



ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริม  
ความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อ  
ส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



โดย  
นางสาวนภสร ยลสุริยัน

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต  
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2563  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

THE EFFECT OF PROJECT-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH STEM  
EDUCATION CONCEPTS TO PROMOTE INNOVATOR AND CREATIVE WORK OF  
GRADE 5 STUDENTS



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

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ  
STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5  
โดย นภสร ยลสุรียัน  
สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต  
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน

---

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

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

พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญฉิม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร )

60263312 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโท

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, แนวคิดแบบ STEM EDUCATION, นวัตกรรม, ผลงานสร้างสรรค์

นางสาว นภสร ยลสุริยัน: ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ขนสิทธิ์ สิทธิสุนเนิน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 2) ศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 3) ศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION และ 4) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม ได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลาก จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้ 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม 4) แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ 5) แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วิเคราะห์ข้อมูลโดยค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่าที่แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 3) ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

60263312 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : THE LEARNING MANAGEMENT BY PROJECT BASED LEARNING, STEM EDUCATION, INNOVATOR, CREATIVE WORK

MISS NAPHASORN YOLSURIYAN : THE EFFECT OF PROJECT-BASED LEARNING MANAGEMENT WITH STEM EDUCATION CONCEPTS TO PROMOTE INNOVATOR AND CREATIVE WORK OF GRADE 5 STUDENTS THESIS ADVISOR : CHANASITH SITHSUNGNOEN

The purposes of this research were to 1) compare the achievement of students before and after learning management by project based learning and STEM EDUCATION 2) study the innovator of students'who received learning management by project based learning and STEM EDUCATION 3) study the creative work of students'who received learning management by project based learning and STEM EDUCATION 4) study the opinions of students towards learning management by project based learning and STEM EDUCATION. The samples were selected by a simple random sampling. The research instruments were 1) lesson plans 2) an achievement test 3) an innovator ability assessment 4) a creative work assessment 5) an opinions assessment. Is an experimental research. The data were analyzed by mean ( $\bar{x}$ ), standard deviation (S.D.) and t-test of dependent.

The result of the research showed that. 1) Learning outcomes on volume and capacity of a rectangular Shape after begin taught by project based learning and STEM EDUCATION were high then before the instruction. 2) Innovator after the instruction by project based learning and STEM EDUCATION were good. 3) Creative work after the instruction by project based learning and STEM EDUCATION were good. 4) Opinions towards learning by project based learning and STEM EDUCATION were at the highest agreement level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงเดือน เจริญนิม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ เป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนให้กำลังใจตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยเป็นอย่างดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม ที่เป็นประธานในการพิจารณาวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.อิศเรศ พิพัฒน์มงคลพร ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการแก้ไข ข้อบกพร่องตลอดจนคณาจารย์ในสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้และประสบการณ์อันมีค่ายิ่งแก่ผู้วิจัยตลอดเวลาที่ศึกษาอยู่ในคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรให้ประสบความสำเร็จได้

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณรงค์ ไกรเนตร์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ อาจารย์ ดร.กนิษฐา เขาว์วัฒนกุล อาจารย์ ดร.พิชญาน์ พานะกิจ และอาจารย์ ดร.พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรับปรุงเครื่องมือในการตรวจเครื่องมือประกอบการวิจัยเพื่อให้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร ครู และขอขอบใจนักเรียนโรงเรียนอนุบาลนครปฐม ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัยจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาและครอบครัวรวมถึงเพื่อน ๆ รุ่นรหัส 60 สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือ อุปการะ การสนับสนุนและเป็นทั้งแรงใจ แรงทรัพย์ สนับสนุนและให้กำลังใจตลอดจนความหวังใยและปรารถนาดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก่อให้เกิดประโยชน์และคุณค่า ผู้วิจัยขอขอบคุณความดีทั้งมวลแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นภสร ยลสุริยัน

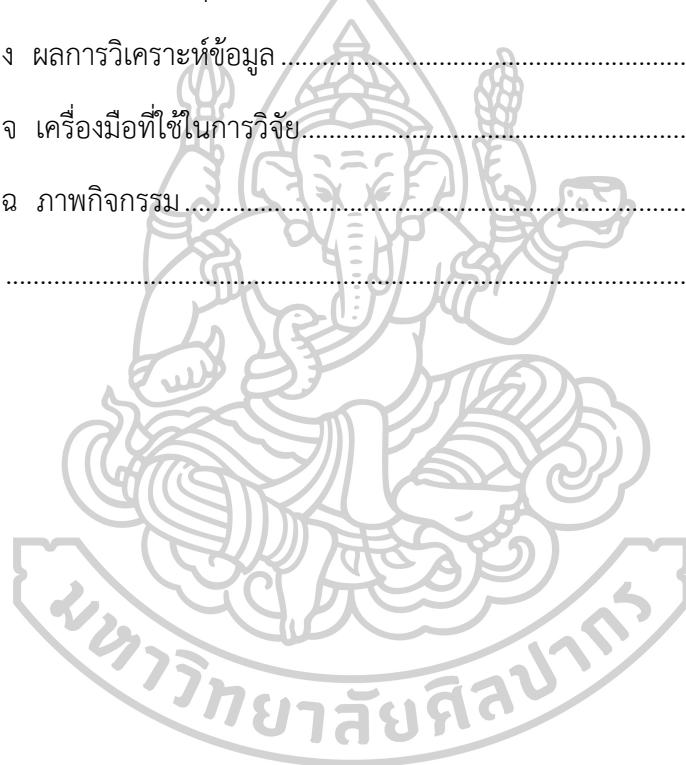
## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญแผนภาพ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
คำถามเพื่อการวิจัย.....	16
วัตถุประสงค์การวิจัย.....	16
สมมติฐานของการวิจัย.....	16
ขอบเขตของการวิจัย.....	17
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	18
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	19
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	20
1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สารระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์.....	20
2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน.....	28
3. การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION.....	42
4. ความเป็นนวัตกรรม.....	50



5. นวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ .....	56
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	74
วิธีการและขั้นตอนการวิจัย.....	74
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	74
ตัวแปรที่ศึกษา .....	74
เนื้อหาสาระ .....	75
ระยะเวลา .....	75
แบบแผนการวิจัย.....	75
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	76
การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ.....	77
การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	92
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	93
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	95
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	96
ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION .....	96
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION .....	97
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	98
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	99
สรุปผล .....	100
อภิปรายผล .....	101

ข้อเสนอแนะ .....	106
รายการอ้างอิง.....	108
ภาคผนวก .....	115
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	116
ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือหนังสือขอทดลองเครื่องมือวิจัยหนังสือขอ ความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล .....	118
ภาคผนวก ค การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	126
ภาคผนวก ง ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	136
ภาคผนวก จ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	141
ภาคผนวก ฉ ภาพกิจกรรม.....	177
ประวัติผู้เขียน .....	185



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน.....	36
ตารางที่ 2 บทบาทครูและนักเรียนในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน.....	38
ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION.....	48
ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	49
ตารางที่ 5 การสังเคราะห์คุณลักษณะของนวัตกรรม.....	55
ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลงานนวัตกรรมของนักเรียน (ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน และคณะ, 2563).....	59
ตารางที่ 7 การสังเคราะห์ลักษณะผลงานสร้างสรรค์.....	65
ตารางที่ 8 สรุปการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้หลังจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion).....	79
ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์จำนวนชั่วโมงการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	80
ตารางที่ 10 แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำแนกตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด.....	82
ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความเป็นนวัตกรรม.....	86
ตารางที่ 12 เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินความเป็นนวัตกรรม.....	86
ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์.....	88
ตารางที่ 14 เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินผลงานสร้างสรรค์.....	88
ตารางที่ 15 กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	92

ตารางที่ 16 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย.....	94
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	96
ตารางที่ 18 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION .....	97
ตารางที่ 19 ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION .....	97
ตารางที่ 20 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION.....	98
ตารางที่ 21 ค่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	127
ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	129
ตารางที่ 23 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	131
ตารางที่ 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	132
ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน.....	133
ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการ	

จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความ  
เป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5..... 134

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิด  
เลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 46 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อน  
และหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยใช้  
โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ..... 137

ตารางที่ 28 แสดงผลการประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5..... 138

ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (เป็นกลุ่ม)..... 140



## สารบัญแผนภาพ

	หน้า
แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	15
แผนภาพที่ 2 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิด แบบ STEM EDUCATION .....	81
แผนภาพที่ 3 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย .....	84
แผนภาพที่ 4 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม .....	87
แผนภาพที่ 5 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ .....	89
แผนภาพที่ 6 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION .....	91



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ศตวรรษที่ 21 สถานการณ์โลกมีความแตกต่างจากศตวรรษก่อน ระบบการศึกษาต้องมีการพัฒนาเพื่อให้สอดคล้องกับภาวะความเป็นจริง การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะสำคัญอย่างที่ได้แก่และเยาวชนควรมีคือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมที่สำคัญ ซึ่งได้แก่ 3R คือ อ่านออก (Reading) เขียนได้ ((W)Riting) มีทักษะในการคำนวณ ((A)Rithmatic) และ 8C คือ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแก้ไขปัญหาได้ (Critical Thinking and Problem Solving) คิดอย่างสร้างสรรค์ คิดเชิงนวัตกรรม (Creativity and Innovation ) ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) ทักษะในการสื่อสาร และการรู้เท่าทันสื่อ (Communication Information and Media Literacy) ความเข้าใจความแตกต่างทางวัฒนธรรม กระบวนการคิดข้ามวัฒนธรรม (Cross-cultural Understanding) ทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ และการรู้เท่าทันเทคโนโลยี (Computing and ICT Literacy) ทักษะทางอาชีพ และการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) มีคุณธรรม มีเมตตา กรุณา มีระเบียบวินัย (Compassion) ซึ่งเป็นคุณลักษณะพื้นฐานสำคัญของทักษะขั้นต้นทั้งหมด และเป็นคุณลักษณะที่เด็กไทยจำเป็นต้องมี (วิจารณ์ พานิช, 2556)

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เป็นแผนการพัฒนาระดับชาติ ที่จะกำหนดกรอบและแนวทางการพัฒนาให้หน่วยงานของรัฐทุกภาคส่วนต้องทำตาม เพื่อให้บรรลุวิสัยทัศน์ "ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศที่พัฒนาแล้ว ด้วยการพัฒนาตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง" หรือตามคติพจน์ "มั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน" โดยมีระยะเวลาบังคับนานถึง 20 ปี ตั้งแต่ปี 2561-2580 ยุทธศาสตร์ข้อที่ 2) ด้านการสร้างขีดความสามารถในการแข่งขัน เน้นการยกระดับศักยภาพในหลากหลายมิติ ควบคู่กับการขยายโอกาสของประเทศไทยในเวทีโลก และยุทธศาสตร์ข้อที่ 3) ด้านพัฒนาและเสริมสร้างทรัพยากรมนุษย์คนไทยในอนาคต มีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มี ทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 มีทักษะสื่อสารภาษาอังกฤษ และภาษาที่ 3 และมีคุณธรรม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2560) เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 กระทรวงศึกษาธิการเป็นการวางกรอบเป้าหมายและทิศทาง

จัดการศึกษาของประเทศในการพัฒนาศักยภาพและขีดความสามารถของคนไทยทุกช่วงวัยให้เต็มตามศักยภาพ สามารถแสวงหาความรู้และเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต โดยการขับเคลื่อนภายใต้วิสัยทัศน์คนไทยทุกคนได้รับการศึกษาและเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างมีคุณภาพ ดำรงชีวิตอย่างเป็นสุข สอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง และการเปลี่ยนแปลงของโลกศตวรรษที่ 21 ยุทธศาสตร์ที่ 2 การผลิตและพัฒนากำลังคน การวิจัย และนวัตกรรม เพื่อสร้างขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ เป้าหมายที่ 2 : สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่จัดการศึกษาผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญและเป็นเลิศเฉพาะด้าน และเป้าหมายที่ 3: การวิจัยและพัฒนาเพื่อสร้างองค์ความรู้และนวัตกรรมที่สร้างผลผลิตและ มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560)ประเทศไทย 4.0 เป็นยุคเทคโนโลยี Creative และ Innovation เน้นการสร้างให้คนไทยสามารถคิดเองได้ ทิศทางในการสร้างเด็กยุคไทยแลนด์ 4.0 สร้างเด็กและเยาวชนไทยให้มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ สร้างความคิดของเด็กและเยาวชนไปสู่ที่ยากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นความสำเร็จของการยกระดับคุณภาพการศึกษาของชาติ ปัจจุบันการศึกษาอยู่ในยุค 4.0 โดยผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองจากสื่อการสอนทุกรูปแบบ ทั้งสื่อสิ่งพิมพ์และสื่อดิจิทัล โดยเน้นให้ผู้เรียนมีทักษะในการสืบค้นและใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เนื่องจากข้อมูลในปัจจุบันมีจำนวนมาก ผู้เรียนจึงต้องมีความสามารถในการค้นหาและตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล การศึกษาในยุค Thailand 4.0 มีลักษณะการพัฒนาส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ การส่งเสริมการเรียนการสอน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์มีการเริ่มไปบ้างแล้ว เรียกว่า STEM EDUCATION ซึ่งมีลักษณะนำเอาศาสตร์ทั้ง 4 ด้าน วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาบูรณาการ รวมกันเพื่อแก้ไขปัญหาหรือสร้างสรรค์อะไรขึ้นมาตามโจทย์ที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งอาจจะมีการลดการบรรยายในห้องเรียนลง และเน้นการศึกษาแบบ STEM มากขึ้น (ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์, 2559)

ซึ่งทั้งยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 และประเทศไทย 4.0 ยังเน้นถึงการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนเกิดความรู้และเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ เน้นการคิดแบบคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ เป็นต้น โดยเน้นการจัดการศึกษาให้ผู้เรียนกลายเป็นนวัตกรรมเกิดการสร้างนวัตกรรมใหม่ที่ไม่เหมือนใครโดยใช้ความคิดสร้างสรรค์เฉพาะบุคคล เมื่อก้าวถึงนวัตกรรม ส่วนใหญ่จะนึกถึงการสร้างเทคโนโลยีใหม่ การสร้างผลิตภัณฑ์หรือสินค้ารูปแบบใหม่ นวัตกรรม (Innovation) คือ เป็นการนำวิธีการใหม่ๆ มาปฏิบัติ หลังจากได้ผ่านการทดลอง หรือได้รับ



การพัฒนาเป็นขั้นๆ แล้ว โดยเริ่มมาตั้งแต่การคิดค้น (Invention) การพัฒนา (Development) ซึ่งอาจมีการทดลองปฏิบัติก่อน (Pilot project) แล้วจึงนำไปปฏิบัติจริง ซึ่งแตกต่างไปจากการปฏิบัติเดิมที่เคยปฏิบัติมา (Thomas Hughes, 1971) ซึ่งโดยส่วนมากนวัตกรรมเหล่านั้นจะเน้นไปในเชิงธุรกิจ การค้า การตลาด เนื่องจากการเกิดนวัตกรรมในยุคแรกๆ เกิดจากการที่ภาคธุรกิจมีการแข่งขันกันสูง องค์กรหรือบริษัทต่าง ๆ ต้องพยายามหาสิ่งใหม่ๆ เข้ามາดิงดูดแรงซื้อจากลูกค้า เพื่อให้ได้เปรียบในการแข่งขันและความมั่งคั่งให้กับบริษัทได้อย่างยั่งยืน และนวัตกรรมยังเป็นสิ่งที่ผลักดันให้สินค้าหรือผลิตภัณฑ์นั้นเติบโตในระยะยาว องค์กรหรือบริษัทเหล่านั้นจึงจำเป็นต้องหาวิธีการในการสร้างนวัตกรรมของตนเองขึ้นมาเพื่อสร้างโอกาสทางธุรกิจ และถือได้ว่านวัตกรรมเป็นจุดแข็งในการได้เปรียบคู่แข่งจากกลุ่มธุรกิจเดียวกัน ดังนั้น วิธีการที่จะเข้ามาสนับสนุนการสร้างนวัตกรรมขององค์กรต่าง ๆ จึงมีหลายวิธี การจัดการความรู้เป็นวิธีการหนึ่งที่จะได้มาซึ่งนวัตกรรม เนื่องจากการจัดการความรู้เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้เกิดนวัตกรรมเกิดขึ้น โดยมีกระบวนการ วิธีการองค์ประกอบที่เข้ามาเกี่ยวข้อง นวัตกรรมยังก้าวเข้าไปมีส่วนสำคัญในทุกภาคส่วน ทั้งภาคเอกชน ภาครัฐ หรือแม้แต่ในวงการศึกษาก็ให้ความสำคัญกับนวัตกรรม ดังนั้น การเตรียมผู้เรียนให้ก้าวเข้าสู่สังคมยุคนวัตกรรมจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในการจัดการเรียนการสอนของผู้สอนเพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนสามารถคิดค้น เสาะหาและสร้างองค์ความรู้ที่เป็นนวัตกรรม เพื่อเตรียมพวกเขาเหล่านั้นให้ตรงกับความต้องการของสังคมในยุคปัจจุบันและอนาคต (เนาวนิตย์ สงคราม, 2556)

ระบบการเรียนการสอนที่ประกอบด้วยหลักวิชาและองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญแล้ว การสร้างแนวคิดสร้างสรรค์และการเรียนรู้ฝึกฝนกระบวนการสร้างนวัตกรรม เป็นสิ่งที่ครูและบุคลากรทางการศึกษาคูณี้ต้องเรียนรู้เพิ่มเติมและนำไปส่งต่อให้แก่แก่นักเรียนนักศึกษาได้ หากเรามีความสามารถในการนำนวัตกรรมมาปรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนและความสามารถในการเข้าถึงโครงสร้างพื้นฐานที่สนับสนุนการสร้างสรรค์นวัตกรรม ก็จะช่วยยกระดับการศึกษาและเพิ่มศักยภาพด้านนวัตกรรมให้แก่เยาวชนไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพยั่งยืน (เป็ทมาวดี พัวพรหมยอด, 2562) ซึ่งบุคคลผู้สร้างนวัตกรรม หรือที่เรียกว่า นวัตกรรม เป็นผู้ที่ชอบเสี่ยง จะเป็นคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้ เป็นนักประดิษฐ์ หรือมีความรอบรู้เทคโนโลยี หลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนระหว่างการพัฒนาวัตกรรมได้ดี

(Rogers, 1983) นวัตกรรมไม่ได้เกิดพร้อมปัญญาอัจฉริยะ แต่มาจากการสร้างสิ่งแวดล้อมและโอกาสในการเรียนรู้ คือ การสร้างแรงบันดาลใจภายใน (ณิชากร ศรีเพชรดี, 2562)

สังคมโลกมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการสื่อสาร ก่อให้เกิดปรากฏการณ์ที่มีข้อมูลข่าวสารจำนวนมากศาลอยู่ในแหล่งต่าง ๆ รวมถึงการที่ต้องแข่งขันกันเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจการค้า ทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประชากรของตนให้มีคุณภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตและแข่งขันในตลาดแรงงานแบบนานาชาติได้ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการปรับหลักสูตรโดยบูรณาการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงและการประกอบอาชีพในอนาคต (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558) วิธีการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ หรือเรียกอีกอย่างว่า STEM EDUCATION ในทุกระดับชั้น ตั้งแต่อนุบาล ประถม ศึกษา มัธยมศึกษา ไปจนถึงอาชีวศึกษาและอุดมศึกษา โดย ไม่เน้นเพียงการท่องจำสูตรหรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์หรือ สมการคณิตศาสตร์เพียงอย่างเดียว แต่ STEM EDUCATION จะฝึกให้ ผู้เรียนรู้จักวิเคราะห์ การตั้งคำถาม แก้ปัญหาและสร้างทักษะการหาข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อค้นพบใหม่ ๆ ทำให้ผู้เรียนรู้จัก นำองค์ความรู้จากวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สาขาต่าง ๆ มาบูรณาการกัน เพื่อมุ่งแก้ปัญหาสำคัญ ๆ ที่พบในชีวิตจริง ดังนั้น สะเต็มศึกษา จึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือ สร้างนวัตกรรมใหม่ ๆ โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์และ คณิตศาสตร์ก่อให้เกิดเทคโนโลยีที่ใช้ประโยชน์ ส่วนวิศวกรรม ในสะเต็มศึกษาระดับโรงเรียนหมายถึงการสร้าง การดัดแปลง การทำต้นแบบ รวมถึงการออกแบบกระบวนการผลิตหรือการ บริการโดยการประยุกต์ความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และ เทคโนโลยี ไม่ได้จำกัดเฉพาะวิศวกรรมสาขาที่เรียนในคณะ วิศวกรรมศาสตร์ในสถาบันอุดมศึกษาเท่านั้น (มนตรี จุฬาวัดนทล, 2556) การมุ่งเน้นทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทาง STEM EDUCATION จะช่วยพัฒนาทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ได้เป็นอย่างดี ยกตัวอย่างทักษะการเรียนรู้ตามกรอบแนวคิดของมาตรฐานในการเรียนรู้ (21<sup>st</sup> Century Standards) ประกอบด้วย ทักษะในการหาความรู้ด้วยตนเอง ทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการคิดวิเคราะห์/แก้ปัญหา ทักษะการพัฒนา นวัตกรรม ทักษะการใช้ชีวิตที่มีค่า จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาในรูปแบบโครงการ หรือการพัฒนา นวัตกรรมนั้น สามารถสร้างเสริมทักษะเหล่านี้ได้มาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2558)

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการศึกษาค้นคว้าความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่นั้น ทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2553) การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม (ดุขฎิ โยเทลา และคณะ, 2557) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการประสบการณ์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้เรื่องใดเรื่องหนึ่งอย่างลึกซึ้งด้วยตนเอง โดยใช้วิธีการและแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย และสามารถนำผลการเรียนรู้ไปใช้ในชีวิตจริงได้ การสอนให้นักเรียนทำโครงงาน เป็นวิธีหนึ่งที่ส่งเสริมและฝึกฝนให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีศึกษาค้นคว้า รู้จักการลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ภายใต้การให้การดูแลให้คำปรึกษาของครู ซึ่งจะทำให้นักเรียนได้แสดงออกถึงความคิดริเริ่มสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ได้ประมวลความรู้และความสามารถตลอดกระบวนการอย่างครบถ้วน ก่อให้เกิดความรู้ ความคิดการประดิษฐ์ การคิดค้นและการพัฒนาสิ่งใหม่ๆ เป็นการนำความรู้มาใช้ในชีวิตประจำวันอย่างแท้จริง การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีให้นักเรียนทำโครงงานนี้ เป็นการสอนที่ช่วยให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นทีม รู้จักวิธีการระดมพลังสมองเพื่อแก้ปัญหา รู้จักการศึกษาค้นคว้าหาความจริงด้วยทักษะ กระบวนการต่าง ๆ ทำให้นักเรียนมีเจตคติที่ดี ดังนั้นการเรียนการสอนด้วยวิธีทำโครงงานจึงเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ทางด้านพุทธิพิสัย ทักษะพิสัย และจิตพิสัยไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นครูควรจัดให้นักเรียนทุกคนได้มีโอกาสทำโครงงาน

การสร้างเด็กยุคไทยแลนด์ 4.0 สร้างเด็กและเยาวชนไทยให้มีความรู้ความสามารถ และมีทักษะในการประยุกต์ให้เข้าถึงเทคโนโลยีและนวัตกรรมใหม่ๆ สร้างความคิดของเด็กและเยาวชนไปสู่ที่ยากขึ้น ซึ่งถือว่าเป็นความสำเร็จของการยกระดับคุณภาพการศึกษาของชาติ การพัฒนาการศึกษาภายใต้กรอบประเทศไทย 4.0 สู่ศตวรรษที่ 21 เริ่มด้วยการฝึกให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูเปลี่ยนจากครูสอนเป็นพี่เลี้ยง ครูฝึก (Coach) การเรียนแบบบูรณาการสหวิชาการ เชื่อมโยงความรู้ออกไปสู่งาน การเปลี่ยนแปลงไปสู่รูปธรรมให้ผู้เรียนมีทักษะที่ต้องการ เช่น การทำงานร่วมกัน ความคิดสร้างสรรค์ และการสื่อสารที่ดี ซึ่งการจัดการศึกษาต้องสร้างความพอใจให้ผู้เรียนและทำท้ายสู่การ

สร้างกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนอยากเรียน การศึกษา 4.0 เป็นส่วนหนึ่งของไทยแลนด์ 4.0 ที่จะนำพาไปสู่ความสำเร็จ จึงต้องอาศัยทุกภาคส่วนให้ความร่วมมือ ผู้บริหารสถานศึกษาทุกระดับต้องเป็นผู้นำทางวิชาการ การปฏิรูปการศึกษาต้องเน้นที่ห้องเรียน โดยเฉพาะครูต้องปรับการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นและเสริมสร้างทักษะของผู้เรียน การจัดการศึกษาบรรลุเป้าหมายในการเปลี่ยนผู้เรียนให้เป็นนวัตกรรม (จิตรา สุขเจริญ, 2561) กิจกรรมพัฒนาเด็กและเยาวชนในประเทศไทยที่ผ่านมา ผู้ใหญ่จะเป็นผู้กำหนดกรอบทั้งการดำเนินงานและความคิดให้เด็ก ส่วนบทบาทของเด็กและเยาวชนเป็นเพียงผู้ปฏิบัติตามเท่านั้น โดยมุ่งเน้นผลลัพธ์ของการแก้ไขปัญหา มากกว่า การพัฒนากระบวนการตัวอย่างรูปแบบกิจกรรม โครงการกิจกรรมต่าง ๆ มักจะเป็นแบบจิตอาสาตามสั่ง อบรมเสริมศักยภาพเด็กไม่สามารถแสดงความคิดเห็นได้ จึงสรุปได้ว่าการผลิตเด็กไทย 4.0 ไม่สร้างสรรค์ ดิดกรอบมาตลอด ไร้ทิศทาง ด้อยคุณภาพ (สมพงษ์ จิตระดับ, 2561) สถานการณ์ยุคปัจจุบันที่มีเปลี่ยนแปลงและมีความท้าทายอยู่ตลอดเวลา จึงมีความสำคัญในการที่ครูจะเข้ามามีบทบาทสำคัญในการเตรียมความพร้อมให้เด็ก ดึงความสามารถของเด็ก ทั้งในด้านความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างนวัตกรรมใหม่ๆ นอกจากนี้การเข้าใจอัตลักษณ์ของเด็ก ที่แสดงความแตกต่างของแต่ละคน จะช่วยดึงศักยภาพสูงสุดของเด็กแต่ละคนออกมา เพราะในโลกที่ไม่แน่นอนนี้ ครูเท่านั้นที่จะเป็นบุคคลที่สามารถสร้างแรงบันดาลใจและทำให้เด็กเรียนรู้ต่อไปอย่างไม่หยุดยั้ง แต่การเรียนการสอนในสถานศึกษาส่วนใหญ่ยังคงเป็นการสอนแบบดั้งเดิม สาเหตุสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการเปลี่ยนแปลงการสอนคือ ผู้สอนจบการศึกษามาด้วยวิธีการสอนแบบเก่า ความคิดที่ว่าการสอนแบบใหม่เหมาะสมกว่า ดีกว่าแบบเดิม จึงไม่ชัดเจนทำให้แรงจูงใจของผู้สอนที่จะเปลี่ยนการสอนจึงมีไม่มาก การอบรมสัมมนา ส่วนมากใช้วิธีการบรรยาย ให้แนวทาง บอกวิธีการ และแจกเอกสารให้นำไปใช้ ผู้เข้าอบรมบางส่วนได้แค่เพียงรับรู้ บางส่วนเข้าใจวิธีการ แต่แทบทั้งหมดไม่สามารถนำไปใช้ได้ และยังคงกลับไปสอนแบบเดิม การอบรมสัมมนา ส่วนมากจะเน้นไปที่จำนวนผู้เข้าอบรมมากกว่าการเน้นสัมฤทธิ์ผล ซึ่งการจะเปลี่ยนการสอนให้ได้จริง ต้องใช้เวลามากและต้องอบรมแบบปฏิบัติการจริง นอกจากนี้ครูยังขาดการได้รับความรู้ที่ต่อเนื่อง การเปลี่ยนแปลงจะสำเร็จได้ต้องมีการตั้งเครือข่ายเรียนรู้ (Professional learning community) เพื่อช่วยแลกเปลี่ยนและให้ความรู้ต่อเนื่อง (วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์, 2560) ครูไทยในยุคศตวรรษที่ 21 ต้องปฏิรูปการศึกษาที่เน้นทักษะ เพื่อนำไปสู่การมีผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่มีคุณภาพ เพราะขณะนี้โลกที่พัฒนาแล้วได้เน้นการสร้างสรรคอะไรใหม่ๆ ออกมาที่สอดคล้องกับตลาดและขายได้ ฉะนั้นต้องเปลี่ยนวัฒนธรรมการเรียนรู้ของเด็กให้รู้จักการสร้างสรรค ร่วมกันวางแผน รู้จักแยกแยะ

รู้จักประยุกต์ วิจัยค้นคว้า สร้างผลงาน วางแผนและประเมินผลเป็น ครูจึงต้องเร่งปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของโลกข้อมูลข่าวสารในปัจจุบัน (ไพฑูริย์ สีนลารัตน์, 2557)

แต่ทุกวันนี้เด็กรุ่นใหม่ ไม่ว่าจะทำอะไรก็ตาม จะไม่คิดอะไรนอกกรอบ ซึ่งเป็นเหตุให้ขาดความคิดสร้างสรรค์ เพราะความคิดสร้างสรรค์ควรส่งเสริมในช่วงวัยเยาว์ เมื่อขาดความคิดสร้างสรรค์จึงทำให้ผลงานสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นไม่สมบูรณ์ ไม่มีความน่าสนใจเพียงพอ ความเป็นนวัตกรรมในตัวเด็กจึงไม่อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน เพราะผลงานที่สร้างขึ้นไม่เกิดความแปลกใหม่ หรือไม่มีความสร้างสรรค์นั่นเองโดยสาเหตุของการขาดการสร้างสรรค์ของเด็กนั้น มีการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ที่แสดงให้เห็นว่าการให้รางวัลกับเด็กเป็นการยับยั้งการค้นคว้าและจินตนาการของเด็ก ๆ จะใช้ความพยายามอย่างเต็มที่ แต่พอได้รางวัลหรือของตอบแทนแล้ว ก็จะไม่เกิดการผลักดันตัวเองให้ทำต่อไป การอยู่เคียงข้างเด็ก ๆ มาเกินไป คอยจัดการในทุก ๆ เรื่อง จะทำให้เด็กไม่ได้เรียนรู้กับบทเรียน หรือความผิดพลาดเมื่อเขาโตขึ้น ซึ่งจะเป็นอีกทางหนึ่งที่ย่ำกัดความคิดของเด็ก ๆ ให้กลัวและไม่กล้าคิดอะไรนอกกรอบ อีกอย่างหนึ่งคือไม่ควรจัดกิจกรรมให้เด็กมากเกินไป ควรปล่อยให้เด็กมีเวลาว่าง ผ่อนคลาย เพื่อเพิ่มจินตนาการของเด็ก ๆ เอง (สุทธิรักษ์ ศรีวรรณ, 2560)

จากเหตุผลดังกล่าวมาแล้วนั้น ทำให้ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญของการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง เพื่อพัฒนาความสามารถให้นักเรียนสามารถนำกระบวนการคิดวิเคราะห์ไปใช้เป็นรากฐานในการพัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพ และใช้ความสามารถที่มีอยู่ให้เป็นประโยชน์ต่อตนเองและสังคมได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ทำให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ได้กำหนดจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับศักยภาพของนักเรียนในระดับประถมศึกษา โดยฝึกให้นักเรียนคิดอย่างสร้างสรรค์เพื่อสร้างผลงานที่สร้างสรรค์ออกมา โดยเกิดความเป็นนวัตกรรมระหว่างการสร้างสรรค์ผลงาน นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ไม่เบียดเบียนเอาเปรียบผู้อื่น มีทักษะในการปฏิบัติงาน เป็นแนวทางในการนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ โดยสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และเป็นการนำหลักเศรษฐกิจสร้างสรรค์มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนานักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์พัฒนาตนเองสู่การเป็นนวัตกรรม เพื่อประดิษฐ์นวัตกรรมใหม่ โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของนักเรียนมาสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ทำให้ให้นักเรียนเกิดความภาคภูมิใจในตนเองผู้เรียนสามารถเลือกและสร้างกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเองจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย อีกทั้งเพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้

มีประสิทธิภาพและสอดคล้องตามเป้าหมายของการศึกษาในยุคปัจจุบันการศึกษา นอกจากนั้นการสร้างสรรคนวัตกรรม ยังช่วยส่งเสริมให้เด็กนักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

### กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและการสร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

#### 1. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำเสนอ 2) ชี้นำวางแผน 3) ชี้นำปฏิบัติ และ 4) ชี้นำประเมินผล ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) ปรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ชี้นำให้ความรู้พื้นฐาน 2) ชี้นำกระตุ้นความสนใจ 3) ชี้นำจัดกลุ่มร่วมมือ 4) ชี้นำแสวงหาความรู้ 5) ชี้นำสรุปสิ่งที่เรียนรู้ และ 6) ชี้นำเสนอผลงาน ลัดดา ภูเกียรติ (2544) กล่าวว่า ในการทำโครงงานผู้สอนจะต้องเป็นที่เลี้ยงให้คำแนะนำช่วยเหลือและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการปูพื้นฐานก่อนประกอบไปด้วยขั้นตอน 7 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน 2) การวางแผนในการทำ 3) การลงมือทำโครงงาน 4) การบันทึกผลการปฏิบัติงาน 5) การเขียนรายงาน 6) การนำเสนอโครงงาน และ 7) การประเมินผลโครงงาน Ribe & Vidal (1993) นำเสนอวิธีการสอนโดยใช้โครงงานหรือโครงการมีขั้นตอนการปฏิบัติ ดังนี้ 1) ชี้นำสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน (Creating a Good Atmosphere) 2) ชี้นำกระตุ้นให้เกิดความสนใจ (Getting the Class Interested) 3) ชี้นำเลือกหัวข้อ (Selecting the Topic) 4) ชี้นำสร้างโครงร่างของโครงงาน (Creating a General Outline of the Project) 5) ชี้นำลงมือปฏิบัติงานตามหัวเรื่อง 6) ชี้นำรายงานผลการปฏิบัติงานสู่ชั้นเรียน (Reporting to the Class) และ 7) ชี้นำกระบวนการย้อนกลับ (Processing Feedback) นอกจากนี้ Fried Booth & Diana L. (1987) ได้เสนอแนะแนวทางที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการทำโครงงาน โดยมีขั้นตอนดังนี้ 1) ชี้นำกระตุ้นความสนใจ 2) ชี้นำกำหนดจุดประสงค์ของโครงงาน 3) ชี้นำฝึกทักษะภาษา แนะนำหน้าที่และรูปแบบภาษาที่จะนำมาใช้ใน

โครงการ 4) ขั้นตอนแบบสื่อกที่จะเขียน 5) ขั้นตอนกิจกรรมกลุ่ม 6) ขั้นรวบรวมข้อมูล 7) ขั้นเรียบเรียงข้อมูล และ 8) ขั้นนำเสนอผลงาน

จากที่นักการศึกษาหลายคนข้างต้น ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบโครงการเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนการสอนแบบโครงการเป็นฐานได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นการสร้างความรู้สึกที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน มีการนำเสนอตัวอย่างการจัดทำโครงการ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนลงมือทำโครงการ

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการคิด การระดมสมองในเรื่องที่สนใจ

ขั้นที่ 3 ขั้นวางแผนและปฏิบัติ เป็นการให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ และให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมชั้นประเมิน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน เป็นการให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

## 2. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

การจัดการเรียนการสอนแบบสะเต็ม คือการผนวกแนวคิดการออกแบบเชิงวิศวกรรม เข้ากับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ของผู้เรียน กล่าวคือ ในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ ความเข้าใจ และฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ผู้เรียนต้องมีโอกาสนำความรู้มาออกแบบวิธีการหรือกระบวนการเพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยีซึ่งเป็นผลผลิตจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (The National Research Council, 2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การระบุประเด็นปัญหา (Identify a Challenge) 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Explore Ideas) 3) การวางแผนและพัฒนา (Plan & Develop) 4) การทดสอบและประเมินผล (Test & Evaluate) และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ (Present the Solution)

นอกจากนี้ยังมีนักวิจัยให้เล็งเห็นถึงความสำคัญและทำการวิจัยโดยการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION โดยนัสนรินทร์ ป้อชา (2558) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยออกแบบขั้นตอนการสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1) การสร้างความสนใจ 2) การสำรวจและค้นหา 3) การอธิบายและลงข้อสรุป 4) การขยายความรู้ และ 5) การประเมินผล

พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ธิระติกุล (2558) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยออกแบบขั้นตอนการสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1) การระบุปัญหาหรือสถานการณ์ 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง 3) การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา 4) การทดลอง และ 5) การประเมินและปรับปรุงแก้ไข

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์(องค์การมหาชน) (2559) มีการจัดสะเต็มศึกษา 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหา (Problem Identification) 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

กมลฉัตร กล่อมอ้อม (2559) ได้จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู โดยออกแบบขั้นตอนการสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้ 1) การระบุปัญหา 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและการประเมินผล และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์

จากที่นักการศึกษาหลายท่านข้างต้น ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบ STEM EDUCATION ไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนในการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 2 การระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาหรือความต้องการนั้น ๆ อย่างละเอียด โดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไข แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการในการดำเนินการ

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล เป็นการดำเนินการจริงและสรุปผลการดำเนินงาน



ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลที่ได้รับจากการดำเนินการตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่กำหนดไว้

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม

นวัตกรรม เป็นผู้ที่ชอบเสี่ยง จะต้องเป็นคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้เป็นนักประดิษฐ์ หรือมีความรอบรู้เทคโนโลยี หลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนระหว่างการพัฒนา นวัตกรรมได้ดี Rogers (1983) กล่าวว่านวัตกรรม คือ ผู้ที่ต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ 1) การเชื่อมโยงความคิด 2) ตั้งคำถาม 3) สังเกต 4) ปฏิสัมพันธ์ และ 5) ทดลอง นอกจากนี้ Dyer and et al (2011) ยังกล่าวว่านวัตกรรมต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ไม่พึงพอใจกับสถานภาพปัจจุบัน กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาดในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง และมีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถาม ส่วนนักการศึกษาไทย วสันต์ สุทธาวาส (2558) กล่าวว่านวัตกรรม คือ ผู้ที่ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงาน ที่เป็นนวัตกรรม สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง องค์กร และส่งมอบไปยังระบบการจัดการศึกษา ซึ่งมีประโยชน์มีคุณค่า และเหมาะสมต่อการพัฒนาและแก้ปัญหาทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาครัฐ

จากความหมายของนวัตกรรม ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยสรุปความหมายของนวัตกรรมได้คือ นวัตกรรม คือ ผู้ที่มีความกล้าคิดกล้าเสี่ยง และริเริ่มในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง

Tornatzky and Klein (1982) ได้ทบทวนงานวิจัยที่ทำการศึกษารองคัพระกอบหรือคุณลักษณะของนวัตกรรม จำนวน 75 เรื่อง พบว่า คุณลักษณะของบุคลากรที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างนวัตกรรมที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด 10 คุณลักษณะ ได้แก่ 1) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (collaboration) 2) ให้ความสำคัญกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ (relative advantage) 3) สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ (complexity) 4) การมีต้นทุน (cost) 5) ความสามารถในการสื่อสาร (communicability) 6) ความสามารถในการจำแนก (divisibility) 7) ความสามารถในการทำกำไร (profitability) 8) การมีแนวคิดทางสังคม (social approach) 9) ความสามารถในการทดลอง (trialability) และ 10) ความช่างสังเกต (observability)

ปรีดา ยังสุขสถาพร (2552) กล่าวว่า นวัตกรรม แบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) นวัตกรรมแบบผู้รักษาประตู (Gatekeeper) เป็นผู้รวบรวมและส่งต่อข้อมูลอย่างเหมาะสม 2) นวัตกรรมแบบผู้สร้างสรรค์ความคิด (Idea Generator) เป็นผู้ที่ชอบคิด สร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา 3) นวัตกรรมแบบ

ผู้สนับสนุน (Coach) เป็นผู้ผลักดันให้นำความคิดใหม่มาประยุกต์ และ 4) นวัตกรรมแบบเจ้าพ่อ (Godfather) เป็นผู้เชี่ยวชาญและประสบความสำเร็จด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่าง แท้จริง

นิชากร ศรีเพชรดี (2562) อ้างถึง Tony Wagner กล่าวไว้บนเวที TED Talk ปี 2012 ว่าคุณสมบัติที่จำเป็นที่สุดในการเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ มี 4 ประการ ดังนี้ 1) ความสงสัยใคร่รู้ 2) การร่วมมือ 3) การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง และ 4) แนวโน้มที่จะลงมือทำและทดลอง

จากการที่นักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยได้สรุปคุณลักษณะของนวัตกรรม ว่าคือผู้ที่มีความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง มีคุณลักษณะ 4 ประการ ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง 2) มีความช่างสังเกต 3) ลงมือทำและทดลอง และ 4) มีปฏิสัมพันธ์

#### 4. แนวคิดเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2535) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของผลงานสร้างสรรค์ว่า เป็นการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบเดิมที่เคยปฏิบัติ และสร้างผลงานใหม่โดยการผสมผสานความรู้ ความคิดต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืน นำรูปแบบที่สังเกตจากธรรมชาติไปใช้ หรือดัดแปลงในการทำงาน รวมทั้งการใช้จินตนาการในการสร้างสรรค์งาน การแสดงออกเป็นไปอย่างมีจุดหมายและเชื่อมั่น มีลักษณะเฉพาะในทางดั่งามที่เป็นของตนเอง แสดงถึงการมีความคิดริเริ่มของผู้ปฏิบัติงาน

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2555) ได้ให้ความหมายของผลงานสร้างสรรค์ว่า หมายถึง ผลงานทางศิลปะ โดยมีผลงานที่แสดงออกถึงแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดการสร้างสรรค์เดิม เพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิก ศาสตร์ทางศิลปะ งานสร้างสรรค์ครอบคลุมถึงสิ่งประดิษฐ์และงานออกแบบตามสาขาศิลปะเฉพาะทางที่มีคุณค่าและคุณประโยชน์ที่ยอมรับในวงวิชาชีพ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2557) ให้ความหมาย งานสร้างสรรค์ หมายถึง ผลงานศิลปะและสิ่งประดิษฐ์ทางศิลปะประเภทต่าง ๆ ที่มีความเป็นนวัตกรรม โดยมีการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบที่เหมาะสมตามประเภทของงานศิลปะซึ่งมีแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดสร้างสรรค์เดิมเพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิกศาสตร์อันก่อให้เกิดคุณค่าทางสุนทรีย์และคุณประโยชน์ ที่เป็นที่ยอมรับในวงวิชาชีพตามการจัดกลุ่มศิลปะของอาเซียน

จากความหมายของผลงานสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่าผลงานสร้างสรรค์ คือชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ มีการคิดริเริ่มในสิ่งที่แปลกใหม่ เพื่อสนองความต้องการของตนเองและสังคม

การสร้างผลงานหรือการสร้างสรรค์ผลงานใหม่ เป็นการถ่ายโอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไปสู่การออกแบบ Schoell & Guiltinan (1988) การสร้างสรรค์หรือการประดิษฐ์ผลงานออกมา แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ 1) ผลงานนวัตกรรม หรือผลงานใหม่ที่แท้จริง เป็นการริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานใหม่ที่มีขึ้นเป็นครั้งแรก 2) ผลงานดัดแปลง หรือผลงานฉบับปรับปรุง เป็นการพัฒนาผลงานเดิมที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ทำให้เกิดผลงานใหม่อีกครั้ง 3) ผลงานเลียนแบบ หรือผลงานทดแทน เป็นการสร้างผลงานตามอย่างผลงานเดิมที่มีอยู่แล้ว

ผลงานที่สร้างสรรค์ต้องมีลักษณะ คือ มีความแปลกใหม่และมีคุณค่า โดยงานสร้างสรรค์ต้องเป็นที่ยอมรับว่ามีความถูกต้อง สามารถใช้งานได้ดี ดึงดูด โฟเราะ หรือมีสุนทรียภาพ Good & Brophy (1980)

ลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ คือ ผลของความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นขั้นสูงสุด และไม่จำเป็นจะต้องค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ โดยไม่มีผู้ใดทำมาก่อน หรือไม่จำเป็นต้องสร้างทฤษฎีที่ใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนเรานั้น อาจจะเป็นบันไดขั้นใดขั้นหนึ่งใน 6 ขั้น ตามที่ Taylor (1964) กล่าวไว้ดังนี้ ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นสุด หมายถึง เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่ม ขั้นที่ 2 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการทดลองสร้างผลงานซึ่งใช้ทักษะเฉพาะทางโดยไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ ขั้นที่ 3 เป็นความคิดสร้างสรรค์ผลงานที่แสดงให้เห็นว่า ผู้สร้างสรรค์ได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ไม่ได้ลอกเลียนแบบใคร ขั้นที่ 4 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร แตกต่างจากผู้อื่น ขั้นที่ 5 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำสิ่งที่คิดไว้แล้วนั้นมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ และขั้นที่ 6 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูงสุด ที่แสดงถึงความสามารถในการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การสร้างทฤษฎี หรือหลักการใหม่ เป็นต้น

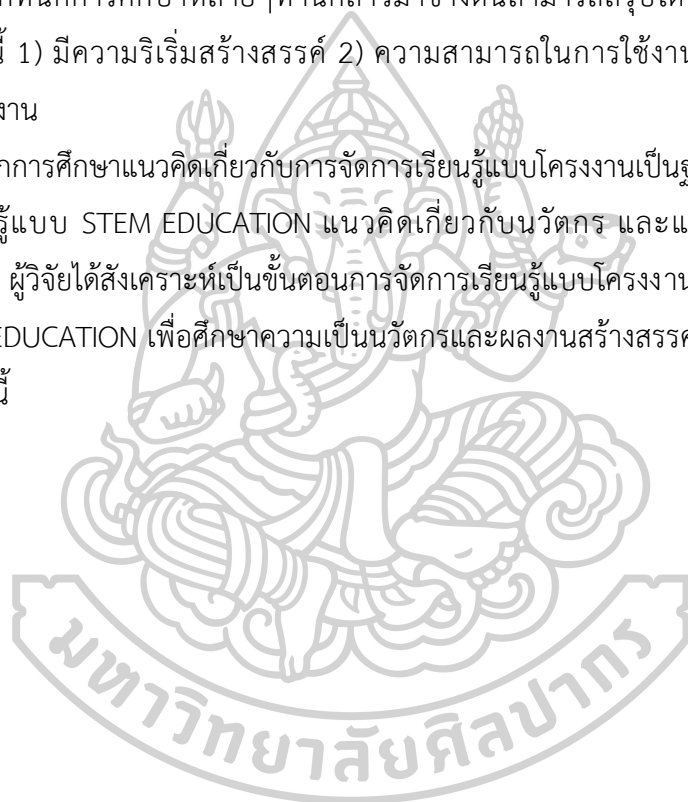
สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ได้กล่าวถึงลักษณะผลผลิตที่มีความสร้างสรรค์ ไว้ 6 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 การแสดงออกอย่างอิสระในด้านความคิดริเริ่ม โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน ขั้นที่ 2 การผลิตงานโดยอาศัยทักษะบางอย่างไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ๆ ขั้นที่ 3 การแสดงถึงความคิดใหม่ของบุคคล ไม่ได้ลอกเลียนมาจากใคร แม้ว่าจะมีผู้อื่นคิดไว้แล้วก็ตาม ขั้นที่ 4 การประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ เป็นผลการประดิษฐ์ใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร ขั้นที่ 5 การพัฒนาผลงานที่ประดิษฐ์ได้ในขั้นที่ 4 ให้ดีขึ้น และขั้นที่ 6 การใช้ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การค้นพบทฤษฎีหลักการใหม่

ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546) กล่าวว่ากระบวนการสร้างสรรค์ผลงานหรือการผลิตเป็นการดัดแปลงหรือประยุกต์เอาหลักการหรือวิธีการ อย่างหนึ่งไปใช้ในการแก้ไขปัญหา เพื่อสร้างให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ หากพิจารณาคุณภาพของงานสามารถแบ่งตามระดับของการสร้างสรรค์ได้ 4

ลักษณะ ดังนี้ 1) การค้นพบสิ่งใหม่ เป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครค้นพบมาก่อน แต่จะพบทางานประเภทนี้ได้ยาก เนื่องจากผลงานต่าง ๆ ออกมา ล้วนมีรากฐานการพัฒนาจากผลงานที่มีปัญหาข้อบกพร่อง เมื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วมักคงความเป็นของเดิมหลงเหลืออยู่บ้าง 2) การริเริ่มใหม่ เป็นผลงานที่เกิดจากการนำหลักการ หรือการค้นพบมาริเริ่มใช้ในการสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าในการแก้ไข ปัญหา 3) การสังเคราะห์ เป็นผลงานที่เกิดจากการรวบรวมผลงานต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมมาสังเคราะห์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่ และ 4) การดัดแปลง เป็นผลงานที่มีเห็นอยู่ทั่วไป อาจมีความแตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่เดิม มีความน่าสนใจมากกว่าเดิม

จากที่นักการศึกษาหลายๆท่านกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลงานสร้างสรรค์มีลักษณะ ดังนี้ 1) มีความริเริ่มสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการใช้งาน และ 3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION แนวคิดเกี่ยวกับนวัตกรรม และแนวคิดเกี่ยวกับผลงานสร้างสรรค์นั้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ โดยสรุปกรอบแนวคิดการวิจัยได้ดังนี้





แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### คำถามเพื่อการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
2. ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับใด
3. ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับใด
4. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับใด

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
2. เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
3. เพื่อศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับดี
3. ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับดี
4. ความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION อยู่ในระดับมากขึ้นไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนอนุบาลนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องเรียนปกติ รวมเป็นจำนวน 220 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนอนุบาลนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ ประถมศึกษาปีที่ 5/3 จำนวน 46 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลาก ทั้งนี้โรงเรียนจัดนักเรียนแบบคละความสามารถ จึงถือว่าห้องเรียนแต่ละห้องมีความเท่าเทียมกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม โดยทำการสุ่มเพียง 1 ห้องเรียน

### 2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2.2 ความเป็นนวัตกรรม

2.2.3 ผลงานสร้างสรรค์

2.2.4 ความคิดเห็นของนักเรียน

### 3. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ เป็นเนื้อหาจากกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รายวิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 15101 หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

### 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองสอนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยกำหนดระยะเวลาในการทดลองจำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยทดลองจำนวน 20 ชั่วโมง สัปดาห์ละ 4 ชั่วโมง รวมเป็นเวลา 5 สัปดาห์

## นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียน เรียนรู้แบบกลุ่ม 5-6 คน ฝึกการวางแผนการดำเนินงานที่เป็นระบบ การลงมือปฏิบัติตามแผน ที่ การลงมือปฏิบัติ และการสรุปผลการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก ให้แก่ผู้เรียน วางแผน จัดสภาพแวดล้อมที่ดีในการเรียนรู้ ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างบรรยากาศ ในชั้นเรียน 2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 3) ขั้นวางแผนและปฏิบัติ 4) ขั้นนำเสนอผลงาน และ 5) ขั้น ประเมินผล

2. แนวคิดแบบ STEM EDUCATION หมายถึง การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยนำ ลักษณะธรรมชาติและกระบวนการสอนของแต่ละสาขามาสผสมผสานกันเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่สำคัญ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิต ซึ่งมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การสร้างความ สนใจ 2) การระบุปัญหา 3) การวางแผนและพัฒนา 4) การทดสอบและประเมินผล และ 5) การ นำเสนอผลลัพธ์

3. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION หมายถึง การจัดการเรียนรู้ โดยการนำจุดเด่นของธรรมชาติ 4 ศาสตร์วิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาผสมผสานกัน เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้มาใช้ในการ แก้ปัญหา การค้นคว้า และการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ การสอนแบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION สรุปมี 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน 2) ขั้นกระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา 3) ขั้นวางแผนและดำเนินการ 4) ขั้นทดสอบ ประเมินผล และ ปรับปรุง และ 5) ขั้นนำเสนอผลงาน

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ความเข้าใจของนักเรียน เรื่องปริมาณและ ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก รายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบ แบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

5. ความเป็นนวัตกรรม หมายถึง คุณลักษณะของนักเรียนในการแสดงออก โดยมีคุณลักษณะ 4 ประการ ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง 2) มีความช่างสังเกต 3) ลงมือทำ และทดลอง และ 4) มีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งวัดได้จากแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม โดยมีลักษณะเป็น เกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. ผลงานสร้างสรรค์ หมายถึง ชิ้นงานที่นักเรียนสร้างขึ้น โดยมีลักษณะดังนี้ 1) มีความ ริเริ่ม สร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการใช้งาน และ 3) ขั้นตอนการสร้างสรรคผลงาน ซึ่งวัดได้จาก แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้น

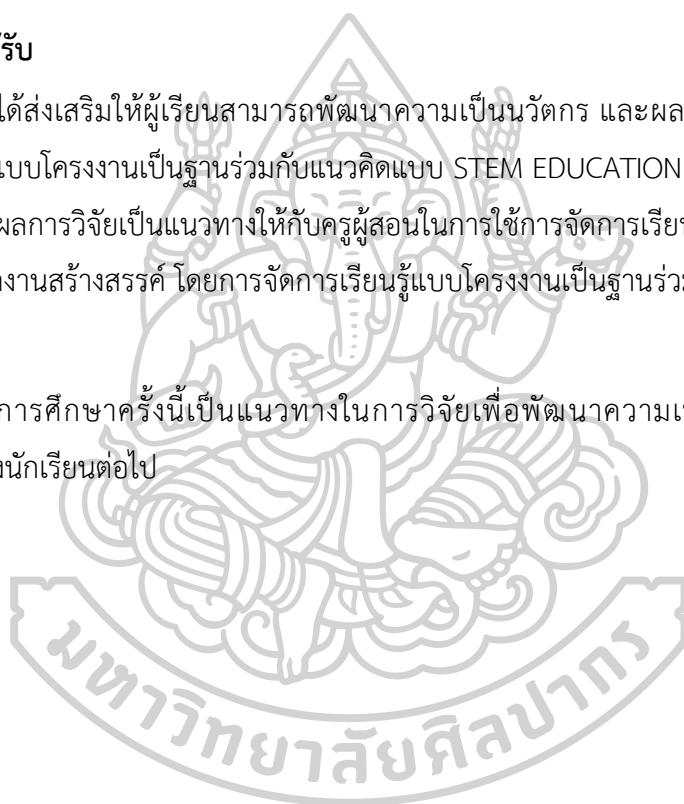


7. ความคิดเห็น หมายถึง ความรู้สึกนึกคิดหรือทัศนคติของนักเรียนหลังจากการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามแบบประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ โดยวัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

8. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

### ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเป็นนวัตกรรม และผลงานสร้างสรรค์ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
2. ผลการวิจัยเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในการใช้การจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
3. การศึกษาครั้งนี้เป็นแนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนต่อไป



