



การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิด  
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



ปวันรัตน์ ทองหลวง

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
ปีการศึกษา 2565  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิด  
สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
ปีการศึกษา 2565  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริม  
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6"

ของ ปวันรัตน์ ทองหลวง

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

-----  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รติยา บงกชเพชร)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

-----  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังคณา อ่อนธานี)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



<b>ชื่อเรื่อง</b>	การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
<b>ผู้วิจัย</b>	ปวันรัตน์ ทองหลวง
<b>ประธานที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565
<b>คำสำคัญ</b>	สืบเสาะหาความรู้, สะเต็มศึกษา, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และเพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 18 คน ของโรงเรียนประถมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 4 วงจร โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า

### ผลการวิจัยพบว่า

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ และขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การออกแบบสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่เกี่ยวข้องกับความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยบูรณาการความรู้กับสะเต็มศึกษา การจัดเตรียมสื่อในชีวิตประจำวันที่สอดคล้องกับสถานการณ์เพื่อให้ นักเรียนดำเนินการสำรวจและค้นหา และใช้เทคโนโลยีประกอบการสืบค้นเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ มีการกระตุ้นความสนใจโดยการใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนคิดหาคำตอบตลอดการทำกิจกรรม การสร้าง

ชิ้นงานของนักเรียนควรมีการกำหนดเงื่อนไขในการใช้วัสดุอุปกรณ์ให้มีความคุ้มค่ามากที่สุด

2. ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เมื่อพิจารณาความสามารถตามองค์ประกอบพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ด้านการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ได้ดีที่สุดร้อยละ 72.22 รองลงมาคือ การสร้างแนวคิดอย่างหลากหลายร้อยละ 47.22 และการประเมินและปรับปรุงแนวคิดร้อยละ 27.78 ตามลำดับ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนและสร้างภาพตลอดจนอธิบายองค์ประกอบและวิธีการออกแบบชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ แต่ในการหาคำตอบในใบกิจกรรมนักเรียนไม่สามารถตอบได้ครบถ้วนและหลากหลายภายในเวลาที่กำหนด และการประเมินชิ้นงานยังเขียนข้อเสนอแนะในการปรับปรุงยังไม่ครบถ้วน



<b>Title</b>	INQUIRY-BASED STEM LEARNING TO ENHANCE MATHEMATICAL CREATIVE THINKING ON THREE- DIMENSIONAL GEOMETRIC FIGURES FOR GRADE 6 STUDENTS
<b>Author</b>	Pawanrat Thongluang
<b>Advisor</b>	Assistant Professor Thitiya Bongkotphet
<b>Academic Paper</b>	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2022
<b>Keywords</b>	Inquiry, STEM Education, Mathematical Creative Thinking

### ABSTRACT

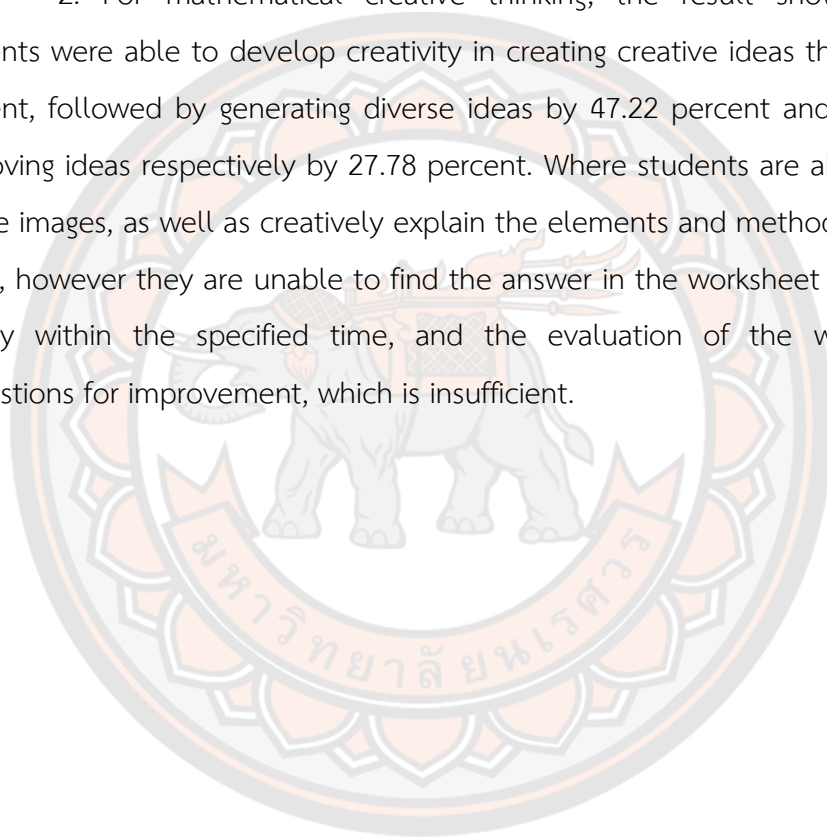
This research aimed to study the learning approach through Inquiry-based STEM learning to enhance mathematical creative thinking on three-dimensional geometric figures topic, and to study the effects of using Inquiry-based STEM learning to enhance mathematical creative thinking on three-dimensional geometric figures topic. The participants were 18 sixth grade students in primary school in Uttaradit Province in the semester of 2021 academic years. The research methodology was action research comprising of 4 cycles and took totally 16 hours in this study. The research instruments included 4 lesson plans based on inquiry-based stem learning, reflective learning journals, activity worksheets, students' artifacts and mathematical creative thinking test. Data were analyzed by content analysis and data credibility by triangulation method.

The result indicated that.

1. The learning approach through Inquiry-based STEM learning that could enhance mathematical creative thinking on three-dimensional geometric figures for grade 6 students comprised of 5 steps including Engagement, exploration, explanation, elaboration and evaluation. There are some issues that should be brought up: designing everyday situations using three-dimensional geometry

knowledge. by combining knowledge and STEM education , providing students with relevant daily materials to inquire, giving students opportunities to search through media, and use searching technologies to gain knowledge. Throughout the activity, students' interest is stimulated by asking questions to prompt them to think of answers. When creating a student's work, there should be conditions for using the most cost-effective materials.

2. For mathematical creative thinking, the result showed that most students were able to develop creativity in creating creative ideas the best by 72.22 percent, followed by generating diverse ideas by 47.22 percent and evaluating and improving ideas respectively by 27.78 percent. Where students are able to write and create images, as well as creatively explain the elements and methods of designing a piece, however they are unable to find the answer in the worksheet completely and variety within the specified time, and the evaluation of the work still writes suggestions for improvement, which is insufficient.



## ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธิดิยา บงกชเพชร ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษา ชี้แนะแนวทางการปรับปรุงแก้ไข การศึกษาค้นคว้าอิสระเล่มนี้ด้วยความเอาใจใส่ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ขอขอบคุณ ดร.อาทร นกแก้ว อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และขอขอบคุณ นางวิไลวรรณ ใจกลม ตำแหน่งครูวิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี ที่ได้กรุณาตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ นายมังกร เรือนอินทร์ ผู้อำนวยการโรงเรียนแห่งหนึ่งจังหวัดอุดรธานี ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูล รวมทั้งขอขอบคุณนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2564 ทุกคนที่ได้ให้ความร่วมมือในการจัดการเรียนรู้ร่วมกันเป็นอย่างดี

กราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจสำคัญ และคอยส่งเสริมสนับสนุนในทุก ๆ ด้านเสมอ

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาการศึกษาทุกท่าน และขอใจเพื่อนนิสิตปริญญาโททุกคนที่เป็นส่วนหนึ่งในการให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

คุณประโยชน์จากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยขออุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ปวันรัตน์ ทองหลวง



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	4
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ขอบเขตการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
หลักสูตรสถานศึกษา.....	9
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา.....	12
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	28
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	44
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	48
กลุ่มเป้าหมาย.....	48

รูปแบบการวิจัย.....	48
เครื่องมือในการวิจัย.....	49
ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	53
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	65
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	65
ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ .....	68
บทที่ 4 ผลการวิจัย .....	69
ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริม ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร .....	69
ตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถ ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร.....	98
บทที่ 5 บทสรุป .....	120
สรุปผลการวิจัย.....	120
อภิปรายผล .....	123
ข้อเสนอแนะ .....	125
บรรณานุกรม .....	126
ภาคผนวก.....	132
ประวัติผู้วิจัย .....	170

## สารบัญตาราง

### หน้า

ตาราง 1 แสดงแนวทางการวัดแ่งมุมในองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ ขอบเขตลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ตามแนวคิด OECD (2019).....	35
ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย .....	52
ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้และการบูรณาการ กับแนวคิดของ STEM .....	55
ตาราง 4 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	59
ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ .....	62
ตาราง 6 แสดงจำนวนข้อสอบและลักษณะข้อสอบ .....	64
ตาราง 7 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	76
ตาราง 8 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	82
ตาราง 9 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	88
ตาราง 10 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4 .....	92
ตาราง 11 แสดงผลการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจร และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบ เสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 .....	93

ตาราง 12 แสดงการสรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษาจำแนกตามบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้.....	97
ตาราง 13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของ วงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	99
ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของ วงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	102
ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของ วงจรปฏิบัติการที่ 3 .....	105
ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของ วงจรปฏิบัติการที่ 4 .....	107
ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน .....	109
ตาราง 18 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง สะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ.....	134
ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ .....	139

## สารบัญภาพ

### หน้า

ภาพ 1 แสดงแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	32
ภาพ 2 แสดงแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน.....	32
ภาพ 3 แสดงขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ.....	35
ภาพ 4 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนองค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย.....	37
ภาพ 5 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์.....	38
ภาพ 6 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนองค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด.....	38
ภาพ 7 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพองค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย.....	39
ภาพ 8 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพองค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์.....	39
ภาพ 9 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพองค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด.....	40
ภาพ 10 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมองค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย.....	41

ภาพ 11 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางสังคม องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ .....	41
ภาพ 12 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางสังคม องค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด.....	42
ภาพ 13 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย .....	43
ภาพ 14 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์.....	43
ภาพ 15 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทาง วิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด .....	44
ภาพ 16 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	49
ภาพ 17 แสดงการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนเพื่อประเมินและให้คะแนน .....	75
ภาพ 18 แสดงตัวอย่างการวาดภาพรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลาย ในระดับดี .....	80
ภาพ 19 แสดงการนำชิ้นงานรถชูเปอร์คาร์ไปทดลอง เพื่อปรับปรุง.....	81
ภาพ 20 แสดงการปรับปรุงชิ้นงานหลังจากนำไปทดลองโดยการเพิ่มดินน้ำมันให้สมดุล มากยิ่งขึ้น .....	82
ภาพ 21 แสดงนักเรียนดำเนินการออกแบบตุ้ปลา.....	86
ภาพ 22 แสดงนักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานตามตกลง .....	86
ภาพ 23 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน .....	87
ภาพ 24 แสดงนักเรียนวาดภาพรูปคลี่ของกล่องบรรจุภัณฑ์ตามที่ออกแบบ .....	91
ภาพ 25 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน .....	91

ภาพ 26 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรมวงจ รปฏิบัติการที่ 1 .....	100
ภาพ 27 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับพอใช้ จากใบกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	100
ภาพ 28 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 1 .....	101
ภาพ 29 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดี .....	103
ภาพ 30 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรม วงจรปฏิบัติการที่ 2 .....	103
ภาพ 31 แสดงการเขียนสรุปและปรับปรุงชิ้นงานของนักเรียนในระดับดี .....	104
ภาพ 32 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดีมาก.....	106
ภาพ 33 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดีมาก .....	106
ภาพ 34 แสดงการประเมินและปรับปรุงแนวคิดของนักเรียนในระดับดี .....	107
ภาพ 35 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดีมาก.....	108
ภาพ 36 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดีมาก .....	109
ภาพ 37 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ .....	111
ภาพ 38 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก .....	112
ภาพ 39 แสดงการปรับปรุงและประเมิน จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ในระดับดี.....	112

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การจัดระบบความคิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างออกไปจากความคิดเดิมเป็นการจัดระบบความคิดใหม่จากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ทางคณิตศาสตร์ ทำให้สามารถเกิดสิ่งที่แปลกใหม่ทางคณิตศาสตร์ที่เป็นประโยชน์ (วันทนา พลภักดิ์, 2561) เช่นเดียวกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2554) ที่ว่าความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นทักษะและกระบวนการที่นักเรียนควรจะเรียนรู้ฝึกฝน และพัฒนาให้เกิดในตัวนักเรียน การฝึกฝนความคิดริเริ่มสร้างสรรค์จะช่วยให้เด็กนักเรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิด จินตนาการในการประยุกต์ ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่ที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้นักเรียนมีนิสัยกระตือรือร้น ไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็น อยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ โดย The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2019) ได้กำหนดองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้ 1) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์และ 3) การปรับปรุงแนวคิด ซึ่งองค์ประกอบนี้ OECD ได้กำหนดให้มีในการสอบ PISA 2022 อีกด้วย

ความคิดสร้างสรรค์เป็นพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกมาซึ่งความคิดใหม่ ๆ เป็นการกระทำที่บุคคลเลือกมาจากประสบการณ์ที่ผ่านมา เพื่อสร้างรูปแบบอย่างใหม่ ความคิดใหม่ หรือผลผลิตใหม่ (Anderson, 1970) เช่นเดียวกับ Osborn (1957) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์คือการประยุกต์ใช้จินตนาการ ดังนั้นจินตนาการจึงเป็นส่วนสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์ยังเป็นส่วนสำคัญของทักษะทางคณิตศาสตร์อีกด้วย ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจตัวเลขทางเรขาคณิตสามมิติที่จินตนาการได้ การสอนเรขาคณิตสามมิติต้องใช้จินตนาการ ความคิดสร้างสรรค์ในการแสดงภาพ และการสังเกตองค์ประกอบต่าง ๆ ของภาพ และเพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับเรขาคณิตสามมิติ นอกจากนี้เรขาคณิตช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น การคิดสร้างสรรค์ ความรู้สึกเชิงปริภูมิ การคิดและการให้เหตุผล และเราใช้เรขาคณิตในชีวิตประจำวันเพื่อทำความเข้าใจ หรืออธิบายสิ่งรอบ ๆ ตัว (อภิญญา กาลมงคล, และหล้า ภวภูตานนท์, 2554) จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์มีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์



ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นทักษะสำคัญของผู้เรียนในวิชาคณิตศาสตร์ การที่ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จะสามารถคิดแก้ปัญหา พลิกแพลงโจทย์ปัญหา สถานการณ์ที่กำหนดได้ โดยสามารถหาแนวคิดของคำตอบได้อย่างหลากหลายหรือคิดหาคำตอบที่แตกต่างจากผู้อื่นอย่างคาดไม่ถึง Gerhard (1971) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือการสร้างหรือจัดระเบียบความคิดใหม่จากบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นนวัตกรรมและผลลัพธ์ใหม่ และตามที่ วันทนา พลภักดิ์ (2561) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นกระบวนการคิดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นความคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่ประโยชน์

การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่โรงเรียนเป็นการสอนตามหนังสือแบบเรียน และการทำแบบฝึกหัดใบงาน เป็นการสอนแบบบรรยายและยกตัวอย่าง เพื่อให้สามารถสอนให้ครบเนื้อหาตามหลักสูตร และภายในเวลาที่กำหนด แบบฝึกหัดส่วนใหญ่เป็นการฝึกทำโจทย์จากตัวอย่างที่ครูสอนจึงไม่ค่อยได้มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และจากบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ พบว่า การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่ผ่านมา นักเรียนยังขาดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนยังมีความคิดแบบเดิมในการเรียน และไม่ค่อยคิดแก้ปัญหาในวิธีที่แตกต่างออกไปจากที่ครูสอน ตลอดจนขาดความมั่นใจในการเรียน ไม่กล้าคิดหาคำตอบที่แปลกไปจากเดิมเพราะกลัวผิด หรือต่างจากเพื่อน ซึ่งปัญหาเหล่านี้เป็นสิ่งที่ต้องเร่งแก้ไขเพราะการที่นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนจะมีความมั่นใจในการเรียนคณิตศาสตร์และสามารถคิดแก้ปัญหาได้อย่างอิสระ ดังที่ อารี พันธุ์มณี (2557) กล่าวว่า บุคคลที่มีความคิดสร้างสรรค์จะคิดสิ่งที่แปลกใหม่ จนกระทั่งผลิตเป็นชิ้นงาน หรือนวัตกรรม ที่สามารถสร้างสรรค์ตนเองและสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่เหมาะสม เป็นสุขได้ด้วยแรงดลใจ มีความอุตสาหะบากบั่นอย่างเต็มกำลังความสามารถ อันจะส่งผลให้ประสบความสำเร็จได้ตามเป้าหมาย

จากผลคะแนนการทดสอบทางการศึกษาระดับขั้นพื้นฐาน (o-net) วิชาคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 พบว่ามีคะแนนเฉลี่ย 25.50 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยระดับประเทศ โดยเฉพาะสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค.2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้ ตัวชี้วัด ป.6/1 และมาตรฐาน ค.2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ ตัวชี้วัด ป.6/3 และ ป.6/4 ซึ่งคะแนนทั้งสองมาตรฐานมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยเป็นอย่างมาก จากคะแนนดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนส่วนใหญ่ยังขาดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาในสาระการเรียนรู้การวัดและเรขาคณิต ซึ่งใน

เนื่อหานี้ นักเรียนจะต้องมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในการหาแนวคิดของคำตอบ แก้ไข โจทย์ปัญหา และประเมินคำตอบของตน ซึ่งนักเรียนยังมีข้อบกพร่องที่จำเป็นต้องแก้ไข

การจัดการเรียนการสอนโดยเน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ เป็นการดำเนินการเรียน การสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียน ด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน (ทิตินา แคมมณี, 2559) ประกอบกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา (STEM Education) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาขาวิชา ระหว่าง 4 ศาสตร์ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาบูรณาการเพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการ แก้ปัญหา การค้นคว้าและพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในโลกปัจจุบัน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการ พัฒนาทักษะด้านต่าง ๆ และสอดคล้องกับการพัฒนามนุษย์ให้มีคุณภาพในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียน เข้าใจในเนื้อหาวิชา และพัฒนาทักษะการคิด เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ (พรทิพย์ ศิริภทราชัย, 2556) และจากที่ ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์ และเจษฎา กิตติสุนทร (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไม่ได้เน้นการพัฒนาเฉพาะผลสัมฤทธิ์ในเนื้อหาวิชาเพียง อย่างเดียว แต่สะเต็มศึกษายังเน้นให้นักเรียนรู้จักวิเคราะห์ รู้จักการบูรณาการความรู้สู่การแก้ปัญหาใน ชีวิตจริง

ผู้วิจัยต้องการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้การจัดการกิจกรรม การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบ เสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนสอดแทรกเนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และ เทคโนโลยีในขั้นตอนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษานักเรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเชื่อมโยงกับความรู้ เดิม และยังสามารถบูรณาการความรู้ 4 สาขาวิชา ดังที่ ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์ และเจษฎา กิตติสุนทร (2562) พบว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และสุจิตรา มโนยา (2556) พบว่าการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอนแบบวิจัยการการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่านักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คิดเป็นร้อยละ 61.11 การสอนโดยวิธีการสอนดังกล่าวมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์จากกิจกรรมที่หลากหลายและน่าสนใจ ซึ่งลักษณะของปัญหาหรือสถานการณ์ในชั้นขยาย ความรู้เป็นขั้นที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้มากที่สุด

จากเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มาใช้ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อจะนำผลไปใช้ปรับปรุงความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

### จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

### ขอบเขตการวิจัย

#### 1. ด้านแหล่งข้อมูล

ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนแห่งหนึ่งใน อำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์ จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 18 คน

#### 2. สิ่งที่ศึกษา

สิ่งที่ศึกษา ประกอบด้วย

- การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
- ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### 3. ด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ เนื้อหาในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 61102 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ

- 1) ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 2) รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 3) ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 4) โจทย์ปัญหาของรูปเรขาคณิตสามมิติ

### นิยามศัพท์เฉพาะ

#### 1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้จากการสำรวจและสืบค้นความรู้ที่ผู้เรียนสนใจด้วยตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้าไประหว่างการสอนในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยโดยใช้สื่อหรือคลิปวิดีโอ และสร้างประเด็นที่จะศึกษาร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียน โดยครูจะให้ประเด็นในการศึกษาผ่านการตั้งคำถามหรือกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาหรือสื่อประกอบการเรียนรู้ที่ครูให้ โดยสถานการณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยการให้ผู้เรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อที่กำลังเรียนร่วมกับครู

1.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลเพียงพอแล้วจึงร่วมกันอภิปรายตามประเด็นที่ศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยการใช้นวัตกรรม จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ และแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม

1.4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้ครูจะจัดกิจกรรม

บูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ ชิ้นงาน นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูให้

1.5 **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้ นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

## 2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ กระบวนการคิดของนักเรียนที่สามารถคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายแง่มุม แตกต่างและแปลกใหม่ต่างจากความคิดเดิม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นส่วนช่วยในการขยายความคิด นำไปสู่การหาคำตอบที่แปลกใหม่และสามารถปรับปรุงและประเมินแนวคิดให้สอดคล้องกับเงื่อนไขนั้น ๆ ได้ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ดังต่อไปนี้

### องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย ภายใต้ 2 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความข้อมูลที่ เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และสร้างภาพโดยใช้รูปทรงเรขาคณิตสามมิติผสมผสานกับรูปเรขาคณิตสองมิติ ได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

ลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการเพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จ หรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสมมติฐานหรือแนวคิดที่ได้จากการสังเกตและตรวจสอบทางคณิตศาสตร์ เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

### องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ ภายใต้ 2 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบหรือเขียนอธิบายในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และสร้างภาพหรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและบริบทนั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่ และมีประสิทธิภาพ

ลักษณะที่ 2 คือ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

### องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด ภายใต้อัตลักษณ์ 2 ลักษณะ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและการสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบท ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

ลักษณะที่ 2 คือ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบนั้นยังคงถูกต้อง

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ค้นคว้าข้อมูลจากตำรา เอกสาร บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษา
  - 1.1. วิสัยทัศน์ของโรงเรียน
  - 1.2. พันธกิจของโรงเรียน
  - 1.3. เป้าประสงค์ของโรงเรียน
  - 1.4. คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 2.1. ความหมายของสะเต็มศึกษา
  - 2.2. ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา
  - 2.3. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 2.4. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
  - 2.5. ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้
  - 2.6. การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
  - 2.7. ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา
3. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 3.1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์
  - 3.2. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
  - 3.3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์
  - 3.4. การวัดความคิดสร้างสรรค์
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 4.1. งานวิจัยในประเทศ
  - 4.2. งานวิจัยต่างประเทศ

## หลักสูตรสถานศึกษา

### 1. วิสัยทัศน์โรงเรียน

มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้านสติปัญญา ร่างกาย อารมณ์และสังคม มีความรู้คู่คุณธรรม อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และดำรงตนอยู่ในสังคมอย่างมีความสุขตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

### 2. พันธกิจของโรงเรียน

- 2.1 จัดการศึกษาในระดับปฐมวัยและระดับประถมศึกษา
- 2.2 จัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญและพัฒนาแหล่งเรียนรู้ในสถานศึกษา
- 2.3 จัดภูมิทัศน์ในสถานศึกษา ให้มีสภาพที่เอื้อต่อการเรียนรู้ น่าดู น่าอยู่ น่าเรียน
- 2.4 ส่งเสริมภูมิปัญญาท้องถิ่นและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2.5 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการพัฒนาคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของผู้เรียน
- 2.6 จัดกิจกรรมที่ส่งเสริมและปลูกจิตสำนึกการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมขนบธรรมเนียมประเพณีไทยและท้องถิ่น

### 3. เป้าประสงค์ของโรงเรียน

- 3.1 นักเรียนได้รับบริการทางการศึกษาอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน
- 3.2 โรงเรียนมีหลักสูตรสถานศึกษาที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน
- 3.3 นักเรียนมีความสามารถในการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน
- 3.4 บุคลากรได้รับการพัฒนาสู่มาตรฐานวิชาชีพ
- 3.5 โรงเรียนมีภูมิทัศน์สวยงามและแหล่งเรียนรู้ตามแนวปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงอย่างหลากหลาย
- 3.6 โรงเรียนได้รับความร่วมมือจากชุมชนในการจัดการศึกษา

### 4. คำอธิบายรายวิชาและตัวชี้วัด

4.1 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ค16101 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้กำหนดเวลาเรียนรวมทั้งสิ้น 160 ชั่วโมงต่อปี ดังนี้

เปรียบเทียบเรียงลำดับ เศษส่วนและจำนวนคละจากสถานการณ์ต่าง ๆ จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูปบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ระบुरूปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่และระบुरूปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณจากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้ หา ห.ร.ม. และ ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์



ปัญหาโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น. หาผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2 - 3 ขั้นตอน หาผลหารของทศนิยมที่ตัวหารและผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 3 ขั้นตอน แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน ปัญหาร้อยละ 2 - 3 ขั้นตอน แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป

แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และแสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม ความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

นักเรียนมีความกระตือรือร้นและมีส่วนร่วมในกิจกรรมในชั้นเรียน มีความรับผิดชอบและส่งงานตรงเวลา

#### 4.2 ตัวชี้วัด

##### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

ค 1.1 ป.6/1 เปรียบเทียบ เรียงลำดับเศษส่วนและจำนวนคละ จากสถานการณ์ต่าง ๆ

ค 1.1 ป.6/2 เขียนอัตราส่วนแสดงการเปรียบเทียบปริมาณ 2 ปริมาณ จากข้อความหรือสถานการณ์ โดยที่ปริมาณแต่ละปริมาณเป็นจำนวนนับ

ค 1.1 ป.6/3 หาอัตราส่วนที่เท่ากับอัตราส่วนที่กำหนดให้

ค 1.1 ป.6/4 หา ห.ร.ม. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน

ค 1.1 ป.6/5 หา ค.ร.น. ของจำนวนนับไม่เกิน 3 จำนวน

ค 1.1 ป.6/6 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.

ค 1.1 ป.6/7 หาผลลัพธ์ของการบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและจำนวนคละ

ค 1.1 ป.6/8 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเศษส่วนและจำนวนคละ 2 - 3 ขั้นตอน

ค 1.1 ป.6/9 หาผลหารของทศนิยมที่ตัวหารและผลหาร เป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง

ค 1.1 ป.6/10 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 3 ขั้นตอน

ค 1.1 ป.6/11 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาอัตราส่วน

ค 1.1 ป.6/12 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาร้อยละ 2 -3 ขั้นตอน

ค 1.2 ป.6/1 แสดงวิธีคิดและหาคำตอบของปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

ค 2.1 ป.6/1 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ค 2.1 ป.6/2 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปหลายเหลี่ยม

ค 2.1 ป.6/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปและพื้นที่ของวงกลม

ค 2.2 ป.6/1 จำแนกรูปสามเหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป

ค 2.2 ป.6/2 สร้างรูปสามเหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม

ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ

ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบจากรูปคลี่ และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

### สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

ค 3.1 ป.6/1 ใช้ข้อมูลจากแผนภูมิรูปวงกลมในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

**รวม 20 ตัวชี้วัด**

### 4.3 หน่วยการเรียนรู้

ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาในหน่วยที่ 9 รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาทั้งหมดในหน่วย ซึ่งมีสาระสำคัญดังนี้

ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้างของปริซึม เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้าตัดหรือฐานรวมกับจำนวนหน้าข้าง พีระมิดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม ชนิดของพีระมิด จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน จำนวนหน้าข้างของพีระมิดเท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน จำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิดเท่ากับจำนวนฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง ทรงกระบอก เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตันมีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน กรวยเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกับฐาน ทรงกลมเป็นรูปเรขาคณิต

สามมิติ ทรงตัน มีผิวโค้งเรียบทุก ๆ จุดที่อยู่บนผิวโค้งห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดใด ๆ บนผิวโค้งของทรงกลมเรียกว่า รัศมี รูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่สามารถแบ่งเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้ มี 3 วิธี การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรหรือความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหาวางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ

### การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีความสำคัญที่จะสามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น อันเนื่องมาจากเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือสืบเสาะสืบค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองจนเกิดองค์ความรู้และย่อยอดความรู้ของผู้เรียนให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงาน

#### 1. ความหมายของสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่านยกตัวอย่าง ดังนี้

Breiner (2012) ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการการศึกษาวិทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรม และวิชาคณิตศาสตร์ ให้รวมเป็นหนึ่งเดียว

O'Neill (2012) ให้ความหมายว่า สะเต็มศึกษา เป็นการบูรณาการการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจความสัมพันธ์ของวิชาทั้ง 4 วิชา และสามารถนำไปออกแบบสิ่งประดิษฐ์เพื่อแก้ปัญหาได้ในชีวิตจริงได้

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556) ให้ความหมายว่า เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชาที่มีความสำคัญเท่ากัน ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้เพื่อแก้ปัญหา ค้นคว้า สร้างสรรค์และพัฒนาสิ่งต่าง ๆ

มนตรี จุฬาวัดนทล (2556) ให้ความหมายว่า เป็นแนวทางการจัดการเรียนการสอน โดยเน้นการบูรณาการการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อให้เกิดการสร้างสิ่งใหม่ ๆ ที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหา

พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์ (2556) ให้ความหมายว่า เป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ (Interdisciplinary Integration) 4 วิชา ได้แก่ ศึกษาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ได้

สิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ให้ความหมายว่า เป็นการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ กลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ที่เน้นการส่งเสริมให้ผู้เรียนทุกคนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีทักษะในการออกแบบ และคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ตามสภาพจริง

จากการให้ความหมายของ “สะเต็มศึกษา” ของผู้ที่ให้นิยามหลาย ๆ ท่านอาจสรุปได้ว่า “สะเต็มศึกษา” คือ แนวการจัดการเรียนรู้ โดยการบูรณาการความรู้จาก 4 ศาสตร์วิชาวิทยาศาสตร์ วิชาเทคโนโลยี วิชาวิศวกรรมศาสตร์ และวิชาคณิตศาสตร์ เข้าเป็นองค์ความรู้เดียวกัน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ปัญหาและสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบจากปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพจริง

## 2. ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

จากการสืบค้นข้อมูลความเป็นมาของสะเต็มศึกษา (STEM Education) ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงที่มาของสะเต็มศึกษาตั้งแต่จุดเริ่มต้น การดำเนินการต่อมาจนถึงสะเต็มศึกษาในประเทศไทยประเทศไทย ดังต่อไปนี้

Breiner (2012; Zollman, 2012) ได้อธิบายถึงจุดเริ่มต้นของสะเต็มศึกษาไว้ดังนี้ สะเต็มศึกษา (STEM Education) เริ่มจากการที่ประเทศสหรัฐอเมริกาที่ต้องการที่จะเพิ่มขีดจำกัดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ ในการพัฒนานักเรียนให้มีความเข้มแข็งในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ต่อมา มีการสอนแบบบูรณาการโดยเพิ่มวิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีเข้าไป จึงทำให้ STEM Education เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) ดังนั้น ความหมายของสะเต็มศึกษาครอบคลุม การเกษตร สิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ การศึกษา และการแพทย์ สะเต็มศึกษาเป็นการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว นอกจากนี้ ยังเป็นการส่งเสริมการพัฒนา ทักษะสำคัญในโลกโลกาภิวัตน์หรือทักษะที่จำเป็นสำหรับศตวรรษที่ 21 อีกด้วย

สะเต็มศึกษาในประเทศไทยเกิดจากการตื่นตัวของนักการศึกษาที่ต้องการให้นักเรียนมีการลงมือทดลองและคิดมากขึ้น และมีการออกพระราชบัญญัติทางการศึกษา พ.ศ. 2545 ในมาตราที่ 23 เน้นกระบวนการเรียนรู้และการบูรณาการที่เหมาะสมความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความรู้ทางคณิตศาสตร์ เน้นให้มีการจัดเนื้อหา ประสบการณ์ที่เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ผสมผสานกับความรู้ด้านต่าง ๆ จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555-2559 กำหนดให้มีการพัฒนาหลักสูตรที่เน้นให้ผู้เรียนได้ความรู้วิชาการ อารมณ์

และสติปัญญา จนสามารถศึกษาหาความรู้ได้ด้วยตนเอง โดเมนการบูรณาการการเรียนรู้ให้หลากหลาย ให้ความสำคัญกับการเรียนรู้ในห้องเรียนและนอกห้องเรียน โดยสร้างนิสัยใฝ่รู้ ทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และการต่อยอดสู่ความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาที่เน้นการทดลองและลงมือปฏิบัติ และยังมีนโยบายปรับโครงสร้างหลักสูตรให้มีกลุ่มสาระ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตร (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

### 3. ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

ลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จากการสืบค้นข้อมูลได้มี นักวิชาการกล่าวถึงลักษณะการจัดการเรียนการสอนของสะเต็มศึกษาไว้หลายท่าน ดังนี้

