



การศึกษาศามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN SURFACE AREA AND
VOLUME FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS VIA STEM EDUCATION ACTIVITIES

ศรีสุดา อ่อนบัตร

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2563

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN SURFACE AREA AND
VOLUME FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS VIA STEM EDUCATION ACTIVITIES



SRISUDA ONBAT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Mathematics)

Faculty of Science, Srinakharinwirot University

2020

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ของ

ศรีสุดา อ่อนบัตร

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก	 ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)
..... ที่ปรึกษาร่วม	 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล)	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย)

ชื่อเรื่อง	การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
ผู้วิจัย	ศรีสุดา อ่อนบัตร
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ญาณิน กองทิพย์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) ศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 34 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยในกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เป็นกลุ่มละ 4 คน ซึ่งแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ โดยผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที และใช้แผนการวิจัยแบบ One - Group Posttest - Only Design เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion) และวิเคราะห์พฤติกรรมตามแบบของอัซซัท และอมอร์-ทอมัส ผลการศึกษาพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา แสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสี่ด้าน ได้แก่ด้านการทำความเข้าใจปัญหา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา และด้านการตรวจสอบ

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์, พื้นที่ผิวและปริมาตร

Title	A STUDY OF MATHEMATICAL PROBLEM-SOLVING ABILITY IN SURFACE AREA AND VOLUME FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS VIA STEM EDUCATION ACTIVITIES
Author	SRISUDA ONBAT
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2020
Thesis Advisor	Assistant Professor Yanin Kongthip
Co Advisor	Assistant Professor. Dr. Pisuttawan Sripirom Sirininlakul

The purpose of this research is to study mathematical problem-solving ability in surface area and volume for Mathayomsuksa Three students via STEM education activities. The subjects of this study included 34 students in the second semester of the 2020 academic year at Piyamaharachalai School in Nakhonphanom. They were selected using the cluster random sampling technique. There were four participants selected as target students for a case study on their mathematical problem-solving behavior. The experiment lasted for sixteen fifty-minute periods. This study used a One-Group Posttest-Only Design. The research instruments included lesson plans in surface area and volume via STEM education activities, a mathematical problem-solving ability test and observation forms for mathematical problem-solving behavior. The data were statistically analyzed using Z-Test for population proportion and their behavior were analyzed by using Artzt, Alice F.; and Armour-Thomas, Eleanor form. The results revealed the following: (1) the students who participated in the STEM lessons about surface areas and volumes of three-dimensional shapes performed their abilities to solve mathematical problems in surface areas and volumes at the .05 level of significance more than 60%; and (2) their students' mathematical problem-solving behaviors were demonstrated in four dimensions, which included: understanding problems, planning methods for problem-solving, implementing ideas, and verifying their solutions.

Keyword : STEM education, Mathematical problem-solving ability, Surface area and volume

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเพราะได้รับความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ญานิน กองทิพย์ ประธานควบคุมปริญญานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิศุทธวรรณ ศรีภิรมย์ สิรินิลกุล กรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิจัยนี้ทุกขั้นตอน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิริ สิรินิลกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสถาและ และอาจารย์สมศรี แจ่มสุทิมล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจแก้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบปากเปล่า และให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) และผู้อำนวยการและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และบุคคลในครอบครัวทุกท่านที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนในการศึกษา รวมทั้งสนับสนุนการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ในทุกด้าน จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จด้วยดี

ประโยชน์และคุณค่าที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยสนับสนุน ให้ความรู้ และความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัย

ศรีสุตา อ่อนบัตร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
ความสำคัญของการวิจัย	4
ขอบเขตของการวิจัย	5
ประชากรที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย	5
กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย	5
ระยะเวลาในการวิจัย	5
ขอบเขตเนื้อหา.....	5
ตัวแปรที่ศึกษา	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย	8
สมมติฐานในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา	10

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา	10
1.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	12
1.3 ความแตกต่างของวิศวกรรมและเทคโนโลยี	13
1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	14
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	21
2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	21
2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	22
2.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์	23
2.4 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	24
2.5 สื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	26
2.6 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....	27
การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา	36
3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา.....	37
3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	40
3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวและปริมาตร.....	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	46
1. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง	46
ประชากรที่ใช้ในการวิจัย	46
กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	46
2. กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	47
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	51

3.1 เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	51
3.2 เครื่องมือสำหรับการวัดผลและประเมินผล	53
4. เก็บรวบรวมข้อมูล	55
แบบแผนการวิจัย	55
การดำเนินการทดลอง	55
5. วิเคราะห์ข้อมูล	56
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	60
ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา.....	60
1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	60
1.2 การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติ	61
1.3 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย.....	61
ตอนที่ 2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	69
2.1 ด้านการทำความเข้าใจปัญหา.....	69
2.2 การวางแผนการแก้ปัญหา.....	83
2.3 การดำเนินการตามแผน.....	91
2.4 การตรวจสอบ	96
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	100
ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป	100
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	103
ข้อเสนอแนะ	105

บรรณานุกรม	106
ภาคผนวก.....	105
ภาคผนวก ก	108
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	108
ภาคผนวก ข	111
การหาคุณภาพของแบบทดสอบ.....	111
ภาคผนวก ค	113
การทดสอบสมมติฐาน.....	113
ภาคผนวก ง.....	115
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้.....	115
ภาคผนวก จ	150
แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	150
ภาคผนวก ฉ	155
แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	155
ภาคผนวก ช	158
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	158
ประวัติผู้เขียน.....	160

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์.....	30
ตาราง 2 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม	31
ตาราง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	48
ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3	60
ตาราง 5 ผลการทดสอบภาวะการแจ่มแจ้งปกติ.....	61
ตาราง 6 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย	62
ตาราง 7 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา ของนักเรียนที่ทำ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร	62
ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา	110
ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร	112
ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร	112

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 แผนภาพระดับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ	16
ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอ์นันเดซ	25
ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ	28
ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน	51
ภาพประกอบ 5 ร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน	63
ภาพประกอบ 6 ร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน	64
ภาพประกอบ 7 ร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียน	64
ภาพประกอบ 8 ร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียน	65
ภาพประกอบ 9 ร่องรอยการดำเนินการตามแผนโดยการแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบของ นักเรียน	66
ภาพประกอบ 10 การดำเนินการตามแผนโดยการสร้างชิ้นงานของนักเรียน	66
ภาพประกอบ 11 ร่องรอยการดำเนินการตามแผนของนักเรียน	67
ภาพประกอบ 12 การดำเนินการตามแผนโดยการสร้างชิ้นงานของนักเรียน	67
ภาพประกอบ 13 ร่องรอยการตรวจสอบผลของนักเรียน	68
ภาพประกอบ 14 ร่องรอยการตรวจสอบผลของนักเรียน	68
ภาพประกอบ 15 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม จำลอง ของนักเรียน	เรื่อง เรือ 70
ภาพประกอบ 16 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม จำลอง ของนักเรียน	เรื่อง เรือ 71
ภาพประกอบ 17 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวฟ่าง	71

[illegible]

ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม แกรม ของข้าวปั้น.....	เรื่อง ไฮโด	79
ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม แกรม ของข้าวปุ้น	เรื่อง ไฮโด	80
ภาพประกอบ 33 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม จำลอง ของข้าวฟ่าง.....	เรื่อง เรือ	84
ภาพประกอบ 34 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม จำลอง ของข้าวหอม และข้าวปั้น.....	เรื่อง เรือ	84
ภาพประกอบ 35 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม จำลอง ของข้าวปุ้น.....	เรื่อง เรือ	85
ภาพประกอบ 36 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม อาคาร ของข้าวฟ่าง.....	เรื่อง สร้าง	86
ภาพประกอบ 37 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม อาคาร ของข้าวหอม	เรื่อง สร้าง	86
ภาพประกอบ 38 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม อาคาร ของข้าวปั้น และข้าวปุ้น.....	เรื่อง สร้าง	87
ภาพประกอบ 39 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม เรื่อง ของข้าวฟ่าง และข้าวหอม.....	เรื่อง ไฮโดแกรม	88
ภาพประกอบ 40 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม ไฮโดแกรม ของข้าวปั้น และข้าวปุ้น	เรื่อง	88
ภาพประกอบ 41 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ฟ่าง ข้าวหอม และข้าวปั้น.....	ของข้าว	92
ภาพประกอบ 42 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวปุ้น		92
ภาพประกอบ 43 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร ฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปุ้น.....	ของข้าว	93
ภาพประกอบ 44 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดแกรม ของข้าวฟ่าง		94

ภาพประกอบ 45 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวหอม	94
ภาพประกอบ 46 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวปุ้น	95
ภาพประกอบ 47 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวปุ้น	95
ภาพประกอบ 48 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของ ข้าวฟ่าง ข้าวหอม และข้าวปุ้น	96
ภาพประกอบ 49 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของ ข้าวปุ้น	97
ภาพประกอบ 50 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง สร้าง อาคาร ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปุ้น	97
ภาพประกอบ 51 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโด แกรม ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปุ้น	98

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

สังคมโลกจากอดีตจนถึงปัจจุบันได้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในหลายๆ ด้าน เช่น ด้านสังคม ด้านเทคโนโลยี หรือแม้กระทั่งในด้านอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลทำให้พฤติกรรมต่างๆ ของมนุษย์ได้มีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยต้องมีความรู้ความสามารถที่จำเป็นในการแข่งขันทางด้านเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 (English, 2015; Ibrahim, 2015; วิจารย์ พานิช, 2555) ที่สำคัญในการส่งเสริมการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญก้าวหน้าด้านต่างๆ ซึ่งการแก้ปัญหาเป็นสิ่งจำเป็นในการใช้ชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 21 และเพื่อการส่งเสริมประชากรให้มีความสามารถและความรู้ในด้านต่างๆ ในการพัฒนาประเทศต่อไปนั้น การศึกษาจึงมีบทบาทสำคัญที่จะเน้นพัฒนาทักษะและทัศนคติที่จำเป็นหรือมีความสำคัญในการประกอบกับการใช้ชีวิตอยู่ในศตวรรษที่ 21 (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ., ม.ป.ป.) โดยทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้แก่ 1) ทักษะด้านนวัตกรรมและการเรียนรู้ ได้แก่ นวัตกรรมและความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหาและการคิดเชิงวิพากษ์ การร่วมมือและการสื่อสาร 2) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี ซึ่งประกอบด้วย การรู้เท่าทันสารสนเทศ การรู้เท่าทันสื่อ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยีสารสนเทศ และ 3) ทักษะด้านชีวิตและอาชีพ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการปรับตัวและความสามารถในการยืดหยุ่น การชี้นำตนเองและความคิดริเริ่มการเรียนรู้ข้ามวัฒนธรรมและทักษะทางสังคม ความรู้รับผิดชอบและการเพิ่มผลผลิต และความรับผิดชอบและความเป็นผู้นำ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556, น. 52; วิจารย์ พานิช, 2555, น. 15-16)

ตลอดหลายปีที่ผ่านมา จำนวนผู้เรียนที่มีความสนใจในการเรียนต่อด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่เป็นสิ่งสำคัญในการผลักดันให้เกิดการพัฒนาชาติอย่างมั่นคงนั้นมีจำนวนลดลง ตลอดจนการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เรียนมาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา จนถึงระดับอุดมศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่ในวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เช่น ผลของการทดสอบ PISA หรือ Programme for International Student Assessment ที่มีจุดมุ่งหมายหลักคือการประเมินสมรรถนะการใช้ทักษะความรู้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาที่ผู้เรียนมีโอกาสพบเจอในชีวิตจริงนั้นยังไม่น่าพึงพอใจ อีกทั้งผู้เรียนไม่ทราบว่าสามารถนำความรู้จากการเรียนวิชาเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อย่างไรหรือทำงานอะไร ทั้งที่ในชีวิตจริงนั้นโดยปกติแล้วเราต้องพบเจอกับสถานการณ์ปัญหาต่างๆ เช่น การเดินทาง การจับจ่ายใช้สอย การตัดสินใจ

ประเด็นปัญหาต่างๆ ซึ่งเราจำเป็นต้องใช้ความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ช่วยในการแก้ปัญหาให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการใช้คณิตศาสตร์ถึงแม้ว่าจำเป็นต้องใช้ทักษะคณิตศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้จากในห้องเรียน แต่นักเรียนก็มีความจำเป็นต้องสามารถประยุกต์ใช้ทักษะนั้นๆ ในสถานการณ์ปัญหาอื่นๆ ที่สามารถพบเจอได้รอบตัว ที่อยู่นอกเหนือจากแบบฝึกคณิตศาสตร์ที่เรียนในห้องเรียนนั้นนักเรียนมักจะไม่นำไปถึงความเป็นจริงเท่าที่ควร แต่ในความเป็นจริงนั้น เราจำเป็นต้องรู้จักเลือกตัดสินใจหรือต้องเลือกว่าจะต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์อย่างไรเพื่อให้แก้ปัญหาได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 215) ทั้งนี้สาเหตุส่วนหนึ่งมาจากการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยนั้นไม่เอื้อต่อการพัฒนาผู้เรียนให้ได้มีทั้งความรู้และมีความสามารถในการแก้ปัญหาเท่าที่ควร อีกทั้งยังไม่สนองต่อความต้องการในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติที่ต้องการประชากรที่มีประสิทธิภาพทั้งในด้านความรู้และทักษะต่างๆ ที่เหมาะสมกับการแข่งขันสูงในอนาคตได้ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 215; สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 4-5) ซึ่งการเรียนการสอนส่วนใหญ่นั้นผู้สอนยังมุ่งสอนตามตำรา โดยไม่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ไม่มีการบูรณาการในแต่ละวิชา ส่งผลให้การศึกษารองของไทยจึงยังเผชิญอยู่กับปัญหา (กรมวิชาการ, 2545, น. 1)

แต่เมื่อพิจารณานักเรียนซึ่งยังไม่เห็นถึงความสำคัญในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เนื่องจากไม่สามารถประยุกต์หรือนำไปใช้เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงได้ อีกทั้งการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการท่องจำสูตร โดยไม่เข้าใจถึงแนวทางการนำความรู้เหล่านั้นไปใช้ และไม่มีแบบอย่างของการใช้ความรู้ในชีวิตจริง ซึ่งนั่นส่งผลด้านลบต่อความสามารถในการประยุกต์ใช้ความรู้เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาของนักเรียน (วัชรวิภา กาญจนเกียรติ, 2554, น. 18) เช่น เมื่อพิจารณาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระบุว่าคุณภาพของผู้เรียนที่เรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 นั้นต้องมีผลการเรียนรู้ที่คาดหวังโดยมีความรู้และความเข้าใจในพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก รวมถึงปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย ตลอดจนทรงกลม และใช้ความรู้ในชีวิตจริงได้ นอกจากนี้ยังต้องสามารถใช้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี และทางคณิตศาสตร์เพื่อการแก้ปัญหาต่างๆ และสามารถเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ในวิชาคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์วิชาอื่นๆ ได้ (สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, น. 4) แต่กลับพบว่าเนื้อหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรนั้นเป็นปัญหากับนักเรียนมากเรื่องหนึ่ง โดยความสามารถในการใช้ความรู้ในการ

แก้ปัญหาของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่น่าพึงพอใจ ซึ่งต้องอาศัยการวาดรูปมาช่วยในการแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนมีความเข้าใจโจทย์ปัญหาได้ดี มากยิ่งขึ้น อีกทั้งนักเรียนมองเห็นความสำคัญของใช้ความรู้ในระดับที่ไม่น่าพึงพอใจ ไม่สามารถนำความรู้ไปต่อยอดในการพัฒนาสิ่งต่างๆ ได้ ตลอดจนเห็นแนวทางการนำความรู้ไปใช้จากเพียงแคในหนังสือเรียนเท่านั้น ซึ่งแท้จริงแล้วสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการออกแบบบรรจภัณฑ์ต่างๆ หรือสามารถพัฒนาความรู้ไปใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหาภัยแล้งได้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ แบบบูรณาการความรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ให้นักเรียนได้เห็นถึงคุณค่าหรือประโยชน์ของความรู้ นำความรู้มาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา หรือใช้ประกอบการเรียนรู้วิชาต่างๆ (เชษฐสุดา จันทรเยี่ยม, 2542; เบญจวรรณ นันตาเครือ, 2554; สุรัช จามรเนียม, 2548)

สำหรับประเทศไทยในปัจจุบันได้มีนโยบายทางการจัดการศึกษาที่มีการมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้ผู้เรียนได้มีความรู้และความสามารถที่จะนำสิ่งที่ได้เรียนจากในโรงเรียนไปใช้ในสถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนได้มีโอกาสพบเจอในชีวิตจริง เพื่อเตรียมพร้อมให้นักเรียนสามารถดำเนินชีวิตได้อย่างมีความสุขและมีคุณภาพ โดยปรับการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีบทบาทมากขึ้น ตลอดจนปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนการสอนให้เป็นแบบบูรณาการ (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 215; พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556, น. 53) ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ได้มีการพิจารณาข้อดีในการพัฒนาบุคคลที่ไม่ได้มีเพียงความรู้หรือมีเพียงทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เท่านั้น แต่ยังสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาหรือการทำงานและการดำรงชีวิต สสวท. จึงได้ส่งเสริมและมุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ 4 วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือเรียกว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) โดยผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หรือการแก้ปัญหาที่มีการนำความรู้จากวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการสร้างสรรค์เป็นเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ หรือสนองต่อความต้องการ ตลอดจนช่วยเพิ่มความสามารถในการทำงานของมนุษย์ ซึ่งวิศวกรรมศาสตร์คือการสร้าง การทำต้นแบบ หรือการดัดแปลง รวมทั้งการคิด การออกแบบที่มีการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้นั่นเอง (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, น. 35-37) โดยในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สามารถส่งเสริมผู้เรียนให้ได้มีแนวทางของการนำความรู้ ทักษะต่างๆ และประสบการณ์ที่ได้จากการเรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยเป็นการเชื่อมโยงความรู้ไปสู่โลกแห่งความเป็นจริง ซึ่งนำไปสู่เป้าหมายที่แท้จริงของการเรียนรู้และการแก้ปัญหา และเป็นประโยชน์กับ

การใช้ชีวิตและการทำงานในอนาคต เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผลเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ ได้ รวมทั้งเห็นถึงความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ที่ส่งผลต่อการพัฒนาประชากรของชาติให้สามารถค้นคว้าการแก้ปัญหาและการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ ที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิต และเป็นประโยชน์ในการฟื้นฟูระบบเศรษฐกิจในอนาคต เพื่อการพัฒนาประเทศชาติที่มั่นคงต่อไป (ดรรรัตน์ ชัยพิลา, 2558, น. 100; พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556, น. 55; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ & พเยาว์ ยินดีสุข, 2557, น. 3; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 5; สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 2556, น. 5)

ด้วยเหตุผลข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายของวิจัยครั้งนี้ไว้ว่า

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ความสำคัญของการวิจัย

1. ได้แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. ได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
3. ได้แนวทางในการพัฒนานักเรียนให้สามารถนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง ตลอดจนเห็นประโยชน์และคุณค่าของคณิตศาสตร์ที่มีต่อวิชาอื่นๆ

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้ประชากรเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 ของโรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม

กลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย

สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้ใช้ในการวิจัย คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม จำนวน 1 ห้องเรียน ที่มีนักเรียนจำนวน 34 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

ระยะเวลาในการวิจัย

ดำเนินการทดลองการวิจัยในปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 จำนวน 16 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที ซึ่งแบ่งเวลาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 12 คาบเรียน และทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร จำนวน 4 คาบเรียน

ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. ตัวแปรตาม คือ ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง สถานการณ์หรือเหตุการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรที่นักเรียนกำลังเผชิญ และต้องการคำตอบ โดยที่ยังไม่ทราบขั้นตอนหรือวิธีการในการได้มาซึ่งคำตอบของสถานการณ์นั้นได้ทันที

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง การแสดงออกในการค้นหาคำตอบทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยแบ่งขั้นตอนดังต่อไปนี้ (Polya, 1957b, p. 5-40)

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา คือการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา คือการรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน คือนักเรียนใช้ความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ในการค้นหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล คือการตรวจสอบผลของการดำเนินการแก้ปัญหาและวิธีการในการแก้ปัญหาที่นักเรียนได้ใช้

3. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง แบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนทั้งหมดจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม ถือว่านักเรียนผู้นั้นผ่านเกณฑ์

5. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร หมายถึง การแสดงออกของนักเรียนในขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ขณะลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านเครื่องมือสังเกตพฤติกรรมแบบตรวจสอบรายการจากการสังเกต และบันทึกวิธีทัศน์เพื่อใช้บันทึกการแสดงออกของนักเรียน ด้วยวาจา ร่องรอยการเขียน และการสร้างชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งพิจารณาพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา 4 ด้าน ดังนี้

5.1 ด้านการทำความเข้าใจปัญหา โดยพิจารณาการระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหา กำหนดและสิ่งที่ต้องการหา ตลอดจนความเข้าใจแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เงื่อนไขสำคัญของปัญหา และความสัมพันธ์ต่างๆ ของข้อมูล ขณะลงมือแก้ปัญหาจากร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบ และการซักถามหรืออภิปรายของนักเรียน

5.2 ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา โดยพิจารณาการรวบรวมข้อมูลเพื่อแสดงความสัมพันธ์ของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือสิ่งที่โจทย์ต้องการ ขณะลงมือแก้ปัญหาจากการสืบค้นข้อมูล การรวบรวมข้อมูลที่นักเรียนสืบค้น และการซักถามหรืออภิปรายของนักเรียนเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน

5.3 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา โดยพิจารณาการใช้ความรู้ของนักเรียน ขณะดำเนินการคำนวณและลงมือสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ จากการลงมือสร้างชิ้นงานของนักเรียน

5.4 ด้านการตรวจสอบ โดยพิจารณาการทดสอบและประเมินวิธีการในการสร้างหรือการแก้สถานการณ์ปัญหา ตลอดจนแก้ไข ปรับปรุงชิ้นงาน จากการนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา หมายถึง กิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้ในวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเข้าด้วยกัน โดยการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้ (Isabelle & Zinn, 2017; Teevasuthonsakul, 2017; คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ในสถานศึกษา, 2559)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนระบุปัญหาหรือเข้าใจข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา หลังจากทำความเข้าใจปัญหาแล้ว จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปเป็นข้อความสั้นๆ

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะค้นคว้ารวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการ และแนวทางในการแก้สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาวิธีการที่หลากหลาย จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาวิเคราะห์ภายใต้ความสอดคล้องกับกรอบของสถานการณ์ปัญหาหรือความต้องการ แล้วจึงสรุปเป็นแนวคิดหรือวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา และตัวอย่างประเด็นในการรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบชิ้นงาน เช่น งบประมาณที่ใช้กับวิธีแก้ปัญหา ความรู้ที่เกี่ยวข้องในการแก้สถานการณ์ปัญหา วัสดุที่จะนำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา แนวทางอื่นๆ ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหา เป็นต้น

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 โดยขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจผ่านวิธีการต่างๆ

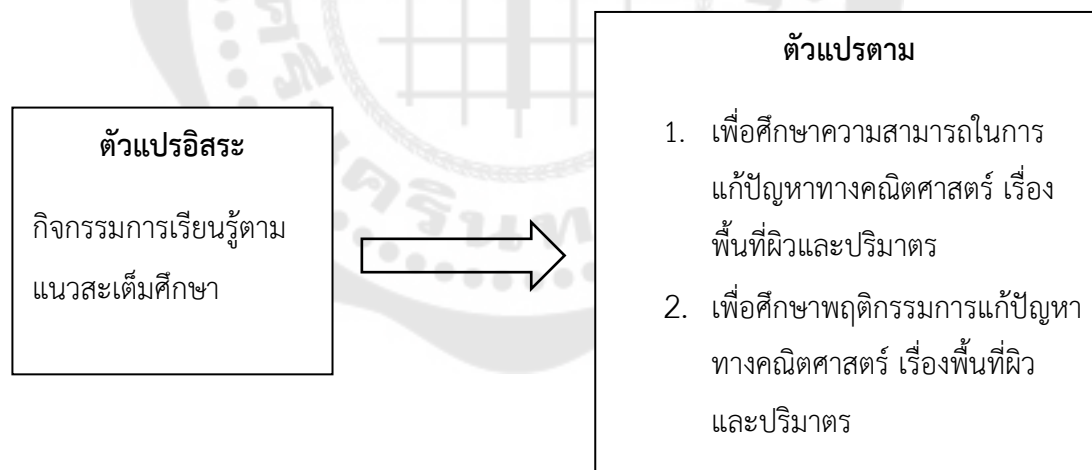
ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนวางแผนการดำเนินงานหรือวิธีการในการแก้สถานการณ์ปัญหาตามที่ออกแบบไว้ โดยการกำหนดเป้าหมายและเวลาในการดำเนินงานหรือผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอน จากนั้นจึงลงมือดำเนินการคำนวณและสร้างชิ้นงานตามขั้นตอนที่วางแผน เพื่อที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือ
ชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะทดสอบและประเมินวิธีการในการสร้างหรือการแก้สถานการณ์
ปัญหา ว่าสามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการได้หรือไม่ มี
ข้อบกพร่องอย่างไร และควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือวิธีการอย่างไร แล้วจึงนำผลที่ได้มาทำ
การปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพหรือเหมาะสมในการแก้สถานการณ์ปัญหาให้มากที่สุด และใน
การทดสอบการทำงานของชิ้นงานควรกำหนดประเด็นหรือวัตถุประสงค์ในการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ผลการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือ
ชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ผลการแก้สถานการณ์ปัญหา
หรือชิ้นงาน โดยจะต้องนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการตอบปัญหาการวิจัยกิจกรรม
การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งมีกรอบแนวคิดของการวิจัย
ดังนี้



สมมติฐานในการวิจัย

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถ
แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยครั้งนี้ และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

- 1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
- 1.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
- 1.3 ความแตกต่างของวิศวกรรมและเทคโนโลยี
- 1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

- 2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.4 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.5 สื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.6 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 2.7 การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา
- 3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวและปริมาตร

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

1.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา

เดวิด ดับเบิลยู ไวท์ (White, 2014) กล่าวถึงสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรม ที่เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นในการดำรงชีพของผู้เรียน

ที เจ เคนเนดี้ (T.J.Kennedy, 2014) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา เป็นการเรียนการสอนในสี่สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการตั้งคำถามและค้นหาคำตอบด้วยกระบวนการตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่มีการกำหนดปัญหาและแก้ปัญหาโดยการออกแบบ การสร้าง และประเมินผล ซึ่งสะเต็มศึกษาหลอมรวมทั้งสองกระบวนการเข้าด้วยกันผ่านการบูรณาการทั้งสี่สาขาวิชา

โจนาธาน เอ็ม เบรเนอร์ (Jonathan M. Breiner, 2012) กล่าวถึงสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการเรียนการสอนที่มีการบูรณาการความรู้จากศาสตร์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ เพื่อสนับสนุนผู้เรียนให้ได้นำเอาความรู้นั้นๆ ไปใช้เพื่อแก้ปัญหาจริงในชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 3-4) กล่าวถึงสะเต็มศึกษา หรือ STEM Education ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการศาสตร์ต่างๆ ได้แก่ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ โดยมีการมุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่สามารถพบได้จริงรอบๆ ตัว อีกทั้งยังมุ่งเน้นในการสร้างเสริมประสบการณ์ ทักษะชีวิต และการมีความคิดสร้างสรรค์ อีกทั้งการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนสำหรับการรับมือในการทำงานที่อาจมีการใช้ความรู้ หรือใช้ทักษะกระบวนการทางด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ตลอดจนเพื่อมุ่งสู่การสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556, น. 50-51) ได้กล่าวเกี่ยวกับสะเต็มศึกษา ว่าเป็นการสอนแบบการบูรณาการข้ามศาสตร์สาขาวิชาคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งนำสิ่งสำคัญหรือจุดเน้น และวิธีการสอนต่างๆ มาผสมให้มีความกลมกลืน เพื่อให้ผู้เรียนได้นำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหา ค้นคว้า ตลอดจนสามารถพัฒนาสิ่งต่างๆ ซึ่งสถานการณ์โลกในปัจจุบันนี้พึ่งพาการจัดการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนจากหลากหลายสาขาวิชาได้ร่วมมือกัน เนื่องจากในชีวิตประจำวันหรือการทำงานนั้นจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่

หลากหลาย โดยไม่มีการแยกแยะว่าจะใช้ความรู้ส่วนใดส่วนหนึ่ง นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาทักษะที่จำเป็นในยุคโลกาภิวัตน์อีกด้วย

สุทธิดา จำรัส (2560, น. 16) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาคือกรอบแนวคิดและนวัตกรรมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นแนวคิดในการเร่งการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันด้านเศรษฐกิจที่ส่งผลต่อชีวิต สังคม และประเทศ โดยองค์ความรู้และกรอบแนวคิดสะเต็มเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

รักษพล ธนานุวงศ์ (2556, น. 15) ได้กล่าวถึงสะเต็มศึกษาว่าเป็นการศึกษาวิชาเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาประเทศได้เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ พร้อมทั้งให้มีการเน้นวิชาวิศวกรรมศาสตร์ โดยใช้เป็นตัวประสานให้ศาสตร์ทั้งสี่เข้าด้วยกัน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนทั้งสี่วิชา และเพื่อการพัฒนาขีดความสามารถของผู้เรียนให้มีทักษะในการเรียนรู้ข้ามศาสตร์ทั้งสี่ สามารถใช้ชีวิตในศตวรรษที่ 21 ที่มีการการแข่งขันในหลายๆ ด้าน ตลอดจนความมั่นคงของประเทศอีกด้วย

เปรี๊ยะฟ้า ด้วงนุ่น (2560, น. 247) กล่าวเกี่ยวกับสะเต็มศึกษาว่าเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการศาสตร์สาขาวิชาเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งมีการมุ่งเน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์จริง ทักษะชีวิต รวมถึงการมีความคิดสร้างสรรค์ ตลอดจนให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกตั้งคำถาม ฝึกแก้ปัญหา และพัฒนาสิ่งประดิษฐ์หรือคิดค้นนวัตกรรมใหม่ๆ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในอนาคต ผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน การออกแบบ การเรียนรู้ที่มีการใช้โครงงานเป็นฐาน การค้นพบ และการใช้ยุทธวิธีการสำรวจ นอกจากนี้สะเต็มศึกษายังส่งเสริมการพัฒนาทักษะที่มีสำคัญในการดำรงชีพอยู่ในศตวรรษที่ 21 และส่งเสริมความสามารถในด้านการพัฒนาคุณภาพชีวิต ความมั่นคงของประเทศ และการแข่งขันทางเศรษฐกิจ

จากข้อความข้างต้น พอสรุปความหมายของสะเต็มศึกษาได้ว่าเป็นการนำสาขาวิชาทั้งสี่สาขาวิชา ได้แก่ เทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และวิศวกรรมศาสตร์ มาทำการบูรณาการทางการศึกษา โดยมีการนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาผสมกันอย่างลงตัว มีเป้าหมายสำคัญคือเพื่อส่งผลให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหารอบตัว พัฒนาหรือคิดค้นเพื่อผลิตใหม่ๆ หรือการพัฒนากระบวนการที่เป็นประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต หรือเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต

1.2 องค์ประกอบของการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่มีการเชื่อมโยงความรู้จากองค์ประกอบต่างๆ ทั้ง 4 วิชา ซึ่งนักการศึกษาได้ให้ความหมายในแต่ละองค์ประกอบ ดังต่อไปนี้

Varquez, J.A., Sneider, and Comer (2010) กล่าวว่า การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้เข้าด้วยกันของศาสตร์ความรู้ 4 ศาสตร์ ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือวิชาที่ว่าด้วยความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวกับทั้งสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

2. เทคโนโลยี คือการใช้เครื่องมือ แนวคิด กระบวนการหรือวิธีการที่จะนำไปแก้ไขหรือพัฒนาชิ้นงาน

3. วิศวกรรม คือกระบวนการในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน เช่น การออกแบบ การคิดค้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการ

4. คณิตศาสตร์ คือวิชาการคำนวณ หรือการคิดที่มีแบบแผน ซึ่งไม่ใช่มีเพียงแค่ตัวเลข โดยอาจจะมีรูปภาพ หรือสัญลักษณ์อีกด้วย

เดวิด ดับเบิลยู ไวท์ (White, 2014) ได้อธิบายความหมายแต่ละวิชาไว้ดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมและธรรมชาติของวัตถุ และเอกภพทางกายภาพบนพื้นฐานของการสังเกต การทดลองและการวัด และการกำหนดกฎต่างๆ เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงในเชิงทั่วไป

2. เทคโนโลยี หมายถึง ความรู้ในการสร้างและการใช้วิธีการทางเทคนิค ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเทคโนโลยีเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาหลากหลายด้าน เช่น วิศวกรรม วิทยาศาสตร์ เป็นต้น

