



การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ

การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง
รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6



การค้นคว้าอิสระเสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การค้นคว้าอิสระ เรื่อง "การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง
คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6"

ของ สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล)

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชำนาญ ปาณาวงษ์)

หัวหน้าภาควิชาการศึกษา



ชื่อเรื่อง	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
ผู้วิจัย	สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ
ประธานที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล
ประเภทสารนิพนธ์	การค้นคว้าอิสระ กศ.ม. คณิตศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566
คำสำคัญ	การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา, ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์, รูปเรขาคณิต

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียน จำนวน 30 คน ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ต้องให้ความสำคัญกับ 1) การตรวจสอบความรู้หรือประสบการณ์เดิมของนักเรียน 2) การใช้สถานการณ์ปัญหาที่นักเรียนพบเจอในชีวิตประจำวันหรือในบริบทชุมชนของนักเรียนและให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ 3) การให้นักเรียนร่วมมือกันสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหา โดยประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตในการออกแบบลายผ้าทอโบราณของชุมชนบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุดรดิตต์ และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน เมื่อผ่านการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ

Title	USING STEAM LEARNING APPROACH TO DEVELOP MATHEMATICAL CREATIVE THINKING SKILLS OF GRADE 6 STUDENTS ON GEOMETRIC SHAPES IN WOVEN FABRIC PATTERNS
Author	Somhying Petchsuwan
Advisor	Assistant Professor Sirinapa Kijkuakul, Ph.D.
Academic Paper	M.Ed. Independent Study in Mathematics Education, Naresuan University, 2023
Keywords	STEAM education, Mathematical creative thinking, Geometric Figures

ABSTRACT

This research aimed to study using the STEAM learning approach to develop mathematically creative thinking skills about geometric shapes within in woven fabric sewing patterns of the Ban-Nam-Ang community,Uttaradit Province. The research participants were 30 Grade 6 students, and the research methodology was three spirals of action research. The instruments consisted of lesson plans, reflective learning journals, students' activity sheets and artifacts, and a mathematical creative thinking test. The data were analyzed through content analysis and triangulations. The results revealed that teaching using the STEAM learning approach must focus on 1) examining students' prior knowledge or experience, 2) using problematic situations that students encounter in everyday life or in their community contexts and then encouraging them to search for information about those situations from various reliable sources, and 3) allowing students to work together to develop new knowledge along with solving the problem; they would learn about the geometric figures and then create a new woven fabric sewing pattern for themselves. Next, they must share their opinions and give suggestions to each other. After three spirals, most students finally appeared to have improved on generating diverse ideas, creating new ideas, and evaluating and improving ideas, respectively.



ประกาศคุณูปการ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างยิ่งจากท่าน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิรินภา กิจเกื้อกูล อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในการค้นคว้าอิสระ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างยิ่ง จนการค้นคว้าอิสระสำเร็จสมบูรณ์ได้ อีกทั้งยังช่วยเป็นแรงผลักดันให้ ผู้วิจัยสามารถก้าวข้ามอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในตลอดระยะเวลาที่ทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ ผู้วิจัยจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณ ท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ในสาขาคณิตศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้ และทักษะในการทำการค้นคว้าอิสระฉบับนี้ รวมทั้งเจ้าหน้าที่คณะศึกษาศาสตร์ทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ อย่างเป็นกัลยาณมิตรเสมอมา และขอบคุณเพื่อนนิสิตปริญญาโท ที่เป็นส่วนเป็นสำคัญในการให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีให้กับผู้วิจัยตลอดมา

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ ได้แก่ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธภาส อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดและประเมินผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ และนางศิริกัญญา สุวรรณประภา วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านในเมือง ที่ท่านได้สละเวลาอันมีค่าในการให้คำแนะนำและตรวจสอบคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย โดยให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้มีความถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณผู้บริหารโรงเรียน คณะครูและนักเรียน โรงเรียนบ้านน้ำอ่าง (สำนักงานสลากกินแบ่งสงเคราะห์ที่ 163) อำเภอตรอน จังหวัดอุตรดิตถ์ ที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและให้คำแนะนำช่วยเหลือเป็นอย่างดี ทำให้การค้นคว้าอิสระฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครูอาจารย์ในทุกระดับการศึกษาทุกท่าน หากการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์ประการใด ขอมอบสิ่งดีงามเหล่านั้นให้แก่ท่านผู้มีพระคุณทั้งหลายที่ได้กล่าวมาซึ่งมีส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการศึกษาค้นคว้าอิสระฉบับนี้

สมหญิง เพ็ชรสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
ประกาศคุณูปการ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฌ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	5
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	5
ขอบเขตของงานวิจัย.....	5
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.....	10
การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION.....	16
ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	29
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	40

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	45
รูปแบบการวิจัย.....	45
ผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย.....	47
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
ขั้นตอนการสร้างและการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	48
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	57
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	58
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	68
ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ ที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร.....	68
ตอนที่ 2 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ได้หรือไม่อย่างไร.....	102
บทที่ 5 บทสรุป.....	127
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย.....	127
ข้อเสนอแนะ.....	133
บรรณานุกรม.....	135
ภาคผนวก.....	142
ประวัติผู้วิจัย.....	164

สารบัญตาราง

	หน้า
ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์	10
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์	11
ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 4.1	13
ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1	14
ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2	15
ตาราง 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 ทักษะศิลป์ มาตรฐาน ศ 1.1	15
ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 ทักษะศิลป์ มาตรฐาน ศ 1.2	16
ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Greenstein (2012)	36
ตาราง 9 แสดงแนวทางการวัดแ่งมุมในองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด OECD (2019) ภายใต้ขอบเขตลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ	38
ตาราง 10 แสดงคำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	48
ตาราง 11 แสดงแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ท่เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอ น้ำอ่า่ง	50
ตาราง 12 แสดงการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์	59

ตาราง 13 แสดงรหัสและระดับคุณภาพตามความสอดคล้องพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์.....	61
ตาราง 14 สรุปคำถามวิจัย เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
ตาราง 15 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1	79
ตาราง 16 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุง ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	90
ตาราง 17 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุง ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3.....	100
ตาราง 18 แสดงผลการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน	123



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพ 1 กรอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEAM EDUCATION ตามแนวทางของ Georgette Yakman	17
ภาพ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนว STEM EDUCATION	22
ภาพ 3 ปัจจัยพื้นฐานในการนำแนวคิด STEM EDUCATION ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้.....	22
ภาพ 4 แสดงแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์.....	34
ภาพ 5 แสดงแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน.....	34
ภาพ 6 แสดงขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ.....	37
ภาพ 7 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ.....	47
ภาพ 8 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 1 ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ.....	70
ภาพ 9 แผนภาพสถานการณ์ผ้าขึ้นต้นจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จ.อุตรดิตถ์ จากสำนักข่าว Thai PBS	73
ภาพ 10 ตัวอย่างการเขียนแสดงความคิดเห็นของนักเรียนจากสถานการณ์เรื่อง “ร้อยเรื่องราว ตำนานผ้าทอน้ำอ่าง...ปราชญ์ชาวบ้าน”	73
ภาพ 11 ภาพตัวอย่างนักเรียนทำกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน”	75
ภาพ 12 ตัวอย่างการถอดรหัสลายขอกระเบื้อง และลายหงส์ไปแล้วแคล้วบ่จอด ของนักเรียนในกิจกรรม“ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน”	75
ภาพ 13 ตัวอย่างการทำใบกิจกรรม ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้าของนักเรียน	76

ภาพ 14 ตัวอย่างการทำกิจกรรมการสร้างโมเดลลายผ้าของนักเรียน.....	77
ภาพ 15 ตัวอย่างชิ้นงานโมเดลลายผ้าจากกระดาษพอยล์และโมเดลลายผ้าจาก ทองคำเปลว ของนักเรียน.....	77
ภาพ 16 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการ สร้างชิ้นงานของนักเรียน	78
ภาพ 17 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 2 รูปคลี่แปลงร่าง.....	81
ภาพ 18 แผนภาพการทำใบกิจกรรม Meeting Notes ของนักเรียน	83
ภาพ 19 วีดีโอ 2 มิติ สู่ 3 มิติ ศิลปะ ทักษะศิลป์ ป.6.....	85
ภาพ 20 ตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ระบายสีรูป 2 มิติ สู่ 3 มิติและเขียนอธิบายแนวคิดการ ออกแบบได้สำเร็จ	86
ภาพ 21 ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียน ใบกิจกรรม “สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน” ภารกิจที่ 2	86
ภาพ 22 ตัวอย่างแบบร่างและชิ้นงานของนักเรียน.....	88
ภาพ 23 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการ สร้างชิ้นงานของนักเรียน	89
ภาพ 24 ตัวอย่างครู และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ร่วมกันในการประเมิน ชิ้นงาน	90
ภาพ 25 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 3 แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก.....	93
ภาพ 26 การทำใบกิจกรรม PACKAGING ที่เป็นไปได้มากกว่าการบรรจุของนักเรียน	95
ภาพ 27 การทำใบกิจกรรมแพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก ของนักเรียน.....	97
ภาพ 28 ตัวอย่างแบบร่างแพกเกจจิ้งที่นักเรียนออกแบบ.....	98

ภาพ 29 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการ สร้างชิ้นงาน ของนักเรียน.....	99
ภาพ 30 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่ หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 1	107
ภาพ 31 ตัวอย่างภาพจากการออกแบบลายผ้าที่ใช้รูปเรขาคณิต ในใบกิจกรรม ถอดรหัส ลายผ้าในตำนาน ที่แสดงความคิดหลากหลายอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	108
ภาพ 32 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่ สร้างสรรค์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1	108
ภาพ 33 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	109
ภาพ 34 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุง ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1.....	110
ภาพ 35 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) ของกลุ่มที่ 5 ก่อนแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดของนักเรียน.....	111
ภาพ 36 ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ในสิ่งที่ต้องพัฒนา ข้อเสนอแนะ และ การให้คะแนนในกลุ่มของตนเอง ที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด อยู่ในระดับ 2 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	112
ภาพ 37 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่ หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 2	113
ภาพ 38 ตัวอย่างภาพจากการออกแบบลายผ้าที่ใช้รูปเรขาคณิต 2 มิติ ระบายสี เป็น 3 มิติ ที่แสดงความคิดหลากหลายอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน.....	114
ภาพ 39 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่ สร้างสรรค์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	114

ภาพ 40 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	115
ภาพ 41 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 2.....	116
ภาพ 42 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน ก่อนแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด....	117
ภาพ 43 ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ในสิ่งที่ต้องพัฒนา ข้อเสนอแนะ และการให้คะแนนในกลุ่มของตนเอง ที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	117
ภาพ 44 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 3	118
ภาพ 45 ภาพตัวอย่างจากใบกิจกรรม ปริศนารูปทรงสี่เหลี่ยม ที่แสดงความคิดหลากหลาย อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	119
ภาพ 46 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3	120
ภาพ 47 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	120
ภาพ 48 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 3	121
ภาพ 49 ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ในสิ่งที่ต้องพัฒนา ข้อเสนอแนะ และการให้คะแนนในกลุ่มของตนเอง ที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน	122
ภาพ 50 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงความคิดที่หลากหลาย อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ	124

ภาพ 51 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงความคิด
สร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ..... 125

ภาพ 52 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงการประเมิน
และปรับปรุงความคิดอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ..... 126



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ในยุคปัจจุบันกระแสโลกาภิวัตน์และความเปลี่ยนแปลงของโลกที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ทั้งด้านวิชาการและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสารสนเทศ สังคมโลกในยุคปัจจุบันเต็มไปด้วยข้อมูลข่าวสาร ทำให้ต้องคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และมีการตัดสินใจที่รวดเร็ว เพื่อให้ทันต่อสถานการณ์ในสังคมที่มีความซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งเป็นแรงผลักดันสำคัญที่ทำให้ต้องมีการปฏิรูปการศึกษา คุณภาพของการจัดการศึกษาจึงเป็นตัวบ่งชี้สำคัญประการหนึ่งสำหรับความพร้อมในการเข้าสู่ศตวรรษที่ 21 และศักยภาพในการแข่งขันในเวทีโลก (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2555) ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิต มีส่วนเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของมนุษย์เราอย่างมาก เราใช้เรขาคณิตในชีวิตจริงเพื่อทำความเข้าใจ หรืออธิบายสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น ใช้เรขาคณิตในการสำรวจพื้นที่สร้างผังเมือง สร้างถนนหนทาง สำรวจโลกและอวกาศหรือบางครั้งเราอาจแทนความคิดหรือสิ่งต่าง ๆ ด้วยรูปเรขาคณิต เรขาคณิตช่วยพัฒนาทักษะที่สำคัญหลายประการ เช่น ทักษะเชิงมิติสัมพันธ์ หรือความรู้สึกเชิงปริภูมิ การคิด การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งทักษะเหล่านี้ เป็นพื้นฐานการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ เช่น จำนวน การวัด ตลอดจนเนื้อหาคณิตศาสตร์ขั้นสูงต่อไป นอกจากนี้เรขาคณิตยังเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์กับความรู้แขนงอื่น ๆ อีกด้วย เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรขาคณิต สามารถใช้ความรู้และเชื่อมโยงความรู้เรขาคณิตกับความรู้แขนงอื่น ๆ ได้ นักเรียนจะต้องได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ โดยเริ่มจากกิจกรรมง่าย ๆ ไปสู่สถานการณ์ปัญหาที่ท้าทาย นักเรียนจะต้องทำการสืบค้น ทดลองและสำรวจสิ่งที่อยู่รอบตัว เช่น ฝึกการมองภาพ วาดภาพ และเปรียบเทียบรูปร่างในตำแหน่งต่าง ๆ กัน

ปัจจุบันความก้าวหน้าด้านการสร้างสรรค์ ผลักดันให้วัฒนธรรมของมนุษย์ก้าวไปข้างหน้า ในหลากหลายด้าน ทั้งด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ปรัชญา ศิลปศาสตร์ และมนุษยศาสตร์ การคิดอย่างสร้างสรรค์จึงเป็นมากกว่าการคิดทั่ว ๆ ไป แต่เป็นสมรรถนะที่จับต้องได้บนพื้นฐานของความรู้ และการฝึกฝนที่ช่วยให้บุคคลสามารถทำสิ่งต่าง ๆ ให้ได้ผลดียิ่งขึ้น การศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ จะช่วยให้คนรุ่นใหม่สามารถปรับตัวและพัฒนาความสามารถของตนเองในการทำงาน โดยเครื่องจักรกลไม่สามารถทำแทนได้ และรับมือกับความท้าทายที่ซับซ้อนมากขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก ด้วยแนวทางแก้ปัญหาที่ไม่ติดอยู่ในกรอบเดิม ๆ สรุปได้ว่าบทบาท

พื้นฐานของการศึกษาคือการทำให้นักเรียนมีสมรรถนะที่จำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตอย่างราบรื่นในสังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคต

ความคิดสร้างสรรค์เป็นสมรรถนะหนึ่งที่เยาวชน จำเป็นต้องได้รับการพัฒนา นอกเหนือไปจากการอ่านออกเขียนได้และการคิดคำนวณ ทุกคนมีความสามารถในการคิดสร้างสรรค์และฝึกความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวันของตนเอง ความคิดสร้างสรรค์สามารถใช้ได้ไม่เพียงแต่ในบริบทที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของจินตนาการเท่านั้น ยกตัวอย่างเช่น การเขียนเชิงสร้างสรรค์หรือศิลปะ แต่ยังรวมถึงด้านอื่น ๆ ที่การสร้างสรรค์ความคิดสามารถนำไปใช้ในการสืบสวนปัญหา หรือข้อกังวลในสังคมในวงกว้าง (OECD, 2019) การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์จะช่วยให้ผู้เรียนมีแนวทางการคิดที่หลากหลาย มีกระบวนการคิดจินตนาการในการประยุกต์ที่จะนำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ที่แปลกใหม่และมีคุณค่าที่คนส่วนใหญ่คาดคิดไม่ถึงหรือมองข้าม ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนมีนิสัยกระตือรือร้นไม่ย่อท้อ อยากรู้อยากเห็นอยากค้นคว้าและทดลองสิ่งใหม่ ๆ อยู่เสมอ (IPST, 2018, p. 61) จากข้างต้นจะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์ซึ่งก่อให้เกิดผลดีต่อประเทศไปใช้ให้เกิดการพัฒนาประเทศ ทั้งนี้ สถาบันทางการศึกษาและสถาบันครอบครัว มีส่วนสำคัญมากในการ ส่งเสริม พัฒนา หรือกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในเด็กและเยาวชน ซึ่งเป็นอนาคตของชาติ จากรายงานดัชนีนวัตกรรมโลก 2021 ที่เผยแพร่โดย Cornell University ซึ่งพิจารณาจากดัชนีผลผลิตจากความคิดสร้างสรรค์ (Creative Outputs) ระบุว่า ประเทศไทยได้รับการจัดอันดับในรายงานว่าเป็นประเทศที่มีคะแนนเป็นอันดับ 3 ของอาเซียน และเป็นอันดับที่ 43 ในประชาคมโลก ซึ่งสอดคล้องกับ องค์การทรัพย์สินทางปัญญาแห่งโลก (WIPO) ที่จัดขึ้นเพื่อวัดระดับความสามารถทางด้านนวัตกรรมเสมือนมาตรวัดเปรียบเทียบเชิงเวลาและการเปรียบเทียบเชิงแข่งขันทางด้านนวัตกรรมของแต่ละประเทศกว่า 132 ประเทศทั่วโลก ในการส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการสร้างสรรค์และรังสรรค์นวัตกรรมโดยมุ่งเน้นการบ่มเพาะและพัฒนาขีดความสามารถผู้ประกอบการนวัตกรรม การพัฒนาระบบนิเวศนวัตกรรมที่เอื้อต่อการสร้างและแปลงนวัตกรรมสู่มูลค่าทางเศรษฐกิจและคุณค่าทางสังคม โดยในปีนี้ผลการจัดอันดับ GI 2021 ประเทศไทยอยู่อันดับที่ 43 ปรับดีขึ้น 1 อันดับ จากปี 2020 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประเทศไทยได้ให้ความสำคัญกับความคิดสร้างสรรค์เป็นอย่างมากในการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเพื่อให้ความพร้อมที่จะก้าวสู่การเป็นประเทศแห่งนวัตกรรม

การประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินคุณภาพของระบบการศึกษาในการเตรียมความพร้อมให้ประชาชนมีศักยภาพหรือความสามารถพื้นฐาน ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงโดย PISA จะประเมินนักเรียนอายุ 15 ปี เพื่อติดตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคุณภาพการศึกษาและมุ่งให้ข้อมูลแก่ระดับนโยบาย การประเมินของ PISA เน้นการประเมินสมรรถนะของนักเรียนเกี่ยวกับการใช้ความรู้และทักษะในชีวิตจริงมากกว่าการเรียนรู้ตามหลักสูตรใน

โรงเรียน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นสิ่งที่ประชากรจำเป็นต้องมีเพื่อการพัฒนาและการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ สำหรับผลการประเมินของประเทศไทย นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้าน คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่า ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้น 3 คะแนน ซึ่งในการทดสอบทางสถิติถือว่าด้านคณิตศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าผลการประเมิน PISA ชี้ให้เห็นสมรรถนะการแก้ปัญหาที่พบข้อบกพร่องของนักเรียนทางด้านความคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบและการประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุดผ่านการใช้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลในการหาคำตอบ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดหลายแง่มุม เป็นความสามารถในการมองหารูปแบบที่หลากหลายในการแก้ปัญหาและการมองหาแนวความคิดใหม่ ๆ มาช่วยในการแก้ปัญหา สร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง หรือพัฒนาองค์ความรู้เดิมที่มี จากประสบการณ์สอนของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ระยะเวลา 5 ปี พบปัญหาการสอนคณิตศาสตร์หลายด้าน ซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญ คือ นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติที่พบในชีวิตประจำวันได้ และขาดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถออกแบบหรือเขียนภาพสถานการณ์ในการแก้ปัญหาได้ มองส่วนประกอบต่าง ๆ ของรูปเรขาคณิตสามมิติไม่ชัดเจน เมื่อมีการนำรูปเรขาคณิตสามมิติไปประยุกต์ใช้ในการสร้างโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาสาเหตุที่ดังกล่าว พบว่าในการสอนของครูมักจะสอนด้วยวิธีการ แบบบรรยายเป็นผู้อธิบาย ผู้สาคิด นักเรียนไม่มีโอกาสได้โต้ตอบเพื่อทำความเข้าใจความถี่และขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้นักเรียนขาดการทำงานร่วมกัน ขาดการลงมือปฏิบัติในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง และไม่ถูกฝึกฝนให้ใช้ความคิดในการวางแผนและออกแบบการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงบนพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ

อย่างไรก็ตาม ความคิดสร้างสรรค์ถือว่าเป็นแนวความคิดหลักในการสร้างสรรค์บรรจุกัมม์ท์ของชุมชนบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุดรดิติต์ ชาวบ้านในชุมชนนี้ มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผ้าทอน้ำอ่างมาอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากบ้านน้ำอ่างเป็นตำบลที่เป็นชาติพันธุ์ไท-ยวน(ล้านนา) มีภาษาพูด (กำเมือง) อักษรล้านนา วัฒนธรรม และศิลปะต่าง ๆ เอกลักษณ์ที่โดดเด่นของชาวไท-ยวนบ้านน้ำอ่าง คือ การทอผ้าขึ้นตีนจก ได้ถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว ทางร้านคุณโต้งผ้าทอน้ำอ่าง ได้คิดสร้างสรรค์และค้นคว้าข้อมูลจากลวดลายหลักของตีนจกไท-ยวนบ้านน้ำอ่าง ตั้งแต่ลายในอดีตและปัจจุบัน จากผ้าเก่าบ้าง ข้อมูลช่างทอสูงอายุบ้าง จึงได้รวบรวมลายผ้าขึ้นตีนจกโบราณได้ 9 ลาย ประกอบด้วย ลายหงส์ใหญ่ ลายหงส์มีหงอน (หงส์น้ำอ่าง) ลายขอกระเบื้อง ลายขอโกมลอย (โคมลอย) ลายขอโกมใหญ่

(โคมใหญ่) ลายขอโกมถมน้อย (โคมน้อย) ลายนกยางโอน (สุโขทัยเรียกดอกน้ำอ่าง) ลายนกมีหงอน ลายหงส์เชียงแสน (หงส์บ่แล้ว แคล้วบ่จอด) ซึ่งแต่ละแบบจะมีลวดลายที่แตกต่างกันออกไปมีการสร้างสรรค์พัฒนาเป็นลวดลายใหม่และผสมผสานความเป็นบ้านน้ำอ่างได้เป็นอย่างดี มีการคิดค้นและพัฒนาบรรจุภัณฑ์ผ้าทอน้ำอ่างให้มีคุณภาพ มีเอกลักษณ์ของชุมชนเป็นที่ยอมรับและต้องการของตลาดสากล เพื่อที่จะเกิดการสร้างงาน สร้างรายได้ นอกจากนี้ยังเป็นการสืบสานต่อยอดภูมิปัญญาท้องถิ่น เพื่อให้กลายเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณภาพ มีจุดเด่นจุดขายที่รู้จักกันแพร่หลายไปทั่วประเทศ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM EDUCATION เป็นการให้นักเรียนเรียนรู้แบบบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่างครอบคลุมและต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกมา นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมการรับรู้ความสามารถ ความเชื่อมั่นและความสนใจของนักเรียน สร้างแรงบันดาลใจ และแรงจูงใจให้นักเรียนอยากจะเรียน วิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น (Kim and Park, 2012) กล่าวว่า "การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัว นั้น ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผลและนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้" สอดคล้องกับแนวคิดของ พรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) ได้กล่าวว่า " STEAM EDUCATION มีลักษณะเป็นการบูรณาการที่สามารถจัดสอนได้ในทุกระดับชั้นตั้งแต่ชั้นอนุบาลถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยพบว่าในประเทศสหรัฐอเมริกาได้กำหนดเป็นนโยบายทางการศึกษาให้แต่ละรัฐนำ STEAM EDUCATION มาใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ Yakman (2008) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากโมเดล STEM โดยเพิ่มศิลปศาสตร์เข้าไปใน STEM ซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระ วิชา ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering) ศิลปศาสตร์ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางด้านการสอน โดยการเพิ่มศิลปศาสตร์เข้ามาเพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ในทำนองเดียวกัน Kim and Park (2012) กล่าวว่า การเพิ่มศิลปศาสตร์เข้าไปใน STEM สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และฝึกให้นักเรียนได้สร้างจินตนาการความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างสัมพันธ์ระหว่างศิลปศาสตร์และคณิตศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียน วิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น และได้ฝึกฝนทักษะกระบวนการแสวงหาความรู้ ทักษะการคิด และทักษะการทำงานเป็นกลุ่มซึ่งเป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีคุณภาพ

ผู้วิจัยเห็นความสำคัญ และมีความสนใจที่จะพัฒนาความสามารถเพื่อพัฒนา ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และพัฒนาเป็นกิจกรรมการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ส่งผลให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ

สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้นและสามารถพัฒนาความสามารถทางการเรียนของนักเรียนได้ดีขึ้น

คำถามวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร
2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษาแล้วนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ได้หรือไม่อย่างไร

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่ง
2. เพื่อศึกษาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสเต็มศึกษา

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน
2. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ สาระการเรียนรู้แกนกลางตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้
3. สิ่งที่ศึกษา
 - 3.1 การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ แบบ STEAM EDUCATION
 - 3.2 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แยกตามองค์ประกอบ ดังนี้
 - 3.2.1 การสร้างแนวคิดที่หลากหลาย
 - 3.2.2 การสร้างแนวคิดอย่างสร้างสรรค์
 - 3.2.3 การประเมินและปรับปรุงแนวคิด

นียมศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION หมายถึง กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ ค.2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และ ทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ ตัวชี้วัดที่ 3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตชนิดต่าง ๆ และ ตัวชี้วัดที่ 4 ระบุรูปเรขาคณิตที่ประกอบจากรูปคลี่และระบุรูปคลี่ของรูปเรขาคณิต รูปแบบการจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge) ขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหา ให้กับนักเรียนศึกษาและสำรวจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต มาเป็นหัวข้อของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับวิถีชุมชนและเสริมทักษะต่าง ๆ คือ สถานการณ์การออกแบบลาย ผ้าทอแพกเกจจิ้งผสมผสานกันลายผ้าทอบ้านน้ำอ่างตามวิถีไทยวน ซึ่งเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชุมชนของ นักเรียน พร้อมให้นักเรียนทำความเข้าใจกับสถานการณ์ปัญหาที่ครูกำหนดให้ เพื่อหาวิธีการหรือสร้าง สิ่งประดิษฐ์/นวัตกรรม(Innovation) เพื่อแก้สถานการณ์ปัญหาดังกล่าว

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เมื่อครูให้สถานการณ์ ปัญหาให้นักเรียนแล้ว นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตและลาย ผ้าทอบ้านน้ำอ่าง มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่เหมาะสมและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อเสียเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ ดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวาดแบบร่าง และการออกแบบชิ้นงาน กำหนดเป้าหมาย และระยะเวลาดำเนินการให้ชัดเจน สิ่งที่สำคัญคือนักเรียนจะต้องรู้ว่าตนเองจะต้องทำอะไรก่อน อย่าง เป็นลำดับขั้นตอน เพื่อแสดงทักษะความคิดสร้างสรรค์วิธีการในการแก้ปัญหาและจะทราบว่านักเรียน ใช้ความรู้คณิตศาสตร์พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนใด พร้อมทดสอบแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนที่นักเรียน ร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ นั้น มีความถูกต้องและเชื่อมโยงกันหรือไม่ จากนั้นดำเนินการทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้งหนึ่งในรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้านในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นก่อนนำไปเผยแพร่

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม ได้แก่ แบบร่าง ชิ้นงาน มาเฉลยและอภิปรายร่วมกันว่า สิ่งนี้นักเรียนเชื่อมโยงได้ ถูกต้องหรือไม่

2. ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง หมายถึง กระบวนการคิดที่อาศัยความรู้ เนื้อหา บนหลักการทางคณิตศาสตร์ ผสมกับจินตนาการและวิจารณญาณ ซึ่งสามารถคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ แตกต่างไปจากเดิม ที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่าง ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุดรดิตถ์ ได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน และลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการเพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสมมติฐานหรือแนวคิดที่ได้จากการสังเกตและตรวจสอบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้อย่างหลากหลาย โดยมีชิ้นงานที่แตกต่างกัน

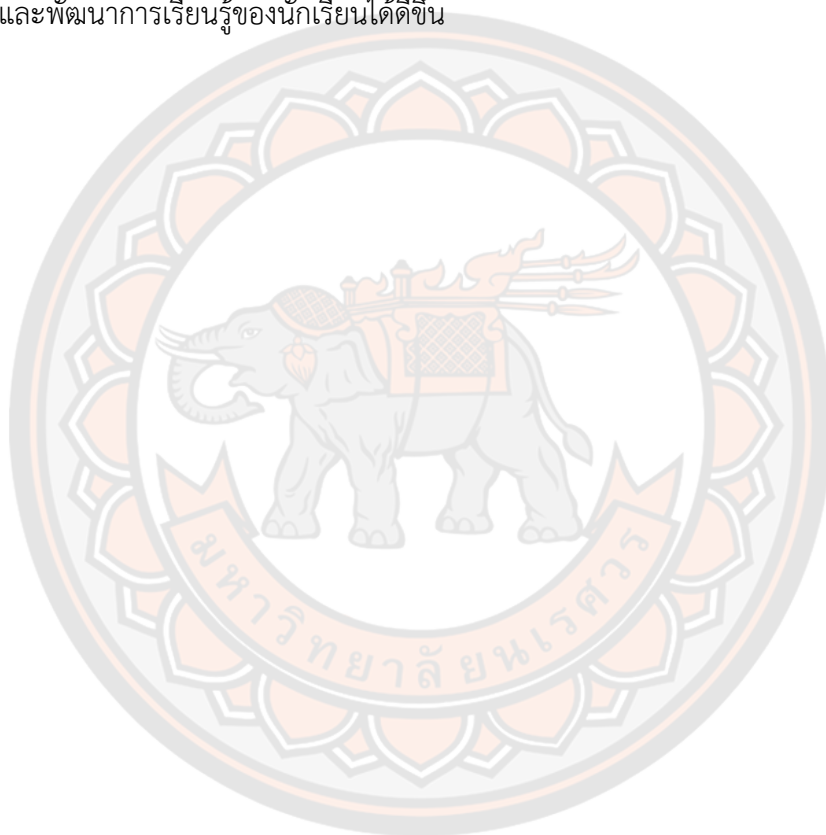
องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างภาพ ชิ้นงาน หรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตและบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่าง ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ และลักษณะที่ 2 คือ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 คือ การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต ที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบท ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และลักษณะที่ 2 คือ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและ

เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบถูกต้อง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางสำหรับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและนักเรียนมากยิ่งขึ้น
2. ผลการศึกษาที่พบ ช่วยให้เกิดองค์ความรู้และวิธีการใหม่ ๆ ในการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมและพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนได้ดีขึ้น



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

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

1. มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 16101
3. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 16101
4. ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION

1. แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION
2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION
3. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ STEAM EDUCATION
4. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION
5. บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1. ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์
2. ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์
3. ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
4. องค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
5. การวัดและประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง
2. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลาง
การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง ตามมาตรฐานการเรียนรู้ของ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. มาตรฐาน ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน
การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม
และนำไปใช้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการ
วัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสามมิติ สมบัติของรูปเรขาคณิต
สามมิติ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติ และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหาใน
การทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สาระ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงมาตรฐาน ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
สาระที่ 2 การวัด และเรขาคณิต	ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูป เรขาคณิตสามมิติ สมบัติของ รูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ	- ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด - รูปคลี่ของทรงกระบอก
	ความสัมพันธ์ระหว่างรูป เรขาคณิตสามมิติ และทฤษฎี บททางเรขาคณิตและ นำไปใช้	ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูป เรขาคณิต สามมิติที่ ประกอบจากรูปคลี่และ ระบุรูปคลี่ของรูป เรขาคณิตสามมิติ	กรวย ปริซึม พีระมิด

2. โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 16101

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ตามตัวชี้วัด ค 2.2 ป.6/3 ,ป.6/4 ที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ ดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์

ชื่อหน่วยการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
รูปเรขาคณิตสามมิติ	ค 2.2 ป.6/3	<p>ปริซึม</p> <ul style="list-style-type: none"> - ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตันมีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน - ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน - จำนวนหน้าข้างของปริซึม เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัด หรือฐาน - จำนวนหน้าทั้งหมดของปริซึม เท่ากับจำนวนหน้าตัดหรือฐานรวมกับจำนวนหน้าข้าง <p>พีระมิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - พีระมิดเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมมียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน และมีหน้าข้างเป็นรูปสามเหลี่ยม - ชนิดของพีระมิด จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน - จำนวนหน้าข้างของพีระมิด เท่ากับจำนวนด้านของรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นฐาน - จำนวนหน้าทั้งหมดของพีระมิด เท่ากับจำนวนฐาน รวมกับจำนวนหน้าข้าง 	13	5
รูปเรขาคณิตสามมิติ (ต่อ)	ค 2.2 ป.6/3 (ต่อ)	<p>ทรงกระบอก</p> <ul style="list-style-type: none"> - ทรงกระบอก เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐานทั้งสองเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติที่เท่ากันทุกประการ และอยู่บนระนาบที่ขนานกัน <p>กรวย</p> <ul style="list-style-type: none"> - กรวย เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีฐาน เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ มียอดแหลมซึ่งไม่อยู่บนระนาบเดียวกันกับฐาน 		

ชื่อหน่วย การเรียนรู้	ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		ทรงกลม - ทรงกลม เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติทรงตัน มีผิวโค้งเรียบทุก ๆ จุดที่อยู่บนผิวโค้งห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากัน - ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางกับจุดใด ๆ บนผิวโค้งของทรงกลม เรียกว่า รัศมี		
	ค 2.2 ป.6/4	- รูปเรขาคณิตสามมิติ ที่สามารถพับให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติได้ เป็นรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิตินั้น		

3. คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 16101

รูปเรขาคณิตสามมิติประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของรูปเรขาคณิต ที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย พีระมิด รูปคลี่ของทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด โดยจัดประสบการณ์และสร้างสถานการณ์ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ มีพัฒนาการด้านการคิดวิเคราะห์ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเอง มุ่งส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง มีความคิดผลิตภาพสร้างสรรค์นวัตกรรม ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน ซื่อสัตย์สุจริต และมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

โดยใช้วิธีการที่หลากหลายที่สำคัญ ได้แก่ หลักการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่นักเรียนเป็นศูนย์กลาง (student-centered learning) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบสอบ (Inquiry-based learning) วิธีสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การอุปนัย (Induction) วิธีสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การนิรนัย (Deduction) แนวการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์แก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทาง คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และ สรุปผล ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอ เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ความคิดรวบยอด ใฝ่รู้ใฝ่เรียน มีระเบียบวินัยมุ่งมั่นในการทำงานอย่างมีระบบ ประหยัด ซื่อสัตย์ มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์

4. ตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่นที่สัมพันธ์กับคณิตศาสตร์

ในการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหา เรื่อง รูปเรขาคณิต ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ไปใช้เป็นเนื้อหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเรื่อง รูปเรขาคณิต มีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ดังนี้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตาราง 3 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพมาตรฐาน ว 4.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัตถุในการทำงานตามวัตถุประสงค์และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์	- การนำวัสดุมาทำเป็นวัตถุในการทำงานตามวัตถุประสงค์ขึ้นอยู่กับสมบัติของวัสดุ วัสดุที่ใช้แล้วอาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น กระดาษใช้แล้วอาจนำมาทำเป็นจรวดกระดาษ ดอกไม้ประดิษฐ์ถุงใส่ของ
ป.2/4 . ตระหนักถึงประโยชน์ของการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่	

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตาราง 4 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.1/2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน รวบรวม วิเคราะห์ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวัน พบได้จากหลายบริบทขึ้นกับสถานการณ์ที่ประสบ เช่น การเกษตร การอาหาร - การแก้ปัญหาจำเป็นต้องสืบค้น รวบรวมข้อมูลความรู้ จากศาสตร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไปสู่การออกแบบ แนวทางการแก้ปัญหา
ม.1/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่น่าเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจ วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - การวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่น่าเสนอ โดยคำนึงถึงเงื่อนไข และทรัพยากรที่มีอยู่ ช่วยให้ ได้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสม - การออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาทำได้หลากหลาย วิธี เช่น การร่างภาพ การเขียนแผนภาพ การเขียนผังงาน - การกำหนดขั้นตอนและระยะเวลาในการทำงานก่อน ดำเนิน การแก้ปัญหาจะช่วยให้ทำงานสำเร็จได้ตามเป้าหมายและลดข้อผิดพลาดของการทำงานที่อาจเกิดขึ้น
ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุข้อบกพร่องที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอผลการแก้ปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> - การทดสอบ และประเมินผลเป็นการตรวจสอบ ชี้แจงงานหรือวิธีการว่าสามารถแก้ปัญหาได้ตาม วัตถุประสงค์ภายใต้กรอบของปัญหา เพื่อหาข้อบกพร่อง และดำเนินการปรับปรุง โดยอาจทดสอบซ้ำเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้
ม.1/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> - วัสดุแต่ละประเภทมีสมบัติแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก จึงต้องมีการวิเคราะห์สมบัติเพื่อเลือกใช้ให้ เหมาะสมกับลักษณะของงาน - การสร้างชิ้นงานอาจใช้ความรู้ เรื่องกลไก ไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ เช่น LED บัสเซอร์ มอเตอร์วงจรไฟฟ้า - อุปกรณ์และเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานหรือ พัฒนาวิธีการมีหลายประเภท ต้องเลือกใช้ ให้ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย รวมทั้ง รู้จักเก็บรักษา

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตาราง 5 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว 4.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ	<ul style="list-style-type: none"> - การค้นหาอย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาที่รวดเร็ว จากแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือหลายแหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน - การใช้เทคนิคการค้นหาขั้นสูง เช่น การใช้ตัวดำเนินการ การระบุรูปแบบของข้อมูลหรือชนิดของไฟล์ - การจัดลำดับผลลัพธ์จากการค้นหาของโปรแกรมค้นหา - การเรียบเรียง สรุปสาระสำคัญ (บูรณาการกับวิชาภาษาไทย)

กลุ่มสาระการเรียนรู้ศิลปะ

สาระที่ 1 ทักษะศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์ วิพากษ์ วิวิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึก ความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระ ชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

ตาราง 6 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 ทักษะศิลป์ มาตรฐาน ศ 1.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.6/7 สร้างงานทัศนศิลป์เป็นแผนภาพ แผนผัง และภาพประกอบ เพื่อถ่ายทอดความคิดหรือเรื่องราวเกี่ยวกับเหตุการณ์ต่าง ๆ	- การสร้างงานทัศนศิลป์เป็นแผนภาพ แผนผัง และภาพประกอบ

มาตรฐาน ศ 1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่างานทัศนศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล

ตาราง 7 แสดงตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 ทักษะศิลป์ มาตรฐาน ศ 1.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ป.5/2 อภิปรายเกี่ยวกับงานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่น	- งานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและ ภูมิปัญญาในท้องถิ่น

การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจในเบื้องต้น จากการศึกษาความหมายของ STEAM EDUCATION พบว่ามีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมาย ดังนี้

1. แนวคิดของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวคิดที่พัฒนาโดยเยคเมน (Yakman, 2008) ในระหว่างการศึกษาและทำวิจัยในระดับปริญญาโท มีรากฐานมาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) สะเต็มศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ ๆ และเพิ่มจำนวนผู้สร้างนวัตกรรมให้แก่ประเทศ เนื่องจากการสอนแบบสะเต็มศึกษาเน้นให้ผู้เรียนได้คิดหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว (Convergent Thinking) แตกต่างจากการสอนแบบสะเต็มศึกษาที่ให้ผู้เรียนได้คิดหลากหลายเพื่อเลือกคำตอบที่ดีที่สุดมาใช้ในการแก้ปัญหา (Divergent Thinking) แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการสอนด้วยการบูรณาการความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์(Mathematic) รายวิชาต่าง ๆ ในสะเต็มศึกษาสามารถนำมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับบริบทและสถานการณ์จริงได้ การเพิ่มศิลปะ (Arts) เข้าไปในสะเต็มศึกษาจะช่วยสนับสนุนให้เกิดบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี และสามารถพัฒนาสมองทั้งสองซีกไปอย่างพร้อม ๆ กัน

Yakman (2008) ยังได้นำเสนอกรอบแนวคิด STEAM หรือ พีระมิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับชั้นของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ ได้ดังนี้ คือ

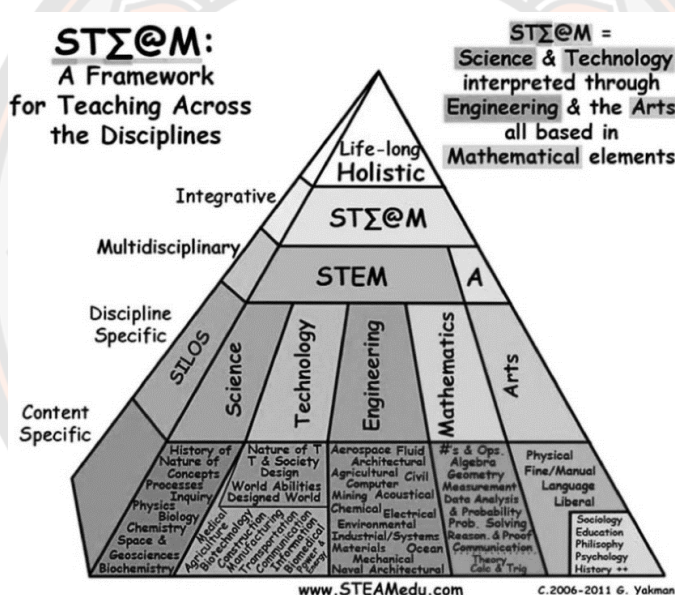
ขั้นที่ 1 จะเป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ต่อมาด้วยจะเป็นการศึกษาที่อยู่หลังมัธยมศึกษาที่จะเฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับชั้นของพีระมิต

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงานโดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรมโดยการผ่านการกำหนดหัวเรื่อง / หรือโปรเจ็ค ซึ่งทางแนวทางในระดับขั้นเหมาะกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกันโดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทที่ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสมสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัย ที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ดังแผนภาพ 1



ภาพ 1 กรอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEAM EDUCATION ตามแนวทางของ Georgette Yakman

ที่มา: Yakman, 2008

วิสุตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า แนวคิด STEAM พัฒนาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา(the National Science Foundation: NSF) เป็นผู้