Capraro et al. (2013) ในการนำแนวคิดกิจกรรมสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สามารถทำได้ 9 แนวทาง ดังนี้ 1) จัดบรรยากาศและสภาพแวดล้อมที่ตื่นต่อน่าสนใจสนุกสนาน มีชีวิตชีวา เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนากระบวนการคิดและการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง 2) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาให้ท้าทายความสามารถของผู้เรียน 3) จัดกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติ 4) จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการใน 3 สาระ ได้แก่ สาระวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการงานอาชีพและเทคโนโลยี โดยสอดแทรกกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม 5) จัดกิจกรรม การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยสร้างสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริงและท้าทายกระบวนการคิดของผู้เรียน 6) เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ 7) เป็นพี่เลี้ยง 8) ป้อนคำถามและตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด 9) ประเมินกระบวนการทำงานและผลงานของผู้เรียนโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย ซึ่งแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่กล่าวมานี้สามารถแบ่งออกเป็นลักษณะการสอนแบบสะเต็มศึกษา ดังนี้

1. การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา เป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (S) วิชาเทคโนโลยี (T) วิชาวิศวกรรมศาสตร์ (E) และวิชาคณิตศาสตร์ (M) โดยได้นำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสวมผสานกัน กล่าวคือธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์นั้นเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติโดยนักศึกษามักชี้แนะให้อาจารย์ ครูผู้สอนใช้วิธีการสอนด้วยกระบวนการสืบเสาะ (Inquiry-Based Science Teaching) กิจกรรมการสอนแบบแก้ปัญหา (Scientific Problem-Based Activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เหมาะสมกับผู้เรียนระดับประถมศึกษา แต่ไม่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษา หรือมหาวิทยาลัย เพราะทำให้ผู้เรียนสนใจ มีความกระตือรือร้น รู้สึกท้าทายและเกิดความมั่นใจในการเรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียนในสาขาวิทยาศาสตร์ในระดับขั้นที่สูงขึ้นและประสบความสำเร็จในการเรียนวิชาเทคโนโลยีธรรมชาติของวิชาเทคโนโลยีนั้น เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการระบอบการแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนาสิ่งต่าง หรือกระบวนการต่าง ๆ ที่ตอบสนองความ

ต้องการของคนเราโดยผ่านการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยี ที่เรียกว่า Engineering design process ซึ่งคล้ายกับกระบวนการสืบเสาะ ดังนั้น เทคโนโลยีจึงมิได้หมายถึงคอมพิวเตอร์ หรือ ICT ตามที่คนส่วนใหญ่เข้าใจกันวิชาวิศวกรรมศาสตร์ธรรมชาติของวิศวกรรม นั้น เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ พัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งคนส่วนใหญ่มักเข้าใจว่าเป็นวิชาที่สามารถเรียนได้ในระดับอุดมศึกษา แต่จากการศึกษาวิจัยพบว่า แม้แต่เด็กอนุบาลก็สามารถเรียนรู้ได้เช่นกัน วิชาคณิตศาสตร์ ธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์นั้น เป็นวิชาที่ไม่ได้หมายถึงการนับจำนวนเท่านั้นแต่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบอื่นที่สำคัญ คือ

- 1) กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematics Thinking) ซึ่งได้แก่การเปรียบเทียบ การจำแนก/การจัดกลุ่ม การจัดรูปแบบ และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ
- 2) ภาษาทางคณิตศาสตร์ เด็กจะสามารถถ่ายทอดความคิดหรือความเข้าใจ ความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสารเช่น มากกว่า น้อยกว่า เล็กกว่า ใหญ่กว่า ฯลฯ และ
- 3) ส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-Level Math Thinking) จากกิจกรรมการเล่นหรือการทำกิจกรรมในชีวิตประจำวัน

2. การสอนแบบบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่ระดับชั้นอนุบาล ถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำสะเต็มศึกษามาใช้ ผลจากการศึกษาพบว่าครูผู้สอนใช้วิธีการสอนแบบโครงการเป็นฐาน (Project-Based Learning) การสอนแบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) การสอนแบบใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-based Learning) ทำให้นักเรียนสามารถสร้างสรรค์พัฒนาชิ้นงานได้ดี และถ้าครูผู้สอนสามารถใช้สะเต็มศึกษาในการสอนได้เร็วเท่าไรก็จะยิ่งเพิ่มความสามารถและศักยภาพผู้เรียนได้มากขึ้นเท่านั้น ซึ่งในขณะนี้ในบางรัฐของประเทศสหรัฐอเมริกาได้มีการนำสะเต็มศึกษาไปสอนตั้งแต่ระดับวัยก่อนวัยเรียน (Pre-School) ด้วย

ศิริพร ศรีจันทะ, พิรภฎ รุ่งสีทธรรม, และประดิษฐ์ วิชัย (2562) ได้อธิบายลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะเด่นอยู่ 3 ลักษณะ คือ

1. การจัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งหมายความว่า การจัดการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้นั้นทั้งผู้สอนและผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ต่อกันและเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นไปตามลำดับขั้นตอนเพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้มีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้โดยการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมนี้เป็นพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ความคิด หรือด้านพุทพัสัย ด้านทักษะกระบวนการ หรือด้านทักษะพิสัย และด้านเจตคติ หรือด้านจิตพิสัย

3. การจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้ดีต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ของผู้สอน ซึ่งหมายความว่าจัดการเรียนรู้จะบรรลุจุดประสงค์ได้หรือไม่ขึ้นอยู่กับอาศัยความรู้ความสามารถของผู้สอนทั้งด้านวิชาการ(ศาสตร์) ทักษะและเทคนิคการจัดการ

สุทธิดา จำรัส (2560) ได้อธิบายลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีลักษณะเด่นอยู่ 6 ด้าน ดังนี้

1. มีการบูรณาการความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์อย่างชัดเจน ตามบริบทเนื้อหาและระดับความรู้ในแต่ละชั้นของผู้เรียน โดยมุ่งเน้นการเรียนรู้เรื่องสะเต็มเป็นเป้าหมายหลัก

2. การออกแบบกิจกรรม โดยพัฒนาตามกรอบความก้าวหน้าในการเรียนรู้ทั้งในมิติและกระบวนการ รวมทั้งใช้หลักการของการจัดหลักสูตรแบบเกลียวโดยผู้เรียนจะเพิ่มพูนความรู้จากระดับพื้นฐานไปสู่ระดับสูงตามลำดับพัฒนาการทางสติปัญญาของแต่ละช่วงวัย หรือระดับการรู้คิด

3. การเรียนรู้ต้องเชื่อมโยงกับผู้เรียน บริบทที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน และเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายโดยอาศัยกรอบแนวคิดบริบทตาม PISA รวมทั้งประเด็นที่ผู้สอนต้องการเน้น ซึ่งอาจจะเป็นนโยบายของสถานศึกษา หรือเป็นประเด็นเร่งด่วน

4. ผู้เรียนผ่านประสบการณ์การเรียนรู้แห่งศตวรรษที่ 21 ที่เน้นการพัฒนาทักษะสำคัญแห่งศตวรรษที่ 21 ควบคู่ไปกับการเรียนรู้เนื้อหาและทักษะของวิชาหลัก

5. กิจกรรมเน้นการออกแบบและแก้ปัญหา โดยการลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่การรังสรรค์ชิ้นงาน/โครงการตามแนวคิดของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่เน้นกระบวนการออกแบบ หรือ แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา

6. เน้นการวัดผลตามสภาพจริง และการประเมินเพื่อพัฒนาผู้เรียนซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมสะเต็มคือ โครงงานหรือชิ้นงาน หรือการแก้ปัญหา

จากลักษณะการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาข้างต้น จึงสรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นการบูรณาการ ที่สามารถจัดการเรียนการสอนได้ทุกระดับและทุกช่วงวัย ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ซึ่งการจัดการเรียนการสอนตามแนวทางสะเต็มศึกษานั้นจะมุ่งเน้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลได้ด้วยตัวเอง จนเกิดการพัฒนาและนำไปสู่การออกแบบชิ้นงานและแนวคิดใหม่ เพื่อประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

#### 4. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่าน ดังนี้

Chitmann-Booker, & Kopp (2013, p. 55) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า กิจกรรมหรือสิ่งที่มนุษย์ทำหรือกระบวนการเรียนรู้ด้วยประสบการณ์ การทดลองหรือการทดสอบในสถานะต่าง ๆ เพื่อสาธิตในสิ่งที่รู้หรือการค้นหาคำตอบที่ไม่รู้การสืบค้นหรือการศึกษาจากการใช้คำถามทางวิทยาศาสตร์อย่างเป็นขั้นตอน

เบญจพร ปณัฑ์พลังกูร (2551) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนการสอนที่ให้นักเรียนรู้จักค้นคว้าหาความรู้ คิดแก้ปัญหาได้ด้วยตนเองอย่างมีระบบของการคิด ซึ่งครูจะทำหน้าที่จัดบรรยากาศการสอนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ และกระตุ้นให้นักเรียนอยากรู้โดยใช้คำถาม

ชนิษฐา กรกำแหง (2551) ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ครูให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้กระตุ้นให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนหรืออยากที่จะค้นหาคำตอบเหล่านั้น

วรรณภา พุทธสอน (2558). ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น เกิดความสงสัยโดยให้นักเรียนสืบค้นหาความรู้ใช้กระบวนการทางความคิดและทักษะต่าง ๆ เพื่อค้นหาคำตอบด้วยตนเองอย่างเป็นระบบจนได้คำตอบหรือข้อสรุปที่น่าเชื่อถือ

วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559). ได้ให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนการสอนแบบหนึ่งที่สามารถนำมาประกอบในการจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็มศึกษาได้ เหมาะกับเด็กระดับประถมศึกษาตอนปลายขึ้นไปและมัธยมศึกษา การสืบเสาะไม่ได้เน้นผลของชิ้นงานแต่เน้นคำตอบเป็นเชิงกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อหาคำตอบอย่างลึกซึ้ง

จากความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการเรียนรู้จากกิจกรรมหรือประสบการณ์ โดยผ่านกระบวนการจัดการเรียนการสอนของครูที่คอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดข้อสงสัย คำถาม และทำการค้นคว้าหาคำตอบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดความสงสัยและสืบค้นหาความรู้เพื่อให้ได้คำตอบอย่างลึกซึ้ง

#### 5. ขั้นตอนของกระบวนการสืบเสาะหาความรู้

กระบวนการสืบเสาะหาความรู้มีนักการศึกษาหลายท่านได้ศึกษาและพัฒนาขั้นตอนแต่ละท่านมีขั้นตอนที่แตกต่างกัน ดังนี้

สมจิต สวธนไพบุลย์ (2535) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้



1. ขั้นการสำรวจข้อมูล เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่กำลังศึกษาไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวความคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหาได้จาก 3 แหล่ง แหล่งแรกได้จากการสังเกต วัตถุจริง หรือปรากฏการณ์โดยตรง แหล่งที่สองได้จากการทดลอง และแหล่งสุดท้ายได้จากการรวบรวมมาจากที่อื่น เช่นจากเอกสารหรือจากบุคคลในการจัดกิจกรรม ขั้นสำรวจข้อมูลอาจทำได้ 4 วิธี คือ

วิธีที่ 1 ครูเสนอปัญหาและบอกจุดประสงค์และออกแบบการทดลองร่วมกับนักเรียน

วิธีที่ 2 ครูเสนอปัญหาแต่ไม่บอกจุดประสงค์ล่วงหน้า และให้นักเรียนกระทำกิจกรรมตามที่ครูกำหนด

วิธีที่ 3 ครูสาธิตให้นักเรียนและนำข้อมูลที่ได้จากการสาธิตไปสรุปเป็นความรู้ใหม่

วิธีที่ 4 วิธีที่ได้ข้อมูลมาจากแหล่งอื่น

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ ภายหลังจากการสำรวจแล้ว นักเรียนจะได้แหล่งข้อมูลซึ่งเกี่ยวกับคุณลักษณะ คุณสมบัติ การเปลี่ยนแปลง ปริมาณและรายละเอียดอื่น ๆ ข้อมูลที่ได้นี้อาจจะยังไม่มี ความหมายอะไรมากนัก จะต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายพอที่จะตีความหรือลงข้อสรุปไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนคติหรือหลักการ

3. ขั้นการนำความรู้ใหม่ไปใช้ เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมีโอกาสนำความรู้ที่ได้ค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ได้ เป็นการทดสอบความถูกต้องของความรู้

วาคินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559). ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. การสร้างความสนใจ (Engage) ก่อนที่นักเรียนจะเรียน ครูจะนำเข้าสู่บทเรียนในเรื่องที่จะเรียนหรือเรื่องที่น่าสนใจ โดยใช้คำถาม ให้ดูรูปภาพ ภาพยนตร์สั้น ๆ การสาธิตทดลอง การเล่าเรื่องจริง การใช้เพลงประกอบ หรือการทำผังความคิดรวบยอดโดยให้นักเรียนช่วยกันคิด

2. การสำรวจค้นหา (Explore) ครูให้เด็กเรียนรู้จากการทำกิจกรรมที่ลงมือทำ หรือการแก้ปัญหาอาจใช้การทดลองออกแบบในการค้นหา โดยเชื่อมโยงกับความคิดรวบยอดส่วนใหญ่เด็กมักทำงานเป็นกลุ่ม เด็กแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างการทดลอง มีการวางแผน ลงมือทำกิจกรรม และรวบรวมข้อมูลโดยครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกจัดหาอุปกรณ์ที่เด็กต้องการให้คำแนะนำเด็ก

3. การอธิบายผล (Explain) เมื่อเด็กเรียนรู้เนื้อหาคำศัพท์ที่สำคัญ ความจริงและข้อมูลต่าง ๆ ซึ่งครูจะเป็นผู้นำในการสอนมากกว่าเด็ก ครูสอนโดยการให้เด็กอ่านหนังสือ ฟังและดูหนังสั้น ๆ สนทนา อภิปรายผล ครูใช้หนังสือ ภาพยนตร์ หรือ website เป็นแหล่งหาข้อมูลให้กับเด็ก โดยครูจะช่วยนักเรียนในการสังเกตวิเคราะห์ ให้คำจำกัดความคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ อธิบายขยายความคิดรวบยอดและทักษะให้กับนักเรียน นักเรียนเป็นผู้สาธิตอภิปรายว่ามีความเข้าใจในความคิดรวบยอด

กระบวนการทักษะอย่างไร จากการเขียน การสะท้อนคิดในการเขียนและการอภิปรายผลในห้องเรียน

4. การขยายความรู้ (Elaborate or Extend) ในขั้นนี้เด็กต้องให้คำจำกัดความ จากความคิดรวบยอดและตามความคิดของเด็กตามความเป็นจริงที่เด็กได้ค้นพบ โดยครูจะเพิ่มกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องและจำเป็นสำหรับเด็ก ครูอาจเพิ่มความรู้ให้กับเด็กโดยให้เด็กทำกิจกรรม ทั้งชั้นเรียน เพื่อให้เด็กเข้าใจความคิดรวบยอดในสิ่งที่เรียนทั่ว ๆ ไป โดยการใช้เทคโนโลยีประกอบการสอน เช่น website วิดีโอ ภาพ บทความ Online เพื่อให้เด็กเข้าใจมากขึ้น ขยายการนำไปใช้โดยให้นักเรียนอ่านหนังสือหรือให้นักเรียนสาธิตเพื่อจะได้รู้ว่านักเรียนเข้าใจแค่ไหน หรือการลงมือทำกิจกรรมโดยการใช้วัสดุอุปกรณ์ ขยายความรู้กลุ่มย่อย ครูจะใช้การเรียนรู้จากปัญหา (Problem-Based Learning) ให้เด็กแก้ปัญหาเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ใช้การออกแบบสร้างสรรค์และแก้ปัญหา ครูอาจให้เด็กทำการทดลองในห้องทดลองให้เข้าใจในหัวข้อที่เรียนอย่างลึกซึ้ง เพิ่มกิจกรรมโดยให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นรายบุคคล ทำโครงการรายบุคคล ครูให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่สนใจ จัดหาแหล่งข้อมูลให้ กำหนดแผนเวลาการทำงาน สนับสนุนการเรียนรู้ ตั้งเป้าหมาย และกำหนดเวลา

5. การประเมินผล เด็กมีการประเมินความเข้าใจในเนื้อหาของตนเอง ครูประเมินความก้าวหน้าในการทำงานของนักเรียนจากจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ โดยการประเมินผลแบบเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ การประเมินผลในขั้นนี้ ได้แก่ การประเมินผลจากกระบวนการทำงานของเด็ก โดยการสังเกตของครู ประเมินผลการแก้ปัญหาของเด็กแต่ละคน ประเมินผลจากการทำโครงการ และการให้เด็กประเมินตนเองโดยครูควรตั้งเกณฑ์การให้คะแนนของเด็ก ครูสังเกตนักเรียนว่ามีความคิดหรือแนวคิดอย่างไร มีการประยุกต์ใช้ทักษะการเรียนรู้หรือไม่ ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กล่าวถึง ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นตอนสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาจเกิดขึ้นเองจากความสงสัย หรืออาจเริ่มจากความสนใจของตัวนักเรียนเองหรือเกิดจากการอภิปรายในกลุ่ม เรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้วเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่จะศึกษา ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจเป็นเรื่องที่จะใช้ศึกษา เมื่อมีคำถามที่น่าสนใจและนักเรียนส่วนใหญ่ยอมรับให้เป็นประเด็นที่ต้องการศึกษา จึงร่วมกันกำหนดขอบเขตและแจกแจงรายละเอียดของเรื่องที่จะศึกษาให้ มีความชัดเจนยิ่งขึ้น อ่าน

รวมทั้งการรวบรวมความรู้ประสบการณ์เดิม หรือความรู้จากแหล่งต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นำไปสู่ความเข้าใจเรื่องหรือประเด็นที่จะศึกษามากขึ้น

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้วก็มีการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบตั้งสมมติฐาน กำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อสนเทศ หรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง ทำกิจกรรมภาคสนาม การใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) การศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างเพียงพอที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ได้ข้อมูลอย่างเพียงพอจากการสำรวจตรวจสอบแล้ว จึงนำข้อมูล ข้อสนเทศ ที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายข้อสรุป สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หรือรูปวาด สร้างตาราง ฯลฯ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้โต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่กำหนดไว้ แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปใดก็สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องต่าง ๆ ได้มาก ก็แสดงว่าข้อจำกัดน้อย ซึ่งจะช่วยให้เชื่อมโยงกับเรื่องต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่านักเรียนมีความรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด จากนั้นจึงนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือรูปแบบจำลองไปใช้อธิบายหรือประยุกต์ใช้กับเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ นำไปสู่ข้อโต้แย้งหรือข้อจำกัด ซึ่งจะก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถาม หรือปัญหาที่ต้องตรวจสอบต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry cycle กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหาหลักและหลักการ ทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ต่อไป

Burke (2014) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบ 6E เพื่อส่งเสริมผู้เรียนในการเรียนรู้แบบสืบเสาะ เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ตามแนวทางการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นกระตุ้นความสนใจ (Engage) เป็นขั้นกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน นำเข้าสู่บทเรียนด้วยการจัดกิจกรรมหรือให้สถานการณ์ที่น่าสนใจอาจจะมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น

หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เรียนมาแล้วเพื่อประเมินความรู้ความเข้าใจก่อนเรียน และทบทวนความรู้เดิม

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Explore) เป็นขั้นตอนในผู้เรียนทำความเข้าใจในประเด็นหรือคำถามที่สนใจ ร่วมกันสร้างและพัฒนาแนวความคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้เวลาและโอกาสแก่ผู้เรียนในการทำกิจกรรมวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ค้นหาสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ตามความคิดเห็นผู้เรียนแต่ละคน ร่วมกันอภิปรายในกลุ่มและในชั้นเรียน เน้นการทำงานเป็นทีม โดยครูทำหน้าที่คอยอำนวยความสะดวกให้แนวทางแก่ผู้เรียน

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explain) เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนมีโอกาสนำเสนออธิบายแนวความคิดจากการสำรวจและค้นหา ตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้ ปรับปรุงและจัดลำดับเชื่อมต่อกับความคิด

4. ขั้นการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineer) เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้ความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับประเด็นปัญหา โดยการใช้แนวคิด การปฏิบัติและทัศนคติไปประยุกต์ใช้เพื่อออกแบบวิธีการแก้ปัญหา สร้าง ประเมินและปรับปรุง องค์ประกอบสำคัญ ในขั้นตอนนี้คือการออกแบบที่เพิ่มพูนการบูรณาการความรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ และวิชาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

5. ขั้นขยายความรู้ (Enrich) เป็นขั้นตอนให้ผู้เรียนมีโอกาสนำเสนอข้อมูลเชิงลึกยิ่งขึ้น ในสิ่งที่พวกเขาได้เรียนรู้และเพื่อถ่ายโอนแนวความคิดไปสู่ปัญหาที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นหรือเปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ประโยชน์หรือแก้ปัญหาในบริบทอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง หรือสถานการณ์ใหม่ที่ครูเตรียมไว้

6. ขั้นประเมิน (Evaluate) เป็นขั้นตอนที่ทั้งครูและผู้เรียนร่วมกันตรวจสอบวิธีการเรียนรู้และความเข้าใจที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้ ที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการบูรณาการความรู้ทางสะเต็มและการประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา

ศศิธร เวียงวะลัย (2556) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้นตามแนวคิดของไอเซนคราฟ (Eisen kraft) แต่ละขั้นตอนมีเนื้อหาสาระดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (elicitation phase) ครูจะต้องทำหน้าที่ตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้เดิม คำถามอาจจะเป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามสภาพสังคม ท้องถิ่น หรือประเด็นข้อค้นพบทางวิทยาศาสตร์ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้ในชีวิตประจำวัน และนักเรียนสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้ไปยังประสบการณ์ที่ตนมี ทำให้ครูทราบได้ว่า นักเรียนแต่ละคนมีความรู้พื้นฐานเป็นอย่างไร ครูควรเติมเต็มส่วนใดให้นักเรียน และครูยังสามารถวางแผนการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกับความต้องการของนักเรียน

2. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement phase) ขั้นนี้เป็นการนำเข้าสู่เนื้อหาในบทเรียน หรือเรื่องที่น่าสนใจ ซึ่งอาจเกิดความสนใจของนักเรียน หรือเกิดจากการอภิปรายภายในกลุ่มเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เด็กเพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม ช่วยให้นักเรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น และกำหนดประเด็น ที่จะศึกษาแก่นักเรียน ในกรณีที่ยังไม่มีประเด็นที่น่าสนใจ ครูอาจให้ศึกษาจากสื่อต่าง ๆ เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร อินเทอร์เน็ต เป็นต้น ซึ่งทำให้นักเรียนเกิดความคิดขัดแย้งจากสิ่งที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน ครูเป็นผู้ทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนคิด โดยเสนอประเด็นที่สำคัญขึ้นมาก่อน แต่ไม่ควรบังคับให้นักเรียนยอมรับประเด็นหรือคำถามที่ครูกำลังสนใจ เป็นเรื่องที่ทำให้นักเรียนศึกษา เพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบในขั้นตอนต่อไป

3. ขั้นสำรวจค้นหา (Exploration phase) เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจประเด็นหรือคำถามที่สนใจจะศึกษาอย่างถ่องแท้แล้ว ก็มีกรวางแผน กำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานกำหนดทางเลือกที่เป็นไปได้ ลงมือปฏิบัติ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูล ข้อเสนอเทศหรือปรากฏการณ์ต่าง ๆ วิธีการตรวจสอบ อาจทำได้หลายวิธี เช่น สืบค้นข้อมูล สำรวจ ทดลอง กิจกรรมภาคสนาม เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างพอเพียง ครูทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาและดำเนินการสำรวจตรวจสอบและรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4. ขั้นอธิบาย (Explanation phase) เมื่อนักเรียนได้ข้อมูลมาแล้ว นักเรียนจะนำข้อมูลเหล่านั้นมาทำการวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บรรยายสรุป สร้างแบบจำลอง รูปภาพ ตาราง กราฟ ฯลฯ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนเห็นแนวโน้มหรือความสัมพันธ์ของข้อมูล สรุปและอภิปรายผลการทดลอง โดยอ้างอิงประจักษ์พยานอย่างชัดเจนเพื่อนำเสนอแนวคิดต่อไป ขั้นนี้จัดทำให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นไปได้หลายทาง เช่น สนับสนุนสมมติฐาน แต่ผลที่ได้จะอยู่ในรูปแบบใดก็สามารถสร้างความรู้ และช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้

5. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration phase) ช่วงนี้เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดเดิมที่ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์หรือเหตุการณ์อื่น ๆ ถ้าใช้อธิบายเรื่องราวต่าง ๆ ได้มากก็แสดงว่ามีข้อจำกัดน้อย ซึ่งก็จะช่วยให้เชื่อมโยงเกี่ยวกับเรื่องราวต่าง ๆ และทำให้เกิดความรู้กว้างขวางขึ้น ครูควรจัดสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้มากขึ้น และขยายแนวกรอบความคิดของตนเองและต่อเติมให้สอดคล้องกับประสบการณ์เดิม ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนตั้งประเด็นเพื่ออภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

6. **ขั้นประเมินผล (Evaluation phase)** ขั้นนี้เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่า นักเรียนรู้อะไรบ้าง อย่างไร และมากน้อยเพียงใด ขั้นนี้จะช่วยให้นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาประมวลและปรับประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ ได้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนนำความรู้ใหม่ที่ได้ไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ นอกจากนี้ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตรวจสอบซึ่งกันและกัน

7. **ขั้นนำความรู้ไปใช้ (Extension phase)** ครูจะต้องมีการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปปรับประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ต่อชีวิตประจำวัน ครูเป็นผู้นำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปสร้างความรู้ใหม่ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนการเรียนรู้ได้

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการในการจัดการเรียนการสอนที่เหมาะสมสำหรับให้นักเรียนค้นคว้าความรู้จากความสนใจ หรือประเด็นที่สนใจในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนเกิดคำถามนำมาซึ่งการหาคำตอบ เกิดการเรียนรู้โดยผ่านกิจกรรมตามขั้นตอนของครูผู้สอน ให้นักเรียนสามารถสรุปเป็นความคิดรวบยอดในเนื้อหานั้น

## 6. การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้มีผู้ให้คำนิยามความหมายไว้หลายท่านยกตัวอย่าง ดังนี้

ณัฐพงศ์ มณีโรจน์, และปราสาท เนื่องเฉลิม (2560) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นการใช้การสอนแบบสืบเสาะที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาคำถามความรู้ มาจัดการเรียนรู้โดยนำเอาแนวคิดสะเต็มศึกษาไปแทรกในแต่ละขั้นของการเรียนรู้แบบสืบเสาะ หรือกล่าวได้ว่าในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะมีการจัดการบูรณาการระหว่าง 4 สาขาวิชาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

พีรตลย์ อ่อนสี (2562) ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อแสวงหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้การแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการสอนที่เน้นการเรียนรู้จากการวิจัย พยายามถามคำถาม หาสาเหตุ และหาข้อสรุปจากผู้เรียนเอง มีครูที่กระตุ้นความอยากรู้ และมีครูที่ส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามแนวทางของ STEM การบูรณาการวิทยาศาสตร์ทั้งสี่ของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ถูกแทรกเข้าไปในทุกขั้นตอนของการสอนและการเรียนรู้

Ong, Luo, Yuan, & Yingprayoon (2020) ให้ความหมายว่า การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ซึ่งแต่ละขั้นตอนจะมีการสอนที่เฉพาะเจาะจง เพื่อให้การสอนมีความสอดคล้องกับการสร้างความรู้ของผู้เรียนโดยนำองค์ประกอบของสะเต็มศึกษารวมอยู่ในขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้

จากการให้ความหมายของการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาของผู้ให้ นิยามหลายท่านอาจสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็น กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้จากการสำรวจและสืบค้นความรู้ที่ผู้เรียนสนใจด้วย ตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้าไประหว่างการสอนในทุก ขั้นตอน

## 7. ขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาได้มีผู้ระบุขั้นตอนไว้หลายท่าน ดังนี้ พีรพลย์ อ่อนสี (2562) ระบุขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไว้ ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจเป็นขั้นตอนในการเข้าสู่เนื้อหา ใช้เรื่องราวที่น่าสนใจ ซึ่งอาจ เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากความสนใจของนักเรียนเองหรือเป็นที่สนใจในขณะนั้น
2. ขั้นสำรวจและค้นคว้าเป็นขั้นที่ให้ผู้เรียนทำการสำรวจตรวจสอบ ทดลอง ค้นหา ความรู้เกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนต้องการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นผู้วางแผนแนวทางของเนื้อหา และผู้ช่วยเหลือ เพิ่มเติมความรู้ให้กับผู้เรียน มีการแทรกแนวทางของสะเต็มศึกษาเข้าไปในโดยการบูรณาการระหว่าง วิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์จากการทำใบกิจกรรม
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นที่มีเปิดโอกาสให้ผู้เรียนร่วมกันสรุปผลการทดลอง การค้นคว้า หรือสำรวจ จากขั้นที่ 2 และบันทึกลงเป็นข้อสรุปของตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ช่วยเพิ่มเติม และตรวจสอบ
4. ขั้นขยายความรู้ เป็นขั้นที่นักเรียนนำองค์ความรู้ แนวคิด หรือข้อสรุปที่มีมาขยายผล โดยการ ค้นคว้า ออกแบบ และสร้างแบบจำลองที่ใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ที่กำหนดให้ขึ้นมา มีการแทรกแนวคิดของสะเต็มศึกษาเข้าไปในโดยการบูรณาการระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรม จากการออกแบบ และสร้างชิ้นงาน
5. ขั้นประเมิน เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ประเมินตัวเอง และประเมินเพื่อน ภายในชั้นเรียนจากการนำเสนอชิ้นงานที่สร้างในขั้นที่ 4

รพีพล อินสุพรรณ (2562) ระบุขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย และสร้างประเด็นที่จะศึกษา โดยครูจะให้ประเด็นในการศึกษาในช่วงโมงเรียนผ่านการตั้งคำถามหรือ กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ครูให้ โดยการให้นักเรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ในหัวข้อที่กำลังเรียนร่วมกับครู

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูลอภิปรายตามประเด็นและทฤษฎีที่ทำการศึกษา เพื่อหาคำตอบหรือความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้นักเรียนจะต้องสามารถแก้ปัญหาโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้นักเรียนจะศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Science: S) ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยการใช้เทคโนโลยี (Technology: T) ที่เหมาะสม ตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม (Engineering: E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics: M) เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูให้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และเฉลยปัญหาทำกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

The Erasmus Programme of the European Union (2020) ได้ระบุขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูและนักเรียนศึกษาปัญหาหรือสถานการณ์ในชีวิตจริง ที่ท้าทาย คำถามที่ซับซ้อน หรือปัญหาระดับโลกในเรื่องทั่วไปที่สามารถเชื่อมโยงสู่บทเรียน และนักเรียนระดมความคิดเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาหรืออธิบายได้

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนสำรวจและสร้างข้อเชื่อมโยงระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ หลังจากนั้นเลือกและประยุกต์แนวทางที่เหมาะสมในการตอบคำถามที่ซับซ้อน สำรวจปัญหา และพัฒนาแนวทางการแก้ไขปัญหาสำหรับความท้าทายและปัญหาในโลกความเป็นจริง

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) นักเรียนวิเคราะห์และตีความข้อมูลสื่อสารทำความเข้าใจและหาแนวทางการแก้ไขที่เป็นไปได้ ใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมในการตรวจสอบวิเคราะห์และสื่อสาร



4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** นักเรียนปรับปรุงเพิ่มประสิทธิภาพการแก้ปัญหาต้นแบบ หรือแบบจำลอง ปรับปรุงขั้นตอนการดำเนินงานเพื่อสำรวจเพิ่มเติม ระบุและวิเคราะห์ความเชื่อมโยงกับ STEM

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** นักเรียนตรวจสอบคำตอบหรือหาแนวทางแก้ไขสำหรับคำถาม ประเด็น ความท้าทายหรือปัญหาที่ซับซ้อน มีส่วนร่วมในการตรวจสอบผลงานของเพื่อน และทำความเข้าใจผ่านงานตามประสิทธิภาพ

Ong, Luo, Yuan, & Yingprayoon (2020) ได้ระบุขั้นตอนการสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** ครูหรืองานหลักสูตรเข้าถึงความรู้เดิมของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการสร้างองค์ความรู้ใหม่ผ่านกิจกรรมสั้น ๆ ที่ส่งเสริมความอยากรู้และกระตุ้นความรู้เดิม กิจกรรมควรเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์เดิมประสบการณ์ใหม่ให้นักเรียนจัดระบบความคิดกับมโนทัศน์ซึ่งมีผลต่อการเรียนรู้กับกิจกรรม แสดงมโนทัศน์เดิม และจัดระบบความคิดของผู้เรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้

2. **ขั้นสำรวจ (Exploration)** ประสบการณ์การสำรวจช่วยให้นักเรียนมีกิจกรรมร่วมกันซึ่งมโนทัศน์ กระบวนการ และทักษะ ได้รับการระบุและอำนวยความสะดวกในการเปลี่ยนแปลงแนวคิด ผู้เรียนอาจทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการเพื่อช่วยให้ใช้ความรู้เดิมและสร้างความรู้ใหม่ สำรวจคำถามและความเป็นไปได้ ออกแบบและดำเนินการตรวจสอบเบื้องต้น

3. **ขั้นอธิบาย (Explanation)** ขั้นนี้จะเน้นความสนใจของผู้เรียนเฉพาะด้านของการมีส่วนร่วมและการสำรวจประสบการณ์ และเปิดโอกาสให้แสดงความเข้าใจมโนทัศน์ ทักษะ กระบวนการ หรือพฤติกรรม ภายใต้นี้ยังเปิดโอกาสให้ครูได้แนะนำแนวคิด ทักษะและกระบวนการ ผู้เรียนอธิบายความเข้าใจแนวคิดของตน คำอธิบายจากครูหรือหลักสูตรอาจนำผู้เรียนไปสู่ความเข้าใจที่ลึกซึ้ง ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของระยะนี้

