



การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



โดย
นางสาวสุดารัตน์ คงวิเชียร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS PROCESS AND SKILLS
OF SURFACE AREA AND VOLUME BY DESIGN THINKING PROCESS
OF NINTH GRADE STUDENTS



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Education (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
โดย	สุदारัตน์ คงวิเชียร
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วณิชวัฒน์นรชัย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติคม คาวีรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒน์นรชัย)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี)

61263313 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ, ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

นางสาว สุภารัตน์ คงวิเชียร: การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรโดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 ของโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี
- 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมาก

61263313 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : DESIGN THINKING PROCESS, MATHEMATICAL SKILLS AND PROCESSES

MISS SUDARAT KONGWICHIAN : THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS PROCESS AND SKILLS OF SURFACE AREA AND VOLUME BY DESIGN THINKING PROCESS OF NINTH GRADE STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SIRIWAN VANICHWATANA VORACHAI, Ph.D.

The objectives of this research were 1) to compare the mathematics learning results on surface area and volume of ninth grade students before and after using the design thinking approach, 2) to study the development of mathematical skills and processes of ninth grade students after learning management through Design Thinking, 3) to study the satisfaction of ninth grade students with learning management through the design thinking. The sample in this research were 27 students of ninth grade class 4 Srakrachomsoponpittaya school in the first semester of the academic year 2020. The sample was selected by using the cluster random sampling method. The research tools were 1) unit plan of surface area and volume, 2) a mathematics learning test on surface area and volume, 3) assessment of mathematical skills and processes, 4) questionnaire on the satisfaction of ninth grade students towards learning management through the design thinking. The data were analyzed by mean score, standard deviation, and dependent t-test.

The results of this study:

- 1) After using design-thinking learning management, the mathematics learning outcomes of ninth grade students were significantly higher than before at the .05 level.
- 2) Mathematics skills and processes of ninth grade students after learning management through design thinking was at a good level.
- 3) The satisfaction of ninth grade students with learning management through design thinking was at a high level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยความอนุเคราะห์ และความกรุณาในการให้คำปรึกษา แนะนำอย่างดียิ่งจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้ คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อย รวมทั้งผู้ช่วย ศาสตราจารย์ ดร.กิตติคม คาวีรัตน์ ประธานกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง ให้ความกระจ่าง และข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึก ซาบซึ้งถึงความกรุณา จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต ภูษานี อาจารย์มหาวิทยาลัยราชภัฏ กาญจนบุรี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร และอาจารย์ ดร. กนิษฐา เขาวังวัฒนกุล อาจารย์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือทุก ฉบับ ซึ่งส่งผลให้การวิจัยมีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพ และขอขอบพระคุณผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ให้ความร่วมมือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณพี่ น้อง และ เพื่อนนักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำและเป็นกำลังใจ ตลอดมา

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ผู้ซึ่งให้กำเนิดและให้กำลังใจในการศึกษาจนสำเร็จ สมดังปรารถนา ขอขอบคุณ นางสาวชุตินา พันธุมাত্র และนางสาวจุไรรัตน์ อ่ำพุทรา ที่คอยดูแล ให้ คำปรึกษา และให้กำลังใจ จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ประโยชน์ใดๆ อันเกิดจาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบบูชาแต่บิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุदारัตน์ คงวิเชียร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	4
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	7
คำถามการวิจัย.....	8
สมมติฐานการวิจัย.....	8
ขอบเขตของการวิจัย.....	8
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	10
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	12
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง (2560) และหลักสูตร สถานศึกษา โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์.....	13
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	25
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	47
แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความพึงพอใจ.....	56

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	59
ระเบียบวิธีวิจัย	59
แบบแผนการวิจัย	60
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	62
การเก็บรวบรวมข้อมูล	80
การวิเคราะห์ข้อมูล	81
สรุปวิธีการดำเนินงานวิจัย	82
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	84
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	85
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	85
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	87
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	91
สรุปผลการวิจัย	92
อภิปรายผล	93
ข้อเสนอแนะ	96
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ	98
ภาคผนวก ข การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและคะแนนผลการทดสอบ	100
ภาคผนวก ค การตรวจสอบสมมติฐานการวิจัย	112
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	120
ภาคผนวก จ รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	164

รายการอ้างอิง 174

ประวัติผู้เขียน 180



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ค 2.1	17
ตารางที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา 19	19
ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101	21
ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร	23
ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม	38
ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	41
ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. 43	43
ตารางที่ 8 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	51
ตารางที่ 9 แบบแผนการวิจัย	61
ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้.....	63
ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ.....	71
ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	74
ตารางที่ 13 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 76	76
ตารางที่ 14 วิธีดำเนินการวิจัย.....	83
ตารางที่ 15 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ... ปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	85
ตารางที่ 16 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการ จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	86
ตารางที่ 17 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	88

ตารางที่ 18 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้.....	89
ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ	101
ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์.....	103
ตารางที่ 21 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้.....	105
ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	108
ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจ.....	111
ตารางที่ 24 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	113
ตารางที่ 25 ค่าสถิติการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ.....	114
ตารางที่ 26 คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบประเมินทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ รายหน่วยการจัดการเรียนรู้.....	115
ตารางที่ 27 คะแนนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	116
ตารางที่ 28 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	117

สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	7
แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	70
แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร.....	73
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	77
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน.....	79
แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	87



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในยุคปัจจุบัน การจัดให้มีการศึกษาตลอดชีวิตและสร้างสังคมไทยให้เป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ นักเรียนจำเป็นต้องมีการพัฒนาทักษะกระบวนการการเรียนรู้เพิ่มขึ้นหลายประการ เช่น ทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะในการใช้เทคโนโลยีและการสื่อสารต่าง ๆ รวมทั้งทักษะในการปรับตัว และแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน การพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้เพื่อให้สามารถตอบสนองความต้องการของนักเรียนและพัฒนานักเรียนให้มีความสามารถตามศักยภาพของตนเป็นพลเมืองที่ดีของสังคม การพัฒนานักเรียนให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ ทั้งทางด้านร่างกาย จิตใจสติปัญญา ความรู้และคุณธรรม มีจริยธรรมและวัฒนธรรมในการดำรงชีวิต สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นอย่างมีความสุข การพัฒนาคุณภาพนักเรียนให้มีคุณธรรม และมีความรู้อย่างเท่าทันต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีการสื่อสาร เพื่อสร้างฐานความรู้ให้นักเรียนอย่างมั่นคง และสามารถเรียนรู้ได้เองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ นับว่าเป็นความสำคัญอย่างยิ่งที่นักเรียนจะต้องได้รับการพัฒนาเพื่อก้าวทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลกยุคปัจจุบัน คณิตศาสตร์เป็นกลุ่มสาระการเรียนรู้หนึ่งของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนนำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิต การศึกษาต่อ การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยในการคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้ากับการเรียนการสอนด้านเนื้อหา โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการแก้ปัญหาเพื่อให้คิดเป็น ทำเป็น และนำไปใช้ในการแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กำหนดให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์

ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม สามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไว้ 5 ด้าน ดังนี้ ด้านที่ 1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา ด้านที่ 2 มีความสามารถในการให้เหตุผล ด้านที่ 3 มีความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ด้านที่ 4 มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และด้านที่ 5 มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการจัดการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์นั้นเป็นความสามารถของบุคคลในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ จึงเป็นเครื่องมือของนักเรียนในการทำให้ความรู้คณิตศาสตร์มีความหมายและมีคุณค่ามากกว่าเป็นเพียงวิชาที่ประกอบไปด้วยสัญลักษณ์และขั้นตอนการแก้ปัญหาในชีวิตจริง (อัมพร ม้าคนอง, 2554) สภาพปัจจุบันการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังเป็นปัญหาสำหรับครูและนักเรียนมาโดยตลอด เป็นปัญหาสำคัญระดับชาติที่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องจะต้องช่วยกันแก้ไข นักเรียนต้องมีความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ ต้องมีการศึกษาเป็นพิเศษ ต้องได้รับการสนับสนุนและครูต้องมีสิ่งสนับสนุนในการทำความเข้าใจซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ สิ่งสะท้อนปัญหาดังกล่าว คือ ผลการทดสอบ Programme for International Student Assessment 2018 หรือ PISA ซึ่งมีการประเมินทักษะทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนวัยจบการศึกษาภาคบังคับ ผลการประเมิน พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยเพียง 419 คะแนน และจากผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (Ordinary National Education Test: O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561 ในระดับประเทศ พบว่า มีคะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 30.04 เมื่อเทียบคะแนนอยู่ในระดับ 3 จาก 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน), 2561)

จากรายงาน ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ของโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ปีการศึกษา 2561 พบว่า คะแนนรายวิชาคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็น ร้อยละ 25.71 ซึ่งต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยในระดับประเทศ คือ 30.04 จำแนกคะแนนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พบว่า คะแนนสอบ วิชาคณิตศาสตร์ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของนักเรียนเทียบกับคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ และสาระที่ 6 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ย 27.27 ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการเรียนรู้สาระคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ (เกรด 1 - 2.5) คิดเป็นร้อยละ 60 จากปัญหาข้างต้น

อาจเนื่องมาจากสาเหตุและปัจจัยหลายประการ เช่น เทคนิควิธีการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ค่อนข้างน้อย ครูไม่ค่อยเข้าใจในการนำหลักสูตรไปใช้ การจัดทำสื่อการเรียนรู้ และการประเมินผลนักเรียนที่ยังไม่สามารถนำไปสู่การปฏิบัติได้จริง จึงทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2551)

จากการศึกษาแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีแนวทางจัดการเรียนรู้สำคัญที่จะช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ นั่นคือ กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ และ ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล มีรายงานวิจัยของคณะทำงาน REDlab (Research in Education and Design Lab) ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า การคิดเชิงออกแบบได้ถูกบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาทางวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมเนื้อหาทางวิชาการที่เป็นสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง (Carroll et al., 2010) ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นหลายประการ เช่น ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการแก้ปัญหา และการร่วมมือกันทำงาน รวมถึงการเข้าศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ความพร้อมในด้านอาชีพ และการเรียนรู้ทางอารมณ์ ซึ่งการเรียนรู้ทางอารมณ์และสังคมนั้นเป็นหลักฐานที่ชัดเจน เพราะกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็นกระบวนการที่มุ่งทำความเข้าใจในความต้องการและความรู้สึกของบุคคล นอกจากนี้กระบวนการคิดเชิงออกแบบยังช่วยสนับสนุนทักษะการรู้ข้อมูล ซึ่งนักเรียนจะได้จากกิจกรรมการศึกษาค้นคว้าอันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการดังกล่าว (Braun, 2016)

จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะที่จะนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักเรียน พร้อมทั้งส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย ผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาที่ทำหายนันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎี ผลการวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งพบว่า สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการของนักเรียนให้สูงขึ้นได้ เพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จะส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า ทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ และได้นำทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างครบถ้วน

1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ Kumar (2004) ได้เสนอไว้ 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1. กำหนดทิศทางเป้าหมาย 2. การศึกษาวิเคราะห์ผู้ใช้ 3. การศึกษาวิเคราะห์บริบทที่เกี่ยวข้อง 4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ 5. การค้นหาแนวคิด 6. การสร้างแผนดำเนินการ 7. การนำเสนอผลงาน The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ ปฏิญญา ทองสมจิตร (2556) กล่าวว่า ขั้นตอนการนำแนวทางการคิดเชิงออกแบบมาพัฒนานวัตกรรม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การทำความเข้าใจ 2. การวิเคราะห์ 3. การสังเคราะห์ 4. การพัฒนา 5. การสร้างต้นแบบ 6. การนำไปใช้ และ นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่ากระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้ 1. การทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึก 2. ตีความปัญหา 3. การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด 4. สร้างต้นแบบ 5. การทดสอบต้นแบบ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานทำหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ไว้ในขั้นที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์ที่ออกมาช่วยกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนำประเด็นที่เลือกมาเขียนลงในใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหามีความหลากหลาย รวมทั้งการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้นครูแจ้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันร่างต้นแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อแก้สถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. แนวคิดเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีระบบ สามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่ง สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) ได้กล่าวถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธี และยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา (2) การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ (3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ประกอบด้วย การสื่อสาร การฟัง การพูด การอ่าน การดู การแสดงท่าทาง เป็นต้น (4) การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้กับทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์กับงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนหรือสมบูรณ์ขึ้น และ (5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิด

ที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณ์ญาณในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม สุณารี ศรีบุญ (2561) ได้กล่าวถึงทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย 5 ด้าน คือ (1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหา มากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา (2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุน หรือคัดค้าน ขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริงประกอบการอธิบายได้อย่างเหมาะสม (3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน (4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ และ (5) ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้

จากทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ดังนี้

1. การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการทำใบงาน ท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยการนำความรู้ ความเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

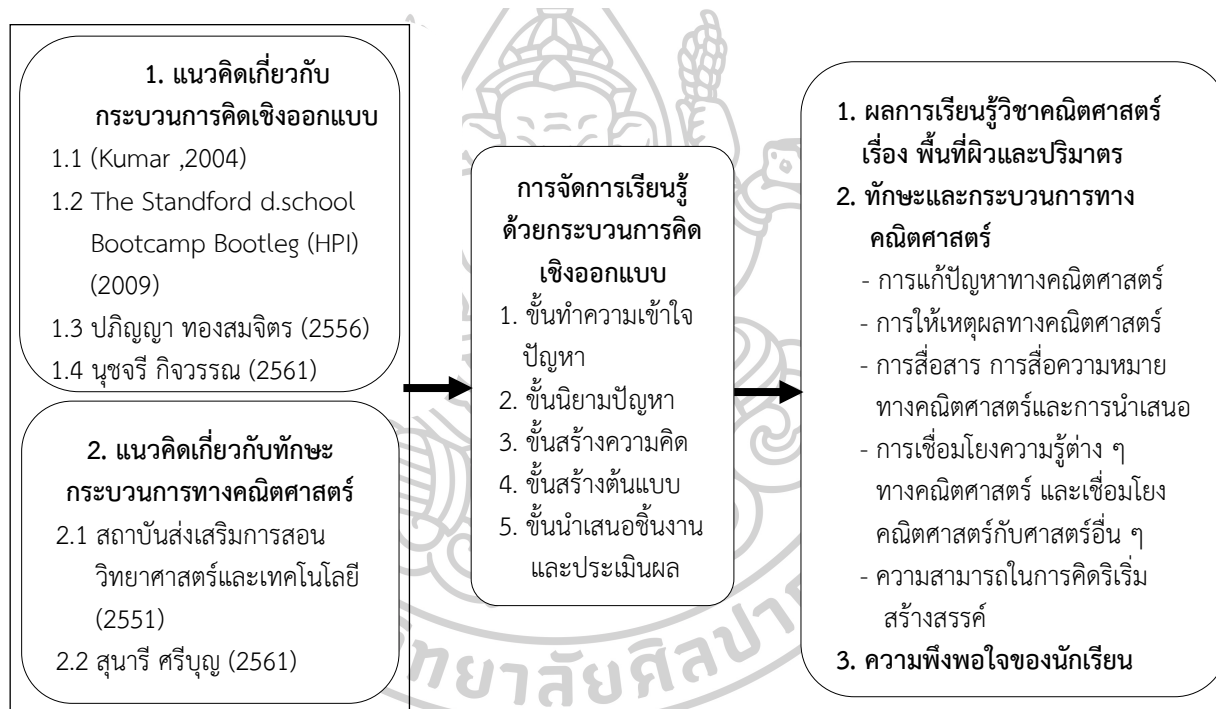
2. การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง สนับสนุน เพื่อหาข้อสรุป และนำไปสู่การสร้างสรรคชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

3. การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

4. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบาย และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

5. ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการ นำความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ให้มีความสวยงาม แปลกใหม่ และไม่คัดลอกชิ้นงานของผู้อื่น

จากหลักการแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้ขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบ โดยกำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

คำถามการวิจัย

เพื่อเป็นแนวทางในการหาคำตอบการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดข้อคำถามการวิจัย ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับใด

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดีขึ้นไป
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 100 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาสภา อำเภอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน ซึ่งได้มาจากวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบละความสามารรถ ทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. พีระมิด
2. กรวย
3. ทรงกลม

4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยทำการทดสอบก่อนทดลอง 1 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) จำนวน 27 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังทดลอง 1 ชั่วโมง รวมใช้ระยะเวลาทั้งหมด 29 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้คำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นที่เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ไว้ในขั้นที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์ออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนำประเด็นที่เลือกมาเขียนลงในใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ไขปัญหาให้มีความหลากหลาย รวมทั้งการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้นครูแจ้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันร่างต้นแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ชื่อนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

2. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในด้านความรู้ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ ด้านการวิเคราะห์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 30 ข้อ

3. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีระบบ ที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 5 ด้าน คือ

3.1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการทำใบงานทำหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยการนำความรู้ ความเข้าใจ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

3.2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมทำหน่วยที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง สนับสนุน เพื่อหาข้อสรุป และนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

3.3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3.4 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบายและเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

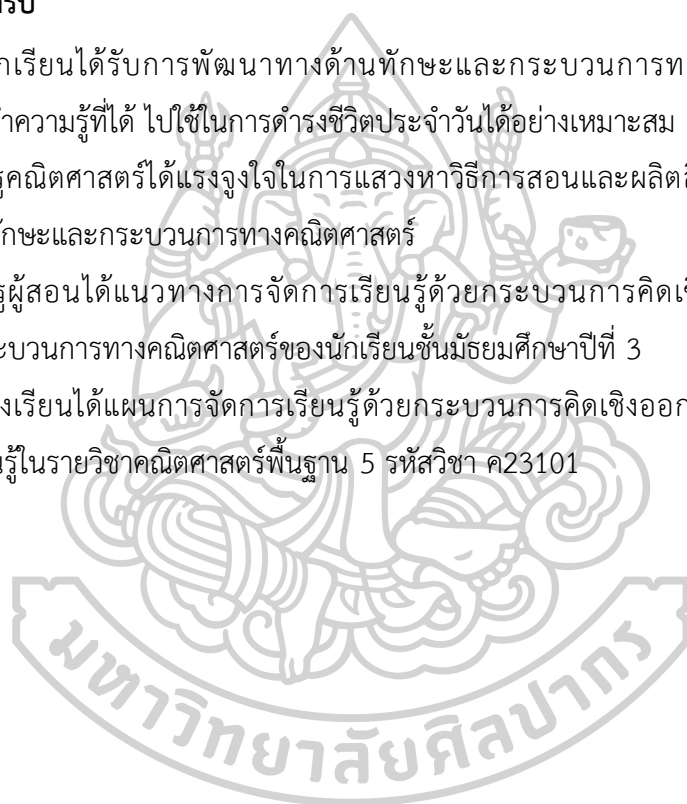
3.5 การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ให้มีความสวยงาม มีความแปลกใหม่ และไม่คัดลอกชิ้นงานของผู้อื่น

4. **ความพึงพอใจของนักเรียน** หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับจำนวน 15 ข้อ

5. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น และสามารถนำความรู้ที่ได้ ไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม
2. ครูคณิตศาสตร์ได้แรงจูงใจในการแสวงหาวิธีการสอนและผลิตสื่อการสอนเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. ครูผู้สอนได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. โรงเรียนได้แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่มีประสิทธิภาพ ใช้จัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 รหัสวิชา ค23101



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง (2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
3. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
4. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง (2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นนักเรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติและคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล

2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัยครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนาหรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) มุ่งพัฒนานักเรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้นจะช่วยให้แก่นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล

และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดอย่างเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงานและการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

สาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในแต่ละสาระการเรียนรู้สำหรับนักเรียนทุกคนไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาก็กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปร่างเรขาคณิต สมบัติของรูปร่างเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปร่างเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้หมายเหตุ

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร และอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

6. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิตตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ

8. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย

9. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

13. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

14. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ในชีวิตจริง

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยเลือกสาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง ปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

จากตัวชี้วัดข้างต้น ผู้วิจัยเลือกตัวชี้วัด โดยมีสาระการเรียนรู้แกนกลาง ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐาน ค 2.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	พื้นที่ผิว - การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหา
ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง ปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	ปริมาตร - การหาปริมาตรของพีระมิด กรวยและทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหา

1.2 หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จัดหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน 5 ค23101 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 1 ให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรนี้สะท้อนถึงวิธีการสอนที่ทันสมัย ครอบคลุมเนื้อหาที่จำเป็น ทัดเทียมนานาชาติ มีการเชื่อมโยงเนื้อหากับชีวิตจริง เน้นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ ทั้งทักษะทางคณิตศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีการออกแบบหลักสูตรได้เหมาะสมกับระบบการศึกษาในโลกสมัยใหม่ โดยส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้ สามารถเตรียมความพร้อมให้กับนักเรียนเพื่อเป็นผู้ที่มีความรู้ มีทักษะทางคณิตศาสตร์ และเป็นผู้ที่มีความพร้อมในการทำงานหรือการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น โดยการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในสถานศึกษามีเป้าหมายสำคัญ ดังนี้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับนักเรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎี ในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็นพร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้
2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยงให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์
3. มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ
4. มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูล ที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ตารางที่ 2 โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ภาคเรียนที่ 1)		ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ภาคเรียนที่ 1)	
รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วยกิต)	รายวิชา/กิจกรรม	เวลาเรียน (หน่วยกิต)
รายวิชาพื้นฐาน	11.0 (440)	รายวิชาพื้นฐาน	11.0 (440)
ท23101 ภาษาไทยพื้นฐาน 5	1.5 (60)	ท23102 ภาษาไทยพื้นฐาน 5	1.5 (60)
ค23101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.5 (60)	ค23102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน	1.5 (60)
ว23101 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	1.5 (60)	ว23102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน 5	1.5 (60)
ส23101 สังคมศึกษาพื้นฐาน 5	1.0 (40)	ส23104 สังคมศึกษาพื้นฐาน 5	1.0 (40)
ส23102 ประวัติศาสตร์ 5	0.5 (20)	ส23105 ประวัติศาสตร์ 5	0.5 (20)
ส23103 พระพุทธศาสนา 3	0.5 (20)	ส23106 พระพุทธศาสนา 3	0.5 (20)
พ23101 สุขศึกษาพื้นฐาน 5	0.5 (20)	พ23103 สุขศึกษาพื้นฐาน 5	0.5 (20)
พ23102 พลศึกษาพื้นฐาน 5	0.5 (20)	พ23104 พลศึกษาพื้นฐาน 5	0.5 (20)
ศ23101 ทักษะศิลป์ 3		ศ23102 ดนตรี-นาฏศิลป์ 3	1.0 (40)
ง23101 การงานพื้นฐาน 5	1.0 (40)	ง23101 การงานพื้นฐาน 5	1.0 (40)
อ23101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 5	1.5 (60)	อ23101 ภาษาอังกฤษพื้นฐาน 5	1.5 (60)
รายวิชาเพิ่มเติม	2.5 (100)	รายวิชาเพิ่มเติม	2.5 (100)
ง20217 คอมพิวเตอร์ออกแบบงาน 1	0.5 (20)	ง20218 คอมพิวเตอร์ออกแบบงาน 2	0.5 (20)
.....	1.0 (40)	1.0 (40)
.....	1.0 (40)	1.0 (40)
กิจกรรมพัฒนานักเรียน	(60)	กิจกรรมพัฒนานักเรียน	(60)
▪ กิจกรรมแนะแนว	(20)	▪ กิจกรรมแนะแนว	(20)
▪ กิจกรรมนักเรียน	(40)	▪ กิจกรรมนักเรียน	(40)
- ลูกเสือ/เนตรนารี	(20)	- ลูกเสือ/เนตรนารี	(20)
- ชุมนุ่ม	(20)	- ชุมนุ่ม	(20)
▪ กิจกรรมเพื่อสังคมและ สาธารณประโยชน์ **	(10)	▪ กิจกรรมเพื่อสังคมและ สาธารณประโยชน์ **	(10)
รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	600	รวมเวลาเรียนทั้งสิ้น	600

คำอธิบายรายวิชา

คณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต เกี่ยวกับการแยกตัวประกอบของพหุนาม ที่มีดีกรีสูงกว่าสอง ฟังก์ชันกำลังสอง นิพจน์ สมการ และอสมการ สมบัติของการไม่เท่ากัน สมการ กำลังสองตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร การวัดและการคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด การประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม

โดยใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะ การอธิบาย การวัด การคาดคะเน การแยกตัวประกอบ การวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การนำไปใช้และการประยุกต์ใช้

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม เกิดความสามารถในการคิด ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการ แก้ปัญหา และความสามารถในการใช้ทักษะชีวิตได้อย่างมีประสิทธิภาพ

รหัสและตัวชี้วัด

- ค 1.2 ม.3/1 ม.3/2
- ค 1.3 ม.3/1 ม.3/2 ม.3/3
- ค 2.1 ม.3/1 ม.3/2

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

- ค 1.2 ม.3/1 เข้าใจและใช้การแยกตัวประกอบของพหุนามที่มีดีกรีสูงกว่าสอง ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ค 1.2 ม.3/2 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ค 1.3 ม.3/1 เข้าใจและใช้สมบัติของการไม่เท่ากันเพื่อวิเคราะห์และแก้ปัญหาโดยใช้ อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว
- ค 1.3 ม.3/2 ประยุกต์ใช้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ค 1.3 ม.3/3 ประยุกต์ใช้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์
- ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง
- ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการ แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

รวมทั้งหมด 7 ตัวชี้วัด

โครงสร้างรายวิชา

วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เวลา 60 ชั่วโมง คะแนน 100 คะแนน

ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	พีระมิต	ค 2.1 ม.3/1 ค 2.1 ม.3/2	- การหาพื้นที่ผิวของพีระมิต - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิต ไปใช้ในการแก้ปัญหา - การหาปริมาตรของพีระมิต - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิต ไปใช้ในการแก้ปัญหา	9	10
2	กรวย	ค 2.1 ม.3/1 ค 2.1 ม.3/2	- การหาพื้นที่ผิวของกรวย - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของกรวย ไปใช้ในการแก้ปัญหา - การหาปริมาตรของกรวย - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของกรวย ไปใช้ในการแก้ปัญหา	9	10
3	ทรงกลม	ค 2.1 ม.3/1 ค 2.1 ม.3/2	- การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหา - การหาปริมาตรของทรงกลม - การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหา	9	10
สอบกลางภาค				1	20

ตารางที่ 3 โครงสร้างวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101 (ต่อ)

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
4	การแยกตัวประกอบของพหุนาม	ค 1.2 ม.3/1	- การแยกตัวประกอบของพหุนามดีกรีสูงกว่าสอง	6	5
5	ฟังก์ชันกำลังสอง	ค 1.2 ม.3/2	- กราฟของฟังก์ชันกำลังสอง - การนำความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชันกำลังสองไปใช้ในการแก้ปัญหา	6	5
6	สมการกำลังสองตัวแปรเดียว	ค 1.3 ม.3/2	- สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียว - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการกำลังสองตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา	6	5
7	ระบบสมการ	ค 1.3 ม.3/3	- ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรไปใช้ในการแก้ปัญหา	6	5
8	อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	ค 1.3 ม.3/1	- อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว - การแก้อสมการเชิงเส้น - การนำความรู้เกี่ยวกับการแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวไปใช้ในการแก้ปัญหา	6	10
สอบปลายภาค				2	20
รวม				60	100

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2561 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ผู้วิจัยจึงได้นำหน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของพีระมิด กรวย และทรงกลม ดังตารางที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ และสอดคล้องกับตัวชี้วัดข้อที่ 1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง และตัวชี้วัดข้อที่ 2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง มาเป็นแนวทางการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และเป้าหมายการประเมินในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ จำนวน 27 ชั่วโมง

ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
1	พีระมิด	<p>ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด • การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด ไปใช้ในการแก้ปัญห จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ เพื่อออกแบบชิ้นงาน • การหาปริมาตรของพีระมิด • การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด ไปใช้ในการแก้ปัญห จากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ เพื่อออกแบบชิ้นงาน

ตารางที่ 4 ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ที่ 1-3 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
2	กรวย	<p>ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพื้นที่ผิวของกรวย • การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของกรวย ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน • การหาปริมาตรของกรวย • การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของกรวย ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน
3	ทรงกลม	<p>ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p> <p>ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง</p>	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม • การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน • การหาปริมาตรของทรงกลม • การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของทรงกลม ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.1 ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อเป็นการฝึกฝนให้นักเรียนคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น ซึ่ง จูไรรัตน์ ปึ้งผลพลู (2555) ได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีระบบ โดยสามารถปฏิบัติได้ดี มีคุณภาพ มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะคือ ทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะด้านการให้เหตุผล ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ และทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว ผู้สอนจะต้องให้โอกาสนักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเองให้มาก โดยการจัดสถานการณ์ หรือปัญหาให้เหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน ซึ่งสอดคล้องกับ อังคณา สุวรรณพัฒน์ (2556) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการปฏิบัติที่ใช้ในกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งมีรูปแบบและขั้นตอนในการดำเนินการสามารถตรวจสอบได้ โดยที่นักเรียนสามารถปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมได้อย่างเหมาะสม ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่วนสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ นอกจากนี้ สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์อย่างคล่องแคล่ว ถูกต้องและแม่นยำ ในด้าน 1) การแก้ปัญหา 2) การให้เหตุผล 3) การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ส่วน อัมพร ม้าคอง (2554) ได้กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถหรือความชำนาญในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

