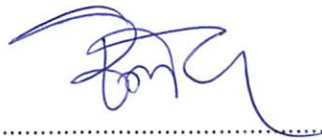


การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ปิยาภรณ์ ชาวทอง

การค้นคว้าอิสระ เสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
พฤษภาคม 2564
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยยอนเรศวร

อาจารย์ที่ปรึกษา และหัวหน้าภาควิชาการศึกษา ได้พิจารณาการศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6" เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยนเรศวร



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษา



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา

พฤษภาคม 2564

ประกาศคุณูปการ

การวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ดีด้วยความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิตติยา บงกชเพชร ที่ได้เสียสละเวลาเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ และแก้ไขปรับปรุงการศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่ง คอยเติมเต็มพลังกาย พลังใจ และพลังสติปัญญาในการเรียนและการศึกษาค้นคว้าอิสระ รวมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีให้กับผู้วิจัยเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ได้แก่ รองศาสตราจารย์. ดร.กิตติ รอดเทศ อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และนางศศิธร เกิดทอง ตำแหน่ง ครู โรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบใจนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 ทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือ และในการเรียนรู้ร่วมกันอย่างเป็นระบบในครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ญาติมิตร และครอบครัวที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโทที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

คุณประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าการศึกษาค้นคว้าอิสระนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ได้ต่อไป

ปิยาภรณ์ ชาวทอง

ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	ปิยาภรณ์ ชาวทอง
สถานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิติยา บงกชเพชร
ประเภทสารนิพนธ์	การศึกษาค้นคว้าอิสระ กศ.ม. สาขาวิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2563
คำสำคัญ	ปัญหาเป็นฐาน สะเต็มศึกษา การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 24 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิธีวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและสถิติบรรยายค่าเฉลี่ย ร้อยละ ผลการวิจัยพบว่า แนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ควรใช้สถานการณ์ปัญหาที่เชื่อมโยงในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับรูปหลายเหลี่ยมที่มีแนวทางการแก้ไขได้หลายแนวทาง และสามารถบูรณาการความรู้กับสะเต็มศึกษาได้ ครูจัดเตรียมอุปกรณ์ สื่อของจริงที่พบเห็นได้ในชีวิตประจำวัน และแหล่งพื้นที่ในชุมชนที่นักเรียนสามารถลงพื้นที่จริงได้ อีกทั้งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามปลายเปิดและเปิดโอกาสให้นักเรียนเขียนแนวทางการแก้ปัญหาของตนและแลกเปลี่ยนแนวทางการแก้ปัญหากับสมาชิกในกลุ่ม ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เมื่อพิจารณาระดับความสามารถตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 45.83 ความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาและการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการอยู่ในระดับดี ร้อยละ 50.00 และ 41.67 ตามลำดับ และความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติอยู่ในระดับพอใช้ ร้อยละ 41.67

Title	PROBLEM-BASED LEARNING IN STEM TO ENHANCE CREATIVE PROBLEMS SOLVING ABILITY IN THE TOPIC OF POLYGON FOR 6 th GRADE STUDENTS
Author	Piyaporn Khaowthong
Advisor	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet, Ph.D.
Academic Paper	Independent Study M.Ed. in Mathematics Education, Naresuan University, 2020
Keywords	Problem-based learning, STEM Education, Creative Problems Solving

ABSTRACT

This action research aimed to study learning management of problem-based learning in STEM for enhance a creative problem-solving ability in polygon topic and aimed to study the result of creative problem-solving ability after using problem-based learning in STEM of 6th grade students. The participants were 24 students from school in Kamphaeng Phet province. The research instruments included lesson plans, activity sheet, teaching reflective form, and creative problem-solving ability test. The data analysis consisted of content analysis, mean and percentage. The research results showed that problem-based learning in STEM should selection of problem situation is supposed to be concerned. Say that, situation in daily life where polygons related is the challenge of enhancement a creative problem-solving ability and it can integrate about STEM knowledge. Moreover, the providing of learning resources, variety of materials, and real objects which students can actually work in the area are important. Teacher should use open-ended question to encourage students for solve a problem by using mathematics. In addition, all students must have the opportunity to review the knowledge on matters related to propose the ways to solve problems and debates within the group. As the part of creative problem-solving ability shows that most of students are in a very good level of understanding the problem situation (45.83%) when

considers from the level of competence according to the composition. For the generating idea and action planning are in good level (50.00% and 41.67% respectively), and the planning approaches are in fairly level (41.67%).

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	6
ขอบเขตของงานวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นประถมศึกษา.....	10
การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา.....	18
การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน.....	28
การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	36
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	41
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	58
ผู้เข้าร่วมวิจัย.....	58
บริบทของการวิจัย.....	58
รูปแบบการวิจัย.....	58
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	60
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	74
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	75

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	78
ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็ม ศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	78
ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะ เต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6.....	123
5 บทสรุป.....	145
สรุปผลการวิจัย.....	145
อภิปรายผล.....	150
ข้อเสนอแนะ.....	156
บรรณานุกรม.....	157
ภาคผนวก.....	167
ประวัติผู้วิจัย.....	222

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	12
2	แสดงสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี.....	14
3	แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
4	แสดงการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา.....	62
5	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียน.....	68
6	ความสัมพันธ์ระหว่างรายการประเมินชิ้นงานและองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์.....	70
7	แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน.....	71
8	แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน.....	72
9	แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	89
10	แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	101
11	แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	112
12	แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.....	117

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาจากใบ กิจกรรมของแต่ละวงจร.....	127
14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการ แก้ปัญหาจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจร.....	130
15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อ ดำเนินการจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจร.....	133
16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติจากใบ กิจกรรมของแต่ละวงจร.....	136
17 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 1 ในแต่ละ องค์ประกอบ.....	138
18 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 2 ในแต่ละ องค์ประกอบ.....	139
19 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถใน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 3 ในแต่ละ องค์ประกอบ.....	140
20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์โดยรวมหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบ.....	143

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม.....	169
22 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม.....	174

สารบัญภาพ

ตาราง	หน้า
1 แสดงลักษณะสำคัญ (Key features) ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว สะเต็มศึกษา.....	22
2 แสดงการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ของ Mahmoud A. Allam (2017).....	39
3 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	59
4 แสดงการศึกษาปัญหาการออกแบบลายกระเบื้องของกลุ่มนักเรียน.....	82
5 แสดงการตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา ของกลุ่มนักเรียน.....	83
6 แสดงการออกแบบลายของกระเบื้องของกลุ่มนักเรียน.....	85
7 แสดงการวางรูปหลายเหลี่ยมให้มาเรียงชิดต่อกันโดยไม่เกิดช่องว่าง.....	86
8 แสดงนักเรียนช่วยกันนำรูปหลายเหลี่ยมมาติดกันเพื่อสร้างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง.....	86
9 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง ของนักเรียนกลุ่ม 1.....	87
10 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง ของนักเรียนกลุ่ม 2.....	88
11 แสดงเกมหาความยาวโดยรอยของรั้วจาก https://www.matific.com/th	94
12 แสดงผู้วิจัยและนักเรียนไปดูบริเวณที่ทิ้งขยะของหมู่บ้าน.....	95
13 แสดงนักเรียนขณะกำลังสืบค้นหาข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถาม สถานการณ์ปัญหา.....	96
14 แสดงการออกแบบเบาะรองนั่งรักซ์โลก.....	97
15 แสดงนักเรียนช่วยกันนำถูกลมมาติดกันโดยใช้ด้ายเย็บติดกัน เพื่อทำเป็น เบาะรองนั่ง.....	98
16 แสดงนักเรียนทำชิ้นงานนอกเวลาเรียนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์.....	99
17 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักซ์โลก ของนักเรียนกลุ่ม 1.....	100
18 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักซ์โลก ของนักเรียนกลุ่ม 2.....	100

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ตาราง		หน้า
19	แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับ การหาแนวทางการแก้ปัญหา.....	107
20	แสดงการออกแบบพื้นที่สร้างสุขโดยใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมของ นักเรียนกลุ่ม 1.....	107
21	แสดงการออกแบบพื้นที่สร้างสุขโดยใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมของ นักเรียนกลุ่ม 3.....	108
22	แสดงนักเรียนทำการแบ่งพื้นที่ตามที่กลุ่มตนเองได้ออกแบบไว้.....	109
23	แสดงนักเรียนใช้ดินน้ำมันแบ่งพื้นที่แต่ละส่วนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น.....	109
24	แสดงตัวอย่างชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของนักเรียนกลุ่ม 1.....	110
25	แสดงตัวอย่างชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของนักเรียนกลุ่ม 3.....	111
26	แสดงตัวอย่างชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของนักเรียนกลุ่ม 4.....	111
27	แสดงตัวอย่างชิ้นงานการออกแบบลายกระเบื้องจากวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 1.....	124
28	แสดงตัวอย่างชิ้นงานเบาะรองนั่งรักษ์โลก จากวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 2.....	125
29	แสดงตัวอย่างชิ้นงานพื้นที่สร้างสุข จากวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 3.....	126
30	แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับปรับปรุงจากใบ กิจกรรมวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 1.....	127
31	แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรม วงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 2.....	128
32	แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับพอใช้ จาก ใบกิจกรรมวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 3.....	128
33	แสดงการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียนในระดับพอใช้ จากใบกิจกรรมวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 1.....	131
34	แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนในระดับปรับปรุง จากใบกิจกรรมวงจรมงจรีปฏิบัติการที่ 1.....	133

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ตาราง	หน้า
35 แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนในระดับพอใช้ จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	134
36 แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนในระดับดีจาก ใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	135
37 แสดงความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาจากแบบทดสอบ สถานการณ์ที่ 1.....	138
38 แสดงความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาจาก แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1.....	139
39 แสดงความสามารถในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการจาก แบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3.....	141
40 แสดงความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติจากแบบทดสอบ สถานการณ์ที่ 3.....	141

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในศตวรรษที่ 21 การให้การศึกษาจะเปลี่ยนไปเน้นทักษะการเรียนรู้ที่สูงขึ้น โดยเฉพาะทักษะการนำเอาความรู้ใหม่ไปใช้อย่างสร้างสรรค์ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาที่มีความซับซ้อนในสภาพบริบทจริงในยุคแห่งการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดด และเป็นยุคที่มีการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ ที่สร้างสรรค์ ดังนั้นการศึกษาสำหรับศตวรรษที่ 21 จะมีความยืดหยุ่น สร้างสรรค์ ท้าทาย และซับซ้อน เป็นการศึกษาที่จะทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเต็มไปด้วยสิ่งท้าทายที่น่าตื่นเต้น เพื่อนำไปสู่การเป็นพลเมืองของโลกแห่งศตวรรษที่ 21 ที่มีทักษะการคิดที่ทำให้สามารถดำรงอยู่ในศตวรรษนี้ได้อย่างมีคุณภาพและเท่าทันโลก ทักษะการคิดที่สอดคล้องและครอบคลุมทักษะของพลเมือง นี้คือ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งทุกคนมีความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์อยู่แล้วในตัวแต่อาจมีไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับอุปสรรคทางด้านต่างๆ อาทิเช่น อุปสรรคด้านการรับรู้ ด้านความเชื่อ และด้านอารมณ์ ข้อจำกัดเหล่านี้ล้วนเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาทักษะการคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ แต่สามารถแก้ไขและพัฒนาให้สูงขึ้นได้ด้วยหลายวิธีการไม่ว่าจะเป็นการปลูกฝังจากครอบครัว สภาพแวดล้อม และการจัดการเรียนการสอน (Wilawan Jinwan, 2011 อ้างถึงใน พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม, 2557, น. 119-110)

การจัดการเรียนการสอนของครูสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาที่สอดคล้องประสานการทำงานร่วมกันระหว่างการคิดสร้างสรรค์ และการคิดวิจารณ์ญาณ ซึ่งแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตรงที่การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นี้จะเน้นการคิดระดับสูงทั้ง 3 อย่างที่ทำงานร่วมกันเพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาให้ได้อย่างสร้างสรรค์ เปิดกว้างทางความคิด การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จะมีวิธีการค้นหาคำตอบที่แตกต่างกันออกไป มีความสลับซับซ้อนและค้นพบแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ และเหมาะสมที่สุดในสภาพแวดล้อมขณะนั้น แต่การแก้ปัญหาจะเป็นเพียงการดำเนินการตามขั้นตอนในลักษณะเชิงเส้นเท่านั้น คือการทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการแก้ปัญหา และตรวจสอบผลเท่านั้น (Wilson.1993, pp. 57-75 อ้างถึงใน สิทธิชัย ชมพูพาทย์, 2553) ส่วนการแก้ปัญหาที่เป็นการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) เป็นกรอบแนวคิดที่ใช้ทักษะการคิดและเครื่องมือการคิดเพื่อค้นหาวิธีการหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย มีโครงสร้างของกระบวนการที่ใช้จินตนาการ การวิเคราะห์ ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ค้นหาทางเลือกในการแก้ปัญหาและพิจารณาตัดสินใจเลือกแนวคิดในการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและแปลกใหม่

ซึ่งการแก้ปัญหาในโลกที่คนใช้กันมาก คือ การแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ (Creative problem solving) จะทำให้เราคิดหาทางแก้ปัญหาหลายๆ ทางและหลายวิธี จนสามารถเลือกหยิบวิธีที่ได้ผลดีหลายๆวิธีมาผนวกใช้ เพื่อแก้ปัญหาได้หลายมุม ไม่ได้มุ่งเน้นที่แนวใดแนวหนึ่งแบบตรรกะ (วรพจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง และอธิป จิตตฤกษ์, 2556) สอดคล้องกับที่ ขจรศักดิ์ สีเสน กล่าวว่ เด็กไทยคิดไม่เป็นจึงแก้ปัญหาไม่ได้การแก้ปัญหาและการคิดสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ซับซ้อน เป็นการแก้ปัญหาที่ผู้แก้ปัญหาได้คำตอบหลายคำตอบสำหรับปัญหานั้น ถึงแม้การเรียนการสอนในโรงเรียนจะนิยมคำตอบที่ดีที่สุดเพียงคำตอบเดียวสำหรับการแก้ปัญหา แต่นักจิตวิทยามีความเห็นว่าการคิดหลายทางหรือการมีคำตอบหลายๆ คำตอบเป็นการคิดที่มีคุณค่ากว่า (ขจรศักดิ์ สีเสน, 2544, น. 17 อ้างถึงใน รุสมิณี หะยิยูไซะ, 2558, น. 58)

ในปัจจุบันการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในประเทศไทย ยังไม่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ซึ่งจะเห็นได้จาก ผลการประเมินนักเรียนในระดับนานาชาติ ชื่อโครงการ Programme for International Student Assessment หรือ PISA ดำเนินการโดยองค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organization for Economic Cooperation and Development) หรือ OECD จากผลการประเมินของ PISA 2003 ที่เน้นการประเมินสมรรถนะการแก้ปัญหา ที่พัฒนาขึ้นภายใต้กรอบโครงสร้างของการประเมินการแก้ปัญหาของ PISA อย่างเคร่งครัด (OECD, 2003) มีองค์ประกอบดังนี้ 1. แบบของปัญหา ที่ครอบคลุมปัญหา 3 แบบ ได้แก่ การตัดสินใจ การวิเคราะห์ระบบและออกแบบ และแก้ไขจุดขัดข้อง 2. บริบทปัญหา เป็นสถานการณ์ที่คาดว่านักเรียนจะพบในชีวิตจริง ทั้งการทำงาน การบันเทิง ในชุมชนและสังคม 3. กระบวนการแก้ปัญหา ที่บอกถึงความสามารถของนักเรียนที่จะเผชิญหน้ากับปัญหาและแก้ปัญหาย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์ ซึ่งผลการประเมินพบว่า มีนักเรียนของไทยเพียง 3% เท่านั้นที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหายู่ที่ระดับสูงสุด(ระดับ 3) และมีนักเรียนไทยกว่า 41% ที่มีระดับสมรรถนะการแก้ปัญหายู่ในระดับต่ำกว่ามาตรฐาน(ต่ำกว่าระดับ 1) จากผลการประเมินของ PISA ในครั้งต่อมา ในปี ค.ศ. 2012 2015 และ 2018 ตามลำดับพบว่า ระดับสมรรถนะการแก้ปัญหาของนักเรียนมีแนวโน้มที่ดีขึ้น แต่ยังมีนักเรียนไทยที่มีระดับการแก้ปัญหาค่ำเป็นสัดส่วนที่สูง ซึ่งหมายความว่านักเรียนไทยนั้นมีสมรรถนะในการแก้ปัญหายู่ที่ระดับต่ำกว่ามาตรฐาน ซึ่งนักเรียนที่มีความสามารถในการแก้ปัญหาในระดับต่ำกว่ามาตรฐานเหล่านี้ นักเรียนจะพบความยุ่งยากในการตัดสินใจ วิเคราะห์ หรือประเมินระบบ และไม่สามารถเผชิญหน้ากับปัญหาที่ยุ่งยากซับซ้อนได้ ดังนั้นนักเรียนในระดับนี้ถือว่างุดเป็นกลุ่มเสี่ยง ซึ่งยากที่จะพบความสำเร็จ เมื่อเปลี่ยนไปอยู่ในโลกของการทำงาน หรือในการศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น และยังสะท้อนให้เห็นว่า

ประเทศไทยมีความล้มเหลวในด้านการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนขาดการคิดและแก้ปัญหาที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน (โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558, น. 1-7)

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ศึกษามลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติด้านพื้นฐาน (O-Net) วิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนบ้านหัวเสลา ปีการศึกษา 2562 ในสาระที่ 2 การวัด สาระที่ 3 เรขาคณิต และสาระที่ 6 ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ พบว่า สาระการวัดได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 39.22 สาระเรขาคณิต ร้อยละ 11.76 และสาระทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (บูรณาการ) ร้อยละ 44.12 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยกว่าระดับประเทศ โดยโรงเรียนควรเร่งพัฒนาในสาระที่กล่าวมา (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2562) เมื่อพิจารณาถึงบริบทในชั้นเรียนขณะทำการเรียนการสอน ครูจะทำหน้าที่ตั้งคำถามหรือปัญหาให้นักเรียนตอบ พบว่า คำตอบหรือแนวคิดที่นักเรียนแสดงออกมานั้นมักเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ไม่ปรากฏความคิดที่หลากหลายและแปลกใหม่เท่าที่ควร สาเหตุมาจากครูใช้วิธีสอนเชิงบรรยาย เน้นเนื้อหาจากบทเรียนมากเกินไป ไม่เน้นการฝึกให้นักเรียนคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) ด้วยเหตุผลต่างๆ ดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่ศึกษาการจัดการเรียนการสอนที่จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ในการพัฒนาผู้เรียนให้เกิดทักษะดังกล่าว แนวคิดหนึ่งที่ใช้ในการจัดการศึกษาคือสะเต็มศึกษา (STEM Education) ซึ่งเป็นแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) Engineering (วิศวกรรม) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ในการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษามีความสำคัญต่อผู้เรียนคือส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิด วิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมที่ใช้ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผู้เรียนเข้าใจสาระและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากขึ้น ทำให้ผู้เรียนเกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดรวบยอดในศาสตร์ต่างๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมายต่อผู้เรียน ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน สามารถเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนเข้ากับชีวิตจริง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557, น. 6 อ้างถึงใน จำรัส อินทลาภาพร, 2558, น. 63-64)) ในปัจจุบันนี้สถาบันทางการศึกษาได้นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาเข้ามามีบูรณาการในการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียน ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.) ได้เห็นความสำคัญและศึกษาแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนตามแนว

สะเต็มศึกษาให้ครูนำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะต่าง ๆ ในศตวรรษที่ 21 ได้ โดยเฉพาะทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นทักษะของผู้เรียนที่สำคัญ เพราะกระบวนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นกลยุทธ์ทางการคิดของมนุษย์ที่เกิดขึ้นเป็นกระบวนการแก้ปัญหาที่ละเอียดซับซ้อน ใช้กระบวนการหลาย ๆ ประเภทผสมผสานกัน (Johnson, 2009 อ้างถึงใน อารยา แก้วบัวดี, 2562, น. 132) ในการจัดการเรียนรู้ทุกระดับ ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดนำไปสู่การค้นพบสิ่งใหม่ ๆ เป็นทักษะที่ใช้ในการค้นคว้าการแก้ปัญหาและการผลิตชิ้นงานเชิงสร้างสรรค์ สร้างสิ่งประดิษฐ์ ผลผลิตที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิต และเป็นรากฐานของการพัฒนาประเทศอย่างมั่นคงในศตวรรษที่ 21 ได้ (ทิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิญญู, 2557, น. 3-7)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย โดยผู้สอนอาจนำผู้เรียนไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาจริง หรืออาจจัดสภาพการณ์ให้ผู้เรียนเผชิญปัญหา และฝึกกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาและแก้ปัญหาพร้อมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน ได้เห็นทางเลือกและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหานั้น รวมถึงช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้เกิดทักษะกระบวนการคิดและเกิดทักษะกระบวนการแก้ปัญหาต่าง ๆ (ทศนา แคมมณี, 2560, น. 137-138) นอกจากนี้การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ยังส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ได้เผชิญหน้ากับปัญหาด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะในการคิดหลายรูปแบบ เช่น การคิดวิจารณ์ การคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น (Suwannoi, 2016 อ้างถึงใน นภาพรและคณะ, 2019, น. 326) การสอนโดยใช้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning หรือ PBL) ไม่ใช่การสอนแบบแก้ปัญหา (Problem Solving Method) วิชา เล่าเรียนดี (2553, น. 112 อ้างถึงใน อภิชัย เหล่าพิเดช, 2556, น. 761) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้น ต้องนำปัญหาที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ของผู้เรียนโดยตรงตั้งมาก่อน ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นหรือเป็นตัวนำทางให้ผู้เรียน ไปแสวงหาความรู้ความเข้าใจด้วยตนเอง เพื่อจะได้ค้นพบคำตอบของปัญหาดังกล่าว กระบวนการหาความรู้ด้วยตนเองนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพราะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัญชาตญาณ แนวคิดใหม่ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อค้นหาทางเลือกที่มีคุณค่าในการแก้ปัญหานั้นๆ

จากแนวทางการจัดการเรียนดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของปัญหาและมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มาส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เนื่องจาก แนวทางการแก้ปัญหตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เหมาะสมในการนำมาใช้ออกแบบกิจกรรมที่เน้นการลงมือปฏิบัติโดยเฉพาะในกรอบของสะเต็ม (Capraro et al., 2013) เนื่องจากสิ่งที่ผู้เรียนต้องสร้างขึ้นมาในท้ายที่สุดคือ ชิ้นงาน โครงการหรือวิธีแก้ปัญหตามสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งถือว่าการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 และ การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยการท้าทายนักเรียนให้มุ่งมั่นจดจ่อในการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และกระตุ้นให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ สถานการณ์ปัญหาจึงเป็นเป็นศูนย์กลางของการสร้างองค์ความรู้และการคิดอย่างยืดหยุ่น (Hmelo-Silver, 2004 อ้างถึงใน ดวงหทัย กาศวิบูลย์, 2561, น. 65) และให้นักเรียนแก้ปัญหผ่านการทำงานกลุ่มโดยจะต้องมีการบูรณาการความรู้ในศาสตร์ต่างๆ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหที่สร้างสรรค์และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ผ่านการบูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ คณิตศาสตร์ โดยเน้นการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับรูปหลายเหลี่ยม เนื่องจากรูปหลายเหลี่ยมเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับสิ่งต่างๆในชีวิตประจำวัน

ด้วยเหตุผลดังที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาแนวทางการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางการจัดการเรียนรู้อย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนหญิงจำนวน 11 คน และนักเรียนชายจำนวน 13 คน

2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้นำเนื้อหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ตามหลักสูตรรายวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาของโรงเรียนบ้านหัวเสลา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาทั้งหมด 3 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง ดำเนินการทำวิจัยในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากการบูรณาการความรู้ คิววิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการทำงานกลุ่ม ซึ่งผู้วิจัยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Lou et al. (2010) ที่มี 6 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมีผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกัปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน ในขั้นนี้หากผู้เรียนพบว่าแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก ให้ผู้เรียนลงรายละเอียดของการทำงานให้มากขึ้นว่าส่วนใดที่มีความบกพร่อง เพื่อเป็นแผนฉุกเฉินในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน ในขั้นนี้ผู้เรียนทำการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน และทดสอบแบบจำลองของตนเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้ผู้เรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการฉุกเฉินซึ่งเป็นที่ครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้า พร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่มีความยืดหยุ่น มีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน มีการประยุกต์ใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ สัญชาตญาณ แนวคิดใหม่ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่ มาใช้ในการแก้ปัญหา ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) นักเรียนมีการตรวจสอบเป้าหมาย โอกาส หรืออุปสรรคในภาพรวมของปัญหา รวมถึงการสร้างความคิดเพื่อกำหนดทิศทางหลักในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (Generating Ideas) นักเรียนหา/สร้างแนวทางที่มีความเป็นไปได้ใหม่ๆ หลากหลายแนวทาง จากมุมมองความคิดเชิงสร้างสรรค์ จากนั้นจึงพิจารณาแนวทาง/แนวคิดที่ได้สร้างขึ้นและระบุแนวทางที่น่าสนใจที่อาจจะนำไปปรับ พัฒนา และนำไปใช้ดำเนินการแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ (Preparing for Action) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสำรวจหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้จริง และเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ

องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning Your Approach) นักเรียนพิจารณาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติจริงให้ได้ทิศทางตามที่ต้องการ เพื่อวางแผนองค์ประกอบ ขั้นตอน หรือเครื่องมือของการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ให้มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ซึ่งวัดได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ระดับชั้นประถมศึกษา
 - 1.1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
 - 1.2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
2. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา
 - 2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา
 - 2.2 แนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
 - 2.3 ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา
 - 2.4 แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา
 - 2.5 การวัดและการประเมินผลของสะเต็มศึกษา
3. การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.2 ลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐาน
 - 3.3 รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
4. การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
5. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 5.1 ความหมายของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 5.2 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 5.3 การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
 - 5.4 การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 6.1 งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง
 - 6.2 งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ระดับชั้นประถมศึกษา

1. กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

เป้าหมายของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนา เศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำนี้ถึงการส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลงของระบบ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมที่จะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของนักเรียน

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่าง ถูกต้อง ชัดเจน

3) การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือใน การเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4) การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5) การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้าง แนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ไว้ ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การ ดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วย แก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 2 การวัดและ เรขาคณิต	ค 2.1 เข้าใจพื้นฐาน เกี่ยวกับการวัด วัดและ คาดคะเนขนาดของสิ่งที่ ต้องการวัด และนำ ไป ใช้	ค 2.1 ป.6/2 แสดง วิธีหาคำตอบของ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูป หลายเหลี่ยม	รูปเรขาคณิตสองมิติ • มุมภายในของรูปหลาย เหลี่ยม • ความยาวรอบรูปและพื้นที่ ของรูปหลายเหลี่ยม • การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของ รูปหลายเหลี่ยม

2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษา
วิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้ทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์
และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิด
ประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการ
จัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่างของสัตว์และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.3 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงหาพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าประจำวัน ผลของแรงแม่เหล็กไฟฟ้าต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงานปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพกาแล็กซี ดาวฤกษ์ และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงสาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงโน้มถ่วงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	ป.4/3 บรรยายมวลของวัตถุที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุจากหลักฐานเชิงประจักษ์	มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสารทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายในการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุวัตถุที่มีมวลมากจะเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุ นอกจากจะหมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุนั้นแล้วยังหมายถึงการต้านการเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้นด้วย

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ	ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติ ของแรงใน ชีวิตประจำวัน ผลของ แรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่ แบบต่าง ๆ ของวัตถุ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ ประโยชน์	ป.4/3 บรรยายมวล ของวัตถุที่มีผลต่อ การเปลี่ยนแปลงการ เคลื่อนที่ของวัตถุ จากหลักฐานเชิง ประจักษ์	มวล คือ ปริมาณเนื้อของสสาร ทั้งหมดที่ประกอบกันเป็นวัตถุ ซึ่งมีผลต่อความยากง่ายใน การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ของวัตถุวัตถุที่มีมวลมากจะ เปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ได้ ยากกว่าวัตถุที่มีมวลน้อย ดังนั้นมวลของวัตถุนอกจากจะ หมายถึงเนื้อทั้งหมดของวัตถุ นั้นแล้วยังหมายถึงการต้าน การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ ของวัตถุนั้นด้วย
สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์ โลก และ อวกาศ	ว 3.2 เข้าใจองค์ ประกอบและความ สัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยน แปลงภายในโลกและ บนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยน แปลงลมฟ้าอากาศและ ภูมิอากาศโลก	ป 3/3 อธิบายการ เกิดลมจากหลักฐาน เชิงประจักษ์	ลม คืออากาศที่เคลื่อนที่ เกิด จากความแตกต่างกันของ อุณหภูมิอากาศบริเวณที่อยู่ ใกล้กัน โดยอากาศบริเวณที่มี อุณหภูมิสูงจะลอยตัวสูงขึ้น และอากาศบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจะเคลื่อนเข้าไปแทนที่

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม	ม 1/2 ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูลความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา
		ม 1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็น โดยคำนึงถึงเงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลายวิธีเช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	ว 4.1 เข้าใจแนวคิด หลักของเทคโนโลยีเพื่อ การดำรงชีวิตในสังคมที่ มีการเปลี่ยนแปลงอย่าง รวดเร็ว ใช้ความรู้และ ทักษะทางด้าน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และ ศาสตร์อื่น ๆ เพื่อ แก้ปัญหาหรือพัฒนา งานอย่างมีความคิด สร้างสรรค์ด้วย กระบวนการออกแบบ เชิงวิศวกรรม เลือกใช้ เทคโนโลยีอย่าง เหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบ ต่อชีวิต สังคม และ สิ่งแวดล้อม	ม 1/3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดย วิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือก ข้อมูลที่จำเป็น นำเสนอแนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจวางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การกำหนดขั้นตอนและ ระยะเวลาในการทำงาน ก่อนดำเนินการแก้ปัญหาจะ ช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตาม เป้าหมายและลดข้อผิดพลาด ของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
		ม 1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุ ข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนว ทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการ แก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> การทดสอบ และประเมินผล เป็นการตรวจสอบชิ้นงานหรือ วิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ ตามวัตถุประสงค์ภายใต้กรอบ ของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดย อาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถ แก้ปัญหาได้ การนำเสนอผลงานเป็นการ ถ่ายทอดแนวคิดเพื่อให้ผู้อื่น เข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการ ทำงานและชิ้นงานหรือวิธีการ ที่ได้ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเขียนรายงาน การทำ แผ่นนำเสนอผลงาน การจัด นิทรรศการ การนำเสนอผ่าน สื่อออนไลน์

ตาราง 2 (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
สาระที่ 4 เทคโนโลยี	ว 4.2 เข้าใจและใช้ แนวคิดเชิงคำนวณใน การแก้ปัญหาที่พบใน ชีวิตจริงอย่างเป็น ขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารในการ เรียนรู้การทำงาน และ การแก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม	ป 6/3 ใช้อินเทอร์เน็ต ในการค้นหาข้อมูล อย่างมี ประสิทธิภาพ	• การค้นหาอย่างมี ประสิทธิภาพ เป็นการ ค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตาม ความต้องการในเวลา รวดเร็วจากแหล่งข้อมูล ที่น่าเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความ สอดคล้องกัน

การจัดการเรียนการสอนโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา

1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง องค์ความรู้ วิชาการของศาสตร์ทั้งสี่ที่มีความเชื่อมโยงกัน ในโลกของความเป็นจริงที่ต้องอาศัยองค์ความรู้ต่างๆ มาบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิต และการทำงาน คำว่า STEM ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF)

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 3) ได้กล่าวถึงสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้จากความพยายามที่จะส่งเสริมและกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้วิชาทั้ง 4 สาขาวิชา ทำให้เกิดแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษา (STEM Education) ขึ้นซึ่งมีผู้ให้ความหมายสะเต็มศึกษาไว้อย่างหลากหลาย อาทิ สำนักงานการศึกษาแห่งมลรัฐแมรี่แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา (2012) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการองค์ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาจะเน้นทั้งพฤติกรรมและองค์ความรู้ พฤติกรรมดังกล่าว

จะรวมไปถึงการสืบเสาะหาความรู้การมีส่วนร่วมในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การให้เหตุผล เชิงตรรกะ การมีส่วนร่วมและการสำรวจตรวจสอบ โดยมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้เพื่อเตรียมนักเรียนให้มีความพร้อมสำหรับการศึกษาต่อและการทำงานในศตวรรษที่ 21

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558, น. 201) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน และมีทักษะในการออกแบบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริงตามหลักการออกแบบเชิงวิศวกรรม

Vasquez, et.al. (2013) ได้ให้ความหมายของสะเต็มศึกษาไว้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างศาสตร์ที่ไม่มีกรอบกั้นระหว่างวิชา วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงทั้ง 4 ศาสตร์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงรวมทั้งการ พัฒนาระบบการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

จากแนวคิดของนักวิชาการดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษา หมายถึง การจัดการเรียนการสอนที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยใช้สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ให้นักเรียนแก้ปัญหาจากการบูรณาการความรู้ คิดวิเคราะห์ และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ผ่านการทำงานกลุ่ม รวมทั้งการพัฒนากระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน

2. แนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

แนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ได้มีนักศึกษาและนักวิชาการ ได้เสนอแนวคิดและลักษณะงานที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

Dejarnette (2012, อ้างถึงใน นัสรินทร์ บือซา, 2558, น. 10) ได้สรุปแนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. เป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) นั่นคือ เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์(S) เทคโนโลยี(T) วิศวกรรมศาสตร์(E)

และคณิตศาสตร์(M) ทั้งนี้ได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามา ผสมผสานกันอย่างลงตัว กล่าวคือ

1.1 วิทยาศาสตร์ (S) เน้นเกี่ยวกับความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักการศึกษา มักชี้แนะให้อาจารย์ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนวิทยาศาสตร์ด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัยเพราะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายและไม่สนใจแต่การสอนวิทยาศาสตร์ใน STEM Education จะทำให้นักเรียนสนใจมีความกระตือรือร้นรู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียน

1.2 เทคโนโลยี (T) เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาปรับปรุงพัฒนาสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของคนเรา โดยผ่านกระบวนการทำงานทางเทคโนโลยีที่เรียกว่า Engineering Design หรือ Design Process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้นเทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจ

1.3 วิศวกรรมศาสตร์ (E) เป็นวิชาที่ว่าด้วย การคิดสร้างสรรค์พัฒนานวัตกรรมต่างๆ ให้กับนิสิตนักศึกษาโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้แต่นิสิตนักศึกษาเท่านั้น แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนได้ดีเช่นกัน

1.4 คณิตศาสตร์ (M) เป็นวิชาที่ไม่ได้ หมายถึง การนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญประการแรกคือกระบวนการคิดคณิตศาสตร์ (Mathematical Thinking) ซึ่งได้แก่ การเปรียบเทียบการจำแนก/จัดกลุ่ม การจัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติประการที่สองภาษาคณิตศาสตร์เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้โดยใช้ภาษาคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ ประการต่อมา คือ การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นของเด็กหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. เป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาล-มัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่า ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEM Education มาใช้ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบ Project-based Learning, Problem-based Learning, Design-based Learning ทำให้นักเรียนสามารถ

สร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดีและถ้าครูผู้สอนสามารถใช้STEM Education ในการสอนได้เร็วเท่าใด ก็จะช่วยเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศ สหรัฐอเมริกามีการนำ STEM Education ไปสอนตั้งแต่วัยก่อนเรียน (Preschool) ด้วย

3. เป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่างๆ อย่างครบถ้วน และสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 เช่น

3.1 ด้านปัญญา นักเรียนเข้าใจในเนื้อหาวิชา

3.2 ด้านทักษะการคิด นักเรียนพัฒนาทักษะการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ

3.3 ด้านคุณลักษณะนักเรียน มีทักษะการทำงานกลุ่ม ทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพการเป็นผู้นำตลอดจนการยอมรับคำวิพากษ์วิจารณ์ของผู้อื่น

สุทธิดา จำรัส (2560, น. 19) ได้สรุปแนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ตามบริบทเนื้อหาและระดับความรู้ในแต่ละ ชั้นของ นักเรียน (สะเต็มศึกษาประเทศไทย, 2558) โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เรื่องสะเต็ม (STEM Literacy) เป็น เป้าหมายหลัก (สุธีระ ประเสริฐสรรพ, 2558; Zollman, 2012)

2. การออกแบบกิจกรรม อ้างอิงตามกรอบการพัฒนาแนวคิดแบบ "ความก้าวหน้าในการเรียนรู้" (learning progression) (ลีอชา ลดาชาติ, 2555; 2559; Duschi & Bimack, 2016) ทั้ง ในมิติเนื้อหาและกระบวนการรวมทั้งใช้หลักการของการจัดหลักสูตรแบบเกลียว (spiral curriculum) โดยนักเรียนจะเพิ่มพูนความรู้จากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับสูงตามลำดับ พัฒนาการ ทางสติปัญญาของแต่ละช่วงวัย หรือระดับการรู้คิด (Cognitive demand)

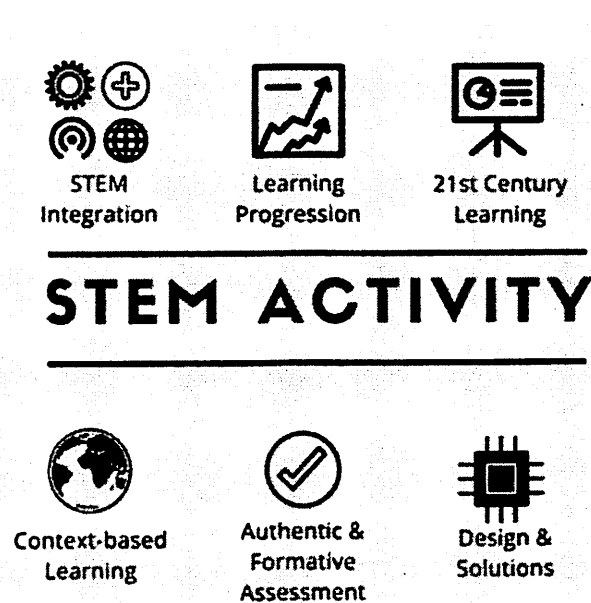
3. การเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับนักเรียน บริบทที่จำเป็นสำหรับนักเรียน และเป็นการ เรียนรู้ที่มีความหมายโดยอาจจะยึดกรอบแนวคิดบริบทตาม PISA OECD รวมทั้งประเด็นที่ ผู้สอนต้องการเน้น ซึ่งอาจจะเป็นนโยบายของสถานศึกษา หรือเป็นประเด็นเร่งด่วน เช่น นโยบาย ดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ หรือความเข้าใจเรื่องพลังงานในภาพรวมของประเทศ (กระทรวงพลังงาน, 2558)

4. นักเรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century learning, 2011) ที่เน้นการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับการเรียนรู้ เนื้อหาและทักษะของวิชาแกน

5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การรังสรรค์ชิ้นงาน/โครงการตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (Project-based Learning) ที่เน้นกระบวนการออกแบบ หรือ แนวคิดการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) ที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา

6. เน้นการวัดผลตามสภาพจริง (Authentic assessment) และการประเมินเพื่อพัฒนานักเรียน (Formative assessment) ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลที่ได้จากการจัดกิจกรรม สะเต็มคือ โครงการหรือชิ้นงาน (Project/artifact) หรือ การแก้ปัญหา

จากคำอธิบายลักษณะสำคัญ 6 ประการข้างต้น สรุปเป็นแผนภาพเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบกิจกรรมสะเต็มศึกษา ดังภาพ 1



ภาพ 1 แผนภาพแสดงลักษณะสำคัญ (Key features) ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา

โดยสรุปแล้วแนวคิดและลักษณะสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย ไปจนถึงอาชีวศึกษาและระดับอุดมศึกษา สะเต็มศึกษาจะฝึกให้เรียนรู้วิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ๆ ทำให้นักเรียนรู้จักนำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญๆ ที่พบในชีวิตจริง และเสริมสร้างทักษะสำคัญของโลกศตวรรษที่ 21

3. ประโยชน์ของสะเต็มศึกษา

นักวิชาการ นักการศึกษาได้เสนอประโยชน์ของสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557, น. 6) กล่าวถึงประโยชน์ของสะเต็มศึกษาว่า

1. นักเรียนมีทักษะการคิดวิเคราะห์และสร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ ที่ใช้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม เป็นพื้นฐาน
2. นักเรียนเข้าใจสาระวิชาและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ดีขึ้น
3. ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้และเชื่อมโยงกันระหว่างกลุ่มสาระวิชา
4. หน่วยงานภาครัฐและเอกชนมีส่วนร่วมสนับสนุนการจัดกิจกรรมของครูและบุคลากรทางการศึกษา

5. สร้างกำลังคนด้านสะเต็มของประเทศไทย เพื่อเพิ่มศักยภาพทางเศรษฐกิจของชาติ รัชชพล ธวานุวงศ์ (2556) กล่าวในรายงานสรุปการอบรมเชิงปฏิบัติการ STEM Education ถึงข้อดีของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STEM Education ไว้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีได้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น (Deeper Learning)

2. ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีความหมายมากขึ้น ผ่านการนำไปออกแบบและแก้ปัญหาตามแนวทางของวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีในบริบทที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน

3. ส่งเสริมให้มีความเข้าใจและทักษะในกรนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้ดี

4. นักเรียนมีทักษะในการเรียนรู้และการประยุกต์ใช้ข้ามศาสตร์ได้

5. นักเรียนเห็นความสำคัญของ "วิศวกรรมศาสตร์" มากยิ่งขึ้น

สุริยา ช้องเสนาะ (2559, น. 11) ได้เสนอประโยชน์ของสะเต็มไว้ดังนี้

1. เป็นการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนมองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างสาขาวิชาที่เรียนกับสาขาวิชาอื่นที่เกี่ยวข้อง ซึ่งทำให้นักเรียนมีทัศนะกว้างไกล

2. นักเรียนสามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และใช้ได้เหมาะสม

3. เป็นการสอนที่ส่งเสริมกิจกรรมการจัดการเรียนการสอนได้หลากหลายรูปแบบ

4. การสอนรูปแบบสะเต็มศึกษา จะทำให้นักเรียนเกิดพัฒนาการด้านต่าง ๆ อย่างครบถ้วน สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาคนให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ทั้งด้านปัญญา ด้านทักษะ

การคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ และด้านคุณลักษณะ คือ นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่ม มีทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

จากข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า สะเต็มศึกษามีประโยชน์ทั้งในด้านการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ๆ นอกจากนี้ยังช่วยพัฒนากำลังใจพลของประเทศชาติให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาต่างๆ ได้อย่างสร้างสรรค์ด้วย

4. แนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา

นักวิจัยและนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอแนวทางการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 19-21) กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการ ที่ใช้ความรู้และทักษะในด้านต่างๆ ผ่านการทำกิจกรรม (activity based) หรือการทำโครงการ (project based) ที่เหมาะสมกับวัยและระดับชั้นของนักเรียน การเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ดังกล่าวนี จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิด ทักษะการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการแก้ปัญหา และทักษะการสื่อสาร ซึ่งทักษะดังกล่าวนี้เป็นทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนพึงมี นอกจากนี้นักเรียนยังได้ความรู้แบบองค์รวมที่สามารถนำไปเชื่อมโยงหรือประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยการนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถดำเนินการได้ 3 แนวทาง ได้แก่

1. จัดกิจกรรมสอดแทรกไปตามเนื้อหาที่เกี่ยวข้องของแต่ละรายวิชาภายในคาบเรียน ซึ่งกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่จะนำเข้าไปสอดแทรกในคาบเรียนนั้น มักจะเป็นกิจกรรมที่มีจำนวนชั่วโมงที่เหมาะสมที่จะสามารถจัดกิจกรรมได้เสร็จสิ้นภายในคาบเรียน โดยผู้สอนแต่ละรายวิชาอาจพิจารณาจากตัวชี้วัดของกิจกรรมนั้นๆ เป็นเกณฑ์ หรือพิจารณาจากจุดประสงค์ของกิจกรรมก็ได้ว่าเกี่ยวข้องกับเนื้อหาใดบ้าง จากนั้นเมื่อถึงคาบของการเรียนการสอนในเนื้อหานั้นๆ ก็สามารถนำกิจกรรมสะเต็มศึกษาเข้าไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนได้

2. จัดกิจกรรมไว้ในรายวิชาเลือกเสรีของกลุ่มวิชาต่างๆ โดยการสอนในรูปแบบนี้อาจทำได้ในรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับการแก้โจทย์ปัญหาพิเศษ หรือการทำโครงการ เป็นต้น รูปแบบการสอนโดยวิธีนี้เหมาะสำหรับกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินกิจกรรมค่อนข้างมากหรือมีความซับซ้อนและยาก และมีข้อดีที่ทางผู้สอนสามารถจัดหาอาจารย์ที่ปรึกษาให้แก่ให้นักเรียนได้ครอบคลุมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเพื่อให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา หรือออกแบบและสร้างชิ้นงานของนักเรียนได้

3. จัดกิจกรรมไว้ในกลุ่มกิจกรรมนอกห้องเรียนต่างๆ เช่น ชุมนุม ชมรม ค่าย ซึ่งรูปแบบการจัดกิจกรรมแบบนี้มักเป็นกิจกรรมสะเต็มศึกษาที่มีหัวข้อหรือหัวเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาต่างๆ เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การสร้างนวัตกรรมที่สามารถใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ ของส่วนรวม การจัดกิจกรรมโดยวิธีนี้มีข้อดีที่นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ตลอดเวลาและต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามการจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษาแบบบูรณาการนี้มุ่งหวังให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนผ่านการใช้ทักษะต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาค้นคว้า คิดค้น และแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษา และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องในการช่วยกันขับเคลื่อนให้การเรียน การสอน ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีก้าวไปข้างหน้าต่อไป

5. การวัดและการประเมินผลของสะเต็มศึกษา

การวัดและการประเมินผลของสะเต็มศึกษา มีนักวิชาการ และนักวิจัยหลายท่านได้เสนอแนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาไว้ดังนี้

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557, น. 21) กล่าวว่า การวัดผลและประเมินผลตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้น เน้นการวัดและประเมินผลในสภาพจริงและที่นักเรียนแสดงออกขณะทำกิจกรรมเพื่อการเรียนรู้ ซึ่งสามารถสะท้อนถึงความรู้ ความคิด เจตคติ และความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน นอกจากนี้ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลและประเมินผลยังเป็นประโยชน์ต่อตัวนักเรียนและตัวผู้สอน ที่จะได้รับทราบพัฒนาการความก้าวหน้าในการเรียนรู้ และความสำเร็จของนักเรียนว่าอยู่ในระดับใด มีจุดเด่นใดที่ควรส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มศักยภาพ และมีจุดอ่อนใดที่ควรได้รับการแก้ไข รวมทั้งผู้สอนจะได้ข้อมูลที่เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และยังเป็นประโยชน์ต่อผู้เกี่ยวข้อง เช่น ผู้ปกครองที่จะได้ใช้ข้อมูลจากการวัดและประเมินผลส่งเสริมและพัฒนานักเรียนให้พัฒนาเต็มตามศักยภาพตามความถนัด และความสนใจของแต่ละบุคคล ซึ่งแนวทางการวัดและประเมินผลมีดังนี้

1. การประเมินจากสภาพจริง

การประเมินจากสภาพจริง (authentic assessment) คือ การประเมินความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนจากการแสดงออก การกระทำหรือผลงานเพื่อสร้างความรู้ด้วยตนเอง ในขณะที่นักเรียนแสดงออกในการปฏิบัติกิจกรรมหรือสร้างชิ้นงาน ซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการคิดระดับสูง กระบวนการทำงาน และความสามารถในการแก้ปัญหาหรือการแสวงหาความรู้ การประเมินจากสภาพจริงจะมีประสิทธิภาพก็ต่อเมื่อมีการประเมินหลายๆ ด้าน

โดยใช้วิธีประเมินหลากหลายวิธีในสถานการณ์ต่างๆ ที่สอดคล้องกับชีวิตจริง และต้องประเมินอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่มากพอที่จะสะท้อนถึงการพัฒนาและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนได้ลักษณะสำคัญของการประเมินจากสภาพจริง

1.1 การประเมินต้องผสมผสานไปกับการเรียนการสอนและต้องประเมินอย่างต่อเนื่อง โดยใช้วิธีประเมินหลายๆ วิธีที่ครอบคลุมพฤติกรรมหลายๆ ด้านในสถานการณ์ที่แตกต่างกัน

1.2 สามารถประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของนักเรียนในแง่ของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่านักเรียนสามารถจดจำความรู้อะไรได้บ้าง