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย ดังนี้

1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
3. การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION
4. ความเป็นนวัตกรรม
5. นวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์
6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 1. หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เป็นแผน เป็นแนวทาง หรือข้อกำหนดของการจัดการศึกษาของโรงเรียนอนุบาลนครปฐมที่จะใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีความเป็นผู้นำ รักความเป็นไทย มีศักยภาพเป็นพลโลกที่มีความเป็นเลิศทางวิชาการ สื่อสารสองภาษา ล้ำหน้าทางความคิด ผลงานอย่างสร้างสรรค์ และร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ โดยมุ่งหวังให้มีความสมบูรณ์ทั้งทางร่างกาย จิตใจ และสติปัญญา มีคุณภาพตามมาตรฐานที่กำหนด เพื่อการแข่งขันในยุคปัจจุบันในระดับชาติ ระดับอาเซียน และระดับสากล ดังนั้นหลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากลพุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) จึงประกอบด้วยสาระสำคัญของหลักสูตรแกนกลาง สาระที่เกี่ยวข้องกับชุมชนท้องถิ่น สาระสำคัญที่สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติม หน่วยที่บูรณาการอาเซียน และสาระที่เป็นมาตรฐานสากล โดยจัดเป็น

สาระการเรียนรู้รายวิชาพื้นฐาน บูรณาการอาเซียนศึกษา 1 หน่วยทุกกลุ่มสาระการเรียนรู้ ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้รายวิชาเพิ่มเติมวิชาหน้าที่พลเมืองทุกชั้นปี สาระการเรียนรู้ที่เป็นสากล คือ วิชาการศึกษาเพื่อเรียนรู้ (Knowledge Inquiry) จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน เป็นรายปีในระดับประถมศึกษาเป็นรายภาคและกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของสถานศึกษา ตามคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

ในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม ได้จัดรายวิชาภาษาต่างประเทศ เป็นรายวิชาเพิ่มเติมในกลุ่มสาระภาษาต่างประเทศในทุกระดับชั้น เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้ได้มาตรฐานสากล ตามวัยของผู้เรียน

### วิสัยทัศน์

หลักสูตรโรงเรียนมาตรฐานสากล พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) มุ่งเน้นให้เป็นสถานศึกษาในชุมชน ที่มีการบริหารจัดการด้านการศึกษามีประสิทธิภาพตามมาตรฐานสากล มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคนให้มีความเป็นผู้นำ รักความเป็นไทย มีศักยภาพเป็นพลโลกที่มีความเป็นเลิศทางวิชาการ สื่อสารสองภาษา ล้ำหน้าทางความคิด ผลิตงานอย่างสร้างสรรค์ และร่วมกันรับผิดชอบต่อสังคมโลก ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกความเป็นพลเมืองไทย อาเซียนและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ การศึกษาตลอดชีวิต และพัฒนาตามศักยภาพจนถึงขีดสุดในด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ด้วยสื่อเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์ควบคู่กับการพัฒนาคุณธรรม จริยธรรมตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง มีความสุขในสถานศึกษาด้วยระบบดูแลช่วยเหลือ การมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาของผู้ปกครองและชุมชน โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

### จุดหมาย

- 1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง
- 2) มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยีและมีทักษะชีวิต
- 3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิตและการปกครองในระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5) มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

#### สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

- 1) ความสามารถในการสื่อสาร
- 2) ความสามารถในการคิด
- 3) ความสามารถในการแก้ปัญหา
- 4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- 5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

#### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

- 1) รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
- 2) ซื่อสัตย์สุจริต
- 3) มีวินัย
- 4) ใฝ่เรียนรู้
- 5) อยู่อย่างพอเพียง
- 6) มุ่งมั่นในการทำงาน
- 7) รักความเป็นไทย
- 8) มีจิตสาธารณะ

#### มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้

- 1) ภาษาไทย
- 2) คณิตศาสตร์
- 3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
- 4) สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม
- 5) สุขศึกษาและพลศึกษา
- 6) ศิลปะ
- 7) การงานอาชีพ
- 8) ภาษาต่างประเทศ

### กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น

1) จำนวนและพีชคณิต: ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ย และมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

2) การวัดและเรขาคณิต: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยาม แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติ และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3) สถิติและความน่าจะเป็น: การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สมบัติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และการนำไปใช้

**ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็น และต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ ความสามารถต่อไปนี้

1) การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผน แก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลถึงคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2) การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน

3) การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4) การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5) การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

## คำอธิบายรายวิชา

ค 15101 คณิตศาสตร์ 5

รายวิชาพื้นฐาน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์  
เวลา 160 ชั่วโมง

ศึกษาผลบวก ผลลบของเศษส่วนและจำนวนคละ ผลคูณ ผลหารของเศษส่วนและจำนวนคละ โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารเศษส่วนสองขั้นตอน โดยปัญหาโดยใช้บัญญัติไตรยางศ์ เส้นตรง ส่วนของเส้นตรงให้ขนานกับเส้นตรงหรือส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้ โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนักที่มีการเปลี่ยนหน่วยและเขียนในรูปทศนิยม ข้อมูลกราฟเส้นในการหาคำตอบของโจทย์ปัญหา แผนภูมิแท่งจากข้อมูลที่เป็นจำนวนนับ เศษส่วนที่มีตัวส่วนเป็นตัวประกอบของ 10 หรือ 100 หรือ 1000 ในรูปทศนิยม ผลคูณของทศนิยมที่ผลคูณเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง ผลหารที่ตัวตั้งเป็นจำนวนนับหรือทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง และตัวหารเป็นจำนวนนับผลหารเป็นทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่ง โจทย์ปัญหาการบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม 2 ขั้นตอน โจทย์ปัญหาร้อยละไม่เกิน 2 ขั้นตอน รูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อ กำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม ลักษณะของปริซึม โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุและภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

โดยหา แสดงวิธีหาคำตอบ สร้าง ใช้ เขียนจำแนก บอก เพื่อให้มีความสามารถในการสื่อสาร มีความสามารถในการคิด มีความสามารถในการแก้ปัญหา มีความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี มีวิธีการคิดที่กระฉับกระชวย มีแบบแผนการคิดและใช้เหตุผลในการตัดสินใจ ใช้ภาษาเขียนที่ถูกต้องตามหลักภาษา สามารถถ่ายทอดความคิดในการเขียนรายงานผลงาน ตระหนัก เห็นความสำคัญของปัญหา ข้อขัดแย้งระดับสากลเกี่ยวกับโลกศึกษาโดยใช้ทักษะการคิด วิเคราะห์ การคิดแก้ปัญหา ทักษะการปฏิบัติเชิงบวกเหมาะสมกับระดับวุฒิภาวะของผู้เรียน สามารถสร้างเสริมทักษะชีวิต มีทัศนคติและเจตคติต่อการสร้างสรรค์สังคมแห่งความสุขในอาเซียน และสันติภาพโลก

### รหัสตัวชี้วัด

ค 1.1 ป.5/1 ป.5/2 ป.5/3 ป.5/4 ป.5/5 ป.5/6 ป.5/7 ป.5/8 ป.5/9

ค 2.1 ป.5/1 ป.5/2 ป.5/3 ป.5/4

ค 2.2 ป.5/1 ป.5/2 ป.5/3 ป.5/4

ค 3.1 ป.5/1 ป.5/2

รวมทั้งหมด 19 ตัวชี้วัด

### โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เวลา 80 ชั่วโมง

คะแนน 100 คะแนน

หน่วยที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐานการ เรียนรู้ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา(ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	เศษส่วน	ค 1.1 ป.5/3 ค 1.1 ป.5/4 ค 1.1 ป.5/5	การเปรียบเทียบเศษส่วนและจำนวนคละ การบวกการลบของเศษส่วนและจำนวนคละ การคูณการหารของเศษส่วนและจำนวนคละ การบวก ลบ คูณ หารระคนของเศษส่วนและ จำนวนคละ การแก้โจทย์ปัญหาเศษส่วนและ จำนวนคละ	30	15
ทดสอบกลางภาคเรียนที่ 1				1	20
2	ทศนิยม	ค 1.1 ป.5/1 ค 1.1 ป.5/6 ค 1.1 ป.5/7 ค 1.1 ป.5/8	ความสัมพันธ์ระหว่างเศษส่วนและทศนิยม ค่าประมาณของทศนิยมไม่เกิน 3 ตำแหน่งที่เป็น จำนวนเต็ม ทศนิยม 1 ตำแหน่งและ 2 ตำแหน่ง การใช้เครื่องหมาย $\approx$ การประมาณผลลัพธ์ของ การบวก การลบ การคูณ การหารทศนิยม การ แก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับทศนิยม	35	15
3	การนำเสนอ ข้อมูล	ค 3.1 ป.5/1 ค 3.1 ป.5/2	การอ่านและการเขียนแผนภูมิแท่ง การอ่าน กราฟเส้น	15	10
ทดสอบปลายภาคเรียนที่ 1				2	40
รวมภาคเรียนที่ 1				80	100



## โครงสร้างรายวิชาคณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เวลา 80 ชั่วโมง

คะแนน 100 คะแนน

หน่วยที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
4	ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์	ค 1.1 ป.5/9	การอ่านและการเขียนร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ การแก้โจทย์ปัญหาร้อยละ	15	8
5	เส้นขนาน	ค 2.2 ป.5/1	เส้นตั้งฉากและสัญลักษณ์แสดงการตั้งฉาก เส้นขนานและสัญลักษณ์แสดงการขนาน การสร้างเส้นขนาน มุมแย้ง มุมภายในและมุมภายนอกที่อยู่บนข้างเดียวกันของเส้นตัดขวาง (Traversal)	15	6
ทดสอบกลางภาคเรียนที่ 2				1	20
6	ความยาวและน้ำหนัก	ค 2.1 ป.5/1 ค 2.1 ป.5/2	ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยความยาว เซนติเมตรกับมิลลิเมตร เมตรกับเซนติเมตร กิโลเมตรกับเมตร โดยใช้ความรู้เรื่องทศนิยม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวโดยใช้ความรู้เรื่องการเปลี่ยนหน่วยและทศนิยม ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยน้ำหนัก กิโลกรัมกับกรัม โดยใช้ความรู้เรื่องทศนิยม การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับน้ำหนัก โดยใช้ความรู้ เรื่องการเปลี่ยนหน่วยและทศนิยม	15	8
7	รูปสี่เหลี่ยม	ค 2.2 ป.5/2 ค 2.2 ป.5/3 ค 2.2 ป.5/4 ค 2.1 ป.5/4	ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม การสร้างรูปสี่เหลี่ยม ลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของปริซึม ความยาวรอบรูปของสี่เหลี่ยม พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม และพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	15	10
8	ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ค 2.1 ป.5/3	ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสัมพันธ์ระหว่างมิลลิเมตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	20	8
ทดสอบปลายภาคเรียนที่ 2				2	40
รวมภาคเรียนที่ 2				80	100
<b>รวม 2 ภาคเรียน</b>				<b>160</b>	<b>200</b>

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทดลองจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION กับรายวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มาตรฐานการเรียนรู้ตัวชี้วัด ค 2.1 ป.5/3 ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ความสัมพันธ์ระหว่างมิลลิลิตร ลิตร ลูกบาศก์เซนติเมตร และลูกบาศก์เมตร การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 20 ชั่วโมง

## 2. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าหาความรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ ไว้ดังนี้

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

Thomas and Mergendoller (2000) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เชิงค้นคว้า เน้นให้นักเรียนสนใจในปัญหาหรือคำถามที่จะผลักดันให้เข้าถึงแก่นของแนวคิด หรือหลักการทำให้นักเรียนรู้จักการค้นคว้าและสร้างสรรค์นวัตกรรมด้วยตนเอง

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2553) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ ด้วยตัว ของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่นั้น ทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้หรือมีประสบการณ์มาก่อน

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ว่าเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของนักเรียนที่อยากจะค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือหลายๆสิ่งที่น่าสนใจหรืออยากรู้คำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้น กว่าเดิม โดยใช้ทักษะ กระบวนการและปัญหาหลายๆด้าน มีวิธีการอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอน อย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้จนได้ข้อสรุป หรือผลการศึกษา หรือคำตอบเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

ดุชนฎี โยเหลาและคณะ (2557) การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการ

สังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม จากการศึกษาความหมายของนักการศึกษา ผู้วิจัยจึงสรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัดและสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการศึกษาหาคำตอบ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด

## 2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบโครงการนั้น มีแนวคิดสอดคล้องกับ John Dewey เรื่อง “learning by doing” ซึ่งได้กล่าวว่า “Education is a process of living and not a preparation for future living.” John Dewey (1897) ซึ่งเป็นการเน้นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ชีวิตขณะที่เรียน เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะต่าง ๆ ซึ่งสอดคล้องกับหลักพัฒนาการคิดของ Bloom ทั้ง 6 ชั้น คือ ความรู้ความจำ (Remembering) ความเข้าใจ (understanding) การประยุกต์ใช้ (Applying) การวิเคราะห์ (Analyzing) การประเมินค่า (Evaluating) และ การคิดสร้างสรรค์ (Creating) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน นั้นจึงเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง ที่ถือได้ว่าเป็น การจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เนื่องจากผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ ด้วยตนเองทุกขั้นตอน โดยมีครูเป็นผู้จัดประสบการณ์การเรียนรู้

การเรียนรู้แบบโครงการ เป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่มีผู้ให้ความสนใจมากในปัจจุบัน McDonnell (2007) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงการเป็นรูปแบบหนึ่งของ Child-centered Approach ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานตามระดับทักษะที่ตนเองมีอยู่ เป็นเรื่องที่สนใจและรู้สึกสบายใจที่จะทำ นักเรียนได้รับสิทธิในการเลือกว่าจะตั้งคำถามอะไร และต้องการผลผลิตอะไรจากการทำงานชิ้นนี้ โดยครูทำหน้าที่เป็นผู้สนับสนุนอุปกรณ์และจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียน สนับสนุนการแก้ไขปัญหา และสร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้เรียน

## 2.3 ประเภทของโครงการเป็นฐาน

นักการศึกษาได้แบ่งประเภทของโครงการเป็นฐาน ไว้ดังนี้

พิมพันธ์ เตชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข (2553) กล่าวว่าไว้ว่า โครงการที่ใช้เกณฑ์ของผลที่ได้รับ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท คือ

1) โครงการสำรวจ เป็นการสำรวจความรู้ที่มีอยู่แล้วในธรรมชาติหรือสภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องใดเรื่องหนึ่ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอแบบต่าง ๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อให้

เห็นความสัมพันธ์ของเรื่องดังกล่าวได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นักเรียนต้องไปศึกษา รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การสอบถาม สัมภาษณ์ สืบหาโดยใช้เครื่องมือ คือ แบบสังเกต แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และแบบบันทึก

2) โครงการทดลอง เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเรื่องใดเรื่องหนึ่งว่าจะเกิดอะไรขึ้น เมื่อมีการทดลองสิ่งที่จัดกระทำขึ้น คือ ตัวแปรต้น เพื่อศึกษาว่าจะมีผลต่อตัวแปรที่ ต้องการศึกษาก่อนหรือตัวแปรตามอย่างไร โดยมีการควบคุมตัวแปรอื่น ๆ คือตัวแปรควบคุมที่อาจมีผลต่อตัวแปรตาม

3) โครงการประดิษฐ์ เป็นโครงการที่มีวัตถุประสงค์เพื่อนำความรู้ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ โดยการประดิษฐ์เป็นเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการเรียน หรือการทำงาน หรือใช้สอยอื่น ๆ การประดิษฐ์คิดค้นตามโครงการนี้ อาจเป็นการประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยที่ยังไม่มีใครทำ หรืออาจปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และดัดแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าที่เป็นอยู่ รวมทั้งการสร้างแบบจำลองต่าง ๆ

ลัดดา ภูเกียรติ (2552) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานในระดับประถมศึกษา สามารถใช้ได้กับทุกสาระเนื้อหา หรือที่เรียกว่าโครงการตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ และจากความสนใจของนักเรียน ที่บางครั้งไม่ตรงกับวิชาที่เรียนอยู่หรือที่เรียกว่าโครงการตามความสนใจ การแบ่งประเภทของโครงการตามลักษณะของเนื้อหาสาระจะแบ่งได้ดังนี้

#### 1) โครงการวิทยาศาสตร์

1.1) โครงการประเภทสำรวจ เป็นโครงการที่ไม่ต้องมีการจัดทำหรือกำหนดตัวแปร แต่เป็นการรวบรวมข้อมูลในสนามหรือในธรรมชาติได้ทันทีหรือทำการเก็บรวบรวมวัสดุตัวอย่างมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ หรือจำลองธรรมชาติขึ้นในห้องปฏิบัติการแล้วสังเกตและศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาจำแนกเป็นหมวดหมู่ และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อให้เห็นลักษณะหรือความสัมพันธ์ในเรื่องที่ต้องการศึกษาได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.2) โครงการประเภททดลอง เป็นโครงการที่ต้องทำการทดลองเพื่อศึกษาว่าตัวแปรหนึ่ง จะมีผลต่อตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างไรบ้าง

1.3) โครงการประเภทพัฒนาหรือการประดิษฐ์ เป็นโครงการประเภทพัฒนาหรือประดิษฐ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ประโยชน์ในการทำงาน โดยนำหลักการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ สิ่งประดิษฐ์ดังกล่าวอาจเป็นสิ่งที่คิดขึ้นมาใหม่ทั้งหมด หรือเป็นการดัดแปลงมาจากของเดิมที่มีอยู่แล้วก็ได้ เพื่อปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิม หรือสร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายแนวความคิดบางอย่างในการแก้ปัญหาหนึ่งก็ได้

1.4) โครงการประเภทสร้างทฤษฎี หรือการอธิบาย เป็นโครงการที่นำเสนอแนวคิดหรือทฤษฎีใหม่ๆ ซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของสมการ สูตร หรือคำอธิบาย โดยตั้งข้อตกลงหรือกติกาขึ้นมา

เอง แล้วเสนอหลักการหรือแนวคิด หรือทฤษฎีตามกติกาหรือข้อตกลงนั้น หรือเป็นการขยายทฤษฎีในรูปแบบใหม่ที่ยังไม่มีผู้ใดคิดมาก่อน

2) โครงการงานทั่ว ๆ ไป สามารถใช้ได้กับทุกสาระเนื้อหา หรือที่เรียกว่าโครงการตามกลุ่มสาระการเรียนรู้ เป็นการใช้บูรณาการร่วมกันกับการเรียนรู้ทักษะ และเป็นพื้นฐานในการกำหนดโครงการและปฏิบัติ