ให้เกิดประโยชน์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เป็นองค์ประกอบสำคัญของศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนทุกคน เนื่องจากเป็นสิ่งที่ทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์มีความหมาย การจัดการศึกษาคณิตศาสตร์มุ่งให้นักเรียนมีทั้งความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดีควบคู่กันไป ซึ่งสอดคล้องกับ กระทรวงศึกษาธิการ (2551) ได้กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีระบบ สามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ ทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะด้านการให้เหตุผล ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ และทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการปฏิบัติงานหรือปฏิบัติกิจกรรมคณิตศาสตร์อย่างมีระบบ โดยเน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย 5 ทักษะ คือ ทักษะด้านการแก้ปัญหา ทักษะด้านการให้เหตุผล ทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทักษะด้านการเชื่อมโยงความรู้ และทักษะด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ประเภทของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ในสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นไว้ 5 มาตรฐานในการจัดการเรียนรู้ที่ครูจะต้องจัดกิจกรรมกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาเพื่อพัฒนานักเรียน ดังนี้

1) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการประยุกต์ขั้นตอน หรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์ กลวิธีและยุทธวิธีแก้ปัญหา และประสบการณ์ที่มีอยู่ไปใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับ ดวงกมล คงคาเพชร (2556) กล่าวว่า การแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการค้นหาคำตอบของปัญหาอย่างถูกต้องเหมาะสมและรวดเร็ว โดยการใช้ความรู้ต่าง ๆ ผ่านกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งกระบวนการดังกล่าวมีการดำเนินการตามลำดับขั้นตอน และต้องใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา ส่วน สุนารี ศรีบุญ (2561) กล่าวว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้กระบวนการต่าง ๆ โดยนำความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิมและส่วนประกอบของสถานการณ์ของปัญหามากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา โดยดำเนินการเป็นลำดับขั้นตอนเพื่อนำไปสู่ความสำเร็จในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ The National Council of Teachers of Mathematics (2000) กล่าวว่า การแก้ปัญหามีถึง วิธีการหาผลลัพธ์ที่ไม่รู้ ซึ่งในการหาผลลัพธ์ นักเรียนต้องเขียนสิ่งที่รู้ และใช้กระบวนการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้พัฒนาความเข้าใจใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์อยู่เสมอ การแก้ปัญหาไม่ใช่เป็นเพียงเป้าหมายของการเรียนคณิตศาสตร์ แต่หลักสำคัญคือการได้ลงมือปฏิบัติด้วย นักเรียนควรมีโอกาสที่จะได้คิดหาวิธี ได้จับต้องสื่อ ได้แก้ปัญหาที่ซับซ้อน และครูควรจะให้กำลังใจเพื่อสะท้อนการคิดของนักเรียน

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ขั้นตอนกระบวนการเพื่อแก้ปัญหา โดยการนำความรู้ ความคิดจากประสบการณ์เดิม ส่วนประกอบของสถานการณ์ มากำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่ความสำเร็จ อีกทั้งยังช่วยให้นักเรียนได้ฝึกคิดวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งจะช่วยพัฒนาศักยภาพในการคิดวิเคราะห์อีกด้วย

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยการนำความรู้ ความเข้าใจเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่ได้เรียนมาใช้ในการแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2) ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่า หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบาย สนับสนุนหรือคัดค้านขั้นตอนหรือคำตอบที่ได้โดยอาศัยหลักการ ข้อมูล ข้อเท็จจริง ประกอบการอธิบายได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ ที่รวบรวมมาได้จากการรวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริง ที่อาศัยหลักการคิด วิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ ส่วน The National Council of Teachers of Mathematics (1989) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นการสร้างข้อคาดเดา และตรวจสอบข้อคาดเดา จากสถานการณ์ที่กำหนดจำ เป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย นอกจากนี้ ชัยรัตน์ สุล่านาจ (2547) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นการสร้างข้อคาดการณ์และตรวจสอบข้อคาดการณ์จากสถานการณ์ที่กำหนด จำเป็นต้องใช้การให้เหตุผลทั้งแบบอุปนัยและนิรนัย ทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีอยู่ 2 ประการ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่เกี่ยวกับการใช้ข้อมูลในการสร้างหลักการใหม่ ค้นหาแบบรูปทั่วไป แบบรูปทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ อธิบายสมบัติและโครงสร้างต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นมโนคติ หรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลาย ๆ ตัวอย่าง แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้รูปแบบการลงความเห็นที่สมเหตุสมผล นำไปสู่การสรุปหลักฐานที่ปรากฏ เป็นการพิสูจน์เพื่อหาข้อสรุป และตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด ซึ่งการให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบ ตรรกะ ใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ นิยาม อนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎี อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วได้ผลสรุปของกรณีเฉพาะที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์หลักการที่เป็นจริงเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับดวงกมล คงคาเพชร (2556) กล่าวว่า การให้เหตุผล หมายถึง ความสามารถในการแสดงเหตุผลการคิดและอธิบายแนวคิดให้ผู้อื่นรับรู้ได้ ซึ่งอ้างอิงความรู้ ข้อมูล ข้อเท็จจริง หรือสร้างแผนภาพ โดยนำวิธีการให้เหตุผลแบบอุปนัยและแบบนิรนัยมาช่วยในการสรุปอย่างสมเหตุสมผล

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิด สถานการณ์ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ โดยต้องมีความสามารถหรือความชำนาญในการอธิบายถึงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียน ในการระบุประเด็นปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง สนับสนุนเพื่อหาข้อสรุป และนำไปสู่การสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

3) ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ภาษา ศัพท์ สูตร แผนภูมิ สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อแสดงแนวคิด อธิบายแนวคิด ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจ ได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับ The National Council of Teachers of Mathematics (1989) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสารว่า การเรียนรู้คณิตศาสตร์และการใช้คณิตศาสตร์ในการสื่อสาร มีบทบาทสำคัญที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจภาษาของคณิตศาสตร์ ซึ่งจะเชื่อมโยงสาระหรือความคิดที่ไม่เป็นทางการไปสู่ภาษาที่เป็นนามธรรมและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ มีบทบาทสำคัญในการช่วยให้นักเรียนสร้างการเชื่อมโยงระหว่างแนวคิดทางคณิตศาสตร์กับสื่อที่เป็นคำพูด กราฟ วัตถุ รูปภาพ สัญลักษณ์ต่าง ๆ และการแทนความคิดทางคณิตศาสตร์ นอกจากนี้การใช้คณิตศาสตร์สื่อสารยังช่วยให้นักเรียนมีความชัดเจนในแนวคิด เกิดความเข้าใจลึกซึ้งกับสิ่งที่เรียน ซึ่งความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้ศัพท์ รูปภาพ สัญลักษณ์ รวมทั้งโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ เพื่อแสดงแนวคิดและช่วยให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดและความสัมพันธ์ของแนวคิด ดังที่ได้ระบุเกี่ยวกับความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยมีความสอดคล้องกับการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. สามารถแสดงแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยการเขียน การพูด การสาธิต และการแสดงเพื่อให้เห็นภาพ
2. สามารถทำความเข้าใจ แปลความหมาย และประเมินแนวคิดทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การพูด การเขียน หรือภาพต่าง ๆ ในการนำเสนอ
3. สามารถใช้ศัพท์ สัญลักษณ์ และโครงสร้างทางคณิตศาสตร์แสดงแนวคิด อธิบายความสัมพันธ์ และจำลองสถานการณ์

นอกจากนี้ จูไรรัตน์ ปีงผลพูล (2555) กล่าวว่า การพัฒนาทักษะด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ สามารถทำได้ทุกเนื้อหาที่ต้องการให้วิเคราะห์ สังเคราะห์ ซึ่งทำได้โดยการนำข้อมูลที่ได้มาจากกระเปาะใหม่เพื่อให้เข้าใจง่าย โดยจะต้องเลือกรูปแบบการนำเสนอที่ใช้ในการสื่อความหมายหรือการนำเสนอข้อมูลได้อย่างชัดเจนและเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้กล่าวถึงความหมายของการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอไว้ ดังนี้

การสื่อสาร เป็นกระบวนการถ่ายทอดข่าวสารของผู้ส่งสารไปยังผู้รับสาร โดยนำเสนอผ่านช่องทางการสื่อสารต่าง ๆ ได้แก่ การฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู และการแสดงท่าทาง โดยอาจไม่ใช้สื่อหรือใช้สื่อต่าง ๆ เช่น วิทยุ โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ วารสาร หรือสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ และอินเทอร์เน็ต

การฟัง เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้รับสารฟังแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการของผู้ส่ง ที่นำเสนอในรูปของคำพูดหรือภาษาพูด การฟังที่ดีผู้ฟังจะต้องมีเจตนาที่จะรับฟังแล้วคิดวิเคราะห์ตามเนื้อหาที่ฟัง ถ้าเกิดข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจอย่าด่วนซักถามหรือคัดค้าน พยายามให้โอกาสผู้พูดได้ขยายความแล้วจึงถามอย่างสุ่มเป็นลำดับขั้น และอย่าแสดงอารมณ์

การพูด เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้ส่งสารอธิบายความคิด แนวคิดหรือกระบวนการออกมาเป็นภาษาพูดหรือคำพูดอย่างสมเหตุสมผลในทุกขั้นตอน เพื่อให้ผู้รับสารได้รับรู้และเข้าใจได้อย่างชัดเจน อาจเป็นการพูดระหว่างบุคคลหรือการพูดในที่สาธารณะก็ได้ ซึ่งลักษณะของการพูดที่ดีจะต้องมีจุดมุ่งหมายของข่าวสาร เนื้อหาที่น่าสนใจ และรูปแบบที่ถูกต้องและชัดเจน ตลอดจนมีระดับความดัง ความสูงต่ำของเสียง การหยุดระยะหรือเว้นช่วงหายใจที่เหมาะสม อัตราเร็วช้าในการพูด และไม่ควรพูดข่มผู้ฟังหรือใช้สรรพนามที่ไม่เหมาะสมระหว่างกันและกัน

การอ่าน เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้รับสารปรึกษาหรือพิจารณาแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการของผู้ส่งสาร ที่นำเสนอในรูปของลายลักษณ์อักษรหรือภาษาเขียน การอ่านที่ดีผู้อ่านจะต้องมีเจตนาที่จะอ่าน แล้วคิดวิเคราะห์ตามเนื้อหาที่อ่าน ถ้าเกิดข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจผู้อ่านควรไปถามจากผู้รู้จนหายสงสัยหรือข้องใจดีขึ้น

การดู เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้รับสารเห็นแนวคิด ความคิดเห็น หรือกระบวนการของผู้ส่งสารที่นำเสนอในรูปของกิริยาท่าทางอาการต่าง ๆ การดูที่ดี ผู้ดูจะต้องให้ความสนใจ มีเจตนาที่จะดู แล้วคิดวิเคราะห์ตามเนื้อหาที่เห็น

การแสดงท่าทาง เป็นช่องทางการสื่อสารที่ต้องการให้ผู้ส่งสารแสดงแนวคิดความคิดเห็นหรือกระบวนการออกมาเป็นกิริยาท่าทางอาการต่าง ๆ เพื่อให้ผู้รับสารได้รับรู้หรือพิจารณาความถูกต้อง การแสดงท่าทางอาจเป็นผลงานของบุคคลเพียงคนเดียวหรือผลงานของกลุ่มบุคคลก็ได้ การแสดงท่าทางที่ดีผู้แสดงจะต้องมีจุดมุ่งหมายเนื้อหาของข่าวสารและรูปแบบของการแสดงท่าทางที่ถูกต้องชัดเจนและเป็นลำดับขั้น

ดวงกมล คงคาเพชร (2556) กล่าวว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถในการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ รวมถึงการนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบใหม่ โดยการเรียงลำดับหรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายและการนำเสนอได้อย่างชัดเจน สมเหตุสมผลและรัดกุม ซึ่งสอดคล้องกับ พิริยา สีสต์ (2557) กล่าวว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์โดยผ่านกระบวนการถ่ายทอดผ่านสื่อต่าง ๆ โดยอาจจะเป็นการพูด การเขียน การรวมกิจกรรม ซึ่งจะทำให้เกิดการรับรู้ร่วมกันและมีปฏิริยาตอบสนอง เพื่อให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง การใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย รวมถึงการนำข้อมูลที่ได้มาจัดระเบียบใหม่ โดยการเรียงลำดับคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมายและการนำเสนอได้อย่างชัดเจน สามารถเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่เป็นนามธรรมไปสู่สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ โดยผ่านกระบวนการถ่ายทอดผ่านสื่อต่าง ๆ อาจจะเป็นการสื่อสารโดยการฟัง การพูด การอ่าน การเขียน การดู การแสดงท่าทาง การรวมกิจกรรม ซึ่งจะให้เกิดการรับรู้ร่วมกันและมีปฏิริยาตอบสนอง เพื่อให้การสื่อสารสัมฤทธิ์ผล

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ไว้ว่า การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการนำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้อย่างถูกต้องชัดเจน

4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

กระทรวงศึกษาธิการ (2551) กำหนดให้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการเชื่อมโยง เป็นมาตรฐานหนึ่งในสาระการเรียนรู้ เรื่อง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ที่มุ่งหวังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเมื่อจบหลักสูตรการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ทุกระดับ โดยระบุไว้ว่านักเรียนต้องมีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้เช่นเดียวกับหลักสูตรการศึกษาคณิตศาสตร์ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่เป็นประเทศผู้นำของโลก ปัจจุบันได้กำหนดให้นักเรียนมีมาตรฐานด้านทักษะกระบวนการเชื่อมโยงไว้เช่นกัน โดยกำหนดสิ่งที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับนักเรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงไว้ 3 ประการ คือ

1) นักเรียนตระหนักและสามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ได้ นักเรียนมีความเข้าใจและสามารถเชื่อมโยงวิธีการแนวคิดทางคณิตศาสตร์มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ

2) นักเรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงวิธีการ แนวคิดทางคณิตศาสตร์ มาทำให้เกิดการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งได้อย่างเป็นระบบ

3) นักเรียนมีความเข้าใจ สามารถเชื่อมโยงและประยุกต์ความรู้คณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้

นอกจากนี้ จูไรรัตน์ บึงผลพล (2555) กล่าวว่า ทักษะและกระบวนการด้านการเชื่อมโยง หมายถึง ความสามารถในการผสมผสานแนวคิด/ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ได้ เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับธรรมชาติหรือเนื้อหาวิชาอื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เพื่อประยุกต์ใช้ให้เป็นประโยชน์ในการดำรงชีวิตได้อย่างเหมาะสม ซึ่งสอดคล้องกับ The National Council of Teachers of Mathematics (2000) ได้ให้ความหมายการเชื่อมโยง คือการเชื่อมโยงเป็นการผสมแนวคิดที่มีความเกี่ยวข้องหรือสอดคล้องกัน ให้รวมเป็นองค์ประกอบเดียวกัน โดยแบ่งได้ดังนี้

1. การเชื่อมโยงภายในวิชา เป็นการนำเนื้อหาภายในวิชาเดียวกันที่มีความคล้ายกัน ไปเชื่อมโยงให้สัมพันธ์กัน โดยให้นักเรียนได้ประยุกต์ความรู้และนำทักษะไปใช้ในชีวิตจริง ช่วยให้นักเรียนเข้าใจถึงความแตกต่างของเนื้อหาวิชา รวมทั้งตรีโกณมิติ เรขาคณิต และพีชคณิต ซึ่งจะทำให้การเรียนของนักเรียนมีความหมายมากขึ้น

2. การเชื่อมโยงระหว่างวิชา เป็นการรวมศาสตร์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป ภายใต้อำนาจเรื่องที่เกี่ยวข้องกัน เป็นการเรียนรู้โดยใช้ความรู้ ความเข้าใจ และทักษะในวิชาต่าง ๆ มากกว่า 1 วิชาขึ้นไป จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งและตรงกับสภาพชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้กับทักษะและกระบวนการที่มีอยู่ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาและการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับแนวคิดใหม่ที่ซับซ้อนให้มีความสมบูรณ์ขึ้น โดยการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ อาจจำแนกตามลักษณะการเชื่อมโยงได้ 2 แบบ ดังนี้

1. การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์
2. การเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

ดวงกมล คงคาเพชร (2556) ได้ให้ความหมายไว้ว่า การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยการนำความรู้ หลักการ เนื้อหาสาระ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มาเชื่อมโยงให้มีความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยจะต้องสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา และการเรียนรู้แนวคิดใหม่ที่มีความซับซ้อนและสมบูรณ์ขึ้น นอกจากนี้ สุนารี ศรีบุญ (2561) กล่าวว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการเชื่อมโยงความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์กับคณิตศาสตร์ด้วยกัน และเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ รวมทั้งสถานการณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ คือ กระบวนการที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการผสมผสานแนวคิด ความรู้ทางคณิตศาสตร์กับสิ่งต่าง ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกันเป็นองค์ประกอบเดียวกัน เป็นการนำความรู้ เนื้อหาสาระ และหลักการทางคณิตศาสตร์มาสร้างความสัมพันธ์อย่างเป็นเหตุเป็นผลระหว่างความรู้กับทักษะและกระบวนการที่มีในเนื้อหาคณิตศาสตร์

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการอธิบายและเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม เพื่อนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงาน

5) ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จูไรรัตน์ บึงผลพูล (2555) ได้ให้ความหมายของทักษะกระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ว่า ทักษะกระบวนการด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการทางปัญญาที่ใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน เพื่อสร้างสรรค์สิ่งใหม่หรือแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น ความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์สามารถเรียนรู้และพัฒนาขึ้นได้ และความคิดสร้างสรรค์ในแต่ละประเภทจะบูรณาการการผสมผสานกันอยู่เสมอ ส่วน สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550) ได้ให้ความหมายของความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ไว้ ดังนี้ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นกระบวนการคิดที่อาศัยความรู้พื้นฐาน จินตนาการ และวิจารณญาณในการพัฒนาหรือคิดค้นองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่มีคุณค่า และเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์มีหลายระดับ ตั้งแต่ระดับพื้นฐานที่สูงกว่าความคิดพื้น ๆ เพียงเล็กน้อย ไปจนกระทั่งเป็นความคิดที่อยู่ในระดับสูงมาก บางครั้งมากจนไร้ขอบเขตจำกัด คนอื่นคิดไม่ถึง จินตนาการเป็นการเพื่อฝัน ซึ่งสอดคล้องกับ ดวงกมล คงคาเพชร (2556) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดได้ถูกต้อง คิดให้ได้มาซึ่งสิ่งที่แปลกใหม่ เป็นความคิดที่มุ่งแก้ปัญหาหรือประดิษฐ์คิดค้นในแนวทางที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิมและมีคุณค่าเป็นประโยชน์ นอกจากนี้ สุณารี ศรีบุญ (2561) กล่าวว่า ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถหรือความชำนาญในการใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ และ อัมพร ม้าคนอง (2554) กล่าวว่า ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เป็นการคิดระดับสูง เป็นความสามารถของนักเรียนในการคิดออกนอกกรอบความคิดที่มีอยู่เดิม ทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยมีมาก่อน จึงเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีการลอกเลียนแบบความคิดอื่น ๆ เป็นความสามารถในการคิดสิ่งแปลกใหม่หาแนวทางใหม่ในการแก้ปัญหาและนำความคิดเดิมมาผสมผสานเป็นแนวคิดใหม่ที่แตกต่างจากเดิม

จากแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คือ การใช้กระบวนการทางความคิดหลาย ๆ อย่างมารวมกัน โดยใช้ความรู้จากประสบการณ์เดิมหรือมโนทัศน์ เพื่อสร้างสรรค์องค์ความรู้ใหม่และสร้างสรรค์ตัวแบบทางคณิตศาสตร์หรือชิ้นงานที่มีประโยชน์ต่อการเรียนรู้ อาจเป็นการแก้ปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น หรือเป็นการสร้างสรรค์ชิ้นใหม่

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ไว้ว่า ความสามารถในการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการในการนำความรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาสร้างสรรค์ชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ ให้ความสวยงาม มีความแปลกใหม่ และไม่คัดลอกชิ้นงานของผู้อื่น

2.3. การวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3.1 ความหมายของการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ยุพิน พิพิธกุล (2539) ได้กล่าวถึงการวัดผลและการประเมินผลไว้ ดังนี้

การวัดผล (Measurement) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบเพื่อต้องการทราบคุณภาพ จำนวน หรือปริมาณในสิ่งที่ต้องการวัดนั้น เมื่อพูดถึงการวัดผล เรามักมุ่งไปที่การออกข้อสอบ เพียงอย่างเดียว ซึ่งความจริงแล้วการวัดผลมีความหมายกว้างกว่านั้น เราจะต้องถามตัวเราว่าเราจะวัดอะไร เช่น ถ้าต้องการวัดทางด้านสติปัญญาหรือวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เราก้ออกข้อสอบ แต่ถ้าต้องการวัดด้านอารมณ์ จิตใจ เราก้อต้องใช้การสังเกต หรือต้องการวัดทางการกระทำทางกาย เราก้อให้ลงมือปฏิบัติ เป็นต้น

การวัดผลการเรียนรู้นั้น ผู้สอนไม่ควรมุ่งทางด้านสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียว ควรจะได้ใช้การสังเกต และจดบันทึกเอาไว้ และจะต้องดูความรับผิดชอบของนักเรียนด้วย เครื่องมือที่จะใช้วัดนั้นมีหลายประการ เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การบันทึกพฤติกรรม การมอบหมายงานให้ทำ การศึกษารายบุคคล การบันทึกกระเป๋นสะสม ฯลฯ และประการสุดท้ายที่ใช้กันเป็นส่วนมากก็คือการออกข้อสอบ

การประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การนำผลการวัดมาสรุปหรือตีค่า การประเมินผลนั้น จะต้องอาศัยการวัด เช่น เราออกข้อสอบวัดผลได้คะแนนมาแล้วก็นำคะแนนนั้นมาตีค่า ได้ หรือตก ซึ่งเรียกว่าการประเมิน การประเมินผลที่ดีนั้นจะต้องอาศัยพื้นฐานจากการวัดผลที่ดีด้วย ในการวัดผล นักเรียนนั้นควรจะได้มีการวัดหลาย ๆ วิธี จะต้องวัดให้ต่อเนื่องให้ครอบคลุมทั่วถึง เมื่อนำผลการวัดทั้งหลายมารวมสรุปก็จะทำให้การประเมินผลใกล้เคียงความจริงยิ่งขึ้น

การประเมินผล เป็นขั้นตอนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอนที่ช่วยให้ครูทราบว่านักเรียนได้เรียนรู้และบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้มากน้อยเพียงใด มีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม การเรียนรู้ที่พึงประสงค์มากน้อยเพียงใด ตลอดจนนำผลการประเมินมาช่วยพัฒนาและปรับปรุงวิธีการสอนได้อีกด้วย ซึ่งการสอนที่มีประสิทธิภาพจะให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการเรียนรู้ไปในทางที่พึงปรารถนา

เพื่อให้การประเมินผลมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ครูจะต้องบูรณาการการประเมินผลความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาคณิตศาสตร์และการประเมินผลทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน

ดวงกมล คงคาเพชร (2556) กล่าวว่า การวัดผล หมายถึง การตรวจสอบหรือการค้นหาข้อมูลบางอย่างของสิ่งที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อต้องการทราบว่าคุณภาพ จำนวน หรือปริมาณในสิ่งๆ นั้นมีมากน้อยเพียงใด ส่วนการประเมินผล หมายถึง การนำผลจากการวัดมาสรุปผล ให้ความหมายหรือตีค่า โดยมีเกณฑ์ตัดสินค่าที่ได้จากการวัดนั้น

จากการศึกษาแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัดผล หมายถึง การตรวจสอบด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อทราบคุณภาพ จำนวน หรือปริมาณ โดยไม่ควรมุ่งทางด้านสติปัญญาแต่เพียงอย่างเดียว ควรใช้การสังเกต หรือจด โดยการใช้อุปกรณ์ในการวัด ที่หลากหลาย เช่น การสังเกต การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การบันทึกพฤติกรรม การมอบหมายงานให้ทำ การศึกษารายบุคคล การบันทึกกระเป๋นสะสม การออกข้อสอบและการประเมินผล หมายถึง การนำผลที่ได้จากการวัดมาสรุป ให้ความหมายหรือตีค่า โดยมีเกณฑ์ตัดสินค่าที่ได้ และสามารถนำผลการประเมินมาช่วยพัฒนาและปรับปรุงวิธีการสอนได้อีกด้วย

2.3.2 ลักษณะของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชวาล แพร์ตกุล (2552) ได้กล่าวถึงลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบันนิยมแยกคำถามออกเป็น 3 ฉบับ คือ แบบทดสอบสำหรับการวัดทักษะ หรือความคล่องแคล่วแม่นยำในการคำนวณตัวเลข แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1) แบบทดสอบประเภททักษะ แบบทดสอบชนิดนี้ต้องวัดความคล่องแคล่วแม่นยำในการบวก ลบ คูณ หาร ตัวเลข ซึ่งเป็นสมรรถภาพพื้นฐานในการเรียนคณิตศาสตร์ เทียบได้กับความสามารถในการสะกดคำในวิชาภาษาไทย ฉะนั้นโครงสร้างของแบบทดสอบชนิดนี้จึงไม่ต้องการอิทธิพลของภาษาที่เกี่ยวข้องด้วย เลยจัดเป็นการวัดความคล่องแคล่วในการคำนวณตัวเลขโดยเฉพาะ

2) แบบทดสอบประเภทโจทย์ปัญหา แบบทดสอบชนิดนี้ประกอบด้วยคำถามประเภทโจทย์ต่าง ๆ ทำนองเดียวกับโจทย์คณิตศาสตร์ทั่วไป แต่ลีลาคำถามมุ่งที่จะวัดความสามารถในการแปล ความหมายและการให้ความสัมพันธ์ของตัวเลขจำนวนกับวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นสำคัญ คำถามประเภทโจทย์ปัญหานี้มิได้หมายถึงคำถามที่ให้นักเรียนนำตัวเลขไปแทนค่าในสูตรโดยตรง เช่น ในเรื่องการหาดอกเบี้ย หรือให้หาพื้นที่ของวงกลม เพราะคำถามชนิดนี้ไม่มีลักษณะเป็นปัญหา แต่เป็นการวัดความสามารถในการจำสูตรและกฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้วเอาตัวเลขจากโจทย์ไปแทนค่าในสูตรเท่านั้นเอง

3) แบบทดสอบประเภทเหตุผล แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการวัดสมรรถภาพด้านความคิดรวบยอดเชิงคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลักการ วิธีการ และมโนภาพ ในความคิดแบบนามธรรม นั่นคือ ต้องการวัดว่าเมื่อเด็กได้เรียนรู้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ แล้ว เขาจะสามารถขยายความหมายนั้นออกไปในรูปของภาษาหรือสัญลักษณ์ให้กว้างขวางจากเดิมได้หรือไม่ หรือเพียงแค่จำสูตรหรือวิธีการตามตำราได้เท่านั้น ไม่มีจินตนาการในกฎเกณฑ์นั้นเลย

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะต้องสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ

จากการศึกษาแนวคิดที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า แบบวัดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต้องวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้อย่างหลากหลาย ทั้งในด้านความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยลักษณะโครงสร้างของแบบทดสอบคณิตศาสตร์ที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ แบบทดสอบสำหรับการวัดทักษะ แบบทดสอบสำหรับวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา และแบบทดสอบสำหรับวัดความคิดรวบยอดหรือที่เรียกว่าแบบทดสอบวัดเหตุผลเชิงคณิตศาสตร์

2.3.3 แนวทางการวัดและประเมินผลด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2544) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 5 ต่อไปนี้

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ

ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
การแก้ปัญหา	4 (ดีมาก)	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ อธิบายถึงเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้เข้าใจชัดเจน
	3 (ดี)	ใช้ยุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จ แต่น่าจะอธิบายถึงเหตุผลในการใช้ วิธีดังกล่าวได้ดีกว่านี้
	2 (พอใช้)	มียุทธวิธีดำเนินการแก้ปัญหาสำเร็จเพียงบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้ วิธีการดังกล่าวได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหาบางส่วน อธิบายเหตุผลในการใช้วิธีดังกล่าวได้บางส่วน
	0 (ไม่พยายาม)	ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ข้างต้นหรือไม่มีร่องรอยการดำเนินการแก้ปัญหา
การให้เหตุผล	4 (ดีมาก)	มีการอ้างอิงเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
	3 (ดี)	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
	2 (พอใช้)	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ (ต่อ)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	4 (ดีมาก)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้กราฟ แผนภูมิหรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนเป็นระบบ กระชับ ชัดเจน และมีรายละเอียดสมบูรณ์
	3 (ดี)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้อง นำเสนอโดยใช้ตารางแสดงข้อมูล กราฟ หรือแผนภูมิ ประกอบตามลำดับ ขั้นตอนได้ถูกต้อง แต่ยังขาดรายละเอียดที่สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ พยายาม นำเสนอโดยใช้ตารางแสดงข้อมูล กราฟ หรือแผนภูมิ ประกอบ แต่มีความชัดเจนเพียงบางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์อย่างง่าย ๆ ไม่ได้ใช้ตารางแสดงข้อมูล กราฟ หรือแผนภูมิเลย การนำเสนอข้อมูลไม่ชัดเจน
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่นำเสนอ
การเชื่อมโยง	4 (ดีมาก)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ ในการเชื่อมโยงความรู้กับสาระคณิตศาสตร์และ สาระอื่นในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหา หรือนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างสอดคล้อง
	3 (ดี)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์มาใช้ ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์และสาระอื่นใน ชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยในการแก้ปัญหาหรือนำ ความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้บางส่วน