3. วิศวกรรม หมายถึง วิทยาการในการประยุกต์ใช้ความรู้ในการสร้าง เช่น เครื่องยนต์ สะพาน ตึก เรือ เป็นต้น

4. คณิตศาสตร์ หมายถึง ความรู้เกี่ยวกับพีชคณิต เรขาคณิต แคลคูลัส หรือความรู้เกี่ยวกับจำนวน ปริมาณ รูปร่าง สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556, น. 49-56) กล่าวถึงองค์ประกอบของสะเต็มศึกษา ดังต่อไปนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือวิชาที่เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยผู้สอนได้รับการแนะนำให้ใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ จากนักการศึกษา ซึ่งมีความเหมาะสมกับผู้เรียนในระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสำหรับผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาขึ้นไป เนื่องจากทำให้ผู้เรียน

เกิดความเบื่อหน่าย ไม่น่าสนใจ แต่ในสะเต็มศึกษา สำหรับการสอนวิทยาศาสตร์นั้นจะสนับสนุนให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น สนใจ และทำทหายในการเรียนรู้ อีกทั้งยังช่วยส่งเสริมผู้เรียนในด้านการเรียนรู้ และมีความสนใจในวิทยาศาสตร์ระดับที่สูงขึ้น

2. เทคโนโลยี โดยทั่วไปแล้วผู้คนมักจะเข้าใจว่าเทคโนโลยีหมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ต่างๆ แต่แท้จริงแล้วเทคโนโลยีเป็นกระบวนการในการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ ผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยี ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับกระบวนการสืบเสาะ เพื่อการตอบสนองความต้องการของมนุษย์

3. วิศวกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่ว่าด้วยการใช้ทักษะและความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ ในการคิดสร้างสรรค์ ปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมต่างๆ

4. คณิตศาสตร์ หลายคนมักเข้าใจว่าคณิตศาสตร์หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้น แต่แท้จริงแล้วคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ ซึ่งได้แก่การจัดแบบรูป การเปรียบเทียบ การบอกคุณสมบัติและรูปร่าง การจัดกลุ่ม หรือการจำแนก และเกี่ยวกับภาษาคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนจะต้องแสดงความคิดได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์สื่อสาร เช่น มากกว่า เท่ากับ น้อยกว่า เป็นต้น ตลอดจนส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูงจากสถานการณ์จริงหรือการเล่น

จากข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ คือความรู้เกี่ยวกับธรรมชาติทั้งทางด้านกายภาพและชีวภาพ เทคโนโลยี คือความรู้ในการนำสิ่งต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการสร้างชิ้นงาน วิศวกรรมศาสตร์ คือกระบวนการในการสร้างสรรค์สิ่งต่างๆ และคณิตศาสตร์ คือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับจำนวน เรขาคณิต ปริมาตร หรือสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

1.3 ความแตกต่างของวิศวกรรมและเทคโนโลยี

สำหรับในด้านของวิศวกรรมที่ถูกนำมาใช้ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานนั้นอาจทำให้เกิดความไม่ชัดเจนหรือเข้าใจคลาดเคลื่อน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) ได้กล่าวว่าวิศวกรรมมีความหมายเป็นการออกแบบ (design) การวางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้ความรู้มาสร้างชิ้นงานตามเงื่อนไขที่กำหนด (constraints and criteria) และโดยส่วนมากแล้วมักจะกล่าวถึงการออกแบบว่ากระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั่นเอง

ในด้านของเทคโนโลยีนั้นคนส่วนมากมักเข้าใจว่าหมายถึงคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ แต่สมาคมวิศวกรรมของประเทศสหรัฐอเมริกา (NRC, 2001) ได้

กล่าวถึงเทคโนโลยีว่าประกอบด้วยความรู้ กระบวนการ ระบบของคนและองค์กร เครื่องมือหรืออุปกรณ์ในการดำเนินการต่างๆ รวมทั้งสิ่งประดิษฐ์ที่สร้างขึ้น เพื่อการตอบสนองต่อความต้องการและความจำเป็นของมนุษย์

กรอบมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับพื้นฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (Next Generation Science Standard, 2012) กล่าวว่า เทคโนโลยีคือสิ่งที่เกิดมาจากการปรับปรุงพัฒนา หรือทำการเปลี่ยนสิ่งต่างๆ เพื่อการตอบสนองต่อความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2560) โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาออกแบบและเทคโนโลยี กล่าวถึงความหมายของเทคโนโลยีว่าหมายถึงการนำทักษะ ความรู้ และทรัพยากรต่างๆ มาสร้างสรรค์ชิ้นงานหรือวิธีการโดยผ่านกระบวนการ เพื่อการแก้ปัญหาหรือเพื่อการตอบสนองต่อความต้องการของมนุษย์

โดยสรุปแล้ว ความแตกต่างของวิศวกรรมและเทคโนโลยี คือ วิศวกรรมมุ่งเน้นไปที่กระบวนการทำงานหรือการแก้ปัญหา ส่วนเทคโนโลยีนั้นเป็นผลลัพธ์จากการปรับปรุงหรือการพัฒนาของด้านวิศวกรรม และในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นมีการผนวกแนวคิดของทั้งสองศาสตร์เข้าด้วยกันโดยการบูรณาการร่วมกันกับวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

1.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

แนวทางที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นักการศึกษาได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

National Science Teachers Association (2013, p. 84) ได้กล่าวถึงการวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไว้ในภาพรวม 5 แนวทาง ดังนี้

1. การเรียนแบบสอดคล้องกัน (Coordinate) คือครูผู้สอนจะแยกสอนในแต่ละรายวิชา โดยจะมีเนื้อหาที่มีความสอดคล้องกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่เรียนมาในแต่ละรายวิชานำมาเชื่อมโยงกัน เช่น เนื้อหาในชั้นเรียนปีเดียวกันควรเชื่อมโยงกัน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ในแต่ละรายวิชามาทำความเข้าใจหรือเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ โดยที่ครูผู้สอนรายวิชานั้นๆ ไม่ต้องสอนเพิ่มเติม

2. การเรียนแบบเสริมกัน (Complement) คือการเรียนรู้ในหัวข้อหลักของรายวิชาหนึ่ง โดยจะมีการเสริมความรู้ในรายวิชาต่างๆ ที่มีความเชื่อมโยงกัน เช่น การเรียนการสอนเรื่องการโคจรของดาวเคราะห์ ครูผู้สอนจะต้องมีการสอน หรือเสริมความรู้เรื่องแรงโน้มถ่วง และกฎของเคปเลอร์ด้วย โดยในกรณีนี้ครูผู้สอนจะเป็นคนรับผิดชอบในหลายวิชา

3. การเรียนรู้แบบสัมพันธ์กัน (Correlate) เป็นการเรียนรู้แบบแยกรายวิชา แต่มีหัวข้อในการเรียนรู้เดียวกัน ซึ่งเนื้อหาการเรียนรู้จะมีความสอดคล้องกับธรรมชาติของรายวิชานั้นๆ เช่น การเรียนรู้เรื่องพลังงานพร้อมกันในแต่ละรายวิชา โดยในแต่ละรายวิชาจะศึกษาพลังงานที่เกี่ยวข้องกับรายวิชาของตนเอง ซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เรื่องพลังงานในที่สุด

4. การเรียนรู้โดยมีตัวเชื่อม (Connections) เป็นการเรียนรู้โดยการนำรายวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นรายวิชาที่จะเชื่อมโยงกับการเรียนรู้ในรายวิชาอื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะนำรายวิชาเทคโนโลยีและวิศวกรรมเป็นตัวเชื่อมโยง เช่น หลักสูตรเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา

5. การเรียนรู้แบบรวมกัน (Combine) เป็นการเรียนรู้ที่มีการใช้ความรู้ 4 วิชา ได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และวิทยาศาสตร์ หรือแม้แต่วิชาอื่นๆ ที่นอกเหนือจากนี้ นำมาบูรณาการร่วมกันเพื่อนำความรู้เหล่านั้นมาใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งครูผู้สอนอาจจะตั้งเป็นบทเรียนหรือวิชาใหม่ เช่น การใช้วิชาโครงงานส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา

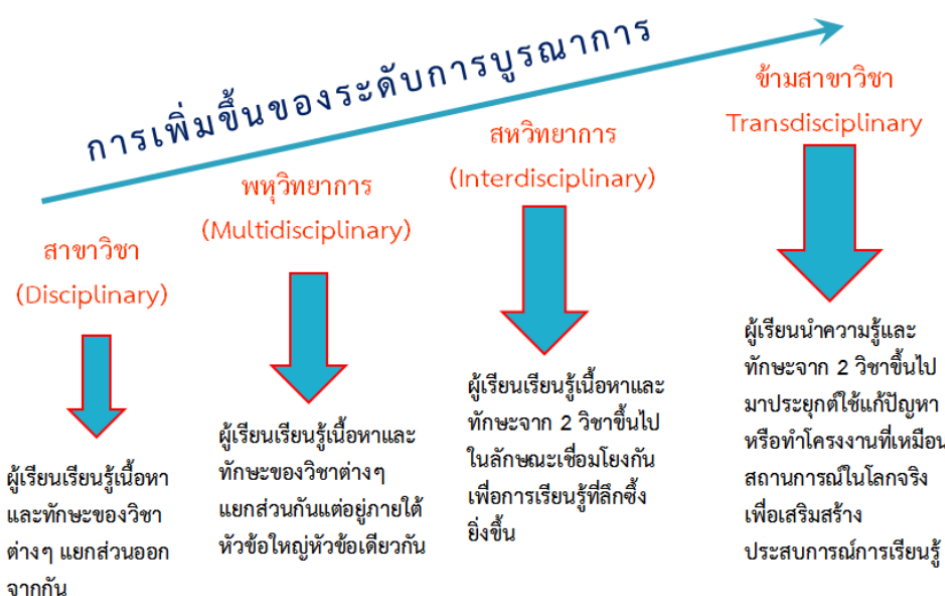
ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2558) กล่าวถึงสะเต็มศึกษาว่าเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่มีการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักการประยุกต์ใช้ความรู้ต่างๆ โดยการบูรณาการ ซึ่งส่งเสริมผู้เรียนให้สามารถเชื่อมโยงความรู้ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้ากับชีวิตจริง ทั้งนี้สามารถแบ่งการบูรณาการออกเป็น 4 ระดับได้แก่

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาของวิชาแต่ละวิชาแบบแยกกัน ซึ่งครูผู้สอนแต่ละรายวิชาจะสอนนักเรียนตามรายวิชาของตน

2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ แยกกัน แต่ครูผู้สอนในแต่ละวิชาจะมีหัวข้อหลักที่ร่วมกันกำหนดขึ้น และมีการกล่าวถึงความเกี่ยวข้องกันของแต่ละวิชา ซึ่งจะส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นถึงความเกี่ยวข้องหรือสอดคล้องกันของเนื้อหาความรู้วิชาต่างๆ กับสิ่งรอบตัว

3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาวิชาอย่างน้อย 2 วิชาร่วมกัน ซึ่งจะมีกิจกรรมที่มีความสัมพันธ์ของทุกวิชา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความเชื่อมโยงกันของแต่ละวิชา

4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary integration) เป็น การจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามความสนใจหรือกำหนดปัญหา เพื่อให้ผู้เรียน ได้ใช้ความรู้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไปในการแก้ปัญหา และสร้างประสบการณ์การเรียนรู้



ภาพประกอบ 1 แผนภาพระดับการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ

ที่มา : Varquez et al. (2010). STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics. p. 1.

Varquez et al. (2010) กล่าวว่า ลักษณะของการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ประกอบไปด้วย 5 ประการดังต่อไปนี้

1. มุ่งเน้นการบูรณาการ (Focus on integration) การจัดการเรียนรู้จะต้องมีการบูรณาการความรู้จากทั้ง 4 สาขาความรู้เข้าด้วยกัน โดยอาจจะเป็นการบูรณาการภายในวิชา หรือข้ามวิชาก็ได้
2. ทำให้เห็นความสัมพันธ์กับชีวิตจริง (Establish relevance) โดยในการจัดการเรียนรู้จะต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้และทักษะกระบวนการระหว่าง 4 วิชากับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มุ่งเน้นทักษะศตวรรษที่ 21 (Emphasize twenty-first-century skills) มุ่งเน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งทักษะที่สำคัญสามารถแบ่งออกเป็น 3 ทักษะ ดังนี้

- 1) ทักษะการเรียนรู้และวัฒนธรรม
- 2) ทักษะชีวิตและการทำงาน
- 3) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี
4. ทำทายผู้เรียน (Challenge your students) การจัดการเรียนรู้ควรมีความท้าทายความคิดของผู้เรียน ไม่ยากหรือง่ายจนเกินไป เพื่อให้ผู้เรียนอยากเรียนรู้โดยที่ไม่เกิดความเบื่อหน่าย

5. ผสมผสานเข้าด้วยกัน (Mix it up) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนในการแสดงความคิดเห็นที่สอดคล้องกับเนื้อหาความรู้จาก 4 วิชา เพื่อเป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ในการเสนอความคิดเห็น

สมาคมเทคโนโลยีและวิศวกรรม (International Technology and Engineering Educators Association, 2014) กล่าวว่าในการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นไม่มีรูปแบบที่ตายตัว โดยมีจุดประสงค์ที่สำคัญคือเพื่อส่งเสริมการพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยีที่มีการบูรณาการ และสามารถเชื่อมโยงความรู้กับชีวิตจริง ซึ่งมุ่งเน้นการแก้ปัญหา และจุดเด่นคือการผนวกการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เข้ากับแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยในการทำกิจกรรม ผู้เรียนจะต้องนำความรู้มาออกแบบวิธีการ เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองต่อความต้องการ เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (NRC, 2012) โดยการออกแบบเชิงวิศวกรรมนั้นมีอยู่หลายรูปแบบ โดยมีแนวคิดที่สำคัญ ได้แก่ 1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ 2) ศึกษาแนวทางการแก้ปัญหา 3) ออกแบบและลงมือปฏิบัติ และ 4) ประเมินผลแล้วนำเสนอผลงาน

การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2556)

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา คือนักเรียนต้องเข้าใจเงื่อนไขของสถานการณ์และระบุปัญหาที่กำหนดให้

ขั้นที่ 2 การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง คือนักเรียนรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา คือนักเรียนวางแผนการดำเนินการหรือการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอน แล้วจึงดำเนินการตามแผนที่วางไว้

ขั้นที่ 4 ทดสอบและประเมินผล คือนักเรียนทดสอบและประเมินวิธีการในการแก้ปัญหา แล้วนำมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลลัพธ์ ขั้นนี้นักเรียนจะได้นำเสนอผลการแก้ปัญหา โดยจะต้องนำเสนอข้อมูลที่น่าสนใจและไม่ซับซ้อน

ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ (2558) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นการต่อยอดการบูรณาการการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ กระบวนการทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี เพื่อใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีจุดเด่นที่มีความสำคัญในด้านการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา คือ การผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรมเข้ากับการเรียนรู้ในเทคโนโลยี ตลอดจนคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งในขณะที่ผู้เรียนทำได้ลงมือปฏิบัติการในกิจกรรม ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำเอาความรู้มาทำการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการตอบสนองต่อความต้องการหรือการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม คือขั้นตอนในการแก้ปัญหาหรือตอบสนองต่อความต้องการ ซึ่งมีได้หลากหลายรูปแบบ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การระบุปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนหรือผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหา เพื่อการแก้ปัญหาดังกล่าวต่อไป
2. การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง คือ การรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาและประเมินความเป็นไปได้หรือความเหมาะสม เพื่อวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด
3. การวางแผนและพัฒนา คือ ผู้เรียนต้องทำการกำหนดการทำงานเป็นแต่ละขั้นตอน และระยะเวลาดำเนินการ รวมทั้งออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อใช้ในการประเมินแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา
4. การทดสอบและประเมินผล ในขั้นนี้จะเป็นขั้นของการทดสอบและการประเมินชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นๆ โดยจะมีการปรับปรุงวิธีการให้ดีขึ้น
5. การนำเสนอผลลัพธ์ เมื่อทำการปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาจนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้ว ผู้เรียนหรือผู้แก้ปัญหาก็ต้องนำเสนอผลลัพธ์ โดยการนำเสนอจะเป็นข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

โดยในการทำงานผู้เรียนไม่จำเป็นต้องทำงานตามลำดับที่แน่นอน ซึ่งลำดับขั้นตอนสามารถสลับไปมาหรือย้อนกลับได้

ขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามตามแนวสะเต็มศึกษา มีดังนี้ (Isabelle & Zinn, 2017; Teevasuthonsakul, 2017; คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษาในสถานศึกษา, 2559)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา นักเรียนจะได้ระบุปัญหาหรือเข้าใจข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาในขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 2 รวบรวมแนวคิดหรือข้อมูลเกี่ยวกับปัญหา นักเรียนจะได้รวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้ รวบรวมมาวิเคราะห์ภายใต้ความสอดคล้องกับกรอบของปัญหาหรือความต้องการ แล้วจึงสรุปเป็น วิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูลจาก ขั้นที่ 2 โดยขั้นตอนนี้สามารถช่วยสื่อสารแนวคิดหรือวิธีการในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้เข้าใจผ่านการอธิบาย หรือการวาดภาพ เป็นต้น

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา นักเรียนจะได้วางแผนการดำเนินงาน หรือวิธีการในการแก้ปัญหา แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการสำหรับแก้ปัญหาในขั้นตอนนี้ เพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นตอนนี้ นักเรียนจะทดสอบและประเมินวิธีการในการสร้างหรือการแก้ปัญหา ว่าสามารถใช้ในการ แก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อผิดพลาดอย่างไร และควรแก้ไขปรับปรุงอย่างไร แล้วจึงปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้นหรือมีความเหมาะสมในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา หรือผลจากการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียน นำเสนอชิ้นงาน ผลการแก้ปัญหา หรืออาจจะเป็นวิธีการแก้ปัญหา โดยจะต้องนำเสนอข้อมูลที่ เข้าใจง่าย

สุทธิดา การมี (2560) ได้กล่าวเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ว่าเป็น ขั้นตอนที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ปัญหา โดยประกอบด้วย 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนหรือผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจปัญหา ซึ่ง ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W 1H ดังต่อไปนี้

- Who เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับบุคคลที่มีความเกี่ยวข้องกับปัญหา
- What เป็นการตั้งคำถามว่าปัญหานั้นคืออะไร
- When เป็นการตั้งคำถามว่าปัญหานั้นจะเกิดขึ้นเมื่อไร

- Where เป็นการตั้งคำถามว่าสถานการณ์นั้นๆ จะเกิดขึ้นที่ใด
- Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อให้มีการวิเคราะห์ถึงเหตุผลของปัญหา
- How เป็นการตั้งคำถามเพื่อให้มีการวิเคราะห์วิธีการแก้ปัญหา นั้นๆ ว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้อย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการค้นหาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือสถานการณ์ จากการสำรวจ สอบถามข้อมูลจากผู้รู้ หรือสืบค้นจากแหล่งการเรียนรู้ โดยในการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นการศึกษาความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และความรู้อื่นๆ หลังจากค้นหาและรวบรวมข้อมูลแล้วจึงนำมาวิเคราะห์และสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งวิธีการแก้ปัญหานั้นจะมีได้เกิน 1 วิธี แล้วจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหา โดยประเด็นที่นำมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจนั้นจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการนำข้อมูลจากการรวบรวม มาประยุกต์ใช้โดยการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการ ซึ่งจะช่วยให้สื่อสารแนวคิดการแก้ปัญหาของผู้แก้ปัญหาให้ผู้อื่นได้เข้าใจมากยิ่งขึ้นโดยผ่านการร่างภาพ หรือการอธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่มีการวางลำดับการลงมือสร้างชิ้นงานหรือวิธีการของการแก้ปัญหา แล้วจึงสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการ

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน คือการตรวจสอบชิ้นงาน ว่าใช้งานได้จริงหรือไม่ เกิดข้อผิดพลาดอย่างไร จากนั้นจึงปรับปรุงจนกระทั่งได้วิธีการหรือชิ้นงานที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นการหาวิธีการนำเสนอชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาส่งขึ้น

สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในวิจัยนี้ ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งประกอบด้วย 6 ขั้นตอน โดยจากข้อความข้างต้นพอสรุปได้ว่า

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนระบุปัญหาหรือเข้าใจข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหา หลังจากทำความเข้าใจสถานการณ์หรือปัญหาแล้ว จากนั้นจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์สรุปเป็นข้อความสั้นๆ โดยการตั้งคำถามเพื่อช่วยในการวิเคราะห์ปัญหานั้น และคำถามต้องมีความสอดคล้องกับสถานการณ์หรือปัญหา

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะค้นคว้าข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ และแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อหา

วิธีการที่หลากหลาย จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้รวบรวมมาวิเคราะห์ภายใต้ความสอดคล้องกับกรอบของปัญหาหรือ ความต้องการ แล้วจึงสรุปเป็นแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่นักเรียนประยุกต์ใช้ข้อมูล โดยขั้นตอนนี้สามารถช่วยสื่อสารแนวคิดในการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นสามารถเข้าใจได้

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะได้วางแผนการดำเนินงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหาตามที่ออกแบบไว้ โดยกำหนดเป้าหมายหรือผู้รับผิดชอบงานในแต่ละขั้นตอน จากนั้นจึงลงมือดำเนินการตามขั้นตอนที่วางแผน เพื่อที่นำไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะทดสอบและประเมินวิธีการในการสร้างหรือการแก้ปัญหว่าสามารถใช้ในการแก้ปัญหาได้หรือไม่ มีข้อผิดพลาดอย่างไร และควรปรับปรุงอย่างไร แล้วจึงปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพหรือเหมาะสมในการแก้ปัญหาให้มากที่สุด และในการทดสอบการทำงานของชิ้นงาน ควรกำหนดประเด็นหรือวัตถุประสงค์ในการทดสอบ

ขั้นที่ 6 นำเสนอผลการแก้ปัญหา วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอชิ้นงานหรือการนำวิธีการในการแก้ปัญหามาทำการนำเสนอ โดยจะต้องนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่าย

2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในชีวิตจริงนั้นมีปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ง่ายและปัญหาที่ไม่สามารถแก้ไขได้ทันที ทักษะการแก้ปัญหาจึงเป็นสิ่งสำคัญในการใช้ชีวิต โดยเฉพาะทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีบทบาทที่สำคัญในวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นสิ่งที่จำเป็นในการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาลจนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษา (National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2010)

2.1 ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์

เรย์ ชุยดัม และลินด์ควิสท์ (Reys, Suydam, & Lindquist, 1995, p. 54) กล่าวถึงความหมายของปัญหา ว่าหมายถึง สถานการณ์ที่ต้องการบางอย่าง แต่ยังไม่ทราบวิธีแก้ปัญหาในทันที และถ้ารู้วิธีแก้ปัญหานั้นๆ อย่างง่ายดายหรือรู้คำตอบทันที สิ่งนั้นจะไม่ถือว่าเป็นปัญหา

รุ่งฟ้า จันท์จารุภรณ์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 5) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 7) ได้กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าปัญหา

ทางคณิตศาสตร์ คือสถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่เผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยที่ผู้แก้ปัญหายังไม่ทราบถึงวิธีการหรือขั้นตอนของการได้มาซึ่งคำตอบในทันที

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น. 9) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่กำลังเผชิญและอยากได้คำตอบ ซึ่งไม่ทราบวิธีการของการได้คำตอบทันที

จุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค (2559, น. 21) กล่าวว่า ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือ สถานการณ์ที่นักเรียนเผชิญอยู่และต้องการค้นหาคำตอบ โดยนักเรียนส่วนใหญ่หาวิธีการหรือคำตอบไม่ได้ทันที ซึ่งต้องใช้ทักษะความรู้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในการหาคำตอบ

พจนา จิระกาล (2553, น. 23) กล่าวถึงปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นสถานการณ์ที่เราอยากได้คำตอบ แต่เราจะไม่ทราบคำตอบนั้นทันที ซึ่งจะต้องใช้ทักษะความรู้ในกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อหาคำตอบ

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนเผชิญและต้องการค้นหาคำตอบของสถานการณ์นั้น แต่ไม่สามารถหาวิธีการที่จะทำให้ได้มาซึ่งคำตอบในทันที

2.2 ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แฮทฟิลด์ เอดเวิร์ดและบิทเทอร์ (Hatfield, Edward, & Bitter, 1989, p. 54) กล่าวว่า การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการที่มีการใช้ความรู้ความสามารถ และประสบการณ์เพื่อใช้ในการทำความเข้าใจปัญหา การคาดคะเนคำตอบ และการลงมือแก้ปัญหาจนได้คำตอบของปัญหาที่เผชิญอยู่

ครูลิก และรูดนิค (Krulik & Rudnick, 1987, p. 4) กล่าวเกี่ยวกับความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการการใช้ความเข้าใจรวมถึงทักษะที่มีอยู่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยของบุคคล

เคนเนดี้ (Kennedy, 1984, p. 81) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นการตอบสนองต่อปัญหาของแต่ละบุคคล

จุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค (2559, น. 21) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ ประสบการณ์ที่มีอยู่ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551, น. 9) กล่าวถึงการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ว่าเป็นกระบวนการในการใช้ความรู้ กลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ประสบการณ์ที่มีอยู่ และกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการวิจัยนี้ ให้ความหมายของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า เป็นการนำความรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ที่มีอยู่ ยุทธวิธีในการแก้ปัญหา และกระบวนการแก้ปัญหา ไปประยุกต์ใช้ในการนำมาซึ่งคำตอบของปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.3 ประเภทของปัญหาทางคณิตศาสตร์

ในการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนหรือผู้แก้ปัญหา ต้องฝึกฝนเพื่อให้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายรูปแบบ และการแบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ นักการศึกษาได้แบ่งประเภทโดยการพิจารณาจากเกณฑ์ต่อไปนี้

โพลยา (Polya, 1957a, p. 23-29) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ออกเป็น 2 ประเภท โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของปัญหา ดังต่อไปนี้

1. ปัญหาให้ค้นหาคำตอบ เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ โดยอาจจะอยู่ในรูปของปริมาณ จำนวน ให้นักเรียนหาวิธีการ หรือคำอธิบายเหตุผลก็ได้
2. ปัญหาให้พิสูจน์ ลักษณะของปัญหาให้พิสูจน์นี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียน แสดงการให้เหตุผลว่าข้อความที่กำหนดให้เป็นจริงหรือเป็นเท็จ

เรย์ ชุยดัม และคนอื่นๆ (Reys et al., 1995, p. 54) ได้แบ่งปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยวิเคราะห์จากผู้แก้ปัญหาและความยากง่ายของปัญหาออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ปัญหาที่คุ้นเคย เป็นปัญหาที่มีจุดประสงค์ให้นักเรียนหรือผู้แก้ปัญหาได้ ประยุกต์ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมักจะไม่ใช่ซับซ้อนมาก โดยผู้แก้ปัญหามีความคุ้นเคย ในวิธีการแก้ปัญหาและโครงสร้าง และแก้ปัญหาได้ทันที
2. ปัญหาแปลกใหม่ เป็นปัญหาที่มักจะไม่มีความซับซ้อน ผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยหรือ คุ้นชินกับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาและโครงสร้าง ต้องใช้ความรู้ความสามารถหลายอย่างในการ แก้ปัญหา และในหนังสือเล่มนี้ไม่ค่อยพบ

บิทเทอร์ ฮาร์ทฟิลด์ และเอ็ดเวิร์ดส์ (Bitter, Hatfield, & Edwards, 1993, p. 37) ปัญหาโดยการพิจารณาตามลักษณะของปัญหาออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ปัญหาปลายเปิด เป็นปัญหาที่เป็นไปได้มากกว่าหนึ่งคำตอบ โดยขึ้นอยู่กับ วิธีการแก้ปัญหาและสภาพแวดล้อม และมุ่งเน้นความสำคัญกระบวนการแก้ปัญหา มากกว่า มุ่งเน้นความสำคัญของคำตอบ
2. ปัญหาให้ค้นพบ คือปัญหาที่มีวิธีการหาวิธีการในการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่ หลากหลาย แต่มีคำตอบเพียงคำตอบเดียว

3. ปัญหาที่กำหนดแนวทางในการค้นพบ คือปัญหาที่มีการแนะแนวทางเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้

จากข้อมูลข้างต้น เนื่องจากผู้วิจัยต้องการให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบ ดังนั้น ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิจัยนี้จึงเป็นปัญหาให้ค้นหาคำตอบ และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สำหรับในการแก้ปัญหา

2.4 กระบวนการในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สำหรับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนต้องพัฒนาและต้องฝึกฝน และเพื่อให้ผู้เรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จึงควรมีการปลูกฝังให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย คือ กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา (Polya, 1957a, p. 5-40) มี 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา

เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้นการคิดเกี่ยวกับปัญหาและการตัดสินใจว่าต้องการค้นหาอะไร โดยผู้เรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งได้แก่ ข้อมูล ตัวไม่รู้ค่า และเงื่อนไขต่างๆ โดยพิจารณาอย่างหลากหลายมุมมอง และ ถัดมา ซึ่งอาจจะต้องใช้วิธีต่างๆ เพื่อช่วยส่งเสริมการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การเขียนแผนภูมิ การเขียนส่วนสำคัญของปัญหาเป็นภาษาของตนเอง หรือการเขียนรูป

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผนแก้ปัญหา

เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนต้องค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและตัวที่ไม่ทราบค่า และเพื่อกำหนดแนวทางหรือแผนในการแก้ปัญหา นำความสัมพันธ์นั้นมาผสานกับประสบการณ์ของการแก้ปัญหา จากนั้นจึงเลือกยุทธวิธีที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

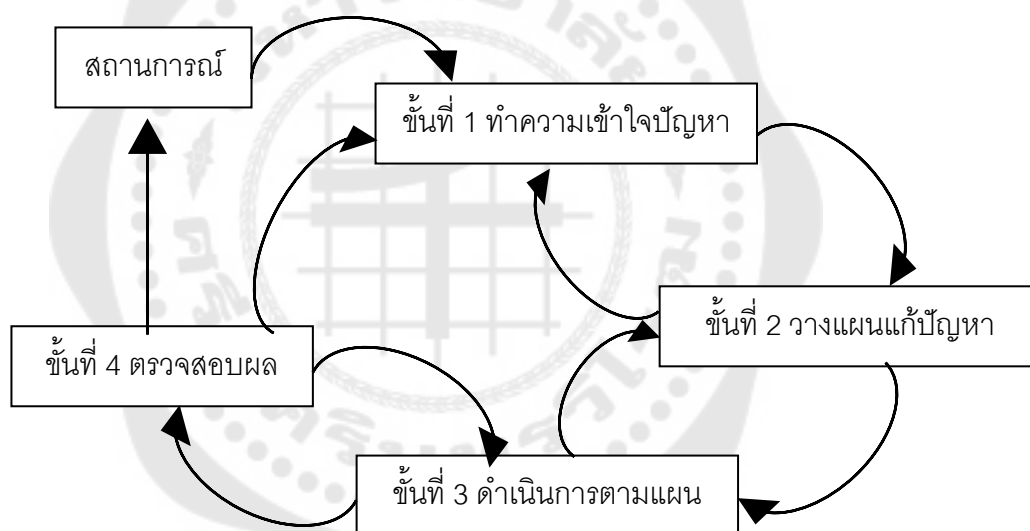
ขั้นที่ 3 ขั้นดำเนินการตามแผน

เป็นขั้นตอนที่ต้องการให้ผู้เรียนได้ลงมือทำตามแผนที่วางไว้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความเป็นไปได้ของแผน เพิ่มเติมรายละเอียดของแผนให้ชัดเจน จากนั้นจึงลงมือปฏิบัติจนกระทั่งหาคำตอบได้ แต่ถ้าแผนที่ได้เลือกนั้นไม่สามารถแก้ปัญหาได้ ผู้เรียนจะต้องทำการค้นหาแผนใหม่ ซึ่งการค้นพบแผนหรือยุทธวิธีแก้ปัญหาใหม่นี้ถือว่าการพัฒนาความสามารถของผู้แก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอีกด้วย

ขั้นที่ 4 ขั้นตรวจสอบผล

เพื่อให้ผู้เรียนได้ย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มา โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ยุทธวิธีแก้ปัญหา และความเหมาะสมของคำตอบที่ผู้เรียนได้ใช้ แล้วนำมาไตร่ตรองว่ามียุทธวิธีแก้ปัญหาหรือคำตอบอย่างอื่นอีกไหม และในผู้เรียนที่สามารถเดาคำตอบก่อนการลงมือทำ จะสามารถนำคำตอบนั้นมาเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลกับคำตอบจริงในขั้นตอนนี้ได้

วิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ (Wilson, Fernandez, & Hadaway, 1993, p. 60-62)(Wilson; Fernandez; & Hadaway. 1993: 60-62) เสนอแนะเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาที่แสดงความเป็นพลวัต ซึ่งสนับสนุนกระบวนการแก้ปัญหของโพลยา โดยสามารถวนไปวนมาได้ ดังภาพประกอบข้างล่างนี้



ภาพประกอบ 2 กระบวนการแก้ปัญหที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์

ที่มา: Rungfa Janjaruporn (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. p. 15.