4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** ครูท้าทายและขยายความเข้าใจแนวคิดและทักษะของผู้เรียน ผ่านประสบการณ์ใหม่ ผู้เรียนพัฒนาความเข้าใจที่ลึกซึ้งและกว้างขึ้น มีข้อมูลที่มากพอและมีทักษะที่เพียงพอ ผู้เรียนใช้ความเข้าใจในแนวคิดนี้โดยทำกิจกรรมเพิ่มเติม โดยสาขาวิชา เทคโนโลยีและวิศวกรรมใน STEM เป็นตัวอย่างและมีความโดดเด่นในระยะนี้ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ออกแบบและสร้าง

5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ขั้นตอนการประเมินนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนประเมินความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และเปิดโอกาสให้ครูประเมินความก้าวหน้าของนักเรียนเพื่อบรรลุตามวัตถุประสงค์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไว้ดังนี้

1. **ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)** เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยโดยใช้สื่อหรือคลิปวิดีโอ และสร้างประเด็นที่จะศึกษาร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียน โดยครูจะให้ประเด็นในการศึกษาผ่านการตั้งคำถามหรือกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์
2. **ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)** เป็นขั้นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาหรือสื่อประกอบการเรียนรู้ที่ครูให้ โดยสถานการณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยการให้ผู้เรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อที่กำลังเรียนร่วมกับครู
3. **ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)** เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลเพียงพอแล้วจึงร่วมกันอภิปรายตามประเด็นที่ศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยี จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ และแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม
4. **ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)** เป็นการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้ครูจะจัดกิจกรรมบูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ชิ้นงาน นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูให้
5. **ขั้นประเมินผล (Evaluation)** ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

## ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

Guilford (1971) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ความสามารถทางสมองและสติปัญญาในการคิดหลายทิศทาง โดยมีองค์ประกอบในความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล คิดริเริ่ม ความคล่องแคล่วในการคิด ความยืดหยุ่นในการคิดและความสามารถในการแต่งเติมและคำอธิบายใหม่ที่เป็นการติดตามหลักเหตุผลเพื่อจะนำไปสู่การหาคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งมีองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดของความคิดสร้างสรรค์คือการริเริ่มโดยที่แต่ละบุคคลมีความสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมาในระดับที่แตกต่าง

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดระดับสูง หมายถึง ความสามารถของนักเรียนในการออกนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ซึ่งเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีการลอกเลียนแบบความคิดอื่น ๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม และใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม เช่น กระจกน้ำร้อนสำหรับเดินทางที่มีระบบอุ่นในตัว ถือเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดริเริ่มใหม่ ๆ ให้ความรู้สึกแปลกใหม่ ตื่นตาตื่นใจไม่เคยเห็นจากที่ใดมาก่อน และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าสิ่งที่มีอยู่

พงศกร วังศิลา (2561) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง กระบวนการคิด การแก้ปัญหาที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากความคิดเดิม เป็นความคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้สามารถเกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์ได้

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความสามารถทางสมองในการคิดสร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิม สามารถคิดได้หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์

### 2. ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Lee, Hwang, & Seo (2003) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ 1) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางปัญญาที่ก่อให้เกิดการคิดที่แปลกใหม่ มีหลายแนวคิด 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างผลงานสิ่งใหม่ ๆ

Gerhard (1971) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์คือการสร้างหรือจัดระเบียบความคิดใหม่จากบริบททางคณิตศาสตร์เพื่อสร้างวิธีการแก้ปัญหาที่เป็นนวัตกรรมและผลลัพธ์ใหม่

สุรัช อินทสังข์ (2546) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการมองเห็นและสามารถการแก้ปัญหาได้ด้วยวิธีการที่แตกต่างจากเดิม หลากหลายในมุมมองหลากหลายแนวคิด

ธัญญา วิริยะประสิทธิ์ (2556) กล่าวว่า ความสามารถทางการคิดของนักเรียนที่คิดได้หลากหลาย หลากแง่ หลากมุม หลากทิศทาง คิดแปลกใหม่ ไม่ซ้ำผู้อื่น นำไปสู่วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แปลกใหม่ โดยได้มีการจัดสถานการณ์ต่าง ๆ เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความคิดสร้างสรรค์ออกมา

วันทนา พลภักดิ์ (2561) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการคิด การแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการคิดที่สามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์

จากการให้ความหมายของ “ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์” ของผู้นิยามหลาย ๆ ท่านอาจสรุปได้ว่า “ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์” คือ กระบวนการคิดของนักเรียนที่สามารถคิดแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้หลากหลายแง่มุม แตกต่างและแปลกใหม่ต่างจากความคิดเดิม โดยอาศัยความรู้และประสบการณ์เดิมเป็นส่วนช่วยในการขยายความคิด นำไปสู่การหาคำตอบที่แปลกใหม่และสามารถปรับปรุงและประเมินแนวคิดให้สอดคล้องกับเงื่อนไขนั้น ๆ ได้

### 3. องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดสร้างสรรค์ชนิดหนึ่งที่แต่ละบุคคลมีความสามารถอยู่ในตัวเอง ความคิดสร้างสรรค์มีองค์ประกอบอื่น ๆ ที่เป็นส่วนหนึ่งในการเกิดความคิดสร้างสรรค์อีกด้วย

Guilford (1971) กล่าวว่าความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

1. ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างคล่องแคล่ว รวดเร็ว และมีปริมาณมากในเวลาจำกัด แบ่งเป็น

1.1 ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) ความคิดคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำเป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำได้อย่างคล่องแคล่ว

1.2 ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์ (Associational Fluency) ความคิดคล่องแคล่วทางการโยงความสัมพันธ์เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำที่เหมือนกันหรือคล้ายคลึงกันได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ภายในเวลาที่กำหนด

1.3 ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออก (Expressional Fluency) ความคิดคล่องแคล่วทางการแสดงออกเป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยคและนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

1.4 ความคิดคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) ความคิดคล่องแคล่วในการคิด เป็นความสามารถที่จะคิดในสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด ความคล่องแคล่วในการคิดมีความสำคัญต่อการแก้ปัญหา เพราะในการแก้ปัญหานั้นจะต้องแสวงหาคำตอบหรือวิธีแก้ไขหลายวิธี และต้องนำวิธีการเหล่านั้นมาทดลองจนกว่าจะพบวิธีการที่ถูกต้องตามที่ต้องการ

ความคิดคล่องแคล่วนับว่าเป็นความสามารถอันดับแรกในการคิดที่ดีและเหมาะสมที่สุด กล่าวคือ การคิดนั้นต้องคิดให้ได้มากที่สุดและนำความคิดทั้งหมดมาพิจารณาเทียบกันว่าความคิดใดเป็นความคิดที่ดีที่สุดและให้ประโยชน์คุ้มค่าที่สุด

2. ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้หลายประเภทและหลายทิศทาง แบ่งออกเป็นดังนี้

2.1 ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันทีเป็นความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายอย่างอย่างอิสระและคิดได้หลายทิศทางในขณะที่บุคคลที่ไม่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้เพียงอย่างเดียวหรือสองอย่างเท่านั้น

2.2 ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลงเป็นความสามารถที่คิดได้หลากหลายและสามารถคิดดัดแปลงจากสิ่งหนึ่งไปหลายสิ่งได้ ซึ่งบุคคลที่มีความคิดยืดหยุ่นจะคิดได้ไม่ซ้ำกัน นอกจากนี้ความคิดยืดหยุ่นเป็นตัวเสริมให้ความคิดคล่องแคล่วมีความแปลกแตกต่างออกไปเพื่อหลีกเลี่ยงการซ้ำซ้อนหรือเพิ่มคุณภาพความคิดให้มากขึ้นด้วยการจัดการเป็นหมวดหมู่และการคิดอย่างมีหลักเกณฑ์มากขึ้น ทั้งนี้ความคิดคล่องแคล่วและความคิดยืดหยุ่นเป็นความคิดพื้นฐานที่จะนำไปสู่ความคิดสร้างสรรค์ คือ สามารถคิดได้หลายหมวดหมู่ หลายประเภท ความคิดยืดหยุ่นจึงเป็นความคิดเสริมคุณภาพของการคิดให้ดีขึ้น

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ลักษณะของความคิดที่แปลกใหม่และแตกต่างไปจากความคิดธรรมดาเป็นความคิดที่เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการนำความรู้เดิมมาคิดดัดแปลงประยุกต์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ ๆ ขึ้น ซึ่งในด้านความคิดริเริ่มถือว่าเป็นหัวใจหลักของการคิดสร้างสรรค์

4. ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้มีความหมายที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งความคิดละเอียดลออเป็นคุณลักษณะที่จำเป็นอย่างมากในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีความแปลกใหม่ให้สำเร็จ

Torance (1963) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนโดยเน้นความคิดสร้างสรรค์ มี 3 องค์ประกอบ คือ

1. ความคล่องในการคิด (Fluency) เป็นความสามารถในการผลิตความคิดทางด้านภาษาได้อย่างหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อคำถามปลายเปิดและคำถามประเภทอื่น ๆ ไม่ว่าจะเป็นความคิดทางภาษาหรือท่าทางหรือเป็นความคิดคล่องทางการเชื่อมโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency)

2. ความยืดหยุ่นในการคิด (Flexibility) เป็นความสามารถที่จะจัดการต่อปัญหาได้อย่างหลากหลาย คิดได้หลากหลายและสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลายด้าน

3. ความคิดริเริ่ม (Originality) เป็นความคิดที่แปลกใหม่ที่แตกต่างไปจากความคิดแบบธรรมดาหรือเป็นความคิดที่แตกต่างไปจากบุคคลอื่น ๆ

วันทนา พลภักดิ์ (2561) ได้ให้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

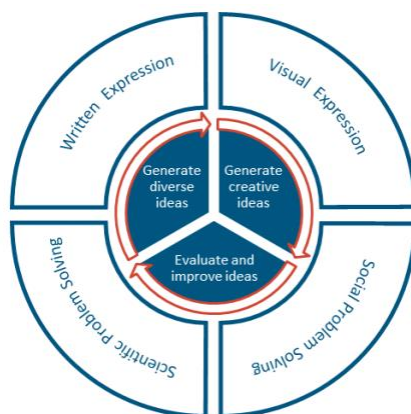
1. ความคิดคล่อง เป็นความสามารถในการคิดหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาได้ปริมาณมากและรวดเร็ว ภายในเวลาที่กำหนด

2. ความคิดยืดหยุ่น เป็นความสามารถในการแสดงกลุ่มแนวคิดในการแก้ปัญหาหรือแสดงคำตอบได้หลากหลายกลุ่มแนวคิด

3. ความคิดริเริ่ม เป็นความสามารถในการคิดที่มีลักษณะแปลกใหม่ที่ไม่เหมือนใคร แสดงความเป็นต้นแบบในการแก้ปัญหา

4. ความคิดละเอียดลออ เป็นความสามารถในการคิดที่มีการนำเสนอหรืออธิบายแนวคิดได้อย่างละเอียดชัดเจนซึ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์วัดได้จากแบบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบวาดรูป ตอบคำถามสั้น ๆ และการแสดงวิธีทำในเนื้อหา

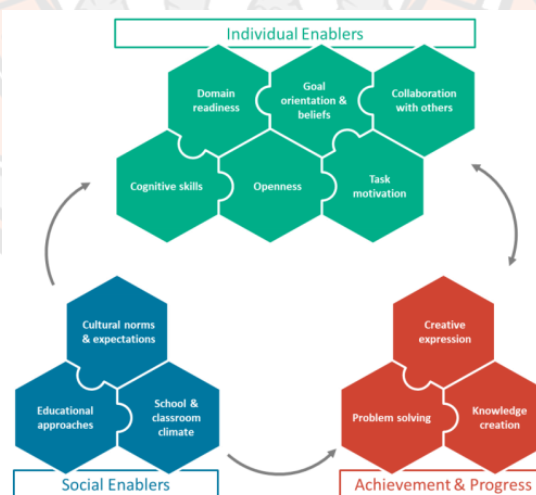
OECD (2019, p. 23) ได้กำหนดแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ (Generate creative ideas) และ 3) การประเมินและปรับปรุงแนวคิด (Evaluate and improve ideas) โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression) และการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving) ดังภาพ 1



ภาพ 1 แสดงแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA  
ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ที่มา: OECD, 2019

OECD (2019, p. 11) ได้เสนอแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียนรวมถึงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสำคัญต่าง ๆ ดังภาพ 2



ภาพ 2 แสดงแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ  
สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน

ที่มา: OECD, 2019

สิทธิชัย พาณิชยวิทย์ (2564) ได้ให้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์และการประเมินและปรับปรุงแนวคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ คือ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและการสร้างภาพและการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยใช้องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ OECD (2019) 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ และ 3) การประเมินและปรับปรุงแนวคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ คือ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและการสร้างภาพและการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ เนื่องจาก OECD ได้มีการวิจัยและศึกษาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์มาเป็นอย่างดี ประกอบกับสภาพการเรียนการสอนในปัจจุบันที่เป็นการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21

#### 4. การวัดความคิดสร้างสรรค์

การวัดความคิดสร้างสรรค์ทำให้ทราบระดับความคิดสร้างสรรค์ของเด็กและเป็นข้อมูลให้สามารถวางแผนและจัดกิจกรรมการสอนและการทำกิจกรรมให้สอดคล้องเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้น และยังสามารถกำจัดปัญหาหรืออุปสรรคต่อการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สามารถได้ผลดีและสมบูรณ์ยิ่งขึ้นได้ การใช้แบบทดสอบเขาวัวปัญญาวัดความคิดสร้างสรรค์อย่างไม่ใช่การวัดความคิดสร้างสรรค์อย่างแท้จริง ดังนั้น การศึกษาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ในด้านความคิดสร้างสรรค์จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงด้วย การศึกษาในเรื่องการวัดความคิดสร้างสรรค์นั้นได้มีการพัฒนามาเป็นลำดับโดยเฉพาะการวัดความคิดสร้างสรรค์ของเด็กซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. การสังเกต หมายถึง การสังเกตพฤติกรรมของบุคคลที่แสดงออกเชิงสร้างสรรค์ ความคิดสร้างสรรค์จินตนาการโดยได้ใช้วิธีการสังเกตเป็นวิธีการวัดโดยเขาพยายามวัดความคิดจินตนาการของเด็กจากพฤติกรรมการเล่นและการร่วมกิจกรรม โดยได้สังเกตพฤติกรรมการลอกเลียนแบบ การทดลอง การปรับปรุง การแสดงละคร การใช้คำอธิบายและบรรยายให้เกิดภาพที่ชัดเจนขึ้น การเล่านิทาน การแต่งเรื่องใหม่ การเล่นและการคิดเกมใหม่ ๆ ขึ้น รวมไปถึงการแสดงผลออกถึงความรู้สึกซาบซึ้งต่อความสวยงาม เป็นต้น

2. การวาดภาพ หมายถึง การให้เด็กวาดภาพจากสิ่งเร้าที่กำหนดเป็นการถ่ายทอดความคิดเชิงสร้างสรรค์ออกมาเป็นรูปธรรมและสามารถสื่อความหมายได้ สิ่งเร้าที่กำหนดให้อาจจะเป็นวงกลมสี่เหลี่ยม แล้วให้เด็กวาดภาพต่อเติมให้เป็นภาพ โดยใช้จุดวงกลมเล็ก ๆ 40 จุด จำนวน 50 ชุดเป็นสิ่งเร้าให้เด็กวาดแล้วพิจารณาความคิดคล่องแคล่ว ความคิดริเริ่มและความคิดยืดหยุ่นจากภาพ



ที่ได้กวาดและสามารถพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ในแง่ของความแปลกใหม่ไม่ซ้ำแบบและความละเอียดลออในการตกแต่งภาพ เป็นต้น

3. รอยหยดหมึก (Inkblots) หมายถึง การให้เด็กดูภาพรอยหยดหมึกแล้วคิดตอบจากภาพที่เด็กเห็น มักใช้กับเด็กประถมศึกษาเพราะเด็กสามารถอธิบายได้ดีโดยได้มีนักการศึกษา ได้แก่ Patrick (1937) ได้ใช้รอยหมึกโดยให้เด็กดูภาพแล้วตอบโดยไม่จำกัด ให้อิสระในการคิด การตอบคำถามได้เต็มที่และสิ่งเร้ารอยหยดหมึกก็เป็นแบบคลุมเครือไม่ได้มีความชัดเจน คำตอบของเด็กจะได้รับการพิจารณาจากความสามารถในการคิดประดิษฐ์ ลักษณะจินตนาการ ความรู้สึก และความสามารถในการรับรู้ที่ดีต่อรอยหยดหมึก

4. การเขียนเรียงความและงานศิลปะ หมายถึง การให้เด็กเขียนเรียงความจากหัวข้อที่กำหนดและการประเมินจากงานศิลปะของนักเรียน ซึ่งเด็กในวัยประถมศึกษามีความสำคัญยิ่งหรือจัดเป็นช่วงพฤติกรรมของการพัฒนาความคิดเชิงสร้างสรรค์ เด็กในช่วงวัยนี้จะมีการพัฒนาทางภาษาตี การเขียนบรรยายหรือแสดงความรู้สึกจินตนาการเป็นที่สนใจของเด็กโดยได้นักการศึกษา Colvin (1962) ได้ใช้วิธีให้เด็กเขียนเรียงความและวัดความคิดแปลกใหม่ ความคิดจินตนาการ ความมีอารมณ์ขันของเด็กจากสิ่งที่เด็กได้เขียนออกมา เป็นต้น

5. แบบทดสอบ หมายถึง การให้เด็กทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์มาตรฐาน ซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยเกี่ยวกับธรรมชาติของความคิดสร้างสรรค์ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ มีทั้งใช้ภาษาเป็นสื่อและที่ใช้ภาพเป็นสื่อ เพื่อเราให้เด็กแสดงออกเชิงความคิดสร้างสรรค์แบบทดสอบที่นิยมใช้ได้แก่ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของกิลฟอร์ด แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของทอร์แรนซ์ ซึ่งแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งในการวัดพฤติกรรม ความคิดสร้างสรรค์อย่างเป็นระบบ โดยมีนักศึกษาด้านความคิดสร้างสรรค์ได้สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

OECD (2019, p. 20) ได้กำหนดขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ดังภาพ 3



ภาพ 3 แสดงขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ

ที่มา: OECD, 2019

ตาราง 1 แสดงแนวทางการวัดแ่งมุมในองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ขอบเขตลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ตามแนวคิด OECD (2019)

	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ (การเขียนและภาพ)		การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา (ทางวิทยาศาสตร์และสังคม)	
	การเขียน	ภาพ	สังคม	วิทยาศาสตร์
<b>การสร้าง</b>	นักเรียนเขียน	นักเรียนแสดง	นักเรียนสามารถ	นักเรียนใช้วิธีการ
<b>แนวคิดที่</b>	อธิบาย	ภาพผสมผสาน	แก้ปัญหา	แก้ปัญหาทาง
<b>หลากหลาย</b>	แนวคิด/ ตีความหมาย	ร่วมกับรูปร่าง อื่น ๆ อาทิเช่น	สถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันจริง	คณิตศาสตร์ หรือ จากสมมติฐาน
	ข้อมูลที่เป็น เรื่องราว เช่น	การทำโลโก้ และการ	เช่น ปัญหาการขาด แคลนน้ำ เป็นต้น	แนวคิดที่ได้จากการ ทดลอง สังเกต และ
	การเขียน	ออกแบบ	โดยพิจารณาถึง	ตรวจสอบ เช่น การ
	การ์ตูน หรือ	รวมถึงการ	องค์ประกอบของ	สังเกตพฤติกรรม
	การวาดภาพ	นำเสนอออกมา	เครื่องมือ หรือ	ก้าวร้าวของสัตว์เป็น

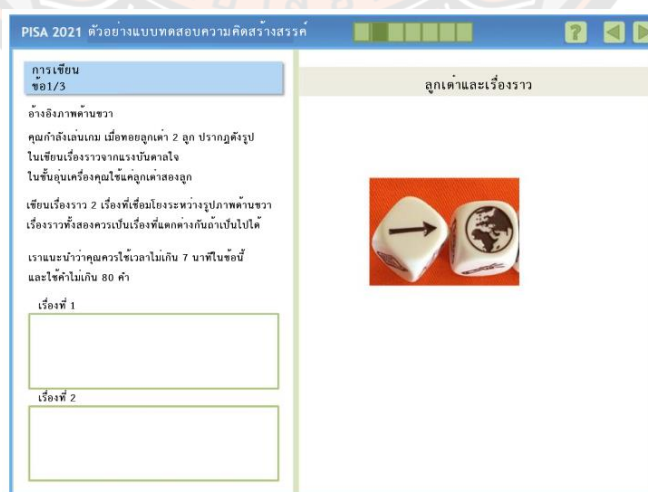
	การแสดงผลออกอย่างสร้างสรรค์ (การเขียนและภาพ)		การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา (ทางวิทยาศาสตร์และสังคม)	
	การเขียน	ภาพ	สังคม	วิทยาศาสตร์
	ต่าง ๆ เป็นต้น ได้อย่าง หลากหลาย แตกต่างกัน	ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การทำ อินโฟกราฟฟิก เป็นต้น ได้อย่าง หลากหลาย แตกต่างกัน	วิธีการเพื่อให้ บรรลุผลสำเร็จได้ อย่างหลากหลาย แตกต่างกัน	ต้น ได้อย่าง หลากหลายแตกต่าง กัน
<b>การสร้าง แนวคิดอย่าง สร้างสรรค์</b>	นักเรียน ออกแบบหรือ เขียนอธิบายใน ลักษณะของ ชิ้นงานเชิง ศิลปะ ได้อย่าง แปลกใหม่และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียน สามารถสร้าง ภาพหรือ แบบจำลองที่ สอดคล้องกับ บริบทนั้น ๆ ได้ อย่างแปลกใหม่ และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียนสามารถ แก้ปัญหา สถานการณ์ในชีวิต จริง โดยคำนึงถึงกล ยุทธ์และตระหนัก ถึงความสำคัญ ได้ อย่างแปลกใหม่ และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียนใช้วิธีการ แก้ปัญหาเชิง วิศวกรรม โดย คำนึงถึงความเป็นไป ได้ในการแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้อย่างแปลก ใหม่ และมีประสิทธิภาพ
<b>การประเมิน และปรับปรุง แนวคิด</b>	นักเรียน สามารถ ปรับปรุงการ เขียนอธิบาย แนวคิดใน บางส่วนของ ชิ้นงานเชิง ศิลปะ เช่น การ เขียนภาพที่สื่อ ถึงแรงบันดาลใจ ของศิลปิน เป็นต้น โดยที่	นักเรียน สามารถ ปรับปรุงภาพ หรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึง ภาพรวมในส่วน สำคัญทุกส่วนที่ มีอยู่เดิม ให้มี ความชัดเจน และสอดคล้อง กับบริบทยิ่งขึ้น	นักเรียนสามารถนำ ข้อเสนอแนะจาก การแก้ปัญหา เช่น การลดปริมาณขยะ ในครัวเรือน เป็น ต้น มาทำการ ปรับปรุงวิธีการหรือ กลยุทธ์ที่มีอยู่เดิม ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	นักเรียนสามารถนำ ข้อเสนอแนะจากการ ทดลอง เช่น การ ทดสอบคุณสมบัติ ของวัสดุ เป็นต้น มา ทำการปรับปรุง แนวคิดวิธีการ แก้ปัญหาที่มีอยู่เดิม ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

การแสดงผลออกอย่างสร้างสรรค์ (การเขียนและภาพ)		การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา (ทางวิทยาศาสตร์และสังคม)	
การเขียน	ภาพ	สังคม	วิทยาศาสตร์
ยังคงรักษา			
องค์ประกอบ			
สำคัญและแรง			
บันดลใจที่มีอยู่			
เติม ให้มีความ			
ชัดเจนยิ่งขึ้น			

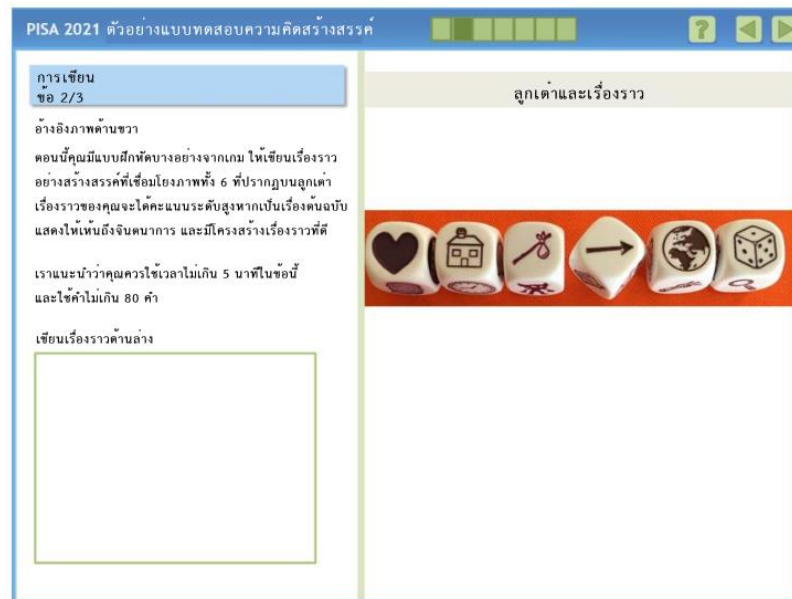
นอกจากนี้ OECD (2019) ยังได้ยกตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ไว้ดังนี้

1. ตัวอย่างแบบทดสอบในลักษณะการแสดงผลออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน ในตัวอย่างนี้จะแสดงตัวอย่างโจทย์การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ

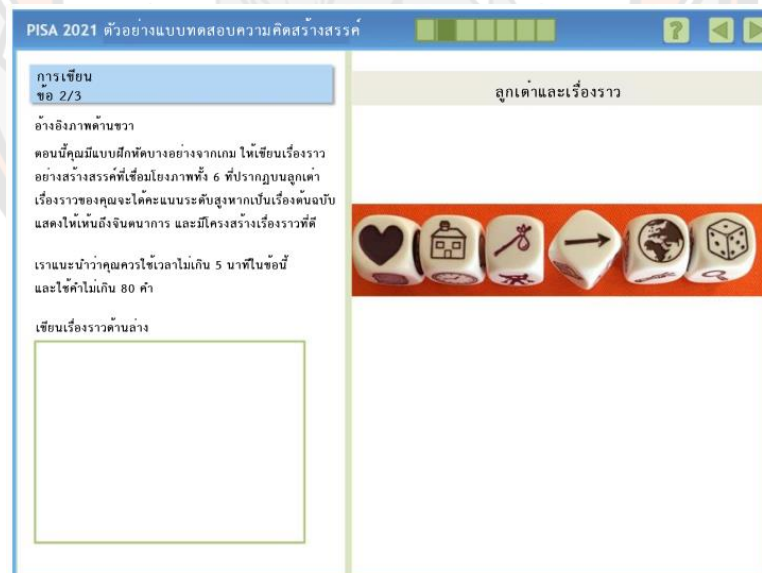
1) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย นักเรียนจะต้องแต่งเรื่องสั้นให้เชื่อมโยงจากภาพลูกเต๋าทั้งสองลูก ในขั้นนี้เป็นขั้นเริ่มต้นจะยังไม่มีความยากและซับซ้อน 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนเขียนเรื่องราวเชื่อมโยงระหว่างภาพบนลูกเต๋าทั้งสอง ลูก มีการเพิ่มเงื่อนไขจากข้อที่ 1 3) การประเมินและปรับปรุงแนวคิด นักเรียนเขียนเนื้อเรื่องเติมเต็มจากภาพลูกเต๋าที่เพิ่มมา 3 ลูก เพิ่มเงื่อนไขอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง



ภาพ 4 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงผลออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย



ภาพ 5 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน  
องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์

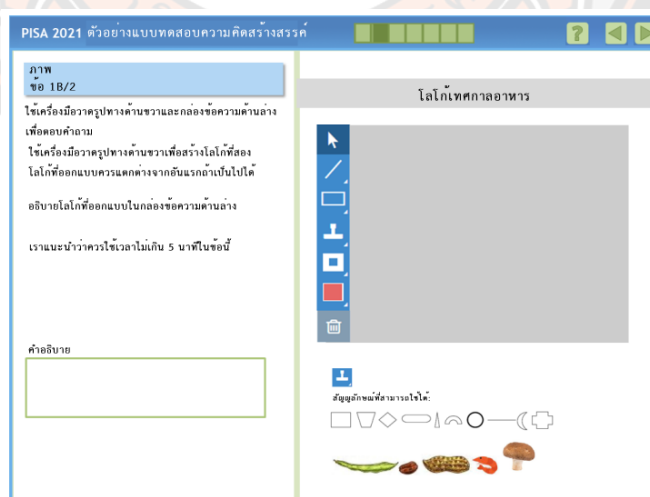


ภาพ 6 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน  
องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

2. ตัวอย่างแบบทดสอบในลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพ ในตัวอย่างนี้จะแสดงตัวอย่างโจทย์การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ การสร้างแนวคิดที่หลากหลายและการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนจะต้องออกแบบโลโก้ 2 แบบและเขียนอธิบายการออกแบบ การประเมินและปรับปรุงแนวคิด มีการกำหนดเงื่อนไข และให้นักเรียนปรับปรุงแนวคิดเดิมให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด



ภาพ 7 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพ องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย



ภาพ 8 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพ องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์



ภาพ 9 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการวาดภาพ  
องค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด


3. ตัวอย่างแบบทดสอบในลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคม ในตัวอย่างนี้จะแสดงตัวอย่างโจทย์การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ

- 1) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงแนวคิด โดยมีเงื่อนไขง่าย ๆ
- 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ นักเรียนสร้างแนวคิดในการโฆษณาแอปพลิเคชันโดยมีแนวทางและการวางกลยุทธ์อย่างสร้างสรรค์
- 3) การประเมินและปรับปรุงแนวคิด นักเรียนปรับปรุงแนวคิดเดิมของแอปพลิเคชันและอธิบายหรือหาแรงจูงใจในการพัฒนาแอปพลิเคชัน

PISA 2021 ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาทางสังคม  
ข้อ 1/3

อธิบายแนวคิด 3 แนวคิดที่ต่างกัน ที่สามารถหา  
เพื่อประหยัดน้ำ แนวคิดควรเป็นแนวคิดที่แตกต่างจากคนอื่น  
คำอธิบายควรมีความเฉพาะเจาะจง  
รวมเฉพาะกิจกรรมที่ทุกคนสามารถทำได้  
เราแนะนำว่าคุณควรใช้เวลาไม่เกิน 5 นาทีในข้อนี้



แอปพลิเคชันเพื่อการประหยัดน้ำ

แนวคิดที่ 1

แนวคิดที่ 2

แนวคิดที่ 3

ภาพ 10 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคม  
องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย

PISA 2021 ตัวอย่างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์

การแก้ปัญหาทางสังคม  
ข้อ 1/3

อธิบายแนวคิด 3 แนวคิดที่ต่างกัน ที่สามารถหา  
เพื่อประหยัดน้ำ แนวคิดควรเป็นแนวคิดที่แตกต่างจากคนอื่น  
คำอธิบายควรมีความเฉพาะเจาะจง  
รวมเฉพาะกิจกรรมที่ทุกคนสามารถทำได้  
เราแนะนำว่าคุณควรใช้เวลาไม่เกิน 5 นาทีในข้อนี้



แอปพลิเคชันเพื่อการประหยัดน้ำ

แนวคิดที่ 1

แนวคิดที่ 2

แนวคิดที่ 3

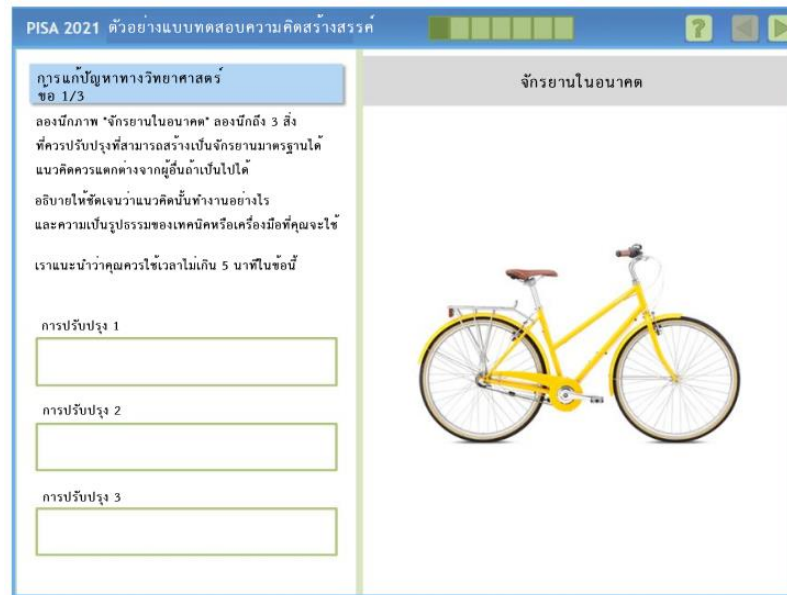
ภาพ 11 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคม  
องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์





ภาพ 12 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคม  
องค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด

4. อย่างเป็นทางการทดสอบในลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ในตัวอย่างนี้จะแสดงตัวอย่างโจทย์การวัดความคิดสร้างสรรค์ตามองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ 1) การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย นักเรียนอธิบายแนวคิดของแบบจำลอง โดยมีเงื่อนไขแนวคิดที่แตกต่างจากเดิม 2) การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ เพิ่มเงื่อนไขจากข้อที่ 1 โดยอธิบายแนวทางของเงื่อนไขเพื่อให้นักเรียนเสนอแนวคิด 3) การประเมินและปรับปรุงแนวคิด นักเรียนเสนอแนวคิดจากสิ่งที่มีอยู่เดิมแต่สร้างเงื่อนไขเพิ่มเข้าไป



ภาพ 13 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย



ภาพ 14 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์



ภาพ 15 แสดงตัวอย่างข้อสอบลักษณะการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 3 การปรับปรุงและประเมินแนวคิด

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. งานวิจัยในประเทศ

ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์, และเจษฎา กิตติสุนทร (2562) ได้ทำการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ในการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา และเปรียบเทียบความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม มีผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 25 คน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หลังเรียนไม่สูงกว่าร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 ผลการสร้างชิ้นงานของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05

สุจิตรา โนมะยา และกาญจนา ไชยพันธุ์ (2556) ได้ทำการศึกษา การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อ พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีส่วนช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากกิจกรรมที่หลากหลาย และน่าสนใจ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เฉลี่ยคิดเป็น 71.94 และมีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์ 18 คน คิดเป็นร้อยละ 75.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ และนิตยา เปลื้องนุช (2552) ได้ทำการศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีกลุ่มเป้าหมายจำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนจำนวนร้อยละ 56.67 ได้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แม้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ต่ำกว่าเกณฑ์ แต่จากการดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ตามรูปแบบ 5E ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลง จากช่วงแรกของกิจกรรมนักเรียนไม่กล้าตอบหรือซักถามข้อสงสัย ครูดำเนินกิจกรรมโดยสร้างความคุ้นเคย เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเองจากการร่วมกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความกล้ามากขึ้น ขณะเดียวกันก็ยอมรับในความคิดเห็นของผู้อื่น สะท้อนให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานได้ และนักเรียนจำนวนร้อยละ 73.33 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้

อรธิตา สว่าง, และอุทิศ อินทร์ประสิทธิ์ (2560) ได้ทำการศึกษา การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดของสะเต็มศึกษา มีผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 52 คน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่มหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้แก้ปัญหาสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องตามแนวคิดของสะเต็มศึกษา กล่าวคือเป็นสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจมากขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษาอยู่ในระดับมาก เนื่องมาจากสถานการณ์ปัญหามีความสอดคล้องกับศาสตร์อื่น ๆ

ทำให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนแนวคิด รับฟังสมาชิกในกลุ่ม จนเกิดแนวทางการแก้ปัญหาและเกิดแนวคิดใหม่ ๆ ส่งผลให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้านความคิดริเริ่ม

รพีพล อินสุพรรณ (2560) ได้ทำการศึกษา การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา มีผู้เข้าร่วมวิจัยจำนวน 21 คน ผลการวิจัย พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมีการพัฒนาขึ้น เนื่องจากกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้น วิเคราะห์ข้อมูล จนนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมจากการเรียนรู้ จากกิจกรรมการเรียนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้คิดได้อย่างหลากหลาย ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และรูปแบบการเรียนการสอนเน้นกระบวนการที่ให้นักเรียนต้องสืบค้น เสาะหาความรู้ สำนวตรตรวจสอบ และค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและการรับรู้ความรู้ ส่งผลให้นักเรียนเกิดการพัฒนาความคิดและออกแบบสิ่งใหม่ ๆ

## 2. งานวิจัยต่างประเทศ

Kaniawati et al. (2016) ได้ทำการศึกษา การนำสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น เพื่อพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ในความคิดทางตรง มีผู้เข้าร่วมวิจัย จำนวน 92 คน เป็นนักเรียนชั้นเกรด 10 การศึกษานี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาการเปรียบเทียบความเข้าใจในแนวคิดของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E ร่วมกับ STEM ศึกษา และนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E โดยไม่ใช้ STEM ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E ร่วมกับ STEM ศึกษาสามารถพัฒนาความเข้าใจในมโนทัศน์ของนักเรียนได้

Runnisah (2019) ได้ทำการศึกษา ผลของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ด้วยเทคนิคอภิปัญญาและความสามารถก่อนหน้าทางคณิตศาสตร์ในทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบบทบาทของวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ด้วยเทคนิคอภิปัญญาและความสามารถก่อนหน้าทางคณิตศาสตร์ในทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยผู้เข้าร่วมวิจัยได้แก่ นักเรียนชั้นเกรด 8 จำนวน 173 คน ใช้การทดลองแบบกึ่งทดลอง การทดสอบก่อน-หลังเรียน ในแต่ละระดับโรงเรียนมีการใช้ 3 ห้องเรียนในการศึกษา ห้องเรียนแรกจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ด้วยเทคนิคอภิปัญญา ห้องเรียนที่สองจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ และห้องเรียนที่สามจัดการเรียนรู้แบบธรรมชาติ ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5E ด้วยเทคนิคอภิปัญญา มีผลการทดสอบด้านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีกว่าการจัดการเรียนรู้แบบอื่น

Kirici, M.G. & Bakirci, H. (2021). ผลของสะเต็มศึกษาที่สนับสนุนแนวทางการเรียนรู้ตามการสอบถามการวิจัยเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ที่สนับสนุนแนวทางการเรียนรู้โดยใช้คำถามเชิงวิจัยที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้เข้าร่วมวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 64 คน โดย เป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 29 คน ผลการทดลอง พบว่า คะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะกลุ่มทดลองนักเรียนความคิดยืดหยุ่นและความคิดคล่องเพิ่มขึ้น นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 วิธีดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
4. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

#### กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 18 คน ของโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในอำเภอท่าปลา จังหวัดอุตรดิตถ์

#### รูปแบบการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนตามแบบของ Kemmis, & Schmuck (n.d. อ้างถึงใน สิริินภา กิจเกื้อกูล, 2557) ซึ่งมีขั้นตอนกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 4 ขั้นตอนดังนี้

##### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

เริ่มจากผู้วิจัยสำรวจสภาพปัญหาที่พบเจอและพฤติกรรมการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไข พบว่าผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จึงกำหนดเป้าหมายเพื่อแก้ปัญหาโดยศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจัดทำเป็นจัดการการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

### ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

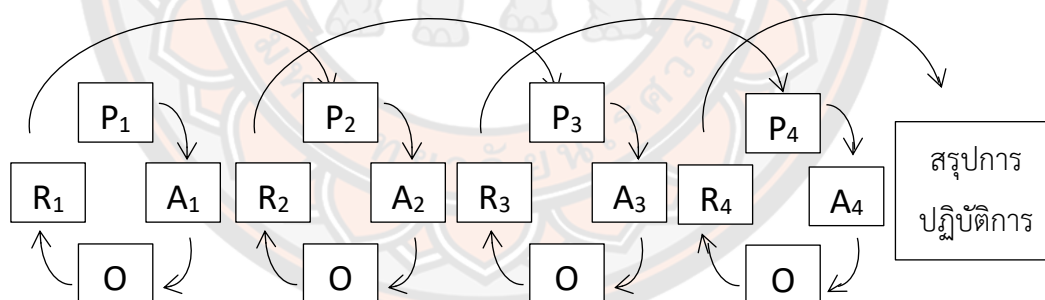
ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นำไปทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยตรวจสอบตนเองในระหว่างการจัดการเรียนรู้ทดลองในขั้นที่ 2 เพื่อหาข้อบกพร่องของการจัดการเรียนรู้และหาสาเหตุของปัญหาและดำเนินการแก้ไขปัญหาย่างรวดเร็ว โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายได้แสดงความคิดเห็นหรือสะท้อนผล เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือในการวิจัยมาวิเคราะห์และนำไปสู่ข้อสรุป

### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากผลสรุปในขั้นตอนที่ 3 สะท้อนผลตนเองและระดมความคิดกับเพื่อนร่วมงาน เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ครูควรตั้งเป้าหมายที่สูงกว่าเดิมหากพิจารณาแล้วได้ข้อสรุปว่าวิธีการปฏิบัติที่ทำนั้นเหมาะสมกับสภาพจริงแล้ว จึงดำเนินขั้นตอนที่ 1 ใหม่อีกครั้งเพื่อเริ่มวงจรต่อไป



ภาพ 16 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

### เครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มีทั้งหมด 5 เครื่องมือ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยแบ่งกลุ่มเครื่องมือออกตามจุดมุ่งหมายในการใช้เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1 และข้อที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



## 1. เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 1

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร ซึ่งเครื่องมือที่จะนำมาสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ คือ แผนการจัดการเรียนรู้ และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

### 1.1 แผนการจัดการเรียนรู้

เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ คือ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมสามารภในความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง ใช้เวลาในการสอน 3 สัปดาห์ ประกอบไปด้วย แผนที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนที่ 2 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ แผนที่ 3 ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ และแผนที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ทั้งนี้แผนการจัดการเรียนรู้ไม่ได้ใช้ในการเก็บข้อมูลแต่ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บข้อมูลในแต่ละวงรอบมาวิเคราะห์ผลเพื่อปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้ในวงรอบถัดไป

### 1.2 แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คือผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนที่มีประสบการณ์มากกว่า 10 ปี จำนวน 1 ท่าน และผู้วิจัยใช้สะท้อนผลการดำเนินการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผน เพื่อที่ผู้วิจัยจะได้นำไปใช้ในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีลักษณะเป็นคำถามปลายเปิดให้บรรยายเกี่ยวกับความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในแต่ละชั้น ซึ่งมีทั้งหมด 5 ชั้น ในแต่ละชั้นจะมีคำถามย่อย คือ สิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างกิจกรรม พฤติกรรมของผู้เรียนและผู้สอน สิ่งที่ควรคงไว้และสิ่งที่ควรแก้ไขในแต่ละชั้นของการจัดการเรียนรู้ บันทึกจากการสังเกตพฤติกรรม การดำเนินการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและพฤติกรรมที่แสดงออกของนักเรียนในแต่ละครั้ง โดยผู้วิจัยบันทึกวิดีโอจากการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง เพื่อนำมาใช้ประกอบการสะท้อนผล

## 2. เครื่องมือที่ใช้ตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร เครื่องมือที่จะนำมาสะท้อนผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงรอบ และหลังการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วงรอบ มีทั้งหมด 2 เครื่องมือ ได้แก่

## 2.1 ใบกิจกรรม

ใบกิจกรรมของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้ประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควบคู่กับการสร้างชิ้นงานของนักเรียน

## 2.2 ชิ้นงานของนักเรียน

ชิ้นงานของนักเรียนเป็นลักษณะของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่ได้จากการออกแบบวาดภาพ รูปคลี่ รวมถึงสร้างแบบจำลองหรือสิ่งประดิษฐ์จากกิจกรรม

## 2.3 แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน เป็นข้อสอบแบบอัตนัยไม่จำกัดคำตอบ โดยแบบทดสอบจะใช้เนื้อหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ 3 องค์ประกอบ และพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ

ตาราง 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างจุดมุ่งหมายของการวิจัยกับเครื่องมือการวิจัย

จุดมุ่งหมายของการวิจัย	เครื่องมือการวิจัย			
	แผนการจัดการเรียนรู้	แบบสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้	ใบกิจกรรม	ชิ้นงานของนักเรียน ทางคณิตศาสตร์
1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6	✓ (ผู้วิจัย)	✓ (ผู้วิจัย, ผู้เชี่ยวชาญด้าน การสอน)		
2. เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ของ นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6			✓ (นักเรียน)	✓ (นักเรียน) (นักเรียน)

## ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตอบคำถามวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

**ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้**

### 1. แผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษาของโรงเรียน กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยศึกษารายละเอียดดังนี้ หัวข้อเรื่องที่เรียน จำนวนเวลาในการเรียนแต่ละหัวข้อ ตัวชี้วัด การจัดการเรียนรู้/กิจกรรม และสื่อการเรียนรู้/แหล่งเรียนรู้ เป็นต้น รวมถึงศึกษาคู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแนวทางการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จากเอกสารประกอบการจัดการเรียนรู้ หนังสือ ตำราภาษาอังกฤษ และเว็บไซต์ เป็นต้น

1.3 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement)

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration)

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล (Evaluation)

ผู้วิจัยได้จัดแบ่งเนื้อหาสำหรับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้เวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 16 ชั่วโมง ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ  
จำนวน 4 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ  
จำนวน 4 ชั่วโมง

ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ทั้ง 4 วงรอบ มีสถานการณ์ และองค์ประกอบของ  
ความคิดสร้างสรรค์ ดังรายละเอียดที่แสดงในตาราง 3



ตาราง 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้ การเรียนรู้และการบูรณาการกับแนวคิดของ STEM

แผนการจัดการเรียนรู้	ระยะเวลา	กิจกรรมการเรียนรู้	การบูรณาการกับแนวคิดของ STEM
แผนที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	4 ชั่วโมง	กิจกรรมที่ 1 ลักษณะ และส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	S – ชยชะ T – สื่อ/อุปกรณ์ เทคโนโลยีในการสืบค้น E – การวาดภาพ การสร้างชิ้นงาน
แผนที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมรูปเรขาคณิตสามมิติ	4 ชั่วโมง	กิจกรรมที่ 2 รูปสี่เหลี่ยมรูปเรขาคณิตสามมิติ	S – ชยชะรีเซคัล T – สื่อ/อุปกรณ์ เทคโนโลยีในการสืบค้น E – การวาดภาพ การสร้างชิ้นงาน
แผนที่ 3 ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ	4 ชั่วโมง	กิจกรรมที่ 3 ปริมาตรและความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	S - ระบบนิเวศ T - สื่อ/อุปกรณ์สร้างชิ้นงาน เทคโนโลยีในการสืบค้น E – การวาดภาพ การสร้างชิ้นงาน
แผนที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ	4 ชั่วโมง	กิจกรรมที่ 4 โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ	S - สมบัติทางกายภาพของวัสดุ T - สื่อ/อุปกรณ์สร้างชิ้นงาน เทคโนโลยีในการสืบค้น E – การวาดภาพ การสร้างชิ้นงาน

1.5 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา ค้นคว้าอิสระต่อผู้เชี่ยวชาญ ทั้งหมด 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ความเหมาะสมของวิธีการสอน กิจกรรมที่ใช้ ลำดับขั้นตอน ระยะเวลา สื่อที่ใช้ ความถูกต้องของเนื้อหาที่ใช้ในการสอน ใบกิจกรรม ความเหมาะสมของกิจกรรมโดยผู้วิจัยใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญลงความเห็นในแบบประเมิน มีเกณฑ์การให้คะแนนความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

เหมาะสมมากที่สุด ให้คะแนน 5 คะแนน

เหมาะสมมาก ให้คะแนน 4 คะแนน

เหมาะสมปานกลาง ให้คะแนน 3 คะแนน

เหมาะสมน้อย ให้คะแนน 2 คะแนน

เหมาะสมน้อยที่สุด ให้คะแนน 1 คะแนน

หลังจากนั้นนำผลการประเมินความเหมาะสมของแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้อมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านที่ประเมิน แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การตัดสินผลการประเมิน คือ ใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยไม่ต่ำกว่า 3.50 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 ถือว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่า มีค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผ่านเกณฑ์ ถือว่าแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวมีความเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ได้ โดยผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก

1.6 ปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญตามประเด็นต่อไปนี้

1.6.1 ปรับปรุงจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะ ให้แยกรายพฤติกรรมออกมาเป็นข้อ ๆ และเขียนให้สอดคล้องกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

1.6.2 สถานการณ์ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ควรให้ดำเนินอย่างสอดคล้องกันในแต่ละขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

1.6.3 เกณฑ์การวัดและประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ควรให้ความสอดคล้องกับจุดประสงค์และระบุสิ่งที่ต้องการวัดให้ชัดเจน

1.7 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้ในการดำเนินการจัดการเรียนรู้ต่อไป ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แสดงในภาคผนวก ง

## 2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 กำหนดขอบเขตและประเด็นสำคัญในการบันทึกการสะท้อนผลการเรียนรู้ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัยเขียนแสดงความคิดเห็นและความรู้สึกของตนเองที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยจัดในแต่ละวงรอบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนและผู้วิจัยจะเขียนบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและการตอบสนองของนักเรียนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวมทั้งความเหมาะสมของเวลาและกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้

2.2 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

2.3 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาและปรับปรุงแก้ไข

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผ่านการปรับตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระขึ้นเสนอมต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของประเด็นการสะท้อนผลตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.5 ปรับปรุงแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ

2.6 นำแบบบันทึกสะท้อนผลการเรียนรู้ฉบับสมบูรณ์ไปใช้จริง เพื่อนำไปใช้ในการบันทึกข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละครั้งต่อไป



ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้อย่างไร โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

### 3. ใบบัณฑิต

ใบบัณฑิต มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างใบบัณฑิตของนักเรียน

3.2 ศึกษากรอบโครงสร้างการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ตามแนวคิด OECD (2019)

3.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา

3.4 ศึกษาเนื้อหาสาระวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

3.5 สร้างใบบัณฑิตที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

3.6 นำใบบัณฑิตของนักเรียนเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระเพื่อรับข้อเสนอแนะ

3.7 ปรับปรุงใบบัณฑิตตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระ

3.8 นำใบบัณฑิตที่ผ่านการปรับตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

3.9 จัดทำใบบัณฑิตของนักเรียนฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน





ที่	รายการ	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
<b>องค์ประกอบที่ 2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ ลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์</b>					
		ได้อย่างแปลกใหม่ และมีประสิทธิภาพ	ได้อย่างแปลกใหม่	ตนเองหรือสังคม ผสมผสานและ ดัดแปลงจาก ความคิดเดิม	
<b>องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ</b>					
7	การเขียนและ สร้างภาพ	เขียนอธิบาย แนวทางในการ ปรับปรุงชิ้นงาน และปรับปรุงภาพ หรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึง ภาพรวมในส่วน สำคัญทุกส่วน เกี่ยวกับรูป เรขาคณิตสามมิติที่ มีอยู่เดิมและ สอดคล้องกับ บริบท ให้มีความ ชัดเจนยิ่งขึ้น	เขียนอธิบาย แนวทางในการ ปรับปรุงชิ้นงาน และปรับปรุงภาพ หรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึง ภาพรวมในส่วน สำคัญทุกส่วน เกี่ยวกับรูป เรขาคณิตสามมิติที่ มีอยู่เดิมและ สอดคล้องกับ บริบท ให้มีความ ชัดเจน	เขียนอธิบาย แนวทางในการ ปรับปรุงชิ้นงาน และปรับปรุง ภาพหรือ แบบจำลอง โดย ยังสื่อถึงภาพรวม ในส่วนสำคัญทุก ส่วนเกี่ยวกับรูป เรขาคณิตสามมิติ ที่มีอยู่เดิมและ สอดคล้องกับ บริบท ให้มีความ ชัดเจนบางส่วน	ไม่ปรับปรุงการ เขียนอธิบาย แนวคิด
<b>องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด ลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์</b>					
8	การแก้ปัญหา ทางสังคมและ วิทยาศาสตร์	นำข้อเสนอแนะมา ปรับปรุงวิธีการ หรือกลยุทธ์ในการ แก้ปัญหาให้มีความ คุ้มค่าและเกิด ประโยชน์ต่อ ตนเองและสังคม และนำ	นำข้อเสนอแนะมา ปรับปรุงวิธีการ หรือกลยุทธ์ในการ แก้ปัญหาให้มี ความคุ้มค่าและ เกิดประโยชน์ต่อ ตนเองและสังคม และนำ	นำข้อเสนอแนะ มาปรับปรุง วิธีการหรือกล ยุทธ์ในการ แก้ปัญหาให้มี ความคุ้มค่าและ เกิดประโยชน์ต่อ ตนเองและสังคม	ไม่นำ ข้อเสนอแนะมา ปรับปรุงชิ้นงาน

ที่	รายการ	ระดับคะแนน			
		3	2	1	0
	ข้อเสนอแนะมา	ข้อเสนอแนะมา	และนำ		
	ปรับปรุงแนวคิด	ปรับปรุงแนวคิด	ข้อเสนอแนะมา		
	วิธีการแก้ปัญหาที่	วิธีการแก้ปัญหาที่	ปรับปรุงแนวคิด		
	ได้จากการทดลอง	ได้จากการทดลอง	วิธีการแก้ปัญหา		
	หรือการตรวจสอบ	หรือการตรวจสอบ	ที่ได้จากการ		
	โดยคำตอบนั้น	โดยคำตอบนั้น	ทดลองหรือการ		
	ยังคงถูกต้องได้มาก	ยังคงถูกต้องได้	ตรวจสอบโดย		
	ที่สุด		คำตอบนั้นยังคง		
			ถูกต้องได้		
			บางส่วน		

ตาราง 5 แสดงเกณฑ์การประเมินระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ค่าเฉลี่ย	ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
3.00	ดีมาก
2.00 - 2.99	ดี
1.00 - 1.99	พอใช้
0	ปรับปรุง

#### 4. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

- 4.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
- 4.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และกำหนดแนวทางในการสร้างแบบทดสอบ
- 4.3 สร้างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นข้อสอบอัตนัย จำนวน 6 ข้อ
- 4.4 นำแบบทดสอบเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระและปรับปรุงแบบทดสอบตามข้อเสนอแนะ

4.5 นำแบบทดสอบที่ผ่านการปรับตามคำแนะนำจากอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษา  
ค้นคว้าอิสระเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 2 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน

เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์ และให้ข้อเสนอแนะ

4.6 ปรับปรุงแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของ  
อาจารย์ที่ปรึกษาและผู้เชี่ยวชาญ

4.7 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไปใช้จริง

#### 5. ชิ้นงานของนักเรียน

ชิ้นงานของนักเรียนเป็นลักษณะ ส่วนประกอบ รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ รวมถึง  
แบบจำลองหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม



ตาราง 6 แสดงจำนวนข้อสอบและลักษณะข้อสอบ

แบบทดสอบ	การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย	การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์	การปรับปรุงและประเมินแนวคิด
ข้อ	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ การสร้างความรู้และ การแก้ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์และสังคม	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ การสร้างความรู้และ การแก้ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์และสังคม	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ การสร้างความรู้และ การแก้ปัญหา ทาง วิทยาศาสตร์และสังคม
1		✓	
2			✓
3	✓		
4	✓		
5			✓
6			✓

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่เป็นผู้เข้าร่วมวิจัย
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในช่วงพักติของโรงเรียน โดยใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 16 ชั่วโมง
3. ในระหว่างการทำกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนแต่ละกลุ่มจะร่วมกันศึกษาข้อมูลในการแก้ปัญหาที่กำหนด ระดมแนวคิดที่หลากหลาย และร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนแนวคิดความคิดเห็นด้วยเหตุผลและข้อมูลทางคณิตศาสตร์ ในขณะที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์ ซึ่งเป็นครูสอนวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จะสังเกตและจดบันทึกกิจกรรมการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และกลุ่มของนักเรียนเขียนคำตอบหรือแสดงวิธีคิดลงในใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่ม ตามที่ผู้วิจัยกำหนด
4. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมดให้อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าอิสระทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป
5. เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาในการวัด 1 ชั่วโมง
6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการเก็บรวบรวมข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ผลเชิงคุณภาพโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตอบคำถามวิจัยทั้ง 2 ข้อ ดังนี้

**ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้**

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงคุณภาพ และเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้ร่วมสังเกตการณ์ โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis)



เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ และวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดอีกครั้ง เมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. การจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความ
2. การจัดระเบียบเนื้อหาของข้อมูลตามประเด็นที่ผู้วิจัยต้องการวิเคราะห์ ได้แก่
  - 2.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของขั้นตอนหรือไม่ อย่างไร
  - 2.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร
  - 2.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

และนำข้อมูลไปปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในวงจร ปฏิบัติการถัดไป

3. การแสดงข้อมูล เป็นการนำข้อมูลที่มีรหัสเดียวกันมาจัดกลุ่มให้เป็นหมวดหมู่เพื่อสะดวก ต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผล โดยข้อมูลที่ผู้วิจัยจัดกลุ่มนั้น ทั้งหมด 3 กลุ่ม ได้แก่ การเรียนรู้ของ นักเรียน ปัญหาของกิจกรรม แนวทางการแก้ปัญหา เป็นต้น

4. นำข้อมูลทั้งหมดมาหาข้อสรุปเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้จากทั้งหมด 4 วงจร ปฏิบัติการ เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัย พร้อมทั้งหาแนวทาง ในการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

5. ทำการตรวจสอบข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อหาความน่าเชื่อถือของวิจัย โดยทำการ ตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ใช้การตรวจสอบแบบ Resource triangulation เป็นการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล ใช้บุคคลที่แตกต่างกัน ตรวจสอบว่าถ้าผู้ให้ข้อมูลต่างกันจะ ได้ผลเหมือนกันหรือไม่ จากเครื่องมือวิจัยคือ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและ ครูประจำการ มาทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นความสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เปรียบเทียบกับครูประจำการ

5.2 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) โดยนำข้อมูลและผลการ วิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและครูประจำการตรวจสอบ

**ตอนที่ 2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร**

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบกิจกรรม และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรมเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ และจะวิเคราะห์ภาพรวมทั้งหมดเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 4 วงจร จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งสองแหล่งมาเปรียบเทียบกันเพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีรายละเอียดการวิเคราะห์ดังนี้

### **1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม**

1.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม มาทำการตรวจคำตอบและให้คะแนน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic scoring) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย ตามลำดับ

1.2 ทำวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 ผู้วิจัยแบ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

1.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบจำนวนนักเรียนคิดเป็นร้อยละของแต่ละระดับ ตามแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อดูแนวโน้มของการพัฒนา การเปลี่ยนแปลงในแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และแสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

### **2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์**

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ ดังนี้

2.1 ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลที่เก็บจากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์มาทำการตรวจคำตอบและให้คะแนน โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์การให้คะแนนแบบแยกประเด็น (Analytic scoring) แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ มากที่สุด มาก ปานกลาง และน้อย ตามลำดับ

2.2 ทำวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยการจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน ออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 ระดับ 2 ระดับ 3 และระดับ 4 ผู้วิจัยแบ่งความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนแสดงออกมาในแต่ละระดับ ตามองค์ประกอบความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากนั้นผู้วิจัยคำนวณเป็นร้อยละของกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ แล้วรายงานผลในรูปของความถี่ ร้อยละ และความเรียง

2.3 ผู้วิจัยเปรียบเทียบระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ได้จากแบบทดสอบ วัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งหากระดับของนักเรียนสูงตามระดับที่กำหนด แสดงให้เห็นว่านักเรียนได้มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนได้

### ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ

ความน่าเชื่อถือของงานวิจัยเชิงคุณภาพ ผู้วิจัยยืนยันความน่าเชื่อถือ (Credibility) ของงานวิจัยโดยการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีสามเส้า (Triangulation) ทั้ง 2 วิธีคือวิธีการตรวจสอบแบบเส้าด้านเครื่องมือวิจัย (Method Triangulation) และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. วิธีการตรวจสอบแบบสามเส้าด้านเครื่องมือวิจัย ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือจำนวน 2 เครื่องมือในการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของ PISA 2021 จากนั้นวิเคราะห์และพิจารณาถึงข้อสรุปจากการดำเนินงานเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในประเด็นที่ตรงกันหรือเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ เพื่อตอบคำถามวิจัยข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

2. วิธีการตรวจสอบ หรือการตรวจสอบวิเคราะห์ข้อมูลกับอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย ผู้เชี่ยวชาญ และครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ที่มีประสบการณ์ในการสอนมากกว่า 10 ปี ตรวจสอบว่า เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล กระบวนการเก็บข้อมูลและกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลได้ดำเนินการอย่างถูกต้องตามหลักการหรือไม่ และผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถตอบคำถามวิจัยทั้งสองข้อได้ครอบคลุมหรือไม่

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีคำถามวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

**ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ควรมีแนวทางอย่างไร**

ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน ซึ่งเป็นวิจัยเชิงคุณภาพและดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 4 แผนการจัดการเรียนรู้ แผนละหนึ่งวงจรปฏิบัติการ รวมจำนวน 4 วงจร แต่ละวงจรประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Action) ขั้นสังเกตการณ์ (Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมเวลาทั้งหมด 16 ชั่วโมง โดยแต่ละวงจรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**วงจรปฏิบัติการที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ**

**ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)**

#### 1.1 การเตรียมแผนการจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลักษณะ และส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะ และส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 4 ชั่วโมง เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 4 กลุ่ม เพื่อสร้างบรรยากาศการทำงานเป็นทีม เริ่มสร้างความสนใจของนักเรียนโดยการพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์วันขึ้นปีใหม่ที่โรงเรียนจัดขึ้น ทำให้เกิดขยะขึ้นมากมายในโรงเรียนของเราโดยเชื่อมโยงถึงลักษณะของสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่พบเจอ หลังจากนั้นนักเรียนดำเนินการสำรวจค้นหาเกี่ยวกับลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติจากสิ่งของในชีวิตจริง โดยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม ใบกิจกรรมที่ 1.2 พีระมิต และใบกิจกรรมที่ 1.3 ทรงกระบอกกรวย ทรงกลม และทำการสืบค้นหาคำตอบอย่างหลากหลาย จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ในขั้นขยายความรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการตามกิจกรรมที่ 1.4 สร้างถึงขยะแยกประเภท โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบและสร้างถึงขยะแต่ละประเภทที่มีความคิดสร้างสรรค์ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

1.1.2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่เริ่มสนทนากับการนำวัสดุกล่องกระดาษรีไซเคิลที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติขึ้นมาแสดงกับนักเรียน หลังจากนั้นตัดกล่องและคลี่ออกมาเป็นรูปคลี่เพื่อให้นักเรียนมองเห็นส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติ ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมโดยสืบค้นหารูปคลี่ของรูปทรงต่าง ๆ และยกตัวอย่างขยะรีไซเคิลที่มีลักษณะเป็นรูปทรงคล้ายกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติดังกล่าวอย่างหลากหลาย จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ให้นักเรียนนำขยะรีไซเคิลมาเป็นส่วนประกอบในการทำกิจกรรมที่ 2.2 อย่างสร้างสรรค์ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

1.1.3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนดูคลิปเกี่ยวกับตู้ปลาสวยงามและพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเห็นจากการดูคลิป และร่วมพูดคุยเกี่ยวกับระบบนิเวศภายในตู้ปลาสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต หลังจากนั้นพูดคุยเกี่ยวกับขนาดของตู้ปลาเชื่อมโยงไปถึงปริมาตรของตู้ปลา

และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนสืบค้นวิธีการหาปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากวิธีต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ให้นักเรียนทำกิจกรรมaquarium model ออกแบบตู้ปลาสวยงามพร้อมตกแต่งให้มีระบบนิเวศที่สมดุล และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

1.1.4 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนด้วยการให้ผู้เรียนดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ ร่วมพูดคุยเกี่ยวกับกล่องบรรจุภัณฑ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาเกี่ยวกับโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ เกี่ยวกับกล่องบรรจุภัณฑ์ หลังจากนั้นให้นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจรูปคลี่ของกล่องบรรจุภัณฑ์และหาความจุของกล่อง จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน นักเรียนทำกิจกรรมออกแบบบรรจุภัณฑ์แก้วน้ำตามเงื่อนไขที่ผู้วิจัยกำหนด และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

## 1.2 การเตรียมเอกสาร

ผู้วิจัยดำเนินการจัดเตรียมเอกสารโดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สำหรับผู้วิจัย ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนที่ 2 สำหรับผู้ร่วมสังเกต ประกอบด้วย แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ และส่วนที่ 3 ประกอบด้วย ใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

## 1.3 การเตรียมอุปกรณ์

การจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจำเป็นต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ในการออกแบบและสร้างชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงจัดเตรียมอุปกรณ์สำคัญพื้นฐาน ได้แก่ ดินสอ ไม้บรรทัด เทปใส เทปกาว กรรไกร กระดาษสี และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เตรียมไว้ให้อย่างจำกัด

## 1.4 การเตรียมสถานที่หรือห้องเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นลักษณะกิจกรรมกลุ่ม กลุ่มละ 4-5 คน ซึ่งให้นักเรียนจัดโต๊ะเป็นกลุ่มหันหน้าเข้าหากัน เพื่อความสะดวกในการพูดคุยสนทนาของสมาชิกภายในกลุ่มและการนำเสนอชิ้นงาน ตลอดจนเตรียมอุปกรณ์โทรทัศน์สำหรับเปิดคลิปวิดีโอในขั้นกระตุ้นความสนใจ

## ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ นักเรียนได้รับการแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 4 กลุ่ม หลังจากนั้นผู้วิจัยนำสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติมาแสดงและสอบถามเกี่ยวกับการเรียกชื่อของรูปทรงนั้น ๆ หลังจากนั้นผู้วิจัยสร้างความสนใจโดยการพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์วันสำคัญ พูดคุยเกี่ยวกับรูปทรงต่าง ๆ ที่พบเจอจากสิ่งของในงานเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์เรื่องชยะและเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ นำภาพสิ่งของดังกล่าวมาแสดงและสอบถามเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ พูดคุยเกี่ยวกับวิธีการคัดแยกชยะในโรงเรียนและประเภทของชยะ

### 2.2 ขั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตรูปทรงของสิ่งของโดยนำสิ่งของในชีวิตจริงมาจับคู่กับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติและเรียกชื่อรูปทรงนั้น และให้นักเรียนลองสังเกตและบอกลักษณะของรูปทรงตามที่เขาใจ หลังจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม ใบกิจกรรมที่ 1.2 พีระมิด และใบกิจกรรมที่ 1.3 ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม ผู้วิจัยเน้นย้ำให้นักเรียนใช้ความรู้ทั้ง 4 สาขาวิชา โดยนักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นภายในเวลาที่กำหนดและใช้ตอบคำถามในกิจกรรมได้อย่างหลากหลาย

### 2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหา มาร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะและส่วนประกอบต่าง ๆ ของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ที่ละรูปทรง โดยผู้วิจัยนำรูปทรงนั้นขึ้นมาแสดงร่วมกับใช้คำถามกระตุ้นให้แต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็น และตั้งคำถามถึงข้อแตกต่างของแต่ละรูปทรง

### 2.4 ขั้นขยายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม สร้างถังชยะแยกประเภท นักเรียนร่วมกันระดมสมอง ช่วยกันเสนอแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานให้มีความคิดสร้างสรรค์และแปลกใหม่ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นช่วยในการวาดภาพ

## 2.5 ชั้นประเมินผล

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเอง และให้เพื่อนกลุ่มอื่นดำเนินการให้คะแนนและเขียนข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

### ขั้นที่ 3 ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ชั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยเก็บรวบรวมจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผู้วิจัย ผู้สอนประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มของนักเรียน

จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะทำการจัดกิจกรรมสามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีรายละเอียดของแต่ละชั้น ดังนี้

### 3.1 ชั้นสร้างความสนใจ

นักเรียนแต่ละคนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเกี่ยวกับการเรียกชื่อรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ เพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน

ซึ่งผู้วิจัยได้นำรูปทรงเรขาคณิตสามมิติขึ้นมาแสดงใช้คำถามกับนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย: รูปทรงนี้เรียกว่าอะไร (ปริซึมสามเหลี่ยม)

นักเรียน 17: รูปสามเหลี่ยม

นักเรียน 8: ทรงสามเหลี่ยม

ผู้วิจัย: รูปทรงนี้เรียกว่าอะไร (ปริซึมสี่เหลี่ยม)

นักเรียน 5: รูปสี่เหลี่ยม

นักเรียน 12: สี่เหลี่ยมสามมิติ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนขาดความรู้พื้นฐานหรือความรู้เดิมหลังจากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์วันขึ้นปีใหม่ นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและสังเกตสิ่งของรูปทรงที่ผู้วิจัยแสดง หลังจากนั้นพูดคุยบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์เรื่อง ประเภทของขยะซึ่งนักเรียนสามารถบอกประเภทของขยะได้ ในขั้นนี้ใช้ระยะเวลามากกว่ากำหนดไว้

จากการวิเคราะห์ในขั้นนี้มีความเห็นสอดคล้องกับผู้ร่วมสังเกตว่า

“...ควรมีการทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการจัดการเรียนการสอน...”



ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงนำประเด็นดังกล่าวมาเป็นข้อปรับปรุงสำหรับการจัดการเรียนรู้ของผู้ที่สนใจศึกษาต่อไป

### 3.2 ชั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำความเข้าใจกิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม 1.2 พีระมิต และ 1.3 ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม และลงมือสำรวจลักษณะและส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ พร้อมบอกลักษณะของสิ่งของในชีวิตประจำวันที่เป็นรูปทรงนั้น ๆ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนบางกลุ่มไม่มีการแบ่งหน้าที่การทำงาน ทำให้การทำใบกิจกรรมล่าช้าไม่ทันกำหนด การที่นักเรียนใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นทำให้มีบางกลุ่มมีปัญหาในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต และมีนักเรียนบางคนไม่ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นแต่ใช้ในทางอื่น และการสืบค้นของนักเรียนบางคนยังขาดทักษะในการสืบค้นและเลือกใช้คำในการสืบค้นได้ยังไม่กระชับทำให้ผลการค้นหาไม่ดีพอหรือไม่ตรงตามที่ต้องการ ในส่วนของการบันทึกในใบกิจกรรมการเขียนอธิบายของนักเรียนมีความหลากหลายสามารถอธิบายส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละประเภทได้ การให้นักเรียนวาดภาพรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนยังขาดทักษะในการวาดภาพทำให้การวาดภาพของนักเรียนแต่ละกลุ่มยังไม่หลากหลายหรือแตกต่างไปจากเดิม

### 3.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรมเสร็จแล้ว ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของปริซึม พีระมิต ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถบอกลักษณะหน้าตัด หน้าข้าง ข้อแตกต่างของ ปริซึมและพีระมิตที่มีฐานเหมือนกันได้ นักเรียนบางคนไม่สามารถมองภาพของส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติออกได้ ทำให้ไม่สามารถบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตได้บ้างขึ้น และจากการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันบอกสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดนั้น ๆ

### 3.4 ชั้นขยายความรู้

นักทำกิจกรรมที่ 1.4 สร้างถังขยะแยกประเภท จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมเป็นอย่างดี มีความกระตือรือร้นช่วยกันออกแบบชิ้นงานโดยวาดภาพและเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของขยะที่สร้างได้แต่ยังไม่ชัดเจน และบอกลักษณะของขยะที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้แต่ยังไม่ค่อยชัดเจน ในขั้นนี้ นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ออกแบบชิ้นงานบางกลุ่มยังไม่ค่อยสมส่วนมีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป และกระดาษที่ใช้มีความบางเกินไปทำให้ชิ้นงานไม่แข็งแรง ในขั้นนี้ใช้ระยะเวลามากกว่าที่กำหนดไว้

### 3.5 ชั้นประเมินผล

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตนเอง และให้เพื่อนกลุ่มอื่นให้คะแนน มีนักเรียนบางกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตนเองสั้นเกินไปใน ส่วนของการเขียนข้อเสนอแนะให้กับกลุ่มเพื่อน เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยทำแบบประเมิน ที่มีลักษณะที่ต้องเขียนข้อเสนอแนะทำให้นักเรียนบางกลุ่มเขียนข้อเสนอแนะแบบสั้น ๆ หรือบางกลุ่ม ไม่เขียนเลย



ภาพ 17 แสดงการนำเสนอชิ้นงานของนักเรียนเพื่อประเมินและให้คะแนน

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน และได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 สรุปได้ดังตาราง 7

ตาราง 7 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอน  
การจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการแก้ไข
ขั้นสร้างความสนใจ	สื่อรูปทรงเรขาคณิต สามมิติที่จับต้องได้ทำ ให้นักเรียนมองเห็น ภาพส่วนประกอบได้	นักเรียนขาดความรู้เดิม ทำ ให้ต้องใช้เวลาทบทวน	ผู้วิจัยควรทบทวนเนื้อหา ความรู้เดิมโดยอาจเพิ่มเวลา ลาในส่วนนี้ก่อน ดำเนินการทำกิจกรรม
		นักเรียนบางคนยังไม่ค่อย สนใจในสิ่งที่ผู้วิจัยชวน พูดคุย	ผู้วิจัยควรใช้คลิปวิดีโอ หรือสื่อที่สามารถจับต้อง ได้เพื่อกระตุ้นความสนใจ
ขั้นสำรวจค้นหา	-	นักเรียนไม่มีการแบ่งหน้าที่ ในการทำงานทำให้ทำงาน ล่าช้า	ผู้วิจัยควรชี้แจงให้นักเรียน แต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การ ทำงาน
		นักเรียนบางคนใช้สื่ออุปกรณ์ ทำอย่างอื่นที่ไม่ใช่การสืบค้น	ผู้วิจัยควรมีการจำกัดการ ใช้อุปกรณ์เพียงกลุ่มละ 1- 2 เครื่อง เฉพาะผู้ที่มี หน้าที่สืบค้นหาข้อมูล
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ ละกลุ่มอธิบาย แนวคิดที่ได้	นักเรียนบางคนมองภาพของ สื่อรูปเรขาคณิตไม่ออก เนื่องจากสื่อเป็นสื่อ	ผู้วิจัยควรใช้สื่อที่สามารถ คลี่ออกมาได้เพื่อให้
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป		พลาสติกไม่สามารถคลี่ ออกมาเพื่อดูส่วนประกอบได้	นักเรียนมองเห็นภาพมาก ยิ่งขึ้น
ขั้นขยายความรู้		นักเรียนบางกลุ่มออกแบบ ชิ้นงานไม่สมส่วนมีขนาดใหญ่ หรือเล็กเกินไป	ผู้วิจัยควรจำกัดอุปกรณ์ให้ ใช้เท่าที่เตรียมไว้ให้ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามาก ที่สุด
		นักเรียนยังไม่สามารถเขียน อธิบายลักษณะและ ส่วนประกอบของชิ้นงานที่ สร้างได้อย่างชัดเจน	ผู้วิจัยควรอธิบายหรือ ยกตัวอย่างการเขียน อธิบายลักษณะและ ส่วนประกอบของชิ้นงาน ให้กับนักเรียนก่อนให้ นักเรียนลงมือทำกิจกรรม

ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการแก้ไข
		นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมเกินเวลาที่กำหนด	ผู้วิจัยควรอธิบายหรือคอยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดแนวคิด และกำชับเวลาไม่ให้เกินกำหนด
		วัสดุอุปกรณ์กระดาษที่เตรียมไว้ให้นักเรียนบางเกินไปทำให้ชิ้นงานไม่แข็งแรง	ผู้วิจัยควรเตรียมวัสดุอุปกรณ์กระดาษที่มีความเหมาะสมในการทำกิจกรรม
ขั้นประเมินผล	-	นักเรียนบางกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของตนเองสั้นเกินไป	ผู้วิจัยควรกำหนดหัวข้อย่อยในการนำเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอให้ผู้เรียนมีความกระชับและรวดเร็ว

จากตาราง 7 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนขาดความรู้เดิมในการเรียกชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ ประกอบกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่ใช้ในสรุปทำมาจากพลาสติกที่ไม่สามารถเคลื่อนออกมาได้ทำให้การแสดงออกในการวาดภาพยังไม่มีหลากหลาย นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์แต่ยังขาดความสมส่วนและความแข็งแรงของชิ้นงาน ผู้วิจัยจะนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนมาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

### วงจรปฏิบัติการที่ 2 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ

#### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

## ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่เริ่มสนทนากับการนำวัสดุกล่องกระดาษรีไซเคิลที่เป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติขึ้นมาแสดงกับนักเรียน หลังจากนั้นตัดกล่องและคลี่ออกมาเป็นรูปคลี่เพื่อให้นักเรียนมองเห็นส่วนประกอบของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติ ให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรมโดยสืบค้นหารูปคลี่ของรูปทรงต่าง ๆ และยกตัวอย่างขยะรีไซเคิลที่มีลักษณะเป็นรูปทรงคล้ายกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติดังกล่าวอย่างหลากหลาย จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ให้นักเรียนนำขยะรีไซเคิลมาเป็นส่วนประกอบในการทำกิจกรรมที่ 2.2 อย่างสร้างสรรค์ และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

## ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นนี้ นักเรียนได้รับการแบ่งกลุ่มออกเป็นกลุ่มละ 4-5 คน จำนวน 4 กลุ่ม กลุ่มเดิมจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 หลังจากนั้นผู้วิจัยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียน และกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการพูดคุยเกี่ยวกับการซื้อของออนไลน์และกล่องพัสดุที่แพ็คเกจของ นำกล่องพัสดุมาตัดคลี่ให้นักเรียนเห็นภาพส่วนประกอบ ร่วมพูดคุยเกี่ยวกับการรีไซเคิลกล่องพัสดุและเชื่อมโยงถึงความรู้เรื่องขยะรีไซเคิล ที่มีจำนวนมากในโรงเรียนและร่วมกันกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

### 2.2 ขั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตรูปทรงของสิ่งของรีไซเคิลหรือทรงสามมิติชนิดต่าง ๆ ทำการตัดคลี่ สังเกตภาพรูปคลี่ที่ปรากฏจากสิ่งของ และให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.1 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยนักเรียนสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นภายในเวลาที่กำหนดและตอบคำถามในกิจกรรมได้อย่างหลากหลาย ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเวลาในการทำกิจกรรม และเน้นย้ำให้หัวหน้ากลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงาน

### 2.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายถึงรูปคลี่ของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม โดยผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้เกิดการแสดงความคิดเห็นเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เชื่อมโยงความรู้กับเรื่องของขยะรีไซเคิล ที่ประกอบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสองมิติชนิดใด

### 2.4 ชั้นขยายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมที่ 2.2 สร้างรถซูเปอร์คาร์ โดยส่วนประกอบของรถสร้างจากขยะรีไซเคิล และตัวรถมีเงื่อนไขให้ออกแบบเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนร่วมกันระดมสมอง ช่วยกันเสนอแนวคิดในการออกแบบชิ้นงานให้มีความคิดสร้างสรรค์และแปลกใหม่ โดยสามารถใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นช่วยในการวาดภาพ หลังจากนักเรียนสร้างชิ้นงานเสร็จให้นำมาทดลองและแข่งขันเพื่อหาผู้ชนะ ผู้วิจัยมีการอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียนอธิบายชิ้นงานและคอยกำชับเวลาในการทำกิจกรรม

### 2.5 ชั้นประเมินผล

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองโดยผู้วิจัยกำหนดหัวข้อในการเสนอ และให้เพื่อนกลุ่มอื่นดำเนินการให้คะแนนและเขียนข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

#### ขั้นที่ 3 ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ชั้นสังเกตการณ์เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยเก็บรวบรวมจากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมสังเกตการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (ผู้วิจัย ผู้สอนประจำการ) และเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทำใบกิจกรรมเป็นรายกลุ่มของนักเรียน

จากการสังเกตของผู้วิจัยขณะทำการจัดกิจกรรมสามารถบรรยายถึงสภาพบรรยากาศในชั้นเรียน รวมทั้งปัญหาและอุปสรรคที่พบจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีรายละเอียดของแต่ละชั้น ดังนี้

### 3.1 ชั้นสร้างความสนใจ

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความสนใจในการพูดคุยเรื่องการซื้อของออนไลน์และกล่องพัสดุ นักเรียนสังเกตแกนกระดาษทิชชูที่ผู้วิจัยนำมาแสดงและตัดคลี่นักเรียนแต่ละคนให้ความร่วมมือในการตอบคำถามเกี่ยวกับรูปคลี่ เช่น

ผู้วิจัย: รูปหน้าตัดของแกนทิชชูเป็นรูปอะไร

นักเรียน: วงกลม

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าถ้าครูคลี่แกนกระดาษทิชชูจะเป็นรูปทรงอะไร

นักเรียน: รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

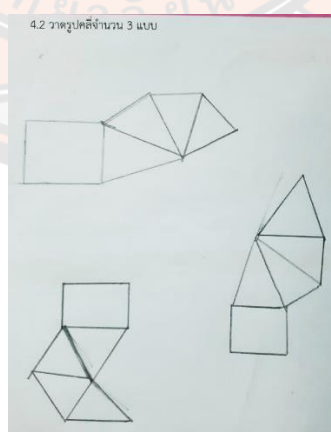
การตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการตอบคำถาม และมีความสนใจเกี่ยวกับเรื่องของรูปคลี่ หลังจากนั้นให้นักเรียนเชื่อมโยงความรู้ไปถึงการนำกล่อง พลาสติกไปรีไซเคิลได้จากการขายของเก่าหรือสามารถนำกล่องไปประดิษฐ์เป็นกล่องใส่ของ

### 3.2 ขั้นสำรวจค้นหา

ในขั้นนี้ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2.1 รูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันทำใบกิจกรรมโดยหัวหน้ากลุ่มเป็นผู้แบ่งหน้าที่ คนลายมือสวยเป็นคนเขียน 1 คน และ 2 คนทำหน้าที่สีบิ้น ส่วนหัวหน้ากลุ่มจะคอยช่วยเหลือและกำกับการทำงานกลุ่มให้สำเร็จภายในเวลาที่กำหนด นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันสีบิ้นและระดมความคิดที่ได้จากการสังเกตรูปคลี่และเขียนเป็นข้อสรุปและวาดภาพในใบกิจกรรมได้ อย่างหลากหลาย และสามารถยกตัวอย่างขยะรีไซเคิลที่มีลักษณะคล้ายกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ และสามารถคลี่ได้อย่างหลากหลาย

### 3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นตอนนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติจากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถบอกได้ว่ารูปทรงเรขาคณิตสามมิติ ประกอบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและจำนวน สามารถวาดรูปคลี่ของแต่ละรูปทรงได้อย่างหลากหลาย และสามารถบอกข้อแตกต่างของรูปคลี่ได้จากการตอบคำถามของผู้วิจัย



ภาพ 18 แสดงตัวอย่างการวาดภาพรูปคลี่ของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลายในระดับดี

### 3.4 ขยายความรู้

ในขั้นนี้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 2.2 สร้างรถซูเปอร์คาร์ จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มมีความกระตือรือร้นในการช่วยกันออกแบบชิ้นงาน และช่วยกันทำใบกิจกรรมตามหน้าที่ที่ได้แบ่งไว้ นักเรียนสามารถวาดภาพตัวรถที่ออกแบบและเขียนอธิบายส่วนประกอบของตัวรถได้อย่างสร้างสรรค์ ยังมีบางกลุ่มที่ออกแบบชิ้นงานมีขนาดไม่สมส่วนใหญ่และเล็กเกินไปซึ่งใช้วัสดุได้ยังไม่คุ้มค่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำเป็นกิจกรรมเป็นอย่างดี



ภาพ 19 แสดงการนำชิ้นงานรถซูเปอร์คาร์ไปทดลอง เพื่อปรับปรุง

### 3.5 ชั้นประเมินผล

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนนำเสนอแนวคิดของชิ้นงาน โดยบอกส่วนประกอบของรูปร่างลักษณะสามมิติและขยริไซเคิลที่นำมาเป็นส่วนประกอบได้ นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการประเมินตนเองและกลุ่มเพื่อนสามารถเขียนข้อเสนอแนะได้ นักเรียนสามารถปรับปรุงชิ้นงานของกลุ่มตนเองให้สามารถวิ่งได้ไกลขึ้นได้





ภาพ 20 แสดงการปรับปรุงชิ้นงานหลังจากนำไปทดลองโดยการเพิ่มดินน้ำมันให้สมดุลมากยิ่งขึ้น

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน และได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2 สรุปได้ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการแก้ไข
ขั้นสร้างความสนใจ	- การทบทวนความรู้เดิมก่อนทำกิจกรรม	-	-
ขั้นสำรวจค้นหา	- นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานชัดเจน	-	-
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	-	-	-
ขั้นขยายความรู้	- นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม	นักเรียนบางกลุ่มออกแบบชิ้นงานไม่ค่อยมีส่วนร่วมขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป	ผู้วิจัยควรจำกัดอุปกรณ์ให้ใช้เท่าที่เตรียมไว้ให้ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด

ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการแก้ไข
		นักเรียนสามารถเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของชิ้นงานที่สร้างได้แต่ยังไม่ชัดเจน	ผู้วิจัยควรอธิบายหรือยกตัวอย่างการเขียนอธิบายลักษณะและส่วนประกอบของชิ้นงานให้กับนักเรียนก่อนให้นักเรียนลงมือทำกิจกรรม

จากตาราง 8 สรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนบางกลุ่มออกแบบชิ้นงานที่มีขนาดใหญ่และเล็กซึ่งไม่มีความสมส่วนและใช้วัสดุอุปกรณ์ยังไม่คุ้มค่า นักเรียนบางกลุ่มเขียนอธิบายส่วนประกอบของชิ้นงานยังไม่ชัดเจนหรือวาดรูปชิ้นงานไม่ตรงตามที่สร้างผู้วิจัยจะนำแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนมาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

### วงจรปฏิบัติการที่ 3 ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ

#### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาจำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้นักเรียนดูคลิปเกี่ยวกับตู้ปลาสวยงาม และพูดคุยเกี่ยวกับสิ่งที่นักเรียนเห็นจากการดูคลิป และร่วมพูดคุยเกี่ยวกับระบบนิเวศภายในตู้ปลาสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต หลังจากนั้นพูดคุยเกี่ยวกับขนาดของตู้ปลาเชื่อมโยงไปถึงปริมาตรของตู้ปลา และกำหนดประเด็นที่จะศึกษา เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนสืบค้นวิธีการหา

ปริมาณของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากวิธีต่าง ๆ จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน ให้นักเรียนทำกิจกรรมaquarium model ออกแบบตู้ปลาสวยงามพร้อมตกแต่งให้มีระบบนิเวศที่สมดุล และให้นักเรียนร่วมกันประเมินและปรับปรุงชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อน ๆ และหาแนวทางในการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

## **ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)**

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ใช้แผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### **2.1 ขั้นสร้างความสนใจ**

นักเรียนแต่ละกลุ่มดูคลิปวิดีโอและสังเกตระบบนิเวศภายในตู้ปลา และร่วมพูดคุยแสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ๆ และผู้วิจัย ผู้วิจัยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยให้ดูภาพตู้ปลาที่มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและพูดคุยถึงปริมาณของตู้ปลาที่มีขนาดต่าง ๆ ทบทวนการหาปริมาณของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และร่วมกันกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

### **2.2 ขั้นสำรวจค้นหา**

นักเรียนทำกิจกรรมที่ 3.1 ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยดำเนินการสำรวจค้นหาวิธีการหาปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตสามมิติวิธีต่าง ๆ และแสดงวิธีหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยใช้สื่อค้นคว้าที่หลากหลาย พร้อมเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบและวาดภาพประกอบได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

### **2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป**

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มที่สืบค้นได้ หลังจากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนดำเนินการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติโดยพิจารณาวิธีที่ใช้ในการคำตอบร่วมกันกับสมาชิกในกลุ่มพร้อมตรวจสอบคำตอบ

### **2.4 ขั้นขยายความรู้**

นักเรียนทำกิจกรรม aquarium model ออกแบบตู้ปลาสวยงามให้มีรูปทรงที่สร้างสรรค์แตกต่างจะรูปทรงทั่วไป นักเรียนออกแบบวาดภาพและกำหนดขนาดและหาปริมาตรของตู้ปลา และกำหนดระบบนิเวศภายในตู้ปลา สิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต

## 2.5 ชั้นประเมินผล

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองโดยผู้วิจัยกำหนดหัวข้อในการเสนอ และให้เพื่อนกลุ่มอื่นดำเนินการให้คะแนนและเขียนข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

### ขั้นที่ 3 ชั้นสังเกตการณ์ (Observe)

#### 3.1 ชั้นสร้างความสนใจ

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบนิเวศภายในตู้ปลาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่นักเรียนเห็นในวิดีโอได้อย่างแตกต่างหลากหลาย เช่น

ผู้วิจัย: จากคลิปวิดีโอที่ดูข้างต้นนักเรียนสังเกตเห็นอะไรบ้าง

นักเรียน: ตู้ปลา ปลา น้ำ ไม้ น้ำ หิน ทราย ท่อนไม้ สาหร่าย ปะการัง

ผู้วิจัย: นักเรียนเห็นสิ่งมีชีวิตอะไรบ้าง เป็นสิ่งมีชีวิตประเภทใด

นักเรียน: ปลา ปะการังเป็นสัตว์ ไม้ น้ำ สาหร่ายเป็นพืช

ผู้วิจัย: นักเรียนเห็นสิ่งไม่มีชีวิตอะไรบ้าง

นักเรียน: ตู้ปลา น้ำ หิน ทราย ท่อนไม้

จากการตอบคำถามข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนให้ความสนใจและมีความคิดสร้างสรรค์ในการตอบถาม เพราะนักเรียนเสนอคำตอบที่นอกเหนือจากในคลิป เมื่อผู้วิจัยเปิดภาพตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากขนาดต่าง ๆ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมแสดงความคิดเห็นถึงขนาดของตู้ปลา กับปริมาตรของตู้ปลาว่ามีความสัมพันธ์กัน นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นว่าตู้ปลาที่มีขนาดความกว้าง ความยาวและความสูงมากจะมีปริมาตรมากกว่า หนึ่งจากนั้นผู้วิจัยถามนักเรียนเกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนักเรียนบางคนสามารถบอกได้นำความกว้างคูณความยาวคูณความสูง

#### 3.2 ชั้นสำรวจค้นหา

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานตามที่ตกลงและมีนักเรียนบางกลุ่มใช้การสืบค้นด้วยเทคโนโลยีและมีบางกลุ่มสืบค้นโดยใช้หนังสือเรียน หลังจากนั้นนักเรียนเขียนอธิบายวิธีการหาคำตอบและวาดภาพแสดงการหาคำตอบได้อย่างหลากหลายวิธี

#### 3.3 ชั้นอธิบายและลงข้อสรุป

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสืบค้นวิธีการหาคำตอบได้ 3 วิธีเป็นส่วนใหญ่ หลังจากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันลงข้อสรุปเกี่ยวกับ

วิธีการหาคำตอบและให้นักเรียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวิธีการหาที่คิดว่าเหมาะสมในการหาคำตอบ และดำเนินการตรวจสอบคำตอบ

### 3.4 ขั้้นขยายความรู้

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันระดมความคิดในการออกแบบตู้ปลาให้มีลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีความแตกต่างสร้างสรรค์ โดยวาดภาพกล่องและกำหนดขนาด หลังจากนั้นลงมือสร้างกล่องตู้ปลา และสร้างระบบนิเวศภายในตู้ปลาให้มีความสมบูรณ์



ภาพ 21 แสดงนักเรียนดำเนินการออกแบบตู้ปลา



ภาพ 22 แสดงนักเรียนในกลุ่มแบ่งหน้าที่กันทำงานตามตกลง

### 3.5 ชั้นประเมินผล

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน อธิบาย ปริมาตรของตู้ปลาและอธิบายถึงระบบนิเวศภายในตู้ปลาได้ครบถ้วน หลังจากนั้นนักเรียนกลุ่มอื่นทำการประเมินชิ้นงานของกลุ่มเพื่อนจนครบทุกกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน



ภาพ 23 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

#### ขั้นที่ 4 ชั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน และได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 สรุปได้ดังตาราง 9

ตาราง 9 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการแก้ไข
ขั้นสร้างความสนใจ	- คลิปวิดีโอทำให้นักเรียนสนใจมากขึ้น	-	-
ขั้นสำรวจค้นหา	- นักเรียนให้การสำรวจค้นหาในหนังสือร่วมกับอินเทอร์เน็ต	-	-
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	-	-	-
ขั้นขยายความรู้	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนออกแบบตุ้ปลาที่มีรูปทรงแตกต่างจากแบบเดิม	กระดาษลังต้องใช้คัตเตอร์ในการตัด ซึ่งต้องระวัง	ผู้วิจัยควรช่วยเหลือในการใช้อุปกรณ์หรือเปลี่ยนวัสดุเป็นกระดาษที่ตัดง่าย ๆ ไม่แข็งจนเกินไป
		นักเรียนใช้เวลาในการสร้างตุ้ปลาจำนวนมาก เนื่องจากต้องสร้างส่วนประกอบหลายอย่าง	ผู้วิจัยแนะนำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันสร้างตามที่ได้ออกแบบไว้ในใบกิจกรรม

จากตาราง 9 เป็นตารางสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาในวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแนวทางการปรับปรุงแก้ไข ปัญหาที่พบในแต่ละขั้นตอนมาพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

#### วงจรปฏิบัติการที่ 4 โจทย์ปัญหาของรูปเรขาคณิตสามมิติ

##### ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

ผู้วิจัยได้วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

ขั้นที่ 5 ประเมินผล

โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาของรูปเรขาคณิตสามมิติ

## ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Action)

ขั้นปฏิบัติการเป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาจำนวน 4 ชั่วโมง ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน โดยมีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 2.1 ขั้นสร้างความสนใจ

นักเรียนได้รับการกระตุ้นความสนใจด้วยการดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นกล่อง ลักษณะรูปคลี่ และพูดคุยเกี่ยวกับกล่องบรรจุภัณฑ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่พบเจอในชีวิตประจำวันแบบต่าง ๆ สังเกตเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของกล่อง และร่วมกันกำหนดประเด็นที่จะศึกษา

### 2.2 ขั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนทำกิจกรรมสำรวจกล่องบรรจุภัณฑ์แบบต่าง ๆ สำรวจรูปคลี่ ปริมาตรของกล่อง โดยใช้สื่อค้นคว้าที่หลากหลาย พร้อมเขียนอธิบายวิธีการหาค่าตอบ และวาดภาพประกอบได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

### 2.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันอภิปรายลักษณะของกล่องบรรจุภัณฑ์แบบละแบบที่ทำในใบกิจกรรมและขั้นตอนในการหาปริมาตรของกล่อง โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็นของแต่ละกลุ่มที่สืบค้นได้ และร่วมกันสรุปการหาปริมาตรและความจุ พร้อมตรวจสอบคำตอบ

### 2.4 ขยายความรู้

นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์แก้วน้ำ โดยมีเงื่อนไขว่าสามารถใช้กระดาษได้เพียงแผ่นเดียว นักเรียนสามารถกำหนดได้ว่าบรรจุภัณฑ์ของตนจะบรรจุแก้วจำนวนเท่าใด พร้อมทั้งหาปริมาตรและต้องมีความคิดสร้างสรรค์

### 2.5 ประเมินผล

นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานของกลุ่มตนเองโดยผู้วิจัยกำหนดหัวข้อในการเสนอ และให้เพื่อนกลุ่มอื่นดำเนินการให้คะแนนและเขียนข้อเสนอแนะ หลังจากนั้นแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน



### ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

#### 3.1 ขั้นสร้างความสนใจ

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการกระตุ้นความสนใจ โดยให้ดูคลิปวิดีโอเกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นกล่อง รูปคลีของบรรจุภัณฑ์ ครูใช้คำถามกระตุ้นความสนใจ และนักเรียนร่วมพูดคุยเกี่ยวกับกล่องบรรจุภัณฑ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ถึงลักษณะรูปคลีและปริมาตร เช่น

ผู้วิจัย: รูปคลีของกล่องบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติอะไรบ้าง

นักเรียน: สี่เหลี่ยมผืนผ้า มีหลายแบบ

ผู้วิจัย: จากรูปคลีของกล่องมีส่วนประกอบของรูปคลีที่นอกเหนือจากที่เราเรียนมาหรือไม่ อย่างไร

นักเรียน: มีส่วนที่เกินออกมา เอาไว้สอดปิดกล่อง

นักเรียน: ส่วนที่เกินออกมาเอาไว้แปะกา

จากการตอบคำถามข้างต้นแสดงให้เห็นว่านักเรียนให้ความสนใจและมีความคิดสร้างสรรค์ในการตอบถาม เพราะนักเรียนเสนอคำตอบที่นอกเหนือจากที่เคยเรียน หลังจากนั้นร่วมพูดคุยเกี่ยวกับปริมาตรของกล่องและกำหนดประเด็นร่วมกันออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์

#### 3.2 ขั้นสำรวจค้นหา

นักเรียนทำกิจกรรมที่ 4.1 ความจุของกล่อง จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการสำรวจกล่องรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบต่าง ๆ และบันทึกลงในใบกิจกรรม โดยสังเกตและค้นหากกล่องบรรจุภัณฑ์ประเภทต่าง ๆ พร้อมทั้งหารูปคลีของบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ เขียนอธิบายขนาด วาดภาพ และหาปริมาตรความจุ ในขั้นนี้ผู้วิจัยคอยสังเกตและให้คำปรึกษา

#### 3.3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มให้ความร่วมมือในการสรุปและอภิปรายเกี่ยวกับส่วนประกอบของกล่องบรรจุภัณฑ์และปริมาตรของกล่องบรรจุภัณฑ์แต่ละกล่อง และร่วมกันหาข้อสรุปเกี่ยวกับการแก้โจทย์ปัญหา

#### 3.4 ขั้นขยายความรู้

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมที่ 4.2 ออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์แก้วน้ำ โดยมีเงื่อนไขว่าสามารถใช้กระดาษได้เพียงแผ่นเดียว นักเรียนสามารถออกแบบบรรจุภัณฑ์ความคิดสร้างสรรค์



ภาพ 24 แสดงนักเรียนวาดภาพรูปคลี่ของกล่องบรรจุภัณฑ์ตามที่ออกแบบ

### 3.5 ชั้นประเมินผล

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน พบว่า นักเรียนสามารถนำเสนอชิ้นงาน ประเมินชิ้นงานกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่นทำการประเมินชิ้นงานของกลุ่มเพื่อนจนครบทุกกลุ่ม นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคะแนนที่กลุ่มเพื่อนทำการประเมินมาสรุปผลและเขียนแนวทางในการปรับปรุงและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน



ภาพ 25 แสดงตัวอย่างชิ้นงานหลังดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

#### ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์พบปัญหาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและได้เสนอแนะแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 4 สรุปได้ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงการสรุปปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 4