ตารางที่ 5 เกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของสถาบันการส่งเสริม
การสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และกรมวิชาการ (ต่อ)

ทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	คะแนน (ความหมาย)	ความสามารถที่ปรากฏ
การเชื่อมโยง	2 (พอใช้)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงกับสาระคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
	1 (ต้องปรับปรุง)	นำความรู้ หลักการ และวิธีการทางคณิตศาสตร์ ในการเชื่อมโยงยังไม่เหมาะสม
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการเชื่อมโยงกับสาระอื่นใด
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	4 (ดีมาก)	มีแนวคิด/วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ ถูกต้อง สมบูรณ์
	3 (ดี)	มีแนวคิด/วิธีการแปลกใหม่ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ ถูกต้อง แต่นำไปปฏิบัติแล้วไม่สมบูรณ์
	2 (พอใช้)	มีแนวคิด/วิธีการไม่แปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติได้ ถูกต้องสมบูรณ์
	1 (ต้องปรับปรุง)	มีแนวคิด/วิธีการไม่แปลกใหม่แต่นำไปปฏิบัติแล้ว ยังไม่สมบูรณ์
	0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีผลงาน

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric Score) รายละเอียดดังตารางที่ 6 ดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถ ในการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ศึกษาปัญหาและทำความเข้าใจปัญหาอย่างครบถ้วน ชัดเจน - มีการวางแผนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ - มีการดำเนินการตามแผนที่วางไว้ครบทุกขั้นตอน - สามารถประเมินและเสนอแนะแนวทางการแก้ไขปัญหาได้อย่างเหมาะสม 	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติ น้อยกว่า 2 ประเด็น
ความสามารถ ในการให้เหตุผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยใช้หลักการทางวิชาคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์และสมเหตุสมผล	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลที่น่าเชื่อถือ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์	มีการอ้างอิงแหล่งที่มาของข้อมูลและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยไม่ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
ความสามารถใน การสื่อสาร การสื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้ภาษาพูดหรือเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดทางวิชาคณิตศาสตร์ของตนให้ผู้อื่นเข้าใจได้ถูกต้องชัดเจน - สามารถสื่อความหมายได้ถูกต้อง กระชับ และชัดเจน - นำเสนอโดยใช้แผนภูมิ หรือตารางแสดงข้อมูล ประกอบตามลำดับขั้นตอนได้ ถูกต้อง 	ปฏิบัติครบ 3 ประเด็น	ปฏิบัติครบ 2 ประเด็น	ปฏิบัติ น้อยกว่า 2 ประเด็น

ตารางที่ 6 แสดงเกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์	ระดับคะแนน/ แนวทางการให้คะแนน			
	4 คะแนน	3 คะแนน	2 คะแนน	1 คะแนน
ความสามารถใน การเชื่อมโยง ความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยง คณิตศาสตร์กับ ศาสตร์อื่น ๆ	นำความคิดรวบยอด หลักการ และวิธีการทาง คณิตศาสตร์เชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์หรือสาระ อื่น เพื่ออธิบายข้อสรุปของ ปัญหาได้อย่างครบถ้วน ชัดเจนทุกขั้นตอน และ สามารถนำไปสู่ข้อสรุปที่ ถูกต้อง	เชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น เพื่ออธิบายข้อสรุป ของปัญหาได้ ครบถ้วน แต่ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง หรืออธิบาย ข้อสรุปของปัญหา ไม่ได้	เชื่อมโยงกับ สาระคณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น แต่อธิบายข้อสรุป ของปัญหา ไม่ครบถ้วน และ ข้อสรุปไม่ถูกต้อง	เชื่อมโยงกับ สาระ คณิตศาสตร์ หรือสาระอื่น แต่ไม่ได้หา ข้อสรุป
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่และ สามารถนำไปปฏิบัติได้ ถูกต้องสมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ แปลกใหม่และ สามารถนำไป ปฏิบัติได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่น และสามารถนำไป ปฏิบัติได้ถูกต้อง สมบูรณ์	มีแนวคิดหรือ วิธีการทาง คณิตศาสตร์ที่ ดัดแปลงมาจาก องค์ความรู้อื่น และไม่สามารถ นำไปปฏิบัติได้

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนจะต้องสอดแทรกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เข้าไปเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะในต่างต่าง ๆ ทั้งการคิดแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยประเมินผลที่ได้จากกิจกรรมที่นักเรียนทำ จากแบบฝึกหัด แบบทดสอบหรือข้อสอบ

ทั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบร่วมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การแก้ปัญหา	นักเรียนทำใบงาน ทำยหน่วยงานจัดการเรียนรู้ โดยอาศัย ความรู้ความเข้าใจ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 8 - 10 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำยหน่วยงานจัดการเรียนรู้ โดยอาศัย ความรู้ความเข้าใจ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 5 - 7 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำยหน่วยงานจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ ความเข้าใจ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 2 - 4 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำยหน่วยงานจัดการเรียนรู้ โดยอาศัย ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้น้อยกว่า 2 ข้อ
การให้เหตุผล	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมทำหน่วยได้ ตั้งแต่ 4 ข้อ ขึ้นไป โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรรคชิ้นงานได้อย่างชัดเจน	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมทำหน่วยได้ 3 ข้อ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรรคชิ้นงานได้อย่างชัดเจน	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมทำหน่วยได้ 2 ข้อ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรรคชิ้นงานได้	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมทำหน่วยได้น้อยกว่า 2 ข้อ โดยเหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงยังไม่ชัดเจน
การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	นำเสนอชิ้นงานที่สามารถสื่อสารสื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และตอบคำถามได้อย่างถูกต้องชัดเจน	นำเสนอชิ้นงานที่สามารถสื่อสารสื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ แต่ไม่น่าสนใจ	นำเสนอชิ้นงานที่สื่อสารสื่อความหมายถึงวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ไม่ถูกต้อง	การนำเสนอชิ้นงานไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้

ตารางที่ 7 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ต่อ)

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การเชื่อมโยง	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้มากกว่า 5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้ 4-5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้ 2-3 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการอธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ อาจมีการนำชิ้นงานของผู้อื่นมาดัดแปลงให้มีความแปลกใหม่	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น ไม่มีความสวยงาม และไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้	นักเรียนคัดลอกผลงานของผู้อื่นมา

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

จุไรรัตน์ ปิงผลพูล (2555) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองจากการลงมือปฏิบัติจริง เป็นการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจเพื่อตอบข้อสงสัยหรือปัญหา โดยมีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบมีขั้นตอน ภายใต้การดูแลของครู ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน โดยชี้แจงรายละเอียดตัวชี้วัด ให้ความรู้ในสาระคณิตศาสตร์เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น กระตุ้นความสนใจให้นักเรียนมีความรู้สึกรสนิยมและอยากที่จะทำโครงงาน 2) ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน

ประกอบด้วย การเลือกหัวข้อเรื่องหรือปัญหาที่จะศึกษา การวางแผนในการทำโครงการ การลงมือทำโครงการ การเขียนรายงาน การนำเสนอผลงาน 3) ขั้นสรุปบทเรียน เป็นการสรุปบทเรียน การอภิปรายแสดงความพึงพอใจร่วมกันระหว่างครูกับนักเรียน การอภิปรายในส่วนที่นักเรียนยังไม่เข้าใจ และ 4) ขั้นทดสอบและประเมินผล ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังจากเรียนจบเนื้อหาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการตรวจสอบความรู้ของนักเรียนที่เรียนมา ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนรู้ แบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีคุณภาพอยู่ในระดับสูงมากเรียงตามลำดับ ดังนี้ ด้านการสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และด้านการให้เหตุผล ส่วนด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา และการเชื่อมโยง มีคุณภาพอยู่ในระดับสูง 3) ความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมมีความสามารถอยู่ในระดับสูง เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า มีความสามารถอยู่ในระดับสูงมากเรียงตามลำดับ ดังนี้ ด้านการวางแผนในการทำโครงการ การลงมือทำโครงการ และการนำเสนอผลงาน ส่วนด้านการเขียนรายงานและการเลือกหัวข้อหรือหัวเรื่องที่จะศึกษา มีความสามารถอยู่ในระดับสูง 4) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ โดยภาพรวมนักเรียนพึงพอใจอยู่ในระดับมากทั้งสามด้าน ดังนี้ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการร่วมปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ตามลำดับ

ดวงกมล คงคาเพชร (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และสภาพแวดล้อมโดยเป็นความร่วมมือระหว่างครูและนักเรียนเป็นการเรียนรู้จากสถานการณ์จริง หรือสถานการณ์จำลอง เพื่อให้การเรียนการสอนดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อ

ความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

อังคณา สุวรรณพัฒน์ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัด นครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียน เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนเรียนที่ใช้ โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ตามลำดับ

ชญญา อุทิศ (2557) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “กำหนดการเชิงเส้น” ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร โดยกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริม ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง “กำหนดการเชิงเส้น” โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์ 60% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ 2) นักเรียนที่เรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ โปรแกรม GeoGebra มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ และการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และ 3) นักเรียนส่วนใหญ่ เห็นด้วยกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “กำหนดการเชิงเส้น” ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการ ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม GeoGebra นั้นเหมาะสม

สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน คือ วิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนเป็นกลุ่มย่อย คณะความสามารถ โดยใช้ประเด็นปัญหา เหตุการณ์กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ และหาแนวทางแก้ไขปัญหาโดยนำเสนอ/ทักษะกระบวนการ ของวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาบูรณาการ เพื่อนำไปสู่การสรุปองค์ความรู้หรือแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นคำตอบนั้นร่วมกัน ซึ่งมี 5 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 นำเสนอสถานการณ์ปัญหา หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนจัดสถานการณ์ต่าง ๆ กระตุ้นให้

นักเรียน เกิดความสนใจ และมองเห็นปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้นักเรียนทำความเข้าใจในปัญหา ซึ่งอาศัยความรู้ พื้นฐานทางด้านวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ขั้นตอนที่ 2 ทำความเข้าใจปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหา และอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาค้นหาวิธีการแก้ปัญหา หมายถึง ขั้นที่นักเรียนต้องศึกษาค้นคว้าในสาระวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยตนเอง วิเคราะห์องค์ประกอบของปัญหาที่กำหนดให้ รวมทั้งอธิบายความเชื่อมโยงข้อมูล หรือปัญหาที่เกี่ยวข้องทุกส่วน ขั้นตอนที่ 4 สังเคราะห์และรวบรวมข้อมูล หมายถึง ขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผล และสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มา ขั้นตอนที่ 5 สรุป นำเสนอ และประเมินผลงาน หมายถึง ขั้นที่นักเรียนสรุปผลงานของตนเอง และนำเสนอผลงานที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในรูปแบบที่หลากหลาย ผลการวิจัยพบว่า

- 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ แนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
- 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับสูง
- 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

3.1 ความหมายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

พันธุยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่า การคิดเชิงออกแบบ หมายถึง วิธีการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้าประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ซึ่งสอดคล้องกับ วาทีนี บรรจง (2556) กล่าวว่า แนวคิดเชิงออกแบบ คือ การคิดที่มุ่งเน้นเพื่อหาคำตอบจากหลากหลายทางเลือก เริ่มต้นจากการตั้งเป้าหมายหรือปัญหา จากนั้นรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง คิดและวิเคราะห์ทางเลือก แล้วทดลองและตัดสินใจเพื่อให้ได้มาซึ่งตัวเลือกที่ดีที่สุด แนวคิดเชิงออกแบบสามารถปรับใช้ได้กับการเรียนรู้มีในศาสตร์อื่น ๆ เนื่องจากเป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทั้งจินตนาการและการคิดเชิงวิเคราะห์ ส่วน พัทธนันท์ บุตรฉุย (2559) กล่าวว่า

การคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการคิดที่นำวิธีการคิดแบบนักออกแบบบวกกับกระบวนการและวิธีคิดต่าง ๆ ที่ให้ความสำคัญกับบุคคลมาใช้ในการแก้ไขปัญหา เพื่อหาวิธีการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่อย่างสร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ เพื่อจะตอบโจทย์ของกลุ่มเป้าหมาย นอกจากนี้ ปภิญญา ทองสมจิตร (2556) ได้กล่าวถึงลักษณะของการคิดเชิงออกแบบไว้ว่า ลักษณะของการคิดเชิงออกแบบควรประกอบด้วยองค์ประกอบดังนี้ ความเข้าใจผู้อื่น การคิดเชิงบูรณาการการมองโลกในแง่ดี ประสบการณ์นิยม และการร่วมมือการทำงาน ส่วนนักคิดเชิงออกแบบควรมีบทบาทที่หลากหลาย ทั้งนี้ บทบาทดังกล่าวควรมีคุณสมบัติที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ คุณสมบัติเพื่อการเรียนรู้ คุณสมบัติเพื่อการจัดการ และคุณสมบัติเพื่อการสร้าง

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียน เพื่อหาคำตอบจากวิธีการที่หลากหลาย มีการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง นำมาคิดวิเคราะห์ ทดลองและตัดสินใจเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีและเหมาะสมที่สุด ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำ ก่อให้เกิดความคิดที่หลากหลาย และนักเรียนได้ตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างชิ้นงาน โดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหา สถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทั้งจินตนาการและการคิดเชิงวิเคราะห์

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบว่า หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Kumar (2004) ได้พัฒนากระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่เน้นกิจกรรมทางสังคมเป็นฐานที่มีประสิทธิผลในการค้นพบความรู้ความเข้าใจใหม่ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้ประกอบไปด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. กำหนดทิศทางเป้าหมาย (Sense Intent)
2. การศึกษาวิเคราะห์ผู้ใช้ (Know People)
3. การศึกษาวิเคราะห์บริบทที่เกี่ยวข้อง (Know Context)
4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ (Frame Insights)
5. การค้นหาแนวคิด (Explore Concepts)
6. การสร้างแผนดำเนินการ (Make Plans)
7. การนำเสนอผลงาน (Realize Offering)

The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009) ได้เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Understand) นักเรียนเข้าไปมีประสบการณ์ด้วยตนเองในการเรียนรู้ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปัญหาการออกแบบที่มีความยากและท้าทาย โดยศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ การสนทนากับผู้รู้ การดูสื่อมัลติมีเดียและการศึกษาข้อมูลจากตำรา

ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต (Observe) นักเรียนสังเกตพฤติกรรมและปฏิกริยาของตัวบุคคลโดยการสนทนากับบุคคลอื่นและสะท้อนความคิดในสิ่งที่ได้เห็นและได้ยิน ซึ่งการทำความเข้าใจปัญหาในขั้นที่ 1 และการสังเกตในขั้นที่ 2 ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบจะช่วยพัฒนานักเรียนในเรื่องของความรู้สึกเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) การระดมความคิดเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับขั้นนี้ นักเรียนจะได้รับการกระตุ้นให้สร้างความคิดในปริมาณที่มากและหลากหลาย โดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดดังกล่าวดีหรือไม่ ทุกความคิดที่เสนอมานั้นจะถูกบันทึกไว้ ทั้งนี้การดำเนินงานในเรื่องของปัญหาการออกแบบจะเปิดกว้างสำหรับความคิดที่คาดไม่ถึงและสิ่งใหม่ที่เป็นไปได้

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) ต้นแบบสามารถเป็นภาพร่างหรือรูปแบบงานที่มีความละเอียดต่ำ 2 มิติ หรือ 3 มิติ ทำจากวัสดุที่หลากหลาย ซึ่งการสร้างสรรค์ต้นแบบนี้เป็นวิธีการถ่ายทอดความคิดได้อย่างรวดเร็ว โดยถือคติที่ว่า “ยิ่งสร้างต้นแบบได้มากเท่าไร ยิ่งได้เรียนรู้มากเท่านั้น” กล่าวคือ วัสดุที่หลากหลายใช้สำหรับการสร้างสรรค์ต้นแบบหรือชิ้นงานและทุกต้นแบบที่ออกแบบมานั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนรู้ความเฉพาะเจาะจงบางอย่าง โดยการทดสอบต้นแบบที่สร้างขึ้นรวมถึงการเรียนรู้ข้อผิดพลาดและดำเนินการปรับปรุง

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) การทดสอบเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการทำซ้ำที่ได้รับการสอนกับวัตถุประสงค์ของการทดสอบ คือการเรียนรู้สิ่งที่มีประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพแล้วดำเนินการทำซ้ำอีกครั้งเพื่อปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ

ปริญญญา ทองสมจิตร (2556) กล่าวว่า ขั้นตอนการนำแนวทางการคิดเชิงออกแบบมาพัฒนา นวัตกรรม มีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) การทำความเข้าใจ (Understand)
- 2) การวิเคราะห์ (Observe)
- 3) การสังเคราะห์ (Synthesis)
- 4) การพัฒนา (Ideate)
- 5) การสร้างต้นแบบ (Prototype)
- 6) การนำไปใช้ (Iterate)

พัทธานันท์ บุตรอุย (2559) ได้สรุปขั้นตอนการออกแบบประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ

- 1) ทำความเข้าใจจากการสัมภาษณ์ การสังเกตกลุ่มเป้าหมาย
- 2) นำข้อมูลมาเชื่อมโยงให้เห็นภาพรวม กำหนดโจทย์ปัญหา
- 3) การสร้างความคิดที่ใหม่และหลากหลาย ด้วยการระดมความคิดวิธีแก้ปัญหาออกมาให้

มากที่สุด

4) การสร้างแบบจำลองในรูปของ Storyboard แผนการดำเนินงาน แบบจำลองที่จับต้องได้

- 5) การประเมิน นำเสนอแบบจำลอง รับข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางานต่อไป

นุชจรี กิจวรรณ (2561) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1) การทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึก (Empathize) หมายถึง การทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ ขั้นตอนนี้มีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้เข้าใจในปัญหาได้ถ่องแท้และเกิดความเข้าใจอย่างชัดเจนก่อนที่จะลงมือสร้างสรรค์นวัตกรรม

2) ตีความปัญหา (Define) เป็นการตีความจากสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจกขั้นตอนการทำความเข้าใจในปัญหาของกลุ่มเป้าหมายเชิงลึกเพื่อระบุให้ได้ว่าปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นคืออะไร ขั้นตอนนี้จะต้องเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ ที่นำไปสู่ความรู้สึกนึกคิดในเชิงลึก (insight) ความต้องการ (needs) โดยใช้ภาพรวมและมุมมองของกลุ่มเป้าหมาย และเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ผู้ออกแบบต้องนำข้อมูลที่มีความหลากหลายมาจัดกลุ่มและหาความสัมพันธ์ในแต่ละกลุ่มก่อนที่จะสรุปปัญหาหรือความต้องการที่สำคัญเพื่อนำไปหาทางแก้ไขหรือสร้างนวัตกรรม

3) การระดมจินตนาการแบบไร้ขีดจำกัด (Ideate) เป้าหมายของขั้นตอนนี้ คือ ต้องการความคิดที่หลากหลายที่จะนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาความคิดของทีมออกแบบจะไม่ถูกจำกัดแนวทาง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคิดใหม่ ๆ ความคิดนอกกรอบและตอบโจทย์ได้แบบที่ไม่เคยมีใครปฏิบัติมาก่อน

4) สร้างต้นแบบ (Prototype) ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบนำกลุ่มมีความคิดจากสิ่งที่เขียนในกระดาษมาสร้างเป็นชิ้นงานที่จับต้องได้ เปรียบเสมือนกับการนำสิ่งที่เป็นนามธรรมมาพัฒนาเป็นรูปธรรม

5) การทดสอบต้นแบบ (Test) ขั้นตอนที่สุดท้ายของกระบวนการ คือ การนำต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อขอคำแนะนำ (Feedback) และนำสู่การปรับปรุงหรือแก้ไข

จากขั้นตอนกระบวนการคิดเชิงออกแบบผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักการศึกษา ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

(Kumar,2004)	The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009)	ปริญญา ทองสมจิตร (2556: 29)	พัทธนันท์ บุตรฉาย (2559)	นุชจรี กิจวรรณ (2561: 33)	ผลการวิเคราะห์ กระบวนการ จัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิด เชิงออกแบบ
ขั้นที่ 1. กำหนด ทิศทาง เป้าหมาย	ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา คือ นักเรียนเข้าไปมี ประสบการณ์ด้วย ตนเองในการเรียนรู้ ประเด็นที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหาการออกแบบ จากแหล่งเรียนรู้	ขั้นที่ 1. การทำความเข้าใจ เข้าใจ	1. ทำความเข้าใจ จากการสัมภาษณ์ การสังเกต กลุ่มเป้าหมาย	1. การทำความเข้าใจ ในปัญหาของกลุ่ม เป้าหมายเชิงลึก คือ การทำความเข้าใจต่อ กลุ่มเป้าหมายให้มาก ที่สุดเท่าที่เป็นไปได้	ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ ปัญหา
ขั้นที่ 2. การศึกษา วิเคราะห์ผู้ใช้	ขั้นที่ 2 ขั้นการสังเกต สังเกตพฤติกรรมและ ปฏิกิริยาของตัวบุคคล โดยการสนทนากับ บุคคลอื่นและสะท้อน ความคิดในสิ่งที่ได้เห็น และได้ยิน	ขั้นที่ 2. การวิเคราะห์	2. นำข้อมูลมา เชื่อมโยงให้เห็น ภาพรวม กำหนด โจทย์ปัญหา	2. ตีความปัญหา เป็น การตีความจากสิ่งที่ได้ เรียนรู้มาจากขั้นตอน การทำความเข้าใจใน ปัญหาเพื่อนำไป หาทางแก้ไขหรือสร้าง นวัตกรรม	ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา
ขั้นที่ 3. การศึกษา วิเคราะห์บริบท ที่เกี่ยวข้อง	ขั้นที่ 3 ขั้นสร้าง ความคิด การระดม ความคิดเพื่อการ ดำเนินงานในเรื่องของ ปัญหาการออกแบบ	ขั้นที่ 3. การสังเคราะห์	3. การสร้าง ความคิดที่ใหม่และ หลากหลาย ด้วย การระดมความคิด วิธีแก้ปัญหาออกมา ให้มากที่สุด	3. การระดม จินตนาการแบบไร้ ขีดจำกัด โดยต้อง ระดมความคิดที่หลากหลาย หลายที่จะนำมาใช้ในการ การแก้ไขปัญหา	ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด

ตารางที่ 8 สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

(Kumar ,2004)	The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009)	ปริญญญา ทองสมจิตร (2556: 29)	พัทธนันท์ บุตรฉุย (2559)	นุชจรี กิจวรรณ (2561: 33)	ผลการวิเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
ขั้นที่ 4. การสร้างกรอบข้อค้นพบ	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ สามารถเป็นภาพร่างหรือรูปแบบ	ขั้นที่ 4. การพัฒนา	4. การสร้างแบบจำลองในรูปแบบของ Storyboard	4. สร้างต้นแบบ คือผู้ออกแบบนำความคิดจากสิ่งที่	ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ
ขั้นที่ 5. การค้นหาแนวคิด	งานที่มีความละเอียดต่ำ 2 มิติหรือ 3 มิติ	ขั้นที่ 5. การสร้างต้นแบบ	แผนการดำเนินงานแบบจำลองที่จับต้องได้	เขียนในกระดาษมาสร้างเป็นชิ้นงานที่จับต้องได้	
ขั้นที่ 6. การสร้างแผนดำเนินการ	ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพและไม่มีประสิทธิภาพแล้วดำเนินการทำซ้ำ	ขั้นที่ 6. การนำไปใช้	5. การประเมินนำเสนอแบบจำลองรับข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนางานต่อไป	5. การทดสอบต้นแบบ การนำต้นแบบที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายเพื่อขอคำแนะนำและนำสู่การปรับปรุงหรือแก้ไข	ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล
ขั้นที่ 7. การนำเสนอผลงาน	อีกครั้งเพื่อปรับปรุงแก้ไข				

จากตารางที่ 8 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จากแนวคิดของ (Kumar, 2004), The Standford d.school Bootcamp Bootleg (HPI) (2009), ปริญญญา ทองสมจิตร (2556), พัทธนันท์ บุตรฉุย (2559) และนุชจรี กิจวรรณ (2561) สามารถสรุปเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ร่วมกับเนื้อหาและกิจกรรม เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ไว้ในขั้นที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์ออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนำประเด็นที่เลือกมาเขียนลงในใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ปัญหาให้มีความหลากหลาย รวมทั้งการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้นครูแจ้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันร่างต้นแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรเป็นหลัก เพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.3 ประโยชน์ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุขงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ประโยชน์จากการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้นักเรียนจะเกิดความสามารถในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. **ความสามารถในการสื่อสาร** คือ ความสามารถในการที่จะสื่อสารข้อมูลจากความคิดและจินตนาการของนักออกแบบไปสู่ผู้อื่นด้วยการสื่อสารทางภาษา อวัจนภาษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสื่อสารด้วยภาพ การสร้างแบบร่างภาพ การนำเสนอ การสื่อสารเหล่านี้เกิดขึ้นในระหว่างที่นักออกแบบร่วมกันทำงานหรือออกแบบด้วยกัน หรือการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับผู้บริโภคหรือผู้จ้าง และการสื่อสารระหว่างนักออกแบบกับโรงงาน ที่จะทำให้ผู้ผลิตเข้าใจในโครงสร้างของงานออกแบบ ซึ่งจะส่งผลให้ผลิตชิ้นงานที่ต้องการออกมาได้อย่างถูกต้อง

2. **ความสามารถในการคิดแก้ปัญหา** คือ ความสามารถในการคิดแก้ปัญหาของนักออกแบบ มีมิติความคิดที่หลากหลาย เช่น ความสวยงาม การใช้วัสดุในการผลิต ความคงทน ความสอดคล้องกับพฤติกรรมและการใช้งานของผู้บริโภค ข้อกำหนดภายใต้กระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรมการตลาด ประเด็นเหล่านี้จะถูกออกแบบนำมาประมวลความคิดและคัดกรองในหลายระดับขั้น จึงเกิดเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด

3. การร่วมมือในการทำงาน คือ การระดมความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลาย จะช่วยให้การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทำได้ดีขึ้นกว่าการทำงานคนเดียว เพราะในปัจจุบันความซับซ้อนของปัญหามีเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เกิดการเข้าใจความรู้สึกของผู้อื่นเป็นการเข้าถึงความรู้สึกและความต้องการที่หลากหลายของผู้อื่น เช่น ผู้บริโภค ผู้ร่วมงาน จากการทำงานร่วมกับผู้อื่นส่งผลไปยังการมองในแง่ดี เป็นมุมมองที่มีความจำเป็นในการเลือกทุกทางที่ดีในการแก้ปัญหาในการออกแบบ

4. ความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ จากแรงบันดาลใจในการทำงานร่วมกันหรือข้อค้นพบใหม่ ๆ และความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณเป็นการสรุปปัญหา ตัดสินใจในการแก้ปัญหา เพื่อนำไปสู่การคิดบูรณาการที่นักเรียนสามารถมองภาพรวมของการทำงาน ใช้ความคิดในการผสมผสานกระบวนการหรือเทคนิคที่หลากหลายในการแก้ไขปัญหา

5. การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ เกิดสร้างผลงานภายใต้หลักตรรกะด้วยการทดลอง ผลของการทดลองจะแสดงให้เห็นเป็นเหตุและผลในการทำงาน ทักษะและความคิดที่กล่าวนั้นจะเกิดให้เห็นเป็นรูปธรรมต้องมีปัจจัยสำคัญหลายด้าน

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ จะช่วยให้นักเรียนได้รับประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ 1) ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสาร ซึ่งจะเกิดขึ้นระหว่างนักออกแบบด้วยกัน ในการทำงานร่วมกัน 2) ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด 3) ช่วยให้นักเรียนมีความร่วมมือในการทำงาน เนื่องจากการระดมความคิดจากคนที่มีประสบการณ์หลากหลายจะช่วยให้การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ทำได้ดีขึ้นกว่าการทำงานคนเดียว 4) ช่วยให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อนำไปสู่การบูรณาการ และ 5) การรู้แจ้งที่เกิดจากการทดลองเชิงประจักษ์ เมื่อนักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จะได้เห็นถึงผลลัพธ์ที่ได้ และข้อบกพร่อง สามารถนำข้อบกพร่องที่พบเจอมาพัฒนาปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ภุชงค์ โรจน์แสงรัตน์ (2559) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต ผลการวิจัยพบว่า หลักการของรูปแบบการสอนโดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐานเพื่อสร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย มีทั้งหมด 3 หลักการ คือ การสร้างประสบการณ์เกี่ยวกับอัตลักษณ์ไทย การวิเคราะห์รูปทรงนัยยะไทย และการสังเคราะห์และออกแบบ ส่วนองค์ประกอบของรูปแบบการสอน มีทั้งหมด 7 รูปแบบ ได้แก่ โจทย์ในงานออกแบบ เนื้อหา ผู้สอน นักเรียน สื่อการสอน กิจกรรมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และการประเมินผล โดยผลการใช้รูปแบบการสอนพบว่า คะแนนผลงานออกแบบที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) ได้ทำวิจัยเรื่อง การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย มี 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ชั้นที่ 2 นิยามปัญหา ชั้นที่ 3 สร้างความคิด ชั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ และชั้นที่ 5 ทดสอบ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้นักเรียนสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหา การเลือกใช้ปัญหาการออกแบบหรือสถานการณ์ปัญหา และการออกแบบชิ้นงานที่ใช้ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนให้มีความหลากหลาย รวมถึงการกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกัน 2) นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาความสามารถรายด้านพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถด้านการค้นพบความจริง การค้นพบปัญหา และการค้นพบแนวคิด อยู่ในระดับมากสำหรับความสามารถด้านการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์ความรู้อยู่ในระดับปานกลาง

