6 เมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 5. น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าสมพรใช้น้ำดื่มโดยเฉลี่ยวันละ

1.5 ลิตร เขาจะใช้น้ำดื่มที่ซื้อมาจำนวน 3 โหล ได้นานกี่วัน

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

จ.2 เกลยแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียน

เกลยแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ตัวชี้วัด: นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงและแก้ปัญหา
เรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้

คำชี้แจง: ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและแสดงแนวทางให้ได้คำตอบ โดยนำความรู้ หลักการ
และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

โจทย์ปัญหา

ข้อที่ 1. ป้าอารีย์มีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร ป้าอารีย์
เหลือผ้าไหมอีกกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

ป้าอารีย์เหลือผ้าไหมยาวกี่เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

1) ป้าอารีย์มีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร

2) นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.1 ผลต่างของความยาวผ้าไหม

2.2 การวัดความยาว

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร (2 คะแนน)

3.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

3.2 ความยาวของผ้าไหมที่เหลือ = นำผ้าไหมทั้งหมด – ผ้าไหมที่นำไปตัด

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

4.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

ผ้าไหมยาว 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

ป่าอาเรียนมีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร

ถ้าป่าอาเรียนมีผ้าไหม 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

$$\text{แล้วป่าอาเรียนมีผ้าไหมยาว 9 เมตร} = \frac{100 \times 9}{1} = 900 \text{ เซนติเมตร}$$

แต่ป่าอาเรียนมีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร

$$= 900 \text{ เซนติเมตร} + 30 \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 930 \text{ เซนติเมตร}$$

4.2 ความยาวของผ้าไหมที่เหลือ = นำผ้าไหมทั้งหมด - ผ้าไหมที่นำไปตัด

นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร

ถ้านำไปตัดเสื้อ 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

$$\text{แล้วนำไปตัดเสื้อ 2 เมตร} = \frac{100 \times 2}{1} = 200 \text{ เซนติเมตร}$$

แต่นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร = 200 เซนติเมตร + 50 เซนติเมตร

$$= 250 \text{ เซนติเมตร}$$

ดังนั้น ความยาวของผ้าไหมที่เหลือ = ผ้าไหมทั้งหมด - นำผ้าไหมไปตัดเสื้อ

$$\text{เพราะฉะนั้น} = 930 - 250 = 680 \text{ เซนติเมตร}$$

ตอบ เหลือผ้าไหม 680 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ เหลือผ้าไหม 680 เซนติเมตร

5.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

ผ้าไหมยาว 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

ป่าอาเรียมีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร

ถ้าป่าอาเรียมีผ้าไหม 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

$$\text{แล้วป่าอาเรียมีผ้าไหมยาว 9 เมตร} = \frac{100 \times 9}{1} = 900 \text{ เซนติเมตร}$$

แต่ป่าอาเรียมีผ้าไหมยาว 9 เมตร 30 เซนติเมตร

$$= 900 \text{ เซนติเมตร} + 30 \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 930 \text{ เซนติเมตร}$$

5.2 ความยาวของผ้าไหมที่เหลือ = นำผ้าไหมทั้งหมด - ผ้าไหมที่นำไปตัด

นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร

ถ้านำไปตัดเสื้อ 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

$$\text{แล้วนำไปตัดเสื้อ 2 เมตร} = \frac{100 \times 2}{1} = 200 \text{ เซนติเมตร}$$

แต่นำไปตัดเสื้อ 2 เมตร 50 เซนติเมตร

$$= 200 \text{ เซนติเมตร} + 50 \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 250 \text{ เซนติเมตร}$$

ดังนั้น ความยาวของผ้าไหมที่เหลือ = ผ้าไหมทั้งหมด - นำผ้าไหมไปตัดเสื้อ

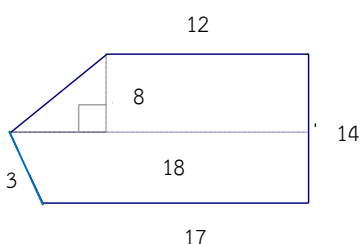
$$\text{เพราะฉะนั้น } 680 \text{ เซนติเมตร} = 930 - 250 = 680 \text{ เซนติเมตร (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ป่าอาเรียเหลือผ้าไหมอีกกี่ เซนติเมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 2. นายทศมีที่ดินตามแผนผังข้างล่าง ซึ่งมีหน่วยความยาวเป็นเมตร ต้องการล้อมรั้วที่ดินดังกล่าว อยากทราบว่า นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดกี่วา



1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

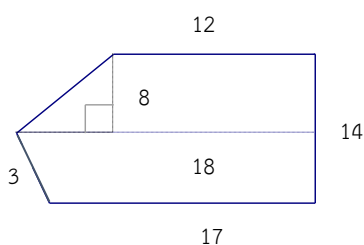
นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดกี่วา

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

1) ต้องการล้อมรั้วที่ดินมีหน่วยความยาวเป็นเมตร ตามแผนผัง



เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

- 2.1 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 2.2 ความยาวรอบรูป
- 2.3 การเปลี่ยนหน่วยการวัด
- 2.4 รากที่สอง

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม
- 3.2 ใช้เรื่องการหารากที่สองในถอดราก

3.3 หาความยาวรอบรูปของที่ดิน

3.4 นำความยาวรอบรูปของพื้นที่ทั้งหมดเปลี่ยนจากหน่วยเมตรเป็นวา

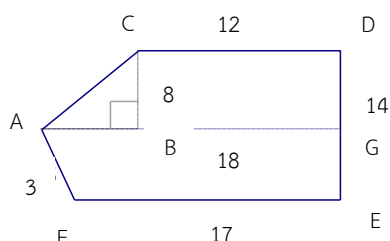
เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหายอย่างละเอียด

4.1 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม กำหนดจุด ในแผนผัง



หาด้าน $\overline{AB}$ จาก รูปสี่เหลี่ยม $CDGB$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งบอกด้านยาว $\overline{CD}$ เท่ากับ 12 เมตร จึงทำให้ BG ยาว 12 เมตร

จาก $\overline{AG}$ ยาว 18 เมตร ทำให้ $\overline{AB}$ ยาวเท่ากับ $18 - 12 = 6$ เมตร

จาก $\overline{AB} = 6$ เมตร และ $\overline{CB} = 8$ เมตร

หาด้าน $\overline{AC}$ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC^2 = 6^2 + 8^2$$

$$AC^2 = 36 + 64$$

$$AC^2 = 100$$

4.2 ใช้เรื่องการหารากที่สองช่วยในการแก้ปัญหา

$$\sqrt{AC^2} = \sqrt{100}$$

$$AC = 10 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น ด้าน $\overline{AC}$ ยาว 10 เมตร

$$\begin{aligned} 4.3 \text{ หาความยาวรอบรูปของที่ดิน} &= 12 + 14 + 17 + 3 + 10 \text{ เมตร} \\ &= 56 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

ดังนั้น ความยาวรอบรูปของที่ดิน เท่ากับ 56 เมตร

4.4 นำความยาวรอบรูปของพื้นที่ทั้งหมดเปลี่ยนจากหน่วยเมตรเป็นวาจาก 2 เมตร เท่ากับ 1 วา

$$\text{ความยาวรอบรูปเท่ากับ 56 เมตร เท่ากับ } \frac{1 \times 56}{2} = 28 \text{ วา}$$

ดังนั้น นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดยาว 28 วา

ตอบ นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดยาว 28 วา

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

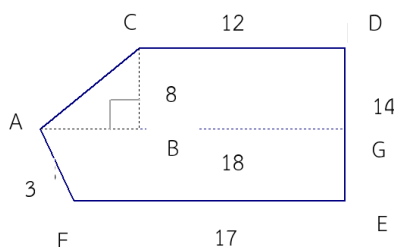
ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดยาว 28 วา