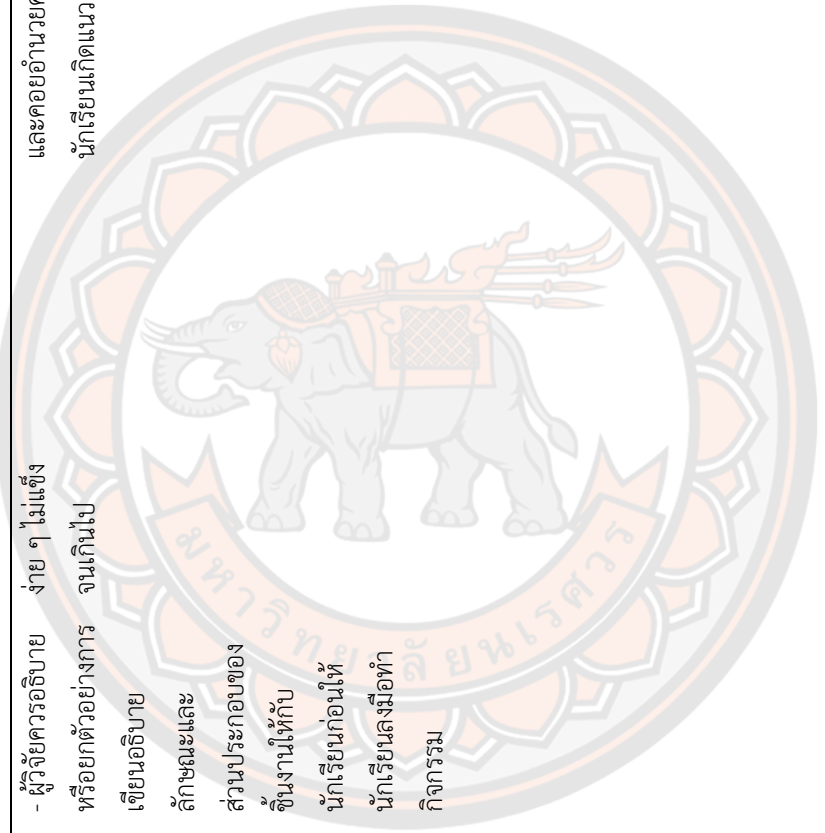
ขั้นตอน	แนวปฏิบัติที่ดี	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	
		ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน
ขั้นสร้างความสนใจ	-	-	-
ขั้นสำรวจค้นหา	- องค์ประกอบของรูป คลี่แตกต่างจากที่เคย เรียนทำให้นักเรียนมี ความช่างสังเกตมากขึ้น	-	-
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	-	-	-
ขั้นขยายความรู้	-	-	-
ขั้นประเมินผล	-	-	-

ตาราง 11 แสดงผลการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจร และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทฤษฎีการประเมินผล  
ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

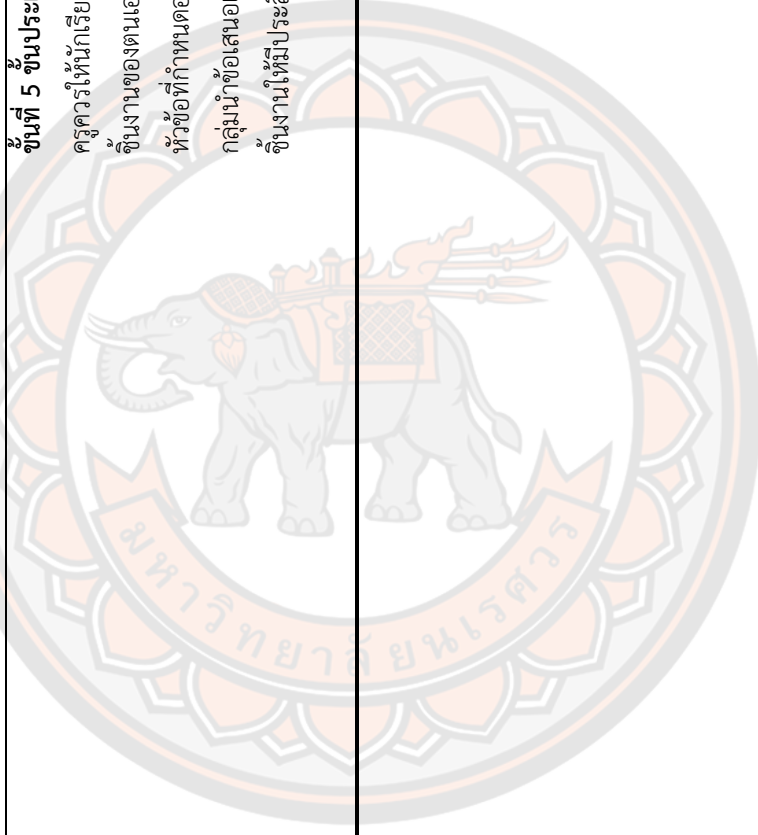
ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง				สรุป
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4	
<p>ขั้นสร้างความสนใจ</p> <p>- ผู้วิจัยควรทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนก่อนการดำเนินการเรียนรู้</p> <p>- ผู้วิจัยควรใช้คลิปวิดีโอหรือสื่อที่สามารถพบคลัสเตอร์เพื่อกระตุ้นความสนใจ</p>	<p>- ผู้วิจัยควรตั้งคำถามกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนตอบหรือแสดงความคิดเห็นเพิ่มขึ้น</p>	-	-	<p><b>ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ</b> ครูควรทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนที่จะดำเนินกิจกรรม หลังจากนั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยสถานการณ์ในชีวิตจริงมีความใกล้ตัวนักเรียน หรือนำสิ่งของที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตสามมิติมาแสดงให้นักเรียนเห็นและสัมผัส โดยเชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี หลังจากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุยถึงสถานการณ์ดังกล่าวและร่วมกันกำหนดประเด็นที่จะศึกษา</p>	
<p>ขั้นสำรวจค้นหา</p> <p>- ผู้วิจัยควรชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงาน</p> <p>- ผู้วิจัยควรมีการจำกัดการใช้อุปกรณ์เพียงกลุ่ม</p>	<p>- ผู้วิจัยควรชี้แจงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงาน</p> <p>- ผู้วิจัยควรมีการจำกัดการใช้</p>			<p><b>ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา</b> ครูเตรียมสื่อรูปทรงเรขาคณิตสามมิติให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตและพิจารณา และตอบคำถามในใบกิจกรรม ดำเนินการสืบค้นโดยใช้สื่อร่วมในการค้นคว้าคำตอบของกิจกรรม โดยในส่วนของกิจกรรมจะต้องให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการความรู้ ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือประเด็นที่สนใจ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกับพูดคุย สังเกต</p>	

ชื่อการปรับปรุง			
ขั้นตอน	วงจรถัดไป 1	วงจรถัดไป 2	วงจรถัดไป 3
	วงจรถัดไป 1	วงจรถัดไป 2	วงจรถัดไป 3
		วงจรถัดไป 4	
	ละ 1-2 เครื่อง เฉพาะผู้ที่ทำหน้าที่ สืบค้นหาข้อมูล		
			วิเคราะห์และหาคำตอบของกิจกรรม โดยครูอาจเตรียม อุปกรณ์หรือบัตรเตรียมอุปกรณ์ที่เป็นสื่อช่วยในการสืบ ค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม หรืออุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ในชั้นนี้ครูจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการ ทำกิจกรรม และให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง หรือใช้คำถาม กระตุ้นให้คิด
ข้ออธิบายและลง ข้อสรุป	- ผู้วิจัยควรใช้สื่อที่ สามารถคัดลอกมา ได้เพื่อให้นักเรียน มองเห็นภาพมาก ยิ่งขึ้น	ผู้วิจัยควรจำกัด อุปกรณ์ให้ใช้เท่าที่ เตรียมไว้ให้ เพื่อให้ เกิดความคุ้มค่ามาก ที่สุด	<b>ขั้นที่ 3 ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป</b> ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือค้นพบ จากกิจกรรมการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการหาคำตอบของกิจกรรม โดยการตอบคำถามของนักเรียนครูควรเปิดโอกาสให้ตอบโดยไม่ควรถัดสินทันทีว่าคำตอบถูกหรือผิด ให้แต่ละกลุ่มร่วมเสนอความคิดเห็นและครูร่วมกับนักเรียนในการหาข้อสรุปของประเด็นที่จะศึกษา
ข้อขยายความรู้	- ผู้วิจัยควรจำกัด อุปกรณ์ให้ใช้เท่าที่ เตรียมไว้ให้ เพื่อให้ เกิดความคุ้มค่ามาก ที่สุด	- ผู้วิจัยควร ช่วยเหลือในการใช้ อุปกรณ์หรือเปลี่ยน วัสดุเป็นกระดาษที่ ตัด ดีที่สุด	<b>ขั้นที่ 4 ขั้นตอนขยายความรู้</b> ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนขยายความรู้โดยเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง ครุมีหน้าที่ในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์

ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง			สรุป
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	
ขั้นตอนความรู้	<p>วงจรที่ 1</p> <p>- ผู้วิจัยควรอธิบาย หรือยกตัวอย่างการ เขียนอธิบาย ลักษณะและ ส่วนประกอบของ ชิ้นงานให้กับ นักเรียนก่อนให้ นักเรียนลงมือทำ กิจกรรม</p> <p>- ผู้วิจัยควรอธิบาย หรือคอยใช้คำถาม กระตุ้นให้เกิด แนวคิด และกำกับ เวลาไม่ให้เกิน กำหนด</p>	<p>วงจรที่ 2</p> <p>- ผู้วิจัยควรอธิบาย หรือยกตัวอย่างการ เขียนอธิบาย ลักษณะและ ส่วนประกอบของ ชิ้นงานให้กับ นักเรียนก่อนให้ นักเรียนลงมือทำ กิจกรรม</p>	<p>วงจรที่ 3</p> <p>ง่าย ๆ ไม่แข็ง จนเกินไป</p>	<p>สรุป</p> <p>และคอยอำนวยความสะดวก ให้แก่นักเรียนที่ถามให้ นักเรียนเกิดแนวคิดสร้างสรรค์</p>



ขั้นตอน	ข้อควรปรับปรุง				สรุป
	วงจรที่ 1	วงจรที่ 2	วงจรที่ 3	วงจรที่ 4	
ขั้นประเมินผล	กิจกรรม - ผู้วิจัยควรรกำหนดหัวข้อย่อยในการนำเสนอเพื่อเป็นแนวทางในการนำเสนอให้ผู้เรียนมีความกระชับและรวดเร็ว				ขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการนำเสนอชิ้นงาน ประเมินชิ้นงานของตนเองและประเมินชิ้นงานของกลุ่มเพื่อนตามหัวข้อที่กำหนดอย่างเหมาะสม ทดลองจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อเสนอแนะมาทำการสรุปและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น



ตาราง 12 แสดงการสรุปแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทาง  
สะเต็มศึกษาจำแนกตามบทบาทของครูผู้สอนและนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการ  
เรียนรู้

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ครูชวนนักเรียนพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวัน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ สงสัย อยากรู้ อยากเห็น ให้เกิดประเด็นที่ต้องการศึกษา หลังจากนั้นครูเปิดคลิปวิดีโอที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ พูดคุย ครูใช้การตั้งคำถาม กระตุ้นให้นักเรียนคิด เกี่ยวกับประเด็นที่สนใจ โดยสถานการณ์ใน ชีวิตประจำวันมีการเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ บูรณา การกับวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี</p>	<p>นักเรียนควรให้ความสนใจกับสถานการณ์ที่ครู นำเสนอ โต้ตอบรับชม ตั้งคำถาม ตอบคำถาม และ แสดงความคิดเห็น เชื่อมโยงความรู้ตามที่ครูนำเสนอ</p>
ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือ ประเด็นที่สนใจ โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่ม ร่วมกับพูดคุย สังเกต วิเคราะห์และหาคำตอบของ กิจกรรม โดยครูอาจเตรียมอุปกรณ์หรือนักเรียนเตรียม อุปกรณ์ที่เป็นสื่อช่วยในการสืบค้นหาข้อมูลเพิ่มเติม หรือ อุปกรณ์ที่อำนวยความสะดวกแก่นักเรียน ในขั้นนี้ครูจะ เป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการทำกิจกรรม และ ให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง หรือใช้คำถามกระตุ้นให้คิด</p>	<p>นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการหาคำตอบและ ตอบคำถามในกิจกรรม โดยดำเนินการหาข้อมูลและ เชื่อมโยงความรู้ในการตอบคำถาม</p>
ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายลงข้อสรุป	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
<p>ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือ ค้นพบ จากการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีในการหาคำตอบของกิจกรรม โดยการตอบคำถามของนักเรียนครูควรเปิดโอกาสให้ ตอบโดยไม่ต้องตัดสินทันทีว่าคำตอบถูกหรือผิด ให้แต่ละ กลุ่มร่วมเสนอความคิดเห็นและครูร่วมกับนักเรียนในการ หาข้อสรุปของประเด็นที่จะศึกษา</p>	<p>นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมอภิปราย แสดงความคิดเห็น ตอบคำถาม ร่วมกับครู โดยมีการเชื่อมโยงความรู้ใน การตอบคำถาม</p>



ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนเรียนขยายความรู้โดย เป็นเป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี โยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่ในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และคอยอำนวยความสะดวก ชี้แนะหรือตั้งคำถามให้นักเรียนเกิดแนวคิดสร้างสรรค์	นักเรียนทำกิจกรรม ร่วมกันระดมสมอง พุดคุยเกี่ยวกับกิจกรรมและหาข้อสรุปในกลุ่มเพื่อสร้างชิ้นงานตามที่กำหนด
ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล	
บทบาทครู	บทบาทนักเรียน
ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการนำเสนอชิ้นงาน ประเมินชิ้นงานของตนเองและประเมินชิ้นงานของกลุ่มเพื่อนตามหัวข้อที่กำหนดอย่างเหมาะสม หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอแนะมาทำการสรุปและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น	นักเรียนนำเสนอชิ้นงาน ประเมินชิ้นงานของกลุ่มตนเองและกลุ่มเพื่อนอย่างซื่อตรง และนำเสนอมาสรุปและดำเนินการปรับปรุงชิ้นงาน

## ตอนที่ 2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้หรือไม่ อย่างไร

ผู้วิจัยวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรม และหลังจากที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบ 4 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์เป็นรายบุคคล โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระหว่างการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

### 1. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใช้ใบกิจกรรม โดยพิจารณาจากข้อคำถามในใบกิจกรรมที่วัตถุประสงค์ประกอบแต่ละด้านของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งได้ทำการแบ่งกลุ่มของนักเรียนจำนวน 18 คน ออกเป็น 4 กลุ่ม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

## 1.1 วงจรปฏิบัติการที่ 1

### 1.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

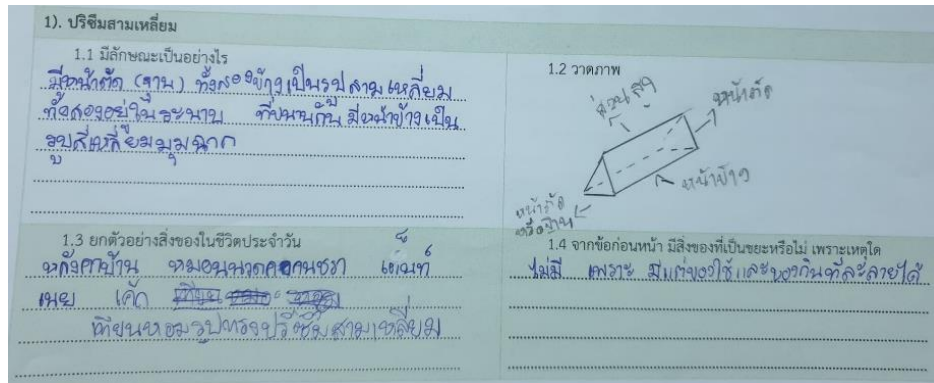
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมใจวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 1

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย</b>				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	0	3 (75.00)	1 (25.00)	0
1.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	2 (50.00)	2 (50.00)	0
<b>2. การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์</b>				
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	1 (25.00)	3 (75.00)	0	0
2.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	1 (25.00)	3 (75.00)	0
<b>3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด</b>				
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	0	0	4 (100.00)	0
3.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	0	4 (100.00)	0

จากตาราง 13 เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านการแนวคิดที่หลากหลายในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 62.50 ในด้านการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 62.50 และในด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในใบกิจกรรมที่ 1 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ พอใช้ คิดเป็นร้อยละ 100 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 1 ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิด

สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้ ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ดังภาพ 26 ภาพ 27 และ ภาพ 28



1). ปริซึมสามเหลี่ยม

1.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร

มีหน้าตัด (สาม) ทรงเอียงๆ เป็นรูปสามเหลี่ยม  
ที่เอียงเอียงในระนาบ คั่นหน้ากัน สีหน้าๆ เอียง  
อุปสรรคที่ยอมรับยาก

1.2 วาดภาพ

หน้าตัด  
หน้าข้าง  
หน้าข้าง

หน้าตัด  
หน้าข้าง

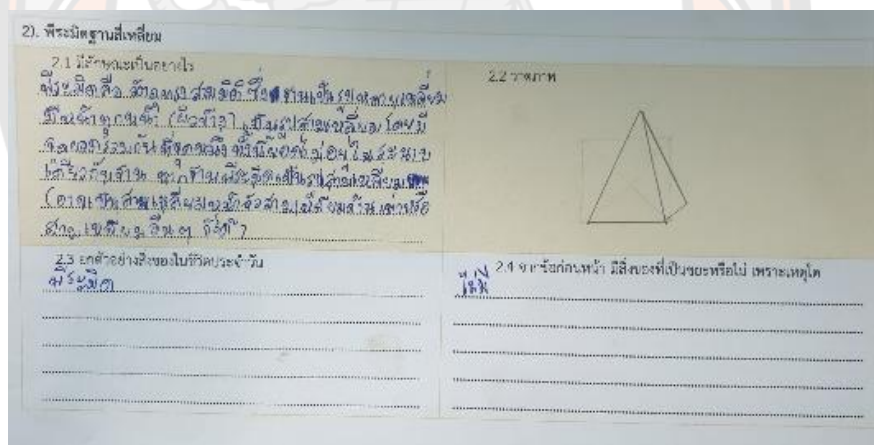
1.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน

วงกบคานาน้ำ หมอนหนุนรถจักรยานยนต์ เก้าอี้  
หมอน เค้ก ไข่ต้ม ไข่ดาว  
พิซซ่าขนมหวานรูปหัวใจ หมอนสามเหลี่ยม

1.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นระฆังหรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่มี เพราะ มีแก๊งเอ็งอีจ้และวงกบนั้นคล้ายๆกันได้

ภาพ 26 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดี  
จากไปกิจกรรมวงจรถูกปฏิบัติที่ 1



2). พีระมิดฐานสี่เหลี่ยม

2.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร

มีสี่เหลี่ยมด้านขนานเป็นฐาน มีเส้นตั้งฉากลงมาตั้งตรง  
มีเส้นตั้งฉากขึ้นตั้ง (สีน้ำเงิน) เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานโดยมี  
สีของสีน้ำเงินกับสีของสีน้ำเงินเหมือนกัน เอียง เอียง สีน้ำเงิน  
ได้สีน้ำเงินสีน้ำเงิน จากสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงิน  
(สีน้ำเงิน) สีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงิน  
สีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงินสีน้ำเงิน

2.2 วาดภาพ

หน้าตัด  
หน้าข้าง

2.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน


พีระมิด

2.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นระฆังหรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่มี

ภาพ 27 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับพอใช้  
จากไปกิจกรรมวงจรถูกปฏิบัติที่ 1

จากภาพ 26 พบว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายและวาดภาพส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ และสามารถยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลายเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามยังมีบางกลุ่มที่ยกตัวอย่างได้เพียงเล็กน้อยซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอตัวอย่างการเขียนตอบดังภาพ 27

2. อธิบายประเภทที่ 2 คือ <u>ศิลปะปอกร่างกาย</u>	
2.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของศิลปะปอกร่างกาย เช่น <u>ปีกนกเป็นต้นขาคือศิลปะปอกร่างกายที่คนทั่วไปจะเห็น</u> <u>ศิลปะปอกร่างกายเป็นสิ่งที่มองไม่เห็นแต่มีอยู่จริง</u>	2.2 วาดภาพแผนผังของศิลปะปอกร่างกาย 
2.3 อธิบายวิธีที่คนคนหนึ่งใช้ทำให้คนอื่นสามารถที่จะเข้าใจกับตนเอง เช่น <u>เมื่อคนคนหนึ่งมีอารมณ์โกรธ เขามักจะพูดเสียงดัง</u> <u>ถ้าใจไม่ดี ก็จะพูดเสียงดัง</u>	2.4 เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างศิลปะปอกร่างกาย 1. <u>ศิลปะปอกร่างกายเป็นสิ่งที่มองไม่เห็น</u> 2. <u>ศิลปะปอกร่างกายเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง</u> 3. <u>ศิลปะปอกร่างกายเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง</u> 4. <u>ศิลปะปอกร่างกายเป็นสิ่งที่มีอยู่จริง</u>

ภาพ 28 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดี  
จากใบกิจกรรมวงจรมงจรรยาปฏิบัติที่ 1

จากภาพ 28 พบว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายและวาดภาพส่วนประกอบของชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์แปลกใหม่ และสามารถเขียนอธิบายถึงจุดเด่น คุณค่าของชิ้นงานได้

## 1.2 วงจรปฏิบัติการที่ 2

### 1.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

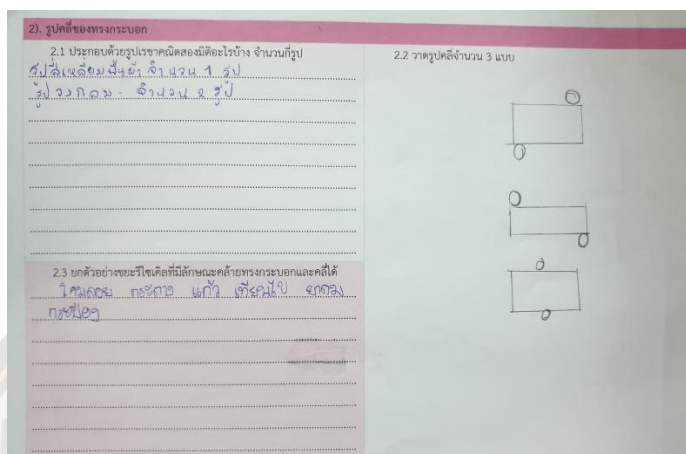
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมใจวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังตาราง 14

ตาราง 14 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 2

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย</b>				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	0	3 (75.00)	1 (25.00)	0
1.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	2 (50.00)	2 (50.00)	0
<b>2. การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์</b>				
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	1 (25.00)	2 (50.00)	1 (25.00)	0
2.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	4 (100.00)	0	0
<b>3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด</b>				
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	0	4 (100.00)	0	0
3.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	4 (100.00)	0	0

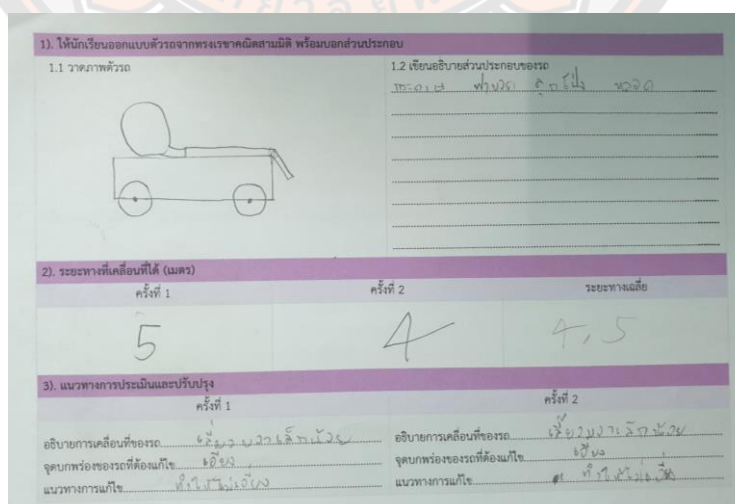
จากตาราง 14 เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านการแนวคิดที่หลากหลายในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 62.50 ด้านการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ในใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับ ดี คิดเป็นร้อยละ 62.50 และในด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในใบกิจกรรมที่ 2 นักเรียนร้อยละ 100 อยู่ในระดับดี จากการเก็บ

รวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ดังภาพ 29 ภาพ 30 และภาพ 31



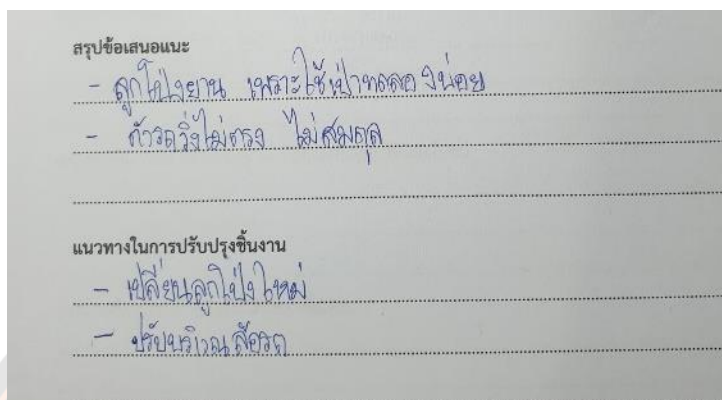
ภาพ 29 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรมวงจรมงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 29 พบว่า ส่วนใหญ่นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนอธิบายส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติได้จากการสังเกตรูปคลี่ สามารถวาดรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิดได้อย่างน้อย 3 แบบได้อย่างแตกต่างหลากหลาย



ภาพ 30 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดี จากใบกิจกรรมวงจรมงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 30 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนอธิบายส่วนประกอบได้ในระดับดี สามารถวาดภาพแบบจำลองชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ และสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์เฉพาะหน้าจากการทำกิจกรรมได้จากการบันทึกผลลงในใบกิจกรรมในระดับดี



ภาพ 31 แสดงการเขียนสรุปและปรับปรุงชิ้นงานของนักเรียนในระดับดี  
จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 2

จากภาพ 31 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถสรุปข้อเสนอแนะจากการประเมินชิ้นงานได้ในระดับดี ยังไม่สามารถสื่อถึงทุกส่วนสำคัญของชิ้นงาน และสามารถเขียนแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานได้ในระดับดี สามารถปรับปรุงชิ้นงานได้จากการทดลองได้อย่างถูกต้อง

### 1.3 วงจรปฏิบัติการที่ 3

#### 1.3.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

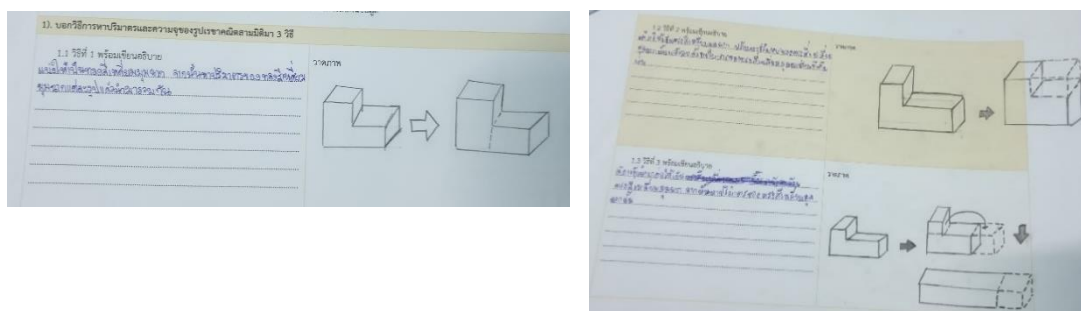
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมใจวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังตาราง 15

ตาราง 15 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของวงจรปฏิบัติการที่ 3

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย</b>				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	2 (50.00)	2 (50.00)	0	0
1.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม				
<b>2. การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์</b>				
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	1 (25.00)	2 (50.00)	1 (25.00)	0
2.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	4 (100.00)	0	0	0
<b>3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด</b>				
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	0	4 (100.00)	0	0
3.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	4 (100.00)	0	0

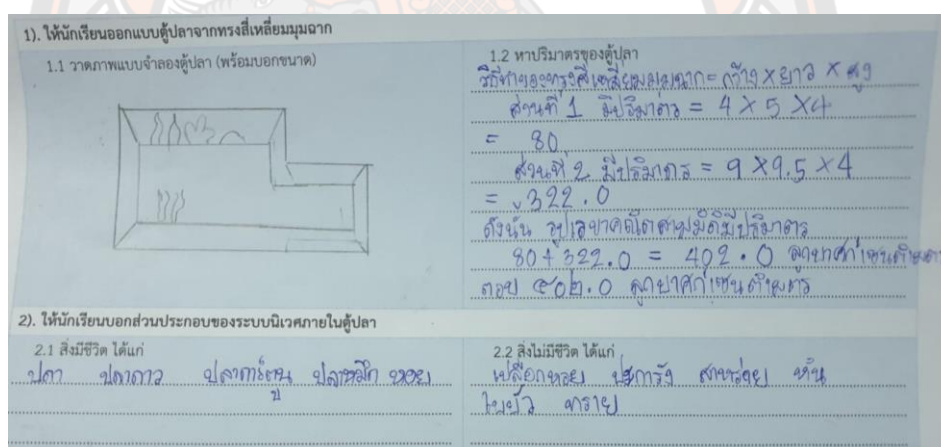
จากตาราง 15 เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านการแนวคิดที่หลากหลายในใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 75.00 ด้านการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 62.50 และในด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิดในใบกิจกรรมที่ 2 ของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 100 จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 3 ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ดังภาพ 32 ภาพ 33 และภาพ 34





ภาพ 32 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดีมาก  
จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 32 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถบอกวิธีการหาค่าตอบ ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลายและถูกต้อง ตลอดจนสามารถใช้ ข้อมูลที่สืบค้นในการหาแก้ปัญหาในกิจกรรมได้อย่างถูกต้อง



ภาพ 33 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดีมาก  
จากใบกิจกรรมวงจร ปฏิบัติการที่ 3

จากภาพ 33 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนอธิบายองค์ประกอบเกี่ยวกับชิ้นงาน สามารถวาดภาพออกแบบชิ้นงานเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้แปลกใหม่ และสร้างสามารถสร้าง แบบจำลองจากที่ออกแบบในใบกิจกรรมได้อย่างสร้างสรรค์

สรุปข้อเสนอแนะ

คำอธิบายหากเหมาะสม ซึ่งงานมีความสำคัญ

คงมี ๑-๒ กลุ่มยังไม่ค่อยครบ

แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน

เพิ่มองค์ประกอบด้าน

เพิ่มสิ่งมีชีวิต เช่น ปลา อากาศ

เพิ่มสิ่งไม่มีชีวิต เช่น หิน

ภาพ 34 แสดงการประเมินและปรับปรุงแนวคิดของนักเรียนในระดับดี  
จากใบกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 3

1.4 วงจรปฏิบัติการที่ 4

1.4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากใบกิจกรรม

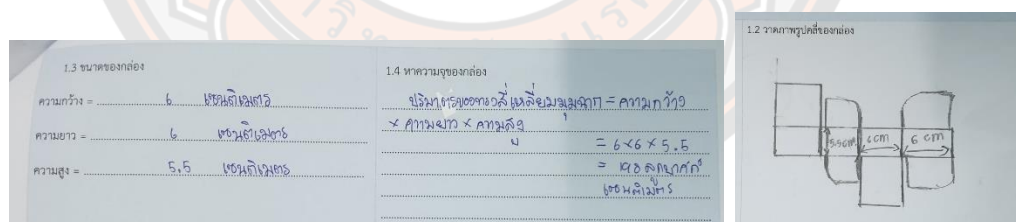
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับ  
ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จากใบกิจกรรมใจวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังตาราง 16

ตาราง 16 แสดงจำนวนกลุ่มนักเรียนตามระดับความคิดสร้างสรรค์จากใบกิจกรรมของวงจร  
ปฏิบัติการที่ 4

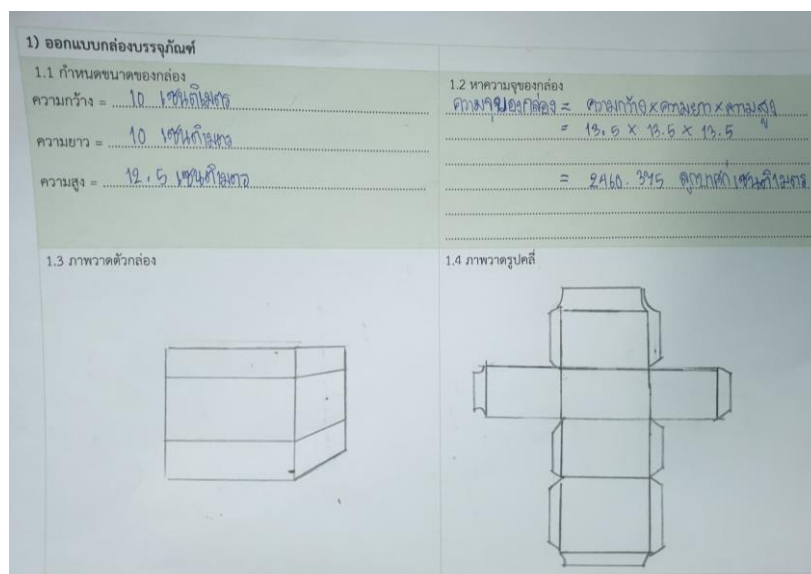
องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย</b>				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	4 (100.00)	0	0	0
1.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	3 (75.00)	1 (25.00)	0	0
<b>2. การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์</b>				
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	3 (75.00)	1 (25.00)	0	0

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
2.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	3 (75.00)	1 (25.00)	0	0
<b>3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด</b>				
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	0	4 (100.00)	0	0
3.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	0	4 (100.00)	0	0

จากตาราง 16 เมื่อพิจารณาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยรวมแต่ละองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านการแนวคิดที่หลากหลายในใบกิจกรรมที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 87.50 ในด้านการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นร้อยละ 75.00 และในด้านการประเมินและปรับปรุงแนวคิดนักเรียนร้อยละ 100 อยู่ในระดับดี จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรมที่ 4 ของนักเรียน พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 54.67 ทั้งนี้ผู้วิจัยได้แสดงภาพตัวอย่างการเขียนตอบของนักเรียน ดังภาพ 35 ภาพ 36 และภาพ 37



ภาพ 35 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลายของนักเรียนในระดับดีมาก  
จากใบกิจกรรมวงจรถ่ายปฏิบัติภารกิจที่ 4



ภาพ 36 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนในระดับดีมาก จากไปกิจกรรมวงจรปฏิบัติการที่ 4

จากภาพ 35 พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถเขียนอธิบายและวาดภาพเกี่ยวกับกล่องบรรจุภัณฑ์ สามารถแก้โจทย์ปัญหาความจุเกี่ยวกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลาย สามารถออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ได้อย่างสร้างสรรค์ ดังภาพ 36

## 2. ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ

หลังการจัดการจัดการเรียนรู้อย่างสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จำนวน 1 ครั้ง เป็นรายบุคคลและนำผลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดังตาราง 17

ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

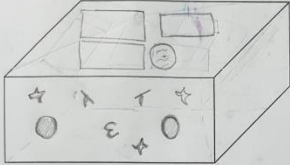
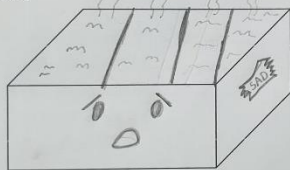
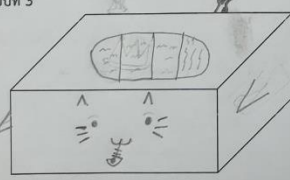
องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>1. การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย</b>				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ	12 (66.67)	6 (33.33)	0	0
1.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคม	5 (27.78)	11 (61.11)	2 (11.11)	0

องค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ			
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ปรับปรุง
<b>2. การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์</b>				
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการ เขียนและสร้างภาพ	13 (72.22)	5 (27.78)	0	0
2.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	4 (22.22)	13 (72.22)	1 (5.56)	0
<b>3. การประเมินและปรับปรุงแนวคิด</b>				
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการ เขียนและสร้างภาพ	5 (27.78)	11 (61.11)	2 (11.11)	0
3.2 การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา ทางวิทยาศาสตร์และสังคม	5 (27.78)	10 (55.56)	3 (16.67)	0

จากตาราง 17 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ มีรายละเอียดดังนี้

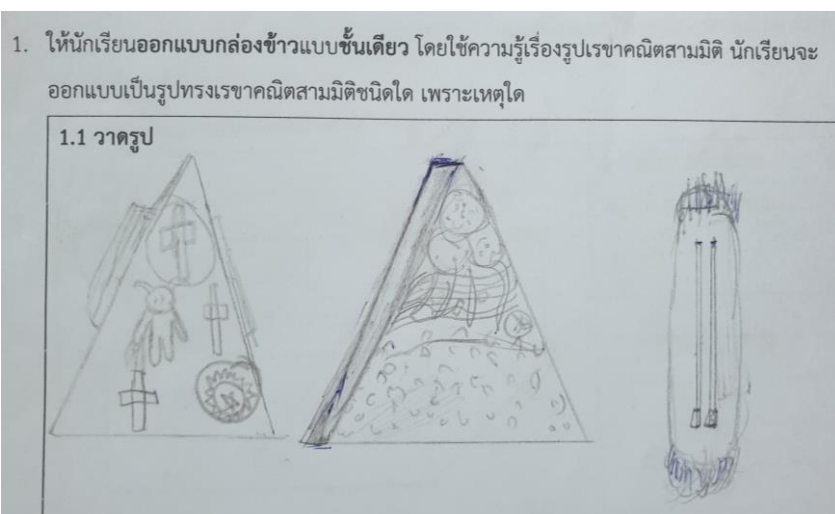
การสร้างแนวคิดที่หลากหลายนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมากและดี ร้อยละ 47.22 ในจำนวนเท่ากัน โดยในองค์ประกอบย่อยด้านการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและการสร้างภาพนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 66.67 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิดและวาดภาพในสถานการณ์ได้อย่างหลากหลายดังภาพ 38 และในองค์ประกอบย่อยด้านการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 61.11 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาเรื่องความจุและปริมาตรของรูปทรงได้ถูกต้อง

3. ให้นักเรียนออกแบบกล่องข้าวที่มี 4 หลุม มาก 3 แบบ โดยแต่ละหลุมเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ พร้อมอธิบายลักษณะของแต่ละหลุม  
วาดรูปแต่ละหลุมลงในกล่องด้านล่าง

3.1 วาดรูป	3.2 อธิบายลักษณะ
แบบที่ 1 	หลุมที่ 1 เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส 1. สี่เหลี่ยมจัตุรัส 2. ลูกบาศก์ 3. ลูกกลม 4. ลูกพีระมิด ..... ..... .....
แบบที่ 2 	หลุมที่ 1 เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 1. สี่เหลี่ยม 2. ลูกบาศก์ ..... ..... .....
แบบที่ 3 	หลุมที่ 1 เป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม 1. สี่เหลี่ยม 2. ลูกบาศก์ ..... ..... .....