จากภาพกระบวนการแก้ปัญหที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เฟอร์นันเดซ และฮาดาเวย์ อธิบายว่าเมื่อเผชิญสถานการณ์หรือปัญหา สิ่งแรกที่ต้องเริ่มคือการทำความเข้าใจ

ปัญหา หลังจากนั้นจึงวางแผนการแก้ปัญหา และดำเนินการตามแผน จนกระทั่งได้คำตอบ แล้วจึงตรวจสอบความสมเหตุสมผล ความถูกต้องของคำตอบ

ทิศทางของลูกศรในภาพเป็นการตัดสินใจหรือพิจารณาการกระทำจากขั้นตอนหนึ่งไปสู่ขั้นต่อไป หรือหากมีข้อสงสัยสามารถย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้า เช่น เมื่อผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาดีแล้วจึงเคลื่อนการกระทำไปสู่ขั้นต่อไปคือขั้นวางแผนแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาตามที่วางแผนไว้ แต่หาคำตอบไม่ได้ ผู้เรียนจึงสามารถย้อนไปทำความเข้าใจปัญหาใหม่หรือวางแผนใหม่เพื่อปรับปรุงหรือแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาให้ดีขึ้น

ในการวิจัยนี้ นักเรียนได้เรียนรู้การประยุกต์ใช้กระบวนการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยาและกระบวนการแก้ปัญหาที่เป็นพลวัตตามแนวคิดของวิลสัน เพอร์มันเดซและฮาตาเวย์

2.5 สื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

สถานการณ์ปัญหาที่ควรนำมาเป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครอล และมิลเลอร์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 26-28; citing Kroll; & Miller, 1993, Research Ideas for the Classroom: Middle Grades Mathematics, p. 66) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น. 145-148) กล่าวในทำนองเดียวกันว่าควรมีลักษณะดังนี้

1. ปัญหาที่ใช้ควรมีความดึงดูดความสนใจ และมีความท้าทายความสามารถของนักเรียน ไม่ควรง่ายและไม่ยากจนเกินไป เพราะถ้าหากง่ายเกินไปก็อาจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่าย และถ้าหากยากจนเกินไป นักเรียนอาจจะท้อถอยก่อนที่จะแก้ปัญหาได้สำเร็จ

2. เป็นปัญหาที่ไม่คุ้นเคยและมีความแปลกใหม่ เพราะถ้าหากนักเรียนมีประสบการณ์ในการแก้ปัญหานั้น ก็จะไม่เป็นปัญหาที่น่าสนใจอีกต่อไป และสำหรับปัญหาที่คุ้นเคยนั้น ครูผู้สอนอาจดัดแปลงหรือกำหนดสถานการณ์ขึ้นใหม่ หรือเปลี่ยนมุมมองคำถามให้แตกต่างออกไปจากสิ่งเดิม เพื่อให้เป็นปัญหาที่นักเรียนให้ความสนใจ

3. กิจกรรมที่ใช้นั้นควรมีการมุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อให้ให้นักเรียนได้เข้าใจขั้นตอน/กระบวนการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

4. เป็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่มีความเหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา และการที่นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงนั้นสามารถส่งเสริมให้นักเรียนให้ฝึกฝนกระบวนการและทักษะด้านการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ และได้เห็นประโยชน์การประยุกต์คณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

5. เป็นปัญหาที่ส่งเสริมกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้อง

6. เป็นปัญหาที่ต้องใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งกลยุทธ์ เพื่อเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกใช้และปรับกลยุทธ์ในการแก้ปัญหามากกว่าหนึ่งกลยุทธ์ และเพื่อให้นักเรียนระลึกได้ว่าสามารถใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหได้เกินหนึ่งกลยุทธ์

7. เป็นปัญหาที่ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน

8. เป็นปัญหาที่มีข้อมูลเกินหรือขาดหาย ข้อมูลที่มีความขัดแย้งกันบ้าง หรืออาจจะมีคำตอบเกินหนึ่งคำตอบ เพื่อเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกฝนการคิดเกี่ยวกับปัญหา การตัดสินใจว่าสิ่งที่ต้องการค้นหาคืออะไร สิ่งที่กำหนดมาให้คืออะไร และข้อมูลที่กำหนดให้ นั้นเพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ และส่งเสริมให้นักเรียนทราบว่าปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นอาจจะมีคำตอบเกินหนึ่งคำตอบ หรือไม่มีคำตอบ เพราะว่าสิ่งเหล่านี้นักเรียนต้องเผชิญในชีวิตจริง

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่าสถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นควรมีลักษณะที่สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียน เหมาะสมกับพัฒนาการของนักเรียน ต้องมีความแปลกใหม่ไม่จำกัดกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาหรือการหาคำตอบ และมีการมุ่งเน้นกระบวนการแก้ปัญหา

2.6 การประเมินผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การให้คะแนนความสามารถของผู้เรียนในทุกขั้นตอนการแก้ปัญหา แม้ว่าเป็นคำตอบที่ไม่ถูกต้องทั้งหมด โดยชาร์ล เลสเตอร์ และโอดาฟเฟอร์ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 35-42; citing Charles; Lester; & O'Daffer, 1987, How to Evaluate Progress in Problem Solving, p. 15-61) ได้เสนอแนวทางสำหรับประเมินผลการแก้ปัญหาประกอบด้วย 4 ประการ ได้แก่ การสังเกตและการใช้คำถาม การใช้ข้อมูลการวัดผลของนักเรียน การให้คะแนนแบบรูปรีด และการใช้แบบทดสอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การสังเกตและการใช้คำถาม เป็นการประเมินขณะที่ผู้เรียนกำลังแก้ปัญหาเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ ซึ่งระบุเป็นคะแนนไม่ได้ ได้แก่ พฤติกรรมการแก้ปัญหาของผู้เรียน ความเชื่อและความพึงพอใจ การสังเกตที่ดี ซึ่งควรต้องมีการจดบันทึกสิ่งที่ได้สังเกตไว้ เนื่องจากหากไม่มีการจดบันทึกหรือใช้เพียงการจำอย่างเดียวนั้นอาจจะทำให้เกิดการหลงลืมขึ้นได้ เพราะครูผู้สอนจะมีเวลาในการจดบันทึกที่จำกัด ฉะนั้นก่อนการเข้าสู่บทเรียน ครูผู้สอนต้องเลือกประเด็นสิ่งที่ต้องการประเมินและการเตรียมเครื่องมือ การประเมินไว้ล่วงหน้า เช่น แบบตรวจสอบรายการ แล้วจึงทำ

การจดบันทึกสิ่งที่สังเกตซึ่งอาจจะทำเป็นจุดหรือเครื่องหมายไว้ และควรทำการบันทึกทันทีหลังจากการสังเกต โดยตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการแสดงดังภาพต่อไปนี้

แบบตรวจสอบรายการการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	
ชื่อนักเรียน.....	วันที่.....
.....1. ชอบการแก้ปัญหา	
.....2. มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	
.....3. มีการเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาของกลุ่ม	
.....4. มีความพยายามหาแบบรูป	
.....5. สามารถนำข้อมูลที่กำหนดให้ไปใช้ได้	
.....6. สามารถเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม	
.....7. พยายามเลือกยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแบบอื่นๆ เมื่อไม่	
.....8. ประสบความสำเร็จในการเลือกใช้ยุทธวิธีในการแก้ปัญหาแบบแรก	
.....9. มีการตรวจคำตอบ	
.....10. สามารถวิเคราะห์หรืออธิบายคำตอบได้	

ภาพประกอบ 3 ตัวอย่างแบบตรวจสอบรายการ

ที่มา : Rungfa Janjaruporn (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. p. 36.

การใช้ข้อมูลการวัดผลของนักเรียน เป็นการประเมินผลการแก้ปัญหาก็วิธีหนึ่งที่มีคุณค่ามากน้อยขึ้นอยู่กับความซื่อสัตย์ของผู้เรียนในการรายงานหรือการบันทึกความรู้สึก ความเชื่อ ความตั้งใจ และความคิดของผู้เรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาที่กำหนด โดยข้อมูลการวัดผลของผู้เรียนจะรวบรวมไว้ในสมุดรายงาน (Students reports) ที่ผู้เรียนต้องเขียนเกี่ยวกับประสบการณ์ที่ได้จากการแก้ปัญหา และเพื่อให้ผู้เรียนมีประเด็นในการเขียน ครูผู้สอนสามารถใช้คำถามแนะแนวทางในการเขียนได้ ต่อไปนี้

1. เมื่อพบปัญหา สิ่งแรกที่คุณเรียนทำคืออะไร

2. ในการแก้ปัญหาผู้เรียนได้ใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาเลยหรือไม่ใช้กลยุทธ์ใดเกิดอะไรขึ้นบ้าง ผลจากการใช้กลยุทธ์เป็นอย่างไร และกลยุทธ์นั้นสามารถแก้ปัญหาได้หรือไม่

3. ถ้าหากผู้เรียนแก้ปัญหาไม่สำเร็จ ผู้เรียนพยายามหากลยุทธ์อื่นมาใช้ในการแก้ปัญหาอีกหรือไม่

4. ผู้เรียนได้ตรวจสอบคำตอบหรือไม่ ได้ลองใช้วิธีการอื่นๆ บ้างหรือไม่ ผู้เรียนมั่นใจหรือไม่ว่าคำตอบที่ได้นั้นถูกต้อง

ในการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา ครูผู้สอนสามารถใช้สมุดรายงานของผู้เรียนได้ และยังสามารถนำมาวิเคราะห์ภาพรวมได้อีกเมื่อสิ้นภาคเรียนและสิ้นปีการศึกษา

การให้คะแนนแบบรูปวิค เป็นการประเมินการเขียนผู้เรียนที่แสดงแนวทางการคิด ซึ่งแบ่งเป็น 3 วิธี ได้แก่

1. การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ (Analytic scoring) เป็นการกำหนดคะแนน โดยการพิจารณาจากขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเริ่มที่การกำหนดขั้นตอนของการแก้ปัญหาที่ครูผู้สอนต้องประเมิน และขั้นที่สองคือกำหนดพิสัยคะแนนที่เป็นไปได้ของแต่ละขั้นของการแก้ปัญหา โดยมีข้อดีดังต่อไปนี้

- การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ไม่เพียงแต่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น แต่ยังเป็น การพิจารณาขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหาลดด้วย

- เป็นการกำหนดคุณค่างานผู้เรียนด้วยตัวเลขที่มีความชัดเจน

- ช่วยครูผู้สอนพิจารณาเน้นจุดอ่อนและจุดแข็งของผู้เรียนได้อย่างตรงประเด็น

- ได้ข้อมูลที่จะแจ้งเกี่ยวกับผลที่เกิดจากกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความ

หลากหลาย

- เพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการให้คะแนนนั้นจึงสามารถปรับเปลี่ยนได้ตาม

ความเหมาะสม

ตาราง 1 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบวิเคราะห์

เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์	
ขั้นทำความเข้าใจปัญหา	0: นักเรียนเข้าใจปัญหาผิดทั้งหมด 1: นักเรียนเข้าใจปัญหาถูกต้องบางส่วน 2: นักเรียนเข้าใจปัญหาถูกต้องทั้งหมด
ขั้นวางแผนแก้ปัญหา	0: นักเรียนไม่ได้พยายามวางแผนการแก้ปัญหาหรือวางแผนไม่เหมาะสม 1: นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่แก้ปัญหาได้บางส่วน 2: นักเรียนวางแผนการแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม และสามารถหาคำตอบได้
ขั้นได้คำตอบ	0: ไม่มีคำตอบ หรือคำตอบผิดเนื่องจากการวางแผนการแก้ปัญหาที่ไม่เหมาะสม 1: การคำนวณหาคำตอบผิดพลาด หรือตอบคำถามถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน 2: คำตอบถูกและระบุหน่วยของคำตอบถูกต้องทั้งหมด

ที่มา : Rungfa Janjaruporn (2005). The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving. p. 41.

2. การให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) คือการประเมินที่ไม่ได้พิจารณาเพียงแค่คำตอบเท่านั้น แต่เป็นการให้คะแนนที่มีการมุ่งเน้นภาพรวมของคำตอบ โดยจะไม่กำหนดคะแนนแบบแยกในแต่ละขั้นตอนของกระบวนการคิด แต่จะมีการกำหนดคะแนนในภาพรวมคำตอบ ดังนั้นการให้คะแนนแบบองค์รวมจึงเป็นการประเมินที่เหมาะสมกับการให้คะแนนหรือการประเมินที่มีสเกลใหญ่ และต้องการผลลัพธ์ของงานที่เป็นภาพรวมกว้าง โดยการให้คะแนนแบบองค์รวมมีข้อดี ต่อไปนี้

- เป็นการเปิดโอกาสให้มีการพิจารณาการเขียนของผู้เรียนอย่างรวดเร็ว
- ไม่เพียงแต่พิจารณาเฉพาะคำตอบเท่านั้น แต่มีการมุ่งเน้นการพิจารณา

กระบวนการที่ใช้ด้วย

- มีการจัดเตรียมเกณฑ์การให้คะแนนที่มีความเจาะจงและชัดเจนสำหรับ

งานเขียน

- ใช้คะแนนค่าเดียว ซึ่งครอบคลุมภาพรวมของคำตอบในการแสดงผล

งานการแก้ปัญหา

ตาราง 2 ตัวอย่างการให้คะแนนแบบองค์รวม

คะแนน	เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม
	เงื่อนไข
0	- ไม่มีการเขียนลงในกระดาษ - ลอกใจทย์ซ้ำ แต่ไม่มีร่องรอยการคิดหรือวิธีคิด - เขียนเฉพาะคำตอบโดยไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบที่ได้นั้นผิด
1	- มีการแสดงวิธีหาคำตอบ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจปัญหา แต่ใช้กลยุทธ์ที่ไม่ถูกต้อง - ไม่มีการเปลี่ยนไปใช้กลยุทธ์อื่น และเลือกใช้กลยุทธ์ไม่ถูกต้อง - พยายามแก้ปัญหาย่อยๆ แต่ไม่สำเร็จ
2	- หาคำตอบไม่ได้ และเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหานั้นไม่เหมาะสม แต่แสดงร่องรอยให้เห็นว่าผู้เรียนทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างถูกต้อง - นำกลยุทธ์ไปใช้ผิด ทำให้ได้คำตอบที่ผิด หรือเลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างเหมาะสม แต่ไม่ได้คำตอบ - ในปัญหาย่อย นักเรียนหาคำตอบได้ แต่ดำเนินการไม่สำเร็จ - สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่ไม่มีการแสดงวิธีทำ

ตาราง 2 (ต่อ)

เกณฑ์การให้คะแนนแบบองค์รวม	
3	- เลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้ แต่มีการเข้าใจปัญหาไม่ถูกต้องในบางส่วน หรือมีการละเลยเงื่อนไขบางเงื่อนไขในสถานการณ์หรือปัญหาที่กำหนด - เลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้นั้นไม่ถูกต้อง โดยไม่มีการแสดงเหตุผล หรือไม่แสดงคำตอบ หรือมีความผิดพลาดในการคำนวณ คำตอบจึงผิด
4	- เลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง แต่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งไม่ส่งผลต่อการทำความเข้าใจปัญหา หรือทำให้การคำนวณผิดพลาด - เลือกกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง และได้คำตอบที่ถูกต้อง

ที่มา: Charles, Lester, and O'Daffer (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. p. 35.

3. การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป (Impressing Scoring) คือการประเมินโดยใช้ความประทับใจ โดยมีการให้คะแนนที่แน่นอนจากผู้ประเมินที่มีความผู้เชี่ยวชาญหรือมีประสบการณ์สูง

การใช้แบบทดสอบ (Using tests) เป็นการประเมินที่มีการใช้แบบทดสอบซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ได้แก่

1. แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ (Multiple choice tests) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความ โดยในแต่ละคำถามมีหลายตัวเลือก เพื่อให้ผู้เรียนได้เลือกตัวเลือกที่ถูกต้องเพียงตัวเลือกเดียว

2. แบบทดสอบชนิดเติมคำตอบ (Completion tests) เป็นแบบทดสอบที่มีข้อความ โดยในแต่ละคำถามจะมีช่องว่างไว้ให้ผู้เรียนได้เติมตัวเลข คำ วลี หรือประโยคที่ถูกต้องลงในช่องว่างนั้นๆ

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหา อาร์ทซ์ และอมอร์ ทอมัส (Artz, Alice F, Armour-Thomas, & Eleanor, 1992, p. 147-148) ได้สร้างกรอบวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหา ที่สังเคราะห์มาจากขั้นตอนการแก้ปัญหาในการวิจัยของ Garofalo; & Lester; &

Polya และ Schoenfeld และระดับการรู้คิด (cognitive) และอภิปัญญา (metacognitive) ในพฤติกรรมกำกับการแก้ปัญหของ Fravell เพื่อการแยกความแตกต่างของพฤติกรรมกำกับการแก้ปัญหาด้านการรู้คิดและอภิปัญญาที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการแก้ปัญหที่ดำเนินการในกลุ่มย่อย ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. การอ่านปัญหา (Reading the problem) : การรู้คิด

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนอ่านปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ด้วยตนเอง โดยอาจจะอ่านในใจ หรืออ่านเสียงดังให้สมาชิกในกลุ่มได้ยิน หรือฟังเพื่อนอ่าน

2. การทำความเข้าใจปัญหา (Understand the problem) : อภิปัญญา

นักเรียนพิจารณาความรู้ที่เกี่ยวกับปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ พิจารณาลักษณะของภาษา การตีความหมายและแบบแผนของปัญหา โดยการอธิบายปัญหาด้วยภาษาของตนเองใหม่

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนอาจจะแสดงพฤติกรรม ดังต่อไปนี้

- มีการอธิบายปัญหาด้วยการใช้ภาษาของตนเองใหม่
- มีการสอบถามเพื่อให้ตนเองเข้าใจปัญหามากยิ่งขึ้น
- เขียนประเด็นสำคัญหรือสร้างแผนภาพในการนำเสนอปัญหา
- เตือนตนเองหรือสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับเงื่อนไขของปัญหา เช่น “อย่าลืมนะว่าเราต้องใช้เฉพาะเลขคี่เท่านั้น”

- บอกหรือสอบถามสมาชิกในกลุ่มว่าใครเคยแก้ปัญหาลักษณะนี้แล้วบ้าง

- อภิปรายเกี่ยวกับข้อมูลสำคัญที่กำหนดให้หรือข้อมูลที่ขาดหายไป

3. การวิเคราะห์ปัญหา (Analyzing the problem) : อภิปัญญา

นักเรียนย่อยปัญหาแล้วทำการพิจารณาความเชื่อมโยงของสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ทั้งบอกอย่างชัดเจนและบอกโดยนัยและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนพยายามทำปัญหาให้ง่ายขึ้น หรือมีการกำหนดปัญหาขึ้นมาใหม่ โดยตัวอย่างข้อความที่แสดงถึงการวิเคราะห์ปัญหา เช่น “หลังจากการลองใช้ข้อมูลทั้งหมดที่โจทย์กำหนดมาให้แล้วกลายเป็นปัญหาการบวกที่ง่ายมากขึ้น” หรือ “เพราะผลรวมเป็นพหุคูณของ 5 ฉันคิดว่าคำตอบต้องหารด้วย 5 ลงตัว”

4. การวางแผน (Planning) : อภิปัญญา

นักเรียนมีการเลือกขั้นตอนและกลยุทธ์ที่อาจจะนำไปสู่คำตอบของการแก้ปัญหา และนักเรียนอาจจะมีการประเมินสถานะของการแก้ปัญหา โดยมีการพิจารณาว่าจะทำการแก้ปัญหาต่อไปหรือควรจะเปลี่ยนแนวทางหรือกลยุทธ์ใหม่

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนอธิบายแนวทางในการแก้ปัญหาที่นักเรียนจะใช้ โดยอาจจะเป็นขั้นตอนหรือเป็นกลยุทธ์ ซึ่งตัวอย่างของข้อความที่แสดงถึงการวางแผน เช่น “ลองใช้ข้อมูลที่กำหนดให้ก่อน และดูว่าปัญหามีลักษณะเป็นอย่างไร” หรือ “ลองแก้ปัญหาแบบย้อนกลับโดยการประมาณคำตอบ และดูว่าควรจะปรับให้มีความเหมาะสมกับปัญหาได้อย่างไรบ้าง” หรือ “ลองสร้างตารางแล้วจึงเติมตัวเลขลงไปในตาราง”

5. การสำรวจ (Exploring) : การรู้คิด

นักเรียนแก้ปัญหาแบบลองผิดลองถูก

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนมองไม่เห็นลำดับของการดำเนินการ มีการคำนวณหลายทางโดยที่ไม่มีโครงสร้างที่ชัดเจน

6. การสำรวจ (Exploring) : อภิปัญญา

นักเรียนทำการตรวจสอบความของตนเองหรือสมาชิกในกลุ่ม แล้วพิจารณาว่าควรจะดำเนินการแก้ปัญหาต่อหรือไม่ โดยหากมีการค้นพบข้อมูลใหม่ในระหว่างการสำรวจ นักเรียนอาจจะกลับไปวิเคราะห์ข้อมูลนั้นๆ ด้วยความหวังว่าจะสามารถส่งผลให้เข้าใจเกี่ยวกับปัญหาอย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนอาจจะแสดงพฤติกรรม ได้แก่

- ในระหว่างที่นักเรียนแก้ปัญหานั้น นักเรียนหยุดการแก้ปัญหาเพื่อให้ตนเองตระหนักหรือถามสมาชิกในกลุ่มว่าได้ทำอะไรไปแล้วบ้าง โดยตัวอย่างของข้อความ เช่น “คุณกำลังทำอะไร” หรือ “ฉันกำลังทำอะไรอยู่”

- นักเรียนให้คำแนะนำที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่จะลองทำเป็นขั้นตอนต่อไปในการสำรวจแก่สมาชิกในกลุ่ม ตัวอย่างข้อความ เช่น “อันนี้ใหญ่เกินไป ลองอีกอันที่เล็กกว่า”

- นักเรียนมีการประเมินว่าในขณะที่อยู่นั้นอยู่ในขั้นตอนไหนของการสำรวจ โดยตัวอย่างของข้อความ เช่น “ฉันคิดว่าได้คำตอบแล้ว”

7. การนำไปใช้ (Implementing) : การรู้คิด

นักเรียนมีการใช้กลยุทธ์ที่ได้จากการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์หรือวางแผน ซึ่งขั้นนี้แตกต่างจากการสำรวจ เนื่องจากการกระทำในขั้นนี้จะทำอย่างเป็นระบบ และมีความรอบคอบในการเปลี่ยนสิ่งที่โจทย์กำหนดไปสู่เป้าหมายหรือสิ่งที่ต้องการ

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนมีการคำนวณแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ และตามการวางแผนที่วางไว้

8. การนำไปใช้ (Implementing) : อภิปัญญา

ในขณะที่นักเรียนนำแผนที่วางไว้มากำหนด นักเรียนมีการตระหนักในการคิดโดยตรวจสอบ ทบทวนการตัดสินใจที่ผ่านมารอบรอบ และอาจจะพิจารณาสถานะว่ากำลังอยู่ในขั้นไหนของวิธีการ ตลอดจนพิจารณาข้อจำกัดของเวลาด้วย

ข้อบ่งชี้คือ ในขณะที่นักเรียนปฏิบัติตามแผนที่วางไว้นั้น นักเรียนหยุดงานที่ทำอยู่เพื่อดูว่าได้ทำอะไรไปบ้าง หรือสิ่งที่ทำอยู่นำไปสู่สิ่งใด โดยตัวอย่างข้อความที่แสดงขั้นตอนนี้ เช่น “เราใช้เงื่อนไขที่กำหนดมาครบแล้ว ในตอนนี้เราจะเริ่มทำส่วนที่เหลือต่อ” หรือ “คุณลืมใช้จุดที่สอง” หรือ “วิธีนี้ใช้เวลามากเกินไป ลองข้ามจำนวนที่เหลือนี้ดูก่อนไหม”

9. การตรวจสอบ (Verifying) : การรู้คิด

นักเรียนทำการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้ โดยการตรวจดูการคำนวณ

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนทำขั้นตอนการคำนวณซ้ำอีกครั้ง เพื่อการตรวจสอบความถูกต้อง

10. การตรวจสอบ (Verifying) : อภิปัญญา

นักเรียนประเมินวิธีการแก้ปัญหาโดยการพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้นั้นมีความสอดคล้องกับการทำความเข้าใจปัญหา การวิเคราะห์ การวางแผน หรือการนำไปใช้หรือไม่ โดยหากพบความขัดแย้งหรือไม่สอดคล้องกัน นักเรียนสามารถสร้างการตัดสินใจใหม่เพื่อการแก้ไขความสามารถในการปรับการคิดของตนเองบนฐานของการประเมินข้อมูล ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ของความสามารถในการควบคุมตนเอง

ข้อบ่งชี้คือ เมื่อนักเรียนทำการพิจารณาวิธีการแก้ปัญหาหรือส่วนหนึ่งของวิธีการแก้ปัญหาแล้ว นักเรียนสามารถทำการทบทวนได้หลายวิธี ดังนี้

- นักเรียนทำการตรวจสอบกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อพิจารณาว่ามีความสมเหตุสมผลหรือไม่ เช่น “เมื่อเราทำปัญหาให้ง่ายมากขึ้นแล้วได้ใช้ข้อมูลที่โจทย์ได้กำหนดให้ทั้งหมดหรือไม่”

- นักเรียนตรวจสอบว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นเป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดหรือไม่ เช่น “คำตอบที่ได้นั้นเป็นไปตามสมบัติทั้งสองข้อที่โจทย์ต้องการหรือไม่”

- นักเรียนอธิบายสมาชิกในกลุ่มว่ากระบวนการหาคำตอบนี้ได้มาอย่างไร

11. การดูและการฟัง (Watching and listening) : ไม่ถูกจัดอยู่ทั้งในกลุ่มการเรียนรู้คิดและอภิปราย

ในขั้นนี้เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่ทำงานของคนอื่นโดยเฉพาะ โดยนักเรียนเรียนรู้แนวคิดและการทำงานของผู้อื่น

ข้อบ่งชี้คือ นักเรียนดูสมาชิกในกลุ่มที่กำลังเขียน หรือฟังแนวคิดของสมาชิกในกลุ่มที่กำลังพูด

สำหรับงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยใช้การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ เพื่อการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร และใช้แบบตรวจสอบรายการเพื่อบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาของนักเรียน

การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อเสริมสร้างทักษะการแก้ปัญหา

สุทธิดา การิมี (2560) กล่าวว่า การจัดการเรียนการสอนตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมสามารถเสริมสร้างผู้เรียนให้มีการฝึกคิดอย่างเป็นขั้นตอน ตลอดจนเกิดการฝึกฝนทักษะการแก้ปัญหา โดยการเน้นให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะจากการปฏิบัติ เพื่อให้แก้ปัญหาจากปัญหาที่ประสบอยู่อย่างเป็นขั้นตอน

ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมมีความสอดคล้องกับกระบวนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่สามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆ และช่วยฝึกทักษะการแก้ปัญหาโดยมาใช้อย่างเป็นระบบให้ผู้เรียนได้หาแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนได้ฝึกทักษะในการคิด ได้ลงมือปฏิบัติ ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการตัดสินใจ การเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถนำทักษะความรู้มาทำการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อีกด้วย ซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะช่วยให้เกิดการฝึกทักษะการแก้ปัญหา ดังต่อไปนี้

1. การฝึกทำความเข้าใจกับปัญหา เพื่อให้ทราบว่าเป็นปัญหาอะไร และมีเงื่อนไขตรงส่วนใด

2. การฝึกวางแผนการแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้อง แล้วจึงนำมาใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกวิธีสำหรับการแก้ปัญหา

3. การฝึกดำเนินการแก้ปัญหาตามแผนที่ได้วางไว้ แล้วทำการทดสอบผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ เช่น ทดสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้น ถ้าพบจุดที่มีปัญหาก็ให้ทำการปรับปรุงแก้ไข

4. สรุปและประเมินผลการแก้ปัญหา โดยการประเมินผลที่เกิดขึ้นว่าสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่

หากมีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการจัดการเรียนการสอนจะเป็นการฝึกฝนให้ผู้เรียนได้เรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหา ดังนั้นหากมีการส่งเสริมให้มีการใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการแก้ปัญหาจากปัญหาต่างๆ ก็จะช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนได้เกิดทักษะการแก้ปัญหาได้อีกแนวทางหนึ่งด้วย ซึ่งทักษะการแก้ปัญหานี้มีความสำคัญที่จะใช้ในการใช้ชีวิตหรือดำรงชีพในยุคศตวรรษที่ 21 และในการจัดการศึกษาจึงต้องมีการมุ่งเน้นการสร้างองค์ความรู้ ตลอดจนการสืบค้นข้อมูล รวมทั้งการวิเคราะห์และการตัดสินใจ อย่างเหมาะสม ทั้งนี้การให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติการแก้ปัญหาในปัญหาหรือสถานการณ์ต่างๆ อย่างเป็นขั้นตอนนี้จะเป็นการส่งเสริมผู้เรียนเกี่ยวกับการเชื่อมโยงและประยุกต์ใช้สิ่งที่ได้เรียนรู้และฝึกฝนในชั้นเรียนไปปรับใช้ในการดำเนินชีวิต สามารถต่อยอดความรู้จนเกิดมุมมองการแก้ปัญหาใหม่ๆ จนนำไปสู่การพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการที่สามารถแข่งขันในเชิงพาณิชย์ ตลอดจนพัฒนาความสามารถของคนรุ่นใหม่ที่เป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาประเทศชาติต่อไป

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการทำวิจัย จึงได้ทำการศึกษางานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพื้นที่ผิวและปริมาตรดังต่อไปนี้

3.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสะเต็มศึกษา

นิตยา ภูผาบาง (2559) ได้สร้างกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ และเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นของการบูรณาการ ซึ่งเครื่องมือที่ใช้คือกิจกรรมสะเต็มศึกษา และมีการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงจำนวน 52 คน พบว่ากิจกรรมที่สร้างขึ้นนั้นสอดคล้องตามแนวทางสะเต็มศึกษาและได้มีส่วนในการส่งเสริมนักเรียนให้ได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นขั้นบูรณาการและทราบว่ากิจกรรมใดทำให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในขั้นการบูรณาการที่สูงมากกว่า

ดาร์วิน ชัยพินา (2558) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเรียนของผู้เรียนที่ได้เรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด สะเต็มศึกษา และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของผู้เรียนจำนวน 28 คน ซึ่งพบว่าผู้เรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นไปตามขั้นตอนการทำโครงงาน พร้อมทั้งใช้ความรู้จากการบูรณาการศาสตร์ทั้ง 4 สาขาวิชา ทำให้นักเรียนแก้ปัญหายอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่ดี และสามารถนำความรู้จากการเรียนการสอนแบบโครงงานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาประยุกต์ใช้ได้ดีและใช้ความรู้ได้อย่างเต็มความสามารถ

นัสรินทร์ บือซา (2558) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งมีต่อความสามารถในการแก้ปัญหา ผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาชีววิทยา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนจำนวน 39 คน ซึ่งพบว่าผู้เรียนที่ได้เรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษานั้นมีการพัฒนาการขึ้นทั้งในระดับต้น ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก อีกทั้งมีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในรายวิชาชีววิทยา ตลอดจนความสามารถในการแก้ปัญหาลงหลังจากผ่านการเรียนอยู่ในเกณฑ์หรืออยู่ในระดับที่สูงกว่าก่อนการเรียน และผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนรู้อยู่ในระดับมาก

ราวรรณ ทิลาพันธ์ (2558) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับจัดการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน และได้ศึกษาความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษา โดยผลจากการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนมากกว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาในวิชาวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 ตลอดจนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ โดยมีคะแนนเฉลี่ยคือ 33.77 คะแนน รวมทั้งด้านความคิดคล่องมีคะแนนเฉลี่ยคือ 13.77 คะแนน ด้านความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 10.77 คะแนน และด้านความคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ย 9.23 คะแนน

อชิรวัดดี ตั้งสมบัติสันติ (2560) ได้พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้น ม. 5 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 70/70 พบว่าสะเต็มศึกษาในวิชาฟิสิกส์ ระดับชั้นม. 5 เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์มีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.5/75 ศึกษาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณหลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะ

เต็มศึกษา พบว่าจากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 40 คน มีนักเรียนจำนวน 29 คน ที่มีทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณอย่างน้อย 4 ใน 6 ทักษะ โดยมีคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 81.25 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้และหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่องแสงและทัศนอุปกรณ์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา หลังจากการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา สูงกว่าก่อนเรียนรู้ด้วยกิจกรรมดังกล่าว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงการศึกษาการความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียน พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยรวมต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