1.3 เป็นการประเมินที่มุ่งเน้นศักยภาพโดยรวมของนักเรียนทั้งด้านความรู้พื้นฐาน ความคิดระดับสูง ความสามารถในการแก้ปัญหา การสื่อสาร เจตคติ ลักษณะนิสัยทักษะในด้านต่างๆ และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.4 เป็นการประเมินที่ให้ความสำคัญต่อพัฒนาการของนักเรียน ข้อมูลที่ได้จากการประเมินหลายๆ ด้าน และหลากหลายวิธีสามารถนำมาใช้ในการวินิจฉัยจุดเด่นของนักเรียนที่ควรจะให้ส่งเสริม และวินิจฉัยจุดด้อยที่จะต้องให้ความช่วยเหลือหรือแก้ไข เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาเต็มตามศักยภาพ ตามความสนใจ และความสามารถของแต่ละบุคคล

1.5 ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเรียนการสอน และการวางแผนการสอนของผู้สอนว่าเป็นไปตามจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอนหรือไม่ ผู้สอนสามารถนำข้อมูลจากการประเมินมาปรับกระบวนการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมและตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องให้เหมาะสมในการเรียนการสอนต่อไป

1.6 เป็นการประเมินที่นักเรียนได้มีส่วนร่วมเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตัวเอง เชื่อมั่นในตนเองและสามารถพัฒนาตนเองได้

1.7 เป็นการประเมินที่ทำให้การเรียนการสอนมีความหมาย และเพิ่มความเชื่อมั่นได้ว่านักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่การดำรงชีวิตในสังคมได้

2. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (Performance assessment)
ความสามารถของนักเรียนประเมินได้จากการแสดงออกโดยตรงจากการทำงานต่างๆ จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งเป็นของจริงหรือใกล้เคียงกับสภาพจริง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือปฏิบัติจริง โดยประเมินจากกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด โดยเฉพาะความคิดขั้นสูงและผลงานที่ได้

ลักษณะสำคัญของการประเมินความสามารถ คือ กำหนดวัตถุประสงค์ของงาน วิธีการทำงานผลสำเร็จของงาน มีคำสั่งควบคุมสถานการณ์ในการปฏิบัติงาน และมีเกณฑ์การให้คะแนนที่ชัดเจน การประเมินความสามารถที่แสดงออกของนักเรียนทำได้หลายแนวทางต่าง ๆ กัน ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สถานการณ์ และความสนใจของนักเรียน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

2.1 การมอบหมายงานให้ทำงานที่มอบให้ทำต้องมีความหมาย มีความสำคัญ มีความสัมพันธ์กับหลักสูตร เนื้อหาวิชา และชีวิตจริงของนักเรียน นักเรียนต้องใช้ความรู้หลายด้านในการปฏิบัติงานที่สามารถสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการทำงาน และการใช้ความคิดอย่างลึกซึ้ง

2.2 การกำหนดชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ หรือสิ่งประดิษฐ์ให้นักเรียนวิเคราะห์องค์ประกอบและกระบวนการทำงาน และเสนอแนวทางเพื่อพัฒนาให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น

การประเมินผลด้านความสามารถ ประเมินได้ทั้งการแสดงออก กระบวนการทำงานและผลผลิตของงานจะให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงาน กระบวนการคิด คุณภาพของงานมากกว่าผลสำเร็จของงาน การมอบหมายชิ้นงานให้นักเรียน ควรจะประชุมปรึกษาหารือและทำความเข้าใจร่วมกันระหว่างครูและนักเรียนในการวางแผนการปฏิบัติงาน เพื่อสะดวกในการดำเนินกิจกรรมของนักเรียน และการติดตามความก้าวหน้าของครู

วิธีการและแหล่งข้อมูลที่ใช้ เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนความสามารถที่แท้จริงของนักเรียน ผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม
2. ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน
3. การสัมภาษณ์
4. บันทึกของนักเรียน
5. การประชุมปรึกษาหารือร่วมกันระหว่างนักเรียนและครู
6. การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ (practical assessment)
7. การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ (performance assessment)
8. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มผลงาน (portfolio assessment)
9. การทดสอบ

จากแนวทางการวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า การวัดและประเมินผลไม่ควรเน้นการจดจำเนื้อหา ควรเป็นการจำแบบเชื่อมโยงและนำไปใช้งานได้ การวัดผลส่วนหนึ่งนั้นอาจวัดด้วยการฝึกให้นักเรียนทำรายงาน โครงการ การเสนอรายงาน

ฯลฯ มุ่งวัดความรู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ แก้ปัญหา เพื่อนำความรู้ ทักษะไปใช้งานในชีวิตจริงได้แต่อย่างไรก็ตามการบูรณาการตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้จำกัดแค่กระบวนการ แต่มองไปถึงผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นกับตัวนักเรียนผ่านหลักสูตรการเรียนการสอน และการประเมินการเรียนรู้ที่สะท้อนสมรรถนะการเรียนรู้ของนักเรียน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

1. ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มาจากภาษาอังกฤษว่า Problem-based Learning มีนักการศึกษาหลายคนได้ให้ชื่อแตกต่างกันออกไป เช่น การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก การจัดการเรียนการสอนที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก การเรียนรู้จากปัญหาและการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลัก ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน และมีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลากหลาย ดังนี้

จอร์น และคณะ (John, et al, 2011, pp. 282-283) ได้กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานว่า เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จัดหลักสูตรที่มีโครงสร้างการแก้ไขปัญหอย่างหลวมๆ เพื่อให้นักเรียนพยายามที่จะแก้ปัญหาโดยใช้ความรู้และทักษะจากหลายสาขาวิชาในระดับการศึกษาขั้นสูงวิธีการเรียนการสอนนี้ใช้ปัญหาที่ซับซ้อนและน่าสนใจเป็นบริบทและตัวกระตุ้นการเรียนรู้ โดยครูผู้สอนจะทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกและเป็นผู้แนะแนวส่วนนักเรียนเป็นเจ้าของกระบวนการเรียนที่ดำเนินการเพื่อหาทางแก้ปัญหาบางอย่างที่เกิดขึ้น

วัลลี สัตยาศัย (2547, น. 16) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem based Learning หรือ PBL) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นตามแนวคิดตามทฤษฎีการเรียนรู้แบบสร้างสรรคนิยม (Constructivism) โดยให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่จากการใช้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกแห่งความเป็นจริงเป็นบริบทของการเรียนรู้ เป็นการค้นคว้าด้วยตนเองโดยให้นักเรียนช่วยกันคิดแก้ปัญหา นักเรียนมีบทบาทในการแสวงหาความรู้และผู้สอนเป็นผู้คอยให้ความช่วยเหลือในการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดทักษะในการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหา รวมทั้งได้ความรู้ตามศาสตร์ในสาขากลุ่มสาระที่ตนศึกษาด้วย ดังนั้นการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจึงเป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่ต้องอาศัยความเข้าใจและการแก้ไขปัญหาลงมือ

มณฑรา ธรรมนุศย์ (2549, น. 42-43) ให้ความหมายว่า การใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่สามารถไปใช้พัฒนาหลักสูตรและปรับปรุงการจัดการเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีหลักการที่สำคัญ คือผู้สอนจะใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นเรียนรู้

แสวงหาความรู้เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้กำหนดทิศทางการเรียนรู้ของตนเอง (Self-Directed Learning)

ทิตินา แชมมณี (2556, น. 137-138) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นผลมาจากกระบวนการทำงานที่มุ่งสร้างความเข้าใจหรือหาทางแก้ปัญหาที่ได้ประสบเป็นการนำสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงที่มีแนวทางในการแก้ปัญหาอย่างหลากหลายมาเป็นจุดตั้งต้นของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ปัญหาเป็นแรงขับเคลื่อนการเรียนรู้โดยอยู่บนพื้นฐานความต้องการของนักเรียนที่จะเรียนรู้กระตุ้นให้นักเรียนคิดวิเคราะห์ปัญหานั้นให้เข้าใจอย่างชัดเจน ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมเพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่เหมาะสมโดยใช้กระบวนการกลุ่มในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจปัญหา เห็นทางเลือกในการแก้ปัญหา เกิดการใฝ่รู้ เกิดทักษะกระบวนการคิด และกระบวนการแก้ปัญหา

อาภรณ์ แสงรัศมี (2543, น. 14 อ้างถึงใน ซาฟีนา หลักแหล่ง, 2552, น. 14) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เริ่มต้นด้วยปัญหา เพื่อเป็นสิ่งกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความอยากรู้และไปแสวงหาความรู้เพิ่มเติม ต้องการที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จากแหล่งวิทยาการที่หลากหลาย เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหาโดยที่ไม่ได้มีการศึกษาหรือเตรียมตัวล่วงหน้าเกี่ยวกับปัญหาดังกล่าวมาก่อน เพื่อนำมาแก้ปัญหา ซึ่งอยู่บนพื้นฐานความต้องการของนักเรียน เป็นกระบวนการที่คล้ายกับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยที่นักเรียนมีการทำงานกันเป็นทีม ครูเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำช่วยเหลือและสนับสนุนในการเรียน

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่กล่าวมา สามารถสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหาที่เกิดขึ้นจริงหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริง เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้ และได้ทำการศึกษา ค้นคว้าจนค้นพบคำตอบด้วยตนเองโดยใช้กระบวนการกลุ่ม แล้วนำความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาร่วมกันอภิปราย ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ ผ่านกระบวนการคิด การแก้ปัญหา โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือและสนับสนุนในการเรียนรู้ให้กับนักเรียน

2. แนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับการใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

ไพศาล สุวรรณน้อย (มปป : 1) กล่าวว่า การใช้ปัญหาเป็นฐานมีการพัฒนาขึ้นครั้งแรกโดยคณะวิทยาศาสตร์สุขภาพ (Faculty of Health Sciences) ของมหาวิทยาลัย McMaster ที่ประเทศแคนาดา ได้ถูกนำมาใช้ในกระบวนการติว (tutorial process) ให้กับนักศึกษาแพทยฝึกหัด วิธีการดังกล่าว ต่อมาได้กลายเป็นรูปแบบการเรียนรู้ (Learning model) ที่ทำให้มหาวิทยาลัยใน

สหรัฐอเมริกานำไปเป็นแบบอย่างในการจัดการเรียนรู้ โดยเริ่มจากปลายปี ค.ศ. 1950 มหาวิทยาลัย Case Western Reserve ได้นำมาใช้เป็นแห่งแรกและได้จัดตั้งห้องทดลอง พหุวิทยาการ (Multi-disciplinary Laboratory) เพื่อทำเป็นห้องปฏิบัติการสำหรับทดลองรูปแบบการสอนใหม่ ๆ รูปแบบการสอนที่มหาวิทยาลัย Case Western Reserve พัฒนาขึ้นมานั้นได้กลายมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาหลักสูตรของโรงเรียนหลายแห่งในสหรัฐอเมริกา ทั้งในระดับมัธยมศึกษา ระดับอุดมศึกษา และบัณฑิตวิทยาลัย

ในช่วงปลายทศวรรษที่ 60 มหาวิทยาลัย McMaster ได้พัฒนาหลักสูตรแพทย์ที่ใช้ PBL ในการสอนเป็นครั้งแรก ทำให้มหาวิทยาลัยแห่งนี้เป็นที่ยอมรับและรู้จักกันทั่วโลกว่า เป็นผู้นำทางด้าน PBL (world class leader) โรงเรียนแพทย์ที่มีชื่อเสียงอย่างเช่น Harvard Medical School และ Michigan State University, College of Human Medicine ก็ได้นำรูปแบบ PBL ไปใช้ จึงทำให้โรงเรียนแพทย์ในมหาวิทยาลัยอื่น ๆ ให้การยอมรับรูปแบบ PBL ในการสอนมากขึ้น จนกระทั่งกลางปี ค.ศ. 1980 เทคนิคการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ได้เริ่มขยายออกไปสู่การสอนในสาขาอื่น ๆ เช่น วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ภาษาศาสตร์ สังคมศาสตร์ พฤติกรรมศาสตร์ เป็นต้น PBL จึงเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย และมีการนำไปใช้สอนตามมหาวิทยาลัยต่าง ๆ มากขึ้น ตัวอย่างมหาวิทยาลัยที่นำ PBL ไปใช้ในการเรียนการสอน อาทิเช่น Harvard, New Mexico, Bowman Gray, Boston, Illinois, Southern Illinois, Michigan State, Tufts, Mercer, Southern Illinois, Stamford, Northwestern, Indiana and the University of Illinois, University of Hawaii, University of Missouri – Columbia, University of Texas – Houston เป็นต้น

นอกจากมหาวิทยาลัยในสหรัฐอเมริกาแล้ว มหาวิทยาลัยของประเทศแทบทุกส่วนของโลกก็ให้ความสนใจในการนำรูปแบบ PBL ไปใช้สอน เช่น มหาวิทยาลัย Maastricht ที่เนเธอร์แลนด์, มหาวิทยาลัย Newcastle, Monash, Melbourne ที่ออสเตรเลีย, มหาวิทยาลัย Aalborg ที่เดนมาร์ก, มหาวิทยาลัยในประเทศแคนาดา อังกฤษ ฝรั่งเศส ฟินแลนด์แอฟริกาใต้ สวีเดน ฮังการี สิงคโปร์ เป็นต้น ความนิยม PBL ในการสอนที่ต่างประเทศนั้น สามารถเห็นได้ชัดเจนจากการเชื่อมโยงเครือข่ายการเรียนรู้ของมหาวิทยาลัยต่างๆ ที่ใช้ PBL ในการสอนเหมือนกัน ทางอินเทอร์เน็ตและจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) โดยมีการเผยแพร่ทั้งตำรา เอกสาร และบทความจำนวนมาก มีผลงานวิจัยที่เผยแพร่เฉพาะส่วนบทความย่อและ งานวิจัยทั้งฉบับเป็นร้อยเรื่อง โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลการวิจัยทางสาขาแพทย์มากที่สุด มีวารสารเฉพาะชื่อ The Journal of Clinical Problem - based Learning มีการจัดตั้งศูนย์เพื่อการวิจัยและการเรียนการสอน (The Center for Problem-based Learning)

สำหรับในประเทศไทยนั้น ปัจจุบันการสอนโดยใช้รูปแบบ PBL ในการสอนทั้งระดับ การศึกษาขั้น พื้นฐานและระดับอุดมศึกษาเป็นที่นิยมกันมากขึ้น มีงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียน การสอน ที่เรียกว่าการวิจัยใน ชั้นเรียนที่ใช้ PBL มากมาย มหาวิทยาลัยหลายแห่งที่ส่งเสริมและได้ ทดลองนำไปใช้แล้ว เช่น จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยมหิดล มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รวมถึงมหาวิทยาลัย เอกชนหลายแห่ง โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีการ พัฒนารูปแบบ PBL ในการสอนร่วมกับ ผู้สอนจากมหาวิทยาลัย Stanford และ Vanderbilt

ดังนั้นสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีแนวคิดพื้นฐานมาจาก กระบวนการสร้างความรู้เป็นกระบวนการพัฒนาทางสติปัญญาที่นักเรียนสร้างความรู้ใหม่โดย อาศัยพื้นฐาน ความรู้เดิมที่มีอยู่ด้วยตนเอง กระบวนการเรียนรู้เป็นไปตามสภาพแวดล้อมที่ทำให้ นักเรียนได้ประสบกับสภาพปัญหาจริง นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและเกิดการซึมซับ ประสบการณ์ใหม่และปรับโครงสร้างให้เข้ากับประสบการณ์นั้น ๆ สามารถนำข้อมูลออกมาใช้ในการ กระทำและการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้

3. ลักษณะสำคัญของการใช้ปัญหาเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีลักษณะที่สำคัญดังที่นักการศึกษาได้กล่าวไว้ดังนี้

Dolmans & Schmidt (1995, pp. 1 อ้างถึงใน อนุชา โสมานุตร, 2013) กล่าวว่า การ เรียนรู้โดยแบบปัญหาเป็นฐาน มีแนวคิดให้นักเรียนพบกับปัญหาในกลุ่มย่อย ภายใต้การ ควบคุมดูแลของผู้สอนประจำกลุ่ม ปัญหาส่วนมากเป็นการบรรยายปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่ สามารถรับรู้ในสภาพที่เป็นจริง ปรากฏการณ์จะถูกอธิบายโดยกลุ่มย่อยบนพื้นฐานของหลักการ กลไกการทำงานหรือกระบวนการ

ลักษณะของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Gallagher, et al., 1995, pp. 137- 138; วัลลี สัตยาศัย, 2547, น. 16) สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. เป็นการเรียนรู้ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง ภายใต้การแนะนำแนวทางของผู้สอนประจำ กลุ่ม นักเรียนจะต้องรับผิดชอบการเรียนรู้ของตนเอง ระบุสิ่งที่ตนต้องการจะรู้เพื่อความเข้าใจที่ดีขึ้น โดยแสวงหาความรู้จากแหล่งที่จะให้ข้อมูลข่าวสารต่าง ๆ ซึ่งอาจมาจากหนังสือ วารสาร คณาจารย์ หรือแหล่งข้อมูลอื่น ๆ เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา

2. การเรียนเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละประมาณ 5-8 คน พร้อมกับผู้สอนประจำกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ด้วยความหลากหลายของบุคคลต่าง ๆ

3. มีผู้สอนประจำกลุ่มเป็นผู้อำนวยความสะดวกหรือแนะแนวทาง ไม่บอกข้อมูล และไม่สอนแบบบรรยาย ไม่บอกนักเรียนว่าคิดถูกหรือผิด และสิ่งใดที่นักเรียนต้องศึกษาหรืออ่านแต่มีบทบาทในการตั้งคำถามให้นักเรียนถามตนเองเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ดีขึ้นและจัดการแก้ปัญหาด้วยตนเอง

4. รูปแบบของปัญหามุ่งให้มีการรวบรวมข้อมูลและกระตุ้นการเรียนรู้ปัญหาที่นำเสนอ เป็นสิ่งที่ท้าทายนักเรียนที่จะต้องเผชิญในการปฏิบัติจริง ตรงประเด็นและกระตุ้นการเรียนรู้ให้หาทางแก้ปัญหาเป็นสิ่งที่นักเรียนตระหนักถึงความจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และรวบรวมข้อมูลจากศาสตร์วิชาต่าง ๆ

5. ปัญหาเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางคลินิก

6. ความรู้ใหม่ได้มาโดยผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแท้จริงในระหว่างการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น อภิปราย เปรียบเทียบ ทบทวน และได้แย้งสิ่งที่เรียน

7. ปัญหาที่นำมาใช้มีลักษณะคลุมเครือไม่ชัดเจน ปัญหา 1 ปัญหาอาจมีคำตอบได้หลายคำตอบหรือมีทางแก้ปัญหาคือได้หลายทาง (ill - structured problem)

8. นักเรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง (self-directed learning)

9. ประเมินผลจากสถานการณ์จริง โดยดูจากความสามารถในการปฏิบัติ (authentic assessment)

10. นักเรียนมีโอกาสขยายและต่อเติมความรู้ความเข้าใจให้สมบูรณ์และเป็นระบบ

11. เป็นการเรียนที่เริ่มต้นด้วยปัญหา ซึ่งรูปแบบของการเรียนจะเริ่มขึ้นเมื่อนักเรียนได้เผชิญกับปัญหา

12. ครูเป็นผู้ฝึกสอนทางความคิด แทนการเป็นผู้เชี่ยวชาญหรือผู้สั่งสอนมีบทบาทที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจคำถาม ระหว่างการระบุปัญหา การจำกัดข้อมูล การวิเคราะห์ สังเคราะห์โดยผ่านการตีความที่มีศักยภาพและการแก้ปัญหา

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 2-3) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) คือ เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ต้องมีสถานการณ์ปัญหาและเริ่มต้นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ด้วยการใช้ปัญหาเป็นเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดกระบวนการเรียนรู้และปัญหาที่นำมาใช้ในการจัดการกระบวนการเรียนรู้นั้นควรเป็นปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวันของนักเรียน เพื่อให้มองเห็นถึงประโยชน์อย่างแท้จริง นักเรียนค้นหาและแสวงหา

ความรู้ด้วยตนเอง (Self-Directed Learning) ซึ่งส่งผลให้นักเรียนต้องมีความรับผิดชอบตนเอง กล่าวคือ ต้องรู้จักวางแผนการเรียนด้วยตนเอง มีการบริหารเวลารวมทั้งประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองได้ นักเรียนมีการเรียนรู้เป็นกลุ่มย่อยเพื่อร่วมกันค้นหาความรู้ ส่งเสริมให้เกิดทักษะการแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล เชื้อถือได้ เรียนรู้ความแตกต่างระหว่างบุคคลและฝึกควบคุมตนเองเพื่อพัฒนาความสามารถในการทำงานร่วมกันเป็นทีม เนื่องจากความรู้มีหลากหลายมาก ดังนั้นเนื้อหาที่ได้มาจะถูกนำมาวิเคราะห์โดยกลุ่มและมีการสังเคราะห์ร่วมกันเพื่อให้ตกผลึกเป็นความรู้ของกลุ่ม ส่วนการประเมินผลเป็นลักษณะการประเมินผลที่เกิดจากสภาพจริง โดยพิจารณาจากการปฏิบัติงานความก้าวหน้าในการทำงานของตัวนักเรียนเอง

ทิสนา แชมมณี (2556, น. 138) ได้สรุปลักษณะสำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ดังนี้

1. ผู้สอนและนักเรียนร่วมกันเลือกปัญหาที่ตรงกับความสนใจหรือตามความต้องการของนักเรียน
2. ผู้สอนและนักเรียนมีการออกไปเผชิญสถานการณ์ปัญหาอย่างแท้จริง หรือผู้สอนมีการจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญปัญหา
3. ผู้สอนและนักเรียนมีการร่วมกันวิเคราะห์ปัญหาและหาสาเหตุของปัญหา
4. นักเรียนมีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน
5. ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำและช่วยอำนวยความสะดวกแก่นักเรียนในการแสวงหาแหล่งข้อมูล การศึกษาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล
6. ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีการพิจารณาเลือกวิธีที่เหมาะสม
7. นักเรียนศึกษาค้นคว้า และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง
8. นักเรียนลงมือแก้ปัญหารวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล สรุป และประเมินผล
9. ผู้สอนมีการติดตามการปฏิบัติงานของผู้เรียนและให้คำปรึกษา
10. ผู้สอนมีการประเมินผลการเรียนรู้ทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการของนักเรียน จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ลักษณะสำคัญของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นการเรียนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ และใช้ปัญหาเป็นเป็นตัวกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนมีความอยากรู้ โดยที่ผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนแสวงหาทางเลือกในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ภายใต้กระบวนการกลุ่ม มีการวางแผนการแก้ปัญหาร่วมกัน และนักเรียนเป็นคนแก้ปัญหาโดยการแสวงหาข้อมูลใหม่ ๆ ด้วยตนเอง จนเกิดการเรียนรู้

4. รูปแบบการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบเน้นปัญหาเป็นหลัก ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

Cowdrow (1997, p. 4 อ้างถึงใน อภรณ์ แสงรัศมี, 2543, น. 21) กล่าวว่ากระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานแบ่งเป็น 3 ระยะ

1. ใช้ปัญหากระตุ้นให้นักเรียนแสดงเหตุผล และนำความรู้เดิมออกมา
2. เป็นการศึกษาด้วยตนเอง นักเรียนจะเป็นอิสระจากผู้สอน นักเรียนจะทำงานที่ได้รับมอบหมายจากกลุ่ม โดยค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

3. ประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้รับมาใหม่ย้อนกลับไปอธิบายปัญหา

Delisle (1997, pp. 26-36) เสนอกระบวนการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานไว้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเชื่อมโยงปัญหา (Connecting with the Problem) เป็นขั้นตอนที่เชื่อมโยงความรู้เดิมกับประสบการณ์ของนักเรียนหรือกิจกรรมในชีวิตประจำวันที่ต้องเผชิญกับปัญหาต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญและคุณค่าของปัญหานั้นต่อการดำเนินชีวิตประจำวัน ในขั้นนี้ผู้สอนต้องพยายามกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดและแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย แล้วจึงนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เตรียมไว้

2. การกำหนดกรอบการศึกษา (Setting up the structure) นักเรียนอ่านวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาแล้วร่วมกันวางแผนทางการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องร่วมกันอภิปรายแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดกรอบการศึกษา 4 กรอบ ดังนี้

- 2.1 แนวทางการแก้ปัญหา (Ideas) คือ วิธีการหรือแนวทางในการหาคำตอบที่น่าจะเป็นไปได้ซึ่งเปรียบเสมือนสมมติฐานที่ตั้งไว้ก่อนการทดลอง

- 2.2 ข้อเท็จจริง (Facts) คือ ข้อมูลความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้น ซึ่งเป็นความรู้หรือข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในสถานการณ์ปัญหา หรือข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดจากการอภิปรายร่วมกัน หรือเป็นข้อมูลความรู้เดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว

- 2.3 ประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้า (Learning Issues) คือ ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาแต่นักเรียนยังไม่รู้จำเป็นต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา จะอยู่ในรูปคำถามที่ต้องการคำตอบ นิยามหรือประเด็นการศึกษาอื่น ๆ ที่ต้องการทราบ

2.4 วิธีการศึกษาค้นคว้า (Action Plan) คือ วิธีการที่จะดำเนินการเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ต้องการ โดยระบุว่านักเรียนจะสามารถศึกษาข้อมูลได้อย่างไร จากใคร แหล่งใด

3. การดำเนินการศึกษาค้นคว้า (Visiting the Problem) แต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการศึกษาค้นคว้า และดำเนินการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมตามประเด็นที่ต้องศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งการเรียนรู้ต่างๆ

4. รวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา (Revisiting the Problem) หลังจากที่แต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อชั้นเรียน หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่ น่าสนใจ มีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้พัฒนาทักษะการคิดการตัดสินใจ รวมทั้งนักเรียนจะค้นพบแนวทางในการแก้ปัญหาใหม่ ๆ จากการแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นซึ่งกันและกัน

5. สร้างผลงาน หรือปฏิบัติตามทางเลือก (Producing a Product or Performance) เมื่อตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาแล้วแต่ละกลุ่มสร้างผลงานหรือปฏิบัติตามแนวทางที่เลือกไว้ซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละกลุ่ม

6. ประเมินผลการเรียนรู้และปัญหา (Evaluating Performance and the Problem) เมื่อขั้นตอนการสร้างผลงานสิ้นสุด นักเรียนประเมินผลการปฏิบัติงานของตนเอง ของกลุ่มและคุณภาพของปัญหา และผู้สอนประเมินกระบวนการทำงานกลุ่มของนักเรียน

พวงรัตน์ บุญญานุรักษ์ (2544, น. 42) กล่าวถึงกระบวนการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับปัญหาเป็นอันดับแรก
2. แก้ปัญหาด้วยเหตุผลทางคลินิกอย่างมีทักษะ
3. ค้นหาการเรียนรู้ด้วยกระบวนการปฏิสัมพันธ์
4. ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
5. นำความรู้ที่ได้มาใหม่ในการแก้ปัญหา
6. สรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้แล้ว

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2550, น. 8) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานไว้ดังนี้

1. เชื่อมโยงปัญหาและระบุปัญหา เป็นขั้นที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถระบุสิ่งที่ปัญหาที่นักเรียนอยากรู้อยากเรียนและเกิดความสนใจที่จะค้นหาคำตอบ

2. กำหนดแนวทางที่เป็นไปได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการศึกษา ค้นคว้า ทำความเข้าใจอภิปรายปัญหาภายในกลุ่ม ระดมสมองคิดวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการหาคำตอบ ครูคอยช่วยเหลือกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายภายในกลุ่มให้นักเรียนเข้าใจวิเคราะห์ปัญหาแหล่งข้อมูล

3. ดำเนินการศึกษาค้นคว้า นักเรียนกำหนดสิ่งที่ต้องเรียน ดำเนินการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองด้วยวิธีการหลากหลาย

4. สังเคราะห์ความรู้ นักเรียนนำข้อค้นพบ ความรู้ที่ได้ค้นคว้ามาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน อภิปรายผลและสังเคราะห์ความรู้ที่ได้มาว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

5. สรุปและประเมินค่าของคำตอบ นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปผลงานของกลุ่มตนเองและประเมินผลงานว่าข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้ามีความเหมาะสมหรือไม่เพียงใด โดยพยายามตรวจสอบแนวคิดภายในกลุ่มของตนเองอย่างอิสระ ทุกกลุ่มช่วยกันสรุปองค์ความรู้ในภาพรวมของปัญหาอีกครั้ง

6. นำเสนอและประเมินผลงาน นักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดระบบขององค์ความรู้และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบที่หลากหลาย ครูประเมินผลการเรียนรู้และทักษะกระบวนการ

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมีขั้นตอนที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป แต่ถ้าพิจารณาจะพบว่าประกอบด้วยขั้นตอนหลักๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหาและทำความเข้าใจปัญหา วางแผนสำหรับดำเนินการแก้ปัญหา นั้น โดยสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย นำข้อมูลที่ได้มาสังเคราะห์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา ประเมินผลและนำเสนอผลการแก้ปัญหา

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

จากการศึกษาค้นคว้า เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีแนวการจัดการเรียนการสอนดังนี้

จำรัส อินทลาภาพร และคณะ (2558, น. 64) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผู้สอนควรจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย ได้แก่ จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และทำทหายความคิดของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลด้วย

ตนเองเพื่อแก้ปัญหา ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากผู้สอนไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดการใฝ่เรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับดีไลซ์เอล (Delisle, 1997, pp. 26-26)

ไอเรนดซ์ (Arends, 2001, pp. 266-362 อ้างอิงใน ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2550, น. 151) ได้สรุปกระบวนการเรียนรู้โดยให้ปัญหาเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. แนะนำปัญหา เพื่อแจ้งจุดมุ่งหมายของการเรียนรู้สร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนบอกสิ่งที่นักเรียนต้องทำ และแนะนำขั้นตอนในการดำเนินการศึกษา

2. กำหนดงานที่ต้องดำเนินการ เพื่อช่วยนักเรียนกำหนดงานที่ต้องทำ

3. รวบรวมข้อมูล เพื่อช่วยให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือดำเนินการทดลองเพื่อค้นหา

ข้อมูล

4. เตรียมนำเสนอผลงาน เพื่อช่วยนักเรียนวางแผนและเตรียมนำเสนอผลงาน

5. วิเคราะห์และประเมินผลการทำงาน เพื่อช่วยนักเรียนวิเคราะห์และประเมิน

กระบวนการแก้ปัญหา

ลู และคณะ (Lou et al. 2010, p.199) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมีผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน ในขั้นนี้หากนักเรียนพบว่าแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก ให้นักเรียนลงรายละเอียดของการทำงานให้มากขึ้นว่าส่วนใดที่มีความบกพร่อง เพื่อเป็นแผนฉุกเฉินในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน ในขั้นนี้นักเรียนทำการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน และทดสอบแบบจำลองของตนเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการฉุกเฉินซึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้า พร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

Wright (2012) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

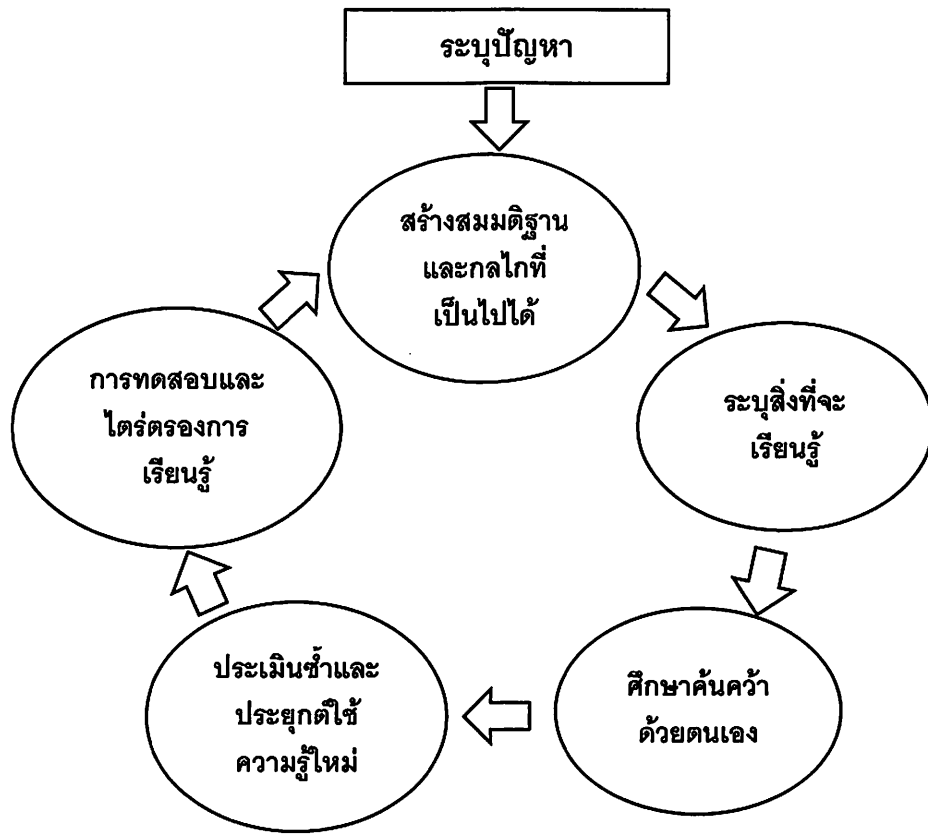
ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา / โอกาส (Identifying the problem/opportunity) เป็นขั้นที่นักเรียนจะทำความเข้าใจเกี่ยวกับถ้อยคำต่างๆ ในปัญหา แล้วแยกปัญหาให้ออกว่าอะไรเป็นสิ่งที่ต้องการ แล้วมีอะไรเป็นข้อมูลที่กำหนด และมีเงื่อนไขใดบ้าง หลังจากนั้นจึงพิจารณาว่าข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้เพียงพอที่จะหาคำตอบของปัญหาได้หรือไม่

ขั้นที่ 2 การวางแผนเพื่อแก้ปัญหา (Devising a plan for solving the problem) ขั้นนี้ นักเรียนจะต้องวางแผนจากข้อมูลที่ได้ในขั้นที่ 1 เพื่อวางแผนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยโดยพิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหานั้นมีความเหมาะสมกับปัญหาหรือไม่ หรือต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้ได้วิธีการแก้ปัญหที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 3 การดำเนินการและการประเมินแผน (Implementing and evaluating the plan) เมื่อนักเรียนได้วางแผนแล้วก็ดำเนินการแก้ปัญหา ระหว่างการดำเนินการแก้ปัญหาอาจทำให้เห็นแนวทางที่ดีกว่าวิธีที่คิดไว้ ก็สามารถนำมาปรับเปลี่ยนได้ และประเมินแผนการที่ได้วางแผนไว้ว่าสามารถแก้ปัญหาได้ผลเพียงใด

ขั้นที่ 4 นำเสนอแผน / แนวทางแก้ไข (Communicate the plan/solution) ในขั้นนี้นักเรียนนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้ลงมือทำในขั้นที่ 3 เสนอแนะแนวทางของแก้ปัญหา

Mallam (2017) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 5 ขั้นตอน ดังแสดงภาพ 2



ภาพ 2 การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ
Mahmoud A. Allam (2017)

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา โดยครูจะกำหนดปัญหาสถานการณ์ และให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าว

ขั้นที่ 2 สร้างสมมติฐานและกลไกที่เป็นไปได้ นักเรียนระดมความคิดกับเพื่อนในกลุ่มเพื่อสร้างสมมติฐาน เกี่ยวกับสาเหตุความเป็นไปได้และคิดกลไกที่เป็นไปได้มาใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ครูเปิดโอกาสให้กับนักเรียนได้ค้นหาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นปัญหา พร้อมระบุประเด็นการเรียนรู้ของกลุ่มตนเองได้

ขั้นที่ 4 ประเมินซ้ำและประยุกต์ใช้ความรู้ใหม่ ครูและนักเรียนพบกันอีกครั้งเพื่อทำการประเมินว่าความรู้ที่นักเรียนค้นคว้าด้วยตนเองนั้นเพียงพอที่จะแก้ปัญหาหรือไม่ สมมติฐานถูกต้องหรือสมมุติฐานหรือไม่ มีปัญหาเพิ่มเติมที่นักเรียนไม่ทราบอีกหรือไม่

ขั้นที่ 5 การทดสอบและไตร่ตรองการเรียนรู้ นักเรียนทดสอบสมมติฐานของตนเอง ประเมินผลงานกลุ่ม จากนั้นวงจรจะถูกทำซ้ำเมื่อนักเรียนสร้างสมมติฐานใหม่เกี่ยวกับปัญหาด้วย

ความรู้และทักษะที่ได้รับใหม่จนในที่สุดพวกเขาก็บรรลุวิธีการแก้ปัญหาหรือบางครั้งก็เป็นไปได้หลายวิธี

ผู้วิจัยเลือกใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Lou et al. (2010) มาประยุกต์ใช้ มี 6 ขั้นตอน แล้วนำเนื้อหาความรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เข้ามาบูรณาการเข้าด้วยกันในขั้นตอนการเรียนการสอน ซึ่งรายละเอียดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมีผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ซึ่งในขั้นตอนนี้ นักเรียนต้องออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน ในขั้นนี้หากนักเรียนพบว่าแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก ให้นักเรียนลงรายละเอียดของการทำงานให้มากขึ้นว่าส่วนใดที่มีความบกพร่อง เพื่อเป็นแผนฉุกเฉินในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน ในขั้นนี้นักเรียนทำการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน และทดสอบแบบจำลองของตนเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการฉุกเฉินซึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้า พร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1. ความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

มีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอความหมายของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

สมปอง เพชรโรจน์ (2549, น. 54 อ้างถึงใน รุสมินี หะยียูโซ๊ะ, 2559, น.13) การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากการแก้ปัญหาโดยทั่วไป ซึ่งมีความแปลกใหม่หลากหลายและมีความซับซ้อน เป็นกระบวนการทางความคิดที่ประกอบด้วยความคิดเอกลัทธิจากความรู้และประสบการณ์เดิม และความคิดอเนกนัยจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลาย ๆ ทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์นั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

อรรวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์ (2552, น. 21) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการในการคิดหาคำตอบ หรือวิธีการในการแก้ปัญหา ซึ่งมีความแตกต่างจากการคิดแก้ปัญหาตามปกติ การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้คิดหาวิธีการที่แปลกใหม่แตกต่างจากเดิม มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ ซึ่งประกอบด้วยความคิดเอกลัทธิและอเนกนัยในรูปแบบและวิธีส่งเสริมกันอย่างเหมาะสม ทำให้ได้ทางเลือกในการแก้ปัญหาที่คิดค้นไว้หลายทาง และสามารถตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุดอย่างมีเหตุผลในสถานการณ์ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างถูกต้อง

ธัญญารัตน์ โกมลเกียรติ (2557, น. 48) ได้กล่าวว่า การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางการคิดของแต่ละบุคคลในการแสวงหาคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาที่มีความแปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม และมีคุณค่าเป็นประโยชน์ ซึ่งเป็นการผสมผสานอย่างเหมาะสมระหว่างการคิดเอกลัทธิ เป็นการคิดทางเดียวจากความรู้และประสบการณ์เดิม กับการคิดอเนกนัยเป็นการคิดหลายทิศทาง หลายแง่มุมจากความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์นี้เป็นทักษะที่สามารถฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดขึ้นได้

ศิริภัสสร ศรีเสนา (2557) ได้กล่าวถึงการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ว่าเป็นกระบวนการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อมุ่งหาคำตอบและแก้ปัญหา รวมถึงการพัฒนาสถานะที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้นมีการประยุกต์ใช้จินตนาการ สัญชาติญาณ แนวคิดใหม่ ๆ ร่วมกับข้อเท็จจริงที่มีอยู่มาใช้ในการแก้ปัญหา โดยเชื่อมั่นว่าตนเองสามารถแก้ปัญหาได้และควบคุมตนเองเพื่อที่จะแก้ปัญหาด้วยความรอบคอบและสมบูรณ์

จากที่กล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถในการแสวงหาคำตอบและคิดหาวิธีการแก้ปัญหที่แปลกใหม่ไม่ซ้ำกับคนอื่น จากการศึกษาที่มีระบบ โดยการประยุกต์ใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างความคิดที่หลากหลาย และคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเลือกวิธีการแก้ปัญหที่ดีที่สุด

2. องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

ในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ ผู้ที่แก้ปัญหาคำต้องมีความสามารถในการแก้ปัญหโดยมีองค์ประกอบที่สำคัญดังนี้ (พัชรา พุ่มพชาติ, 2552, น. 76)

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนรับรู้ปัญหาได้จากการอ่านและการฟัง นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนคติ และข้อเท็จจริงต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการรำลึกถึงและความสามารถในการนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา

2. ทักษะในการแก้ปัญห เมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหอยู่เสมอ ทำให้ได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบ มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา สามารถนำปัญหาที่คุ้นเคยมาเทียบเคียงกับปัญหาใหม่ นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล ในขั้นตอนการลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในการแก้ปัญห นักเรียนจะต้องใช้การคิดคำนวณและการอธิบายให้เหตุผล ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญในการแก้ปัญหาย่างหนึ่ง

4. ความยืดหยุ่น นักแก้ปัญหที่ดีอาจต้องมีการยืดหยุ่นในความคิดไม่ยึดติดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ เสมอ

5. ความรู้พื้นฐาน ผู้แก้ปัญหาคำต้องมีความรู้พื้นฐานที่ดีพอและสามารถนำความรู้พื้นฐานมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาคำได้

6. ระดับสติปัญญา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาคำดีกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

7. วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาคำดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

รุจิราพร รามศิริ (2556) ได้ศึกษากระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักการศึกษา คือ Osborn (1963) Torrance (1965) Isaken และ Treffinger (1991) และ Breck (1992) แล้วสังเคราะห์ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้เป็น 5 ทักษะ ได้แก่

1. ทักษะการค้นพบความจริง (Fact Finding Skills) หมายถึง ความสามารถในการค้นหาข้อมูลจากสถานการณ์หรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

2. ทักษะการค้นพบปัญหา (Problem Finding Skills) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบปัญหาแท้จริงที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์ปัญหานั้น และพิจารณาระบุนสาเหตุของปัญหา

3. ทักษะการค้นพบแนวคิด (Idea Finding Skills) หมายถึง ความสามารถในการพิจารณาหาแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด

4. ทักษะการค้นพบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Finding Skills) หมายถึง ความสามารถในการเสนอเกณฑ์หรือแสดงเหตุผลในการตัดสินใจเลือกแนวทางและวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด สามารถนำทางเลือกและวิธีการที่เลือกไว้ไปใช้แก้ปัญหา รวมถึงตรวจสอบคำตอบที่ได้

5. ทักษะการสร้างสรรค์ความรู้ (Creating New Knowledge Skills) หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้หรือข้อมูลมาสร้างเป็นความรู้ใหม่

Treffinger, Isaksen & Dorval (2010) ได้เสนอขั้นตอนในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 4 องค์ประกอบหลัก และ 8 ขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบเป้าหมาย โอกาส หรืออุปสรรค/ ความท้าทายในภาพรวม รวมถึงการสร้างความคิด มุ่งเน้น และทำความเข้าใจให้กระจ่างชัดเพื่อกำหนดทิศทางหลักในการแก้ปัญหา โดยอาจใช้เพียงขั้นตอนเดียวหรือใช้ทั้ง ขั้นตอนในการทำความเข้าใจกับปัญหาซึ่งขึ้นอยู่กับเป้าหมายวัตถุประสงค์ และทิศทางที่บุคคลต้องการบรรลุ ซึ่งขั้นตอนทั้ง 3 มีดังนี้

1) ขั้นตอนการสร้างโอกาส (Constructing Opportunities) เป็นการระบุโอกาสในภาพรวม โอกาสที่เป็นประโยชน์ และเป้าหมาย พิจารณาโอกาสและอุปสรรคที่เป็นไปได้ และระบุเป้าหมายที่ต้องการบรรลุ

2) ขั้นตอนการสำรวจข้อมูล (Exploring Data) เป็นการสำรวจข้อมูลจากหลายแหล่งด้วยมุมมองที่แตกต่างกัน และมุ่งเน้นไปที่ข้อมูลที่สำคัญที่สุดของงานหรือสถานการณ์ที่กำลังเผชิญ เพื่อพิจารณาว่าอะไรที่รู้อยู่แล้ว อะไรที่จำเป็นต้องรู้หรือต้องการรู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นหัวใจของเรื่อง

3) ขั้นตอนการวางกรอบของปัญหา (Framing Problems) เป็นการสร้างแนวทางหรือประเด็นที่ก่อให้เกิดปัญหาขึ้นซึ่งอาจมีความหลากหลายและจำนวนมาก จากนั้นจึงมุ่งเน้นไปที่การคิดหาแนวคิดที่สร้างสรรค์เพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาและอะไรเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (Generating Ideas) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยเพียงขั้นตอนเดียว ซึ่งเกี่ยวข้องกับการหา/สร้างแนวทางที่มีความเป็นไปได้ใหม่ๆ หลากๆ แนวทาง จากมุมมองความคิดเชิงสร้างสรรค์ของคนหลายคนและจากการระดมสมอง ซึ่งมีทั้งคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่ม จากนั้นจึงพิจารณาแนวทาง/แนวคิดที่ได้สร้างขึ้นและระบุแนวทางที่น่าสนใจหรือมีแนวโน้มที่อาจจะนำไปปรับ พัฒนา และนำไปใช้ดำเนินการแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ (Preparing for Action) เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการสำรวจหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้จริง และเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถพัฒนาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นให้มีความแข็งแกร่งมากยิ่งขึ้น และทำการพิจารณาเลือกแนวทางหรือวิธีการที่สามารถสร้างโอกาสในการแก้ปัญหาได้ประสบความสำเร็จสูงสุด โดยอาจใช้เพียงขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งหรือทั้งสองขั้นตอนดังนี้

1) การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหา (Developing Solutions) เป็นการประยุกต์ใช้กลยุทธ์และเครื่องมือเพื่อวิเคราะห์ พัฒนา และปรับปรุงวิธีการแก้ปัญหาที่มีความเป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดและแก้ปัญหาได้จริง

2) การสร้างการยอมรับ (Building Acceptance) เป็นการพิจารณาแนวทางหรือวิธีการที่สนับสนุน ลด เอาชนะอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้เพื่อให้การแก้ปัญหามบรรลุผลสำเร็จ และวางแผนเลือกวิธีการเฉพาะเพื่อดำเนินการปฏิบัติและประเมินผลลัพธ์และประสิทธิภาพของวิธีการนั้น

องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning Your Approach) เป็นการพิจารณาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติจริงให้ได้ทิศทางตามที่ต้องการ ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกใช้เมื่อจำเป็นต้องมีการตัดสินใจว่าจะใช้ CPS หรือเพื่อการตรวจสอบกำกับติดตามเพื่อการจัดการ และเพื่อปรับเปลี่ยนกิจกรรมตามการใช้ CPS โดยมี 2 ขั้นตอนย่อยดังนี้

1) การประเมินภาระงาน (Appraising Tasks) เป็นการพิจารณาว่าวิธีการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ได้เลือกจากขั้นตอนการสร้างการยอมรับนั้น มีแนวโน้มในการจัดการกับปัญหาได้

หรือไม่ มีพันธะ ข้อจำกัด และเงื่อนไขใดที่ต้องพิจารณาหรือไม่ เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (คนที่เกี่ยวข้อง, ผลลัพธ์ที่ปรารถนา, บริบทแวดล้อมในการทำงาน และวิธีการที่สามารถใช้ได้)

2) การออกแบบกระบวนการแก้ปัญหา (Designing Process) เป็นการใช้ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับภาระงานและความต้องการของบุคคล เพื่อวางแผนองค์ประกอบ ขั้นตอน หรือเครื่องมือของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

องค์ประกอบของการแก้ปัญหาเป็นส่วนสำคัญที่เด็กต้องได้รับการส่งเสริมและพัฒนา เพื่อนำไปสู่ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งองค์ประกอบดังกล่าวเกี่ยวข้องกับพัฒนาการและความสามารถตามวัย กาฝึกฝนให้เด็กอยู่ในสถานการณ์ที่ให้เกิดความอยากรู้อยากเห็น มีความท้าทาย กระตุ้นให้เด็กต้องการค้นคว้า เรียนรู้ และฝึกปฏิบัติ ตลอดจนครูจำเป็นต้องมีบทบาทที่จะอำนวยความสะดวก และสนับสนุนให้เด็กได้คิดแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่หลากหลาย เพื่อนำไปสู่ผลของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เป็นสิ่งแปลกใหม่ แตกต่างจากเดิม หลากหลาย และมีคุณค่าเกิดประโยชน์

จากการศึกษาองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทำให้ผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา (Understanding the Challenge) นักเรียนมีการตรวจสอบเป้าหมาย โอกาส หรืออุปสรรคในภาพรวมของปัญหา รวมถึงการสร้างความคิดเพื่อกำหนดทิศทางหลักในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา (Generating Ideas) นักเรียนหา/สร้างแนวทางที่มีความเป็นไปได้ใหม่ๆ หลากๆ แนวทาง จากมุมมองความคิดเชิงสร้างสรรค์ จากนั้นจึงพิจารณาแนวทาง/แนวคิดที่ได้สร้างขึ้นและระบุแนวทางที่น่าสนใจที่อาจจะนำไปปรับ พัฒนา และนำไปใช้ดำเนินการแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ (Preparing for Action) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสำรวจหาวิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้จริง และเตรียมความพร้อมสำหรับการดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ

องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ (Planning Your Approach) นักเรียนพิจารณาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติจริงให้ได้ทิศทางตามที่

ต้องการ เพื่อวางแผนองค์ประกอบ ขั้นตอน หรือเครื่องมือของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

3. การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ครูผู้สอนเป็นผู้ที่มีบทบาทสำคัญต่อการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนคิด ตัดสินใจ ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มจนสำเร็จ นอกจากนี้ ครูผู้สอนแล้วการจัดสภาพแวดล้อม สื่อ แหล่งเรียนรู้ที่เหมาะสมกับนักเรียน จะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วยลักษณะดังนี้ (Isaksen, 1994 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552, น. 61-62)

1. จัดเตรียมสภาพแวดล้อมที่อิสระ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสร้างงานใหม่ โดยมีการติดตามและสนับสนุนให้นักเรียนได้ประสบผลสำเร็จตามสถานการณ์และวิธีการให้เป็นไปตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน สนับสนุนให้นักเรียนได้เรียนรู้การคิดที่หลากหลาย โดยจัดเตรียมข้อมูลและห้องเรียนให้อยู่ในสภาพบรรยากาศที่อิสระ ไม่มีข้อจำกัด

2. จัดเตรียมสภาพบรรยากาศที่เปิดกว้างและปลอดภัยที่จะช่วยสนับสนุนและสร้างแรงเสริมความคิดนอกกรอบ โดยนักเรียนสามารถสำรวจ สร้างสรรค์ และพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

3. จัดเตรียมกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปฏิบัติอย่างหลากหลาย เลือกปฏิบัติหรือตามความถนัด ความสนใจที่แตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล

4. สนับสนุนการเรียนรู้และการนำไปใช้ของทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่เหมาะสมทั้งในชั้นเรียนและกิจกรรมอื่น ๆ

5. สนับสนุนให้มีการจัดกิจกรรมที่นักเรียนมีโอกาสเลือกและมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจ จะช่วยสร้างความรู้สึกของแต่ละบุคคลให้สามารถกำหนดตนเองได้ว่า เขาจะทำอะไร และทำอย่างไรให้ดีที่สุด

6. จัดเตรียมเวลาให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้สามารถปฏิบัติได้สำเร็จ จัดเตรียมภาระงานให้เหมาะสมกับเวลา เพื่อให้ปฏิบัติได้ตามความเป็นจริง

7. จัดเตรียมสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในสภาพสบาย ไม่มีการลงโทษ มีการแนะนำ สนทนากับนักเรียนให้เกิดความมั่นใจในตนเอง มีการให้กำลังใจ ความหวังใย แม้มีการทำงานผิดพลาดหรือล้มเหลวก็ตาม

8. ให้อิสระและทางเลือกที่หลากหลายแก่นักเรียนในการแก้ปัญหาและสร้างงานด้วยวิธีการใหม่ ๆ

9. สนับสนุนให้มีการทำกิจกรรมเดี่ยวและกิจกรรมกลุ่ม

10. ความยุ่งยากและความวุ่นวายจะเกิดน้อยที่สุด เมื่อมีการวางแผนที่ชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและมีความยืดหยุ่นในบางครั้ง

11. การรังสรรค์จะเกิดขึ้นจากการคารพที่มีต่อกันและการยอมรับระหว่างบุคคล จึงควรให้นักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมมือกันทำกิจกรรม

12. สนับสนุนให้มีการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน มีการเอาใจใส่ ดูแล เปิดใจกว้าง ยอมรับวิธีการแก้ปัญหา แม้มีการขัดแย้งบ้างแต่ก็ทำให้เกิดความคิดใหม่ขึ้นมา

Hamza and Griffith (2006 อ้างถึงใน นิพิฐพร โกมลภิตศักดิ์, 2553, น. 11) ได้เสนอแนวทางในการส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. บรรยากาศของห้องเรียน (classroom climate) บรรยากาศภายในห้องเรียนควรมีความไว้วางใจ ความปลอดภัย การให้รางวัล ความร่วมมือกัน การผ่อนคลาย บรรยากาศที่ดีที่อบอุ่น และปราศจากการข่มขู่นักเรียน

2. บุคลิกภาพของครู (teacher character traits) คุณครูควรมีบุคลิกภาพที่ดี พูดคุยเป็นกันเองกับนักเรียน มีความเห็นอกเห็นใจนักเรียน มีความเข้าใจนักเรียน

3. การจัดการบริหารห้องเรียน (classroom management) คุณครูควรมีความสามารถในการจัดการความขัดแย้ง การวิเคราะห์ปัญหา และการออกแบบทางกายภาพของห้องเรียนให้น่าอยู่ การจัดกิจกรรมของห้องเรียนที่ดีจะช่วยส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

4. ความรักและเจตคติต่อนักเรียน (teacher's passion and attitude toward students) คุณครูควรมีความรักและเจตคติที่ดีกับนักเรียน วิชาที่สอน และมีความรักในอาชีพ

5. วิธีการสอนของครู (teaching style) คุณครูควรมีทัศนคติเชิงบวกกับนักเรียนใช้คำถามอะไรและอย่างไร (what and how) นำไปสู่การคิดวิเคราะห์ กระตุ้นให้เกิดการระดมสมอง

6. ความรู้ของครู (teacher's knowledge) คุณครูมีความรู้ ความสามารถในการถ่ายทอดความรู้ มีความรู้อย่างลึกซึ้ง มีจิตวิทยาในการถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียน

7. ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน (teacher-student interaction) คุณครูควรดูแลเอาใจใส่นักเรียน มีการสอบถามและการให้กำลังใจนักเรียน

Wood (2006) ได้เสนอคุณสมบัติที่จำเป็นของกลุ่ม สำหรับส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

1. มีความไว้วางใจซึ่งกันและกัน (positive inter dependence) สมาชิกในทีมต้องมีความไว้วางใจซึ่งกันและกันในการปฏิบัติหน้าที่และช่วยเหลือซึ่งกันและกัน
2. ความรับผิดชอบในตนเอง (individual accountability) สมาชิกต้องมีความรับผิดชอบในตนเองต่อหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย
3. ความสัมพันธ์ระหว่างกัน (face-to-face interaction) สมาชิกในกลุ่มต้องมีความสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน สามารถปฏิบัติงานร่วมกันได้
4. ทักษะที่เหมาะสมสำหรับใช้ปฏิบัติงานร่วมกัน (appropriate use of interpersonal skills) สมาชิกในกลุ่มต้องมีคุณลักษณะเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี มีการติดต่อสื่อสาร การตัดสินใจและแก้ปัญหาความขัดแย้งได้ดี
5. การประเมินกลุ่ม (self- assessment of group functioning) สมาชิกต้องมีทักษะในการประเมิน ตรวจสอบการดำเนินงาน กลุ่มของตนเอง

จากการศึกษาวิจัยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนพบว่าครูเป็นปัจจัยที่สำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ รวมถึงการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

4. การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์มีวิธีการวัดดังนี้

Becker & Shimada (2010) กล่าวว่าในการประเมินพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ให้ความสำคัญกับการประเมินพฤติกรรมแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เกี่ยวกับ 1) ความคิดคล่องแคล่ว พิจารณาจากจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนแต่ละคนหรือกลุ่มสร้างหรือหาได้ ซึ่งอยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง 2) ความคิดยืดหยุ่น พิจารณาจากจำนวนความแตกต่างและความหลากหลายในแนวคิดเชิงคณิตศาสตร์ที่ผู้เรียนค้นพบและนำมาใช้แก้ปัญหา 3) ความคิดริเริ่ม พิจารณาจากการเป็นต้นแบบของการคิด การมีแนวคิดเป็นของตนเองและการพัฒนาแนวคิดที่ได้เรียนรู้มา ที่แสดงถึงความเป็นผู้ริเริ่มหรือเป็นต้นแบบการคิด 4) ความสง่างามในการคิดหรือการสื่อความคิดในการแก้ปัญหา พิจารณาจากการแสดงแนวคิดหรือวิธีทำในการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่สามารถสื่อสารให้ผู้อื่นเข้าใจถึงแนวคิดที่นำมาใช้แก้ปัญหา การกำหนดเกณฑ์การประเมินพฤติกรรมทำได้โดยกำหนดเป็นระดับขั้น เช่น ดีมาก ดี พอใช้และต้องแก้ไข

สมศักดิ์ สินธุระเวชณ์ (2543) สร้างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไว้ 3 ข้อ โดยยึดหลักการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของทอร์เรนซ์ ดังนี้

1. การให้คะแนนความคล่องในการคิด โดยพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องตามเงื่อนไขของคำถาม โดยให้คะแนนคำตอบละ 1 คะแนน ตามปริมาณของจำนวนคำตอบที่ไม่ซ้ำกัน

2. การให้คะแนนความยืดหยุ่นในการคิด โดยพิจารณาจากคำตอบที่เป็นไปได้หรือสอดคล้องตามเงื่อนไขของคำถาม ซึ่งจะนำมาจัดกลุ่มหรือประเภทของคำตอบของผู้เรียนแต่ละคนตามวิธีการที่แตกต่างกันตามเงื่อนไขหรือสิ่งเร้าที่กำหนด โดยให้คะแนนคำตอบเป็นประเภท หรือกลุ่มละ 1 คะแนน

3. การให้คะแนนความคิดริเริ่ม พิจารณาจากคำตอบที่ซ้ำกันหรือความถี่ของคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดที่เป็นความคิดแปลกใหม่และแตกต่างจากการตอบของกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้คำตอบที่มีความถี่หรือคำตอบที่ซ้ำกันจากกลุ่มตั้งแต่ 2-4.99 เปอร์เซนต์ จะได้ 1 คะแนน ถ้าเป็นคำตอบที่ไม่ซ้ำกับกลุ่มเลยจะได้ 2 คะแนน และถ้าความถี่มากกว่า 5 เปอร์เซนต์ จะไม่ถือว่าเป็นความคิดริเริ่ม หรืออาจให้คะแนนตามสัดส่วนของความถี่หรือคำตอบที่ซ้ำกันตามวิธีการ Cropley (1996 อ้างอิงจาก สรวงสุดา ปานกุล, 2545) คำตอบใดที่กลุ่มตัวอย่างตอบซ้ำกันมากๆ หรือมีความถี่สูง ก็ให้คะแนนน้อยหรือไม่ให้เลย ถ้าคำตอบไม่ซ้ำกับคนอื่นเลย ก็จะได้คะแนนมากขึ้น ส่วนการให้คะแนนของ (Charles et al. (1987) ได้เสนอแนะการประเมินผลงานแก้ปัญหาของผู้เรียน 3 ลักษณะ คือ

1) การให้คะแนนโดยการวิเคราะห์ เป็นการกำหนดระดับคะแนน แยกแยะลงไปในขั้นตอนของกระบวนการแก้ปัญหา

2) การให้คะแนนแบบองค์รวม เป็นการกำหนดคะแนนโดยพิจารณาที่ภาพรวมของคำตอบของปัญหา ซึ่งมีพื้นฐานอยู่บนเกณฑ์ที่สัมพันธ์กับกระบวนการคิดที่เฉพาะเจาะจง

3) การให้คะแนนจากความประทับใจทั่วไป ซึ่งมีเกณฑ์ที่แน่นอนชัดเจนจากผู้ประเมินที่มีประสิทธิภาพสูง จากความสำเร็จของการประเมินแต่ละวิธีขึ้นอยู่กับข้อมูลที่ได้จากผู้เรียน

Quellmalz (1985 อ้างอิงใน ทิพย์วรรณ มูลทองซุน, 2535) กล่าวว่า แบบทดสอบแบบเลือกตอบหรือแบบปรนัยเป็นการวัดทักษะเฉพาะด้าน ไม่สามารถนำมาวัดความสามารถในการ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ และได้เสนอแนะเครื่องมือที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นทักษะการคิดระดับสูงไว้ คือ

1. ปัญหาที่ถามเป็นปัญหาสำคัญและเกิดได้บ่อย
2. วัดทักษะรวม ๆ ไม่แยกวัดทักษะเป็นส่วน ๆ
3. กำหนดปัญหาที่มีทางเลือกหรือวิธีแก้ปัญหาหลาย ๆ อย่าง
4. กำหนดรูปแบบคำถามที่ให้นักเรียนสามารถอธิบายเหตุผลได้
5. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น
6. พัฒนางานที่เกี่ยวกับการประเมินการคิดระดับสูงให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น

สอดคล้องกับเกณฑ์ของการให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ คือ การใช้เครื่องมือที่เป็นแบบสอบถามชนิดเขียนตอบหรือแบบอัตนัย ไม่เป็นแบบตัวเลือกหรือแบบอัตนัยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่มีความแปลก หลากหลาย อยู่บนพื้นฐานของเกณฑ์ในการให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ที่ต้องคำนึงถึงความเหมาะสม ความแปลกใหม่และประโยชน์ ซึ่งลักษณะของข้อคำถามเป็นแบบมาตราประเมินค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และใช้แบบบันทึกกิจกรรมการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของผู้เรียน

สมปอง เพชรโรจน์ (2549) ได้พัฒนาการประเมินการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การตรวจผลงานการเขียนด้วยคอมพิวเตอร์ (Automated Text Grading) ซึ่งการประเมินประกอบด้วย การกำหนดสถานการณ์ปัญหาวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับโลกที่ชื่อว่า Debris Flow Hazard (DFH) ประกอบไปด้วย 2 ขั้นตอน ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของ Basadur (1995) และ Osborn (1963) คือ ชั้นมองเห็นปัญหาและชั้นแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องตอบคำถาม 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นแนวคิดในชั้นมองเห็นปัญหา (Problem Finding Stage: PF) และเหตุผลประกอบแนวคิดในชั้นแก้ปัญหา (Problem Solving Stage: PS) หลังจากนั้นผู้ให้คะแนนจะประเมินกำหนดรหัส 2 ชุด คือ รหัสความคิดรวบยอดและรหัสคู่ของผลงาน เพื่อนำไปประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์

จากการศึกษาการประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ดังนี้ ลักษณะแบบทดสอบการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์นั้น ต้องเป็นแบบทดสอบแบบเขียนตอบหรืออัตนัย โดยการกำหนดเป็นสถานการณ์หรือเงื่อนไขต่างๆ แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถามให้ได้มากที่สุด จากนั้นจึงนำคำตอบที่ได้มาตรวจนับคะแนนตามแนวคิดของประเภทความคิดสร้างสรรค์ โดยความสามารถในด้านต่างๆของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ประเมินจากคำตอบตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และตรวจให้คะแนนใน

แบบทดสอบซึ่งประกอบไปด้วยเกณฑ์ การนำเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การตัดสินใจเลือกปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มว่าแก้ปัญหาได้จริง การแก้ปัญหาในระยะเวลาที่กำหนด มีขั้นตอนปฏิบัติและเหตุผลในการแก้ปัญหาซึ่งวัดได้จากใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยในประเทศที่เกี่ยวข้อง

รุจิราพร รามศิริ (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 จำนวน 34 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย รูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน คู่มือการใช้รูปแบบหน่วยและแผนการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินทักษะการวิจัย แบบทดสอบทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทางที่แบบไม่อิสระ และการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัย พบว่าหลังเรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน นักเรียนมีทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีพัฒนาการทางด้านทักษะการวิจัยสูงขึ้นจากระดับปานกลางเป็นระดับมาก ส่วนทักษะการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์มีพัฒนาสูงขึ้นจากระดับน้อยเป็นระดับมาก และมีจิตวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับมาก

ดารารัตน์ ชัยพิลา (2558) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิดของ STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิกริยาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนดี่วิทยาคม อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 28 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education เรื่อง ปฏิกริยาเคมี แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินชิ้นงาน ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนร้อยละ 88.35 ซึ่งอยู่ในระดับดี เนื่องจากนักเรียนได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ มีกระบวนการทำงานที่เป็นระบบขั้นตอนด้วย

การทำโครงการ ได้ใช้ความรู้จากศาสตร์สาขาวิชาทั้งสี่ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ เมื่อพิจารณาแยกแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ยังพบอีกว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นตามลำดับ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 เนื่องจากนักเรียนสามารถนำความรู้จากการเรียนการสอนแบบโครงการตามแนวคิด STEM Education มาประยุกต์ได้ดีและยังสามารถเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป

ภัสสร ติตมา (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 48 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดสุโขทัย ที่ได้จากการสุ่มอย่างเจาะจง วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ 2) เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่อง ระบบของร่างกายมนุษย์ เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education 2) แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ 3) แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ของชิ้นงานนักเรียน 4) แบบสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าทีและการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหาผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education มีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 2) นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดสร้างสรรค์ระหว่างเรียนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เพิ่มขึ้น

พันธัญญ น้อยพินิจ (2560) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ของโรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย พิชณุโลก ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา (Define) ขั้นที่ 3 สร้างความคิด (Ideate) ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ (Prototype) และขั้นที่ 5 ทดสอบ (Test) โดยมีประเด็นที่ควรเน้น

ได้แก่ การทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นให้นักเรียนสำหรับนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหาการเลือกใช้ปัญหา การออกแบบหรือสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและการออกแบบชิ้นงานที่ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนให้ มีความหลากหลายรวมถึงการกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกันอย่างสม่ำเสมอทั้งนี้เมื่อพิจารณาระดับความสามารถ โดยรวมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี

ปริยานุช มานูจำ (2560) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาต่อการคิดไตร่ตรอง ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนปิยะมหาราชาลัย จังหวัดนครพนม จำนวน 71 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดการคิดไตร่ตรองก่อนเรียนและหลังเรียน และแบบสอบถามวัดความพึงพอใจ ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน การทดสอบที (t-test) และ ANCOVA ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยง กับแนวคิดของสะเต็มศึกษามีการคิดไตร่ตรองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับมาก

ชฎาลักษณ์ จิตรราช (2562) ได้ทำวิจัยเกี่ยวกับ การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มและมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/10 โรงเรียนกมลาไสย จำนวน 36 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผล และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผล ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหา เฉลี่ยเท่ากับ 15.72 จากคะแนนเต็ม 20 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 78.60 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 33 คน คิดเป็นร้อยละ 91.67 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้และ 2) นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ เฉลี่ยเท่ากับ 20.42 จากคะแนนเต็ม 24

คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.08 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 97.22 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นาฏนลิน ภูลสวัสดิ์ (2562) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนร้อยเอ็ดวิทยาลัย ภาคเรียนที่ 1/2561 โดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย (1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบปัญหาเป็นฐาน (2) แบบวัดการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ (3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ร้อยละค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ ทดสอบสมมติฐานโดยใช้สถิติ t - test (One Sample t-test) ผลการวิจัยพบว่า (1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อพัฒนาการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.35/80.33 (2) คะแนนการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยรวมทั้ง 4 ขั้นตอน พบว่าก่อนเรียน นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.20 คิดเป็นร้อยละ 42.6 ของคะแนนเต็ม และคะแนนระหว่างเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.00 คิดเป็นร้อยละ 54.0 ของคะแนนเต็ม และหลังเรียนพบว่านักเรียนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.80 คิดเป็นร้อยละ 77.9 ของคะแนนเต็ม และ (3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณิสา ร้อยกรอง (2562) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัด สุโขทัย จำนวน 49 คน ผลการวิจัยพบว่า แนวทางการจัดเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ควรเน้นให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ บูรณาการความรู้ ทำงานเป็นทีม และลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มต้น จากผู้สอน กำหนดสถานการณ์ปัญหาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ใกล้เคียงนักเรียน และต้องสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ ได้ ส่วนผลการศึกษาค้นคว้าเรื่องวิทยาศาสตร์ด้วยแบบประเมินการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนมีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนในทุกสมรรถนะ โดยก่อนเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 48.57 และหลังเรียนมีคะแนนคิดเป็นร้อยละ 56.73 และจากใบกิจกรรมพบว่านักเรียนมีคะแนนสูงสุดในสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 77.83 รองลงมาเป็นสมรรถนะการประเมินและออกแบบ

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 66.67 คะแนน และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 54.33 ตามลำดับ

2. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Lou et al. (2010) ได้ทำการศึกษาผลกระทบและทัศนคติที่เกิดจากรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน (Problem based Learning) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้สำรวจในโรงเรียนมัธยมปลายหญิงล้วนของประเทศไต้หวันโดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่อาสาทำงานเป็นทีมในหัวข้อเรื่อง solar electric trolley contest จำนวน 40 คนทั้งหมด 18 กลุ่ม จากผลการศึกษาพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์ในการเสริมสร้างนักเรียนให้มีทัศนคติเกี่ยวกับการเรียนรู้สะเต็มศึกษา และการสำรวจทางเลือกอาชีพในอนาคต 2) การเรียนแบบปัญหาเป็นฐานช่วยให้นักเรียนปฏิบัติตามขั้นตอนไปจนเสร็จสิ้นภาระงาน และได้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการจากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 3) นักเรียนไม่เพียงแต่สามารถนำความรู้ทางวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างกระตือรือร้น แต่ยังมีแนวโน้มว่านักเรียนได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างเข้าใจในแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยการจัดการเรียนการสอนแบบปัญหาเป็นฐาน และ 4) การจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานสามารถเพิ่มความสามารถของนักเรียนและให้นักเรียนมีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการและการประยุกต์ใช้ความรู้

Corbett et al. (2013) ได้นำเสนอการจัดการเรียนการสอนโดยใช้ STEM EDA (STEM Explore, Discover, Apply) ในกระบวนการออกแบบวิศวกรรมสำหรับนักเรียนที่เรียน STEM ใน Middle School โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือ นักเรียนในระดับ grade 6 (Explore) grade 7 (Discover) และ grade 8 (Apply) ซึ่งใช้เวลาในการเรียนแต่ละเรื่อง 3 สัปดาห์ ผลการวิจัยพบว่าการใช้ Engineering Design Process โดยใช้ STEM EDA ทำให้นักเรียนได้เกิด การเรียนรู้และแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นระบบ

Wen-Haw Chen (2013) ได้ศึกษาการใช้รูปแบบการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ที่มีต่อการออกแบบอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปกรวย พบว่า รูปแบบการเรียนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (PBL) เป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจากปัญหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถช่วยให้พวกเขารวมความรู้และแนวคิดที่เรียนรู้ก่อนหน้านี้ในห้องเรียน ซึ่งบทความนี้นำเสนอแนวคิดในการเรียนการสอนเรื่อง เรขาคณิต เพื่อบูรณาการแนวคิดของการออกแบบที่สร้างสรรค์ในรูปแบบการเรียนที่มุ่งเน้นปัญหา วิธีการของเราขึ้นอยู่กับการเรียนรู้เนื้อหาภาคตัดกรวย ในกระบวนการเรียนรู้นักเรียนเรียนรู้วิธีการรับรู้ปัญหาที่ครูกำหนด นำความรู้ไปสู่การปฏิบัติ

นอกจากนี้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน นักเรียนได้สร้างสรรค์ทักษะการคิดและทักษะวิชาชีพที่พวกเขาสามารถใช้ในการแก้ปัญหา สถานการณ์จริง นอกจากนี้ต้นแบบแนวคิดทางเรขาคณิตแล้ว นักเรียนจะสร้างสิ่งที่สร้างขึ้นเองด้วยความรู้ทางเรขาคณิตและความร่วมมือของทีม ภายใต้รูปแบบการสอนนี้ จะเพิ่มประสิทธิภาพของการสอนและการเรียนรู้แนวคิดทางเรขาคณิตที่เกี่ยวข้องและทำให้นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุสร้างผลงานขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหา

AIMutairi (2015) ผลของการใช้กลยุทธ์การระดมสมองในการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชายในคูเวต การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กลยุทธ์ระดมสมองเพื่อพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในนักเรียนชายในโรงเรียน Saud Al-Kharji ในคูเวต กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชายจำนวน 98 คน ตัวอย่างถูกแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มทดลองจำนวน 47 คนโดยใช้กลยุทธ์การระดมสมองภายในหลักสูตรพัฒนาทักษะการคิดในปีการศึกษา 2555/2556 และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มควบคุมจำนวน 51 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยนี้เป็นโปรแกรมที่ใช้กลยุทธ์การระดมสมองและแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอริรันซ์ ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือทั้งสอง ผลการวิจัยพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ ($\alpha = 0.05$) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมในคะแนนรวมและคะแนนย่อยของการคิดเชิงสร้างสรรค์ของกลุ่มทดลอง มีประสิทธิผลของการใช้กลยุทธ์การระดมสมองในการพัฒนาทักษะการคิดสร้างสรรค์ที่ดีกว่า ผู้วิจัยแนะนำให้ใช้กลยุทธ์นี้ในโรงเรียนคูเวต

Kowalske (2018) ศึกษาประสบการณ์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ผ่านการจัดการเรียนรู้ที่ยึดการสืบเสาะหาความรู้ ใช้ระเบียบวิธีการการวิจัยเป็นแบบเชิงปฏิบัติการ มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนมัธยมปลาย จำนวนนักเรียน 40 คน แบ่งเป็นนักเรียนชาย 13 คน และนักเรียนหญิง 17 คน อายุตั้งแต่ 12-14 ปี ในวิชาศิลปะภาษา โดยใช้การสัมภาษณ์และการสังเกตผู้สอนตรวจสอบทัศนคติและประสบการณ์ของนักเรียนตลอดหน่วยการเรียนรู้สืบสามสัปดาห์ โดยมุ่งเน้นที่การรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมการเรียนการสอน พบว่าการศึกษานี้มีส่วนช่วยในการวิจัยเกี่ยวกับประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้ที่ยึดการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้ทักษะการแก้ปัญหาที่สำคัญ นักเรียนมุ่งเน้นไปที่การเอาชนะความท้าทาย การรู้วิธีแก้ปัญหาเป็นทักษะที่สำคัญ ที่ช่วยให้นักเรียนนำไปปรับใช้ในชีวิต เพื่อให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาในระดับท้องถิ่นระดับชาติและระดับโลก

Rehmat (2020) ศึกษาวิธีการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับการบูรณาการ STEM พบว่าศตวรรษที่ 21 ต้องคิดหาวิธีที่เป็นนวัตกรรมในการมีส่วนร่วมและเตรียมนักเรียนสำหรับ

ความท้าทายในปัจจุบันและอนาคต ในขณะที่ปลูกฝังความสนใจในหมู่นักเรียนในสาขา STEM การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาต่อความรู้เนื้อหา ของนักเรียนและการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่มีต่อ STEM การศึกษาครั้งนี้ให้การออกแบบตัววัดซ้ำ แบบกึ่งทดลอง เครื่องมือ เช่น การประเมินเนื้อหาของ STEM และการทดสอบการคิดอย่างมี วิจารณญาณที่มีมาตรฐานถูกนำมาใช้สำหรับการรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ดำเนินการโดยใช้การ วัดซ้ำแบบผสมระหว่างการใช้การวิเคราะห์เรื่องความแปรปรวน (ANOVA) ผลการวิจัยพบความแตกต่าง อย่างมีนัยสำคัญ ($p < .05$) ระหว่างการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาและกลุ่มการเรียนรู้แบบดั้งเดิมโดย คำนึงถึงความรู้ด้านเนื้อหาและทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศจะเห็นได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบ ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยให้นักเรียน เกิดการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ส่งเสริมให้นักเรียนแก้ปัญหาต่างๆที่ ละชั้นตอน โดยใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายและมีความเหมาะสมกับสภาพปัญหาที่นักเรียนจะแก้ไข ได้

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย
2. บริบทของการวิจัย
3. รูปแบบการวิจัย
4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
6. การเก็บรวบรวมข้อมูล
7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้เข้าร่วมวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 24 คน ประกอบด้วยนักเรียนหญิงจำนวน 11 คน และนักเรียนชายจำนวน 13 คน

2. บริบทของการวิจัย

สภาพห้องเรียน มีอุปกรณ์ที่ช่วยส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ เช่น คอมพิวเตอร์ ปากกาที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ โทรทัศน์ ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนได้ และบรรยากาศในการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์นั้น นักเรียนส่วนใหญ่ มีแนวความคิดในการตอบคำถามเพียงแนวคำตอบเดียว ทำให้คำตอบที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนนั้นไม่หลากหลาย ส่งผลให้เมื่อนักเรียนนำความรู้ไปใช้สามารถประยุกต์ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ได้เท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงจะจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นการบูรณาการและลงมือปฏิบัติ

3. รูปแบบการวิจัย

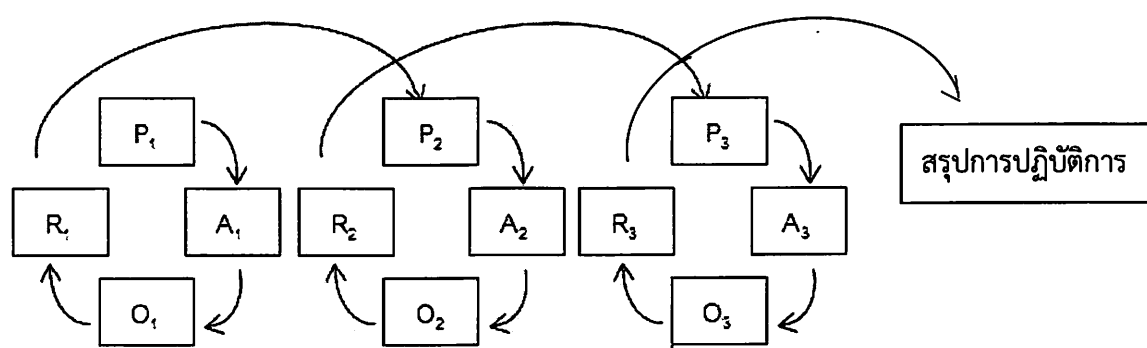
งานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตาม แนวคิดของ Kemmis & McTaggart (2000) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ คือ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติ (Act) ขั้นสังเกต (Observe) และขั้นสะท้อนผล (Reflect) ตามลำดับโดยผู้วิจัยดำเนินการวิจัยทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ เมื่อดำเนินการจัดการเรียนรู้มาถึงขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากขั้นนี้มาสรุปเป็นแนวทางการออกแบบการจัดการเรียนรู้ในชั้น

วางแผนของวงจรปฏิบัติการถัดไปจนครบทั้งหมด 3 วงจรเพื่อพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม



ภาพ 3 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

4. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการวิจัยในแต่ละข้อ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงจุดมุ่งหมายของการวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย
1. เพื่อศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง
	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ตาราง 3 (ต่อ)

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือวิจัย
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหา	แบบประเมินชิ้นงาน
อย่างสร้างสรรค์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของ	ใบกิจกรรม
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์

5. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

1. การศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

1.1.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และหลักการจัดการเรียนรู้ เกี่ยวกับแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1.2 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดที่สอดคล้องต่อการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

1.1.3 กำหนดเนื้อหา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม จำนวน 3 เรื่อง ในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน ได้แก่ เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม และพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

1.1.4 กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาที่เลือกไว้

1.1.5 แบ่งเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม เป็น 3 เรื่อง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 1 แผน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 1 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 1 แผน

แต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ นำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาของ Lou, et al. (2010) ทั้งหมด 6 ขั้นตอน มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมีผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน ในขั้นนี้หากผู้เรียนพบว่าแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก ให้ผู้เรียนลงรายละเอียดของการทำงานให้มากขึ้นว่าส่วนใดที่มีความบกพร่อง เพื่อเป็นแผนฉุกเฉินในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน ในขั้นนี้ผู้เรียนทำการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน และทดสอบแบบจำลองของตนเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้ผู้เรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการฉุกเฉินซึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้าพร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

1.1.6 เลือกสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม จากนั้นวิเคราะห์เนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้ง 3 แผน มีรายละเอียดของการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ดังแสดงในตาราง 4

ตาราง 4 แสดงการบูรณาการเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	ปัญหา	องค์ประกอบของ STEM	จำนวนชั่วโมง
ลักษณะ และมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	- ลักษณะของรูปหลายเหลี่ยม - มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	ต้องออกแบบลวดลายของกระเบื้องที่นำรูปหลายเหลี่ยมมาเรียงต่อกันโดยให้มุมที่จุดยอดรวมเท่ากับ 360 องศา	S : สมบัติทางกายภาพของวัสดุและสถานะของสาร T : การสืบค้น รวบรวมข้อมูลและการเลือกใช้วัสดุ E : กระบวนการออกแบบ M : ลักษณะ และมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม	4
ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม	- ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม	ต้องออกแบบสร้างสิ่งประดิษฐ์จากถุงนมหรือกล่องนมที่มีความยาวรอบรูปที่จำกัดต่อการใช้งาน	S : สมบัติทางกายภาพของวัสดุ T : การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมืออย่างปลอดภัย E : กระบวนการออกแบบ M : ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม	4

ตาราง 4 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	ปัญหา	เนื้อหา STEM	จำนวนชั่วโมง
พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม	ต้องออกแบบที่ดินของลุง หมายตามเกษตรทฤษฎีใหม่	S : โครงสร้างและลักษณะของ สิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต T : การสืบค้นและตัดสินใจเลือก ข้อมูลที่จำเป็น E : กระบวนการออกแบบ M : พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม	4
		รวม		12

1.1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน (ครูประจำการ)

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ดังนี้

- ด้านที่ 1 ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้
- ด้านที่ 2 ด้านสาระการเรียนรู้
- ด้านที่ 3 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
- ด้านที่ 4 ด้านสื่อและแหล่งการเรียนรู้
- ด้านที่ 5 ด้านการวัดผลและประเมินผล

โดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของ Likert ให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด	ให้คะแนน 5 คะแนน
เหมาะสมมาก	ให้คะแนน 4 คะแนน
เหมาะสมปานกลาง	ให้คะแนน 3 คะแนน
เหมาะสมน้อย	ให้คะแนน 2 คะแนน
เหมาะสมน้อยที่สุด	ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละรายการ แล้วนำไปเทียบเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้ (รัตนะ บัวสนธิ, 2556)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม

น้อยที่สุด

เกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการ ประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม พบว่า มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.23 ซึ่งถือว่า แผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความ เหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ข

1.1.8 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็น ต่อไปนี้

1) การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ให้แสดงตัวชี้วัดหรือผลการเรียนรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา ให้ครบทั้งคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม และเลือกตัวชี้วัดที่สอดคล้อง กับกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

2) การจัดกิจกรรมในแผนเป็นการจัดกิจกรรมแบบตอบข้อ 1 ไปข้อ 2 เรื่อยๆ ไม่มีการเชื่อมโยงของกิจกรรม ควรมีการใช้คำถามที่ช่วยชี้แนะเพื่อให้นักเรียนไปถึงหลักการของ STEM นอกจากนี้ปรับแก้สถานการณ์ปัญหาให้สื่อถึงการใช้ความรู้ เรื่องรูปหลายเหลี่ยม และควรเป็น กิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้คิดหลากหลายวิธีเพื่อให้ได้ไปถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์

3) การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการประเมิน เช่น ใบ กิจกรรม ควรเขียนคำถามให้เข้าใจง่าย เน้นความเป็นคณิตศาสตร์ในเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม และควรมี เฉลยของใบกิจกรรม

1.1.9 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ กับนักเรียนต่อไป ดังตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก

1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเก็บ รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยขณะที่ดำเนินกิจกรรม โดยให้ผู้ร่วมสังเกตการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ (Participant as observer) ซึ่งได้แก่ ครูประจำการผู้รับผิดชอบรายวิชา คณิตศาสตร์ และผู้วิจัยจัดบันทึกบรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนในแต่ละวงจรว่าเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมหรือไม่ สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้

หรือไม่อย่างไร และควรแก้ไขหรือปรับปรุงอย่างไรเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน (ครูประจำการ) เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของประเด็นการสังเกตตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

1.2.5 ปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นต่อไปนี้

1) ปรับแก้รูปแบบของแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2) ปรับแก้ประเด็นการเขียนบันทึกในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

1.2.6 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

2.1 แบบประเมินชิ้นงาน

คือ แบบบันทึกคะแนนจากการประเมินชิ้นงานของนักเรียน สำหรับใช้ในการวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนผ่านการสร้างชิ้นงานควบคู่กับการประเมินใบกิจกรรม แบบประเมินชิ้นงานมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ ดังนี้

2.1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินชิ้นงานจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างรายการประเมินของแบบประเมินชิ้นงานเพื่อวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1.2 สร้างแบบประเมินชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นแบบบันทึกคะแนนตามรายการประเมินเป็นรายกลุ่ม โดยผู้วิจัยนำรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนที่ปรับปรุงมาจากเอกสารการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สะเต็มศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ของสถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2557) มีรายการประเมินชิ้นงาน 5 รายการ ได้แก่ ผลงาน ความคิดสร้างสรรค์ การนำเสนอ การใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ และการประยุกต์ใช้ความรู้ แต่ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรายการประเมินชิ้นงานให้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแบบรูบริกแบ่งเป็น 4 ระดับของแต่ละรายการประเมิน ได้แก่ ระดับดีมาก (4 คะแนน) ระดับดี (3 คะแนน) ระดับพอใช้ (2 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (1 คะแนน) ดังแสดงเกณฑ์การให้คะแนนในตาราง 5

ตาราง 5 (ต่อ)

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียน

รายการประเมิน	รายการประเมิน	ระดับ			
		ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
การนำเสนอ	ผลงาน	ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาหรือสนองความต้องการได้ครบถ้วน	ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาหรือสนองความต้องการได้เป็นส่วนใหญ่	ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาหรือสนองความต้องการได้เป็นส่วนน้อย	ออกแบบชิ้นงานได้ไม่สอดคล้องกับปัญหาหรือไม่สนองความต้องการ
	งบประมาณที่ใช้	ใช้งบประมาณน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 1	ใช้งบประมาณน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 2	ใช้งบประมาณน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 3	ใช้งบประมาณน้อยที่สุดเป็นลำดับที่ 4 เป็นต้นไป
หมาย	ความคิดสร้างสรรค์	สามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้แปลกใหม่ 3 แนวทางขึ้นไป และสร้างชิ้นงานตามภาพร่างทั้งขนาดและวัสดุได้ครบถ้วน	สามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้แปลกใหม่ 2 แนวทาง และสร้างชิ้นงานไม่ตรงตามภาพร่างทั้งขนาดและวัสดุบางส่วน	สามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้แปลกใหม่ 1 แนวทาง และสร้างชิ้นงานไม่ตรงตามภาพร่างในส่วนของขนาดหรือวัสดุ	ไม่สามารถคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้แปลกใหม่ และสร้างชิ้นงานไม่ตรงตามภาพร่าง
	การบูรณาการความรู้	สามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้องครบทั้ง 4 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 2-3 ด้าน	สามารถอธิบายความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ที่นำมาใช้ในการออกแบบผลงานได้ชัดเจนและถูกต้อง 1 ด้าน	ไม่สามารถอธิบายความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบผลงานได้

ตาราง 5 (ต่อ)

รายการ ประเมิน	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
การนำเสนอ	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ	นำเสนอผลงานได้น่าสนใจ แต่	นำเสนอผลงานได้ไม่
	อธิบายขั้นตอนการออกแบบ	อธิบายขั้นตอนการออกแบบ	อธิบายขั้นตอนการออกแบบ	น่าสนใจ รวมทั้งอธิบาย
	ชิ้นงานที่เข้าใจง่าย และตอบ	ชิ้นงานที่เข้าใจง่าย แต่ตอบ	ชิ้นงานที่เข้าใจยาก และอาจตอบ	ขั้นตอนการออกแบบชิ้นงาน
	คำถามชัดเจน	คำถามไม่ชัดเจน	คำถามชัดเจนหรือไม่ชัดเจน	ที่เข้าใจยาก และตอบคำถาม ไม่ชัดเจน

หมายเหตุ: ปรับปรุงจากสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2557

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างรายการประเมินชิ้นงานและองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 ความสัมพันธ์ระหว่างรายการประเมินชิ้นงานและองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

รายการประเมินชิ้นงาน	องค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ผลงาน	การทำความเข้าใจปัญหา
งบประมาณที่ใช้	-
ความคิดสร้างสรรค์	การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา
การบูรณาการความรู้	การทำความเข้าใจปัญหา การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการปฏิบัติ
การนำเสนอ	การวางแผนการปฏิบัติ

2.1.3 นำแบบประเมินชิ้นงานไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากชิ้นงานที่กลุ่มนักเรียนสร้างขึ้น โดยพิจารณาจากรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้าน

2.2 ไบกิจกรรม

ไบกิจกรรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อให้ประกอบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละไบกิจกรรมมีขั้นตอนการสร้าง ดังต่อไปนี้

2.1.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างไบกิจกรรม

2.1.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความสามารถในการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2.1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

2.1.4 ศึกษาเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

2.1.5 กำหนดขอบข่ายของการบันทึกข้อมูลของนักเรียน

2.1.6 สร้างใบกิจกรรมของนักเรียนที่สอดคล้องกับการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และความสามารถในการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้แสดงเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูปกริกจำแนกตามระดับคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน 4 ระดับ ที่ปรับปรุงจากงานวิจัยของนาฏนลิน ภูลสวัสดิ์ (2562) ดังแสดงเกณฑ์การให้คะแนนในตาราง 7

ตาราง 7 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

องค์ประกอบ ในการวัด	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
การทำความเข้าใจปัญหา	ปัญหาที่ระบุตรงประเด็นและมี ความสำคัญได้ ตั้งแต่ 3 ประเด็นขึ้นไป	ปัญหาที่ระบุตรงประเด็นและมี ความสำคัญได้ 2 ประเด็น	ปัญหาที่ระบุตรงประเด็นและมี ความสำคัญได้ 1 ประเด็น	ปัญหาที่ระบุ ไม่ตรงประเด็น หรือไม่ตอบ
การสร้าง แนวทางหรือ วิธีการ แก้ปัญหา	นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา กับสภาพปัญหา ได้ ตั้งแต่ 3 วิธีการขึ้นไป	นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา สอดคล้องกับ สภาพปัญหา ได้ 2 วิธีการ	นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา สอดคล้องกับ สภาพปัญหา ได้ 1 วิธีการ	ไม่นำเสนอ วิธีการ แก้ปัญหาที่ สอดคล้องกับ สภาพปัญหา
การเตรียม ความพร้อม เพื่อดำเนินการ	ระบุวิธีแก้ปัญหาที่ ตนเอง ให้เหตุผล ประกอบอย่าง เหมาะสม พิจารณา ถึงความเป็นไปได้ ในทางปฏิบัติ	ระบุวิธีแก้ปัญหาที่ ตนเองเลือก และ ให้เหตุผล ประกอบ	ระบุวิธีแก้ปัญหาที่ ตนเองเลือก และ ไม่ให้เหตุผล ประกอบ	ไม่สามารถ ตัดสินใจเลือก วิธีการ แก้ปัญหาได้

ตาราง 7 (ต่อ)

องค์ประกอบ ในการวัด	ระดับ			
	ดีมาก (4 คะแนน)	ดี (3 คะแนน)	พอใช้ (2 คะแนน)	ควรปรับปรุง (1 คะแนน)
การวางแผน	แสดงขั้นตอนการ	แสดงขั้นตอนการ	แสดงขั้นตอน	ไม่แสดง
การปฏิบัติ	แก้ปัญหาได้อย่าง ละเอียด ถูกต้อง	แก้ปัญหาได้อย่าง ชัดเจนถูกต้อง	การแก้ปัญหา แต่ยังไม่ดี	ขั้นตอนการ แก้ปัญหา
	ครบถ้วน และมี ความเหมาะสม	บางส่วน แต่ไม่มี ความเหมาะสมใน	ความชัดเจน และไม่ถูกต้อง	
	เป็นไปได้ในการ ปฏิบัติจริง	การปฏิบัติจริง		

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

ค่าเฉลี่ย	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์
3.50-4.00	ดีมาก
2.50-3.49	ดี
1.50-2.49	พอใช้
1.00-1.49	ปรับปรุง

หมายเหตุ: ปรับปรุงเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การประเมินของ นางนลิน ภูลสวัสดิ์, 2562

2.1.7 นำใบกิจกรรมของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน (ครูประจำการ)

2.1.8 ปรับปรุงแก้ไขใบกิจกรรมของนักเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นต่อไปนี้

- 1) ปรับแก้ข้อคำถามให้เอื้อต่อการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
- 2) ปรับแก้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและเชื่อมโยงกับเนื้อหาหลากหลายเหลี่ยม

2.1.9 จัดทำใบกิจกรรมของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ และนำไปกิจกรรมไปใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการเขียนตอบของกลุ่มนักเรียนขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์

คือ แบบทดสอบที่ใช้วัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 3 สถานการณ์ ในแต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม 5 ข้อ รวมทั้งหมด 15 ข้อ ที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้นักเรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นให้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และมีการสร้างแบบทดสอบ ดังนี้

2.2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ที่สอดคล้องกับวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

2.2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนดแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบทดสอบ

2.2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม โดยใช้เกณฑ์การประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนเช่นเดียวกับใบกิจกรรม

2.2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์) ผู้เชี่ยวชาญด้านด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน (อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์) และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน จำนวน 1 ท่าน (ครูประจำการ) เพื่อประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index

of Congruence: IOC) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญที่มีต่อข้อคำถามแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (ไพศาล วรคำ, 2552)

คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

พิจารณาข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.6 ขึ้นไป มาสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จำนวน 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีข้อคำถาม 5 ข้อ โดยผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบแสดงในภาคผนวก ค

2.2.5 ปรับปรุงแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ในประเด็นต่อไปนี้

1) ปรับแก้ข้อคำถามให้เอื้อต่อการแสดงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2) ปรับแก้สถานการณ์ปัญหาที่น่าสนใจและเชื่อมโยงกับเนื้อหารูปหลายเหลี่ยมที่นักเรียนได้ทำกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้

3) ปรับแก้รูปภาพประกอบที่ใช้ในสถานการณ์ให้มีความชัดเจนและสอดคล้องกับสถานการณ์

2.2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ไปใช้วิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากการเขียนตอบและการแสดงวิธีคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ประชุมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ตามชั่วโมงปกติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3. ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาและเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมที่ผู้วิจัยกำหนด ในขณะที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์จะสังเกตและจดบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

4. เมื่อนักเรียนสร้างชิ้นงานและนำเสนอชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้จะให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียนแต่ละกลุ่มลงในแบบประเมินชิ้นงาน

5. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

6. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้เวลาในการทดสอบ 1 ชั่วโมง

7. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การศึกษาแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพและเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้วิจัย ผู้มาสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้งเมื่อดำเนินการจัดการเรียนครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1.1 เริ่มอ่านเนื้อหาจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

1.2 จัดกลุ่มข้อความจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้ง 6 ขั้นตอน และวิเคราะห์แยกข้อความในแต่ละขั้น ออกเป็นข้อดีและข้อควรปรับปรุง จากนั้นจับประเด็นสำคัญของประโยค พร้อมใส่รหัสข้อมูลโดยใช้วลีสั้นๆ เช่น การควบคุมชั้นเรียน สื่อการเรียนรู้ แหล่งการเรียนรู้ วัสดุอุปกรณ์ และคำถามของผู้วิจัย เป็นต้น

1.3 จัดกลุ่มข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันเข้าด้วยกัน โดยใส่แหล่งที่มาของข้อมูลว่ามาจากเครื่องมือใด พร้อมกับลงวัน เวลา และสถานที่ประกอบข้อมูลนั้นๆ

1.4 ผู้วิจัยนำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากตัวผู้วิจัย และผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ มาดำเนินการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) โดยการให้แหล่งข้อมูลมากกว่า 1 แหล่ง (Resource Triangulation) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) เพื่อนำข้อมูล

มาวิเคราะห์และพิจารณาผลการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ว่าให้ข้อมูลในประเด็นที่สอดคล้อง และเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

2. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ซึ่งเป็นข้อมูลที่จากผู้เข้าร่วมวิจัย โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามชนิดของเครื่องมือในการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

2.1 ข้อมูลที่ได้จากแบบประเมิน โดยวิเคราะห์ตามเกณฑ์รายด้านของการประเมิน ชิ้นงานตามแต่ละวงจรปฏิบัติการ

2.2 ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม สำหรับวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยเก็บข้อมูลจากการให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมดังกล่าวในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.2.1 ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนในแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้