Noweski et al. (2012) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่ใช้การคิดเชิงออกแบบ งานวิจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบการสอนการคิดเชิงออกแบบระหว่างทฤษฎีของดิไว้อ์ และทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่ โดยนักเรียนเองกับกลุ่มนักเรียน โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบไปด้วย 6 ขั้นตอน ผลการวิจัยพบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับทฤษฎีสร้างความรู้ใหม่โดยนักเรียนเองมากกว่าทฤษฎีของดิไว้อ์ ในการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21

Seidel and Fixson (2013) ทำวิจัยเรื่อง รูปแบบการสอนการคิดเชิงออกแบบที่ใช้กับกลุ่มนักเรียนในสหสาขาวิชา โดยมีจุดประสงค์ คือ เพื่อช่วยให้นักเรียนต่างสาขาวิชาที่มีประสบการณ์ในการออกแบบน้อย สามารถสร้างผลงานออกแบบที่สร้างสรรค์ได้ จากการวิจัยค้นพบว่า รูปแบบการคิดเชิงออกแบบช่วยให้การสร้างแนวคิด (Concept) คัดสรรความคิดได้ (Convergent) แต่เมื่อใช้เป็นเวลานาน ๆ และซ้ำ ๆ กันจะไม่สร้างความคิดใหม่ ๆ เกิดขึ้น และผลจากการทำงานเป็นทีมงานช่วยสร้างการคิดที่มีประสิทธิภาพที่ดี แต่อย่างไรก็ดี การระดมความคิดขึ้นอยู่กับองค์ประกอบของคนในกลุ่ม และนักเรียนที่มีประสบการณ์การออกแบบน้อย จะประสบความสำเร็จได้เมื่อนักเรียนได้รับคำแนะนำที่ดีในการที่จะช่วยให้นักเรียนหาวิธีผสมผสานความคิดเข้าด้วยกัน

Lloyd (2013) ได้ศึกษาเรื่อง การเรียนการสอนด้วยวิธีการทางความคิดเชิงออกแบบผ่านทางไกล โดยตั้งสมมติฐานว่าการสอนรูปแบบดังกล่าวจะสามารถสร้างความคิดสร้างสรรค์ให้นักเรียนได้ สามารถส่งเสริมทักษะอื่น ๆ เช่น ทักษะด้านความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ ตามแนวคิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่จะพัฒนาจิตสำนึก ตระหนักรู้ เพื่อเป็นการปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ จากงานวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนการสอนดังกล่าว ช่วยให้นักเรียนมีทักษะ

ทางความคิดสร้างสรรค์ ที่นำไปพัฒนาจิตสำนึกและตระหนักรู้ในการมีส่วนร่วมก่อนโลกรอบตัวของนักเรียนเกิดวิธีการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยให้นักเรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น และพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับความพึงพอใจ

4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

การจัดการเรียนรู้ให้ประสบความสำเร็จนั้น ครูต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของนักเรียนเป็นสิ่งสำคัญ เพราะหากนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แล้ว ย่อมส่งผลถึงประสิทธิภาพในการเรียนและความสุขในการเรียนด้วย ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับความพึงพอใจนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ ดังนี้

ศรายุทธ พูลสุข (2560) ได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ว่าหมายถึง ความรู้สึกของนักเรียน ความพึงพอใจของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้อุปสรรคตามสภาพจริง เป็นความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ หรือความรู้สึกเชิงบวกและเชิงลบสามารถวัดได้จากแบบวัดความพึงพอใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ว่าหมายถึง ความรู้ที่ดี ความรู้สึกชอบ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ เช่น วิธีการจัดการเรียนรู้อุปสรรคในการจัดการเรียนรู้ เป็นต้น ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ ส่วน นูรมา อาลี (2559) ได้ให้ความหมายว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความรู้สึกในทางบวกที่มีต่อสิ่งเร้า หรือสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ จากการมีแรงจูงใจเพื่อตอบสนองต่อสิ่งนั้น ซึ่งเป็นความรู้สึกพอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบ ความสบายใจ และเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ หมายถึง ความพึงพอใจของนักเรียนที่เกิดจากการจัดการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ซึ่งจะเกิดขึ้นหลังนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ว่าหมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ ในด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ จากการเรียนรู้

4.2 การวัดความพึงพอใจ

นัสนรินทร์ ปือซา (2558) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจสามารถวัดได้หลายวิธี ดังนี้

1 การสังเกต เป็นการวัดความพึงพอใจ โดยผู้สอบถามจะสังเกตพฤติกรรมของ บุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะเป็นการแสดงออกทางการพูด การแสดงออกทางกิริยาท่าทาง วิธีนี้ผู้สอบถาม ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและการสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน

2. การสัมภาษณ์ เป็นการวัดความพึงพอใจซึ่งต้องอาศัยเทคนิคและวิธีการที่ดี ซึ่งจะส่งผลให้ผู้สอบถามได้รับข้อมูลที่เป็นจริงได้

3 การใช้แบบสอบถาม เป็นการวัดความพึงพอใจ โดยผู้สอบถามจะต้องออกแบบ สอบถาม เพื่อต้องการทราบความคิดเห็นจากบุคคล เป้าหมาย ซึ่งสามารถทำได้โดยรูปแบบ ได้แก่ ลักษณะที่กำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระ โดยคำถามดังกล่าวอาจเป็นคำถามพึงพอใจ ในด้านต่าง ๆ เช่น การควบคุมงานบริการและเงื่อนไขต่าง ๆ เป็นต้น

ศราวุธ พูลสุข (2560) การวัดความพึงพอใจ เป็นการบอกถึงความชอบของบุคคล ที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งสามารถวัดได้หลายวิธี เช่น การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามความคิดเห็น การใช้แบบสำรวจความรู้สึก โดยการวัดความพึงพอใจนั้น ผู้สอนสามารถเลือกวิธีการวัดได้ในรูปแบบ ใดก็ได้ ตามความสะดวกและความสามารถของผู้สอน

ภณิดา ชัยปัญญา (2541) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจนั้น สามารถทำได้หลายวิธี ดังต่อไปนี้

1. การใช้แบบสอบถาม โดยผู้ออกแบบสอบถามต้องการทราบความคิดเห็น ซึ่งสามารถ กระทำได้ในลักษณะกำหนดคำตอบให้เลือกหรือตอบคำถามอิสระคำถามดังกล่าว อาจถามความพอใจ ในด้านต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ตอบทุกคนมาเป็นแบบแผนเดียวกัน มักใช้ในกรณีที่ต้องการข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง มาก ๆ วิธีนี้นับเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุดในการวัดทัศนคติรูปแบบของแบบสอบถาม จะใช้มาตรวัด ทัศนคติซึ่งที่นิยมใช้ในปัจจุบันวิธีหนึ่ง คือ มาตรส่วนแบบใด ประกอบด้วย ข้อความที่แสดงถึง ทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งเร้าอย่างใดอย่างหนึ่ง ที่มีคำตอบที่แสดงถึงระดับความรู้สึก 5 คำตอบ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ผู้วิจัยจะต้องออกไปสอบถาม โดยการพูดคุย โดยมีการเตรียม แผนงานล่วงหน้า เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นจริงมากที่สุด

3. การสังเกต เป็นวิธีวัดความพึงพอใจ โดยการสังเกตพฤติกรรมของบุคคลเป้าหมายไม่ว่าจะแสดงออกจากการพูดจา กิริยาท่าทาง วิธีนี้ต้องอาศัยการกระทำอย่างจริงจังและสังเกตอย่างมีระเบียบแบบแผน วิธีนี้เป็นวิธีการศึกษาที่เก่าแก่และยังเป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายจนถึงปัจจุบัน

สำหรับการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยวัดความพึงพอใจ โดยใช้เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจ วัดความรู้สึกรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ จำนวน 5 ข้อ



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการศึกษาวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest - Posttest Design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาสมาถอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย เนื้อหาสาระที่ใช้ในการวิจัย ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย แบบแผนการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล

ระเบียบวิธีวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดรายการในการนำเสนอประกอบด้วย ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตัวแปร เนื้อหา ระยะเวลาที่ศึกษา ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 100 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาสมาถอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9

1.1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 ของโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาสมาถอดอนเจดีย์ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 27 คน ที่ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มห้องเรียน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) เนื่องจากทุกห้องเรียนมีการจัดนักเรียนแบบคละความสามารถทำให้สภาพพื้นฐานทางการเรียนของนักเรียนแต่ละห้องเรียนไม่แตกต่างกัน

1.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในงานวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น (Independent Variable) ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบ

2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

2.2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

2.3 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบ

1.3 เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ค23101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 - 3 พีระมิด
 กรวย และทรงกลม ประกอบด้วยมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด ดังนี้

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
 และนำไปใช้

ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการ
 แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการ
 แก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

1.4 ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563
 โดยทำการทดสอบก่อนทดลอง 1 ชั่วโมง ดำเนินกิจกรรมตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan)
 จำนวน 27 ชั่วโมง และทำการทดสอบหลังทดลอง 1 ชั่วโมง รวมใช้ระยะเวลาทั้งหมด 29 ชั่วโมง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ดำเนินการ
 ตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน
 (One-Group Pretest - Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 9 แบบแผนการวิจัย

การทดสอบก่อนการทดลอง	ทดลองใช้นวัตกรรม	การทดสอบหลังการทดลอง
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T₁ คือ การทดสอบก่อนการทดลอง

X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

T₂ คือ การทดสอบหลังการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

1. หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 3 หน่วย ประกอบด้วย

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1 พีระมิด จำนวน 9 ชั่วโมง

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2 กรวย จำนวน 9 ชั่วโมง

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ทรงกลม จำนวน 9 ชั่วโมง

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน
1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีการสลับข้อและสลับตัวเลือก
ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนน คือ คำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน
ตอบผิดได้ 0 คะแนน รวมจำนวนทั้งหมด 30 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ในด้านความรู้
ด้านความเข้าใจ ด้านการนำไปใช้ และด้านการวิเคราะห์

3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินคุณภาพใน 5 ด้าน
ได้แก่ 1) ความสามารถในการแก้ปัญหา 2) ความสามารถด้านการให้เหตุผล 3) ความสามารถในการ
สื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ 4) ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้
ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 5) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
จำนวน 5 ข้อ โดยแบบประเมินนี้ใช้ประเมินรายกลุ่ม ซึ่งลักษณะเป็นแบบมาตรฐานประมาณค่า (Rating
Scale) 4 ระดับ และกำหนดเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) ใช้ประเมินขณะ
ปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ครั้งมี
คะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นค่าเฉลี่ย

4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยมีประเด็น ดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา พุทธศักราช 2551 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ซึ่งศึกษาในส่วนของคำอธิบายรายวิชา ผลการเรียนรู้ และเนื้อหาสาระ

1.2 วิเคราะห์ กำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

1.3 การศึกษา วิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยแบ่งออกเป็น 3 หน่วย ดังตารางที่ 10



ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
1	พีระมิด	ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่องพื้นที่ ผิวของพีระมิด กรวยและทรง กลม ในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่อง ปริมาตรของ พีระมิด กรวย และทรงกลมใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> • การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด • การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของพีระมิด ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อ ออก แบบชิ้นงาน • การหาปริมาตรของพีระมิด • การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด ไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อ ออกแบบชิ้นงาน 	ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ชั่วโมงที่ 1 ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกมทายพื้นที่ผิวและปริมาตรจากรูปคลี่ของพีระมิดขนาดต่าง ๆ	9
				ชั่วโมงที่ 2	ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดประกอบการเรียนการสอน	
				ชั่วโมงที่ 3	ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนศึกษาปัญหาการออกแบบและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan)	
				ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา	ชั่วโมงที่ 4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาจากชั่วโมงที่ 3 ที่ครูกำหนดให้และนำผลการวิเคราะห์มาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนำประเด็นที่เลือกมาเขียนลงในใบกิจกรรม	

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
				ชั้นที่ 3 ชั้นสร้าง ความคิด	ชั่วโมงที่ 5 นักเรียนร่วมกันระดม แนวคิดและแลกเปลี่ยน เรียนรู้เกี่ยวกับแนวทาง การสร้างชิ้นงานหรือ กระบวนการแก้ไขปัญหา ให้มีความหลากหลาย จัดลำดับความสำคัญ และเลือกแนวคิดการ ออกแบบชิ้นงานที่ดีที่สุด ลงในใบกิจกรรม	
					ชั่วโมงที่ 6 นักเรียนร่วมกันร่างต้นแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม	
				ชั้นที่ 4 ชั้นสร้าง ต้นแบบ	ชั่วโมงที่ 7-8 นักเรียนร่วมกันลงมือ สร้างชิ้นงานตามแนวคิด ที่ออกแบบไว้ โดยจะต้อง สอดคล้องสถานการณ์ ที่ครูกำหนดให้	
				ชั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอ ชิ้นงานและ ประเมินผล	ชั่วโมงที่ 9 นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้น เรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง ชิ้นงาน กระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์	

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
2	กรวย	ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่องพื้นที่ ผิวของพีระมิด กรวยและทรง กลมในการแก้ ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ ความรู้เรื่อง ปริมาตรของ พีระมิด กรวย และทรงกลมใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> ● การหาพื้นที่ผิว ของกรวย ● การนำความรู้ เกี่ยวกับพื้นที่ผิว ของกรวย ไปใช้ ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ที่ ครูกำหนดให้เพื่อ ออกแบบชิ้นงาน ● การหาปริมาตร ของกรวย ● การนำความรู้ เกี่ยวกับปริมาตร ของกรวยไปใช้ในการ แก้ปัญหาจาก สถานการณ์ที่ครู กำหนดให้เพื่อ ออกแบบชิ้นงาน 	ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	ชั่วโมงที่ 1 ครูชี้แจงวัตถุประสงค์ การเรียนรู้ และนำเข้าสู่ บทเรียนโดยใช้เกม ทายพื้นที่ผิวและปริมาตร จากรูปคลี่ของกรวย ขนาดต่าง ๆ	9
				ชั่วโมงที่ 2 ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ ใบความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรของกรวย ประกอบการเรียนการสอน	ชั่วโมงที่ 3 ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนศึกษา ปัญหาการออกแบบและ อภิปราย หลังจากนั้นทำใบ งานท้ายหน่วยการจัดการ เรียนรู้ (Unit Plan)	
				ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา	ชั่วโมงที่ 4 นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์ สถานการณ์ปัญหาจาก ชั่วโมงที่ 3 ที่ครูกำหนดให้ และนำผลการวิเคราะห์มา ร่วมกันอภิปรายและแสดง ความคิดเห็น โดยนำ ประเด็นที่เลือกมาเขียน ลงในใบกิจกรรม	

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
				ชั้นที่ 3 ชั้นสร้าง ความคิด	ชั่วโมงที่ 5 นักเรียนร่วมกันระดม แนวคิดและแลกเปลี่ยน เรียนรู้เกี่ยวกับแนวทาง การสร้างชิ้นงานหรือ กระบวนการแก้ไขปัญหา ให้มีความหลากหลาย จัดลำดับความสำคัญ และ เลือกแนวคิดการออกแบบ ชิ้นงานที่ดีที่สุดลงในใบ กิจกรรม	
					ชั่วโมงที่ 6 นักเรียนร่วมกันร่างต้นแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม	
				ชั้นที่ 4 ชั้นสร้าง ต้นแบบ	ชั่วโมงที่ 7-8 นักเรียนร่วมกันลงมือสร้าง ชิ้นงานตามแนวคิดที่ ออกแบบไว้ โดยจะต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ ที่ครูกำหนดให้	
				ชั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอ ชิ้นงานและ ประเมินผล	ชั่วโมงที่ 9 นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้น เรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง ชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่กำหนด	

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
3	ทรงกลม	ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลมในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	<ul style="list-style-type: none"> ● การหาพื้นที่ผิวของทรงกลม ● การนำความรู้เกี่ยวกับพื้นที่ผิวของทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน ● การหาปริมาตรของทรงกลม ● การนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรของทรงกลมไปใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้เพื่อออกแบบชิ้นงาน 	ชั้นที่ 1	ชั่วโมงที่ 1	9
				ชั้นทำความเข้าใจปัญหา	ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ และนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกมทายพื้นที่ผิวและปริมาตรจากรูปคลี่ของทรงกลม	
					ชั่วโมงที่ 2	
				ชั่วโมงที่ 3	ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนศึกษาปัญหาการออกแบบและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้	
				ชั้นที่ 2	ชั่วโมงที่ 4	
				ชั้นนิยามปัญหา	นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาจากชั่วโมงที่ 3 ที่ครูกำหนดให้ และนำผลการวิเคราะห์มาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น นำมาเขียนลงในใบกิจกรรม	

ตารางที่ 10 ตารางวิเคราะห์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยที่	เรื่อง	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ		เวลา (ชั่วโมง)
				ชั้นที่ 3 ชั้นสร้าง ความคิด	ชั่วโมงที่ 5 นักเรียนร่วมกันระดม แนวคิดและแลกเปลี่ยน เรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการ สร้างชิ้นงานหรือ กระบวนการแก้ไขปัญหา ให้มีความหลากหลาย จัดลำดับความสำคัญ และ เลือกแนวคิดการออกแบบ ชิ้นงานที่ดีที่สุดลงในใบ กิจกรรม	
					ชั่วโมงที่ 6 นักเรียนร่วมกันร่างต้นแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม	
				ชั้นที่ 4 ชั้นสร้าง ต้นแบบ	ชั่วโมงที่ 7-8 นักเรียนร่วมกันลงมือสร้าง ชิ้นงานตามแนวคิดที่ ออกแบบไว้ โดยจะต้อง สอดคล้องกับสถานการณ์ ที่ครูกำหนดให้	
				ชั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอ ชิ้นงานและ ประเมินผล	ชั่วโมงที่ 9 นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้น เรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุง ชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีและมี ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ที่กำหนด	

1.4 สร้างหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นทำความเข้าใจปัญหา 2) ขั้นนิยามปัญหา 3) ขั้นสร้างความคิด 4) ขั้นสร้างต้นแบบ และ 5) ขั้นนำเสนอและประเมินผล

1.5 เสนอหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้อง 3 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 1 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item Objective: IOC) ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์ การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ระหว่าง 0.67 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์

-1 หมายถึง แน่ใจว่าหน่วยการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC)

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

IOC หมายถึง ดัชนีความสอดคล้องเหมาะสมของหน่วยการจัดการเรียนรู้

$\sum R$ หมายถึง ผลรวมของคะแนนของผู้เชี่ยวชาญของความคิดเห็นทั้งหมด

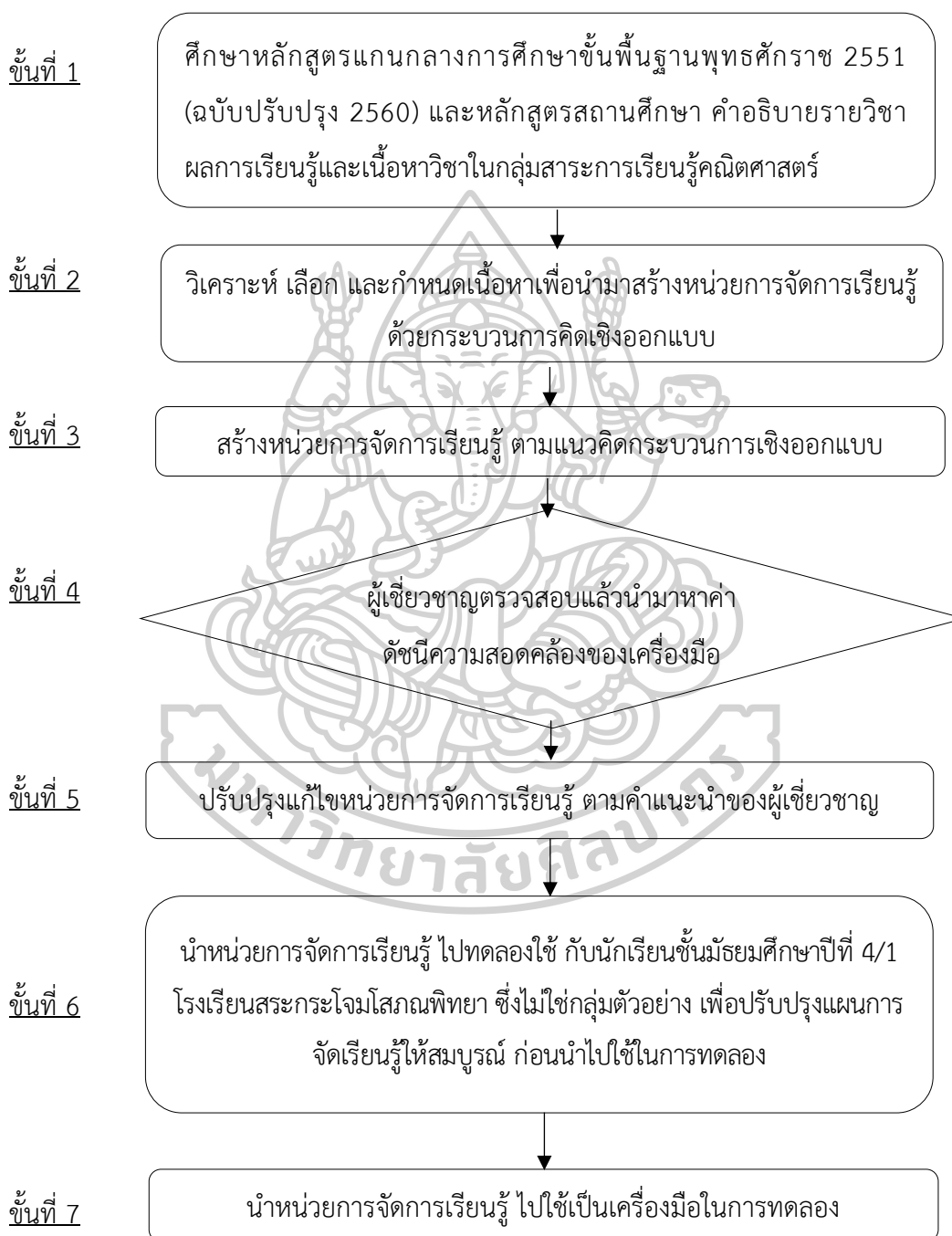
N หมายถึง จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

1.6 ปรับปรุงแก้ไขหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสาระสำคัญให้สอดคล้องเหมาะสมกับผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้

1.7 นำหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 1 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เรื่อง พีระมิด ไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จำนวน 20 คน ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหาเพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง โดยดำเนินการในระหว่าง วันที่ 20 – 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

1.8 นำหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นเครื่องมือในการทดลอง

สรุปการสร้างและพัฒนาหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังแผนภูมิที่ 2



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการสร้างหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยมีการสลับข้อและสลับตัวเลือก ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิดเลือกคำตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาเกี่ยวกับ ผลการเรียนรู้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และศึกษาทฤษฎีหลักการเขียนและสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา สาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน 5 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่จะนำไปสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ และกำหนดตารางวิเคราะห์ข้อสอบดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

สาระการเรียนรู้ / เนื้อหา	ตัวชี้วัด	ระดับการเรียนรู้			รวม
		ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	
พีระมิด กรวย ทรงกลม	ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาใน ชีวิตจริง	6	5	4	15
	ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิต จริง	6	6	3	15
รวม		12	11	7	30

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีแนวคิดสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ให้อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ 1 คน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 1 คน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาและนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือแล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ระหว่าง 0.67 – 1.00 (ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยมีการปรับปรุงแก้ไขผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม

2.5 นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 จำนวน 20 คน โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ โดยดำเนินการในวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

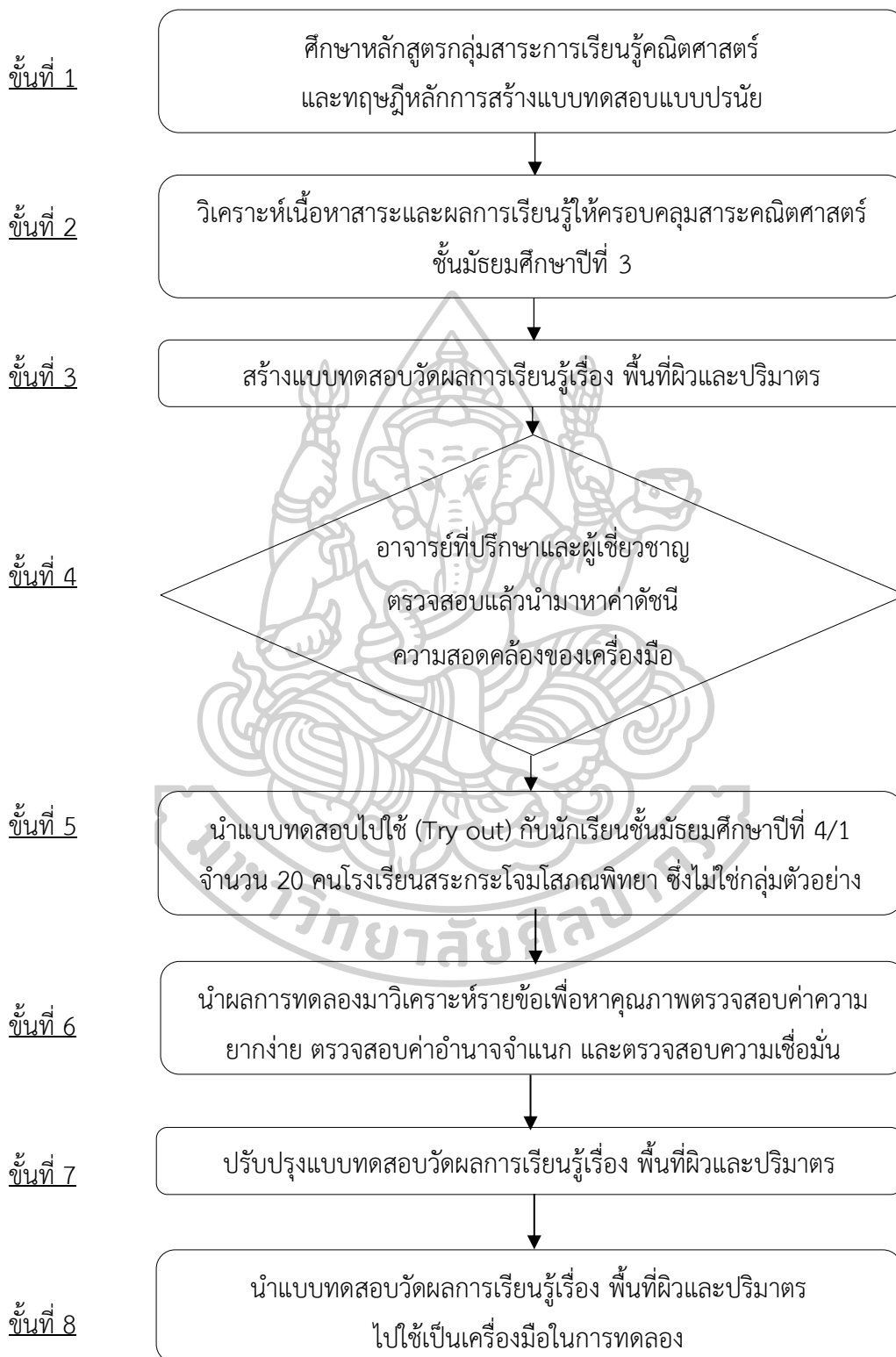
2.6 นำผลการทดลองมาวิเคราะห์รายข้อเพื่อตรวจสอบค่าความยากง่ายของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายตั้งแต่ 0.20 - 0.80 ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายตั้งแต่ 0.30-0.80 (ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ค) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.50 (ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ค) เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ

2.7 ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) คือ การตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่ โดยผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีการของคูเดอร์ – ริชาร์ด สัน จากสูตร KR - 20 โดยใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น 0.74 (ตั้งรายละเอียดในภาคผนวก ค)

2.8 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

2.9 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับกลุ่มตัวอย่าง

สรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังแผนภูมิที่ 3



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

3. การสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ฉบับ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษารูปแบบการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ

3.2 สร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยมีลักษณะเป็นแบบสังเกตคุณภาพในการปฏิบัติงาน 5 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะกระบวนการการแก้ปัญหา 2) ทักษะกระบวนการการใช้เหตุผล 3) ทักษะกระบวนการการสื่อสาร การสื่อความหมายและการนำเสนอ 4) ทักษะกระบวนการการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ 5) ความคิดสร้างสรรค์ แต่ละด้านประเมินเป็นแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) 4 ระดับ ซึ่งคะแนนที่ได้ประเมินจากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน ดังนี้

4 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

3 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

2 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

1 หมายถึง ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับควรปรับปรุง

ในการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric Score) โดยปรับปรุงเกณฑ์การประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์จาก กรมวิชาการ (2551) และ สุนารี ศรีบุญ (2561) โดยมีรายละเอียดดัง ตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การแก้ปัญหา	นักเรียนทำใบงาน ทำหน่วยการจัดการ เรียนรู้ โดยอาศัยความ รู้ความเข้าใจและเลือก ใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 8 -10 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำหน่วยการจัดการ เรียนรู้ โดยอาศัยความ รู้ความเข้าใจและเลือก ใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 5 -7 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำหน่วยการจัดการ เรียนรู้ โดยอาศัยความ รู้ความเข้าใจและเลือก ใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 2 -4 ข้อ	นักเรียนทำใบงาน ทำหน่วยการจัดการ เรียนรู้ โดยอาศัยความ รู้ความเข้าใจและเลือก ใช้วิธีการที่เหมาะสม ในการแก้ปัญหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้น้อยกว่า 2 ข้อ

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
(ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การให้เหตุผล	ระบุประเด็นปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบ กิจกรรมทำหน่วยได้ ตั้งแต่ 4 ข้อขึ้นไป โดย มีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การ สร้างสรรค์ชิ้นงานได้	ระบุประเด็นปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบ กิจกรรมทำหน่วยได้ 3 ข้อ โดยมีการให้ เหตุผลอ้างอิง และ นำไปสู่การสร้างสรรค์ ชิ้นงานได้	ระบุประเด็นปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบ กิจกรรมทำหน่วยได้ 2 ข้อ โดยมีการให้ เหตุผลอ้างอิง และ นำไปสู่การสร้างสรรค์ ชิ้นงานได้	ระบุประเด็นปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบ กิจกรรมทำหน่วยได้ น้อยกว่า 2 ข้อ โดย เหตุผลที่ใช้ในการ อ้างอิงยังไม่ชัดเจน
การสื่อสาร การ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	นำเสนอชิ้นงาน ที่ สามารถสื่อสาร สื่อ ความหมาย ถึงวิธีการ แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ ผิวและปริมาตรที่ น่าสนใจ เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้ และ ตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน	นำเสนอชิ้นงาน ที่สามารถสื่อสาร สื่อความหมายถึง วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้ แต่ไม่น่าสนใจ	นำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความ หมาย ถึงวิธีการ แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ ผิวและปริมาตร ได้ไม่ ถูกต้อง	การนำเสนอชิ้นงาน ไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้
การเชื่อมโยง	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับ สถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้มากกว่า 5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้ 4-5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้ 2-3 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (ต่อ)

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ สอดคล้อง กับสถานการณ์ปัญหา ที่ครูกำหนดให้	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขึ้น มีความสวยงาม สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้ อาจมี การนำชิ้นงานของ ผู้อื่นมาดัดแปลงให้มี ความแปลกใหม่	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขึ้น ไม่มีความสวยงาม และไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้	นักเรียนเลียนแบบ ผลงานของผู้อื่น ชิ้นงานไม่มีความ แปลกใหม่

ตารางที่ 13 เกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง

3.3 เสนอแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้อง โดยปรับปรุงแก้ไขข้อความให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่ต้องการประเมิน

3.4 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์ 1 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 1 คน และด้านการวัดและประเมินผล 1 คน ตรวจสอบพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม ความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการใช้ภาษา แล้วหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของเครื่องมือ โดยเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ระหว่าง 0.67 - 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

3.5 ปรับปรุงแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงรายละเอียดของเกณฑ์ในการให้คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการวัดผลและประเมินผล

3.6 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบข้อคำถาม ภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในระหว่างวันที่ 20 - 24 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

3.7 นำแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ไปใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

4. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบในการจัดการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาารูปแบบและศึกษาวิธีการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

4.2 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีประเด็นศึกษาเทคนิคและวิธีสร้างแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ดังนี้ 1) ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการเรียนรู้ จำนวน 5 ข้อ เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า (Rating Scale) มี 5 ระดับ และคำถามปลายเปิดตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Five Rating Scale) โดยกำหนดความหมายและเกณฑ์ที่ใช้แปลความหมายค่าเฉลี่ยมีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

คะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบเนื้อหาความเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

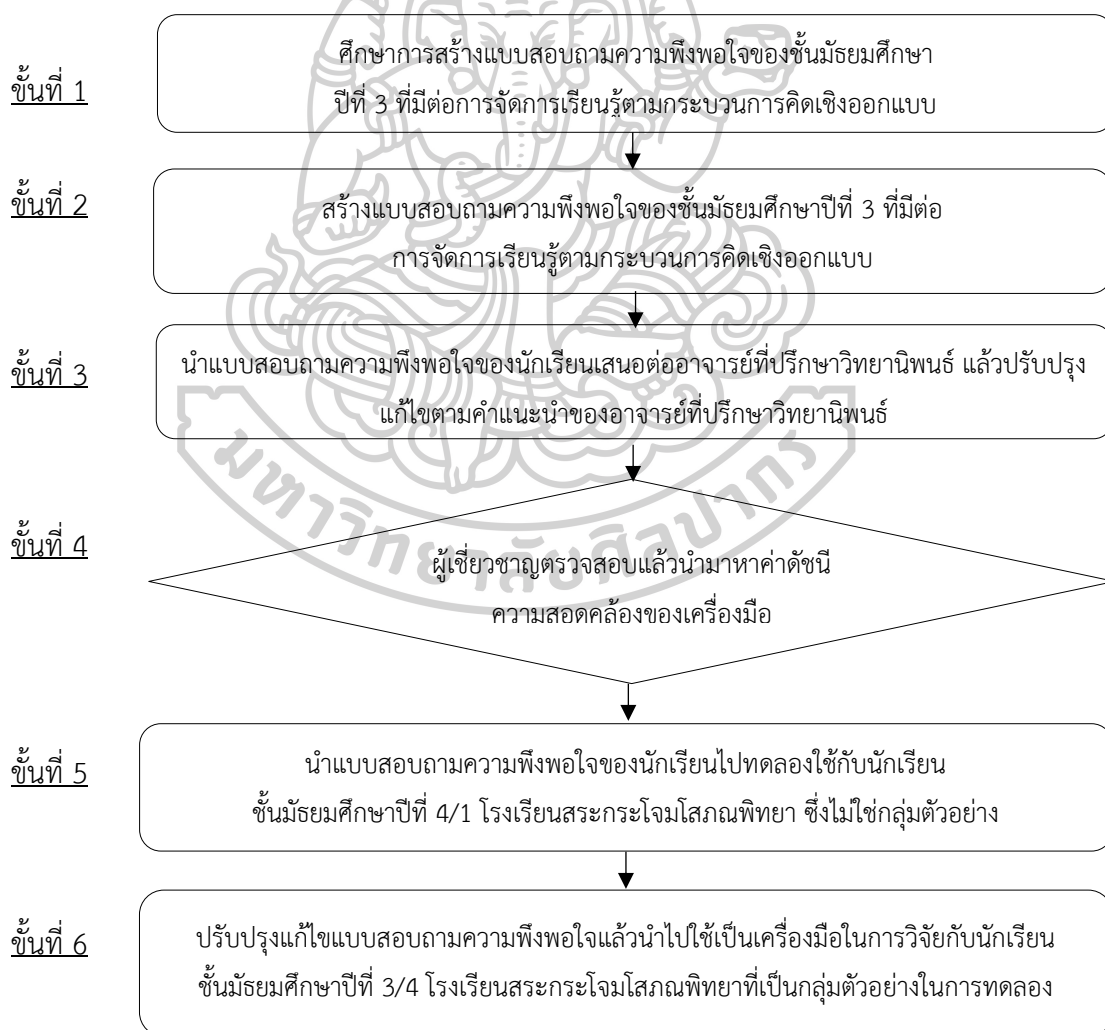
4.4 นำแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่ปรับปรุงแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ได้แก่ ด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ 1 คน ด้านการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 1 คน และด้านการวัดและประเมินผล 1 คน ตรวจสอบพิจารณาด้านความครอบคลุมของพฤติกรรม แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยแบบสอบถามต้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 3 คน คือ 1.00 (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ค)

4.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความพึงพอใจ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงแก้ไขข้อความให้มีความชัดเจนและสามารถประเมินได้ตรงตามพฤติกรรมของผู้เรียน

4.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจสอบข้อความภาษาที่ใช้สื่อความหมายให้เข้าใจมากขึ้น โดยดำเนินการในวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2563

4.7 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา จำนวน 27 คน ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการทดลอง

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังแผนภูมิที่ 5



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นก่อนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

1.2 ผู้วิจัยทบทวนเกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ก่อนเรียน (Pre - test)

2. ขั้นทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียน

2.2 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 9 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวม 27 ชั่วโมง

2.3 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ตามหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ของครูผู้สอน

2.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองสอน คือ วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2.5 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ แล้วแบ่งกลุ่มนักเรียน ออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน ศึกษาปัญหาการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่ครูกำหนดให้ โดยสมาชิกในกลุ่มร่วมกันศึกษาและอภิปราย หลังจากนั้นทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) ที่ครูจัดเตรียมไว้ให้

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ไว้ในขั้นที่ 1 และนำผลการวิเคราะห์ออกมาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น โดยนำประเด็นที่เลือกมาเขียนลงในใบกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้ ซึ่งประเด็นที่เลือกต้องนำไปสู่การสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ไขปัญหาให้มีความหลากหลาย รวมทั้งการประยุกต์ใช้องค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ในการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ลงในใบกิจกรรม หลังจากนั้นครูแจ้งเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนได้ทราบ เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวางแผนเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างชิ้นงานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันร่างต้นแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ และร่วมกันลงมือสร้างชิ้นงานที่อาศัยองค์ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรเพื่อแก้ไขสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน โดยมีครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันประเมินผล เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนได้ชิ้นงานที่ดีที่สุดและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

ภายหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประเมิน ทั้ง 5 ด้านในขณะปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) หน่วยละ 1 ครั้ง แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน 5 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนโดยการให้นักเรียนตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ทางสถิติและวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูล

6.1 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ย (Mean)

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. สถิติที่ใช้หาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 ตรวจสอบความเที่ยงตรง (Validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของหน่วยการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.2 ตรวจสอบหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis)

2.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson)

6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้และหลังจัดการเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ หลังจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลการประเมินคุณภาพทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเชิงออกแบบ

สรุปวิธีการดำเนินงานวิจัย

การศึกษาการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดำเนินการวิจัย ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	กลุ่มตัวอย่าง	เครื่องมือการวิจัย	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อเปรียบเทียบผล การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิง ออกแบบ	- จัดการเรียนรู้ตาม หน่วยการจัดการ เรียนรู้ - ประเมินผลการ เรียนรู้ก่อนและหลัง เรียน	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 3/4 โรงเรียน สระกระโจม โสภณพิทยา	แบบทดสอบวัดผล การเรียนรู้วิชา คณิตศาสตร์	วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่ (t-test) แบบ dependent
2. เพื่อศึกษาทักษะและ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 หลังการจัดการ เรียนรู้ด้วยกระบวนการ คิดเชิงออกแบบ	- ประเมินโดยผู้สอน สังเกตการตอบ คำถาม การนำเสนอ ระหว่างจัดกิจกรรม การเรียนรู้ และ ตรวจใบกิจกรรม ใบงาน และชิ้นงาน	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษา ปีที่ 3/4 โรงเรียน สระกระโจม โสภณพิทยา	แบบประเมิน ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบ กับเกณฑ์
3. เพื่อศึกษาความพึง พอใจของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มี ต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ	- นำแบบสอบถาม ความพึงพอใจของ นักเรียน เกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการคิด เชิงออกแบบไปทด ลองใช้กับนักเรียน หลังเรียน	นักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปี ที่ 3/4 โรงเรียน สระกระโจม โสภณพิทยา	แบบสอบถาม ความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัด กิจกรรมการ เรียนรู้	วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบ กับเกณฑ์

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยาสภา เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 27 คน โดยนำเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 3 หน่วย หน่วยละ 9 ชั่วโมง แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 30 ข้อ แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประเมินโดยครูผู้สอน แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้วิจัยได้ทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้ จากนั้นดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พร้อมทั้งสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม ประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยประเมินทั้ง 5 ด้านในขณะปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ในแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ หน่วยละ 1 ครั้ง แต่แต่ละครั้งมีคะแนนเต็ม 20 คะแนน รวมประเมินทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งคะแนนนั้นได้จากการสังเกต การนำเสนอ การตรวจใบกิจกรรมและชิ้นงาน แล้วนำคะแนนมาคิดเป็นคะแนนเฉลี่ย จากนั้นทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ และสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ เพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 1 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่ ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนน	\bar{X}	S.D.	t	p
ก่อนจัดการเรียนรู้	27	30	8.88	1.76	17.11*	.00
หลังจัดการเรียนรู้	27	30	20.07	2.89		

* P < .05

จากตารางที่ 15 พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยมีคะแนนก่อนเรียน ($\bar{X} = 8.88$, S.D. = 1.76) และคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 20.07$, S.D. = 2.89)

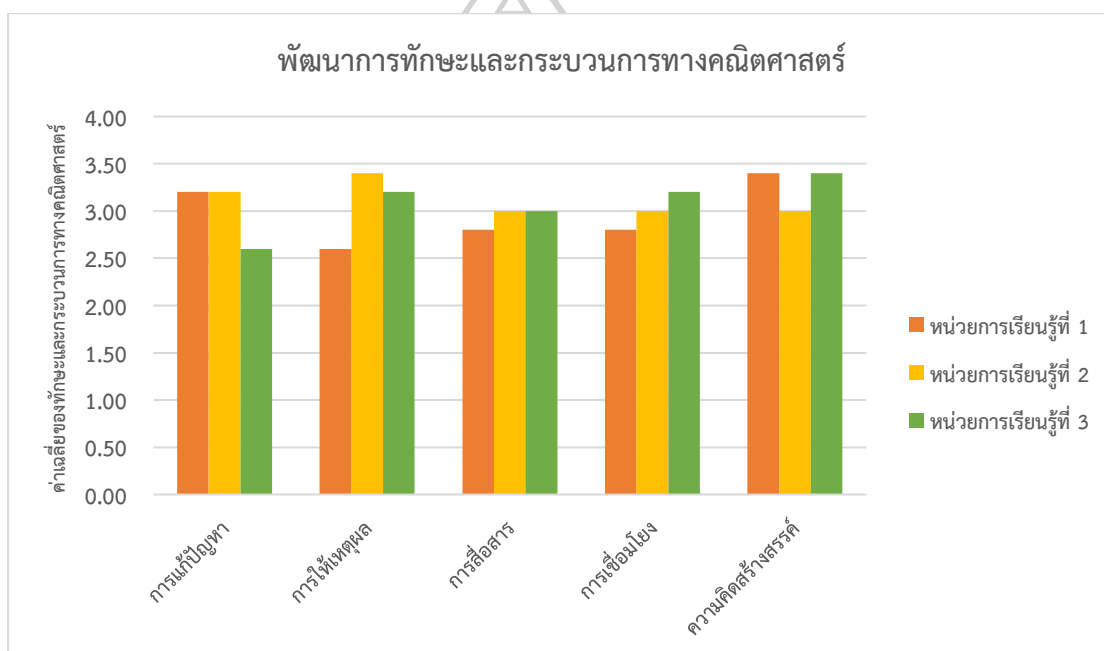
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 2 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดัง ตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการ
จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

หน่วยที่	กลุ่มที่	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์					รวม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	S.D.	แปล ความหมาย
		การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
1	1	3	3	3	4	3	16	3.20	0.45	ดี
	2	4	3	3	3	3	16	3.20	0.45	ดี
	3	3	2	2	2	4	13	2.60	0.89	ดี
	4	3	2	3	2	3	13	2.60	0.55	ดี
	5	3	3	3	3	4	16	3.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 1		3.20	2.60	2.80	2.80	3.40	14.80	2.96	0.33	ดี
S.D. หน่วยที่ 1		0.45	0.55	0.45	0.84	0.55	1.64	0.33		
2	1	4	4	3	3	3	17	3.40	0.55	ดี
	2	4	3	4	4	4	19	3.80	0.45	ดีมาก
	3	3	3	3	2	3	14	2.80	0.45	ดี
	4	2	3	2	3	2	12	2.40	0.55	พอใช้
	5	3	4	3	3	3	16	3.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 2		3.20	3.40	3.00	3.00	3.00	15.60	3.12	0.18	ดี
S.D. หน่วยที่ 2		0.84	0.55	0.71	0.71	0.71	2.70	0.54		
3	1	3	4	3	3	3	16	3.20	0.45	ดี
	2	3	3	4	4	4	18	3.60	0.55	ดีมาก
	3	2	2	3	3	4	14	2.80	0.84	ดี
	4	2	3	2	3	3	13	2.60	0.55	ดี
	5	3	4	3	3	3	16	3.20	0.45	ดี
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 3		2.60	3.20	3.00	3.20	3.40	15.40	3.08	0.30	ดี
S.D. หน่วยที่ 3		0.55	0.84	0.71	0.45	0.55	1.95	0.39		
ค่าเฉลี่ย (หน่วยที่ 1-3)		3.00	3.07	2.93	3.00	3.27	15.27	3.05	0.13	ดี
S.D. (หน่วยที่ 1-3)		0.65	0.70	0.59	0.65	0.59	2.02	0.40		
แปลความหมาย		ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี			
ลำดับที่		3	2	4	3	1				

จากตารางที่ 16 พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 3.05$, S.D. = 0.13) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มากที่สุด ได้แก่ ด้านความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ($\bar{X} = 3.27$, S.D. = 0.59) รองลงมา คือ ด้านการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ($\bar{X} = 3.07$, S.D. = 0.70) ด้านการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และด้านการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ ($\bar{X} = 3.00$, S.D. = 0.65) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ด้านการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ($\bar{X} = 3.05$, S.D. = 0.13) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2



แผนภูมิที่ 6 ค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตอบคำถามการวิจัยข้อที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับใด ปรากฏรายละเอียดดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ	ลำดับ ที่
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้				
1. นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้	3.96	0.64	มาก	2
2. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน	3.78	0.68	มาก	4
3. ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุขกับการเรียน	3.93	0.77	มาก	3
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	3.78	0.68	มาก	4
5. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	4.04	0.69	มาก	1
เฉลี่ยรวมด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	3.90	0.70	มาก	1
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้				
6. นักเรียนได้วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ	3.74	0.70	มาก	3
7. นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา	3.59	0.83	มาก	5
8. นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	3.67	0.72	มาก	4
9. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เรียนได้	3.85	0.76	มาก	2
10. การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน	4.00	0.72	มาก	1
เฉลี่ยรวมด้านกิจกรรมการเรียนรู้	3.77	0.76	มาก	3
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้				
11. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	3.81	0.98	มาก	2
12. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน	3.56	0.96	มาก	5
13. การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น	3.70	0.71	มาก	4
14. นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	3.78	0.83	มาก	3
15. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.07	0.98	มาก	1
เฉลี่ยรวมด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	3.79	0.91	มาก	2
เฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน	3.81	0.98	มาก	2

จากตารางที่ 17 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.81$, S.D. = 0.98) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.90$, S.D. = 0.70) รองลงมา ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.79$, S.D. = 0.91) และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ($\bar{X} = 3.77$, S.D. = 0.76) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.98) รองลงมาได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ($\bar{X} = 4.04$, S.D. = 0.69) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน ($\bar{X} = 4.00$, S.D. = 0.72) และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน ($\bar{X} = 3.56$, S.D. = 0.96)

ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้

หน่วยการจัดการเรียนรู้	ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
1 พีระมิต	

ตารางที่ 18 ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนแต่ละหน่วยการจัดการเรียนรู้ (ต่อ)

หน่วยการจัดการเรียนรู้	ผลงาน/ชิ้นงานของนักเรียนที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ
<p>2 กรวย</p>	
<p>3 ทรงกลม</p>	

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi - Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (One-Group Pretest - Posttest Design) โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และ 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/4 โรงเรียนสระกระโจมโสภณพิทยา อ.ดอนเจดีย์ จ.สุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) หน่วยการจัดการเรียนรู้ (Unit Plan) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ๆ ละ 1 คะแนน รวมคะแนนเต็ม 30 คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.30 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.50 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.74 (KR – 20) 3) แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.67 – 1.00 4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67 – 1.00 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย เรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สรุปได้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ข้อที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รองลงมา คือ ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และข้อที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ รองลงมา ได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ รองลงมา ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน

อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถนำมาอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ ก่อนนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้เกม และสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ประกอบ ทำให้นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ส่งผลให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ แล้วนำผลการวิเคราะห์ออกมารวมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น ทำให้นักเรียนสามารถสื่อสาร สื่อความหมายให้กับเพื่อนในห้องได้เข้าใจเกี่ยวกับเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด นักเรียนร่วมกันระดมแนวคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวทางการสร้างชิ้นงานหรือกระบวนการแก้ไขปัญหาให้มีความหลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อนำไปสู่การสร้างชิ้นงานได้ ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ นักเรียนร่างต้นแบบ และสร้างชิ้นงานที่มีขนาดตามที่ได้คำนวณ โดยใช้องค์ความรู้เกี่ยวกับการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล นักเรียนสรุปผลงานกลุ่มของตนเอง และนำเสนอชิ้นงาน โดยมีการให้เหตุผลที่นำมาสู่การสร้างชิ้นงานนี้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ พันธุ์ทร น้อยพินิจ (2560) ได้กล่าวไว้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเชิงออกแบบ เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ จุไรรัตน์ ปิงผลพูล (2555) ได้ทำวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนรูปแบบโครงการอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 สอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงกมล คงคาเพชร (2556) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพรหมานุสรณ์จังหวัดเพชรบุรี ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียน

พรหมานุกรณ์ จังหวัดเพชรบุรี โดยการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุนารี ศรีบุญ (2561) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ แนวคิด STEM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากข้อมูลงานวิจัยสนับสนุนดังกล่าวการจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเชิงออกแบบเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา สามารถวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลการเรียนรู้ทางวิชาคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น

2. ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วย พบว่านักเรียนมีพัฒนาการทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในแต่ละสัปดาห์อยู่ในระดับดี

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ได้แก่ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก ในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีการสอดแทรกทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยเริ่มตั้งแต่ การทำความเข้าใจปัญหา เพื่อสร้างความเข้าใจให้กับนักเรียน มีการสร้างข้อตกลงในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เพื่อให้ได้คะแนน มีการให้นักเรียนร่างต้นแบบชิ้นงานก่อนจะสร้างชิ้นงานจริง ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิด ออกแบบชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ พันธุ์ยศ น้อยพินิจ (2560) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยแนวคิดเชิงออกแบบเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความมั่นใจในความคิดสร้างสรรค์ (Creative Confidence) ของนักเรียน ผ่านกิจกรรมที่ให้นักเรียนทำความเข้าใจผู้อื่นอย่างลึกซึ้ง ร่วมกันสร้างความคิดที่หลากหลาย และตัดสินใจลงมือปฏิบัติเพื่อทดลองสร้างต้นแบบ โดยการศึกษาค้นคว้า ประยุกต์ใช้ทักษะและความคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง

นอกจากนี้พบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในแต่ละชั้นในการจัดกิจกรรมในห้องเรียนจะส่งเสริมให้นักเรียนแสดงออกผ่านการเขียนมากกว่าการพูดสื่อความหมาย เป็นการเน้นให้นักเรียนทำกิจกรรมผ่านใบงาน ใบความรู้ จึงทำให้นักเรียนขาดทักษะในการสื่อสาร ในการพูดและการนำเสนอ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อังคณา สุวรรณพัฒน์ (2556) ได้ทำวิจัยเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่อง ภาคตัดกรวย

ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัญญา อุทิศ (2557) ได้ทำวิจัย เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง “กำหนดการเชิงเส้น” ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม GeoGebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาพัฒนาการทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์รายหน่วย พบว่า ด้านที่ 1 การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยลดลง ทั้งนี้อันเนื่องมาจากแบบทดสอบในใบงาน ทำยหน่วยการเรียนรู้มีความยากง่ายที่แตกต่างกัน ด้านที่ 2 การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 แต่ลดลงในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทั้งนี้อันเนื่องมาจากนักเรียนอาจยังระบุงประเด็นปัญหาที่ไม่ชัดเจน หรือไม่ตรงตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงทำให้ค่าเฉลี่ยลดลง ด้านที่ 3 การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อันเนื่องมาจากนักเรียนมีประสบการณ์ในการทำกิจกรรมในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ไปสู่หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ทำให้นักเรียนได้แนวทางในการสื่อสารกันภายในกลุ่ม ส่งผลให้สามารถช่วยกันสรุปแนวคิดที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ได้ และสามารถนำเสนอผลงานได้ดีขึ้นตามลำดับ ด้านที่ 4 การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้นตามลำดับ ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงให้เข้ากับสถานการณ์ได้ถูกต้อง และมีความชัดเจนมากขึ้น จึงส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยที่สูงขึ้น และด้านที่ 5 ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยที่สูง แต่ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าหน่วยการเรียนรู้อื่นๆ ทั้งนี้อันเนื่องมาจาก ชิ้นงานในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มีลักษณะค่อนข้างคล้ายกัน ไม่ได้มีความแตกต่างกันมาก จึงส่งผลให้มีค่าเฉลี่ยของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 น้อยกว่าหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 และหน่วยการเรียนรู้ที่ 3

3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาเป็นรายด้าน พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากทุกด้าน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ บรรยากาศในการเรียนรู้ รองลงมา ได้แก่ ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้ และด้านที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากผลการสอบถามความพึงพอใจข้างต้น เนื่องจากด้านการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้มีการวางแผนการจัดการเรียนรู้และขั้นตอนการสอนที่ชัดเจน กิจกรรมการเรียนรู้แปลกใหม่ น่าสนใจ สามารถนักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันกับเพื่อน ได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ทำให้เกิดความสามัคคีและความสนุกสนาน นักเรียนจึงมีความพึงพอใจต่อด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ สูงกว่าด้านอื่น ๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ก่อเกียรติ ขวัญสกุล (2561) ได้ทำวิจัยเรื่อง การพัฒนานวัตกรรมสื่อประชาสัมพันธ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้เพื่อบริการวิชาการแก่ชุมชน ในรายวิชา 1 หลักสูตร 1 ชุมชน โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผลการวิจัยพบว่า ผลตอบรับของ นิสิตที่มีต่อการบูรณาการการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อบริการวิชาการแก่ชุมชน ในการพัฒนาสื่อประชาสัมพันธ์ มีผลตอบรับในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบของการวิจัยและการศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะนำเสนอ ข้อเสนอแนะใน 2 ส่วน คือ ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ และข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัย ครั้งต่อไป ดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้เนื่องมาจากขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบในแต่ละชั้น ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ จากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัว ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรมากยิ่งขึ้น ดังนั้น ครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในเรื่องอื่น ๆ

2. จากผลการวิจัย พบว่า ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีพัฒนาการที่ดีขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากรูปแบบของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กระตุ้นให้ผู้เรียน ได้ใช้ทักษะการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ครูกำหนดให้ มีการเชื่อมโยงปัญหา และสื่อสาร สื่อความหมาย ออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรม ดังนั้น ครูจึงควรนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง ออกแบบ ไปใช้สอนวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ เช่น อัตราส่วนตรีโกณมิติ การสร้างทางเรขาคณิต ทฤษฎีบทพีทาโกรัส เป็นต้น เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3. จากผลการวิจัย พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ ประเด็นการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา นักเรียนพึงพอใจในระดับมาก แต่ต่ำกว่าความพึงพอใจในประเด็นอื่น ๆ ดังนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมที่หลากหลาย มีการยกตัวอย่างสถานการณ์ หรือสร้างสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา และช่วยกันวิเคราะห์ ก่อนที่จะได้นำไปใช้ในสถานการณ์จริง

4. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรอธิบายขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทั้ง 5 ขั้นตอน อย่างละเอียดและชัดเจน ควรมีการฝึกทักษะการทำงานเป็นกลุ่มให้นักเรียนรู้จักหน้าที่การเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี และฝึกการปรับตัวให้เข้ากับเพื่อนในกลุ่ม การวางแผนเรื่องกำหนดระยะเวลาในการจัดกิจกรรมให้ดีหากเกิดเหตุขัดข้องซึ่งอาจทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ การทำงานไม่ทันตามกำหนดเวลา ดังนั้นจึงควรมีการเผื่อเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ด้วย การเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูและนักเรียนต้องมีการวางแผนจัดเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้การทำกิจกรรมเป็นไปอย่างราบรื่น