ดวงพร สมจันทร์ตา (2559) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางของสะเต็มศึกษา เรื่อง กายวิภาคของพืช ซึ่งผลการศึกษาพบว่าคะแนนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังจากการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม สูงกว่าก่อนเรียนกิจกรรมดังกล่าว

Raines (2012) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการใช้การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสะพาน ในการเตรียมความพร้อมในด้านวิชาการในช่วงปิดเทอมฤดูร้อนของนักเรียนก่อนเข้ามหาวิทยาลัย ซึ่งผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีส่วนร่วม และมีความสนใจในการเรียนรู้มากขึ้น

Heaverlo (2011) ได้พัฒนาการใช้สะเต็มศึกษาในนักเรียนหญิงเกรด 6 – 12 ในมลรัฐไอโอวา ที่มีความสนใจและมีความถนัดในวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการสอนของครูในรายวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งในรายวิชาวิทยาศาสตร์นั้นได้ส่งผลกระทบต่อการเรียนรู้ของนักเรียนในวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานอกหลักสูตรยังส่งเสริมหรือช่วยให้นักเรียนมีความสนใจและความถนัดในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะการทำกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษาที่ครูจัดขึ้นนั้นมีส่วนช่วยส่งเสริมให้นักเรียนหันมาสนใจการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิชาวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น ตลอดจนการจัดสภาพแวดล้อมในการเรียนก็เป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย

Cox et al. (2016) ได้ทำการศึกษาเรื่องของการใช้คณิตศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาวิชาชีววิทยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธุ

ศาสตร์ โดยการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ปกติกับการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การเรียนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา และการผนวกความรู้ในหลายๆ ศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนสามารถคิด และช่วยให้เข้าใจในปัญหาที่ดีขึ้น จึงทำให้ทักษะในการแก้ปัญหา ตลอดจนผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาของผู้เรียนหลังจากที่ได้เรียนด้วยกิจกรรมดังกล่าว สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ

Tsupros and Kohler (2009) ได้ทำการศึกษาและจัดทำรายงานสรุปผลการศึกษาผ่านการสนทนากลุ่ม การสำรวจความคิดเห็น และความต้องการของนักการศึกษาผ่านทางออนไลน์ในฤดูใบไม้ผลิปี 2008 ที่เกี่ยวกับการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษา ในเขตตะวันตกเฉียงใต้ของมลรัฐเพนซิลเวเนีย ซึ่งผลการศึกษาพบว่า การสร้างความตระหนักให้แก่ครูผู้สอนเกี่ยวกับความจำเป็นในการจัดการศึกษาแบบสะเต็มศึกษานั้นเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อให้เกิดแนวทางการปฏิบัติงานไปในทิศทางเดียวกัน โดยครูผู้สอน ผู้บริหาร และที่ปรึกษาทางด้านสะเต็มศึกษานั้นมีความยินดีที่จะให้ความช่วยเหลือแก่สถาบันทางการศึกษาในระดับอุดมศึกษาและภาคอุตสาหกรรมในการสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา เพื่อการพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณสมบัติที่มีความตรงต่อความต้องการของตลาดแรงงาน แต่ปัญหาที่นักศึกษามีความกังวลคือการจัดกิจกรรมที่ใช้เวลาค่อนข้างมาก ตลอดจนต้องอาศัยความร่วมมือกับเพื่อนร่วมงานในการแก้ปัญหาร่วมกัน แต่ครูก็มีความเห็นว่า นั่นเป็นสิ่งที่น่าสนใจและท้าทายหากทำกิจกรรมสะเต็มศึกษาได้สำเร็จ

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

William (2003) ได้ทำการศึกษาในด้านของการพัฒนาพฤติกรรมการแก้ปัญหา โดยการเน้นการเขียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาในกลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักเรียนที่กำลังเรียนวิชาพีชคณิต จำนวน 42 คน ซึ่งสอนโดยครูคนเดียวกัน และเรื่องที่สอนจะเป็นเรื่องเดียวกัน กลุ่มทดลอง 22 คน เรียนด้วยการขั้นตอนการแก้ปัญหา และนักเรียนที่เป็นนักเรียนกลุ่มควบคุม 20 คน เรียนด้วยการแก้ปัญหาแบบธรรมดา ซึ่งมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ปรากฏว่าผลการศึกษากลุ่มนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองมีความสามารถในการแก้ปัญหาที่สูงกว่านักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุม ทั้งนี้มีการสัมภาษณ์นักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลอง ปรากฏว่าจำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 75 มีความพึงพอใจในกิจกรรมการเรียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา และนักเรียนมากกว่าร้อยละ 80 บอกว่ากิจกรรมการเรียนตามขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหานี้ช่วยให้สามารถแก้ปัญหาได้ดีมากยิ่งขึ้น

พจนา จีระกาล (2553) ได้วิจัยและพัฒนากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ช่วยในการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก่ผู้เรียน โดยกระบวนการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ ขั้นการศึกษาข้อมูลพื้นฐานในด้านการพัฒนาความสามารถด้านการกำหนดแนวทางในการพัฒนาและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ขั้นการหาประสิทธิภาพของเครื่องมือและการสร้างเครื่องมือ ขั้นการเก็บรวบรวมข้อมูล และขั้นของการวิเคราะห์ข้อมูล กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองใช้กิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์จำนวน 33 คน โดยใช้เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กิจกรรมและแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่ากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์นั้นสามารถช่วยในการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และผู้เรียนมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์หลังจากการจัดกิจกรรมดังกล่าว อยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าก่อนการจัดกิจกรรม

จรัญ กองศรีกุลดิลก (2546) ได้ทำการวิจัยและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบฝึกกิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่มีการเน้นการวางแผนการแก้ปัญหา โดยกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยนักเรียนกลุ่มแรกมีจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนกลุ่มทดลอง และนักเรียนกลุ่มที่สองจำนวน 30 คน เป็นนักเรียนกลุ่มควบคุม พบว่าหลังจากการทดลองแล้วระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่าก่อนการทำการทดลอง และระดับคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองอยู่ในเกณฑ์ที่สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม

ปิยะนาถ เหมวิเศษ (2551) ได้ทำการสร้างกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งมีเลือกเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย สำหรับนักเรียนชั้น ม. 3 จำนวน 50 คน เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และปรากฏผลการวิจัยพบว่า จำนวนนักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด มีระดับคะแนนของความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มขึ้นไป ที่ระดับนัยสำคัญ .01 และเมื่อนักเรียนมีประสบการณ์หรือแนวทางในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ แล้วนักเรียนเหล่านั้นมีความสามารถในการพัฒนาความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา โดยเลือกกลยุทธ์มาใช้ในการแก้ปัญหา ตลอดจนการหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งทั้งคำอธิบาย นอกจากนั้นนักเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้มีการเลือกใช้กลยุทธ์สำหรับการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีเจตคติที่มีต่อการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ชญาภา ใจโปร่ง (2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ที่มีการเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เพื่อส่งเสริมนักเรียนชั้น ม. 4 ให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน โดยมีนักเรียนชั้น ม. 4 โรงเรียนกาญจนาดิษฐ์วิทยาคม 2553 จำนวน 30 คน เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยเวลาที่ใช้ในการทดลองเป็นเวลานานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติจำนวน 12 คาบ คาบละ 60 นาที โดยผลการศึกษาพบว่า นักเรียน มีระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และ 2) เมื่อนักเรียนได้มีประสบการณ์หรือคุ้นเคยกับการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์มากขึ้นแล้ว นักเรียนแสดงพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในด้านของ การทำความเข้าใจปัญหา การเลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาต่างๆ ตลอดจนในด้านของการค้นหาคำตอบที่ถูกต้องพร้อมทั้งเหตุผลหรือคำอธิบายที่ชัดเจน

3.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ผิวและปริมาตร

Kurniawan (2018) ได้ศึกษาผลการใช้คำถามปลายเปิดในการสอนเกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งการวิจัยประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นการเตรียมการและการออกแบบปัญหาและขั้นการประเมินและการแก้ไข โดยมีผลการศึกษาคำถามปลายเปิดจำนวน 9 คำถาม ที่เกี่ยวกับพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งคำถามปลายเปิดเหล่านี้ส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลร้อยละ 59.79 ความสามารถในการสื่อสารร้อยละ 57.02 และความสามารถในการแก้ปัญหาร้อยละ 67.01

เบญจวรรณ นันทาเครือ (2554) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้เรียนโดยการวาดภาพ ซึ่งดำเนินการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านก้อจัดสรร จำนวน 22 คน เครื่องมือที่ใช้ เช่น แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น และได้ฝึกให้นักเรียนวาดรูปและแก้โจทย์ปัญหาในชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดพบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรผ่านเกณฑ์ร้อยละ 50 ของคะแนนสอบทั้งหมด มีจำนวน 17 คน คิดเป็นร้อยละ 77.28 ของจ.น.นักเรียนทั้งหมด ซึ่งผลที่ได้จากการใช้กลวิธีการวาดภาพ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในการแก้โจทย์ปัญหา เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ดีขึ้น โดยนักเรียนส่วนใหญ่สามารถวาดภาพและระบุตัวเลขแทนข้อความที่อยู่ในโจทย์ได้อย่างถูกต้อง และนักเรียนสามารถระบุแนวคิดที่ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาจากภาพที่วาดได้อย่างถูกต้อง

วันทนี ศรีจวง (2557) ได้วิเคราะห์หัตถ์ที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น ม. 3 ซึ่งกลุ่มเป้าหมายในการวิจัยได้แก่นักเรียนโรงเรียนสาธิตวิทยาคม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จังหวัดนครราชสีมา โดยเครื่องมือคือ แบบทดสอบอัตนัยจำนวน 10 ข้อ และแบบบันทึกการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ โดยผลการวิจัยคือ แบบรูปของนักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ด้านการใช้ข้อมูลผิด และด้านการขาดการตรวจสอบในระหว่างการแก้ปัญหา และนักเรียนเกิดข้อผิดพลาด 2 แบบรูป ซึ่งสาเหตุเกิดจากนักเรียนขาดความเข้าใจและความรู้พื้นฐานในด้านการอ่านเขียนและขาดการฝึกฝนใน การทำโจทย์ปัญหาเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร นอกจากนี้ครูผู้สอนมักจะเน้นทักษะด้านการคิดมากกว่ากระบวนการฝึกทำโจทย์ โดยไม่สนใจโจทย์ที่ง่าย แต่จะเลือกสอนในข้อที่ยาก นอกจากนี้นักเรียนยังขาดความใส่ใจในการตรวจสอบข้อมูล และขาดการวางแผนในการแก้โจทย์ปัญหา แนวทางแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้น ครูควรยึดหลักกระบวนการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยา และแนวทางการแก้ไขข้อผิดพลาดสามารถทำได้โดยการพัฒนาความสามารถของนักเรียนในด้านการเรียนรู้ ความคิด และการฝึกปฏิบัติส่วนครูผู้สอนควรเน้นการวางแผนช่วยแก้ปัญหาให้กับนักเรียน สอนให้นักเรียนเข้าใจอย่างแท้จริงและจัดกิจกรรมส่งเสริมให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

พรทิพา เมืองโคตร (2559) ได้ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นม. 3 โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นม. 3 โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย มุกดาหาร โดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม โดยแต่ละห้องเรียนจัดการเรียนรู้แบบคละความสามารถ กลุ่มเก่ง ปานกลาง อ่อน คละกันไป ซึ่งผลการวิจัยคือ การใช้ปัญหาเป็นฐาน มีความเหมาะสม นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะการแก้ปัญหา เกิดการเรียนรู้และบรรลุผลตามเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อนุสรณ์ สุวรรณพัฒน์ (2558) ได้ทำการเปรียบเทียบความพึงพอใจในการเรียน และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร โดยการเรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD กับการเรียนแบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกัน LT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้น ม. 3 จำนวน 2 ห้องเรียน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม นักเรียนกลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD และกลุ่มทดลองที่ 2 ที่เรียนแบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกัน LT โดยผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่ม

ผลสัมฤทธิ์ STAD มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกัน LT แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตลอดจนนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD และนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกัน LT มีความพึงพอใจต่อการเรียน เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร อยู่ในระดับมากที่สุด



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผู้วิจัยนำข้อมูลที่เกิดขึ้นมาทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ซึ่งในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยใช้การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยการพิจารณาคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยใช้การประเมินพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มย่อยของนักเรียน ซึ่งพิจารณาจากการแสดงออกทางวาจา และร่องรอยการเขียนของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างของการศึกษา โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมและกล่องวิดีโอที่บันทึกพฤติกรรมเหล่านี้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดกลุ่มประชากรและเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับประชากรที่ผู้วิจัยใช้ในการวิจัย เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม จำนวน 1 ห้องเรียน ที่มีนักเรียนจำนวน 34 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ผ่านการเรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาแล้ว และเป็นนักเรียนที่

ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 10 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนแบบคละความสามารถ ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีนักเรียน 4 – 5 คน และแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งมีการพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 1 และหลังจากนั้นเลือกนักเรียน 1 กลุ่มย่อย เพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนเป้าหมายทั้งหมด 4 คน

2. กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ดังนี้

จุดมุ่งหมายของกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ขอบเขตของกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน และในแต่ละแผนใช้เวลา 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 3 กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
1	- ครูแนะนำกระบวนการแก้ปัญหา - เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์เรื่องจำลองที่กำหนดให้ โดยการทำความเข้าใจสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย การการระบุปัญหา และการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม
2	- เพื่อให้ นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างชิ้นงานเรือจำลอง โดยการลงมือวาดภาพออกแบบชิ้นงานเรือจำลอง
3	- เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้สถานการณ์ ครูให้นักเรียนทำการคำนวณเพื่อประกอบการวางแผนและตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างชิ้นงานเรือจำลอง และลงมือสร้างชิ้นงานเรือจำลองตามการออกแบบในคาบเรียนก่อนหน้า
4	- เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ - นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณ - นักเรียนทดลองชิ้นงานเรือจำลอง - นักเรียนนำเสนอผลจากชิ้นงานเรือจำลองของกลุ่ม - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล
5	- ครูแนะนำกระบวนการแก้ปัญหา - เพื่อให้ นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ

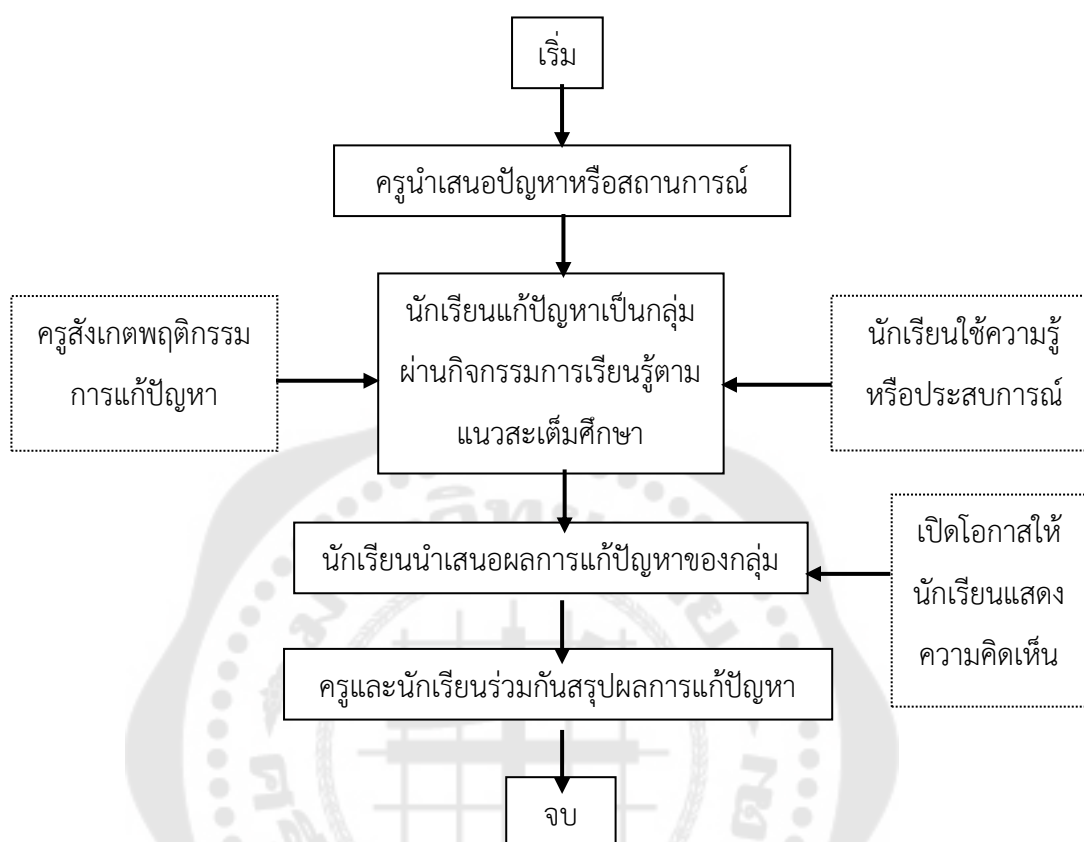
ตาราง 3 (ต่อ)

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
	สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์สร้างอาคารที่กำหนดให้ โดยการทำความเข้าใจสถานการณ์ ซึ่งประกอบด้วย การการระบุปัญหา และการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม
6	- เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างชิ้นงานอาคารจำลอง โดยการลงมือวาดภาพออกแบบชิ้นงานอาคารจำลอง
7	- เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้สถานการณ์ ครูให้นักเรียนทำการคำนวณเพื่อประกอบการวางแผนและตัดสินใจเลือกวิธีการสร้างชิ้นงานอาคารจำลอง และลงมือสร้างชิ้นงานอาคารจำลองตามการออกแบบในคาบเรียนก่อนหน้า
8	- เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ - นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณ - นักเรียนทดลองชิ้นงานอาคารจำลอง - นักเรียนนำเสนอผลจากชิ้นงานอาคารจำลองของกลุ่ม - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งให้นักเรียนได้ทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล
9	- ครูแนะนำกระบวนการแก้ปัญหา - เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา และขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาผ่านสถานการณ์

ตาราง 3 (ต่อ)

คาบเรียน	กิจกรรมการเรียนรู้
	ไฮโลแกรมที่กำหนดให้ โดยการทำความเข้าใจสถานการณ์ซึ่งประกอบด้วยสถานการณ์ปัญหา และการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม
10	- เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนวางแผนการสร้างชิ้นงานไฮโลแกรม โดยการลงมือวาดภาพออกแบบชิ้นงานไฮโลแกรม
11	- เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้สถานการณ์ ครูให้นักเรียนทำการคำนวณเพื่อประกอบการวางแผนและตัดสินใจ และลงมือสร้างชิ้นงานไฮโลแกรมตามการออกแบบในคาบเรียนก่อนหน้า
12	- เพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ตามกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหาหรือชิ้นงาน และขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา ครูให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ - นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณ - นักเรียนทดลองชิ้นงานไฮโลแกรม - นักเรียนนำเสนอผลจากชิ้นงานไฮโลแกรมของกลุ่ม - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปผลการทำกิจกรรม ซึ่งให้นักเรียนได้ทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนการแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบผล

สำหรับขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน ดังแผนภาพ



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการดำเนินกิจกรรม ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอน

3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสະเต็มศึกษา และเครื่องมือสำหรับการวัดผลและประเมินผลความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 เครื่องมือสำหรับจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสະเต็มศึกษา

3.1.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสະเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสະเต็มศึกษา ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 3 แผน และใช้แต่ละ

แผน 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที โดยเนื้อหาที่ใช้คือเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระการเรียนรู้พื้นฐาน

ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

1. ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ผลการเรียนรู้ และรายละเอียดเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ เกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ ตลอดจนการวัดและประเมินผลในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

2. ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. เพื่อกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4. จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ที่สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยมีแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน แต่ละแผนใช้ 4 คาบเรียน

5. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการใช้ภาษา ความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลและประเมินผล เพื่อนำข้อเสนอแนะไปทำการปรับปรุงแก้ไข โดยมีการให้คะแนนในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังต่อไปนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

6. นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาไปทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

7. ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้สำหรับกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ให้มีความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ใน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปริญญานิพนธ์เพื่อการตรวจสอบอีกครั้ง แล้วนำมาทำการแก้ไขเพื่อที่จะได้นำไปใช้กับนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือสำหรับการวัดผลและประเมินผล

ในงานวิจัยนี้เครื่องมือสำหรับการวัดผลและประเมินผล ประกอบด้วยแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

แบบทดสอบเป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยได้ทำการสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบวิเคราะห์ ผู้วิจัยปรับปรุงการตรวจให้คะแนนจากแนวคิดของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและคนอื่นๆ (Rungfa Janjaruporn, 2005, p. 35–42; citing Charles; Lester; & O'Daffer, 1987, p. 15–61; ปิยะนาถ เหมวิเศษ, 2551, น. 44; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, น. 78)

ขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

1. ศึกษาแนวคิดการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการสร้าง
2. ศึกษาเนื้อหา และผลการเรียนรู้จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
3. สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการใช้กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และเหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 5 ข้อ
4. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรง เชิงเนื้อหา ความเหมาะสมของการใช้ภาษา และความชัดเจนของข้อคำถาม โดยมีการให้คะแนนในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

5. ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ตามคำแนะนำผู้เชี่ยวชาญ และผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

6. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ไปทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

7. นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาทำการวิเคราะห์ในแต่ละข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ซึ่งมีเกณฑ์อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ซึ่งมีเกณฑ์คือต้องมีค่า 0.20 ขึ้นไป จากนั้นทำการคัดเลือกแบบทดสอบ แล้วจึงนำไปใช้ทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้ใช้ในการบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้แบบตรวจสอบรายการที่มีการปรับปรุงมาจากอัทซท์ และอมอร์ ทอมัส (Artz et al., 1992, p. 147-148) โดยในแต่ละคาบเรียนผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยเป็นผู้ทำการบันทึกพฤติกรรมเหล่านั้นลงในแบบสังเกตพฤติกรรม

ขั้นตอนในการสร้างแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

1. กำหนดจุดมุ่งหมายหรือขอบเขตของแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

2. สร้างแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เป็นแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ในขณะที่นักเรียนลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของการใช้ภาษา และความชัดเจนของข้อความ โดยมีการให้คะแนนในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

คะแนน +1	หมายถึง	ใช้ได้
คะแนน 0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่
คะแนน -1	หมายถึง	ใช้ไม่ได้

4. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปทำการทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 40 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

6. ปรับปรุงแก้ไขแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้มีความเหมาะสม แล้วนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยนี้ แบบแผนการวิจัยคือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังจากการทดลอง ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วทำการพิจารณาผลการทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยใช้เวลาในการดำเนินการทดลองจำนวน 16 คาบเรียน แต่ละคาบเรียนใช้เวลา 50 นาที โดยมีการแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน จำนวน 4 คาบเรียน ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลอง มีดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งในแต่ละคาบเรียนนั้น ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สอนและผู้สังเกตการณ์ โดยมีผู้ช่วยสังเกตการณ์จำนวน 2 คน ในการบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มในขณะที่ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. วิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทดสอบสมมติฐานว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม โดยใช้การทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion)

3. นำแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และงานเขียนของนักเรียนและผู้ช่วยสังเกตการณ์ และกล้องวิดีโอที่ทำการบันทึกพฤติกรรมของกลุ่มตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เกิดขึ้นขณะ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ตามกรอบวิเคราะห์พฤติกรรมของอาร์ทซ์ และอมอร์ ทอมัส (Artz et al., 1992, p. 147-148)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบ

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ชูศรี วงรัตน์, 2550, น. 38)

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของคะแนน
	n	แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง
	i	แทน จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง n
	X_i	แทน คะแนนของนักเรียนคนที่ i

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนของแบบทดสอบ (ชูศรี วงรัตน์, 2550, น.

77)

$$s = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
 i แทน จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง n
 X_i แทน คะแนนของนักเรียนคนที่ i

2. สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา

2.1 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความมุ่งหมายของการวิจัย (ศิริชัย พงษ์วิชัย, 2558, น. 142)

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความมุ่งหมายของการวิจัย
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ
 i แทน จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง n
 R_i แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่ i

2.2 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) (ล้วน สายยศ & อังคณา สายยศ, 2528, น. 179-180)

$$p_i = \frac{(H_i + L_i)}{[T_i(N_H + N_L)]}$$

$$r_i = \frac{(H_i - L_i)}{\left[T_i \times \frac{1}{2} (N_H + N_L) \right]}$$

เมื่อ	p_i	แทน ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบข้อที่ i
	r_i	แทน อำนาจจำแนกของแบบทดสอบข้อที่ i
	H_i	แทน คะแนนรวมข้อที่ i ของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	L_i	แทน คะแนนรวมข้อที่ i ของนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	T_i	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบข้อที่ i
	N_H	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูง
	N_L	แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มต่ำ

2.3 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบาค (Cronbach) (ล้วน สายยศ & อังคณา สายยศ, 2528, น. 170-171)

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_t^2} \right)$$

$$s_i^2 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ	α	แทน ค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น
	K	แทน จำนวนข้อแบบทดสอบ
	s_i^2	แทน คะแนนความแปรปรวนรายข้อ
	s_t^2	แทน คะแนนความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	n	แทน จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
	i	แทน จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง n
	x_i	แทน ผลทั้งหมดของคะแนนในข้อที่ i

3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบทวินาม Z (Z-Test for Population Proportion)

$$z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

เมื่อ $\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนประชากรที่ต้องการทดสอบ

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้ คือเพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และเพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา โดยข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวม ผู้วิจัยได้นำมาทำการวิเคราะห์ และได้มีการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และตอนที่ 2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ตอนที่ 1 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยได้แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แหล่งที่มาของคะแนน	คะแนนเต็ม	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตคิดเป็นร้อยละของคะแนนเต็ม	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)
แบบทดสอบ	10	6.662	66.62	0.986

จากตาราง 4 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เท่ากับ 6.662 คิดเป็นร้อยละ 66.62 ของคะแนนเต็ม และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.986

1.2 การทดสอบภาวะการแจกแจงปกติ

ผู้วิจัยต้องการตรวจสอบว่าสามารถใช้การทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z ได้หรือไม่ จึงได้ทำการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ตาราง 5 ผลการทดสอบภาวะการแจกแจงปกติ

Tests of Normality						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
VAR00001	.131	34	.152	.952	34	.141
a. Lilliefors Significance Correction						

จากข้อมูลในตาราง 5 การทดสอบภาวะปกติ ซึ่งเป็นการทดสอบภาวะปกติของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยใช้การทดสอบของ Shapiro-Wilk ซึ่งมีค่า Sig. = .141 ซึ่งมากกว่า .05 ดังนั้นคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีการแจกแจงปกติ และสามารถใช้ในการทดสอบสัดส่วนของประชากรด้วยสถิติ Z ได้

1.3 การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม ผู้วิจัยได้รวบรวมคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน จากนั้นคำนวณจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม หลังจากนั้นทดสอบสมมติฐานของการวิจัย ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากร โดยใช้สถิติทดสอบ Z ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัยแสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

จำนวน นักเรียน กลุ่ม ตัวอย่าง	จำนวนนักเรียนที่มี ความสามารถในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ (คน)	ร้อยละนักเรียนที่มี ความสามารถในการ แก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์	Z-score	ค่าวิกฤต
34	27	79.41	2.310	1.645*

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตาราง 6 พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยได้มีการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยพิจารณาความสามารถตามแนวคิดของโพลยา ซึ่งนำเสนอผลจากการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 34 คน จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยา ของนักเรียนที่ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์	คะแนนจากแบบทดสอบ (ร้อยละ)
ด้านการทำความเข้าใจปัญหา	63.24
ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา	72.43
ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา	69.30
ด้านการตรวจสอบ	58.82

จากตาราง 7 พบว่าคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนในด้านการทำความเข้าใจปัญหา คือร้อยละ 63.24 ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นด้านที่นักเรียนได้คะแนนมากที่สุด คือร้อยละ 72.43 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ร้อยละ 69.30 และด้านการตรวจสอบ ซึ่งเป็นด้านที่นักเรียนได้คะแนนน้อยที่สุด คือร้อยละ 58.82 โดยรายละเอียดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในด้านต่างๆ มีดังนี้

ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

ในด้านการทำความเข้าใจปัญหา พิจารณาจากร่องรอยการเขียนในแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ซึ่งพบว่านักเรียนร้อยละ 26.47 สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้อย่างครบถ้วน และนักเรียนร้อยละ 73.53 สามารถระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการได้แต่ไม่ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 5 และภาพประกอบ 6

1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

ชายได้ตัวแม่พันธุ์นกแก้ว

เงื่อนไขของโจทย์ :

เศษจาก 100 คือ 36 เม่น 127

หน้า 1617 จ.จ. 1617

ภาพประกอบ 5 ร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน

1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

1. สร้างกรวยตั้งให้จากแผ่นที่ตัดมา
2. หาว่าแต่ละจุดตัดให้ตัดกันด้วยกี่แก้ว

เงื่อนไขของโจทย์ :

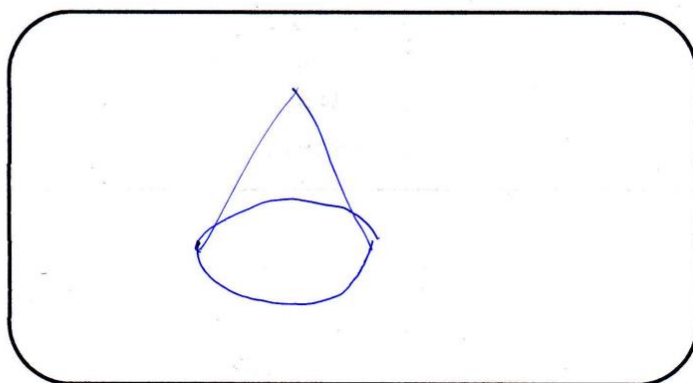
1. สร้างวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร
2. หาค่ามุมที่มุมตรงของมุม 1, 617 องศา, เซนติเมตร
3. หาค่ามุมที่มุมตรงได้ตัดกันค่าๆกัน
4. หาค่ามุมที่มุมตรงได้ตัดกันอีก 2 จุด

ภาพประกอบ 6 ร่องรอยการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียน

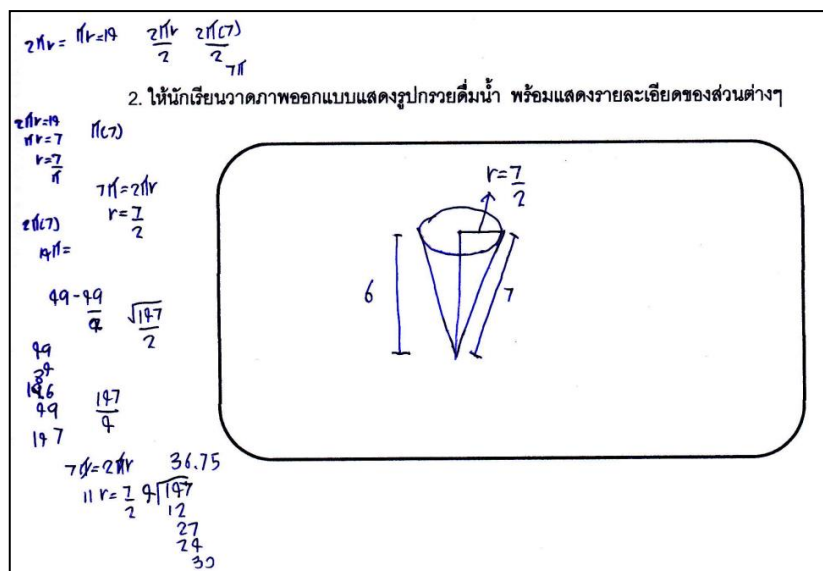
ด้านการวางแผนแก้ปัญหา

สำหรับการวางแผนแก้ปัญหา พบว่านักเรียนร้อยละ 44.85 สามารถออกแบบชิ้นงาน และแสดงรายละเอียดได้อย่างครบถ้วน และนักเรียนร้อยละ 55.15 ระบุข้อมูลเพิ่มเติมและออกแบบชิ้นงานแต่แสดงรายละเอียดไม่ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 7 และภาพประกอบ 8

2. ให้นักเรียนวาดภาพออกแบบแสดงรูปกรวยคี่มน้ำ พร้อมแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ



ภาพประกอบ 7 ร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียน



ภาพประกอบ 8 ร่องรอยการวางแผนแก้ปัญหาของนักเรียน

ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา

ในด้านการดำเนินการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนร้อยละ 38.24 สามารถแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบและมีการสร้างชิ้นงานได้อย่างถูกต้องครบถ้วน นักเรียนร้อยละ 18.38 แสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบและมีการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ นักเรียนร้อยละ 27.21 แสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบและมีการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องบางส่วน นักเรียนร้อยละ 14.70 แสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบแต่ไม่ถูกต้อง และมีการสร้างชิ้นงานแต่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสร้างชิ้นงาน และนักเรียนร้อยละ 1.47 ไม่มีการแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ และมีการสร้างชิ้นงานแต่ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการสร้างชิ้นงาน ดังภาพประกอบ 9 - 12

3. จงแสดงวิธีการคำนวณหาสิ่งที่เกี่ยวข้องการ

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรกรวย} &= \frac{1}{3} \pi r^2 h \\ &= \frac{1}{3} \pi (99)^2 (8) \\ &= 99^2 \pi \\ &= 99^2 \times \frac{22}{7} \\ &= 77 \text{ ลบ.เศษ.} \end{aligned}$$

มีพื้นที่ทั้งหมดปริมาตร 1,617 ลบ.เศษ.