5.1 นำความยาวรอบรูปของพื้นที่ทั้งหมดเปลี่ยนจากหน่วยเมตรเป็นวา
จาก 1 วา เท่ากับ 2 เมตร

นายทศล้อมรั้วทั้งหมดยาว 28 วา เท่ากับ $\frac{2 \times 28}{1} = 56$ เมตร

5.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้านตรงข้ามมุมฉากของรูปสามเหลี่ยม
กำหนดจุด ในแผนผัง



หาด้าน $\overline{AB}$ จาก รูปสี่เหลี่ยม $CDGB$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งบอกด้านยาว $\overline{CD}$ เท่ากับ 12 เมตร จึงทำให้ $\overline{BG}$ ยาว 12 เมตร

จาก $\overline{AG}$ ยาว 18 เมตร ทำให้ $\overline{AB}$ ยาวเท่ากับ $18 - 12 = 6$ เมตร

จาก $\overline{AB} = 6$ เมตร และ $\overline{CB} = 8$ เมตร

หาด้าน $\overline{AC}$ โดยใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$AC^2 = AB^2 + BC^2$$

$$AC^2 = 6^2 + 8^2$$

$$AC^2 = 36 + 64$$

$$AC^2 = 100$$

$$\sqrt{AC^2} = \sqrt{100}$$

$$AC = 10 \text{ เมตร}$$

ดังนั้น ด้าน $\overline{AC}$ ยาว 10 เมตร

5.3 หาคความยาวรอบรูปของที่ดิน = $12 + 14 + 17 + 3 + 10$ เมตร

$$56 \text{ เมตร} = 56 \text{ เมตร (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
นายทศต้องล้อมรั้วทั้งหมดกี่วา (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 3. ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา ต้องการขายที่ดินดังกล่าวทั้งหมดในราคาราวารละ 12,000 บาท เพื่อซื้อที่ดินอีกแปลงหนึ่ง ราคาราวารละ 15,000 บาท จงหาว่า จะซื้อที่ดินดังกล่าวได้กี่งาน

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งโจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

จะซื้อที่ดินได้กี่งาน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งโจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

1) ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา

2) ต้องการขายที่ดินดังกล่าวทั้งหมดในราคาราวารละ 12,000 บาท เพื่อซื้อที่ดินอีกแปลงหนึ่ง
ราคาราวารละ 15,000 บาท

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

- 2.1 การเปลี่ยนหน่วยการวัด
- 2.2 การคำนวณเรื่องการคูณ

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาคืออย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากรูปเป็นตารางวาและเปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากงานเป็นตารางวา
- 3.2 คำนวณเงินในการขายที่ดิน = นำที่ดินที่เปลี่ยนหน่วยเป็นตารางวาแล้ว $\times$ ราคาขายที่ดิน
- 3.3 ซื้อที่ดินใหม่ = นำเงินที่ได้จากการขายที่ดิน $\div$ ราคาซื้อที่ดินแปลงใหม่
- 3.4 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินแปลงใหม่จากตารางวาเป็นงาน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหายอย่างละเอียด

ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา

4.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากรไร่เป็นตารางวาและเปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากงานเป็นตารางวา
จาก 1 ไร่ = 400 ตารางวา

$$\text{ดังนั้นชายคนนี้มีที่ดิน 2 ไร่} = \frac{400 \times 2}{1} = 800 \text{ ตารางวา}$$

จาก 1 งาน = 100 ตารางวา

$$\text{ดังนั้นชายคนนี้มีที่ดิน 3 งาน} = \frac{100 \times 3}{1} = 300 \text{ ตารางวา}$$

เพราะฉะนั้นชายคนนี้มีที่ดิน เท่ากับ $800 + 300 + 150 = 1250$ ตารางวา

4.2 คำนวณเงินในการขายที่ดิน = นำที่ดินที่เปลี่ยนหน่วยเป็นตารางวาแล้ว $\times$ ราคาขายที่ดิน
ขายที่ดินในราคาตารางวาละ 12,000 บาท

$$= 1250 \text{ ตารางวา} \times 12,000 \text{ บาท}$$

$$= 15,000,000 \text{ บาท}$$

4.3 $\text{ซื้อที่ดินใหม่} = \text{นำเงินที่ได้จากการขายที่ดิน} \div \text{ราคาซื้อที่ดินแปลงใหม่}$
 ที่ดินอีกแปลงใหม่ ราคาตารางวาละ 15,000 บาท

$$= 15,000,000 \div 15,000$$

$$= 1000 \text{ ตารางวา}$$

4.4 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินแปลงใหม่จากตารางวาเป็นงาน

จาก 100 ตารางวา = 1 งาน

$$\text{มีที่ดิน 1000 ตารางวา} = \frac{1 \times 1000}{100} = 10 \text{ งาน}$$

ตอบ ซื้อที่ดินได้ 10 งาน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ ซื้อที่ดินได้ 10 งาน

5.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากไร่เป็นตารางวาและเปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินจากงานเป็นตารางวา
 ชายคนหนึ่งมีที่ดิน 2 ไร่ 3 งาน 150 ตารางวา

จาก 1 ไร่ = 400 ตารางวา

$$\text{ดังนั้นชายคนนี้มีที่ดิน 2 ไร่} = \frac{400 \times 2}{1} = 800 \text{ ตารางวา}$$

จาก 1 งาน = 100 ตารางวา

$$\text{ดังนั้นชายคนนี้มีที่ดิน 3 งาน} = \frac{100 \times 3}{1} = 300 \text{ ตารางวา}$$

เพราะฉะนั้นชายคนนี้มีที่ดิน เท่ากับ $800 + 300 + 150 = 1250$ ตารางวา

5.2 จำนวนเงินในการขายที่ดิน = นำที่ดินที่เปลี่ยนหน่วยเป็นตารางวาแล้ว $\times$ ราคาขายที่ดิน
ขายที่ดินในราคาตารางวาละ 12,000 บาท

$$= 1250 \text{ ตารางวา} \times 12,000 \text{ บาท}$$

$$= 15,000,000 \text{ บาท}$$

5.3 ซื้อที่ดินใหม่ = นำเงินที่ได้จากการขายที่ดิน $\div$ ราคาซื้อที่ดินแปลงใหม่
ที่ดินอีกแปลงใหม่ ราคาตารางวาละ 15,000 บาท

$$= 15,000,000 \div 15,000$$

$$= 1000 \text{ ตารางวา}$$

5.4 เปลี่ยนหน่วยการวัดที่ดินแปลงใหม่จากตารางวาเป็นงาน

จาก 100 ตารางวา = 1 งาน

$$\text{มีที่ดิน 1000 ตารางวา} = \frac{1 \times 1000}{100} = 10 \text{ งาน (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
จะซื้อที่ดินดังกล่าวได้กี่งาน (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 4. สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร ฐานได้ 6 เมตร เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่ต้องหาคำตอบ (1 คะแนน)

เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่ต้องกำหนดให้ (1 คะแนน)

- 1) สวนหย่อมหน้าบ้านแห่งหนึ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีพื้นที่ 24 ตารางเมตร
- 2) วัดความยาวฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วได้ 6 เมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

- 2.1 การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม
- 2.2 สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
- 2.3 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 2.4 หาความยาวรอบรูป

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม
- 3.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน
- 3.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ
- 3.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เกณฑ์การให้คะแนน