ริเริ่มใช้คำดังกล่าว ซึ่งทั้งสี่สาขาวิชาที่กล่าวมาข้างต้นนั้นแต่ก่อนโดยทั่วไปแล้วนั้นจะจัดการเรียนการสอนแยกตามสาระวิชา ซึ่งต่างจากหลักการของสะเต็ม (STEM Education) นั้นจะนำสาระหรือสาขาวิชาทั้ง 4 สาขาวิชามาบูรณาการเป็นส่วนหนึ่ง ในการจัดเรียนการสอนโดยการใช้เทคโนโลยี หรือผสมผสานเทคโนโลยีในบางส่วน โดยส่งเสริมให้เกิดความคิดสร้างสรรค์และหาวิธีใหม่ในการแก้ปัญหา และนำไปประยุกต์ต่อสิ่งที่เรียนรู้ต่อไปได้ Fioriello (2010) การจัดการศึกษาสะเต็มศึกษา (STEM Education) มุ่งเน้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีบูรณาการในระดับหลักสูตร หรือรายวิชา ซึ่งเนื้อหาสาระในแต่ละเรื่องไม่จำเป็นต้องมีส่วนที่เท่ากัน อาจจะเน้นเรื่องใดเรื่องหนึ่งและบูรณาการวิชาอื่น ๆ ไปพร้อมกัน จากแนวคิด STEM ได้มีผู้ศึกษาและพัฒนาต่อยอดแนวคิดดังกล่าว ได้แก่ Georgette Yakman (2008) นักวิชาการชาวอเมริกา ได้ทำการพัฒนาแนวการจัดการศึกษาจาก STEM เป็น STEAM โดยเพิ่มตัวอักษร "A" เข้ามา โดยที่ตัวอักษร "A" หมายถึง Arts หรือศิลปศาสตร์ ไม่ใช่เฉพาะทางด้านศิลปกรรมเท่านั้น ยังรวมถึงเรื่องของภาษาวรรณกรรม ปรัชญาจิตวิทยา สังคมและมนุษย์อีกด้วย โดย Georgette Yakman ได้จำแนกหลัก STEAM ไว้ดังนี้

Science คือ ประวัติศาสตร์ ธรรมชาติสาระ แนวคิด และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์: ชีววิทยา ชีวเคมี เคมี ธรณีวิทยา ฟิสิกส์ละอวกาศ เทคโนโลยีชีวภาพ และชีวการแพทย์

Technology คือ ธรรมชาติของเทคโนโลยี เทคโนโลยีกับสังคม การออกแบบ ประโยชน์จากเทคโนโลยีในโลก รวมถึงเทคโนโลยี: การเกษตร การก่อสร้าง การสื่อสาร ข้อมูล การผลิตการแพทย์ ไฟฟ้าและพลังงาน การผลิตและการขนส่ง

Engineer คือ การใช้เหตุผลหลักการ และการสร้างสรรค์ บนพื้นฐานวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้เทคโนโลยี ในการสร้างสรรค์: การบินและอวกาศ การเกษตร สถาปัตยกรรม เคมี โยธา คอมพิวเตอร์ ไฟฟ้า สิ่งแวดล้อม ของเหลว อุตสาหกรรมและระบบ วัสดุ เครื่องจักรกล สินแร่ นิวเคลียร์กองทัพเรือและมหาสมุทร

Arts คือ การสื่อสารการสร้างความเข้าใจ แนวคิด ทักษะคิด และชนบประเพณีที่ส่งต่อมา จากอดีตสู่ปัจจุบันและอนาคต: ทัศนศิลป์ ดนตรี การเคลื่อนไหวร่างกาย /นาฏศิลป์ การแสดง ภาษาวรรณกรรม รวมทั้ง การศึกษา ประวัติศาสตร์ ปรัชญา การเมือง จิตวิทยา สังคมวิทยา เทววิทยา ฯลฯ

Mathematic คือ ตัวเลข และการปฏิบัติ (คำนวณ): พีชคณิตแคลคูลัส เรขาคณิต ตรีโกณมิติการสื่อสารและการวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น และการดำเนินการแก้ปัญหาการมีเหตุผลและหลักฐานทฤษฎี

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย (2558) จากสะเต็มศึกษาสู่สะเต็มศึกษาโดย ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งประเทศไทย สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้กำหนดนโยบายและพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานปี พุทธศักราช 2556 ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ทุกระดับ เพื่อแก้ไขปัญหาการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบที่ผ่านมาโดยให้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนใน

ชั้นเรียนจากรูปแบบการสืบเสาะหาความรู้แบบ 5 ขั้น (5E)เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวด้วยการพัฒนาจากสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา (the National Science Foundation: NSF) (National Research Council, 2012) คำว่า “สะเต็ม” หรือ “STEM” เป็นคำย่อจากภาษาอังกฤษของศาสตร์ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) แต่การศึกษาต้องเพิ่มสำคัญขององค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนการสอนแบบ STEAM มุ่งส่งเสริมการพัฒนาสมองซีกซ้ายและซีกขวาให้เกิดความสมดุล เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความคงทนในการเรียนวิทยาศาสตร์โดยคำนึงถึงศักยภาพในการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน จึงมีวิธีการสอนที่หลากหลายเพื่อสนองความต้องการของนักเรียนที่แตกต่างกัน มีความถนัดและแบบการเรียนรู้แตกต่างกันดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต้องหลากหลายเพื่อให้สอดคล้องกับความหลากหลายทางสติปัญญาของนักเรียน อันส่งผลให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนได้ดีขึ้นเปิด โอกาสให้ นักเรียนมี อิสระในการสร้างสรรค์ผลงานโดยนำความรู้เดิมผสมกับความรู้นี้ใหม่ ปรับปรุงหรือสร้างชิ้นงาน ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์และเข้าใจเนื้อหาได้อย่างรวดเร็ว เกิดการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาที่เรียนเปิด โอกาสให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ประสบการณ์ร่วมกัน เกิดความรู้ความเข้าใจ และความสามัคคีในการทำงานกลุ่มร่วมกัน เพื่อกระจายความรู้ทำให้เกิดความเข้าใจในการเรียนรู้และนำไปสู่ความราบรื่นในการทำงานกลุ่มร่วมกันเป็นทีม และ STEAM ทำให้เกิดการเรียนรู้เป็นรูปธรรมเป็นแรงจูงใจในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ส่งผลให้เกิดประโยชน์ทางการเรียนรวมทั้งการใช้ชีวิตประจำวันและการทำอาชีพเพื่อการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา คือ ส่งเสริมให้ผู้เรียนรัก และเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะศาสตร์และคณิตศาสตร์ และเห็นว่าวิชาเหล่านั้นเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวัน

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปความหมายได้ว่า STEAM EDUCATION เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ความรู้ของสาระการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และศิลปะ มาเชื่อมโยงกันทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างผลงานได้ โดยใช้องค์ความรู้เดิมที่มีมารวมกับความรู้ใหม่ที่ใช้ในการวิเคราะห์ การสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการสอนที่ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติ สืบค้น คิดแก้ปัญหา เพื่อใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันหรือเป็นการสร้างนวัตกรรมใหม่ผ่านชิ้นงาน ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science: S) การเรียนรู้จากการตั้งคำถามเพื่อทำความเข้าใจในบริษัท หรือสถานการณ์ต่าง ๆ ในการสร้างคำอธิบายเพื่อตอบข้อสงสัยเกี่ยวกับบริษัท หรือสถานการณ์นั้น ๆ

เทคโนโลยี (Technology: T) กระบวนการ การเรียนรู้ การแก้ปัญหา ปรับปรุง พัฒนา สิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ผ่านสิ่งต่าง ๆ ที่ช่วยในการถ่ายทอดความคิด

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineer: E) เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคิดสร้างสรรค์ การพัฒนา นวัตกรรมต่าง ๆ โดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ออกแบบชิ้นงานหรือ วิธีการแก้ปัญหาเพื่อพัฒนาความต้องการของมนุษย์

ศิลปะ (Art: A) คือการบูรณาการศิลปะให้ผู้เรียนมีโอกาสถ่ายทอด หรือการสร้างผลงาน ด้วยความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการ โดยผู้เรียนสามารถสื่อสารความคิดของตนเองได้ในรูปแบบ ต่าง ๆ

คณิตศาสตร์ (Mathematics: M) คือ กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วย การเปรียบเทียบ การจำแนก/จัดกลุ่ม การ จัดแบบรูป และการบอกรูปร่างและคุณสมบัติ การใช้ภาษา คณิตศาสตร์ การถ่ายทอดความคิดหรือ ความเข้าใจความคิดรวบยอด (Concept) ทางคณิตศาสตร์ได้

2. ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION

Georgette Yakman ให้ความหมายของสะเต็มว่าเป็นการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียน สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และฝึกให้ใช้เหตุผลในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้ ด้านวิทยาศาสตร์และศิลปะศาสตร์ โดยเน้นทางด้านความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนมี ความรู้ในการเรียนวิทยาศาสตร์คงทนมากขึ้นรวมทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีอิสระในการทำงาน เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความถนัดและความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ประสบการณ์ร่วมกันให้เกิดความรู้ความเข้าใจและความสามัคคีในการ ทำงานอย่างอิสระ (Yakman, 2008)

Kim, & Park (2012) กล่าวว่าสะเต็มศึกษาเป็น “การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่าง คณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงวิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์รวมกันอย่างลงตัว นั้น ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผลและนำไปสู่ความคงทนในการเรียนรู้”

Herro, & Jamil (2014) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นการจัดการ เรียนการสอนแบบบูรณาการด้วย วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยใช้กระบวนการเป็นฐาน เน้นการสืบเสาะ อภิปราย คิดอย่างมีวิจารณญาณ และการแก้ปัญหา

สุนารี ศรีบุญ และคณะ (2562) ให้ความหมายว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM education เป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบบูรณาการเชื่อมโยงความรู้และเข้าใจเนื้อหาในระดับลึกอย่าง ครอบคลุมและต้องการให้นักเรียนถ่ายทอดจินตนาการออกมา นำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่นและความสนใจของนักเรียน สร้างแรงบันดาลใจ และ แรงจูงใจให้นักเรียนอยากเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น

สุภัค โอฬาพิริยกุล (2562) กล่าวว่า สะเต็มศึกษา (STEAM EDUCATION) เป็นแนวทาง การจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกัน โดย

มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหา และสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในการดำเนินชีวิต โดยมีปัจจัยสำคัญในการจัดการเรียนรู้ 3 ส่วน คือ การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) ผ่านการเรียนรู้และสร้างสรรค์ผลงานในรูปแบบต่าง ๆ ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะ สมรรถนะ ตลอดจนบูรณาการการเรียนรู้สู่การดำเนินชีวิตประจำวัน และต่อยอดองค์ความรู้ด้วยนวัตกรรมเพื่อพัฒนาและตอบสนองต่อความต้องการที่เปลี่ยนแปลงไปในศตวรรษที่ 21

จากการศึกษาความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการทางความคิด ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่ แตกต่างไปจากความคิดเดิม สามารถคิดได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแง่มุม โดยใช้ความรู้และประสบการณ์ที่ถูกต้องร่วมกับจินตนาการบนพื้นฐานที่เป็นไปได้ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ใหม่ การคิดค้น สร้างสิ่งประดิษฐ์หรือการปรับปรุงงานต่าง ๆ ขึ้นมาใหม่ ที่สามารถช่วยแก้ปัญหาหรือมีประโยชน์ต่อตนเองและบริบทของชุมชน

3. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามกระบวนการ STEAM EDUCATION

นักวิชาการทางการศึกษา กล่าวถึง แนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ดังนี้ Rufo, & Henrksen (2021 อ้างถึงใน ฐานิตดา นันทิ, 2564) กล่าวถึง ศิลปศาสตร์เป็นศูนย์กลางการเรียนรู้แบบ STEAM ซึ่งจากบทความและงานวิจัย พบว่ามีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนที่สามารถใช้เพื่อการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาทั้งหมด 4 แบบ ได้แก่

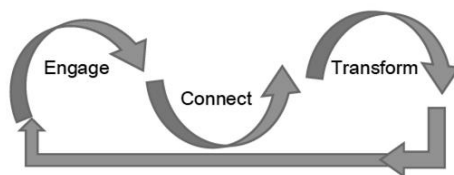
- 1) แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการสะเต็ม (The STEAM process)
- 2) แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการวิศวกรรม (Engineering design process)
- 3) แนวคิดสะเต็มเน้นโครงงานเป็นฐาน (Convergence PBL based on STEAM)
- 4) แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

แต่ละแนวทางมีรายละเอียดขั้นตอนการสอน ดังต่อไปนี้

แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการสะเต็ม (The STEAM process)

สุภัก โอฬาพิริยกุล (2562) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM EDUCATION เป็นการตอบโจทยความต้องการของการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนดำเนินชีวิตในศตวรรษที่ 21 โดยจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด กระบวนการแก้ปัญหา การบูรณาการและประยุกต์สิ่งต่าง ๆ จนเกิดเป็น ผลลัพธ์หรือผลผลิตของกระบวนการทำงาน โดยกระบวนการที่สามารถพัฒนาการเรียนรู้ที่ดี ประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ การเริ่มต้นหรือ เข้าถึง

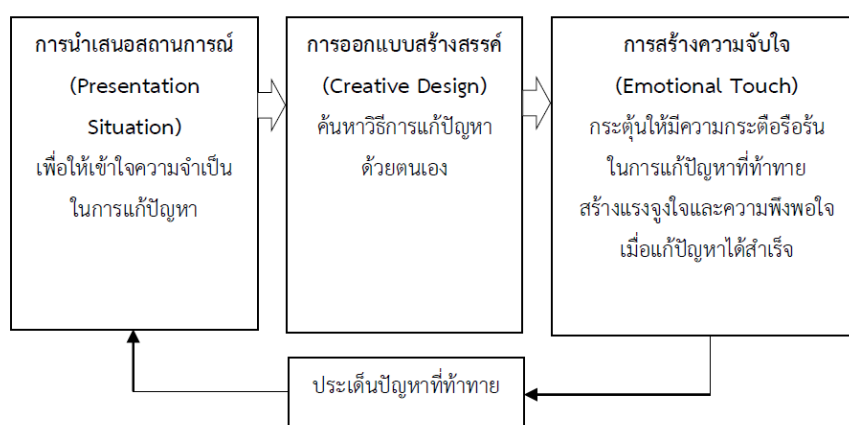
(Engage) การเชื่อมต่อ (Connect) และ การเปลี่ยนแปลง (Transform) และจะหมุนวนกลับเป็นวัฏจักร ดังแผนภาพ 2



ภาพ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนว STEM EDUCATION

ที่มา: สุภักดิ์ โอฬาพิริยกุล, 2560

โดย STEM EDUCATION เน้นให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยการเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมที่มีคุณภาพ ผ่านการสำรวจ และการเชื่อมโยงเนื้อหาสาระต่าง ๆ ไปด้วยกัน โดยมูลนิธิ แห่งประเทศสาธารณรัฐเกาหลีเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์ (Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC) ได้กล่าวถึง ปัจจัย พื้นฐานสำคัญในการนำแนวคิด STEAM EDUCATION ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ต้องอาศัย หลักสำคัญ 3 ประการคือ การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) การออกแบบอย่างสร้างสรรค์ (Creative Design) และการสร้างความจับใจ (Emotional Touch) (KOFAC, 2012) โดย ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM EDUCATION ควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมี กระบวนการ 3 ขั้นตอน ดังแผนภาพ 3 (Baek, 2011)



ภาพ 3 ปัจจัยพื้นฐานในการนำแนวคิด STEM EDUCATION ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

ที่มา: สุภักดิ์ โอฬาพิริยกุล, 2560

ขั้นที่ 1 การนำเสนอสถานการณ์(Presentation Situation) (Lee, 2013) เป็นการนำเสนอบริบทที่เชื่อมโยงกับชีวิตหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาในปัจจุบัน เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักและเชื่อมโยงกับโลกแห่งความเป็นจริงเพื่อให้มีข้อมูลพื้นฐานสำหรับการคิดขั้นต่อไป

ขั้นที่ 2 การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) เป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์งานอย่างอิสระ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และทักษะการสื่อสารผ่านกิจกรรมการเรียนรู้แบบ มีส่วนร่วมการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน (Kolodner, 2003) กระบวนการออกแบบความคิดสร้างสรรค์จะเริ่มต้นโดยผู้เรียนกำหนดความต้องการและคุณค่าในสถานการณ์นั้น ๆ ผ่านลักษณะที่เฉพาะเจาะจงและเป็นประโยชน์กับกิจกรรมการเรียนรู้และผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 การสร้างความจับใจ (Emotional Touch) เป็นการขยายขอบเขตของสิ่งที่ค้นพบ และเน้น เจตคติต่อการเรียนรู้และการได้รับประสบการณ์ในการค้นหาคำตอบจากสถานการณ์ที่ได้เรียนรู้ ขั้นตอนนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาการรับรู้ในด้านการแสดงออกและความเห็นอกเห็นใจผู้อื่น นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีในการค้นพบซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อีกทางหนึ่ง

ขั้นตอนทั้ง 3 เมื่อจบกระบวนการแล้วสามารถย้อนกลับมายังขั้นตอนที่ 1 ได้อีกครั้งเมื่อมีประเด็นหรือข้อคำถามที่ท้าทายให้ผู้เรียนได้ค้นหาคำตอบใหม่ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2558) ได้นำขั้นตอนที่กล่าวมานั้นมาปรับปรุงและพัฒนาให้มีความเหมาะสมต่อการจัดการเรียนรู้ของไทย โดยได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ปัญหา (Identify a challenge) เป็นขั้นตอนที่ครูผู้สอนต้องกำหนดปัญหาหรือผู้เรียนต้องทำความเข้าใจสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์/นวัตกรรม (Innovation) เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เป็นการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหามาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่เหมาะสมและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อเสียเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

3. ออกแบบ วางแผน และพัฒนา(Plan and Develop) เป็นขั้นตอนที่ดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา กำหนดขั้นตอนการดำเนินการ เป้าหมายและระยะเวลาดำเนินการให้ชัดเจน พร้อมทดสอบแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหา

4. การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินผลงานเพื่อแก้ปัญหาโดยผลที่ได้อาจถูกนำมาปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้นก่อนนำไปเผยแพร่

5. การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) นำเสนอผลลัพธ์ต่อผู้ที่สนใจผู้ที่เกี่ยวข้องโดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจเพื่อให้เกิดการผลิตและการใช้งานในวงกว้างต่อไป (ศูนย์ส่งเสริมศึกษาแห่งชาติ, 2557)

แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการวิศวกรรม (Engineering design process)

สุธิดา การมี (สสวท, 2565) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการซึ่งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมจะเริ่มโดยการระบุปัญหาที่พบแล้วกำหนดเป็นปัญหาที่ต้องการแก้ไข จากนั้นจึงค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องและวิเคราะห์เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมสำหรับการแก้ไข เมื่อได้วิธีการที่เหมาะสมแล้วจึงทำการวางแผนและพัฒนาสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการเมื่อได้สร้างชิ้นงานหรือวิธีการเรียบร้อยแล้วจึงนำไปทดสอบถ้ามีข้อบกพร่องให้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ และในตอนท้ายจะประเมินผลว่าสิ่งของเครื่องใช้หรือวิธีการนั้นสามารถใช้แก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้ตามที่กำหนดไว้หรือไม่

ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา (Problem Identification)

เป็นขั้นตอนที่ผู้แก้ปัญหาทำความเข้าใจในสิ่งที่พบเป็นปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งสามารถใช้ทักษะการตั้งคำถามด้วยหลัก 5W1H เมื่อเกิดปัญหาหรือความต้องการคำถามจากหลัก 5W1H ซึ่งประกอบด้วย

Who เป็นการตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับบุคคลปัญหาหรือความต้องการ

What เป็นการตั้งคำถามว่าอะไรคือปัญหาหรือความต้องการจากสถานการณ์นั้น ๆ

When เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใด

Where เป็นการตั้งคำถามปัญหาหรือความต้องการของสถานการณ์นั้นว่าจะเกิดขึ้นที่ไหน

Why เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์สาเหตุว่าทำไมถึงเกิดปัญหาหรือความต้องการ

How เป็นการตั้งคำถามเพื่อวิเคราะห์หาแนวทางหรือวิธีการแก้ปัญหานั้นว่าจะสามารถทำได้ด้วยวิธีการอย่างไร

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)

ขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือความต้องการ เพื่อหาวิธีการที่หลากหลายสำหรับใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่กำหนดไว้ในขั้นที่ 1 โดยการค้นหาและรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่นสอบถามจากผู้รู้ สืบค้นหรือสำรวจจากสื่อและแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ซึ่งการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหานี้จะเป็นการศึกษาองค์ความรู้ทั้งวิทยาศาสตร์

และคณิตศาสตร์ รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์แล้วสรุปเป็นสารสนเทศและวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการโดยวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการอาจมีได้มากกว่าหนึ่งวิธีจากนั้นจึงพิจารณาและเลือกวิธีการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการที่เหมาะสมและสอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในประเด็นต่าง ๆ เช่น ข้อดี ข้อเสีย ความสอดคล้องและการนำไปใช้ได้จริงของวิธีการแต่ละวิธี ดังนั้นวิธีการที่จะถูกพิจารณาคัดเลือกจะอยู่ภายใต้กรอบของปัญหาหรือความต้องการมาเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือก

ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นขั้นตอนของการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมในขั้นที่ 2 ซึ่งขั้นตอนนี้จะช่วยสื่อสารแนวคิดของการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจโดยผ่านวิธีการต่าง ๆ เช่น การร่างภาพ และการอธิบาย

ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นขั้นตอนการวางลำดับขั้นตอนการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ จากนั้นจึงลงมือสร้างหรือพัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนของการตรวจสอบและประเมินชิ้นงานวิธีการที่สร้างขึ้นว่า สามารถทำงานหรือใช้ในการแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการได้หรือไม่ มีข้อบกพร่องอย่างไรและควรปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานหรือแบบจำลองวิธีการในส่วนใดควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร แล้วจึงดำเนินการปรับปรุงแก้ไขในส่วนนั้นจนได้ชิ้นงานวิธีการที่สอดคล้องตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นขั้นตอนของการคิดวิธีการนำเสนอข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานหรือวิธีการที่สร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ

แนวคิดสะเต็มเน้นโครงงานเป็นฐาน (Convergence PBL based on STEAM)

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่เน้นโครงงานเป็นฐานมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน 5 ขั้น ดังต่อไปนี้ (Kwon et al., 2011)

1. ขั้นนำ (introduction) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการทำโครงงานและเกิดแรงจูงใจที่อยากเรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียน
2. ขั้นตัดสินใจและวางแผน (Decide project and make a plan) ให้นักเรียนเลือกหัวข้อโครงงานเลือกหัวข้อย่อยสร้างทีมการทำงานและเลือกแหล่งข้อมูลที่นำเชื่อถือในการศึกษาค้นคว้า
3. ขั้นลงมือปฏิบัติโครงงาน (Project and me) นักเรียนลงมือทำโครงงานโดยเริ่มด้วยการค้นหาความรู้จากการสืบค้นข้อมูลการสำรวจการวิจัยหรือการทำกรทดลอง หลังจากนั้นมีการ

แลกเปลี่ยนข้อมูลและความคิดเห็นภายในกลุ่มประชุมและทำงานร่วมกันขยายความคิดร่วมกันและจัดทำผลงานที่แสดงถึงองค์ประกอบของศิลปะในสะเต็มศึกษา

4. ชื่อนำเสนอผลของโครงการ (Present result and find art element) ให้นักเรียนได้นำเสนอผลของโครงการจากผลงานหรือผลของการสืบค้นของตนเองและเปรียบเทียบผลที่ได้กับกลุ่มอื่น ๆ อภิปรายร่วมกันถึงผลของโครงการและองค์ประกอบของศิลปะที่ใช้ในสะเต็มศึกษา

5. ชั้นประเมินผล (Finish and evaluation) ครูประเมินผลโครงการของนักเรียนและให้นักเรียนประเมินโครงการของเพื่อนนักเรียนและนำผลการประเมินไปปรับปรุงโครงการของกลุ่มนั้น ๆ

แนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

David M. Kelley (2016 อ้างถึงใน ฐานิตดา นัทที, 2564) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาด้วยกระบวนการคิด เชิงออกแบบมีลำดับขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจปัญหา (Empathy) นักเรียนต้องทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยการสังเกต การสอบถามคนอื่น หรือเข้าไปมีส่วนร่วมกับสถานการณ์ปัญหานั้นเพื่อทราบถึงความต้องการที่แท้จริงทั้งความรู้สึกความคิดหรือทัศนคติของบุคคลนั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นนิยามปัญหา (Define) หลังจากที่ได้การรวบรวมข้อมูลได้จากขั้นที่ 1 นักเรียนร่วมกันอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพื่อหาหรือ สรุปลักษณะของสถานการณ์ปัญหา เป็นการกำหนดเป้าหมายที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานได้

ขั้นที่ 3 ขั้นสร้างความคิด (Ideate) นักเรียนร่วมกันระดมสมองเพื่อหาแนวคิดที่หลากหลายในการสร้างชิ้นงานให้มีความหลากหลาย โดยการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และร่วมกันตัดสินใจเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด จากนั้นร่วมกันวางแผนงานเพื่อนำไปปฏิบัติในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างต้นแบบ (Prototype) นักเรียนลงมือร่างต้นแบบชิ้นงานให้มีรูปร่าง เส้นสีแผนไว้ในขั้นที่ 3 ที่ชัดเจน และร่วมกันสร้างชิ้นงานตามแบบที่ร่างและตามทีวางแผนไว้

ขั้นที่ 5 ขั้นทดสอบ (Test) นักเรียนนำเสนอผลงานทั้งแบบร่าง และชิ้นงานที่สร้าง โดยมีการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน

เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงผลงานให้ดียิ่งขึ้นจากแนวทางการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้เลือกใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มเน้นกระบวนการสะเต็ม (The STEAM process) เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน เพราะกระบวนการสะเต็ม มีขั้นตอนการสอนที่เหมาะสมกับบริบทของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายของผู้วิจัย

4. บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION

Yakman (2015) กล่าวถึงบทบาทครูและบทบาทนักเรียนในการจัดการเรียนการสอน สะเต็มศึกษา ดังนี้

บทบาทครูในการจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1) ออกแบบกิจกรรมให้สอดคล้องกับตัวชี้วัดความสนใจชีวิตและประสบการณ์ของนักเรียน

2) กระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้โดยการตั้งคำถาม

3) ชวนอภิปรายในประเด็นปัญหาต่าง ๆ

4) สนับสนุนให้ได้เรียนรู้อย่างเต็มศักยภาพเพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่มีอยู่มาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและ

5) จัดเตรียมสื่อและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการเรียนและการปฏิบัติงานในการเรียนสะเต็มศึกษา

สุภัก โอฬาพิริยกุล (2562) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION จึงมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ โดยมีบทบาทดังนี้

1. บทบาทครูเปลี่ยนแปลงจากการเป็นผู้สอนไปเป็นเพียงผู้ให้คำปรึกษา (Coaching and Mentoring)

2. บทบาทครูในฐานะผู้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ ครูมีหน้าที่ในการจัดเตรียมและวางแผนวิธีการสอนที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนโดยดำเนินการ ดังนี้

2.1 จัดการเรียนการสอนที่บูรณาการและสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 5 กับประเด็นปัญหาหรือสิ่งที่พบในชีวิตประจำวันและการดำรงชีวิตต่อไปในอนาคต

2.2 จัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริม และพัฒนาทักษะให้กับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ในลักษณะบูรณาการ

2.3 จัดการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการวางแผน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้การค้นหาข้อมูล การวิเคราะห์สังเคราะห์และประเมินผลของข้อมูล

2.4 จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยความรู้สึกสนุกและเรียนรู้อย่างมีความสุข

2.5 ออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติทั้งแบบอิสระ และแบบร่วมมือกัน

2.6 การตั้งประเด็นปัญหาที่มีความน่าสนใจ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด การเรียนรู้อย่างอิสระ โดยมีครูเป็นผู้สนับสนุนและดึงศักยภาพของผู้เรียนออกมา

3. บทบาทครูในฐานะผู้ส่งเสริมสนับสนุน และสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนการจัด กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนว STEAM EDUCATION ครูจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้กระตุ้น ผู้สนับสนุนให้ ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยดำเนินการ ดังนี้

3.1 จัดกิจกรรมการเรียนรู้หรือประเด็นปัญหาที่ท้าทายความคิด ความสามารถของ ผู้เรียน

3.2 กระตุ้นและส่งเสริมให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสาระการเรียนรู้และมุ่งมั่นที่ จะพัฒนาการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

3.3 ครูต้องเป็นผู้กระตุ้นและค้นหาทักษะการเรียนรู้ที่อิสระและสร้างแรงจูงใจใน ตนเองให้กับผู้เรียน

3.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็น และเข้าใจเนื้อหาสาระที่สอดคล้อง กับเนื้อหาทั้ง 5 วิชา

3.5 เตรียมสภาพแวดล้อมบรรยากาศ สถานที่ของโรงเรียนที่เอื้อต่อการเรียนรู้ให้ เป็นโรงเรียนแห่ง STEAM EDUCATION ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเกิดองค์ความรู้ได้ทุกที่และทุก เวลาไม่เพียงแต่ในชั่วโมงเรียนเท่านั้น

3.6 เตรียมแหล่งความรู้และฐานข้อมูลความรู้ทางอินเทอร์เน็ต หนังสือ

3.7 เตรียมห้องเรียน STEAM EDUCATION เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการค้นคว้าหาข้อมูล ความรู้ มีพื้นที่ในการจัดเก็บฐานข้อมูลอุปกรณ์สำหรับงานหรือกิจกรรมของผู้เรียน

3.8 ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้และประยุกต์ในชีวิตจริง

4. บทบาทในการส่งเสริม สนับสนุนให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการวิจัย

5. บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION

Yakman (2015) บทบาทนักเรียนในการเรียนสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย

1) ร่วมกันวางแผนและเรียนรู้การทำงานเป็นทีมผ่านการสืบเสาะอภิปรายคิดอย่างมี วิจารณ์ญาณและใช้กระบวนการสร้างสรรค์

2) นำความรู้และทักษะแต่ละวิชามาบูรณาการในการทำงาน

3) รู้จักตั้งคำถามหาคำตอบประเมินความเสี่ยงและความผิดพลาดระหว่างการ ดำเนินงาน

4) นำเสนอผลงานที่ได้ปฏิบัติ

5) อภิปรายกระบวนการทำงานอุปสรรคที่เกิดในระหว่างการทำงาน

ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาทักษะความคิดสร้างสรรค์ เพื่อเป็นการสร้างความเข้าใจในเบื้องต้น ก่อนที่จะทำการศึกษาในประเด็นต่าง ๆ ตามลำดับ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์

Davis (1983 อ้างถึงใน กรมวิชาการ, 2544) ได้รวบรวมทฤษฎีและแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ของนักจิตวิทยาที่ได้กล่าวถึงทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์โดยแบ่งแนวความคิดเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ 4 กลุ่มดังนี้

1) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงจิตวิเคราะห์ นักจิตวิทยาทางจิตวิเคราะห์หลายคน เช่น ฟรอยด์ (Freud) และคริส (Kis) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับการเกิดของความคิดสร้างสรรค์ว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นผลมาจากความขัดแย้งภายในจิตใต้สำนึกระหว่างแรงขับทางเพศ (Libido) กับ ความรู้สึกรับผิดชอบทางสังคม (Social Conscience) ส่วนคูไบ (Kubie) และรักส์ (Rugg) ซึ่งเป็นนักจิตวิเคราะห์แนวใหม่กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์นั้นเกิดขึ้นระหว่างการรับรู้สติกับจิตใต้สำนึก ซึ่งอยู่ในขอบเขตของจิตส่วนที่เรียกว่า จิตก่อนสำนึก

2) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงพฤติกรรมนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ว่า เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้ โดยเน้นที่ความสำคัญของการเสริมแรงการตอบสนองที่ถูกต้องกับสิ่งเร้าเฉพาะหรือสถานการณ์ นอกจากนี้ยังได้เน้นความสัมพันธ์ทางปัญญา คือ การโยกความสัมพันธ์จากสิ่งเร้าหนึ่งไปยังสิ่งต่าง ๆ ทำให้เกิดความคิดใหม่หรือสิ่งใหม่เกิดขึ้น

3) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์เชิงมนุษยนิยม นักจิตวิทยาในกลุ่มนี้มีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นสิ่งที่มนุษย์มีติดตัวมาแต่กำเนิด ผู้ที่สามารถนำความคิดสร้างสรรค์ออกมาใช้ได้คือผู้ที่มี สัจจการแห่งตน คือ รู้จักตนเอง พอใจตนเอง และใช้ตนเองเต็มตามศักยภาพของตน มนุษย์จะสามารถแสดงความคิดสร้างสรรค์ของตนออกมาได้อย่างเต็มที่นั้น ขึ้นอยู่กับการสร้างสภาวะ หรือ บรรยากาศที่เอื้ออำนวย และได้กล่าวถึงบรรยากาศที่สำคัญในการสร้างสรรค์ว่าประกอบด้วย ความปลอดภัยในเชิงจิตวิทยา ความมั่นคงของจิตใจ ความปรารถนาที่จะเล่นกับความคิด และการเปิดกว้างที่จะรับประสบการณ์ใหม่

4) ทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์โมเดลเอาตา (The Model AUTA) ทฤษฎีนี้เป็นรูปแบบของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ให้เกิดขึ้นในตัวบุคคล โดยมีแนวคิดว่าความคิดสร้างสรรค์นั้นมีอยู่ในมนุษย์ทุกคน และสามารถพัฒนาให้สูงขึ้นได้ การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ตามรูปแบบ AUTA ประกอบด้วย

4.1) การตระหนักรู้ (Awareness) คือตระหนักรู้ถึงความสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ที่มีต่อตนเอง สังคม ทั้งในปัจจุบันและอนาคตและตระหนักรู้ถึงความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตนเองด้วย

4.2) ความเข้าใจ (Understanding) คือมีความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งในเรื่องราวต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์

4.3) เทคนิควิธี (Techniques) คือการรู้เทคนิควิธีในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ทั้งที่เป็นเทคนิคส่วนบุคคลและเทคนิคที่เป็นมาตรฐาน

4.4) การตระหนักในความจริงของสิ่งต่าง ๆ (Actualization) คือการรู้จักหรือตระหนักในตนเอง พอใจในตนเอง และพยายามใช้ตนเองอย่างเต็มศักยภาพ รวมทั้งการเปิดกว้างรับประสบการณ์ต่าง ๆ " โดยมีการปรับตัวได้อย่างเหมาะสม การตระหนักถึงเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน การผลิตผลงานด้วยตนเอง และมีความคิดที่ยืดหยุ่นเข้ากับทุกรูปแบบของชีวิต

จากการศึกษาทฤษฎีของความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ เป็นกระบวนการคิดที่เกิดขึ้นในของแต่ละบุคคล ซึ่งในแต่ละคนจะมีการสร้างหรือพัฒนาให้เกิดขึ้นได้ ไม่ว่าจะเกิดจากสิ่งเร้าระบบการทำงานของสมอง หรือการลงมือปฏิบัติจนทำให้เกิดเป็นความคิดที่แปลกใหม่ได้

2. ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์

จากทฤษฎีความคิดสร้างสรรค์ที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าความคิดสร้างสรรค์เป็นทักษะที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน และสามารถที่จะพัฒนาให้สูงขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้และการจัดบรรยากาศ ที่เอื้ออำนวย สำหรับความหมายของความคิดสร้างสรรค์นั้นได้มีผู้ให้ความหมายไว้ ดังนี้

Guilford (1956) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดแบบอบเนกนัย (Divergent Thinking) คือ ความคิดหลายทิศทาง หลายแง่ หลายมุม คิดได้กว้างไกล ซึ่งลักษณะความคิดเช่นนี้จะนำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งแปลกใหม่รวมทั้งการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาให้สำเร็จ

Osborn (1963) กล่าวถึง ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นจินตนาการประยุกต์ (Applied Imagination) คือ เป็นจินตนาการที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาที่มนุษย์ประสบปัญหาอยู่ไม่ใช่เป็นจินตนาการที่ฟุ้งซ่านและเลื่อนลอยโดยทั่วไปความคิดจินตนาการจึงเป็นลักษณะสำคัญของความคิดสร้างสรรค์ในการที่จะนำไปสู่ผลผลิตที่มีความแปลกใหม่และเป็นประโยชน์

PISA (2022) นิยามความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ว่า ความสามารถในการมีส่วนร่วมอย่างมีประสิทธิภาพในการสร้าง ประเมิน และปรับปรุง แนวคิด ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาที่แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ มีการพัฒนาองค์ความรู้ และเป็นการแสดงออกถึงจินตนาการที่เกิดประโยชน์

อัมพร ม้าคนอง (2553) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์เป็นความคิดระดับสูง หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการคิดออกนอกกรอบความคิดเดิมที่มีอยู่ซึ่งทำให้ได้แนวทางใหม่ ๆ ที่ไม่เคยเกิดขึ้นก่อน ซึ่งเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นใหม่โดยไม่มีการลอกเลียนแบบความคิดอื่น ๆ

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2556) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ว่าเป็นการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่แตกต่างไปจากเดิม และใช้ประโยชน์ได้อย่างเหมาะสม

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ หมายถึง ทักษะกระบวนการที่มีอยู่ในบุคคลทุกคน โดยความคิดต่าง ๆ เหล่านั้นสามารถคิดได้หลายทิศทางหลายแง่มุม ซึ่งทำให้เกิดแนวคิดใหม่ในการแก้ปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ และนำไปสู่ผลผลิตที่มีความแปลกใหม่และเป็นประโยชน์

3. ความหมายของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นได้ในกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ผู้เรียนสามารถแสดงศักยภาพในด้านความคิดสร้างสรรค์ในการคิดแก้โจทย์ปัญหา และหลักการคิดคำนวณได้หลายวิธี การสร้างกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ดังนั้น นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Roy (1982) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถที่ซับซ้อน แต่ก็สามารถสังเกตได้โดยเขาใช้เกณฑ์ในการพิจารณา คือ

- 1) ความสามารถในการสรุปเป็นหลักการโดยทั่วไป
- 2) ความสามารถในการตีความคำตอบ
- 3) ความสามารถในการค้นพบเนื้อหาที่สำคัญ

Lee et al. (2003) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ สามารถแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

1) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถทางปัญญาที่ก่อให้เกิดการคิดที่แปลกใหม่ มีหลากหลายแนวคิด

- 2) ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่เน้นการสร้างผลงานสิ่งใหม่ ๆ

Laycock (2005) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการวิเคราะห์โจทย์ปัญหาที่พบได้หลากหลายด้านมองเห็นแบบรูปที่ต่างกันและเหมือนกันภายในโจทย์ มีแนวคำตอบหลายแนวและเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดที่จะจัดการกับปัญหาทางคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

กันตารัตน์ ช้องย่า (2560) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถในการใช้ความคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น คิดริเริ่มและคิดละเอียดลออ แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากสถานการณ์ต่าง ๆ

พงศกร วังศิลา (2561) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถของนักเรียนในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะการคิดที่แปลกใหม่แตกต่างไปจากเดิม มีวิธีการคิดได้หลากหลายทิศทาง หลากหลายแง่มุม ตลอดจนการคาดคะเนแนวทางในการแก้ปัญหา จากข้อมูลที่มีอยู่และเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมโดยอาศัยความรู้และประสบการณ์ทำให้เกิดสิ่งแปลกใหม่ที่เป็นประโยชน์

จากความหมายของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดที่ใช้ความรู้ เนื้อหา ตามหลักการทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับจินตนาการ ความรู้ ความคิด และวิจารณญาณ ซึ่งสามารถคิดได้หลากหลายแนวคิด หลากมุมมอง เพื่อนำไปสร้างองค์ความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ให้แตกต่างไปจากเดิมที่มีคุณค่าและเป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคม

4. องค์ประกอบของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของความคิดสร้างสรรค์ที่มีอยู่ในตัวของแต่ละบุคคล โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงความคิดสร้างสรรค์มักจะเข้าใจและมุ่งเน้นไปที่ความคิดริเริ่ม ซึ่งแท้จริงแล้วความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยลักษณะความคิดอื่น ๆ อีกด้วย

Guilford (1967) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ดังนี้

1) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง ความคิดแปลกใหม่ไม่ซ้ำกันกับความคิดของคนอื่น และแตกต่างจากความคิดธรรมดา ความคิดริเริ่มอาจเกิดจากการคิดจากเดิมที่มีอยู่แล้วให้แปลกแตกต่างจากที่เคยเห็น หรือสามารถพลิกแพลงให้กลายเป็นสิ่งที่ไม่เคยคาดคิด ความคิดริเริ่มอาจเป็นการนำเอาความคิดเก่ามาปรุงแต่งผสมผสานจนเกิดเป็นของใหม่ ความคิดริเริ่มมีหลายระดับ ซึ่งอาจเป็นความคิดครั้งแรกที่เกิดขึ้นโดยไม่มีใครสอนแม้ความคิดนั้นจะมีผู้อื่นคิดไว้ก่อนแล้วก็ตาม

2) ความคิดคล่องแคล่ว (Fluency) หมายถึง ปริมาณความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องเดียวกัน โดยแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1) ความคล่องแคล่วทางด้านถ้อยคำ (Word Fluency) เป็นความสามารถในการใช้ถ้อยคำอย่างคล่องแคล่ว

2.2) ความคล่องแคล่วทางด้านการโยงสัมพันธ์ (Associational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดหาถ้อยคำ ที่เหมือนกันได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ภายในเวลาที่กำหนด

2.3) ความคล่องแคล่วทางด้านการแสดงออก (Expression Fluency) เป็นความสามารถในการใช้วลีหรือประโยค กล่าวคือ สามารถที่จะนำคำมาเรียงกันอย่างรวดเร็วเพื่อให้ได้ประโยคที่ต้องการ

2.4) ความคล่องแคล่วในการคิด (Ideational Fluency) เป็นความสามารถที่จะคิดค้นสิ่งที่ต้องการภายในเวลาที่กำหนด เช่น ใช้คิดหาประโยชน์ของสิ่งของที่มีลักษณะเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติให้ได้มากที่สุด ภายในเวลาที่กำหนดซึ่งอาจเป็น 5 นาที หรือ 10 นาที

3) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ประเภทหรือแบบของการคิด แบ่งออกเป็น

3.1) ความคิดยืดหยุ่นที่เกิดขึ้นทันที (Spontaneous Flexibility) หมายถึง ความสามารถที่จะพยายามคิดได้หลายทางอย่างอิสระ

3.2) ความคิดยืดหยุ่นทางการดัดแปลง (Adaptive Flexibility) หมายถึง ความสามารถในการดัดแปลงความรู้ หรือประสบการณ์ให้เกิดประโยชน์หลาย ๆ ด้าน ซึ่งมีประโยชน์ต่อการแก้ปัญหา ผู้ที่มีความยืดหยุ่นจะคิดดัดแปลงได้ไม่ซ้ำกัน

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเป็นขั้นตอน สามารถอธิบายให้เห็นภาพชัดเจน หรือเป็นแผนงานที่สมบูรณ์ขึ้น ความคิดละเอียดลออจัดเป็นรายละเอียดที่นำมาตกแต่ง ขยายความคิดครั้งแรกให้สมบูรณ์ขึ้น