มีคนทั้งหมด 3 คน แบ่งพื้นที่ได้คนละเท่าๆกัน

จะได้ $\frac{1617}{3} = 539$ ลบ.เศษ/คน

ดังนั้น 1617 คนจะได้พื้นที่คนละ $\frac{539}{77} = 7$ ไร่

ภาพประกอบ 9 ร้อยรอยการดำเนินการตามแผนโดยการแสดงวิธีการคำนวณหาคำตอบ
ของนักเรียน



ภาพประกอบ 10 การดำเนินการตามแผนโดยการสร้างชิ้นงานของนักเรียน

3. จงแสดงวิธีการคำนวณหาสิ่งที่โจทย์ต้องการ

น้ำใน 1017 ลบ.ซม. มี 3 คนมาละเล็กละน้อย

น้ำที่เหลือ = $\frac{1617}{3} = 539$ ลบ.ซม.

น้ำที่เหลือของเครื่องทอกรวม 711 ~~น้ำ~~ $\frac{1617}{3} = 22$ ซม.

r ของรอยได้ $2\pi r = 22$

$r = \frac{22}{2\pi}$

$r = 3.5$ ซม.

น้ำ h ของรอย $7^2 - 3.5^2 = \sqrt{36.75} \approx 6$ ซม.

V ของรอยได้ $\frac{1}{3} \times 3.5 \times 3.5 \times 22 \times \frac{\pi}{\pi} = 77$ ลบ.ซม.

น้ำที่เหลือในแก้วอีก 4 $\frac{539}{77} = 7$ แก้ว

ภาพประกอบ 11 ร่องรอยการดำเนินการตามแผนของนักเรียน



ภาพประกอบ 12 การดำเนินการตามแผนโดยการสร้างชิ้นงานของนักเรียน

ด้านการตรวจสอบ

สำหรับการตรวจสอบ พบว่านักเรียนร้อยละ 30.15 แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน นักเรียนร้อยละ 57.35 แสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน และนักเรียนร้อยละ 12.5 ไม่มีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ ดังภาพประกอบ 13 และภาพประกอบ 14

5. ให้นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณในข้อ 3. 2

ตัวเลขที่ได้มา = $\frac{1617}{3} = 539$ ลบ.ลบ.

ครึ่งของกรวย คือ 7 ซม. เส้นรอบวงครึ่งวงกลมได้ 22 ซม.
แสดงว่า เส้นรอบวงของกรวยคือ 22 ซม. มีไปน r

$2\pi r = 22$

$r = \frac{7}{2} = 3.5$ ซม.

* ใช้ทฤษฎีบทพีทาโกรัส $6^2 + 3.5^2 = 7^2$
 $6 = \sqrt{36.75}$ * โจทย์กำหนด $\sqrt{36.75} = 6$ ซม.

๖. V ของกรวย $\frac{1}{3} \times 3.5 \times 3.5 \times \pi \times \frac{22}{7} = 77$ ลบ.ลบ.

๖. จำนวนแก้ว $\frac{539}{77} = 7$ แก้ว

ภาพประกอบ 13 ร่องรอยการตรวจสอบผลของนักเรียน

5. ให้นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณในข้อ 3.

ปริมาตรกรวย = $\frac{1}{3} \pi r^2 h$
= 77 ลบ.ลบ.

แต่ละฐานได้กินน้ำ 7 แก้ว

" ได้กินน้ำ $77 \times 7 = 539$ ลบ.ลบ.

ทั้งหมดทั้งหมด 3 คน จะได้ปริมาตรทั้งหมด $539 \times 3 = 1,617$ ลบ.ลบ.

ภาพประกอบ 14 ร่องรอยการตรวจสอบผลของนักเรียน

ตอนที่ 2 พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในการศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์จำนวน 2 คน วิเคราะห์ (1) ร่องรอยการเขียนของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร (2) ผลการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายขณะลงมือทำกิจกรรม โดยมีแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และกล้องวิดีโอช่วยบันทึกรายละเอียดของพฤติกรรมเหล่านั้น

ผู้วิจัยพิจารณาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น ม. 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในด้าน 1) การทำความเข้าใจปัญหา 2) การวางแผนการแก้ปัญหาและการสำรวจ 3) การนำไปใช้ 4) การตรวจสอบ ของนักเรียนชั้น ม. 3 ทั้งชั้นเรียนและนักเรียนเป้าหมายจำนวน 4 คน ซึ่งได้แก่ ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปั้ง (นามสมมติ) โดยที่ข้าวฟ่างเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาสูง ชอบคิดและชอบซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัย ข้าวหอมและข้าวปั้นเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนปานกลาง ชอบคิดและซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัยเป็นบางครั้ง ส่วนข้าวปั้งเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ มีการซักถามเมื่อเกิดข้อสงสัยในบางครั้ง ซึ่งรายละเอียดของพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในด้านต่างๆ มีดังนี้

2.1 ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

การศึกษากิจกรรมด้านการทำความเข้าใจปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น ม. 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยพิจารณาความสามารถของนักเรียนในการระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหากำหนดให้ และสิ่งที่ต้องการหา การมีอยู่หรือการขาดหายไปของข้อมูลที่สำคัญ การพิจารณาการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จากร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้ช่วยสังเกตการณ์ และผู้วิจัย พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการทำความเข้าใจปัญหา 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบที่แสดงถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา (2) นักเรียนมีการซักถามหรืออธิบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาก่อนลงมือแก้ปัญหา มีรายละเอียดดังนี้

(1) นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบที่แสดงถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา

ขณะที่นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เรื่อง **เรือจำลอง** พบว่าใน 10 นาทีแรก นักเรียนส่วนใหญ่ไม่แสดงร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบที่แสดงถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ครูผู้สอนจึงมีการแนะนำการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์แก่นักเรียน จากนั้นมีนักเรียน 31 คน (91.18%) แสดงร่องรอยการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหาโดยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วนและไม่ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 15 และภาพประกอบ 16 สำหรับนักเรียนเป้าหมายชาวหอม มีการขีดเส้นล้อมรอบข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นเงื่อนไขของโจทย์ และขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการครบถ้วน ดังภาพประกอบ 18 สำหรับชาวฟาง ชาวบัน และชาวปั้ง มีการขีดเส้นล้อมรอบข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นเงื่อนไขของโจทย์แต่ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ และขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ดังภาพประกอบ 17 ภาพประกอบ 19 และภาพประกอบ 20 ตามลำดับ

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6×4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยพับมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบข้างล่าง เพื่อบรรทุกถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

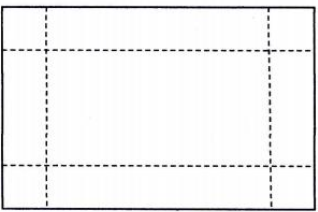
ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำ ที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร

ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 15 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของนักเรียน

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางการเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6×4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยพับมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบข้างล่าง เพื่อบรรทุกถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าจะต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร

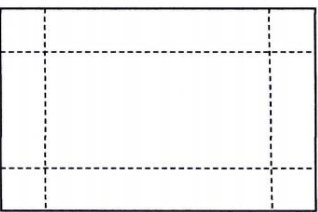


ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 16 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของนักเรียน

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางการเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6×4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยพับมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบข้างล่าง เพื่อบรรทุกถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าจะต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร



ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 17 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง เรือ
จำลอง ของข้าวงฟ้า

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางการเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6×4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยพับมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบ ข้างล่าง เพื่อบรรจุถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำ ที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร

ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 18 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวหอม

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางการเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6×4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยพับมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบ ข้างล่าง เพื่อบรรจุถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

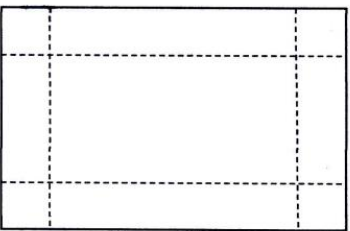
ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำ ที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร

ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 19 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวปั้น

เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลัน ณ หมู่บ้านแห่งหนึ่ง ทำให้เส้นทางการเดินทางถูกตัดขาด และเนื่องจากเกิดอุปสรรคในการนำเรือใหญ่เข้าไปในพื้นที่ เจ้าหน้าที่จึงไม่สามารถนำเรือใหญ่เข้าไปได้ ต่อมาพบร้านขายแผ่นเหล็กบางขนาด 6x4 ตารางเมตร ในบริเวณพื้นที่น้ำท่วมและเจ้าของร้านอนุญาตให้นำไปใช้ได้ เจ้าหน้าที่จึงคิดนำแผ่นเหล็กนั้นมาทำเป็นเรือที่มีลักษณะเป็นกล่องไม่มีฝาปิด โดยตีมุมทั้งสี่เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับตามรอยประเป็นขอบด้านข้าง ดังภาพประกอบข้างล่าง เพื่อบรรทุกถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด แต่เจ้าหน้าที่ยังไม่ทราบว่าต้องสร้างเรือใหญ่ให้มีขนาดเท่าใดจึงจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของถุงยังชีพให้ได้มากที่สุด

ให้นักเรียนช่วยเจ้าหน้าที่สร้างเรือโดยการสร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์อย่างน้อย 3 ลำ ที่มีขนาดแตกต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถรองรับน้ำหนักให้ได้มากที่สุด ซึ่งอัตราส่วนขนาดเรือจำลองต่อขนาดเรือจริง คือ 1 นิ้ว : 1 เมตร



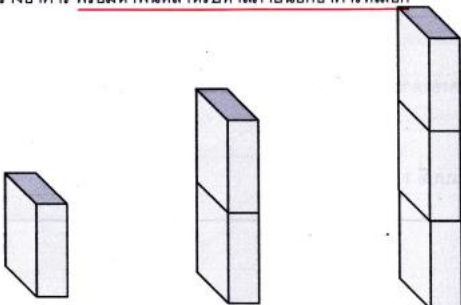
ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 20 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวปุ้น

ขณะที่นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เรื่อง **สร้างอาคาร** ซึ่งครูผู้สอนไม่มีการแนะนำการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์ พบว่ามีนักเรียนจำนวน 23 คน (67.65%) แสดงร่องรอยการขีดเขียนขณะทำความเข้าใจปัญหา ทั้งการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วนและไม่ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 21 และภาพประกอบ 22 สำหรับนักเรียนเป้าหมายข้าวฟ่าง ข้าวหอม และข้าวปุ้น มีการขีดเส้นใต้ข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นเงื่อนไขของโจทย์ และขีดเส้นล้อมรอบข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการครบถ้วน ดังภาพประกอบ 23 ภาพประกอบ 24 และภาพประกอบ 25 ตามลำดับ สำหรับข้าวปุ้น มีการขีดเส้นใต้ข้อความในสถานการณ์ปัญหาที่เป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นเงื่อนไขของโจทย์ครบถ้วน แต่ไม่มีการขีดเส้นล้อมรอบข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ดังภาพประกอบ 26

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสัณฐานอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสัณฐานอาคารที่เลือก

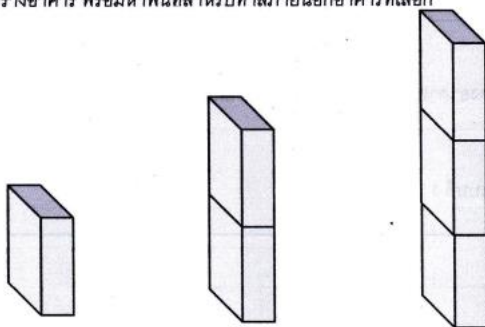


ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 21 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของนักเรียน

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสัณฐานอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสัณฐานอาคารที่เลือก

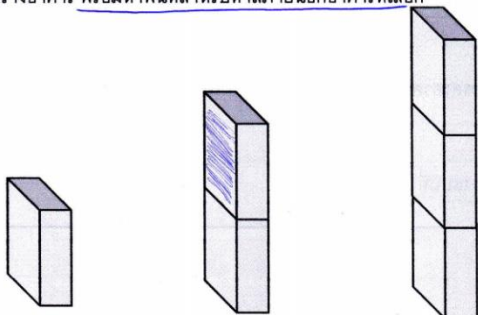


ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 22 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของนักเรียน

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาปริมาณนอกอาคารเพื่อใช้ในการ คำนวณงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการ ให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาปริมาณนอกอาคารที่เลือก

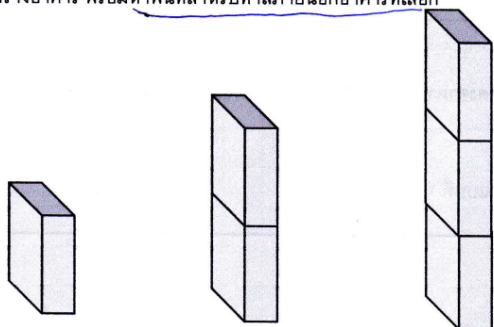


ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 23 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของข้าวฟ่าง

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาปริมาณนอกอาคารเพื่อใช้ในการ คำนวณงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการ ให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาปริมาณนอกอาคารที่เลือก

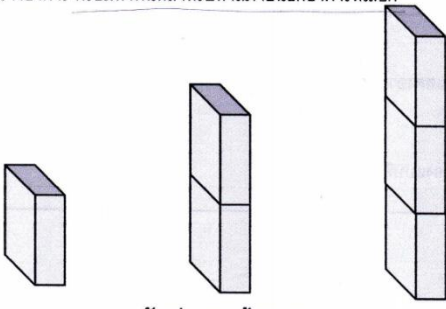


ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 24 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของข้าวหอม

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสียาภายนอกอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสียาภายนอกอาคารที่เลือก

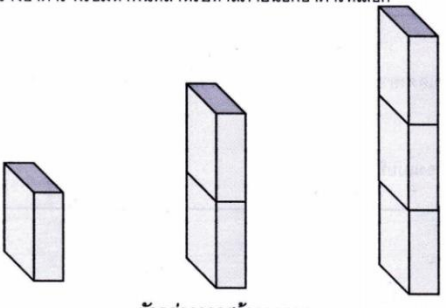


ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 25 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของข้าวปั้น

เอกเป็นเจ้าของที่ดินหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสียาภายนอกอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

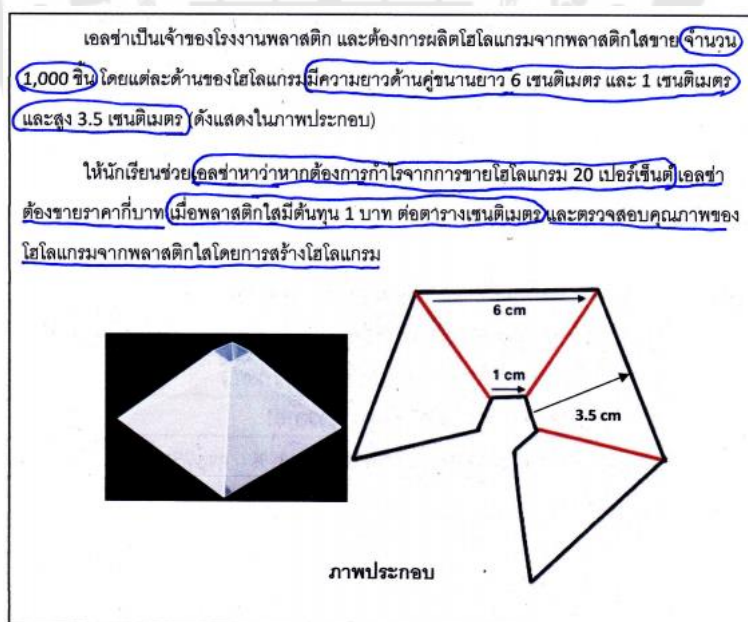
หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสียาภายนอกอาคารที่เลือก



ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ภาพประกอบ 26 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของข้าวปั้น

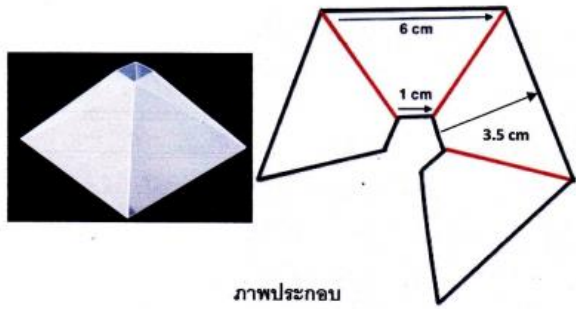
ขณะที่นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา เรื่อง **ไฮโลแกรม** ซึ่งครูมีการแนะนำ การขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์แก่นักเรียนเพียงเล็กน้อย พบว่ามีนักเรียน จำนวน 24 คน (70.59%) แสดงร่องรอยการขีดเขียนขณะทำความเข้าใจปัญหา ทั้งการขีดเส้นใต้ หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วนและไม่ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 27 และ ภาพประกอบ 28 สำหรับนักเรียนเป้าหมายข่าวฟาง มีการขีดเส้นใต้ข้อความในสถานการณ์ปัญหา ที่เป็นสาระสำคัญซึ่งเป็นเงื่อนไขของโจทย์ และขีดเส้นล้อมรอบข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ครบถ้วน ดังภาพประกอบ 29 สำหรับข่าวหอม มีการขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ ครบถ้วน มีการขีดเส้นล้อมรอบข้อความที่เป็นเงื่อนไขของโจทย์ไม่ครบถ้วน และมีการขีดเส้นใต้ซึ่ง แสดงถึงการขีดเส้นข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ในข้อความที่เป็นเงื่อนไขของโจทย์ ดัง ภาพประกอบ 30 ในขณะที่ข่าวปั่นมีการมีการขีดเส้นใต้ข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการครบถ้วน และมีการขีดเส้นใต้ซึ่งแสดงถึงการขีดเส้นข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ในข้อความที่เป็น เงื่อนไขของโจทย์ ดังภาพประกอบ 31 และข่าวปิ้ง มีการขีดเส้นใต้สิ่งที่โจทย์ต้องการไม่ครบถ้วน และมีการขีดเส้นใต้ซึ่งแสดงถึงการขีดเส้นข้อความที่เป็นสิ่งที่โจทย์ต้องการ ในข้อความที่เป็น เงื่อนไขของโจทย์ ดังภาพประกอบ 32



ภาพประกอบ 27 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง ไฮโลแกรม ของนักเรียน

เฮลซ่าเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติก และต้องการผลิตไฮโดแกรมจากพลาสติกใสขาย จำนวน 1,000 ชิ้น โดยแต่ละด้านของไฮโดแกรมมีความยาวด้านคู่ขนานยาว 6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร และสูง 3.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพประกอบ)

ให้นักเรียนช่วยเฮลซ่าหาว่าหากต้องการกำไรจากการขายไฮโดแกรม 20 เปอร์เซ็นต์ เฮลซ่าต้องขายราคาต่apieาท เมื่อพลาสติกใสมีต้นทุน 1 บาท ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบคุณภาพของไฮโดแกรมจากพลาสติกใสโดยการสร้างไฮโดแกรม

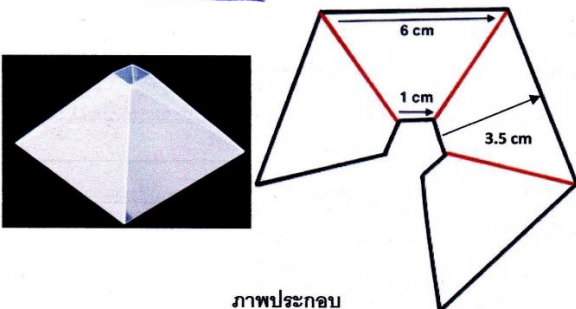


ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 28 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโดแกรม ของนักเรียน

เฮลซ่าเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติก และต้องการผลิตไฮโดแกรมจากพลาสติกใสขาย จำนวน 1,000 ชิ้น โดยแต่ละด้านของไฮโดแกรมมีความยาวด้านคู่ขนานยาว 6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร และสูง 3.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพประกอบ)

ให้นักเรียนช่วยเฮลซ่าหาว่าหากต้องการกำไรจากการขายไฮโดแกรม 20 เปอร์เซ็นต์ เฮลซ่าต้องขายราคาต่apieาท เมื่อพลาสติกใสมีต้นทุน 1 บาท ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบคุณภาพของไฮโดแกรมจากพลาสติกใสโดยการสร้างไฮโดแกรม

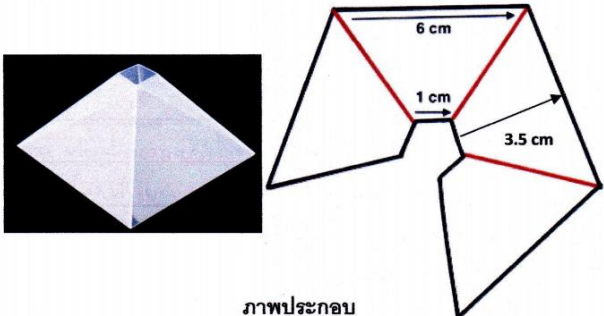


ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 29 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโดแกรม ของข้าวฟ่าง

เอลซ่าเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติก และต้องการผลิตไฮโดแกรมจากพลาสติกใสขาย จำนวน 1,000 ชิ้น โดยแต่ละด้านของไฮโดแกรมมีความยาวด้านคู่ขนานยาว 6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร และสูง 3.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพประกอบ)

ให้นักเรียนช่วยเอลซ่าหาว่าหากต้องการกำไรจากการขายไฮโดแกรม 20 เปอร์เซ็นต์ เอลซ่าต้องขายราคาต่ักี่บาท เมื่อพลาสติกใสมีต้นทุน 1 บาท ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบคุณภาพของไฮโดแกรมจากพลาสติกใสโดยการสร้างไฮโดแกรม

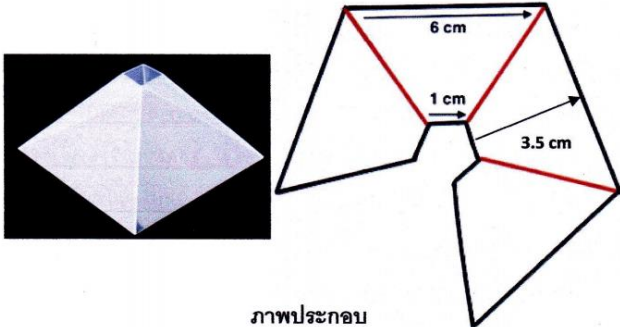


ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 30 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโดแกรม ของข้าวหอม

เอลซ่าเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติก และต้องการผลิตไฮโดแกรมจากพลาสติกใสขาย จำนวน 1,000 ชิ้น โดยแต่ละด้านของไฮโดแกรมมีความยาวด้านคู่ขนานยาว 6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร และสูง 3.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพประกอบ)

ให้นักเรียนช่วยเอลซ่าหาว่าหากต้องการกำไรจากการขายไฮโดแกรม 20 เปอร์เซ็นต์ เอลซ่าต้องขายราคาต่ักี่บาท เมื่อพลาสติกใสมีต้นทุน 1 บาท ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบคุณภาพของไฮโดแกรมจากพลาสติกใสโดยการสร้างไฮโดแกรม

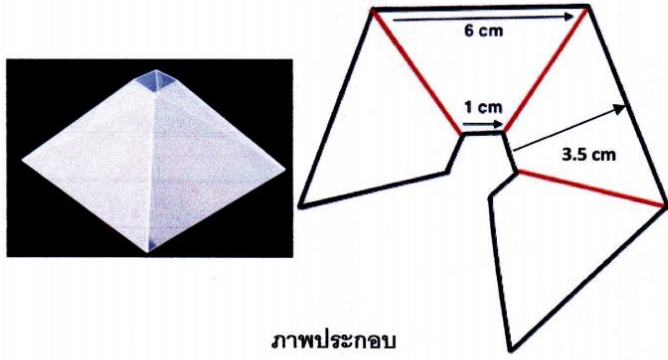


ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 31 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโดแกรม ของข้าวบ้าน

เอลซ่าเป็นเจ้าของโรงงานพลาสติก และต้องการผลิตไฮโลแกรมจากพลาสติกใสขาย จำนวน 1,000 ชิ้น โดยแต่ละด้านของไฮโลแกรมมีความยาวด้านคู่ขนานยาว 6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร และสูง 3.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพประกอบ)

ให้นักเรียนช่วยเอลซ่าหาว่าหากต้องการกำไรจากการขายไฮโลแกรม 20 เปอร์เซ็นต์ เอลซ่าต้องขายราคากี่บาท เมื่อพลาสติกใสมีต้นทุน 1 บาท ต่อตารางเซนติเมตร และตรวจสอบคุณภาพของไฮโลแกรมจากพลาสติกใสโดยการสร้างไฮโลแกรม



ภาพประกอบ

ภาพประกอบ 32 ร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโลแกรม ของข้าวปุ้น

จากรายละเอียดข้างต้น สรุปได้ว่าในด้านการทำความเข้าใจปัญหาในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้รับการแนะนำการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนจำนวนมากมีการแสดงร่องรอยการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหาโดยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความในสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีทั้งข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วนและไม่ครบถ้วน ต่อมาในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** ซึ่งครูไม่มีการแนะนำการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหาแก่นักเรียน จำนวนนักเรียนที่มีการแสดงร่องรอยการขีดเขียนขณะทำความเข้าใจปัญหาลดลงมากเมื่อเทียบกับกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** ทั้งการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วนและไม่ครบถ้วน อย่างไรก็ตามในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโลแกรม** ซึ่งครูได้มีการแนะนำการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหาแก่นักเรียนเพียงเล็กน้อย จำนวนนักเรียนที่แสดงร่องรอยการขีดเขียนขณะทำความเข้าใจปัญหามีจำนวนมากกว่าในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** ทั้งการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญทั้งครบถ้วนและบางส่วนที่ยังไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ผลจากการวิเคราะห์งานเขียนของนักเรียนเป้าหมายจากการทำกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง **พื้นที่ผิวและปริมาตร** ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าข้าวฟ่างซึ่งเป็นนักเรียน

เก่งแสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วน 2 สถานการณ์ปัญหา จากทั้งหมด 3 สถานการณ์ปัญหา ส่วนข้าวหอม ซึ่งเป็นนักเรียนปานกลาง แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วน 2 สถานการณ์ปัญหา จากทั้งหมด 3 สถานการณ์ปัญหา สำหรับข้าวปั้น ซึ่งเป็นนักเรียนปานกลาง แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญครบถ้วน 1 สถานการณ์ปัญหา จากทั้งหมด 3 สถานการณ์ปัญหา ในขณะที่ข้าวปิ้ง ซึ่งเป็นนักเรียนอ่อน แสดงร่องรอยการขีดเส้นใต้หรือขีดล้อมรอบข้อความที่เป็นสาระสำคัญไม่ครบถ้วนทั้งหมด 3 สถานการณ์ปัญหา

(2) นักเรียนมีการซักถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาก่อนลงมือแก้ปัญหา

ในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหาก่อนลงมือแก้ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มประมาณ 3 นาที ซึ่งเป็นการซักถามเพื่อนในกลุ่มเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการและเงื่อนไขของโจทย์ ดังตัวอย่างบทสนทนาระหว่างข้าวฟ่างกับข้าวปิ้ง ต่อไปนี้

ข้าวปิ้ง : สิ่งที่โจทย์ต้องการคือให้สร้างเรือจำลองหรือ

ข้าวฟ่าง : ใช่ ให้สร้างเรือจำลองจากกระดาษฟอยล์

ข้าวปิ้ง : ทำไมต้องสร้างเรือตั้ง 3 ลำ

ข้าวฟ่าง : ในนี้ (สถานการณ์ปัญหา) เขาบอกว่าสร้าง 3 ลำ

แต่ว่าแต่ละลำขนาดต่างกัน แล้วเลือกลำที่สามารถ
รองรับน้ำหนักได้มากที่สุด

ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** หลังจากที่นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการสนทนาหรือปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มประมาณ 5 นาที ซึ่งเป็นการแสดงความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทั้งการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการและเงื่อนไขของโจทย์ และปรึกษากันเกี่ยวกับข้อมูลที่ขาดหายไป ในสถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่าง ข้าวปั้น และข้าวหอม ต่อไปนี้

ข้าวปั้น : แผ่นดินไหวความถี่สูงเป็นอย่างไร

ข้าวฟ่าง : แบบสั้นเร็วๆ ไง

ข้าวปั้น : แล้วความถี่ต่ำคือสั้นๆ หรือ

ข้าวฟ่าง : ใช่

ข้าวปั้น : งั้นเราก็ต้องสร้างอาคารให้ต่ำๆ สิ อาคารจะได้ไม่พัง

ข้าวหอม : ไม่ โจทย์บอกให้สร้าง 3 แบบ คือแบบที่หนึ่ง มีหนึ่งชั้น แบบที่สองสองชั้น แบบที่สามสามชั้น แล้วค่อยเลือกทีหลังว่าแบบไหนทนทานที่สุด

ข้าวฟ่าง : โจทย์ให้หาพื้นที่ทำสีภายนอกอาคารที่เลือกด้วยนะ

ในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม หลังจากให้นักเรียนได้อ่านสถานการณ์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเพิ่มขึ้น โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที ซึ่งเป็นการปรึกษากันของสมาชิกในกลุ่มเรื่องการตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ต้องการและเงื่อนไขของโจทย์ และข้อมูลที่ขาดหายไป สถานการณ์ปัญหา ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่างและข้าวปั้น ต่อไปนี้

ข้าวปั้น : เราจะได้สร้างไฮโดรแกรมจริงๆ เลยใช่ไหม

ข้าวฟ่าง : โจทย์บอกให้สร้าง ก็น่าจะได้สร้างจริงๆ นะ

ข้าวปั้น : แต่เรารู้จักแต่ไฮโดรแกรมที่เป็นเครื่องฉายภาพสามมิติ

ข้าวฟ่าง : เราเคยเห็นในยูทูป มันมีไฮโดรแกรมที่เอากะดาษมาทำให้เกิดภาพสามมิติได้ คล้ายๆ กับในโจทย์นี่แหละ

ข้าวปั้น : อ้อ นี่เงิฉันบอกให้สร้างจากพลาสติกใส

ข้าวปั้น : เอ้ย ต้องสร้างกี่อันนะ 1,000 อัน เลยปะ

ข้าวฟ่าง : ไม่ใช่ 1,000 อัน มันคืออันที่โจทย์บอกมาว่าโรงงานจะผลิต แต่เราแค่สร้างอันเดียวก็พอ

ข้าวปั้น : อ้อๆ

จากรายละเอียดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากันในกลุ่มเรื่องการตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์ต้องการและเงื่อนไขของโจทย์ ซึ่งเป็นการสนทนากันแบบสั้นๆ และใช้เวลาน้อย สำหรับกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** และกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดรแกรม** นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาเพิ่มขึ้นในการแสดงความคิดเห็นของสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาทั้งการซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งที่โจทย์ต้องการและเงื่อนไขของโจทย์ และปรึกษากันเกี่ยวกับข้อมูลที่ขาดหายไปสถานการณ์ปัญหา ซึ่งนักเรียนยังคงแสดงพฤติกรรมเหล่านี้จนสิ้นสุดการเรียนการสอน

ดังที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าเมื่อนักเรียนได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา นักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการทำความเข้าใจปัญหา โดยนักเรียนส่วนมากแสดงร่องรอยการขีดเขียนในขณะที่ทำความเข้าใจปัญหา และการปรึกษากันกับสมาชิกในกลุ่มระหว่างการทำความเข้าใจปัญหา สนับสนุนให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจปัญหาง่ายมากยิ่งขึ้นจากการอธิบายของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหา ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาที่ดียิ่งขึ้นเมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 การวางแผนการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา ผู้วิจัยพิจารณาผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์สำหรับการแก้ปัญหาของนักเรียน ซึ่งพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการวางแผน คือ (1) การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา และ (2) นักเรียนมีการซักถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน

(1) การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา

ในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปิ้ง ทุกคนต่างใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา โดยมีการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเพียงเล็กน้อย ดังภาพประกอบ 33 – 35