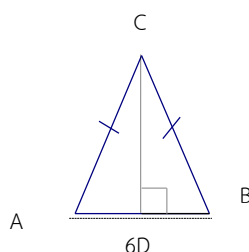
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหายอย่างละเอียด

4.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม



จากสมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เมื่อลาก $\overline{CD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ จะได้ $\overline{BD} = 3$ เซนติเมตร

$$\text{พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\Delta_{ABC} = \frac{1}{2} \times AB \times DC$$

$$12 = \frac{1}{2} \times 6 \times DC$$

$$DC = \frac{12}{3} = 4 \text{ เซนติเมตร}$$

4.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน

เนื่องจาก ΔABD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\text{จะได้ } CB^2 = DB^2 + CD^2$$

$$CB^2 = 3^2 + 4^2 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 9 + 16 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 25 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = \sqrt{25} \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

ดังนั้น $\overline{CB}$ ยาว 5 เซนติเมตร

4.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ

จากโจทย์ $\triangle ABC$ เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะได้ว่า $AC = CB = 5$ เซนติเมตร

4.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= AB + BC + AC$ เซนติเมตร

$$= 6 + 5 + 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$= 16 \quad \text{เซนติเมตร}$$

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 16 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

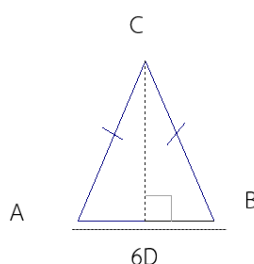
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 16 เซนติเมตร

5.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม



จากสมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เมื่อลาก $\overline{CD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ จะได้ $\overline{BD} = 3$ เซนติเมตร

$$\text{พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\Delta ABC = \frac{1}{2} \times AB \times DC$$

$$12 = \frac{1}{2} \times 6 \times DC$$

$$DC = \frac{12}{3} = 4 \text{ เซนติเมตร}$$

5.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน

เนื่องจาก ΔABD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\text{จะได้ } CB^2 = DB^2 + CD^2$$

$$CB^2 = 3^2 + 4^2 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 9 + 16 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 25 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = \sqrt{25} \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

ดังนั้น $\overline{CB}$ ยาว 5 เซนติเมตร

5.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ

จากโจทย์ ΔABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะได้ว่า $AC = CB = 5$ เซนติเมตร

5.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= AB + BC + AC$ เซนติเมตร

$$= 6 + 5 + 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$16 \text{ เซนติเมตร} = 16 \quad \text{เซนติเมตร (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 5. น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าสมพรใช้น้ำดื่มโดยเฉลี่ยวันละ 1.5 ลิตร เขาจะใช้น้ำดื่มที่ซื้อมาจำนวน 3 โหล ได้นานกี่วัน

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่ต้องพิจารณา (1 คะแนน)

ซื้อน้ำดื่มจำนวน 3 โหลใช้ได้นานกี่วัน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่ต้องกำหนดให้ (1 คะแนน)

1) น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

2) สมพรใช้น้ำดื่มโดยเฉลี่ยวันละ 1.5 ลิตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.1 การหาร

2.2 การเปลี่ยนหน่วยปริมาตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร (2 คะแนน)

3.1 หาจำนวนน้ำดื่มจำนวน 3 โหลว่ามีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร หากการใช้น้ำดื่มเฉลี่ยแต่ละวันโดยเปลี่ยนหน่วยการวัดปริมาตรจากลิตรเป็นมิลลิลิตร และจากมิลลิลิตรเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร

3.2 สมพรใช้น้ำดื่มกี่วัน = ปริมาตรน้ำดื่ม ÷ ปริมาตรการใช้น้ำแต่ละวันของสมพร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	เมื่อนักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	เมื่อนักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

4.1 หาจำนวนน้ำดื่มจำนวน 3 โหลว่ามีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมพรซื้อน้ำดื่มมา 3 โหล

น้ำดื่ม 1 โหล = 12 ขวด

$$\text{น้ำดื่ม 3 โหล} \quad \frac{12 \times 3}{1} = 36 \text{ ขวด}$$

ดังนั้น น้ำดื่มทั้งหมดเท่ากับ $1,000 \times 36 = 36,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมพรใช้น้ำดื่มโดยเฉลี่ยวันละ 1.5 ลิตร

จาก 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร

$$\text{สมพรใช้น้ำดื่ม 1.5 ลิตร} = \frac{1,000 \times 1.5}{1} = 1,500 \text{ มิลลิลิตร}$$

จาก 1 มิลลิลิตร = 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

$$\text{สมพรใช้น้ำดื่ม 1500 มิลลิลิตร} = \frac{1 \times 1,500}{1} = 1,500 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

$$\begin{aligned} 4.2 \text{ สมพรใช้น้ำดื่มกี่วัน} &= \text{ปริมาตรน้ำดื่ม} \div \text{ปริมาตรการใช้น้ำแต่ละวันของสมพร} \\ &= 36,000 \div 1500 \\ &= 24 \text{ วัน} \end{aligned}$$

ตอบ สมพรใช้น้ำดื่มจำนวน 24 วัน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ สมพรใช้น้ำดื่มจำนวน 24 วัน

5.1 หาจำนวนน้ำดื่มจำนวน 3 โหลว่ามีปริมาตรกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร
น้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมพรซื้อน้ำดื่มมา 3 โหล

น้ำดื่ม 1 โหล = 12 ขวด

น้ำดื่ม 3 โหล $\frac{12 \times 3}{1} = 36$ ขวด

ดังนั้น น้ำดื่มทั้งหมดเท่ากับ $1,000 \times 36 = 36,000$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมพรใช้น้ำดื่มโดยเฉลี่ยวันละ 1.5 ลิตร

จาก 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร

สมพรใช้น้ำดื่ม 1.5 ลิตร $= \frac{1,000 \times 1.5}{1} = 1,500$ มิลลิลิตร

จาก 1 มิลลิลิตร = 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

สมพรใช้น้ำดื่ม 1500 มิลลิลิตร $= \frac{1 \times 1,500}{1} = 1,500$ ลูกบาศก์เซนติเมตร

5.2 สมพรใช้น้ำดื่มกี่วัน = ปริมาตรน้ำดื่ม ÷ ปริมาตรการใช้น้ำแต่ละวันของสมพร

= $36000 \div 1500$

24 วัน = 24 วัน (เป็นจริง)

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
เขาจะใช้น้ำดื่มที่ซื้อมาจำนวน 3 โหล ได้นานกี่วัน (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

จ.3 แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
หลังเรียน

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การวัด
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
โรงเรียนขุนควรวิทยาคม

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ตัวชี้วัด: นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการ วิธีการทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงและแก้ปัญหา เรื่องการวัด เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาและแสดงแนวทางให้ได้คำตอบ โดยนำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการหาคำตอบหรือแก้ปัญหา

โจทย์ปัญหา

ข้อที่ 1. โต๊ะสูง 2 เมตร ถ้าพ่อคาดคะเนความสูงของโต๊ะไว้ 1 เมตร 75 เซนติเมตร อยากทราบว่าคุณพ่อคาดคะเนความสูงของโต๊ะคลาดเคลื่อนไปกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาลงอย่างละเอียด

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 2. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ถ้าสามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่ เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 3. จากแผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร ถนนเส้นหนึ่งมีระยะทาง 4 เซนติเมตรบนแผนที่ ต้องการสร้างถนนตัวหนอนขนาด 10×5 ตารางเซนติเมตร โดยให้ถนนกว้าง 10 เมตร จะต้องใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งโจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

ข้อที่ 5. น้ำมะเขือเทศกล่องหนึ่งขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์ เมื่อแบ่งเทใส่แก้ว โดยใช้ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร จะแบ่งได้อย่างมากที่สุดกี่แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเขือเทศประมาณกี่ออนซ์ (ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์กำหนดให้คืออะไร

.....