Greenstein (2012) กล่าวว่า ความคิดสร้างสรรค์ประกอบด้วย องค์ประกอบ 6 ประการ ดังนี้

1) ความอยากรู้อยากเห็น (Curiosity) หมายถึง การถามคำถาม การสืบเสาะหาความรู้ การค้นหาความหมายของสิ่งต่าง ๆ ในมุมมองที่แตกต่าง และที่ลึกลงไป ทำให้เกิดการสำรวจตรวจสอบ ซึ่งเป็นพฤติกรรมเริ่มต้นของการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ ที่จะทำให้เกิด แรงผลักดันที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ

2) ความคิดยืดหยุ่น (Flexibility) หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิด หาคำตอบที่ถูกต้องได้หลายทาง หลายรูปแบบ และสามารถเปลี่ยนวิธีการแก้ปัญหาถ้ามีความจำเป็น

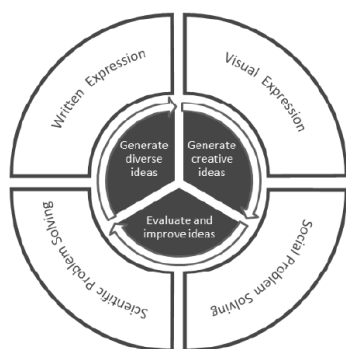
3) ความคิดริเริ่ม (Originality) หมายถึง แนวคิดที่ล้ำยุค แปลกใหม่ เป็นเอกลักษณ์ หรือ ไม่ธรรมดาแตกต่างจากความคิดของผู้อื่น มีลักษณะเฉพาะในแบบของตนเอง ที่ไม่ได้เกิดจากการลอกเลียนแบบ

4) ความคิดละเอียดลออ (Elaboration) หมายถึง ความคิดในรายละเอียดเพื่อตกแต่งหรือขยายความคิดหลักให้ได้ความชัดเจนและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น หรือเพิ่มเติมจากสิ่งที่มีอยู่แล้ว

5) ความคิดคล่อง (Fluency) หมายถึง ความสามารถทางการคิดของบุคคลในการคิดหาคำตอบได้อย่างถูกต้องรวดเร็วและต่อเนื่อง และได้คำตอบมาก ๆ ในเวลาที่จำกัด

OECD (2019) ได้กำหนดแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas) 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative

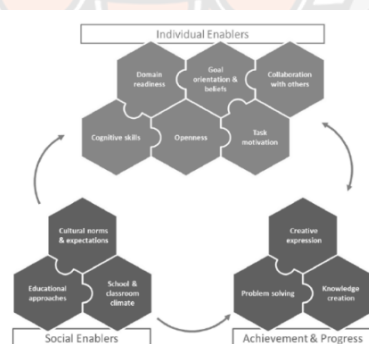
ideas) และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas) โดย แต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression) และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving) ดังภาพ 4



ภาพ 4 แสดงแบบจำลองสมรรถนะสำคัญสำหรับการทดสอบ PISA ตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์

ที่มา: OECD, 2019

OECD (2019) ได้เสนอแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน รวมถึงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะสำคัญต่าง ๆ ดังภาพ 5



ภาพ 5 แสดงแบบจำลองความคิดสร้างสรรค์ 5 มิติ สำหรับการสังเกตความคิดสร้างสรรค์ในห้องเรียน

ที่มา: OECD, 2019

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ พบว่า องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด OECD (2019) มีความเหมาะสมกับขอบเขตการวิจัยในสถานะการที่เป็นปัจจุบันซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ดังกล่าวได้ถูกพัฒนาและสังเคราะห์ขึ้นจากแนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งมีความชัดเจน สามารถสังเกตพฤติกรรมได้อย่างเป็นรูปธรรม จึงเห็นควรนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษา และเปรียบเทียบจากการเก็บรวบรวมข้อมูลของผู้เข้าร่วมวิจัยมาทำการวิเคราะห์และแปลผลเป็นเชิงคุณภาพได้

5. การวัดและประเมินทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณลักษณะที่ซับซ้อนของมนุษย์ ซึ่งค่อนข้างวัดได้ยากเมื่อเทียบกับการวัดแบบอื่น ๆ ได้มีนักจิตวิทยาและนักการศึกษาหลายท่านสนใจศึกษาการวัดความคิดสร้างสรรค์ ไว้ดังนี้

Balka (1974 อ้างถึงใน สิทธิชัย พานิชย์วิไล, 2564) ศึกษาเกณฑ์ที่ใช้ในการวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ดังนี้

- 1) ความสามารถในการตั้งสมมติฐานทางคณิตศาสตร์ในลักษณะเหตุผลและผลจากประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์
- 2) ความสามารถในการกำหนดรูปแบบจากสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์
- 3) ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงวิธีการคิด เพื่อแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
- 4) ความสามารถในการประเมินปัญหา ตลอดจนคาดคะเนถึงผลที่จะเกิดขึ้น
- 5) ความสามารถในการค้นหาสิ่งที่ขาดหายไปจากสถานการณ์คณิตศาสตร์
- 6) ความสามารถในการจัดการปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้เป็นปัญหาย่อยที่เจาะจงได้

Greenstein (2012) ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินความคิดสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วยความคิด 6 ลักษณะ ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงเกณฑ์การให้คะแนนความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิดของ Greenstein (2012)

ทักษะ	ระดับเชี่ยวชาญ (4)	ระดับชำนาญ (3)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับฝึกหัด (1)
ความอยากรู้	รู้สึกหลงใหลในองค์	อยากรู้เกี่ยวกับสิ่งใหม่	หากได้รับการช่วย	แทบไม่เคยสงสัย
อยากเห็น	ประกอบของแนวคิดใหม่ ๆ และมีความสนใจที่จะค้นหาแนวคิดใหม่ ๆ	ๆ บางอย่างและมัก ยินดีที่จะสำรวจแนวคิดใหม่ ๆ	เหลือบางอย่างจะ สามารถทำการสำรวจแนวคิด ใหม่ ๆ ได้	เกี่ยวกับความคิด และ สิ่งใหม่ ๆ
ความคิด	สามารถมองทางเลือก	มักจะสามารถมอง	ถ้าหากทำงานกับคน	มักจะมองเห็น
คล่องแคล่ว	ต่าง ๆ ได้ หลายวิธี และ อธิบายจุดประสงค์ของ ทางเลือกได้หลากหลาย แนวทาง	ทางเลือกต่าง ๆ ได้ บางทางเลือก และ อธิบายจุดประสงค์ ของทางเลือกนั้นได้ บางแนวทาง	อื่น จะสามารถมอง เห็นทางเลือกหรือ แนวทางที่ใหม่ ๆ ได้	ทางเลือก ต่าง ๆ จากมุมมองของ ตนเองเท่านั้น
ความคิดริเริ่ม	สามารถคิดค้นแนวคิด และบรรจุกฎใหม่ ๆ ในหัวข้อต่าง ๆ ได้ และสามารถทำให้เกิดสิ่งใหม่ ที่เป็นรูปธรรมได้	สามารถคิดค้นแนวคิด ใหม่ ๆ ได้ด้วยตนเอง และถ้าหากเป็นเรื่อง ง่ายจะสามารถใช้มัน ได้จริง	ถ้าหากได้รับ คำแนะนำจะ สามารถคิดค้น แนวคิดใหม่ได้	ต้องการความ ช่วยเหลือในการ คิดค้นสิ่งใหม่
ความคิด	สามารถเปลี่ยนแปลง	มักจะมีแนวทางการ	น้อยมากที่จะมีแนว	บางครั้งไม่
ละเอียดลออ	แก้ไข ปรับแต่งบางสิ่ง ต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น เป็นเรื่องง่ายและสนุก	เปลี่ยนแปลง แก้ไข ปรับแต่งบางสิ่งต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	ทางการเปลี่ยนแปลง แก้ไขปรับแต่งบางสิ่ง ต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ ยิ่งขึ้น	สามารถคิดแนว ทางการ เปลี่ยนแปลง แก้ไขปรับแต่งสิ่ง ต่าง ๆ ให้สมบูรณ์

ทักษะ	ระดับเชี่ยวชาญ (4)	ระดับชำนาญ (3)	ระดับพื้นฐาน (2)	ระดับฝึกหัด (1)
ความคิด ยืดหยุ่น	สามารถปรับตัวเข้ากับ สถานการณ์ ใหม่ ๆ และ เห็นความเป็นไป ได้ในการเรียนรู้และ ใช้ชีวิต	สามารถทำงานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ในขณะที่สิ่งต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงไปและ สังเกตเห็นศักยภาพ บางอย่างที่จะเรียนรู้	บางครั้งการ ปรับตัวเข้ากับสิ่ง ที่เปลี่ยนแปลง เป็นสิ่งที่ค่อนข้าง ยาก เมื่อมี คำแนะนำจากคน อื่นจะสามารถ ปรับตัวได้	ยังขึ้นไม่มี ประสิทธิภาพ ปรับตัวเข้ากับสิ่งที่ เปลี่ยนแปลงเป็น เรื่องที่ยากที่จะคิด นอกกรอบ เนื่องจาก คิดว่าตนเอง เหมือนกับ กรอบแนวคิดนั้น
จินตนาการ	สามารถ เรียบเรียง ผสม ตัดแปลง หรือ ปรับเปลี่ยน แนวคิด เพื่อพัฒนา แนวคิด เดิม ให้เป็นเรื่องที่ย่าง	สามารถเรียบเรียง ผสม ตัดแปลง หรือ ปรับเปลี่ยนได้เพียง 2-3 อย่าง เพื่อพัฒนา บรรจุกณฑ์	สามารถเรียบเรียง ผสม ตัดแปลง หรือ ปรับเปลี่ยนได้ เพียง1-2 อย่าง เท่านั้น	เป็นเรื่องยากที่จะ ปรับแต่งสิ่งต่าง ๆ เพราะที่เห็นคือ สิ่ง เหล่านั้นเป็นเหมือน ที่เป็นอยู่แล้ว

OECD (2019) ได้กำหนดขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ดังภาพ 6



ภาพ 6 แสดงขอบเขตหัวข้อที่ใช้วัดและประเมินความสามารถของความคิดสร้างสรรค์ภายใต้
ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ

ตาราง 9 แสดงแนวทางการวัดแ่งมุมในองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด OECD (2019) ภายใต้ขอบเขตลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ

	การแสดงผลอย่างสร้างสรรค์ (การเขียนและภาพ)		การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา (ทางวิทยาศาสตร์และสังคม)	
	การเขียน	ภาพ	สังคม	วิทยาศาสตร์
	การสร้าง ความคิดที่ หลากหลาย	นักเรียนเขียน อธิบายแนวคิด/ ตีความ หมาย ข้อมูลที่เป็ เรื่องราว อาทิ เช่น การเขียน การ์ตูน หรือการ วาดภาพ ต่าง ๆ เป็นต้นได้อย่าง หลากหลาย แตกต่างกัน	นักเรียนแสดงภาพ ผสมผสานร่วมกับ รูปร่าง อื่น ๆ อาทิ เช่น การทำโลโก้ และการออกแบบ รวมถึงการ นำเสนอ ออกมา ในรูปแบบต่าง ๆ อาทิ เช่น การทำ อินโฟกราฟฟิก เป็นต้น ได้อย่าง หลากหลาย แตกต่างกัน	นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาสถานการณ์ ในชีวิตจริง อาทิเช่น ปัญหาการขาดแคลน น้ำ เป็นต้น โดย พิจารณาถึง องค์ประกอบของ เครื่องมือ หรือวิธีการ เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จ ได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกัน
การสร้าง ความคิด สร้างสรรค์	นักเรียนออกแบบ หรือร่างแบบใน ลักษณะของ ชิ้นงาน เชิงศิลปะ ได้อย่าง แปลกใหม่และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียนสามารถ สร้างภาพหรือ แบบจำลอง ที่ สอดคล้องกับ บริบท นั้น ๆ ได้อย่าง แปลกใหม่และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียนสามารถ แก้ปัญหาสถานการณ์ ในชีวิตจริง โดย คำนึงถึง กลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ ส่งผลให้เกิดคุณค่า และตระหนักถึง ความสำคัญ ได้อย่าง แปลกใหม่และมี ประสิทธิภาพ	นักเรียนใช้วิธีการ แก้ปัญหาเชิง วิศวกรรมโดย คำนึงถึงความเป็นไป ได้ในกาแก้ปัญหา นั้น ๆ ได้อย่างแปลก ใหม่และมี ประสิทธิภาพ
การประเมิน และ ปรับปรุง ความคิด	นักเรียนสามารถ ปรับปรุงการเขียน อธิบายแนวคิดใน บางส่วนของ ชิ้นงานเชิงศิลปะ	นักเรียนสามารถ ปรับปรุงภาพหรือ แบบจำลอง โดย ยังสื่อถึงภาพรวม ใน	นักเรียนสามารถนำ ข้อเสนอแนะจากการ แก้ปัญหา อาทิเช่น การลดปริมาณขยะใน ครัวเรือน เป็นต้นมา	นักเรียนสามารถนำ ข้อเสนอแนะจากการ ทดลอง อาทิเช่น การ ทดสอบคุณสมบัติของ วัสดุ เป็นต้น มาทำ

การแสดงผลอย่างสร้างสรรค์ (การเขียนและภาพ)		การสร้างความรู้และการแก้ปัญหา (ทางวิทยาศาสตร์และสังคม)	
การเขียน	ภาพ	สังคม	วิทยาศาสตร์
อาทิเช่น การเขียน ภาพที่สื่อถึงแรง บันดาลใจ ของ ศิลปิน เป็นต้น โดยที่ยังคงรักษา องค์ประกอบ สำคัญและแรง บันดาลใจที่มีอยู่ เดิม ให้มีความ ชัดเจนยิ่งขึ้น	ส่วนสำคัญทุกส่วน ที่มีอยู่เดิม ให้มี ความชัดเจน และ สอดคล้องกับ บริบทยิ่งขึ้น	ทำการปรับปรุงวิธีการ หรือกลยุทธ์ที่มีอยู่เดิม ให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น	การปรับปรุงแนวคิด วิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่ เดิมให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัย ได้แก่ ใบงานที่เป็นลักษณะของแบบบันทึกผลการเรียนรู้ควบคู่กับการสร้างชิ้นงาน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ตามแนวคิด OECD (2019) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 สำคัญ ดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 สำคัญ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 การแสดงผลอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และสร้างภาพโดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติผสมผสานกับรูปร่างหรือเครื่องหมายต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน และ ลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการ เพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่ หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสมมติฐานหรือแนวคิดที่ได้จากการสังเกตและตรวจสอบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 สำคัญ ได้แก่

ลักษณะที่ 1 การแสดงผลอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ และสร้างภาพหรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องของงกลมและบริบทนั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ และ ลักษณะที่ 2 คือ การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียน

สามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่นำไปใช้ ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 สำคัญ ได้แก่ ลักษณะที่ 1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ ซึ่งนักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในสวนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสามมิติที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบทให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และลักษณะที่ 2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหาให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบนั้นยังคงถูกต้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานวิจัยภายในประเทศที่เกี่ยวข้อง

ปฐมพร เพียรราช (2564) ได้ศึกษาผลของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ภายใต้บริบทปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เพื่อส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า แนวการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ภายใต้บริบทปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละที่มีการจัดการเรียนรู้ 4 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ชั้นการทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา ชั้นที่ 2 ชั้นการแทนสถานการณ์ปัญหด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ชั้นที่ 3 ชั้นการหาผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และชั้นที่ 4 ชั้นการแปลความหมายของผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ไปสู่สถานการณ์ปัญหา และมีจุดที่ควรเน้นได้แก่ ครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ครูผู้สอนควรทบทวนความรู้พื้นฐานที่จำเป็นต่อการหาผลลัพธ์เชิงคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ชีวิตจริง ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่หลากหลายและใกล้เคียงกับแนวทางการแสดงความสัมพันธ์ พร้อมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกคิดด้วยตนเอง และครูผู้สอนควรคำนึงถึงการสะท้อนผลการตรวจใบกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนทราบคะแนนและข้อบกพร่องที่จะนำไปพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนเอง และผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ภายใต้บริบทปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง พบว่า นักเรียนมีการพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ โดยเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ความยืดหยุ่นในการคิด ความคล่องในการคิด และความคิดริเริ่ม ตามลำดับ

พสธร วงศ์ขารี (2562) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม และศึกษาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ ประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติ ขั้นสังเกตและขั้นสะท้อนผล ดำเนินเป็นวงจรต่อเนื่องกัน 3 วงจร ปฏิบัติการ เครื่องมือวิจัยที่ใช้ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการสะท้อนผล แบบประเมินความคิดสร้างสรรค์ และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการใช้การวิเคราะห์เนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การนำเสนอสถานการณ์ 2) การออกแบบสร้างสรรค์ 3) การสร้างความจับใจ 4) การต่อยอด/ปัญหาใหม่ ซึ่งช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมอยู่ในระดับดีมาก โดยนักเรียนมีการระดมความคิด และพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานโดยใช้ศิลปะเข้ามาช่วยในการออกแบบสร้างชิ้นงาน สามารถคิดสิ่งแปลกใหม่หรือแตกต่างจากของเดิมได้ โดยให้นักเรียนเข้าใจในการทำงานกลุ่ม อธิบายหน้าที่ในการทำงาน และผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะ ในการปฏิบัติกิจกรรม ควรให้นักเรียนทราบถึงการแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบในกลุ่ม และเป็นการช่วยลดปัญหาการโต้เถียงในการทำงานและยอมรับความคิดเห็นของส่วนรวม ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในขั้นการออกแบบสร้างสรรค์เพื่อสร้างชิ้นงาน เป็นขั้นที่นักเรียนยังไม่มี ความมั่นใจในสิ่งที่ตนเองคิด การปฏิบัติกิจกรรมในการเลือกวัสดุอุปกรณ์ในการสร้างชิ้นงาน ให้นักเรียนในกลุ่มระดมความคิดในการเลือกวัสดุที่ครูกำหนดให้นำมาออกแบบกระถางทรงพลัง รถบรรทุกจอมพลัง และรถแข่งแรงดันอากาศ โดยนำวัสดุที่ออกแบบมาประดิษฐ์ชิ้นงานให้สัมพันธ์กับแบบที่ออกแบบไว้ และด้านการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม ครูผู้สอนจะต้องทำหน้าที่แนะนำหรือชี้แนะ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก กล้าคิด และใช้จินตนาการของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและสร้างสรรค์มากที่สุด

สิทธิชัย พานิชย์วิไล (2564) ได้ศึกษาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีโซซียลคอนสตรัคติวิสต์ร่วมกับโปรแกรม GeoGebra ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง วงกลม ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดกำแพงเพชร ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียน จำนวน 34 คน ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการ 4 วงจร เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรมชิ้นงานของนักเรียน และ แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แนวทางนี้มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ ครูควรตรวจสอบความรู้จากประสบการณ์เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายและมีความน่าเชื่อถือ ครูควรให้นักเรียนร่วมมือกันสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรม Geogebra และเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการ

แลกเปลี่ยนเรียนรู้และให้ข้อเสนอแนะซึ่งกันและกัน นอกจากนี้ พบว่าเมื่อผ่านการเรียนรู้ทั้ง 4 วงจร ปฏิบัติการนักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ และมีข้อเสนอแนะแนวทางในการวิจัยครั้งต่อไป คือ การจัดการเรียนรู้ในชั้นเพิ่มเติมข้อตกลงควรได้รับการศึกษาต่อยอดด้วยการออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนสามารถสร้างวิธีการหรือขั้นตอนการสร้าง จากกลยุทธ์ที่มีและสร้างภาพทฤษฎีวงกลมไปออกแบบร่วมกับสิ่งที่ก่อให้เกิดคุณค่า หรือเป็นชิ้นงานต่าง ๆ เช่น โลโก้ สัญลักษณ์หรือ ภาพศิลปะ เป็นต้น อีกหนึ่งประเด็นที่ควรได้รับการศึกษาต่อยอดด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในส่วนของทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงานมากกว่าหนึ่งรอบ โดยพิจารณาการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละประเด็นของชิ้นงานให้มีความชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการประเมินและปรับปรุงความคิดให้มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นได้

2. งานวิจัยต่างประเทศที่เกี่ยวข้อง

Daryanto (2022) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การพัฒนาสื่อการสอนที่ส่งเสริมการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ในโรงเรียนประถมศึกษา เนื่องจากในปัจจุบันความต้องการของสื่อเทคโนโลยีมีความสำคัญในการศึกษาในยุคศตวรรษที่ 21 สื่อที่เสมือนจริงเป็นสื่อที่ให้ประสบการณ์จริงกับผู้เรียนอย่างประสบความสำเร็จและสอดคล้องกับขั้นตอนการพัฒนาของนักเรียนในโรงเรียนประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ความต้องการในการพัฒนาสื่อเสมือนจริง ที่ส่งเสริมเสริมและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ สำหรับการพัฒนาสื่อเสมือนจริงที่ส่งเสริมในการเรียนรู้แบบ STEAM ในโรงเรียนประถมศึกษา โดยงานวิจัยนี้ใช้วิธี R&D กับการ วิจัย R&D สองในสี่ขั้นตอน ขั้นตอนเหล่านี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นและการพัฒนาการออกแบบเบื้องต้น กลุ่มตัวอย่างการศึกษานี้คือ ครู 7 คนและนักเรียน 129 คนในโรงเรียนประถมศึกษาของรัฐในชาวตะวันออก อินโดนีเซีย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพรรณนาและการวิเคราะห์เชิงสื่อความหมาย ผลการศึกษาครั้งนี้เปิดเผยว่าครูและนักเรียนต้องการสื่อที่สามารถสื่อถึงเนื้อหาเชิงลึกเพิ่มความสนใจ แรงจูงใจ และให้ประสบการณ์ เช่น สื่อการเรียนรู้เสมือนจริงที่ส่งเสริมที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM ในขณะเดียวกัน ผลการพัฒนาการออกแบบเบื้องต้นของสื่อการเรียนรู้เสมือนจริงที่ใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM อยู่ในรูปแบบของการออกแบบกิจกรรม 6 ประเภท ได้แก่ ผ้าบาติก วายัง (หุ่นกระบอก) กาเมลัน วัตถุประสงค์ เคเรตา เคนคานา (รถม้าสีทอง) และคริส นอกจากนี้และได้ให้ข้อเสนอแนะในด้านขอบเขตของการวิเคราะห์ความต้องการยังคงจำกัด ดังนั้นผลที่ได้จึงไม่สามารถขยายได้ นอกจากนี้การวิจัยนี้ ขึ้นอยู่กับแบบสอบถามที่ไม่มีโครงสร้างสัมภาษณ์เพื่อที่จะต้อง

ใช้เทคนิคอื่น ๆ เพื่อเสริมสร้างข้อมูลที่ดีกว่าสื่อ ในการพัฒนายังคงเป็นแบบเบื้องต้น ดังนั้น จึงไม่ได้เป็นวิธีที่ดีที่สุดที่จะเริ่มต้นการเรียนรู้

Vale (2022) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ผ่านการจัดการเรียนรู้ของ Steam โดยเริ่มต้นจากปัญหาของความเป็นจริงที่ทำให้สามารถระดมแนวคิด จากสาขาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน ส่งเสริมสหวิทยาการ ซึ่งการทำงานเป็นทีมและบริบทมีบทบาทพื้นฐาน เรารายงานการศึกษาเกี่ยวกับครูผู้สอนระดับประถมศึกษาในอนาคต ซึ่งมีจุดมุ่งหมายเพื่อทำความเข้าใจและกำหนดลักษณะการเรียนรู้และปฏิกิริยาที่เป็นพื้นฐานของการใช้การออกแบบทางวิศวกรรมในการแก้ปัญหาในลักษณะ STEAM ผู้เข้าร่วมทำงานเป็นกลุ่มเล็กถึงแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบ/ออกแบบใหม่ โดยอาศัยความรู้ด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กายภาพเป็นหลัก วิธีการเชิงคุณภาพถูกนำมาใช้และเก็บรวบรวมข้อมูลผ่านการสังเกต การรวบรวมเอกสาร สิ่งประดิษฐ์ และบันทึกการถ่ายภาพ ผลการทดลองเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าผู้เข้าร่วมเห็นคุณค่าของประสบการณ์ โดยได้มีโอกาสแก้ปัญหาความเป็นจริงร่วมกัน ระดมแนวคิดของคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กายภาพในลักษณะบูรณาการ ผู้เข้าร่วมแสดงการมีส่วนร่วม ความพากเพียร และแรงจูงใจที่ดีในการแก้ปัญหาที่เสนอสามารถสร้างแบบจำลองที่ตรงตามเงื่อนไขที่ร้องขอได้ จากมุมมองของผู้เข้าร่วม แนวทางนี้ทำให้เกิดโอกาสในการสนับสนุนการสร้างเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ตรวจสอบความยากลำบากในการระบุแนวคิดบางอย่างจากคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์กายภาพ และในการระดมภาษาวิทยาศาสตร์ที่เพียงพอในการอธิบายเหตุผลเบื้องหลังการตัดสินใจของพวกเขา

Hyunshik (2022) ได้ศึกษาการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ STEAM education ร่วมกับศิลปะดั้งเดิมของเกาหลีที่อยู่ภายใต้แนวหลังคา Hanok นั้น ได้รับการตรวจสอบโดยใช้เครื่องมือทางการศึกษาของ GeoGebra และ 4D frame และเครื่องมือทางการศึกษาอื่น ๆ บทความนี้แสดงให้เห็นว่าหลักสูตรนี้มีศักยภาพที่จะช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการปรับโครงสร้างความรู้เกี่ยวกับแนวคิดของแรงโน้มถ่วงของนิวตันและ ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ ศาลาแปดเหลี่ยมในสวน Tapgol ในกรุงโซล ประเทศเกาหลีใต้ ซึ่งเป็นตัวแทนของ Hanok ถูกใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ GeoGebra ใช้เพื่อระบุว่าแนวหลังคาของศาลาแปดเหลี่ยมโดยทั่วไปจะเป็นไปตามสูตรของเส้นโค้งโซ่ จากนั้นเส้นหลังคาจะถูกจำลองโดยใช้ 4D frame รูปแบบของสายจูงของหลังคาบ้านฮันอกเชื่อมโยงกับความรู้สึกของความงามแบบเกาหลีในการแสวงหาความเป็นธรรมชาติภายใต้อิทธิพลของแรงโน้มถ่วงและกลมกลืนกับสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นธรรมชาติ ชั้นเรียนที่อธิบายไว้ในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งสำรวจเส้นโค้งของหลังคาของศาลาแปดเหลี่ยมโดยใช้ GeoGebra และ 4D frame สามารถช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์และการคิดอย่างมีวิจารณญาณในนักเรียนในบริบท

ของการศึกษา STEAM ผลการวิจัยครั้งนี้มีศักยภาพที่จะขยายขอบเขตการศึกษา STEAM เพื่อรวมเนื้อหาเพื่อการศึกษาเชิงสร้างสรรค์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งภายในและต่างประเทศดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยได้หลักการ แนวคิดหรือทฤษฎีเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งนักเรียนจะต้องร่วมกันสร้างองค์ความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาในสถานการณ์ชีวิตจริง โดยอาศัยฐานความรู้และประสบการณ์ที่มีอยู่ ผ่านการลงมือปฏิบัติแบบร่วมมือกัน และมีการประยุกต์ใช้ในการร่างและออกแบบงาน เพื่อนำไปสู่การสร้างนวัตกรรมหรือชิ้นงานที่มีคุณค่าบนพื้นฐานความรู้และวิธีการที่ถูกต้อง และส่งเสริมให้นักเรียนมีการสะท้อนความคิดเห็น ให้ข้อเสนอแนะ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงชิ้นงานหรือแนวคิด ทำให้เกิดการเรียนรู้จากความคิดของผู้อื่น จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ และตระหนักถึงประโยชน์ที่แท้จริงของคณิตศาสตร์ สามารถนำเอาองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่เรียนมาใช้ในการชีวิตจริงได้ ซึ่งจะส่งผลให้นักเรียนได้มีโอกาสในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยสะท้อนให้เห็นถึงการนำคณิตศาสตร์มาใช้ในสถานการณ์ชีวิตจริง ผ่านการแสดงออกและการแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย และเห็นความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ยิ่งขึ้น นั่นคือ การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง จึงอาจส่งผลต่อการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในหลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวิธีการดำเนินตามขั้นตอน ดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย
2. ผู้เข้าร่วมวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. การวิเคราะห์ข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis (1996 อ้างถึงใน สิริรักษา กิจเกื้อกูล, 2557, น. 149-151) ดำเนินการเป็นวงจรปฏิบัติการที่ต่อเนื่องกัน แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย ขั้นตอนวางแผน ขั้นปฏิบัติการ ขั้นสังเกตการณ์ และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ ตามลำดับ ดำเนินการวิจัยทั้งหมด 4 วงจรปฏิบัติการ โดยนักเรียนทำกิจกรรมควบคู่กับการสร้างสรรค์ชิ้นงานเป็นรายกลุ่มตามแผนการจัดการเรียนรู้ ระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการจนถึงขั้น สะท้อนผลการปฏิบัติ และให้นักเรียน ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคลเมื่อสิ้นสุดการดำเนินการใน แต่ละวงจรปฏิบัติการ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน (Plan)

1. สสำรวจสภาพปัญหาในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ควรได้รับการแก้ไขโดยผู้วิจัยได้สังเกตความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนและปรึกษาหารือร่วมกับครูผู้รับผิดชอบซึ่งเป็นครูที่ทำการสอนในวิชาเดียวกัน โดยทำการวิเคราะห์สิ่งที่เกี่ยวข้องกับปัญหาและสาเหตุ
2. ศึกษาค้นคว้าตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และแก้ปัญหาในชั้นเรียน

3. วางแผนและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

4. เตรียมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ จัดเตรียมสื่อการเรียนรู้ ศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เครื่องมือวัดผลและประเมินผล รวมถึงวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

ขั้นที่ 2 ขั้นปฏิบัติการ (Act)

ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย โดยผู้วิจัยจะดำเนินการในวงจรปฏิบัติการหนึ่งแผนการจัดการเรียนรู้ และจะดำเนินการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 3 แผนการจัดการเรียนรู้ หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ

ขั้นที่ 3 ขั้นสังเกตการณ์ (Observe)

ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการณ์จัดการเรียนรู้จะทำการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พร้อมทั้งมีการบันทึกผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เครื่องบันทึกวิดีโอและถ่ายภาพเพื่อใช้ประกอบการสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย พร้อมกับการมอบหมายให้นักเรียนทำใบกิจกรรมและชิ้นงาน ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ เมื่อครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนักเรียนจะทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 ขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

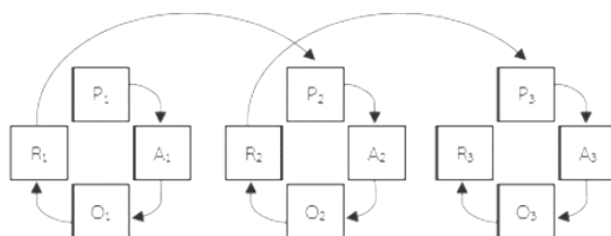
ผู้วิจัยจะนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และเทปบันทึกการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาทำการวิเคราะห์ถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น ระหว่างการดำเนินการจัดการเรียนรู้ และนำผลจากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ได้ทำการสะท้อนผล เพื่อนำไปปรับปรุงและพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยผู้วิจัยจะดำเนินการจัดการเรียนรู้และวิเคราะห์ผลเพื่อนำไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้เป็นแบบวงจร โดยการทำความเข้าใจไปจนครบทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 3 วงจรปฏิบัติการ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการแล้วนักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการวิจัยในลำดับต่อไป

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ โดยมีลักษณะทำเป็นวงจรซ้ำทั้งหมด 3 วงจร ดังนี้

วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่แปลงร่าง

วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก โดยลักษณะของวงจรทั้ง 3 แสดงดังภาพ 7



ภาพ 7 แสดงวงจรของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

ที่มา: Kemmis, & Mctaggart, 1988 cited in Kijkuakul, 2014

ผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย

ผู้มีส่วนร่วมงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในอำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามของการวิจัย ดังตาราง 10

ตาราง 10 แสดงคำถามวิจัยและเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

คำถามวิจัย	เครื่องมือ
1. การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร	แผนการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ที่ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์
2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตได้หรือไม่อย่างไร	แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์

ขั้นตอนการสร้างและการพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยตามคำถามวิจัย โดยแบ่งออกเป็น 2 ตอน ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร โดยมีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเอาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดของ Barak (2016) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้ มี 4 ขั้นตอน มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิต จากเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มาประยุกต์ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คำอธิบายรายวิชา ที่สอดคล้องต่อการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

1.3 ศึกษาหลักการและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นปฏิบัติการ ทางคณิตศาสตร์ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต เพื่อให้ได้องค์ความรู้ที่สำคัญ ๆ ในการนำมาปรับใช้เป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาการจัดการเรียนรู้

1.4 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ที่พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนใช้เวลา 5 ชั่วโมง รวมเป็น 15 ชั่วโมง ดังตาราง 11



ตาราง 11 แสดงแนวทางการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน่าอย่าง

วงจร ปฏิบัติการ	แผนการ จัดการ เรียนรู้	บูรณาการ			สถานการณ์	ชิ้นงาน	เวลา (ชั่วโมง)
		คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี			
1	เรื่อง ลายผ้า ทอจาก ส่วนประกอบ ของรูป เรขาคณิต สามมิติ	สาระที่ 2 การวัดและ เรขาคณิต ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะ ของรูป เรขาคณิต	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ ว 4.1 ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่ สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็น วัสดุในการใช้งาน ตามวัตถุประสงค์ และอธิบายการนำ วัสดุที่ใช้แล้วกลับมา ใช้ใหม่ได้โดยใช้ หลักฐานเชิง ประจักษ์	เทคโนโลยี สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.2 ป.6/3 ใช้ อินเทอร์เน็ต ในการค้นหา ข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ	สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.1/2. ระบุปัญหาหรือ ความต้องการ ในชีวิต ประจำวัน	ร้อยเรื่อง ราวตำนาน ผ้าทอน่า อย่าง... ปราชญ์ ชาวบ้าน	5

วงจร ปฏิบัติกา การ	แผนกา การ เรียนรู	บูรณาการ				สถานที่ การ เรียน	เวลา (ชั่วโมง)
		คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม ศิลปะ		
2	เรื่อง รูปคล้าย แปลงร่าง	สาระที่ 2 การวัดและ เรขาคณิต ค 2.2 ป.6/4 ระบุนรูป เรขาคณิต สามมิติสาม มิติที่ประกอบ จากรูปคล้าย และระบุนรูป คล้ายรูป เรขาคณิต สามมิติ	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ ว 4.1 ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่ สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัสดุ ในการใช้งานตาม วัตถุประสงค์และ อธิบายการนำวัสดุที่ ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้หลักฐานเชิง ประจักษ์	สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.1/3 อินเทอร์เน็ต การค้นหา ข้อมูลอย่างมี ประสิทธิภาพ ประสิทธิภาพ	สาระที่ 4 เทคโนโลยี ว 4.1 ม.1/3 ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา โดย วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจ เลือกข้อมูล จำเป็นนำเสนอ แนวทางการ แก้ปัญหาให้ผู้อื่น เข้าใจ วางแผน และดำเนินการ แก้ปัญหา	สาระที่ 1 ทัศนศิลป์ ศ 1.1 ป.6/7 สร้างงาน ทัศนศิลป์เป็น แผนภาพ แผนผัง และ ภาพประกอบ เพื่อถ่ายทอด ความคิดหรือ เรื่องราวเกี่ยว กับเหตุการณ์ ต่าง ๆ	สร้างคล้าย ทอสีต่อ ไทยวน ดีไซน์เนอร์ น้อย (ออกแบบ ลายผ้า) โมเดล บรรจุภัณฑ์ จาก ลายผ้า

วงจร ปฏิบัติการ	แผนการจัดการ เรียนรู้		บูรณาการ		สถานการณ์ ชิ้นงาน	เวลา (ชั่วโมง)	
	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม			ศิลปะ
3	เรื่อง แพทเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักรัศ โลก	สาระที่ 2 การ วาดและ เรขาคณิต ค 2.2 ป.6/4 ระบุรูป เรขาคณิตสาม มิติที่ประกอบ จากรูปสี่เหลี่ยม และ ระบุรูปสี่เหลี่ยม รูปเรขาคณิต สามมิติ	สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์ กายภาพ ว 4.1 ป.2/4 . ตระหนักถึง ประโยชน์ของ การนำวัสดุที่ใช้ แล้วกลับมาใช้ ใหม่ โดยการนำ วัสดุที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ใหม่	สาระที่ 4 เทคโนโลยี เทคโนโลยี ว 4.1 ม.1/4 ทดสอบ ประเมินผล และระบุ ข้อบกพร่อง ที่เกิดขึ้น พร้อม ตั้งหาแนวทาง การปรับปรุง แก้ไขและ นำเสนอ ผล การแก้ปัญหา ต่าง ๆ	สาระที่ 1 ทัศนศิลป์ ศ 1.1 ป.6/7 สร้างงาน ทัศนศิลป์เป็น แผนภาพ แผนผัง และ ภาพประกอบ เพื่อถ่ายทอด ความคิดหรือ เรื่องราว เกี่ยวกับ เหตุการณ์ ต่าง ๆ	แพทเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักรัศโลก	บรรจุภัณฑ์ 5

วงจร	แผนการจัดการ	บูรณาการ	สถานการณ์	ชิ้นงาน	เวลา
ปฏิบัติการ	เรียนรู้	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	ศิลปะ	(ชั่วโมง)
3	เรื่อง แพทเกจจิ้ง	สาระที่ 4 เทคโนโลยี	สาระที่ 1		
(ต่อ)	สร้างสรรค์ รักรัชโลก	ว 4.1 ม.1/5 ใช้ความรู้ และทักษะเกี่ยวกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้า หรือ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแก้ปัญหาได้อย่าง ถูกต้อง เหมาะสม และปลอดภัย	ทัศนศิลป์ 5/2 อภิปราย เกี่ยวกับงาน ทัศนศิลป์ที่ สะท้อน วัฒนธรรมและ ภูมิปัญญาในท้องถิ่น		
รวม					15

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยพิจารณาเพื่อรับข้อเสนอแนะ

1.5.1 ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ยังไม่มีความชัดเจนเกี่ยวกับกิจกรรมจึงควรปรับแก้โดยระบุวางแผนหรือออกแบบชิ้นงานเพื่อแก้ปัญหาอะไร รวมถึงระบุความรู้ใหม่หรือสิ่งที่ได้จากการแก้ปัญหา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาโรงเรียน จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบถึงความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้

1.6.1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ทุกแผนการจัดการเรียนรู้มีการตั้งจุดประสงค์ของตัวแปรตามไม่ชัดเจน จึงควรทำจุดประสงค์แยกตัวแปรตามทั้ง 3 ตัว ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด

1.6.2 ด้านสาระสำคัญยังเขียนไม่ครอบคลุมทั้ง 5 กลุ่มสาระ ควรมีการเขียนให้ครอบคลุมทั้งกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และวิศวกรรม

1.7 ปรับปรุงแก้ไขให้มีความสอดคล้องและเหมาะสมตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วไปใช้กับผู้มีส่วนร่วมงานวิจัยและสรุปผลเพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เป็นลักษณะของแบบบันทึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยครูประจำการและผู้วิจัยจะทำการจดบันทึก บรรยายเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนว่าแต่ละวงจรเป็นอย่างไร มีความเหมาะสมของกิจกรรมหรือไม่ พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ครั้งต่อไป โดยมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.2 กำหนดขอบเขตของการสังเกต ได้แก่ การจัดการเรียนรู้สอดคล้องกับนิยามของพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ หรือไม่อย่างไร การจัดการเรียนการสอนมีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร และมีแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงอย่างไร

2.3 สร้างแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

2.4 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยพิจารณา โดย

2.4.1 การสะท้อนผลควรแบ่งแต่ละขั้นตอนเป็น หัวข้อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ บรรลุตามจุดประสงค์ของชั้นหรือไม่ อย่างไร และส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่ อย่างไร (หลักฐาน) รวมถึงข้อเสนอแนะ/แนวทางการพัฒนาต่อไป

2.4.2 ควรมีการสรุปภาพรวมของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย ในแต่ละขั้นตอน ประสิทธิภาพสำเร็จต่อการพัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หรือไม่อย่างไร มีจุดเด่นหรือจุดที่ควรปรับปรุงแก้ไขอย่างไร

2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

2.6 นำแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการไปใช้ในการบันทึกผลหลังจากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

ตอนที่ 2 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตได้หรือไม่อย่างไร โดยมีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. ใบกิจกรรม เป็นลักษณะของแบบบันทึกผลการเรียนรู้ควบคู่กับการสร้างชิ้นงานของนักเรียนในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ แบบบันทึกการสืบค้นข้อมูล(NOTE) แบบบันทึกผลการปฏิบัติกิจกรรม(Hands-On) แบบบันทึกผลการสร้างชิ้นงาน (Design & Plan) แบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน (Reflect) โดยนักเรียนจะทำการเขียนบันทึกทุกครั้งที่มีการจัดการเรียนรู้ ซึ่งแต่ละใบกิจกรรม มีขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1.1 ศึกษาเอกสารเกี่ยวข้องกับการสร้างใบกิจกรรม

1.2 ศึกษากรอบโครงสร้างของการประเมินความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD (2019)

1.3 ศึกษาลักษณะและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ในรายวิชาคณิตศาสตร์

1.4 ศึกษาเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

1.5 สร้างใบกิจกรรมที่สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

1.6 นำใบกิจกรรมของนักเรียนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยพิจารณา เพื่อรับข้อเสนอแนะ

1.7 ทำการแก้ไขและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัย

1.7.1 ใบกิจกรรมยังไม่สามารถประเมินนักเรียนได้ครบ 3 องค์ประกอบ จึงควรแก้ไขใบกิจกรรมให้ประเมินความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนครบทุกองค์ประกอบ เพื่อประเมินการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

1.8 นำใบกิจกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และ

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน เพื่อตรวจสอบถึงความสอดคล้องของเนื้อหา ความเหมาะสมของใบกิจกรรม มีประเด็นในการปรับปรุงใบกิจกรรม

1.8.1 ใบกิจกรรมแต่ละวงจรปฏิบัติการ มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด แต่ไม่สอดคล้องกับระยะเวลาในการจัดกิจกรรม จึงควรปรับแก้การ ใช้เวลาให้มีความเหมาะสม

1.8.2 ใบกิจกรรมส่งเสริมความคิดหลากหลาย ความคิดสร้างสรรค์ แต่ยังไม่มีขั้น ของการประเมินและปรับปรุงความคิด จึงควรมีช่วงเวลาหลังจากการปฏิบัติกิจกรรมหรือการสร้าง ชิ้นงานเสร็จสิ้น ควรให้มีการประเมินชิ้นงานของตนเองและชิ้นงานของกลุ่มอื่น ๆ เพื่อปรับปรุง ความคิด