ข้อเสนอแนะเพื่อการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กับวิธีจัดการเรียนรู้แบบอื่น ๆ เช่น การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education การเรียนรู้แบบค้นพบ เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนการสอนโดยเน้นทักษะการสื่อสาร สื่อความหมาย และการนำเสนอ โดยครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ร่วมกับกลุ่มสาระอื่น ๆ เช่น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาภาษาไทย

3. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยเน้นรูปแบบการทำงานเป็นกลุ่ม ที่มีความแตกต่างกันออกไป เพื่อให้ได้วิธีการในการทำงานที่มีประสิทธิภาพ



รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูษิต ภูขำนิ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลและประเมินผล
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้
ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
3. อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาววัฒนกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาคณิตศาสตร์



ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือและคะแนนผลการทดสอบ

1. หน่วยการจัดการเรียนรู้
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 - ค่าความยากง่าย (p)
 - ค่าอำนาจจำแนก (r)
 - ค่าความเชื่อมั่น (Reliability)
3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
4. แบบสอบถามความพึงพอใจ
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง
 ออกแบบ

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
1	องค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้						
	1.1 การเรียงลำดับองค์ประกอบของหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	1.2 องค์ประกอบภายในหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความสัมพันธ์ สอดคล้องกัน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	1.3 มีความชัดเจน สามารถแสดงสิ่งที่มุ่งหวังให้เกิดกับตัวผู้เรียน	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
2	มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด						
	2.1 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดในหน่วยการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	2.2 มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	จุดประสงค์การเรียนรู้						
	3.1 จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนถูกต้องครอบคลุมเนื้อหาสาระ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	3.2 ระบุความสามารถและพฤติกรรมให้นักเรียนได้พัฒนา สอดคล้องและสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
4	สาระสำคัญ						
	4.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัดและจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	4.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
5	สาระการเรียนรู้						
	5.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	5.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสื่อ/แหล่งเรียนรู้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
6	สมรรถนะสำคัญ						
	6.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระสำคัญและมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	6.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสื่อ/แหล่งเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาหน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง
ออกแบบ (ต่อ)

ข้อ	ประเด็น	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
7	ชิ้นงาน/ภาระงาน						
	7.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	7.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	7.3 สอดคล้องและเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้การสอน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
8	การวัดและประเมินผล						
	8.1 สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
	8.2 สอดคล้องและเหมาะสมกับสาระการเรียนรู้และกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
9	กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ						
	9.1 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 1 ชั้นทำความเข้าใจปัญหาที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9.2 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 2 ชั้นนิยามปัญหา มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9.3 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 3 ชั้นสร้างความคิด มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9.4 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 4 ชั้นสร้างต้นแบบ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9.5 กิจกรรมการเรียนรู้ขั้นที่ 5 ชั้นนำเสนอชิ้นงานและประเมินผล มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9.6 เวลาที่ใช้ในการดำเนินการแต่ละขั้นมีความเหมาะสม	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
10	สื่อ/แหล่งการเรียนรู้						
	10.1 สื่อและแหล่งการเรียนรู้มีความสอดคล้องเหมาะสม	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์

มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	ข้อ	ระดับพฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
			1	2	3			
ค 2.1 ม. 3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของ พีระมิด กรวย และ ทรงกลม ในการ แก้ปัญหาคณิต ศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริง	1	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	2	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	3	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	4	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	5	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	6	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	7	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	8	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	9	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	10	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	11	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	12	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	13	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	14	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	15	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	16	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	17	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	18	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	19	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	20	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	21	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	22	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	23	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	24	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	25	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	26	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	27	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	28	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	29	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	30	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด	ข้อ	ระดับพฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
			1	2	3			
ค 2.1 ม. 3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของ พีระมิด กรวย และ ทรงกลม ในการแก้ ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	31	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	32	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	33	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	34	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	35	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	36	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	37	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	38	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	39	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	40	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	41	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	42	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	43	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	44	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	45	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	46	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	47	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	48	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	49	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	50	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	51	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	52	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	53	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	54	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	55	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	56	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	57	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	58	การนำไปใช้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	59	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
	60	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 21 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.55	0.30	ใช้ได้
2	0.70	0.20	ใช้ได้
3	0.65	- 0.30	ปรับปรุง
4	0.60	0.20	ใช้ได้
5	0.70	0.20	ใช้ได้
6	0.70	0.00	ปรับปรุง
7	0.55	0.30	ใช้ได้
8	0.70	- 0.20	ปรับปรุง
9	0.80	0.40	ใช้ได้
10	0.65	- 0.10	ปรับปรุง
11	0.80	0.20	ใช้ได้
12	0.75	0.10	ปรับปรุง
13	0.65	0.10	ปรับปรุง
14	0.65	0.30	ใช้ได้
15	0.65	0.10	ปรับปรุง
16	0.65	- 0.10	ปรับปรุง
17	0.80	0.20	ใช้ได้
18	0.85	0.30	ปรับปรุง
19	0.75	0.10	ปรับปรุง
20	0.80	0.20	ใช้ได้
21	0.65	0.30	ใช้ได้
22	0.90	0.00	ใช้ไม่ได้
23	0.70	- 0.40	ปรับปรุง
24	0.70	0.40	ใช้ได้
25	0.70	0.20	ใช้ได้
26	0.85	0.10	ใช้ไม่ได้
27	0.70	0.40	ใช้ได้
28	0.85	0.10	ใช้ไม่ได้
29	0.85	0.30	ปรับปรุง
30	0.75	0.30	ใช้ได้

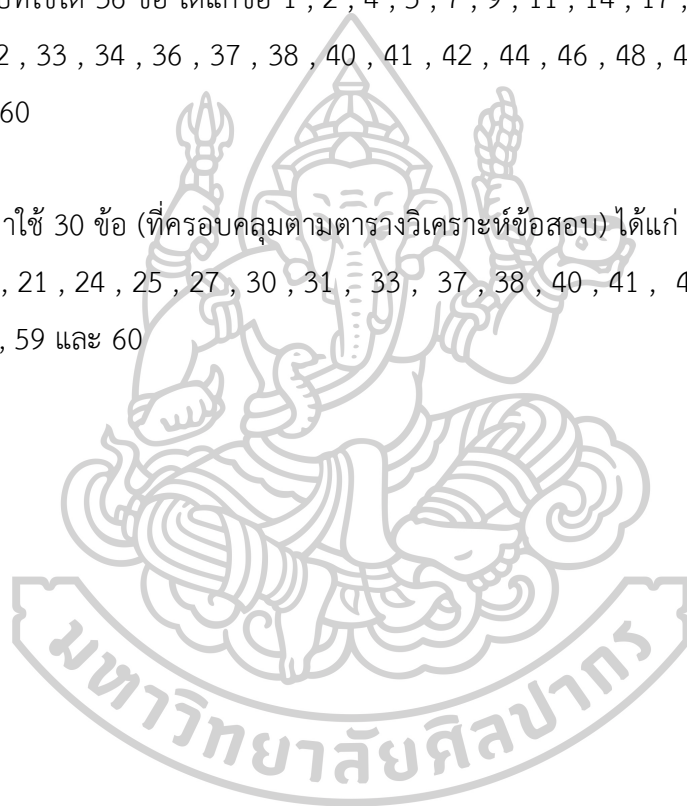
ตารางที่ 21 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ (ต่อ)

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
31	0.70	0.20	ใช้ได้
32	0.50	0.20	ใช้ได้
33	0.80	0.20	ใช้ได้
34	0.80	0.20	ใช้ได้
35	0.55	- 0.10	ปรับปรุง
36	0.80	0.20	ใช้ได้
37	0.70	0.20	ใช้ได้
38	0.75	0.30	ใช้ได้
39	0.45	- 0.10	ปรับปรุง
40	0.60	0.20	ใช้ได้
41	0.75	0.30	ใช้ได้
42	0.40	0.20	ใช้ได้
43	0.50	0.00	ปรับปรุง
44	0.70	0.20	ใช้ได้
45	0.65	0.10	ปรับปรุง
46	0.80	0.20	ใช้ได้
47	0.75	0.10	ปรับปรุง
48	0.70	0.40	ใช้ได้
49	0.55	0.30	ใช้ได้
50	0.75	0.30	ใช้ได้
51	0.50	0.20	ใช้ได้
52	0.70	0.00	ปรับปรุง
53	0.70	0.40	ใช้ได้
54	0.30	0.20	ใช้ได้
55	0.35	0.10	ปรับปรุง
56	0.55	0.10	ปรับปรุง
57	0.55	0.50	ใช้ได้
58	0.65	0.10	ปรับปรุง
59	0.65	0.50	ใช้ได้
60	0.55	0.30	ใช้ได้

จำนวนข้อสอบ	60
จำนวนกระดาษคำตอบ	20
คะแนนเฉลี่ย	40.3
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	6.91
ความเชื่อมั่น KR – 20	.74

จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ 36 ข้อ ได้แก่ข้อ 1 , 2 , 4 , 5 , 7 , 9 , 11 , 14 , 17 , 20 , 21 , 24 , 25 , 27 , 30 , 31 , 32 , 33 , 34 , 36 , 37 , 38 , 40 , 41 , 42 , 44 , 46 , 48 , 49 , 50 , 51 , 53 , 54 , 57 , 59 และ 60

ข้อสอบที่นำมาใช้ 30 ข้อ (ที่ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ) ได้แก่ 1 , 2 , 4 , 7 , 9 , 11 , 14 , 17 , 20 , 21 , 24 , 25 , 27 , 30 , 31 , 33 , 37 , 38 , 40 , 41 , 44 , 46 , 48 , 49 , 51 , 53 , 54 , 57 , 59 และ 60



ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
ความสามารถในการแก้ปัญหา							
4	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 8 - 10 ข้อ	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
3	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 5 - 7 ข้อ	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
2	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ 2 - 4 ข้อ	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
1	นักเรียนทำใบงานท้ายหน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ได้น้อยกว่า 2 ข้อ	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
ความสามารถในการให้เหตุผล							
4	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ตั้งแต่ 4 ข้อ ขึ้นไป โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรุขชิ้นงานได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 3 ขึ้นไป โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรุขชิ้นงานได้อย่างชัดเจน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรุขชิ้นงานได้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงานลงในใบกิจกรรมท้ายหน่วยได้น้อยกว่า 2 ข้อ โดยเหตุผลที่ใช้ในการอ้างอิงยังไม่ชัดเจน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
(ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ							
4	นำเสนอชิ้นงาน ที่สามารถสื่อสาร สื่อความหมาย ถึงวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรที่ น่าสนใจ เข้าใจง่าย สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และตอบคำถามได้อย่าง ถูกต้องชัดเจน	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
3	นำเสนอชิ้นงาน ที่สามารถสื่อสาร สื่อความหมาย ถึงวิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ และตอบคำถามได้อย่างถูกต้องชัดเจน	0	+1	+1	2.00	0.67	สอดคล้อง
2	นำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความหมาย ถึงวิธีการ แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ไม่ถูกต้อง	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ชิ้นงานไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ							
4	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้มากกว่า 5 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้ 4-5 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้ 2-3 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และเชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงในใบกิจกรรม ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
(ต่อ)

ระดับ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์							
4	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลกใหม่ สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ ครูกำหนดให้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ อาจมีการนำชิ้นงานของผู้อื่นมาดัดแปลงให้มี ความแปลกใหม่	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม แต่ ไม่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
1	นักเรียนคัดลอกผลงานของผู้อื่นมา	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง



ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบสอบถามความพึงพอใจ

ข้อ	พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\sum R$	IOC	แปลผล
		1	2	3			
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้							
1	นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
2	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
3	ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุขกับการเรียน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
4	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
5	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้							
6	นักเรียนได้วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
7	นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
8	นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
9	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เรียนได้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
10	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้							
11	นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
12	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหามีลำดับตามขั้นตอน	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
13	การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
14	นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง
15	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	+1	+1	+1	3.00	1.00	สอดคล้อง



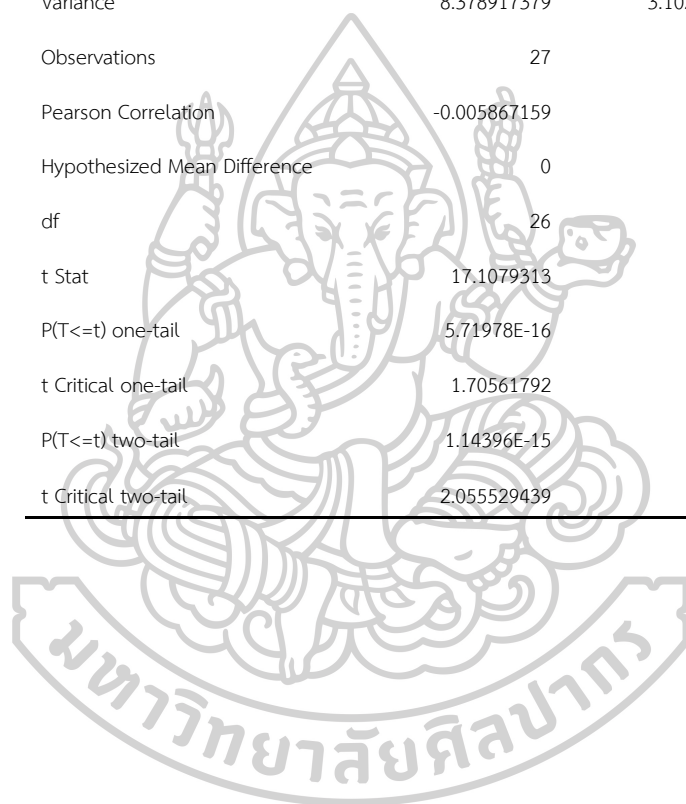
ตารางที่ 24 คะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

เลขที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนหลังเรียน	ผลต่าง
1	9	25	16
2	7	24	17
3	9	17	8
4	9	22	13
5	9	20	11
6	9	20	11
7	6	21	15
8	12	25	13
9	10	22	12
10	8	21	13
11	11	23	12
12	10	21	11
13	7	21	14
14	11	21	10
15	9	20	11
16	10	21	11
17	9	20	11
18	11	15	4
19	6	18	12
20	6	18	12
21	10	16	6
22	10	18	8
23	10	16	6
24	7	16	9
25	8	17	9
26	11	19	8
27	6	25	19

ตารางที่ 25 ค่าสถิติการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

t-Test: Paired Two Sample for Means

	Variable 1	Variable 2
Mean	20.07407407	8.888888889
Variance	8.378917379	3.102564103
Observations	27	27
Pearson Correlation	-0.005867159	
Hypothesized Mean Difference	0	
df	26	
t Stat	17.1079313	
P(T<=t) one-tail	5.71978E-16	
t Critical one-tail	1.70561792	
P(T<=t) two-tail	1.14396E-15	
t Critical two-tail	2.055529439	



ตารางที่ 26 คะแนนทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จากแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รายหน่วยการจัดการเรียนรู้

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1					รวม	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	3	4	3	3	3	16	3.20
2. การให้เหตุผล	3	3	2	2	3	13	2.60
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	3	2	3	3	14	2.80
4. การเชื่อมโยง	4	3	2	2	3	14	2.80
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3	3	4	3	4	17	3.40

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 2					รวม	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	4	4	3	2	3	16	3.20
2. การให้เหตุผล	4	3	3	3	4	17	3.40
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	4	3	2	3	15	3.00
4. การเชื่อมโยง	3	4	2	3	3	15	3.00
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3	4	3	2	3	15	3.00

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	คะแนนของหน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 3					รวม	\bar{X}
	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5		
1. การแก้ปัญหา	3	3	2	2	3	13	2.60
2. การให้เหตุผล	4	3	2	3	4	16	3.20
3. การสื่อสารการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	3	4	3	2	3	15	3.00
4. การเชื่อมโยง	3	4	3	3	3	16	3.20
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	3	4	4	3	3	17	3.40

ตารางที่ 27 คะแนนการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

หน่วยที่	กลุ่มที่	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์					รวม	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})
		การแก้ปัญหา	การให้เหตุผล	การสื่อสาร	การเชื่อมโยง	ความคิดสร้างสรรค์		
1	1	3	3	3	4	3	16	3.20
	2	4	3	3	3	3	16	3.20
	3	3	2	2	2	4	13	2.60
	4	3	2	3	2	3	13	2.60
	5	3	3	3	3	4	16	3.20
รวมหน่วยที่ 1		16	13	14	14	17	74	14.80
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 1		3.20	2.60	2.80	2.80	3.40	14.80	2.96
2	1	4	4	3	3	3	17	3.40
	2	4	3	4	4	4	19	3.80
	3	3	3	3	2	3	14	2.80
	4	2	3	2	3	2	12	2.40
	5	3	4	3	3	3	16	3.20
รวมหน่วยที่ 2		16	17	15	15	15	78	15.60
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 2		3.20	3.40	3.00	3.00	3.00	15.60	3.12
3	1	3	4	3	3	3	16	3.20
	2	3	3	4	4	4	18	3.60
	3	2	2	3	3	4	14	2.80
	4	2	3	2	3	3	13	2.60
	5	3	4	3	3	3	16	3.20
รวมหน่วยที่ 3		13	16	15	16	17	77	15.40
ค่าเฉลี่ยหน่วยที่ 3		2.60	3.20	3.00	3.20	3.40	15.40	3.08
รวมหน่วยที่ 1-3		45	46	44	45	49	229	45.80
ค่าเฉลี่ย (\bar{X})		3.00	3.07	2.93	3.00	3.27	15.27	3.05
S.D.		0.65	0.70	0.59	0.65	0.59		

ตารางที่ 28 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	ลำดับ ที่
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)				
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้									
1. นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้	5	16	6	0	0	3.96	0.64	มาก	2
2. นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน	3	16	7	1	0	3.78	0.68	มาก	4
3. ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุขกับการเรียน	6	14	6	1	0	3.93	0.77	มาก	3
4. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้	4	13	10	0	0	3.78	0.68	มาก	4
5. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน	7	14	6	0	0	4.04	0.69	มาก	1
สรุปด้านบรรยากาศในการเรียนรู้	25	73	35	2	0	3.90	0.70	มาก	1

ตารางที่ 28 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)				
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้									
6. นักเรียนได้วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ	3	15	8	1	0	3.74	0.70	มาก	3
7. นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา	4	10	11	2	0	3.59	0.83	มาก	4
8. นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง	3	13	10	1	0	3.67	0.72	มาก	5
9. การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่จะเรียนรู้ได้	5	14	7	1	0	3.85	0.76	มาก	2
10. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน	6	16	4	1	0	4.00	0.72	มาก	1
สรุปด้านกิจกรรมการเรียนรู้	21	68	40	6	0	3.77	0.76	มาก	3

ตารางที่ 28 คะแนนความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (ต่อ)

ความพึงพอใจ	ระดับความพึงพอใจ (คน)					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	ลำดับ ที่
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)				
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้									
11. นักเรียนสามารถสร้างความรู้ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง	9	6	10	2	0	3.81	0.98	มาก	2
12. นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหาอย่างมีลำดับตามขั้นตอน	4	11	9	2	1	3.56	0.96	มาก	5
13. การจัดการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น	3	14	9	1	0	3.70	0.71	มาก	4
14. นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น	3	18	4	1	1	3.78	0.83	มาก	3
15. นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้	11	9	6	0	1	4.07	0.98	มาก	1
สรุปด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้	30	58	38	6	3	3.79	0.91	มาก	2



ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. หน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
3. แบบประเมินทักษะและกระบวนการคณิตศาสตร์
4. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้



หน่วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

หน่วยการจัดการเรียนรู้ที่ 1

(ตามแนวทางของ Backward Design)

รายวิชา ค 23101 คณิตศาสตร์พื้นฐาน 5
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
เรื่อง พีระมิด

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563
จำนวน 9 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 2.1 ม.3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

ค 2.1 ม.3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

2.1 ด้านความรู้

นักเรียนสามารถอธิบายผลความหมายและลักษณะของพีระมิด วิธีการหาพื้นที่ผิวของพีระมิด และวิธีคิดคำนวณเกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด ได้ถูกต้อง

2.2 ด้านทักษะ/กระบวนการ

นักเรียนสามารถใช้ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้

2.3 ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์

นักเรียนมีวินัย ใฝ่เรียนรู้ และมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการทำงาน

3. สาระสำคัญ

พีระมิด คือ รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปเหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐานและหน้าทุกหน้าเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดร่วมกันที่ยอดแหลม

ส่วนสูงของพีระมิดตรงใด จะตั้งฉากกับฐานที่จุดซึ่งอยู่ห่างจากจุดยอดมุมของรูปเหลี่ยมที่เป็นฐานเป็นระยะเท่ากัน

พีระมิดตรงที่มีฐานเป็นรูปด้านเท่ามุมเท่า จะมีสูงเอียงทุกเส้นยาวเท่ากัน และมีสันส่วนข้างยาวเท่ากัน

การเรียกชื่อพีระมิด จะเรียกตามลักษณะของฐานของพีระมิด

- พื้นที่ผิวของพีระมิด = พื้นที่ผิวข้าง + พื้นที่ฐาน
- ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$

4. สารการเรียนรู้

พื้นที่ผิวของพีระมิด

ปริมาตรของพีระมิด

5. สมรรถนะสำคัญ

- ความสามารถในการสื่อสาร
- ความสามารถในการคิด
- ความสามารถในการแก้ปัญหา

6. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด
2. ใบกิจกรรมที่ 2 รวมพลังเด็กช่างคิด
3. ชิ้นงานการออกแบบพีระมิด

7. การวัดและประเมินผล

7.1 การประเมินระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ใบงานที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด
2. ใบกิจกรรมที่ 2 รวมพลังเด็กช่างคิด

7.2 การประเมินชิ้นงาน/ภาระงาน (รวบยอด)

1. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง

ออกแบบ

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ นักเรียนสามารถอธิบายความหมาย และลักษณะของพีระมิด วิธีการหาพื้นที่ผิวของพีระมิด และวิธีคิดค่านวณเกี่ยวกับปริมาตรของพีระมิด ได้ถูกต้อง	ตรวจใบงาน เรื่อง พื้นที่ผิวและ ปริมาตรของ พีระมิด	ใบงาน เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรของ พีระมิด	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะ/กระบวนการ นักเรียนสามารถใช้ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มา ออกแบบชิ้นงานจากสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ได้	ตรวจใบกิจกรรม และชิ้นงานที่สร้างขึ้น	1. ใบกิจกรรมที่ 2 การออกแบบชิ้นงาน 2. ชิ้นงานการออกแบบพีระมิด	ระดับคุณภาพ “ดี” ถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์ นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ	ผู้เรียนประเมินตนเอง	แบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ด้วย กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	ระดับคุณภาพ “มาก” ถือว่าผ่าน

8. กิจกรรมการเรียนรู้/กระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (ชั่วโมงที่ 1 – 3)

ชั่วโมงที่ 1

1. ครูชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบว่าจะได้ใช้ความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรของพีระมิด ที่เรียน มาสร้างเป็นชิ้นงาน โดยผ่านการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง หลังจากที่ได้เรียนรู้ในภาคทฤษฎีเรียบร้อยแล้ว (10 นาที)

2. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยนำรูปคลี่ของพีระมิดขนาดต่าง ๆ มาให้นักเรียนดู แล้วให้นักเรียนทายว่า รูปใดมีพื้นที่ผิวมากที่สุด และรูปใดมีปริมาตรมากที่สุด โดยให้นักเรียนให้เหตุผลประกอบ เมื่อนักเรียนร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปคลี่ที่ครูนำมาให้ดู แล้วร่วมกันอภิปราย เพื่อเป็นความรู้พื้นฐานนำไปสู่การศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด (15 นาที)

3. ครูสอนเนื้อหาโดยใช้ใบความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด ประกอบการเรียนการสอน และให้นักเรียนดูสื่อเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันที่เป็นพีระมิด โดย

3.1 ครูพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งรอบตัวในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นพีระมิดที่นักเรียนเคยได้พบเห็นมา พร้อมยกตัวอย่างประกอบ เพื่อให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน (10 นาที)

3.2 ครูอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของพีระมิดให้นักเรียนฟัง ว่ามีลักษณะอย่างไร พร้อมทั้งยกภาพประกอบเพื่อให้นักเรียนเข้าใจถึงส่วนประกอบต่าง ๆ ของพีระมิด (15 นาที)

3.3 ครูอธิบายถึงวิธีการเรียกชื่อของพีระมิดว่า การเรียกชื่อพีระมิด จะเรียกตามลักษณะฐานพีระมิด พร้อมทั้งให้นักเรียนทดลองเรียกชื่อพีระมิดจากภาพที่ได้พบเห็น (10 นาที)

ชั่วโมงที่ 2

3.4 ครูนำนักเรียนเข้าสู่การเรียนรู้เรื่อง การหาปริมาตรของพีระมิด โดยให้นักเรียนได้ทดลองทำกิจกรรมประกอบปริซึมและพีระมิดจากรูปคลี่ที่ครูออกแบบมาให้ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริซึมและพีระมิดที่มีพื้นที่ฐานและความสูงเท่ากันว่ามีลักษณะอย่างไร และร่วมกันสรุปความรู้เรื่องการหาปริมาตรของพีระมิด (20 นาที)

3.5 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาปริมาตรของพีระมิด โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง (15 นาที)

3.6 ครูสอนวิธีการหาพื้นที่ผิวของพีระมิด โดยนำรูปคลี่ของพีระมิดมาทางออกให้นักเรียนได้เห็นส่วนประกอบ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการหาพื้นที่ผิวของพีระมิดว่า พื้นที่ผิวของพีระมิด คือผลรวมของพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดและพื้นที่ฐานของพีระมิด (10 นาที)

3.7 ครูยกตัวอย่างเกี่ยวกับการหาพื้นที่ผิวของพีระมิด โดยให้นักเรียนได้ร่วมกันแสดงวิธีการหาคำตอบ และช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง (15 นาที)

ชั่วโมงที่ 3

4. นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 คน จำนวน 5 กลุ่ม แล้วให้ตัวแทนกลุ่มออกมารับใบกิจกรรมที่ 1 สิ้นค่าน้ำซื้อ ซึ่งครูผู้สอนจะมีสถานการณ์ให้ (5 นาที)

5. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ (15 นาที)

6. นักเรียนศึกษาสถานการณ์ปัญหาจนเข้าใจ และร่วมกันทำใบงานที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด เพื่อทดสอบความเข้าใจในเนื้อหาที่ครูจัดเตรียมไว้ให้ (40 นาที)

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา (ชั่วโมงที่ 4)

ชั่วโมงที่ 4

7. นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาจากชั่วโมงที่ 3 ที่ครูกำหนดให้ (10 นาที)
8. นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การออกแบบชิ้นงาน (10 นาที)
9. นักเรียนในแต่ละกลุ่มช่วยกันให้เหตุผลที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหาว่าเหตุใดจึงต้องออกแบบอย่างนี้ (20 นาที)
10. นักเรียนในแต่ละกลุ่มนำผลการวิเคราะห์มาร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็น (20 นาที)

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (ชั่วโมงที่ 5 - 6)

ชั่วโมงที่ 5

11. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานให้มีความหลากหลาย โดยต้องคำนึงถึงการนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และแก้ปัญหาที่ตอบสนองความต้องการหรือปัญหาที่แท้จริงตามข้อมูลในปัญหาการออกแบบ (30 นาที)
12. นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันจัดกลุ่มความคิด จัดลำดับความสำคัญ ประเมิน แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันในกลุ่ม และคัดเลือกแนวคิดการออกแบบชิ้นงานที่ดีที่สุด (30 นาที)

ชั่วโมงที่ 6

13. นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนภาพร่างชิ้นงานจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ และนำข้อมูลจากการระดมความคิดมาเขียนลงในใบกิจกรรมที่ 2 รวมพลังเด็กช่างคิด ที่ครูเตรียมไว้ให้ (40 นาที)
14. ครูแจ้งรายการประเมินชิ้นงานให้นักเรียนทราบ (10 นาที)
15. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน เพื่อเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ในการสร้างชิ้นงานในชั่วโมงถัดไป (10 นาที)

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (ชั่วโมงที่ 7 - 8)

ชั่วโมงที่ 7

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำวัสดุอุปกรณ์มา และลงมือสร้างชิ้นงานตามแนวคิดที่ออกแบบไว้ในใบกิจกรรมชั่วโมงที่ผ่านมา โดยจะต้องอาศัยองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด เพื่อแก้ไขสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ โดยมีครูคอยอธิบาย ยกตัวอย่าง และใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคิดตามและเห็นแนวทางในการนำความรู้เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหา พร้อมทั้งกำหนดระยะเวลาในการสร้างชิ้นงานให้ชัดเจนนำเสนอชิ้นงานที่สร้างขึ้น (60 นาที)

ชั่วโมงที่ 8

17. ครูและเพื่อนในชั้นเรียนร่วมกันทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ โดยการทำซ้ำหลาย ๆ ครั้ง เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงาน เพื่อให้ชิ้นงานที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง (60 นาที)

ขั้นที่ 5 นำเสนอชิ้นงานและประเมินผล (ชั่วโมงที่ 9)

ชั่วโมงที่ 9

18. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง โดยเน้นการนำเสนอผลงานที่น่าสนใจ อธิบายขั้นตอนการออกแบบชิ้นงานที่เข้าใจง่าย และตอบคำถามของครูได้ชัดเจน (20 นาที)

19. ครูและนักเรียนจากต่างกลุ่มร่วมกันวิพากษ์และสะท้อนผลงาน เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงชิ้นงานหรือกระบวนการ จนกระทั่งได้ชิ้นงานที่ดีและมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (20 นาที)

20. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด และสนทนาเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากการสร้างชิ้นงานและการทำใบกิจกรรมในหน่วยการจัดการเรียนรู้นี้ หากนักเรียนกลุ่มใดมีข้อปรับปรุง ให้ดำเนินการปรับปรุงชิ้นงานให้เรียบร้อย แล้วส่งให้ครูตรวจอีกครั้ง (20 นาที)

9. สื่อการเรียนรู้

1. บัตรภาพ รูปคลี่ของพีระมิด
2. ใบความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด
3. ใบกิจกรรมที่ 1 สิ้นค่าน้ำซื้อ

**รายละเอียดเกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3**

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การแก้ปัญหา	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 8-10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 5-7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 2-4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้น้อยกว่า 2 ข้อ
การให้เหตุผล	ระบุ ประเด็น ปัญ หา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ตั้งแต่ 4 ข้อขึ้นไป โดยมีการให้ เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่ การสร้างสรรคชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญ หา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรรค ชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญ หา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ โดยมีการให้เหตุผล อ้างอิง และนำไปสู่การ สร้างสรรคชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญ หา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้น้อยกว่า 2 ข้อ โดยเหตุผลที่ใช้ใน การอ้างอิงยังไม่ชัดเจน
การสื่อสาร การ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	นำเสนอชิ้นงาน ที่ สามารถสื่อสาร สื่อ ความหมาย ถึงวิธีการ แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ และตอบ คำถามได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	นำเสนอชิ้นงาน ที่สามารถ สื่อสาร สื่อความหมาย ถึง วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ แต่ ไม่น่าสนใจ	นำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความ หมาย ถึง วิธ ิ ก ร แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ไม่ ถูกต้อง	การนำเสนอชิ้นงาน ไม่ สอด ค ล ้อง ก บ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้
การเชื่อมโยง	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลง ในใบกิจกรรม ได้มากกว่า 5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลง ในใบกิจกรรม ได้ 4-5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ การอธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อม โย ง ก บ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้ 2-3 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลง ในใบกิจกรรม ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลก ใหม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม สอดคล้อง กับสถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ อาจมีการนำ ชิ้นงานของผู้อื่นมา ดัดแปลงให้มีความแปลก ใหม่	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขึ้น ไม่มีความสวยงาม และไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	นักเรียนเลียนแบบผลงาน ของผู้อื่น ชิ้นงานไม่มี ความแปลกใหม่

รายละเอียดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง

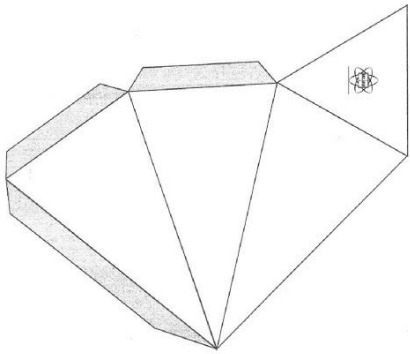
รายละเอียดเกณฑ์การประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
ที่นักเรียนมีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

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

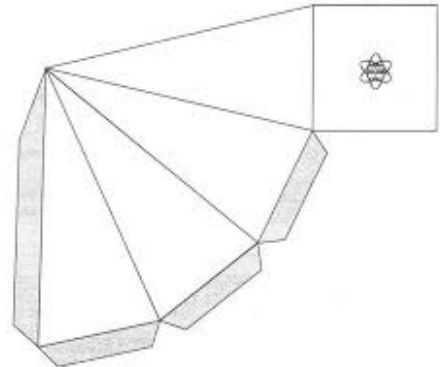
รายละเอียดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนการสอน
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่นักเรียนมีการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
4.51 - 5.00	พึงพอใจมากที่สุด
3.51 - 4.50	พึงพอใจมาก
2.51 - 3.50	พึงพอใจปานกลาง
1.51 - 2.50	พึงพอใจน้อย
1.00 - 1.50	พึงพอใจน้อยที่สุด

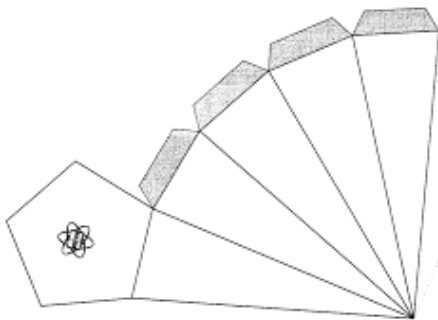
บัตรภาพรูปคลี่ของพีระมิด



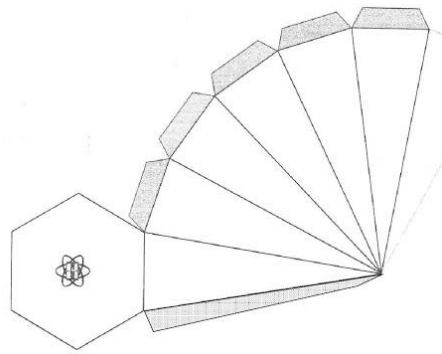
รูปคลี่ของพีระมิดฐานสามเหลี่ยม



รูปคลี่ของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยม



รูปคลี่ของพีระมิดฐานห้าเหลี่ยม



รูปคลี่ของพีระมิดฐานหกเหลี่ยม

ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด

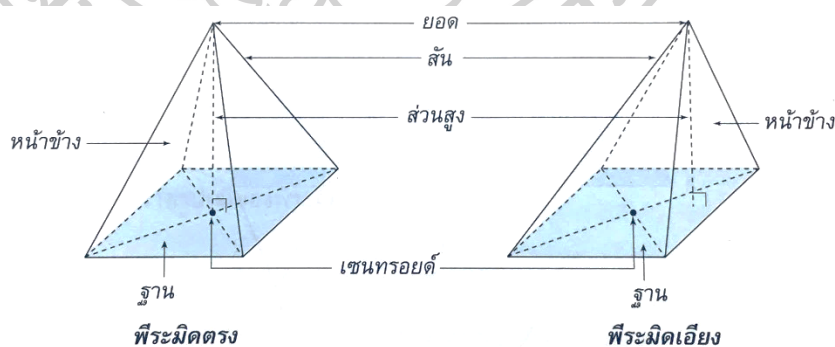
พีระมิดที่มีชื่อเสียงและมีขนาดใหญ่ที่สุดคือพีระมิดกิซา (The Great Pyramid of Giza) ซึ่งเป็นสถานที่ฝังพระศพของฟาโรห์ กษัตริย์แห่งประเทศอียิปต์โบราณ มีลักษณะของฐานนูนโค้งคล้ายกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ปัจจุบันจะพบสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ ที่เป็นพีระมิด เช่น หลังคายอดโดมของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หลังคาบ้าน ดังรูป



เรามักจะพบและเข้าใจว่าพีระมิดต้องมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสเท่านั้น ในทางคณิตศาสตร์ฐานของพีระมิดเป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ก็ได้

รูปเรขาคณิตสามมิติที่มีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีจุดยอดร่วมกันเรียกว่า**พีระมิด**

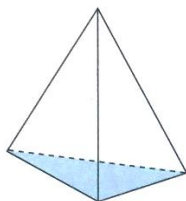
ส่วนต่าง ๆ ของพีระมิด



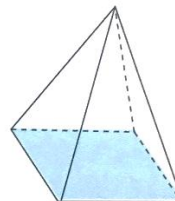
พีระมิดมี 2 ลักษณะ คือ พีระมิดตรง และพีระมิดเอียง

พีระมิดที่มีส่วนสูงตั้งฉากกับฐานที่จุดกึ่งกลางของฐานรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ซึ่งเรียกจุดดังกล่าวว่าเซนทรอยด์ และเรียกพีระมิดดังกล่าวว่า **พีระมิดตรง** ส่วนพีระมิดที่มีส่วนสูงตั้งฉากกับฐานที่จุดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่เซนทรอยด์ เรียกว่า **พีระมิดเอียง**

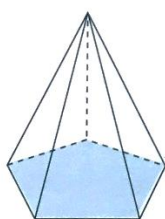
สำหรับในหน่วยการเรียนรู้นี้จะกล่าวถึงพีระมิดตรงเท่านั้น
 การเรียกชื่อพีระมิด จะเรียกตามลักษณะฐานพีระมิด เช่น



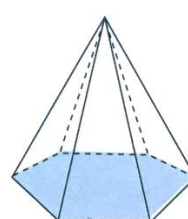
พีระมิดฐานสามเหลี่ยม



พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

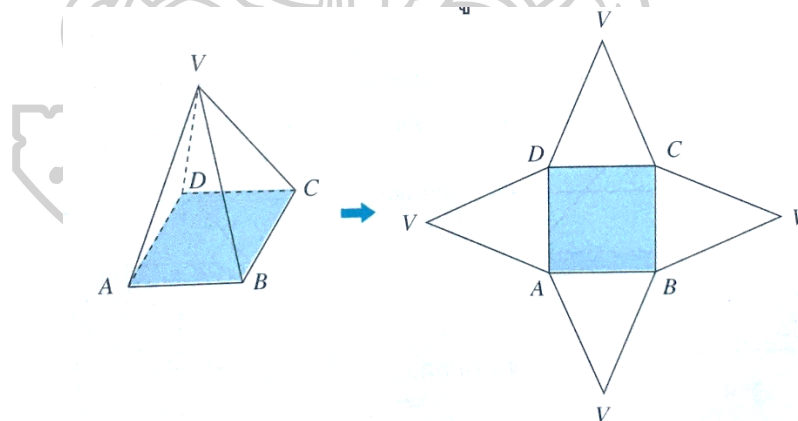


พีระมิดฐานห้าเหลี่ยม



พีระมิดฐานหกเหลี่ยม

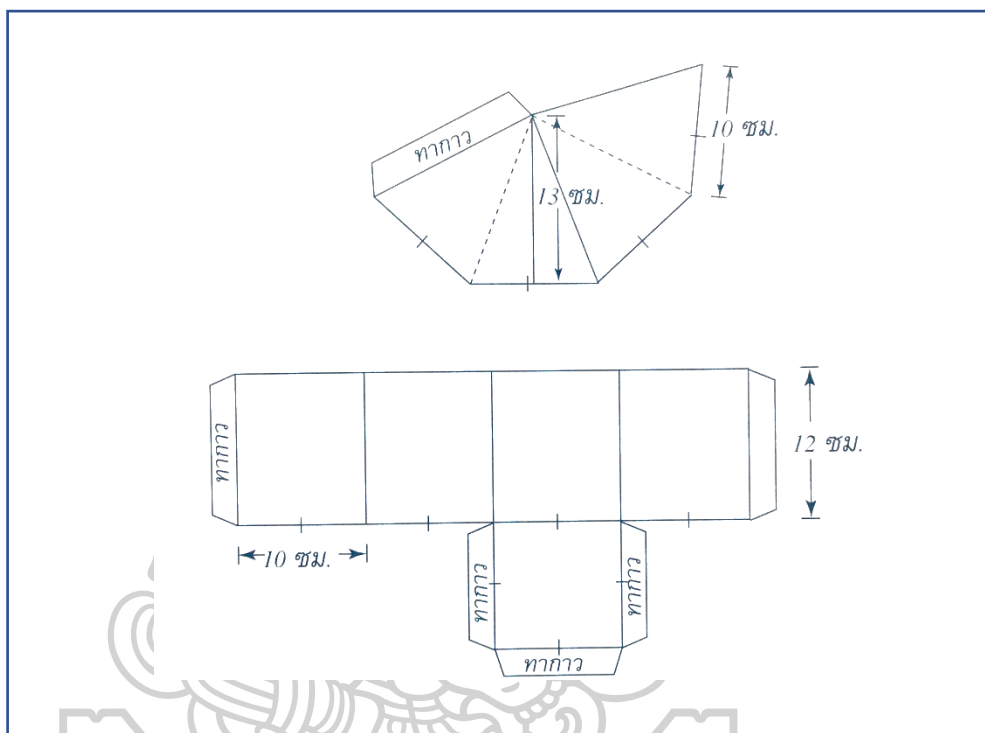
ถ้าตัดพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสตามแนวเส้นของพีระมิดจากยอดที่จุด V ไปยังจุด A , B , C และ D แล้วแผ่ออกวางบนพื้นราบ จะได้รูปคลี่ดังนี้



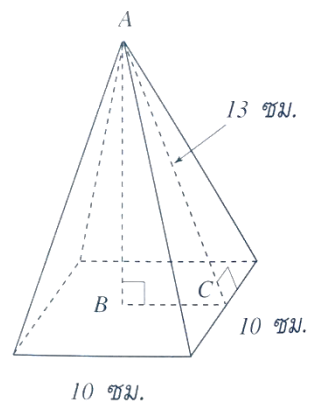
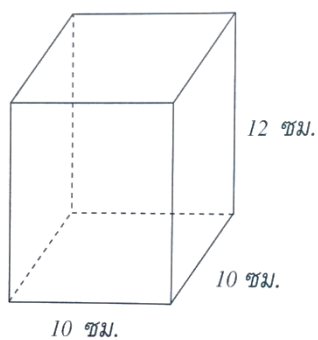
ปริมาตรของพีระมิด

ให้นักเรียนทำการทดลองต่อไปนี้

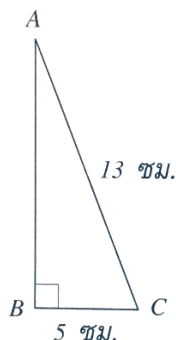
1. สร้างแบบของรูปข้างล่างนี้ลงในกระดาษแข็ง แล้วตัดประกอบ



จะได้ ปริซึมสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เปิดฐานด้านหนึ่งไว้ โดยฐานของปริซึมยาวด้านละ 10 เซนติเมตร ปริซึมสูง 12 เซนติเมตร และจะได้พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เปิดฐานไว้ โดยฐานของพีระมิดยาวด้านละ 10 เซนติเมตร สูงเอียงยาว 13 เซนติเมตร ดังรูป



จากรูปพีระมิด พิจารณารูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ABC



จากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

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

$$13^2 = AB^2 + 5^2$$

$$AB^2 = 13^2 - 5^2$$

$$= 169 - 25$$

$$= 144$$

$$AB = 12$$

ดังนั้น พีระมิดสูง 12 เซนติเมตร

นั่นคือ ปริซึมมีความสูงเท่ากับความสูงของพีระมิด และมีพื้นที่ฐานเท่ากับพื้นที่ฐานของพีระมิด

2. ใส่ทรายละเอียดให้เต็มพีระมิด แล้วเททรายจากพีระมิดลงในปริซึม ให้นักเรียนสังเกตว่า จะต้องเททรายจากพีระมิดที่มีทรายเต็มกี่ครั้ง จึงจะได้ทรายเต็มปริซึมพอดี

3. ให้นักเรียนทำตามข้อ 2 ซ้ำอีก โดยเปลี่ยนเป็นพีระมิดฐานสามเหลี่ยมด้านเท่า กับปริซึมที่มีพื้นที่ฐานเท่ากันและความสูงเท่ากัน และพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้ากับปริซึมที่มีพื้นที่ฐานเท่ากันและความสูงเท่ากัน

จากการทำการลองข้างต้น ถ้านักเรียนสร้างพีระมิดและปริซึมได้ขนาดที่ถูกต้อง คือพื้นที่ฐานเท่ากันและความสูงเท่ากัน จะพบว่าต้องเททรายจากพีระมิดลงไปในปริซึมที่มีพื้นที่ฐานเท่ากันและความสูงเท่ากันจำนวนสามครั้ง จึงจะได้ทรายเต็มปริซึมพอดี เราจึงคาดการณ์ว่า สามเท่าของปริมาตรของพีระมิดเท่ากับปริมาตรของปริซึม

ในทางคณิตศาสตร์ ข้อความคาดการณ์ข้างต้นเป็นจริงดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของพีระมิด} &= \frac{1}{3} \text{ ของปริมาตรของปริซึมที่มีพื้นที่ฐานเท่ากับพื้นที่ฐานของ} \\ &\text{พีระมิด และความสูงเท่ากับความสูงของพีระมิด} \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{3} \times (\text{พื้นที่ฐานของปริซึม} \times \text{ความสูงของปริซึม})$$

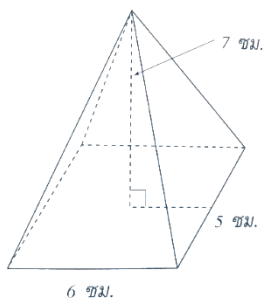
$$= \frac{1}{3} \times (\text{พื้นที่ฐานของพีระมิด} \times \text{ความสูงของพีระมิด})$$

โดยทั่วไปสูตรในการหาปริมาตรของพีระมิด เป็นดังนี้

$$\text{ปริมาตรของพีระมิด} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$$

ตัวอย่างที่ 1 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร และสูง 7 เซนติเมตร จงหาว่าพีระมิดนี้มีปริมาตรเท่าไร

วิธีทำ

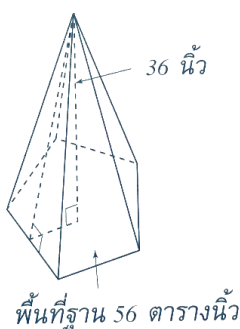


$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของพีระมิด} &= \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง} \\
 &= \frac{1}{3} \times (5 \times 6) \times 7 \\
 &= 70 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}
 \end{aligned}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีปริมาตร 70 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ตัวอย่างที่ 2 พีระมิดตรงทำจากแก้วอันหนึ่งมีฐานเป็นรูปห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่ามี พื้นที่ฐานเท่ากับ 56 ตารางนิ้ว สูง 36 นิ้ว จงหาว่าพีระมิดแก้วอันนี้มีปริมาตรเท่าไร

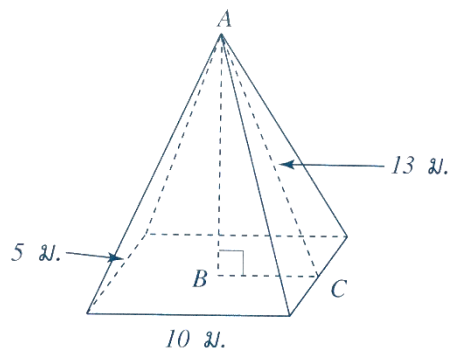
วิธีทำ



$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตรของพีระมิด} &= \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง} \\
 &= \frac{1}{3} \times 56 \times 36 \\
 &= 672 \text{ ลูกบาศก์นิ้ว}
 \end{aligned}$$

ตอบ พีระมิดแก้วอันนี้มีปริมาตร 672 ลูกบาศก์นิ้ว

ตัวอย่างที่ 3 พีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 5 เมตร ยาว 10 เมตร ส่วนสูงของหน้าข้างด้านหนึ่งยาว 13 เมตร ดังรูป จงหาว่าพีระมิดนี้มีปริมาตรเท่าไร



วิธีทำ หาความสูงของพีระมิดตรงจากทฤษฎีบทพีทาโกรัส

โดย $AC = 13$ เมตร , $BC = 5$ เมตร หา AB

จะได้

$$\begin{aligned} AB^2 &= AC^2 - BC^2 \\ &= 13^2 - 5^2 \\ &= 169 - 25 \\ &= 144 \end{aligned}$$

$$AB = 12 \text{ เมตร}$$

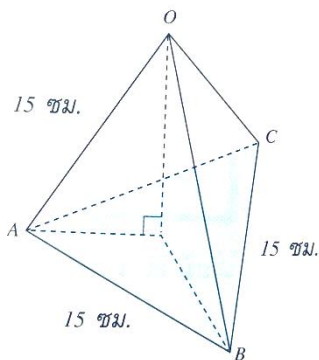
$$\text{ปริมาตรของพีระมิด} = \frac{1}{3} \times \text{พื้นที่ฐาน} \times \text{ความสูง}$$

$$= \frac{1}{3} \times (5 \times 10) \times 12$$

$$= 200 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เมตร

ตัวอย่างที่ 4 พีระมิดอันหนึ่งมีฐานและหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า สันของพีระมิดยาว 15 เซนติเมตร และสูง $5\sqrt{6}$ เซนติเมตร จงหาปริมาตรของพีระมิดนี้
วิธีทำ



จากรูป รูปสามเหลี่ยม ABC เป็นรูปสามเหลี่ยมด้านเท่า
พื้นที่รูปสามเหลี่ยม ABC = $\frac{\sqrt{3}}{4} \times (15)^2$ ตารางเซนติเมตร

ปริมาตรของพีระมิด = $\frac{1}{3} \times$ พื้นที่ฐาน \times ความสูง

$$= \frac{1}{3} \times \frac{\sqrt{3}}{4} \times (15)^2 \times 5\sqrt{6}$$

$$= \frac{3375\sqrt{2}}{12}$$

$$\approx 397.75 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีปริมาตร 397.75 ลูกบาศก์เซนติเมตร

หมายเหตุ พีระมิดที่มีลักษณะดังรูปในตัวอย่างที่ 4 เรียกว่า ทรงสี่หน้า (Tetrahedron)

พื้นที่ผิวของพีระมิด

การหาพื้นที่ผิวข้างของพีระมิด เราทราบแล้วแล้วว่าหน้าทุกหน้าของพีระมิดเป็นรูปสามเหลี่ยม การหาพื้นที่ผิวข้างของพีระมิดจึงเป็นการหาพื้นที่ของทุกหน้าของพีระมิดรวมกัน

หากจะใช้สูตรใดเป็นพิเศษนั้น ต้องพิจารณาก่อนว่ารูปร่างหน้าตาของพีระมิดนั้นเป็นอย่างไร จะใช้สูตรนั้นคำนวณได้จริงหรือไม่ เช่น

(1) หากใช้สูตรที่บอกว่า พื้นที่ผิวข้าง = $\frac{1}{2} \times$ ฐาน \times สูงเอียง ก็ต้องพิจารณาว่าสูงเอียงนั้นตั้งฉากกับฐานหรือไม่

(2) หากใช้สูตรที่บอกว่า พื้นที่ผิวข้าง = $\frac{1}{2} \times$ ความยาวรอบฐาน \times สูงเอียง ก็ต้องพิจารณาว่าพีระมิดนั้นเป็นรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่าจริงหรือไม่

การหาพื้นที่ผิวของพีระมิด เป็นการหาพื้นที่ซึ่งเป็นผลรวมจาก พื้นที่ผิวข้างของพีระมิดกับพื้นที่ฐานของพีระมิด

$$\text{พื้นที่ผิวของพีระมิด} = \text{พื้นที่ผิวข้างของพีระมิด} + \text{พื้นที่ฐานของพีระมิด}$$

ตัวอย่างที่ 5 จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสฐานยาวด้านละ 10 เซนติเมตรสูงเอียง 8 เซนติเมตร

วิธีทำ พื้นที่ผิวของพีระมิด = พื้นที่ฐาน + พื้นที่ผิวเอียง

$$= (10 \times 10) + 4 \left(\frac{1}{2} \times 10 \times 8 \right)$$

$$= 100 + 160$$

$$= 260 \text{ ตารางเซนติเมตร}$$

ตอบ พีระมิดนี้มีพื้นที่ผิว 260 ตารางเซนติเมตร

ใบงานที่ 1 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิต

กลุ่มที่

รายชื่อสมาชิก

1)..... เลขที่

2)..... เลขที่

3)..... เลขที่

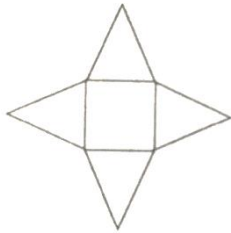
4)..... เลขที่

5)..... เลขที่

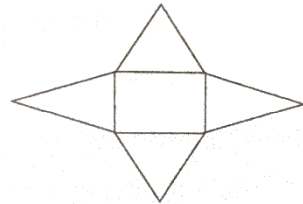
6)..... เลขที่

1. ให้นักเรียนบอกรูปคลี่ต่อไปนี้เป็นรูปคลี่ของพีระมิตใด

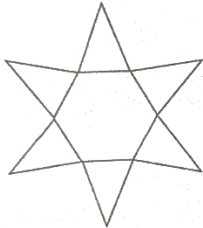
1)



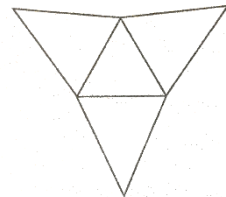
2)



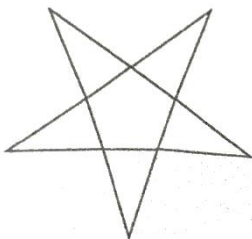
3)



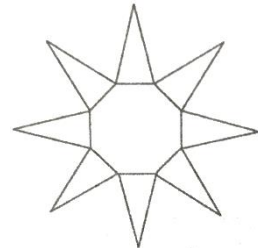
4)



5)

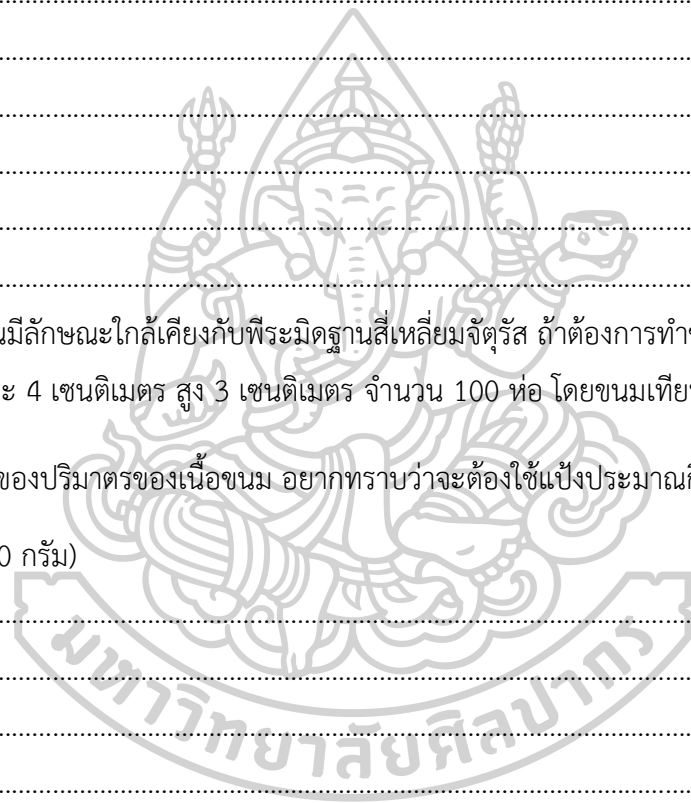


6)



9. ประติมากรรมที่มีความโดดเด่นชิ้นหนึ่งในอุทยานเบญจสิริมีชื่อว่า “ยอดสูงสู่ฐานมั่นคง” มีลักษณะเป็นพระมิตฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีฐานยาวด้านละ 4 เมตร สูงประมาณ 6 เมตร พระมิตฐานนี้มีปริมาตรประมาณเท่าใด

10. ขนมหียมีลักษณะใกล้เคียงกับพระมิตฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัส ถ้าต้องการทำขนมหียที่เนื้อขนมมีฐานยาวด้านละ 4 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร จำนวน 100 ท่อ โดยขนมหียแต่ละท่อใช้แป้งประมาณ $\frac{2}{3}$ ของปริมาตรของเนื้อขนม อยากทราบว่าจะต้องใช้แป้งประมาณกี่กรัม (กำหนดแป้ง 1 ลิตรหนัก 550 กรัม)



ใบกิจกรรมที่ 1 สินค้าน่าซื้อ



สถานการณ์ปัญหา

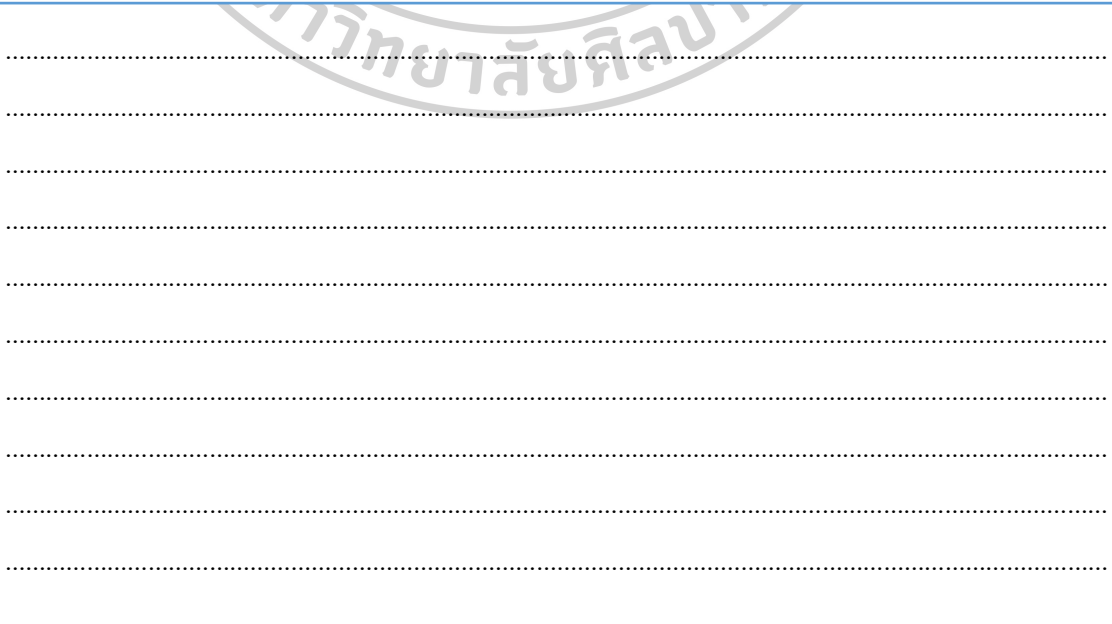
ในระบบจำหน่ายสมัยใหม่ เช่น ในซูเปอร์มาร์เก็ต ซึ่งมีสินค้าวางขายอยู่เป็นนับพันประเภท แต่ละประเภทจะมีสินค้าที่เป็นคู่แข่งกันวางขายกันเป็นสิบเพื่อการเปรียบเทียบ ในสภาพความเป็นจริงเวลาที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกซื้อสินค้า จะแปรเปลี่ยนไปแล้วแต่ประเภทของสินค้า สินค้าบางชนิด เช่น ไข่ หมู ไก่ อาจใช้เวลาเลือกนาน ในขณะที่สินค้าบางชนิด เช่น ข้าว ขนม น้ำอัดลม จะใช้เวลาน้อยเพียงแค่ 10 วินาที ย่อมเป็นที่ประจักษ์ว่าในยุคนี้ผู้ซื้อใช้เวลาน้อยมาก ณ จุดขายในขณะที่มีสินค้าให้เลือกมากมาย ด้วยเหตุนี้บรรจุกณ์ในยุคนี้จึงจำเป็นต้องออกแบบให้ได้รับความสนใจอย่างเร่งรีบ โดยมีเวลาผ่านตาในช่วงเวลา 10-50 วินาทีที่จะสร้างความมั่นใจให้แก่ ลูกค้าเพื่อตัดสินใจซื้อและวางลงในรถเข็น บรรจุกณ์จึงมีบทบาททางด้านการตลาดในปัจจุบัน