2.2.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการจัดกลุ่มคำตอบและวิธีคิดที่หลากหลายของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง (ตาราง 8) ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยนับจำนวนกลุ่มนักเรียนและเปรียบเทียบค่าเป็นร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ พร้อมทั้งยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละการประเมิน

2.3 ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยผู้วิจัยเก็บข้อมูลเมื่อเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ มีขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

2.3.1 ผู้วิจัยทำการตรวจคำตอบและวิธีคิดของนักเรียนในแต่ละข้อตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ได้กำหนดไว้

2.3.2 ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในการจัดกลุ่มคำตอบและวิธีคิดที่หลากหลายของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ดีมาก ดี พอใช้ และปรับปรุง (ตาราง 8) ในแต่ละสถานการณ์ในแบบทดสอบ โดยนับจำนวนนักเรียนและเปรียบเทียบค่าเป็นร้อยละของนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ พร้อมทั้งยกตัวอย่างคำตอบของนักเรียนในแต่ละการประเมิน

เมื่อดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินชิ้นงาน ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นผู้วิจัยจึงตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการสามเส้า (Triangulation) แบบใช้เครื่องมือวิจัยมากกว่าหนึ่งชนิด (Methodological Triangulation) (สุวิมล ว่องวานิช, 2557) เพื่อทำการวิเคราะห์และพิจารณาผลสรุป

การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ อย่างไร

บทที่ 4 ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ตอนที่ 1 แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมทั้งหมด 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง สำหรับแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1 เรื่อง ลักษณะมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม

1. ขั้นวางแผน (Plan)

1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรของโรงเรียน ในช่วงกลางภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 รายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ประกอบด้วย 3 บทเรียนย่อย ได้แก่ ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม จำนวน 12 ชั่วโมง ดังนี้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะ มุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลาย

เหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม จำนวน 4 ชั่วโมง ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมตามการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนดูเงิน

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ออกแบบลายกระเบื้อง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบลายของกระเบื้อง เพื่อแก้ปัญหาลายกระเบื้องที่มีลักษณะไม่หลากหลาย และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับบทบาทเป็นนักออกแบบภายใน จะต้องร่วมกันออกแบบลายของกระเบื้องเพื่อแก้ปัญหา

ให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดให้ โดยนักเรียนจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม พร้อมทั้งสร้างออกมาเป็นชิ้นงานที่สวยงาม

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เบาะรองนั่งรักขโลก เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบเบาะรองนั่งจากถุงนมหรือกล่องนม เพื่อแก้ปัญหาขยะ (ถุงนม/กล่องนม) ที่เกิดขึ้นในโรงเรียนที่มีจำนวนมาก แต่ถูกทำลายไปอย่าเปล่าประโยชน์ โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มรับบทบาทเป็นนักออกแบบผลิตภัณฑ์ของชุมชนที่จะต้องร่วมกันออกแบบเบาะรองนั่งให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนดซึ่งนักเรียนจะต้องประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม พร้อมทั้งประดิษฐ์ออกมาเป็นชิ้นงานที่สวยงาม

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่สร้างสุข เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันออกแบบที่ดินว่างเปล่าที่มีลักษณะเป็นรูปหกเหลี่ยม เพื่อแก้ปัญหาการแบ่งพื้นที่ออกเป็นสวนต่างๆตาม เกษตรทฤษฎีใหม่ ดังนั้นกลุ่มของนักเรียนในฐานะรับบทบาทเป็นเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอ จะต้องร่วมกันออกแบบที่ดินดังกล่าวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้ความรู้เรื่อง การหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ในการจัดสรรพื้นที่ออกเป็น 4 ส่วน พร้อมทั้งสร้างโมเดลออกมาเป็นชิ้นงานที่สวยงาม

1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยจัดเตรียมเอกสารโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ใบความรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และแบบประเมินชิ้นงานพร้อมเกณฑ์การประเมิน ส่วนที่ 2 สำหรับผู้ร่วมสังเกต ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 สำหรับนักเรียน ประกอบด้วย ใบกิจกรรม ใบความรู้และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

1.3 การเตรียมอุปกรณ์

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ดังนั้นผู้วิจัยจึงจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำคัญพื้นฐาน ได้แก่ ไม้บรรทัด ไม้ค้ำวงกลม เทปกาว คัตเตอร์ กรรไกร และอุปกรณ์อื่นๆที่กลุ่มของนักเรียนจะต้องเลือกซื้อรายการวัสดุอุปกรณ์เพิ่มเติมในชั้นที่ 3 ชั้นวางแผน

1.4 การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

ในชั้นที่ 1 ชั้นยืนยันปัญหา ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จะมีการเปิดคลิปสถานการณ์ให้นักเรียนได้ดู นักเรียนจะได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้บนโต๊ะเรียนที่จัดเรียงตามปกติ และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมมาถึงชั้นที่ 2 ชั้นชี้แจงปัญหา จะเป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม 6 คน ซึ่งจะให้ นักเรียนจับกลุ่มแล้วนั่งประจำโต๊ะเรียนกลุ่มละ 1 โต๊ะ เพื่อดำเนินกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ จนกระทั่งดำเนินมาถึงในขั้นการปรับปรุงแผน นักเรียนต้องใช้พื้นที่ในการออกแบบและประดิษฐ์ชิ้นงาน จึงจัดเรียงโต๊ะทั้งหมดไว้ท้ายห้องเรียน และในช่วงท้ายกิจกรรม จัดโต๊ะเข้าที่ตามห้องเรียนปกติ

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ชั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง ออกแบบลายกระเบื้อง จะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยชั้นการจัดการเรียนรู้ 6 ชั้น มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ชั้นการยืนยันปัญหา

หลังจากที่ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมแล้ว ผู้วิจัยได้ชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ หลังจากนั้นให้นักเรียนดูคลิป VDO สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับลวดลายของกระเบื้อง ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับปัญหาและความสำคัญของปัญหา หลังจากนั้นให้นักเรียนจับกลุ่มกลุ่มละ 6 คน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำ

ความเข้าใจปัญหา ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์คืออะไร โดยแต่ละกลุ่มบันทึกลงในใบกิจกรรม

2.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

นักเรียนร่วมกันอภิปรายและวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาเพื่อหาสาเหตุของปัญหา และสรุปปัญหาของสถานการณ์ของแต่ละกลุ่ม นำเสนอหน้าชั้นเรียน จากนั้นแต่ละกลุ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ออกแบบลายกระเบื้อง โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา เพื่อนำไปค้นหาข้อมูลสำหรับแก้ปัญหา เมื่อตั้งคำถามแล้วแต่ละกลุ่มค้นหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อตอบคำถามที่กลุ่มตัวเองได้ตั้งไว้ เช่น ใบความรู้ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น บันทึกลงในใบกิจกรรม ในส่วนนี้จะมีการให้นักเรียนสำรวจเกี่ยวกับผลรวมของมุมภายในและขนาดของมุมภายในแต่ละมุมของรูปหลายเหลี่ยมเพื่อใช้ในการวางแผนขั้นต่อไป

2.3 ขั้นการวางแผน

ผู้วิจัยแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน ผู้วิจัยเน้นย้ำกับนักเรียนว่าต้องใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา โดยเฉพาะใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยม มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเบาะรองนั่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยแสดงเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้นักเรียนทราบ โดยมีรายการประเมิน 5 รายการ ได้แก่ ผลงาน งบประมาณที่ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ และการนำเสนอ คะแนนเต็มรายการละ 4 คะแนน รวมทั้งหมด 20 คะแนน พร้อมผู้วิจัยแจกเกณฑ์การประเมินให้แต่ละกลุ่มด้วย ทั้งนี้ผู้วิจัยมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบลายกระเบื้อง โดยเน้นย้ำกับนักเรียนว่าการออกแบบชิ้นงานต้องใช้ความรู้เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม แลเตรียมวางแผนเลือกใช้อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน

2.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

ผู้วิจัยให้นักเรียนวางแผนสำรองหากว่าแผนที่นักเรียนวางไว้ในขั้นที่ 3 นั้นไม่สามารถทำตามแผนที่วางไว้ได้ หรือมีอุปสรรคเกิดขึ้น โดยระบุแผนสำรองลงในใบกิจกรรม

2.5 ขั้นปรับปรุงแผน

นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกซื้อวัสดุสำหรับประดิษฐ์ชิ้นงานของกลุ่มตนเองในงบ 100 บาท โดยบันทึกลงในสั่งซื้อสินค้า จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างลายของกระเบื้องตามที่ออกแบบไว้ และแต่ละกลุ่มตรวจสอบว่าลายกระเบื้องของกลุ่มตัวเองเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามต้องการ นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับ

2.6 ขั้นประเมิน

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานการออกแบบของกลุ่มตนเอง โดยมีครูและตัวแทนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันถามคำถามเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน

ประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรม สุดท้ายของการจัดกิจกรรมร่วมกัน สรุปความรู้ที่ใช้ในการทำกิจกรรมออกแบบลายของกระเบื้อง

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้

3.1 สภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ รวมถึงพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยจำแนกตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ขั้นการยืนยันปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนขณะศึกษาข้อมูลในใบกิจกรรม "ออกแบบลายกระเบื้อง" พบว่า นักเรียนบางกลุ่มมอบหมายให้ตัวแทนเพียงคนเดียวอ่านข้อมูลทั้งหมดให้สมาชิกในกลุ่มฟัง และนักเรียนบางกลุ่มใช้การแบ่งเนื้อหาและผลัดเปลี่ยนกันอ่านให้สมาชิกในกลุ่มทั้ง 6 คนฟัง หลังจากนั้นจึงช่วยกันเขียนบันทึกข้อมูลที่ได้จากการอ่านสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวลงในใบกิจกรรมออกแบบลายกระเบื้อง ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงการศึกษาปัญหาการออกแบบลายกระเบื้องของกลุ่มนักเรียน

จากภาพ 4 กิจกรรมขณะที่ตัวแทนนักเรียนกำลังอ่านข้อมูลสถานการณ์ปัญหาให้สมาชิกในกลุ่มฟัง และมีนักเรียนคนหนึ่งเป็นผู้จดบันทึกข้อมูลสำคัญ แสดงให้เห็นถึงความ

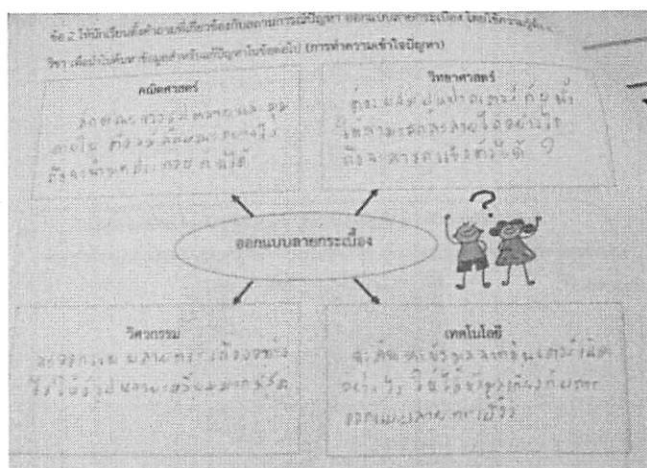
ตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมของนักเรียน แต่จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมในชั้นตอนนี้ มีความเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกต ว่า

“...นักเรียนทุกกลุ่มไม่เข้าใจวิธีการตอบในใบกิจกรรม ทำให้การสอนในชั้นนี้ เกิดการสะดุด ไม่ต่อเนื่อง...”

ซึ่งเป็นข้อมูลที่ประกอบด้วยคำพูด ความคิด ความรู้สึก รวมถึงสภาพปัญหา ความต้องการ และความเข้าใจปัญหาในเชิงลึก เนื่องจากผู้วิจัยอธิบายตัวอย่างการเขียนตอบที่ไม่ ชัดเจนเพียงพอ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอธิบายให้นักเรียนฟังโดยพร้อมเพียงกันอีกครั้งและอนุญาตให้ซักถาม ได้หากมีข้อมูลใดที่ยังไม่เข้าใจ

3.1.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายกลุ่มเพื่อหาสาเหตุของปัญหาและตั้ง คำถามโดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่ต้องการ แก้ไขจากการอ่านสถานการณ์ โดยผู้วิจัยได้จัดเตรียมเครื่องเขียนและใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกกลุ่ม จากการสังเกตการเขียนของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว พบว่านักเรียนสามารถเขียนสาเหตุของปัญหาและ ตั้งคำถามแสดงประเด็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบจากสถานการณ์ยังไม่ครบถ้วนเท่าที่ควร ดังแสดง ในภาพ 5



ภาพ 5 แสดงการตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา ของกลุ่มนักเรียน

จากภาพ 5 เป็นตัวอย่างการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มหาคำตอบจากคำถามที่กลุ่มได้ตั้งไว้ โดยการสืบค้นหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ ต่างๆ โดยทุกกลุ่มหาข้อมูลโดยใช้โทรศัพท์ในการสืบค้นหาคำตอบและข้อมูล และศึกษาความรู้

เพิ่มเติมจากใบความรู้ ซึ่งทำให้เห็นถึงความตั้งใจของนักเรียนในการหาแนวคิดการออกแบบลายกระเบื้องด้วยวิธีการต่างๆ โดยผู้วิจัยเน้นย้ำกับนักเรียนว่าต้องใช้ความรู้เรื่อง ลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมมาใช้ในการแก้ปัญหา เพื่อออกแบบลายกระเบื้องที่ใช้รูปหลายเหลี่ยมมาเรียงชิดต่อกันโดยไม่เกิดช่องว่าง

เมื่อกลุ่มนักเรียนหาข้อมูลได้หลากหลายแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนจดบันทึกความรู้ลงในใบกิจกรรม เพื่อนำไปใช้ในขั้นต่อไป จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้พบว่า นักเรียนตั้งคำถามแสดงประเด็นปัญหายังไม่ครบถ้วนครอบคลุมเท่าที่ควร และนักเรียนแต่ละกลุ่มไม่มีการแบ่งหน้าที่ในการหาข้อมูล จึงทำให้กิจกรรมในช่วงนี้ใช้เวลานานพอสมควร ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

3.1.3 ขั้นการวางแผน

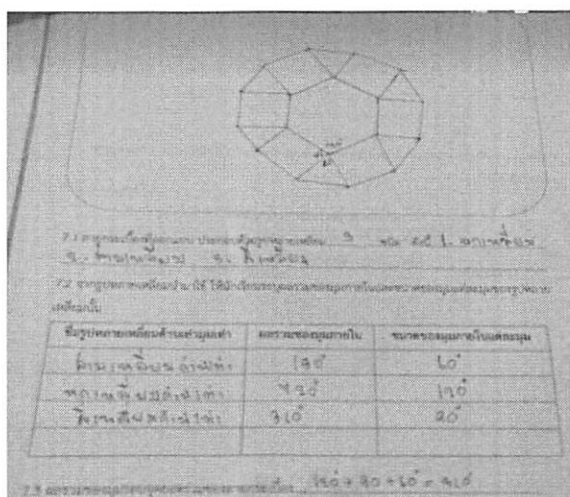
นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทราบว่า อุปกรณ์สำหรับใช้ในการออกแบบและประดิษฐ์แบบจำลองของกระเบื้องที่จะได้รับ คือ ไม้บรรทัด ไม้ครีวงกลม เทปขาว คัตเตอร์ และกรรไกร เป็นอุปกรณ์พื้นฐาน และมีอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่นักเรียนต้องใช้เงินซื้อ คือ รูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยม รูปเจ็ดเหลี่ยม รูปแปดเหลี่ยม รูปเก้าเหลี่ยม รูปสิบเหลี่ยม รูปสิบเอ็ดเหลี่ยม รูปสิบสองเหลี่ยม ปูนพลาสติก แม่พิมพ์รูปหลายเหลี่ยมชนิดต่างๆ สีสผสมอาหาร เป็นต้น เมื่อนักเรียนทราบอุปกรณ์แล้ว ผู้วิจัยแจกรายการประเมินและเกณฑ์การประเมินให้กลุ่มนักเรียน แต่จากการวิเคราะห์กิจกรรมปัญหาที่พบมีความคิดเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกต คือ

"...นักเรียนสามกลุ่มไม่สนใจศึกษารายการประเมินและเกณฑ์การประเมิน ทำให้ไม่สามารถตอบคำถามของครูได้ว่าเวลาออกแบบและสร้างชิ้นงาน จะต้องดูจากองค์ประกอบใดบ้าง ..."

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงอธิบายเกณฑ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่มฟังอีกครั้งและเน้นย้ำว่าต้องสร้างชิ้นงานให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อแต่ละกลุ่มทราบเกณฑ์การประเมินแล้ว ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองและแลกเปลี่ยนแนวคิดเกี่ยวกับแนวทางการออกแบบลายกระเบื้องโดยใช้รูปเรขาคณิตมาเรียงต่อโดยไม่เกิดช่องว่าง และผลรวมของจุดยอดรวมแต่ละจุดต้องรวมกันได้ 360 องศา ซึ่งทุกกลุ่มจะหาขนาดของมุมภายในแต่ละมุมของรูปหลายเหลี่ยมก่อน จากนั้นนำขนาดของมุมภายในแต่ละมุมของรูปหลายเหลี่ยมต่างชนิดกันมารวมกันให้ได้ 360 องศา ซึ่งจากการสังเกตเห็นถึงความพยายามและความตั้งใจของนักเรียนในการช่วยกันหาแนวทางการแก้ปัญหา จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้ พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มจะคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาเพียงแนวทางเดียว เนื่องจากนักเรียนคิดว่าเป็นแนวคิดที่ดีที่สุดของกลุ่มตนเอง

แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาอื่นอีก ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

ในกิจกรรมช่วงท้ายของขั้นตอนการวางแผนนี้ นักเรียนทุกกลุ่มจะช่วยกันออกแบบลายของกระเบื้องตามแนวทางการแก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในภาพ 6



ภาพ 6 แสดงการออกแบบลายของกระเบื้องของกลุ่มนักเรียน

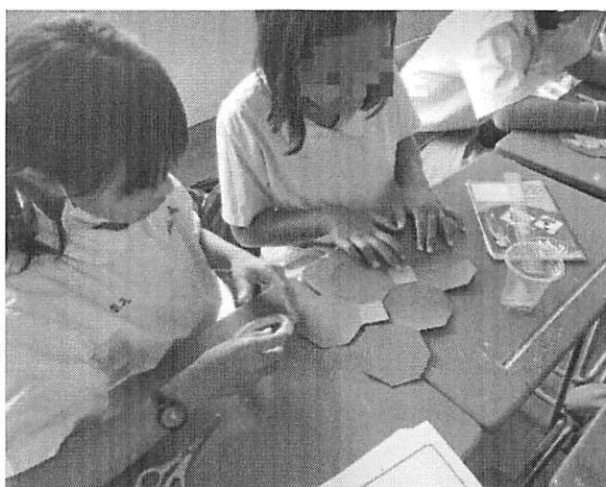
3.1.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มได้แนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยตั้งคำถามให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดการณ์ว่า การทำงานตามขั้นตอนที่ได้วางไว้นั้น อาจเกิดปัญหาหรืออุปสรรคระหว่างการทำงานได้ จึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนสำรอง หากเกิดปัญหาหรืออุปสรรคระหว่างออกแบบลายกระเบื้อง โดยมีสองกลุ่มคาดการณ์ปัญหาที่จะเกิดเหมือนกัน คือ การคำนวณขนาดของผลรวมของมุมที่จุดยอดรวมให้ได้ 360 องศา อาจมีการคำนวณหาขนาดของมุมที่ผิด และนักเรียนอีกสองกลุ่มคาดการณ์ปัญหาที่จะเกิด คือ อัตราส่วนของน้ำกับปูนพลาสติกที่จะผสมกัน อาจไม่เหมาะสมทำให้ส่วนผสมนั้นมีความเหลวเกินไปได้

3.1.5 ขั้นการปรับปรุงแผน

นักเรียนทุกกลุ่มจะได้รับใบสั่งซื้อสินค้าเพื่อเขียนรายการวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างชิ้นงานในการออกแบบลายกระเบื้อง เมื่อแต่ละกลุ่มเขียนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะเปิดร้านเพื่อให้นักเรียนมาซื้อสินค้าตามใบสั่งซื้อ เมื่อทุกกลุ่มได้รับอุปกรณ์และตรวจสอบรายการอุปกรณ์

เรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มจึงเริ่มลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำภาพระหว่างการสร้างชิ้นงานของนักเรียนมาแสดงให้ดู ดังภาพ 7 และ 8 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพ 7 แสดงการวางรูปหลายเหลี่ยมให้มาเรียงชิดต่อกันโดยไม่เกิดช่องว่าง



ภาพ 8 นักเรียนช่วยกันนำรูปหลายเหลี่ยมมาติดกันเพื่อสร้างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง

3.1.6 ชั้นประเมิน

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานการออกแบบลายกระเบื้องของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยและตัวแทนนักเรียนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกเทปการจัดการเรียนรู้ขณะที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของกลุ่ม 1 ดังนี้

ผู้วิจัย : ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไรหรือคะ

นักเรียน : พิมรี่พายไม่ชอบลายกระเบื้องที่นำรูปสี่เหลี่ยมมาเรียงต่อกันคะ มันไม่สวยงาม

คะครู

ผู้วิจัย : แล้วกลุ่มหนูใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมมาช่วยแก้ปัญหาได้อย่างไรคะ

นักเรียน : กลุ่มหนูของหามุมแต่ละมุมของพวกรูปสามเหลี่ยม สี่เหลี่ยมก่อนแล้วเอาขนาด

มุมแต่ละมุมมาบวกกันให้ได้ 360 องศาคะ

นักเรียน : (ยกมือถามคำถาม) กลุ่มของนักเรียน 1 ใช้รูปอะไรบ้างหรือในการออกแบบลาย

กระเบื้อง

นักเรียน : กลุ่มเขาก็ใช้รูปแปดเหลี่ยม 2 รูป และรูปสามเหลี่ยม 1 รูปมาวางต่อกันได้อย่าง

ที่เห็นกันเลย

นักเรียน : (ยกมือถามคำถาม) แล้วรูปแปดเหลี่ยม และรูปสามเหลี่ยม มีขนาดมุมแต่ละ

มุมเท่าไรหรือ

นักเรียน : ก็รูปแปดเหลี่ยมมีมุมขนาด 150 องศา ส่วนรูปสามเหลี่ยมมีขนาดมุม 60 องศา

(ระหว่างอธิบายชี้มุมให้เพื่อน ๆ ดู)

ผู้วิจัย : ถ้าเติม 20 คะแนน แต่ละคนจะให้เพื่อนเท่าไรคะ แล้วหักคะแนนส่วนไหนบอก

เพื่อนด้วยนะคะ

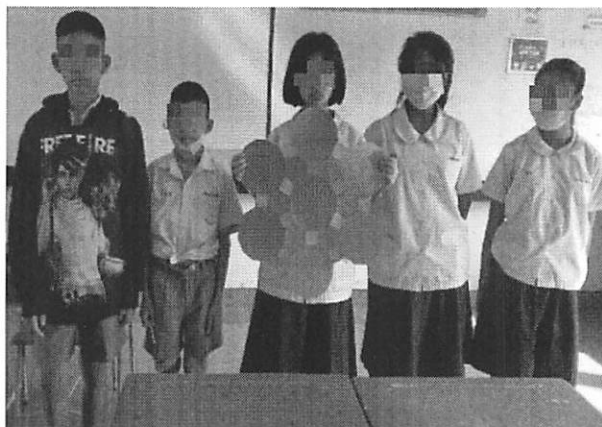
นักเรียน : ให้ 17 ครั้ง พวกผมหักคะแนนที่เขาอธิบายรูปร่างผิดตอนแรกครับ

นักเรียน : ให้ 19 คะแนน หัก 1 คะแนนเพราะติดรูปเบี้ยวคะ

(นักเรียนกลุ่ม 1, เทปบันทึกการเรียนรู้อู๋, 8 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 9 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง ของนักเรียนกลุ่ม 1



ภาพ 10 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน ออกแบบลายกระเบื้อง ของนักเรียนกลุ่ม 2

จากการวิเคราะห์กิจกรรมในขั้นนี้มีความคิดเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกตที่ว่า
 "...นักเรียนมีการตั้งคำถามที่ดีในการถาม แต่การให้คะแนนนักเรียนจะให้
 คะแนนเพื่อนของตนเองมากกว่ากลุ่มที่เหลือ..." ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อ
 ปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วม
 วิจัย (ครูประจำการ) และใบกิจกรรมที่รวบรวมได้ในขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ มาทำการวิเคราะห์เพื่อ
 หาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งผลการสะท้อนสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการ
 ปรับปรุงแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 ขั้น การยืนยัน ปัญหา	นักเรียนบางกลุ่มยังไม่สนใจใน การทำกิจกรรมการเรียนรู้ช่วง เริ่มต้น	ผู้วิจัยควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยการเตรียมสื่อการเรียนรู้ เช่น ภาพ ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานที่มีความ สวยงาม รวมถึงสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็น ต้น
	นักเรียนไม่เข้าใจการเขียนตอบ ในใบกิจกรรม ออกแบบลาย กระเบื้อง	ผู้วิจัยควรชี้แจงและอธิบายการเขียนตอบ ใบกิจกรรม ออกแบบลายกระเบื้อง ให้ นักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจรูปแบบการเขียนก่อน
ขั้นที่ 2 ขั้น การชี้แจง ปัญหา	นักเรียนตั้งคำถามแสดงประเด็น ปัญหายังไม่ครบถ้วนครอบคลุม ปัญหาที่เกิดขึ้นในสถานการณ์ เท่าที่ควร	ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์ อีกครั้งว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากอะไร จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยน คำถามที่แต่ละกลุ่มตั้งในแต่ละประเด็น เพื่อ เป็นแนวทางและขยายความรู้ในการตั้ง คำถามของกลุ่มอื่นๆ
	นักเรียนไม่สามารถระบุความรู้ที่ เกี่ยวข้องกับวิชาวิทยาศาสตร์ และวิศวกรรมได้	ผู้วิจัยแนะนำ ยกตัวอย่าง ใช้คำถามเพื่อให้ นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เคยได้เรียนมาใน ระดับชั้น ป.4-6 ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ ปัญหา
	นักเรียนไม่มีการแบ่งหน้าที่ใน การหาข้อมูล จึงทำให้กิจกรรม ในช่วงนี้ใช้เวลานานพอสมควร	ผู้วิจัยชี้แนะให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการหา ข้อมูลตาม 4 วิชาที่นักเรียนได้ตั้งคำถามไว้ เพื่อความรวดเร็วในการหาคำตอบ

ตาราง 9 (ต่อ)

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 3 ขั้น การวางแผน	นักเรียนไม่สนใจศึกษารายการ ประเมินและเกณฑ์การประเมิน ชิ้นงาน ตนเองแล้ว จึงไม่ จำเป็นต้องหาแนวทางการ แก้ปัญหาอื่นอีก	ผู้วิจัยอธิบายเกณฑ์ให้กับนักเรียนทุกกลุ่ม ฟังอย่างละเอียดและเน้นย้ำว่าต้องสร้าง ชิ้นงานให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ของมุม รวมกันได้ 360 องศา แล้วสำรวจจากรูปหลาย เหลี่ยมแบบใดบ้างที่สามารถนำมาเรียงต่อ กันได้ แล้วเกิดเป็นลวดลายที่สวยงาม
ขั้นที่ 4 ขั้น การวางแผน ฉุกเฉิน	นักเรียนมีการคาดการณ์ปัญหา ที่พบลักษณะคล้ายๆกัน	ผู้วิจัยชี้แนะและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียน มองปัญหาที่จะเกิดขึ้นในหลายๆมุมมอง พร้อมให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหา เพิ่มเติม ถ้าเกิดปัญหานั้นขึ้นจริงๆ
ขั้นที่ 5 ขั้นการ ปรับปรุงแผน	นักเรียนทุกกลุ่มทำชิ้นงานไม่ เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากไม่มีการแบ่งหน้าที่กัน อย่างชัดเจน	ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ของทุกคนใน กลุ่มว่าใครทำอะไรส่วนไหนบ้าง เช่น ซื่อ อุปกรณ์ ตัดรูปหลายเหลี่ยมแต่ละชนิด และ การนำรูปหลายเหลี่ยมมาเรียงต่อกัน เป็น ต้น
ขั้นที่ 6 ขั้น การประเมิน	ตัวแทนของกลุ่มอื่นๆที่ถาม คำถามกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอ มุ่งเน้นที่ความสวยงามเป็นหลัก ไม่เป็นไปตามเกณฑ์การให้ คะแนนชิ้นงานที่กำหนดไว้	ผู้วิจัยควรทบทวนรายการประเมินและ เกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแก่ตัวแทนกลุ่ม ที่จะถามคำถามเพื่อน เพื่อให้เป็นไปอย่าง ยุติธรรม

จากตาราง 9 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้
ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ใน
วงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. ชั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 1 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เมาะรองนังรัทษัโลก เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดรูปแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ให้นักเรียนได้ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และกระตุ้นให้นักเรียนพยายามใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาโดยใช้คำถามกระตุ้นการเรียนรู้ และช่วยยกตัวอย่างเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานและนำความรู้มาประยุกต์ใช้ได้

1.1 ชั้นการยืนยันปัญหา

ผู้วิจัยจัดเตรียมภาพตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานหรือบริบทในสถานการณ์ชีวิตจริงให้นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง เช่น ภาพบัวเชิงผนัง ภาพการหาความยาวรั้ว เป็นต้น เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในเรื่องความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับปรุงรูปแบบใบกิจกรรม พร้อมทั้งอธิบายและยกตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียนให้ชัดเจนและเข้าใจตรงกันมากยิ่งขึ้น

1.2 ชั้นการชี้แจงปัญหา

ผู้วิจัยทำแผนผังความคิดให้นักเรียนได้ตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะนำคำถามของกลุ่มนักเรียนไปหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหาในขั้นถัดไป จากนั้นเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามแล้วผู้วิจัยจะให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนคำถามที่แต่ละกลุ่มตั้งในแต่ละประเด็น เพื่อเป็นแนวทางและขยายความรู้ในการตั้งคำถามของกลุ่มอื่นๆ และนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่ในการค้นหาข้อมูลตามข้อคำถามที่ตนเองกำหนดไว้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่มกันทุกคน

1.3 ชั้นการวางแผน

ผู้วิจัยได้เข้าไปอธิบายและยกตัวอย่างให้นักเรียนกลุ่มที่ไม่เข้าใจเพื่อให้เห็นแนวทางการนำความรู้เรื่องความยาวรอบรูป ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้หลากหลายแนวทาง และเน้นย้ำนักเรียนเรื่องรายการประเมินชิ้นงาน ว่ามีทั้งหมด 5

รายการ รายการละ 4 คะแนน รวม 20 คะแนน ดังนี้ ผลงาน งบประมาณที่ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ และการนำเสนอ ซึ่งแต่ละกลุ่มนักเรียนต้องสร้างชิ้นงานให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผู้วิจัยยกตัวอย่างการใช้คะแนน เช่น ถ้านักเรียนหาแนวทางการแก้ปัญหาได้มากที่สุด จะได้ 4 คะแนน เป็นต้น

1.4 ชั้นการวางแผนฉุกเฉิน

ผู้วิจัยชี้แนะและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนมองปัญหาที่จะเกิดขึ้นในหลายๆมุมมอง โดยปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นอาจเกิดมาจากสภาพแวดล้อมหรืออุบัติเหตุ ที่ส่งผลให้งานออกมาไม่สำเร็จ พร้อมให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหา ถ้าเกิดปัญหานั้นขึ้นจริงๆโดยให้นักเรียนตอบตามประสบการณ์ของตนเอง

1.5 ชั้นการปรับปรุงแผน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายการสินค้าที่จะนำไปสร้างชิ้นงานแล้ว ครูจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมและเลือกอุปกรณ์ให้กับนักเรียน เพื่อประหยัดเวลาให้กับนักเรียน หากเวลาไม่เพียงพอในการสร้างชิ้นงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลานอกคาบเรียนในการสร้างชิ้นงานให้สมบูรณ์ที่สุดได้

1.6 ชั้นการประเมิน

ผู้วิจัยอธิบายองค์ประกอบและเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้ทราบอีกครั้ง เพื่อให้คะแนนเพื่อนตามความเป็นจริงและปราศจากความอคติหรือความเกรงใจที่มีต่อเพื่อนกลุ่มอื่น เพื่อให้ความยุติธรรมแก่ทุกกลุ่ม นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้กำหนดเวลาในการนำเสนอกลุ่มละไม่เกิน 10 นาที และตอบคำถามจากเพื่อนๆไม่เกินกลุ่มละ 5 นาที รวมระยะเวลาในชั้นตอนนี้ใช้เวลากลุ่มละไม่เกิน 15 นาที

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ชั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง เบบะรองนั่งรักชิลิก จะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยชั้นการจัดการเรียนรู้ 6 ชั้น มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ชั้นการยืนยันปัญหา

หลังจากที่ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันทบทวนความรู้เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมแล้ว ได้มีการนำภาพถ่ายตัวอย่างของภาพบัวเชิงผนังที่อยู่ภายในบ้านแต่ละหลังที่แตกต่างกันให้นักเรียนได้ดูเพื่อให้นักเรียนเห็นว่าความรู้เรื่อง ความยาวรอบรูปนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตจริงได้ จากนั้นสุ่มนักเรียนออกมาเล่นบทเรียนบนเว็บไซต์ เกี่ยวกับการหาความยาวของรั้วรอบ

แปลงดอกไม้ แล้วให้นักเรียนดูคลิป VDO สถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านสถานการณ์ เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์ลงในใบกิจกรรม

2.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหาจกสถานการณ์ในขั้นตอนแรกมาทำแผนผังความคิด โดยให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา คือ วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะนำคำถามของกลุ่มนักเรียนไปหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา จากนั้นเมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มตั้งคำถามแล้ว ผู้วิจัยจะให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนคำถามที่แต่ละกลุ่มตั้งในแต่ละประเด็น เพื่อเป็นแนวทางและขยายความรู้ในการตั้งคำถามของกลุ่มอื่นๆ และแต่ละกลุ่มสืบค้นหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เช่น ใบความรู้ และอินเทอร์เน็ต บันทึกลงในใบกิจกรรม เพื่อให้ในการวางแผนขั้นต่อไป

2.3 ขั้นการวางแผน

ผู้วิจัยแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับนักเรียนว่า ต้องใช้ความรู้เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบเบาะรองนั่ง นอกจากนี้ผู้วิจัยแสดงเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้นักเรียนทราบ โดยมีรายการประเมิน 5 รายการ ได้แก่ ผลงาน งบประมาณที่ใช้ ความคิดสร้างสรรค์ การบูรณาการความรู้ และการนำเสนอ คะแนนเต็มรายการละ 4 คะแนน รวมทั้งหมด 20 คะแนน พร้อมผู้วิจัยแจกเกณฑ์การประเมินให้แต่ละกลุ่มเก็บไว้ พร้อมยกตัวอย่างการให้คะแนนแต่ละส่วนว่าจะต้องทำชิ้นงานอย่างไรจึงจะได้คะแนนแต่ละรายการมากที่สุด

2.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

นักเรียนมีการวางแผนสำรองในกรณีที่เกิดปัญหา โดยแต่ละกลุ่มเริ่มคำนึงถึงสภาพแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นมาแล้ว ทำให้ชิ้นงานที่วางแผนไว้ไม่สามารถทำให้เสร็จทันเวลาได้ โคนแต่ละกลุ่มจะมีวิธีการแก้ปัญหาตามประสบการณ์ของแต่ละกลุ่ม

2.5 ขั้นปรับปรุงแผน

นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกซื้อวัสดุสำหรับประดิษฐ์ชิ้นงานของกลุ่มตนเองในงบ 200 บาท โดยบันทึกลงในสั่งซื้อสินค้า จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มประดิษฐ์เบาะรองนั่งตามทีออกแบบไว้ ซึ่งกลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มจะไม่เสร็จตามเวลาที่กำหนด ก็จะหาเวลาดอกเวลาเรียนมาทำชิ้นงาน เพื่อให้เสร็จก่อนที่จะไปสู่ขั้นต่อไป และแต่ละกลุ่มตรวจสอบเบาะรองนั่งของกลุ่มตัวเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามต้องการ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะทำการปรับตามแผนสำรองที่ได้วางไว้ เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

2.6 ชั้นประเมิน

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานการออกแบบของกลุ่มตนเอง โดยมีครูและตัวแทนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันถามคำถามเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรม สุดท้ายของการจัดกิจกรรมร่วมกันสรุปความรู้ที่ใช้ในการทำกิจกรรมเบาะรองนั่งรักษ์โลก

3. ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ชั้นสังเกตการณ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้สภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3.1 สภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ รวมถึงพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยจำแนกตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ชั้นการยืนยันปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนขณะศึกษาข้อมูลจากภาพตัวอย่าง ลองฝึกเล่นเกมหาความยาวโดยรอยของร้ว ดังแสดงภาพ 11



ภาพ 11 แสดงเกมหาความยาวโดยรอยของร้วจาก <https://www.matific.com/th>

และแต่ละกลุ่มอ่านสถานการณ์ใบกิจกรรม "เขารองนั่งรักโลก" พบว่านักเรียนมีความตั้งใจในการศึกษาข้อมูล และนักเรียนบางกลุ่มมีการเรียกร้องให้ผู้วิจัยไปดูขยะของหมู่บ้าน ซึ่งเป็นสถานที่ที่โรงเรียนนำขยะไปทิ้ง ดังแสดงภาพ 12



ภาพ 12 แสดงผู้วิจัยและนักเรียนไปดูบริเวณที่ทิ้งขยะของหมู่บ้าน

จากภาพ 12 เป็นกิจกรรมขณะที่นักเรียนได้ลงพื้นที่ไปศึกษาสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริง แสดงให้เห็นถึงความตั้งใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมของนักเรียน แต่จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้มีความเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกต ว่า

“...การไปดูสถานที่จริงดีต่อนักเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจปัญหามากขึ้น และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากจะทำปัญหานั้นจริงๆ แต่จะใช้ระยะเวลาในขั้นตอนนี้นานเกินไป...”

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

3.1.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งคำถามโดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ที่ต้องการแก้ไขจากการอ่านสถานการณ์ จากการสังเกตการเขียนของนักเรียนกลุ่มดังกล่าว พบว่านักเรียนสามารถตั้งคำถามแสดงประเด็นปัญหาที่ต้องการหาคำตอบจากสถานการณ์ได้ แต่มีนักเรียนกลุ่มที่ 4 ที่ตั้งคำถามไม่ตรงประเด็น เนื่องจากนักเรียนกลุ่มดังกล่าวอ่านสถานการณ์ไม่เข้าใจเพียงพอ ดังนั้นผู้วิจัยจึงให้ทำความเข้าใจสถานการณ์

ปัญหาอีกครั้ง และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนกลุ่มอื่นๆ โดยให้กลุ่มที่สามารถเขียนคำถามได้ครบถ้วนอธิบายหน้าชั้นเรียนให้เพื่อนๆ ฟัง พร้อมบอกเหตุผลประกอบว่าทำไมจึงตั้งคำถามเช่นนั้น จากนั้นแต่ละกลุ่มนักเรียนหาข้อมูลจากแหล่งความรู้ต่างๆ โดยกิจกรรมนี้พบว่านักเรียนเริ่มมีการแบ่งหน้าที่ในการหาข้อมูล ดังแสดงภาพ 13



ภาพ 13 แสดงนักเรียนขณะกำลังสืบค้นหาข้อมูลเพื่อใช้ในการตอบคำถามสถานการณ์ปัญหา

จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้ถือว่านักเรียนสืบค้นหาข้อมูลเพื่อมาตอบคำถามได้ และมีส่วนที่มีความเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกต ว่า

“...นักเรียนแต่ละกลุ่มสนใจสืบค้นหาข้อมูลในโทรศัพท์มากกว่าที่จะหาข้อมูลจากใบความรู้ที่เตรียมมา ทำให้ใบความรู้ไม่ถูกเปิดอ่าน...”

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไป

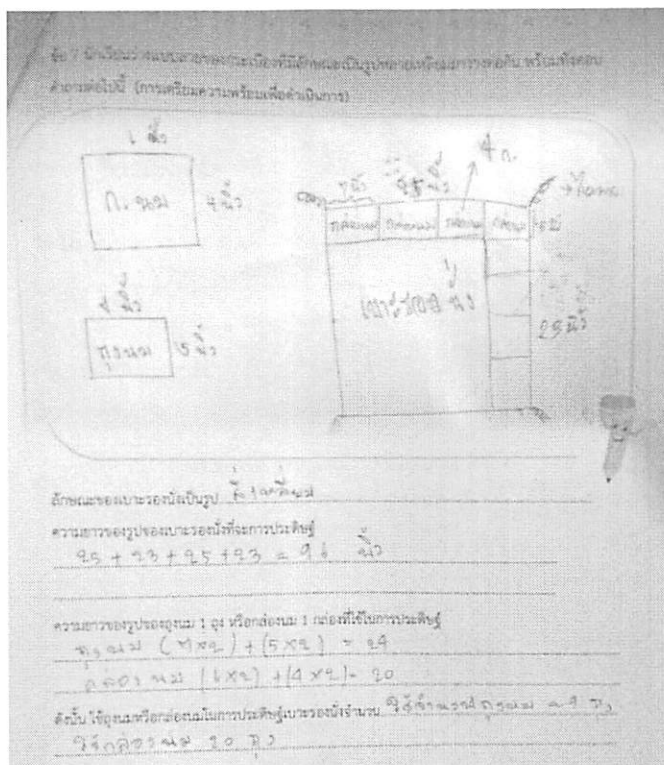
3.1.3 ขั้นการวางแผน

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทราบว่า อุปกรณ์สำหรับใช้ในการออกแบบและประดิษฐ์เบาะรองนั่งที่จะได้รับ คือ ไม้บรรทัด ตลับเมตร เทปขาว คัตเตอร์ และกรรไกร เป็นอุปกรณ์พื้นฐาน และมีอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่นักเรียนต้องใช้เงินซื้อ คือ กลองนม ถุงนม เข็ม ไหมพรม ตัวเย็บกระดาษ ลูกแม็ก โฟม เป็นต้น เมื่อนักเรียนทราบอุปกรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้แจกเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนทุกกลุ่มพร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้งโดยการขึ้นจอโทรทัศน์ให้นักเรียนเห็นอย่างทั่วถึง เมื่อทุกคนกลุ่มเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินชิ้นงานแล้วนั้น ผู้วิจัยให้แต่

ละกลุ่มเขียนแนวทางในการแก้ปัญหาสถานการณ์ให้ได้มากที่สุด จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นตอนนี้ พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มเริ่มมีการหาวิธีการที่หลากหลายเพื่อมาใช้แก้ปัญหาได้ดีขึ้นพอสมควร แต่ผู้ร่วมสังเกตให้ความเห็นว่า

“...ในขั้นนี้ นักเรียนควรระดมความคิดโดยการพูดโต้ตอบกัน เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหากับเพื่อนๆในกลุ่มให้มากกว่านี้ เพราะบางคนไม่ค่อยพูด มีวแต่นิ่งเฉยๆรอทำงานด้านอื่นแทน...”