1.9 นำข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ไปแก้ไข ปรับปรุงใบกิจกรรมให้มีความ เหมาะสมและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.10 จัดทำใบกิจกรรมที่มีลักษณะของแบบบันทึกผลการเรียนรู้ควบคู่กับการสร้าง ชิ้นงานฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้ในการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2. แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นลักษณะของแบบทดสอบอัตนัย ชนิดไม่จำกัดคำตอบ มีลักษณะคล้ายกับแบบบันทึกผลการสร้างชิ้นงาน (Design & Plan) ซึ่งทำการ ทดสอบหลังจากเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบทุกวงจร จำนวน 2 ครั้ง ไม่ติดต่อกัน ใช้เวลาครั้งละ 1 ชั่วโมง โดยแบบทดสอบจะใช้สถานการณ์ทั้ง 2 ครั้ง จะใช้สถานการณ์ในบริบทของชุมชน ซึ่งแบบทดสอบที่ใช้จะแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอน การสร้างดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนเพื่อ กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วกำหนด แนวทางในการสร้างภารกิจหรือขั้นตอนในการปฏิบัติ

2.3 สร้างแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

2.4 นำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน คณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ระดับ ประถมศึกษา จำนวน 2 ท่าน เพื่อพิจารณาและประเมินความเหมาะสมของแบบทดสอบความคิด สรรค์ทางคณิตศาสตร์และให้ข้อเสนอแนะเชิงบรรยาย

2.5 ปรับปรุงแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและผู้เชี่ยวชาญ

2.5.1 สถานการณ์ของแบบทดสอบควรแก้ไข โดยใช้สถานการณ์ที่ถูกกล่าวถึงในสังคมเป็นวงกว้างทั้งใน Facebook tiktok เป็นต้น

2.5.2 ใบบัณฑิตแต่ละหัวข้อย่อย ควรระบุวัตถุประสงค์ในแต่ละชั้นให้ชัดเจน ต้องการประเมินนักเรียนในองค์ประกอบใด

2.6 จัดทำแบบทดสอบทางความคิดสร้างสรรค์ฉบับสมบูรณ์ และนำไปใช้วิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ จากการเขียนตอบและการแสดงวิธีคิดในการแก้ปัญหาของนักเรียนเป็นรายบุคคล

3. ชิ้นงานของนักเรียน เป็นลักษณะของรูปเรขาคณิต รวมถึงแบบจำลองหรือสิ่งประดิษฐ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม ได้แก่ ชิ้นงานจากกิจกรรม ถอดรหัสลายผ้าในตำนาน ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) โมเดลบรรจุภัณฑ์จากลายผ้า และบรรจุภัณฑ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการเก็บข้อมูลผู้วิจัยได้จัดการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอผ้าอ่าง โดยผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2565 ซึ่งใช้เวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด 13 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ดังต่อไปนี้

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากการจัดการเรียนรู้โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. ปฐมนิเทศและชี้แจงจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้กับนักเรียนที่ เป็นผู้เข้าร่วมวิจัยทราบ
2. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในชั่วโมงปกติของโรงเรียน จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้เวลาในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 17 ชั่วโมง
3. ในระหว่างทำกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละกลุ่มจะร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม ที่มีการระดมแนวคิด และลงมือสร้างชิ้นงาน จากกิจกรรมต่าง ๆ ในขณะที่ผู้วิจัยและผู้ร่วมสังเกตการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นครูผู้รับผิดชอบรายวิชาจะสังเกตและจดบันทึกการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยจะนำผลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดมาทำการสะท้อนผล เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ในครั้งต่อไป

5. หลังเสร็จสิ้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 แผนการจัดการเรียนรู้หรือ 3 วงจร จำนวน 2 ครั้ง ไม่ติดต่อกัน โดยใช้เวลาครั้งละ 1 ชั่วโมง

6. นำผลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดไปทำการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ เป็นการนำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ มาทำการจัดหมวดหมู่และวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์พฤติกรรมของนักเรียน โดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) (สิรินภา กิจเกื้อกูล, 2557) โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ตอน ตามคำถามวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

การวิเคราะห์แนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือ วิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผน และแบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ โดยมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

1. การจัดระเบียบข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และตีความ
2. นำประเด็นเกี่ยวกับการสะท้อนผลถึงความสำเร็จที่เกิดขึ้น ข้อเสนอแนะ/แนวทางในการพัฒนาในครั้งต่อไปมาทำการใส่รหัสของข้อมูลตามประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง

3. รวบรวมข้อมูลที่ใส่รหัส นำมาจัดเป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์และอภิปรายผลโดยข้อมูลที่ได้จากการจัดกลุ่มนั้นแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีการพัฒนาอยู่ในระดับ 1 ระดับ 2 และระดับ 3 ในแต่ละองค์ประกอบย่อย ซึ่งวัดจากความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียน และแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต

4. นำข้อมูลทั้งหมดมาหาข้อสรุปเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้จากทั้งหมด 3 วงจร ปฏิบัติการ เปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้ที่ได้จากการวิจัย พร้อมทั้งหาแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด

5. ทำการตรวจสอบข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อหาความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.1 การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ใช้การตรวจสอบแบบ Resource triangulation เป็นการตรวจสอบแหล่งที่มาของข้อมูล ใช้บุคคลที่แตกต่างกัน ตรวจสอบว่า ถ้าผู้ให้ข้อมูลต่างกัน จะได้ผลเหมือนกันหรือไม่ จากเครื่องมือวิจัยคือ แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้วิจัย และครูประจำการ มาทำการวิเคราะห์เกี่ยวกับประเด็นความสอดคล้องในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย เปรียบเทียบกับครูประจำการ

5.2 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) โดยนำข้อมูลและผลการวิเคราะห์ ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและครูประจำการตรวจสอบ

ตอนที่ 2 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ได้หรือไม่อย่างไร โดยมีเครื่องมือวิจัยที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

การวิเคราะห์พัฒนาการทางความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเครื่องมือวิจัยคือ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ขั้นตอนการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. รวบรวมข้อมูลจากใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยตรวจและศึกษาจากร่องรอยของการปฏิบัติ รวมถึงการตอบคำถามโดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังตาราง 12

ตาราง 12 แสดงการรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ ของความคิดสร้างสรรค์	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล		
	ใบกิจกรรม	ชิ้นงานของ นักเรียน	แบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์
การสร้างความคิดที่หลากหลาย	√	√	√
การสร้างความคิดสร้างสรรค์	√	√	√
การประเมินและปรับปรุงความคิด	√	√	√

2.2 นำข้อมูลมาจัดระเบียบในประเด็นเกี่ยวกับความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ทั้ง 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas, D) 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative Ideas, C) และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and Improve ideas, E) โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน และสร้างภาพ (Written and Visual Expression, E) และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, P) โดยการวิเคราะห์การเขียนตอบของนักเรียน

2.3 ทำการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) จัดกลุ่มคำตอบของนักเรียน จากนั้นนำข้อมูลมาใส่รหัส โดยพิจารณาการใส่รหัสนักเรียนทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล และสร้างภาพ (Written and Visual Expression, E) และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, P) โดยการวิเคราะห์การเขียนตอบของนักเรียน

2.4 หาข้อสรุปของการพัฒนาพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติโดยทำการเปรียบเทียบกับแนวทางในการประเมินความคิดสร้างสรรค์ที่ผู้วิจัยหาข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด

2.5 ทำการตรวจสอบข้อมูลงานวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อหาความน่าเชื่อถือของงานวิจัย โดยทำการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) และการตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า ใช้การตรวจสอบแบบ Method triangulation เป็นการตรวจสอบความน่าเชื่อถือ โดยใช้เครื่องมือวิจัยที่แตกต่างกัน เพื่อตรวจสอบว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันหรือไม่ จากเครื่องมือวิจัยคือ ใบกิจกรรม ชิ้นงานของนักเรียน และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้

2.5.2 การตรวจสอบกับผู้เชี่ยวชาญ (Peer Debriefing) โดยนำข้อมูลและผลการวิเคราะห์ให้ผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิจัยและครูประจำการตรวจสอบ โดยผู้วิจัยได้สรุปการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ดังตาราง 13

ตาราง 13 แสดงรหัสและระดับคุณภาพตามความสอดคล้องพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์
ทางคณิตศาสตร์

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การสร้าง ความคิดที่ หลากหลาย (D)	การแสดง ออกอย่าง สร้างสรรค์ ด้านการ เขียนและ สร้างภาพ (W)	DWA	ระดับ 1 : เขียนอธิบายแนวคิด หรือ ตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราว เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้าง ลวดลายต่าง ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิต ผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้าง ลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่ หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และ สามารถใช้ ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต ได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	- นักเรียนเขียนอธิบาย แนวคิดและประโยชน์ของ การออกแบบชิ้นงานได้ แต่ไม่สมเหตุสมผล - แสดงภาพออกแบบชิ้นงาน ร่วมกับรูปเรขาคณิตอื่น โดย ใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต 3 มิติได้ถูกต้องบางข้อ
		DWB	ระดับ 2 : เขียนอธิบายแนวคิด หรือ ตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราว เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้าง ลวดลายต่าง ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิต ผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้าง ลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่ หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และ สามารถใช้ ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต ได้ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนเขียนอธิบาย แนวคิดและประโยชน์ของ การออกแบบชิ้นงานได้ สมเหตุ แต่ยังไม่ชัดเจน - แสดงภาพออกแบบชิ้นงาน ร่วมกับรูปเรขาคณิตอื่น โดย ใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต 3 มิติได้ถูกต้องบางข้อแต่ยัง ไม่ชัดเจน
		DWC	ระดับ 3: เขียนอธิบายแนวคิด หรือ ตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราว เกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้าง ลวดลายต่าง ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิต ผสมผสานกับสิ่งที่ชอบในการสร้าง ลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง ยังไม่ หลากหลายและไม่แตกต่างกัน และ สามารถใช้ ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต ได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	- นักเรียนเขียนอธิบาย แนวคิดและประโยชน์ของ การออกแบบชิ้นงานได้ สมเหตุสมผล ถูกต้อง ชัดเจน - แสดงภาพออกแบบชิ้นงาน ร่วมกับรูปเรขาคณิตอื่น โดย ใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต 3 มิติได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การสร้างความคิดที่หลากหลาย (D) (ต่อ)	การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (S)	DSA	ระดับ 1 : นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	- นักเรียนพิจารณาองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการในการเขียนแบบร่าง ออกแบบชิ้นงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จได้ เขียนไม่หลากหลาย อธิบายไม่สมเหตุสมผล - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดเรื่องรูปเรขาคณิตที่ได้การทดลอง สังเกต และตรวจสอบในการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้องบางส่วน
		DSB	ระดับ 2 : นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนพิจารณาองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการในการเขียนแบบร่าง ออกแบบชิ้นงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จได้ เขียนหลากหลาย แต่อธิบายไม่สมเหตุสมผล - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดเรื่องรูปเรขาคณิตที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบในการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ยังไม่ชัดเจนในบางข้อ
		DSC	ระดับ 3 นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงได้ โดยใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือหรือวิธีการ ที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบเพื่อสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนพิจารณาองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการในการเขียนแบบร่าง ออกแบบชิ้นงานเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จได้ เขียนหลากหลาย เขียนอธิบายสมเหตุสมผล - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์จากแนวคิดเรื่องรูปเรขาคณิตที่ได้จากการทดลอง สังเกต และตรวจสอบการสร้างชิ้นงานได้ถูกต้อง ครบถ้วนชัดเจน

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม	
การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (C)	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (W)	CWA	ระดับ 1 : ออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานศิลปะ และสร้างภาพหรือแบบจำลองยังไม่แปลกใหม่และไม่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	- นักเรียนออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะ ร่วมกับรูปเรขาคณิต ระบายสีทอโบราณของน้ำอ่างได้แปลกใหม่ องค์ประกอบที่กำหนดตามเงื่อนไขของชิ้นงานยังไม่ครบถ้วน - นักเรียนสามารถสร้างภาพหรือโมเดลตามที่ออกแบบ สอดคล้องกับบริบทนั้น ๆ ได้แปลกใหม่แต่องค์ประกอบที่กำหนดตามเงื่อนไขของชิ้นงานยังไม่ครบถ้วน	
			CWB	ระดับ 2 : ออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานศิลปะ และสร้างภาพหรือแบบจำลองยังไม่แปลกใหม่และไม่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะ ร่วมกับรูปเรขาคณิต ระบายสีทอโบราณของน้ำอ่างได้แปลกใหม่ องค์ประกอบที่กำหนดตามเงื่อนไขของชิ้นงานครบถ้วนแต่ไม่สมบูรณ์ - นักเรียนสามารถสร้างภาพหรือโมเดลตามที่วางแผนหรือออกแบบที่สอดคล้องกับบริบทนั้น ๆ ได้แปลกใหม่ องค์ประกอบที่กำหนด ตามเงื่อนไขของชิ้นงานครบถ้วนแต่ไม่สมบูรณ์
			CWC	ระดับ 3 : ออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานศิลปะ และสร้างภาพหรือแบบจำลองยังไม่แปลกใหม่และไม่มีประสิทธิภาพและสามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	- นักเรียนออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะ ร่วมกับรูปเรขาคณิต ระบายสีทอโบราณของน้ำอ่างได้แปลกใหม่ องค์ประกอบที่กำหนดตามเงื่อนไขของชิ้นงานครบถ้วน สมบูรณ์ - นักเรียนสามารถสร้างภาพหรือโมเดลตามที่วางแผนหรือออกแบบ ที่สอดคล้องกับบริบทนั้น ๆ ได้แปลกใหม่ องค์ประกอบที่กำหนดตามเงื่อนไขของชิ้นงานครบถ้วน สมบูรณ์

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (C) (ต่อ)	การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (S)	CSA	ระดับ 1 : ใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแก้ปัญหาจากชีวิตจริงโดยคำนึงถึงกลยุทธ์ยังไม่แปลกใหม่และไม่มีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตได้ถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	- นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ส่งผลให้เกิดคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของรูปเรขาคณิตและผ้าทอน้ำอ่างได้แต่ไม่แปลกใหม่ - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงานนั้น ๆ ได้ การเขียนขั้นตอนการออกแบบเขียนยังไม่ครบถ้วน
		CSB	ระดับ 2 : ใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแก้ปัญหาจากชีวิตจริงโดยคำนึงถึงกลยุทธ์ได้ค่อนข้างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตได้ถูกต้องครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ส่งผลให้เกิดคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของรูปเรขาคณิตและผ้าทอน้ำอ่างได้แปลกใหม่ แต่ยังไม่สมบูรณ์ - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงานนั้น ๆ ได้ การเขียนขั้นตอนการออกแบบการเขียน ครบถ้วน แต่ยังไม่ชัดเจน
		CSC	ระดับ 3 : ใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม และแก้ปัญหาจากชีวิตจริงโดยคำนึงถึงกลยุทธ์ได้แปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของรูปเรขาคณิตและผ้าทอน้ำอ่างได้แปลกใหม่ สมบูรณ์ - นักเรียนใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมโดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการสร้างชิ้นงานนั้น ๆ ได้ การเขียนขั้นตอนการออกแบบสมบูรณ์

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การประเมินและปรับปรุงความคิด (E)	การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (W)	EWA	ระดับ 1 : ไม่มีการปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดการออกแบบชิ้นงานและการปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองโดยใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น	- นักเรียนไม่มีการปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะหรือการปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองของการเขียนแบบลายผ้า บรรจุภัณฑ์ และแพกเกจจิ้ง หรือปรับปรุงเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ตามคำแนะนำในแบบสะท้อนของกลุ่มอื่น ๆ
		EWB	ระดับ 2 : ปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิด การออกแบบชิ้นงาน และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองโดยใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นเขียนอธิบายแนวคิดในการปรับปรุงชิ้นงานได้ครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนมีการปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะ เช่น การเขียนแบบลายผ้า บรรจุภัณฑ์ และแพกเกจจิ้ง ที่สื่อถึงแรงบันดาลใจของนักเรียน โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม แต่ยังไม่ชัดเจนยิ่งขึ้น - นักเรียนสามารถปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองของการเขียนแบบลายผ้า บรรจุภัณฑ์ และแพกเกจจิ้งโดยยังสื่อถึงภาพรวมในสำคัญทุกส่วนที่มีอยู่เดิม ยังไม่ชัดเจน ความชัดเจน และสอดคล้องกับบริบทยิ่งขึ้น
		EWC	ระดับ 3 : ปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิด การออกแบบชิ้นงาน และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองโดยใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นเขียนอธิบายแนวคิดในการปรับปรุงชิ้นงานได้ถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์	- นักเรียนมีการปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะ เช่น การเขียนแบบลายผ้า บรรจุภัณฑ์ และแพกเกจจิ้ง ที่สื่อถึงแรงบันดาลใจของนักเรียน โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น - นักเรียนสามารถปรับปรุงภาพหรือแบบจำลองของการเขียนแบบลายผ้า บรรจุภัณฑ์ และแพกเกจจิ้งโดยยังสื่อถึงภาพรวมในสำคัญทุกส่วนที่มีอยู่เดิม ให้มีความชัดเจน และสอดคล้องกับบริบทยิ่งขึ้น

องค์ประกอบ	ลักษณะสำคัญ	รหัส	ระดับเกณฑ์/การแปลระดับ	ตัวอย่างพฤติกรรม
การประเมินและปรับปรุงความคิด (E) (ต่อ)	การสร้างความรู้ความเข้าใจกับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (S)	ESA	ระดับ 1 : ไม่มีการปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์และปรับปรุงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการผลการทดลอง ตรวจสอบหรือการประเมินให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น	- นักเรียนไม่ได้ทำการแก้ไขวิธีการตามข้อเสนอแนะ จากแบบสะท้อนของเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนกลุ่มอื่น มาทำการปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ที่มีอยู่เดิม - นักเรียนไม่ได้ทำการแก้ไขข้อเสนอแนะจากการสร้างโมเดล มาทำการปรับปรุงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิม หรือแก้ไขเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่งเท่านั้น
		ESB	ระดับ 2 : ปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ และปรับปรุงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการผลการทดลอง ตรวจสอบหรือการประเมินใน ส่วนสำคัญเป็นบางส่วน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและสามารถใช้ความรู้ที่ปฏิบัติ วงกลมได้ถูกต้อง ครบถ้วนแต่ยังไม่สมบูรณ์	- นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะจากการแก้ปัญหา จากแบบสะท้อนของเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนกลุ่มอื่น มาทำการปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ที่มีอยู่เดิมให้มีความถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ - นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะจากการสร้างโมเดล มาทำการปรับปรุงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมให้มีความถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์
		ESC	ระดับ 3: ปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ และปรับปรุงแนวคิดหรือวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการผลการทดลอง ตรวจสอบ หรือการประเมินในส่วนสำคัญทุกส่วน ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น และสามารถใช้อำนาจที่ปฏิบัติ วงกลมได้ถูกต้อง ครบถ้วน สมบูรณ์	- นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะจากการแก้ปัญหา จากแบบสะท้อนของเพื่อนในกลุ่มและเพื่อนกลุ่มอื่น มาทำการปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ที่มีอยู่เดิมให้มีความถูกต้อง สมบูรณ์ยิ่งขึ้น - นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะจากการสร้างโมเดล มาทำการปรับปรุงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่มีอยู่เดิมให้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ตาราง 14 สรุปคำถามวิจัย เครื่องมือที่ใช้ และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล

คำถามวิจัย	เครื่องมือวิจัย	ผู้ให้ข้อมูล	วิธีวิเคราะห์ข้อมูล
1. การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร	1. แผนการจัดการเรียนรู้ 2. แบบบันทึกสะท้อนผล การจัดการเรียนรู้ 3. ใบกิจกรรม	ผู้วิจัย ผู้เชี่ยวชาญ ครูประจำการ นักเรียน	การตรวจสอบ แบบสามเส้า (Triangulation) ประเภทวิธีการ (Method Triangulation)
2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION แล้ว นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ ได้หรือไม่ อย่างไร	1. ใบกิจกรรม 2. แบบทดสอบวัดความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	นักเรียน นักเรียน	การตรวจสอบ แบบสามเส้า (Triangulation) ประเภทวิธีการ (Method Triangulation)

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร
2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ได้หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยจึงขอเสนอผลการวิจัยเพื่อตอบคำถามวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีลักษณะเป็นอย่างไร

ในการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยทำการวิจัยเชิงคุณภาพแบบ Action Research ที่มีการทำวิจัยเป็นวงจรแบบเกลียวหรือวงจร PAOR จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ แต่ละวงจรปฏิบัติการประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นวางแผน (Plan) ขั้นปฏิบัติการ (Act) ขั้นสังเกตการณ์(Observe) และขั้นสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect) โดยในส่วนท้ายของแต่ละวงจรปฏิบัติการ จะทำการสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาแนวทางการพัฒนาหรือปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากนั้นทำการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการต่อไปจนสิ้นสุดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ ซึ่งแต่ละวงจรปฏิบัติการมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

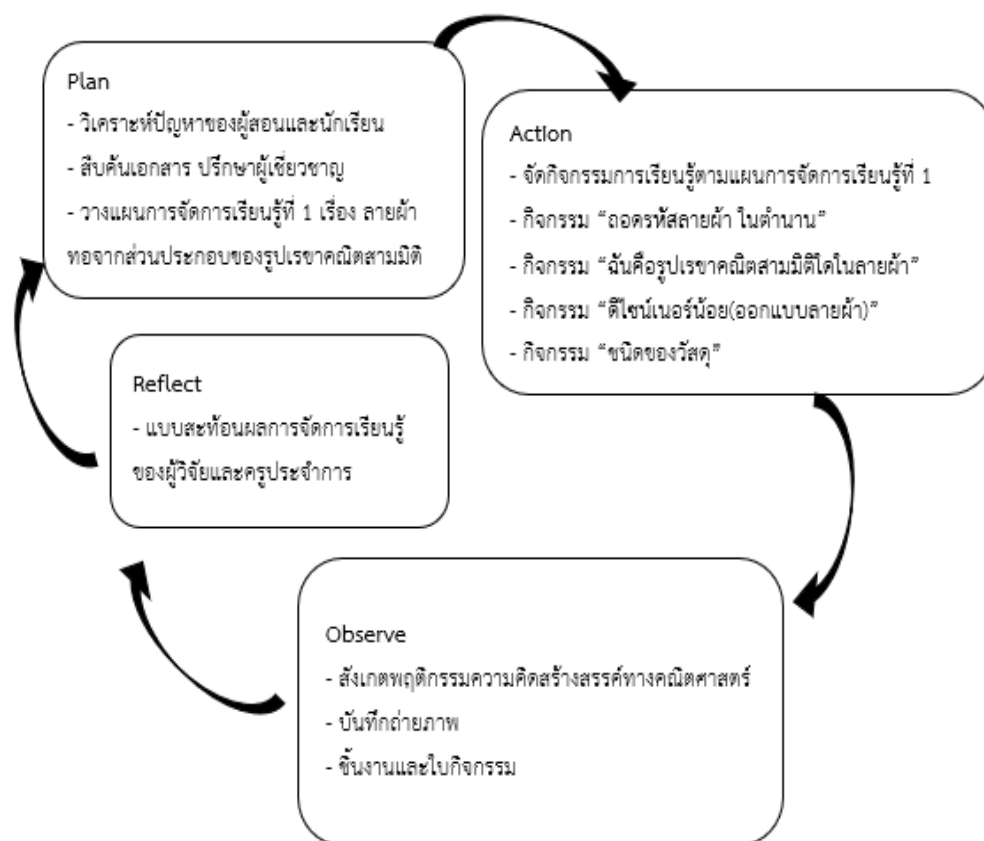
วงจรถับปฏิบัติกรที่ 1

ขั้นวางแผน (Plan) ผู้วิจัยได้ศึกษาและทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ในปัจจุบัน โดยวิเคราะห์จากผลการประเมินของประเทศไทย พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ยในด้าน คณิตศาสตร์ 419 คะแนน (ค่าเฉลี่ย OECD 489 คะแนน) เมื่อเปรียบเทียบกับ PISA 2015 พบว่า ด้านคณิตศาสตร์มีคะแนนเพิ่มขึ้น 3 คะแนน ซึ่งในการทดสอบทางสถิติถือว่าด้านคณิตศาสตร์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับรอบการประเมินที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าผลการประเมิน PISA ชี้ให้เห็นสมรรถนะการแก้ปัญหาที่พบข้อบกพร่องของนักเรียนทางด้านความคิดสร้างสรรค์ในการหาคำตอบและการประเมินคำตอบที่เหมาะสมที่สุดผ่านการใช้คำอธิบายที่สมเหตุสมผลในการหาคำตอบ จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ ระยะเวลา 5 ปี พบปัญหาการสอนคณิตศาสตร์หลายด้านซึ่งประเด็นปัญหาสำคัญ คือ นักเรียนไม่สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ได้ในชีวิตประจำวัน และขาดทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ไม่สามารถออกแบบหรือเขียนภาพสถานการณ์ในการแก้ปัญหาได้ ซึ่งผลดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่านักเรียนมีปัญหาทางด้านทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

บริบทของโรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในชุมชนบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุดรดิตถ์ มีการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนาผ้าทอน้ำอ่างอย่างต่อเนื่อง มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่น คือ การทอผ้าขึ้นดินจก ผู้วิจัยมองเห็นความสำคัญและมีความสนใจที่จะพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอ น้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ออกแบบการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ตามแนวทางของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2558) โดยได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

- ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge)
- ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)
- ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop)
- ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)
- ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ
ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นวงจร PAOR ดังภาพ 8



ภาพ 8 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 1 ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นกิจกรรมที่กระตุ้นให้นักเรียนคิดเชิงวิเคราะห์ปัญหา จากสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตจริงของนักเรียน ได้แก่สถานการณ์ปัญหา “ร้อยเรื่องราวตำนานผ้าทอน้ำอ่าง...ปราชาญชาวบ้าน” จากการชมวีดิทัศน์และศึกษาลายผ้าทอโบราณ ณ ศูนย์รัฐวิสาหกิจชุมชน ตำบลน้ำอ่าง โดยมีปราชาญชาวบ้านเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียน จากนั้นนักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม 9 กลุ่ม พร้อมทั้งทำกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้าในตำนาน(แต่ละกลุ่มออกแบบกัน)” เพื่อทบทวนความรู้ และตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนได้ศึกษา พร้อมทั้งทำกิจกรรม “ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า” เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางด้านการเขียนบนพื้นฐานความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ และร่วมกันระดมสมองในการออกแบบ

ลายผ้าชิ้นตีสจนก โดยใช้ลายผ้าทอโบราณร่วมกับรูปเรขาคณิตสามมิติเป็นส่วนประกอบในการสร้าง ลวดลาย ในใบกิจกรรม“ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า)” พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษา และเลือกวัสดุ 4 ชนิด ที่นักเรียนต้องการใช้ในการสร้างโมเดลลายผ้าทอ ลงในใบกิจกรรม “ชนิดของ วัสดุ” และสร้างชิ้นงานตามที่นักเรียนได้วางแผนไว้ เมื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงานสำเร็จ ครู แจกใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางาน พร้อมนำเสนอชิ้นงานทั้ง แบบร่างในการออกแบบลายผ้าทอ และลายผ้าทอที่สมบูรณ์ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และร่วมกัน ประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นตามความเป็นจริง โดยประเมินตามประเด็นลงในใบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงาน และสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

ขั้นปฏิบัติการ (Action)และการสังเกตการณ์(Observe)

ผู้วิจัยทำดำเนินการจัดการการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิด สร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ โดยระหว่าง การลงมือปฏิบัติผู้วิจัยมีการสังเกตและเก็บข้อมูลพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของ นักเรียน ควบคู่ไปพร้อมกับการลงมือปฏิบัติและสังเกตในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง ลายผ้าทอ จากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge)

ผู้วิจัยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ โดยพิจารณาบัตรภาพรูป เรขาคณิตสองมิติบนกระดาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่บอกรูปร่างเรขาคณิตสองมิติได้ถูกต้อง แต่ไม่ บอกรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยม ตัวอย่างเช่น

...ผู้วิจัย: ให้นักเรียนดูบัตรภาพรูปเรขาคณิตสองมิติบนกระดาน แล้วร่วมกันบอก

ชื่อรูปเรขาคณิตสองมิติซิ ว่ามีอะไรบ้าง

นักเรียน: วงกลม วงรี สามเหลี่ยม สี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม (นักเรียนตอบพร้อมกัน)

ผู้วิจัย: นักเรียนลองสังเกตดูดี ๆ ซิว่า รูปสี่เหลี่ยมมีกี่ชนิด

นักเรียน: 4 ชนิด (นักเรียนตอบพร้อมกัน)

ผู้วิจัย: มีรูปสี่เหลี่ยมอะไรบ้างคะ ใครตอบครูได้บ้างคะ

นักเรียน: ผมครับ มีรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า สี่เหลี่ยมคางหมู สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

(นักเรียน No.12, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

...ผู้วิจัย: ถูกต้องค่ะ เก่งมาก นักเรียนทุกคนปรบมือให้เพื่อนหน่อย แล้วนักเรียนรู้หรือไม่ว่า รูปเรขาคณิตสองมิติ สามารถช่วยสร้างงาน สร้างเงิน สร้างรายได้ให้กับกับชุมชนเราด้วย

นักเรียน: จริงหรือคะครู เขาเอาไปสร้างเป็นอะไรคะ

(นักเรียน No.23, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

...นักเรียน: เขาเอาไปสร้างเป็นนาฬิกาหรือเปล่า

(นักเรียน No.1, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

...นักเรียน: บ้านเราไม่มีคนทำนาฬิกาขายนะ

(นักเรียน No.23, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

...ผู้วิจัย: นักเรียนลองนึกดูซิคะว่า ชุมชนของนักเรียนส่วนใหญ่เขาทำอะไรกัน

นักเรียน: ทอผ้าครับ แม่หนูก็ทอครับ

(นักเรียน No.2, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

...ผู้วิจัย: ใช่แล้วค่ะ หากนักเรียนสังเกตดี ๆ ที่ลายผ้าถุงจะมีรูปเรขาคณิตมากมายเลย

(นักเรียน No.12, บทสนทนาการถามตอบ, 14 กุมภาพันธ์ 2566)

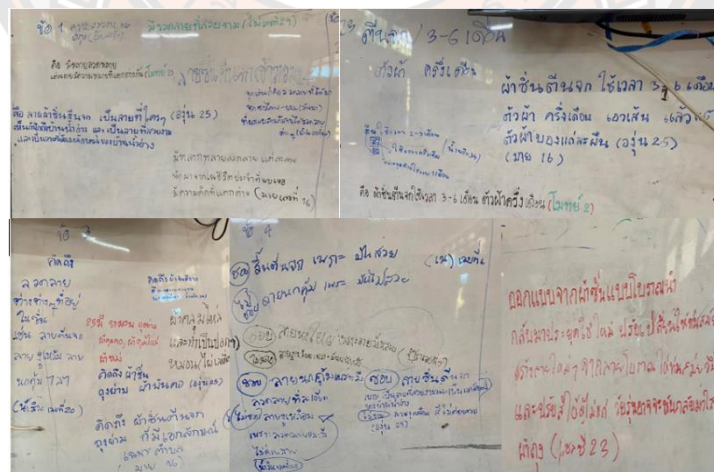
จากการสังเกตการตอบคำถามข้างต้น พบว่า นักเรียนมีความรู้ และความเข้าใจ เรื่องรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นอย่างดี แต่นักเรียนยังขาดความรู้ความเข้าใจในการนำรูปเรขาคณิตไปใช้ประโยชน์ได้ ผู้วิจัยให้สถานการณ์ เรื่อง “ร้อยเรื่องราว ตำนานผ้าทอน้ำอ่าง...ปราชญ์ชาวบ้าน” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้มองเห็นประโยชน์และคุณค่าของรูปเรขาคณิต และฝึกการคิดเชิงวิเคราะห์ ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ พร้อมนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง ผ้าขึ้นดินจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จังหวัดอุดรธานี จากสำนักข่าว Thai PBS



ภาพ 9 แผนภาพสถานการณ์ผ้าขึ้นตีนจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จ.อุตรดิตถ์
จากสำนักข่าว Thai PBS

ที่มา: <https://www.youtube.com/watch?v=cnk2YPxVW1c>

เมื่อนักเรียนได้ดูวีดิทัศน์จบ ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชิงวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งลักษณะของคำถามมาเป็นคำถามเชิงแสดงความคิดเห็นจากวีดิทัศน์ที่นักเรียนได้ดู จากการดูวีดิทัศน์รอบแรกนักเรียนยังวิเคราะห์สถานการณ์ปัญหาไม่ได้ ผู้วิจัยจึงเปิดวีดิทัศน์ให้นักเรียนดูอีก 1 รอบ จากนั้นให้นักเรียนทุกคน ออกมาเขียนแสดงความคิดเห็นของตนเองบนกระดานโดยไม่ต้องปรึกษากัน ทำให้ได้ข้อมูล ดังภาพ 10



ภาพ 10 ตัวอย่างการเขียนแสดงความคิดเห็นของนักเรียนจากสถานการณ์เรื่อง
“ร้อยเรื่องราว ตำนานผ้าทอน้ำอ่าง...ปราชญ์ชาวบ้าน”

จากนั้นผู้วิจัยนำนักเรียนพบปราชญ์ชาวบ้าน ณ ศูนย์รัฐวิสาหกิจชุมชน ตำบลน้ำอ่าง เพื่อให้ ความรู้เกี่ยวกับผ้าทอของชุมชนบ้านน้ำอ่างเพิ่มมากขึ้น และศึกษาเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณที่แสดงถึง เอกลักษณ์ของชุมชน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ออกแบบลายผ้าทอให้นักเรียน จากการสังเกต พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีความกระตือรือร้นในการศึกษาเกี่ยวกับผ้าทอน้ำอ่างเป็นอย่างมาก แต่จะมี นักเรียนชายบางกลุ่มที่คุยเล่นกัน ผู้วิจัยจึงเข้าไปสอบถามนักเรียนดังนี้

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนกลุ่มนี้ถึงคุยกันคะ มีคำถามอะไร จะถามป้าเขาหรือเปล่าคะ

นักเรียน: ไม่มีครับครู

ผู้วิจัย: แล้วหนูคุยกันเรื่องอะไรคะ เล่าให้ครูฟังหน่อยได้ไหม

นักเรียน: ผมคิดว่า ผมเป็นผู้ชายผมไม่รู้ว่าจะดูผ้าทอทำไมครับ เพราะดูไปผมใส่ไม่ได้อยู่ดี ครับครู

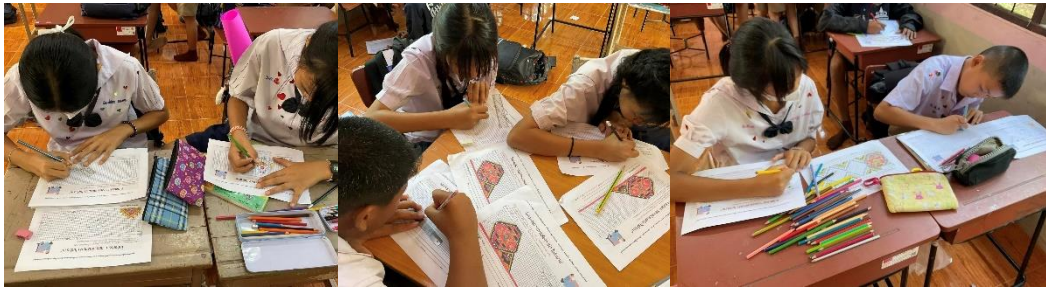
ผู้วิจัย: ที่หนูพูดมาก็เป็นสิ่งที่ถูกต้องคะ ผู้ชายใส่ผ้าทอไม่ได้ก็จริง แต่หนูสามารถนำความรู้ที่ หนูได้ ไปพัฒนาต่อยอด ในการผลิตผ้าทอ หรือสร้างสิ่งต่าง ๆ ได้ในอนาคตและยังสามารถ สร้างรายได้ให้กับหนูได้ด้วย หนูเคยเห็นผู้ชายขายผ้าทอ ขายเสื้อหรือชุดผู้หญิงไหมคะ

นักเรียน: เคยครับครู

ผู้วิจัย: แล้วเขาใส่ชุดผู้หญิงขายด้วยไหมคะ

นักเรียน: ไม่ครับครู ผมเข้าใจแล้วครับ

จากการตอบคำถามข้างต้นทำให้ทราบว่า นักเรียนคุ้นชินกับการแต่งกายของผู้หญิงที่ใส่ ผ้าทอและคิดว่าผู้หญิงเท่านั้นที่เหมาะสมในการศึกษาเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณที่แสดงถึงเอกลักษณ์ ของชุมชน รวมไปถึงแนวทางในการพัฒนา ออกแบบลายผ้าทอ เมื่อนักเรียนได้ทำความเข้าใจ นักเรียน ก็มีการปรับเปลี่ยนความคิดที่มีต่อผ้าทอ หลังจากนั้นนักเรียนชายกลุ่มนั้นก็ตั้งใจฟังปราชญ์ชาวบ้าน อธิบายอย่างตั้งใจ พร้อมทั้งให้นักเรียนทำกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน (แต่ละกลุ่มละแบบ กัน)” เพื่อทบทวนความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จาก สถานการณ์ที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้ศึกษา จากการปฏิบัติกิจกรรมพบว่า นักเรียนไม่สามารถแกะลายผ้า ทอโบราณได้ เนื่องจากในผ้าทอแต่ละผืนค่อนข้างเก่า เส้นลายของผ้าไม่ชัดเจนจึงส่งผลให้นักเรียนแกะ ลายผ้าไม่สำเร็จ จึงแก้ปัญหาในกิจกรรมนี้ โดยผู้วิจัยแกะลายผ้าที่เป็นตัวอย่างให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ผลปรากฏว่านักเรียนสามารถทำกิจกรรมนี้สำเร็จได้อย่างดีเยี่ยม ดังภาพ 11 และภาพ 12



ภาพ 11 ภาพตัวอย่างนักเรียนทำกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน”



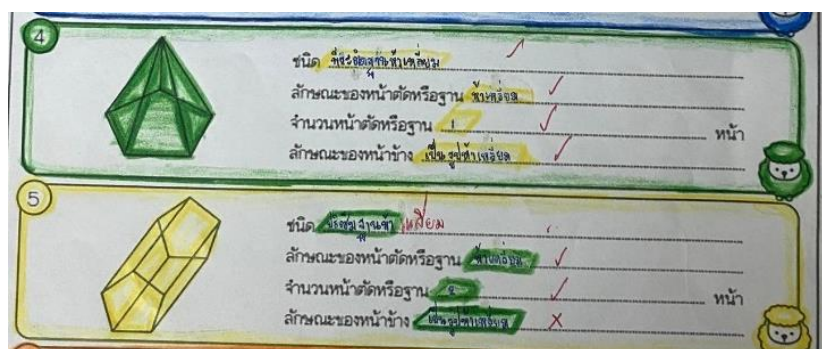
ภาพ 12 ตัวอย่างการถอดรหัสลายขอกระเบื้อง และลายหงส์บ่แล้วแคล้วบ่จอด ของนักเรียนในกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน”

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas)

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีการใช้เวลาที่มีย่างจำกัดในการทำกิจกรรมอยู่อย่างจำกัดได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีความเข้าใจและปฏิบัติภารกิจตามคำชี้แจงได้ถูกต้อง เริ่มด้วยผู้วิจัยเริ่มเกริ่นนำกับนักเรียนจากการพบปราชญ์ชาวบ้าน ณ ศูนย์รัฐวิสาหกิจชุมชนตำบลน้ำอ่าง นักเรียนสามารถให้ข้อสรุปได้ว่า ผ้าทอโบราณของบ้านน้ำอ่าง มี 9 ลายหลัก ประกอบด้วย ลายหงส์บ่แล้วแคล้วบ่จอด, ลายขอกระเบื้อง, ลายดอกดาวเสด็จ (ดอกกระเบื้อง), ลายดอกสองขอ (หงส์น้ำอ่าง), ลายงูเหลือม, ลายดอกเคี้ยว (หนามเตย), ลายหงส์ใหญ่ และลายดอกดาวดิงส์ และพบว่าลายผ้าที่ปรากฏบนผ้าถุง มีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นส่วนประกอบของลายผ้าทั้ง 9 ลาย

ผู้วิจัยนำบัตรภาพรูปเรขาคณิตสามมิติให้นักเรียนดู พร้อมสนทนาถามตอบกับนักเรียนว่า รู้จักชื่อของรูปเรขาคณิตเหล่านี้หรือไม่ แต่ละภาพมีชื่อเรียกว่าอะไร จากการสนทนาร่วมกับนักเรียนพบว่านักเรียนทุกคนบอกได้ถูกต้องครบถ้วน จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำกิจกรรม “ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า” เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางการเขียน บนพื้นฐานความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ เกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ชนิดต่าง ๆ จากการ

ตรวจใบกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่เขียนอธิบายเกี่ยวกับลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง แต่มีนักเรียนบางกลุ่มที่มีความเข้าใจคลาดเคลื่อนเกี่ยวกับรูปปริซึม ระหว่างส่วนที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน และส่วนที่เป็นหน้าข้าง ดังภาพ 13



ภาพ 13 ตัวอย่างการทำใบกิจกรรม ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้าของนักเรียน

ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop)

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้มีการใช้เวลาในการทำกิจกรรมค่อนข้างมากเป็นพิเศษ เนื่องจากกิจกรรมมีรายละเอียดและใช้เวลาในการออกแบบมาก เพราะนักเรียนต้องนำความรู้ที่มีเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณมาสร้างสรรค์ร่วมกับรูปเรขาคณิต ให้เป็นลวดลายใหม่ตามแนวคิดของตนเอง ลงในแบบบันทึกกิจกรรม “ดีไซน์เนอร์น้อย(ออกแบบลายผ้า)” ให้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบ จากการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม ออกแบบลายผ้าทอเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากมีเวลาจำกัดในการทำกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนทำงานไม่เสร็จทันเวลา ผู้วิจัยจึงมอบหมายให้นักเรียนทำการบ้าน และนำมาส่งในชั่วโมงหน้า หากสมาชิกในกลุ่มออกแบบเสร็จเรียบร้อย ให้แต่ละกลุ่มเลือกลายที่ชอบหนึ่งลาย เพื่อนำไปสร้างเป็นโมเดลลายผ้า

จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มวางแผนการสร้างโมเดลลายผ้า โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาข้อมูลของวัสดุ คือ แผ่นพลาสติกใส กระดาษฟอยล์ สีไม้ หมึกวาดลาย กระดาษ A4 หมึกจีน แผ่นทองคำเปลว ว่า “วัสดุดังกล่าวทำมาจากอะไร” พร้อมทั้งให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวัสดุ 4 ชนิด ที่แต่ละคนคิดว่าใส่กระดาษโพสตัดแล้ววางที่โต๊ะกลางกลุ่ม เพื่อร่วมกันตัดสินใจว่าจะเลือกวัสดุใดบ้างที่จะนำไปสร้างโมเดลลายผ้าทอ จากการเลือกวัสดุแต่ละกลุ่มพบว่า กลุ่มที่เลือกใช้กระดาษฟอยล์ในการสร้างโมเดลลายผ้าทอ จำนวน 5 กลุ่ม และ กลุ่มที่เลือกใช้ทองคำเปลวในการสร้างโมเดลลายผ้าทอ จำนวน 4 กลุ่มผู้วิจัยชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบ โดยสาริต