โดยในการวิจัยครั้งนี้ โครงการที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคือโครงการประดิษฐ์ ซึ่งให้นักเรียนได้นำความรู้ ทฤษฎี หรือแนวคิดมาประยุกต์ใช้ในการประดิษฐ์ผลงานสร้างสรรค์ ซึ่งอาจเป็นผลงานที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่โดยยังไม่มีใครทำ หรืออาจปรับปรุงเปลี่ยนแปลงของเดิมที่มีอยู่แล้วให้เกิดประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเหมาะสมกับสถานการณ์หรือเงื่อนไขที่ให้

## 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

Fried Booth and Diana (1987) ได้เสนอแนะแนวทางที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการทำโครงการ โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสนใจนี้จะเป็นการอภิปรายความคิดต่าง ๆ ให้ข้อเสนอแนะทักษะทางภาษาที่จะฝึกฝน ในขั้นนี้คือ การพูดการฟังอาจจะมีการอ่าน สิ่งที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะศึกษาด้วย

ขั้นที่ 2 กำหนดจุดประสงค์ของโครงการ เป็นการอภิปราย ตกลงเกี่ยวกับของโครงการ ซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทำโครงการด้วย ทักษะที่ใช้ในขั้นนี้ คือ การพูด การฟัง รวมทั้งการจดบันทึก

ขั้นที่ 3 ฝึกทักษะภาษา แนะนำหน้าที่และรูปแบบภาษาที่จะนำมาใช้ในโครงการ เช่น สัมภาษณ์ การขอข้อมูลการจดบันทึก การให้คำแนะนำและการค้นคว้า

ขั้นที่ 4 ออกแบบสื่อที่จะเขียน มีการเตรียมแบบสอบถาม แผนที่ ข้อคำถามที่จำเป็นต่อการเก็บข้อมูล ขั้นนี้จะเป็นขั้นฝึกการอ่าน และการเขียน

ขั้นที่ 5 กิจกรรมกลุ่ม เป็นการเตรียมการเก็บข้อมูล อาจเป็นการทำงานเดี่ยว คู่ กลุ่ม ทั้งในหรือนอกห้องเรียน กิจกรรมขั้นนี้จะเป็นการสัมภาษณ์ สัมภาษณ์ รวบรวมข้อเท็จจริง ซึ่งผู้เรียนมีโอกาสใช้ทั้ง 4 ด้าน

ขั้นที่ 6 รวบรวมข้อมูล ขั้นนี้อาจทำเป็นกลุ่มกิจกรรม อาจเป็นการอ่านที่จดบันทึก อธิบายภาพ จัดทำกราฟ เน้นการอภิปราย

ขั้นที่ 7 เรียบเรียงข้อมูลเป็นการพัฒนาผลของโครงการ มีการอภิปราย ต่อรอง อ่าน ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ การตรวจสอบ ทักษะที่เน้นในขั้นนี้ คือ การเขียน

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงาน ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบภูมิแผนภาพ คู่มือแนะนำจุลสาร โฆษณา แผ่นพับ การฉายวีดิทัศน์ หรือการเสนอผลงานปากเปล่า ทักษะที่เน้นในขั้นนี้ คือ การพูด

Ribe and Vidal (1993) นำเสนอวิธีการสอนโดยใช้โครงงานหรือโครงการมีขั้นตอนการปฏิบัติตามแนวทางของ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน (Creating a Good Atmosphere) เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้สมาชิกในกลุ่มทำงานมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการทำงาน เช่น การใช้กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์เข้าช่วยเพื่อให้ผู้เรียนคุ้นเคยและพร้อมที่จะปฏิบัติงานร่วมกัน

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจ (Getting the Class Interested) เป็นขั้นของการสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียนในอันที่จะปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งอาจใช้การระดมสมอง ใช้ดนตรี สไลด์ หรือธรรมชาติเพื่อนำความรู้สึกของผู้เรียนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการทำงาน

ขั้นที่ 3 ขั้นเลือกหัวข้อ (Selecting the Topic) เป็นขั้นของการเจรจาและสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประมวลเป็นหัวเรื่องของโครงงาน

ขั้นที่ 4 ขั้นสร้างโครงร่างของโครงงาน (Creating a General Outline of the Project) เป็นขั้นวางแผนและกำหนดขอบเขตของโครงงาน วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงานจัดเตรียมอุปกรณ์ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ขั้นลงมือปฏิบัติงานตามหัวเรื่อง (Doing Basic Research Around the Topic) เป็นขั้นดำเนินการตามโครงร่างของโครงงานตามหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม

ขั้นที่ 6 ขั้นรายงานผลการปฏิบัติงานสู่ชั้นเรียน (Reporting to the Class) เป็นขั้นถ่ายทอดความคิดความรู้สึกสู่ชั้นเรียนอาจเป็นการรายงานด้วยการพูดหรือการเขียน

ขั้นที่ 7 ขั้นกระบวนการย้อนกลับ (Processing Feedback) เป็นขั้นของการย้อนกลับโดยการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาต่อ

ลัดดา ภูเกียรติ (2544) กล่าวว่า ในการทำโครงงานผู้สอนจะต้องเป็นที่เลี้ยงให้คำแนะนำช่วยเหลือและฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นการปูพื้นฐานก่อนประกอบไปด้วยขั้นตอน 7 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 การหาหัวข้อและการเลือกหัวเรื่องที่จะทำโครงงาน หัวข้อเรื่องต้องเป็นหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจจริง ๆ ในระยะแรกจึงไม่ควรกำหนดเป็นรายวิชาแต่เป็นเรื่องอะไรก็ได้ที่ผู้เรียนสนใจอยากค้นคว้าหาคำตอบ ผู้สอนจะต้องพิจารณาข้อมูลต่าง ๆ ประกอบเสียก่อนว่ามีข้อมูล ตลอดจนแหล่งเรียนรู้เพียงพอหรือไม่ในการทำโครงงานนั้น

ขั้นที่ 2 การวางแผนในการทำโครงงาน ผู้เรียนต้องคิดวางแผนล่วงหน้าว่าจะทำอย่างไร ช่วงเวลาใด จากการเขียนเค้าโครงการทำโครงงานเสนอผู้สอน โดยทั่วไปจะเป็นการตอบคำถามว่าจะ

ทำอะไร ทำไม่ต้องทำ ใครบ้างเป็นผู้กระทำ กระทำเมื่อใด ทำที่ไหน และจะทำอย่างไร ดังนั้น รายละเอียดในเค้าโครงการทำโครงการจะเป็นเค้าโครงของสิ่งที่คาดหวังว่าจะต้องปฏิบัติ กำหนดวิธีทำงาน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์และรายละเอียดในการทำงานที่จะช่วยให้การปฏิบัติลุล่วงไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ขั้นที่ 3 การลงมือทำโครงการ เป็นการปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ที่ได้รับการเห็นชอบจากผู้สอน

ขั้นที่ 4 การบันทึกผลการปฏิบัติงาน เมื่อได้ข้อมูลจากการบันทึกแล้วผู้เรียนจะต้องแปลผลและสรุปผลการทดลองพร้อมทั้งอภิปรายผลของการศึกษาค้นคว้า หากไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งไว้จะต้องบอกข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นได้

ขั้นที่ 5 การเขียนรายงาน เป็นการเสนอผลจากการศึกษาค้นคว้าในรูปแบบของรายงานเพื่อให้ผู้อื่นได้ทราบและเข้าใจถึงแนวคิด วิธีการศึกษาค้นคว้าและสิ่งที่ทาการศึกษาว่ามีผลเป็นอย่างไรด้วยการใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน สั้น ตรงไปตรงมา และครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขั้นที่ 6 การนำเสนอโครงการ หลังจากที่ได้ศึกษาและหาวิธีการในการแก้ปัญหาได้ผลออกมาแล้วจะต้องนำความรู้ที่ได้มาเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้รับทราบในรูปของรายงานหรือเอกสาร หรือรายงานปากเปล่าด้วยสื่อเพาเวอร์พอยต์ (Power Point) หรือ นิทรรศการ เป็นต้น

ขั้นที่ 7 การประเมินผลโครงการ ควรประเมินให้ครบทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการเตรียมการดำเนินงาน ด้านการดำเนินงาน และด้านผลของโครงการ

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560) ซึ่งได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนให้ผู้เรียนศึกษาไปความรู้ กำหนดสถานการณ์ สถานการณ์ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือผู้สอนใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมชั้น ประเมิน

วิจารณ์ พาณิช (2556) เสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ตาม โมเดล จักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ซึ่งแนวคิดนี้ มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่ง ส่วนของ วงล้อ แต่ละชั้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation

ขั้นที่ 1 Define คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงาน รวมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

ขั้นที่ 2 Plan คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำหน้าที่ได้ซ้ รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญ เตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเองแก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบแลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะได้ผลดีเยี่ยมไฉไลเพียงนั้น

ขั้นที่ 3 Do คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติมทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห์กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น

ในขั้นตอน Do นี้ ครูเพื่อศิษย์จะได้มีโอกาสสังเกตทำความเข้าใจและเข้าใจศิษย์เป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และโค้ชด้วย

ขั้นที่ 4.Review คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่าโครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวมาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสมรวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (reflection)

ขั้นที่ 5 Presentation คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เราใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็น



รายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มี เพาเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบ หรือจัดทำ วิดีทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

นอกจากนี้ ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557) ปรับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ ework เป็นฐาน จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อ สร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียน ไทย โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงการก่อนการ เรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงการมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงการไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงาน โครงการจริง ในขั้นแสวงหาความรู้

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใคร่รู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงการ หรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียน มีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจาก กิจกรรมที่ได้เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่อง ใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

ขั้นที่ 3 ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการ กลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

ขั้นที่ 4 ขั้นแสวงหาความรู้ ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนใน การทำกิจกรรม ดังนี้ นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการ ตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ นักเรียนปฏิบัติ หน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรม โดยขอคำปรึกษาจากครูเป็น ระยะเวลาเมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้น นักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงการที่ตน ปฏิบัติ

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้ ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครู ใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

ขั้นที่ 6 ขั้นนำเสนอผลงาน ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบ กิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

ตารางที่ 1 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา (2560)	ดุขฎี โยเทลา และคณะ (2557)	ลัดดา ภูเกียรติ (2544)	Ribe & Vidal (1993)	Fried Booth & Diana L. (1987)	ผลการสังเคราะห์ของผู้วิจัย
ขั้นวางแผนและปฏิบัติ	✓		✓	✓		✓
ขั้นประเมินผล	✓		✓	✓		✓
ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน		✓				
ขั้นกระตุ้นความสนใจ		✓		✓	✓	✓
ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ		✓				
ขั้นแสวงหาความรู้		✓			✓	
ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้		✓				
ขั้นนำเสนอผลงาน	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน		✓		✓	✓	✓
ขั้นเลือกหัวข้อ			✓	✓		
กิจกรรมกลุ่ม					✓	
การบันทึกผลการปฏิบัติงาน			✓			
การเขียนรายงาน			✓			
ฝึกทักษะภาษา					✓	
ออกแบบสื่อที่จะเขียน					✓	
เรียบเรียงข้อมูล					✓	

จากที่นักการศึกษาหลายท่านข้างต้น ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบโครงงานเป็นฐานไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นการสร้างความรู้สึกที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้ แบบโครงการเป็นฐาน มีการนำเสนอตัวอย่างการจัดทำโครงการ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียน เกิดความเข้าใจก่อนลงมือทำโครงการ

ขั้นที่ 2 ขั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการคิด การระดมสมองในเรื่องที่สนใจ

ขั้นที่ 3. ขั้นวางแผนและปฏิบัติ เป็นการให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ และให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียนและเพื่อนร่วมชั้น ประเมิน

ขั้นที่ 5 ขั้นนำเสนอผลงาน เป็นการให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

## 2.5 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้ในอดีต ผู้สอนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน ทำหน้าที่บรรยายเนื้อหาหน้าชั้นเรียน เป็นการเรียนรู้เชิงรับ (Passive) นักเรียนบางส่วนไม่สนใจการเรียน ขณะที่การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานจะเกิดขึ้นในห้องเรียนที่ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำ (Coach) และผู้อำนวยการอำนวยความสะดวก (Facilitator) ผู้สอนจะเดินรอบห้องเรียนเพื่อคอยอธิบายหรือเสนอแนะเมื่อผู้เรียนมีข้อสงสัย คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนดำเนินกิจกรรมตามที่วางแผนไว้ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ และเพื่อให้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานประสบความสำเร็จนั้น ผู้สอนจะต้องวางแผนมาเป็นอย่างดีและควรมีความยืดหยุ่น สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามสถานการณ์ บ่อยครั้งที่ผู้สอนอาจรับบทบาทเป็นหนึ่งในผู้เรียนร่วมดำเนินกิจกรรมในชั้นเรียนและร่วมวิจารณ์ผลงานของผู้เรียน นอกจากนี้อีกหนึ่งหน้าที่ของผู้สอนคือการประเมินผล ผู้สอนอาจทำการประเมินผล ผู้เรียนได้หลายรูปแบบ เช่น แบบทดสอบตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ หรืออาจสร้างแบบประเมินรูบริค (Rubrics) ขึ้นมาใช้ประเมินการทำโครงการของผู้เรียน ในส่วนของผู้เรียน การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานจะแบ่งผู้เรียนให้ทำงานเป็นกลุ่มย่อย สมาชิกในกลุ่มร่วมกันวางแผนโครงการ หาแหล่งข้อมูลทำการศึกษาวิจัย และแบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น ได้ศึกษาค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง และเป็นผู้ตั้งคำถามเมื่อเกิดความสงสัย

ธีระชัย ปุณฺณโชติ (2531) ได้กล่าวถึง บทบาทของครูและผู้เรียนในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

**ตารางที่ 2** บทบาทครูและนักเรียนในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

กิจกรรมในขั้นตอนต่าง ๆ	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
1.การคิดและเลือกหัวข้อเรื่องของปัญหา	-กระตุ้นให้นักเรียนสนใจที่จะทำโครงงาน โดยจัดกิจกรรมต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนสัมผัสกับปัญหา เพื่อที่นักเรียนจะได้มองเห็นปัญหา	-สัมผัสกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา -ตระหนักถึงปัญหา -สนใจที่จะค้นคว้าหาคำตอบ -อภิปรายและสนทนากับครู/เพื่อนๆ
2.การวางแผนในการทำโครงงาน	-ให้คำปรึกษาแก่นักเรียนในการวางแผนทำโครงงาน เช่น ให้ความคิดเห็นในเรื่องความเป็นไปได้ของโครงงาน ชี้แนะแหล่งความรู้ต่าง ๆ ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะแผนงานในการทำโครงงานทั้งหมดของนักเรียน	-กำหนดขอบเขตของปัญหา -ตั้งวัตถุประสงค์ -ศึกษาเอกสาร -ตั้งสมมติฐาน -ออกแบบการทดลองและกำหนดตัวแปร
3.การลงมือทำโครงงาน	-อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน ติดตามการทำงานของนักเรียนทุกระยะ ให้กำลังใจ ช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ เมื่อจำเป็น ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะวิธีวิเคราะห์ และแปลผลของการวิเคราะห์	-สร้าง/จัดหาเครื่องมือ -ทดลอง/รวบรวมข้อมูล -วิเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล
4.การสรุปผลของการศึกษาและเขียนรายงาน	-แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะการเขียนรายงานโครงงานของนักเรียน	-สรุปข้อค้นพบ -เขียนรายงานโครงงาน
5.การแสดงผลงาน	-จัดกิจกรรมเพื่อให้โอกาสนักเรียนได้แสดงผลงาน -ส่งผลงานของนักเรียนเข้าร่วมแสดงหรือประกวด -ประเมินผลการทำโครงงานของนักเรียน	-เสนอผลของการศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ

## 2.6 การวัดและประเมินผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ (2544) ได้กล่าวถึงการวัดและประเมินผลโครงงานในระดับประถมฯ มุ่งให้นักเรียนได้รับการประเมินจากบุคคลทั้ง 3 ฝ่าย คือ

1) ประเมินโดยตนเอง มุ่งให้นักเรียนบอกความพึงพอใจในงานที่ทำ รวมทั้งข้อเสนอแนะที่คิดว่าควรปรับปรุง

2) ประเมินโดยเพื่อน มุ่งให้ประเมินโครงงานในด้านความน่าสนใจ น่าเชื่อถือและประโยชน์ว่ามีมากน้อยเพียงใด

3) ประเมินโดยครู มุ่งให้ครูตรวจสอบขั้นตอนการดำเนินงาน ความสอดคล้องของงานรูปแบบและวิธีการนำเสนอ รวมถึงประโยชน์ต่าง ๆ ว่ามีมากน้อยเพียงใด การปฏิบัติโครงงานซึ่งถือว่าเป็นการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติจริงของผู้เรียน แนวทางการประเมินผลการปฏิบัติโครงงานของผู้เรียนจึงถือได้ว่าเป็นการประเมินตามสภาพจริง เป็นวิธีการค้นหาความสามารถและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ที่แท้จริงของผู้เรียน

สุชาติ วงศ์สุวรรณ (2542) การประเมินโครงงาน มีกรอบและแนวทางการประเมินดังนี้

1) ประเมินการแสดงออกถึงผลของความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม การะบวนการเรียนรู้ กระบวนการทำงาน และผลผลิต/ผลงาน/ชิ้นงาน

2) ประเมินอย่างต่อเนื่องตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงงาน ตามสภาพจริงและเป็นธรรมชาติ

3) ประเมินจากผลงาน (เอกสาร ชิ้นงาน ฯลฯ) การทดสอบ แบบบันทึกต่าง ๆ (การสังเกต ความรู้สึก สัมภาษณ์ ฯลฯ) แฟ้มสะสมงาน และหลักฐานหรือร่องรอยอื่น

4) ประเมินโดย ตัวผู้เรียน เพื่อน ครู ผู้ปกครอง และผู้เกี่ยวข้องอื่น

5) ประเมินโดยวิธีสังเกต สัมภาษณ์ ตรวจรายงาน ตรวจสอบผลงาน ทดสอบ รายงาน และนิทรรศการ

## 2.7 ข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่ได้มาจากการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนมาปรับใช้ในการทำโครงงาน ทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการเรียนรู้ และพัฒนาในหลายด้านด้วยกัน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