.....

1.2 สิ่งที่ต้องการทราบคืออะไร

.....

.....

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

3. การวางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร

.....

.....

.....

4. การดำเนินการแก้ปัญหา

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหอย่างละเอียด

.....

.....

.....

.....

5. การตรวจสอบคำตอบ

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

จ.4 เกลยแบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หลังเรียน

แบบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน เรื่อง การวัด

โจทย์ปัญหา

ข้อที่ 1. โຕ้ะสูง 2 เมตร ถ้าวัดคาคะเนความสูงของโຕ้ะไว้ 1 เมตร 75 เซนติเมตร อยากทราบว่
คุณพ้อคาคะเนความสูงของโຕ้ะคลาดเคลื่อนไปกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที้อยู่ต้องการทราบ (1 คะแนน)

คุณพ้อคาคะเนความสูงของโຕ้ะคลาดเคลื่อนกี่เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่้อยู่ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่้อยู่ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที้อยู่กำหนดให้ (1 คะแนน)

1) โຕ้ะสูง 2 เมตร

2) พ้อคาคะเนความสูงของโຕ้ะไว้ 1 เมตร 75 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่้อยู่กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่้อยู่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่้อยู่กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทาง
คณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.1 ผลต่างการคาคะเนความสูงของโຕ้ะ

2.2 การวัดความยาว

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร (2 คะแนน)

3.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

3.2 หาผลต่างการคาดคะเนความสูงของโต๊ะที่คลาดเคลื่อนกับความสูงของโต๊ะ

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหายอย่างละเอียด

4.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

จาก 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

ถ้าโต๊ะสูง 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

แล้วโตะสูง 2 เมตร $\frac{100 \times 2}{1} = 200$ เซนติเมตร

ดังนั้น โตะสูง 200 เซนติเมตร

ถ้าพ่อคาดคะเนความสูงของโตะไว้ 1 เมตร 75 เซนติเมตร

= 100 เซนติเมตร + 75 เซนติเมตร

= 175 เซนติเมตร

4.2 หาผลต่างการคาดคะเนความสูงของโตะที่คลาดเคลื่อนกับความสูงของโตะ

คุณพ่อคาดคะเนความสูงของโตะที่คลาดเคลื่อน = 200 เซนติเมตร – 175 เซนติเมตร

= 25 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ คุณพ่อคาดคะเนความสูงของโตะที่คลาดเคลื่อน = 25 เซนติเมตร

5.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

จาก 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

ถ้าโตะสูง 1 เมตร = 100 เซนติเมตร

แล้วโตะสูง 2 เมตร $\frac{100 \times 2}{1} = 200$ เซนติเมตร

ดังนั้น โตะสูง 200 เซนติเมตร

ถ้าพ่อคาดคะเนความสูงของโตะไว้ 1 เมตร 75 เซนติเมตร

= 100 เซนติเมตร + 75 เซนติเมตร

= 175 เซนติเมตร

5.2 หาผลต่างการคาดคะเนความสูงของโถ๊ะที่คลาดเคลื่อนกับความสูงของโถ๊ะ
 คุณพ่อคาดคะเนความสูงของโถ๊ะที่คลาดเคลื่อน = 200 เซนติเมตร – 175 เซนติเมตร
 25 เซนติเมตร = 25 เซนติเมตร (เป็นจริง)

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
คุณพ่อคาดคะเนความสูงของโถ๊ะ คลาดเคลื่อนไปที่เซนติเมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 2. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ถ้าสามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่ เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน)

1.1 สิ่งที่เกี่ยวข้องต้องการทราบ (1 คะแนน)

รูปสามเหลี่ยมมีส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่เกี่ยวข้องกำหนดให้ (1 คะแนน)

- 1) รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน
- 2) สามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.1 การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม

2.2 รากที่สอง

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้ได้อย่างไร (2 คะแนน)

3.1 หาความยาวฐานจากการหาพื้นที่สามเหลี่ยม

3.2 หารากที่สองเพื่อหาส่วนสูงของสามเหลี่ยม

เกณฑ์การให้คะแนน

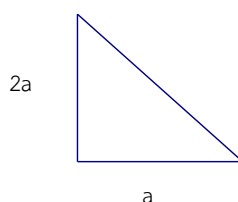
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาย่างละเอียด

4.1 หาความยาวฐานจากการหาพื้นที่สามเหลี่ยม

ให้ a แทนความยาวฐาน



ส่วนสูงยาวเป็นสองเท่าของความยาวฐาน เท่ากับ $2a$ เซนติเมตร

$$\text{สูตร พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$324 = \frac{1}{2} \times a \times 2a$$

$$324 = \frac{1}{2} \times 2a^2$$

4.2 หารากที่สองเพื่อหาส่วนสูงของสามเหลี่ยม

$$\sqrt{324} = \sqrt{a^2}$$

$$\sqrt{18 \times 18} = \sqrt{a \times a}$$

$$18 = a$$

ดังนั้น ส่วนสูงยาวเท่ากับ $2a = 2 \times 18 = 36$ เซนติเมตร

ตอบ ส่วนสูงยาวเท่ากับ 36 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ ส่วนสูงยาวเท่ากับ 36 เซนติเมตร

5.1 หาส่วนสูงของสามเหลี่ยม

ส่วนสูงของสามเหลี่ยมเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ดังนั้นความยาวฐานเท่ากับ $\frac{36}{2} = 18$ เซนติเมตร

5.2 หาความยาวฐานจากการหาพื้นที่สามเหลี่ยม

จากพื้นที่สามเหลี่ยมเท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร

$$\text{สูตร} \quad \text{พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$324 = \frac{1}{2} \times 18 \times 39$$

$$324 = 324 \text{ (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
ส่วนสูงรูปสามเหลี่ยม ยาวกี่เซนติเมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 3. จากแผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร ถนนเส้นหนึ่งมีระยะทาง 4 เซนติเมตรบนแผนที่ ต้องการสร้างถนนตัวหนอนขนาด 10×5 ตารางเซนติเมตร โดยให้ถนนกว้าง 10 เมตร จะต้องใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว

1. ความเข้าใจในปัญหา (2 คะแนน)

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

ต้องใช้ตัวหนอนประมาณกี่ล้านตัว

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

1) แผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร ถนนมีระยะทาง 4 เซนติเมตรบนแผนที่

2) ถนนตัวหนอนขนาด 10×5 ตารางเซนติเมตร ถนนกว้าง 10 เมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

- 2.1 อัตราส่วน
- 2.2 การวัดความยาว
- 2.3 การหาพื้นที่ถนน
- 2.4 หลักการเทียบบัญญัติไตรยางศ์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาคืออย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 คำนวณความยาวจริงถนนในหน่วยเซนติเมตรและเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร
- 3.2 หาพื้นที่ของถนน = ด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว
- 3.3 หาพื้นที่ของตัวหนอน = ด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว
- 3.4 คำนวณจำนวนตัวหนอน = นำพื้นที่ถนน $\div$ พื้นที่ตัวหนอน

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาย่างละเอียด

4.1 คำนวณความยาวจริงถนนในหน่วยเซนติเมตรและเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

แผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร

ความยาวของถนนจริงเท่ากับ 4 เซนติเมตรบนแผนที่

จาก 1 เซนติเมตร = 500,000 เซนติเมตร

$$\text{ความยาวถนนจริง 4 เซนติเมตร} = \frac{500,000 \times 4}{1} = 2,000,000 = 2 \times 10^6 \text{ เซนติเมตร}$$