การเขียนแบบให้นักเรียนดูก่อน ระหว่างที่ผู้วิจัยอธิบายพร้อมสาธิตวิธีการสร้างโมเดลลายผ้าทอ นักเรียนความตั้งใจฟังเป็นอย่างดี และสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้สำเร็จ ดังภาพ 14 และ ภาพ 15



ภาพ 14 ตัวอย่างการทำกิจกรรมการสร้างโมเดลลายผ้าของนักเรียน



ภาพ 15 ตัวอย่างชิ้นงานโมเดลลายผ้าจากกระดาษฟอยล์และโมเดลลายผ้าจากทองคำเปลว
ของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้มีการใช้เวลาในการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีความเข้าใจและปฏิบัติภารกิจในกิจกรรมตามคำชี้แจงได้ถูกต้อง เริ่มด้วยผู้วิจัยแจกแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน (Reflect) จากนั้นให้นักเรียนทำการทดสอบชิ้นงานและร่วมกันวิจารณ์ พร้อมให้คำแนะนำ นักเรียนกลุ่มอื่นในเขตของตนเอง พบว่า ในภารกิจ 1 นักเรียนทำการสะท้อนผลนักเรียนกลุ่มอื่นตามประเด็นได้อย่างครบถ้วน แต่มีนักเรียนบางกลุ่มไม่ขยายความถึงการสะท้อนแต่ละประเด็นให้มีความชัดเจน และนักเรียนบางกลุ่มทำการสะท้อนผลบางประเด็นไม่สอดคล้องกับชิ้นงาน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ และนำเสนอชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่มอื่น และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานและให้คำแนะนำตามข้อตกลงได้อย่างเหมาะสม และนักเรียนไม่สามารถเขียนในประเด็นของปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ได้ นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

ชื่อกลุ่ม	ชิ้นงาน			รวมคะแนน (15)
	แสดงหลักการ (5)	แปลใหม่ มีคุณค่า และมีประโยชน์ (5)	มีการประเมินและปรับปรุง (5)	
ศิริลักษณ์ (5)	4	3	1	8
อาทิตย์ (6)	5	9	1	6
พิศเค็มทอง (7)	4	3	2	9
โกนชัยศักดิ์ (1)	3	4	3	10
ชัชวาลย์ (8)	3	2	3	8
สิริวิไล (5)	5	4	3	12

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม
สมาชิกจะแล้วซึ่งปัญหาเกี่ยวกับเครื่องจักรกล

แนวทางการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป
จะพยายามใช้ไม่เกิดข้อบกพร่อง

กลุ่มที่ 2 ชื่อกลุ่ม: ราชภัฏราชภัฏ

ภาพ 16 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานของนักเรียน

การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้วิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยแบ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ โดยสรุปปัญหาในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1 ดังแสดงใน ตาราง 15

ตาราง 15 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่
ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 1

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบ ในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการระบุ ปัญหา	1. มีการใช้เวลาที่มีอยู่อย่าง จำกัดในการทำกิจกรรมได้อย่าง เหมาะสม 2. นักเรียนได้มองเห็นประโยชน์ และคุณค่าของรูปเรขาคณิตจาก ผ้าทอน้ำอ่าง 3. นักเรียนมีความเข้าใจและ ปฏิบัติการกิจตามคำชี้แจงได้ ถูกต้อง 4. นักเรียนมีความพยายามใน การ คิด วิเคราะห์สถานการณ์ ปัญหาและการแกะลายผ้าทอ โบราณ	นักเรียนไม่ สามารถแกะลาย ผ้าทอโบราณได้ เนื่องจากในผ้าทอ แต่ละผืนค่อนข้าง เก่า เส้นลายของ ผ้าไม่ชัดเจนจึง ส่งผลให้นักเรียน แกะลายผ้าไม่ สำเร็จ	จึงแก้ปัญหาใน กิจกรรมนี้ โดยผู้วิจัย แกะลายผ้าที่เป็น ตัวอย่างให้นักเรียน แต่ละกลุ่ม
ขั้นรวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	1. นักเรียนใช้เวลาที่มีอย่างจำกัด ในการทำกิจกรรมอยู่อย่างจำกัด ได้อย่างเหมาะสม 2. นักเรียนมี ความเข้าใจและปฏิบัติการกิจ ตามคำชี้แจงได้ถูกต้อง 3. นักเรียนเขียนอธิบายเกี่ยวกับ ลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้ถูกต้อง	นักเรียนบางกลุ่ม ที่มีความเข้าใจ คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับรูปปริซึม ระหว่างส่วนที่ เป็นหน้าตัดหรือ ฐาน และส่วนที่ เป็นหน้าข้าง	ผู้วิจัยทำสื่อเสมือน จริงประกอบการ อธิบาย เช่น ปริซึม สามเหลี่ยมมีหน้าตัด หรือฐานเป็นรูป สามเหลี่ยม 2 หน้า ที่อยู่บนระนาบที่ ขนานกัน จะมีหน้า ข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนาน

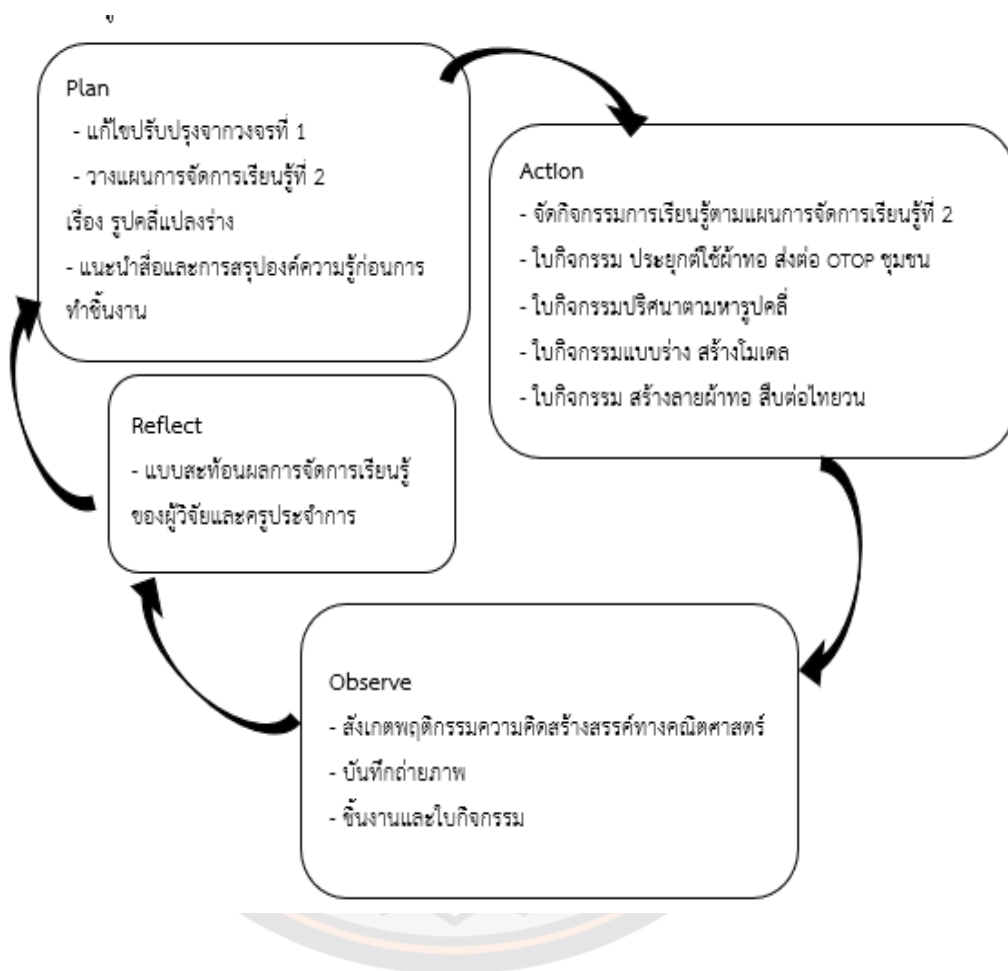
ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา	1. นักเรียนมีความ กระตือรือร้นในการทำ กิจกรรมออกแบบลายผ้าทอ เป็นอย่างมาก 2. นักเรียนสามารถสืบค้น ข้อมูลและสรุปความรู้ความ เข้าใจจากคำถามในใบ กิจกรรมได้ถูกต้อง ครบถ้วน 3. นักเรียนออกแบบลายผ้า ทอได้	1. นักเรียนใช้เวลาใน การทำกิจกรรม ค่อนข้าง มากเป็นพิเศษ เนื่องจากกิจกรรมมี รายละเอียดและใช้ เวลาในการออกแบบ มาก ส่งผลให้นักเรียน ทำงานไม่เสร็จทันเวลา	ผู้วิจัยจึงมอบหมายให้ นักเรียนทำเป็น การบ้าน และนำมาส่ง ในชั่วโมงหน้า
ขั้นการ ทดสอบและ ประเมินผล	1. นักเรียนใช้เวลาในการทำ กิจกรรมได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีความเข้าใจและ ปฏิบัติการกิจในกิจกรรมตาม คำชี้แจงได้ถูกต้อง	1. นักเรียนบางกลุ่มไม่ ขยายความถึงการ สะท้อนแต่ละประเด็น ให้มีความชัดเจน 2. นักเรียนบางกลุ่มทำ การสะท้อนผลบาง ประเด็นไม่สอดคล้อง กับชิ้นงาน	ผู้วิจัยและนักเรียน ร่วมกันอภิปรายถึงการ สะท้อนแต่ละประเด็น โดยยกตัวอย่าง หรือสุ่ม การสะท้อนจากเพื่อน กลุ่มอื่น ๆ กลุ่มที่มี ลักษณะการสะท้อนที่ ตรงประเด็น
ขั้นการ นำเสนอ ผลลัพธ์	1. นักเรียนปรับปรุงชิ้นงาน ตามคำแนะนำ 2. นักเรียนปรับปรุงชิ้นงาน ตามคำแนะนำ และนำเสนอ ชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่ม อื่น 3. นักเรียนร่วมกันสรุปสาระ สำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่ นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ ที่ได้	1. นักเรียนไม่สามารถ เขียนในประเด็นของ ปัญหาที่พบและ แนวทางในการแก้ไข ปัญหานี้ได้ 2. นักเรียนใช้เวลาใน การสรุปองค์ความรู้ นานกว่าเวลาที่กำหนด	1. ผู้วิจัยอธิบายการ เขียนคำตอบที่ตรง ประเด็น ศึกษาวิธีการ แก้ปัญหาคือสอดคล้อง กับปัญหาที่พบ และ สอบถามความเข้าใจ ของนักเรียนก่อนให้ นักเรียนทำกิจกรรม 2. ผู้วิจัยกำหนดเวลาใน การทำกิจกรรมให้ ชัดเจนในขั้นตอนต่าง ๆ

วงจรปฏิบัติการที่ 2

ชั้นวางแผน (Plan)

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่แปลงร่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นวงจร PAOR

ดังภาพ 17



ภาพ 17 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 2 รูปคลี่แปลงร่าง

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 รูปคลี่แปลงร่าง ผู้วิจัยทำการสร้างและออกแบบการจัดการเรียนรู้ในเรื่อง รูปคลี่แปลงร่าง ซึ่งผู้วิจัยวางแผนโดยทำการแก้ไขและพัฒนาจากการจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 1 โดยผู้วิจัยวางแผนให้นักเรียนเป็นกิจกรรมที่ให้สถานการณ์ เกี่ยวกับการจัดงาน OTOP City 2022 ภายใต้แนวคิด “มอบความสุขจากภูมิปัญญา ส่งต่อคุณค่าจากฝีมือคนไทย” โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด ตอบคำถามเชิงวิเคราะห์ปัญหา โดยบันทึกปัญหาที่นักเรียนพบในใบกิจกรรม Meeting Notes จากนั้นให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม เล่นเกม Design Customer’s Bag เพื่อทำความเข้าใจแนวคิดที่จำเป็นในการออกแบบสิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่ม

ลูกค้า จากนั้นแต่ละกลุ่มศึกษาและรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติม เกี่ยวกับวงสี่ธรรมชาติ การระบายสีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงาน ในใบกิจกรรม “สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน” จากนั้นให้สมาชิกในกลุ่มเลือกของสมาชิกในกลุ่ม 1 ลาย ในการสร้างชิ้นงาน ในใบกิจกรรม “ประยุกต์ใช้ผ้าทอ ส่งต่อ OTOP ชุมชน” โดยให้ตัวแทนกลุ่ม จับฉลากเลือกรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ พีระมิต ทรงกรวย ทรงกระบอก ไปออกแบบบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ โดยใช้ลายผ้าทอที่แต่ละกลุ่มได้ออกแบบ พร้อมทั้งศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้ในการออกแบบและสร้างบรรจุภัณฑ์ ใบกิจกรรมแบบร่างสร้างโมเดล พร้อมเขียนอธิบายการนำวัสดุมาทำเป็นวัตถุ โดยต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยดูจากความสวยงาม ความเรียบร้อยของชิ้นงาน หากพบปัญหาให้หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ เมื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงานเสร็จ ครูแจกใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานให้แก่กลุ่ม เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางาน พร้อมนำเสนอชิ้นงานทั้งแบบร่างในการประยุกต์ใช้ลายผ้าทอ และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่สมบูรณ์ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นตามความเป็นจริง โดยประเมินตามประเด็นลงในใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน และสรุปสาระสำคัญความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

ขั้นปฏิบัติการ (Action) และการสังเกตการณ์ (Observe)

ผู้วิจัยทำดำเนินการจัดการการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง รูปคลี่แปลงร่าง จำนวน 5 ชั่วโมง ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากปัญหาของวงจรที่ 1 โดยระหว่างการลงมือปฏิบัติผู้วิจัยมีการสังเกตและเก็บข้อมูลพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge)

ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเรื่อง ชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อทบทวนและตรวจสอบสิ่งที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียน โดยร่วมกันบอกชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ เช่น ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอกทรงกรวย ลูกบาศก์ ปริซึม พีระมิต

ผู้วิจัยและนักเรียนร่วมกันสนทนาเรื่อง ชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อทบทวนและตรวจสอบสิ่งที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียน นักเรียนร่วมกันบอกชื่อรูปเรขาคณิตสามมิติ ตัวอย่าง เช่น

...รูปเรขาคณิตสามมิติประกอบด้วย ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอกทรงกรวย ลูกบาศก์ ปริซึม พีระมิด

ผู้วิจัยให้สถานการณ์ เรื่อง การจัดงาน OTOP City 2022 ภายใต้แนวคิด “มอบความสุขจากภูมิปัญญา ส่งต่อคุณค่าจากฝีมือคนไทย” เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชิงวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ โดยแต่ละกลุ่มบันทึกเขียนปัญหาที่นักเรียนพบในใบกิจกรรม Meeting Notes ดังภาพ

สมาชิกรุ่น

1. ชื่อสมาชิก..... ชื่อกลุ่ม.....

2. ชื่อสมาชิก..... ชื่อสมาชิก.....

3. ชื่อสมาชิก..... ชื่อสมาชิก.....

Meeting
NOTES

- เพราะอะไร นักออกแบบบ้านมักออกแบบโครงสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก

ผิวท่อน้ำที่มีความแข็งแรงสูง เช่น คอนกรีต ลวดลายโบริดจ์กับลายเส้นที่สร้างขึ้นใหม่ในดินเหนียวได้แรงขึ้นจากผิวจากสิ่งต่างๆ ได้เป็นอย่างดีและสวยงามและคงทน

- หากนักเรียนมีโอกาสนักเรียนจะซื้อผ้าถุงไหม เพราะเหตุใด

ที่ซื้อ เพราะ สีลวดลายที่สวยและที่แปลกใหม่

- จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนมีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไร

สร้างลวดลายใหม่ เลือกผ้าไหมที่เข้ากับผ้าถุง

- ลายผ้าที่ได้ออกแบบในชั่วโมงที่ผ่านมา นักเรียนคิดว่าสามารถนำมาผสมผสานกับลายผ้าโบราณของไทยได้อย่างไร

ได้ เพราะจะได้ออกแบบลวดลายที่เข้ากันได้กับผ้าไหม

- นักเรียนมีแนวทางอย่างไร ในการสร้างจุดเด่นและเอกลักษณ์ของผ้าไหมนั้น

ทำลวดลายใหม่ลงบนผ้าไหมที่มีลวดลายเดิม หรือใช้ลวดลายที่แปลกใหม่ทำลวดลายใหม่ลงบนผ้าไหมที่มีลวดลายเดิม หรือใช้ลวดลายที่แปลกใหม่ทำลวดลายใหม่ลงบนผ้าไหมที่มีลวดลายเดิม

- นอกจากการนำผ้าไหมมาตัดเป็นผ้าถุงแล้ว นักเรียนคิดว่าเราสามารถนำประโยชน์จากผ้าไหมมาทำอะไรได้บ้าง (คำตอบมีหลากหลาย)

ทำถุงย่ามหรือกระเป๋าและสามารถทำเป็นเสื้อคลุมก็ได้

ภาพ 18 แผนภาพการทำใบกิจกรรม Meeting Notes ของนักเรียน

ผู้วิจัยอธิบายกติกาและวิธีการเล่นเกม Design Customer's Bag เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจแนวคิดที่จำเป็นในการออกแบบสิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ให้ตรงกับความต้องการของกลุ่มลูกค้า ดังภาพ



ภาพ 19 แผนภาพการเล่นเกม Design Customer's Bag

จากการเล่นเกม Design Customer's Bag พบว่าการเล่นนี้ค่อนข้างใช้เวลานานในการเล่นแต่ละเกม ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มแข่งขันกันในช่วงพักกลางวัน และสรุปความรู้ที่ได้จากเกมในช่วงโมงถัดไป

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยสนทนากลุ่มต่อนักเรียน เพื่อกระตุ้นความคิดให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์สังเคราะห์ ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง จากเล่นเกม Design Customer's Bag ดังบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: จากการเล่นเกม นักเรียนคิดว่านอกจากการออกแบบบรรจุภัณฑ์ที่แปลกใหม่แล้ว นักเรียนคิดว่ามีสิ่งใดที่สำคัญในการออกแบบหรือสร้างบรรจุภัณฑ์อีกบ้าง

นักเรียน: การเลือกสีค่ะ

ผู้วิจัย: นักเรียนมีวิธีการเลือกโทนสียังไงคะ

นักเรียน: การเลือกโทนสี มี 2 โทนครับ มีโทนเย็น และสีโทนร้อน

ผู้วิจัย: นักเรียนมีวิธีการจับคู่สี โทนเย็น โทนร้อนอย่างไร

นักเรียน: เจียบ

ผู้วิจัย: นอกจากการเลือกโทนสี สิ่งที่สำคัญอีกอย่างคืออะไรคะ ใครตอบครูได้บ้างคะ

นักเรียน: ผมครับ ผมขอตอบครับ ลายครับ เพราะ ในเกมจะมีลวดลายที่แตกต่างกันครับ

ผู้วิจัย: มีลายอะไรบ้างคะ

นักเรียน: ลายกราฟฟิก ลายธรรมชาติ และขึ้นอยู่กับเนื้อผ้าด้วยครับ

ผู้วิจัย: จากกิจกรรม“ตีไซน์เนอร์น้อย(ออกแบบลายผ้า)” ที่นักเรียนออกแบบ เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ นักเรียนมีแนวทางอย่างไรที่จะทำให้ลายผ้านั้นให้เป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ

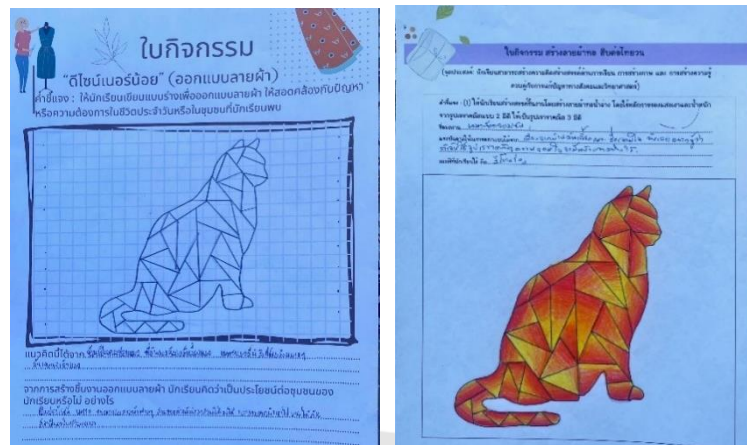
นักเรียน: ไม่รู้ครับ

จากการสนทนาถามตอบของนักเรียนจะพบว่านักเรียนมีมีโน้ตที่ถูกต้อง เกี่ยวกับองค์ประกอบของการออกแบบลายผ้าทอ นักเรียนจำแนกสีโทนสีได้ โทนสีจะประกอบด้วยสีโทนเย็นและโทนร้อน แต่นักเรียนยังขาดทักษะการจับคู่สีและการระบายสีรูปสองมิติให้เป็นรูปสามมิติ ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาวงจรสีเป็นการบ้าน พร้อมทำใบกิจกรรม วงจรสี เป็นการบ้าน จากนั้นผู้วิจัยนำเสนอวีดีโอ 2 มิติ สู่ 3 มิติ ศิลปะ ทศนศิลป์ ป.6 ให้นักเรียนดูและทำความเข้าใจเกี่ยวกับการระบายสีเพื่อให้นักเรียนได้นำความรู้ที่ได้รับ ไปประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงาน



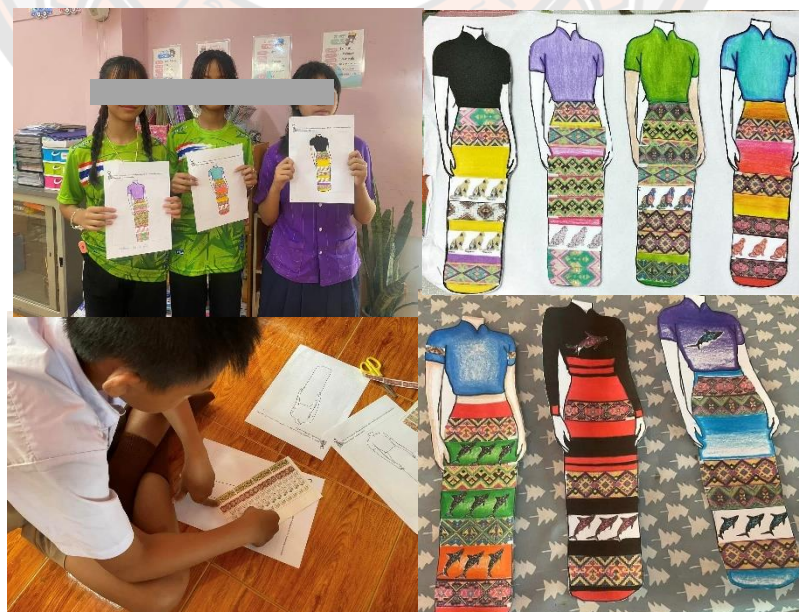
ภาพ 19 วีดีโอ 2 มิติ สู่ 3 มิติ ศิลปะ ทศนศิลป์ ป.6

จากนั้นผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มทำใบกิจกรรม “สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน” จากกิจกรรมนี้ นักเรียนไม่สามารถระบายสีให้เสร็จภายในชั่วโมง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการระบายสี ผู้วิจัยจึงใช้ชั่วโมง บูรณาการ Active Learning ในการทำกิจกรรม จากการสังเกตพบว่า นักเรียนบางกลุ่มระบายสีรูป 2 มิติ สู่ 3 มิติและเขียนอธิบายแนวคิดการออกแบบได้ แต่ยังมีนักเรียนบางกลุ่มที่ยังระบายสีรูป 2 มิติ สู่ 3 มิติ และเขียนแนวคิดการออกแบบลายไม่ได้ ดังภาพ



ภาพ 20 ตัวอย่างนักเรียนกลุ่มที่ระบายสีรูป 2 มิติ สู่ 3 มิติและเขียนอธิบายแนวคิดการออกแบบ
ได้สำเร็จ

นักเรียนกลุ่มใดทำใบกิจกรรม “สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน” ในภารกิจที่ 1 เรียบร้อย สมาชิกในกลุ่มนำลายผ้าที่ออกแบบ ไปสร้างลายผ้าทอ ผสมผสานกับลายผ้าทอโบราณของน้ำอ่าง ในภารกิจที่ 2 จากการทำกิจกรรมพบว่านักเรียนไม่สามารถวาดลายโบราณได้ เนื่องจากโมเดลหุ่นที่ผู้วิจัยออกแบบ ค่อนข้างเล็ก ผู้วิจัยจึงแก้ไขปัญหาโดย สแกนลายผ้าทอโบราณ 9 ลาย และลายที่นักเรียนออกแบบในกิจกรรมก่อนหน้าใส่กระดาษสติ๊กเกอร์ แจกให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น พร้อมให้นักเรียนออกแบบตามความคิดสร้างสรรค์ของตนเอง ดังภาพ



ภาพ 21 ตัวอย่างชิ้นงานนักเรียน ใบกิจกรรม “สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน” ภารกิจที่ 2

จากนั้นผู้วิจัยอธิบายรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ให้นักเรียนทำความเข้าใจและให้แต่ละกลุ่มทำกิจกรรม รูปคลี่แปรงร่าง โดยผู้วิจัยสาธิตการนำรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ มาประกอบเป็นรูปทรงสามมิติ พร้อมให้นักเรียนทำใบกิจกรรม ปริตนาตามหารูปคลี่ จากการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้มีการใช้เวลาในการทำกิจกรรมได้ค่อนข้างดี เนื่องจากผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม จับฉลากเลือกรูปคลี่ของรูปเรขาคณิตสามมิติ ได้แก่ พีระมิต ทรงกรวย ทรงกระบอก พร้อมให้นักเรียนคิดเป็นการบ้าน ต้องการนำรูปเรขาคณิตที่จับฉลากได้ประยุกต์สร้างเป็นอะไร จากนั้นให้นักเรียนทำใบกิจกรรม “ประยุกต์ใช้ผ้าทอ ส่งต่อ OTOP ชุมชน” พร้อมเลือกแบบร่างที่สมาชิกกลุ่มออกแบบ มา 1 อย่าง เพื่อนำไปสร้างเป็นโมเดล ก่อนที่จะสร้างโมเดลผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุที่นักเรียนเลือกใช้ในการออกแบบโดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม และสร้างบรรจุภัณฑ์ใบกิจกรรม แบบร่างสร้างโมเดล พร้อมเขียนอธิบายการนำวัสดุมาทำเป็นวัตถุ โดยต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน และต้องคำนึงถึงสมบัติของวัสดุนั้น ๆ พร้อมบันทึกข้อมูลลงในใบกิจกรรมแบบร่างสร้างโมเดล จากการสังเกตนักเรียนใช้เวลาในการออกแบบได้ดีขึ้น และนักเรียนออกแบบได้อย่างหลากหลาย พร้อมให้เหตุผลประกอบในการเลือกแบบในการสร้างโมเดลได้อย่างมีเหตุผล ดังบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนกลุ่มนี้ได้รูปเรขาคณิตสามมิติรูปทรงไหนคะ

นักเรียน: พีระมิตค่ะ

ผู้วิจัย: กลุ่มหนูออกแบบเป็นอะไรกันบ้างคะ ลองแชร์ให้เพื่อนกลุ่มอื่น ๆ ฟังได้ไหม

นักเรียน: กล่องใส่ปากกา กระเป๋า และโคมไฟ ครับ

ผู้วิจัย: แล้วกลุ่มหนูเลือกแบบร่างไหน ในการสร้างเป็นโมเดลคะ

นักเรียน: โคมไฟค่ะ

ผู้วิจัย: เพราะอะไรเอ่ย หนูถึงเลือกแบบนี้

นักเรียน: เพราะว่าที่บ้านเพื่อนมีราวตากผ้าเก่าของแม่ค่ะ และบ้านหนูพ่อทำงานเป็นช่างไฟฟ้า มีหลอดไฟเยอะแยะเลยคะครู หนูเลยเลือกสร้างโคมไฟรูปพีระมิตค่ะ

ผู้วิจัยให้นักเรียนลงมือในการสร้างโมเดล ในขั้นตอนนี้ใช้เวลาในการสร้างค่อนข้างนาน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนสร้างโมเดลในช่วงชั่วโมงบูรณาการเพิ่มเติม อีก 2 ชั่วโมง จึงส่งผลให้นักเรียนมีเวลาในการสร้างโมเดลค่อนข้างดี เสร็จตรงตามเวลาที่ผู้วิจัยได้กำหนดไว้ จากการสังเกตการณ์ทำงานกลุ่ม

นักเรียนมีการแบ่งหน้าที่กันชัดเจนยิ่งขึ้น แต่มีบางกลุ่มที่ลืมนำอุปกรณ์มา ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยให้นักเรียน ทาวัสดุอุปกรณ์ที่สามารถทดแทนได้ในโรงเรียนมาสร้างโมเดลแทน



ภาพ 22 ตัวอย่างแบบร่างและชิ้นงานของนักเรียน

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate)

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นนี้มีการใช้เวลาในการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม นักเรียนมีความเข้าใจและปฏิบัติการกิจในกิจกรรมตามคำชี้แจงได้ถูกต้อง เริ่มด้วยผู้วิจัยแจกแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน (Reflect) ซึ่งปัญหาในการสะท้อนผลในด้านการให้คะแนนการประเมินชิ้นงานของนักเรียนยังมีความเกรงใจต่อกัน ทำให้คะแนนไม่สอดคล้องกับชิ้นงาน ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นสะท้อนผลร่วมกัน และพิจารณาการให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียนให้มีความสอดคล้องกันมากขึ้น จากกิจกรรมนี้พบว่า นักเรียนมีการให้คะแนนที่เหมาะสมกับชิ้นงานให้คำแนะนำที่สอดคล้อง และตรงประเด็นมากขึ้นกว่าเดิม ดังภาพ 23

ประเด็น	กลุ่มตนเอง		กลุ่มเพื่อน	
	กลุ่มที่.....4.....	กลุ่มที่.....5.....	กลุ่มที่.....2.....	กลุ่มที่.....3.....
จุดเด่น	สวยงาม และ สามารถ ในแสง- สว่าง ได้	สวยงาม และ สามารถ นำไป ใช้งานได้	สวยงาม และ สามารถนำ ไป ประดับ ตกแต่งได้	สวยงาม มีความคิด สร้างสรรค์
จุดด้อย	กระดาษเล็ก ทำให้เห็นหลอดไฟ	ติดกาวไม่แน่น งาน ยังไม่เสร็จ สมบูรณ์	ติดสติ๊กเกอร์ ยัง ไม่ค่อยเรียบร้อย กล่องไม่แข็งแรง ยังมีรู ขางจุด	แปะสติ๊กเกอร์ ไม่ตรง หนีบ กระดาษ เบี้ยว
สิ่งที่ต้องพัฒนา	เก็บรายละเอียด ให้สวยงาม	เก็บรายละเอียด และเพิ่มสีสัน	เก็บรายละเอียด และเพิ่มสีสัน ให้มากกว่านี้	เก็บรายละเอียด ให้มากกว่านี้
ข้อเสนอแนะ	เพิ่มลวดลาย ในชิ้นงาน ให้ สวยงามยิ่งขึ้น	เพิ่มลวดลาย ในชิ้นงาน ให้มากกว่านี้	เพิ่มสีสัน และ ลวดลาย ให้ มากกว่านี้	เพิ่มสีสัน ให้ กระดาง มาก ยิ่งขึ้น

ภาพ 23 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการสร้าง
ชิ้นงานของนักเรียน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ และนำเสนอชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่มอื่น และ
นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานและให้คำแนะนำตามข้อตกลง
ได้อย่างเหมาะสม และนักเรียนเขียนในประเด็นของปัญหาที่พบได้ แต่อธิบายแนวทางในการแก้ไข
ปัญหานี้ได้ยังไม่ชัดเจน นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้
ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และ
คณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด



ภาพ 24 ตัวอย่างครู และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ร่วมกันในการประเมินชิ้นงาน

การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้วิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยแบ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ โดยสรุปปัญหาในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2 ดังแสดงใน ตาราง 16

ตาราง 16 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 2

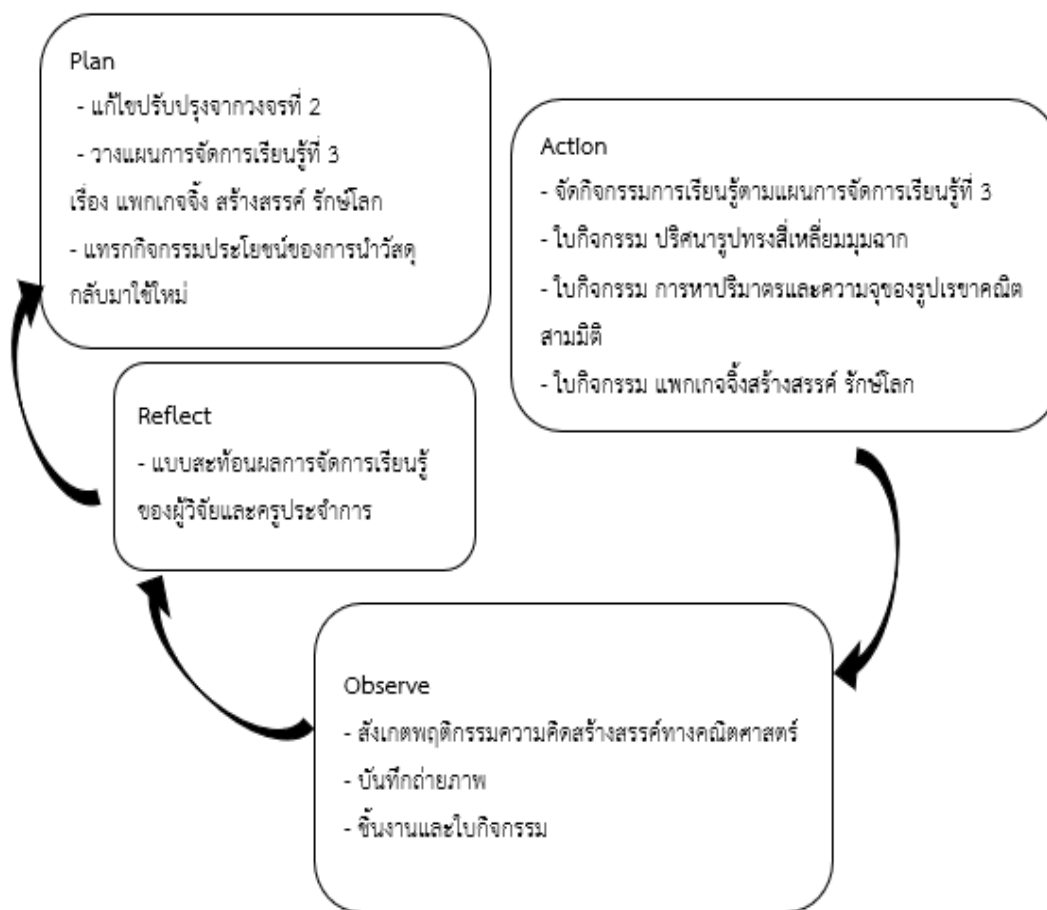
ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบ ในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการระบุ ปัญหา	1. นักเรียนบอกชนิดของ รูปเรขาคณิตสามมิติได้ 2. นักเรียนได้เข้าใจ แนวคิดที่จำเป็นในการ ออกแบบสิ่งของหรือ บรรจุภัณฑ์	จากการเล่นเกม Design Customer's Bag พบว่าการเล่นนี้ ค่อนข้างใช้เวลานาน ในการเล่น	ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม แข่งขันกันในช่วงพักกลางวัน และสรุปความรู้ที่ได้จากเกม ในชั่วโมงถัดไป

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นรวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	1. นักเรียนมีมีโนทัศน์ ที่ถูกต้อง เกี่ยวกับ องค์ประกอบของการ ออกแบบลายผ้าทอ 2. นักเรียนจำแนก โทนสีได้ 3. นักเรียนอธิบายรูป คลี่ของรูปเรขาคณิต สามมิติได้	1. นักเรียนขาดทักษะ การจับคู่สี 2. นักเรียนขาดทักษะ การระบายสีรูปสองมิติให้ เป็นรูปสามมิติ 3. นักเรียนไม่สามารถ วาดลายโบราณได้ เนื่องจากโมเดลหุ่นที่ ผู้วิจัยออกแบบ ค่อนข้าง เล็ก	1. ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษา วงจรสีเป็นการบ้าน 2. ผู้วิจัยนำเสนอวิดีโอ “2 มิติ สู่ 3 มิติ ศิลปะ ทัศนศิลป์ ป.6” ให้นักเรียนดูและทำ ความเข้าใจเกี่ยวกับการ ระบายสี พร้อมกับให้ นักเรียนวาดและระบายสี โดยให้เริ่มจากรูปทรงง่าย ๆ ก่อน 3. ผู้วิจัยจึงแก้ไขปัญหาโดย สแกนลายผ้าทอโบราณ 9 ลาย และลายที่นักเรียน ออกแบบในกิจกรรมก่อน หน้าใส่กระดาษสติ๊กเกอร์ แจกให้นักเรียนกลุ่มละ 1 แผ่น
ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา	1. นักเรียนใช้เวลาใน การออกแบบได้ดีขึ้น และนักเรียนออกแบบ ได้อย่างหลากหลาย พร้อมให้เหตุผล ประกอบในการเลือก แบบ ในการสร้าง โมเดลได้อย่างมี เหตุผล 2. กลุ่มนักเรียนมีการ แบ่งหน้าที่กันชัดเจน ยิ่งขึ้น	1.นักเรียนใช้เวลาในการ สร้างโมเดลค่อนข้างนาน 2. บางกลุ่มลืมนำอุปกรณ์ มา ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดย ให้นักเรียน หาวัสดุ อุปกรณ์ที่สามารถ ทดแทนได้ในโรงเรียนมา สร้างโมเดลแทน	1. ผู้วิจัยให้นักเรียนสร้าง โมเดลในชั่วโมงบูรณาการณ เพิ่มเติม อีก 2 ชั่วโมง จึง ส่งผลให้นักเรียนมีเวลาใน การสร้างโมเดลค่อนข้างดี เสร็จตรงตามเวลาที่กำหนด 2. ผู้วิจัยแก้ปัญหาโดยให้ นักเรียน หาวัสดุอุปกรณ์ที่ สามารถทดแทนได้ใน โรงเรียนมาสร้างโมเดลแทน

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการทดสอบและประเมินผล	1.นักเรียนใช้เวลาในการทำกิจกรรมได้อย่างเหมาะสม 2. นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ และนำเสนอชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่มอื่น 3. นักเรียนมีความเข้าใจและปฏิบัติการกิจกรรมตามคำชี้แจงได้ถูกต้อง	1. นักเรียนแต่ละกลุ่ม การสะท้อนผลในด้านการให้คะแนน การประเมินชิ้นงานของนักเรียนยังมีความเกรงใจต่อกัน ทำให้คะแนนไม่สอดคล้องกับชิ้นงาน	1. ผู้วิจัยจึงให้นักเรียนนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน โดยมีครูและนักเรียนกลุ่มอื่นสะท้อนผลร่วมกัน และพิจารณาการให้คะแนนชิ้นงานของนักเรียนให้มีความสอดคล้องกันมากขึ้น จากกิจกรรมนี้พบว่า นักเรียนมีการให้คะแนนที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ให้คำแนะนำที่สอดคล้องและตรงประเด็นมากขึ้นกว่าเดิม
ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์	1.นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ 2. นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ และนำเสนอชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่มอื่น 3. นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้และความรู้ที่ได้	1. นักเรียนไม่สามารถเขียนในประเด็นของปัญหาที่พบและแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ได้ 2. นักเรียนใช้เวลาในการสรุปองค์ความรู้ นานกว่าเวลาที่กำหนด	1. ผู้วิจัยอธิบายการเขียนคำตอบที่ตรงประเด็น ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับปัญหาที่พบ และสอบถามความเข้าใจของนักเรียนก่อนให้นักเรียนทำกิจกรรม 2. ผู้วิจัยกำหนดเวลาในการทำกิจกรรมให้ชัดเจนในขั้นตอนต่าง ๆ

วงจรปฏิบัติการที่ 3

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยเป็นวงจร PAOR ดังภาพ 26



ภาพ 25 แผนภาพการทำวิจัยเป็นวงจร PAOR วงจรปฏิบัติการที่ 3 แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง แพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก เป็นกิจกรรมที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับแพกเกจจิ้ง เริ่มจากนักเรียนดูรูปภาพบนกระดาน พร้อมตอบคำถามกระตุ้นความคิด เพื่อทบทวนและตรวจสอบสิ่งที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมความคิด ตอบคำถามเชิงวิเคราะห์ปัญหา “ประโยชน์เด็ดของ PACKAGING ที่เป็นได้มากกว่าการบรรจุ” พร้อมบันทึกคำตอบลงในใบกิจกรรม

PACKAGING ที่เป็นได้มากกว่าการบรรจุ นักเรียนสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธีหาปริมาตรของรูปที่กำหนดให้ พร้อมเขียนรูปแสดงการแบ่งการเติมและการตัด ประกอบการอธิบาย แล้วร่วมกันสรุปเกี่ยวกับการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากลงในใบกิจกรรมปริศนารูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จากการทำกิจกรรม ปริศนารูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ลงในใบกิจกรรม แปกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักซ์โลก ตามเงื่อนไข และเขียนเครื่องมือที่นักเรียนใช้ในการสร้างชิ้นงานหรือปรับแต่งชิ้นงาน พร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลในใบกิจกรรมแปกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักซ์โลก

จากนั้นนักเรียนแต่ละกลุ่มตรวจสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยดูจากความสวยงาม ความเรียบร้อยของชิ้นงาน หากพบปัญหาให้หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ เมื่อนักเรียนในแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงานเสร็จ ครูแจกใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานให้แก่กลุ่ม เพื่อให้นักเรียนร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางาน พร้อมนำเสนอชิ้นงานทั้งแบบร่างในการประยุกต์ใช้ลายผ้าทอ และบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ที่สมบูรณ์ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน และร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นตามความเป็นจริง โดยประเมินตามประเด็นลงในใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน และสรุปสาระสำคัญของความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

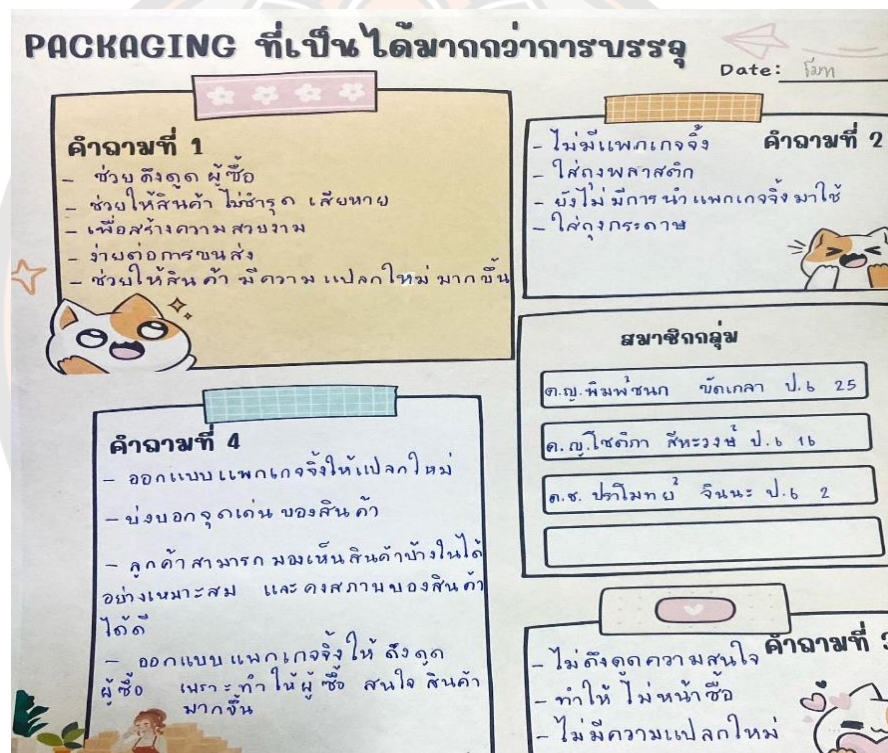
ขั้นปฏิบัติการ (Action)และการสังเกตการณ์(Observe)

ผู้วิจัยทำดำเนินการจัดการการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ในหลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง แปกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักซ์โลก จำนวน 5 ชั่วโมง ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขจากปัญหาของวงจรถที่ 2 โดยระหว่งการลงมือปฏิบัติผู้วิจัยมีการสังเกตและเก็บข้อมูลพฤติกรรมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge)

ผู้วิจัยให้นักเรียนดูรูปภาพบนกระดานพร้อมใช้คำถามกระตุ้นความคิด เพื่อทบทวนและตรวจสอบสิ่งที่เป็นความรู้เดิมของนักเรียน เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ พบว่านักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับ ลูกบาศก์ และปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก พร้อมให้เหตุผลประกอบที่มาของคำตอบได้ เช่น “...รูปภาพที่ 1 เป็นทรงลูกบาศก์ เพราะ เป็นรูปทรงสามมิติ ที่มีด้านทุกด้านเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และมีด้านกว้าง ด้านยาว และด้านสูง ยาวเท่ากัน...”