- 1) นักเรียนมีโอกาสได้เลือกประเด็นที่จะศึกษา วิธีการศึกษาและแหล่งความรู้ด้วยตนเอง
- 2) นักเรียนเป็นผู้ศึกษาหรือลงมือปฏิบัติด้วยตนเองทุกขั้นตอน
- 3) การศึกษาค้นคว้านั้นมีการเชื่อมโยงหรือบูรณาการระหว่างความรู้/ทักษะ ประสบการณ์เดิมกับสิ่งใหม่
- 4) นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น
- 5) นักเรียนได้ฝึกการแก้ปัญหาในการทำงาน

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จะต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มาก ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง ครูผู้สอนจะต้องกระตุ้นความสนใจให้นักเรียนเรียนรู้จากสิ่งรอบตัว และวางแผนระยะเวลาของกรทำโครงงาน พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและดูแลนักเรียนให้ทั่วถึง

सारช โศภิกซ์ (2546) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้

ข้อดีของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

- 1) นักเรียนเกิดการเรียนรู้ มีทักษะในกระบวนการทำงานจริง ๆ เริ่มตั้งแต่เริ่มคิดแผน การหาข้อมูล อุปกรณ์ต่าง ๆ การแบ่งเวลางาน การประสานงาน จนกระทั่งการประเมินผล
- 2) เป็นการฝึกให้นักเรียนช่วยตนเอง แก้ปัญหาด้วยตนเองมากกว่าจะพึ่งคนอื่น
- 3) ฝึกให้นักเรียนร่วมมือประสานงานกัน ทำงานร่วมกันเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ เป็นการฝึกประชาธิปไตย และการอยู่ร่วมกันในสังคมไปด้วย
- 4) เป็นการฝึกทักษะต่าง ๆ จากการปฏิบัติงานจริง เช่น ทักษะการใช้เครื่องมือ การหาข้อมูล การทำงานร่วมกัน และการตัดสินใจ ฯลฯ
- 5) ทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์และคุณค่าของการเรียน และผลของการเรียนที่สามารถใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้

ข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ถ้าผู้สอนขาดความสนใจหรือขาดความเอาใจใส่นักเรียน การทำงานอาจล้มเหลว หรือครูและนักเรียนอาจทำงานเสีย ทำให้ผิดวัตถุประสงค์ได้ง่าย และบางครั้งนักเรียนก็ไม่ได้รับเนื้อหาวิชาครบถ้วนตามหลักสูตร ครูจะต้องควบคุมการทำงาน จัดแนวทางให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยครูจะคอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

จากที่นักการศึกษาได้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานข้างต้นนั้น ผู้วิจัยสรุปข้อดีและข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานได้ว่า ข้อดี

ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานคือ นักเรียนได้นำความรู้ ทฤษฎี หรือหลักการมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์มากขึ้น นักเรียนสามารถคิดและแก้ไขปัญหาได้ด้วยตัวเอง อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี ส่วนข้อจำกัดในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานคือ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างมาก ครูผู้สอนต้องให้ความสนใจและเอาใจใส่นักเรียนเป็นอย่างดี

## 2.8 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

ผลจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานนักเรียนจะต้องหาความรู้จากเอกสารแหล่งความรู้ เพื่อสนับสนุนหรือคัดค้านงานที่ทำขึ้น ทำให้ได้รับความรู้เพิ่มเติมมากขึ้น

สุคนธ์ สินธพานนท์ (2545) อธิบายประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1) เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบ อย่างเป็นระบบ

2) ผู้เรียนรู้จักวิธีการแสวงหาข้อมูล สร้างองค์ความรู้และสรุปความรู้ได้ด้วยตัวเอง

3) ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา มีทักษะกระบวนการในการทำงาน

4) ผู้เรียนได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ ทักษะการเคลื่อนไหวทางกาย

5) ผู้เรียนได้ฝึกกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้

6) ผู้เรียนได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย คือการรับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการยอมรับในความรู้ ความสามารถซึ่งกันและกัน

7) ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ มีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

8) ผู้เรียนได้ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงาน เช่น การสังเกต การจดบันทึกข้อมูล การเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ความรับผิดชอบ ความซื่อตรง ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียรในการทำงาน รู้จักทำงานอย่างมีระบบ ทำงานอย่างมีแผน

9) ฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีเหตุผล รู้จักพึ่งพาตนเอง ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์

10) ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำความรู้ ความคิด หรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิต หรือในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัดและความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการศึกษาคำตอบ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษาแก่นักเรียนอย่างใกล้ชิด และผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นการสร้างความรู้สึกที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน มีการ

นำเสนอตัวอย่างการจัดทำโครงการ เพื่อเตรียมความพร้อมให้นักเรียนเกิดความเข้าใจก่อนลงมือทำโครงการ 2) ชั้นกระตุ้นความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการคิด การระดมสมองในเรื่องที่สนใจ 3) ชั้นวางแผนและปฏิบัติ เป็นการให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิดอภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ และให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน 4) ชั้นประเมินผล เป็นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีผู้สอน ผู้เรียน และเพื่อนร่วมชั้นประเมิน และ 5) ชั้นนำเสนอผลงาน เป็นการให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้นได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

### 3. การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เป็นการบูรณาการ 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอแนวการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ ไว้ดังนี้

#### 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

รัชพล ธนานวงศ์ (2556) กล่าวว่า STEM EDUCATION คือ การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 ที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความเป็นโลกาภิวัตน์ ตั้งอยู่บนพื้นฐานความรู้และเต็มไปด้วยเทคโนโลยี อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็นวิชาที่มีความสำคัญอย่างมากกับการเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของชาติ

พรทิพย์ ศิริภทราชัย (2556) ให้ความหมายของ STEM EDUCATION คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาสผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาการค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

ชลาริพ สมานิติ (2557) กล่าวว่า STEM EDUCATION คือ การจัดการศึกษาแบบบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ STEM เป็นรูปแบบการจัดการศึกษาที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์



เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาขาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญและจำเป็น อีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตด้วย

ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ให้ความหมายของ STEM EDUCATION คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน

สรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายของ STEM EDUCATION คือ การบูรณาการทั้งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่องเทคโนโลยี การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิศวกรรม เข้าด้วยกัน

จากความหมายของคำว่า STEM EDUCATION ที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ล้วนมีความหมายไปในแนวทางเดียวกันซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์ความหมายของสะเต็มศึกษาได้คือ การจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันให้เกิดการเรียนรู้ และพัฒนาทักษะที่สำคัญ เพื่อนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง และเพิ่มความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนาคุณภาพชีวิต และความมั่นคงของชาติ ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

Science เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในธรรมชาติ โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Inquiry)

Technology เป็นวิชาที่ว่าด้วยกระบวนการทำงานที่มีการประยุกต์ศาสตร์สาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง มาใช้ในการแก้ปัญหา ปรับปรุงแก้ไขหรือพัฒนาสิ่งต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์

Engineering เป็นวิชาที่เกี่ยวกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือสร้างสิ่งต่าง ๆ เพื่อมาอำนวยความสะดวกของมนุษย์ โดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยี มาประยุกต์ใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้น ๆ

Mathematics เป็นวิชาที่ว่าด้วยการศึกษาเกี่ยวกับการคำนวณ หรือ วิชาที่เกี่ยวกับการคำนวณ เป็นพื้นฐานสำคัญในการศึกษาและต่อยอดทางวิศวกรรมศาสตร์

### 3.2 ความสำคัญของแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

เนื่องจากว่าประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหาเรื่อง ผลการทดสอบ PISA ของสหรัฐอเมริกา ที่ต่ำกว่าหลายประเทศ และส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบาย ส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนา STEM Education ขึ้นมา เพื่อหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบ PISA (Program for International Student Assessment) และ TIMSS การทดสอบด้านคณิตศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study) ให้สูงขึ้น และจะเป็นแนวทางหนึ่งในการส่งเสริมทักษะที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century skills) เช่น

- 1) ด้านปัญญา ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหา
- 2) ด้านทักษะการคิด ผู้เรียนสามารถพัฒนาทักษะการคิด โดยเฉพาะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ ฯลฯ
- 3) ด้านคุณลักษณะ ผู้เรียนสามารถมีทักษะการทำงานกลุ่มทักษะการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ

ดังนั้น STEM EDUCATION นั้นจึงไม่ใช่เรื่องใหม่แต่เป็นการต่อยอดหลักสูตรโดย การบูรณาการเรียนรู้อุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ เพื่อเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในการดำเนินชีวิตรวมทั้งเพื่อให้สามารถพัฒนากระบวนการหรือ ผลผลิตใหม่ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพในอนาคต อีกทั้งวิชาทั้งสี่เป็น วิชาที่มีความสำคัญอย่างมากการกับเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ การพัฒนา คุณภาพชีวิต และ ความมั่นคงของประเทศ ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21

### 3.3 คุณลักษณะของ STEM EDUCATION

วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นวิชาที่ศึกษาตั้งแต่ชั้นประถมศึกษา มัธยมศึกษาจนถึงระดับอุดมศึกษาและอาชีวศึกษา แม้นักเรียนไทยที่เรียนเก่งและมีความรู้ ความสามารถสูงส่วนหนึ่ง จะสามารถแข่งขันเอาชนะนักเรียนต่างชาติ สามารถคว้าเหรียญโอลิมปิกวิชาการทุกปี บางคนได้ทุกศึกษาต่อถึงปริญญาเอก ได้ทำงานวิจัยและพัฒนาจนประสบความสำเร็จใน วิชาชีพทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนไทยส่วน ใหญ่เป็นวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งวิชาคณิตศาสตร์ยังไม่เป็นที่น่าพอใจ ดังที่ปรากฏผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น O-NET, PISA และ TIMSS เป็นต้น นอกจากนี้นักเรียนไทยไม่นิยมเรียนวิชาเหล่านี้ เพราะเรียน ยากและไม่ทราบว่าจะไปทำงานอะไร ดังนั้นนักเรียนไทยจึงมักเรียนสายสังคมเป็นส่วนใหญ่ ปัญหา เหล่านี้จำเป็นต้องได้รับการแก้ไข แต่วิธีการต่าง ๆ ที่ได้นำมาช่วยแก้ปัญหา เช่น การจัดห้องเรียน วิทยาศาสตร์ การมีโรงเรียนวิทยาศาสตร์ เป็นต้น สามารถช่วยแก้ปัญหาได้ในวงจำกัดเท่านั้น

STEM EDUCATION จะเป็นแนวทางใหม่ในการส่งเสริมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา อาชีวศึกษาและการศึกษาตลอดชีวิต แต่เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ในการสร้างสิ่งใหม่ๆ จึงได้รวมคำว่า วิศวกรรม (Engineering) เข้ามาด้วย ดังนั้น STEM EDUCATION จึงเป็นแนวทางการจัดการเรียน การสอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเน้นการบูรณาการและการนำไปใช้ในการ แก้ปัญหาสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ กระบวนการใหม่หรือรูปแบบระบบใหม่ (วิศวกรรม) ที่มีคุณประโยชน์ ต่อเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ดังนั้น STEM EDUCATION จะสอนและฝึกให้ผู้เรียนมีความรู้ ความสามารถ ดังนี้

- 1) สร้างทักษะในการนำองค์ความรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี
- 2) นำทักษะเหล่านั้นมาแก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง
- 3) นำประสบการณ์ไปใช้ในการประกอบอาชีพและปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายหรือ ศึกษาต่อในสายอุดมศึกษาหรืออาชีวศึกษา

ดังนั้น STEM EDUCATION จึงมักเน้นการทำโครงการแก้ปัญหาหรือสร้างนวัตกรรม ใหม่โดยวิธีบูรณาการความรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี

### 3.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล STEM EDUCATION

อภิสิทธิ์ ธงไชย (2556) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้และการประเมินผล STEM EDUCATION ไว้ว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM ต้องสอดคล้องกับหลักสูตรและ มาตรฐานการเรียนรู้ สามารถนำไปบูรณาการกับกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิม เพื่อมิให้เป็นภาระกับ ผู้สอนอันจะก่อให้เกิดปัญหาการเรียนการสอนได้ นอกจากนี้ยังพบว่ากระบวนการของการจัดการ เรียนการสอนทางวิทยาศาสตร์ได้มุ่งเน้นแนวคิดการลงมือปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์ (Scientific-practice) ที่ไม่เพียงแต่ค้นคว้าเพื่อให้ได้คำตอบยังมุ่งเน้นการลงมือปฏิบัติ ทั้งการทดลองและการ สร้างสรรค์ชิ้นงานโดยการบูรณาการเข้ากับคณิตศาสตร์และใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และเทคโนโลยี (Engineering and Technology design process) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการปฏิบัติ

การจัดการเรียนการสอน STEM EDUCATION ในชั้นเรียนนั้น มีการกำหนดกรอบ เวลาอย่างชัดเจน และให้สอดคล้องกับภาระงานของผู้เรียน อาจเป็นกิจกรรมได้เป็นกิจกรรมช่วงเวลา สั้น (4-6 ชั่วโมง) กิจกรรมโครงงานย่อย (2-8 ชั่วโมง) หรือการทำโครงงาน (Project Based Learning : PBL) ระยะเวลาตลอดภาคเรียนก็ได้

หลักการสำคัญในการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION คือจะต้องใช้บริบทของ กิจกรรมที่นักเรียนคุ้นเคยเพื่อให้เชื่อมโยงกับชีวิตจริงและมองว่าเป็นสิ่งใกล้ตัว มีการใช้คำถาม ปลายเปิดเพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหา (Problem Solving) ฝึกการคิดเชิงระบบ (Systems

thinking) และการคิดวิเคราะห์ (Critical thinking) มุ่งเน้นการทำงานเป็นทีม และให้ผู้เรียนฝึกใช้อุปกรณ์ สื่อ และเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พบเห็นในชีวิตจริงเพื่อเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ (เช่น เป็นเครื่องมือในการสืบค้นข้อมูล) รวมถึงมีการฝึกการนำเสนอผลงานที่นักเรียนได้จัดทำ ช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงจุดมุ่งหมาย เหตุผล กระบวนการในการเรียนรู้

ในขณะที่การวัดและการประเมินผลนั้นจะต้องมีแนวทางที่สอดคล้องกับหลักสูตรและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ครอบคลุมการปฏิบัติในชั้นเรียน การวัดผลไม่เพียงแต่ดูที่ผลงานปลายทางของผู้เรียน แต่จะต้องให้ความสำคัญกับกระบวนการทำงาน และทักษะต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำงาน (Formative assessment) ซึ่งจะสอดคล้องกับการประเมินตามสภาพจริง (Authentic assessment)

การวัดและประเมินผลกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา นอกจากมีการวัดผลการเรียนรู้ตามแนวทางการวัดผลของสาขาวิชาที่นำมาบูรณาการร่วมกันแล้ว ยังต้องมีการวัดสมรรถนะในการนำความรู้และทักษะที่ได้เรียนรู้มาประยุกต์ใช้การออกแบบและพัฒนาชิ้นงาน รวมทั้งทักษะสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์วิจารณ์ (critical thinking) การคิดสร้างสรรค์ (creative thinking) การทำงานร่วมกันเป็นทีม (collaboration) และ การสื่อสาร (communication)

### 3.5 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม The National Research Council (NRC) (2012) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วยองค์ประกอบ 5 ขั้นตอน ได้แก่

- 1) การระบุประเด็นปัญหา: Identify a Challenge
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง: Explore Ideas
- 3) การวางแผนและพัฒนา: Plan & Develop
- 4) การทดสอบและประเมินผล: Test & Evaluate
- 5) การนำเสนอผลลัพธ์: Present the Solution

การจัด STEM EDUCATION ในโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน) (2559) มี 6 ขั้นตอน ดังนี้

- 1) ระบุปัญหา (Problem Identification)
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)

5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Presentation)

กมลฉัตร กล่อมอิม (2559) ได้จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการการศึกษา สำหรับนักศึกษา วิชาชีพครู โดยออกแบบขั้นตอนการสอน STEM EDUCATION ดังนี้

- 1) การระบุปัญหา
- 2) การค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง
- 3) การวางแผนและพัฒนา
- 4) การทดสอบและการประเมินผล
- 5) การนำเสนอผลลัพธ์

นัสรินทร์ ปือชา (2558) ได้จัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEM EDUCATION ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการ เรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยออกแบบขั้นตอนการสอนสะเต็มศึกษา ดังนี้

- 1) การสร้างความสนใจ
- 2) การสำรวจและค้นหา
- 3) การอธิบายและลงข้อสรุป
- 4) การขยายความรู้
- 5) การประเมินผล

พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) ได้ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ STEM EDUCATION กับการจัดการเรียนรู้ แบบปกติ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยออกแบบ ขั้นตอนการสอน STEM EDUCATION ดังนี้

- 1) การระบุปัญหาหรือสถานการณ์
- 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- 3) การออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการแก้ปัญหา
- 4) การทดลอง
- 5) การประเมินและปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 3 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ แบบ STEM EDUCATION	The National Research Council (2012)	โรงเรียนมหิตล วิทยานุสรณ์ (องค์การ มหาชน) (2559)	กมลฉัตร กล่อมอิม (2559)	นัสรีนทร์ ปือชา (2558)	พลศักดิ์ แสงพรมศรี, ประสาธ เนื่องเฉลิม และ ปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล (2558)	ผลการ สังเคราะห์ ของผู้วิจัย
การระบุประเด็นปัญหา	✓	✓	✓		✓	✓
การเก็บรวบรวมข้อมูล และแนวคิดที่เกี่ยวข้อง	✓	✓	✓		✓	
การวางแผนและพัฒนา	✓	✓	✓			✓
การทดสอบและ ประเมินผล	✓	✓	✓		✓	✓
การนำเสนอผลลัพธ์	✓	✓	✓			✓
ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		✓			✓	
การสร้างความสนใจ				✓		✓
การสำรวจและค้นหา				✓		
การอธิบายและลงข้อสรุป				✓		
การขยายความรู้				✓		
การประเมินผล				✓		

จากที่นักการศึกษาหลายท่านข้างต้น ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสอนแบบ STEM EDUCATION ไว้อย่างหลากหลาย ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนการสอนแบบ STEM EDUCATION ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนในการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ขั้นตอนต่อไป

ขั้นที่ 2 การระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาหรือความต้องการนั้น ๆ อย่างละเอียด โดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไข แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 การวางแผนและพัฒนา เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการในการดำเนินการ

ขั้นที่ 4 การทดสอบและประเมินผล เป็นการดำเนินการจริงและสรุปผลการดำเนินงาน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอผลลัพธ์ เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลที่ได้รับจากการดำเนินการตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่กำหนดไว้