ภาพประกอบ 33 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวฟ่าง

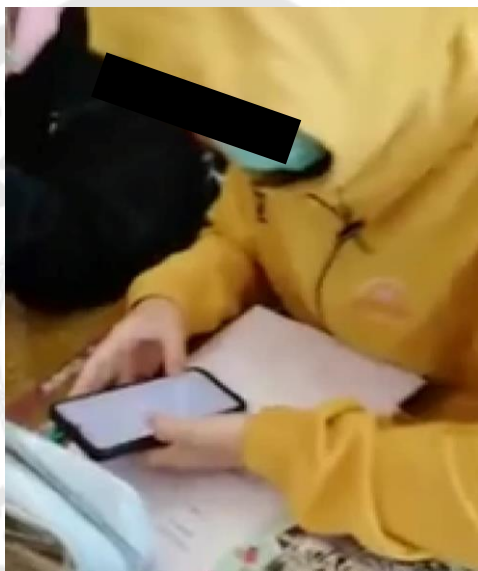


ภาพประกอบ 34 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวหอม และข้าวบ้าน

สำหรับข้าวหอมและข้าวปุ้นมีการปรึกษากันเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลของสถานการณ์ปัญหาเพียงเล็กน้อย ซึ่งตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ข้าวหอม : เราต้องเลือกเอาข้อมูลที่จะต้องใช้ในการสร้างเรื่องก็คือพวกแรง
ลดยตัว แล้วก็ความหนาแน่นพวกนี้ใช้มัย

ข้าวปุ้น : ใช่ แล้วก็เราได้ยินครูบอกว่าไม่ต้องลอกมาแบบเป๊ะๆ ให้เขียน
แบบย่อๆ พอเข้าใจ เพราะในเว็บเนื้อหามันเยอะ เขียนตามไม่
ไหวหรอก



ภาพประกอบ 35 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวปุ้น

ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** หลังจากที่นักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหา สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปุ้น ทุกคนต่างใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้นข้อมูลและมีการปรึกษากันเรื่องการสืบค้นข้อมูลกับสมาชิกในกลุ่ม ดังภาพประกอบ



ภาพประกอบ 36 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่องสร้างอาคาร ของข้าวฟ่าง



ภาพประกอบ 37 การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่องสร้างอาคาร ของข้าวหอม



ภาพประกอบ 38 การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่องสร้างอาคาร ของข้าวปั้น และข้าวปิ้ง

สำหรับข้าวฟ่างและข้าวหอมมีการปรึกษากันเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลของสถานการณ์
ปัญหา ซึ่งตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ข้าวหอม : ข้อมูลที่เกี่ยวข้องก็คือข้อมูลความถี่ไข่ม้อย

ข้าวฟ่าง : ใช่ๆ เพราะเราต้องรู้ก่อนว่าความถี่สูงกับความถี่ต่ำมันต่างกัน
ยังไง

ข้าวหอม : ข้อมูลบอกเราว่าความถี่เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่น
เคลื่อนที่ไปได้กี่ในหนึ่งวินาที แปลว่าถ้าความถี่สูงก็คือสั้นเร็วๆ
แต่ถ้าความถี่ต่ำก็คือสั้นช้าๆ ตรงกับที่ข้าวฟ่างพูดเลย

ข้าวฟ่าง : ใช่

ข้าวหอม : เขียนตามหมดเลยมัย

ข้าวฟ่าง : ไม่ต้องหรอก เขียนย่อเอาที่สำคัญๆ ก็พอแล้ว

ในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโลแกรม** หลังจากทีนักเรียนได้ทำความเข้าใจปัญหาเรียบร้อยแล้ว
นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ปัญหา สำหรับนักเรียน
กลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปิ้ง ทุกคนต่างใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองใน
การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ปัญหาและมีการปรึกษากับสมาชิกเกี่ยวกับการสืบค้น
ข้อมูล ดังภาพประกอบ 39 - 40



ภาพประกอบ 39 การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม เรื่อง
ไฮโดรแกรม ของข้าวฟ่าง และข้าวหอม



ภาพประกอบ 40 การสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องสถานการณ์ปัญหาในกิจกรรม
เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวป้าน และข้าวป้าง

สำหรับข้าวฟ่าง ข้าวป้าน และข้าวป้าง มีการปรึกษากันเกี่ยวกับการสืบค้นข้อมูลของ
สถานการณ์ปัญหา ซึ่งตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ข้าวป้าง : อ้อ ไฮโดรแกรมแบบนี้เอง

ข้าวปั้น : เขียนเฉพาะความหมายกับวิธีทำก็น่าจะพอแล้วเนาะ เพราะ
ไม่งั้นก็ไม่รู้วิธีสร้างว่าทำยังไง

ข้าวฟ่าง : โอเค

ข้าวปุ้น : มันต้องทำจากแผ่นพลาสติกใส ครูจะให้เรามาเป็นแผ่น แล้ว
ให้เราตัดเองใช้มีดอะ

ครู : ใช่ค่ะ

ข้าวฟ่าง : ใช้แผ่นพลาสติกใส 4 แผ่น เท่ากันกับจำนวนสมาชิกในกลุ่ม
เราพอดี ดีเลย ทำคนละอัน จะได้เสร็จเร็ว

ดังที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ในส่วนของการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
กับสถานการณ์ปัญหากิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้โทรศัพท์มือถือของตนเอง
ในการสืบค้นข้อมูล โดยมีการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นเพียงเล็กน้อย ต่อมา
ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** นักเรียนส่วนใหญ่ใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองสืบค้นข้อมูล และ
ปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมาเพิ่มขึ้น และในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดรแกรม**
นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองสืบค้นข้อมูล และได้มีการปรึกษากับสมาชิกใน
กลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมามากยิ่งขึ้น

(2) นักเรียนมีการซักถามหรืออภิปรายเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน

ในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับ
สถานการณ์ปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่ม
เกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่
โจทย์ต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่าง ข้าวปุ้น และข้าว
ปั้น ต่อไปนี้

ข้าวฟ่าง : ลำแรกเราจะพับขอบสูงเท่าไรดี

ข้าวปั้น : 1 นิ้วก่อนมัย

ข้าวปุ้น : ลำที่สองกับสามขอบสูงเท่าไรดี ลำที่สองขอบสูง 0.8 นิ้วดีมัย

ข้าวปั้น : โอเค

ข้าวฟ่าง : งั้นลำที่สามขอบสูงสัก 1.3 นิ้วแล้วกันเนาะ

ข้าวปั้น : โอเค

ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 7 นาที ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่างและข้าวหอม ต่อไปนี้

ข้าวหอม : อาคารแบบที่ 1 หนึ่งชั้น แบบที่ 2 สองชั้น แบบที่ 3 สามชั้นไปเลยเนาะ จะได้ไม่สับสน

ข้าวฟ่าง : โอเค เห็นด้วย

ข้าวฟ่าง : อย่าลืมใส่ความยาวด้วยนะ

ข้าวหอม : อ้อ เกือบลืม

ในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดแกรม** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาเรียบร้อยแล้ว นักเรียนส่วนใหญ่ใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยใช้เวลาประมาณ 8 นาที ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่างและข้าวปั้น ต่อไปนี้

ข้าวฟ่าง : จะวาดแนวไหนดี แบบวางเหมือนพีระมิดเลยมัย

ข้าวปั้น : วาดเหมือนภาพสามมิติเราวาดไม่เป็นนะ เหมือนจะยากเลย

ข้าวฟ่าง : งั้นเอาแบบวางเหมือนพีระมิดแต่เรามองจากด้านบนมัย จะได้วาดง่ายขึ้น

ข้าวฟ่าง : ใส่ส่วนสูงของสี่เหลี่ยมคางหมูด้วยนะ

ข้าวปั้น : ใส่แล้ว

ดังข้อมูลข้างต้น ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ในการออกแบบชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการออกแบบมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่จึงใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานมากที่สุด ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** และกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดแกรม** เป็นกิจกรรมที่มีการออกแบบชิ้นงานเท่ากัน แต่ในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดแกรม** นักเรียนส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานมากกว่ากิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร**

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าในช่วงแรกของกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูล

ผ่านการใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้น ซึ่งระหว่างที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลอยู่นั้น มีการสนทนาหรือปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมากับสมาชิกในกลุ่มเล็กน้อย จากนั้นในการออกแบบชิ้นงาน ซึ่ง กิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง เป็นกิจกรรมที่มีการออกแบบมากที่สุด นักเรียนส่วนใหญ่จึงใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มมากที่สุด ต่อมาในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** นักเรียนยังคงใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้นข้อมูล และปรึกษากันกับสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมาเพิ่มขึ้นจากกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง และสำหรับการออกแบบชิ้นงานนั้นนักเรียนมีการปรึกษากันระหว่างทำการออกแบบชิ้นงานน้อยลงจากกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง เนื่องจากการออกแบบน้อยกว่ากิจกรรมในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ส่วนกิจกรรมสุดท้ายคือกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดแกรม** นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือในการสืบค้นข้อมูล และปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มมากกว่าในกิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร และสำหรับการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มในระหว่างการออกแบบชิ้นงานนั้น ในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดแกรม มีการออกแบบที่เท่ากันกับกิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร แต่นักเรียนใช้เวลาในการปรึกษากันมากกว่ากิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านการวางแผนการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นเมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.3 การดำเนินการตามแผน

การวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น ม. 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้านการดำเนินการตามแผน ผู้วิจัยพิจารณาร่องรอยการเขียนของนักเรียน และผลการสังเกตของผู้ช่วยสังเกตการณ์และผู้วิจัยเกี่ยวกับการแก้ปัญหา พบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการดำเนินการตามแผน คือ นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงาน

ในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้ว นักเรียนใช้เวลาในการลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอมข้าวปั้น และข้าวปุ้น มีการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม จากนั้นแต่ละคนช่วยกันลงมือสร้างชิ้นงาน ดังภาพประกอบ 41 และภาพประกอบ 42



ภาพประกอบ 41 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง
ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม และข้าวปั้น



ภาพประกอบ 42 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวปั้น

โดยระหว่างที่นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงาน นักเรียนมีการสนทนาหรือปรึกษากับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน ดังตัวอย่างบทสนทนาของข้าวฟ่างและข้าวปั้น ต่อไปนี้

ข้าวฟ่าง : เราวัดและตัดกระดาษฟอยล์ให้นะ

ข้าวปั้น : กว้าง 4 นิ้ว ยาว 6 นิ้ว นะ

ข้าวฟ่าง : พับตรงมุมดีๆ หน่อยนะ เดี่ยวตอนเอาไปลอยแล้วน้ำ
จะเข้าง่าย

ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการเรียบร้อยแล้ว นักเรียนใช้เวลา

ในการลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปุ้น มีการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม จากนั้นแต่ละคนช่วยกันลงมือสร้างชิ้นงาน ดังภาพประกอบ 43



ภาพประกอบ 43 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร
ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปุ้น

สำหรับข้าวฟ่างและข้าวหอมมีการปรึกษากันเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน ซึ่งตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ข้าวหอม : เราต้องใช้กล่องทั้งหมด 6 กล่อง

ข้าวฟ่าง : เดี่ยวเราเป็นคนวัดขนาดกระดาษที่จะเอามาทำกล่องเอง แล้ว
ให้แต่ละคนพับกล่องตามเส้นที่เราขีดนะ

ข้าวหอม : ข้าวฟ่างตัดเทปขาว แล้วเอามาติดตรงนี้ให้หน่อย

ในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโลแกรม** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการออกแบบชิ้นงานที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการแล้ว นักเรียนใช้เวลาในการลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ทำการออกแบบไว้ สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปุ้น มีการแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม จากนั้นแต่ละคนช่วยกันลงมือสร้างชิ้นงาน จากภาพประกอบ 44 - 47



ภาพประกอบ 44 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวฟ่าง



ภาพประกอบ 45 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวหอม



ภาพประกอบ 46 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวปั้น



ภาพประกอบ 47 การลงมือสร้างชิ้นงานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดรแกรม ของข้าวปั้น

ขณะที่นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงาน นักเรียนมีการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่ม สำหรับข้าวฟ่าง ข้าวปั้น และข้าวหอม มีการปรึกษากันเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน ซึ่งตัวอย่างบทสนทนา ต่อไปนี้

ข้าวปั้น : ข้าวฟ่างวัดขนาดแผ่นพลาสติกนะ เดี่ยวเราตัดให้

ข้าวฟ่าง : ได้

ข้าวหอม : เอาเทปใสติดขอบแผ่นพลาสติกแบบนี้ใช้มัย

ข้าวหอม : นี่ไง เหมือนในรูปเป๊ะเลย

ดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ในตลอดทั้งสามของกิจกรรม นักเรียนส่วนใหญ่ ได้ลงมือสร้างชิ้นงานตามการออกแบบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และในระหว่างที่ลงมือสร้างชิ้นงานนักเรียนได้ปรึกษากับสมาชิกในกลุ่ม เกี่ยวกับการสร้างชิ้นงานตลอดช่วงเวลากการลงมือสร้างชิ้นงาน

2.4 การตรวจสอบ

การวิเคราะห์พฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้น ม. 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ด้านการตรวจสอบ ผู้วิจัยพิจารณาผลการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์ ซึ่งพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้านการตรวจสอบ คือ นักเรียนนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งาน

ในกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการสร้างชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้ทำการตรวจสอบผล โดยการนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้งาน สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปั้น และข้าวปุ้น ช่วยกันนำชิ้นงานคือเรือจำลองไปทำการทดลองลอยน้ำ และนักเรียนช่วยกันนับเหรียญที่สามารถบรรจุในเรือแต่ละลำ และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับตำแหน่งการวางเหรียญบนเรือเพื่อให้เรือสามารถรับน้ำหนักเหรียญให้ได้มากที่สุด ดังภาพประกอบ 48 และภาพประกอบ 49



ภาพประกอบ 48 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม และข้าวปั้น



ภาพประกอบ 49 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง
ของข้าวปุ้น

ในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** หลังจากที่ทำนักเรียนได้ทำการสร้างชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว
นักเรียนได้ทำการตรวจสอบผล โดยการนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้งาน สำหรับ
นักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวป้าง ช่วยกันนำชิ้นงานคืออาคารจำลอง
ไปทำการทดลองโดยการสั่นเพื่อจำลองการเกิดแผ่นดินไหวความถี่สูง ดังภาพประกอบ 50



ภาพประกอบ 50 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม
เรื่อง สร้างอาคาร ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวป้าง

ในกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดแกรม** หลังจากที่นักเรียนได้ทำการสร้างชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว นักเรียนได้ทำการตรวจสอบผล โดยการนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้งาน สำหรับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปิ้ง ช่วยกันนำชิ้นงานคือไฮโดแกรมไปทำการทดลองโดยการนำไฮโดแกรมวางบนโทรศัพท์มือถือที่เปิดภาพที่ต้องการให้สะท้อนบนไฮโดแกรม และเพื่อให้ภาพที่เกิดจากการสะท้อนบนไฮโดแกรมมีความชัดเจนมากขึ้น นักเรียนทำการทดลองในที่มืด เช่น การใช้เสื้อบังแสง หรือการทดลองในช่องว่างของใต้โต๊ะนักเรียน ดังภาพประกอบ 51



ภาพประกอบ 51 การนำชิ้นงานที่สร้างไปทำการทดลองใช้งานในกิจกรรม เรื่อง ไฮโดแกรม ของข้าวฟ่าง ข้าวหอม ข้าวปุ้น และข้าวปิ้ง

ดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลโดยการนำชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้งาน และพฤติกรรมดังกล่าวยังคงเกิดขึ้นจนจบกระบวนการจัดการเรียนรู้

จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าในช่วงแรกของกิจกรรม นักเรียนมีการทำความเข้าใจปัญหา โดยนักเรียนได้รับการแนะนำจากครูผู้สอนเกี่ยวกับการขีดเขียนในการทำความเข้าใจปัญหา ทำให้นักเรียนส่วนมากแสดงร่องรอยการขีดเขียนในขณะทำความเข้าใจปัญหา และการปรึกษากันกับสมาชิกในกลุ่มระหว่างการทำความเข้าใจปัญหา ช่วยให้นักเรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจในสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และช่วยให้นักเรียนได้เข้าใจปัญหาง่ายมากยิ่งขึ้นจากการอธิบายของสมาชิกในกลุ่ม ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียน

มีความสามารถในการแก้ปัญหา ในด้านการทำความเข้าใจปัญหาที่ดียิ่งขึ้นเมื่อเรียนด้วยกิจกรรม การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

สำหรับด้านการวางแผนการแก้ปัญหา จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิว และปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา พบว่าในช่วงแรกของกิจกรรม เรื่อง **เรือจำลอง** นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลผ่านการใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้น ซึ่ง ระหว่างที่นักเรียนสืบค้นข้อมูลอยู่นั้น มีการสนทนา หรือปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมา กับ สมาชิกในกลุ่มเล็กน้อย จากนั้นในการออกแบบชิ้นงานกิจกรรมที่มีการออกแบบมากที่สุด นักเรียน ส่วนใหญ่จึงใช้เวลาในการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มมากที่สุด จากนั้นในกิจกรรม เรื่อง **สร้างอาคาร** นักเรียนยังคงใช้โทรศัพท์มือถือของตนเองในการสืบค้นข้อมูล และปรึกษากันกับ สมาชิกในกลุ่มเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นมาเพิ่มขึ้นจากกิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง สำหรับการออกแบบ ชิ้นงานนั้นนักเรียนมีการปรึกษากันระหว่างทำการออกแบบชิ้นงานน้อยลง เนื่องจากการออกแบบ น้อยกว่ากิจกรรม เรื่อง เรือจำลอง และกิจกรรมสุดท้าย คือกิจกรรม เรื่อง **ไฮโดรแกรม** นักเรียนใช้ โทรศัพท์มือถือในการสืบค้นข้อมูล และปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มมากกว่าในกิจกรรม เรื่อง สร้าง อาคาร และสำหรับการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มในระหว่างการออกแบบชิ้นงานนั้น ในกิจกรรมนี้มีการออกแบบที่เท่ากันกับกิจกรรม เรื่อง สร้างอาคาร แต่นักเรียนใช้เวลาในการปรึกษากันมากกว่า ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาในด้านการ วางแผนการแก้ปัญหาที่ดีขึ้นเมื่อเรียนด้วยกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น

ในด้านของการดำเนินการแก้ปัญหา ในตลอดทั้งสามของกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียน ส่วนใหญ่ได้ลงมือสร้างชิ้นงานตามการออกแบบที่สอดคล้องกับสิ่งที่โจทย์กำหนดให้หรือเงื่อนไข ของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์ต้องการ และในระหว่างที่ลงมือสร้างชิ้นงานนักเรียนได้ปรึกษากับสมาชิก ในกลุ่มเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงานตลอดช่วงระยะเวลาการลงมือสร้างชิ้นงาน

สำหรับการตรวจสอบ สามารถสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรม การเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการตรวจสอบผลโดยการนำ ชิ้นงานที่สร้างขึ้นไปทำการทดลองใช้งาน และพฤติกรรมดังกล่าวยังคงเกิดขึ้นจนจบกระบวนการ จัดการเรียนรู้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีการดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

สมมติฐานของการวิจัย

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ทำให้นักเรียนมากกว่าร้อยละ 60 ของนักเรียนทั้งหมด สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การกำหนดประชากร และกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม จำนวน 1 ห้องเรียน ที่มีนักเรียนจำนวน 34 คน ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม จากทั้งหมด 10 ห้องเรียน โดยแต่ละห้องเรียนมีนักเรียนแบบคณะความสามารถ ในกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัย แบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 – 5 คน โดยแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับสูง ระดับปานกลาง และระดับต่ำ ซึ่งพิจารณาจากคะแนนของนักเรียนในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 หลังจากนั้นเลือกนักเรียน 1 กลุ่มย่อย เพื่อเป็นกลุ่มเป้าหมายในการศึกษาเกี่ยวกับพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีนักเรียนเป้าหมายทั้งหมด 4 คน

2. กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีจุดมุ่งหมายหลักเพื่อศึกษาความสามารถในการ

แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยกิจกรรมการเรียนรู้ การสอนคณิตศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 4 คาบเรียน โดยในแต่ละคาบเรียนใช้เวลา 50 นาที และในแต่ละแผนประกอบด้วยสื่อการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการเรียนรู้ การประเมินผลและการวัดผลการเรียนรู้ และในกิจกรรมนี้ นักเรียนจะได้รู้จักการแก้ปัญหาตามแนวคิดของโพลยา ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งนักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาทั้งแบบเดี่ยวและแบบกลุ่ม ประกอบด้วยนักเรียน 4 คนแบบคละความสามารถ โดยเลือกจากนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง 1 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 1 คน และนักเรียนแต่ละกลุ่มแก้ปัญหาาร่วมกัน ตลอดจนอภิปรายผลของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในกลุ่มและในชั้นเรียน

3. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ (1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 3 แผน แผนละ 4 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบทดสอบอัตนัยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และ (3) แบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร เป็นแบบสังเกตที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อบันทึกพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

หลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของข้อความถาม ความง่ายหรือความยากของปัญหา และความเหมาะสมของภาษา แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำเครื่องมือที่ทำการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มนำร่องจำนวน 40 คน แล้วจึงทำการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออีกครั้ง ก่อนนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

4. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

ในการวิจัยนี้ แบบแผนการวิจัยคือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลังจากการทดลอง ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วทำการพิจารณาผลการทดลอง

การดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้เวลาในการทดลองทั้งสิ้น 16 คาบเรียน ซึ่งในคาบเรียนใช้เวลา 50 นาที โดยแบ่งเป็นเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวน 12 คาบเรียน และเวลาในการทดสอบหลังเรียน 4 คาบเรียน ซึ่งรายละเอียดการดำเนินการทดลอง มีดังนี้

1. ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยใช้เวลานอกเหนือจากเวลาเรียนปกติ ซึ่งในแต่ละคาบเรียน ผู้วิจัยเป็นผู้สังเกตการณ์และเป็นผู้สอน โดยผู้ช่วยสังเกตการณ์จำนวน 2 คน ในการบันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป้าหมายและสมาชิกในกลุ่มในขณะที่ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. เพื่อการตรวจสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรม ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพและปริมาณ ดังนี้ สำหรับข้อมูลเชิงปริมาณ ผู้วิจัยได้นำคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาทำการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา จำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม โดยใช้การทดสอบ Z (Z-Test for Population Proportion)

สำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยมีการนำการแสดงร่องรอยการขีดเขียนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างในการสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และไปสังเกตพฤติกรรมแบบตรวจสอบรายการของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์ และกล้องวิดีโอที่ได้บันทึกพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ขณะการจัดกิจกรรม มาทำการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามกรอบวิเคราะห์พฤติกรรมของอาร์ทซ์และอมอร์ทอมัส (Artz et al., 1992, p. 147-148)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีจำนวนร้อยละ 79.41 ซึ่งมากกว่าร้อยละ 60 ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาซึ่งเป็นกิจกรรมที่ทำให้ นักเรียนสามารถประยุกต์ความรู้ในการแก้ปัญหา และช่วยเพิ่มความสนใจให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจและได้แนวคิดในการทำ ความเข้าใจปัญหา การวางแผนแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบผล ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของดวงพร สมจันทร์ตา (2559:60) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาก่อนศึกษาและหลังศึกษา และความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้เรื่องกายภาคของพืชตามแนวทางสะเต็มศึกษา ซึ่งพบว่านักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และมีความก้าวหน้าการแก้ปัญหาอยู่ในระดับปานกลาง อีกทั้งวิเคราะห์ปัญหาได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Raines (2012) ที่ศึกษาการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เพื่อนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ โดยการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพบว่านักเรียนมีส่วนร่วมและมีความสนใจในการเรียนรู่มากขึ้น เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Heaverlo (2011) ที่รายงานว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษานั้นมีส่วนช่วยส่งเสริมความสนใจการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากยิ่งขึ้น และงานวิจัยของ Cox et al. (2016) ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเพื่อช่วยพัฒนาทักษะการแก้ปัญหา พบว่าสามารถส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหา ผสมผสานความรู้ต่างๆ ช่วยในกระบวนการคิดและความเข้าใจในปัญหาที่ดีขึ้น

2. พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

ในการวิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พบว่าเมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การดำเนินการแก้ปัญหา และการตรวจสอบ ตามกรอบวิเคราะห์พฤติกรรมของอาร์ทซ์ และอมอร์ ทอมัส (Artz et al., 1992, p. 147-148)

2.1 ด้านการทำความเข้าใจปัญหา

การวิเคราะห์การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากงานเขียนของนักเรียน และจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์การทำความเข้าใจปัญหา พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นจากร่องรอยการขีดเขียน ทั้งการขีดเส้นใต้และขีดเส้นล้อมรอบข้อความ ทั้งนี้เนื่องจากในขั้นตอนการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา มีขั้นระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ ซึ่งช่วยในด้านการทำความเข้าใจปัญหามากขึ้น รวมถึงการการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มระหว่างการทำทำความเข้าใจปัญหา ช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในโจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาเป็นอย่างดี จึงกล่าวได้ว่าพฤติกรรมดังกล่าวข้างต้นมีความสอดคล้องกับกิจกรรมตามแนวสะเต็มศึกษา ในขั้นตอนการระบุสิ่งที่โจทย์ต้องการหรือเงื่อนไขของโจทย์ และสิ่งที่โจทย์กำหนดให้

2.2 ด้านการวางแผนการแก้ปัญหา

การวิเคราะห์การวางแผนการแก้ปัญหาจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์การวางแผนการแก้ปัญหา พบว่าพฤติกรรมของนักเรียนแสดงให้เห็นการสืบค้นข้อมูลที่มีความเกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา การออกแบบชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขของสถานการณ์ รวมถึงการปรึกษากับสมาชิกในกลุ่มขณะสืบค้นข้อมูลและออกแบบชิ้นงาน ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการวางแผนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมไปถึงช่วยให้นักเรียนสามารถเขียนรายละเอียดต่างๆ ของข้อมูลที่ได้สืบค้นมาและรายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบได้อย่างถูกต้องและมีความครบถ้วนสมบูรณ์

2.3 ด้านการดำเนินการแก้ปัญหา

ผลจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์การดำเนินการแก้ปัญหาของนักเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน นักเรียนได้ลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้นักเรียนมีประสบการณ์ในการนำความรู้มาลงมือสร้างเป็นชิ้นงานตามการออกแบบ เพื่อให้ได้ตามสิ่งที่โจทย์ต้องการ โดยระหว่างการลงมือสร้างชิ้นงานนั้น นักเรียนได้สนทนาหรือปรึกษามิตรในในกลุ่มเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างชิ้นงานให้เป็นไปตามรายละเอียดต่างๆ จากที่ได้ทำการออกแบบไว้อย่างครบถ้วน ซึ่งช่วยเพิ่มความสามารถในการดำเนินการแก้ปัญหาให้นักเรียน

2.4 ด้านการตรวจสอบ

ผลจากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ช่วยสังเกตการณ์เกี่ยวกับการตรวจสอบของนักเรียน พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในขั้นตอนการตรวจสอบ นักเรียนได้นำชิ้นงานที่สร้างขึ้นมาทำการทดลองใช้งาน เพื่อเป็นการตรวจสอบชิ้นงานว่าสามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขของโจทย์หรือไม่ หรือมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นอย่างไร ซึ่งหากไม่สามารถใช้งานได้ตามเงื่อนไขของโจทย์ จะมีการปรับปรุงชิ้นงานให้เป็นตามเงื่อนไข จึงส่งผลทำให้นักเรียนได้สังเกตเห็นถึงความสำคัญหรือความจำเป็นอย่างยิ่งของการตรวจสอบผลมากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

เพื่อเสริมสร้างหรือสนับสนุนให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ครูสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นไปใช้เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร หรือนำไปบูรณาการกับการเรียนการสอนปกติ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยครูผู้สอนสามารถปรับปรุงความยากง่าย หรือความซับซ้อน ให้มีความเหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และปรับให้มีความเหมาะสมกับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการบูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ด้วยนั้น หากได้รับความร่วมมือการจัดการเรียนการสอนจากครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ อาจทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น

2. ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสามารถพัฒนาได้ตามความเหมาะสมของแต่ละระดับชั้น จึงควรมีการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา สำหรับนักเรียนในช่วงชั้นอื่นๆ และการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา ในการวิจัยในครั้งต่อไป ผู้วิจัยอาจมีปรับเปลี่ยนเนื้อหาอื่นๆ เช่น สมการเชิงเส้น หรือภาคตัดกรวย เป็นต้น

บรรณานุกรม

- Artz, Alice F, Armour-Thomas, & Eleanor. (1992). Development of a Cognitive-Metacognitive Framework for Protocol Analysis of Mathematical Problem Solving in Small Groups. . *Cognition and Instruction.*, 9(2), 137-175.
- Bitter, G. G., Hatfield, M. M., & Edwards, N. T. (1993). *Mathematics Method of the Elementary and Middle Schools. A Comprehensive Approach*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Charles, R., Lester, F., & O'Daffer, P. (1987). *How to Evaluate Progress in Problem Solving*. Virginia: National Council of Teacher of Mathematics.
- Cox, C., Reynolds, B., Schunn, C. and Schuchardt, & A. (2016). Using Mathematics and Engineering to Solve Problems in Secondary Level Biology. *Journal of STEM Education*, 17(1), 22-30.
- English, L. D. (2015). Advancing Mathematics Education Research Within a STEM Environment. Research in Mathematics Education. *Research in Mathematics Education in Australasia 2012-2015*, 353–371.
- Hatfield, M. M., Edward, N. T., & Bitter, G. G. (1989). *Mathematics Methods for Elementary and Middle School: A Comprehensive Approach*. Boston: : Allyn and Bacon.
- Heaverlo, C. (2011). STEM Development: A Study of 6th – 12th Grade Girls' Interest and Confidence in Mathematics and Science. *Graduate Theses and Dissertations. Paper 10056*.
- Ibrahim, H. U. (2015). The Need for an Effective Collaboration Across Science, Technology, Engineering & Mathematics (STEM) Fields for a Meaningful Technological Development in Nigeria. *Journal of Education and Practice.*, 25(6), 16-19.
- International Technology and Engineering Educators Association. (2014). Technology and Engineering Bring STEM to Life. Retrieved January 27, 2019, from <http://www.iteea.org/>

- Isabelle, A. D., & Zinn, G. A. (2017). STEPS to STEM. Retrieved February 23, 2019, from <http://www.bookmetrix.com/detail/book/27689c77-9612-4bc6-a9b8-c095f324cef3#downloads>
- Jonathan M. Breiner. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. Retrieved May 13, 2019, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>
- Kennedy, L. M. (1984). *Guiding Children's Learning of Mathematics*. Belmont, California: Wadsworth Inc.
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1987). *Problem Solving. A Handbook for Teachers*. (2). Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Kurniawan, H. P., Ratu Ilma Indra; Hartono, Yusuf. (2018). Developing Open-Ended Questions for Surface Area and Volume of Beam. *Journal on Mathematics Education*, 9, 157-168.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2010). Why is teaching with Problem solving importance to student learning? . *Problem solving research brife*.
- National Science Teachers Association. (2013). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas*. (2). Washington, DC: : National Academy Press.
- Polya, G. (1957a). *How To Solve It: A New Aspect of Mathematical Method*. (2). New York: : Doubleday and Company.
- Polya, G. (1957b). *How to Solve it*. Princeton, New Jersey: : Princeton University Press.
- Raines, J. (2012). FirstSTEP: A preliminary review of the effects of a summer bridge program on pre-college STEM majors. *Journal of STEM Education.*, 13(1).
- Reys, R. E., Suydam, M. N., & Lindquist, M. M. (1995). *Helping Children Learn Mathematics*. Englewood Cliffs, . New Jersey: : PrenticeHall.
- Rungfa Janjaruporn. (2005). *The Development of a Problem-Solving Instructional Program to Develop Preservice Teachers' Competence in Solving Mathematical Problems and Their Beliefs Related to Problem Solving*. (Graduate School). Srinakharinwirot University., Bangkok: Graduate School.

T.J.Kennedy, M. R. L. O. (2014). Engaging Students In STEM Education. *Science Education International.*, 25.

Teevasuthonsakul, C. (2017). Design Steps for Physic STEM Education Learning in Secondary School. Retrieved February 23, 2019, from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/901/1/012118/pdf>

Tsupros, N., & Kohler, R. (2009). *STEM Education in Southwestern Pennsylvania*. Waashington D.C.: The Intermediate Unit 1 STEM Education Center. .

Varquez, J.A., Sneider, C., & Comer, M. (2010). *STEM Lesson Essentials: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Portsmouth, NH: Heinemann.