ผู้วิจัยใช้คำถามพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในการนำความรู้ เรื่อง ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในการต่อยอดผ้าทอน้ำอ่างได้อย่างไร โดยให้นักเรียนยกมือตอบ พบว่านักเรียนแต่ละคนมีคำตอบหลากหลาย แตกต่างกันไป เช่น นำไปใช้ในการออกแบบกล่องบรรจุภัณฑ์ใส่ผ้าทอ ให้มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเป็นของตำบลน้ำอ่าง และมีความแปลกใหม่ที่ไม่ซ้ำใคร จากนั้นผู้วิจัยให้สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน เรื่อง ประโยชน์เด็ดของ PACKAGING ที่เป็นได้มากกว่าการบรรจุ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชิงวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ โดยแต่ละกลุ่มบันทึกเขียนปัญหาที่นักเรียนพบในใบกิจกรรม PACKAGING ที่เป็นได้มากกว่าการบรรจุ ดังภาพ 26



ภาพ 26 การทำใบกิจกรรม PACKAGING ที่เป็นได้มากกว่าการบรรจุของนักเรียน

ผู้วิจัยให้นักเรียนศึกษา สืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวิธียาปริมาตรของรูปที่กำหนด ครูให้พร้อมเขียนรูปแสดงการแบ่งการเติมและการตัด ประกอบการอธิบาย แล้วร่วมกันสรุปเกี่ยวกับ การหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากลงในใบกิจกรรม ปริศนา รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก พบว่านักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนอธิบายแสดงแนวคิด และภาพประกอบการหาปริมาตรของรูปที่กำหนดได้ถูกต้อง จากนั้นผู้วิจัยและนักเรียนสรุปวิธีในการหาปริมาตรร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนนี้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ จากการทำกิจกรรมปริศนา รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ผู้วิจัยใช้คำถามกระตุ้นความคิดเพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ร่วมกันภายในกลุ่ม และหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้เดิมของ นักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังบทสนทนา ดังนี้

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าเราสามารถใช่ประโยชน์จากรูปเรขาคณิตสามมิติมาใช้ในการสร้าง แพกเกจจิ้งได้หรือไม่ อย่างไร นักเรียนคนไหนตอบครูได้บ้างคะ

นักเรียน: สร้างได้ครับครู ถ้าผมขายของนะ ผมจะทำแพกเกจจิ้ง ตรีมีพีครับ เพราะไม่ เหมือนใครดีครับ

นักเรียน: ผมจะทำตรีมีพีกันครับ เพราะในหมู่บ้านผมชอบตีไก่ชน

นักเรียน: ส่วนหนูชอบแนววินเทจค่ะครู หนูน่ารักดีค่ะ

ผู้วิจัย: ว้าว ไอเดียของนักเรียนดีมากเลยคะ น่าสนใจมากเลย แล้วหากนักเรียนต้องการ หาปริมาตรและความจุของแพกเกจจิ้ง นักเรียนหาได้หรือไม่ อย่างไร (หาปริมาตรและความ จุได้ ดังนี้)

นักเรียน: หาได้จากปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง

จากการสนทนาผู้คุย พบว่า นักเรียนสามารถบอกการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และมีการเชื่อมโยงความรู้ เรื่อง การหาปริมาตรสร้างสรรค์ผลงานได้ จากนั้นผู้วิจัยให้นักเรียนทำ ใบงาน เรื่อง การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน พบว่านักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติได้ถูกต้อง

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา (120 นาที)

ในการจัดการเรียนรู้ขั้นตอนนี้เป็นไปตามแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำความรู้ เรื่อง ปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติที่ประกอบด้วยทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มาประกอบใช้ในการ ออกแบบ พร้อมหาปริมาตรและความจุ โดยผู้วิจัยให้นักเรียนสืบค้นในชั่วโมงคอมพิวเตอร์ ถึงรูปแบบ การพับกล่อง ระหว่างสืบค้นรูปแบบกล่อง ผู้วิจัยเสนอต่อนักเรียนดังนี้

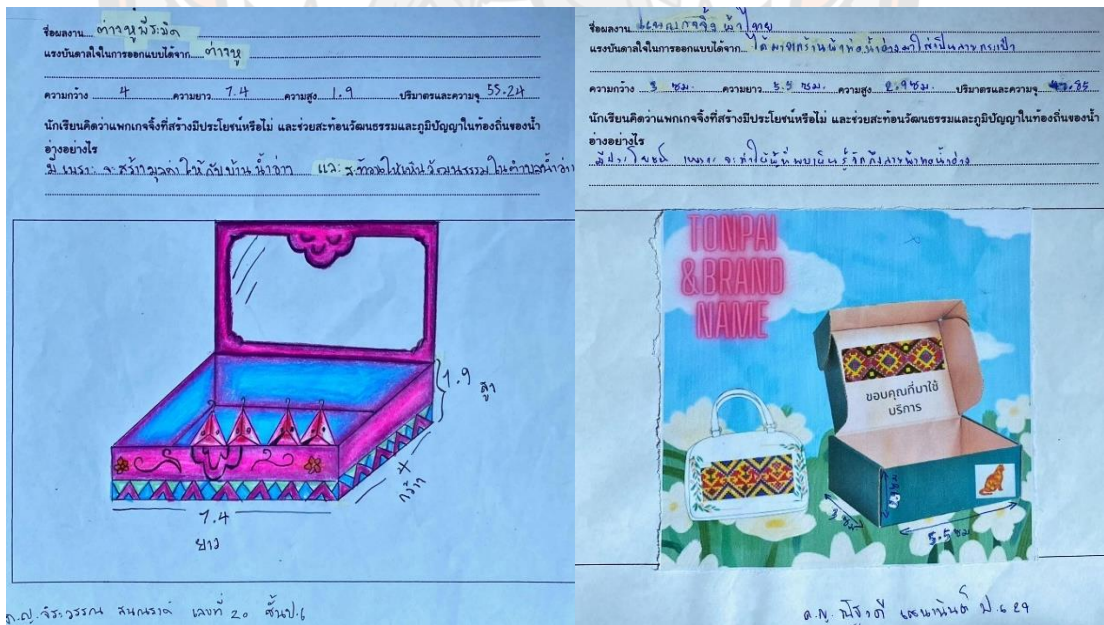
ผู้วิจัย: หากนักเรียนไม่ยากวาด เราสามารถออกแบบกล่องได้ โดยใช้โปรแกรม Canva
มีใครรู้จักบ้างไหมคะ

นักเรียน: ไม่คุ้นเลยค่ะครู

ผู้วิจัย: .ใครอยากลองใช้บ้างคะ ยกมือ เดี่ยวครูจะสอนค่ะ

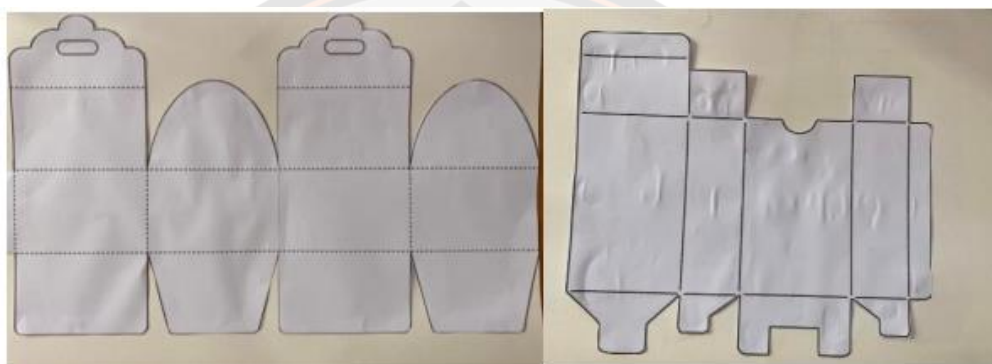
นักเรียน: ยกมือทุกคน

จากการสนทนาพูดคุยกับนักเรียนพบว่า นักเรียนมีความคุ้นชินกับการออกแบบสิ่งต่าง ๆ ผ่านการวาด ไม่คุ้นเคยกับการวาดภาพหรือทำสิ่งต่าง ๆ ผ่านโปรแกรมผู้วิจัยจึงเสนอโปรแกรม canva เพื่อฝึกทักษะ พัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน จากการสอนนักเรียนใช้โปรแกรม Canva พบว่านักเรียนไม่มีอีเมลล์เป็นของตนเอง ส่งผลให้เวลาในการสอนการใช้โปรแกรม Canva ไม่พอในการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงใช้ชั่วโมงคอมพิวเตอร์อีกสองชั่วโมงในการสอนใช้โปรแกรม เมื่อ นักเรียนคุ้นชินกับโปรแกรม ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองออกแบบ ในใบกิจกรรม แปกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก โดยใช้รูปทรงลูกบาศก์ และปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยไม่จำกัดความคิดของนักเรียนว่าต้องการออกแบบใส่ใบกิจกรรม หรือ ออกแบบในโปรแกรม Canva



ภาพ 27 การทำใบกิจกรรมแพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก ของนักเรียน

จากการทำใบกิจกรรมแพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ทำการร่าง และออกแบบการสร้างโมเดลแพกเกจจิ้งแตกต่างกัน และมีความหลากหลาย เมื่อนักเรียนออกแบบเสร็จ ให้นักเรียนนำปริเซนต์ให้สมาชิกในกลุ่มฟังพร้อมเลือกชิ้นงานที่นักเรียนคิดว่าดีที่สุด 1 แบบ เพื่อที่จะสร้างโมเดลแพกเกจจิ้งของกลุ่ม จากการทำกิจกรรมขั้นนี้ พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มวาดรูปศิลปะของรูปทรงลูกบาศก์ และปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉากไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยให้นักเรียนนำแบบที่ต้องการส่งผ่านกลุ่มทาง Facebook ผู้วิจัยนำรูปคลี่กล่องของนักเรียนปรีนเป็นแบบ เพื่อให้นักเรียนใช้ในการสร้างโมเดล แพกเกจจิ้ง ดังภาพ 28



ภาพ 28 ตัวอย่างแบบร่างแพกเกจจิ้งที่นักเรียนออกแบบ

จากนั้นผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มศึกษาการใช้วัสดุให้คุ้มค่าพร้อมทั้งเลือกวัสดุที่จะนำมาทำเป็นโมเดลแพกเกจจิ้ง พบว่านักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกใช้กระดาษในการสร้างโมเดล มีทั้งกระดาษแข็ง กระดาษลัง และกระดาษสี เมื่อแต่ละกลุ่มเลือกวัสดุเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้นักเรียนเลือก เครื่องมือช่างพื้นฐานเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างชิ้นงาน มีอะไรบ้าง พร้อมบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลในใบกิจกรรมแพกเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก จากการสังเกตการณ์ปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม นักเรียนมีการวางแผนดีขั้น มีการแบ่งหน้าที่อย่างชัดเจน อธิบายพร้อมให้เหตุผลได้ ในการเลือกเครื่องมือช่าง

ขั้นที่ 4 ขั้นการทดสอบและประเมินผล

ผู้วิจัยให้นักเรียนตรวจสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยดูจากความสวยงาม ความเรียบร้อยของชิ้นงาน หากพบปัญหาให้หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ เมื่อนักเรียนแก้ไขชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยแจกใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานในภารกิจ 1 โดยผู้วิจัยให้แต่ละกลุ่มนำเสนองาน หน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับเนื้อหา แนวคิด วิธีการออกแบบ ในการสร้างแพกเกจจิ้ง พบว่านักเรียนมีการสะท้อนแต่ละประเด็นสอดคล้องกันกับการเขียนแสดงความคิดเห็นได้เหมาะสมกับชิ้นงาน ดังภาพ 29

ประเด็น	กลุ่มตนเอง	กลุ่มเพื่อน		
	กลุ่มที่.....4.....	กลุ่มที่.....5.....	กลุ่มที่.....3.....	กลุ่มที่.....1.....
จุดเด่น	มีเป้าหมายที่ชัดเจน และจุดแข็งที่ชัดเจน	มีเป้าหมายที่ เอกลัทธิที่ชัดเจน ถึงสายที่ชัดเจน	มีเป้าหมายที่ชัดเจน และมีความชัดเจน	มีเป้าหมายที่ชัดเจน ที่เน้นที่จุด
จุดด้อย	ไม่มีขั้นตอนที่ชัดเจน	ไม่ต่อเนื่องกัน ไม่ต่อเนื่อง	มีจุดเด่นที่ชัดเจน แต่ไม่ต่อเนื่อง	มีจุดเด่นที่ชัดเจน แต่ไม่ต่อเนื่อง
สิ่งที่ต้องพัฒนา	เพิ่มแรงจูงใจให้มากขึ้น	เพิ่มศักยภาพในทุกๆด้าน ให้มีความชัดเจน	เพิ่มจุดเด่นที่ชัดเจน ให้มีความชัดเจน	เพิ่มจุดเด่นที่ชัดเจน ให้มีความชัดเจน
ข้อเสนอแนะ	เพิ่มแรงจูงใจให้มากขึ้น	เพิ่มแรงจูงใจให้มากขึ้น	เพิ่มแรงจูงใจให้มากขึ้น	เพิ่มแรงจูงใจให้มากขึ้น

ภาพ 29 ตัวอย่างการประเมินชิ้นงานและให้คะแนนตามข้อตกลง ในแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ของนักเรียน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

นักเรียนปรับปรุงชิ้นงานตามคำแนะนำ และนำเสนอชิ้นงานให้ ครู นักเรียนกลุ่มอื่น และนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีส่วนร่วมในการประเมินชิ้นงานและให้คำแนะนำตามข้อตกลงได้อย่างเหมาะสม และนักเรียนเขียนในประเด็นของปัญหาที่พบได้ แต่อธิบายแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ได้ยังไม่ชัดเจน นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด และกล่าวสรุปเนื้อหาที่เรียนในบทเรียนนี้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและประโยชน์ของการนำรูปเรขาคณิตไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้

การสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflect)

การสะท้อนผลการปฏิบัติของผู้วิจัย ผู้วิจัยวิเคราะห์ผลการวิจัยโดยแบ่งเป็นขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ทั้งหมด 4 ขั้นตอน โดยใช้แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูประจำการ โดยสรุปปัญหาในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุงในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3 ดังแสดงใน ตาราง 17

ตาราง 17 แสดงสรุปความสำเร็จที่เกิดขึ้น ปัญหาที่พบในชั้นเรียนและแนวทางการปรับปรุง
ในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของวงจรปฏิบัติการที่ 3

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบ ในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการระบุ ปัญหา	<p>1. นักเรียนสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับ ลูกบาศก์ และปริซึมสี่เหลี่ยมมุมฉาก พร้อมให้เหตุผลประกอบที่มาของคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์</p> <p>2. นักเรียนแต่ละคนมีคำตอบหลากหลาย แตกต่างกันไป ในการนำความรู้ เรื่อง ปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติไปใช้ในการต่อยอดสร้างแพคเกจจิ้งใส่ผ้าทอน้ำอ่างได้</p> <p>3. นักเรียนสามารถเขียนอธิบายขั้นตอนอธิบายแสดงแนวคิด และภาพประกอบการหาปริมาตรของรูปที่กำหนดได้ถูกต้อง</p>	-	-
ขั้นรวบรวม ข้อมูลและ แนวคิดที่ เกี่ยวข้อง	<p>1. นักเรียนบอกการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและลูกบาศก์ได้ถูกต้อง</p> <p>2. นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้เรื่อง การหาปริมาตรในการสร้างสรรค์ผลงานได้</p> <p>3. นักเรียนมีมโนทัศน์ เรื่อง การหาปริมาตรและความจุของรูปเรขาคณิตสามมิติถูกต้อง แสดงวิธีคิดได้ถูกต้องชัดเจน</p>	-	-

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบ ในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
<p>ขั้นออกแบบ วางแผน และ พัฒนา</p>	<p>1. นักเรียนส่วนใหญ่ทำ การร่างและออกแบบ การสร้างโมเดลแพคเกจ จิ้งจอกต่างกัน และมี ความหลากหลาย</p> <p>2. การปฏิบัติกิจกรรม กลุ่ม นักเรียนมีการ วางแผนดีขึ้น มีการแบ่ง หน้าที่อย่างชัดเจน อธิบายพร้อมให้เหตุ ผลได้ ในการเลือก เครื่องมือช่าง</p>	<p>1. นักเรียนไม่มี อีเมลล์เป็นของ ตนเอง ส่งผลให้ เวลาในการสอน การใช้โปรแกรม Canva ไม่พอใน การจัดการเรียน</p> <p>2. นักเรียนแต่ละ กลุ่มวาดรูปศิลปะ ของรูปทรง ลูกบาศก์ และ ปริซึมสี่เหลี่ยมมุม ฉากไม่เท่ากัน</p>	<p>1. ผู้วิจัยใช้ชั่วโมงในวิชา คอมพิวเตอร์อีกสองชั่วโมงใน การสอนใช้โปรแกรม เมื่อ นักเรียนคุ้นชินกับโปรแกรม ผู้วิจัยให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม ร่วมกันระดมสมองออกแบบ ในใบกิจกรรม แพคเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักษ์โลก</p> <p>2. ผู้วิจัยจึงแก้ปัญหาโดยให้ นักเรียนนำแบบที่ต้องการ ส่งผ่านกลุ่มทาง Facebook ผู้วิจัยนำรูปศิลปะกล่องของ นักเรียนปรับเป็นแบบ เพื่อให้ นักเรียนใช้ในการสร้างโมเดล แพคเกจจิ้ง</p>
<p>ขั้นการ ทดสอบและ ประเมินผล</p>	<p>1. นักเรียนปรับปรุง ชิ้นงานตามคำแนะนำ</p> <p>2. นักเรียนร่วมกันสรุป สาระ สำคัญเกี่ยวกับ ความรู้ที่นักเรียน นำมาใช้ และความรู้ที่ได้</p> <p>3. นักเรียนมีการสะท้อน แต่ละประเด็นสอดคล้อง กันกับการเขียนแสดง ความคิดเห็นได้ เหมาะสมกับชิ้นงาน</p>	-	-

ขั้นตอน	ความสำเร็จที่เกิดขึ้น	ปัญหาที่พบในชั้นเรียน	แนวทางการปรับปรุง
ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์	1. นักเรียนมีการแสดงความคิดที่หลากหลาย 2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสะท้อนตามประเด็นได้สอดคล้องและเหมาะสมกับชิ้นงาน 3. นักเรียนเขียนในประเด็นของปัญหา ที่พบได้	1. นักเรียนเขียนอธิบายแนวทางในการแก้ไขปัญหานี้ได้ยังไม่ชัดเจน	1. ผู้วิจัยและนักเรียนสนทนาพูดคุยร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น แนวทางในการแก้ไขปัญหาที่พบให้มีความสอดคล้องกับชิ้นงาน

ตอนที่ 2 เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา แล้วนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิด OECD เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ได้หรือไม่อย่างไร

ผู้วิจัยศึกษาพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ในระหว่างการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้ใบกิจกรรม ได้แก่ แบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน และ ชิ้นงานของนักเรียน และหลังจากที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ครบ 3 วงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้ทำแบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์เป็นรายบุคคล ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากใบกิจกรรม และแบบทดสอบหลังเรียนของนักเรียนมาวิเคราะห์ประเภท การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการของการเรียนรู้ โดยรายงานตามองค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas, D) 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas, C) และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas, E) โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณาภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ประการ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ (Written and Visual Expression, E) และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (Social and Scientific Problem Solving, P) โดยแบ่งผลการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1. ระหว่างการจัดการเรียนรู้ตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ชั้นในแต่ละวงจรปฏิบัติการ นักเรียนจะได้เรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผ่านการปฏิสัมพันธ์โดยการทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งได้ทำการแบ่งกลุ่มของนักเรียนจำนวน 30 คน จำนวน 9 กลุ่ม และนำผลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดังรายละเอียดต่อไปนี้



ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ความคิดสร้างสรรค์ระหว่างการจัดการเรียนรู้ของนักเรียน

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์		ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ								
		วงจรรูปที่ 1			วงจรรูปที่ 2			วงจรรูปที่ 3		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1. การสร้างความคิดที่หลากหลาย										
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน	รหัส	DWA	DWB	DWC	DWA	DWB	DWC	DWA	DWB	DWC
การเขียนและสร้างภาพ	จำนวน(กลุ่ม)	3	5	1	1	6	2	0	2	7
	ร้อยละ	33.33	55.56	11.11	11.11	66.67	22.22	00.00	22.22	77.78
1.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการ	รหัส	DSA	DSB	DSC	DSA	DSB	DSC	DSA	DSB	DSC
แก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	จำนวน(กลุ่ม)	4	3	2	3	4	2	1	2	6
	ร้อยละ	44.44	33.33	22.22	33.33	44.44	22.22	11.11	22.22	66.67
2. การสร้างความคิดสร้างสรรค์										
2.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน	รหัส	CWA	CWB	CWC	CWA	CWB	CWC	CWA	CWB	CWC
การเขียนและสร้างภาพ	จำนวน(กลุ่ม)	4	4	1	3	5	1	1	3	5
	ร้อยละ	44.44	44.44	11.11	33.33	55.56	11.11	11.11	33.33	55.56

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์		ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนจำแนกตามระดับ								
		วงจรมติปฏิบัติที่ 1			วงจรมติปฏิบัติที่ 2			วงจรมติปฏิบัติที่ 3		
ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3	ระดับ 3	ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
2.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	รหัสด	CSA	CSB	CSC	CSA	CSB	CSC	CSA	CSB	CSC
	จำนวน(กลุ่ม)	6	3	0	2	7	0	1	4	4
	ร้อยละ	66.67	33.33	00.00	22.22	77.78	00.00	11.11	55.56	33.33
3. การประเมินและปรับปรุงความคิด (E)										
3.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้าน การเขียนและสร้างภาพ	รหัสด	EWA	EWB	EWC	EWA	EWB	EWC	EWA	EWB	EWC
	จำนวน(กลุ่ม)	5	4	0	3	6	0	2	2	5
	ร้อยละ	55.56	44.44	00.00	33.33	66.67	00.00	22.22	22.22	55.56
3.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์	รหัสด	ESA	ESB	ESC	ESA	ESB	ESC	ESA	ESB	ESC
	จำนวน(กลุ่ม)	8	1	0	4	5	0	3	4	2
	ร้อยละ	88.88	11.11	00.00	44.44	55.56	00.00	33.33	44.44	22.22

จากตาราง 18 จะเห็นได้ว่า โดยภาพรวมนักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิดได้ดีตามลำดับ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิดที่หลากหลายได้ดีที่สุด รองลงมาคือ การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุงความคิด ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดที่หลากหลาย พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และ 1 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

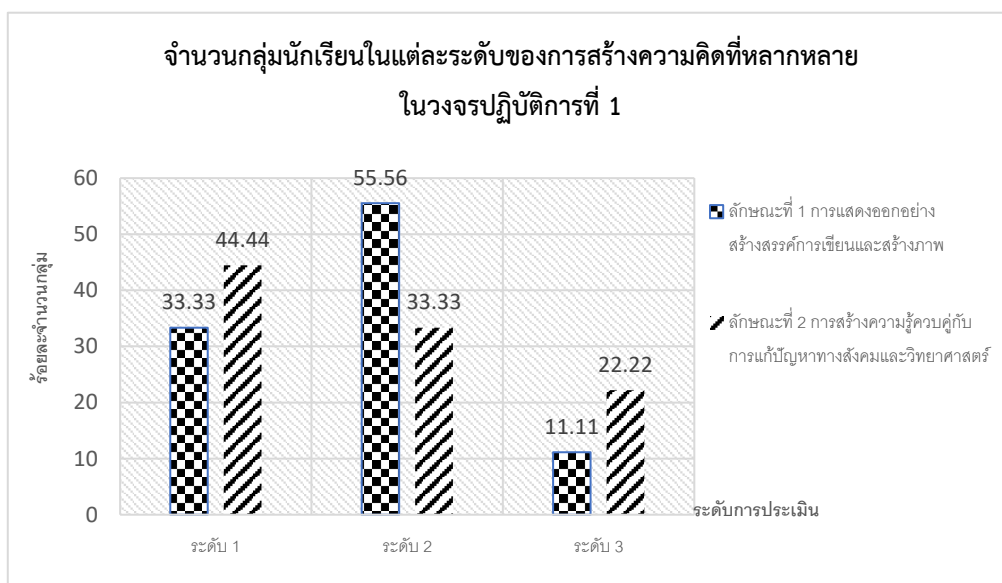
เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไปเช่นเดียวกัน โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และ 1 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 3 และ 2 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น

เมื่อพิจารณาการประเมินและปรับปรุงความคิด พบว่า นักเรียนสามารถแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ซึ่งมีความสอดคล้องควบคู่กันไป โดยในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และการมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ส่วนใหญ่อยู่ในระดับ 2 และ 3 ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น และเมื่อพิจารณาองค์ประกอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ได้ผลดังต่อไปนี้

วงจรปฏิบัติการที่ 1

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 1 เป็นดังภาพ 30



**ภาพ 30 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย
ในวงจรปฏิบัติการที่ 1**

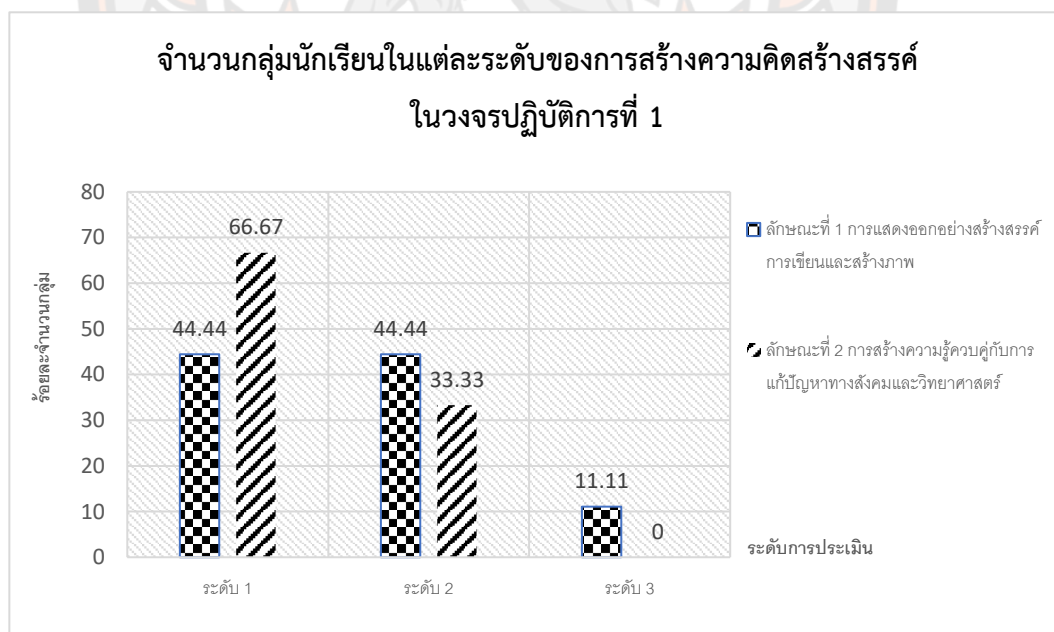
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 44.44 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตีความและถอดรหัสลายผ้าที่เป็นของลายผ้าทอโบราณของบ้านน้ำอ่างได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันไป พร้อมเขียนส่วนประกอบของลายผ้าที่เป็นรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้อง สมบูรณ์ ดังภาพ 31



ภาพ 31 ตัวอย่างภาพจากการออกแบบลายผ้าที่ใช้รูเรขาคณิต ในใบกิจกรรม ถอดรหัสลายผ้าในตำนาน ที่แสดงความคิดหลากหลายอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิด สร้างสรรค์ จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรถี 1 เป็นดังภาพ 32



ภาพ 32 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่สร้างสรรค์ ในวงจรปฏิบัติการที่ 1

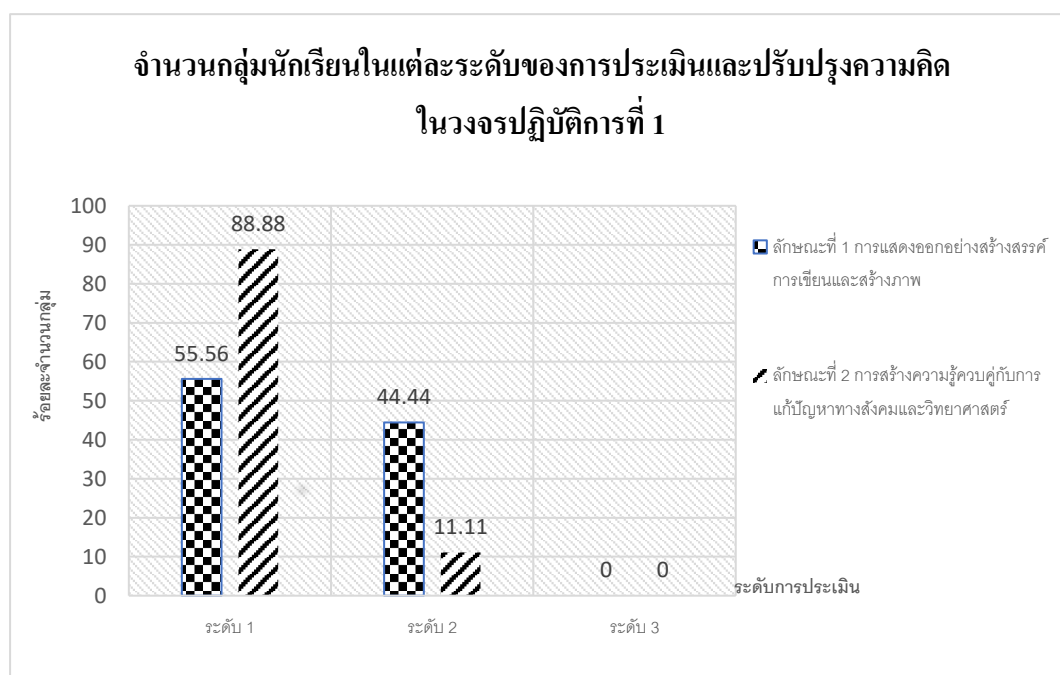
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 44.44 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถร่างและออกแบบลายผ้าทอที่น่าอ่างให้มีความสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้องสมบูรณ์ และใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งในการโมเดลลายผ้า โดยอาศัยความรู้เรื่อง รูปเรขาคณิต คำนึงถึงวิธีการที่จะนำลายผ้าที่ออกแบบไปสร้างชิ้นงานให้เกิดความคุ้มค่าและมีประโยชน์ มีความแปลกใหม่ ดังภาพ 33



ภาพ 33 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 1 เป็นดังภาพ 34



ภาพ 34 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 1

เมื่อทำการพิจารณาระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 1 มีจำนวน 8 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 88.88 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะ จากผู้อื่นมาปรับปรุงเพิ่มเติมในบางส่วนของขั้นตอนการสร้างลายผ้าทอน้ำอ่าง ที่เชื่อมโยงไปถึงการออกแบบและปรับปรุงแบบจำลอง ให้มีความสมบูรณ์ คุ่มค่า และเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมมากขึ้น บนพื้นฐานความรู้ของรูปเรขาคณิต ดังภาพ 35



ภาพ 35 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม ดิไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) ของกลุ่มที่ 5 ก่อนแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดของนักเรียน

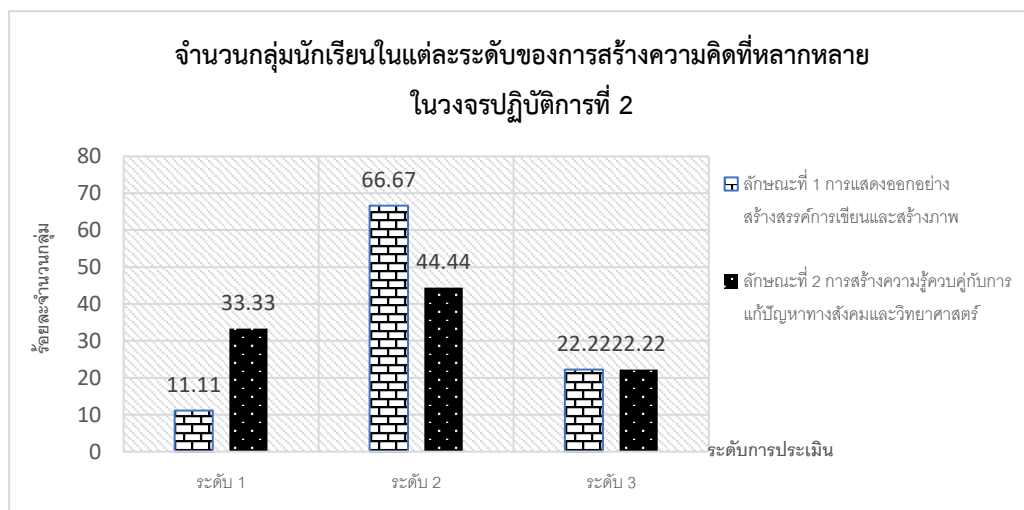
จุดตั้ง	ระบอบตั้งวางตั้ง มีศิลปะที่ใหม่	ระบอบตั้งวางตั้ง ใช้วัสดุที่ใหม่ และมีที่วางตั้ง ที่มีที่วางตั้ง ๑-๑๑๑	มีการระบอบ ตั้งวางตั้ง ได้ใหม่ใหม่	ได้ใหม่ใหม่ และมีที่วางตั้ง ที่มีที่วางตั้ง
สิ่งที่ต้องพัฒนา	ระบอบตั้งวางตั้ง ที่ใหม่	การระบอบตั้งวางตั้ง ๑-๑๑๑ ๑๑-๑๑๑ ๑๑-๑๑๑	การระบอบตั้งวางตั้ง ได้ใหม่ใหม่	ได้ใหม่ใหม่ และมีที่วางตั้ง ที่มีที่วางตั้ง

ชื่อกลุ่ม	จำนวน			รวมคะแนน (15)
	แสดงทางหลากหลาย (5)	แปลกใหม่ มีคุณค่า และมีประโยชน์ (5)	มีการประเมินและปรับปรุง (5)	
4 ตัวล้าน ①	5	5	5	15
นมสดสารานุกรม ②	5	4	3	12
ขอใหม่ หักดี ③	5	4	3	12
สห สักลอป ④	5	5	3	13
ฟูา รัน ⑤	5	4	3	12
เหล็กเนมทอ ⑥	5	5	4	14



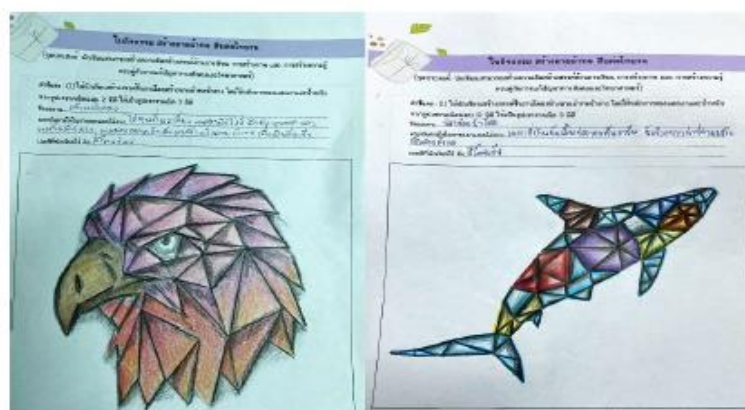
ภาพ 36 ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ในสิ่งที่ต้องพัฒนา ข้อเสนอแนะ และการให้คะแนนในกลุ่มของตนเอง ที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด อยู่ในระดับ 2 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

วงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 เป็นดังภาพ 37



ภาพ 37 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย
ในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2

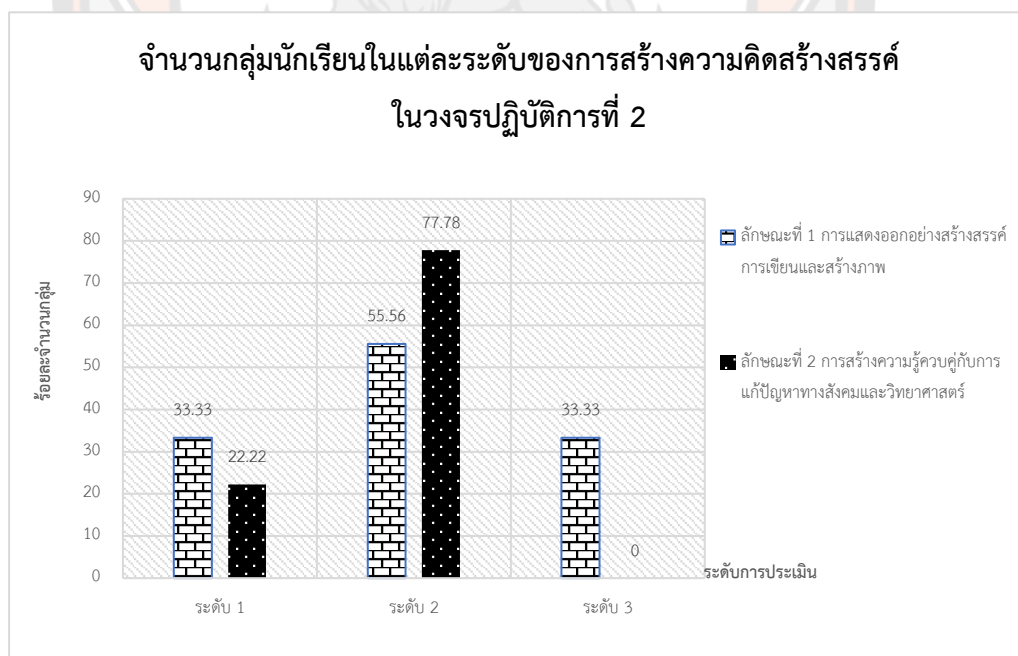
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรถับปฏิบัติกรที่ 2 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 44.44 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตีความและสร้างลายผ้าที่เป็นรูปเรขาคณิตสองมิติ เป็นสามมิติได้ ได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันไป พร้อมเขียนอธิบายแนวคิดในเลือกเฉดสี การออกแบบลายผ้าที่เป็นรูปเรขาคณิตได้อย่างชัดเจน มีความสมเหตุสมผล ดังภาพ 38



ภาพ 38 ตัวอย่างภาพจากการออกแบบลายผ้าที่ใช้รูปเรขาคณิต 2 มิติ ระบายสี เป็น 3 มิติ ที่แสดงความคิดหลากหลายอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 2 เป็นดังภาพ 39



ภาพ 39 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่สร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 2

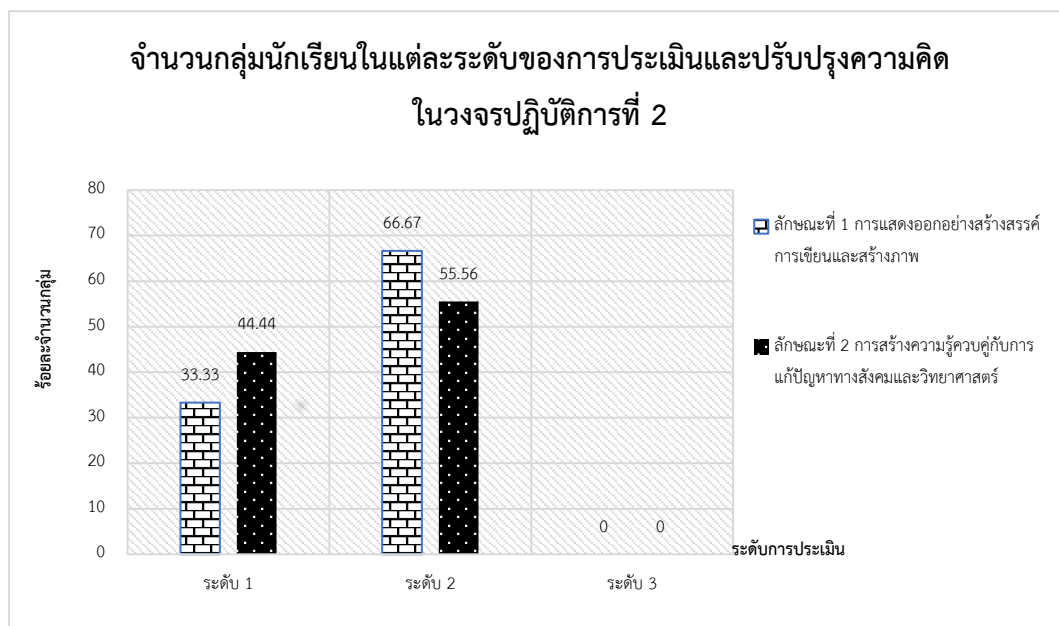
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 77.78 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถออกแบบลายผ้าทอน้ำอ่างให้มีความสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้องสมบูรณ์ และใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งในการโมเดลลายผ้า โดยอาศัยความรู้เรื่อง รูปเรขาคณิต คำนึงถึงวิธีการที่จะนำลายผ้าที่ออกแบบไปสร้างชิ้นงานให้เกิดความคุ้มค่าและมีประโยชน์ มีความแปลกใหม่ ดังภาพ 40