ภาพ 37 แสดงการสร้างแนวคิดที่หลากหลาย  
จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์นักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 50.00 โดยในองค์ประกอบย่อยด้านการแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีมาก ร้อยละ 72.22 ดังภาพ 39 นักเรียนสามารถเขียนและสร้างภาพได้จากแนวคิดของตนเองอย่างหลากหลาย และในองค์ประกอบย่อยด้านการสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และสังคมนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 72.22 นักเรียนสามารถเขียนอธิบายวิธีการออกแบบกล่องข้าวให้มีขนาดพอดีและดูสวยงามได้อย่างสร้างสรรค์



ภาพ 38 แสดงการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์  
จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดีมาก

การประเมินและปรับปรุงแนวคิดนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี ร้อยละ 58.33 นักเรียน  
ใหญ่สามารถเขียนและสร้างภาพในการปรับปรุงแนวคิดเกี่ยวกับกล่องข้าวได้สอดคล้องกับบริบทที่  
กำหนดให้ และสามารถอธิบายคุณค่าและประโยชน์ได้

6. กล่องข้าวที่นักเรียนออกแบบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์หรือไม่

อธิบาย

กล่องข้าวที่นักเรียนออกแบบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์หรือไม่

อธิบาย

กล่องข้าวที่นักเรียนออกแบบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์หรือไม่

อธิบาย

ภาพ 39 แสดงการปรับปรุงและประเมิน  
จากแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในระดับดี

ผู้วิจัยได้พิจารณาความสอดคล้องของเครื่องมือในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า ระดับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่จากใบกิจกรรมในแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีแนวโน้มในทิศทางเดียวกับแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์กล่าวคือ การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ และการปรับปรุงและประเมินแนวคิดในระดับมากขึ้นไป จึงสรุปได้ว่าแบบทดสอบ และใบกิจกรรม มีแนวโน้มที่เป็นไปในแนวทางเดียวกัน





## บทที่ 5

### บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 และศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

#### สรุปผลการวิจัย

1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้อธิบายแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ตามลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ครูทดสอบความรู้เดิมของนักเรียนก่อนดำเนินกิจกรรมจากการใช้คำถาม แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 ถึง 5 คน โดยคละความสามารถ หลังจากนั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียนโดยการพูดคุยเกี่ยวกับสถานการณ์ ให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอสถานการณ์หรือนำสิ่งของที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตสามมิติมาแสดงให้นักเรียนเห็นและสัมผัส เพื่อให้นักเรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้ โดยสถานการณ์ที่เป็นประเด็นที่จะศึกษาควรมีความรู้เชื่อมโยงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี สามารถเสนอแนวทางในการแก้ปัญหาได้หลากหลายและเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หลังจากกระตุ้นความสนใจ ครูใช้คำถามให้นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับสถานการณ์ ครูและนักเรียนร่วมกันกำหนดประเด็นที่จะศึกษา ในการใช้คำถามกระตุ้นครูควรให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นทุกกลุ่ม

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจค้นหา ครูควรเตรียมสื่อรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่มีความหลากหลายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสังเกตและพิจารณา และตอบคำถามในใบกิจกรรม ดำเนินการสำรวจและค้นหาคำตอบของกิจกรรม จากการสืบค้นช่องทางต่าง ๆ เช่น หนังสือ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยในส่วนของกิจกรรมจะต้องให้ผู้เรียนเกิดการบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีที่เป็นสถานการณ์ต่อเนื่องจากขั้นที่ 1 ขั้นนี้ครูจะเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวกในการทำ

กิจกรรม และให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทาง หรือใช้คำถามกระตุ้นให้คิด เปิดโอกาสให้นักเรียนภายในกลุ่มร่วมกันพูดคุย สังเกต วิเคราะห์และหาคำตอบได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ครูควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สิ่งที่ได้เรียนรู้หรือค้นพบ จากการทำใบกิจกรรม และอภิปรายถึงสถานการณ์ที่สืบเนื่องมาจากขั้นตอนก่อนหน้าโดยบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี ครูอาจใช้คำถามกระตุ้น โดยการตอบคำถามของนักเรียนครูควรเปิดโอกาสให้ตอบ โดยไม่ควรตัดสินทันทีว่าคำตอบถูกหรือผิด หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมเสนอความคิดเห็นร่วมกับครูในการหาข้อสรุปของประเด็นที่จะศึกษา ครูควรเน้นย้ำในข้อสรุปเพื่อให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ที่ตรงกันเพื่อเตรียมพร้อมในขั้นตอนถัดไป

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงานอย่างหลากหลายและมีการชี้แจงอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ ให้นักเรียนศึกษากิจกรรมและดำเนินการตามกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินกิจกรรมด้วยตนเอง การสร้างชิ้นงานจะอาศัยองค์ความรู้จากสถานการณ์ที่ได้พูดคุยสืบเนื่องมาจากขั้นตอนก่อนหน้าโดยมีเนื้อหาที่นักเรียนได้บูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยีมามีส่วนร่วมในการตอบคำถามในใบกิจกรรม ในขั้นนี้ครูมีหน้าที่ในการเตรียมวัสดุอุปกรณ์และคอยอำนวยความสะดวก ชี้แนะหรือตั้งคำถามให้นักเรียนเกิดแนวคิดสร้างสรรค์

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ครูควรให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำการนำเสนอชิ้นงานถึงองค์ประกอบและแนวคิดในการออกแบบของชิ้นงานของกลุ่มตนเอง หลังจากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินชิ้นงานของตนเองและประเมินชิ้นงานของกลุ่มเพื่อนตามหัวข้อที่กำหนดอย่างเหมาะสม ครูเน้นว่าควรให้คะแนนอย่างยุติธรรมตามจริง หลังจากให้นักเรียนแต่ละกลุ่มประเมินชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้แต่ละกลุ่มสรุปคะแนนและข้อเสนอแนะนำมาทำการสรุปและดำเนินการเขียนแนวทางปรับปรุงชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

**2. ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6**

ผู้วิจัยสรุปผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากแบบประเมินใบกิจกรรมและแบบทดสอบตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

### 2.1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย

นักเรียนแต่ละกลุ่มมีพัฒนาการในการเขียนอธิบายแนวคิด ตีความหมายข้อมูลและสร้างภาพได้โดยผสมผสานรูปทรงเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลายและถูกต้อง

ควบคู่กับนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบ เครื่องมือ หรือวิธีการเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสมมติฐานหรือแนวคิดเพื่อตรวจสอบอย่างแตกต่างหลากหลาย อยู่ในระดับที่ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 และระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบรายบุคคลของนักเรียน

## 2.2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบหรือเขียนอธิบายในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และสร้างภาพหรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและบริบทนั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่ และมีประสิทธิภาพ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่นำไปใช้ ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับที่ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 และระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบรายบุคคลของนักเรียน

## 2.3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

กลุ่มของนักเรียนมีพัฒนาการที่ดีขึ้นในการประเมินและปรับปรุงแนวคิดซึ่งนักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบท ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบนั้นยังคงถูกต้อง อยู่ในระดับที่ ดี ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 และระดับดีมากในวงจรปฏิบัติการที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบรายบุคคลของนักเรียน

## อภิปรายผล

### 1. แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การศึกษาครั้งนี้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังจากการศึกษาพบว่า วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายละเอียด ซึ่งสามารถอภิปรายได้ดังต่อไปนี้

กิจกรรมการเรียนรู้เริ่มต้นด้วยสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่มีความสอดคล้องกับเนื้อหาและประเด็นที่จะศึกษา โดยใช้การกระตุ้นความสนใจของสถานการณ์ด้วยการพูดคุยและสื่อประกอบเช่น รูปคลี่ของกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งนักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติมาก่อนและประเด็นที่ศึกษายังไม่ชัดเจน ครูจึงใช้คำถามกระตุ้นและใช้สื่อประกอบเพื่อยกตัวอย่าง เช่น ถ้าครูตัดคลี่กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากนักเรียนคิดว่าจะเกิดรูปเรขาคณิตสองมิติอะไรบ้าง

การให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมด้วยกระบวนการกลุ่มทำให้เกิดการระดมความคิดที่มีความหลากหลายของสมาชิกภายในกลุ่ม เกิดการแบ่งหน้าที่ในการทำกิจกรรมให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ ตลอดจนเกิดองค์ความรู้ร่วมกันผ่านการพูดคุยภายในกลุ่มและการใช้คำถามกระตุ้นของครูผู้สอน เพื่อให้นักเรียนเกิดแนวคิดที่หลากหลาย คิดสร้างสรรค์ ทำให้การออกแบบและการสร้างชิ้นงานมีความแปลกใหม่ แตกต่าง หรือเกิดแนวคิดที่คาดไม่ถึงของนักเรียน ซึ่งสอดคล้องกับ Kirici, M. G., & Bakirci, H (2021) ที่กล่าวว่า กลุ่มของนักเรียนที่มีความหลากหลาย และแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ ทำให้การสื่อสารกันภายในกลุ่ม การร่วมตัดสินใจในการทำกิจกรรมมีประสิทธิภาพ

ผลการวิจัยเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อพิจารณาระดับการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยภาพรวมจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่ามีระดับความก้าวหน้าไปในทิศทางเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้ของครูที่มีจุดเด่นเริ่มต้นจากกิจกรรมที่มีการบูรณาการระหว่างสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี และเป็นสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน และน่าสนใจ ทำให้นักเรียนเกิดความสงสัยอยากรู้ อยากเห็น สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์, และเจษฎา กิตติสุนทร (2562) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้สูงขึ้นในระยะเวลาด้านสั้น และสุจิตรา โนมะยา, และกาญจนา ไชยพันธุ์ (2556) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามรูปแบบการสอบแบบวัฏจักรการเรียนรู้มีส่วนช่วยใน

การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จากกิจกรรมที่หลากหลายน่าสนใจ ปัญหาหรือสถานการณ์ในชั้นขยายความรู้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มากที่สุด

## 2. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสามารถส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากใบกิจกรรมและแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้อภิปรายผลการจัดการเรียนรู้จำแนกตามองค์ประกอบ ดังนี้

2.1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการสร้างแนวคิดที่หลากหลายอยู่ในระดับดีมากและดีในจำนวนที่เท่ากัน ของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้นจากการที่ครูจัดการเรียนรู้แบบส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และช่วยให้เกิดความเข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรมจากคำชี้แจงและร่วมมือกันทำงานแบ่งหน้าที่กันโดยครูคอยอำนวยความสะดวกจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างแนวคิดที่หลากหลายได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ และนิตยา เปลื้องนุช (2552) กล่าวว่า การจัดกิจกรรมทำให้นักเรียนมีความสุข สนุกสนาน มีความกล้ามากขึ้น และเห็นความสำคัญของการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนจะเกิดความรู้สึกลงในความรู้และความคิดสร้างสรรค์และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้นจากความรู้เดิมและนักเรียนได้รับการกระตุ้นให้เกิดแนวคิดอย่างสร้างสรรค์จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครู โดยมีครูเป็นผู้คอยอำนวยความสะดวก กระตุ้นให้เกิดการคิดจากการตั้งคำถาม และนักเรียนจะต้องร่วมมือกันในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และทำการระดมความคิดเพื่อหามติของกลุ่ม จากความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาวดี ศรีธรรมศาสตร์ และนิตยา เปลื้องนุช (2552) กล่าวว่า ครูดำเนินกิจกรรมโดยสร้างความคุ้นเคย เปิดโอกาสให้นักเรียนแสดงความคิดเห็นในมุมมองของตนเองจากการร่วมกิจกรรม ทำให้นักเรียนมีความกล้ามากขึ้น ขณะเดียวกันก็ยอมรับในความคิดเห็นของผู้อื่น สะท้อนให้เห็นถึงความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานได้

2.3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการประเมินและปรับปรุงแนวคิดอยู่ในระดับดี เนื่องจากครูส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันให้ข้อเสนอแนะและให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงแก้ไขและพัฒนางานให้ดีขึ้น สอดคล้อง

กับงานวิจัยของพจนานุกรม (2549) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนใช้กระบวนการสร้างองค์ความรู้จากการคิดและลงมือปฏิบัติตามลำดับขั้นเพื่อวิเคราะห์ความสำคัญของสิ่งที่เรียนรู้และลงมือเรียนรู้ตามแผนโดยนำเสนอข้อมูลจากที่ได้เรียนมา วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปแนวทางปฏิบัติเพื่อปรับปรุงต่อไป

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

1.1 การจัดการเรียนการสอนผู้วิจัยควรมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับในเรื่องที่สอน ได้แก่ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี เพื่อที่จะสามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ควรศึกษาขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในส่วนของขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการสอดแทรกการบูรณาการสะเต็มศึกษา เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปตามขั้นตอนอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 สถานการณ์ปัญหา ควรมีการใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจ สงสัย และเป็นคำถามปลายเปิด เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นและให้เกิดการอภิปรายภายในชั้นเรียน โดยครูไม่ควรตัดสินคำตอบของนักเรียนในทันที

### 2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผู้วิจัยเห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ควรมีการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาทางออนไลน์โดยใช้แอปพลิเคชันต่าง ๆ ที่น่าสนใจมาประกอบในการทำกิจกรรม ให้มีความน่าสนใจและทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์มากยิ่งขึ้น



## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2535). ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ. ทฤษฎีการเรียนการสอน. ใน  
การวัดผลประเมินผล กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). การคิดสร้างสรรค์ (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: ชัคเชสมิเดีย.
- ชนิษฐา กรกำแหง. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และคุณธรรม  
จริยธรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนโยธินบำรุงที่ได้รับการ  
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ โดยใช้เทคนิค TGT กับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้.  
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ณัฐพงศ์ มณีโรจน์, และประสาธน์ เนิ่องเฉลิม. (2560). ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบ  
สืบเสาะหาความรู้เป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัย  
บัณฑิตศึกษาระดับนานาชาติ (น. 1856-18660).
- ทิตินา แคมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ  
(พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธันวา วิริยประสิทธิ์. (2556). การพัฒนาชุดกิจกรรมส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง  
ช่วง วัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). ลพบุรี:  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี.
- เบญจพร ปณัฑิตพลังกูร. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และความฉลาดทาง  
อารมณ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิค STAD กับ  
การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). กรุงเทพฯ:  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- พงศกร วัจจิลลา. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทาง  
คณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของ  
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัย  
นเรศวร.
- พจนา ทรัพย์สมาน. (2549). การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้และค้นพบความรู้ด้วย  
ตนเอง. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ป
- พรทิพย์ ศิริภัทราชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21.  
วารสารนันทบริหาร, 33(2), 49-56.



- พีระดลย์ อ่อนสี. (2562). การพัฒนาความสามารถในการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. นิตยสาร สสวท, 42(185), 14-18.
- รพีพล อินสุพรรณ. (2562). การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วรรณภา พุทสสอน. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ชั้น ร่วมกับการใช้เกม เรื่อง แม่เหล็กและไฟฟ้า เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร
- วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). ความรู้และความเข้าใจของผู้ปกครองที่มีต่อการบูรณาการการสอนสะเต็มศึกษาด้วยศิลปะและจริยธรรม (ESTEM): กรณีศึกษาโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายประถม). วารสารเกษมบัณฑิต, 17(2), 97-115.
- วันทนา พลภักดิ์. (2561). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์เรื่อง “พื้นที่ผิวและปริมาตร” ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). การจัดการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- ศิริพร ศรีจันทะ, พีรภัฏ รุ่งสัทธรรม, และประดิษฐ์ วิชัย. (2562). สะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้. วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์, 6(1), 157-178.
- ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์ และเจษฎา กิตติสุนทร. (2562). การศึกษาผลการเรียนรูคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. วารสารราชพฤกษ์, 17(2), 73-79.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). เอกสารประกอบหลักสูตรการเรียนรู้คู่มือประกอบการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2559). *รู้จักสะเต็ม*. สืบค้น 15 มีนาคม 2565, จาก, [http://www.stemedthailand.org/?page\\_id=23](http://www.stemedthailand.org/?page_id=23)
- สมจิต สวธนไพบูลย์. (2535). *ธรรมชาติวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สิทธิชัย พานิชย์วิไล. (2564). *ปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีโซเซียมคอนสตรัคติวิสต์ ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท)*. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติสการพิมพ์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2558). สะเต็มศึกษา (ตอนที่2): การบูรณาการสะเต็มศึกษาสู่การจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 3, 154-160.
- สุจิตรา โนมะยา, และกาญจนา ไชยพันธ์. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามรูปแบบการสอนวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น (5Es) ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 7(1), 205-216
- สุทธิดา จำรัส. (2560). นิยามของสะเต็มและลักษณะสำคัญของกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.*, 10(2), 13-34.
- สุภาวดี ศรีธรรมศาสน์, และนิตยา เปลื้องนุช. (2552). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ 5E ที่เน้นพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 3(1), 186-194.
- สุรัช อินทสังข์. (2646). ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี*, 31(124), 37-38.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2552). *การวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน* (พิมพ์ครั้งที่ 12). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อภิญา กาลมมงคล, และหล้า ภาวภูตานนท์. (2554). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้รูปแบบการสอนตามแนวคิดของ van Hiele สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 5(2), 174-180.

- อภิสิทธิ์ ชาญชัย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. *วารสารสมาคมครุวิทยาการศึกษาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย*, 19, 5.
- อรธิดา สว่าง, และอุทิศ อินทร์ประสิทธิ์. (2560). การศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ด้าน ความคิดริเริ่ม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเชื่อมโยงกับแนวคิดสะเต็มศึกษา. *AMM2017*. ม.ป.ท.: ม.ป.พ.
- อัมพร ม้าคะนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารี พันธุ์มณี. (2557). *ฝึกให้คิดเป็น คิดให้สร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- Anderson, R. D. (1970). *Developing children's thinking through science*. New Jersey: Prentice-Hall.
- Breiner, J. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11
- Burke, P. (2014). *The Italian renaissance culture and society in Italy*. (3rd ed.). New jersey: Princeton university press.
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (2013). STEM project-based learning. *Sense Publishers*, 10(1007), 978-94.
- Chitman-Booker, L., & Kopp, K. (2013). *The 5Es of inquiry-based science*. USA: Shell Education.
- Colvin. (1962). *A Reflection and metaphor in conversation Education Technology*. N.P.: n.p.
- Dewi S. K. (2016). Implementation of STEM Education in Learning Cycle 5E to Improve Concept Understanding On Direct Current Concept. *ASSEHR*, 57.
- Kirici, M. G., & Bakirci, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7<sup>th</sup> grade student. *Journal of pedagogical reserch*, 5(2), 19-35.
- Lee, K. S., Hwang, D., & Seo, J. J. (2003). A development of the best for mathematical creative problem solving ability. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, 7(3), 163-189.

- O'Neill, T. (2012). Teaching STEM means teacher learning. *Phi Delta Kappan*, 94(1), 36-40.
- Ong, E., Luo, X., Yuan, J., & Yingprayoon, J. (2020). The effectiveness of a professional development program the use of STEM-based inquiry learning model for science teachers in China. *Science Education International*, 31(2), 179-184. doi: 10.33828/sei.v31.i2.7
- Osborn, A. F. (1963). *Applied Imagination: Principles and procedures of creative problem solving*. New York: Charles Scribner.
- Patrick, C. (1937). Creative Thought in Artists.. *Journal of Psychology*, 1937(4), 35-73.
- Runnisah. (2019). The effect of 5E learning cycle with metacognitive techniques and mathematical prior ability on mathematical creative thinking skills. *Journal of Physics*, 1315(1). doi:10.1088/1742-6596/1315/012082
- The Erasmus Programme of the European Union. (2020). *5E Model for Integrated STEM Instruction*. Retrieved October 15, 2021, from [https://virtue.gmbl.se/sites/default/files/5e\\_model\\_for\\_integrated\\_stem\\_instruction.pdf](https://virtue.gmbl.se/sites/default/files/5e_model_for_integrated_stem_instruction.pdf)
- The Organization for Economic Co-operation and Development. (2019). *PISA 2021 Creative thinking framework* (third draft). Paris: The Organization for Co-operation and Development.
- Torrance, E. P. (1963). *Education and the Creative Potential*. Minneapolis: The Lund Press.
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

## ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

### 1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินทร์ พูนไพบูลย์พัฒน์

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

1.2 ดร.อาทร นกแก้ว

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

### 2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน

ระดับชั้นประถมศึกษา

นางวิไลวรรณ ใจกลม

ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ

โรงเรียนจรมอนุสรณ์ 2 จังหวัดอุตรดิตถ์

ภาคผนวก ข ผลการประเมินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา  
เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็ม  
ศึกษา เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		ระดับ ความ เหมาะสม
	1	2	3	4	$\bar{x}$	S.D.	
<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และ ตัวชี้วัด	4.00	4.67	4.33	4.33	4.33	0.27	มาก
1.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.33	4.33	3.67	4.00	4.08	0.32	มาก
1.3 สอดคล้องกับการบูรณาการสะเต็ม ศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี	4.00	4.33	4.33	4.33	4.25	0.17	มาก
1.4 ครอบคลุมความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	3.33	4.33	4.33	4.00	4.00	0.47	มาก
1.5 ครอบคลุมด้านความรู้	4.67	4.67	4.00	4.00	4.33	0.38	มาก
1.6 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ	3.67	4.00	4.00	4.33	4.00	0.27	มาก
1.7 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.17	มาก
<b>เฉลี่ย</b>					<b>4.20</b>	<b>0.29</b>	<b>มาก</b>
<b>2. ด้านสาระการเรียนรู้</b>							
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.33	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
2.2 สอดคล้องกับการบูรณาการสะเต็ม ศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	มาก
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา	4.00	4.33	4.67	4.33	4.33	0.27	มาก
<b>เฉลี่ย</b>					<b>4.25</b>	<b>0.15</b>	<b>มาก</b>

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				ผลการประเมิน		
	1	2	3	4	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ความ เหมาะสม
<b>3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>							
3.1 ขั้นตอนของกิจกรรมสอดคล้องกับการ สอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ตาม แนวทางสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน	4.33	4.33	4.67	4.33	4.42	0.17	มาก
3.2 เวลาในการจัดกิจกรรมมีความ เหมาะสม	4.33	4.67	4.67	4.33	4.50	0.19	มากที่สุด
3.3 กิจกรรมครอบคลุมเนื้อหาสะเต็ม ศึกษา คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี	4.00	4.33	4.67	4.67	4.42	0.32	มาก
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองความ แตกต่างระหว่างบุคคล	4.33	4.33	4.33	4.33	4.33	0.00	มาก
3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	4.00	4.33	4.33	4.67	4.33	0.27	มาก
<b>เฉลี่ย</b>					<b>4.40</b>	<b>0.19</b>	<b>มาก</b>
<b>4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้</b>							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.67	4.67	4.67	4.67	4.67	0.00	มากที่สุด
4.3 สนับสนุนให้เกิดการบูรณาการสะเต็ม ศึกษา	4.67	4.33	4.33	4.33	4.42	0.17	มาก
<b>เฉลี่ย</b>					<b>4.58</b>	<b>0.06</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>5. ด้านการวัดและการประเมินผล การเรียนรู้</b>							
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด	4.33	4.00	4.00	4.33	4.17	0.19	มาก
5.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	3.67	4.00	4.00	3.67	3.83	0.19	มาก
5.3 สอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน	3.00	3.33	3.33	3.33	3.25	0.17	ปานกลาง
<b>เฉลี่ย</b>					<b>3.75</b>	<b>0.18</b>	<b>มาก</b>



### ตัวอย่างแบบตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์  
ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เวลา 4 ชั่วโมง  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

**คำชี้แจง** แบบประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ฉบับนี้ ใช้สำหรับผู้เชี่ยวชาญประเมินเพื่อพิจารณาความเหมาะสมตามองค์ประกอบของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านระดับความคิดเห็นมี 5 ระดับ ดังนี้

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

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
<b>1. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>						
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด						
1.2 สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
1.3 สอดคล้องกับการบูรณาการสะเต็มศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี						
1.4 ครอบคลุมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์						

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
1.5 ครอบคลุมด้านความรู้						
1.6 ครอบคลุมด้านทักษะกระบวนการ						
1.7 ครอบคลุมด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์						
<b>2. ด้านสาระการเรียนรู้</b>						
2.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2.2 สอดคล้องกับการบูรณาการสะเต็มศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี						
2.3 เนื้อหามีความเหมาะสมกับเวลา						
<b>3. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
3.1 ขั้นตอนของกิจกรรมสอดคล้องกับการสอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา 5 ขั้นตอน						
3.2 เวลาในการจัดกิจกรรมมีความเหมาะสม						
3.3 กิจกรรมครอบคลุมเนื้อหาสะเต็มศึกษาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมและเทคโนโลยี						
3.4 กิจกรรมการเรียนรู้ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล						
3.5 ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์						
<b>4. ด้านสื่อและแหล่งเรียนรู้</b>						
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
4.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
4.3 สนับสนุนให้เกิดการบูรณาการสะเต็มศึกษา						
<b>5. ด้านการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้</b>						
5.1 สอดคล้องกับมาตรฐานและตัวชี้วัด						



ภาคผนวก ค ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ตาราง 19 แสดงผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

ข้อสอบข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	ค่า IOC	สรุปผล
	1	2	3			
1	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
2	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
3	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
4	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
5	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
6	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ค่า IOC มากกว่า 0.6 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบวัดความสารถในความคิดสร้างสรรค์ทาง  
คณิตศาสตร์ มีความตรงเชิงเนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้

## ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้
3. ใบกิจกรรม
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



## ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน รายวิชา ค16101

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

จำนวน 16 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เวลา 4 ชั่วโมง

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

#### คณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

#### ตัวชี้วัด

ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ

#### เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจแนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

#### ตัวชี้วัด

ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2. สาระสำคัญ

#### 2.1 ปริซึม

- ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน
- จำนวนหน้าข้างของปริซึมเท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน
- จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับ จำนวนหน้าตัดหรือฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง

## 2.2 พีระมิต

- พีระมิตเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม
- ชนิดของพีระมิต จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน
- จำนวนหน้าข้างของพีระมิต เท่ากับ จำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน
- จำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิต เท่ากับ จำนวนฐาน รวมกับ จำนวนหน้าข้าง

## 2.3 ทรงกระบอก

ทรงกระบอกเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน

## 2.4 กรวย

กรวยเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน

## 2.5 ทรงกลม

- ทรงกลมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีผิวโค้งเรียบ ทุก ๆ จุดที่อยู่บนผิวโค้งห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน
- ระยะระหว่างจุดศูนย์กลาง กับจุดใด ๆ บนผิวโค้งของทรงกลม เรียกว่า รัศมี

## 3. สารการเรียนรู้แกนกลาง

**คณิตศาสตร์:** ปริซึม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิต

**วิทยาศาสตร์:** ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 1 หน่วยที่ 1 การเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัว เรื่องที่ 1 เส้นทางของขยะจากมือเรา

**เทคโนโลยี:** การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ

## 4. จุดประสงค์การเรียนรู้

**ด้านความรู้ (K)** นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ได้

**ด้านทักษะ(P)** นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

1. เขียนอธิบายแนวคิดข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

2. สร้างภาพโดยใช้รูปทรงเรขาคณิตสามมิติผสมผสานกับรูปเรขาคณิตสองมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

3. แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือวิธีการเพื่อที่จะให้

3. บรรลุผลสำเร็จหรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ได้อย่างแตกต่างหลากหลาย

4. ออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

5. สร้างภาพหรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและบริบทนั้น ๆ ได้ อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

6. แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกลำนำไปใช้ความเป็นไปได้ ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม หรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

7. เขียนอธิบายแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบทให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น

8. นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบนั้นยังคงถูกต้องได้มากที่สุด

**ด้านจิตพิสัย(A)** นักเรียนมีความสามารถดังต่อไปนี้

นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน

## 6. กิจกรรมการเรียนรู้

### ชั่วโมงที่ 1

#### ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูกล่าวทักทายนักเรียน และแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ

2. จากนั้นครูแบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน พร้อมทั้งชื่อกลุ่ม

3. ครูนำสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่มีลักษณะเป็นปริซึม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด ขึ้นมาแสดงและถามนักเรียนเกี่ยวกับการเรียกชื่อรูปทรงนั้นเพื่อทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียน

4. ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับลักษณะต่าง ๆ และส่วนประกอบของทรงเรขาคณิตสามมิติ

- ครูถาม: ทุกสิ้นปีโรงเรียนของเรามีการจัดกิจกรรมวันสำคัญอะไรคะ

(แนวการตอบ: ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ โดยครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น)