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบแนวคิด STEM EDUCATION ได้ว่าเป็นการบูรณาการระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกัน เพื่อให้ให้นักเรียนนำความรู้มาแก้ปัญหา รู้จักการวางแผน และสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ได้เป็น 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างความสนใจ เป็นการสร้างความสนใจให้นักเรียนในการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้ขั้นตอนต่อไป 2) การระบุปัญหา เป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาหรือความต้องการนั้น ๆ อย่างละเอียด โดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไข แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน 3) การวางแผนและพัฒนา เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการในการดำเนินการ 4) การทดสอบและประเมินผล เป็นการดำเนินการจริงและสรุปผลการดำเนินงาน และ 5) การนำเสนอผลลัพธ์ เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลที่ได้รับจากการดำเนินการตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่กำหนดไว้

**ตารางที่ 4** การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ โครงการเป็นฐาน	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ เป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
1. ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน	1. การสร้างความสนใจ	1. ขั้นการสร้างบรรยากาศและความสนใจ ในชั้นเรียน
2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ	2. การระบุปัญหา	2. ขั้นกระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา
3. ขั้นวางแผนและปฏิบัติ	3. การวางแผนและพัฒนา	3. ขั้นวางแผนและดำเนินการ
4. ขั้นประเมินผล	4. การทดสอบและประเมินผล	4. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง
5. ขั้นนำเสนอผลงาน	5. การนำเสนอผลลัพธ์	5. ขั้นนำเสนอผลงาน

จากที่ผู้วิจัยได้ทำการสังเคราะห์และสรุปขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION สามารถกำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน เป็นการให้ความรู้ ความเข้าใจ และสร้างความสนใจในการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ขั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา เป็นการสร้างความสนใจ เพื่อให้เกิดการอยากรู้ อยากลอง และเป็นการทำความเข้าใจสถานการณ์ของปัญหาหรือความต้องการนั้น ๆ อย่างละเอียด โดยวิเคราะห์เงื่อนไขหรือข้อจำกัดของสถานการณ์ เพื่อตัดสินใจเลือกปัญหาหรือความต้องการที่จะดำเนินการแก้ไข แล้วกำหนดขอบเขตของปัญหาให้ชัดเจน

ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ เป็นการกำหนดขั้นตอนหรือกระบวนการในการดำเนินการ

ขั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง เป็นการดำเนินการจริง มีการทดลองตามขั้นตอน กระบวนการที่กำหนด สรุปผลการดำเนินงาน และปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน เป็นการนำเสนอข้อมูลหรือผลที่ได้รับจากการดำเนินการตามขั้นตอนหรือกระบวนการที่กำหนดไว้

#### 4. ความเป็นนวัตกรรม

ความเป็นนวัตกรรม เป็นผู้ที่มีความรู้ความสามารถ แล้วประยุกต์ใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างกระบวนการ หรือผลผลิตใหม่ๆ ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอความหมายและคุณลักษณะของความเป็นนวัตกรรม ของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ ไว้ดังนี้

##### 4.1 ความหมายของนวัตกรรม

Rogers (1983) กล่าวว่า นวัตกรรม เป็นผู้ที่ชอบเสี่ยง จะต้องเป็นคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้เป็นนักประดิษฐ์ หรือมีความรอบรู้เทคโนโลยี หลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สามารถรับมือกับสถานการณ์ที่ไม่แน่นอนระหว่างการพัฒนา นวัตกรรมได้ดี

Dyer and et al (2011) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ การเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์และทดลอง นอกจากนี้ต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ไม่พอใจกับสถานภาพปัจจุบัน กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาดในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถามอีกด้วย

ปรีดา ยังสุขสถาพร (2552) กล่าวว่า นวัตกรรม แบ่งได้เป็น 4 รูปแบบ ได้แก่

- 1) นวัตกรรมแบบผู้รักษาประตู (Gatekeeper) เป็นผู้ รวบรวมและส่งต่อข้อมูลอย่างเหมาะสม
- 2) นวัตกรรมแบบผู้สร้างสรรค์ความคิด (Idea Generator) เป็นผู้ที่ชอบคิด สร้างสรรค์อยู่ตลอดเวลา
- 3) นวัตกรรมแบบผู้สนับสนุน (Coach) เป็นผู้ผลักดันให้นำความคิดใหม่มาประยุกต์



4) นวัตกรรมแบบเจ้าพ่อ (Godfather) เป็นผู้เชี่ยวชาญและประสบความสำเร็จด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมอย่าง แท้จริง

วสันต์ สุทธาวาศ (2558) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการ หรือผลงาน ที่เป็นนวัตกรรม สำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของตนเอง องค์กร และส่งมอบไปยังระบบการจัดการศึกษา ซึ่งมีประโยชน์มีคุณค่า และเหมาะสมต่อการพัฒนาและแก้ปัญหาทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาครัฐ

จากความหมายของนวัตกรรม ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ข้างต้นนั้น ทำให้ผู้วิจัยนำความหมายของนวัตกรรมมาสังเคราะห์ได้คือ นวัตกรรม คือ ผู้ที่มีความกล้าคิดกล้าเสี่ยง และริเริ่มในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง

#### 4.2 คุณลักษณะของนวัตกรรม

วสันต์ สุทธาวาศ และพิทักษ์ ศิริวงศ์ (2558) กล่าวว่า คุณลักษณะของนวัตกรรมจะแสดงออกด้านพฤติกรรม ซึ่งเป็นการกระทำหรือลักษณะที่แสดงออกมาให้สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนประกอบด้วย

1) การคิดค้นสิ่งใหม่ๆ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงสัญญาตญาณแห่งการอยากได้ อยากมีสิ่งใหม่ๆ ซึ่งปัจจัยนำเข้า กระบวนการ ผลผลิต และผลลัพธ์ มีความต้องการอย่างยั่งยืนที่จะแสวงหาและปฏิบัติโดยแสดงความกระตือรือร้น มีความตื่นตัวที่จะเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

2) ความช่างสังเกต คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความละเอียดลออจากการปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์เป็นอยู่ ปฏิบัติและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยรอบ รู้ทุกอย่างรอบตัว ทำให้ประเมินสถานการณ์ต่าง ๆ ได้รวดเร็ว

3) การมีข้อสงสัย ตั้งคำถาม และหาคำตอบ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการมีข้อสงสัยกับสิ่งรอบตัว และตั้งคำถามกับสิ่งนั้นอยู่เสมอ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นหาคำตอบ เพื่อค้นหาแนวทางการพัฒนาและแก้ไขปัญหาที่ดีขึ้นอยู่เสมอ

4) ความละเอียดรอบคอบ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงการให้ความสำคัญกับรายละเอียดอย่างรอบด้าน พินิจพิเคราะห์ และตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำ

5) การเปิดใจและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความเข้าอกเข้าใจและยอมรับเหตุผลของผู้อื่น รับฟังความคิดเห็นที่แตกต่างด้วยใจที่ปราศจากอคติ

6) ความมุ่งมั่นและปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงความตั้งใจ มีความเพียรและทุ่มเทเวลา

7) ความอดทนไม่ย่อท้อ คือ พฤติกรรมที่แสดงออกถึงจิตใจอันหนักแน่น มั่นคง มีใจสู้ ภายใต้อุปสรรคที่จะปฏิบัติงานที่ยากและเผชิญเหตุการณ์ต่าง ๆ โดยไม่หวั่นไหว

วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒผล (2562) กล่าวถึง Idea ว่าเป็นผลลัพธ์จากการใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่มีนิสัยชอบคิดหาวิธีการใหม่ๆ ที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เป็นสิ่งที่นวัตกรรมต้องมีอยู่ในตนเอง ซึ่งนวัตกรรมจะมีคุณลักษณะที่สำคัญ คือ

- 1) มองกิจกรรมต่าง ๆ ว่าเป็นโอกาสของการเรียนรู้
- 2) มองเห็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขด้วยนวัตกรรม
- 3) เชื่อมโยงความคิดได้ดี
- 4) ตั้งเป้าหมายที่ท้าทายความสามารถของตนเอง
- 5) มีวินัยในตนเอง

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2563) กล่าวว่า ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน หมายถึง ระดับคุณลักษณะของผู้เรียนในด้านต่อไปนี้

- 1) มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
- 2) เป็นคนช่างสังเกต ใฝ่รู้
- 3) มีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูลได้
- 4) มีความสามารถเชื่อมโยงความคิด
- 5) สามารถวางแผนการทำงานได้
- 6) มีความมุ่งมั่นปฏิบัติงานจนสำเร็จตามแผน
- 7) สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งประเมินจากการปฏิบัติหรือไม่ปฏิบัติ

Tornatzky and Klein (1982) ได้ทบทวนงานวิจัยที่ทำการศึกษางานวิจัยองค์ประกอบหรือคุณลักษณะของนวัตกรรม จำนวน 75 เรื่อง พบว่า คุณลักษณะของบุคลากรที่มีความสัมพันธ์กับการสร้างนวัตกรรมที่มีการกล่าวถึงมากที่สุด 10 คุณลักษณะ ได้แก่

- 1) สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ (collaboration)
- 2) ให้ความสำคัญกับความได้เปรียบโดยเปรียบเทียบ (relative advantage)
- 3) สามารถทำงานที่ซับซ้อนได้ (complexity)
- 4) การมีต้นทุน (cost)
- 5) ความสามารถในการสื่อสาร (communicability)
- 6) ความสามารถในการจำแนก (divisibility)
- 7) ความสามารถในการทำกำไร (profitability)
- 8) การมีแนวคิดทางสังคม (social approach)
- 9) ความสามารถในการทดลอง (trialability)
- 10) ความช่างสังเกต (observability)

Kelly and Littleman (2005) ได้เสนอว่านวัตกรรมควรมีคุณลักษณะ 3 ประการ คือ

- 1) คุณลักษณะด้านการเรียนรู้และสำรวจ
- 2) คุณลักษณะด้านการจัดการ
- 3) คุณลักษณะด้านการสร้าง

Jeff Dyer, Hal Gregersen, and Clayton M. Cristensen (2011) กล่าวว่าผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ หรือนวัตกรรมมักมีคุณลักษณะที่สำคัญ หรือดีเอ็นเอ อยู่ 5 ประการด้วยกัน ดังนี้

1) ความคิดเชื่อมโยง (Associating) เป็นทักษะที่เชื่อมโยงทักษะต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ทั้งทักษะการตั้งคำถาม ทักษะการสังเกต ทักษะการทดลอง ทักษะการมีเครือข่ายสัมพันธ์ ซึ่งเมื่อเกิดการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันนี้ ทำให้เกิดสิ่งใหม่ ๆ

2) การตั้งคำถาม (Questioning) คือ ความสามารถในการใช้คำพูดหรือประโยคที่มีแนวโน้มที่จะกระตุ้นหรือดึง (elicit) การตอบสนองของผู้เรียนออกมา จุดมุ่งหมายที่ครูใช้คำถามถามนักเรียนมีหลายประการด้วยกัน เช่น ต้องการทราบว่านักเรียนเข้าใจหรือรู้เรื่องที่ครูสอนแล้วหรือไม่เพียงไร นักเรียนอ่านหรือทำการบ้านที่กำหนดให้หรือไม่ หรืออาจจะถามเพื่อเร้าความสนใจหรือทำ ความกระฉ่งในจุดใดจุดหนึ่งโดยตรงก็ได้ การใช้คำถามนับว่าเป็นเรื่องที่มีความสำคัญมากสำหรับการสอนในปัจจุบัน ที่ผู้สอนควรจะใช้คำถามเป็นสื่อให้ผู้เรียนได้คิดตาม หรือเป็นสื่อในการให้ผู้เรียนได้เสาะแสวงหาความรู้ด้วยตัวของเขาเอง ครูควรใช้คำถามเป็นสื่อตลอดเวลาไม่ว่าจะเป็นการสอนด้วยวิธีใด เช่น การสาธิตประกอบการใช้คำถาม หรือการบรรยายประกอบกับการใช้คำถามเพื่อสร้างความเข้าใจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้แล้ว จะขาดการใช้คำถามประกอบในขั้นตอนการอภิปรายก่อนการทดลอง การทดลอง และการอภิปรายหลังการทดลองไปไม่ได้เลย

3) การสังเกต (Observing) หมายถึง การใช้ประสาทสัมผัสอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และผิวหนัง เข้าไปสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือเหตุการณ์ โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ โดยไม่ใส่ความคิดเห็นของผู้สังเกตลงไป ในการสังเกตต้องระวังอย่านำความคิดเห็นส่วนตัวไปปนกับความจริงที่ได้จากการ สังเกตเป็นอันขาด เพราะการลงความคิดเห็นของเราในสิ่งที่สังเกตอาจจะผิดก็ได้ ถ้าอยากรู้ว่าข้อมูลที่บันทึกนั้นเกิดจากการสังเกตหรือไม่ ต้องถามตัวเองว่า ข้อมูลที่ได้นี้ได้มาจากการใช้ประสาทสัมผัสส่วนไหนหรือเปล่า ถ้าคำตอบว่าใช่ แสดงว่าเป็นการสังเกตที่แท้จริง

4) การทดลอง (Experimenting) ทักษะการทดลองเป็นความชำนาญในการจัดกระบวนการปฏิบัติกับตัวแปรต่าง ๆ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่เกิดขึ้น ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน

4.1) การออกแบบการทดลอง การออกแบบการทดลองจะต้องสัมพันธ์กับสมมติฐานที่ต้องการจะตรวจสอบ ในการออกแบบจะต้องกำหนดสิ่งต่อไปนี้

(1) วิธีทดลอง ต้องระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม ตัวแปรควบคุม และเขียนวิธีการทดลองตามลำดับขั้นตอนปฏิบัติก่อนหลัง

(2) วิธีวัดหรือสังเกตการณ์ทดลองรวมถึงระยะเวลาที่ทดลอง

(3) ออกแบบบันทึกผลการทดลองให้สอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการทดลอง

(4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2) การปฏิบัติการทดลอง ปฏิบัติการทดลองจริงตามที่กำหนดไว้ในวิธีทดลอง

4.3) การบันทึกผลการทดลอง บันทึกผลการทดลองตามแบบบันทึกที่ออกแบบไว้

5) Networking หรือการมีเครือข่าย คือ การเชื่อมโยงของกลุ่มของคนหรือกลุ่มองค์กรที่สมัครใจ ที่จะแลกเปลี่ยนข่าวสารร่วมกัน หรือทำกิจกรรมร่วมกัน โดยมีการจัดระเบียบโครงสร้างของคนในเครือข่ายด้วยความเป็นอิสระ เท่าเทียมกันภายใต้พื้นฐานของความเคารพสิทธิ เชื่อถือ เอื้ออาทร ซึ่งกันและกัน

ซึ่งจากคุณลักษณะทั้ง 5 ประการก็เป็นจุดกำเนิดให้ผู้ที่สนใจสามารถที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ของตนเองได้

Tony Wagner (2012) กล่าวไว้บนเวที TED Talk ปี ว่าคุณสมบัติที่จำเป็นที่สุดในการเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ มี 4 ประการ ดังนี้

1) ความสงสัยใคร่รู้

2) การร่วมมือ

3) การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง

4) แนวโน้มที่จะลงมือทำและทดลอง

**ตารางที่ 5** การสังเคราะห์คุณลักษณะของนวัตกรรม

คุณลักษณะของนวัตกรรม	วสันต์ สุทธาวาศ และพิทักษ์ ศิริวงศ์ (2558)	วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562)	ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน และคณะ (2563)	Tornatzky and Klein (1982)	Tony Wagner (2012)	ผลการ สังเคราะห์ ของผู้วิจัย
การตั้งคำถาม	✓					
การสังเกต	✓		✓	✓		✓
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์			✓			
การทดลอง	✓			✓	✓	✓
การมีเครือข่าย						
ให้ความสำคัญกับความได้เปรียบ โดยเปรียบเทียบ				✓		
ทำงานร่วมกับผู้อื่นได้	✓			✓	✓	✓
การมีต้นทุนทั้งที่เป็นเงินและ ทรัพยากร				✓		
ความสามารถในการสื่อสาร			✓	✓		
ความสามารถในการจำแนก			✓	✓		
ความสามารถในการทำกำไร				✓		
การมีแนวคิดทางสังคม				✓		
ความสามารถในการทำให้ง่าย						
การมีประสิทธิภาพในการ ปฏิบัติงาน						
การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบ เชื่อมโยง	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ความสงสัยใคร่รู้					✓	
ความมุ่งมั่นและปฏิบัติงานอย่าง ต่อเนื่อง	✓		✓			
มองเห็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไข ด้วยนวัตกรรม		✓				
ตั้งเป้าหมายที่ท้าทาย		✓	✓			
มีวินัยในตนเอง		✓				

จากการที่นักการศึกษาหลายท่านที่กล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ผู้วิจัยได้สรุปคุณลักษณะของนวัตกรรม ว่าคือผู้ที่มีความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง มีคุณลักษณะ 4 ประการ ดังนี้

1) มีการคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยงเป็นความคิดที่อาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงานใหม่ๆ

2) มีความช่างสังเกต คือ เป็นคนตาไว ชอบพิเคราะห์ พินิจพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นตลอดเวลา

3) ลงมือทำและทดลอง มีการวางแผนก่อนลงมือทำ และทำการทดลองผลงานที่ได้

4) มีปฏิสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาความเป็นนวัตกรรม ว่านวัตกรรมคือ ผู้ที่มีความกล้าคิด กล้าเสี่ยง และริเริ่มในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์คุณลักษณะของนวัตกรรม ว่ามีคุณลักษณะ 4 ประการ คือ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยงเป็นความคิดที่อาศัยจินตนาการผสมกับเหตุผลแล้วหาทางทำให้เกิดผลงานใหม่ๆ 2) มีความช่างสังเกต คือเป็นคนตาไว ชอบพิเคราะห์ พินิจพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ที่พบเห็นตลอดเวลา 3) ลงมือทำและทดลอง มีการวางแผนก่อนลงมือทำและทำการทดลองผลงานที่ได้ และ 4) มีปฏิสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี

## 5. นวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์

นวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ เป็นสิ่งใหม่ที่พัฒนาขึ้น หรือไม่เคยมีมาก่อน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนอความหมายและลักษณะของนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ ไว้ดังนี้

### 5.1 ความหมายของนวัตกรรม

ความหมายของคำว่า นวัตกรรม หมายถึง ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา ซึ่งได้มีนักการศึกษาให้ความหมายของนวัตกรรมไว้หลากหลายความหมาย ดังนี้