White, D. (2014). What is STEM education and why is it important. Retieved May 13, 2019, from https://www.researchgate.net/profile/David_White39/publication/264457053_What_is_STEM_education_and_why_is_it_important/links/53dfde1d0cf2aede4b49738c/What-is-STEM-education-and-why-is-it-important.pdf

William, K. M. (2003). Writing About the Problem-Solving Process to Improve Problem-Solving Performance. *Mathematics Teacher.*, 96(3), 185.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L., & Hadaway, N. (1993). *Mathematical Problem Solving. In Research Ideas for the Classroom: High School Mathematics*. Wilson P.S. New York: Macmillan Publish Company.

กรมวิชาการ. (2545). การวิจัยเพื่อการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

คณะกรรมการพัฒนาหลักสูตรการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาในสถานศึกษา. (2559). ผลประชุมคณะกรรมการนโยบายสะเต็มศึกษากระทรวงศึกษาธิการ. สืบค้นเมื่อ 10 กุมภาพันธ์ 2562, จาก http://www.moe.go.th/moe/th/news/detail.php?NewsID=45447&Key=news_act

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และวิทยาศาสตร์ นักเรียนรู้อะไร และทำอะไรได้

บ้าง. สืบค้นเมื่อ 14 มิถุนายน 2561, จาก

<https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSZFZzcjQwbEFaZUU/view>

จรัญ กองศรีกุลดิolk. (2546). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการคิดวิเคราะห์และการให้เหตุผล เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.

นเรศวรวิจัย : วิจัยและนวัตกรรมกับการพัฒนาประเทศ, 2546(12), 977-979.

จุฑาทิพย์ เต็มวิบูลย์โชค. (2559). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ที่เสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัดค่ากลางของข้อมูล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์)).

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (บัณฑิตวิทยาลัย).

เจษฎ์สุดา จันทร์เอี่ยม. (2542). การศึกษาความสามารถและกลวิธีในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 7. (วิทยานิพนธ์ (ค.ม.)). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. (บัณฑิตวิทยาลัย).

ชญาภา ใจโปร่ง. (2554). กิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (บัณฑิตวิทยาลัย).

ชูศรี วงรัตน์ะ. (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจอินเตอร์โปรเกรสซิฟ.

ดวงพร สมจันทร์ตา. (2559). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ได้รับการเรียนตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องกายวิภาคศาสตร์ของพืช. (ปริญญาณิพนธ์ กศ.ม. (ชีววิทยา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (บัณฑิตวิทยาลัย).

ดาร์วรัตน์ ชัยพิลา. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่2. *Journal of Education*, 27(2), 100-101.

นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการ

- จัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. สืบค้นเมื่อ 23 มีนาคม 2562, จาก <http://kb.psu.ac.th/psukb/handle/2016/10625>
- นิตยา ภูผาบาง. (2559). การใช้กิจกรรมสะเต็มศึกษา เรื่องพลาสติกชีวภาพจากแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ วท.ม. (เคมีศึกษา)). มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- เบญจวรรณ นันตาเครือ. (2554). การใช้กลวิธีการวาดภาพเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์ปัญหาเรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ (ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (สาขาคณิตศาสตร์ศึกษา)). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- ปิยะนาถ เหมวิเศษ. (2551). การสร้างกิจกรรมการเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้กลยุทธ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- เปรียบฟ้า ด้วงนุ้ม. (2560). กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาโดยใช้แนวคิด เรื่อง พาราโบลา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์, 28(3), 247.
- พจนา จิระกาล. (2553). การพัฒนากิจกรรมการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (สาขาวิชาการศึกษาและประเมิน)). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สงขลา. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- พรทิพย์ ศิริภทราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารนักบริหาร *Executive Journal*, 33(2), 49-56.
- พรทิพา เมืองโคตร. (2559). ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร. (วิทยาสาสตรมหาบัณฑิต คณิตศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, & เพียวร์ ยินดีสุข. (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รักษพล ธนานุวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย STEM Education แบบบูรณาการ. สืบค้นเมื่อ 15 มิถุนายน 2562, จาก http://www.physics.ipst.ac.th/wp-content/uploads/sites/2/2014/11/STEM_Penguins.pdf

- รวรรณ ฑิลานันท์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, นครสวรรค์. (บัณฑิตวิทยาลัย).
- ล้วน สายยศ, & อังคณา สายยศ. (2528). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ: ศึกษาพร.
- วัชร กัญจนีกริตติ. (2554). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์. สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2560, จาก <http://www.phichsinee.cmru.ac.th/develop/admin/mydownload/file/210413191152.PDF>
- วันทนี ศรีจวง. (2557). การวิเคราะห์แนวโน้มทัศนคติที่คลาดเคลื่อนและข้อผิดพลาดทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต คณิตศาสตร์ศึกษา). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรีสฤษดิ์วงศ์.
- ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2558). การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยคอมพิวเตอร์ (พิมพ์ครั้งที่ 25). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2558). คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, กระทรวงศึกษาธิการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: 3-คิวมีเดีย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). สะเต็มศึกษา (STEM Education). สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2561, จาก www.stemedthailand.org.
- สมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). การศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือ “สะเต็มศึกษา” (Science Technology Engineering and Mathematics Education : STEM Education). วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี, 19, 4-5.
- สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (ม.ป.ป.). แนวทางการดำเนินงานด้านการเรียนการสอนในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 10 มิถุนายน 2561, จาก https://webs.rmutl.ac.th/assets/upload/files/2016/09/20160908101755_51855.pdf

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.
2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะสมเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะสม
ศึกษา. สืบค้นเมื่อ 12 มิถุนายน 2562, จาก

http://edjournal.stou.ac.th/filejournal/13_02.pdf

สุทธิดา การิมี. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม. สืบค้นเมื่อ 20 ธันวาคม 2562, จาก

<https://library.ipst.ac.th/browse?type=author&value=%E0%B8%AA%E0%B8%B8%E0%B8%98%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B8%B2+%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A1%E0%B8%B5>

สุพรรณิ ชาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21.

นิตยสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 185, 10-18.

สุรัชย์ จามรเนียม. (2548). ผลการใช้ชุดกิจกรรมคณิตศาสตร์บูรณาการเชิงเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวและ
ปริมาตรที่มีต่อความสนใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญา
นิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ. (บัณฑิต
วิทยาลัย).

อชิรวัดดี ตั้งสมบัติสันติ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษาในรายวิชาฟิสิกส์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องแสงและทัศนูปกรณ์. (ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์
ศึกษา)). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม. (บัณฑิตวิทยาลัย).

อนุสรณ์ สุวรรณพัฒน์. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความพึงพอใจต่อการ
เรียนเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการเรียนรู้แบบร่วมมือ
แบบแบ่งกลุ่มผลสัมฤทธิ์ STAD กับการเรียนรู้แบบร่วมมือแบบการเรียนรู้ร่วมกัน LT. (ครุศาสตร
มหาบัณฑิต หลักสูตรและการสอน). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์, บุรีรัมย์. (บัณฑิต
วิทยาลัย).

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะสมเต็มศึกษา. นิตยสาร สสวท, 42(185),
35-37.





ภาคผนวก ก
การหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา และแบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1.1 นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 ใช้ได้

คะแนน 0 ไม่แน่ใจว่าใช้ได้หรือไม่

คะแนน -1 ใช้ไม่ได้

1.2 คำนวณค่า IOC ของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ แล้วเลือกกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .05 ขึ้นไป โดยใช้สูตร

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบกับความมุ่งหมายของการวิจัย

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

i แทน จำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง n

R_i แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่ i

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

แผนที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้





ภาคผนวก ข
การหาคุณภาพของแบบทดสอบ

การหาคุณภาพแบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผล คือแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร 1 ฉบับ ประกอบด้วยข้อสอบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของแบบทดสอบดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC)

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อที่	ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

2. หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.52	0.73
2	0.55	0.76
3	0.79	0.84
4	0.74	0.81

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา (- Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) มีค่าเท่ากับ .60



การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

เนื่องจากข้อมูลมีภาวะการถ้อยแถลงปกติ การทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับจำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ใช้สถิติการทดสอบทวินามด้วยสถิติ Z (Z-Test for Population Proportion) ดังนี้

$$z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}}$$

เมื่อ p แทน สัดส่วนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

$\hat{p}$ แทน สัดส่วนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม

p_0 แทน สัดส่วนของนักเรียนประชากรที่ต้องการทดสอบ

n แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก จำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 23 คน จาก 30 คน ดังนั้น $\hat{p} = 0.794$ และ $p_0 = 0.6$ ดังนั้น สมมติฐานของการทดสอบ คือ $H_0 : p \leq 0.6$

$$H_1 : p > 0.6$$

ดังนั้น
$$z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1-p_0)}{n}}} = \frac{0.794 - 0.6}{\sqrt{\frac{0.6(1-0.6)}{34}}} = 2.31$$

เนื่องจาก $Z_{.05} = 1.645$ จะได้ว่า $Z > Z_{.05}$

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ H_0 นั่นคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05

ภาคผนวก ง
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
เรื่อง สร้างอาคาร จำนวน 4 คาบ
ครูผู้สอน นางสาวศรีสุตา อ่อนบัตร

❖ สาระของรายวิชาที่เกี่ยวข้อง

วิชาวิทยาศาสตร์ (S)

สาระที่ 2 : วิทยาศาสตร์กายภาพ

สาระที่ 4 : เทคโนโลยี (T)

วิชาคณิตศาสตร์ (M)

สาระที่ 3 : เรขาคณิต

สาระที่ 6 : ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

❖ มาตรฐานการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ : วิทยาศาสตร์ (S) และเทคโนโลยี (T)

มาตรฐาน ว 2.1 : เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 4.1 : เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่นๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

วิชาคณิตศาสตร์ (M)

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

1. จุดประสงค์ของกิจกรรม

1.1 ด้านความรู้ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.1 เขียนภาพแสดงรายละเอียดในการสร้างอาคารจำลองพร้อมระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้
- 1.1.2 สามารถนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการพิจารณาสร้างอาคารให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.3 ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาได้

1.3 ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ : เพื่อให้นักเรียน

- 1.1.4 มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

2. สารการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์

ความถี่ (Frequency) เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่นเคลื่อนที่ไปได้กี่ลูกในหนึ่งวินาที หน่วยของความถี่คือ รอบต่อวินาที (1/s) หรือ เฮิร์ตซ์ (Hz)

เฮิร์ตซ์ (hertz: Hz) เป็นหน่วย SI ของค่าความถี่ โดย 1 Hz คือความถี่ที่เท่ากับ 1 ครั้ง ต่อวินาที (1/s) หรือ : 1 Hz = 1/S ดังนั้น 50 Hz หมายถึงมีความถี่เท่ากับ 50 ครั้งต่อ 1 วินาที

การเกิดความเสียหายของอาคารแต่ละรูปแบบที่เกิดจากแผ่นดินไหวนั้น ปัจจัยส่วนหนึ่งเกิดจากความถี่ของแผ่นดินไหวที่มีการสั่นที่เข้าจังหวะกันระหว่างพื้นดินและอาคาร จึงทำให้อาคารนั้นๆ เกิดความเสียหายได้ โดยอาคารสูง เช่น คอนโดมีเนียม อาคารสำนักงาน ที่มีค่าความถี่ธรรมชาติต่ำ ซึ่งเป็นค่าความถี่การสั่นของอาคารที่ใกล้เคียงกับการสั่นไหวของพื้นดินหรือแผ่นดินไหว ทำให้เกิดการสั่นเข้าจังหวะกันระหว่างพื้นดินและอาคาร อาคารสูงจึงมีการสั่นสะเทือนที่แรงกว่าอาคารทั่วไป ในส่วนของอาคารที่มีความสูงระดับต่ำลงมานั้น หากความถี่การสั่นไหวของพื้นดินหรือแผ่นดินไหวที่มีความถี่ที่สูงขึ้นมาก หากมีการเข้าจังหวะกันกับอาคารก็จะทำให้อาคารนั้นเกิดความ

เสียหาย และในอาคารที่ไม่สูง ที่มีค่าธรรมชาติสูง และหากเป็นค่าความถี่การสั่นที่ใกล้เคียงกับการสั่นของแผ่นดินไหว ทำให้เกิดการสั่นเข้าจังหวะกัน ก็จะทำให้อาคารนั้นมีการสั่นสะเทือนจนเกิดความเสียหายได้นั่นเอง

เทคโนโลยี

การสืบเสาะหาข้อมูลหลักการสำคัญในการสร้างเรือจำลองให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนดจากแหล่งเรียนรู้สารสนเทศที่กำหนดให้

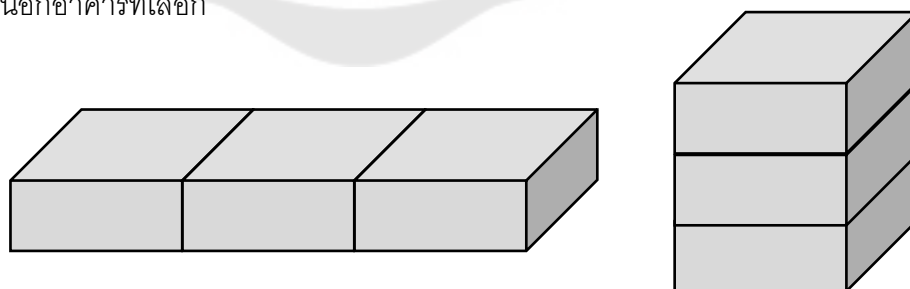
วิศวกรรม

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

คณิตศาสตร์

เอกเป็นเจ้าของที่ดินขนาดใหญ่ผืนหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจำนวน 3 ห้อง ซึ่งแต่ละห้องมีความกว้าง 10 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 3 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษอย่างน้อย 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารที่เลือก



ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ข้อเสนอแนะ : คิวอาร์โค้ด (QR Code) สำหรับการค้นหาข้อมูล



1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ : 1. สร้างอาคารจำลองที่ทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด

2. ต้องการทราบพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร

เงื่อนไขของโจทย์ :

1. อาคารมีห้องจำนวน 3 ห้อง

2. แต่ละห้องของอาคารจะมีขนาดความกว้าง 10 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 3 เมตร

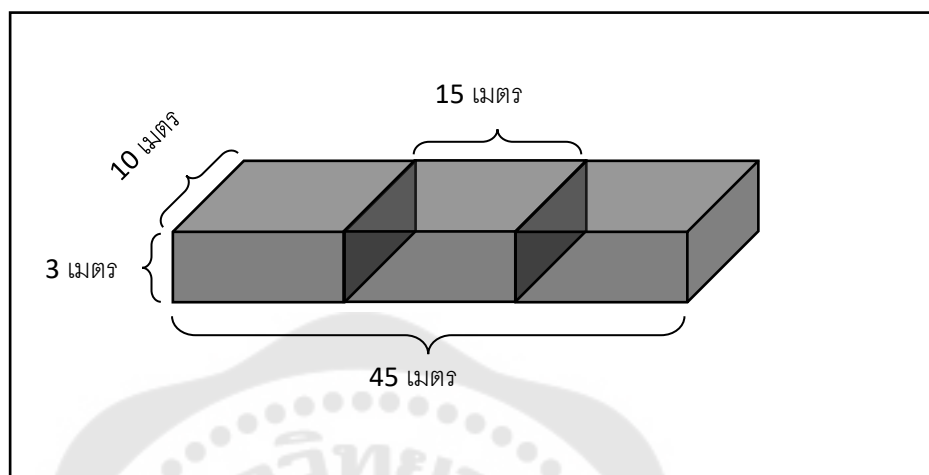
3. อาคารอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง

2. ให้นักเรียนระบุข้อมูลเพิ่มเติมที่ต้องการทราบ โดยการค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดให้

ความถี่ (Frequency) เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่นเคลื่อนที่ไปได้กี่ลูกในหนึ่งวินาที หน่วยของความถี่คือ รอบต่อวินาที (1/s) หรือ เฮิรตซ์ (Hz)

เฮิรตซ์ (hertz: Hz) เป็นหน่วย SI ของค่าความถี่ โดย 1 Hz คือความถี่ที่เท่ากับ 1 ครั้ง ต่อวินาที (1/s) หรือ : 1 Hz = 1/S ดังนั้น 50 Hz หมายถึงมีความถี่เท่ากับ 50 ครั้งต่อ 1 วินาที

3. จงวาดภาพแสดงอาคารจำลองที่ต้องการสร้าง พร้อมแสดงรายละเอียดความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร



4. จงแสดงวิธีการหาพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร

พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร : ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่หน้าตัดหนึ่ง

ด้าน

$$= 2(45 \times 3) + 2(10 \times 3) + (10 \times 45)$$

ตารางเมตร

$$= 270 + 60 + 450$$

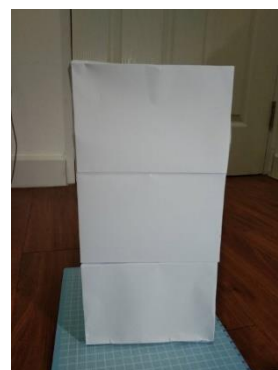
ตารางเมตร

$$= 780$$

ตารางเมตร

ดังนั้นพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารเท่ากับ 780 ตารางเมตร

5. ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองตามที่ได้ทำการออกแบบไว้



6. ให้นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณหาปริมาตรของเรือ และทำการทดลองลอยเรือจำลองที่สร้างขึ้นและบรรจุดินน้ำมันที่กำหนดให้ให้ได้มากที่สุดโดยที่เรือไม่จมน้ำ แล้วระบุผลการทดลองว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่

$$\text{พื้นที่ส่วนบนของอาคาร} = \text{พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด} - \text{พื้นที่ผิวข้างอาคาร}$$

$$= 780 - [2(45 \times 3) + 2(10 \times 3)]$$

$$= 450 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ส่วนบนของอาคาร} = \text{พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด} - \text{พื้นที่ผิวข้างอาคาร}$$

$$= 570 - [2(30 \times 3) + 2(15 \times 3)]$$

$$= 300 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ส่วนบนของอาคาร} = \text{พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด} - \text{พื้นที่ผิวข้างอาคาร}$$

$$= 600 - [2(9 \times 10) + 2(15 \times 9)]$$

$$= 150 \quad \text{ตารางเมตร}$$

$$\text{พื้นที่ส่วนบนของอาคาร} = \text{พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด} - \text{พื้นที่ผิวข้างอาคาร}$$

$$= 660 - 2[(20 \times 3) + (10 \times 3) + (15 \times 6)]$$

$$= 300 \quad \text{ตารางเมตร}$$

3. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

3.1 ใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร

3.2 วิดีโอเหตุการณ์แผ่นดินไหว

4. กิจกรรมการเรียนรู้

คาบเรียนที่ 1

ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูแนะนำกิจกรรม โดยการกล่าวกับนักเรียนว่าหลังจากที่นักเรียนได้นำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร มาใช้ในการแก้ปัญหาในการทำกิจกรรมเรื่อง เรือจำลอง ในคาบเรียนนี้เราจะนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาแก้ปัญหาในกิจกรรมใหม่ แต่ก่อนอื่นเรามาดูวิดีโอแผ่นดินไหวก่อน จากนั้นครูเปิดวิดีโอแผ่นดินไหวให้นักเรียนดู
2. เมื่อนักเรียนดูวิดีโอจบแล้ว ครูถามนักเรียนว่านักเรียนสังเกตเห็นอะไรในวิดีโอบ้าง [นักเรียนควรตอบว่า เมื่อแผ่นดินไหวหรือเกิดการสั่นสะเทือนจะทำให้อาคารบ้านเรือนสั่นไหวและพังทลายหรือได้รับความเสียหาย]
3. ครูกล่าวว่าในคาบเรียนนี้เราจะนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาแก้ปัญหาระสร้างอาคารอย่างไรเมื่อเกิดแผ่นดินไหวแล้วอาคารได้รับความเสียหาย หรือได้รับความเสียหายน้อยลง โดยการทำกิจกรรมเรื่อง สร้างอาคาร

ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูแจกใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง สร้างอาคาร ให้นักเรียนแต่ละคน และเพื่อให้ให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ในใบกิจกรรมด้วยตนเอง
2. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดเกี่ยวกับสิ่งที่สถานการณ์กำหนดให้ และสิ่งที่ต้องการ เพื่อใช้ในการตอบคำถามข้อที่ 1
3. เพื่อการตรวจสอบความถูกต้องในการตอบคำถามข้อที่ 1 ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 – 3 กลุ่ม ให้ตอบคำถามของกลุ่มของตนเองในข้อที่ 1 ให้เพื่อนฟัง
4. ครูถามนักเรียนว่าจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ นั้น นักเรียนคิดว่าสถานการณ์นั้นมีข้อมูลที่จำเป็นในการแก้ปัญหาครบถ้วนหรือไม่ [นักเรียนควรตอบว่า ข้อมูลยังไม่ครบถ้วน]
5. ครูให้นักเรียนสังเกตคำว่า “ความถี่” และถามนักเรียนว่าทราบความหมายหรือไม่

6. ครูให้นักเรียนช่วยกันค้นคว้าข้อมูลความถี่จากแหล่งข้อมูลที่กำหนดให้ แล้วนำข้อมูลนั้นมาตอบคำถามในข้อที่ 2
7. เมื่อนักเรียนสืบค้นข้อมูลและนำมาตอบคำถามข้อที่ 2 เรียบร้อยแล้ว ครูสุ่มนักเรียนจำนวน 2 – 3 กลุ่ม ในการสรุปข้อมูลนั้นให้เพื่อนฟัง [นักเรียนควรตอบว่า ความถี่เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่นเคลื่อนที่ไปได้กี่ลูกในหนึ่งวินาที หน่วยของความถี่คือรอบต่อวินาที หรือเฮิรตซ์ ซึ่งเป็นหน่วยของค่าความถี่ โดย 1 เฮิรตซ์ คือความถี่ที่เท่ากับ 1 ครั้งต่อวินาที ดังนั้นความถี่ 50 เฮิรตซ์หมายถึงมีความถี่เท่ากับ 50 ครั้งต่อ 1 วินาที]
8. ครูตั้งคำถามกับนักเรียนว่า นักเรียนทราบหรือไม่ว่าแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง ส่งผลอย่างไรกับลักษณะของตึก ในคาบเรียนต่อไปเราจะมาทำการสร้างตึกและทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบ

ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน
2. ครูสรุปขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาในข้อ 1 ซึ่งเป็นขั้นตอนการทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนดให้ และข้อ 2 เป็นขั้นตอนการวางแผนการแก้ปัญหา
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนกลับไปคิดว่านักเรียนจะสร้างอาคารจำลองจากกระดาษอย่างน้อย 3 แบบที่แตกต่างกัน ในลักษณะใดบ้าง จากนั้นเก็บใบกิจกรรมจากนักเรียนแต่ละคน

คาบเรียนที่ 2

ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน ครูจับฉลากเลขที่นักเรียนจำนวน 4 คน เพื่อสุ่มถามว่ากระบวนการแก้ปัญหามีอะไรบ้าง โดยตอบคนละ 1 ขั้นตอน [นักเรียนควรตอบว่า มี 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการ ตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล]

2. ครูแจกใบกิจกรรมคืนนักเรียน จากนั้นถามนักเรียนว่าจากคาบเรียนที่ผ่านมา นักเรียนได้แก้ปัญหาในขั้นตอนใดแล้วบ้าง [นักเรียนควรตอบว่า ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา และขั้นที่ 2 การวางแผนการแก้ปัญหา]
3. ครูกล่าวกับนักเรียนว่า จากคาบเรียนที่แล้วครูได้มอบหมายให้นักเรียนกลับไปคิดว่า นักเรียนจะสร้างอาคารจำลองจากกระดาษอย่างน้อย 3 แบบที่แตกต่างกัน ในลักษณะใดบ้าง และในคาบเรียนนี้นักเรียนจะได้ทำการออกแบบอาคารในแบบต่างๆ ที่นักเรียนต้องการ

ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการ ครูให้นักเรียนระดมความคิดและช่วยกันทำการออกแบบอาคารในแบบต่างๆ อย่างน้อย 3 แบบ โดยการวาดภาพแสดงรูปร่างของเรือจำลองแบบสามมิติ พร้อมแสดงรายละเอียดต่างๆ ในข้อ 3
2. นักเรียนลงมือทำกิจกรรม ครูเดินสำรวจนักเรียนขณะนักเรียนทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย และคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย
3. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำการออกแบบอาคารในข้อ 3 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูกล่าวกับนักเรียนว่าเมื่อนักเรียนได้ทำการออกแบบอาคารแล้ว ในข้อต่อไปจะเป็นการนำสิ่งที่ได้ทำการออกแบบในข้อที่ 3 มาใช้ในการหาพื้นที่สำหรับหาสีภายนอกอาคารในข้อที่ 4
4. เพื่อเป็นการทบทวนความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตร ครูถามนักเรียนว่า
 - 1.) อาคารจำลองมีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตรูปทรงใด
[นักเรียนควรตอบว่า ทรงปริซึมฐานสี่เหลี่ยม หรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก]
 - 2.) ในการหาพื้นที่สำหรับหาสีภายนอกอาคาร นักเรียนจะใช้ความรู้จากเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรอย่างไร
[นักเรียนควรตอบว่า ใช้ความรู้ในการหาพื้นที่ผิวของปริซึมฐานสี่เหลี่ยม หรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก]
 - 3.) พื้นที่สำหรับหาสีภายนอกอาคารที่มีรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหาได้อย่างไร

[นักเรียนควรตอบว่า ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่หน้าตัดหนึ่งด้าน]

5. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันลงมือหาพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารในข้อที่ 4 โดยครูเดินสำรวจนักเรียนขณะลงมือทำ เพื่อคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน
2. ครูสรุปขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาในข้อ 3 ซึ่งเป็นขั้นการวางแผนการแก้ปัญหา และข้อ 4 เป็นขั้นการดำเนินการตามแผน
3. ครูกล่าวกับนักเรียนว่าจากคาบเรียนก่อนหน้านี้และคาบเรียนนี้ เราได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหาขั้นที่ 1 ขั้นที่ 2 และขั้นที่ 3 ในคาบเรียนต่อไปเราจะใช้กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 3 กันต่อด้วยการสร้างเรื่องจำลองตามที่นักเรียนได้ทำการออกแบบไว้ จากนั้นครูเก็บใบกิจกรรมจากนักเรียนแต่ละคน

คาบเรียนที่ 3

ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูแจกใบกิจกรรมคืนนักเรียนแต่ละคน
2. เพื่อทบทวนความรู้ในการสร้างอาคารจำลองครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้

1) จากกิจกรรมสร้างอาคาร สิ่งใดที่โจทย์ต้องการคืออะไร

[นักเรียนควรตอบว่า สร้างอาคารจำลองที่ทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร]

2) เงื่อนไขของโจทย์คืออะไร

[นักเรียนควรตอบว่า 1. อาคารมีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น 2. แต่ละชั้นของอาคารจะมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร 3. อาคารอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง]

3. ครูเสนอแนะให้นักเรียนอ่านข้อมูลที่นักเรียนแต่ละกลุ่มได้สืบค้นมา และศึกษาภาพที่นักเรียนได้ทำการออกแบบจากคาบเรียนที่ผ่านมา เพื่อทำการสร้างอาคารจำลองในคาบเรียนนี้
4. ครูแจกอุปกรณ์ในการสร้างอาคารจำลองให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม

ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 40 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูให้นักเรียนลงมือสร้างอาคารจำลองตามที่นักเรียนได้ทำการออกแบบไว้ในข้อที่ 3 พร้อมเน้นย้ำนักเรียนว่าให้ใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างระมัดระวัง
2. นักเรียนลงมือสร้างอาคารจำลอง ครูเดินสำรวจนักเรียนขณะนักเรียนทำกิจกรรม เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อย และคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย

ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 5 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูสรุปขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาในข้อ 5 ซึ่งเป็นขั้นตอนการดำเนินการตามแผน
2. ครูกล่าวกับนักเรียนว่าจากคาบเรียนก่อนหน้าและคาบเรียนนี้ เราได้ใช้กระบวนการแก้ปัญหา ขั้นที่ 1 - 3 ในคาบเรียนต่อไปเราจะใช้กระบวนการแก้ปัญหาในขั้นที่ 4 คือการตรวจสอบผล โดยนักเรียนจะได้ทำการทดลองเพื่อค้นหาว่าอาคารจำลองที่นักเรียนได้ทำการสร้างแบบใดทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงมากที่สุด
3. ครูเก็บใบกิจกรรมจากนักเรียนแต่ละคน

คาบเรียนที่ 4

ขั้นนำ

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 10 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของขั้นตรวจสอบ ครูใช้คำถามกระตุ้นดังนี้

- 1) จากการแก้สมการ นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าคำตอบที่เราหาได้นั้นถูกต้องจริงหรือไม่ [นักเรียนควรตอบว่า ต้องตรวจสอบผลหรือตรวจสอบคำตอบ]
- 2) จากอาคารจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้น นักเรียนจะทราบได้อย่างไรว่าอาคารสามารถทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด
[นักเรียนควรตอบว่า ต้องทำการทดลองสั่นอาคารจำลองให้เร็วแทนการเกิดแผ่นดินไหวความถี่สูง]
2. ครูแจกอาคารจำลองที่นักเรียนได้สร้างจากคาบเรียนที่ผ่านมาให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนแสดงชิ้นงานของกลุ่มตนเองให้เพื่อนไหวตอาคารที่สามารถทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุดกลุ่มละ 1 ไหวต
3. ครูแจกใบกิจกรรมคืนนักเรียน และแจกอุปกรณ์ให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนทดลองการทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงของอาคารจำลองที่สร้างขึ้น

ขั้นสอน

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 25 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูให้นักเรียนพิจารณาในส่วนของการหาพื้นที่สำหรับหาสีกายนอกอาคารที่นักเรียนได้ทำไปแล้วจากคาบเรียนก่อนหน้าในข้อที่ 5 จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันตรวจสอบผลการคำนวณหาพื้นที่สำหรับหาสีกายนอกอาคารแต่ละแบบในข้อที่ 6
2. นักเรียนลงมือทำ ครูเดินสำรวจนักเรียน เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยและคอยให้ความช่วยเหลือเมื่อนักเรียนมีข้อสงสัย (ใช้เวลาประมาณ 5 นาที)
3. เมื่อนักเรียนทำการตรวจสอบผลในข้อที่ 6 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการทดลองโดยการนำอาคารจำลองแต่ละแบบที่นักเรียนสร้างขึ้นมาวางบนแผ่นกระดาน แล้วเขย่าเร็วๆ เพื่อแทนการเกิดแผ่นดินไหวความถี่สูง จากนั้นสังเกตว่าอาคารจำลองแบบใดที่ทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงมากที่สุด
4. ครูแนะนำนักเรียนว่าหากอาคารจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นมีปัญหา ให้นักเรียนทำการแก้ไขปรับปรุงอีกครั้ง
5. เมื่อนักเรียนทำการทดลองอาคารจำลองเสร็จแล้ว ครูให้นักเรียนบันทึกผลการทดลองของอาคารแต่ละแบบลงในข้อที่ 7 จากนั้นเลือกอาคารจำลองที่สามารถทนต่อ

แผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุดมากลุ่มละหนึ่งแบบ และทำการสรุปผลการทดลองว่าอาคารจำลองที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุดนั้นมีขนาดและพื้นที่สำหรับหาสปีภายในนอกเท่าใด (ใช้เวลาประมาณ 15 นาที)

6. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการสร้างอาคารจำลองที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เกี่ยวกับขนาดและพื้นที่สำหรับหาสปีภายในอาคารจำลอง แล้วทำการบันทึกผลของแต่ละกลุ่มลงในตารางข้อที่ 7 ให้สมบูรณ์ (ใช้เวลาประมาณ 10 นาที)

ขั้นสรุป

ขั้นนี้ใช้เวลาประมาณ 15 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกระบวนการแก้ปัญหาของโพลยาทั้ง 4 ขั้นตอน
2. ครูสรุปขั้นตอนการแก้ปัญหาในข้อที่ 6 ซึ่งเป็นขั้นตอนการตรวจสอบผล
3. ครูสรุปโดยรวมให้นักเรียนฟังว่าขั้นตอนกระบวนการแก้ปัญหาในแต่ละขั้นตอนนั้นคือข้อใดใน ใบกิจกรรม
4. ครูเก็บใบกิจกรรมจากนักเรียนแต่ละคน

5. การวัดและประเมินผล

รายการที่วัดและประเมินผล	การวัดผล	การประเมินผล
ด้านความรู้ : 1. เขียนภาพแสดงรายละเอียดในการสร้างอาคารจำลองพร้อมระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้	วิธีวัดผล : พิจารณาจากการทำใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร ข้อ 3 เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร	เกณฑ์การให้คะแนน ถ้านักเรียนเขียนภาพแสดงรายละเอียดในการสร้างอาคารจำลองพร้อมระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ จะได้คะแนน 2 คะแนน ถ้านักเรียนเขียนภาพแสดงรายละเอียดในการสร้างอาคารจำลองพร้อมระบุสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ได้ถูกต้องบางส่วน จะได้คะแนน 1 คะแนน

		ถ้านักเรียนไม่มีการเขียนภาพแสดงรายละเอียดในการสร้างอาคารจำลอง จะได้คะแนน 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล ถ้านักเรียนได้คะแนน 1 คะแนน ถือว่าผ่าน
2. สามารถนำความรู้เรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรมาใช้ในการพิจารณาสร้างอาคารจำลองให้ เป็นไปตามเงื่อนไขที่โจทย์กำหนด	วิธีวัดผล : พิจารณาจากการทำใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร ข้อ 4 และข้อ 6 เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร	เกณฑ์การให้คะแนน ถ้านักเรียนตอบได้ถูกต้อง จะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้านักเรียนตอบไม่ถูกต้อง จะได้คะแนน 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล ถ้านักเรียนได้คะแนน 1 คะแนน ถือว่าผ่าน
ด้านทักษะและกระบวนการ : 3. ลงมือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของโพลยาได้	วิธีวัดผล : พิจารณาจากการทำใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร เครื่องมือวัดผล : ใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร	เกณฑ์การให้คะแนน ในใบกิจกรรม ด้านความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ : - ถ้านักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหกำหนดให้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ จะได้คะแนน 2 คะแนน - ถ้านักเรียนระบุสิ่งที่สถานการณ์ปัญหาต้องการและสิ่งที่สถานการณ์ปัญหกำหนดให้ไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ จะได้คะแนน 1 คะแนน

		- ถ้านักเรียนไม่มีการเขียนข้อความแสดงถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา จะได้คะแนน 0 คะแนน ด้านการวางแผนการแก้สถานการณ์ปัญหา - ถ้านักเรียนออกแบบชิ้นงานและแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้คะแนน 2 คะแนน - ถ้านักเรียนออกแบบชิ้นงานและแสดงรายละเอียดต่างๆ ได้ถูกต้องบางส่วน จะได้คะแนน 1 คะแนน - ถ้านักเรียนไม่มีการออกแบบชิ้นงาน จะได้คะแนน 0 คะแนน ด้านการดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้คะแนน 4 คะแนน - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ จะได้คะแนน 3 คะแนน - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน จะได้คะแนน 2 คะแนน - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการหาคำตอบแต่ไม่ถูกต้อง จะได้คะแนน 1 คะแนน - ถ้านักเรียนไม่มีการแสดงวิธีการหาคำตอบ จะได้คะแนน 0 คะแนน
--	--	---

		ด้านการตรวจสอบผล - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องครบถ้วน จะได้คะแนน 2 คะแนน - ถ้านักเรียนแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน จะได้คะแนน 1 คะแนน - ถ้านักเรียนไม่มีการแสดงวิธีการตรวจสอบคำตอบ จะได้คะแนน 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล ถ้านักเรียนได้คะแนนตั้งแต่ 6 คะแนนขึ้นไปถือว่าผ่าน
ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์: 4. มีส่วนร่วมในชั้นเรียนและรับผิดชอบในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย	วิธีวัดผล : สังเกตพฤติกรรมหรือการแสดงออกของนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำงานที่ได้รับมอบหมาย โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้สังเกตแล้วบันทึกในแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน เครื่องมือวัดผล : แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานของนักเรียน	เกณฑ์การให้คะแนน ในแต่ละข้อของแบบสังเกตพฤติกรรม ถ้า นักเรียนแสดงออกให้เห็นอย่างชัดเจน จะได้คะแนน 2 คะแนน ถ้า นักเรียนแสดงออกให้เห็นเพียงเล็กน้อย จะได้คะแนน 1 คะแนน ถ้า นักเรียนไม่แสดงออกเลย จะได้คะแนน 0 คะแนน เกณฑ์การประเมินผล ถ้า นักเรียน ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนเต็ม ถือว่าผ่าน

บันทึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

บันทึกผลหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา : กิจกรรม สร้างอาคาร
ผลการสอน

.....
.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....
.....