จาก 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร

$$\text{ถนนกว้าง 10 เมตร} = \frac{100 \times 10}{1} = 1,000 = 10^3 \text{ เซนติเมตร}$$

4.2 หาพื้นที่ของถนน = ด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว

$$= 2 \times 10^6 \times 10^3 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

$$= 2 \times 10^9 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

4.3 หาพื้นที่ของตัวหนอน = ด้านกว้าง $\times$ ด้านยาว

$$= 10 \times 5 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

= 50 ตารางเซนติเมตร

4. คำนวณจำนวนตัวหนอน = นำพื้นที่ถนน ÷ พื้นที่ตัวหนอน

$$= \frac{2 \times 10^9}{50} = \frac{2,000,000,000}{50} \text{ ตัว}$$

$$= 40,000,000 = 40 \times 10^6 \text{ ตัว}$$

ตอบ ใช้ตัวหนอนทั้งหมด 40 ล้านตัว

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ ใช้ตัวหนอนทั้งหมด 40 ล้านตัว

5.1 คำนวณความยาวจริงถนนในหน่วยเซนติเมตรและเปลี่ยนหน่วยการวัดความยาวจากเมตรเป็นเซนติเมตร

แผนที่มาตราส่วน 1 เซนติเมตร: 500,000 เซนติเมตร

ความยาวของถนนจริงเท่ากับ 4 เซนติเมตรบนแผนที่

จาก 1 เซนติเมตร = 500,000 เซนติเมตร

$$\text{ความยาวถนนจริง 4 เซนติเมตร} = \frac{500,000 \times 4}{1} = 2,000,000 = 2 \times 10^6 \text{ เซนติเมตร}$$

จาก 1 เมตร เท่ากับ 100 เซนติเมตร

$$\text{ถนนกว้าง 10 เมตร} = \frac{100 \times 10}{1} = 1,000 = 10^3 \text{ เซนติเมตร}$$

$$\begin{aligned} 5.2 \text{ หาพื้นที่ของถนน} &= \text{ด้านกว้าง} \times \text{ด้านยาว} \\ &= 2 \times 10^6 \times 10^3 \text{ ตารางเซนติเมตร} \\ &= 2 \times 10^9 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5.3 \text{ หาพื้นที่ของตัวหนอน} &= \text{ด้านกว้าง} \times \text{ด้านยาว} \\ &= 10 \times 5 \text{ ตารางเซนติเมตร} \\ &= 50 \text{ ตารางเซนติเมตร} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 5.4 \text{ คำนวณจำนวนตัวหนอน} &= \text{นำพื้นที่ถนน} \div \text{พื้นที่ตัวหนอน} \\ &= \frac{2 \times 10^9}{50} = \frac{2,000,000,000}{50} \text{ ตัว} \\ 40,000,000 \text{ ตัว} &= 40,000,000 \text{ ตัว (เป็นจริง)} \end{aligned}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
จะต้องใช้ตัวหนอนประมาณ กี่ล้านตัว (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 4. ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร มีพื้นที่ 12 ตารางเซนติเมตร แล้วเส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เซนติเมตร

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่งที่โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

เส้นรอบรูปของรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

- 1) ฐานรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วรูปหนึ่งยาว 8 เซนติเมตร
- 2) รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วมี พื้นที่ 12 ตารางเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

- 2.1 การหาพื้นที่รูปสามเหลี่ยม
- 2.2 สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
- 2.3 ทฤษฎีบทพีทาโกรัส
- 2.4 หาความยาวรอบรูป

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา

นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม
- 3.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน
- 3.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ
- 3.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

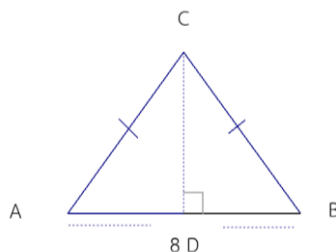
เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาย่างละเอียด

4.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม



จากสมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เมื่อลาก $\overline{CD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ จะได้ $\overline{BD} = 4$ เซนติเมตร

พื้นที่สามเหลี่ยม $= \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$

$$\Delta_{ABC} = \frac{1}{2} \times AB \times DC$$

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times DC$$

$$DC = \frac{12}{4} = 3 \text{ เซนติเมตร}$$

4.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน

เนื่องจาก ΔABD เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

จะได้ $CB^2 = DB^2 + CD^2$

$$CB^2 = 4^2 + 3^2 \text{ เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 16 + 9 \text{ เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 25 \text{ เซนติเมตร}$$

$$CB = \sqrt{25} \text{ เซนติเมตร}$$

$$CB = 5 \text{ เซนติเมตร}$$

ดังนั้น $\overline{CB}$ ยาว 5 เซนติเมตร

4.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ

จากโจทย์ ΔABC เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะได้ว่า $AC = CB = 5$ เซนติเมตร

4.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= AB + BC + AC$ เซนติเมตร

$$= 8 + 5 + 5 \text{ เซนติเมตร}$$

$$= 18 \text{ เซนติเมตร}$$

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 18 เซนติเมตร

เกณฑ์การให้คะแนน

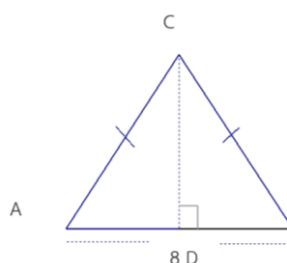
คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วเท่ากับ 18 เซนติเมตร

5.1 หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม



จากสมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่ว เมื่อลาก $\overline{CD}$ ตั้งฉากกับ $\overline{AB}$ จะได้ $\overline{BD} = 4$ เซนติเมตร

$$\text{พื้นที่สามเหลี่ยม} = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$$

$$\Delta_{ABC} = \frac{1}{2} \times AB \times DC$$

$$12 = \frac{1}{2} \times 8 \times DC$$

$$DC = \frac{12}{4} = 3 \text{ เซนติเมตร}$$

5.2 ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัสในการหาด้าน

เนื่องจาก $\triangle ABD$ เป็นสามเหลี่ยมมุมฉาก ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส

$$\text{จะได้ } CB^2 = DB^2 + CD^2$$

$$CB^2 = 4^2 + 3^2 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 16 + 9 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB^2 = 25 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = \sqrt{25} \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$CB = 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

ดังนั้น $\overline{CB}$ ยาว 5 เซนติเมตร

5.3 ใช้สมบัติสามเหลี่ยมหน้าจั่วหาด้านที่เหลือ

จากโจทย์ $\triangle ABC$ เป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว จะได้ว่า $AC = CB = 5$ เซนติเมตร

5.4 หาเส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว

เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว $= AB + BC + AC$ เซนติเมตร

$$= 8 + 5 + 5 \quad \text{เซนติเมตร}$$

$$18 \text{ เซนติเมตร} = 18 \quad \text{เซนติเมตร (เป็นจริง)}$$

เกณฑ์การให้คะแนน

ประเด็นการเขียน ตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
เส้นรอบรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว มีความยาวกี่เมตร (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ข้อที่ 5. น้ำมะเขือเทศกล่องหนึ่งขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์ เมื่อแบ่งเทใส่แก้ว โดยใช้ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร จะแบ่งได้อย่างมากที่สุดกี่แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเขือเทศประมาณ กี่ออนซ์ (ตอบเป็นจำนวนเต็ม)

1. ความเข้าใจในปัญหา

1.1 สิ่ง โจทย์ต้องการทราบ (1 คะแนน)