ภาพ 40 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากไปกิจกรรม สร้างลายผ้าทอ สืบต่อไทยวน ของนักเรียน ที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด

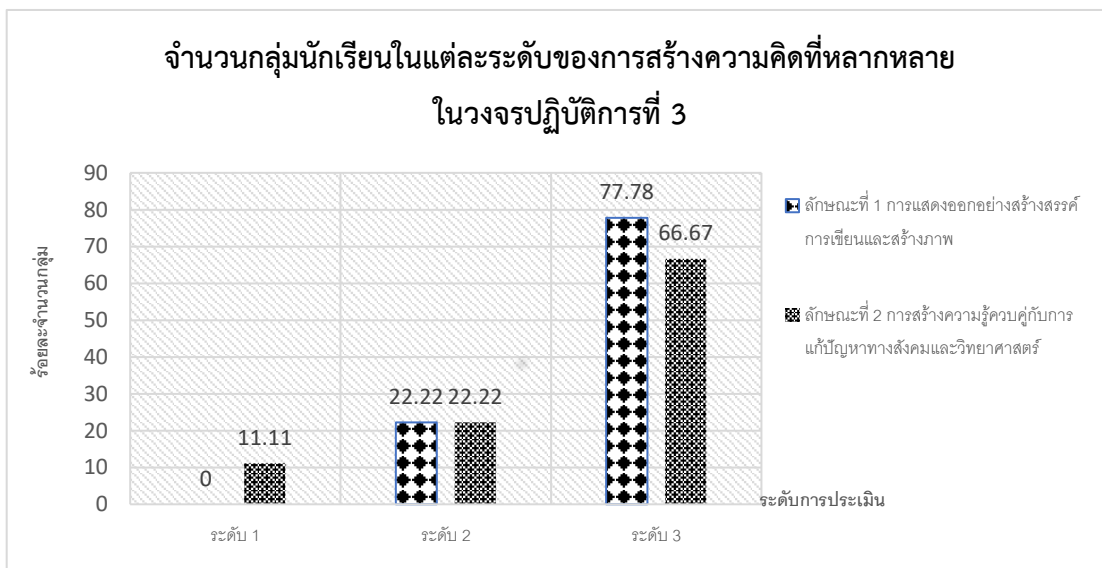
ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด จากไปกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 2 เป็นดังภาพ 41



**ภาพ 41 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุง
ความคิดในวงจรปฏิบัติการที่ 2**

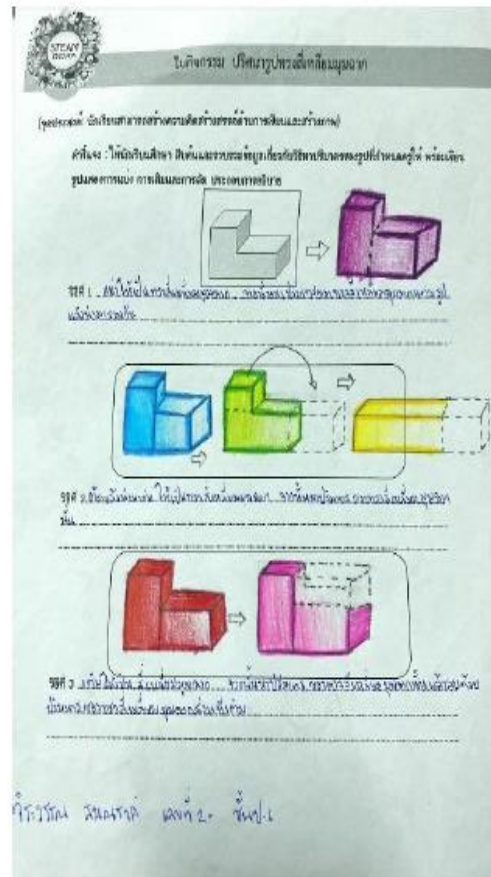
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้อัตลักษณ์สำคัญ 2 อัตลักษณ์ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 66.67 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 ผู้วิจัยพบว่านักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะ จากผู้อื่นมาปรับปรุงเพิ่มเติมในบางส่วนของขั้นตอนการสร้างลายผ้าทอน้ำอ่าง ที่เชื่อมโยงไปถึงการออกแบบและปรับปรุงแบบจำลอง ให้มีความสมบูรณ์ คุ่มค่า และเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมมากขึ้น บนพื้นฐานความรู้ของรูปเรขาคณิต ดังภาพ 42

วงจรถูกปฏิบัติที่ 3 องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรถูกปฏิบัติที่ 3 เป็นดังภาพ 44



ภาพ 44 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย
ในวงจรถูกปฏิบัติที่ 3

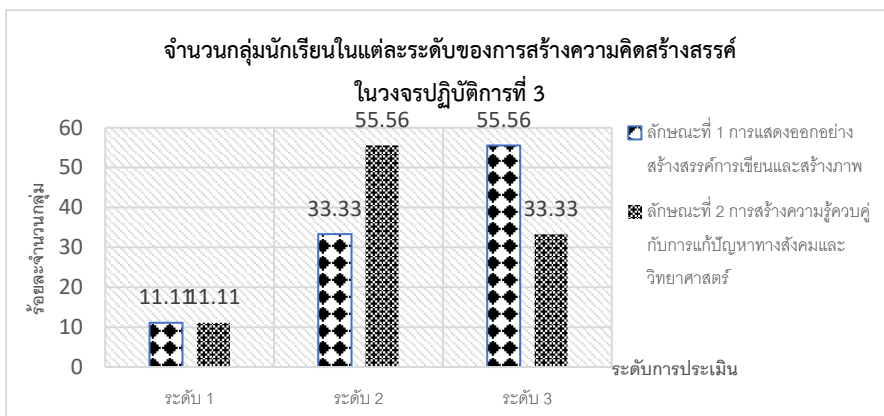
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรถูกปฏิบัติที่ 3 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 7 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 77.78 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 6 กลุ่ม คิดเป็น ร้อยละ 66.67 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถตีความและเขียนวิธีการหาปริมาตรของรูปเรขาคณิตสามมิติได้อย่างหลากหลาย แตกต่างกันไป พร้อมวาดภาพส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ดังภาพ 45



ภาพ 45 ภาพตัวอย่างจากใบกิจกรรม ปริศนารูปทรงสี่เหลี่ยม ที่แสดงความคิดหลากหลายอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

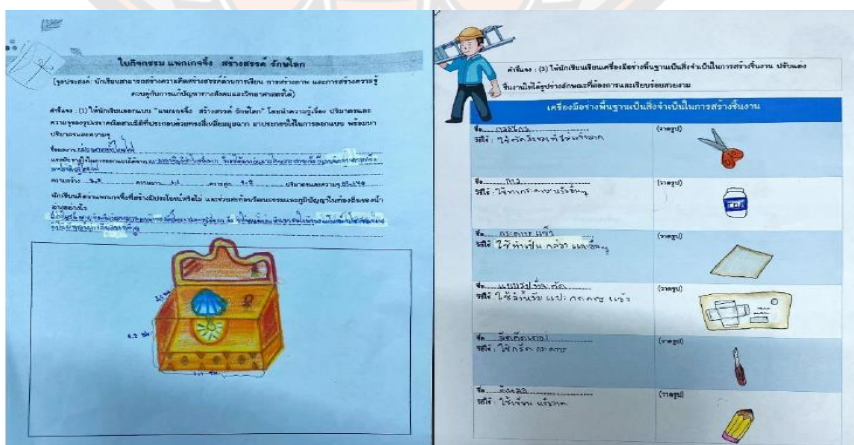
องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 3 เป็นดังภาพ 46



ภาพ 46 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

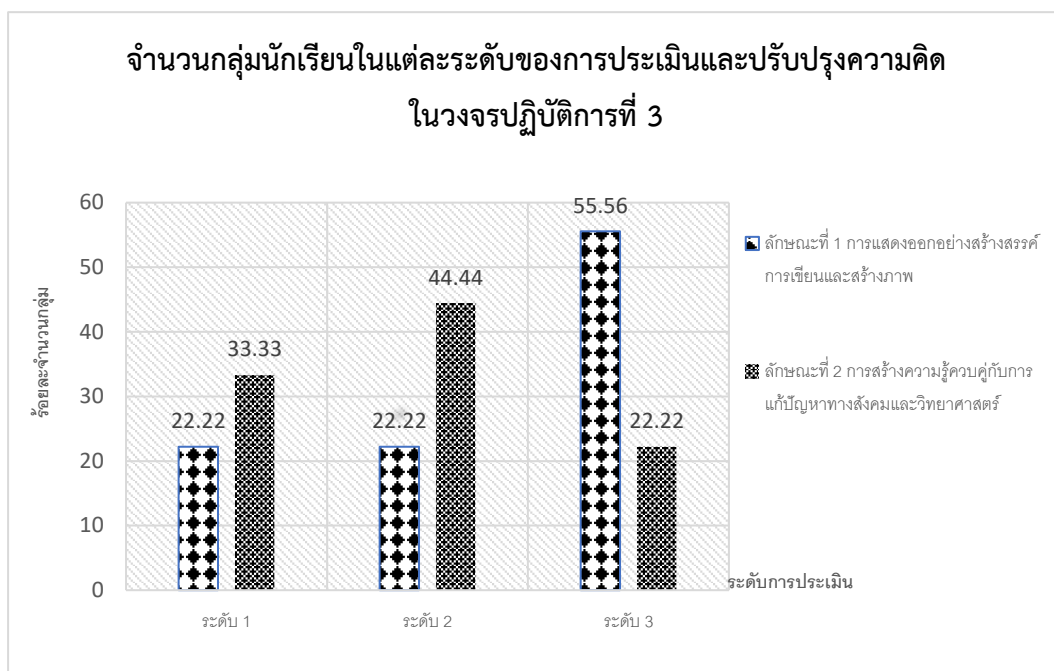
เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถออกแบบแพคเกจจิ้งและเลือกเครื่องมือ ให้มีความสอดคล้องกับวิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมได้ถูกต้องสมบูรณ์ และใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งในการออกแบบ โดยอาศัยความรู้เรื่อง รูปเรขาคณิต คำนึงถึงวิธีการที่จะนำลายผ้าที่ออกแบบไปสร้างชิ้นงานให้เกิดความคุ้มค่าและมีประโยชน์ มีความแปลกใหม่ ดังภาพ 47



ภาพ 47 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงานจากใบกิจกรรม แพคเกจจิ้ง สร้างสรรค์ รักโลก ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์ อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด

ผู้วิจัยแสดงผลการวิเคราะห์ร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด จากใบกิจกรรมและชิ้นงานของวงจรที่ 3 เป็นดังภาพ 48



ภาพ 48 แสดงร้อยละของจำนวนกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลาย
ในวงจรปฏิบัติการที่ 3

เมื่อทำการพิจารณาระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิด ในวงจรปฏิบัติการที่ 3 ของนักเรียนเป็นรายกลุ่มโดยภาพรวม นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 5 กลุ่ม คิดเป็นร้อยละ 55.56 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 2 มีจำนวน 4 กลุ่ม คิดเป็น ร้อยละ 44.44 ผู้วิจัยพบว่า นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะ จากผู้อื่นมาปรับปรุงเพิ่มเติมในบางส่วนของขั้นตอนการสร้างลายผ้าทอน้ำอ่าง ที่เชื่อมโยงไปถึงการออกแบบและปรับปรุงแบบจำลอง ให้มีความสมบูรณ์ คุ่มค่า และเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมมากขึ้น บนพื้นฐานความรู้ของรูปรูปร่างชนิด ดังภาพ 49

ชื่อกลุ่ม	ชิ้นงาน			รวมคะแนน (15)
	แตกต่างหลากหลาย (5)	แปลกใหม่ มีคุณค่า และมีประโยชน์ (5)	มีการประเมินและปรับปรุง (5)	
1 นกเขมรรักชาติ	3	4	5	12
2 นกเขมรรักชาติ	4	4	5	13
3 คนรักชาติ	4	5	5	14
4 นกเขมร	5	5	5	15
5 4 ตัวล้าน	5	5	3	13
6 นกเขมร	4	3	5	12



ภาพ 49 ตัวอย่างแบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน ในสิ่งที่ต้องพัฒนา ข้อเสนอแนะ และการให้คะแนนในกลุ่มของตนเอง ที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิด อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะของนักเรียน

2. หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เป็นรายบุคคล จำนวน 1 ครั้ง (เวลาสอบ 2 ชั่วโมง 30 นาที) และนำผลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ดังตาราง 18

ตาราง 18 แสดงผลการทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน

องค์ประกอบของความคิดสร้างสรรค์ทาง คณิตศาสตร์		ร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับ		
		ระดับ 1	ระดับ 2	ระดับ 3
1. การสร้างความคิดที่หลากหลาย				
1.1 การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ ด้านการเขียนและสร้างภาพ	รหัส	DWA	DWB	DWC
	จำนวน(คน)	0	3	27
	ร้อยละ	0.00	10.00	90.00
1.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคมและ วิทยาศาสตร์	รหัส	DSA	DSB	DSC
	จำนวน(คน)	0	4	26
	ร้อยละ	0	13.33	86.67
2. การสร้างความคิดสร้างสรรค์				
2.1 การแสดงออกอย่าง สร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้าง ภาพ	รหัส	CWA	CWB	CWC
	จำนวน(คน)	1	4	25
	ร้อยละ	3.33	13.33	83.33
2.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคมและ วิทยาศาสตร์	รหัส	CSA	CSB	CSC
	จำนวน(คน)	3	3	24
	ร้อยละ	3.33	3.33	80.00
3. การประเมินและปรับปรุงความคิด (E)				
3.1 การแสดงออกอย่าง สร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้าง ภาพ	รหัส	EWA	EWB	EWC
	จำนวน(คน)	3	4	23
	ร้อยละ	3.33	13.33	76.67
3.2 การสร้างความรู้ควบคู่กับการ แก้ปัญหาทางสังคมและ วิทยาศาสตร์	รหัส	ESA	ESB	ESC
	จำนวน(คน)	9	1	20
	ร้อยละ	30.00	3.33	66.67

หลังจากเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติ ผู้วิจัยได้ทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ โดยทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ในแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย 2) การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2

ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ และ 2) การสร้างความรู้ ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ที่ควบคู่กันไป

เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดที่หลากหลายของนักเรียนรายบุคคล นักเรียนสามารถแสดงการสร้างความคิดที่หลากหลายในแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ใน ระดับ 3 มีจำนวน 27 คน คิดเป็นร้อยละ 90.00 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 26 คน คิด เป็นร้อยละ 86.67 ซึ่งมากกว่าวงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 1 วงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 2 และวงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 3 ด้าน การสร้างความคิดที่หลากหลาย ดังตัวอย่างการทำแบบทดสอบของนักเรียน ดังภาพ 50

แบบทดสอบเพื่อวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เรื่อง รูปเรขาคณิต

ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งวางแผน ออกแบบจำลอง และสร้างความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหาบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์อื่น ๆ

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย

ภารกิจ 1 : จากสถานการณ์ปัญหา "5 ลูกแพร์สุดเลิศจากค้าไทย" นักเรียนคิดว่าเพราะเหตุใด สมเด็จพระเจ้า- ลูกเธอเจ้าฟ้าสิริวัณณวรี นารีรัตนราชกัญญา ทรงสืบสานพระราชปณิธานของสมเด็จพระบรมราชชนนีพันปี หลวง โดยมีพระตำหนักทรงสนับสนุนส่งเสริม อนุรักษ์ผ้าไทย และงานด้านศิลปหัตถกรรม และ เหล่า ดีไซเนอร์ไทยขึ้นนำหลากหลายแบรนด์ดัง ต่างร่วมสนองพระราชปณิธานด้วย โดยระบุสาเหตุปัญหาลงในตาราง

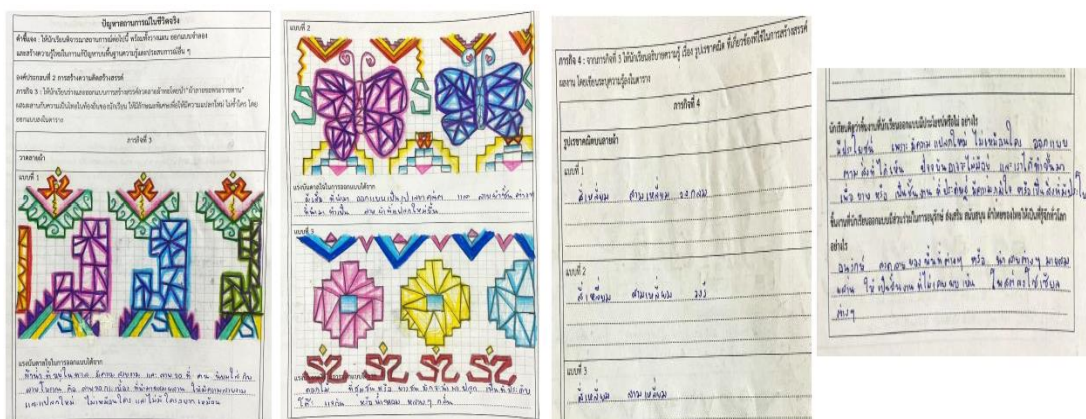
ภารกิจที่ 1	
ระบุสาเหตุปัญหา	
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ภารกิจ 2 : จากสถานการณ์ปัญหา นักเรียนจะมีวิธีสนับสนุนส่งเสริม อนุรักษ์ผ้าไทยและงานด้านศิลปหัตถกรรม ของไทยให้เป็นที่รู้จักทั่วโลกอย่างไร โดยระบุวิธีการในตาราง ภารกิจ 2

ภารกิจที่ 2	
ระบุวิธีการ	
.....
.....
.....

ภาพ 50 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงความคิดที่ หลากหลาย อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ

เมื่อทำการพิจารณาระดับของการสร้างความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนรายบุคคลนักเรียน สามารถแสดงการสร้างความคิดสร้างสรรค์ในแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ภายใต้ ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 24 คน คิดเป็น ร้อย ละ 80.00 ซึ่งมากกว่าวงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 1 วงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 2 และวงจรถอบปฏิบัติภารกิจที่ 3 ด้านการสร้าง ความคิดสร้างสรรค์ ดังตัวอย่างการทำแบบทดสอบของนักเรียน ดังภาพ 51



ภาพ 51 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงความคิดสร้างสรรค์
อยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ

เมื่อทำการพิจารณาระดับของการประเมินและปรับปรุงความคิดของนักเรียนรายบุคคล นักเรียนสามารถแสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดในแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน ภายใต้ได้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ และมีความสอดคล้องควบคู่กันไปตลอด โดยในลักษณะ ที่ 1 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 และลักษณะที่ 2 อยู่ในระดับ 3 มีจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 66.67 ซึ่งมากกว่าวงจรกิจุบัติการที่ 1 วงจรกิจุบัติการที่ 2 และวงจรกิจุบัติการที่ 3 ด้านการประเมินและปรับปรุงความคิด

ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง	
คำชี้แจง : ให้นักเรียนพิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้ พร้อมทั้งวางแผน ออกแบบจำลอง และสร้างความรู้ใหม่ในการแก้ปัญหาบนพื้นฐานความรู้และประสบการณ์อื่น ๆ	
องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด	
ภารกิจ 5 : “ช่วยคุณครูเลือกของฝาก”	
“ในวันเทศกาลวันสงกรานต์ คุณครูสมหญิงจะเดินทางกลับภูมิลำเนาของตนเอง เพื่อไปรดน้ำดำหัวผู้ใหญ่ เพื่อเป็นสิริมงคลแก่ชีวิต และทุกๆครั้ง คุณครูสมหญิงจะนำของขวัญมอบให้ผู้ใหญ่เสมอ และในปีที่คุณครูสมหญิงอยากได้ของขวัญที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนบ้านน้ำอ่าง เพื่อไปมอบให้ผู้ใหญ่ในวันสงกรานต์ แต่ยังไม่สามารถหาของขวัญที่พอใจได้เลย” จากสถานการณ์ ให้นักเรียนเลือกสายผ้าใน “ภารกิจที่ 3” มา 1 แบบ เพื่อสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ ให้คุณครูสมหญิงเพื่อนำไปมอบให้กับญาติผู้ใหญ่ นักเรียนจะเลือกแบบใด	
ภารกิจที่ 5	
เลือกสายผ้า	
เลือกสายผ้าแบบที่.....?.....	
แนวทางในการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน เป็นผลิตภัณฑ์ใดเพื่อมอบให้คุณครูสมหญิง	
แกว่น้ำ.....สายผ้า ทช.....เพ็ชร์แก้วน้ำ เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ของตัว นล น้ำอ่าง.....	
เพราะให้ เห็น จุดเด่น ของแก้วน้ำ.....	
.....	
.....	
.....	
เพราะอะไร นักเรียนจึงสร้างเป็นผลิตภัณฑ์ชิ้นนี้	
เพื่อ อวดกัน สวยงาม และ ผ้าทอ น้ำอ่าง.....ในคนที่ใครจะได้เห็น ว่าความ	
สวยก็ประณีต ได้หลายอย่าง.....	
.....	
.....	

ภาพ 52 ตัวอย่างการทำแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนที่แสดงการประเมินและปรับปรุงความคิดอยู่ในระดับ 3 ทั้งสองลักษณะ

จากแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า เมื่อนักเรียนผ่านการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ครบทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ และมีการทดสอบนักเรียนเป็นรายบุคคล นักเรียนมีผลการพัฒนาของทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างชัดเจนมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์มากขึ้นตามลำดับ

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่าง ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ STEAM EDUCATION และเพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามลักษณะของวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนหลังจากดำเนินการวิจัยผู้วิจัยสามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะไว้ดังนี้

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

1. การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

การจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการทางคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ตามแนวสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2558) โดยได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้ 1) ขั้นการระบุปัญหา (Identify a challenge) 2) ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) 4) ขั้นการทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) 5) ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) หลังจากที่ถูกวิจัยได้นำการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ตามสภาพจริง จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ สามารถสรุปและอภิปรายผลการวิจัยในแต่ละขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา (Identify a challenge) ขั้นตอนนี้ครูกำหนดสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับผ้าทอน้ำอ่าง เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาที่พบเจอ นำไปสู่การใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ในการพัฒนาและการออกแบบลายผ้าทอใหม่ ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติสร้างเป็นลายในรูปแบบที่นักเรียนสนใจ ผสมผสานกับลายเดิมตามวิถีไทยวนของชุมชนบ้านน้ำอ่าง จากกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวมานี้ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามเป้าหมาย ฝึกให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ปัญหา แก้ปัญหาร่วมกัน ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในปัญหานั้นอย่างชัดเจน รวมทั้งช่วยให้ผู้เรียนเกิดความใฝ่รู้ในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kim and Park (2012, p. 693-698) กล่าวว่า การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างคณิตศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิง

วิชาการกับศิลปศาสตร์ที่เน้นความคิดเชิงสร้างสรรค์ร่วมกันอย่างลงตัว ทำให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดได้อย่างมีเหตุผล เกิดความคงทนในการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) เมื่อครูให้สถานการณ์ ปัญหาให้นักเรียนแล้ว นักเรียนจะต้องรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับรูปเรขาคณิตและลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง มาวิเคราะห์และสังเคราะห์เพื่อพิจารณาหาแนวทางที่เหมาะสมและประเมินความเป็นไปได้ ข้อดีและข้อเสียเพื่อเลือกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Pogern (2017, p. 2-4) ได้กล่าวว่า การใช้สตรึมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเริ่มต้นด้วยการนำเสนอประเด็นให้นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาในสังคมเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดทำความเข้าใจปัญหา และการศึกษาหาวิธีการแก้ปัญหา รวมทั้งการมีส่วนร่วมให้เกิด การอยากค้นหามาไปสู่การสร้างสรรค์และแนวทางในการแก้ไขปัญหา

ขั้นที่ 3 ออกแบบ วางแผน และพัฒนา (Plan and Develop) ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้ดำเนินการออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวาดแบบร่าง และการออกแบบชิ้นงาน กำหนดเป้าหมายและระยะเวลาดำเนินการให้ชัดเจน สิ่งที่สำคัญคือนักเรียนจะต้องรู้ว่าตนเองจะต้องทำอะไรก่อน อย่างเป็นลำดับขั้นตอน เพื่อแสดงทักษะความคิดสร้างสรรค์วิธีการในการแก้ปัญหาและจะทราบว่านักเรียนใช้ความรู้คณิตศาสตร์พัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ในขั้นตอนใด พร้อมทั้งทดสอบแนวคิดที่จะใช้ในการแก้ปัญหาสอดคล้องกับ Santipaiboon (2018, pp. 71-73) ที่กล่าวว่า การสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการสร้างชิ้นงานที่มีความแปลกใหม่ แตกต่างไปจากเดิมโดยใช้จินตนาการ ความรู้ต่าง ๆ เพื่อสร้างงานที่เป็นประโยชน์ มีจุดมุ่งหมายเป็นสิ่งที่ดีงาม อีกทั้งยังพบว่านักเรียนสามารถเชื่อมโยงออกแบบลายผ้าทอโดยใช้รูปเรขาคณิตสามมิติ กับความรู้เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ สะเต็มศึกษา สามารถอธิบายกระบวนการ ขั้นตอน และสามารถแก้ปัญหาในการสร้างลายผ้าทอได้ ตลอดจนเกิดความประทับใจภาคภูมิใจในความสำเร็จของการทำกิจกรรม

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล (Test and Evaluate) เป็นขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันประเมินคำตอบที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ นั้น มีความถูกต้องและเชื่อมโยงกันหรือไม่ จากนั้นดำเนินการทำกิจกรรมซ้ำอีกครั้งหนึ่งในรูปแบบที่ใกล้เคียงกัน เพื่อทดสอบความรู้ ความเข้าใจ และฝึกให้นักเรียนมีทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์อย่างรอบด้านในการแก้ปัญหาเพิ่มมากขึ้น ก่อนนำออกไปเผยแพร่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิทธิชัย พานิชย์วิไล (2564) กล่าวว่า การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไขในแต่ละประเด็นของชิ้นงานให้มีความชัดเจน จะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการประเมินและปรับปรุงความคิดให้มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution) ขั้นตอนนี้จะเป็นการนำ ข้อมูลที่ได้จากใบกิจกรรม ได้แก่ แบบร่าง ชี้นงาน มาเฉลยและอภิปรายร่วมกันว่า สิ่งที่นักเรียน เชื่อมโยงได้ถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ พสธร วงศ์ซารี (2562) ที่กล่าวถึงการประเมิน เพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ที่ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนเห็นถึงความสำคัญของการประเมินตนเอง เพื่อนำไป พัฒนาและปรับปรุงพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง

เงื่อนไขความสำเร็จ

1. ครูผู้สอนศึกษาประวัติความเป็นมาของ ผ้าทอน้ำอ่าง และ ลายผ้าทอโบราณ เพื่อ เป็นการเตรียมการสอน และติดต่อปราชญ์ชาวบ้านเป็นผู้ให้ความรู้แก่นักเรียน
2. ครูผู้สอนทบทวนความรู้เรื่องรูปเรขาคณิต เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียนว่ามี ความรู้เรื่องรูปเรขาคณิตมากน้อยเพียงใด หากมีเนื้อหาส่วนใดที่นักเรียนไม่เข้าใจ ครูผู้สอนอธิบาย เพิ่มเติมให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ เพื่อมิให้เป็นอุปสรรคในการเรียนเรื่องถัดไป
3. ครูผู้สอนชี้ให้นักเรียนเห็นความสำคัญของรูปเรขาคณิต ที่ปรากฏบนลายผ้าทอ โบราณของน้ำอ่าง ในการสร้างมูลค่า สร้างราคาและสร้างอาชีพให้กับชาวบ้านในชุมชน ให้กับผ้าทอ น้ำอ่างที่มีความเป็นมาตั้งแต่ยาวนาน จนถึงปัจจุบัน
4. จากกิจกรรมถอดรหัสผ้าทอโบราณพบว่านักเรียนไม่สามารถถอดรหัสหรือแกะ ผ้า ทอได้ครูผู้สอนควรแกะลายผ้าทอโบราณ เป็นแบบอย่างให้กับนักเรียนทั้งหมด 9 ลาย จากนั้นให้ ผู้เรียนทำกิจกรรมถอดรหัสลายผ้าในตำนาน โดยดูลายผ้าทอต่าง ๆ จากลาย ที่ครูผู้สอน
5. ครูให้เทคนิคการออกแบบลายผ้าโดยใช้รูปเรขาคณิต ให้นักเรียนเริ่มจากวาดสิ่งที่ นักเรียนชอบเพื่อเป็นกรอบในการใส่รูปเรขาคณิต จากนั้นนำวาดรูปเรขาคณิตใส่ในรูปตามความคิด สร้างสรรค์ของนักเรียน
6. การสร้างโมเดลลายผ้าครูผู้สอนจำเป็นต้องสอนความรู้ให้กับนักเรียนก่อน เรื่อง การ แกะ ลายลงบนแผ่นใส โดยใช้ทองคำเปลวและกระดาษฟอเรียก่อนที่จะลงมือปฏิบัติจริง
7. ครูผู้สอนให้นักเรียนดูคลิปวิดีโอการระบายสีภาพสองมิติให้เป็นภาพสามมิติเพื่อเป็น การฝึกก่อนที่จะลงมือปฏิบัติในการสร้าง ลายผ้าทอสามมิติของนักเรียน
8. ในกิจกรรมการออกแบบลายผ้าทอ ครูผู้สอนเตรียม ลายผ้าทอโบราณทั้ง 9 ลาย และ ลายผ้าทอที่นักเรียน แต่ละกลุ่มออกแบบโดยใช้รูปเรขาคณิตเป็นส่วนประกอบ ใส่ในกระดาษ สติกเกอร์เพื่อเป็นการช่วยให้นักเรียนทำกิจกรรมไว้นั้นกว่าการวาดเองในการสร้างโมเดล กล่องบรรจุ ภัณฑ์ต่าง ๆ และแพคเกจจิ้ง
9. ครูผู้สอนให้นักเรียนเลือกแบบ รูปคลี่ของรูปเรขาคณิต ในการสร้าง กล่องบรรจุภัณฑ์ ต่าง ๆ และแพคเกจจิ้ง ให้ครูจากนั้นครูผู้สอนนำไปปรีนเป็นแบบให้กับผู้เรียนใช้สำหรับสร้างชิ้นงาน ต่อไป

10. การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION ครูคือบุคคลสำคัญที่จะนำนักเรียน ประสบผลสำเร็จในการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ครูผู้สอนต้อง สร้างสิ่งแวดล้อมและบรรยากาศการเรียนรู้ให้นักเรียนเกิดความคุ้นเคยกับวิธีการคิดแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอน ส่งเสริมนักเรียนให้เป็นนักคิด นักแก้ปัญหา มีเหตุมีผล เพื่อให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จาก ประสบการณ์ต่าง ๆ นำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

2. เมื่อใช้การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION แล้วนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 6 สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิต ได้หรือไม่อย่างไร

เมื่อพิจารณาระดับความก้าวหน้าของความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ ตามแนวคิดของ OECD (2019) ได้แก่ 1) การสร้างความคิดที่หลากหลาย 2) การ สร้างความคิดสร้างสรรค์ และ 3) การประเมินและปรับปรุงความคิด โดยแต่ละองค์ประกอบพิจารณา ภายใต้อัตลักษณ์สำคัญ 2 ลักษณะได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ สามารถสรุปและอภิปราย ผลการวิจัยในภาพรวมและในแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

ในภาพรวม พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในแต่ละ องค์ประกอบ ได้แก่ การสร้างความคิดที่หลากหลาย การสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมิน และปรับปรุงความคิดได้ดีตามลำดับ เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบ จากวงจรปฏิบัติการที่ 1 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 และแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนาการความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ในองค์ประกอบของการสร้างความคิด ที่ **หลากหลายได้ดีที่สุด** รองลงมาคือการสร้างความคิดสร้างสรรค์ และการประเมินและปรับปรุง ความคิด ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดที่หลากหลาย พบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงการ สร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้อัตลักษณ์สำคัญ 2 ลักษณะ ที่ควบคู่กันไป อยู่ในระดับ 2 และ 3 ซึ่ง อยู่ในพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยเริ่มจากจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 และสอดคล้อง กับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาการสร้างความคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดงการ สร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้อัตลักษณ์สำคัญ 2 ลักษณะ ที่ควบคู่กันไป อยู่ในระดับ 2 และ 3 ซึ่งอยู่ ในพัฒนาการที่ดีขึ้น โดยเริ่มจากจากวงจรปฏิบัติการที่ 2 จนถึงวงจรปฏิบัติการที่ 3 และ สอดคล้อง กับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

เมื่อพิจารณาการประเมินและปรับปรุงความคิด พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่สามารถแสดง การประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้อัตลักษณ์สำคัญ 2 ลักษณะ ที่ควบคู่กันไป อยู่ในระดับ 3

จาก วงจรปฏิบัติการที่ 3 และสอดคล้องกับแบบทดสอบความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกิดการพัฒนาการที่เพิ่มขึ้น

องค์ประกอบที่ 1 การสร้างความคิดที่หลากหลาย ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถเขียนอธิบายแนวคิด หรือตีความหมายข้อมูลที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต และสร้างลวดลายต่าง ๆ โดยใช้รูปเรขาคณิตผสมผสานกับลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง จังหวัดอุดรธานีได้อย่างหลากหลายแตกต่างกัน และการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ที่ต้องพิจารณาถึงองค์ประกอบของเครื่องมือ หรือวิธีการเพื่อที่จะให้บรรลุผลสำเร็จ และใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาที่มีอยู่หรือปัญหาที่นักเรียนสร้างขึ้นจากสมมุติฐานหรือแนวคิดที่ได้จากการสังเกตและตรวจสอบทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปเรขาคณิตได้อย่างหลากหลาย โดยมีชิ้นงานที่หลากหลายแตกต่างกัน อยู่ในระดับ 2 และ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และอยู่ในระดับ 2 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และอยู่ในระดับ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 และมีความสอดคล้องกับการทดสอบ ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เนื่องจากครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้และประสบการณ์เดิมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและองค์ประกอบของลายผ้าทอบ้านน้ำอ่าง จากการตรวจสอบความรู้เดิมในกิจกรรมก่อนหน้า และช่วยให้เกิดความเข้าใจในการปฏิบัติกิจกรรมจากคำชี้แจง และส่งเสริมความร่วมมือและแบ่งหน้าที่กันทำงาน โดยครูผู้สอนจัดสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวันของนักเรียน คือสถานการณ์เกี่ยวกับผ้าทอบ้านน้ำอ่างซึ่งเป็นอาชีพหลักของคนในชุมชน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปฐมพร เพียรราช (2564) ที่กล่าวว่าครูผู้สอนควรเลือกสถานการณ์ที่มีแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลาย และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับชีวิตประจำวันของนักเรียน ครูผู้สอนควรยกตัวอย่างเพิ่มเติมที่หลากหลายและใกล้เคียงกับแนวทางการแสดงความสัมพันธ์ ในการนำรูปเรขาคณิตมาใช้ในการออกแบบลายผ้า เพื่อเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนได้กล้าแสดงออก กล้าคิด และใช้จินตนาการของนักเรียนได้อย่างเต็มศักยภาพและสร้างสรรค์มากที่สุด สุภัก โอหา พิริยกุล (2562) กล่าวถึง บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ STEAM EDUCATION จึงมีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อให้ผู้เรียนรักและเห็นคุณค่าของการเรียนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ครูต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้

องค์ประกอบที่ 2 การสร้างความคิดสร้างสรรค์ ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถออกแบบหรือร่างแบบในลักษณะของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตและสร้างภาพ ชิ้นงาน หรือแบบจำลองโดยสื่อเกี่ยวกับเรื่องรูปเรขาคณิตและบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่าง ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ

และการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง โดยคำนึงถึงกลยุทธ์ที่ถูกนำไปใช้ส่งผลให้เกิดคุณค่าที่เกิดประโยชน์ต่อตนเองหรือสังคม และใช้วิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรมเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการแก้ปัญหานั้น ๆ ได้อย่างแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับ 2 และ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และอยู่ในระดับ 2 และ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และอยู่ในระดับ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 และมีความสอดคล้องกับการทดสอบ ซึ่งเป็นพัฒนาการที่ดีขึ้น เนื่องจากครูส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้การปฏิบัติกิจกรรมมากขึ้น ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ทำให้นักเรียนคุ้นเคยกับภารกิจหรือขั้นตอนในการสร้างและออกแบบชิ้นงานโดยใช้รูปเรขาคณิต ซึ่งนักเรียนจะต้องร่วมมือกันในการแก้ปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริง ผ่านการแสดงความคิดเห็น การอภิปราย และทำการระดมความคิดเพื่อหามติของกลุ่ม จากแบบร่างในภารกิจต่าง ๆ ที่ต้องเลือกเพียง 1 ชิ้นในการสร้างโมเดลตามภารกิจ และนำประสบการณ์เดิมที่ถูกต้องมาสังเคราะห์และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ในรูปแบบของวิธีการแก้ปัญหาเชิงวิศวกรรม เพื่อเผชิญกับปัญหาสถานการณ์ในชีวิตจริงทางสังคมและวิทยาศาสตร์ โดยคำนึงถึง กลยุทธ์ที่จะนำไปสร้างชิ้นงานให้เกิดความคุ้มค่าและประโยชน์ มีความแปลกใหม่และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Dayton (2016) กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาไม่ได้เป็นเพียงวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มันเป็นเรื่องของความคิดสร้างสรรค์ จินตนาการและนวัตกรรม การที่จะให้ลูกหลานของเรามีทักษะทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่พวกเขาต้องการที่จะแข่งขัน ในบริบทของโลกใหม่ที่เรายังควรส่งเสริมความสามารถในการคิดอย่างสร้างสรรค์ที่มาจากการศึกษาศิลปะที่มีความหมาย และ ยังกล่าวอีกว่า ศิลปะจะเป็นสิ่งที่ส่งเสริมให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนการสอน

องค์ประกอบที่ 3 การประเมินและปรับปรุงความคิด ภายใต้ลักษณะสำคัญ 2 ลักษณะ ได้แก่ 1) การแสดงออกอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียนและสร้างภาพ และ 2) การสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสรุปได้ว่า นักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนอธิบายแนวคิดในบางส่วนของชิ้นงานเชิงศิลปะเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต โดยที่ยังคงรักษาองค์ประกอบสำคัญและแรงบันดาลใจที่มีอยู่เดิม และปรับปรุงภาพหรือแบบจำลอง โดยยังสื่อถึงภาพรวมในส่วนสำคัญทุกส่วนเกี่ยวกับรูปเรขาคณิต ที่มีอยู่เดิมและสอดคล้องกับบริบท ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และการสร้างความรู้ควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคม และวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงวิธีการหรือกลยุทธ์ในการแก้ปัญหา ให้มีความคุ้มค่าและเกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคมยิ่งขึ้น และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแนวคิดวิธีการแก้ปัญหาที่ได้จากการทดลองหรือการตรวจสอบโดยคำตอบถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ อยู่ในระดับ 2 และ 1 ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 และอยู่ในระดับ 2 และ 3 ในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และอยู่ในระดับ 3 วงจรปฏิบัติการที่ 3 และมีความสอดคล้องกับการทดสอบ เนื่องจากครูส่งเสริมให้นักเรียนได้วิเคราะห์สถานการณ์ปัญหา เพื่อหา

แนวการแก้ไขปรับปรุงปัญหา โดยใช้การวางแผนด้วยกระบวนการทางวิศวกรรมโดยนำความรู้ที่มีอยู่เดิม และศึกษาเพิ่มเพื่อนำมาใช้ในการสร้างนวัตกรรมในการแก้ไขปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Isabel Vale (2022) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาโดยใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมผ่านการจัดการเรียนรู้ของ Steam โดยเริ่มต้นจากสถานการณ์ปัญหา จะส่งผลให้ผู้เรียนให้สามารถระดมแนวคิดจากสาขาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจน อีกทั้งจากกิจกรรมกลุ่มที่นักเรียนต้องร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่นเพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางานให้ดีขึ้นกว่าเดิม สอดคล้องกับ งานวิจัยของ สิทธิชัย พานิชย์วิไล (2564) กล่าวว่า การปรับปรุงแก้ไขในแต่ละประเด็นของชิ้นงานให้มีความชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ในองค์ประกอบของการประเมินและปรับปรุงความคิดให้มีพัฒนาการที่เพิ่มขึ้นได้รวมถึงให้นักเรียนทำการประเมินและสะท้อนผลงาน ให้คะแนนชิ้นงานร่วมกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเริ่มต้นการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนเพราะจะทำให้ นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้อยากเห็น จากการเปิดคลิปวิดีโอจาก YouTube เกี่ยวกับการสร้างมูลค่าให้กับผ้าทอน้ำอ่าง ในการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบของทักษะทางคณิตศาสตร์ในด้านอื่น ๆ เพิ่มมากขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ครูควรควรมีการแบ่งกลุ่มนักเรียนโดยการลดระดับความสามารถของนักเรียนในด้านทักษะการคิดขั้นสูง การนำเสนอ และการทำงานเป็นทีม เป็นต้นเพื่อให้นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้ รวมถึงครูควรกระตุ้นให้นักเรียนมีความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม เพื่อให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่มและภายในชั้นเรียน

1.3 ขั้นตอนการออกแบบเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่จะนำไปสู่การสร้างชิ้นงานที่สร้างสรรค์ได้ ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญ หาสื่อการสอนที่แปลกใหม่ แตกต่าง เพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียน และกระตุ้นให้เกิดจินตนาการในการออกแบบให้แตกต่างกันและสร้างสรรค์งานที่ดีขึ้น

1.4 การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในการวิจัยนี้ใช้การทำกิจกรรมกลุ่ม ครูควรอธิบายให้นักเรียนทราบถึงบทบาทหน้าที่ของแต่ละบุคคลในการทำงานร่วมกัน เพื่อให้เกิดความรับผิดชอบ ความสามัคคี ร่วมมือกันในการทำกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมาย

1.5 ในบางขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ นักเรียนอาจใช้ระยะเวลาไปบ้าง ในชั้น การออกแบบ วางแผน และพัฒนา เนื่องจากนักเรียนต้องใช้เวลาในการวางแผนและออกแบบชิ้นงาน ดังนั้น ผู้สอนควรควบคุมระยะเวลาในการเรียนรู้ให้เหมาะสม

1.6 การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนต้องเริ่มต้นการจัดการจัดกิจกรรมเรียนรู้ โดยใช้สถานการณ์ที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียน เพราะจะทำให้ นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้ เกิดความอยากรู้อยากเห็น เช่น การเปิดคลิปวิดีโอจาก YouTube เกี่ยวกับการสร้างมูลค่าให้กับผ้าทอน้ำอ่าง ในการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นถึงแนวทางการสืบค้นข้อมูล การนำเสนอข้อมูล เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดองค์ประกอบของทักษะทางกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปะ และวิศวกรรม เพื่อประกอบการหาแนวทางในการ ออกแบบ วาดแบบร่าง การเลือกอุปกรณ์ วิธีการสร้างและปรับปรุงชิ้นงานตามสถานการณ์ที่นักเรียน พบเจอ

1.7 ประเด็นที่สำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ของรูปเรขาคณิตใน ลายผ้าทอน้ำอ่าง คือ ปราชญ์ชาวบ้าน เนื่องจากปราชญ์ชาวบ้าน คือผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับลายผ้าทอ เพราะเป็นพื้นฐานสำคัญของการออกแบบลาย ส่วนประกอบของลาย และเอกลักษณ์ของลายผ้าทอที่ แตกต่างกัน ดังนั้น ครูควรคาดการณ์แนวทางหรือคำตอบ หรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้และ นำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการออกแบบลายผ้าได้

1.8 กิจกรรมการออกแบบชิ้นงานต่าง ๆ ครูผู้สอนสามารถนำโปรแกรมประยุกต์อื่น ๆ มาใช้ในการออกแบบได้ เช่น โปรแกรม Geometer's Sketchpad, JK-Weave, Arahpaint for windows เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเพื่อศึกษาผลที่เกิดจากการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษากับ กระบวนการพัฒนานักเรียนด้านอื่น ๆ แทนการพัฒนาการสร้างสรรค์ผลงาน เช่น การจัดการเรียน ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนากระบวนการแก้ปัญหา, การจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมการทำงานเป็นทีม

2.2 ควรมีการศึกษาขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ในการ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ที่ช่วยสนับสนุนการสร้างทักษะที่สำคัญในศตวรรษที่ 21 เพื่อเป็นการเตรียมนักเรียนให้มีทักษะด้านความร่วมมือ การประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม และการเป็นผู้ประกอบการ

บรรณานุกรม



บรรณานุกรม

- กมลทิพย์ สมบัติธีระ, เกื้อจิตต์ ฉิมทิม, และเจียมศักดิ์ ตริศิริรัตน์. (2556). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามขั้นตอนของ van Hiele โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ช่วยในการเรียนรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 7(1), 16-25.
- กรมวิชาการ. (2544). *หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- กองแก้ว คำภีบาล, และอุดม จำรัสพันธ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร*, 18(80), 135-144.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2556). *การคิดเชิงสร้างสรรค์*. กรุงเทพฯ: ซีคเซส มีเดีย.
- กันตารณณ์ ช้อยย่า. (2560). *ชุดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนโดยใช้คำถามปลายเปิดเพื่อความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชลบุรีราชดาภิเษกจังหวัดจันทบุรี (วิทยานิพนธ์ปรัชญามหาบัณฑิต)*.ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- กัลยรัตน์ แก้วแสนสาย, และสิรินภา กิจเกื้อกุล. (2564). การพัฒนาแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยใช้บริบทเป็นฐาน เรื่อง ความน่าจะเป็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 16(1), 42-51.
- จำรีพร ผลมูล. (2558). การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้บูรณาการแบบ STEAM สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร*, 3(2), 1-13.
- ชววรรณ แปงการिया, และวนินทร พูนไพบูลย์พัฒน์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดเชิงคำนวณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(1), 116-130.
- ชิดชนก บุญเดช, และวนินทร พูนไพบูลย์พัฒน์. (2564). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎี Social constructivism ร่วมกับ Google SketchUp ที่ส่งเสริมความสามารถด้านการนิภาพทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 20(2), 33-44.