แนวทางการแก้ไข

.....
.....

ลงชื่อ

ผู้สอน

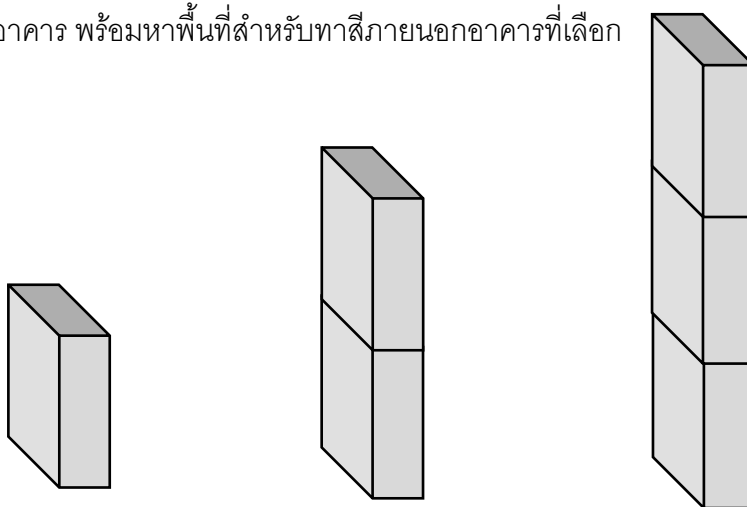
(นางสาวศรีสุดา อ่อนบัตร)

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

กิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร

เอกเป็นเจ้าของที่ดินผืนหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสีภายนอกอาคารเพื่อใช้ในการ คัดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการ ให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสีภายนอกอาคารที่เลือก



ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ข้อเสนอแนะ : คิวอาร์โค้ด (QR Code) สำหรับการค้นหาข้อมูล



SCAN ME

1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

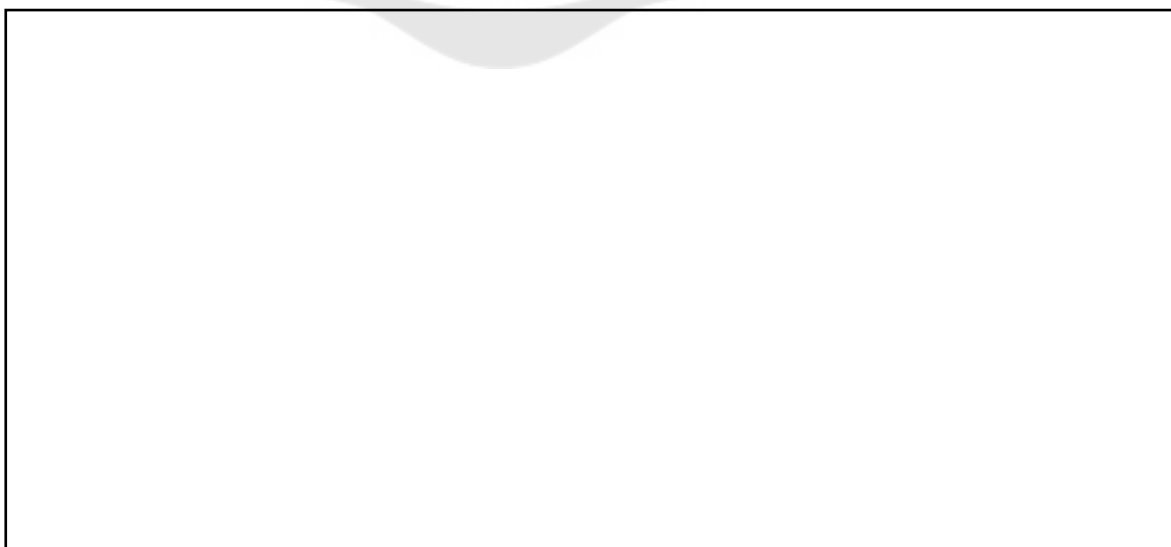
สิ่งที่โจทย์ต้องการ : _____

เงื่อนไขของโจทย์ : _____

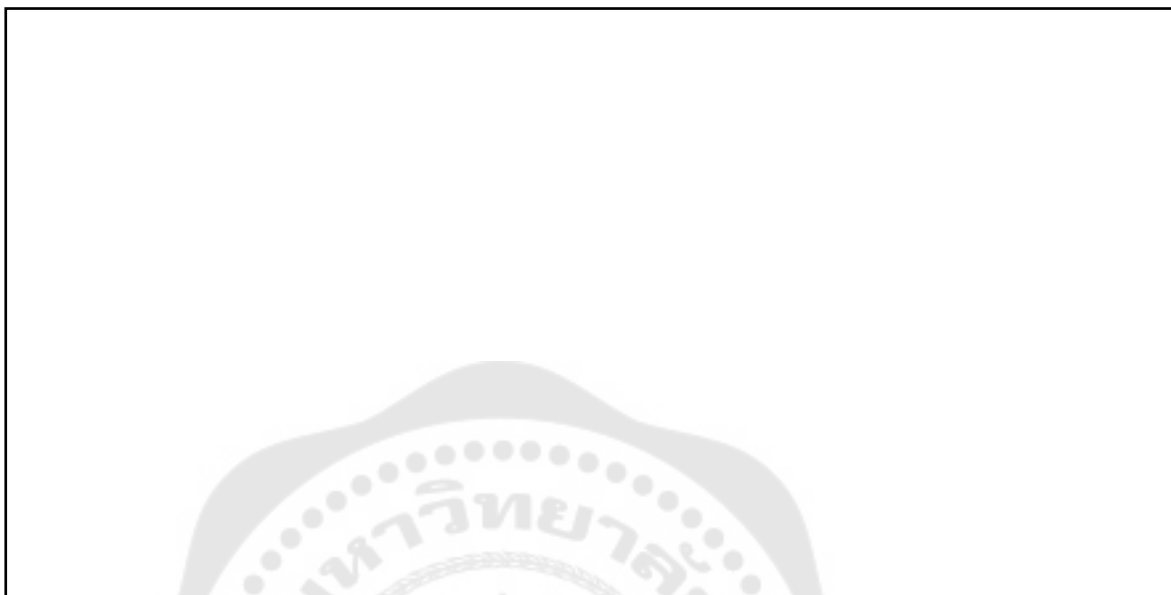
2. ให้นักเรียนระบุข้อมูลเพิ่มเติมที่ต้องการทราบ โดยการค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดให้

3. จงวาดภาพแสดงอาคารจำลองที่ต้องการสร้าง พร้อมแสดงรายละเอียดความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร

3.1 อาคารจำลองแบบที่ 1



3.2 อาคารจำลองแบบที่ 2



3.3 อาคารจำลองแบบที่ 3



4. จงแสดงวิธีการหาพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร

4.1 พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารจำลองแบบที่ 1 :

4.2 พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารจำลองแบบที่ 2 :

4.3 พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารจำลองแบบที่ 3 :

5. ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองตามที่ได้ทำการออกแบบไว้

6. ให้นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณหาปริมาตรของเรือ และทำการทดลองลอยเรือจำลองที่สร้างขึ้นและบรรจุดินน้ำมันที่กำหนดให้ให้ได้มากที่สุดโดยที่เรือไม่จมน้ำ แล้วระบุผลการทดลองว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่

6.1 อาคารจำลองแบบที่ 1

6.2 อาคารจำลองแบบที่ 2

6.3 อาคารจำลองแบบที่ 3

7. ให้นักเรียนบันทึกผลโดยการวาดรูปของอาคารจำลองที่ทนต่อแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง พร้อมทั้งระบุความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร และพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารของแต่ละกลุ่มลงในตาราง และนำเสนอชิ้นงานกลุ่มตนเอง

อาคาร จำลอง รูปแบบ ที่	รูปอาคารจำลองที่ทนต่อแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง พร้อมทั้งระบุความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร (เมตร)	พื้นที่สำหรับทาสีภายนอก อาคาร (ตารางเมตร)
1		
2		
3		

อาคารที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงมากที่สุดคืออาคารรูปแบบใด และมีพื้นที่สำหรับทาสี
ภายนอกอาคารกี่ตารางเมตร

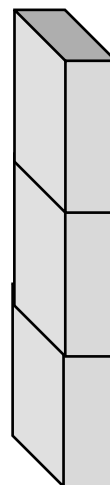
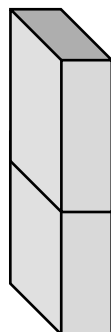
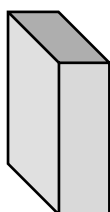


เฉลยใบกิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร

กิจกรรมที่ 2 : สร้างอาคาร

เอกเป็นเจ้าของที่ดินผืนหนึ่งซึ่งอยู่ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง และต้องการสร้างอาคารทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยแต่ละชั้นมีความกว้าง 3 เมตร ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร โดยเอกต้องการอาคารที่มีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น และมีความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากแผ่นดินไหวน้อยที่สุด และต้องการทราบพื้นที่สำหรับหาสียภายนอกอาคารเพื่อใช้ในการคาดคะเนงบประมาณในการก่อสร้าง จึงปรึกษานักออกแบบอาคารเพื่อประกอบการตัดสินใจ

หากนักเรียนเป็นนักออกแบบอาคาร ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองจากกระดาษจำนวน 3 แบบที่แตกต่างกัน แล้วเลือกแบบที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด เพื่อประกอบการให้คำปรึกษาการสร้างอาคาร พร้อมหาพื้นที่สำหรับหาสียภายนอกอาคารที่เลือก



ตัวอย่างการสร้างอาคาร

ข้อเสนอแนะ : คิวอาร์โค้ด (QR Code) สำหรับการค้นหาข้อมูล



1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ : 1. สร้างอาคารจำลองที่ทนทานต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงได้มากที่สุด

2. ต้องการทราบพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร

เงื่อนไขของโจทย์ : 1. อาคารมีความสูงไม่เกิน 3 ชั้น

2. แต่ละชั้นของอาคารจะมีขนาดความกว้าง 3 เมตร

ความยาว 15 เมตร และความสูง 10 เมตร

3. อาคารอยู่ในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง

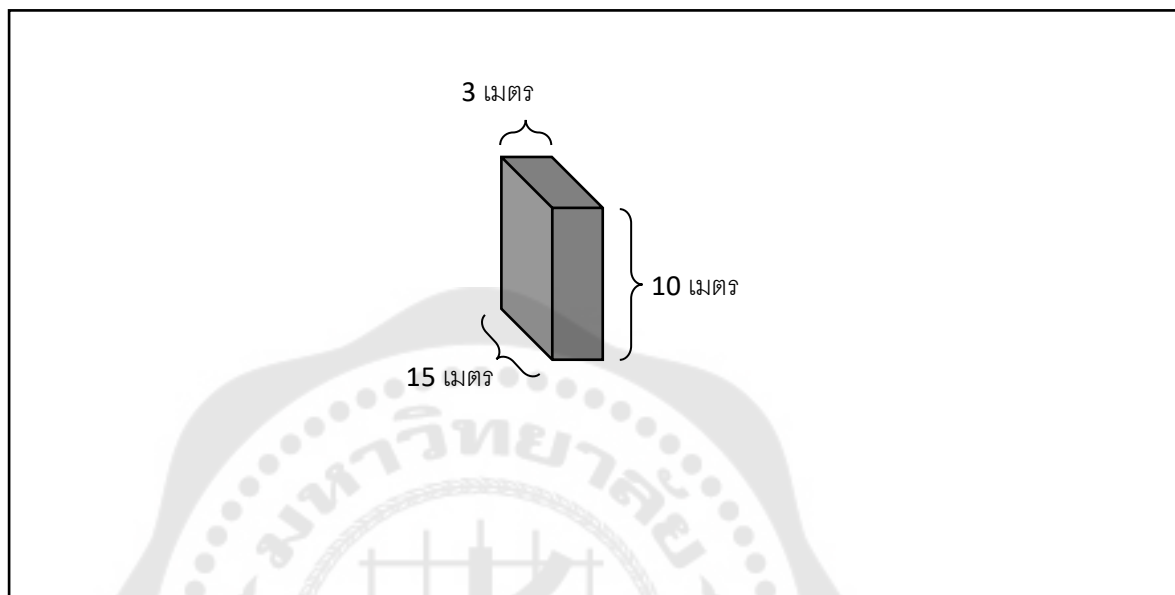
2. ให้นักเรียนระบุข้อมูลเพิ่มเติมที่ต้องการทราบ โดยการค้นหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่กำหนดให้

ความถี่ (Frequency) เป็นปริมาณที่แสดงว่าคลื่นเคลื่อนที่ไปได้กี่ลูกในหนึ่งวินาที หน่วยของความถี่คือ รอบต่อวินาที (1/s) หรือ เฮิร์ตซ์ (Hz)

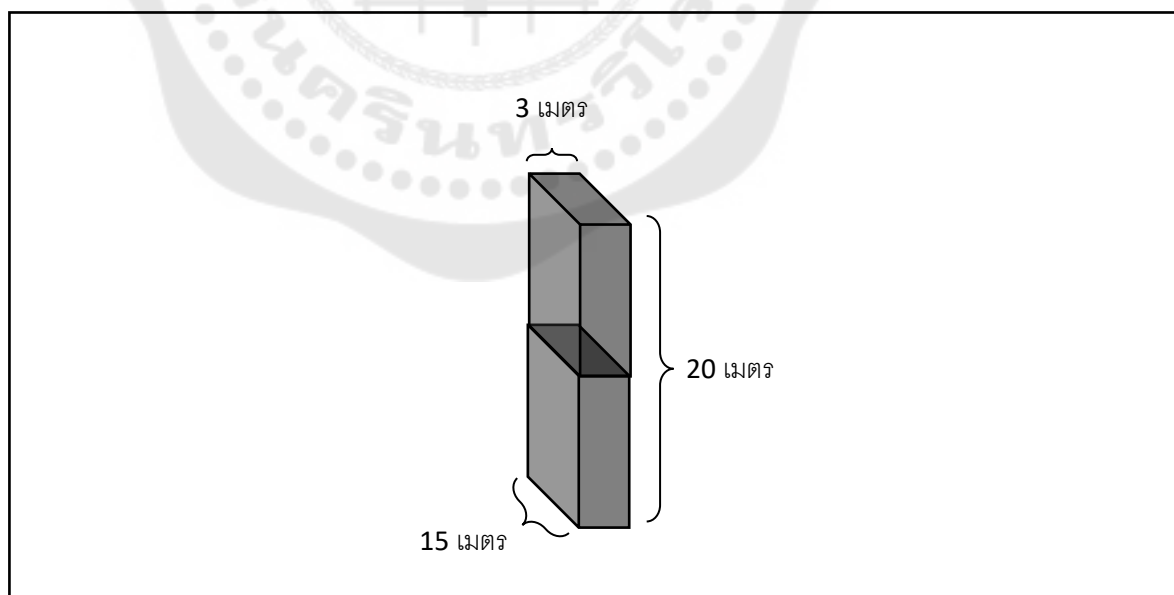
เฮิร์ตซ์ (hertz: Hz) เป็นหน่วย SI ของค่าความถี่ โดย 1 Hz คือความถี่ที่เท่ากับ 1 ครั้ง ต่อวินาที (1/s) หรือ : 1 Hz = 1/S ดังนั้น 50 Hz หมายถึงมีความถี่เท่ากับ 50 ครั้งต่อ 1 วินาที

3. จงวาดภาพแสดงอาคารจำลองที่ต้องการสร้าง พร้อมแสดงรายละเอียดความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร

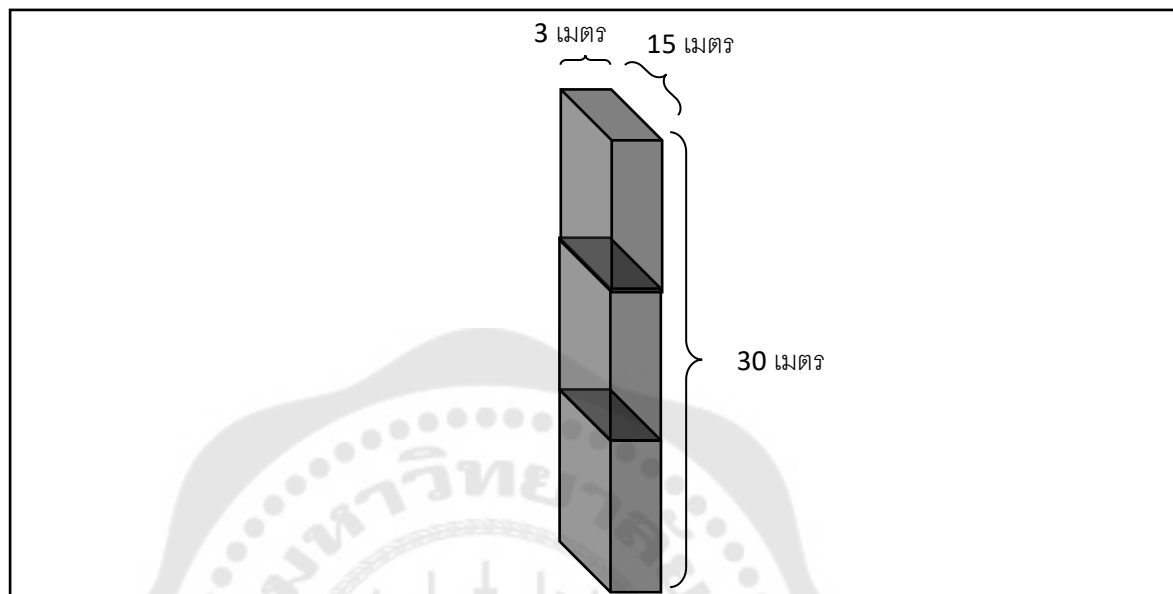
3.1



3.2



3.3



4. จงแสดงวิธีการหาพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร

4.1 **พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร :** ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่หน้าตัดหนึ่งด้าน

$$= 2(15 \times 10) + (15 \times 3) + 2(10 \times 3)$$

ตารางเมตร

$$= 300 + 45 + 60$$

ตารางเมตร

$$= 405$$

ตารางเมตร

ดังนั้นพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารเท่ากับ 405 ตารางเมตร

4.2 **พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร :** ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่หน้าตัดหนึ่งด้าน

$$= 2(15 \times 20) + 2(20 \times 3) + (15 \times 3)$$

ตารางเมตร

$$= 600 + 120 + 45$$

ตารางเมตร

$$= 765$$

ตารางเมตร

ดังนั้นพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารเท่ากับ 765 ตารางเมตร

4.3 พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคาร : ผลรวมของพื้นที่ผิวข้างและพื้นที่หน้าตัดหนึ่ง
ด้าน

$$= 2(3 \times 30) + 2(15 \times 30) + (3 \times 15)$$

ตารางเมตร

$$= 180 + 900 + 45$$

ตารางเมตร

$$= 1,125$$

ตารางเมตร

ดังนั้นพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารเท่ากับ 1,125 ตารางเมตร

5. ให้นักเรียนสร้างอาคารจำลองตามที่ได้ทำการออกแบบไว้

5.1



5.2



5.3



6. ให้นักเรียนทำการตรวจสอบผลการคำนวณหาปริมาตรของเรือ และทำการทดลองลอยเรือจำลองที่สร้างขึ้นและบรรจุดินน้ำมันที่กำหนดให้ให้ได้มากที่สุดโดยที่เรือไม่จมน้ำ แล้วระบุผลการทดลองว่าเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่

6.1 พื้นที่ส่วนบนของอาคาร = พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด - พื้นที่ผิวข้างอาคาร

$$= 405 - [2(15 \times 10) + 2(10 \times 3)]$$

$$= 45 \quad \text{ตารางเมตร}$$

6.2 พื้นที่ส่วนบนของอาคาร = พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด - พื้นที่ผิวข้างอาคาร

$$= 765 - [2(15 \times 20) + 2(20 \times 3)]$$

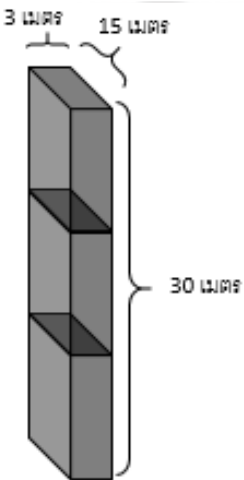
$$= 45 \quad \text{ตารางเมตร}$$

6.3 พื้นที่ส่วนบนของอาคาร = พื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารทั้งหมด - พื้นที่ผิวข้างอาคาร

$$= 1,125 - [2(3 \times 30) + 2(15 \times 30)]$$

$$= 45 \quad \text{ตารางเมตร}$$

7. ให้นักเรียนบันทึกผลโดยการวาดรูปของอาคารจำลองที่ทนต่อแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง พร้อมทั้งระบุความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร และพื้นที่สำหรับทาสีภายนอกอาคารของแต่ละกลุ่มลงในตาราง และนำเสนอชิ้นงานกลุ่มตนเอง

อาคาร จำลอง รูปแบบ ที่	รูปอาคารจำลองที่ทนต่อแผ่นดินไหวที่มีความถี่สูง พร้อมทั้งระบุความยาวของส่วนต่างๆ ของอาคาร (เมตร)	พื้นที่สำหรับทาสีภายนอก อาคาร (ตารางเมตร)
1		พื้นที่สำหรับทาสีภายนอก อาคารเท่ากับ 1,125 ตารางเมตร
2		
3		

อาคารที่สามารถทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงมากที่สุดคืออาคารรูปแบบใด และมีพื้นที่สำหรับทาสี
ภายนอกอาคารกี่ตารางเมตร

อาคารที่ทนต่อแผ่นดินไหวความถี่สูงมากที่สุดคืออาคารรูปแบบที่ 1 และมีพื้นที่สำหรับ

ทาสีภายนอกอาคาร 1,125 ตารางเมตร





ภาคผนวก จ

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร

ณเดชเดินทางเข้าป่าตอนกลางคืนกับเพื่อนอีก 2 คน เพื่อดูดาว แต่หลงทางและในป่าไม่มีสัญญาณโทรศัพท์หรืออินเทอร์เน็ต ทุกคนจึงตกลงกันว่าจะนำสิ่งของที่แต่ละคนพกมาด้วยนั้นมารวมกัน และต้องนำมาใช้ร่วมกันเพื่อความอยู่รอด ซึ่งแต่ละคนมีแผนที่ดูดาวคนละ 1 แผ่น เป็นกระดาษครึ่งวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 14 เซนติเมตร ดังภาพประกอบ น้ำดื่มที่นำมารวมกันปริมาตร 1,617 ลูกบาศก์เซนติเมตร และเทปขาว 1 ม้วน ณเดชจึงออกความคิดว่าเพื่อให้ทุกคนได้ดื่มน้ำในปริมาตรที่เท่าๆกัน จึงต้องสร้างกรวยดื่มน้ำจากแผนที่ดูดาว

ให้นักเรียนช่วยณเดชสร้างกรวยดื่มน้ำจากแผนที่ดูดาวที่กำหนดให้ และหาว่าแต่ละคนจะได้ดื่มน้ำคนละกี่แก้ว (กำหนดให้ $\sqrt{36.75} \approx 6$)



14 ซม.

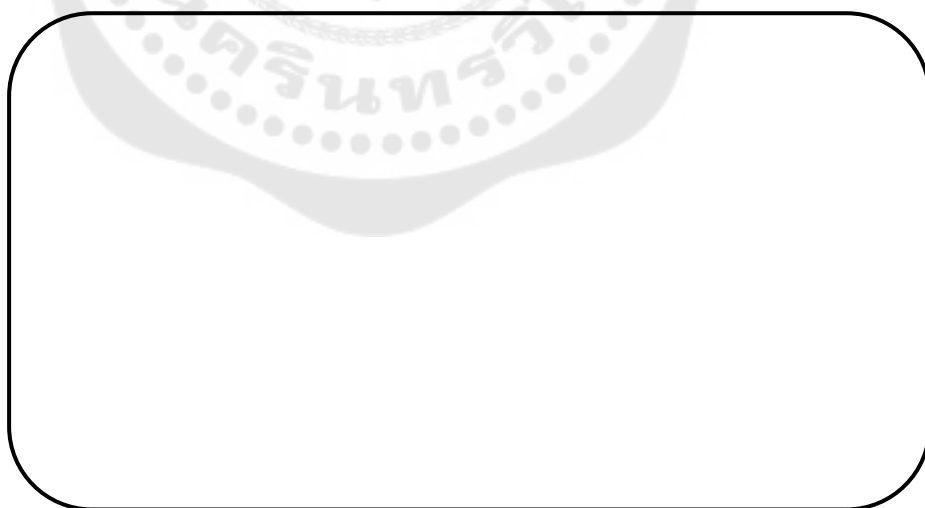
ภาพประกอบ

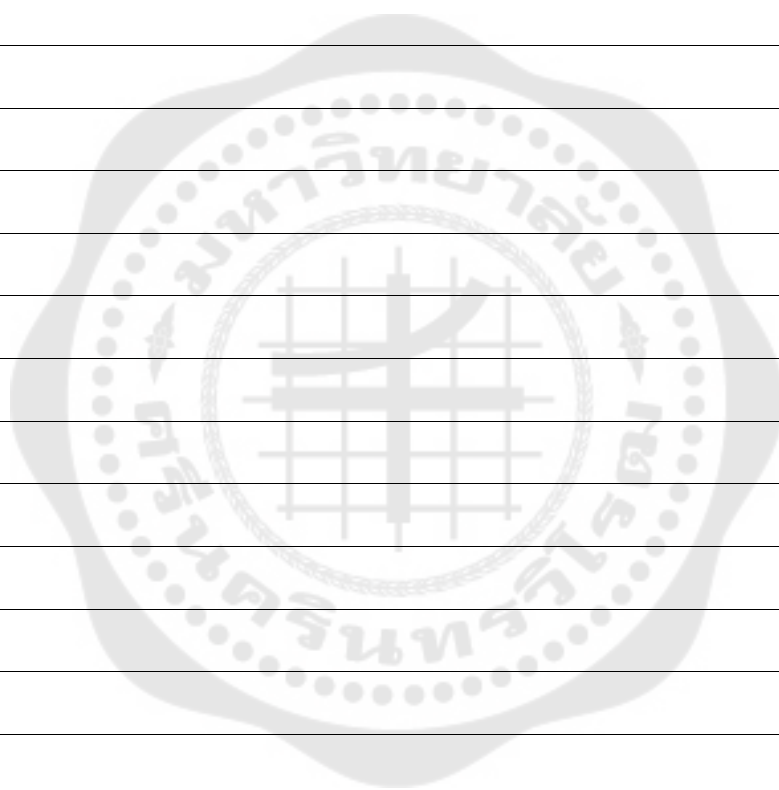
1. ให้นักเรียนวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ จากนั้นระบุเงื่อนไขและสิ่งที่โจทย์ต้องการ

สิ่งที่โจทย์ต้องการ :

เงื่อนไขของโจทย์ :

2. ให้นักเรียนวาดภาพออกแบบแสดงรูปกรวยคี่มน้ำ พร้อมแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ





6. ให้นักเรียนระบุผลการแก้สถานการณ์ปัญหา



ภาคผนวก จ
แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบสังเกตพฤติกรรมการแก้สถานการณ์ปัญหา

วันที่.....คาบที่.....

นักเรียนคนที่ 1.....
 2.....
 3.....
 4.....

ข้อ	พฤติกรรมที่เกิดขึ้น	นักเรียนคนที่				ข้อสังเกตเพิ่มเติม
		1	2	3	4	
1.	นักเรียนแสดงร่องรอยการขีดเขียนหรือวาดรูปประกอบที่แสดงถึงการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา					
2.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเพื่อทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา					
3.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนถึงสิ่งที่สถานการณ์ปัญหามองต้องการและสิ่งที่กำหนดให้					
4.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเกี่ยวกับข้อมูลที่ขาดหายไป					
5.	นักเรียนมีการสืบค้นข้อมูลเพื่อเป็นแนวทางประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหา					
6.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเกี่ยวกับการนำข้อมูลที่สืบค้น มาใช้ประกอบการแก้สถานการณ์ปัญหา					
7.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงาน					
8.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเกี่ยวกับการนำข้อมูลจากการออกแบบชิ้นงานมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา					
9.	นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันในการสร้างชิ้นงาน					
10.	นักเรียนลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ทำการออกแบบไว้					
11.	นักเรียนปรึกษากับเพื่อนเกี่ยวกับการสร้างชิ้นงาน					
12.	นักเรียนทำการตรวจสอบการแก้สถานการณ์ปัญหา					
13.	นักเรียนตรวจสอบชิ้นงานเพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด					



ภาคผนวก ช
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ซึ่งได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร และแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร มีดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริ สิรินิลกุล

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุกัญญา หะยีสำและ

ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

3. อาจารย์ สมศรี แจ่มสุทิมล

กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี)



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ศรีสุดา อ่อนบัว
วัน เดือน ปี เกิด	13 พฤษภาคม 2537
สถานที่เกิด	อำเภอเมืองนครพนม จังหวัดนครพนม
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2555 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม พ.ศ. 2559 คณะวิทยาศาสตร์ สาขาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พ.ศ. 2564 การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชา คณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	108 ม.7 ต.ขามเฒ่า อ.เมืองนครพนม จ.นครพนม 48000