ดังนั้นผู้วิจัยควรหารูปแบบกิจกรรมใหม่ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เสนอความคิดแนวทางการแก้ปัญหาได้เต็มที่และสมาชิกทุกคนในกลุ่มมีส่วนร่วมด้วยกัน ในกิจกรรมช่วงท้ายของขั้นตอนการวางแผนนี้ นักเรียนทุกกลุ่มจะช่วยกันออกแบบเบาะรองนั่ง ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในภาพ 14



ภาพ 14 แสดงการออกแบบเบาะรองนั่งรักษโลก

3.1.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

เมื่อนักเรียนทุกกลุ่มได้แนวทางการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเองแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มคาดการณ์ว่า การทำงานตามขั้นตอนที่ได้วางไว้ นั้น อาจเกิดปัญหาหรืออุปสรรคระหว่างการทำงานได้ จึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนสำรอง หากเกิดปัญหาหรืออุปสรรคระหว่างการทำเบาะรองนั่ง โดยทุกกลุ่มมีการคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นเหมือนกัน คือ จำนวนถุงนม/กล่องนมที่นำมาใช้นั้นอาจไม่เพียงพอต่อการทำเบาะตามที่คำนวณมา

3.1.5 ขั้นการปรับปรุงแผน

นักเรียนทุกกลุ่มจะได้รับใบสั่งซื้อสินค้าเพื่อเขียนรายการวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างชิ้นงานในการทำเบาะรองนั่ง เมื่อแต่ละกลุ่มเขียนเสร็จแล้ว ผู้วิจัยจะเปิดร้านเมื่อให้นักเรียนมาซื้อสินค้าตามใบสั่งซื้อ โดยผู้วิจัยจำเป็นต้องนับสินค้าที่ได้แยกประเภทไว้แล้ว ทำให้ในชว่กิจกรรมนี้ใช้เวลาไม่นาน เมื่อทุกกลุ่มได้รับอุปกรณ์และตรวจสอบรายการอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มจึงเริ่มลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำภาพระหว่างการสร้างชิ้นงานของนักเรียนมาแสดงให้ดู ดังภาพ 15 และ 16 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพ 15 แสดงนักเรียนช่วยกันนำถุงนมมาติดกันโดยใช้ด้ายเย็บติดกันเพื่อทำเป็นเบาะรองนั่ง



ภาพ 16 แสดงนักเรียนทำชิ้นงานนอกเวลาเรียนเพื่อให้ได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์

3.1.6 ชั้นประเมิน

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักษโลก ของกลุ่มตนเอง หน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยและตัวแทนนักเรียนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ซึ่งผู้วิจัยได้บันทึกเทปการจัดการเรียนรู้ขณะนักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันของกลุ่ม 2 ดังนี้

ผู้วิจัย : ปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไรคะ

นักเรียน : ในโรงเรียนเรามีขยะที่เป็นถุงนมเยอะเกินไปครับ แล้วมันก็ถูกเอาไปทิ้งแล้วเผาไป

นักเรียน : ให้เล่นวิธีการทำเบาะรองนั่งของกลุ่มตัวเองให้กลุ่มผมฟังหน่อยครับ

นักเรียน : กลุ่มผมก็ให้ครีมที่เป็นแบบนั่งลง แล้วก็วัดความยาวรอบรูป 4 ด้านว่ายาวเท่าไร แล้วไปวัดความยาวถุงนมว่าแต่ละด้านยาวเท่าไร เออ แล้วก็ (นึกคำตอบ) อ้อๆ เอาความยาวของเบาะหารด้วยความยาวของถุงนม จะเป็นจำนวนถุง แกพูดต่อที่

นักเรียน : พอด้านยาวทำเสร็จ ก็หาด้านกว้างแบบวิธีที่บอกไปคะ ก็จะได้จำนวนถุงจากนั้น หนูก็ลองดูว่าใช้กี่ถุงกัน

ผู้วิจัย : ครูจะให้แต่ละกลุ่มให้คะแนนเพื่อนแต่ละรายการนะ กลุ่ม 1 ให้ความคิดสร้างสรรค์กลุ่มที่ 2 เท่าไรคะ จากเต็ม 4 คะแนน

นักเรียน : ให้ 4 เต็มคะ เพราะ เพื่อนทำเบาะมีที่ไว้กราบด้วยคะ

ผู้วิจัย : กลุ่ม 4 ให้คะแนนรายการประมาณกลุ่มที่ 2 เท่าไรคะ จากเต็ม 4 คะแนน

นักเรียน : ให้เต็ม 3 ครับ เพราะเขาใช้เงินมากกว่ากลุ่มผมที่น้อยที่สุด

(นักเรียนกลุ่ม 2, เทปบันทึกการเรียนรู้อันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2564)



ภาพ 17 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักษโลก ของนักเรียนกลุ่ม 1



ภาพ 18 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักษโลก ของนักเรียนกลุ่ม 2

4. ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงในตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 ขั้น การยืนยัน ปัญหา	ผู้วิจัยใช้เวลาในการพานักเรียน ออกนอกสถานที่เพื่อให้นักเรียน สนใจสถานการณ์ แต่ใช้เวลาเกิน กว่าที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการ เรียนรู้	ผู้วิจัยควรขยายเวลาในชั้นตอนนี้หรือ ยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม พา นักเรียนทัศนศึกษาในพื้นที่ เพื่อดูปัญหา ที่เกิดขึ้นจริง จะส่งผลให้นักเรียนเข้าใจ สถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น
ขั้นที่ 2 ขั้น การชี้แจง ปัญหา	ใบความรู้ที่ผู้วิจัยเตรียมให้ นักเรียน ไม่ถูกใช้ให้เกิดประโยชน์ สำหรับในกิจกรรมขั้นนี้	ผู้วิจัยทำใบความรู้ให้ดูสวยงามมี ภาพประกอบที่ชัดเจน หรือหาสื่อ VDO เปิดให้นักเรียนศึกษาดูก่อน เพื่อเป็น แนวทางในการสืบค้นหาข้อมูลจาก โทรศัพท์ของแต่ละกลุ่ม
ขั้นที่ 3 ขั้น การวางแผน	กลุ่มนักเรียนบางกลุ่มไม่มีการ ระดมความคิดเห็นแนวทางการ แก้ปัญหาสถานการณ์ร่วมกัน เท่าที่ควร เนื่องจากนักเรียนบาง คนไม่ค่อยพูด	ผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์สำหรับการระดม ความคิด โดยนักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียน แนวทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในเศษ กระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหา แนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมา แก้ปัญหา
ขั้นที่ 4 ขั้น การวางแผน ฉุกเฉิน	นักเรียนเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ ตนเองคิดว่าจะเกิดขึ้น โดยใช้ วิธีการแก้ปัญหาแบบง่าย ๆ เช่น ถ้าของไม่พอ จะใช้เงินซื้อใหม่ เป็น ต้น	ผู้วิจัยชี้แนะกับนักเรียนว่า การแก้ปัญหา ในกรณีของไม่พอนั้นไม่สามารถซื้อของ เพิ่มเติมได้ แต่นักเรียนต้องหาแนวทาง แก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น เช่น อาจปรับขนาด ของเบาะรองนั่งให้มีขนาดเล็กลงแต่ยัง สามารถนั่งได้ เป็นต้น

ตาราง 10 (ต่อ)

ชั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน</p>	<p>นักเรียน 2-3 กลุ่ม ทำชิ้นงานไม่เสร็จภายในระยะเวลาที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการเย็บถุงนมอย่างประณีตและสวยงาม</p>	<p>ผู้วิจัยให้นักเรียนนำชิ้นส่วนที่จะใช้ในการสร้างหรือตกแต่งชิ้นงานให้สวยงามสามารถนำไปทำนอกเวลาเรียนได้ เพื่อให้ชิ้นงานที่ทำออกมานั้นมีความสวยงามและสมบูรณ์</p>
<p>ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน</p>	<p>ตัวแทนของกลุ่มอื่นๆ ที่ถามคำถามกลุ่มเพื่อนที่นำเสนอ ส่วนใหญ่จะเป็นนักเรียนกลุ่มเดิมที่ถามเพื่อนในวงจรถี 1 ทำให้นักเรียนบางคนไม่ได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนที่นำเสนอ</p>	<p>ผู้วิจัยควรให้แต่ละกลุ่มวนกันตั้งคำถามกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอ โดยนักเรียนคนใดที่เคยถามแล้วจะไม่สามารถถามกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอได้อีก ต้องให้นักเรียนคนอื่นในกลุ่มเป็นคนถามกลุ่มที่นำเสนอแทน</p>

จากตาราง 10 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละขั้นตอนสำหรับใช้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วงจรปฏิบัติการที่ 3 เรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม

จากผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ทำให้ผู้วิจัยได้แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินกิจกรรม ดังนี้

1. ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยนำผลการสะท้อนผลการปฏิบัติในวงจรปฏิบัติการที่ 2 มาปรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พื้นที่สร้างสุข เพื่อให้แผนการจัดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยได้จัดรูปแบบกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ให้นักเรียนได้ใช้องค์ความรู้ทาง

คณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และและวางแผนตั้งคำถามที่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงแนวคิดเพื่อสนับสนุนวิธีการที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา

1.1 ขั้นการยืนยันปัญหา

ผู้วิจัยจัดเตรียมภาพตัวอย่างบริบทในสถานการณ์ชีวิตจริงให้นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง เช่น การแบ่งพื้นที่ทำกิน การแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน เป็นต้น เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในเรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ปรับข้อความในสถานการณ์ให้กระชับ เข้าใจง่าย เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์เสร็จ ผู้วิจัยเล่าสถานการณ์โดยย่ออีกครั้งเพื่อเป็นการทบทวนให้นักเรียนฟังอีกครั้งและเข้าใจตรงกันมากยิ่งขึ้น

1.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

ผู้วิจัยจัดทำใบความรู้ที่มีสีสันสวยงาม โดยเน้นใส่รูปภาพและข้อความที่จำเป็นต่อการนำข้อมูลไปใช้ในการแก้ปัญหา และผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนต้องศึกษาทั้งจากใบความรู้และจากการสืบค้นจากโทรศัพท์

1.3 ขั้นการวางแผน

ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับให้นักเรียนในกลุ่มได้มีการระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้สมาชิกในกลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในเศษกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถต่อยอดความคิดของเพื่อนในกลุ่มได้

1.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

ผู้วิจัยชี้แนะกับนักเรียนว่า ในกรณีที่นักเรียนคาดการณ์ปัญหาว่า ของไม่เพียงพอต่อการสร้างชิ้นงาน จะไม่สามารถซื้อของเพิ่มเติมได้ นักเรียนควรจะหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสม

1.5 ขั้นการปรับปรุงแผน

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนรายการสินค้าที่จะนำไปสร้างชิ้นงานแล้ว ครูจะทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมและเลือกอุปกรณ์ให้กับนักเรียน เพื่อประหยัดเวลาให้กับนักเรียน หากเวลาไม่เพียงพอในการสร้างชิ้นงาน ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้เวลานอกคาบเรียนในการสร้างชิ้นงานให้สมบูรณ์ที่สุดได้ และนักเรียนสามารถนำชิ้นส่วนที่จะใช้ในการสร้างหรือตกแต่งชิ้นงานให้สวยงาม สามารถนำไปทำนอกเวลาเรียนได้ที่บ้าน เมื่อถึงเวลาในคาบเรียนก็นำมาประกอบหรือจัดวางในชิ้นงานได้เลย

1.6 ชั้นการประเมิน

หลังจากนำเสนอชิ้นงานของแต่ละกลุ่มแล้ว ผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มร่วมกันตั้งคำถาม กลุ่มนักเรียนที่นำเสนอ โดยนักเรียนคนใดที่เคยถามแล้วจะไม่สามารถถามกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอได้อีก ต้องให้นักเรียนคนอื่นในกลุ่มเป็นคนถามกลุ่มที่นำเสนอแทน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนต่างกลุ่ม เพื่อให้ได้แนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ผู้วิจัยประกาศผลคะแนนให้นักเรียนทราบหลังจากผู้วิจัยตรวจข้อสอบเสร็จแล้ว

2. ชั้นปฏิบัติการ (Act)

ชั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่สร้างสุข จะใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยชั้นการจัดการเรียนรู้ 6 ชั้น มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ชั้นการยืนยันปัญหา

ผู้วิจัยจัดเตรียมภาพตัวอย่างบริบทในสถานการณ์ชีวิตจริงให้นักเรียนได้ดูเป็นตัวอย่าง เช่น การแบ่งพื้นที่ทำกิน การแบ่งพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน เป็นต้น และเปิดคลิป VDO ที่เกี่ยวกับการแบ่งพื้นที่ทำกินตามเกษตรทฤษฎีใหม่ เพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้และเห็นคุณค่าของคณิตศาสตร์ในเรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม ผู้วิจัยให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ เมื่อนักเรียนอ่านเสร็จ ผู้วิจัยเล่าสถานการณ์โดยย่ออีกครั้งเพื่อเป็นการทบทวนให้นักเรียนฟังอีกครั้งและเข้าใจตรงกันมากยิ่งขึ้น และผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์ลงในใบกิจกรรม

2.2 ชั้นการชี้แจงปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหาจากสถานการณ์ในขั้นตอนแรกมาทำแผนผังความคิด โดยให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา เพื่อที่จะนำคำถามของกลุ่มนักเรียนไปหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยเน้นย้ำว่าแต่ละกลุ่มนำข้อมูลจากการอ่านใบความรู้ และข้อมูลที่สืบค้นหาจากโทรศัพท์ บันทึกลงในใบกิจกรรมด้วยกัน เพื่อเป็นการใช้สื่อการสืบค้นที่หลากหลาย

2.3 ชั้นการวางแผน

ผู้วิจัยแสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์ชิ้นงาน ซึ่งผู้วิจัยได้เน้นย้ำกับนักเรียนว่าต้องใช้ความรู้เรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบพื้นที่ นอกจากนี้ผู้วิจัยแสดงเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้นักเรียนทราบ พร้อมผู้วิจัยแจกเกณฑ์การประเมินให้แต่ละกลุ่มเก็บไว้เหมือนกับวงจรปฏิบัติการที่ 2 และผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ คือ กระดาษ สำหรับให้นักเรียนในกลุ่มได้

มีการระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้สมาชิกในกลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในเศษกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถต่อยอดความคิดของเพื่อนในกลุ่มได้

2.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

ผู้วิจัยชี้แนะกับนักเรียนว่า ในกรณีที่นักเรียนคาดการณ์ปัญหาว่า ของไม่เพียงพอต่อการสร้างชิ้นงาน จะไม่สามารถซื้อของเพิ่มเติมได้ นักเรียนควรจะหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสม เช่น ดินน้ำมันไม่เพียงพอต่อการสร้างชิ้นงาน ต้องใช้วิธีการเกลี่ยให้บางจะได้ทั่วถึงบริเวณที่ต้องการ

2.5 ขั้นปรับปรุงแผน

นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกซื้อวัสดุสำหรับประดิษฐ์ชิ้นงานของกลุ่มตนเองในงบประมาณ 200 บาท โดยบันทึกลงในสิ่งซื้อสินค้า จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งพื้นที่ตามทีออกแบบไว้ โดยใช้วัสดุที่กลุ่มตนเองซื้อไปตกแต่งพื้นที่ทั้ง 4 ส่วนให้สวยงาม ซึ่งระหว่างนักเรียนสร้างชิ้นงานผู้วิจัยจะแสดงนาฬิกาจับเวลาหลัง 1 ชั่วโมง แต่ถ้านักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถทำได้ทันเวลา ก็ให้นักเรียนหาเวลานอกเวลาเรียนมาทำชิ้นงาน เพื่อให้เสร็จก่อนที่จะไปสู่ขั้นต่อไป

2.6 ขั้นประเมิน

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานการออกแบบของกลุ่มตนเอง โดยมีครูและตัวแทนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันถามคำถามเพิ่มเติม จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรม สุดท้ายของการจัดกิจกรรมร่วมกันสรุปความรู้ที่ใช้ในการทำกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข

3. ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ขั้นสังเกตการณ์ เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดการเรียนรู้ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ (ครูประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน โดยมีประเด็นดังนี้สภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3.1 สภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

จากการสังเกตของผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตขณะจัดการเรียนรู้สามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ รวมถึงพิจารณาปัญหาและอุปสรรคจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยจำแนกตามขั้นตอน ดังนี้

3.1.1 ขั้นการยืนยันปัญหา

จากการสังเกตนักเรียนระหว่างดูภาพตัวอย่าง คลิป VDO พบว่า นักเรียนทุกกลุ่มมีความตั้งใจในการอ่านสถานการณ์ดีขึ้น เนื่องจากผู้วิจัยได้ปรับสถานการณ์ให้กระชับขึ้น เพื่อให้นักเรียนเกิดความสะดวกต่อการอ่านข้อมูลดังกล่าว หลังจากนั้นนักเรียนทุกกลุ่มจึงลงมือเขียนคำตอบในใบกิจกรรม เมื่อผู้วิจัยได้ตรวจการเขียนตอบของนักเรียนแต่ละกลุ่ม พบว่า นักเรียนสามารถเขียนตอบได้ดีขึ้นพอสมควร

3.1.2 ขั้นการชี้แจงปัญหา

ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำปัญหาจากสถานการณ์ในขั้นตอนแรกมาทำแผนผังความคิด โดยให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา เพื่อที่จะนำคำถามของกลุ่มนักเรียนไปหาคำตอบเพื่อแก้ปัญหา แต่มีนักเรียน 1 กลุ่มขาดความมั่นใจในการตั้งคำถาม เนื่องจากกลัวเขียนคำถามไม่ครบถ้วน ผู้วิจัยจึงแนะแนวทางให้กับนักเรียน โดยบอกนักเรียนว่าสามารถตั้งคำถามได้โดยไม่ต้องเกรงว่าจะถูกหรือผิด ขึ้นอยู่กับมุมมองของนักเรียนเอง แต่คำถามต้องเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวสถานการณ์ และผู้วิจัยเน้นย้ำว่าแต่ละกลุ่มสามารถนำข้อมูลจากการอ่านใบความรู้ และข้อมูลที่สืบค้นหาจากโทรศัพท์ บันทึกลงในใบกิจกรรมด้วยกัน เพื่อเป็นการใช้สื่อการสืบค้นที่หลากหลาย

จากการวิเคราะห์การจัดกิจกรรมในขั้นตอนนี้ถือว่านักเรียนสืบค้นหาข้อมูลเพื่อมาตอบคำถามได้ และมีส่วนที่มีความเห็นตรงกับผู้ร่วมสังเกตว่า

"...แหล่งข้อมูลที่สืบค้น น่าจะมีมากกว่า 2 แหล่ง ให้นักเรียนได้สืบค้น เช่น สอบถามจากผู้รู้โดยตรง หนังสือจากห้องสมุด เป็นต้น..."

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ของผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

3.1.3 ขั้นการวางแผน

นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ทราบว่า อุปกรณ์สำหรับใช้ในการออกแบบที่ดินที่จะได้รับ คือ กระดาษลังรูปที่ดินของลุงหมาย คัตเตอร์ กรรไกร และเทปกาว เป็นอุปกรณ์พื้นฐาน และมีอุปกรณ์ในการประดิษฐ์ที่นักเรียนต้องจ่ายเงินซื้อ คือ ไม้ไอติม ไม้จิ้มฟัน ไม้ลูกชิ้น ดินน้ำมัน ตุ๊กตารูปสัตว์ ดินไม้ปลอม หลอดน้ำ เป็นต้น เมื่อนักเรียนทราบอุปกรณ์แล้ว ผู้วิจัยได้แจกเกณฑ์การประเมินชิ้นงานให้กับนักเรียนทุกกลุ่มพร้อมทั้งอธิบายให้นักเรียนเข้าใจอีกครั้งโดยการขึ้นจอโทรทัศน์ให้นักเรียนเห็นอย่างทั่วถึง เมื่อทุกคนกลุ่มเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินชิ้นงานแล้วนั้น ผู้วิจัยจัดเตรียมอุปกรณ์ คือ กระดาษ สำหรับให้นักเรียนในกลุ่มได้มีการระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการหาแนวทางการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด โดยให้สมาชิกในกลุ่มเขียน

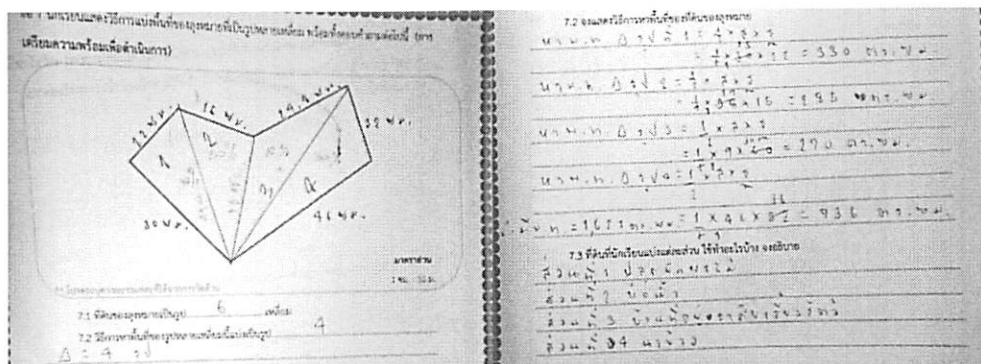
แนวทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในเศษกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหา ตลอดจนสามารถต่อยอดความคิดของเพื่อนในกลุ่มได้ ดังแสดงภาพ

19

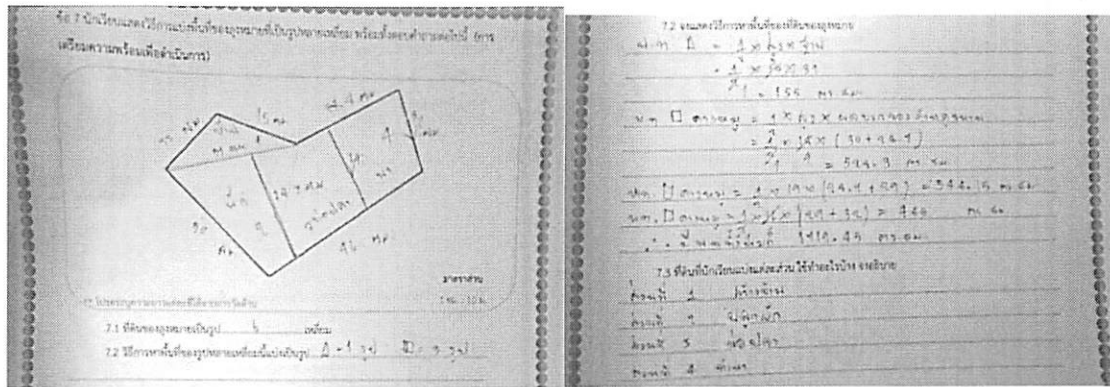


ภาพ 19 แสดงนักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดและแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการหาแนวทางการแก้ปัญหา

ในกิจกรรมช่วงท้ายของขั้นตอนการวางแผนนี้ นักเรียนทุกกลุ่มจะช่วยกันออกแบบพื้นที่สร้างสุข ตามแนวทางการแก้ปัญหาที่สมาชิกในกลุ่มคิดว่าเป็นแนวทางที่ดีที่สุด ดังแสดงในภาพ 20 และ 21



ภาพ 20 แสดงการออกแบบพื้นที่สร้างสุขโดยใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนกลุ่ม 1



ภาพ 21 แสดงการออกแบบพื้นที่สร้างสุขโดยใช้ความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยม
ของนักเรียนกลุ่ม 3

3.1.4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน

ผู้วิจัยชี้แนะกับนักเรียนว่า ในกรณีที่นักเรียนคาดการณ์ปัญหาว่า ของไม่เพียงพอต่อการสร้างชิ้นงาน จะไม่สามารถซื้อของเพิ่มเติมได้ นักเรียนควรจะหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่นที่เหมาะสม เช่น ดินน้ำมันไม่เพียงพอต่อการสร้างชิ้นงาน ต้องใช้วิธีการเกลี่ยให้บางจะได้ทั่วถึงบริเวณที่ต้องการ จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้มีความเห็นสอดคล้องกับผู้ร่วมสังเกตว่า

“...กิจกรรมในขั้นนี้ ให้ออกกับนักเรียนมากไปนิดหนึ่ง อาจจะลดเวลาจาก 20 นาที เหลือสัก 15 นาที แล้วนำเวลาที่เหลือไปเพิ่มในขั้นที่เด็กสร้างผลงานน่าจะดีกว่า...”

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ของผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

3.1.5 ขั้นการปรับปรุงแผน

นักเรียนทุกกลุ่มจะได้รับใบสั่งซื้อสินค้าเพื่อเขียนรายการวัสดุอุปกรณ์ที่จะนำมาสร้างชิ้นงานในการออกแบบพื้นที่สร้างสุข เมื่อทุกกลุ่มได้รับอุปกรณ์และตรวจสอบรายการอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว นักเรียนทุกกลุ่มจึงเริ่มลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ได้ออกแบบไว้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำภาพระหว่างการสร้างชิ้นงานของนักเรียนมาแสดงให้ดู ดังภาพ 22 และ 23 ตามลำดับ ดังนี้



ภาพ 22 แสดงนักเรียนทำการแบ่งพื้นที่ตามทีกลุ่มตนเองได้ออกแบบไว้



ภาพ 23 แสดงนักเรียนใช้ดินน้ำมันแบ่งพื้นที่แต่ละส่วนให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากภาพ 23 ผู้วิจัยได้มีโอกาสไปสนทนากับนักเรียนกลุ่ม 3 อย่างไม่เป็นทางการ ดังนี้

ผู้วิจัย : กลุ่มของหนูแบ่งพื้นที่ให้ลงหมายได้ยังไงหรือ

นักเรียน : ผมแบ่งเป็น 4 ส่วน เป็นรูปสามเหลี่ยม 1 รูป กับ รูปสี่เหลี่ยม 3 รูปครับ

ผู้วิจัย : แล้วจะหาพื้นที่ทั้งหมดได้อย่างไรคะ

นักเรียน : ใช้สูตรครับครู ง่ายๆ สามเหลี่ยม ก็ใช้สูตร $\frac{1}{2} \times$ สูง \times ฐาน แล้วก็สี่เหลี่ยมคาง

หมู สูตร $\frac{1}{2} \times$ สูง \times (ผลบวกของด้านคู่ขนาน)

ผู้วิจัย : เยี่ยมมากค่ะ แล้วตอนนี้พวกหนูกำลังทำอะไรกันหรือคะ

นักเรียน : หนูกำลังใช้ดินน้ำมันแบ่งเขตที่ค่ะ จะได้เห็นชัดเจน

ผู้วิจัย : โอเคค่ะ แล้วที่ดินแต่ละส่วนใช้ทำอะไรบ้างคะ

นักเรียน : ส่วนแรกที่ฟางกำลังทำ ไว้ทำนาครับ ตรงนี้ (ชี้ตรงพื้นที่ฟ้า) เป็นสระน้ำ แล้วตรงนี้เป็นที่ปลูกผลไม้กับผัก สุดท้ายน้อยสุดเป็นที่ไว้วางบ้านครับ

ผู้วิจัย : ทำไมกลุ่มของหนูถึงเอาสระน้ำไว้ระหว่างทำนากับปลูกผักผลไม้

นักเรียน : เวลาทำนา กับรดน้ำผักจะได้ไม่ต้องเดินไกลครับ

ผู้วิจัย : อ้าว แล้วบ้านเราอยู่ห่างจะไม่ต้องเดินไปเอาน้ำไกลหรือ

นักเรียน : เดี่ยวพวกผมทำบ่อน้ำน้อยๆไว้ครับ

(นักเรียนกลุ่มที่ 3, เทปบันทึกการเรียนรู้, 23 กุมภาพันธ์ 2564)

จากบทสนทนาอย่างไม่เป็นทางการข้างต้น สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนใช้ความรู้เรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม มาช่วยในการแบ่งโซนพื้นที่ที่มีสัดส่วนที่ชัดเจน แต่นักเรียนอาจมีข้อผิดพลาดในการดูรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการแบ่งผิดชนิด ดังนั้น ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนกลุ่มดังกล่าวมองรูปสี่เหลี่ยมอีกครั้ง จนได้รูปที่ถูกต้อง เพื่อนำไปแก้ไขในใบกิจกรรมในส่วนของกราฟพื้นที่ให้ถูกต้อง

3.1.6 ชั้นประเมิน

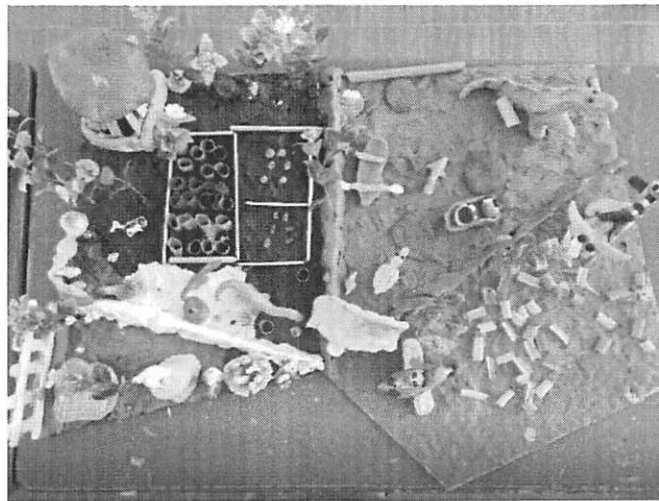
นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน โดยผู้วิจัยและตัวแทนนักเรียนของสมาชิกกลุ่มอื่นร่วมกันสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน



ภาพ 24 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของนักเรียนกลุ่ม 1



ภาพ 25 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน พื้นที่สร้างสุข ของนักเรียนกลุ่ม 3



ภาพ 26 แสดงตัวอย่างชิ้นงาน เบาะรองนั่งรักษโลก ของนักเรียนกลุ่ม 4

4. ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ในชั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงในตาราง 11

ตาราง 11 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน
การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 1 ขั้น การยืนยัน ปัญหา	-	-
ขั้นที่ 2 ขั้น การชี้แจง ปัญหา	<p>นักเรียนบางกลุ่มไม่มั่นใจในการตั้งคำถาม</p> <p>ข้อคำถามในขั้นนี้มีการถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ความรู้ 4 วิชา ที่ซ้ำซ้อนกัน</p> <p>แหล่งข้อมูลที่สืบค้นมีเพียง 2 แหล่งให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาข้อมูล ซึ่งอาจจะน้อยเกินไปสำหรับการใช้ในการแก้ปัญหา</p>	<p>ผู้วิจัยจึงแนะแนวทางให้กับนักเรียน โดยบอกนักเรียนว่าสามารถตั้งคำถามได้โดยไม่ต้องเกรงว่าจะถูกหรือผิด ขึ้นอยู่กับมุมมองของนักเรียนเอง แต่คำถามต้องเป็นคำถามที่เกี่ยวข้องกับตัวสถานการณ์</p> <p>ผู้วิจัยปรับใบกิจกรรมให้มีข้อคำถามที่น้อยลง เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้ความรู้ 4 วิชา</p> <p>ผู้วิจัยควรเตรียมแหล่งข้อมูลที่สืบค้น ให้มีมากกว่า 2 แหล่ง ให้นักเรียนได้สืบค้น เช่น สอบถามจากผู้รู้โดยตรง หนังสือจากห้องสมุด เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าจะแก้ปัญหาได้แนวทางใดจึงจะดีที่สุด</p>
ขั้นที่ 3 ขั้น การวางแผน	<p>กระดาษลังที่ผู้วิจัยจัดเตรียมสำหรับให้นักเรียนออกแบบที่ดินเป็น 4 ส่วนนั้นมีความยาวความกว้างที่คลาดเคลื่อนกัน ทำให้การแสดงวิธีหาพื้นที่นั้น</p> <p>ผลลัพธ์คำตอบของแต่ละกลุ่มคลาดเคลื่อนกัน 10-20 ตารางเซนติเมตร</p>	<p>ผู้วิจัยต้องใช้วัสดุที่ตัดได้ง่าย ตัดตัวแบบที่ละชิ้น เช่น กระดาษแข็ง แผ่นไม้อัด เพื่อลดความคลาดเคลื่อน และควรตัดที่ละแผ่นโดยวัดความยาวแต่ละด้านให้เท่ากัน</p>

ตาราง 11 (ต่อ)

ขั้นการปฏิบัติ	ปัญหาที่พบ	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน	กิจกรรมในขั้นนี้ นักเรียนจะวางแผนฉุกเฉินเสร็จก่อนเวลาที่กำหนด	ผู้วิจัยควรลดเวลาเหลือ 15 นาที แล้วนำเวลาที่เหลือไปเพิ่มในขั้นการปรับปรุงแผน
ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน	นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้มาก เนื่องจากนักเรียนต้องแบ่งพื้นที่และวัดขนาดตามความยาวจริง (เช่น ตีเมตร) และต้องมาคำนวณหาพื้นที่ พร้อมทั้งต้องตกแต่งให้มีความสวยงามตามพื้นที่แต่ละส่วนที่ได้ออกแบบไว้	ผู้วิจัยควรยืดหยุ่นเวลาตามสถานการณ์ที่เหมาะสม เนื่องจากเรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยมมีส่วนที่ต้องคำนึงถึงหลายประการ ดังนั้น ควรเพิ่มเวลาให้กับกิจกรรมในขั้นตอนนี้จะเกิดประโยชน์ต่อการเรียนรู้กับนักเรียนเป็นอย่างมาก
ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน	ช่วงท้ายกิจกรรมเป็นการสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม นักเรียนบางกลุ่มจะได้แนวคิดในการแก้ปัญหาเพียงของตนเองเท่านั้น	ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาเฉลยและแนวคิดในการแก้ปัญหาจากครู และถามคำถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ หรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ร่วมกัน

สรุปวิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

เมื่อจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา ครูควรแสดงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องรูปหลายเหลี่ยม ที่สามารถบูรณาการความรู้กับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแก้ นั้นต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียน และเป็น

ปัญหาที่ไม่ไกลตัวนักเรียนจนเกินไป เช่น สถานการณ์การแบ่งพื้นที่ห้องต่างๆในบ้าน การออกแบบ ลวดลายของกระเบื้องหรือฝาผนัง เป็นต้น ครูควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการเตรียมสื่อ การเรียนรู้ เช่น เกมบนเว็บไซต์ ภาพตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน สื่อของจริงที่นักเรียนคุ้นเคย หรือถ้า เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนหรือชุมชน ครูสามารถนำนักเรียนไปทัศนศึกษาแหล่งเรียนรู้ที่ แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงๆนั้นได้ เช่น บ่อขยะ ที่ดินเกษตรกรรม เป็นต้น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ นักเรียนอยากจะทำปัญหานั้นจริงๆ และครูควรชี้แจงและอธิบายการเขียนตอบใบกิจกรรม ให้นักเรียน ทุกกลุ่มเข้าใจรูปแบบการเขียนก่อนหลังจากนั้นครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น "จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์นี้คืออะไร" เพื่อให้ทุกคน ได้ฝึกทำความเข้าใจปัญหา ว่าสถานการณ์นั้นเกิดจากปัญหาในประเด็นใดบ้าง นอกจากนี้ครูควร เปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการกำหนดปัญหาของกลุ่มตนเองมาอภิปรายร่วมกับนักเรียน กลุ่มอื่น เพื่อให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและสรุปปัญหาของสถานการณ์ของแต่ละ กลุ่มได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา ครูควรนำผลการสรุปปัญหาของสถานการณ์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงให้นักเรียนทุกคนในห้องเห็นอย่างชัดเจน เพื่อร่วมกันอภิปรายว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาอธิบายได้อย่างถูกต้อง จากนั้นให้ นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาให้ได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 วิชา สำหรับใช้ในการ หาคำตอบของการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนตั้งคำถามแล้ว ครูชี้แนะให้นักเรียน แบ่งหน้าที่ในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่งข้อมูล จะช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้าง แนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหามากมายมากขึ้น เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบ คำถามที่กลุ่มนักเรียนตั้งคำถามไว้ จากนั้นนักเรียนทุกคนทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องใน สาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และสรุปความรู้เหล่านั้นเป็นความเข้าใจของตนเองแล้ว นำมาระดมความคิดเพื่อหาแนวทางการการแก้ปัญหาคำถามที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน ครูต้องเตรียมอุปกรณ์สำหรับสร้างชิ้นงานอย่างหลากหลายเพื่อให้ นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทางเทคโนโลยี ซึ่งในขณะจัดการเรียนรู้ครูต้องแสดงอุปกรณ์ให้นักเรียน ทราบอย่างชัดเจน พร้อมทั้งอธิบายเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน และเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนทราบว่าควรประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างไรให้ได้คะแนนมากที่สุด จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนใน กลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหาลงในกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหาคำถามหรือต่อยอดแนวคิดการแก้ปัญหาคำถามจากเพื่อน เพื่อหา แนวทางที่ดีที่สุดของกลุ่มในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งส่วนนี้จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนา

อื่นๆ เพราะนักเรียนจะต้องใช้เวลาสร้าง ตรวจสอบชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ ระยะเวลาที่จำกัดอย่างเหมาะสมในการสร้างชิ้นงานจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาย่าง สร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการวางแผนการปฏิบัติได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน ก่อนการประเมินชิ้นงานครูควรทบทวนรายการประเมินและเกณฑ์ การให้คะแนนซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนทุกคนได้เข้าใจถึงไปได้อย่างไร โดยครูให้ตนเองนักเรียน

องค์ประกอบการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ นอกจากนี้ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางแผนว่าเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องรูปหลายเหลี่ยม มาประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นครูต้องตรวจสอบว่านักเรียนทุกกลุ่มใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ในการวางแผนการก่อสร้างชิ้นงาน หลังจากนั้นให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดกันเพื่อวางแผนการก่อสร้างชิ้นงาน สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้คือ ครูต้องนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการวางแผนและใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบชิ้นงาน เช่น การวางแผนออกแบบลายกระเบื้อง นักเรียนจะได้ออกแบบลายกระเบื้องและคำนวณหาจุดยอดร่วมของรูปหลายเหลี่ยมชนิดต่างๆโดยใช้ความรู้เรื่อง ลักษณะและขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม หากนักเรียนไม่ทราบลักษณะและขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม จะส่งผลให้นักเรียนเลือกรูปหลายเหลี่ยมที่นำมาเรียงต่อกันได้อย่างสนิทนั้นไม่ถูกต้อง ซึ่งจะเห็นว่าหลักการทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการวางแผน เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนการสำรวจ ครูต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแผนการสำรวจว่าจะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาข้อผิดพลาด ปรับปรุงชิ้นงานหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะช่วยประหยัดเวลาของนักเรียนไม่ต้องวางแผนใหม่ เพียงแค่ นำแผนการสำรวจที่นักเรียนคาดการณ์ไว้ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เมื่อครูเน้นย้ำความสำคัญแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะระดมความคิดกันเพื่อคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดล่วงหน้า พร้อมบันทึกแผนการสำรวจไว้ที่นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์ตามใบสั่งชื่อของแต่ละกลุ่มที่ได้เขียนไว้ สำหรับสร้างชิ้นงานตามแบบจำลองของกลุ่มตนเองที่ได้วาดไว้ เมื่อนักเรียนได้อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานของกลุ่มนักเรียนแล้ว ครูต้องให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานแบบสมบูรณ์ด้วยตนเอง เนื่องด้วยกิจกรรมการสร้างแบบชิ้นงานนี้เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ฉะนั้นครูควรแบ่งเวลาการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ให้มากกว่าขั้นอื่นๆ เพราะนักเรียนจะต้องใช้เวลาสร้าง ตรวจสอบชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ระยะเวลาที่จำกัดอย่างเหมาะสมในการสร้างชิ้นงานจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการวางแผนการปฏิบัติได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน ก่อนการประเมินชิ้นงานครูควรทบทวนรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแก่นักเรียนทุกกลุ่มทราบเพื่อให้เป็นไปอย่างยุติธรรม โดยการนำเสนอให้นักเรียน

แต่ละกลุ่มต้องอธิบายความรู้ทั้ง 4 วิชาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มวนกันตั้งคำถาม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยเน้นย้ำว่าการถามคำถามต้องเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี และช่วงท้ายการทำกิจกรรมครูต้องสรุปกิจกรรมและความรู้ที่นักเรียนได้รับให้นักเรียนฟังอีกครั้ง ถามคำถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ หรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ร่วมกัน เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียนและเสริมความรู้ที่ขาดให้กับนักเรียน ซึ่งในขั้นนี้จะช่วยส่งเสริมในองค์ประกอบของการวางแผนการปฏิบัติได้ที่นักเรียนสามารถนำความรู้ แนวทางการแก้ปัญหาไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดังแสดงในตารางที่ 12

ตาราง 12 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจร และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
<p>ขั้นที่ 1</p> <p>ขั้นการ</p> <p>ยืนยัน</p> <p>ปัญหา</p>	<p>- ผู้วิจัยควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการเตรียมสื่อการเรียนรู้ เช่น ภาพตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานที่มีความสวยงาม รวมถึงสถานการณ์ในชีวิตจริง เป็นต้น</p> <p>- ผู้วิจัยควรชี้แจงและอธิบายการเขียนตอบใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจรูปแบบการเขียนก่อน</p>	<p>ถ้าผู้วิจัยพานักเรียนไปดูสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโรงเรียน หรือชุมชน ควรขยายเวลาในขั้นตอนนี้หรือยืดหยุ่นเวลาตามความเหมาะสม เพื่อให้ นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ปัญหามากยิ่งขึ้น เพื่อให้ นักเรียนอยากทำกิจกรรมในขั้นต่อไป</p>	-	<p>ครูควรแสดงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันและมีความเกี่ยวข้องกับเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ที่สามารถบูรณาการความรู้กับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ครูควรชี้แจงและอธิบายการเขียนตอบใบกิจกรรมให้นักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจรูปแบบการเขียนก่อน อีกทั้งใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อฝึกการกำหนดปัญหา นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการกำหนดปัญหาอภิปรายร่วมกัน ได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและสรุปปัญหาของสถานการณ์</p>

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
<p>ขั้นที่ 2</p> <p>ขั้นการชี้แจงปัญหา</p>	<p>- ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอ่านสถานการณ์อีกครั้งว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากอะไร จากนั้นให้นักเรียนร่วมกันแลกเปลี่ยนคำถามที่แต่ละกลุ่มตั้งในแต่ละประเด็น</p> <p>- ผู้วิจัยแนะนำ ยกตัวอย่างใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ที่เคยได้เรียนมาในระดับชั้น ป.4-6 ที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา</p> <p>- ผู้วิจัยชี้แนะให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการหาข้อมูล</p>	<p>ผู้วิจัยทำใบความรู้ให้ดูสวยงามมีภาพประกอบที่ชัดเจน หรือหาสื่อ VDO เปิดให้นักเรียนศึกษาดูก่อน เพื่อเป็นแนวทางในการสืบค้นหาข้อมูลจากโทรศัพท์ของแต่ละกลุ่ม</p>	<p>- ผู้วิจัยปรับใบกิจกรรมให้มีข้อความที่น้อยลง เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อความที่เกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ความรู้ 4 วิชา</p> <p>- ผู้วิจัยควรเตรียมแหล่งข้อมูลที่สืบค้น ให้มีมากกว่า 2 แหล่ง ให้นักเรียนได้สืบค้น เพื่อให้นักเรียนเข้าใจว่าจะแก้ปัญหาได้แนวทางใดจึงจะดีที่สุด</p>	<p>ครูควรนำผลการอธิบายปัญหาที่ได้จากขั้นที่ 1 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงให้นักเรียนทุกคนในห้องเห็นอย่างชัดเจน เพื่อร่วมกันอภิปรายว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาอธิบายได้อย่างถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาให้ได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 วิชา ในการหาคำตอบของการแก้ปัญหา สถานการณ์ที่กำหนดให้ ครูชี้แนะให้นักเรียนหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่งข้อมูล เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบคำถามที่กลุ่มตั้งไว้ จากนั้นทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้อง และสรุปความรู้แล้วนำมาระดมความคิด เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด</p>

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น ฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
<p>ขั้นที่ 3</p> <p>ขั้นการ</p> <p>วางแผน</p>	<p>- ผู้วิจัยต้องอธิบาย</p> <p>เกณฑ์ให้กับนักเรียนทุก</p> <p>กลุ่มฟังอย่างละเอียด</p> <p>และเน้นย้ำว่าต้องสร้าง</p> <p>ชิ้นงานให้ผ่านตาม</p> <p>เกณฑ์ที่กำหนดไว้</p> <p>- ผู้วิจัยแนะนำนักเรียน</p> <p>ทุกกลุ่มให้นำความรู้</p> <p>ทางคณิตศาสตร์ของรูป</p> <p>หลายเหลี่ยม เรื่อง</p> <p>ลักษณะและขนาดของ</p> <p>มุมภายในของรูปหลาย</p> <p>เหลี่ยมมาใช้ในการวาง</p> <p>แผนการแก้ปัญหา</p>	<p>ผู้วิจัยเตรียมอุปกรณ์สำหรับ</p> <p>การระดมความคิด โดย</p> <p>นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียน</p> <p>แนวทางการแก้ปัญหาของ</p> <p>ตนเองลงในเศษกระดาษ แล้ว</p> <p>เปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหา</p> <p>แนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่</p> <p>จะนำมาแก้ปัญหา</p>	<p>อุปกรณ์ที่ผู้วิจัยจัดเตรียม</p> <p>สำหรับให้กับนักเรียน เพื่อ</p> <p>แก้ปัญหาเรื่อง พื้นที่ของรูป</p> <p>หลายเหลี่ยมนั้น มีความ</p> <p>ยาว ความกว้างที่</p> <p>คล้ายคลึงกัน ทำให้การ</p> <p>แสดงวิธีหาพื้นที่นั้น</p> <p>ผลลัพธ์คำตอบของแต่ละ</p> <p>กลุ่มคล้ายคลึงกัน</p>	<p>ครูต้องเตรียมอุปกรณ์สำหรับสร้างแบบจำลอง</p> <p>อย่างหลากหลาย แต่ต้องจำกัดจำนวนอุปกรณ์ ซึ่ง</p> <p>ในขณะจัดการเรียนรู้ครูต้องอธิบายเกณฑ์การ</p> <p>ประเมินชิ้นงาน และเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา</p> <p>จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียนแนว</p> <p>ทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในกระดาษ แล้ว</p> <p>เปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของ</p> <p>กลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหา นอกจากนี้ครูต้องอธิบาย</p> <p>ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางแผนว่าการ</p> <p>นำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาแก้ปัญหาจะช่วยให้</p> <p>นักเรียนทราบแนวทางการสร้างชิ้นงาน ดังนั้น ครู</p> <p>ต้องตรวจว่านักเรียนใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ใน</p> <p>การวางแผนการหรือไม่</p>

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
<p>ขั้นที่ 4</p> <p>ขั้นการวางแผน</p> <p>จุดเงิน</p>	<p>ผู้วิจัยชี้แนะและใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนมองปัญหาที่จะเกิดขึ้นในหลายๆ มุมมอง พร้อมให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาเพิ่มเติม ถ้าเกิดปัญหานั้นขึ้นจริงๆ</p>	<p>ผู้วิจัยชี้แนะกับนักเรียนว่าการแก้ปัญหาในกรณีของไม่พอนั้นไม่สามารถซื้อของเพิ่มเติมได้ แต่นักเรียนต้องหาแนวทางแก้ปัญหาด้วยวิธีอื่น โดยนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาวางแผนแก้ปัญหา</p>	<p>ผู้วิจัยควรลดเวลาเหลือ 15 นาที นำเวลาที่เหลือไปเพิ่มในขั้นการปรับปรุงแผน นอกจากนี้กิจกรรมในขั้นการวางแผนสำรองช่วยส่งเสริมการเสนอวิธีการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาของนักเรียน</p>	<p>ครูต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแผนการสำรองว่า ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาปรับปรุงข้อผิดพลาดหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะระดมความคิดกันเพื่ออธิบายแผนการสำรอง โดยในขั้นนี้มีเน้นย้ำเหมือนกับขั้นการวางแผน คือ ครูต้องนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการวางแผนสำรอง</p>
<p>ขั้นที่ 5</p> <p>ขั้นการปรับปรุงแผน</p>	<p>ผู้วิจัยให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ของทุกคน เช่น ชื่ออุปกรณ์ ตัดรูปหลายเหลี่ยม และการนำรูปหลายเหลี่ยมมาเรียงต่อกัน เป็นต้น</p>	<p>ผู้วิจัยให้นักเรียนนำชิ้นส่วนที่จะใช้ในการสร้างหรือตกแต่งชิ้นงานให้สวยงาม สามารถนำไปทำนอกเวลาเรียนได้</p>	<p>ผู้วิจัยควรยืดหยุ่นเวลาตามเหมาะสมเนื่องจากเนื้อหารูปหลายเหลี่ยมมีส่วนที่ต้องคำนึงถึงหลายประการ</p>	<p>นักเรียนสร้างชิ้นงานตามแบบจำลองของกลุ่มตนเองที่ได้วาดไว้ ครูต้องให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานด้วยตนเอง แบ่งเวลาการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ให้มากกว่าขั้นอื่นๆ เพราะนักเรียน</p>

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรถอบปฏิบัติที่ 1	วงจรถอบปฏิบัติที่ 2	วงจรถอบปฏิบัติที่ 3	
				จะต้องใช้เวลาสร้าง ตรวจสอบ และประเมินชิ้นงาน นอกจากนี้ ระยะเวลาที่จำกัดอย่างเหมาะสมจะช่วยส่งเสริมการวางแผนและแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน
<p>ขั้นที่ 6</p> <p>ขั้นการประเมิน</p>	<p>ผู้วิจัยควรทบทวนรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแก่ตัวแทนกลุ่มที่จะถามคำถามเพื่อนเพื่อให้เป็นไปอย่างยุติธรรม</p>	<p>ผู้วิจัยควรให้แต่ละกลุ่มวอนกันตั้งคำถามกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอ โดยนักเรียนคนใดที่เคยถามแล้วจะไม่สามารถถามกลุ่มนักเรียนที่นำเสนอได้อีก ต้องให้นักเรียนคนอื่นในกลุ่มเป็นคนถามกลุ่มที่นำเสนอแทน</p>	<p>ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาเฉลยและแนวคิดในการแก้ปัญหาจากครูและนักเรียนทุกกลุ่ม และถามคำถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ หรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ร่วมกัน</p>	<p>ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแก่นักเรียนทุกกลุ่มทราบเพื่อให้เป็นไปอย่างยุติธรรม โดยการนำเสนอนักเรียนแต่ละกลุ่มต้องอธิบายความรู้ที่นำมาใช้และได้รับการเรียนรู้ด้วย นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มวอนกันตั้งคำถาม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยเน้นย้ำว่าการถามคำถามต้องเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี และช่วงท้ายการทำกิจกรรมครูต้องสรุปกิจกรรมและความรู้ที่นักเรียนได้รับให้นักเรียนฟัง</p>

ตาราง 12 (ต่อ)

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
	วงจรปฏิบัติการที่ 1	วงจรปฏิบัติการที่ 2	วงจรปฏิบัติการที่ 3	
				อีกครั้ง ตามคำถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ หรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และแปลกใหม่ร่วมกัน และเพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียนและเสริมความรู้ที่ขาดให้กับนักเรียน

ตอนที่ 2 ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ลงมือสร้างชิ้นงานและนำเสนอผลงาน หลังจากที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เป็นรายบุคคล โดยผู้วิจัยแบ่งการวิเคราะห์ผลดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

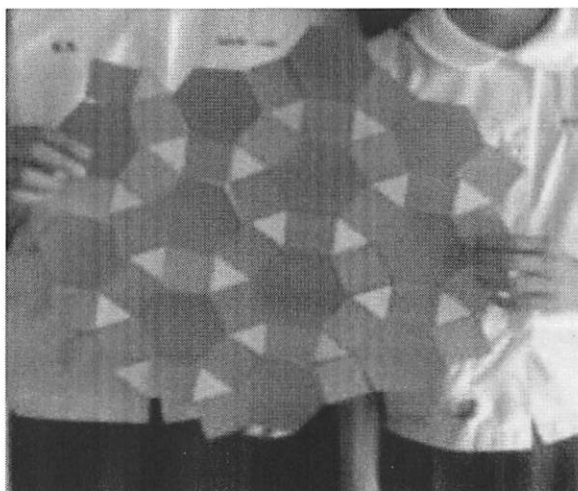
ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ผู้วิจัยวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของกลุ่มนักเรียนโดยใช้แบบประเมินชิ้นงานและใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างรายการประเมินชิ้นงานและองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ซึ่งมีรายละเอียดตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ดังต่อไปนี้

1.1 การทำความเข้าใจปัญหา

1.1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "ออกแบบลายกระเบื้อง" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือด้านผลงาน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้ตรงกับประเด็นสถานการณ์ได้เป็นบางส่วนเท่านั้น เนื่องจากนักเรียนมีการระบุประเด็นปัญหาเพียงประเด็นเดียว ที่ไม่ได้นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการยืนยันปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้ผลงานของกลุ่มนักเรียนที่ออกแบบลายกระเบื้องนั้นมีผลรวม

ของขนาดมุมที่จุดยอดรวมคลาดเคลื่อนจาก 360 องศา ไปถึง 15 องศา และสำหรับด้านการบูรณาการความรู้พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มักตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชายังไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากไม่ทราบว่าจะใช้ความรู้เหล่านั้นมาออกแบบชิ้นงานหรือแก้ปัญหาในลักษณะใดได้บ้าง ในขณะที่นักเรียนบางกลุ่มพยายามตั้งคำถามเพื่อหาคำตอบไปอธิบายถึงองค์ความรู้ที่นำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งส่งผลให้องค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาของกลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนา



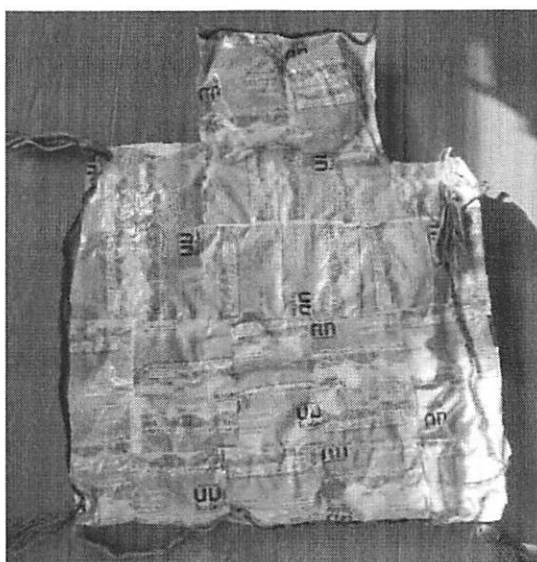
ภาพ 27 แสดงตัวอย่างชิ้นงานการออกแบบลายกระเบื้องจากวงจรปฏิบัติการที่ 1