คำชี้แจง

จากการศึกษาสถานการณ์เบื้องต้น ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มจำลองตนเองเป็นผู้ประกอบการรับจ้างการออกแบบบรรจุภัณฑ์ โดยลูกค้าต้องการให้ออกแบบบรรจุภัณฑ์รูปทรงพีระมิด ที่มีปริมาตร 600 มิลลิลิตร ซึ่งจะต้องมีความสวยงาม แข็งแรง คงทน ดึงดูดสายตาผู้บริโภค และสะดวกต่อการบรรจุหีบห่อเพื่อขนส่ง จากนั้นให้นักเรียนช่วยกันคิดว่าจะนำความรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิด มาออกแบบบรรจุภัณฑ์ให้สอดคล้องกับสถานการณ์เบื้องต้นได้อย่างไร เพื่อให้ได้บรรจุภัณฑ์ที่สวยงามและเกิดความคุ้มค่ามากที่สุด และต้องใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของพีระมิดให้มากที่สุด นอกจากนี้นักเรียนยังสามารถออกแบบขวดลายต่าง ๆ หรือตกแต่งบรรจุภัณฑ์เพิ่มเติม ให้มีความสร้างสรรค์ แปลกใหม่ ได้อย่างเต็มที่ตามความคิดของนักเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์รูปทรงพีระมิด ออกมาเป็นชิ้นงานที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

4. ให้นักเรียนร่างแบบชิ้นงานที่จะสร้างจากประเด็นปัญหาที่สรุปได้ (วาดให้ละเอียด)
พร้อมทั้งระบุเหตุผลที่สร้างชิ้นงานนี้ขึ้น โดยเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนมา ซึ่ง
ต้องสอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา



มหาวิทยาลัยศิลปากร



แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

**แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนการจัดการเรียนรู้
เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร**

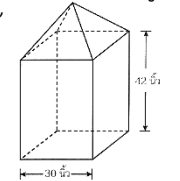
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

รหัสวิชา ค23101

คำชี้แจง	ข้อสอบฉบับนี้มีจำนวน 5 หน้า และกระดาษคำตอบ 1 หน้า เป็นข้อสอบแบบปรนัย จำนวน 30 ข้อ (30 คะแนน)
คำอธิบาย	<ol style="list-style-type: none"> 1. ให้นักเรียนเขียนเครื่องหมายกากบาท (x) ลงบนตัวเลือกที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียวในกระดาษคำตอบ 2. ห้ามนักเรียนนำข้อสอบออกจากห้องสอบโดยเด็ดขาด 3. ไม่อนุญาตให้ใช้เครื่องคำนวณใด ๆ ทุกชนิด 4. ห้ามนำเครื่องมือสื่อสารใด ๆ เข้าห้องสอบ 5. ให้นักเรียนทดเลขลงในกระดาษคำถาม
มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	
ตัวชี้วัดที่ 1	ค 2.1 ม. 3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง (ข้อ 1 - 14)
ตัวชี้วัดที่ 2	ค 2.1 ม. 3/2 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องปริมาตรของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง (ข้อ 15 - 30)

ตัวชี้วัดที่ 1 ค 2.1 ม. 3/1 ประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่องพื้นที่ผิวของพีระมิด กรวย และทรงกลม ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ และปัญหาในชีวิตจริง	
1. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีฐานยาวด้านละ 8 เซนติเมตร และมีความสูง 3 เซนติเมตร	
ก. 96 ตารางเซนติเมตร	ข. 108 ตารางเซนติเมตร
ค. 132 ตารางเซนติเมตร	ง. 144 ตารางเซนติเมตร
2. จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมจัตุรัสซึ่งมีฐานยาวด้านละ 20 เซนติเมตร และส่วนสูงเอียงยาว 20 เซนติเมตร	
ก. 400 ตารางเซนติเมตร	ข. 800 ตารางเซนติเมตร
ค. 1,200 ตารางเซนติเมตร	ง. 1,600 ตารางเซนติเมตร
3. กำหนดพีระมิดฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีฐานยาว 40 เซนติเมตร กว้าง 16 เซนติเมตร และพีระมิดสูง 15 เซนติเมตร จงหาพื้นที่ผิวของพีระมิด	
ก. 640 ตารางเซนติเมตร	ข. 680 ตารางเซนติเมตร
ค. 1,080 ตารางเซนติเมตร	ง. 1,720 ตารางเซนติเมตร
4. พีระมิดทำด้วยแก้วคริสตัลอันหนึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 12 เซนติเมตร และพีระมิดนี้สูง 8 เซนติเมตร ถ้าต้องการทาสีเคลือบผิวของพีระมิดนี้ บริเวณที่ทาสีมีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร	
ก. 144 ตารางเซนติเมตร	ข. 240 ตารางเซนติเมตร
ค. 384 ตารางเซนติเมตร	ง. 720 ตารางเซนติเมตร
5. พีระมิดฐานห้าเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าซึ่งมีฐานยาวด้านละ 12 เซนติเมตรและมีพื้นที่ผิวข้าง 240 ตารางเซนติเมตรจะมีส่วนสูงเอียงยาวเท่าใด	
ก. 7 เซนติเมตร	ข. 8 เซนติเมตร
ค. 9 เซนติเมตร	ง. 10 เซนติเมตร

<p>6. รูปจำลองของศิวลึงค์อันหนึ่งมีฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีลักษณะและขนาดดังรูป ถ้ารูปจำลองนี้มีปริมาตรทั้งหมด 40,200 ลูกบาศก์นิ้ว จงหาพื้นที่ผิวของรูปจำลองนี้</p> <p>ก. 900 ตารางเซนติเมตร ข. 2,400 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ค. 5,040 ตารางเซนติเมตร ง. 6,960 ตารางเซนติเมตร</p>	
<p>7. หมวกของชาวเวียดนามมีลักษณะเป็นกรวย โครงภายในหมวกทำด้วยเส้นไม้ไผ่เหลากกลม ขดเป็นวงกลมยึดด้วยใบลาน ถ้าหมวกใบหนึ่งมีความยาวของเส้นรอบวงของฐานหมวก 140 เซนติเมตร และส่วนสูงเอียงยาว 30 เซนติเมตร พื้นที่ของใบลานซึ่งเป็นผิวข้างของกรวยเท่ากับเท่าใด</p> <p>ก. 1179 ตารางเซนติเมตร ข. 1,728 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ค. 2,100 ตารางเซนติเมตร ง. 2,450 ตารางเซนติเมตร</p>	
<p>8. ฝาครอบซึ่งหนึ่งชนมทำจากสแตนเลสมีความสูง 48 เซนติเมตร ส่วนฐานมีลักษณะใกล้เคียงกับทรงกระบอก มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 56 เซนติเมตรและสูง 8 เซนติเมตร ส่วนบนมีลักษณะใกล้เคียงกับกรวย จงหาว่าฝาครอบซึ่งหนึ่งชนมมีพื้นที่ผิวภายนอกกี่ตารางเซนติเมตร</p> <p>ก. 1,408 ตารางเซนติเมตร ข. 2,304 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ค. 4,890 ตารางเซนติเมตร ง. 6,298 ตารางเซนติเมตร</p>	
<p>9. ฝาชีครอบอาหารที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีลักษณะใกล้เคียงกับกรวย ถ้าฝาชีอันหนึ่ง มีเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 36 เซนติเมตร และส่วนสูงเอียงยาว 22.5 เซนติเมตร จงหาว่าฝาชีสูงกี่เซนติเมตร และส่วนที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร</p> <p>ก. ฝาชีสูง 13 เซนติเมตร และส่วนที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีพื้นที่ 1,272.86 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ข. ฝาชีสูง 13 เซนติเมตร และส่วนที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีพื้นที่ 1,278.26 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ค. ฝาชีสูง 13.5 เซนติเมตร และส่วนที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีพื้นที่ 1,278.26 ตารางเซนติเมตร</p> <p>ง. ฝาชีสูง 13.5 เซนติเมตร และส่วนที่สานด้วยตอกไม้ไผ่มีพื้นที่ 1,272.86 ตารางเซนติเมตร</p>	

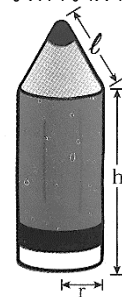
10. แอมมีใช้ผ้าเย็บหมอนข้างที่มีลักษณะคล้ายดินสอ ซึ่งมีส่วนบนเป็นกรวยและส่วนล่างเป็นทรงกระบอกตั้งรูป เมื่อใส่ใยสังเคราะห์จนเต็มหมอนข้าง และวัดความยาวรอบหมอนข้างส่วนที่เป็นทรงกระบอกได้ 44 เซนติเมตร วัดความยาวจากยอดแหลมของกรวยถึงฐานของทรงกระบอกได้ 66.8 เซนติเมตรและวัดส่วนสูงเอียงของกรวยได้ยาว 18.2 เซนติเมตร จงหาว่าผ้าที่ใช้เย็บหมอนข้าง (ไม่รวมตะเข็บผ้าที่เย็บ) มีพื้นที่กี่ตารางเซนติเมตร

ก. 2,242.3 ตารางเซนติเมตร

ข. 2,754.4 ตารางเซนติเมตร

ค. 2,784.5 ตารางเซนติเมตร

ง. 3,210 ตารางเซนติเมตร



11. สนามกีฬาแห่งหนึ่งมีหลังคาเป็นโดมรูปครึ่งทรงกลมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยาวประมาณ 25 เมตร จงหาพื้นที่ที่ใช้ในการมุงหลังคาของสนามกีฬาแห่งนี้

ก. 892.14 ตารางเมตร

ข. 829.14 ตารางเมตร

ค. 928.14 ตารางเมตร

ง. 982.14 ตารางเมตร

12. ตาต้าใช้น้ำปริมาณ $12,348\pi$ ลูกบาศก์เซนติเมตร บรรจุใส่ภาชนะทรงกลม อยากทราบว่าภาชนะทรงกลมนี้มีพื้นที่ผิวประมาณเท่าใด

ก. 4,455 ตารางเซนติเมตร

ข. 5,544 ตารางเซนติเมตร

ค. 4,545 ตารางเซนติเมตร

ง. 5,454 ตารางเซนติเมตร

13. ลูกบอลลูกหนึ่งมีรัศมียาว 26 เซนติเมตร ส่วนผิวโค้งที่เป็นพลาสติกมี 3 สีสลับกันรวมทั้งหมด 9 แถบตั้งรูปแต่ละแถบมีพื้นที่ผิวเท่ากันจงหาพื้นที่ผิวของพลาสติกแต่ละแถบ

ก. 1,257.14 ตารางเซนติเมตร

ข. 2,827.43 ตารางเซนติเมตร

ค. 2,640 ตารางเซนติเมตร

ง. 11,314.29 ตารางเซนติเมตร



14. ข้าวปั้นมีชั้นเงินที่มีลักษณะคล้ายครึ่งทรงกลมใบหนึ่งซึ่งมีพื้นที่ผิว 1,413 ตารางเซนติเมตร จงหาความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของชั้นเงินใบนี้

ก. 15 เซนติเมตร

ข. 24 เซนติเมตร

ค. 30 เซนติเมตร

ง. 35 เซนติเมตร

<p>21. กระจงผ้าใบเป็นรูปกรวยกลม สูง 21 ฟุต เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานยาว 24 ฟุต จะจุอากาศได้ที่ลูกบาศก์ฟุต</p>			
ก. 168 ลูกบาศก์ฟุต	ข. 3,168 ลูกบาศก์ฟุต		
ค. 9,504 ลูกบาศก์ฟุต	ง. 28,512 ลูกบาศก์ฟุต		
<p>22. ต้องการใช้ถ้วยไอศกรีมรูปกรวยกลม สูง 8 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางปากถ้วยยาว 6 เซนติเมตร ใส่ไอศกรีม ถ้าไอศกรีมถังหนึ่งมีปริมาตร 5 ลิตร จะต้องใช้ถ้วยไอศกรีมอย่างน้อยกี่ถ้วย</p>			
ก. 64 ถ้วย	ข. 65 ถ้วย	ค. 66 ถ้วย	ง. 67 ถ้วย
<p>23. กรวยใบตองสำหรับใส่ขนมกล้วยสูง 7 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานกรวยยาว 2 เซนติเมตร ถ้าต้องทำกรวยใบตองสำหรับบรรจุขนมกล้วยปริมาณ 5 ลิตร จะต้องใช้กรวยใบตองอย่างน้อยกี่ชิ้น</p>			
ก. 680 ชิ้น	ข. 681 ชิ้น		
ค. 682 ชิ้น	ง. 683 ชิ้น		
<p>24. กรวยกลมทำด้วยไม้ ภายในกลวง วัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับ 60 เซนติเมตร และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในเท่ากับ 50 เซนติเมตร กรวยมีความสูงภายนอก 20 เซนติเมตร และภายใน 18 เซนติเมตร จงหาปริมาตรของเนื้อไม้ที่ใช้ทำกรวยกลมนี้ (กำหนดให้ $\pi = 3.14$)</p>			
ก. 28,260 ลูกบาศก์เซนติเมตร	ข. 28,285 ลูกบาศก์เซนติเมตร		
ค. 47,100 ลูกบาศก์เซนติเมตร	ง. 75,360 ลูกบาศก์เซนติเมตร		
<p>25. แป้งดินสอพองหอมเป็นผลิตภัณฑ์ภูมิปัญญาของชาวบ้าน จะมีลักษณะเป็นกรวยขนาดต่าง ๆ ผสมสีและกลิ่นหอมตามความนิยมของแต่ละท้องถิ่น ถ้าชาวบ้านได้รับการสั่งทำของลูกค้าให้ผลิต ดินสอพองหอมรูปกรวยขนาดสูง 2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางของฐานกรวยยาว 1.5 เซนติเมตร จำนวน 25,000 ชิ้น ชาวบ้านควรเตรียมแป้งดินสอพองไว้ประมาณกี่ลิตร</p>			
ก. 28 ลิตร	ข. 29 ลิตร		
ค. 30 ลิตร	ง. 31 ลิตร		

ชื่อ.....นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

เฉลย

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน

รหัสวิชา ค23101

ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง	ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				X	11				X	21				X
2			X		12		X			22				X
3				X	13	X				23			X	
4			X		14			X		24	X			
5		X			15	X				25			X	
6				X	16			X		26		X		
7			X		17			X		27	X			
8				X	18			X		28				X
9				X	19		X			29	X			
10		X			20		X			30		X		



แบบประเมินทักษะและกระบวนการคิดศาสตร์

แบบประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ชื่อกลุ่ม.....ชื่อกิจกรรม.....

ชื่อผู้ประเมิน.....

วัน เดือน ปี ที่ประเมิน.....เวลา.....น.

ที่	รายการประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์	ระดับคะแนน				หมายเหตุ
		4	3	2	1	
1.	ความสามารถในการแก้ปัญหา					
2.	ความสามารถในการให้เหตุผล					
3.	ความสามารถในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ					
4.	ความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ					
5.	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
รวม						
ค่าเฉลี่ย/ระดับคุณภาพ						

เกณฑ์การประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
การแก้ปัญหา	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 8-10 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 5-7 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้ 2-4 ข้อ	นักเรียนทำใบงานท้าย หน่วยการจัดการเรียนรู้ โดยอาศัยความรู้ ความ เข้าใจและเลือก ใช้วิธีการ ที่เหมาะสม ในการ แก้ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตร ได้น้อยกว่า 2 ข้อ
การให้เหตุผล	ระบุ ประเด็น ปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ตั้งแต่ 4 ข้อขึ้นไป โดยมี การให้ เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่ การสร้างสรรคชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ 3 ข้อ โดยมีการให้เหตุผลอ้างอิง และนำไปสู่การสร้างสรรค ชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้ 2 ข้อ โดยมีการให้เหตุผล อ้างอิง และนำไปสู่การ สร้างสรรคชิ้นงานได้	ระบุ ประเด็น ปัญหา ที่นำไปสู่การออกแบบ ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม ท้ายหน่วยได้น้อยกว่า 2 ข้อ โดยเหตุผลที่ใช้ใน การอ้างอิงยังไม่ชัดเจน
การสื่อสาร การ สื่อความหมาย ทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ	นำเสนอชิ้นงาน ที่ สามารถสื่อสาร สื่อ ความหมาย ถึงวิธีการ แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตรที่น่าสนใจ เข้าใจง่าย สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ และตอบ คำถามได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	นำเสนอชิ้นงาน ที่สามารถ สื่อสาร สื่อความหมาย ถึง วิธีการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ได้ สอดคล้องกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ แต่ ไม่น่าสนใจ	นำเสนอชิ้นงาน ที่สื่อสาร สื่อความ หมาย ถึง วิธ ี ก ร แก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิว และ ปริมาตร ได้ไม่ ถูกต้อง	การนำเสนอชิ้นงาน ไม่ สอด ค ล ้อง ก ับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้
การเชื่อมโยง	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงใน ใบกิจกรรม ได้มากกว่า 5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและ ปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงใน ใบกิจกรรม ได้ 4-5 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ การอธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อม โย ง ก ับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ลงในใบ กิจกรรม ได้ 2-3 เหตุผล	ใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิว และปริมาตรมาใช้ในการ อธิบาย ให้เหตุผล และ เชื่อมโยงกับสถานการณ์ ปัญหาที่ครูกำหนดให้ลงใน ใบกิจกรรม ได้น้อยกว่า 2 เหตุผล

ทักษะและ กระบวนการ ทางคณิตศาสตร์	ระดับคุณภาพ			
	4 คะแนน (ดีมาก)	3 คะแนน (ดี)	2 คะแนน (พอใช้)	1 คะแนน (ควรปรับปรุง)
ความคิดริเริ่ม สร้างสรรค์	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม แปลก ใหม่ สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น มีความสวยงาม สอดคล้อง กับสถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้ อาจมีการนำ ชิ้นงาน ของผู้อื่น มา ดัดแปลงให้มีความแปลก ใหม่	ชิ้นงานที่นักเรียนสร้าง ขึ้น ไม่มีความสวยงาม และไม่สอดคล้องกับ สถานการณ์ปัญหาที่ครู กำหนดให้	นักเรียนเลียนแบบผลงาน ของผู้อื่น ชิ้นงานไม่มี ความแปลกใหม่

รายละเอียดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ของทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ความหมาย
3.50 – 4.00	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก
2.50 – 3.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.50 – 2.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้
1.00 – 1.49	ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับต้องปรับปรุง



แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

คำชี้แจง

1. แบบสอบถามความพึงพอใจฉบับนี้เป็นแบบสอบถามแบบเลือกตอบ รวม 3 ประเด็น คำถาม จำนวนทั้งสิ้น 15 ข้อ โดยมีระดับความพึงพอใจเพื่อเลือกตอบดังนี้

ระดับคะแนน	หมายถึง	ระดับความพึงพอใจ
ระดับ 5	หมายถึง	พึงพอใจมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	พึงพอใจมาก
ระดับ 3	หมายถึง	พึงพอใจปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	พึงพอใจน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	พึงพอใจน้อยที่สุด

2. การตอบแบบสอบถามนี้ใช้ประโยชน์ทางการวิจัยเท่านั้น **ไม่มี** ผลต่อการเรียนของนักเรียนแต่อย่างใดและ **ไม่มี** คำตอบใดถูกหรือผิด จึงขอความกรุณาให้นักเรียนตอบคำถามตามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตอนที่ 1 จงทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความพึงพอใจของนักเรียนโดยเลือกเพียงคำตอบเดียวเท่านั้น

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้						
1	นักเรียนได้รับความสนุกสนานในการเรียนรู้					
2	นักเรียนได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันกับเพื่อน					
3	ในชั้นเรียนเป็นบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ นักเรียนมีความสุขกับการเรียน					
4	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้					
5	การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบทำให้นักเรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน					

ข้อที่	รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
ด้านกิจกรรมการเรียนรู้						
6	นักเรียนได้วางแผนการทำงานอย่างเป็นระบบ					
7	นักเรียนได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาใช้ในการแก้ปัญหา					
8	นักเรียนได้แสวงหาความรู้และหาแนวทางการแก้ปัญหาด้วยตนเอง					
9	การจัดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ที่เรียนได้					
10	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัวที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตประจำวันของนักเรียน					
ด้านประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการเรียนรู้						
11	นักเรียนสามารถสร้างความรู้ ความเข้าใจได้ด้วยตนเอง					
12	นักเรียนเข้าใจเนื้อหาและแก้ปัญหามีลำดับตามขั้นตอน					
13	การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ ทำให้นักเรียนมีความรับผิดชอบ และกล้าแสดงออกมากยิ่งขึ้น					
14	นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สูงขึ้น					
15	นักเรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้					



ภาคผนวก จ
รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 พิระมิด



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา



ขั้นที่ 3 สร้างความคิด



ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ



รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 กรวย



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา



ขั้นที่ 3 สร้างความคิด



ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ



ชั้นที่ 5 นำเสนอชิ้นงานและประเมินผล



รูปภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ทรงกลม



ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา



ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา



ขั้นที่ 3 สร้างความคิด



ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ



ขั้นที่ 5 นำเสนอชิ้นงานและประเมินผล

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมวิชาการ. (2551). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ก่อเกียรติ ขวัญสกุล. (2561). การพัฒนานวัตกรรมการสื่อประชาสัมพันธ์ โดยการบูรณาการการเรียนรู้ เพื่อบริการวิชาการแก่ชุมชน ในรายวิชา 1 หลักสูตร 1 ชุมชน โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ. *วารสารศรีนครินทรวิโรฒวิจัยและพัฒนา (สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, กรกฎาคม-ธันวาคม 2562, 11-22.
- จุไรรัตน์ ปิงผลพูล. (2555). *การพัฒนาผลการเรียนรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้แบบโครงงาน*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ). มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ชวาล แพรัตกุล. (2552). *เทคนิคการวัดผล (Vol. 7)*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก.
- ชัยญา อุทิศ. (2557). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ที่ส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม Geogebra ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสมุทรสาครบูรณะ จังหวัดสมุทรสาคร*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชัยรัตน์ สุล่านาจ. (2547). *ผลของการจัดกิจกรรมโครงงานคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความสามารถในการทำโครงงานคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. (วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดวงกมล คงคาเพชร. (2556). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพรหมานุสรณ์ จังหวัดเพชรบุรี*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์).

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- นัสนรินทร์ ปือชา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นุชจรี กิจวรรณ. (2561). กระบวนการคิดเชิงออกแบบ : มุมมองใหม่ของระบบสุขภาพไทย. *วารสารสภาการพยาบาล*, 33(1), 5-14.
- นุรมา อาลี. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 4 MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2554). *การวิจัยเบื้องต้น (Vol.9)*. กรุงเทพมหานคร : สุริยวิทยาสาน.
- ปริญญา ทองสมจิตร. (2556). เทคโนโลยีขับเคลื่อนชุมชนสร้างสรรค์นวัตกรรมตามแนวทางการคิดเชิงออกแบบ และการประเมินชุมชนแบบมีส่วนร่วมโดยนักพัฒนาชุมชนและนิสิตอาสา. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พัทธนันท์ บุตรฉุย. (2559). การพัฒนารูปแบบการแบ่งปันความรู้ออนไลน์โดยใช้แนวคิดเชิงออกแบบร่วมกับเทคนิคการวิเคราะห์อนาคตเพื่อเสริมสร้างเชิงธุรกิจของนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต สาขาการจัดการ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2560). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พริยา สีสด. (2557). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรมเสริมสร้างทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- ภณิดา ชัยปัญญา. (2541). ความพึงพอใจของเกษตรกรต่อกิจกรรมไร่่นาสวนผสมภายใต้โครงการปรับโครงสร้างและระบบการผลิตการเกษตรของจังหวัดเชียงราย. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต คณะเกษตรศาสตร์). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ภุขงค์ ไรจน์แสงรัตน์. (2559). การพัฒนารูปแบบการสอน โดยใช้การคิดเชิงออกแบบเป็นฐาน เพื่อ

- สร้างสรรค์ผลงานที่ปรากฏอัตลักษณ์ไทย สำหรับนิสิตนักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิต.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศึกษา). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). *วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2539). *การเรียนการสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : บพิธการพิมพ์ จำกัด.
- วาทีนี บรรจง. (2556). *ผลของการจัดประสบการณ์ศิลปะโดยบูรณาการแนวคิดเชิงออกแบบที่มีต่อ
ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอนุบาล*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา
ปฐมวัย). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- ศรายุทธ พูลสุข. (2560). *ผลของการจัดการเรียนรู้การแก้ปัญหาตามสภาพจริง เรื่อง ของแข็ง ของเหลว
และแก๊ส ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจของ
นักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี*.
(วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์).
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2561). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษา
ระดับชาติ ชั้น พื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2561*.
[http://www.newoneresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/School/ReportSchool
BySchool.aspx?mi=2](http://www.newoneresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/School/ReportSchoolBySchool.aspx?mi=2) สืบค้นเมื่อ 8 ตุลาคม 2562.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2544). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *ทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2551). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*.
กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วน จำกัด ส. เจริญการพิมพ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการ
เรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2551). *กรอบทิศทางการพัฒนาการศึกษาในช่วงแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ที่สอดคล้องกับแผนการศึกษา
แห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559) ฉบับสรุป*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อ
พัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*.

(วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและวิธีสอน). มหาวิทยาลัยศิลปากร.

อังคณา สุวรรณพัฒน์. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เน้นทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม *The geometer's sketchpad (GSP)* โรงเรียนกัลยาณีศรีธรรมราช จังหวัดนครศรีธรรมราช. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัมพร ม้าคนอง. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ (Vol. 2)*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Braun, L. W. (2016). Using Design Thinking Providing a framework for youth activities. <https://americanlibrariesmagazine.org/2016/05/31/using-design-thinking/> Retrieved October 12, 2019.

Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, Imagination and the Fires Within: Design Thinking in a Middle School Classroom. *The International Journal of art And Design Education*, 29(1), 37-53.

Kumar, V. (2004). Innovation Planning Toolkit. *Institute of Design, Illinois Institute of Technology*.

Lloyd, P. (2013). Embedded Creativity: Teaching Design Thinking via Distance Education. *International Journal of Technology and Design Education*, 23(3), 749-765.

Noweski, C., Scheer, A., Buttner, N., Thienen, J. v., Erdmann, J., & Meinel, C. (2012). Towards a Paradigm Shift in Education Practice: Developing Twenty-First Century Skills with Design Thinking. *Design Thinking Research*, 71-94.

Seidel, V. P., & Fixson, S. K. (2013). Adopting Design Thinking in Novice Multidisciplinary Teams: The Application and Limits of Design Methods and Reflexive Practices. *The Journal of Product Innovation Management*, 30(1), 19-33.

The National Council of Teachers of Mathematics. (1989). Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics. *Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics*.

The National Council of Teachers of Mathematics. (2000). Principles and Standard for

School Mathematics. Reston, Virginia: The National Council of Teachers of Mathematics.

The Stanford d.school Bootcamp Bootleg (HPI). (2009). D.school bootcamp bootleg. <https://educationinnovation.typepad.com/files/bootcampbootleg2009-1.pdf>
Retrieved October 12, 2019.





ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวสุดารัตน์ คงวิเชียร
วัน เดือน ปี เกิด	10 กรกฎาคม 2536
สถานที่เกิด	จังหวัดกาญจนบุรี
วุฒิการศึกษา	ครุศาสตรบัณฑิต (คบ.) สาขาวิชาการศึกษา (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ที่อยู่ปัจจุบัน	34 หมู่ 3 ตำบลหนองโสน อำเภอเลาขวัญ จังหวัดกาญจนบุรี 71210