จะแบ่งได้อย่างมากที่สุดกี่แก้วแต่ละแก้วมีน้ำมะเขือเทศ ประมาณกี่ออนซ์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้ถูกต้องครบถ้วน
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์ต้องการทราบได้

1.2 สิ่ง โจทย์กำหนดให้ (1 คะแนน)

- 1) น้ำมะเขือเทศกล่องหนึ่งขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์
- 2) ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
1	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้

2. เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

2.1 การเปลี่ยนหน่วยปริมาตร

2.2 การประมาณค่า

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 2 ข้อ
1	นักเรียนสามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถเขียนหลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหาได้

3. วางแผนการแก้ปัญหา นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร (2 คะแนน)

- 3.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดจากลิตรเป็นมิลลิลิตร
- 3.2 หาน้ำมะเขือเทศได้กี่แก้ว
- 3.3 หาน้ำหนักน้ำมะเขือเทศแต่ละแก้ว
- 3.4 หาค่าประมาณน้ำหนักน้ำมะเขือเทศแต่ละแก้ว

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ
0	นักเรียนไม่สามารถนำหลักการ วิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงวางแผนการแก้ปัญหาได้

4. การดำเนินการแก้ปัญหา (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงเพื่อช่วยในการดำเนินการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

4.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดจากลิตรเป็นมิลลิลิตร

น้ำมะเขือเทศกล่องหนึ่งขนาด 2 ลิตร

จาก 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร

ดังนั้น 2 ลิตร เท่ากับ $2 \times 1,000 = 2,000$ มิลลิลิตร

4.2 หาน้ำมะเขือเทศได้กี่แก้ว

ทำการตวง โดยใช้ ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร

แบ่งได้จำนวน $2,000 \div 200 = 10$ แก้ว

แบ่งได้จำนวน 10 แก้ว

4.3 หาน้ำหนักน้ำมะเขือเทศแต่ละแก้ว

หาน้ำหนักต่อแก้ว

จาก ขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์

ดังนั้น น้ำหนัก 67.62 ออนซ์ แบ่ง ได้ 10 แก้ว

1 แก้วหนัก เท่ากับ $67.62 \div 10 = 6.762$ ออนซ์

4.4 หาค่าประมาณน้ำหนักน้ำมะเขือเทศแต่ละแก้ว

1 แก้วหนัก เท่ากับ $67.62 \div 10 = 6.762$ ออนซ์

ดังนั้น 1 แก้วหนักประมาณ 7 ออนซ์

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
2	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้องครบถ้วนทั้ง 4 ข้อ
1.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 3 ข้อ
1	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 2 ข้อ
0.5	นักเรียนสามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มา เชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง 1 ข้อ

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนน
0	นักเรียนไม่สามารถนำความรู้ หลักการและวิธีการต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการดำเนินการแก้ปัญหาได้

5. การตรวจสอบคำตอบ (2 คะแนน)

ให้นักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบของคำตอบ

ตอบ จะแบ่งได้อย่างมากที่สุด 10 แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเขือเทศ ประมาณ 7 ออนซ์

5.1 เปลี่ยนหน่วยการวัดจากลิตรเป็นมิลลิลิตร

น้ำมะเขือเทศกล่องหนึ่งขนาด 2 ลิตร

จาก 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร

ดังนั้น 2 ลิตร เท่ากับ $2 \times 1,000 = 2,000$ มิลลิลิตร

5.2 หาน้ำมะเขือเทศได้กี่แก้ว

ทำการตวง โดยใช้ ถ้วยตวงแก้วละ 200 มิลลิลิตร

แบ่งได้จำนวน $2,000 \div 200 = 10$ แก้ว

แบ่งได้จำนวน 10 แก้ว

5.3 หาน้ำหนักน้ำมะเขือเทศแต่ละแก้ว

หาน้ำหนักต่อแก้ว

จาก ขนาด 2 ลิตร มีน้ำหนักสุทธิประมาณ 67.62 ออนซ์

ดังนั้น น้ำหนักสุทธิ 67.62 ออนซ์ แบ่งได้ 10 แก้ว

1 แก้วหนัก เท่ากับ $67.62 \div 10$ ออนซ์

1 แก้วหนัก 7 ออนซ์ เท่ากับ $6.762 \approx 7$ ออนซ์ (เป็นจริง)

เกณฑ์การให้คะแนน

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
จะแบ่งได้อย่างมากที่สุดกี่แก้ว แต่ละแก้วมีน้ำมะเขือเทศ ประมาณกี่ออนซ์ (ตอบเป็นจำนวนเต็ม) (ตามเงื่อนไขโจทย์)	2 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
	1 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบได้อย่างถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์

การเขียนตรวจคำตอบ	คะแนน	เกณฑ์การพิจารณา
	0 คะแนน	ตรวจสอบคำตอบกระบวนการแก้ปัญหา การหาคำตอบ และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการตรวจสอบคำตอบเลย

ภาคผนวก ฉ

ตัวอย่างกระดาษคำตอบของกลุ่มทดลองวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียน

ข้อที่ 2. รูปสามเหลี่ยมรูปหนึ่งเป็นสองเท่าของความยาวฐาน ถ้าสามเหลี่ยมรูปนี้มีพื้นที่เท่ากับ 324 ตารางเซนติเมตร ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1.1 ความเข้าใจในปัญหา
 สิ่งที่ต้องกำหนดให้คืออะไร
 - รูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่ 324 ตารางเซนติเมตร
 - รูปสามเหลี่ยมที่มีพื้นที่ 324 ตารางเซนติเมตร

สิ่งที่ต้องการหาคืออะไร
 - ส่วนสูงยาวกี่เซนติเมตร

1.2 เมื่อทำความเข้าใจโจทย์แล้วนักเรียนคิดว่าจะนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เรื่องใดบ้างมาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา
 - การหาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม
 - อัตราส่วน

2. นักเรียนนำหลักการ วิธีการและความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการวางแผนการแก้ปัญหาข้อนี้อย่างไร
 - หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
 - หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม

3. ให้นักเรียนแสดงวิธีการแก้โจทย์ปัญหา โดยนำความรู้ หลักการและวิธีการต่างๆ ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงเพื่อช่วยในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

3.1 การดำเนินการแก้ปัญหา

หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
 $324 = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
 $324 = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times 2\text{ฐาน}$
 $324 = \frac{1}{2} \times \text{ฐาน}^2 \times 2$
 $324 = \text{ฐาน}^2$
 $\sqrt{324} = \sqrt{\text{ฐาน}^2}$
 $18 = \text{ฐาน}$

∴ ฐานของสามเหลี่ยม 18 เซนติเมตร
 หาส่วนสูงของรูปสามเหลี่ยมจาก ส่วนสูง เป็น 18 เท่า
 ของความยาวฐานจากความยาวฐาน
 $= 18 \times 2$
 $= 36$ เซนติเมตร

3.2 การตรวจสอบวิธีการและคำตอบ
 นักเรียนมีวิธีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบอย่างไร และการเชื่อมโยงความรู้ในการแก้ปัญหาอย่างละเอียด

① หาพื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times \text{ฐาน} \times \text{สูง}$
 จากความยาว 36 เซนติเมตร ส่วนสูง 18 เซนติเมตร
 $\text{พื้นที่} = \frac{1}{2} \times 36 \times 18$
 $\text{พื้นที่} = 324$ ตารางเซนติเมตร

② หาส่วนสูงของ Δ
 จากส่วนสูง = 36 เซนติเมตร
 จากส่วนสูงเป็น 1 เท่า ของความยาวฐาน = $18 \times 2 = 36$
 $36 = 36$ เซนติเมตร