จากชิ้นงานดังภาพ 27 พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจุดเด่นในด้านผลงาน คือ กลุ่มของนักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เนื่องจากกลุ่มนักเรียนสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ตรงตามสถานการณ์ปัญหา และได้อธิบายเพิ่มเติมถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปหลายเหลี่ยม เรื่อง ลักษณะและขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยมที่นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ได้แก่ ขนาดของมุมภายในแต่ละมุมของรูปหลายเหลี่ยม ผลรวมของมุมที่จุดยอดรวมที่นำรูปหลายเหลี่ยมมาวางต่อกัน เป็นต้น โดยความรู้ดังกล่าวเป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์เบื้องต้น ยังไม่ได้มีการคำนวณที่ชัดเจน

1.1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "เบาะรองนั่งรักษ์โลก" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือด้านผลงาน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถ

ออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาที่ระบุไว้ตรงกับประเด็นสถานการณ์ได้ถูกต้องและมีการอธิบายความสำคัญของปัญหา เนื่องจากนักเรียนได้ลงพื้นที่ไปดูสภาพปัญหาที่แท้จริงที่เกิดขึ้นในชุมชน ส่งผลให้กลุ่มนักเรียนได้แสดงองค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหา และสำหรับด้านการบูรณาการความรู้พบว่า กลุ่มนักเรียนบางส่วนเริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา เริ่มมีการนำหลักการทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงานได้หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาที่ให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชานั้นมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างชิ้นงานการออกแบบลายกระเบื้องของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ดังภาพ 28



ภาพ 28 แสดงตัวอย่างชิ้นงานเบาะรองนั่งรักษ์โลก จากวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากชิ้นงานดังภาพ 28 พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจุดเด่นในด้านผลงาน คือ กลุ่มของนักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด เนื่องจากกลุ่มนักเรียนออกแบบได้โดยใช้ให้เพื่อนในกลุ่มนั่งขัดสมาธิ จากนั้นวัดความยาวแต่ละด้านโดยรอบที่เพื่อนนั่ง เพื่อหาขนาดโดยรอบของเบาะรองนั่งที่เหมาะสมกับเพื่อน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาของกลุ่มนักเรียนที่ส่งผลต่อการออกแบบชิ้นงาน และนักเรียนกลุ่มนี้ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงหลักการทางคณิตศาสตร์ของรูปหลายเหลี่ยม เรื่อง ความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยมที่นำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง ได้แก่ การหาความยาวรอบรูปของรูปหลายเหลี่ยม การหาความยาวรอบรูปของวงกลมและกลองนม การหาจำนวนวงกลมที่จะนำมาใช้ในการทำเบาะรองนั่ง เป็นต้น ส่งผลให้นักเรียนมีพัฒนาการที่สูงขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1

1.1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "พื้นที่สร้างสรรค์" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับบางองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เริ่มจากด้านผลงาน พบว่านักเรียนทุกกลุ่มสามารถออกแบบชิ้นงานได้สอดคล้องกับปัญหาได้ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้กลุ่มนักเรียนได้แสดงองค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหา และสำหรับด้านการบูรณาการความรู้พบว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่เริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา เริ่มมีการนำหลักการทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงานได้หลากหลายมากขึ้น ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาที่ให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทั้ง 4 วิชานั้นมีพัฒนาการที่ดีขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างชิ้นงานพื้นที่สร้างสรรค์ของนักเรียนกลุ่มหนึ่ง ดังภาพ 29



ภาพ 29 แสดงตัวอย่างชิ้นงานพื้นที่สร้างสรรค์ จากวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากชิ้นงานดังภาพ 29 พบว่านักเรียนกลุ่มนี้มีจุดเด่นในด้านผลงาน และด้านการบูรณาการความรู้ คือ กลุ่มของนักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนได้ออกแบบพื้นที่ในการจัดสรรส่วนต่างๆที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริง ซึ่งแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบด้านการทำความเข้าใจปัญหาของกลุ่มนักเรียนที่ส่งผลต่อสร้างชิ้นงานที่ดีขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2

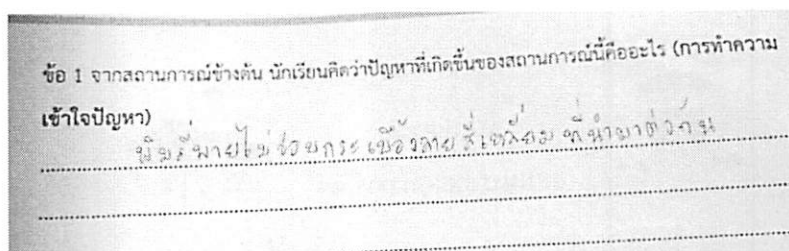
จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามองค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา จากชิ้นงานจะเห็นได้ว่ากลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการใน

การทำความเข้าใจปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ดังแสดงตาราง 13

ตาราง 13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหาจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจร

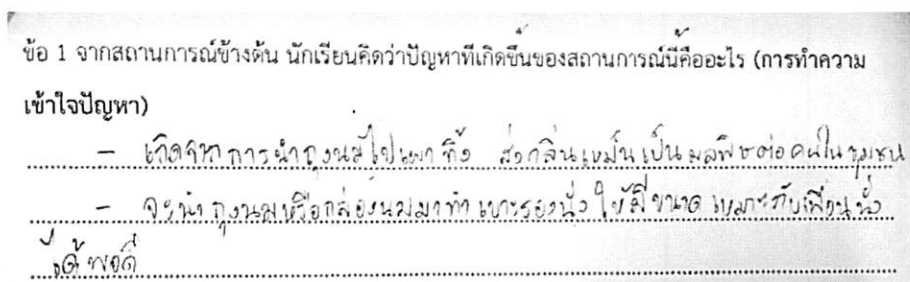
องค์ประกอบ	วงจรปฏิบัติการ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ			
		ระดับ			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำความเข้าใจปัญหา	วงจรที่ 1	-	-	1	3
	วงจรที่ 2	-	1	2	1
	วงจรที่ 3	1	2	1	-

จากตาราง 13 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 1 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนมากนั้นสามารถอธิบายปัญหาได้ แต่ไม่สามารถระบุปัญหาที่ตรงประเด็นและอธิบายความสำคัญได้ ดังตัวอย่างในสถานการณ์ออกแบบลายกระเบื้องที่แสดงในภาพ 30 ผู้วิจัยให้นักเรียนอธิบายปัญหา นักเรียนอธิบายได้ว่า "พิมรี่พายไม่ชอบกระเบื้องลายสีเหลี่ยมที่นำมาเรียงต่อกัน" แต่นักเรียนไม่อธิบายความสำคัญของปัญหาว่า "ลายกระเบื้องที่นำมาเรียงต่อกันนั้นเป็นรูปหลายเหลี่ยมชนิดเดียวกัน ทำให้ลายที่ออกมาไม่มีความหลากหลาย"



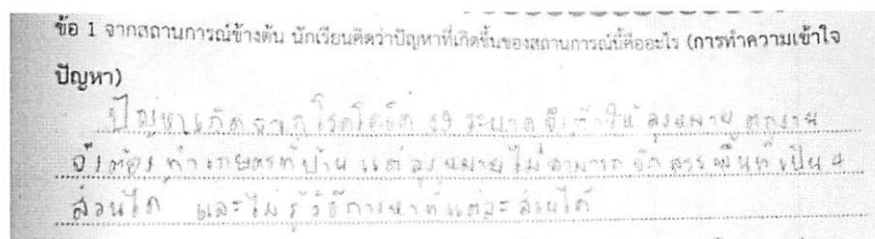
ภาพ 30 แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับพอใช้ จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 2 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีและระดับปรับปรุง ระดับละ 1 กลุ่มเท่านั้น จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนนั้นสามารถอธิบายปัญหาได้ และมีการระบุปัญหาที่ตรงประเด็นและอธิบายความสำคัญได้แต่ยังไม่ครอบคลุมสถานการณ์ปัญหาทั้งหมด ดังตัวอย่างในสถานการณ์ออกแบบลายกระเบื้องที่แสดงในภาพ 31



ภาพ 31 แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี จำนวน 2 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีมากและระดับพอใช้ ระดับละ 1 กลุ่มเท่านั้น จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนนั้นสามารถอธิบายปัญหาได้ และมีการระบุปัญหาที่ตรงประเด็นและอธิบายความสำคัญของสถานการณ์ปัญหาได้ครอบคลุม ดังตัวอย่างในสถานการณ์พื้นที่สร้างสุขที่แสดงในภาพ 32



ภาพ 32 แสดงการทำความเข้าใจปัญหาของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 3

1.2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

1.2.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "ออกแบบลายกระเบื้อง" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ากลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานได้สวยงาม แต่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่แสดงแนวคิดที่หลากหลายในการออกแบบสร้างชิ้นงาน เมื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มพบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มจะเขียนแนวทางการแก้ปัญหาเพียงแนวทางเดียว เนื่องจากนักเรียนให้เหตุผลว่าแนวทางการแก้ปัญหาที่เขียนไปนั้นดีที่สุดตามความเห็นของสมาชิกในกลุ่มแล้วจึงไม่จำเป็นต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาอื่นอีก ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มนักเรียนยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร

1.2.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "เบาะรองนั่งรัชนีโลก" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ากลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานได้สวยงาม กลุ่มนักเรียนหนึ่งกลุ่มเริ่มแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา แต่กลุ่มนักเรียนบางส่วนยังคงไม่แสดงแนวคิดที่หลากหลายในการออกแบบสร้างชิ้นงาน เมื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทาง เนื่องจากนักเรียนให้เหตุผลว่าแนวทางการแก้ปัญหาที่เขียนไปนั้นดีที่สุดตามความเห็นของสมาชิกในกลุ่มแล้วจึงไม่จำเป็นต้องหาแนวทางการแก้ปัญหาอื่นอีก ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มนักเรียนยังไม่พัฒนาเท่าที่ควร

1.2.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "พื้นที่สร้างสุข" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ากลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานได้สวยงาม โดยกลุ่มของนักเรียนสามารถออกแบบชิ้นงานได้ตามสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้ครบถ้วน เนื่องจากนักเรียนได้ออกแบบพื้นที่ในการจัดสรรส่วนต่างๆที่คำนึงถึงสภาพแวดล้อมตามความเป็นจริง กลุ่มนักเรียนหนึ่งกลุ่มเริ่มแสดงแนวคิดที่หลากหลายในการแก้ปัญหา เมื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม พบว่า นักเรียนแต่

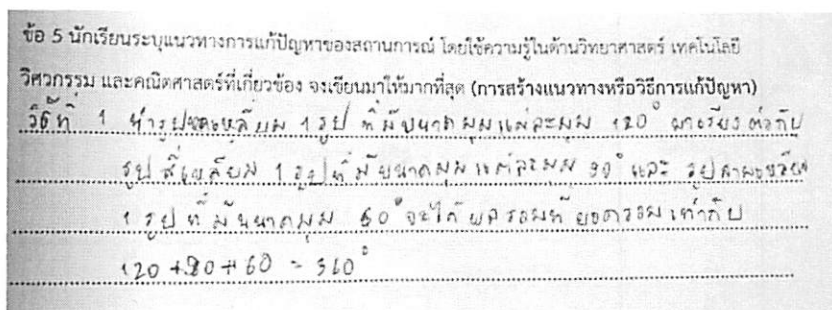
ละกลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหามากกว่า 1 แนวทาง เนื่องจากกลุ่มนักเรียนเริ่มมีการระดมความคิดโดยร่วมมือกันมากขึ้น ซึ่งเกิดจากการให้สมาชิกในกลุ่มแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน โดยการเขียนแนวคิดที่หลากหลายลงในกระดาษของตนเอง ส่งผลให้กลุ่มนักเรียนแสดงองค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาดีขึ้นกว่าวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาจากชิ้นงานจะเห็นได้ว่ากลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการในการทำความเข้าใจปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ดังแสดงตาราง 14

ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจร

องค์ประกอบ	วงจรปฏิบัติการ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ			
		ระดับ			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การสร้าง	วงจรที่ 1	-	-	1	3
แนวทางหรือ	วงจรที่ 2	-	1	2	1
วิธีการแก้ปัญหา	วงจรที่ 3	2	2	-	-

จากตาราง 14 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 1 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนมากนั้นสามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้ในระดับปรับปรุง แสดงดังภาพ 33 จะเห็นว่านักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาไว้ 1 วิธี ซึ่งเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา มีการแสดงหลักการทางคณิตศาสตร์ แต่วิธีการที่นักเรียนนำเสนอนั้นมีเพียงวิธีการแก้ปัญหาเพียงแนวทางเดียว ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหากลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนาในวงจรปฏิบัติการต่อไป



ภาพ 33 แสดงการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียนในระดับพอใช้
จากใบกิจกรรมวงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 1

ในวงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 2 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีและระดับปรับปรุง ระดับละ 1 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนมากนั้นสามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้ในระดับพอใช้ โดยนักเรียนเสนอแนวทางการแก้ปัญหาไว้ 1 วิธี ซึ่งเป็นแนวทางการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ปัญหา และมีกลุ่มนักเรียนหนึ่งกลุ่มเท่านั้นที่มีการเสนอแนวทางการแก้ปัญหาโดยใช้หลักการความรู้ทางคณิตศาสตร์มาช่วยในแก้ปัญหาสถานการณ์ ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนาในวงจรถับปฏิบัติภารกิจต่อไป

ในวงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับระดับดีมากและระดับดี ระดับละ 2 กลุ่มเท่ากัน จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนมากนั้นสามารถเขียนแนวทางการแก้ปัญหาได้ในระดับดีมาก จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหามาจากชิ้นงานและใบกิจกรรม จะเห็นได้ว่ากลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหที่ดีขึ้นตามลำดับ

1.3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ

1.3.1 วงจรถับปฏิบัติภารกิจที่ 1

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "ออกแบบลายกระเบื้อง" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านบูรณาการ พบว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ มักตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชายังไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา เนื่องจากไม่ทราบว่า จะประยุกต์ใช้ความรู้เหล่านั้นมาออกแบบชิ้นงานหรือแก้ปัญหอย่างไรได้บ้าง ทำให้การเตรียมค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหามีไม่เพียงพอ กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่จึงไม่สามารถระบุเหตุผลในการ

เลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของกลุ่มนักเรียนยังต้องพัฒนาต่อไป และด้านความคิดสร้างสรรค์ พบว่ากลุ่มของนักเรียนส่วนใหญ่สร้างชิ้นงานได้สวยงาม แต่กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ยังไม่แสดงเหตุผลในการเลือกแนวทางที่หลากหลายในการออกแบบสร้างชิ้นงาน เมื่อทำกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็ม พบว่า นักเรียนทุกคนกลุ่มไม่ได้ระบุเหตุผลในการเลือกแนวทางการแก้ปัญหา ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการที่เน้นการบูรณาการความรู้ต้องได้รับการพัฒนา

1.3.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "เบาะรองนั่งรักษิโลก" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านการบูรณาการ พบว่า กลุ่มนักเรียนบางส่วนเริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้การเตรียมค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหามีเพียงพอที่กลุ่มนักเรียนจะสามารถระบุเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของกลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ยังคงต้องพัฒนาต่อไป

1.3.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

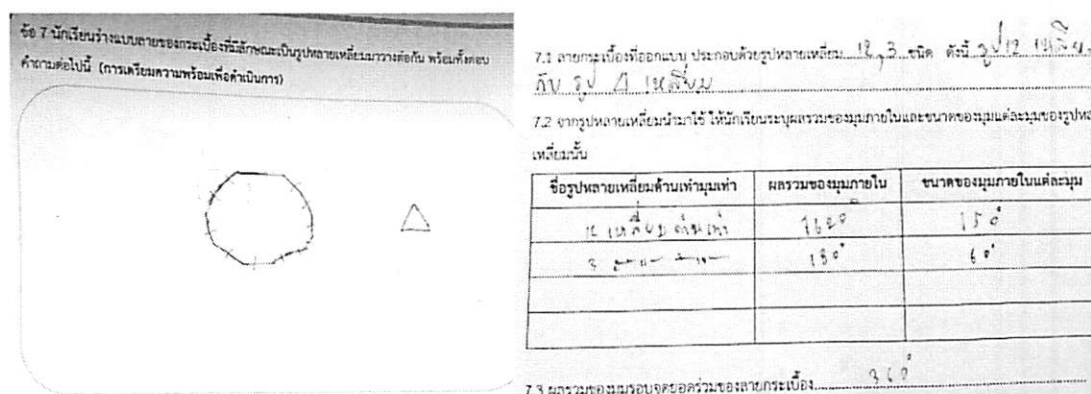
การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "พื้นที่สร้างสุข" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านการบูรณาการ พบว่า กลุ่มนักเรียนบางส่วนเริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้การเตรียมค้นหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหามีเพียงพอที่กลุ่มนักเรียนจะสามารถระบุเหตุผลในการเลือกวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มตนเอง ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของกลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้น แต่ยังคงต้องพัฒนาต่อไป

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามองค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการจากชิ้นงานจะเห็นได้ว่ากลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการในการทำความเข้าใจปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ดังแสดงตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการจากใบ
กิจกรรมของแต่ละวงจร

องค์ประกอบ	วงจร ปฏิบัติการ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ			
		ระดับ			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การเตรียม	วงจรที่ 1	-	-	-	4
ความพร้อม เพื่อดำเนินการ	วงจรที่ 2	-	-	2	2
	วงจรที่ 3	-	2	2	-

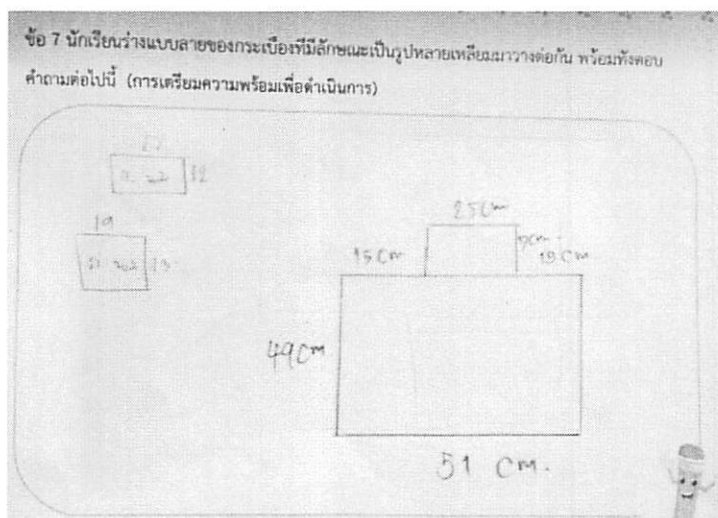
จากตาราง 15 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มมีระดับ
ความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 4 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนนั้นไม่สามารถเขียนแนว
ทางการแก้ปัญหาได้ในระดับปรับปรุง ดังตัวอย่างภาพ 34 จะเห็นว่านักเรียนเลือกแนวทางการ
แก้ปัญหาที่ดีที่สุดสำหรับกลุ่มนักเรียน แต่กลุ่มนักเรียนไม่ได้ระบุเหตุผลในการเลือกแนวทางการ
แก้ปัญหาโดยนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการตัดสินใจ ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการ
เตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของกลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนา



ภาพ 34 แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนในระดับปรับปรุง
จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 1

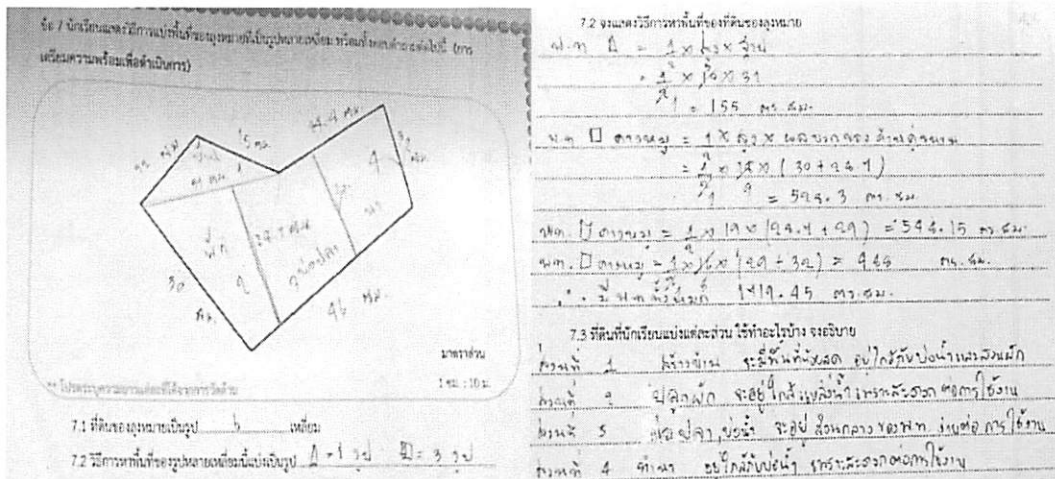
ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับ
พอใช้และระดับปรับปรุง ระดับละ 2 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนนั้นสามารถระบุเหตุผลในการเลือก

แนวทางการแก้ปัญหาโดยนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาช่วยในการตัดสินใจ แสดงดังภาพ 35 นักเรียนเลือกใช้วิธีการที่ 1 โดยมีการคำนวณหาความยาวรอบรูปของเขาระองนึ่ง และความยาวรอบรูปของกล่องนม/ถุงนมที่นักเรียนเลือกนำมาช่วยในการคำนวณหาจำนวนถุงนมหรือกล่องนมที่จะใช้ แต่นักเรียนไม่ได้ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจที่ได้เลือกวิธีการที่ 1 ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนาในวงจรปฏิบัติการต่อไป



ภาพ 35 แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ ของนักเรียนในระดับพอใช้ จากไปกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี และระดับพอใช้ ระดับละ 2 กลุ่มเท่ากัน จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนสามารถนั้นเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งแสดงวิธีการหาพื้นที่ของที่ดินแต่ละส่วนโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้อย่างถูกต้องและมีการระบุเหตุผลสนับสนุนในการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนๆ ส่งผลให้กลุ่มนักเรียนแสดงองค์ประกอบด้านการการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ ดังแสดงในภาพ 36



ภาพ 36 แสดงการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรมวงจรรูปปฏิบัติการที่ 3

1.4 การวางแผนการปฏิบัติ

1.4.1 วงจรรูปปฏิบัติการที่ 1

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "ออกแบบลายกระเบื้อง" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านบูรณาการ พบว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มักตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชายังไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้กลุ่มนักเรียนไม่สามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการวางแผนการปฏิบัติของกลุ่มนักเรียนยังต้องพัฒนาต่อไป และด้านการนำเสนอ พบว่ากลุ่มนักเรียนนำเสนอชิ้นงานโดยการพูดนำเสนอถึงวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่มเท่านั้น ไม่มีการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยหลักการทางคณิตศาสตร์

1.4.2 วงจรรูปปฏิบัติการที่ 2

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "เบาะรองนั่งรักษ์โลก" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านบูรณาการ พบว่ากลุ่มนักเรียนบางส่วนเริ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา ทำให้กลุ่มนักเรียนนั้นสามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้แต่ไม่ชัดเจน ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการวางแผนการปฏิบัติของกลุ่มนักเรียนยังต้องพัฒนาต่อไป และด้านการนำเสนอ พบว่ากลุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอชิ้นงานโดย

การพูดนำเสนอถึงวิธีการแก้ปัญหาโดยของกลุ่มเท่านั้น ไม่มีการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยหลักการทางคณิตศาสตร์

1.4.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

การวิเคราะห์ผลงานของนักเรียนจากกิจกรรม "พื้นที่สร้างสุข" ผู้วิจัยได้อธิบายผลการจัดการเรียนรู้ตามรายการประเมินชิ้นงานแต่ละด้านที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ นั่นคือ ด้านบูรณาการ พบว่ากลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่ตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับ 4 วิชาได้ครอบคลุมกับสถานการณ์ปัญหา เริ่มมีการนำหลักการทางคณิตศาสตร์เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาใช้ในการแก้ปัญหาและออกแบบชิ้นงานได้หลากหลายมากขึ้น ทำให้กลุ่มนักเรียนนั้นสามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ชัดเจน และด้านการนำเสนอ พบว่ากลุ่มนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอชิ้นงานโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การพูดนำเสนอถึงวิธีการแก้ปัญหาที่มีการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาโดยหลักการทางคณิตศาสตร์ ยกตัวอย่างการแก้ปัญหาที่จะนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เป็นต้น

จากผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนตามองค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติจากชิ้นงานจะเห็นได้ว่ากลุ่มนักเรียนมีพัฒนาการในการทำความเข้าใจปัญหาที่ดีขึ้นตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม ดังแสดงตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติจากใบกิจกรรมของแต่ละวงจร

องค์ประกอบ	วงจรปฏิบัติการ	จำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ			
		ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การวางแผน การปฏิบัติการ	วงจรที่ 1	-	-	1	3
	วงจรที่ 2	-	-	3	1
	วงจรที่ 3	1	2	1	-

จากตาราง 16 พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม และมีกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 1 กลุ่ม จะเห็นว่า จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนนั้นไม่สามารถนักเรียนไม่สามารถแสดง

ขั้นตอนการแก้ปัญหาได้อย่างชัดเจน ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการวางแผนการปฏิบัติของกลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนา

ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับระดับพอใช้ จำนวน 3 กลุ่ม และระดับปรับปรุง จำนวน 1 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้แต่ยังขาดความชัดเจน ส่งผลให้องค์ประกอบด้านการวางแผนการปฏิบัติของกลุ่มนักเรียนยังต้องได้รับการพัฒนา

ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับระดับดี จำนวน 2 กลุ่ม ระดับพอใช้และระดับดีมาก ระดับละ 1 กลุ่ม จะเห็นว่า กลุ่มนักเรียนสามารถแสดงวิธีการหาพื้นที่ของที่ดินแต่ละส่วนโดยใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่อง พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมได้อย่างถูกต้อง ส่งผลให้กลุ่มนักเรียนแสดงองค์ประกอบด้านการวางแผนการปฏิบัติ

2. ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ผู้วิจัยผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล จำนวน 24 คน ใช้เวลาทั้งหมด 3 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์ มี 5 ข้อคำถาม ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงผลการวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจำแนกตามแบบทดสอบจากสถานการณ์ต่างๆ

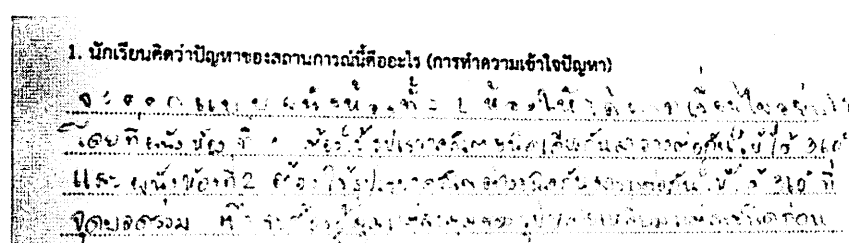
2.1.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 1

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 1 "ออกแบบลายผนัง" ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ดังตาราง 17

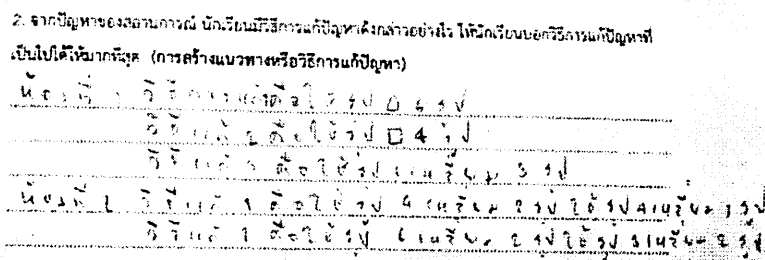
ตาราง 17 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 1 ในแต่ละองค์ประกอบ

ความสามารถตามองค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. การทำความเข้าใจปัญหา	9 (37.50)	3 (12.50)	7 (29.17)	5 (20.83)
2. การสร้างแนวทางหรือวิธีการ แก้ปัญหา	2 (8.33)	10 (41.67)	6 (25.00)	6 (25.00)
3. การเตรียมความพร้อมเพื่อ ดำเนินการ	0 (00.00)	7 (29.17)	9 (37.50)	5 (20.83)
4. การวางแผนการปฏิบัติ	5 (20.83)	8 (33.33)	9 (37.50)	2 (8.33)

จากตาราง 17 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่าง
สร้างสรรค์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับ
ความสามารถอยู่ในระดับดีมากและระดับดีเพียงอย่างละ 1 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 การ
ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 37.50 และองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการ
แก้ปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 41.67 ตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ใน
ระดับพอใช้ 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ และ
องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 37.50 เท่ากัน



ภาพ 37 แสดงความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 1



ภาพ 38 แสดงความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาจากแบบทดสอบ สถานการณ์ที่ 1

2.1.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากแบบทดสอบในสถานการณ์ที่ 2

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 2 "หาเงินค่าเทปพู่" ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 2 ในแต่ละองค์ประกอบ

ความสามารถตามองค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. การทำความเข้าใจปัญหา	10 (41.67)	7 (29.17)	5 (20.83)	2 (8.33)
2. การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา	4 (16.67)	11 (45.83)	4 (16.67)	5 (20.83)
3. การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ	1 (4.17)	4 (16.67)	14 (58.33)	4 (16.67)
4. การวางแผนการปฏิบัติ	4 (16.67)	5 (20.83)	11 (45.83)	4 (16.67)

จากตาราง 18 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีมากและระดับดีเพียงอย่างละ 1 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 การ

ทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 41.67 และองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 45.83 ตามลำดับ และนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ คิดเป็นร้อยละ 58.33 และองค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 45.83

2.1.3 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากแบบทดสอบ ในสถานการณ์ที่ 3

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์จำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 3 "พื้นที่แต่ละห้องในบ้าน" ซึ่งเป็นปัญหาเกี่ยวกับลักษณะและมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่ 3 ในแต่ละองค์ประกอบ

ความสามารถตามองค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1. การทำความเข้าใจปัญหา	12 (50.00)	6 (25.00)	4 (16.67)	2 (8.33)
2. การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา	6 (25.00)	13 (54.16)	4 (16.67)	2 (8.33)
3. การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ	2 (8.33)	10 (41.67)	7 (29.16)	5 (20.83)
4. การวางแผนการปฏิบัติ	2 (8.33)	6 (25.00)	10 (41.67)	6 (25.00)

จากตาราง 19 เมื่อพิจารณาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 2 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีมากเพียง 1 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50.00 นอกจากนี้ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี 2 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา และองค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ คิดเป็นร้อยละ 54.16 และ 41.67 ตามลำดับ และองค์ประกอบที่ 4

การวางแผนการปฏิบัติ นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ คิดเป็นร้อยละ 41.67

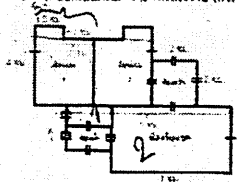
3. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนระดับข้อที่ 2 (การเขียนความพร้อมเพื่อดำเนินการ)

3.1 หากนักเรียนเป็นกษัตริย์จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาใดที่จะสามารถแก้ปัญหาได้เร็ว ภาระเหตุใด
 1. ข้อ 1 เพราะ ง่ายกว่าและทำได้เร็ว ประสิทธิภาพสูง

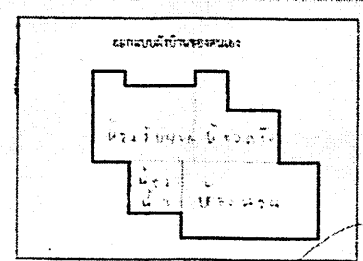
3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร
 ข้อดี ง่าย ได้เร็ว
 ข้อเสีย อาจเกิดความผิดพลาด

ภาพ 39 แสดงความสามารถในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3

5. นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับเกณฑ์ได้อย่างไร เช่นลดค่าใช้จ่าย และได้นักเรียนตามเกณฑ์
 บ้านของเรามีแบบบ้านที่ปลูกในสวนต่างจังหวัดมีใช้งาน (การวางแผนการปฏิบัติ)



วิธีคิดของนักเรียนที่เลือกวิธีแก้ปัญหาได้ดังนี้
 1. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 2. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 3. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 4. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 5. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 6. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 7. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 8. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 9. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก
 10. ได้ 0.5 คะแนน (1/2 คะแนน) เพราะนักเรียนได้เลือก



ภาพ 40 แสดงความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติจากแบบทดสอบสถานการณ์ที่ 3

จากภาพ 40 คือ การวางแผนการปฏิบัติของนักเรียนมีการอธิบายแสดงวิธีการหาพื้นที่ของบ้านที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม เมื่อพิจารณาการเขียนตอบดังกล่าวแล้ว นักเรียนสามารถหาพื้นที่ได้อย่างถูกต้อง โดยนักเรียนหาพื้นที่ของแต่ละห้องก่อน จากนั้นนำพื้นที่ทั้งหมดมารวมกันจนได้เป็นคำตอบของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดให้กับนักเรียน และนักเรียนมีการออกแบบผังบ้านให้มีจำนวนห้องที่เหมาะสมกับการใช้ชีวิตประจำวันได้

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือวัดความสามารถในการหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน พบว่า ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนส่วนใหญ่จากแบบทดสอบทั้ง 3 สถานการณ์ มีแนวโน้มที่เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับใบกิจกรรมของแต่ละวงจรปฏิบัติการ กล่าวคือ การทำความเข้าใจปัญหา การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา และการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีขึ้นไป สำหรับการวางแผนการปฏิบัติมีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ ทั้งนี้มีความสามารถบางด้านจากใบกิจกรรมที่มีพัฒนาการสูงกว่าแบบทดสอบบางชุด เนื่องจากใบกิจกรรมทำเป็นรายกลุ่มซึ่งนักเรียนมีโอกาสในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ในขณะที่แบบทดสอบทำเป็นรายบุคคลซึ่งขึ้นอยู่กับบททวนความรู้และการฝึกฝนการคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง และเมื่อพิจารณาแบบประเมินงานร่วมด้วย พบว่า ปรากฏผลแนวทางเดียวกันและมีแนวโน้มพัฒนาการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับ ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบและใบกิจกรรมมีแนวโน้มที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน โดยมีแบบประเมินชิ้นงานที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และช่วยสนับสนุนการทำใบกิจกรรมรายกลุ่มของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.2 ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยรวมซึ่งจำแนกตามองค์ประกอบรายด้านจากแบบทดสอบวัดความสามารถ

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความสามารถเป็นรายบุคคล โดยพิจารณาตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ แสดงดังตาราง 20

ตาราง 20 แสดงจำนวนนักเรียนตามระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยรวมหลังการจัดการเรียนรู้ในแต่ละองค์ประกอบ

องค์ประกอบ	จำนวนนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถ (ร้อยละ)			
	ระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
การทำความเข้าใจปัญหา	11 (45.83)	6 (25.00)	6 (25.00)	1 (4.17)
การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา	4 (16.67)	12 (50.00)	5 (20.83)	3 (12.50)
การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ	1 (4.17)	10 (41.67)	7 (29.17)	6 (25.00)
การวางแผนการปฏิบัติการ	4 (16.67)	7 (29.17)	10 (41.67)	3 (12.50)

จากตาราง 20 พบว่าระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยรวมหลังการจัดการเรียนรู้แต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

การทำความเข้าใจปัญหา มีนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 45.83 โดยนักเรียนสามารถอธิบายปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างครอบคลุม ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น "จะออกแบบผนังห้องทั้ง 2 ห้องอย่างไรให้ตรงตามเงื่อนไข ให้ห้อง 1 ใช้รูปหลายเหลี่ยมชนิดเดียวกันมาเรียงต่อกัน และห้อง 2 ใช้รูปหลายเหลี่ยมต่างชนิดกันมาเรียงต่อกัน โดยมุมที่จุดยอดรวมเท่ากับ 360 องศา" (แบบทดสอบความสามารถ, 25 กุมภาพันธ์ 2564)

การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาและการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ มีนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50.00 และ 41.67 ตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 แนวทางขึ้นไป และสามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม พร้อมบอกเหตุผลของตนเอง และหาข้อดี ข้อเสียของแนวทางที่ตนเองเลือกได้ ดังแสดงตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น "เลือกวิธีที่ 1 เพราะสามารถหาพื้นที่ได้รวดเร็วเนื่องจากมีพื้นที่เท่ากับ 2 ห้อง หาพื้นที่ 1 ห้องแล้วนำไปคูณด้วย 2 ซึ่งมีข้อดีคือ หาพื้นที่ทั้งหมดได้รวดเร็ว และมีข้อเสียคือ ถ้าคำนวณผิด 1 ห้องจะทำให้คำตอบผิด" (แบบทดสอบความสามารถ, 25 กุมภาพันธ์ 2564) และ

การวางแผนการปฏิบัติการ มีนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น ร้อยละ 41.67 เนื่องจากกลุ่มหลายเหลี่ยมต้องมีจำสูตรการหาพื้นที่และใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ในการคำนวณหาคำตอบ ทำให้นักเรียนบางส่วนมีการคำนวณหาคำตอบที่ผิดพลาด ใช้สูตรในการหาพื้นที่ผิดรูป ส่งผลให้คำตอบสุดท้ายไม่ถูก และในองค์ประกอบนี้มีนักเรียนเพียงร้อยละ 16.67 ที่อยู่ในระดับดีมาก ที่สามารถหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน หลังจากดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสามารถสรุปการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่องรูปหลายเหลี่ยม ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา ครูควรแสดงสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวัน และมีความเกี่ยวข้องกับเรื่องรูปหลายเหลี่ยม ที่สามารถบูรณาการความรู้กับสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยสถานการณ์ปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแก่นั้นต้องมีความเหมาะสมกับผู้เรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สอดคล้องกับพื้นฐานความรู้ของนักเรียน และเป็นปัญหาที่ไม่ไกลตัวนักเรียนจนเกินไป เช่น สถานการณ์การแบ่งพื้นที่ห้องต่างๆในบ้าน การออกแบบลวดลายของกระเบื้องหรือฝาผนัง เป็นต้น ครูควรกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการเตรียมสื่อการเรียนรู้ เช่น เกมบนเว็บไซต์ ภาพตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน สื่อของจริงที่นักเรียนคุ้นเคย หรือถ้าเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นภายในโรงเรียนหรือชุมชน ครูสามารถนำนักเรียนไปดูแหล่งเรียนรู้ที่แสดงปัญหาที่เกิดขึ้นจริงนั้นได้ เช่น บ่อขยะ ที่ดิน เป็นต้น เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนอยากจะแก้ปัญหานั้นจริงๆ และครูควรชี้แจงและอธิบายการเขียนตอบใบกิจกรรม ให้นักเรียนทุกกลุ่มเข้าใจรูปแบบการเขียนก่อนหลังจากนั้นครูควรใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน เช่น "จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์นี้คืออะไร" เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้ฝึกทำความเข้าใจปัญหา ว่าสถานการณ์นั้นเกิดจากปัญหาในประเด็นใดบ้าง นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำผลการกำหนดปัญหาของกลุ่มตนเองมาอภิปรายร่วมกับนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้แลกเปลี่ยนแนวคิดและสรุปปัญหาของสถานการณ์ของแต่ละกลุ่มได้

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา ครูควรนำผลการสรุปปัญหาของสถานการณ์ที่ได้จากขั้นที่ 1 ของนักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงให้นักเรียนทุกคนในห้องเห็นอย่างชัดเจน เพื่อร่วมกันอภิปรายว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นจะให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม มาอธิบายได้อย่างถูกต้อง จากนั้นให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาให้ได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 วิชา สำหรับใช้ในการหาคำตอบของการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนดให้ เมื่อนักเรียนตั้งคำถามแล้ว ครูชี้แนะให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ในการหาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่งข้อมูล จะช่วยให้นักเรียนเกิดการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาลักษณะที่หลากหลายน่าสนใจ เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบคำถามที่กลุ่มนักเรียนตั้งคำถามไว้ จากนั้นนักเรียนทุกคนทบทวนความรู้ในเรื่องที่เกี่ยวข้องในสาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และสรุปความรู้เหล่านั้นเป็นความเข้าใจของตนเองแล้วนำมาระดมความคิดเพื่อหาแนวทางการการแก้ปัญหาคำถามที่ดีที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน ครูต้องเตรียมอุปกรณ์สำหรับสร้างชิ้นงานอย่างหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ทางเทคโนโลยี ซึ่งในขณะจัดการเรียนรู้ครูต้องแสดงอุปกรณ์ให้นักเรียนทราบอย่างชัดเจน พร้อมทั้งอธิบายเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน และเงื่อนไขสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนทราบว่าควรประดิษฐ์ชิ้นงานอย่างไรให้ได้คะแนนมากที่สุด จากนั้นครูให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มเขียนแนวทางการแก้ปัญหาลักษณะของตนเองลงในกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหาคำถามหรือต่อยอดแนวความคิดการแก้ปัญหาคำถามของเพื่อน เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดของกลุ่มในการแก้ปัญหานั้น ซึ่งส่วนนี้จะเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาองค์ประกอบการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาคำถามได้ นอกจากนี้ครูต้องอธิบายให้นักเรียนเห็นความสำคัญของการวางแผนว่าเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องรูปหลายเหลี่ยม มาประยุกต์ใช้ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนทราบแนวทางการสร้างแบบจำลอง ดังนั้นครูต้องตรวจสอบว่านักเรียนทุกกลุ่มใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม ในการวางแผนการก่อนสร้างชิ้นงาน หลังจากนั้นให้เวลานักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดกันเพื่อวางแผนการสร้างชิ้นงาน สิ่งสำคัญของการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้คือ ครูต้องนำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการวางแผนและใช้ความรู้ทางวิศวกรรมในการออกแบบชิ้นงาน เช่น การวางแผนออกแบบลายกระเบื้อง นักเรียนจะได้ออกแบบลายกระเบื้องและคำนวณหาจุดยอดร่วมของรูปหลายเหลี่ยมชนิดต่างๆโดยใช้ความรู้เรื่อง ลักษณะและขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม หากนักเรียนไม่ทราบลักษณะและขนาดของมุมภายในของรูปหลายเหลี่ยม จะส่งผลให้นักเรียนเลือกรูปหลายเหลี่ยมที่นำมาเรียงต่อกันได้อย่างสนิทนั้นไม่ถูกต้อง ซึ่งจะเห็นว่าหลักการทางคณิตศาสตร์ต้องเป็นส่วนที่จำเป็นต่อการวางแผน เพื่อให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้ในการแก้ปัญหาคำถาม

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนการสำรวจ ครูต้องเน้นย้ำให้นักเรียนเห็นความสำคัญของแผนการสำรวจว่าจะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาข้อผิดพลาด ปรับปรุงชิ้นงานหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะช่วยประหยัดเวลาของนักเรียนไม่ต้องวางแผนใหม่ เพียงแค่นำแผนการสำรวจที่นักเรียนคาดการณ์ไว้มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม เมื่อครูเน้นย้ำความสำคัญแล้ว นักเรียนแต่ละกลุ่มจะระดมความคิดกันเพื่อคาดการณ์ปัญหาที่อาจเกิดล่วงหน้า พร้อมบันทึกแผนการสำรวจไว้ที่นำหลักการทางคณิตศาสตร์มาเป็นส่วนที่ช่วยในการแก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน นักเรียนแต่ละกลุ่มจะส่งตัวแทนมารับอุปกรณ์ตามใบสั่งซื้อของแต่ละกลุ่มที่ได้เขียนไว้ สำหรับสร้างชิ้นงานตามแบบจำลองของกลุ่มตนเองที่ได้วาดไว้ เมื่อนักเรียนได้อุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานของกลุ่มนักเรียนแล้ว ครูต้องให้อิสระกับนักเรียนในการสร้างชิ้นงานแบบสมบูรณ์ด้วยตนเอง เนื่องด้วยกิจกรรมการสร้างแบบชิ้นงานนี้เป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหา ฉะนั้นครูควรแบ่งเวลาการจัดการเรียนรู้ในขั้นนี้ให้มากกว่าขั้นอื่นๆ เพราะนักเรียนจะต้องใช้เวลาสร้าง ตรวจสอบชิ้นงานตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ นอกจากนี้ระยะเวลาที่จำกัดอย่างเหมาะสมในการสร้างชิ้นงานจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการวางแผนการปฏิบัติได้

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน ก่อนการประเมินชิ้นงานครูควรทบทวนรายการประเมินและเกณฑ์การให้คะแนนชิ้นงานแก่นักเรียนทุกกลุ่มทราบเพื่อให้เป็นไปอย่างยุติธรรม โดยการนำเสนอให้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องอธิบายความรู้ทั้ง 4 วิชาที่นำมาใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้ควรเปิดโอกาสให้แต่ละกลุ่มวนกันตั้งคำถาม เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน โดยเน้นย้ำว่าการถามคำถามต้องเกี่ยวข้องกับความรู้ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี และช่วงท้ายการทำกิจกรรมครูต้องสรุปกิจกรรมและความรู้ที่นักเรียนได้รับให้นักเรียนฟังอีกครั้ง ถามคำถามในประเด็นที่ไม่เข้าใจ หรือเสนอแนวคิดที่แตกต่างจากเพื่อนคนอื่นในชั้นเรียน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลายและแปลกใหม่ร่วมกัน เพื่อแก้ไขความเข้าใจที่ผิดพลาดของนักเรียน และเสริมความรู้ที่ขาดให้กับนักเรียน ซึ่งในขั้นนี้จะช่วยส่งเสริมในองค์ประกอบของการวางแผนการปฏิบัติได้ที่นักเรียนสามารถนำความรู้ แนวทางการแก้ปัญหาไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ จากแบบประเมินชิ้นงาน ใบกิจกรรมและแบบทดสอบ ตามองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับใบกิจกรรมที่พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม สำหรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งเมื่อพิจารณาจากคะแนนรายกลุ่มจะพบว่ามีกลุ่มนักเรียนที่พัฒนาจากระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ไปสู่ระดับดีได้ สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี จำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งมีจำนวนกลุ่มนักเรียนจำนวนหนึ่งกลุ่มที่สามารถพัฒนาจากระดับความสามารถในระดับดีไปสู่ระดับดีมากได้ โดยข้อมูลจากชิ้นงานและใบกิจกรรมในแต่ละวงจรมานั้นสอดคล้องกับข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคลจากทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมากจำนวน 11 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 45.83 โดยนักเรียนสามารถอธิบายปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้อย่างครอบคลุม โดยนักเรียนส่วนมากนั้นสามารถระบุประเด็นปัญหาได้ตรงกับสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดได้อย่างถูกต้องและครบถ้วน

2.2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับใบกิจกรรมที่พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม สำหรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 2 กลุ่ม ซึ่งเมื่อพิจารณาจากคะแนนรายกลุ่มจะพบว่ามีกลุ่มนักเรียนที่พัฒนาจากระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ไปสู่ระดับดีได้ สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับระดับดีมากและระดับดี ระดับละ 2 กลุ่มเท่ากัน โดยข้อมูลจากชิ้นงานและใบกิจกรรมในแต่ละวงจรมานั้นสอดคล้องกับข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคลจากทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการสร้างแนวทาง

หรือวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดี คิดเป็นร้อยละ 50.00 และมีจำนวนนักเรียนที่แสดงถึงพัฒนาการที่ดีขึ้นตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถระบุวิธีการแก้ปัญหาได้อย่างน้อย 2 แนวทางขึ้นไป แต่แนวทางการแก้ปัญหาของนักเรียนนั้นยังสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ไม่ชัดเจนและไม่ครบถ้วน

2.3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับใบกิจกรรมที่พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนทุกกลุ่มมีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 4 กลุ่ม สำหรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้และระดับปรับปรุง ระดับละ 2 กลุ่มเท่ากัน สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีและระดับพอใช้ ระดับละ 2 กลุ่มเท่ากัน โดยข้อมูลจากชิ้นงานและใบกิจกรรมในแต่ละวงจรมันสอดคล้องกับข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคลจากทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการในแบบทดสอบทุกสถานการณ์อยู่ในระดับดี จำนวน 10 คน ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 41.67 โดยนักเรียนเหล่านี้สามารถเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสม พร้อมบอกเหตุผลของตนเอง และหาข้อดีข้อเสียของแนวทางที่ตนเองเลือกได้

2.4 การวางแผนการปฏิบัติ

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการในการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับของวงจรปฏิบัติการ ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับใบกิจกรรมที่พบว่า ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับปรับปรุง จำนวน 3 กลุ่ม สำหรับในวงจรปฏิบัติการที่ 2 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับพอใช้ จำนวน 3 กลุ่ม สำหรับวงจรปฏิบัติการที่ 3 กลุ่มนักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดี จำนวน 2 กลุ่ม และข้อมูลจากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคลจากทั้ง 3 สถานการณ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติในแบบทดสอบทุกสถานการณ์ คือ อยู่ระดับพอใช้ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 41.67 เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาได้ แต่ยังไม่มีความชัดเจนและไม่ถูกต้อง