- ดาวรุ่ง อยู่ยั้งยืน, และสถาพร ชันโต. (2556). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทยของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 7(1), 34-44.
- นภัสสร แก้วมีชัย และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2564). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นการปฏิบัติโดยใช้งานทางคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาการคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วนและจำนวนคละของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 36(2), 180-190.
- นฤเบศร์ เจริญศรี, และสมทรง สิทธิ. (2564). การพัฒนาทักษะการอ่านเชิงวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบซิปปา (CIPPA model) ร่วมกับเทคนิค หมวก 6 ใบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1. *Journal of Roi Kaensarn Academi*, 6(6), 169-188.
- นาดยา ปานโพธิจาน. (2563). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมศิลปะสร้างสรรค์ เพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางด้านความคิดสร้างสรรค์ สำหรับเด็กชั้นอนุบาลปีที่ 3. *วารสารเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 3(8), 107-116.
- นุชิตา ตันหา, และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2565). ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*, 17(1), 1-9.
- นันทวัน ภูผิว และสิรินภา กิจเกื้อกูล. (2564). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แหล่งเรียนรู้เป็นฐานเพื่อพัฒนาทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่อง สถิติ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 15(1), 78-89.
- ปราณี ถิ่นเวียงทอง, ไพโรจน์ เต็มเตชาติพงศ์, และโชคชัย ยืนยง. (2564). การสังเคราะห์ขั้นตอนการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม*, 11(3), 319-332.
- ผลการประเมิน PISA 2018: นักเรียนไทยวัย 15 ปี รู้และทำอะไรได้บ้าง. (2562). *PISA THAILAND สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 48(2), 1-4.
- พงศกร วังศิลา. (2561). การวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ในเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

- พงศกร วังศิลา, จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม, และวรินทร์ พูนไพบูลย์พิพัฒน์. (2563). การศึกษาการใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(3), 150-163.
- พรทิพย์ ศิริภัทรำชัย. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสาร Executive Journal*, 33(2), 49-56.
- พรสวรรค์ วงศ์ตาธรรม. (2558). การคิดแก้ปัญหาเชิงสร้างสรรค์: ทักษะการคิดในศตวรรษที่ 21. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น (EDKKUJ)*, 38(2), 111-121.
- พูนเพิ่ม เสรีวิชัยสวัสดิ์, และเกิดศิริ เจริญวิศาล. (2562). การยอมรับและการใช้เทคโนโลยี: บทบาทสำคัญต่อพฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ของบุคลากรในอุตสาหกรรมไมซ์ของประเทศไทย. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*, 13(3), 505-519.
- พูนเพิ่ม เสรีวิชัยสวัสดิ์. (2561). พฤติกรรมเชิงสร้างสรรค์ของบุคลากรที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมไมซ์ของประเทศไทย (Creative behavior of staff which is critical to Thailand's MICE industry). *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 38(1), 233-259.
- เพียงหทัย ยาวีราช, สิริินภา กิจเกื้อกุล, และมลิวรรณ นาคขุนทด. (2563). การพัฒนาการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทฤษฎีโซเซียลคอนสตรัคติวิสต์กับการบูรณาการเทคโนโลยีที่ส่งเสริมทักษะการสื่อสารเพื่อความร่วมมือในบริบท เรื่อง ประชากรของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 22(1), 162-174.
- วนิดา หอมจันทร์, และสุชาติ หอมจันทร์. (2563). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยพื้นฐานการบวกลบคูณหารคณิตศาสตร์. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 39(4), 82-93.
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อส่งเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. *วารสารครุศาสตร์*, 45(1), 320-334.
- วิสูตร โพธิ์เงิน, เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ, มาเรียม นิลพันธุ์, และอนิรุทธ์ สติมัน. (2564). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 11(1), 118-131.
- ศรียรรณ ฉัตรสุริยวงศ์. (2559). การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามุ่งเน้นกาท้องถิ่น. *วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 13(2), 132-144.

- ศิริวรรณ ฉัตรมณีรุ่งเจริญ. (2564). การพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานส่งเสริมความรู้ด้านเทคโนโลยีของครูพี่เลี้ยงวิทยาศาสตร์. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร*, 23(4), 369-380.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *คู่มือเครือข่ายสะเต็มศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2565). *ทำความเข้าใจ PISA 2022 กับการประเมินความฉลาดรู้ด้านคณิตศาสตร์*. สืบค้น 21 พฤศจิกายน 2565, จาก <https://pisathailand.ipst.ac.th>
- สิรินภา กิจเกื้อกุล. (2557). *การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับศตวรรษที่ 21*. เพชรบูรณ์: จุลติศการพิมพ์.
- สุธิดา การิมี่. (2560). การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อส่งเสริมสร้างสรรค์และทักษะการแก้ปัญหา. *วารสารวิชาการสาขาเทคโนโลยี สสวท.* 46(209), 23-27.
- สุภัค โอพาพิริยกุล. (2562). STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 9(1), 1-16.
- สุนารี ศรีบุญ. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*, 47(1), 526-543.
- สุประวีณ์ สังข์ทอง, และมนตรี วงษ์สะพาน. (2563). การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดฝึกทักษะการคิดแก้ปัญหาแบบร่วมมือ เรื่อง ความน่าจะเป็น. *วารสารมหาจุฬานาครทรรคน์*, 7(9), 221-235.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานกระทรวงศึกษาธิการ. (2555). *แนวทางการจัดทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นสมรรถนะทางสาขาวิชาชีพ*. สืบค้น 28 สิงหาคม 2565. จาก <https://secondary.obec.go.th>
- Annual report 2018 the Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST)*. (2018). Bangkok: success publication. [in Thai] Daryanto, P. (2022). *Augmented Reality Media Development in STEAM Learning in Elementary Schools*. Retrieved November 2, 2021, from. <http://iieta.org/journals/isi>.

- Dayton, E. (2016). Exploring STEAM: Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics. Project was fund by Sierra Collage CTE Community Collaborative “Sierra STEM” and the California Community College Chancellor’s office. Retrieved June 5, 2023, from <https://www.yumpu.com/en/document/view/37252724/pre-build-instructions-and-safety-presentation-sierra-school-works>.
- Guilford, J. (1956) The Structure of Intellect. *Psychological Bulletin*, 53(1), 267-293.
- Guilford, J. (1967). Creativity: Yesterday, Today and Tomorrow. *Journal of Creativity Behavior*. Retrieved November 15, 2022, from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/j.2162-6057.1967.tb00002>
- Hyunshik, J. (2022). *This is a self-archived version of an original article. This version may differ from the original in pagination and typographic details*. Retrieved November 15, 2022, from <http://rightsstatements.org/page/InC/1.0/?language=en>
- Kim, Y., & Park, N. (2012). Development and application of STEAM teaching model based on the Rube Gddbery is invention. *Computer Science and Its Applications Lecture Notes in Electrical Engineering*, 203(1), 693-698.
- Isabel, V. (2022). *SOLVING PROBLEMS USING THE ENGINEERING DESIGN PROCESS THROUGH A STEAM PERSPECTIVE*. Retrieved November 15, 2022, from <https://www.researchgate.net/publication/362094660>
- Laycock. E. (1967). Comparative sensitivity of HBV NATs and HBsAg assays for detection of acute HBV infection. *Journal of AABB Transfusion*. Retrieved November 15, 2022, from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.15372995.2003.00424.x?fbclid=IwAR3W_RieZW8vczdDuqCdQL_a2_2zKIXt4RHltcPg_nKb7B_7Jsh1vxzu8wA
- Lee, Y. (2003). THE TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL: PAST, PRESENT, AND FUTURE. *Communications of the Association for Information Systems*, 12(50), 752-780.
- OECD. (2017). *Pisa 2015 Collaborative Problem-Solving Freamwork*. Paris: OECD.
- Paerat, P. (2023). *The development of learning implementation based on mathematical models in sufficiency economy context to enhance creativity*

- thinking in the topic of ratio proportion and percent of Grade 7* (Master thesis). Naresuan University, Faculty of Education. Retrieved November 15, 2022, from <http://www.edu.nu.ac.th/th/info/stdresearch>. [in Thai]
- Panichwilai, S. (2023). *Math labs based on social constructivist together with GeoGebra to enhance mathematical creativity thinking on circle of student in grade 9* (Master thesis). Naresuan University, Faculty of Education. Retrieved from <http://www.edu.nu.ac.th/th/info/stdresearch>. [in Thai]
- Pongern, W. (2017). *The Development of Instructional Model Base on STEAM to Enhance Technological Innovation Creativity Skills of Secondary Students* (Master thesis). Silpakorn University, Faculty of Education. Retrieved November 15, 2022, from <https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jrcd/article/view/246144/169179>. [in Thai]
- Yakman, G. (2008). *STEAM Education: an overview of creating a model of integrative Education*. Retrieved from <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT/PATT19/Yakmanfinal19>.
- Laycock, E. (1967). Comparative sensitivity of HBV NATs and HBsAg assays for detection of acute HBV infection. *Journal of AABB Transfusion*. Retrieved November 15, 2022, from https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.15372995.2003.00424.x?fbclid=IwAR3W_RieZW8vczdDuqCdQL_a2_2zKIXt4RHltpg_nKb7B_7Jsh1vxzu8wA
- Santipaiboon, J. (2018). *Learner's Development Activities by STEAM and Productivity Based learning to Enhance the Process Skills and Creative Ability in Third Grade Students*. (Master thesis) *Journal of Education Studies*. Retrieved June 5, 2023, from <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/EDUCU/article/view/148073/109007>. [in Thai]
- Wongcharee, P. (2018). *Implementation of STEAM Education in topic of forces movements to promote and innovation for grade 5 student* (Master thesis). Phitsanulok: Naresuan University. [in Thai]



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยนครพนม

ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย การค้นคว้าอิสระ เรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตในลายผ้าทอน้ำอ่างของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีรายชื่อผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์/คณิตศาสตร์ศึกษา

1.1 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ชำรงโสทธิสกุล

อาจารย์ประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา รุจิเมธากาส

อาจารย์ประจำภาควิชาการวัดและประเมินผล คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ จังหวัดอุตรดิตถ์

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียน ระดับประถมศึกษา

2.1 นางศิริกัญญา สุวรรณประภา

ตำแหน่ง ครู วิทย์ฐานะ ชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านในเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนาทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ
2. ใบกิจกรรม
3. แบบสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้
4. แบบทดสอบวัดความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์



ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM EDUCATION เพื่อพัฒนา
ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ค 16101) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 9

รูปเรขาคณิตสามมิติ เรื่อง ลายผ้าทอจากส่วนประกอบของรูปเรขาคณิตสามมิติ

ครูผู้สอน นางสาวสมหญิง เพ็ชรสุวรรณ

เวลา 5 ชั่วโมง

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

คณิตศาสตร์ : ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสามมิติ สมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสามมิติ และทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

ตัวชี้วัด : ค 2.2 ป.6/3 บอกลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดต่าง ๆ

วิทยาศาสตร์ : ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด : ว 4.1 ป.2/3 เปรียบเทียบสมบัติที่สังเกตได้ของวัสดุ เพื่อนำมาทำเป็นวัสดุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์และอธิบายการนำวัสดุที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่โดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์

เทคโนโลยี : ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริง อย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ตัวชี้วัด : ว 4.2 ป.6/3 ใช้อินเทอร์เน็ตในการค้นหาข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ

วิศวกรรม : ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด : ว 4.1 ม.1/2. ระบุปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันรวบรวม วิเคราะห์ข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา

ศิลปะ : ศ 1.2 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทัศนศิลป์ ประวัติศาสตร์ และวัฒนธรรม เห็นคุณค่างานทัศนศิลป์ที่เป็นมรดกทางวัฒนธรรม ภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทยและสากล

ตัวชี้วัด : ศ 1.2 ป.5/2 อภิปรายเกี่ยวกับงานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่น

2. สารสำคัญ

รูปเรขาคณิตสามมิติ เป็นรูปเรขาคณิตที่มีความกว้าง ความยาว หรือความสูง และมีความลึกหรือความหนา รูปเรขาคณิตสามมิติมีหลายชนิด เช่น ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

3.1 ด้านความรู้ (K)

3.1.1 นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

3.2 ด้านทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (P)

3.2.1 นักเรียนเขียนและบอกชนิดของรูปเรขาคณิตสามมิติได้

3.3 ด้านคุณลักษณะ(คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์) (A)

3.3.1 นักเรียนเห็นคุณค่าของการนำความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสามมิติและลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

4. จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

4.1 ด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย (Generate diverse ideas)

4.1.1 นักเรียนอธิบายการถอดรหัสรูปเรขาคณิตสองมิติในลายของผ้าทอได้ (ด้านการเขียนและสร้างภาพ)

4.1.2 นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการเขียนแบบร่างการออกแบบลายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างหลากหลาย (การแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์)

4.2 ด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์ (Generate creative ideas)

4.2.1 นักเรียนเขียนอธิบายรูปเรขาคณิตสองมิติที่พบในลายผ้าทอได้ (ด้านการเขียนและ สร้างภาพ)

4.2.2 นักเรียนเขียนแบบร่างการออกแบบลายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างสร้างสรรค์ (ด้านการเขียนและสร้างภาพ)

4.2.3 นักเรียนสร้างลายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างแปลกใหม่และและมีประสิทธิภาพ (การแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์)

4.2.4 นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ไขหรือปรับปรุงแบบร่างลายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างชัดเจน (การแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์)

4.3 การประเมินและปรับปรุงความคิด (Evaluate and improve ideas)

4.3.1 นักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนแบบร่างในการออกแบบสร้างลายผ้าทอที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้ (ด้านการเขียนและสร้างภาพ)

4.3.2 นักเรียนสามารถนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดได้ (การแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์)

5. สมรรถนะ

5.1 สมรรถนะการสื่อสาร (Communication: CM)

5.1.1 นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างลายผ้าทอได้

5.2 สมรรถนะการคิดขั้นสูง (Higher Order Thinking: HOT)

5.2.1 นักเรียนสร้างลายผ้าทอได้อย่างสร้างสรรค์

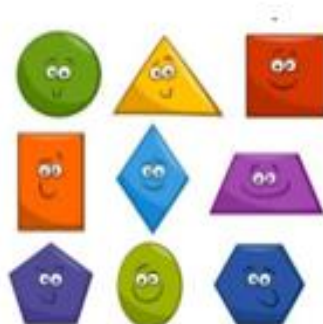
6. ตารางการเรียนรู้แกนกลาง

คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	เทคโนโลยี	วิศวกรรม	ศิลปะ
ปริซึม ทรงกลม ทรงกระบอก กรวย และพีระมิด	การนำวัสดุมาทำเป็นวัตถุในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ของวัสดุที่ใช้ แล้วอาจนำกลับมาใช้ใหม่ได้	การค้นหามีประสิทธิภาพ เป็น การค้นหาข้อมูลที่ได้ตรงตามความต้องการในเวลาที่เหมาะสม รวดเร็ว จากแหล่งข้อมูลที่ น่าเชื่อถือหลาย แหล่ง และข้อมูลมีความสอดคล้องกัน	ปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันพบได้จาก หลาย บริบทขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่ประสบ	งานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่น

7. กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นที่ 1 ชั้นระบุปัญหา (90 นาที)

1.1 ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยให้นักเรียนทบทวนความรู้เดิม เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ โดยพิจารณาบัตรภาพรูปเรขาคณิตสองมิติบนกระดาน แล้วร่วมกันบอกชื่อรูปเรขาคณิตสองมิติให้ถูกต้อง ดังตัวอย่าง



1.2 ครูให้สถานการณ์ในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องให้นักเรียนศึกษา “ร้อยเรื่องราวตำนานผ้าทอน้ำอ่าง... ปรากฏชาวบ้าน” ดังนี้

“บ้านน้ำอ่าง ชื่อตำบลหนึ่งของ อำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นตำบลที่เป็นชาติพันธุ์ ไทย-ยวน(ล้านนา) อพยพย้ายมาจากเมืองเชียงแสน มาตั้งถิ่นฐานที่ ตำบลน้ำอ่าง อำเภอตรอน จังหวัดอุดรธานี ในปัจจุบัน อายุได้ 240 ปี วิถีชีวิตตามแบบคนล้านนา มีภาษาพูด (คำเมือง) อักษรล้านนา วัฒนธรรม และศิลปะต่างๆ เป็นเอกลักษณ์ที่โดดเด่นของชาวไทย-ยวนบ้านน้ำอ่างคือ การทอผ้าขึ้นตีนจก ได้ถูกถ่ายทอดจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ผ้าขึ้นตีนจกบ้านน้ำอ่าง มีเอกลักษณ์ที่โดดเด่นเฉพาะตัว มีลวดลายที่แตกต่างและคงความเป็นบ้านน้ำอ่างได้เป็นอย่างดี จากนั้นครูนำเสนอสถานการณ์ที่เกี่ยวข้อง โดยให้นักเรียนดูวิดีโอ เรื่อง ผ้าขึ้นตีนจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จ.อุดรธานี จากสำนักข่าว Thai PBS



ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=cnk2YPxVW1c>

1.3 ครูตั้งคำถามจากการชมวิดีโอพร้อมเขียนคำตอบของนักเรียนบนกระดาน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดเชิงวิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนพบเจอ เช่น

- จุดเด่นของผ้าทอที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนบ้านน้ำอ่าง คืออะไร (ผ้าขึ้นตีนจก)
- ผ้าทอแต่ละผืนใช้ระยะเวลาในการทอเป็นอย่างไร (ใช้ระยะเวลาสั้น เกือบ 1 ปีต่อหนึ่งผืน)
- สิ่งของที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนนักเรียนที่มีรูปเรขาคณิตสองมิติเป็นส่วนประกอบหนึ่งในการผลิตชิ้นงานให้ชุมชนของนักเรียนมีรายได้ นักเรียนคิดถึงสิ่งใดบ้าง(ถุงย่าม, ผ้าทอ, ชะลอม)

- จากการชมวีดิทัศน์ นักเรียนชอบผ้าทอลายไหน เพราะอะไร (คำตอบมีหลากหลาย) และไม่ชอบผ้าทอลายไหน เพราะอะไร (ลายผ้าทอไม่มีความแปลกใหม่, สีผ้าทอไม่มีความเหมาะสมกัน)

- จากปัญหาดังกล่าว นักเรียนมีแนวทางการแก้ปัญหาอย่างไร (สร้างลายผ้าทอใหม่ ๆ แล้วนำมาผสมผสานกับลายผ้าทอโบราณของน้ำอ่าง และจัดเลือกสีของผ้าทอให้มีความเหมาะสมกัน)

1.4 ครูนำนักเรียนพบปราชญ์ชาวบ้าน คุณนงเยาว์ แสนบั้ง ณ ศูนย์รัฐวิสาหกิจชุมชน ตำบลน้ำอ่าง ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางผ้าทอขึ้นตีนจกของบ้านน้ำอ่าง เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับผ้าทอของชุมชนบ้านน้ำอ่าง ลายผ้าทอโบราณที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของชุมชน เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนา ออกแบบลายผ้าทอให้แก่ นักเรียน

1.5 จากนั้นครูให้นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม 9 กลุ่ม พร้อมทั้งให้นักเรียนทำกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน (แต่ละกลุ่มคละแบบกัน)” เพื่อทบทวนความรู้ เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติ และตรวจสอบสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้จากสถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนได้ศึกษาจากการชมวีดิทัศน์ และพบปราชญ์ชาวบ้าน

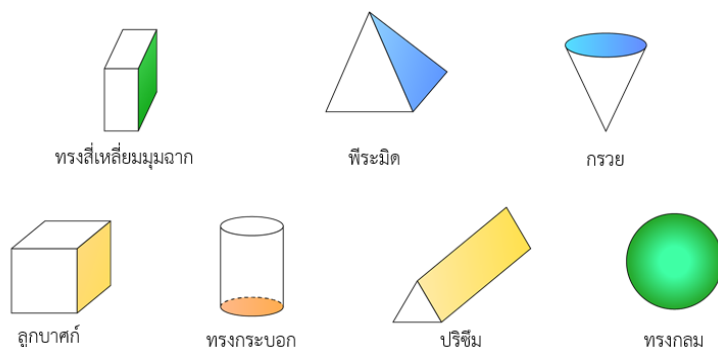
ขั้นที่ 2 ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (40 นาที)

2.1 จากการทำกิจกรรม ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน ครูใช้คำถามกระตุ้นความคิด เพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ร่วมกันภายในกลุ่ม เพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาและเชื่อมโยงความรู้เดิมของนักเรียนให้เกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังนี้ **คำถามที่ 1** : ผ้าขึ้นตีนจกโบราณของบ้านน้ำอ่างมีกี่ลาย อะไรบ้าง แนวการตอบ : (ผ้าขึ้นตีนจกโบราณได้ 9 ลาย ประกอบด้วย ลายหงส์ใหญ่ ลายหงส์มีหงอน (หงส์น้ำอ่าง) ลายขอกระเบื้อง ลายขอโคมลอย (โคมลอย) ลายขอโคมใหญ่ (โคมใหญ่) ลายขอโคมถมน้อย (โคมน้อย) ลายนกยางโอน (สุโขทัยเรียกดอกน้ำอ่าง) ลายนกมีหงอน ลายหงส์เชียงแสน (หงส์บ่แล้ว แคล้วบ่จอด))

คำถามที่ 2 : ผ้าขึ้นตีนจกโบราณของบ้านน้ำอ่างที่นักเรียนสนใจ มีส่วนประกอบด้วยรูปเรขาคณิตสองมิติชนิดใดบ้าง

แนวการตอบ: ไม่จำกัด **คำถามที่ 3** : นักเรียนคิดว่ารูปเรขาคณิตสองมิติที่มีบนผ้าขึ้นตีนจก เป็นหน้าตัดหรือฐานของรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดใดบ้าง แนวการตอบ : ทรงกระบอกมีลักษณะหน้าตัด (ฐาน) ทั้งสองเป็นวงกลมที่เท่ากัน, กรวยมีลักษณะหน้าตัด (ฐาน) เป็นวงกลม, พีระมิดมีลักษณะของฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยม และปริซึม ที่มีฐานทั้งสองเป็นรูปเหลี่ยมที่เท่ากัน

2.2 ครูนำบัตรภาพรูปเรขาคณิตสามมิติให้นักเรียนดู พร้อมสนทนาถามตอบกับนักเรียนว่า รู้จักชื่อของรูปเรขาคณิตเหล่านี้หรือไม่ แต่ละภาพมีชื่อเรียกว่าอะไร



2.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม “ฉันทึกรูปร่างสามมิติได้ในลายผ้า” เพื่อให้นักเรียนได้แสดงออกอย่างสร้างสรรค์ทางการเขียน บนพื้นฐานความรู้ เรื่อง รูปร่างสามมิติ เกี่ยวกับลักษณะของรูปร่างสามมิติ ชนิดต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นออกแบบ วางแผน และพัฒนา (120 นาที)

3.1 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันระดมสมองจากการทำกิจกรรม “ฉันทึกรูปร่างสามมิติได้ในลายผ้า” นำมาใช้ในการออกแบบลายผ้าชิ้นต้นจก โดยใช้รูปร่างสามมิติผสมผสานกับข้อมูลของกลุ่มที่ได้สืบค้นรวบรวมเกี่ยวกับลายผ้าทอโบราณของน้ำอ่าง โดยครูใช้คำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้

“นักเรียนมีแนวทางอย่างไรในการนำรูปร่างสามมิติในการออกแบบลายผ้าทอ ให้มีความทันสมัย เหมาะสมกับทุกวัย และอนุรักษ์ลายผ้าทอโบราณของน้ำอ่าง”

3.2 ครูนำวัสดุ คือ แผ่นพลาสติกใส กระดาษฟอยล์ สีไม้ หมึกวาดลาย กระดาษ A4 หมึกจีน แผ่นทองคำเปลว ให้นักเรียนศึกษา จากวัสดุดังกล่าว ทำมาจากอะไร

3.3 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเลือกวัสดุ 4 ชนิด ที่แต่ละคนคิดไว้ใส่กระดาษโพสต์อิท แล้ววางที่โต๊ะกลางกลุ่มเพื่อร่วมกันตัดสินใจว่าจะเลือกวัสดุใดบ้างที่จะนำไปสร้างลายผ้าทอ

3.4 ครูชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับการเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบ โดยสาธิตการเขียนแบบให้นักเรียนดู จากนั้นให้นักเรียนลงมือเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบลายผ้าทอโดยให้ร่างต้นแบบ โดยให้ชิ้นงานมีงานทัศนศิลป์ที่สะท้อนวัฒนธรรมและภูมิปัญญาในท้องถิ่น

3.5 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบลายผ้า ลงในแบบบันทึกกิจกรรม “ดีไซน์เนอร์น้อย(ออกแบบลายผ้า)” ให้สอดคล้องกับปัญหาหรือความต้องการในชีวิตประจำวันที่นักเรียนพบ ซึ่งอาจได้จากหลายบริบทขึ้นอยู่กับสถานการณ์ที่นักเรียนประสบ

3.6 ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มเริ่มลงมือสร้างชิ้นงานตามที่ออกแบบและวางแผนไว้

ขั้นที่ 4 ขั้นการทดสอบและประเมินผล (20 นาที)

4.1 นักเรียนตรวจสอบชิ้นงานที่สร้างขึ้นโดยดูจากความสวยงาม ความเรียบร้อยของชิ้นงาน หากพบปัญหาให้หาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขจนกระทั่งได้ประสิทธิผลตามต้องการ

4.2 ครูแจกใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานในภารกิจ 1 ให้แต่ละกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่น เพื่อให้ทราบจุดเด่น จุดด้อย และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางานในครั้งต่อไป 4.3 จากนั้นครูส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการคิดจากการวิจารณ์และสร้างความรู้จากความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้อื่นมาทำการปรับปรุงแนวคิดชิ้นงานให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำเสนอผลลัพธ์ (30 นาที)

5.1 ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอชิ้นงานทั้งแบบร่างในการออกแบบลายผ้าทอ และลายผ้าทอที่สมบูรณ์ของกลุ่มตนเองหน้าชั้นเรียน

5.2 ให้นักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นตามความเป็นจริง โดยประเมินตามประเด็นลงในใบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงานในภารกิจที่ 2

5.3 ให้นักเรียนบอกปัญหาที่พบ และแนวทางการแก้ไขในการทำกิจกรรมเพื่อสร้างลายผ้าทอแบบใหม่ในครั้งต่อไป

5.4 นักเรียนและครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของชิ้นงาน

5.5 ครูประกาศผลคะแนนจากการประเมินชิ้นงาน

5.6 ครูตรวจสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน โดยให้นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญเกี่ยวกับความรู้ที่นักเรียนนำมาใช้ และความรู้ที่ได้จากกิจกรรม เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) ลงในใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

7. การวัดและการประเมินผล

7.1 การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านความรู้ (K) 1. นักเรียนสามารถอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสามมิติได้	1. ตรวจสอบกิจกรรมฉันทน์คือรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า	1. ใบกิจกรรมฉันทน์คือ รูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า	นักเรียนมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์

จุดประสงค์การเรียนรู้ ทางคณิตศาสตร์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (P) 1. นักเรียนเขียนและ บอกชนิดของรูป เรขาคณิตสามมิติได้	1. ตรวจกิจกรรม ฉันทาคือรูปเรขาคณิตสามมิติใด ใน ลายผ้า	1. ใบกิจกรรมฉันทาคือ รูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า	นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์
ด้านทักษะ กระบวนการทาง คณิตศาสตร์ (P) 1. นักเรียนเห็นคุณค่าของ การนำความรู้ เรื่อง รูป เรขาคณิตสามมิติและ ลักษณะของรูป เรขาคณิตสามมิติไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	1. ตรวจกิจกรรม ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) 2. ตรวจชิ้นงาน	1 ใบกิจกรรม ดีไซน์เนอร์น้อย (ออกแบบลายผ้า) 2. แบบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงาน ออกแบบลายผ้า	1. เขียนอธิบาย การ สร้างลายผ้าทอ ที่ สะท้อนถึงวัฒนธรรม ชุมชนบ้านน้ำอ่างได้ ถือว่าผ่านเกณฑ์ 2. ใช้ รหัสในการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพ

7.2 ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์

จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านการสร้างความคิดที่หลากหลาย</p> <p>1. นักเรียนอธิบายการถอดรหัสรูปเรขาคณิตสองมิติในสายของผ้าทอนัต</p> <p>2. นักเรียนสามารถอธิบายแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบสายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างหลากหลาย</p>	<p>1. ตรวจกิจกรรมถอดรหัสสายผ้าในตำนาน</p> <p>2. ตรวจกิจกรรมตีชิ้นเนอร์น้อย (ออกแบบสายผ้า)</p>	<p>1. ใบกิจกรรมถอดรหัสสายผ้าในตำนาน</p> <p>2. ใบกิจกรรมตีชิ้นเนอร์น้อย (ออกแบบสายผ้า)</p>	<p>นักเรียนมีผลการเรียนรู้อยู่ในระดับ 2 ขึ้นไป ถือว่าผ่านเกณฑ์</p>
<p>ด้านการสร้างความคิดสร้างสรรค์</p> <p>1. นักเรียนเขียนอธิบายรูปเรขาคณิตสองมิติที่พบในสายผ้าทอได้</p> <p>2. นักเรียนเขียนแบบร่างการออกแบบสายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างสร้างสรรค์</p> <p>3. นักเรียนสร้างสายผ้าทอร่วมกับรูปเรขาคณิตที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างแปลกใหม่และละมุนประณีตวิจิตร</p> <p>4. นักเรียนเขียนอธิบายแนวคิดในการแก้ไขหรือปรับปรุงสายผ้าทอที่สอดคล้องกับบริบทของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้อย่างชัดเจน</p>	<p>1. ตรวจกิจกรรมถอดรหัส สายผ้า ในตำนาน</p> <p>2. ตรวจกิจกรรมตีชิ้นเนอร์น้อย (ออกแบบสายผ้า)</p> <p>3. ตรวจกิจกรรมฉีกรูปเรขาคณิต เรขาคณิต สามมิติได้โนสายผ้า</p> <p>4. ตรวจชิ้นงาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรมถอดรหัสสายผ้าในตำนาน</p> <p>2. ใบกิจกรรมตีชิ้นเนอร์น้อย (ออกแบบสายผ้า)</p> <p>3. ใบกิจกรรมฉีก รูปเรขาคณิต สามมิติได้โนสายผ้า</p> <p>4. ชิ้นงาน</p> <p>5. แบบสเก็ตช์ถอดรหัสชิ้นงานออกแบบสายผ้า</p>	<p>ใช้รหัสในการวิเคราะห์ ข้อมูลเชิงคุณภาพ</p>

จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านการประเมินและปรับปรุงความคิด</p> <p>1. นักเรียนสามารถปรับปรุงการเขียนแบบร่างในการออกแบบสร้างลายผ้าทอ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมของชุมชนบ้านน้ำอ่างได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถนำเสนอแผนภูมิปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ให้คุ้มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุดได้</p>	<p>1. ตรวจกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย (ออกแบบลายผ้า)</p> <p>2. ตรวจชิ้นงาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย (ออกแบบลายผ้า)</p> <p>2. แบบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงานออกแบบลายผ้า</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>1. เขียนอธิบายการสร้างลายผ้าทอ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมชุมชนบ้านน้ำอ่างได้ ถือว่าผ่านเกณฑ์</p>

7.3 สมรรถนะ

จุดประสงค์การเรียนรู้ทักษะความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
<p>สมรรถนะการสื่อสาร</p> <p>1. นักเรียนนำเสนอแนวคิดในการออกแบบและสร้างลายผ้าทอได้</p>	<p>1. ตรวจกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย(ออกแบบลายผ้า)</p> <p>2. ตรวจชิ้นงาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย (ออกแบบลายผ้า)</p> <p>2. แบบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงานออกแบบลายผ้า</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>1. เขียนอธิบายการสร้างลายผ้าทอ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมชุมชนบ้านน้ำอ่างได้ ถือว่าผ่านเกณฑ์</p>
<p>สมรรถนะการคิดขั้นสูง</p> <p>1. นักเรียนสร้างลายผ้าทอได้อย่างสร้างสรรค์</p>	<p>1. ตรวจกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย(ออกแบบลายผ้า)</p> <p>2. ตรวจชิ้นงาน</p>	<p>1. ใบกิจกรรมตีไข่มเนอรั้น้อย (ออกแบบลายผ้า)</p> <p>แบบสะท้อนผล การสร้างชิ้นงานออกแบบลายผ้า</p>	<p>เกณฑ์การประเมิน</p> <p>1. เขียนอธิบายการสร้างลายผ้าทอ ที่สะท้อนถึงวัฒนธรรมชุมชนบ้านน้ำอ่างได้ ถือว่าผ่านเกณฑ์</p>

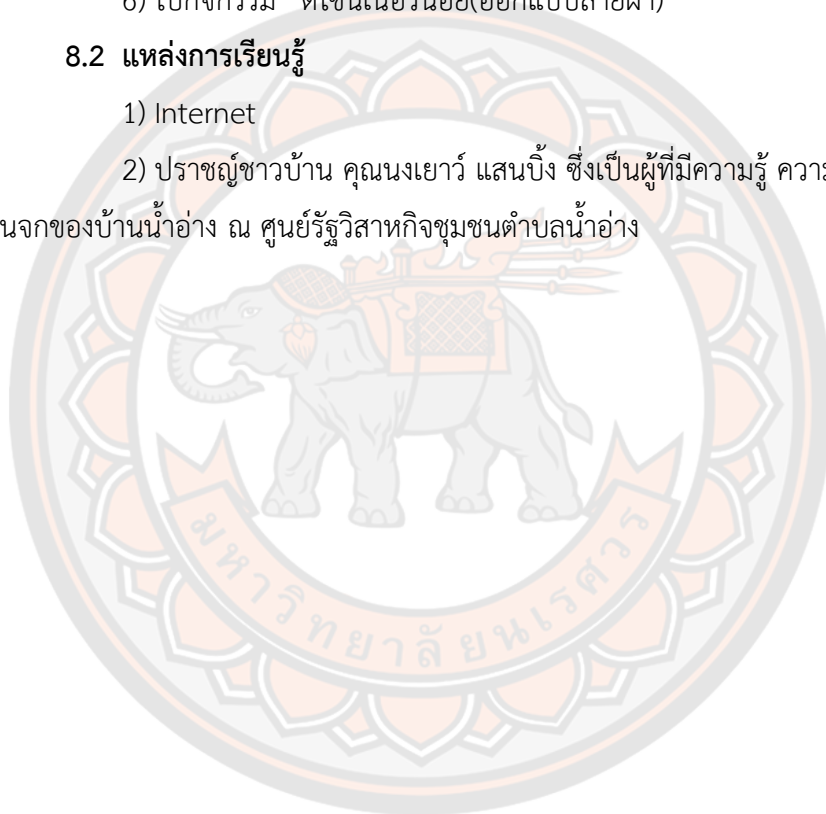
8. สื่อ/แหล่งเรียนรู้

8.1 สื่อการเรียนรู้

- 1) บัตรภาพรูปเรขาคณิตสองมิติ
- 2) บัตรภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ
- 3) วิดิทัศน์ เรื่อง ผ้าขึ้นตีนจกสร้างมูลค่าให้กับชุมชน จ.อุตรดิตถ์
- 4) ใบกิจกรรม “ถอดรหัสลายผ้า ในตำนาน”
- 5) ใบกิจกรรม “ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติใดในลายผ้า”
- 6) ใบกิจกรรม “ตีไซน์เนอร์น้อย(ออกแบบลายผ้า)”

8.2 แหล่งการเรียนรู้

- 1) Internet
- 2) ประชาชนชาวบ้าน คุณนงเยาว์ แสนบั้ง ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ ความเชี่ยวชาญทางผ้าทอขึ้นตีนจกของบ้านน้ำอ่าง ณ ศูนย์รัฐวิสาหกิจชุมชนตำบลน้ำอ่าง



บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่.....เรื่อง..... เวลา

ชั่วโมง ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เข้าเรียนจำนวน.....คน จากทั้งสิ้น จำนวน 30 คน

1. ผลการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาที่พบจากการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้สอน

(นางสาวสมหญิง เพ็ชรสุวรรณ)

แบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน

คำชี้แจง : ให้นักเรียนร่วมกันปฏิบัติกิจกรรมดังต่อไปนี้ให้สำเร็จ

ภารกิจ 1 : ให้นักเรียนร่วมกันวิจารณ์และให้คำแนะนำนักเรียนกลุ่มอื่นในเขตของตนเอง โดยระบุจุดเด่น จุดด้อย สิ่งที่ต้องพัฒนา และนำข้อเสนอแนะไปปรับปรุงและพัฒนางานในครั้งต่อไป โดยระบุตามประเด็นลงในตารางภารกิจ 1 ดังนี้

ภารกิจที่ 1 เรื่อง				
ประเด็น	กลุ่มตนเอง	กลุ่มเพื่อน		
	กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....	กลุ่มที่.....
จุดเด่น				
จุดด้อย				
สิ่งที่ต้องพัฒนา				
ข้อเสนอแนะ				

กลุ่มที่.....ชื่อกลุ่ม.....

แบบสะท้อนผลการสร้างชิ้นงาน

ภารกิจ 2 : หลังจากที่ได้ผ่านขั้นตอนการปรับปรุงชิ้นงานแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานของนักเรียนกลุ่มอื่นในเขตของตนเองตามความเป็นจริง สอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนที่กำหนดไว้ โดยประเมินตามประเด็นลงในตารางภารกิจ 2 ดังนี้

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

ภารกิจที่ 2 เรื่อง				
ชื่อกลุ่ม	ชิ้นงาน			รวมคะแนน (15)
	แตกต่าง หลากหลาย (5)	แปลกใหม่ มีคุณค่า และมีประโยชน์ (5)	มีการประเมินและปรับปรุง (5)	

ปัญหาที่พบในการทำกิจกรรม

.....

.....

.....

แนวทางการแก้ไขในการทำกิจกรรมครั้งต่อไป

.....

.....

.....

กลุ่มที่..... ชื่อกลุ่ม.....



ใบกิจกรรมสะท้อนความคิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสะท้อนความคิดทางสร้างสรรค์เกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้อันคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และ ศิลปะ

คณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยี

วิศวกรรม

ศิลปะ

ชื่อ.....

ชั้น.....เลขที่.....



ใบกิจกรรม



“ดีไซน์เนอร์น้อย” (ออกแบบลายผ้า)

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเขียนแบบร่างเพื่อออกแบบลายผ้า ให้สอดคล้องกับปัญหา

จุดประสงค์: ให้นักเรียนสามารถสร้างความคิดสร้างสรรค์ด้านแฟชั่น การสร้างภาพควบคู่กับการแก้ปัญหาทางสังคมและวิทยาศาสตร์ได้

แนวคิดนี้ได้จาก.....

.....

จากการสร้างชิ้นงานออกแบบลายผ้า นักเรียนคิดว่าเป็นประโยชน์ต่อชุมชนของนักเรียนหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

ชื่อผู้.....



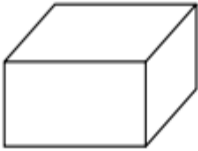



1.

2.

3.

ใบกิจกรรม ฉันทึกรูปเรขาคณิตสามมิติได้ในลายผ้า

จุดประสงค์: นักเรียนสามารถสร้างความคิดอย่างสร้างสรรค์ด้านการเขียน

คำชี้แจง : จงบอกชนิด จำนวนหน้าตัดหรือฐาน และจำนวนหน้าข้างของรูปเรขาคณิตสามมิติ	
1	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>
2	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>
3	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>
4	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>
5	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>
6	 <p>ชนิด</p> <p>ลักษณะของหน้าตัดหรือฐาน</p> <p>จำนวนหน้าตัดหรือฐาน หน้า</p> <p>ลักษณะของหน้าข้าง</p>