ภาพที่ ฉ.1 กระดาษคำตอบของกลุ่มทดลอง N10 หลังเรียน แสดงทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ภาคผนวก ข

คะแนนรายชื่อของแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตารางที่ ข.1 คะแนนรายข้อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน)											
ชื่อ สมมติ	กลุ่มทดลอง					ชื่อ สมมติ	กลุ่มควบคุม				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
N1	1	0	0	0	0	C1	0	0	0	0	0
N2	0	0	0	0	0	C2	0	0	0	0	0
N3	1	0	0	0	0	C3	1	0	1	0	0
N4	1	0	0	0	0	C4	0	0	1	0	0
N5	3	0	0	0	0	C5	2.5	0	0	0	0
N6	0	0	0	0	0	C6	0	0	0	0	0
N7	2	0	0	0	0	C7	0	0	0	0	0
N8	1	0	0	0	0	C8	0	0	0	0	0
N9	1	0	0	0	0	C9	2	0.5	0	0	0
N10	2	0	0	0	0	C10	2	0	0	0	0
N11	2	0	0	0	0	C11	3	0	0	0.5	0
N12	1	0	0	0	0	C12	0	0	0	0	0
N13	1	0	0	0	0	C13	0	0	0	0	0
N14	1	0	0	0	0	C14	0	0	0	0.5	0
N15	0	0	0	0	0	C15	0	0	0	0.5	0
N16	0	0	0	0	0	C16	0	0	0	0	0
N17	2	1	1	1	0	C17	2	0	0	0	0
N18	2	0	0	0	0	C18	1	0	0	0	0
N19	1	0	0	0	0	C19	0	0	0	0	0
N20	2	0	0	0	0	C20	2	0	0	0	0
N21	1	0	0	0	0	C21	1	0	1	0	0
N22	1	0	0	0	0	C22	0	0	1	0	0
N23	3	0	0	0	0	C23	2.5	0	0	0	0
N24	0	0	0	0	0	C24	0	0	0	0	0
N25	2	0	0	0	0	C25	0	0	0	0	0

ตารางที่ ข.1 คะแนนรายข้อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (ก่อนเรียน)											
ชื่อ สมมติ	กลุ่มทดลอง					ชื่อ สมมติ	กลุ่มทดลอง				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
N1	1	2	2	2	1	C1	1	2	2	0	0
N2	1	1	1	1	1	C2	0	0	0	0	0
N3	2	2	1	0	0	C3	2	2	2	1.5	1.5
N4	1	1	1	1	2	C4	0.5	0.5	1	0	0
N5	5	2	0	0	0	C5	5.5	2	2	2	2
N6	1	2	2	4	2	C6	1	2	0	2	0
N7	3	2	2	2	2	C7	1.5	2	0	1.5	0
N8	1	2	2	0	0	C8	1	2	0	1.5	0
N9	2	2	1	0	0	C9	4	2	1.5	1	2
N10	3	2	2	0	0	C10	3	2	2	2	2
N11	3	2	1	2	1	C11	4	2	2	2	2
N12	3	2	2	2	2	C12	2	2	2	2	2
N13	5	2	2	2	2	C13	1	1.5	1	0.5	1
N14	3	2	2	2	2	C14	2	2	2	2	2
N15	2	2	2	2	1	C15	0.5	2	1.5	2	2
N16	2	2	2	2	2	C16	2	2	2	2	2
N17	4	5	3	3	1	C17	2	1	2	0	2
N18	2	0	0	0	0	C18	2	2	2	1.5	0.5
N19	1	0	0	0	0	C19	2	2	2	2	2
N20	2	0	0	0	0	C20	2	2	2	2	2
N21	2	2	1	0	0	C21	2	2	2	1.5	1.5
N22	2	2	2	2	2	C22	0.5	0.5	1	0	0
N23	5	2	0	0	0	C23	5.5	2	2	2	2
N24	1	2	2	4	2	C24	1	2	0	2	0
N25	3	2	2	2	2	C25	1.5	2	0	1.5	0

ตารางที่ ข.2 คะแนนรายข้อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

ทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)											
ชื่อ สมมติ	กลุ่มทดลอง					ชื่อ สมมติ	กลุ่มควบคุม				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
N1	4	6	6	5	6	C1	1	1	1	1	0
N2	6	3	5	5	2	C2	0	1	0	0	0
N3	2	4	4	3	5	C3	1	1	1	1	1
N4	4	4	5	5	6	C4	1	1	1	1	1
N5	6	6	6	6	6	C5	7	2	2	1	4
N6	6	6	5	5	6	C6	0	1	1	1	2
N7	6	5	5	6	6	C7	1	1	1	0	0
N8	6	3	6	6	3	C8	1	2	2	1	2
N9	6	3	6	5	3	C9	4	3	2	2	2
N10	6	6	6	6	6	C10	6	2	1	1	2
N11	6	6	5	4	6	C11	1	2	1	1	1
N12	6	6	6	6	6	C12	0	2	3	1	2
N13	6	6	6	5	6	C13	2	1	1	1	2
N14	6	6	6	6	6	C14	7	2	2	1	2
N15	6	6	6	6	8	C15	2	2	2	1	1
N16	5	6	5	6	6	C16	1	2	1	1	2
N17	6	6	6	6	6	C17	1	1	0	0	0
N18	5	6	6	6	6	C18	0	2	3	1	1
N19	3	1	6	4	3	C19	1	1	1	1	1
N20	6	6	5	6	4	C20	2	0	1	0	1
N21	2	4	4	3	5	C21	1	1	1	1	1
N22	4	4	5	5	6	C22	1	1	1	1	1
N23	6	6	6	6	6	C23	7	2	2	1	4
N24	6	6	5	5	6	C24	0	1	1	1	2
N25	6	5	5	6	6	C25	1	1	1	0	0

ตารางที่ ข.2 คะแนนรายข้อจากแบบทดสอบวัดทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์และ
ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (ต่อ)

ทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (หลังเรียน)											
ชื่อ สมมติ	กลุ่มทดลอง					ชื่อ สมมติ	กลุ่มควบคุม				
	ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5		ข้อ 1	ข้อ 2	ข้อ 3	ข้อ 4	ข้อ 5
N1	7	8	8	8	8	C1	2	2	2	2	2
N2	8	3	7	7	4	C2	1	2	1	2	2
N3	4	4	4	5	7	C3	2	2	2	2	2
N4	5	4	6	6	8	C4	2	2	2	0	0
N5	8	8	8	8	8	C5	7	3	3	3	4
N6	8	8	6	6	8	C6	2	2	2	1	2
N7	8	5	8	8	8	C7	2	2	2	0	0
N8	8	4	7	8	5	C8	0	3	2	3	2
N9	8	4	8	6	5	C9	4	4	4	2	2
N10	8	8	8	8	8	C10	6	3	3	3	2
N11	8	8	6	6	8	C11	3	3	2	3	2
N12	8	8	8	8	8	C12	2	3	4	3	2
N13	8	8	8	8	8	C13	3	2	2.25	1	2
N14	8	8	8	8	8	C14	7	3	3.5	3	2
N15	8	8	8	8	8	C15	2	3	3	3	1
N16	8	8	8	8	8	C16	3	3	2.5	3	2
N17	8	8	8	8	8	C17	2	2	2	2	2
N18	7	8	7	8	8	C18	2	2	3	1	1
N19	3	2	8	7	5	C19	2	2	2	2	2
N20	8	8	8	8	8	C20	3	2	2.5	0	1
N21	4	4	4	5	7	C21	2	2	2	0	0
N22	5	4	6	6	8	C22	2	2	2	0	0
N23	8	8	8	8	8	C23	7	3	3	3	4
N24	8	8	6	6	8	C24	2	2	2	1	2
N25	8	5	8	8	8	C25	2	2	2	0	0