- ครูถาม: โรงเรียนของเราจะจัดงานวันขึ้นปีใหม่และวันคริสต์มาสในวันเดียวกันใช่ไหมคะ
- ครูถาม: วันคริสต์มาสเราจะสวมหมวกคริสต์มาส มีลักษณะเป็นอย่างไร  
(แนวการตอบ: ทรงกรวย หรือคำตอบอย่างอิสระ)
- ครูถาม: การจับฉลากของขวัญ กล่องของขวัญแต่ละคนมีลักษณะอย่างไรบ้าง  
(แนวการตอบ: ให้นักเรียนตอบคำถามอย่างอิสระ โดยครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงความคิดเห็น)

5. ครูนำสิ่งของที่มีลักษณะเป็นทรงเรขาคณิตสามมิติที่พบเห็นได้ในงานวันขึ้นปีใหม่มาแสดง เช่น กล่องของขวัญ ถ้วยไอศกรีม หมวกคริสต์มาส แก้วน้ำหวาน ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลองสัมผัสของจริง

6. ครูนำภาพสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ เช่น กระจปองสเปรย์ กล่องพัสดุ กล่องขนม แก้ว ขวดพลาสติก ขึ้นมาแสดงและถามนักเรียนถึงสิ่งที่เห็นในภาพและลักษณะที่พบ

7. ครูและนักเรียนร่วมกันพูดคุยเกี่ยวกับขยะที่เกิดขึ้นในงานวันขึ้นปีใหม่ของโรงเรียน และพูดคุยถึงประเภทของขยะ วิธีการคัดแยกขยะในโรงเรียน

## ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา

8. ครูเชื่อมโยงคำตอบของนักเรียนขั้นตอนที่ 1 และให้นักเรียนสังเกตรูปทรงสิ่งของกับรูปทรงเรขาคณิตสามมิติที่มีลักษณะคล้ายกัน และให้นักเรียนช่วยกันสืบค้นหาข้อมูลชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น โดยใช้คำถาม เช่น

- ปริซึมสี่เหลี่ยม: กล่องของขวัญ มีลักษณะเป็นปริซึมสี่เหลี่ยม มีหน้าตัด เป็นรูปสี่เหลี่ยมจำนวน 2 หน้า และหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 4 รูป
- ทรงกระบอก: กระจปองสเปรย์ มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน
- ปริซึมห้าเหลี่ยม มีหน้าตัด เป็นรูปห้าเหลี่ยม จำนวน 2 หน้า และหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม จำนวน 5 หน้า

9. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ กิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม และกิจกรรมที่ 1.2 พีระมิด โดยครูแจกวัสดุรูปทรงปริซึมและพีระมิด ให้แต่ละกลุ่ม

10. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัสดุรูปทรงปริซึมและพีระมิด ที่ครูแจกและสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม

กิจกรรมในขั้นนี้ครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนเกิดความสงสัยในระหว่างการทำกิจกรรม

## ชั่วโมงที่ 2

11. ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ กิจกรรมที่ 1.3 ปริซึม ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม โดยครูแจกวัสดุรูปทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ให้แต่ละกลุ่ม

12. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มสำรวจวัสดุรูปทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ที่ครูแจกและสืบค้นหาความรู้เพื่อตอบคำถามในใบกิจกรรม

กิจกรรมในขั้นนี้ครูคอยสังเกตและให้คำแนะนำในกรณีที่นักเรียนเกิดความสงสัยในระหว่างการทำกิจกรรม

## ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป

13. ให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงลักษณะ และส่วนประกอบต่าง ๆ ของปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม

### - ปริซึม

- ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

- ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

- จำนวนหน้าข้างของปริซึมเท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

- จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับ จำนวนหน้าตัดหรือฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง

### - พีระมิด

- พีระมิดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม

- ชนิดของพีระมิด จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน

- จำนวนหน้าข้างของพีระมิด เท่ากับ จำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน

- จำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิด เท่ากับ จำนวนฐาน รวมกับ จำนวนหน้าข้าง

### - ทรงกระบอก

ทรงกระบอกเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน

### - กรวย

กรวยเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นวงกลม มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน

### - ทรงกลม

- ทรงกลมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีผิวโค้งเรียบ ทุก ๆ จุดที่อยู่บนผิวโค้งห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน

- ระยะระหว่างจุดศูนย์กลาง กับจุดใด ๆ บนผิวโค้งของทรงกลม เรียกว่า รัศมี

14. ให้นักเรียนร่วมแสดงความคิดเห็นโดยใช้คำถามกระตุ้น เช่น ปริซึมกับทรงกระบอก เหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร พีระมิดและกรวยเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร

15. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของปริซึม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด

### ชั่วโมงที่ 3 และ 4

#### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

16. ให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 2 สร้างถังขยะแยกประเภท โดยครูเตรียมวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ แม่แบบรูปคลี่ กระดาษสี กรรไกร เทปใส ครูอธิบายและชี้แจงกิจกรรมสร้างถังขยะแยกประเภท ในแต่ละขั้นตอนที่นักเรียนต้องดำเนินการ ดังนี้

1) ครูชี้แจงวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ แม่แบบรูปคลี่ กระดาษสี กรรไกร เทปใส ดินสอ ไม้บรรทัด

2) การวาดภาพจำลองของถังขยะ ครูแนะให้นักเรียนช่วยกันเสนอแนวคิดต่าง ๆ กับสมาชิกภายในกลุ่ม

3) การเขียนอธิบายส่วนประกอบของถังขยะ ครูชี้แจงให้นักเรียนอธิบายส่วนประกอบของถังขยะที่จะสร้างอย่างละเอียด เช่น ตัวถังเป็นทรงกระบอก มีฝาเป็นทรงกรวย

17. การสร้างแบบจำลอง ให้นักเรียนสร้างแบบจำลองโดยลอกแม่แบบลงบนกระดาษ ตัดและประกอบเป็นทรงตามที่นักเรียนออกแบบ

#### ขั้นที่ 5 ประเมินผล

18. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มดำเนินการประเมินชิ้นงาน โดยให้ประเมินกลุ่มตนเองและกลุ่มของเพื่อนอีก 3 กลุ่ม จนครบ และให้นักเรียนสรุปผลและพิจารณาแนวทางการปรับปรุงและเขียนบันทึกในแบบสรุปและแนวทางการปรับปรุงชิ้นงาน

19. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปกิจกรรมที่ 2 สร้างถังขยะแยกประเภท

20. ครูตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่นักเรียนได้รับโดยใช้คำถามดังนี้

- จากการทำกิจกรรมนักเรียนแยกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติโดยพิจารณาจากอะไร (แนวการตอบ: พิจารณาจากหน้าตัดหรือฐาน จำนวนหน้าข้าง หรือยอดของทรงนั้น)

## 7. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

1. ไปกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ลักษณะ และส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ
  - กิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม
  - กิจกรรมที่ 1.2 พีระมิด
  - กิจกรรมที่ 1.3 ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม
  - สถานการณ์ที่ 1 สร้างถังขยะแยกประเภท
2. ไปกิจกรรมที่ 2 สร้างถังขยะแยกประเภท

### อุปกรณ์

1. กล่องของขวัญ ถ้วยไอศกรีม หมวกคริสต์มาส แก้วน้ำหวาน
2. ภาพกระป๋องสเปรย์ กล่องพัสดุ กล่องขนม แก้ว ขวดพลาสติก
3. แม่แบบรูปคลี่ กระดาษ กรรไกร เทปใส กระดาษสีต่าง ๆ

## 8. การวัดและการประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<b>ด้านความรู้ (K)</b>			
1. นักเรียนบอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ ได้	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
<b>ด้านทักษะ(P)</b>			
1. เขียนอธิบายแนวคิดข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลาย	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
2. สร้างภาพโดยใช้รูปทรงเรขาคณิตสามมิติผสมผสานกับรูปเรขาคณิตสองมิติได้อย่างแตกต่างหลากหลาย	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
3. แก้ปัญหาในชีวิตจริงที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือวิธีการเพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จหรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ได้อย่างแตกต่างหลากหลาย	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
4. ออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
5. สร้างภาพหรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติและบริบทนั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
6. แก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ความเป็นไปได้ ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม หรือใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
7. เขียนอธิบายแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงาน และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบท ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
8. นำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบนั้นยังคงถูกต้องได้มากที่สุด	ตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรมที่ 1	ได้ตั้งแต่คุณภาพระดับ 3 ขึ้นไป
<b>ด้านจิตพิสัย(A)</b>			
นักเรียนมีความใฝ่เรียนรู้และมุ่งมั่นในการทำงาน	สังเกตพฤติกรรม	แบบสังเกตพฤติกรรม	ผ่านเกณฑ์ระดับดีขึ้นไป

## ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของแผนการจัดการเรียนรู้

## กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

จำนวน 12 ชั่วโมง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สังเกตการณ์จัดการเรียนรู้

 อาจารย์ ครูผู้สอน

วิธีการสังเกต

 โดยตรง โดยเทปบันทึกภาพและเสียง

## คำชี้แจง

1. กรุณาเขียนบรรยายสภาพปัญหาตามจริง ทั้งข้อดี และข้อที่ควรปรับปรุงจากการสังเกตการจัดการเรียนรู้ของครูผู้สอนภายในชั้นเรียน ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เป็นกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้จากการสำรวจและสืบค้นความรู้ที่ผู้เรียนสนใจด้วยตนเอง โดยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จะแทรกแนวคิดสะเต็มศึกษาเข้าไประหว่างการสอนในทุกขั้นตอนของการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยโดยใช้สื่อหรือคลิปวิดีโอ และสร้างประเด็นที่จะศึกษาร่วมกันระหว่างครูและผู้เรียน โดยครูจะให้ประเด็นในการศึกษาผ่านการตั้งคำถามหรือกิจกรรมการเรียนรู้ โดยแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์

2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียนทำความเข้าใจในประเด็นที่จะศึกษาจากสถานการณ์ปัญหาหรือสื่อประกอบการเรียนรู้ที่ครูให้ โดยสถานการณ์มีความสอดคล้องกับเนื้อหาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยการให้ผู้เรียนสืบค้นความรู้เพื่อแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ในหัวข้อที่กำลังเรียนร่วมกับครู

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่มีการวิเคราะห์ข้อมูล เมื่อผู้เรียนได้ข้อมูลเพียงพอแล้วจึงร่วมกันอภิปรายตามประเด็นที่ศึกษา เพื่อหาองค์ความรู้ที่เกิดขึ้น ในขั้นนี้ นักเรียนจะต้องสามารถแก้ปัญหาและหาคำตอบโดยนักเรียนศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยการใช้นวัตกรรม จนสามารถอธิบายองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นได้ และแทรกบูรณาการตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม

4) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือสถานการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ขยายความรู้ที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ในขั้นนี้ครูจะจัดกิจกรรม

บูรณาการความรู้วิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) โดยผู้เรียนจะศึกษาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับครู สืบค้นและแก้ปัญหาโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ตลอดจนนำความรู้ทางวิศวกรรม และวิทยาศาสตร์ เข้ามาช่วยในการแก้ปัญหาในกิจกรรมการเรียนรู้สร้างสรรค์ ชิ้นงาน นักเรียนสามารถนำความรู้ทั้งสี่ด้านมาสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ที่ครูให้

5) ชั้นประเมินผล (Evaluation) ในขั้นนี้ครูและนักเรียนจะประเมินกระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เพื่อปรับปรุงความรู้ให้เป็นความรู้ที่ถูกต้องและยั่งยืน ในขั้นนี้ นักเรียนจะตรวจสอบความเข้าใจเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จากการสรุปผลกิจกรรมการเรียนรู้และเฉลยปัญหาท้ายกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับครู

### ขั้นที่ 1 ขั้นตอนสร้างความสนใจ

1.1. ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

1.2. ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
- การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
- การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

.....

.....

.....

1.3. แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

### ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา

2.1 ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

2.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
- การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
- การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

.....

.....

.....

2.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....

### ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป

3.1 ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

3.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
- การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
- การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

.....

.....

.....

3.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

.....



#### ขั้นที่ 4 ขยายความรู้

4.1 ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

4.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
- การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
- การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

.....

.....

.....

4.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

#### ขั้นที่ 5 ประเมิน

5.1 ขั้นตอนนี้ครูผู้สอนจัดกิจกรรมตามวัตถุประสงค์หรือไม่ อย่างไร

.....

.....

5.2 ขั้นตอนนี้ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์หรือไม่ อย่างไร

- การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
- การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
- การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

.....

.....

5.3 แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สะท้อนผล

(.....)

## ตัวอย่างใบกิจกรรมการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

ใบกิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 1.3 ทรงกระบอก กรวย ทรงกลม	กลุ่ม
ลักษณะ และส่วนต่างๆของรูป เรขาคณิตสามมิติ	สมาชิก 1.....เลขที่..... 2.....เลขที่..... 3.....เลขที่..... 4.....เลขที่..... 5.....เลขที่.....	ชื่อกลุ่ม.....
<b>คำชี้แจง :</b> ให้นักเรียนสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามตามหัวข้อที่กำหนด โดยใช้การสืบค้นข้อมูล		
<b>1). ทรงกระบอก</b>		
1.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... .....	1.2 วาดภาพ	
1.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	1.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....	

<b>2). กรวย</b>	
2.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... .....	2.2 วาดภาพ
2.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	2.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....

3). ทรงกลม	
3.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... ..... .....	3.2 วาดภาพ
3.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	3.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....
สรุป ..... ..... ..... .....	



ใบกิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 1.2 พีระมิต	กลุ่ม
ลักษณะ และส่วนต่างๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่..... 3..... เลขที่..... 4..... เลขที่..... 5..... เลขที่.....		ชื่อกลุ่ม.....
คำชี้แจง : ให้นักเรียนสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามตามหัวข้อที่กำหนด โดยใช้การสืบค้นข้อมูล		
1). พีระมิตฐานสามเหลี่ยม		
1.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... .....	1.2 วาดภาพ	
1.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	1.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....	

<b>2). ศึกษามูลฐานสี่เหลี่ยม</b>	
2.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... ..... .....	2.2 วาดภาพ
2.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	2.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....



<b>3). ศึกษามูลฐานห้าเหลี่ยม</b>	
3.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... ..... .....	3.2 วาดภาพ
3.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน ..... ..... ..... .....	3.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... .....
<b>สรุป</b> ..... ..... .....	

ใบกิจกรรมที่ 1		กิจกรรมที่ 1.1 ปริซึม	กลุ่ม
ลักษณะ และส่วนต่างๆของ รูปเรขาคณิตสามมิติ	สมาชิก		ชื่อกลุ่ม.....
	1.....	เลขที่.....	
	2.....	เลขที่.....	
	3.....	เลขที่.....	
	4.....	เลขที่.....	
	5.....	เลขที่.....	
คำชี้แจง : ให้นักเรียนสำรวจรูปเรขาคณิตสามมิติและตอบคำถามตามหัวข้อที่กำหนด โดยใช้การสืบค้นข้อมูล			
<b>1). ปริซึมสามเหลี่ยม</b>			
1.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร	1.2 วาดภาพ		
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
1.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน	1.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด		
.....	.....		
.....	.....		
.....	.....		
.....	.....		



<b>2). ปริซึมสี่เหลี่ยม</b>			
2.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร	2.2 วาดภาพ		
.....			
.....			
.....			
.....			
.....			
2.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน	2.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด		
.....	.....		
.....	.....		
.....	.....		
.....	.....		

3). ปริซึมห้าเหลี่ยม	
3.1 มีลักษณะเป็นอย่างไร ..... ..... ..... ..... .....	3.2 วาดภาพ
3.3 ยกตัวอย่างสิ่งของในชีวิตประจำวัน	3.4 จากข้อก่อนหน้า มีสิ่งของที่เป็นขยะหรือไม่ เพราะเหตุใด ..... ..... ..... ..... .....
สรุป ..... ..... .....	



ใบกิจกรรมที่ 1	กิจกรรมที่ 1.4 สร้างถังขยะแยกประเภท	กลุ่ม
ลักษณะ และส่วนต่างๆของรูป เรขาคณิตสามมิติ	สมาชิก 1..... เลขที่..... 2..... เลขที่..... 3..... เลขที่..... 4..... เลขที่..... 5..... เลขที่.....	ชื่อกลุ่ม.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนดให้ และดำเนินการตามหัวข้อที่กำหนด



**“แยกขยะก่อนทิ้ง เพื่ออำเภอนำปลา สะอาด น่าอยู่”**

ปัจจุบันอำเภอนำปลาของเรามีการรณรงค์การลดปริมาณขยะด้วยวิธี 3 R

- 1 Reduce ใช้น้อย**  
การลดปริมาณขยะมูลฝอย เช่น การใช้อุปกรณ์ในการจับจ่ายสินค้า การใช้อินทรีย์วัตถุในอาหาร การใช้สินค้าชนิดเติม
- 2 Reuse ใช้ซ้ำ**  
การนำสิ่งของ(ขยะ)ที่ต้องทิ้งกลับมาใช้ซ้ำ เช่น การนำขวดน้ำอัดลมมาปลูกต้นไม้ การนำยางรถยนต์เก่ามาทำถังขยะ
- 3 Recycle นำมาใช้ใหม่**  
การนำกลับมาใช้ใหม่ การเอาสิ่งของ หรือวัสดุที่จะทิ้งไปแปรรูป เช่นการนำเอาแก้วแตกไปหลอมแล้วนำกลับมาใช้ใหม่

นอกจากนี้ยังนำเสนอวิธีการแยกขยะมูลฝอย

1 ขยะทั่วไป

ขยะที่ย่อยสลายยาก เช่น ห่อพลาสติก ถุงพลาสติก ของบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ฟอยล์เบื่อนอาหาร

2 ขยะย่อยสลาย

ขยะย่อยสลายนำมาหมักปุ๋ยได้ เช่น เศษผัก เปลือกผลไม้ ใบไม้ เศษอาหาร เศษเนื้อสัตว์

3 ขยะรีไซเคิล

วัสดุเหลือใช้นำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ กระป๋องเครื่องดื่ม เศษพลาสติก เศษโลหะ อลูมิเนียม

4 ขยะอันตราย

วัสดุที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือบุคคล เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ กระป๋องสเปรย์

ปัจจุบันในโรงเรียนของเรามีมาตรการลดจำนวนขยะภายในโรงเรียน และมีการแยกประเภทขยะเพียง 2 ประเภท คือ ขยะเปียกและขยะแห้ง ประกอบกับถังขยะที่ใช้ในโรงเรียนมีเพียง 2 ประเภท ทำให้การทิ้งขยะของนักเรียนซึ่งไม่สามารถคัดแยกได้ครบทุกประเภทและนำขยะไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้ ให้นักเรียนช่วยกันออกแบบถังขยะแต่ละประเภท โดยใช้ความรู้เรื่องรูปทรงเรขาคณิตสามมิติในการออกแบบและสร้างถังขยะได้อย่างสร้างสรรค์ พร้อมตกแต่งให้สวยงาม



ให้นักเรียนออกแบบถังขยะแต่ละประเภท โดยให้มีรูปทรงเรขาคณิตสามมิติเป็นส่วนประกอบ

1. ดึงขยะประเภท ที่ 1 คือ .....	
1.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของถังขยะที่จะสร้าง .....	1.2 วาดภาพแบบจำลองถังขยะ .....
1.3 ดึงขยะที่มีจุดเด่นอะไรที่ทำให้นักเรียนสามารถทิ้งขยะได้ถูกประเภท .....	1.4 เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างถังขยะประเภทนี้ .....

2. ดังขยะประเภท ที่ 2 คือ .....	
2.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของถังขยะที่จะสร้าง ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	2.2 วาดภาพแบบจำลองถังขยะ
2.3 ดังขยะนี้มีจุดเด่นอะไรที่ให้นักเรียนสามารถทิ้งขยะได้ถูกประเภท ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	2.4 เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างถังขยะประเภทนี้ ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....



3. ดังขยะประเภท ที่ 3 คือ .....	
3.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของถังขยะที่จะสร้าง ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	3.2 วาดภาพแบบจำลองถังขยะ
3.3 ดังขยะนี้มีจุดเด่นอะไรที่ให้นักเรียนสามารถทิ้งขยะได้ถูกประเภท ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	3.4 เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างถังขยะประเภทนี้ ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....



4. ตั้งชยะประเภท ที่ 4 คือ .....	
4.1 อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของตั้งชยะที่จะสร้าง ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	4.2 วาดภาพแบบจำลองตั้งชยะ
4.3 ตั้งชยะนี้มีจุดเด่นอะไรที่ทำให้นักเรียนสามารถตั้งชยะได้ถูกประเภท ..... ..... ..... ..... ..... ..... .....	4.4 เขียนอธิบายแนวคิดในการสร้างตั้งชยะประเภทนี้ ..... ..... ..... ..... ..... .....



แบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน กลุ่ม.....

แบบประเมินชิ้นงาน

คำชี้แจง ให้พิจารณาความสอดคล้องระหว่างลักษณะที่สังเกตได้กับรายการประเมินชิ้นงานของนักเรียนและทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องผลการประเมิน โดยใช้เกณฑ์ดังนี้

1 = ปรับปรุง 2 = พอใช้ 3 = ปานกลาง 4 = ดี 5 = ดีมาก

รายการ	ผลการประเมิน				
	1	2	3	4	5
<b>รูปแบบชิ้นงาน</b>					
1. มีความสวยงาม น่าสนใจ					
2. ใช้วัสดุได้อย่างคุ้มค่า					
3. มีความแข็งแรง คงทน					
4. แปลกใหม่					
5. องค์ประกอบครบถ้วนถูกต้องตามที่กำหนด					
6. มีขนาดเหมาะสม					
<b>รวม</b>					
<b>ข้อเสนอแนะ</b>					
.....					
.....					
<b>ความคิดสร้างสรรค์</b>					
1. แตกต่าง หลากหลาย					
2. สร้างสรรค์ แปลกใหม่					
3. มีการประเมินและปรับปรุง					
<b>รวม</b>					
<b>ข้อเสนอแนะ</b>					
.....					
.....					

## แบบสรุปและแนวทางปรับปรุงชิ้นงาน

คำชี้แจง ให้นักเรียนสรุปผลการประเมินชิ้นงานลงในตารางและอธิบายแนวทางในการปรับปรุง

รายการ	รวมคะแนน				รวม
	กลุ่มตนเอง กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....	
รูปแบบชิ้นงาน					
ความคิดสร้างสรรค์					

สรุปข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

แนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานให้มีคุณค่าและเป็นประโยชน์

.....

.....

.....

แนวทางในการปรับปรุงแนวคิดของชิ้นงาน

.....

.....

## ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์

ชื่อ-สกุล.....ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ที่กำหนด และตอบคำถามต่อไปนี้

การห่อข้าวกล่อง อย่างไรให้ไม่เฉอะแฉะ และเก็บอาหารไว้ทานได้นานสุด

**การห่อข้าวกล่อง** ปัญหาโลกแตกของข้าวกล่องคงไม่พ้น ใอน้ำเกาะตัวที่ฝางนให้ทุกอย่างด้านในเปียกโชกไปหมด และคงไม่ดีแน่ ๆ ถ้าทั้งหมดนี้ทำให้ความอร่อยของข้าวกล่องที่ส่งแรงทำต้องอร่อยลดลง ความจริงแล้วมีเคล็ดลับง่าย ๆ ที่ช่วยลดปริมาณใอน้ำให้อยู่ในระดับปานกลางแบบไม่ทำให้อาหารของคุณเฉอะแฉะ



- **หุ้มด้วยน้ำมัน**

น้ำและน้ำมันคือของเหลวซึ่งต่างที่ไม่ลงรอยกัน ดังนั้นหลักการนี้ก็มีที่มา เพียงแค่คุณนำอาหารของคุณเคลือบด้วยน้ำมันดี อาทิ น้ำมันมะกอก น้ำมันมะพร้าว น้ำมันคาโนล่า เนย ฯลฯ หรือน้ำมันอื่น ๆ ที่สามารถรับประทานเพิ่มได้เพื่อสุขภาพ ผักผัก เช่นถั่วลิสง นำน้ำมันเหล่านี้ดลุดเคล้า หรือเคลือบทาบาง ๆ ก็จะช่วยป้องกันใอน้ำที่ระเหยออกมาได้ ที่สำคัญน้ำมันพวกนี้ยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ดีต่อร่างกายอีกด้วย

- **ทำแค่เกือบสุก**

ถ้าหากมือกลางวันของคุณเป็นอาหารประเภทเส้น เช่น บะหมี่ วุ้นเส้น พาสต้า สปาเกตตี ก๋วยเตี๋ยว ฯลฯ ให้ปรุงเพียงแค่เกือบจะสุกเท่านั้น ส่วนที่เหลือปล่อยให้อุ่นต่อในกล่อง เมื่อเส้นเหล่านี้คายความร้อนออกมาจะเกิดใอน้ำค่อนข้างมาก และหากเส้นยังไม่สุก 100% แป้งในเส้นจะทำการดูดความชื้นกลับเพื่อเข้าสู่กระบวนการทำให้สุกหรืออัดนั่นเอง เพียงเท่านี้กล่องอาหารของคุณก็ไม่เปียกแล้ว



- **ผักสดดูดน้ำ**

เป็นเรื่องดีที่จะจัดสไลด์ผักอย่างน้อยหนึ่งอย่างไว้ในกล่องอาหาร เพราะในผักสดนั้นแน่นอนว่ายังคงคุณสมบัตการดูดน้ำในอากาศได้อยู่ ถ้าหากอาหารอื่น ๆ ในกล่องของคุณเริ่มคายใอน้ำออกมา ผักเหล่านี้ก็จะทำการดูดเข้าไปตามกระบวนการหายใจของพืชตามปกติ นอกจากนั้นแล้วการมีสไลด์ในกล่องอาหารช่วยเสริมให้มีอาหารของคุณหลากหลายครบ 5 หมู่อีกด้วย

- **น้ำแกงขลุกขลิก**

ลองใช้หลักการดูน้ำด้วยน้ำ ถ้าหากในมือของคุณมีอาหารประเภทต้ม ถู๋ฉี่ หรือขลุกขลิกรวมด้วยในกล่อง ควรเตรียมอาหารเหล่านี้ให้มีรสชาติเข้มข้นกว่าปกติ ให้น้ำจืดกว่าเดิมเล็กน้อย เพราะตามหลักแล้วหากมีไอน้ำเกิดขึ้น ไอน้ำเหล่านี้มันก็จะถูกดึงดูดด้วยความชื้นเช่นเดียวกัน แล้วไหลไปรวมในอาหารประเภทแกง ๆ น้ำ ๆ นั้นเอง

- **เลือกภาชนะที่มีการแบ่งช่อง**

คุณยังเอาอาหารทุกอย่างรวมลงไปในกลุ่มเดียวช่องเดียว ภาชนะน้ำไปะ ๆ กันไว้หรือเปล่า ลองลงทุนอีกนิดด้วยการเลือกซื้อกล่องอาหารแบบแบ่งช่อง หรือปิ่นโตแยกชั้น ภาชนะเหล่านี้ถูกออกแบบมาให้สามารถจัดสรรอาหารเป็นสัดส่วน ทำซึ่งอาหารแต่ละประเภทมีการคายน้ำแตกต่างกันไป ก็ช่วยลดปัญหาข้าวร้อน ๆ คายน้ำใส่ผลไม้จนสุกไปได้



ทั้งหมดนี้คือเคล็ดลับที่ไม่ลับซึ่งคุณสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับข้าวกล่องของตนเองได้ เพียงเท่านั้นก็อร่อยและมีความสุขกับมื้ออาหารทำเองแบบไม่ต้องกลัวเปียกแล้ว จำไว้ว่าความสุขในการรับประทานมื้อเที่ยงเป็นเรื่องสำคัญ ส่วนการรับประทานมื้อเที่ยงก็ยิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงควรใส่ใจขึ้นอีกนิดเพื่อปรับปรุงพื้นที่ความสุขนี้ให้ดียิ่งขึ้น

<http://www.foodallergytalk.com/archives/1648>

- ให้นักเรียนออกแบบกล่องข้าวแบบ**ชั้นเดียว** โดยใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตสามมิติ นักเรียนจะออกแบบเป็นรูปทรงเรขาคณิตสามมิติชนิดใด เพราะเหตุใด

### 1.1 วาดรูป

- อธิบายลักษณะและส่วนประกอบของกล่องข้าวเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติชนิด

.....  
ประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิด

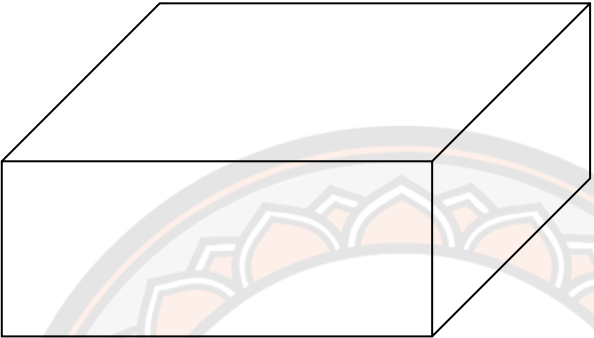
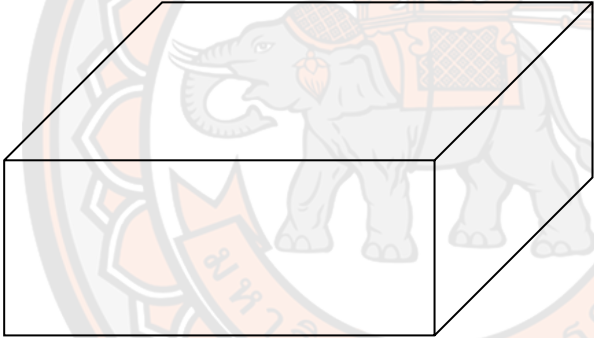
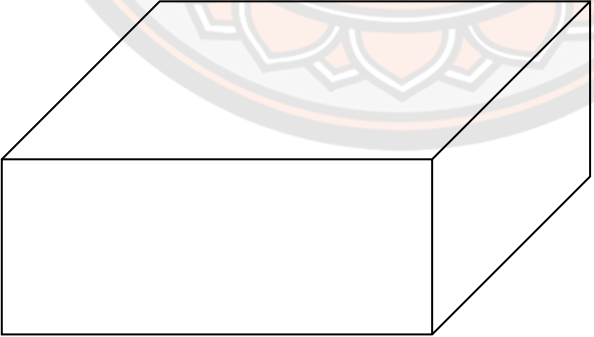
- นักเรียนมีวิธีการออกแบบอย่างไรให้กล่องข้าวมีขนาดพอดี และดูสวยงาม จงอธิบาย

อธิบายวิธีการออกแบบ

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

3. ให้นักเรียนออกแบบกล่องข้าวที่มี 4 หลุม มา 3 แบบ โดยแต่ละหลุมเป็นรูปทรงเรขาคณิต  
สามมิติ พร้อมอธิบายลักษณะของแต่ละหลุม

วาดรูปแต่ละหลุมลงในกล่องด้านล่าง

3.1 วาดรูป	3.2 อธิบายลักษณะ
<p>แบบที่ 1</p> 	<p>หลุมที่ 1 เป็นรูปทรง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>แบบที่ 2</p> 	<p>หลุมที่ 1 เป็นรูปทรง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p>แบบที่ 3</p> 	<p>หลุมที่ 1 เป็นรูปทรง.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

4. กล่องข้าวทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแบบ 3 หลุม ที่มีขนาดความกว้าง ความยาว และความสูง ดังรูป  
ให้นักเรียนแสดงวิธีการหาปริมาตรของกล่องข้าวมา 2 วิธี (ความกว้างเป็นความกว้างด้านในหลุม) ความสูง 5 ซม.



วิธีที่ 1

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

วิธีที่ 2

วิธีทำ

.....

.....

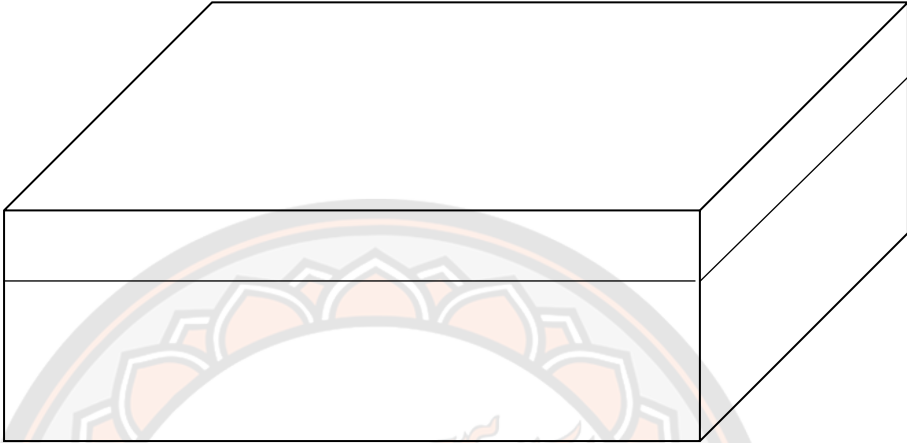
.....

.....

.....



5. ให้นักเรียนออกแบบที่เก็บซ้อนส้อมเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำงาน นักเรียนจะออกแบบที่เก็บซ้อนอย่างไรให้มีความเหมาะสม จงวาดรูปพร้อมเขียนอธิบาย

<p>5.1 วาดรูป</p> 
<p>5.2 อธิบาย</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>

6. กล่องข้าวที่นักเรียนออกแบบด้วยรูปทรงเรขาคณิตสามมิติ มีคุณค่าและเป็นประโยชน์หรือไม่

<p>อธิบาย</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
--