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของแบบประเมินชิ้นงานและใบกิจกรรม พบว่า รายการประเมินชิ้นงานที่มีพัฒนาการดีขึ้นตามลำดับวงจรปฏิบัติการนั้น ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของการทำใบกิจกรรม ทั้งนี้จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลของใบกิจกรรมตามลำดับวงจรปฏิบัติการแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์แต่ละชุด

พบว่า ผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีความสอดคล้องกันบางลำดับวงจรปฏิบัติการโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนมีแนวโน้มสูงขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การศึกษาครั้งนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการศึกษาพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่สามารถส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียด ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ที่นำมาใช้ในการจัดเรียนรู้ถือเป็นหัวใจสำคัญในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาจะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนทราบถึงปัญหาได้อย่างชัดเจน ในขั้นการยืนยันปัญหาผู้วิจัยจึงเลือกสถานการณ์ที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาสาระและพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเรื่อง รูปหลายเหลี่ยม เป็นสถานการณ์ที่ใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ เช่น สถานการณ์การออกแบบลายกระเบื้อง สถานการณ์การแบ่งที่ดิน เป็นต้น อีกทั้งสถานการณ์นั้นต้องเป็นปัญหาที่มีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างหลากหลาย เพื่อให้นักเรียนสามารถได้วิเคราะห์ประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา และเห็นคุณค่าของการนำคณิตศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ สอดคล้องกับที่ วนิษฐ สุภาพ (2561) กล่าวว่า จุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้นักเรียนรักและเห็นคุณค่าของการใช้แนวคิดและทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ผสมผสานกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ และเห็นว่าคณิตศาสตร์นั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ได้ในชีวิตประจำวัน โดยมีเป้าหมายหลักในการพัฒนานักเรียนให้เป็นผู้รู้คณิตศาสตร์ (math literate) คือ การพัฒนาให้นักเรียนมีความสามารถในการวิเคราะห์ ให้เหตุผล และการประยุกต์แนวคิดทางคณิตศาสตร์ เพื่ออธิบายและทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ภายใต้สถานการณ์ปัญหาที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ผู้วิจัยยังใช้คำถามเป็นส่วนสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เพราะคำถามสามารถช่วยกระตุ้นความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนมีความสนใจในกิจกรรมตลอดการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องกับ Andrew Miller (2015) อ้างอิงใน บุญชนก ธรรมวงศา, 2018, ย่อหน้าที่ 3) ที่กล่าวว่า การถามคำถามเป็นหนทางพานักเรียน

ไปสู่แนวคิดที่ดีได้ ทำให้พวกเขามั่นใจในตนเองและพิสูจน์ความคิดเห็นของตนเองอย่างมีเหตุผล กล้าเผชิญหน้ากับความเสี่ยงในความผิดพลาดล้มเหลว หากคุณครูมีความมุ่งมั่นที่จะผลักดันให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดีได้ ครูควรเป็นเพียงผู้สังเกตการณ์ ที่ให้คำชี้แนะ และกระตุ้นวินัยการคิดให้เกิดขึ้นเป็นกิจวัตร

การอภิปรายคำตอบที่เกี่ยวกับกับสะเต็มศึกษา ผู้วิจัยมุ่งเน้นให้นักเรียนได้อภิปรายคำตอบที่เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีหน้าชั้นเรียนและภายในกลุ่มของนักเรียน ทำให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแสดงความคิดเห็นเพื่อสรุปปัญหา นักเรียนทุกคนจะได้ถกเถียงกันว่าอะไรคือปัญหาที่แท้จริงของสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด และแต่ละกลุ่มตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาให้ได้ครอบคลุมเนื้อหาทั้ง 4 วิชา กิจกรรมนี้มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้ส่งเสริมความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาได้ นักเรียนได้หาข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่มากกว่า 2 แหล่งข้อมูล เปิดโอกาสให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบคำถามที่กลุ่มนักเรียนตั้งคำถามไว้ นอกจากนี้การให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้ที่เกี่ยวข้องก่อนเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจกับหลักการทางคณิตศาสตร์ที่จะนำมาใช้ประกอบการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนได้ทราบหลักการที่เกี่ยวข้องแล้ว นักเรียนจะสามารถเชื่อมโยงความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชาเข้ากับสถานการณ์และทราบถึงแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมได้ เพื่อนำมาวางแผนการออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด โดยนักเรียนทุกคนในกลุ่มต้องเขียนแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองลงในกระดาษ แล้วเปิดอ่านพร้อมกัน เพื่อหาแนวทางที่เป็นไปได้ของกลุ่มที่จะนำมาแก้ปัญหาหรือต่อยอดแนวคิดการแก้ปัญหาจากของเพื่อน เพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์นั้น สอดคล้องกับ Delisle (1997, pp. 26-36) ว่าการรวบรวมความรู้ ตัดสินใจเลือกแนวทางแก้ปัญหา หลังจากแต่ละกลุ่มได้ข้อมูลครบถ้วนแล้ว ให้กลับเข้าชั้นเรียนและรายงานผลการศึกษาค้นคว้าต่อสมาชิกภายในกลุ่ม หลังจากนั้นให้นักเรียนร่วมกันพิจารณาผลการศึกษาค้นคว้าอีกครั้งว่าข้อมูลที่ได้เพียงพอต่อการแก้ปัญหาหรือไม่ ประเด็นใดแปลกใหม่น่าสนใจมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา และประเด็นใดที่ไม่เป็นประโยชน์ควรจะตัดทิ้ง แล้วแต่ละกลุ่มร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวทางหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา ในขั้นนี้นักเรียนจะได้พัฒนาองค์ประกอบในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งครูควรกระตุ้นให้นักเรียนประยุกต์ใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหา โดยครูเดินสำรวจความรู้ ฟังสิ่งที่นักเรียนพูด เพื่อดูแนวคิดของเด็กนักเรียนแต่ละคนหรือแต่ละกลุ่ม ซึ่งสอดคล้องกับ Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011) ที่กล่าวว่าระหว่างที่นักเรียนกำลังแก้โจทย์ปัญหาในกลุ่ม คุณครูต้องหมั่นเดินตรวจตรา และฟังสิ่งที่นักเรียนแต่ละกลุ่มพูดคุยกัน ซึ่งการทำแบบนี้จะมีประโยชน์หลายประการ เช่น เพื่อฟังว่าแต่ละกลุ่มมีความคิดใน

การแก้โจทย์ปัญหาอย่างไรบ้าง ถ้ากลุ่มนักเรียนใดมีคำถามสามารถให้นักเรียนถามกันเองภายในกลุ่มก่อน แต่ถ้านักเรียนไม่สามารถหาคำตอบจริงๆ หรือไม่มีข้อสรุป ครูอาจจะเข้าไปแนะนำแหล่งค้นหาความรู้ที่น่าจะเป็นประโยชน์ต่อคำถามนั้นๆ แทนที่การบอกคำตอบนักเรียน การทำแบบนี้จะช่วยสร้างนิสัยในการค้นคว้าหาความรู้ด้านเทคโนโลยีด้วยของนักเรียน

อุปกรณ์ สื่อ และแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลายช่วยส่งเสริมความเข้าใจของนักเรียนในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ได้ ผู้วิจัยจัดเตรียมแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย เช่น หนังสือ เอกสาร ประกอบการเรียนรู้ เว็บไซต์ และแหล่งเรียนรู้ในโรงเรียนหรือชุมชนที่เป็นปัญหา ที่นักเรียนสามารถลงพื้นที่สำรวจปัญหาด้วยตนเอง เช่น ปอขยะ วัด ที่ดิน เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จะช่วยส่งเสริมความเข้าใจให้กับนักเรียนและช่วยกระตุ้นให้นักเรียนสนใจอยากจะทำแนวทางเพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ นอกจากนี้การจัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการสร้างแบบจำลองเพื่อแก้สถานการณ์ปัญหานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติ อีกทั้งช่วยส่งเสริมการบูรณาการความรู้ทางเทคโนโลยีให้กับนักเรียนในการเลือกเครื่องมือที่เหมาะสมสำหรับแก้ปัญหา ดังนั้นอุปกรณ์ สื่อ และแหล่งเรียนรู้เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 27) ได้กล่าวว่า สื่อการเรียนรู้ที่นำมาจัดกระบวนการเรียนรู้ ควรเป็นสื่อที่หลากหลายทั้งสื่อธรรมชาติ สื่อสิ่งพิมพ์ สื่อเทคโนโลยี และเครือข่ายการเรียนรู้ต่างๆ ที่มีในท้องถิ่น ตลอดจนเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง

2. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนจากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 3 ชนิด ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบรายด้านของความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ดังนี้

2.1 การทำความเข้าใจปัญหา

หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ของแบบทดสอบทุกสถานการณ์โดยมีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นตามลำดับของแบบทดสอบ กล่าวคือ นักเรียนสามารถระบุปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง แต่นักเรียนบางส่วนยังไม่ได้ระบุปัญหาที่สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ ทั้งนี้การที่นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถอยู่ในระดับดีมากนั้น เนื่องจากในขั้นการยืนยันปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนได้ร่วมกันศึกษาสถานการณ์ปัญหาเป็นกลุ่มและร่วมกันอภิปรายหน้าชั้นเรียนเพื่อระบุประเด็นปัญหาที่นำไปสู่การสร้างชิ้นงานทางคณิตศาสตร์ และในชั้นการประเมินนักเรียนได้นำเสนอผลงานที่ได้ออกแบบชิ้นงานตามที่วางแผนไว้ได้เป็นส่วนใหญ่และมีแนวโน้มพัฒนาการสร้างชิ้นงานได้ดีขึ้นตามลำดับ นอกจากนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มยังได้ทำใบกิจกรรม ที่มีข้อความคำถามให้ระบุปัญหาหรือตั้งคำถามทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้ ซึ่งสมาชิกภายในกลุ่มได้ช่วยกันคิดปัญหาของสถานการณ์ที่ถูกต้องหรือสอดคล้องกับปัญหาที่แท้จริง และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ได้ชัดเจนมากขึ้นตามสมควร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการฝึกให้นักเรียนระบุปัญหาหรือตั้งคำถามที่มีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดโดยบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชานั้น จะช่วยให้นักเรียนมีเป้าหมายในการเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ สอดคล้องกับ กันตารัตน์ ชัยยัง่า (2560) ที่กล่าวว่า คำถามปลายเปิดจะเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด โดยคำตอบที่ได้จะมีหลายคำตอบ ที่มาของคำตอบก็มีได้หลายวิธี นับเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดอย่างสร้างสรรค์ จึงควรใช้คำถามปลายเปิดในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในห้องเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของสุดาทิพย์ หาญเชิงชัย (2552) ได้ศึกษาการตั้งคำถามของครูในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ พบว่ามีลักษณะการตั้งคำถาม 3 ประเภทคือ คำถามเชิงอะไร คำถามเชิงทำไม และคำถามเชิงอย่างไร จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น จนนำไปสู่การหาแนวทางการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายได้

2.2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา

หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาสูงขึ้นตามลำดับ โดยมีระดับสามารถดังกล่าวอยู่ในระดับดี กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถเขียนแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ตั้งแต่ 2 แนวทางขึ้นไป แต่บางแนวทางการแก้ปัญหาที่นักเรียนเลือกมานั้น มีบางแนวทางที่ไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เท่าที่ควร อย่างไรก็ตาม ยังมีนักเรียนบางคนที่มีระดับความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาอยู่ในระดับดีมาก ทั้งนี้จากการที่นักเรียนมีระดับความสามารถในการสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหาที่สูงขึ้น เนื่องจากในชั้นการวางแผนของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนได้ฝึกการระดมสมองหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมในการสร้างชิ้นงาน และนำแนวทางการแก้ปัญหามาของนักเรียนแต่ละคนมาเลือกหรือต่อยอดแนวทางการแก้ปัญหาที่ได้จากการระดมความคิด จนกระทั่งได้แนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด และนักเรียนมีการวางแผนสำรองเพื่อแก้ปัญหา ข้อบกพร่องหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการสร้างชิ้นงาน นอกจากนี้ในชั้นการประเมิน นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอชิ้นงานหน้าชั้นเรียน ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และประเมินชิ้นงานของ

เพื่อนในกลุ่มและระหว่างกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด ทำให้นักเรียนมีทางเลือกในการประเมินแนวคิดที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้นักเรียนสามารถคิดหาแนวทางแก้ปัญหาและประเมินชิ้นงานของตนเองแสดงออกมาได้ดีมากขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้คำถามปลายเปิดในใบกิจกรรมและแบบทดสอบ สอดคล้องกับงานวิจัยของพันธ์ยุทธ น้อยพินิจ (2560) และสาลินี เรืองจ้อย (2554) ที่กล่าวว่าปัญหาปลายเปิดทำให้นักเรียนเสนอแนวคิดของตนเองได้อย่างอิสระ ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิดที่หลากหลายและสามารถพิจารณาเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีโอกาสหาคำตอบที่อาจไม่เหมือนใคร เป็นคำตอบเฉพาะของตนเอง และด้วยสถานการณ์เช่นนี้จะช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนต้องการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเปรียบเทียบคำตอบของตนกับเพื่อน ทำให้ได้วิธีการที่แปลกใหม่ หรือบูรณาการวิธีการแก้ปัญหาของตนกับเพื่อน จนกระทั่งได้แนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและสามารถพิจารณาเลือกแนวคิดที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

2.3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการสูงขึ้นตามลำดับ โดยมีระดับความสามารถดังกล่าวอยู่ในระดับพอใช้และระดับดี กล่าวคือ นักเรียนสามารถประเมินและตัดสินใจเลือกแนวหรือวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด พร้อมทั้งระบุเหตุผลได้ แต่เหตุผลที่นักเรียนระบุนั้นไม่เป็นไปตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่มีระบุเหตุผล และบอกข้อดี ข้อเสียของแนวทางที่นักเรียนเลือกมานั้น โดยอ้างถึงความยากง่ายของวิธีการแก้ปัญหานั้น ไม่ได้ระบุเหตุผลที่ลึกซึ้งทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียน ส่วนในใบกิจกรรมจะมีข้อความให้นักเรียนได้แสดงแนวคิดและความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่นำมาใช้ในการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยส่วนใหญ่นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแสดงวิธีการหาคำตอบของแนวทางการแก้ปัญหาที่กลุ่มนักเรียนเลือกได้ ทั้งนี้จากการที่นักเรียนมีระดับความสามารถในการเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการที่สูงขึ้น เนื่องจากในขั้นการยืนยันปัญหาของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนได้ศึกษาตัวอย่างสื่อการเรียนรู้ที่ช่วยให้นักเรียนมีแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานได้อย่างหลากหลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การศึกษาตัวอย่างสถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับการนำความรู้เรื่องรูปหลายเหลี่ยมไปประยุกต์ใช้ นอกจากนี้นักเรียนส่วนใหญ่ของลงพื้นที่ไปดูสถานที่จริงที่เกิดปัญหาในชุมชน เพื่อให้เรียนนั้นได้เห็นและเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นมากยิ่งขึ้น และยังมีการใช้เกมจากเว็บไซต์เรื่องรูปหลายเหลี่ยมมาให้นักเรียนได้ลองเล่น ซึ่งสอดคล้องกับ saksen (1994 อ้างถึงใน พัชรา พุ่มพชาติ, 2552, น. 61-62) ที่ว่าการจัดเตรียมสภาพบรรยากาศที่เปิดกว้างและปลอดภัยที่จะช่วยสนับสนุนและสร้างแรงเสริมความคิดนอกกรอบ โดยนักเรียนสามารถสำรวจ สร้างสรรค์ และ

พัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ นอกจากนี้การสนับสนุนให้มีการจัดกิจกรรมที่นักเรียนมีโอกาสเลือกและมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายและขั้นตอนที่ใช้ในการตัดสินใจ จะช่วยสร้างความรู้สึกรักของแต่ละบุคคลให้สามารถกำหนดตนเองได้ว่า เขาจะทำอะไร และทำอย่างไรให้ดีที่สุด

2.4 การวางแผนการปฏิบัติ

หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการวางแผนการปฏิบัติอยู่ในระดับพอใช้เท่านั้น อาจเป็นเพราะแบบทดสอบมุ่งวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนเป็นรายบุคคล ในขณะที่การวัดความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการวัดรายกลุ่ม เพราะนักเรียนต้องร่วมมือกันทำงานเป็นทีมในการเขียนอธิบายขั้นตอนเพื่อแก้ปัญหาก็สามารถนำไปใช้ในจริงโดยบูรณาการความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา ดังนั้นนักเรียนจะปรึกษาและอภิปรายกันเกี่ยวกับการแก้ปัญหาก็ทำได้ ทำให้ความสามารถในการแก้ปัญหาย่างสร้างสรรค์ในองค์ประกอบนี้ระหว่างจัดการเรียนรู้ได้มากกว่าหลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับอาทิตยา จิตรเชื้อเพื่อ (2563) กล่าวว่า การทำงานเป็นทีมมีความสำคัญต่อการสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงาน เนื่องจากจะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์แล้ว การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ของสมาชิกในทีมสำคัญมาก ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในด้านความรู้ แนวคิด เทคนิค วิธีการที่ตนค้นพบเพื่อหาหนทางหรือแนวทางใหม่ที่จะร่วมกันวางแผนการปฏิบัติในการสร้างนวัตกรรม โดยอาศัยความรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์มาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญห และในการวางแผนการปฏิบัติ นักเรียนจะต้องเขียนแสดงวิธีการแก้ปัญหาก็เหมาะสมกับสถานการณ์ปัญหา ออกมาอย่างเป็นระบบ มีการอธิบาย เลือกใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องครบถ้วน ดังนั้นนักเรียนควรมีพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ โดยควรต้องทบทวนเนื้อหาบทเรียน การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนโดยใช้แบบฝึกหัดรายบุคคลก่อนทำกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้ฝึกการเขียนแสดงวิธีทำ และตรวจสอบกระบวนการคิดของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ รสिता วรณรัตน์ (2563, น. 84) ได้กล่าวว่า การสื่อสารทางคณิตศาสตร์โดยการเขียนเป็นทักษะการถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจโดยการเขียนเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวินิจฉัยกระบวนการคิดของผู้เรียนและเป็นการประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นรายบุคคลในการแสดงระดับความเข้าใจของผู้เรียนด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 ในการจัดการเรียนการสอนของระดับศึกษานั้นครูควรมีพื้นฐานความรู้ใน 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี เพื่อที่จะสามารถจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดระดับศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ในการเลือกสถานการณ์ชีวิตประจำวัน ครูต้องวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาที่สามารถเชื่อมโยงความรู้ได้ครอบคลุมทั้ง 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี

1.3 ในทุกวงจรปฏิบัติการของการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดระดับศึกษาเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการความรู้ ครูควรมีการใช้คำถามปลายเปิดกระตุ้นความคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดการคิดและนำคณิตศาสตร์เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาได้ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนได้แสดงวิธีคิดที่หลากหลายในการแก้โจทย์ปัญหา ได้พูดคุยแสดงความคิดเห็น วิเคราะห์ และวิจารณ์เกี่ยวกับความรู้ทางคณิตศาสตร์ และแนวคิดที่แตกต่างจากของตัวเอง

1.4 ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ องค์ประกอบที่ครูควรคำนึงถึงและระวัง คือ องค์ประกอบการวางแผนการปฏิบัติ เพราะเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนจะต้องแสดงขั้นตอนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างละเอียด ดังนั้นครูควรปูพื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องของการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียน เพื่อให้ นักเรียนนำความรู้นั้นมาประยุกต์ใช้กับความรู้ทางคณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ ได้อย่างถูกต้อง

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ควรมีการศึกษามผลการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น ใช้แบบสังเกต เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่นักเรียนได้แสดงออกถึงความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ในระหว่างทำกิจกรรม และใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อเป็นการยืนยันแนวคิดแนวคำตอบในการแก้ปัญหานักเรียน เป็นต้น

2.2 จากผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรปฏิบัตินั้น นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี ไปสู่การแก้ปัญหาได้ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษามผลการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดระดับศึกษา ที่ส่งเสริมทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้
คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตร
แห่งประเทศไทย.
- กันตารณณ์ ฮ่องย่า. (2560). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อส่งเสริม
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนขลุ้ง
รัชดาภิเษก จังหวัดจันทบุรี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- จำรัส อินทลาภาพร. (2558). *การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาสำหรับ
ผู้เรียนระดับประถมศึกษา. วารสารมนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ มหาวิทยาลัย
ศิลปากร, 8(1), 65-71.*
- ชฎาลักษณ์ จิตราช. (2562). *การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์
โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อ
สังคมออนไลน์ ในรายวิชาชีววิทยา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารการประชุม
วิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21 มหาวิทยาลัยขอนแก่น,
HMP14.*
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2558). *80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. นนทบุรี:
พี บาลานซ์ดีไซด์แอนปริ้นติ้ง.
- ซาพินา หลีกแหล่ง. (2552). *ผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสังคม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนมูลนิธิอาชิสสถาน
จังหวัดปัตตานี (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต)*. สงขลา: มหาวิทยาลัย
สงขลานครินทร์.
- ดวงหทัย กาศวิบูลย์. (2561). *การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานสำหรับครูคณิตศาสตร์*. เชียงใหม่:
จรัสธุรกิจการพิมพ์.

- ดารารัตน์ ชัยพิลา. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานตามแนวคิด STEM Education ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ปฏิบัติเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ทิพย์วรรณ มุลทองขุน. (2535). การพัฒนาแบบสอบถาม เอ็ม อี คิว เพื่อวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. สืบค้น 23 กรกฎาคม 2563, จาก https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_DOI=10.14457/CU.the.1992.238
- ทศนา แคมมณี. (2560). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธัญญารัตน์ โกมลเกียรติ. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการ แก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง การประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นภาพร พุฒิวนิชย์. (2563). แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ PBL สำหรับนักศึกษาพยาบาล. วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้ วิทยาลัยพยาบาล บรมราชชนนี สงขลา, 7(2), 326.
- นัสรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อ การจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- นาฏนลิน ภูสวัสดิ. (2562). การจัดการเรียนรู้เรื่อง เซลล์และการหายใจระดับเซลล์ โดยใช้ปัญหา เป็นฐานเพื่อพัฒนาการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

- นิพิฐพร โกลมกิตติศักดิ์. (2553). การวิเคราะห์ผลของกระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการทำงานกลุ่ม และการเห็นคุณค่าในตนเองของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น: การทดลองแบบอนุกรมเวลา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- น้ำผึ้ง เลหาบุตร. (2560). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และทักษะทางสังคม โดยการจัดประสบการณ์เรียนรู้แบบโครงการสำหรับเด็กปฐมวัย (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- บุญชนก ธรรมวงศา. (2561). กระตุ้นให้เด็กคิดวิเคราะห์ ครูต้องเลิกถามว่า เข้าใจไหม และไม่รีบเฉลยคำตอบ. สืบค้น 23 กรกฎาคม 2563, จาก <https://www.aksorn.com/en/think-critically>
- ปรียานุช มานูจำ. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษาต่อการคิดไตร่ตรอง. *Proceedings of AMM 2017* มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, EDM-22-1-15.
- พัชรา พุ่มพชาติ. (2552). การพัฒนารูปแบบการจัดประสบการณ์การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์สำหรับเด็กปฐมวัย (ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ. (2562). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ภาคตัดกรวย ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, และเพียว ยินดีสุข. (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พรสวรรค์ วงศ์ตารธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21 Creative Problem Solving Thinking skills for 21st Century of Learning. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 38(2), 111-121.
- ไพศาล สุวรรณน้อย. (ม.ป.ป.). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (*Problem-based Learning: PBL*). สืบค้น 2 สิงหาคม 2563, จาก <http://ph.kku.ac.th/thai/images/file/km/pbl-he-58-1.pdf>

- ภัสสร ติดมา. (2558). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM Education เรื่องระบบของร่างกายมนุษย์ เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารราชพฤกษ์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, 13(3), 71.
- มณฑรา ธรรมบุศย์. (2545). การพัฒนาคุณภาพการเรียนรู้โดยใช้ PBL (Problem-Based Learning). วารสารประกันคุณภาพมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2(2), 11-17.
- รลิตา วรรณรัตน์. (2563). การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และการสื่อสารด้านการเขียนทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 15(2), 73-85.
- รักษพล ธนानุวงศ์. (2556). รายงานสรุปการประชุมเชิงปฏิบัติการ STEM Education. สืบค้น 23 กรกฎาคม 2563, จาก <http://www.slideshare.net/focusphysics/stemworkshopsummary>
- รุจิราพร รามศิริ. (2556). การพัฒนารูปแบบการเอนกการสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยเป็นฐาน เพื่อเสริมสร้างทักษะการวิจัย ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รุสมิณี หนีญูไซ้. (2558). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาจันทบุรี เขต 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). สงขลา: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ลือชา ลดาชาติ. (2559). ความก้าวหน้าในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 7(1), 1-22.
- วนิทร สุภาพ. (2561). การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา: วิธีการ ความหวัง และความท้าทาย. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 20(4), 302-314.

- วรรณิสา ร้อยกรอง. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- วัลลี สัตยาศัย. (2547). การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นหลัก รูปแบบการเรียนรู้โดยผู้เรียน เป็นศูนย์กลาง. กรุงเทพฯ: บัณฑิต.
- วรวจน์ วงศ์กิจรุ่งเรือง, และอธิป จิตตฤกษ์. (2556). ทักษะแห่งอนาคตใหม่: การศึกษา เพื่อศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: โอเพ่นเวิลด์ส์.
- ศิริภัสสร ศรเสนา. (2557). ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนด้วยวิธีแบบเปิด (Open approach) (วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต). ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2559). ทักษะทางปัญญาของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา: การพัฒนาโมเดลและ เครื่องมือวัดออนไลน์. สืบค้น 5 สิงหาคม 2563, จาก <https://www.niets.or.th/content/download>
- ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). สมรรถนะการแก้ปัญหา สำหรับโลกวันพรุ่งนี้. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). คู่มือเครือข่ายสะเต็ม. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สาลินี เรืองจ้อย. (2554). ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิด เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิทธิชัย ชมพูพาทย์. (2553). การพัฒนาพฤติกรรมการเรียนการสอนเพื่อการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์ของครูและนักเรียนในโรงเรียนส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ทางวิทยาศาสตร์โดยใช้การวิจัยปฏิบัติการเชิงวิพากษ์ (ปริญญาโทปริญญาตรี วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิริณา กิจเกื้อกุล. (2558). สะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 17(2), 201-207.

- สุกัญญา เชื้อหลูปโพธิ์. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบหมุนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่4. วารสารวิชาการและวิจัยสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, 17(32), 119-132.
- สุดาทิพย์ หาญเชิงชัย. (2552). การตั้งคำถามของครูที่ใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุริยา ช้องเสนาะ. (2560). ฟินแลนด์กับความสำเร็จด้านการศึกษา. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญ ของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 10(2), 13-29.
- สมปอง เพชรโรจน์. (2549). การนำเสนอรูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบสอบ เพื่อการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ เรื่องภาวะมลพิษทางอากาศ สำหรับนิสิตปริญญาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สืบค้น 23 กรกฎาคม 2563, จาก https://doi.nrct.go.th/ListDoi/listDetail?Resolve_Doi=10.14457/CU.the.2006.777
- สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์. (2543). มุ่งสู่คุณภาพการศึกษา. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). สภาวะการศึกษาไทย ปี 2557/2558 “จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทันโลกในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร”. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- อภิชัย เหล่าพิเดช. (2556). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เรื่องปัญหาทางสังคมของไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อาทิตยา จิตรเชื้อเพื่อ. (2563). การพัฒนาการรู้สะเต็มของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ผ่านการมีส่วนร่วมชุมชนผนวกค่ายบูรณาการสะเต็มศึกษาในแหล่งเรียนรู้ท้องถิ่น จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 22(2), 302-315.

- อาภรณ์ แสงรัศมี. (2543). ผลของการเรียนแบบใช้ปัญหาเป็นหลักต่อลักษณะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และความพึงพอใจต่อการเรียนการสอนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารยา แก้วบัวดี. (2562). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามแนวสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. วารสารสังคมศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, 10(2), 130.
- อรุวรรณ ต้นสุวรรณรัตน์. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Abdullahi Naser Mohammad AlMutairi. (2015). The effect of using brainstorming strategy in developing creative problem solving skills among male students in Kuwait: A field study on Saud Al-Kharji school in Kuwait City. *Journal of Education and Practice*, 6(3), 136.
- Abeera, P.R. (2020). *Building engineering awareness: Problem-based learning approach for STEM integration*. Retrieved July 21, 2020, from <https://eric.ed.gov/?q=Problem+based+Learning&id=EJ1247595>
- Bilal Adel Al-khatib. (2012). The effect of using brainstorming strategy in developing creative problem solving skills among female students in Princess Alia University College. *American International Journal of Contemporary Research*, 2(10), 29-38.

- Capraro. (2013). *STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Retrieved July 21, 2020, from https://www.researchgate.net/publication/297369948_STEM_Project-Based_Learning_An_Integrated_Science_Technology_Engineering_and_Mathematics_STEM_Approach
- Chen, W.H. (2013). *Applying Problem-Based Learning Model and Creative Design to Conic Sections Teaching*. Retrieved July 21, 2020, from <http://www.naun.org/main/NAUN/educationinformation/c012008-099.pdf>
- Corbett, K. (2013). *STEM Explore, Discover, Apply-Elective Courses that Use The Engineering Design Process to Foster Excitement for STEM in Middle School Students*. Retrieved July 25, 2020, from <http://scholar.google.com>
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Dunbar, K. (1998). *Problem solving*. In W. Bechtel, and G. Graham (Eds.), *A companion to Cognitive Science*. London, England: Blackwell.
- Greiff, S., Holt, V.D., & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *The Journal of Problem Solving*, 5(2), 71-91.
- Karen, L.P. (2000). *Creative Problem Solving in Math*. Retrieved July 21, 2020, from <http://m2s-conf.uh.edu/honors/Programs-Minors/honors-and-the-schools/houston-teachers-institute/curriculum-units/pdfs/2000/articulating-the-creative-experience/pepkin-00-creativity.pdf>
- Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). *Participatory action research*. In N. Denzin & Y. Lincoln (Eds.), *Handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Kristy Kowalske. (2018). Providing Opportunities for Flow Experiences and Creative Problem-Solving Through Inquiry-based Instruction. *Global Education Review*, 5(1), 108.

- Lou, S.J., Shih, R.C., Diez, C.R., & Tseng, K.H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: An exploratory study among female Taiwanese senior high school student. *International Journal of Technology and Design Education*, 10798(21), 1998.
- Mallam. (2017). *Problem-Based Learning (PBL) in STEM Education- Mahmoud A. Allam*. Retrieved July 21, 2020, from <https://cte-blog.uwaterloo.ca/?p=5953>.
- Smith, Margaret, S., & Mary Kay Stein. (2011). 5 Practices for Orchestrating Productive Mathematics Discussions. Reston, *The National Council of Teachers of Mathematics*, 111(5). 367-369.
- Treffinger, D.J., Isaksen, S.G., & Dorval, K.B. (2010). *Creative problem solving (CPSversion 6.1™) a contemporary framework for managing change*. Sarasota, FL: Center for Creative Learning. Retrieved July 25, 2020, from <http://www.creativelearning.com/images/freePDFs/CPSVersion61.pdf>
- Vasquez. (2013). STEM education K-12: perspectives on integration. *English International Journal of STEM Education*, 3(3), 1-8.
- Wright, R.T. (2012). Technology & engineering (6th ed.). *Technology & Engineering Teacher*, 78(8), 8-12.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์

รศ. ดร.กิตติ รอดเทศ

อาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

นางศศิธร เกิดทอง

ครูประจำการโรงเรียนนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์

ภาคผนวก ข ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็น
ฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

ตาราง 21 แสดงผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหา
เป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
1. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้						
1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด	3.7	4	4.3	4	0.3	มาก
1.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4	4.3	4.3	4.2	0.17	มาก
1.3 ครอบคลุมด้านความรู้	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
1.4 ครอบคลุมด้านทักษะ กระบวนการ	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
1.5 ครอบคลุมด้าน คุณลักษณะอันพึงประสงค์	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
1.6 ครอบคลุมความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์	4.3	4	4.3	4.2	0.17	มาก
	เฉลี่ย			4.35	0.22	มาก
2. ด้านสาระการเรียนรู้						
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4	4	4.3	4.1	0.17	มาก
2.2 มีความถูกต้อง	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
2.3 เหมาะสมกับเวลา	4.3	4.3	4.7	4.43	0.23	มาก
	เฉลี่ย			4.37	0.21	มาก

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		ระดับ ความ เหมาะสม
	แผนที่	แผนที่	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	
	1	2				
3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้						
3.1 กิจกรรมมีขั้นตอน สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตาม แนวคิดสะเต็มศึกษา	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
3.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิด ความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์	4.3	4	4.7	4.3	0.35	มาก
3.3 กิจกรรมมีความเหมาะสม กับเวลา	4	4	4.7	4.23	0.40	มาก
3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสม กับวัยของนักเรียน	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
	เฉลี่ย			4.42	0.30	มาก
4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการ เรียนรู้	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
	เฉลี่ย			4.57	0.23	มากที่สุด

ตาราง 21 (ต่อ)

รายการการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของ ผู้เชี่ยวชาญ			ผลการประเมิน		
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3	\bar{x}	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
	5. ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้					
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้/ตัวชี้วัด	4.3	4	4.3	4.2	0.17	มาก
5.2 สอดคล้องกับสาระการ เรียนรู้	4.7	4.3	4.7	4.57	0.23	มากที่สุด
5.3 ใช้เครื่องมือและ ประเมินผลได้เหมาะสม	4.3	4	4.3	4.2	0.17	มาก
5.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การ ประเมิน	4.3	4	4.3	4.2	0.17	มาก
	เฉลี่ย			4.29	0.19	มาก

ตัวอย่างแบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเรื่อง พื้นที่สร้างสุข
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง พื้นที่สร้างสุข ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน ซึ่งระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังต่อไปนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
	1.1 สอดคล้องกับตัวชี้วัด					
	1.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ					
	1.3 ครอบคลุมด้านความรู้					
	1.4 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ					
	1.5 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์					
	1.6 ครอบคลุมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์					
2	ด้านสาระการเรียนรู้					
	2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
	2.2 มีความถูกต้อง					
	2.3 เหมาะสมกับเวลา					

ที่	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
3	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้					
	3.1 กิจกรรมมีขั้นตอนสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ ใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา					
	3.2 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการแก้ปัญหา อย่างสร้างสรรค์					
	3.3 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา					
	3.4 กิจกรรมมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียน					
4	ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้					
	4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
	4.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
	4.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้					
5	ด้านการวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้					
	5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้/ตัวชี้วัด					
	5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้					
	5.3 ใช้เครื่องมือและประเมินผลได้เหมาะสม					
	5.4 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน					

บันทึกความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

ตาราง 22 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

ที่	สถานการณ์	ข้อสอบข้อ ที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	ออกแบบ ลายผนัง	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
2	หาเงินค่า เทปพู	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
3	พื้นที่แต่ละ ห้องในบ้าน	1	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		2	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		3	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		4	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง
		5	+1	+1	+1	3	1.00	สอดคล้อง

ค่า IOC ≥ 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนมีความตรงเชิงเนื้อหาที่สอดคล้องกับองค์ประกอบของการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
สามารถนำไปใช้ได้

ตัวอย่างแบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

การประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ แบ่งตามองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ ได้แก่

องค์ประกอบที่ 1 การทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนมีการตรวจสอบเป้าหมาย โอกาส
หรืออุปสรรคในภาพรวมของปัญหา รวมถึงการสร้างความคิดเพื่อกำหนดทิศทางหลักในการ
แก้ปัญหา

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา นักเรียนสร้างแนวทางที่มีความ
เป็นไปได้ใหม่ๆ หลายๆ แนวทาง จากมุมมองความคิดเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งมีทั้งคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น
คิดริเริ่ม จากนั้นจึงพิจารณาแนวทางที่ได้สร้างขึ้นและระบุแนวทางที่น่าสนใจที่อาจจะนำไปปรับ
พัฒนา และนำไปใช้ดำเนินการแก้ปัญหาได้

องค์ประกอบที่ 3 การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนสำรวจหา
วิธีการแก้ปัญหาที่มีแนวโน้มจะสามารถดำเนินการแก้ปัญหาได้จริง และเตรียมความพร้อมสำหรับ
การดำเนินการให้ประสบความสำเร็จ

องค์ประกอบที่ 4 การวางแผนการปฏิบัติ นักเรียนพิจารณาแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาเพื่อ
นำไปสู่การกำหนดวิธีการปฏิบัติจริง เพื่อวางแผนองค์ประกอบ ขั้นตอน หรือเครื่องมือของการ
แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ให้มีความเหมาะสมที่สุด เพื่อนำไปสู่การบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
คำชี้แจง


โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อว่ามีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัด
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์กับองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหา
อย่างสร้างสรรค์หรือไม่ โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้


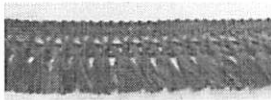
โดยเกณฑ์การให้คะแนนความสอดคล้องของรายการพฤติกรรมแต่ละข้อดังต่อไปนี้

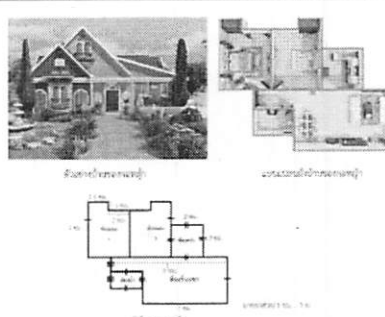
คะแนน +1 ถ้าเห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คะแนน 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถใน
การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

คะแนน -1 ถ้าไม่เห็นด้วยว่าแบบทดสอบสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถ
ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

องค์ประกอบ	ข้อความ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	<p>สถานการณ์ที่ 1 เรื่อง ออกแบบลายผนัง ต้นกล้าเป็นนักออกแบบภายในมือใหม่ ที่ได้รับ งานชิ้นแรก เป็นการออกแบบลวดลายผนังห้อง 2 ห้อง โดยเจ้าของห้องมีเงื่อนไขว่า</p> <p>ห้องที่ 1 ต้องออกแบบลวดลายของผนัง ห้องที่ใช้ชิ้นส่วนจากรูปเรขาคณิตชนิดเดียวกัน มาเรียงต่อกันเป็นลวดลาย โดยผลรวมของมุมที่ จุดยอดรวมต้องรวมกันได้ 360 องศา</p> <p>ห้องที่ 2 ใช้ชิ้นส่วนจากรูปเรขาคณิต ต่างชนิดกันมาเรียงต่อกันให้เกิดเป็นลวดลาย โดยผลรวมของมุมที่จุดยอดรวมต้องรวมกันได้ 360 องศา ตัวอย่างดังภาพ</p>				
					
	<p>ถ้านักเรียนเป็นต้นกล้า นักเรียนจะแก้ปัญหา อย่างไร จึงจะสามารถออกแบบผนังห้องทั้ง 2 ห้องได้ตามเงื่อนไข</p>				
<p>การทำความเข้าใจปัญหา</p>	<p>1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คือ อะไร</p>				
<p>การสร้าง แนวทางหรือ วิธีการ แก้ปัญหา</p>	<p>2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการ แก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการ แก้ปัญหที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด</p>				

องค์ประกอบ	ข้อความถาม	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
การเตรียมความพร้อม เพื่อดำเนินการ	3. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2 (การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ) 3.1 หากนักเรียนเป็นต้นกล้า จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาใดที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริง เพราะเหตุใด				
	3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร				
การเตรียมความพร้อม เพื่อดำเนินการ	4. หากนำวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 มาปฏิบัติจริง นักเรียนคิดว่านักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ (การวางแผนการปฏิบัติ)				
	5. ให้นักเรียนแสดงวิธีหาผลรวมของมุมภายในของลายผนังห้องทั้ง 2 ห้อง พร้อมวาดภาพประกอบ				
<p>สถานการณ์ที่ 2 เรื่อง หาเงินค่าเทปพู</p> <p>ไบบัวเป็นพนักงานตัดพรมของโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งได้ตัดพรมรูปแบบเดิมๆ (รูปสี่เหลี่ยม) เป็นระยะเวลา 10 กว่าปี และพรมที่ผลิตนั้นอายุการใช้งานได้ไม่ถึงปีก็ต้องทิ้งไป ทำให้ไบบัวเกิดความคิดอยากจะทำพรมที่มีรูปร่างแปลกใหม่ คือเป็นรูปดาว และหาวัสดุที่มีความทนทานมาใช้ในการผลิต จึงนำเรื่องไปเสนอหัวหน้า หัวหน้ายอมอนุมัติ แต่ตั้งใจในการผลิตพรมของไบบัวว่า พรมที่ผลิตเป็นรูปดาวล้อมรอบด้วยเทปพู มีลักษณะดังรูป</p>					
					
		พรมรูปดาว	เทปพู		

องค์ประกอบ	ข้อความถาม	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	ซึ่งพรมรูปดาวแต่ละด้านยาว 75 เซนติเมตร ถ้าต้องการพรมรูปดาว 12 ผืน และเทพู่ราคาเมตรละ 145 บาท ไบบัวต้องจ่ายเงินค่าเทพู่เท่าใด ถ้านักเรียนเป็นไบบัวนักเรียนจะแก้ปัญหาได้อย่างไร				
การทำความเข้าใจปัญหา	1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร				
การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา	2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาคือเป็นไปได้อย่างไรให้มากที่สุด				
การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ	3. จากวิธีการแก้ปัญหที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2 3.1 หากนักเรียนเป็นไบบัว จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาคือจะสามารถแก้ปัญหาคือจริงเพราะเหตุใด 3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร				
การวางแผนการปฏิบัติ	4. หากนำวิธีการแก้ปัญหในข้อ 3 มาปฏิบัติจริง นักเรียนคิดว่า นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ 5. นักเรียนจะมีวิธีการหาเงินค่าเทพู่สำหรับล้อมรอบพรมรูปดาวได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ				
	สถานการณ์ที่ 3 พื้นที่แต่ละห้องในบ้าน กอบฏ้าเป็นสถาปนิกสาวรุ่นใหม่ ได้ออกแบบบ้านของตนเอง ดังรูป				 <p>รูปถ่ายภายนอกของบ้าน</p> <p>แบบแปลนบ้านของกอบฏ้า</p> <p>แบบแปลนที่ดินของกอบฏ้า</p>

องค์ประกอบ	ข้อความถาม	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	<p>ผังบ้านของกอกหญ้าที่ได้ออกแบบ มีรายละเอียดของห้องต่างๆดังนี้</p> <ul style="list-style-type: none"> - ห้องรับแขกเป็นรูปหลายเหลี่ยม - ห้องนอน 2 ห้อง มีพื้นที่เท่ากัน - ห้องครัวมีพื้นที่เป็น 2 เท่าของห้องน้ำ <p>จากสถานการณ์นี้ ถ้านักเรียนเป็นกอกหญ้านักเรียนจะหาพื้นที่ทั้งหมดของบ้านได้อย่างไร และถ้านักเรียนจะออกแบบบ้านของตนเองโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนต่างๆสำหรับใช้งานนักเรียนจะออกแบบอย่างไร</p>				
<p>การทำความเข้าใจปัญหา</p>	<p>1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร</p>				
<p>การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา</p>	<p>2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาที่คิดอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด</p>				
<p>การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ</p>	<p>3. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2</p> <p>3.1 หากนักเรียนเป็นกอกหญ้าจะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาใดที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริงเพราะเหตุใด</p> <p>3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร</p>				
<p>การวางแผนการปฏิบัติ</p>	<p>4. หากนำวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 มาปฏิบัติจริงนักเรียนคิดว่านักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ</p>				

องค์ประกอบ	ข้อความ	ความคิดเห็น			หมายเหตุ
		+1	0	-1	
	5. นักเรียนจะมีวิธีการหาพื้นที่ทั้งหมดของบ้านกอ หญ้าได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ และให้นักเรียน ออกแบบผังบ้านของตนเองโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น ส่วนต่างๆสำหรับใช้งาน				

บันทึกความคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม
2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
3. แบบประเมินชิ้นงาน
4. ใบกิจกรรม
5. แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา
กิจกรรม พื้นที่สร้างสรรค์ ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค 16101	ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563
หน่วยการเรียนรู้ที่ 6	เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม	ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
เรื่อง พื้นที่รูปหลายเหลี่ยม		จำนวน 4 ชั่วโมง
ผู้สอน นางสาวปิยาภรณ์ ชาวทอง		จังหวัดกำแพงเพชร

1.มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ว 1.1 ป.5/1 บรรยายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่

ว 1.1 ม.3/1 อธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจ

การแก้ปัญหามาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีวิศวกรรม
การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้

เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ว 4.1 ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่เป็น นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา

ว 4.1 ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสมและปลอดภัย

เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้

การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ว 4.2 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

คณิตศาสตร์ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและ พื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

2. จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้

1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหารูปหลายเหลี่ยมได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ได้
3. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการ

สำรวจ

ด้านทักษะกระบวนการ

1. นักเรียนสามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข
2. นักเรียนสามารถเสนอและอธิบายวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ พื้นที่สร้างสุขได้
3. นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เสนอไว้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์กิจกรรม พื้นที่สร้างสุข โดยสามารถสร้างแบบจำลองตามขนาดที่ออกแบบได้
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์ กิจกรรม พื้นที่สร้างสุข โดยการออกแบบแบบจำลองพื้นที่สร้างสุข ที่มีลักษณะลักษณะการพาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น

ด้านเจตคติ

1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
2. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ในการเรียนและการทำงาน
3. นักเรียนใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการทำงานได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน

4. เนื้อหาและสาระการเรียนรู้

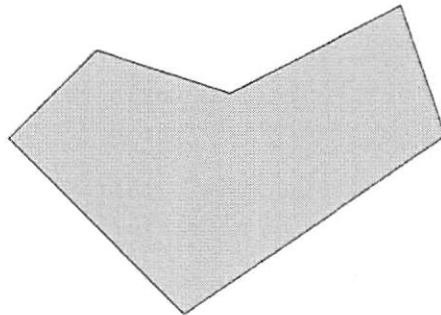
วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์(E)	คณิตศาสตร์ (M)
<p>- สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่ เช่น ผักตบชวามีช่องอากาศในก้านใบ ช่วยให้ลอยน้ำได้ต้นโกงกาง ที่ขึ้นอยู่ในป่าชายเลนมีรากค้ำจุนทำให้ลำต้นไม่ล้ม ปลามีครีบช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ</p> <p>- ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์จุลินทรีย์และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น พืชต้องการแสง น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</p>	<p>- การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็น การค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาทีรวดเร็วจากแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน</p>	<p>- การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการระบุปัญหา ศึกษา ค้นคว้า วางแผนและพัฒนาตลอดจน การเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด การสร้างชิ้นงาน การทดสอบ ชิ้นงานและการนำเสนอผลการแก้ปัญหา</p>	<p>- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม</p> <p>เริ่มจากทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำ เนินการตามแผน และตรวจสอบ</p>

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์(E)	คณิตศาสตร์ (M)
<p>ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิความชื้น องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้</p>			

5. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

ขั้นที่ 1 ขั้นยืนยันปัญหา (30 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนบทเรียนเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม โดยการจัดกิจกรรมแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม แล้วแจกกระดาษที่ตัดเป็นรูปหลายเหลี่ยมชนิดเดียวกัน ให้แต่ละกลุ่ม กลุ่มละหลาย ๆ แผ่น เช่น รูปห้าเหลี่ยม รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่า รูปเจ็ดเหลี่ยม ให้แต่ละกลุ่มแบ่งรูปหลายเหลี่ยมที่ได้ให้เป็นรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม หรือทั้งรูปสามเหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยม จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มนำเสนอวิธีแบ่งที่แตกต่างกัน แล้วร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม จนได้ข้อสรุปว่า การหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม อาจหาได้โดยแบ่งรูปหลายเหลี่ยมเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม จากนั้นหาพื้นที่ของแต่ละรูปแล้วนำมารวมกัน
2. ครูแสดงสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้น โดยพานักเรียนลงพื้นที่เกษตรกรรมในชุมชน (สวนมะลิ) จากนั้นให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้ "ลุงหมายเป็นคนต่างจังหวัดที่เข้ามาทำงานในกรุงเทพฯ ได้ 20 ปี แต่เมื่อโรคโควิด 19 ระบาดอย่างหนัก ทำให้ลุงหมายไม่มีงาน จึงตัดสินใจกลับบ้านเกิดที่ จ.กำแพงเพชร เมื่อกลับมาพ่อของลุงหมายได้ยกที่ดินให้ 1 ฝั่ง ดังรูป