ภาคผนวก ซ

ตัวอย่างผลงานโครงการคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน



ภาพที่ ข.1 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง กรอบหน้าจอนี้สนุก

1.2 สินค้าโภคภัณฑ์คืออะไร

- ราวทางที่ค้าขายกับคนอื่น

1.3 หน้าที่ของสินค้าโภคภัณฑ์คืออะไร

- การบอกการลง
- การดูแล
- การเพิ่มมูลค่าของสินค้า

2. การเพิ่มมูลค่าของสินค้า

- ทำหน้าที่ควบคุมสินค้าให้มีความดีและมีการลงสินค้าลง
- ทำหน้าที่ของสินค้าให้มีความดีและมีการลงสินค้าลง
- ทำหน้าที่ของสินค้าให้มีความดี
- ทำหน้าที่ของสินค้าให้มีความดี
- ทำหน้าที่ของสินค้าให้มีความดี

3. การเพิ่มมูลค่าของสินค้า

สินค้า จากกลุ่ม สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 34 + 2 + 2 = 38 เซนติเมตร

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 31.5 + 2 + 2 = 35.5 เซนติเมตร

จากสูตร สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 34 x 40

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 34 x 40 - 34 x 21.5

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ (34 x 21.5) - (34 x 21.5) = 38 - 731 = 238 เซนติเมตร

4. การเพิ่มมูลค่าของสินค้า

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง 238 เซนติเมตร

จากกลุ่ม สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 34 + 2 + 2 = 38 เซนติเมตร

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง

ทำกับ 31.5 + 2 + 2 = 35.5 เซนติเมตร

สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง 238 เซนติเมตร

จากสูตร สินค้าที่มีความดีและมีการลงสินค้าลง = (34 x 21.5) - (34 x 21.5) = 38 - 731 = 238 เซนติเมตร

238 เซนติเมตร = 38 - 731 = 238

238 " = 238 "

ภาพที่ ข.1 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง กรอบหน้าจอนักบุญ (ต่อ)

5. สรุปผล

ในการส่งงานโครงงานปฏิกิริยาเคมีกลุ่มธาตุอินทรีย์ได้ใช้ความรู้ทางเคมีศาสตร์ของเชื่อมโยงโยงในการแก้ปัญหาค้นคว้าความรู้ทางเคมีศาสตร์ในเรื่อง การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, การคูณ, การลบ จากขั้นตอนที่ได้ข้อบกพร่องได้แก้แล้ว

6. ข้อเสนอแนะ

- ควรตรวจสอบข้อผิดพลาดที่อาจเกิดจากความผิดพลาดได้ข้อนี้ก็ได้
- ควรตรวจสอบจากข้อผิดพลาดอื่น ๆ ได้ ในทางส่งงานโครงงาน

7. ประโยชน์ที่ได้รับ

สามารถแก้ปัญหาได้ไม่ยากง่ายจนเกินไป โดยการทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากโจทย์ปัญหาไปเป็นข้อเท็จจริง

8. เอกสารอ้างอิง

- หนังสือเรียนวิชาเคมีศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒
- www.rooruepao.com / วิชาเคมีศาสตร์ การวิเคราะห์

ภาพที่ ซ.1 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง กรอบหน้าจอนักบุค (ต่อ)

ภาพที่ ซ.2 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ตู๋ปลาวิเศษ

NO.....
Date.....

[เนื้อหาจากเกมของน้อง]

- 1) ทฤษฎีความน่าจะเป็น
- 2) ทฤษฎีความน่าจะเป็น
- 3) ทฤษฎีความน่าจะเป็น ความยาว และ ความสูง
จะหาได้โดยการนับจำนวน จำนวน 1 ชั่วโมง

วิธีการจำเนื้องาน

- 1) ศึกษาข้อมูลเริ่มต้น เกี่ยวกับ ตัวเลขจากอินเทอร์เน็ต
- 2) สร้างโจทย์ปัญหา

ตัวเลขจาก เกมต่าง ๆ 50 ซม. ความยาว 16 ซม. ใสน้ำได้ = ตัวสูง 18 ซม.
จะมีความน่าจะเป็นกี่เปอร์เซ็นต์

- 1) ความน่าจะเป็นในเกม
- 1.1 สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับตัวสูง
 - ตัวเลขจาก เกมต่าง ๆ 50 ซม.
 - ความยาว 16 ซม.
 - ใสน้ำได้ = ตัวสูง 18 ซม.
- 1.2 สร้างโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาว
 - จะมีความน่าจะเป็นกี่เปอร์เซ็นต์
- 2) เกมหลักการ คือ การรู้ค่าความน่าจะเป็นของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ในการวางเกม

เกมต่าง ๆ

- การดูเกม
- การวางเกม
- การวางตำแหน่งเกม
- การวางตำแหน่งเกม



Johnson

ภาพที่ ข.2 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ตัวปลาพิเศษ (ต่อ)

NO.
DATE. / /

3. เพื่อหาวิธีทรงหัวใจด้วยตู้ปลา
จากสูตร กว้าง $\times$ ยาว $\times$ สูง
ปริมาณน้ำในตู้ปลา = $50 \times 16 \times 18$ ลิบ. ซม.
= 84,600 ลิบ. ซม.
จาก 1 ลิตร = 1,000 ลิบ. ซม.
ปริมาณน้ำในตู้ปลา 84,600 ลิบ. ซม. เท่ากับ $\frac{84,600}{1,000}$
= 84.6 ลิตร
ดังนั้น ตู้ปลาจากคำนวณได้ 84.6 ลิตร
ตอบ จำนวนได้ 8.46 ลิตร

4. ท่อระบายน้ำจากตู้ปลา = ตู้ปลาจากคำนวณได้ 84.6 ลิตร
ปริมาณน้ำในตู้ปลา = $50 \times 16 \times 18$ ลิบ. ซม.
= 84,600 ลิบ. ซม.
จาก 1 ลิตร = 1,000 ลิบ. ซม.
ปริมาณน้ำในตู้ปลา 84,600 ลิบ. ซม. เท่ากับ $\frac{84,600}{1,000}$
= 84.6 ลิตร

สรุปผลและข้อเสนอนี้

ในการแก้ปัญหาการวัดปริมาณน้ำ จะต้องใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์
เรื่อง การคูณ การหาร และการแปลงหน่วย การวัดปริมาณ

ประโยชน์ที่ได้คือ

1. การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงในการแก้ปัญหา
2. รู้จักความกว้าง ความยาว และ ความสูง ของตู้ปลา

เอกสารอ้างอิง

blog.fishsecret.com

Wow

ภาพที่ ข.2 ผลงานโครงงานคณิตศาสตร์ของนักเรียนเรื่อง ตู้ปลาวิเศษ (ต่อ)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวเฉลิมขวัญ รวมสุข
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2550- พ.ศ. 2554 มหาวิทยาลัยนเรศวร วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ พ.ศ. 2555 มหาวิทยาลัยนเรศวร ประกาศนียบัตรวิชาชีพครู
ประวัติการทำงาน	พ.ศ. 2555-ปัจจุบัน โรงเรียนขุนควรวิทยาคม ตำบลขุนควร อำเภอปง จังหวัดพะเยา
ตำแหน่ง	ครู
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนขุนควรวิทยาคม ตำบลขุนควร อำเภอปง จังหวัดพะเยา