ลุงหมายเลยตัดสินใจว่าจะใช้ที่ดินผืนนี้ในการทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามรอยในหลวงรัชกาลที่ 9 แต่ลุงหมายไม่มีความรู้ในการจัดสรรพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน จึงไปปรึกษาเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอ ถ้านักเรียนเป็นเจ้าหน้าที่ นักเรียนจะออกแบบที่ดินของลุงหมายอย่างไร เพื่อให้ลุงหมายได้ทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามที่ตัวเองต้องการในพื้นที่ที่กำหนดให้"

3. ครูใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียนว่า "จากสถานการณ์ดังกล่าว นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์นี้คืออะไร"

4. นักเรียนแต่ละคนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนดลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 1

ขั้นที่ 2 ขั้นชี้แจงปัญหา (60 นาที)

1. นักเรียนแต่ละคนระบุนสาเหตุของปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิชาทั้ง 4 วิชา พร้อมบันทึกสาเหตุของปัญหาลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 2
2. นักเรียนแบ่งกลุ่มกลุ่มละ 5 คน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการอภิปรายกลุ่มเพื่อหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ความรู้ทางวิชาทั้ง 4 วิชา พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 3
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มเสนอปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ได้จากการร่วมกันอภิปรายให้เพื่อนร่วมห้องทราบ
4. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปปัญหาของสถานการณ์ดังกล่าวว่า ปัญหา คือ ลุงหมาต้องการออกแบบพื้นที่ โดยให้มีพื้นที่ใช้สอยตามแนวขอเกษตรทฤษฎีใหม่ คือ ปลูกพืชไม้ผล 30 % นาข้าว 30 % แหล่งน้ำ 30% และที่อยู่อาศัยเลี้ยงสัตว์ 10 % พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 4
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการสืบเสาะหาความรู้จากแหล่งข้อมูลที่ครูเตรียมให้จากใบความรู้เรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม หรือ อินเทอร์เน็ต พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 5 เพื่อนำความรู้ไปใช้ประกอบการวางแผนในขั้นต่อไป
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุนความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาสถานการณ์นี้ผ่านการอภิปรายกลุ่ม พร้อมบันทึกลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 6

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผน (30 นาที)

1. ครูอธิบายให้นักเรียนทราบว่า ครูแสดงอุปกรณ์สำหรับใช้ในการประดิษฐ์ โดยทุกกลุ่มจะได้รับ กระดาษลังรูปที่ดินของลูทมาไฮ คัตเตอร์ กรรไกร และเทปกาว เป็นอุปกรณ์พื้นฐานในการประดิษฐ์
2. ครูกำหนดว่านักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างแบบจำลองที่ดินของลูทมาไฮได้เหมาะสมตามแนวของเกษตรทฤษฎีใหม่ และคำนวณพื้นที่แต่ละส่วนได้ถูกต้อง
3. ครูแสดงเกณฑ์ในการประเมินชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนทราบว่าควรประดิษฐ์แบบจำลองอย่างไรจึงจะได้คะแนนมากที่สุด โดยอาศัยความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มระบุแนวทางการแก้ปัญหาสถานการณ์ที่ดีที่สุดของการประดิษฐ์ชิ้นงานลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 7
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายกันภายในกลุ่มเพื่อออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและร่างภาพลักษณะของแบบจำลองที่ใช้ในการแก้ปัญหา พร้อมคำนวณหาพื้นที่แต่ละส่วนที่ใช้ให้ถูกต้อง แล้วบันทึกลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 8

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน (20 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการสำรองหรือขั้นตอนต่อไปที่จะปฏิบัติ หากแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก โดยแต่ละกลุ่มจะลงรายละเอียดของการทำงานมากขึ้น เช่น ที่ดินที่แบ่งในแบบจำลองไม่เหมาะสมต่อการใช้งานตามแนวเกษตรทฤษฎีใหม่ (พื้นที่ปลูกบ้านเยอะกว่าแหล่งน้ำ) หรือแบบจำลองที่จะออกแบบแบ่งพื้นที่อาจเหมือนกับกลุ่มของเพื่อน เป็นต้น
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มอธิบายแผนการสำรองลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน (60 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการเลือกวัสดุที่เหมาะสม สำหรับเป็นอุปกรณ์ในการประดิษฐ์สื่อของกลุ่มตนเอง ในงบประมาณ 100 บาท บันทึกรายการสิ่งของลงในใบสั่งซื้อ ซึ่งมีรายการสินค้าให้นักเรียนเลือก ดังนี้

หลอดน้ำ	ราคาอันละ 2 บาท
ไม้ไผ่ติ่ม	ราคา 3 ไม้ 5 บาท
ไม้จิ้มฟัน	ราคาอันละ 1 บาท
ไม้ลูกชิ้น	ราคาอันละ 2 บาท
ดินน้ำมัน	ก้อนละ 3 บาท
ตุ๊กตารูปสัตว์	ราคาตัวละ 2 บาท
ต้นไม้จิ๋ว	ราคาต้นละ 1 บาท

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงานของกลุ่มตนเองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน
3. นักเรียนทำการทดสอบแบบจำลองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้นักเรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการสำรองซึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

ขั้นที่ 6 ขั้นประเมิน (40 นาที)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มรายงานผลการศึกษาโดยให้รายงานหัวข้อต่อไปนี้ สมาชิกกลุ่ม ปัญหาข้อเท็จจริงของปัญหา วิธีการศึกษา แหล่งข้อมูล ผลที่ได้จากการแก้ปัญหา ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนคนอื่นๆซักถามเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้

2. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินสิ่งประดิษฐ์ของแต่ละกลุ่มตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยทำการประเมินไปที่ละกลุ่ม กลุ่มละ 3 นาที และครูเป็นผู้บันทึกผลการประเมินลงในใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ข้อที่ 10

3. นักเรียนและครูร่วมสรุปความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข ดังนี้

วิทยาศาสตร์ - สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์มีโครงสร้างและลักษณะที่เหมาะสมในแต่ละแหล่งที่อยู่ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิต เพื่อให้ดำรงชีวิตและอยู่รอดได้ในแต่ละแหล่งที่อยู่

- ระบบนิเวศประกอบด้วยองค์ประกอบที่มีชีวิต เช่น พืช สัตว์จุลินทรีย์ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น แสง น้ำ อุณหภูมิ แร่ธาตุ แก๊ส องค์ประกอบเหล่านี้มีปฏิสัมพันธ์กัน เช่น พืชต้องการแสง น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหาร สัตว์ต้องการอาหาร และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการดำรงชีวิต เช่น อุณหภูมิความชื้น องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้จะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมระบบนิเวศจึงจะสามารถคงอยู่ต่อไปได้

เทคโนโลยี - การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาที่สุดเร็วจากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน

วิศวกรรมศาสตร์ - การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการระบุปัญหา ศึกษา ค้นคว้า วางแผนและพัฒนาตลอดจนการเลือกแนวทางการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด การสร้างชิ้นงาน ทดสอบชิ้นงานและการนำเสนอผลการแก้ปัญหา

คณิตศาสตร์ - การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม เริ่มจากทำ ความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผนและตรวจสอบ

6. การวัดและประเมินผล

ด้านความรู้

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	ผู้ประเมิน
1. นักเรียนสามารถอธิบายวิธีการหาคำตอบเกี่ยวกับโจทย์ปัญหารูปหลายเหลี่ยมได้	- ประเมินความถูกต้องจากใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข	แบบประเมินใบงานและชิ้นงาน	ครู
2. นักเรียนสามารถอธิบายโครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต ซึ่งเป็นผลมาจากการปรับตัวของสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ได้	- ประเมินจากการนำเสนอผลงาน		
3. นักเรียนสามารถอธิบายปฏิสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบนิเวศที่ได้จากการสำรวจได้			

ด้านทักษะกระบวนการ

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	ผู้ประเมิน
1. นักเรียนสามารถเลือกวัสดุที่เหมาะสมในการสร้างแบบจำลองกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข	- ประเมินความถูกต้องจากใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข	แบบประเมินใบงานและชิ้นงาน	ครู
2. นักเรียนสามารถเสนอและอธิบายวิธีแก้ปัญหาที่เหมาะสมมาใช้ในการแก้ปัญหา จากสถานการณ์ พื้นที่สร้างสุขได้	- ประเมินจากการนำเสนอผลงาน		

ด้านทักษะกระบวนการ

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	ผู้ประเมิน
3. นักเรียนสามารถลงมือปฏิบัติตามวิธีการแก้ปัญหาที่ได้เสนอไว้เพื่อแก้ปัญหาจากสถานการณ์กิจกรรม พื้นที่สร้างสุข โดยสามารถสร้างแบบจำลองตามขนาดที่ออกแบบได้	- ประเมินความถูกต้องจากใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข - ประเมินจากการนำเสนอผลงาน	แบบประเมินใบงานและชิ้นงาน	ครู
4. นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์จากสถานการณ์กิจกรรม พื้นที่สร้างสุข โดยการออกแบบแบบจำลองพื้นที่สร้างสุข ที่มีลักษณะลักษณะการพาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่แตกต่างจากกลุ่มอื่น			

ด้านเจตคติ

จุดประสงค์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	ผู้ประเมิน
1. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	ประเมินพฤติกรรมระหว่างทำกิจกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรมในชั้นเรียน	ครู
2. นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้ในการเรียนและการทำงาน	การเรียนรู้		
3. นักเรียนใช้วัสดุหรือทรัพยากรในการทำงานได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน	- ประเมินความถูกต้องจากใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข	แบบประเมินใบงานและชิ้นงาน	ครู

7. สื่อ วัสดุ อุปกรณ์/แหล่งเรียนรู้

1. คลิป VDO จาก <https://www.youtube.com/watch?v=CX0O9WSFrY>
2. ใบกิจกรรม พื้นที่ว่างสุข
3. ใบความรู้ เรื่องความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมเทพกาว
4. คัดเตอร์
5. กรรไกร
6. เทปใส
7. กระดาษลังรูปที่ดิน
8. ไม้ไผ่ติ่ม
9. ไม้จิ้มฟัน
10. ไม้ลูกชิ้น
11. ดินน้ำมัน
12. ตุ๊กตารูปสัตว์
13. ต้นไม้จิ๋ว

ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

ชื่อครูผู้สอน นางสาวปิยาภรณ์ ชาวทอง

สอนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รายวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชื่อผู้สังเกต.....

ตำแหน่ง ผู้วิจัย

ครูผู้มีประสบการณ์สอน

วัน/เดือน/ปี ที่ทำการสังเกต.....

ช่วงเวลาสังเกตตั้งแต่เวลา.....น. ถึงเวลา.....น.

ชื่อกิจกรรม.....

คำชี้แจง

กรุณาเขียนบรรยายสภาพปัญหา ข้อดี และข้อที่ควรปรับปรุง จากการสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยในครั้งนี้ เพื่อที่จะนำข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

จากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 6 ขั้นตอน ดังนี้
 ขั้นที่ 1 ขั้นการยืนยันปัญหา เป็นขั้นที่ครูผู้สอนกำหนดสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน โดยมีผู้สอนใช้คำถามกระตุ้นกระบวนการคิดของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนระบุปัญหาและความสำคัญของปัญหาจากสถานการณ์ดังกล่าวได้

ข้อดี

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ควรปรับปรุง

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

ขั้นที่ 2 ขั้นการชี้แจงปัญหา เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะต้องทำความเข้าใจปัญหาและอธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างถูกต้องและชัดเจน โดยใช้ความรู้ที่เกิดจากการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

ข้อดี

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

ข้อที่ควรปรับปรุง

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

ขั้นที่ 3 ขั้นการวางแผน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องกำหนดขั้นตอนย่อยในการทำงาน รวมทั้งกำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาในการดำเนินการแต่ละขั้นตอนย่อยให้ชัดเจน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนต้องออกแบบและวางแผนการสร้างแบบจำลอง เพื่อใช้ในการทดสอบแนวคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหา

ข้อดี

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

ข้อที่ควรปรับปรุง

.....

.....

.....

ขั้นที่ 4 ขั้นการวางแผนฉุกเฉิน ในขั้นนี้หากผู้เรียนพบว่าแผนการแรกไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบาก ให้ผู้เรียนลงรายละเอียดของการทำงานให้มากขึ้นว่าส่วนใดที่มีความบกพร่องเพื่อเป็นแผนฉุกเฉินในการแก้ปัญหาสถานการณ์

ข้อดี

.....

.....

.....

ข้อที่ควรปรับปรุง

.....

.....

.....

ขั้นที่ 5 ขั้นการปรับปรุงแผน ในขั้นนี้ผู้เรียนทำการสร้างแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ในขั้นวางแผน และทดสอบแบบจำลองของตนเองว่าเป็นไปตามเกณฑ์และเงื่อนไขที่กำหนดหรือไม่ หากไม่เป็นไปตามต้องการ ให้ผู้เรียนปรับปรุงแบบจำลองได้อีกครั้งหนึ่งตามแผนการฉุกเฉินซึ่งเป็นครั้งสุดท้าย

ข้อดี

.....

.....

.....

ข้อที่ควรปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมิน เป็นขั้นการประเมินแบบจำลองในขั้นก่อนหน้า พร้อมกับอธิบายกระบวนการและสิ่งที่ได้เรียนรู้จากขั้นตอนนี้

ข้อดี

.....

.....

.....

.....

ข้อที่ควรปรับปรุง

.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้รับการสังเกต

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้สังเกต

ตัวอย่างแบบประเมินชิ้นงาน (รายกลุ่ม)

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริม
ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เรื่อง รูปหลายเหลี่ยมของนักเรียนชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 6

คำชี้แจง ให้ผู้วิจัยบันทึกคะแนนลงในแบบประเมินชิ้นงานตามความเป็นจริง

จากสถานการณ์ เรื่อง

ที่	คะแนนของรายการประเมินชิ้นงาน					รวม (20 คะแนน)
	ผลงาน (4 คะแนน)	งบประมาณที่ใช้ (4 คะแนน)	ความคิด สร้างสรรค์ (4 คะแนน)	การบูรณา การความรู้ (4 คะแนน)	การ นำเสนอ (4 คะแนน)	
1						
2						
3						
4						
5						

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.

เกณฑ์การผ่านร้อยละ 60 ขึ้นไป

คะแนนรวม 20 คะแนน ต้องได้ 12-20 คะแนนจึงจะผ่าน

ใบความรู้

เรื่อง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

1. โครงสร้างและลักษณะของสิ่งมีชีวิตในแหล่งที่อยู่

แหล่งที่อยู่หรือสิ่งแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ อาศัยอยู่มีหลายลักษณะ เช่น แม่น้ำ ป่าไม้ ทะเลทราย ชายหาด ป่าชายเลน ชั่วโลกเหนือโดยแหล่งที่อยู่ในแต่ละแห่งอาจมีสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไป สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นจึงต้องปรับตัวหรือปรับโครงสร้างและลักษณะให้เหมาะสมกับแหล่งที่อยู่ เพื่อการดำรงชีวิตและการอยู่รอดแตกต่างกันไป เช่น

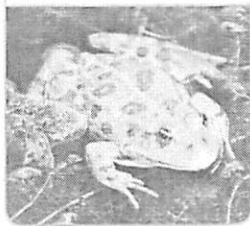
ปลาตีน

อาศัยอยู่ที่ป่าชายเลน ปลาตีนมีครีบอกที่แข็งแรง เพื่อใช้เคลื่อนที่บนดินเลน และว่ายน้ำได้อย่างคล่องแคล่ว



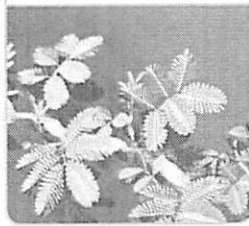
กบ

เป็นสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก กบมีพังคืดที่เท้า ลักษณะคล้ายกับใบพาย ซึ่งช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ



ผักกระเฉด

เป็นพืชที่ขึ้นในน้ำ จะมีวมคล้ายพองน้ำหุ้มลำต้นอยู่ จึงทำให้ลอยน้ำได้



เขาวงกต

เป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามทะเลทราย มีลำต้นอวบหนา เพราะกักเก็บน้ำไว้ และมีรากที่ยาวเพื่อหาแหล่งน้ำใต้ดินได้น้ำได้มาก



2. ความสัมพันธ์ในสิ่งแวดล้อม

- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต ในแต่ละแหล่งที่อยู่จะมีสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป อาศัยอยู่ร่วมกัน และต่างมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เราเรียกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิต โดยสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันในแหล่งที่อยู่เดียวกันจะมีความสัมพันธ์กันในหลาย ๆ ลักษณะ เช่น

เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย

ชะนีอาศัยอยู่บนต้นไม้



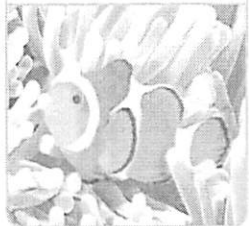
เป็นแหล่งอาหาร

นกบางชนิดกินปลาเป็นอาหาร



เป็นแหล่งหลบภัย

ปลาซ่อนตัวในสาหร่าย



เป็นแหล่งเลี้ยงลูกอ่อน

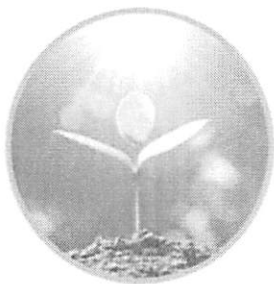
นกทำรังเลี้ยงลูกบนต้นไม้



- ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต จำเป็นต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เป็นสิ่งไม่มีชีวิต โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันจะมีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ เช่น - อุณหภูมิในแต่ละบริเวณมีผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต เช่น บริเวณอากาศหนาว สิ่งมีชีวิตจะปรับตัวโดยมีขนยาวและมีชั้นไขมันหนาขึ้น

- น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ นอกจากนี้ สิ่งมีชีวิตบางชนิดยังใช้น้ำเป็นแหล่งที่อยู่และแหล่งอาหาร

- สิ่งมีชีวิตบางชนิดใช้ดินเป็นที่อยู่อาศัย เช่น มด ไส้เดือนดิน
- สิ่งมีชีวิตใช้อากาศในการหายใจ ทำให้ดำรงชีวิตอยู่ได้



☞ แสง

เป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารของพืช ช่วยทำให้พืชเจริญเติบโตขึ้น นอกจากนี้ แสงยังมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของสัตว์ต่าง ๆ เช่น ค้างคาวออกหากินตอนกลางคืนเพื่อหลีกเลี่ยงแสงและศัตรู

☞ อากาศ

อากาศเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะแก๊สออกซิเจนที่ช่วยในการหายใจของคนและสัตว์ ส่วนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นปัจจัยในการสร้างอาหารของพืช



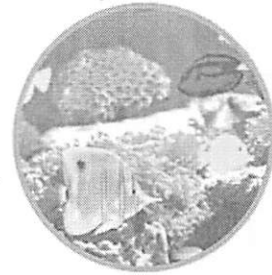


🔍 อุณหภูมิ

เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ซึ่งบริเวณที่มีอุณหภูมิเหมาะสมจะมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มาก และอุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อโครงสร้างหรือลักษณะของสิ่งมีชีวิตในแต่ละพื้นที่อีกด้วย

🔍 น้ำ

เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ รวมทั้งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์น้ำและพืชน้ำต่าง ๆ



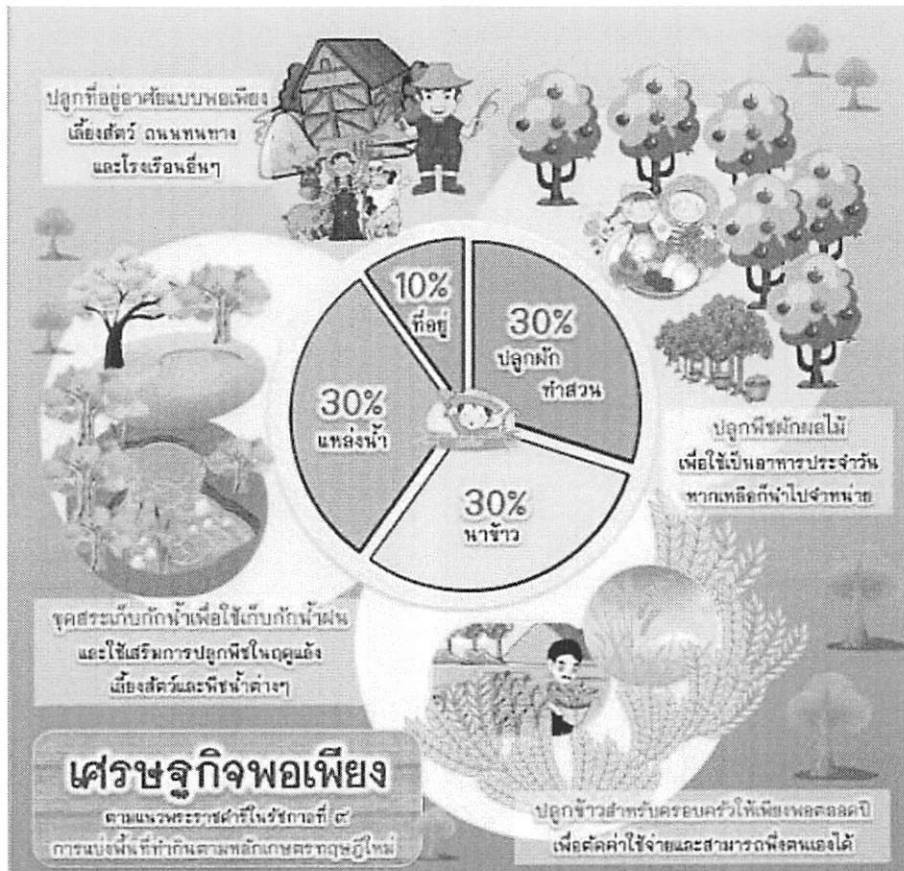
🔍 ดินและแร่ธาตุ

เป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยในการเจริญเติบโตของพืช เพราะเป็นแหล่งแร่ธาตุที่สำคัญของพืช และเป็นที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารของสัตว์บางชนิด เช่น ไส้เดือนดิน ปลวก มด



เกษตรทฤษฎีใหม่

เกษตรทฤษฎีใหม่ เป็นการจัดแบ่งแปลงที่ดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนี้ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงคำนวณและคำนึงจากอัตราการใช้ที่ดินถาวรที่ดินถาวรเฉลี่ยครัวเรือนละ 15 ไร่ อย่างไรก็ตาม หากเกษตรกรมีพื้นที่ถาวรน้อยกว่านี้ หรือมากกว่านี้ ก็สามารถใช้อัตราส่วน 30:30:30:10 เป็นเกณฑ์ปรับใช้ได้ดังรูป



ประโยชน์ของทฤษฎีใหม่

1. ให้ประชาชนพออยู่พอกินสมควรแก่สภาพในระดับที่ประหยัด ไม่อดอยาก และเลี้ยงตนเองได้ตามหลักปรัชญา เศรษฐกิจพอเพียง
2. ในหน้าแล้งมีน้ำน้อย ก็สามารถเอาน้ำที่เก็บไว้ในสระมาปลูกพืชผักต่างๆ ที่ใช้น้ำน้อยได้โดยไม่ต้องเบียดเบียนชลประทาน
3. ในปีที่ฝนตกตามฤดูกาลโดยมีน้ำดีตลอดปี ทฤษฎีใหม่นี้สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้โดยไม่ต้องเดือดร้อนในเรื่องค่าใช้จ่ายต่างๆ
4. ในกรณีที่เกิดอุทกภัย เกษตรกรสามารถที่จะฟื้นตัวและช่วยตัวเองได้ในระดับหนึ่ง โดยทางราชการไม่ต้องช่วยเหลือมากนัก ซึ่งเป็นการประหยัดงบประมาณด้วย

ใบกิจกรรม พื้นที่สร้างสุข



ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

รายชื่อสมาชิก 1.....

2.....

3.....

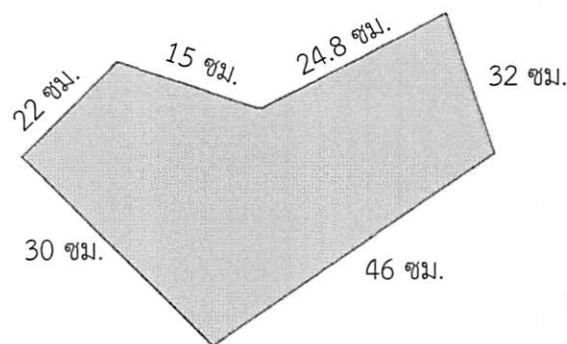
4.....

5.....

6.....

สถานการณ์ปัญหา

“ลุงหมายเป็นคนต่างจังหวัดที่เข้ามาทำงานในกรุงเทพฯ ได้ 20 ปี แต่เมื่อโรคโควิด 19 ระบาดอย่างหนัก ทำให้ลุงหมายไม่มีงาน จึงตัดสินใจกลับบ้านเกิดที่ จ.กำแพงเพชร เมื่อกลับมาพ่อของลุงหมายได้ยกที่ดินให้ 1 ไร่ ซึ่งมีขนาดตามโฉนดที่ดิน ดังรูป



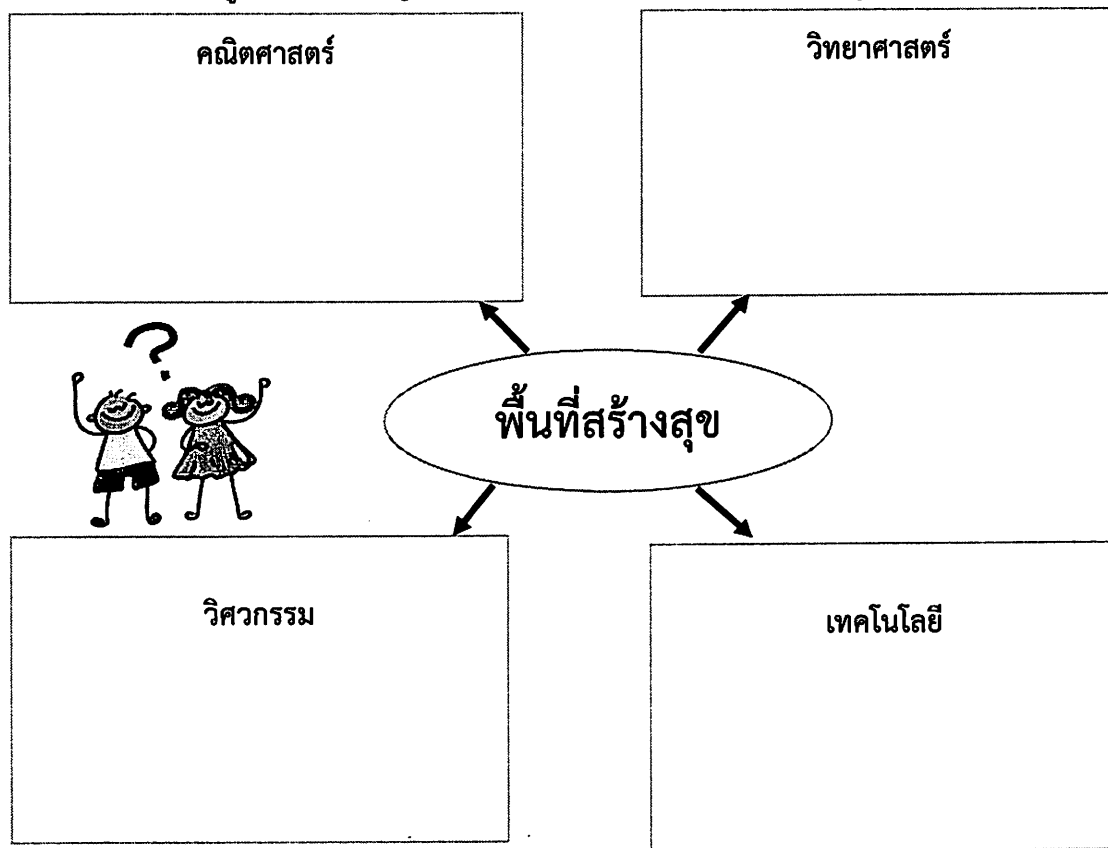
ลุงหมายเลยตัดสินใจว่าจะใช้ที่ดินผืนนี้ในการทำเกษตรทฤษฎี

ใหม่ตามแนวพระราชดำรินในหลวง ร.9 แต่ลุงหมายไม่มีความรู้ในการจัดสรรพื้นที่ให้มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน จึงไปปรึกษานักเรียนที่เป็นเจ้าหน้าที่เกษตรอำเภอ นักเรียนจะมีวิธีช่วยลุงหมายออกแบบที่ดินได้อย่างไร เพื่อให้ลุงหมายได้ทำเกษตรทฤษฎีใหม่ตามที่ตัวเองต้องการในพื้นที่ที่กำหนดให้ พร้อมช่วยลุงหมายหาพื้นที่ทั้งหมดของที่ดินลุงหมายว่ามีพื้นที่เท่าไร”

ข้อ 1 จากสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนคิดว่าปัญหาที่เกิดขึ้นของสถานการณ์นี้คืออะไร (การทำ
ความเข้าใจปัญหา)

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

ข้อ 2 ให้นักเรียนตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหา พื้นที่สร้างสุข โดยใช้ความรู้ทั้ง 4 วิชา
เพื่อนำไปค้นหาข้อมูลสำหรับแก้ปัญหาในข้อต่อไป (การทำความเข้าใจปัญหา)

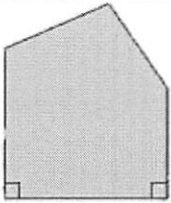
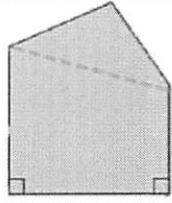
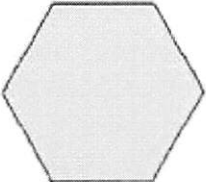
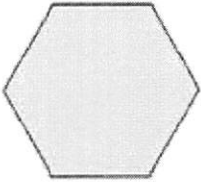
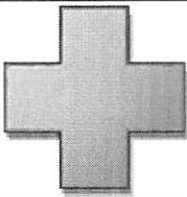
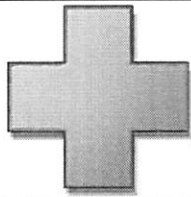


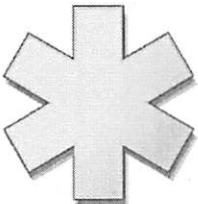
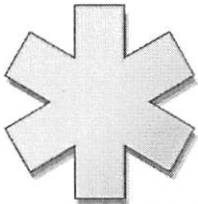


ข้อ 3 (การทำความเข้าใจปัญหา)

3.1 ให้นักเรียนบันทึกสิ่งที่ได้จากการสืบค้นหาความรู้จากแหล่งข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการ
การแก้ปัญหากิจกรรม ออกแบบลายกระเบื้อง

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

3.2 ให้นักเรียนสำรวจและบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมที่แบ่งเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือรูปสี่เหลี่ยม

รูปหลายเหลี่ยม	วิธีการแบ่ง	รูปที่เกิดจากการแบ่ง	สูตรที่ใช้หาพื้นที่
		สามเหลี่ยม 1 รูป สี่เหลี่ยมคางหมู 1 รูป	พื้นที่ของรูปสามเหลี่ยม = $\frac{1}{2} \times$ ความสูง \times ความยาวของฐาน พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู = $\frac{1}{2} \times$ ความสูง \times ผลบวกของความยาว ของด้านคู่ขนาน
			
			
			
			

ข้อ 4 นักเรียนระบุความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหานี้ ว่าต้องใช้ความรู้ในเรื่องใดบ้าง

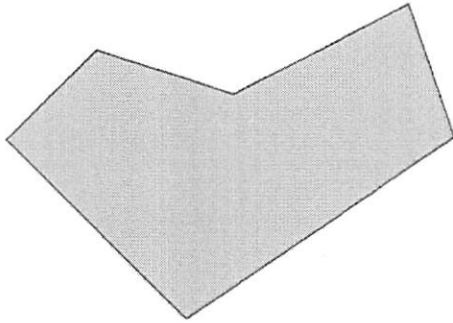
S วิทยาศาสตร์

T เทคโนโลยี

E วิศวกรรม

M คณิตศาสตร์

ข้อ 5 นักเรียนระบุแนวทางการแก้ปัญหาของสถานการณ์ โดยใช้ความรู้ในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จงเขียนมาให้มากที่สุด (การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา)



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ 6 ให้นักเรียนเลือกแนวทางแก้ปัญหาจากข้อ 4 เพียงแนวทางเดียวที่คิดว่าดีที่สุดสำหรับการ
แก้ปัญหานี้ พร้อมบอกเหตุผล (การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

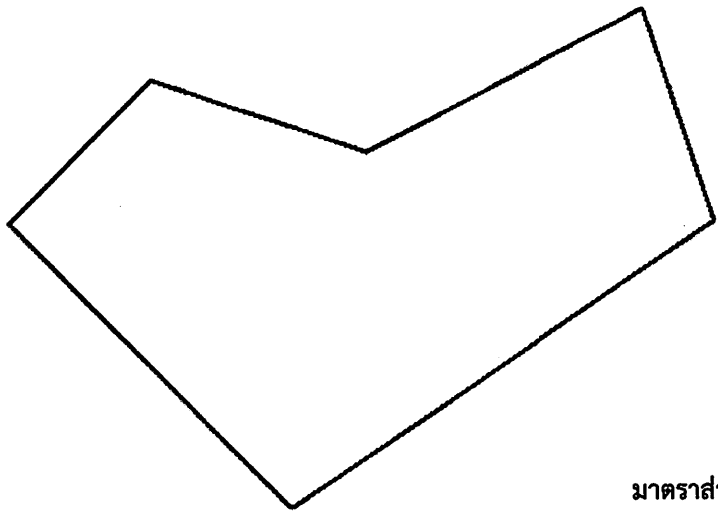
.....

.....

.....



ข้อ 7 นักเรียนแสดงวิธีการแบ่งพื้นที่ของลู่หมายที่เป็นรูปหลายเหลี่ยม พร้อมทั้งตอบคำถามต่อไปนี้ (การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ)



มาตราส่วน
1 ซม. : 10 ม.

** โปรดระบุความยาวแต่ละที่ได้จากการวัดด้าน

7.1 ที่ดินของลู่หมายเป็นรูป.....เหลี่ยม

7.2 วิธีการหาพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยมนี้แบ่งเป็นรูป.....

.....

7.2 จงแสดงวิธีการหาพื้นที่ของที่ดินของลู่หมาย

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

7.3 ที่ดินที่นักเรียนแบ่งแต่ละส่วน ใช้ทำอะไรบ้าง จงอธิบาย

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

ข้อ 8 ให้นักเรียนวางแผนสำรอง หากแผนการแก้ปัญหาแรกที่นักเรียนทำนั้นไม่ประสบความสำเร็จหรือมีความยากลำบากในการสร้างแบบจำลอง นักเรียนจะมีวิธีการแก้ปัญหานั้นอย่างไร (การวางแผนการปฏิบัติ)

.....

.....

.....

.....

.....



ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน

เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม

คำชี้แจง

แบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปหลายเหลี่ยม เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยข้อคำถามในข้อสอบประกอบด้วย 3 สถานการณ์ แต่ละสถานการณ์มีคำถามย่อย 5 ข้อ กำหนดระยะเวลาในการทำแบบทดสอบทั้งหมด 3 ชั่วโมง

1. ให้นักเรียนตอบคำถามทุกข้อ ด้วยลายมือที่อ่านได้ง่าย
2. เมื่อทำข้อสอบเสร็จให้ตรวจสอบให้แน่ใจในคำตอบ แนใจแล้วจึงส่งให้กับผู้คุมสอบ

ชื่อ.....ชั้น.....เลขที่.....

สถานการณ์ที่ 1 ออกแบบลายผนัง

คำชี้แจง ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ตามข้อคำถามที่กำหนด และแสดงวิธี
ทำในการหาคำตอบ

ต้นกล้าเป็นนักออกแบบภายในมือใหม่ ที่ได้รับงานชิ้นแรก เป็นการออกแบบลวดลายผนัง
ห้อง 2 ห้อง โดยเจ้าของห้องมีเงื่อนไขว่า

ห้องที่ 1 ต้องออกแบบลวดลายของผนังห้องที่ใช้ชิ้นส่วนจากรูปเรขาคณิตชนิดเดียวกัน
มาเรียงต่อกันเป็นลวดลาย โดยผลรวมของมุมที่จุดยอดรวมต้องรวมกันได้ 360 องศา

ห้องที่ 2 ใช้ชิ้นส่วนจากรูปเรขาคณิตต่างชนิดกันมาเรียงต่อกันให้เกิดเป็นลวดลาย โดย
ผลรวมของมุมที่จุดยอดรวมต้องรวมกันได้ 360 องศา

ตัวอย่างดังภาพ



ถ้านักเรียนเป็นต้นกล้า นักเรียนจะแก้ปัญหานี้อย่างไร จึงจะสามารถออกแบบผนังห้องทั้ง 2 ห้องได้
ตามเงื่อนไข

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร (การทำความเข้าใจปัญหา)

.....

.....

.....

.....

2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการ
แก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด (การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา)

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

3. จากวิธีการแก้ปัญหานักเรียนเสนอในข้อที่ 2 (การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ)

3.1 หากนักเรียนเป็นต้นกล้า จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาคืออะไรที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริง
เพราะเหตุใด

.....
.....

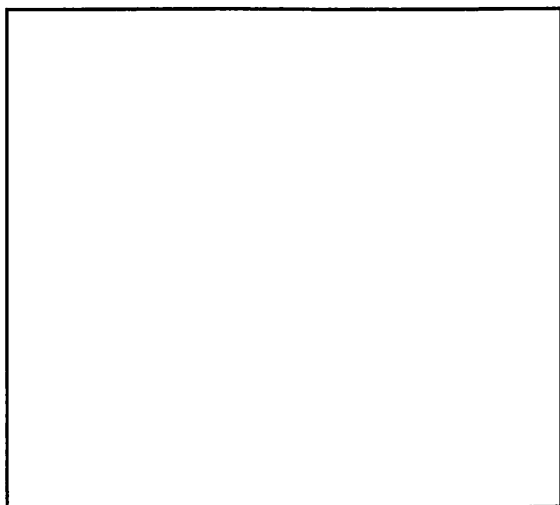
3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร

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

4. หากนำวิธีการแก้ปัญหานี้ในข้อ 3 มาปฏิบัติจริง นักเรียนคิดว่านักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้างใน
การแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ (การวางแผนการปฏิบัติ)

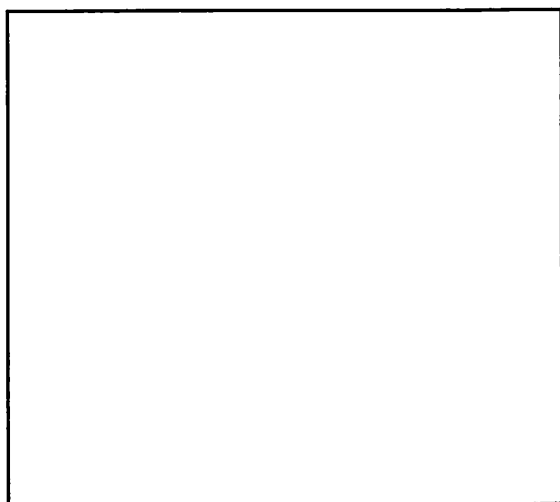
.....
.....
.....
.....

5. ให้นักเรียนแสดงวิธีหาผลรวมของมุมภายในของลายผนังห้องทั้ง 2 ห้อง พร้อมวาดภาพประกอบ



ห้องที่ 1

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



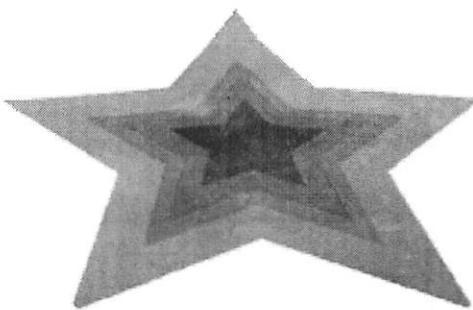
ห้องที่ 2

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

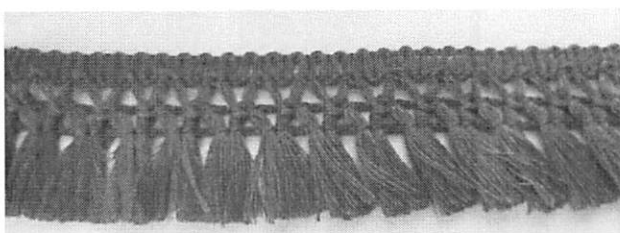
สถานการณ์ที่ 2 หาเงินค่าเทปฟู

คำชี้แจง ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ตามข้อคำถามที่กำหนด และแสดงวิธี
ทำในการหาคำตอบ

ไบบัวเป็นพนักงานตัดพรหมของโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งได้ตัดพรหมรูปแบบเดิมๆ (รูปสี่เหลี่ยม) เป็นระยะเวลา 10 กว่าปี และพรหมที่ผลิตนั้นอายุการใช้งานได้ไม่ถึงปีก็ต้องทิ้งไป ทำให้ไบบัวเกิดความคิดอยากจะทำผลิตพรหมที่มีรูปร่างแปลกใหม่ คือเป็นรูปดาว และหาวัสดุที่มีความทนทานมาใช้ในการผลิต จึงนำเรื่องไปเสนอหัวหน้า หัวหน้ายอมอนุมัติ แต่ตั้งใจในการผลิตพรหมของไบบัวว่า พรหมที่ผลิตเป็นรูปดาวล้อมรอบด้วยเทปฟู มีลักษณะดังรูป



พรหมรูปดาว



เทปฟู

ซึ่งพรหมรูปดาวแต่ละด้านยาว 75 เซนติเมตร ถ้าต้องการพรหมรูปดาว 12 ผืน และเทปฟูราคาเมตรละ 145 บาท ไบบัวต้องจ่ายเงินค่าเทปฟูเท่าใด ถ้านักเรียนเป็นไบบัวนักเรียนจะแก้ปัญหานี้

1. นักเรียนคิดว่าปัญหาสถานการณ์นี้คืออะไร (การทำความเข้าใจปัญหา)

.....

.....

2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด (การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. จากวิธีการแก้ปัญหที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2 (การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ)

3.1 หากนักเรียนเป็นใบบัว จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหใดที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริง เพราะเหตุใด

.....

.....

3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. หากนำวิธีการแก้ปัญหในข้อ 3 มาปฏิบัติจริง นักเรียนคิดว่า นักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้าง ในการแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ (การวางแผนการปฏิบัติ)

.....

.....

.....

.....

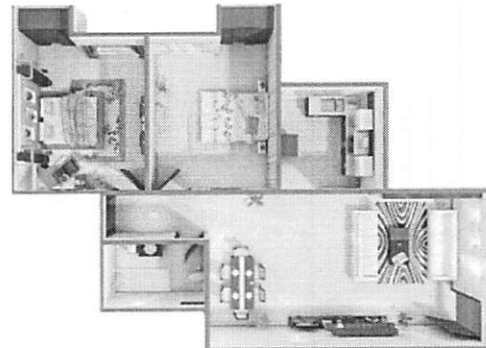
สถานการณ์ที่ 3 พื้นที่แต่ละห้องในบ้าน

คำชี้แจง ให้นักเรียนเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหา ตามข้อคำถามที่กำหนด และแสดงวิธี
ทำในการหาคำตอบ

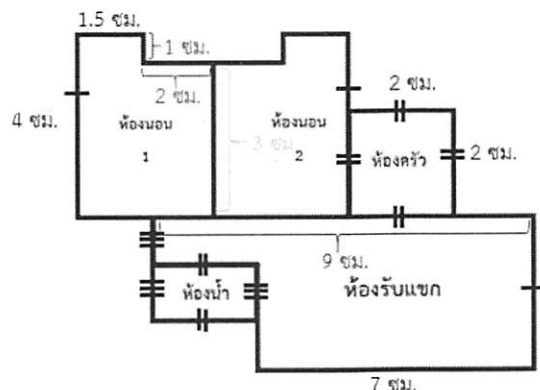
กอหญ้าเป็นสถาปนิกสาวรุ่นใหม่ ได้ออกแบบบ้านของตนเอง ดังรูป



ตัวอย่างบ้านของกอหญ้า



แบบแปลนผังบ้านของกอหญ้า



ผังบ้านของกอหญ้า

มาตราส่วน 1 ซม. : 3 ม.

ผังบ้านของกอหญ้าที่ได้ออกแบบ มีรายละเอียดของห้องต่างๆดังนี้

ห้องรับแขกเป็นรูปหลายเหลี่ยม

ห้องนอน 2 ห้อง มีพื้นที่เท่ากัน

ห้องครัวมีพื้นที่เป็น 2 เท่า
ของห้องน้ำ

จากสถานการณ์นี้ ถ้านักเรียนเป็นกอหญ้า นักเรียนจะหาพื้นที่ทั้งหมดของบ้านได้อย่างไร
และถ้านักเรียนจะออกแบบบ้านของตนเองโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนต่างๆสำหรับใช้งาน นักเรียน
จะออกแบบอย่างไร

1. จากสถานการณ์ นักเรียนคิดว่าปัญหาของสถานการณ์นี้คืออะไร (การทำความเข้าใจปัญหา)

.....

.....

.....

2. จากปัญหาของสถานการณ์ นักเรียนมีวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวอย่างไร ให้นักเรียนบอกวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้ให้มากที่สุด (การสร้างแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหา)

.....

.....

.....

.....

3. จากวิธีการแก้ปัญหาที่นักเรียนเสนอในข้อที่ 2 (การเตรียมความพร้อมเพื่อดำเนินการ)

3.1 หากนักเรียนเป็นกษัตริย์จะเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาใดที่จะสามารถแก้ปัญหาได้จริง เพราะเหตุใด

.....

.....

3.2 วิธีการที่นักเรียนเลือกมีข้อดี ข้อเสียอย่างไร

.....

.....

.....

.....

4. หากนำวิธีการแก้ปัญหาในข้อ 3 มาปฏิบัติจริง นักเรียนคิดว่านักเรียนจะใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการแก้ปัญหานี้ให้สำเร็จ (การวางแผนการปฏิบัติ)

.....

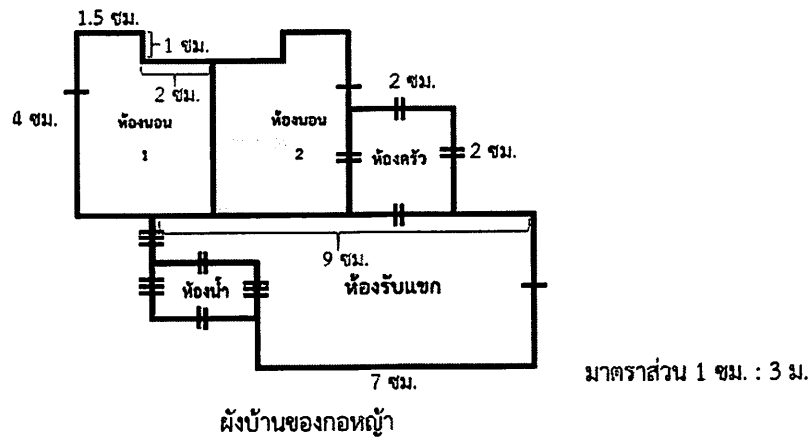
.....

.....

.....

.....

5. นักเรียนจะมีวิธีการหาพื้นที่ทั้งหมดของบ้านกอกหญ้าได้อย่างไร จงแสดงวิธีทำ และให้นักเรียนออกแบบผังบ้านของตนเองโดยแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนต่างๆสำหรับใช้งาน (การวางแผนการปฏิบัติ)



.....

.....

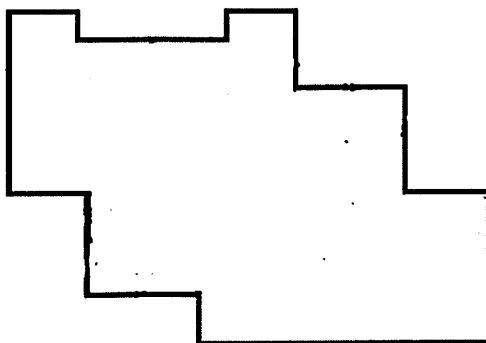
.....

.....

.....

.....

ออกแบบผังบ้านของตนเอง



ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล	ปิยาภรณ์ ชาวทอง
วัน เดือน ปี เกิด	21 กันยายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	34/4 หมู่ 9 ตำบลบ้านมะเกลือ อำเภอเมืองนครสวรรค์ จังหวัดนครสวรรค์ 60000
ที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนบ้านหัวเสลา ตำบลยางสูง อำเภอขามเฒ่าลักษณะบุรี จังหวัดกำแพงเพชร 62130
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	ครู
พ.ศ. 2560	โรงเรียนบ้านหัวเสลา ตำบลยางสูง อำเภอขามเฒ่าลักษณะบุรี จังหวัดกำแพงเพชร
ประวัติการศึกษา	ค.บ. (คณิตศาสตร์) มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
พ.ศ. 2560	