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (2541) ได้ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรม ว่าคือ การผลิต การเรียนรู้และการใช้ประโยชน์จากความคิดใหม่ให้เกิดผลทางเศรษฐกิจและสังคม โดยที่ความคิดใหม่นั้นเป็นของใหม่สำหรับหน่วยงานหรือหน่วยเศรษฐกิจ ซึ่งอาจเป็นบริษัท หน่วยงานของรัฐ อุตสาหกรรมหรือประเทศก็ได้ นวัตกรรมทำให้เกิดการขยายและการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการในตลาดที่เกี่ยวข้อง มีวิธีการผลิตและจำหน่ายแบบใหม่ มีการเปลี่ยนแปลงการบริหารและทักษะของบุคลากร เพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน การวิจัยและพัฒนา ตลอดจนการใช้เทคโนโลยีใหม่เป็นนวัตกรรมทางเทคโนโลยี ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของนวัตกรรม แต่ในการนำมาใช้จะต้องรวมถึงการเปลี่ยนแปลงด้านการผลิต การบริหาร และการจำหน่ายจึงจะได้ผล

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2547) ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรม ว่าคือ สิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ การผลิต การเรียนรู้ การสร้างสรรค์ การจัดการความรู้ และการใช้ประโยชน์จาก

ความคิดใหม่ เพื่อให้เกิดผลดีทางเศรษฐกิจและสังคม รวมถึง การสร้างผลิตภัณฑ์ การบริการ กระบวนการผลิตใหม่ การคิดค้นและดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหา โดยอาศัยความรู้ ความชำนาญที่มี อยู่ในตนเอง

ทิสนา แคมมณี (2553) ได้ให้ความหมายของคำว่า นวัตกรรม ว่าคือ สิ่งใหม่ที่ทำขึ้น ซึ่งอาจอยู่ในรูปของความคิดหรือการกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ

## 5.2 ลักษณะของนวัตกรรม

ลักษณะของการเกิดนวัตกรรมนั้นมีหลายลักษณะ ซึ่งมีนักการศึกษาได้กล่าวถึง ลักษณะของนวัตกรรมไว้ดังนี้

มาเรียม นิลพันธุ์ (2558) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรม ดังนี้

- 1) ดี มีคุณค่า
- 2) ผลที่ได้ต้องตามเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้
- 3) ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน

เนาวนิตย์ สงคราม (2556) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรม ดังนี้

1) สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ความคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือสิ่งที่มีการดัดแปลงใหม่ซึ่ง แตกต่างจากเดิมที่เคยมี หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น

- 2) ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล
- 3) สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2563) กล่าวว่า ผลงานนวัตกรรมของนักเรียน หมายถึง ผลงานที่แสดงถึงลักษณะดังต่อไปนี้

- 1) ความเป็นนวัตกรรม
- 2) มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม
- 3) การใช้ความรู้ในการพัฒนานวัตกรรม
- 4) การออกแบบนวัตกรรม
- 5) มีกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
- 6) ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม

## 5.3 การประเมินนวัตกรรม

การประเมินนวัตกรรมเป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อแสดงถึงความเป็นนวัตกรรมของผลงาน ที่สร้างขึ้น ซึ่งมีนักการศึกษาได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินนวัตกรรมไว้ดังนี้

อรนุช ลิมตศิริ (2546) ได้เสนอเกณฑ์การประเมินนวัตกรรม ดังนี้

1) เป็นสิ่งใหม่หมดหรือบางส่วน เช่น คิดวิธีการใหม่ได้ หรือนำเอาวิธีการซึ่งเคยปฏิบัติ แต่เดิมมาปรับปรุงบางส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2) การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบ โดยพิจารณาถึงข้อมูลที่ป้อนเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์

3) มีการพิสูจน์ วิจัย เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสิ่งใหม่นั้นมีประสิทธิภาพ เชื่อถือได้

4) สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน เพียงแต่มีการนำไปใช้ในบางกลุ่มยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปหรือยังไม่แพร่จำหน่าย

วรากร หงส์โต (2553) ได้สรุปการสร้างแบบประเมินนวัตกรรมจากการเข้าร่วมชุมชน การเรียนรู้แบบออนไลน์ของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนวัตกรรม การเรียนการสอน โดยแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1) ด้านความเป็นนวัตกรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม

2) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

2.1) วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม

2.2) การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรม

2.3) การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

2.4) กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.5) การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม

2.6) ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม

3) ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

3.1) การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

3.2) การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม

3.3) การเรียนรู้ร่วมกัน

3.4) ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้

3.5) การยอมรับ

3.6) การนำไปใช้

ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ (2563) ได้สร้างแบบประเมินผลงานนวัตกรรมของ นักเรียนเป็นแบบประเมิน Rubric 3 ระดับ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังต่อไปนี้



**ตารางที่ 6** เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินผลงานนวัตกรรมของนักเรียน (ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน และคณะ, 2563)

ตัวบ่งชี้	3	2	1
ความเป็นนวัตกรรม	เป็นผลงานวิธีการ กระบวนการใหม่ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่มีใครหรือปรากฏมาก่อน	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้ว นำมาปรับปรุงหรือพัฒนา และได้ผลดี	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้ว แต่ นำมาปรับปรุงหรือพัฒนา บางส่วน และได้ผลดี
วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม	วัตถุประสงค์และเป้าหมาย สอดคล้องกับสภาพปัญหา/ หัวเรื่องและความต้องการ มีความเป็นไปได้	วัตถุประสงค์และเป้าหมาย สอดคล้องกับสภาพปัญหา/ หัวเรื่องและความต้องการ	วัตถุประสงค์และเป้าหมาย ยังไม่สอดคล้องกับสภาพ ปัญหา/หัวเรื่องและความ ต้องการ
การใช้ความรู้ในการพัฒนานวัตกรรม	มีการสังเคราะห์ความรู้ มา ประยุกต์ใช้ได้สอดคล้องกับ สภาพปัญหาหรือความ ต้องการพัฒนา หรือหัวเรื่อง	ใช้ความรู้สอดคล้องกับ สภาพปัญหาหรือความ ต้องการพัฒนา หรือหัวเรื่อง	ใช้ความรู้ แต่ไม่สอดคล้อง กับสภาพปัญหาหรือความ ต้องการพัฒนา หรือหัวเรื่อง
การออกแบบนวัตกรรม	การออกแบบการพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับ สภาพปัญหาหรือความ ต้องการหรือหัวเรื่อง ครอบคลุม กระบวนการพัฒนา ครอบคลุมมีความเป็นไปได้	มีการออกแบบการพัฒนานวัตกรรมที่สอดคล้องกับ สภาพปัญหาหรือความ ต้องการหรือหัวเรื่อง ครอบคลุม กระบวนการพัฒนา ครอบคลุม แต่เป็นไปได้ยาก	มีการออกแบบการพัฒนานวัตกรรมที่ไม่สอดคล้องกับ สภาพปัญหาหรือความ ต้องการหรือหัวเรื่อง
กระบวนการพัฒนานวัตกรรม	ดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ตามที่ออกแบบไว้ทุก ขั้นตอน	ดำเนินการพัฒนานวัตกรรม ตามที่ออกแบบไว้แต่ไม่ครบ ทุกขั้นตอน	กระบวนการพัฒนานวัตกรรมไม่เป็นไปตามที่ ออกแบบไว้
ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม	การสร้างนวัตกรรมได้ ดำเนินการเสร็จสิ้น มีการ เผยแพร่	การสร้างนวัตกรรมได้ ดำเนินการเสร็จสิ้น	การสร้างนวัตกรรม ดำเนินการยังไม่เสร็จสิ้น

#### 5.4 ความหมายของผลงานสร้างสรรค์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2535) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของผลงานสร้างสรรค์ว่า เป็นการสร้างผลงานที่มีความแปลกใหม่ ไม่ซ้ำแบบเดิมที่เคยปฏิบัติ และสร้างผลงานใหม่โดยการผสมผสานความรู้ ความคิดต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืน นำรูปแบบที่สังเกตจากธรรมชาติไปใช้ หรือดัดแปลงในการทำงาน รวมทั้งการใช้จินตนาการในการสร้างสรรค์งาน การแสดงออกเป็นไป

อย่างมีจุดหมายและเชื่อมั่น มีลักษณะเฉพาะในทางคิงามที่เป็นของตนเอง แสดงถึงการมีความคิดริเริ่มของผู้ปฏิบัติงาน

สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2555) ได้ให้ความหมายของผลงานสร้างสรรค์ว่า หมายถึง ผลงานทางศิลปะ โดยมีผลงานที่แสดงออกถึงแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดการสร้างสรรค์เดิม เพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิกศาสตร์ทางศิลปะ งานสร้างสรรค์ครอบคลุมถึงสิ่งประดิษฐ์และงานออกแบบตามสาขาศิลปะเฉพาะทางที่มีคุณค่าและคุณประโยชน์ที่ยอมรับในวงวิชาชีพ

สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2557) ให้ความหมาย งานสร้างสรรค์ หมายถึง ผลงานศิลปะและสิ่งประดิษฐ์ทางศิลปะประเภทต่าง ๆ ที่มีความเป็นนวัตกรรม โดยมีการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบที่เหมาะสมตามประเภทของงานศิลปะซึ่งมีแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดสร้างสรรค์เดิมเพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิกศาสตร์อันก่อให้เกิดคุณค่าทางสุนทรีย์และคุณประโยชน์ ที่เป็นที่ยอมรับในวงวิชาชีพตามการจัดกลุ่มศิลปะของอาเซียน

จากความหมายของผลงานสร้างสรรค์ สามารถสรุปได้ว่าผลงานสร้างสรรค์ เป็นชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ มีการคิดริเริ่มในสิ่งที่แปลกใหม่ เพื่อสนองความต้องการของตนเองและสังคม

จุดเริ่มต้นของการสร้างสรรค์สิ่งต่าง ๆ ในโลกนี้ เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นคุณสมบัติพิเศษของมนุษย์ จึงมีการศึกษาและพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของคนเราให้เจริญงอกงามเพื่อเป็นพื้นฐานนำไปสู่ความเจริญก้าวหน้าของชาติบ้านเมือง เนื่องจากความคิดสร้างสรรค์สามารถที่จะฝึกฝน ทดลอง ปฏิบัติจนเกิดประสบการณ์ และนำไปสู่การค้นพบแนวทางใหม่ๆ เพื่อการสร้างงานต่อไป

### 5.5 ประเภทความคิดสร้างสรรค์

ความคิดสร้างสรรค์แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1) ความคิดสร้างสรรค์ทางความคิด (Creative in thinking) คือ การคิดแสวงหาแนวทางแก้ปัญหาและพัฒนางาน หรือการบริหารงานให้ประสบความสำเร็จ และเจริญก้าวหน้า รู้จักการศึกษา วิเคราะห์ปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางแก้ปัญหาเพื่อนำมาวางแผนงานต่อไป

2) ความคิดสร้างสรรค์ทางความงาม (Creative in beauty) คือ การสร้างสรรค์ความงามที่แปลกใหม่ให้งดงามและมีคุณค่ายิ่งขึ้น ซึ่งเป็นความคิดสร้างสรรค์ในทางปฏิบัติ เช่น การสร้างสรรค์งานศิลปะ การตกแต่งบ้าน ห้องเรียน สำนักงาน ให้มีความแปลกใหม่

3) ความคิดสร้างสรรค์ทางประโยชน์ใช้สอย (Creative in function) คือ การสร้างสรรค์ดัดแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้มีคุณค่าทางประโยชน์ใช้สอย เช่น งานสิ่งประดิษฐ์ งานศิลปะที่นำวัสดุต่าง ๆ ผลิตผลงานขึ้นให้เกิดประโยชน์ใช้สอย เป็นต้น

## 5.6 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ผลงาน

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์ชิ้นงาน มีนักการศึกษาได้นิยามไว้ดังนี้

ลักขณา สริวัฒน์ (2557) ได้กล่าวถึงทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีและทรงประสิทธิภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องมีกระบวนการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ตนสนใจนั้นด้วยตนเอง และอยู่ในบริบทที่แท้จริงของนักเรียนเอง จากนั้นนักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่สร้างสรรค์ชิ้นงานนั้นไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา เป็นการทำให้เห็นความคิดเห็นที่เป็นรูปธรรม เพราะเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองขึ้นมานั่นเอง หากสังเกตให้ดีจะเห็นว่าทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองด้วยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) จะเป็นการคิดจากทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Constructionism) ด้วยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Work Piece Construction) ที่เป็นผลผลิตจากองค์ความรู้ ดังนั้นผู้สอนจึงควรพิจารณาในการใช้สื่อ เทคโนโลยี วัสดุและอุปกรณ์ การเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เหมาะสมในการให้นักเรียนได้สร้างสรรค์การเรียนรู้และผลงานของนักเรียนเองจนเกิดประจักษ์พยานขององค์ความรู้ ซึ่งการเรียนรู้อยู่บนกระบวนการสร้าง 2 กระบวนการ ได้แก่

1) นักเรียนเรียนรู้ด้วยการสร้างความรู้ใหม่ขึ้นมาด้วยตนเอง ไม่ใช่รับแต่ข้อมูลเพียงอย่างเดียว โดยความรู้ที่เกิดขึ้นจากการแปลความหมายของประสบการณ์ที่ได้รับ สังเกตว่าในขณะที่เราสนใจทำสิ่งใดสิ่งหนึ่งอยู่อย่างตั้งใจ เราจะไม่ลดละความพยายามและจะคิดหาวิธีการแก้ปัญหาที่จนสำเร็จ

2) กระบวนการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากที่สุด หากกระบวนการนั้นมีความหมายกับตัวนักเรียนคนนั้น

หลักในการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน จำแนกได้ดังนี้

1) หลักการที่นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนลงมือประกอบกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือได้ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่มีความหมาย การเรียนรู้จะได้ผลดีถ้าหากนักเรียนเข้าใจในตนเอง มองเห็นความสำคัญในสิ่งที่เรียนรู้และสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เก่า รู้ว่าตนเองได้เรียนรู้อะไรบ้างและสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ขึ้นมา

2) หลักการที่ยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ โดยครูควรพยายามจัดบรรยากาศการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยมีทางเลือกในการเรียนรู้ที่หลากหลาย และเรียนรู้อย่างมีความสุข สามารถเชื่อมโยงความรู้ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เก่าได้ ส่วนครูเป็นผู้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวก

3) หลักการเรียนรู้จากประสบการณ์และสิ่งแวดล้อม หลักการนี้ชี้ให้เห็นความสำคัญของการเรียนรู้ร่วมกัน (Social Value) ทำให้นักเรียนเห็นว่าเป็นแหล่งความรู้อีกแหล่งหนึ่งที่สำคัญ การสอนตามทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นการจัดประสบการณ์เพื่อเตรียมคนออกไปเผชิญโลกในสังคมกว้างขึ้น ถ้านักเรียนเห็นว่าคนเป็นแหล่งความรู้ที่สำคัญและสามารถแลกเปลี่ยนความรู้กันได้ ซึ่งเมื่อเขาออกไปก็จะปรับตัวได้ง่ายขึ้นและทำงานร่วมกับผู้อื่นได้อย่างดีมีประสิทธิภาพ

4) หลักการใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือ การรู้จักแสวงหาคำตอบจากแหล่งความรู้ต่าง ๆ ด้วยตนเองเป็นผลให้เกิดพฤติกรรมที่ฝังแน่น เมื่อนักเรียนสามารถเรียนรู้ว่าจะเรียนรู้ได้อย่างไร (Learn How to Learn)

ณัชชาภักย์ วรรธนชัยวรรณ (2561) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) แนวคิดของทฤษฎีนี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

วุทธิศักดิ์ โภชนกุล (2561) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานไว้ว่าหลักการในการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานมี ดังนี้

- 1) การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตัวของนักเรียนเอง
- 2) นักเรียนที่มีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะได้เห็นความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรม
- 3) การสร้างความรู้ในตนเองของนักเรียน เกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา
- 4) ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน มีความคงทน ไม่ลืมง่าย และสามารถถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้
- 5) ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นฐานให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด

สยมพร ศรีมุงคุณ (2561) ได้กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนร่วมสมัย เป็นการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น หลักการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีนี้คือ ครูจะต้องทำหน้าที่อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ให้นักเรียน ให้คำปรึกษา ชี้แนะและเกื้อหนุนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นสำคัญ ในการประเมินผลนั้นต้องมีการประเมินทั้งทางด้านผลงานและกระบวนการซึ่งสามารถใช้วิธีการที่หลากหลาย เช่น การประเมินตนเอง การประเมินโดยครูและเพื่อน การสังเกต การประเมินโดยใช้แฟ้มสะสมงาน

จากการศึกษาทฤษฎีในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักการศึกษาดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดของทฤษฎีนี้ เป็นการเรียนรู้เกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตนเองของนักเรียน หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

### 5.7 ลักษณะของผลงานสร้างสรรค์

Newell (1963) ได้พิจารณาผลผลิตอันใดอันหนึ่งที่จัดเป็นผลผลิตของความคิดสร้างสรรค์ โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

- 1) เป็นผลผลิตที่แปลกใหม่และมีค่าต่อผู้คิดสังคมและวัฒนธรรม
- 2) เป็นผลผลิตที่ไม่เป็นไปตามปรากฏการณ์นิยมในเชิงที่ว่ามีการคิดดัดแปลงหรือยกเลิกผลผลิต หรือความคิดที่เคยยอมรับกันมาก่อน
- 3) เป็นผลผลิตซึ่งได้รับการกระตุ้นอย่างสูงและมั่นคง ด้วยระยะเวลาหรือความพยายามอย่างสูง

4) เป็นผลผลิตที่ได้จากการประมวลปัญหา ซึ่งค่อนข้างจะคลุมเครือและไม่แจ่มชัด

Taylor (1964) ได้กล่าวถึงลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ คือ ผลของความคิดสร้างสรรค์นั้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นขั้นสูงสุด และไม่จำเป็นจะต้องค้นคว้าประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ โดยไม่มีผู้ใดทำมาก่อน หรือไม่จำเป็นต้องสร้างทฤษฎีที่ใช้ความคิดด้านนามธรรมอย่างสูง แต่ความคิดสร้างสรรค์ของคนเรานั้น อาจจะเป็นบันไดขั้นในขั้นหนึ่งใน 6 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นต้นสุด หมายถึง เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่ม

ขั้นที่ 2 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการทดลองสร้างผลงานซึ่งใช้ทักษะเฉพาะทางโดยไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่

ขั้นที่ 3 เป็นความคิดสร้างสรรค์ผลงานที่แสดงให้เห็นว่า ผู้สร้างสรรค์ได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ไม่ได้ลอกเลียนแบบใคร

ขั้นที่ 4 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร แตกต่างจากผู้อื่น

ขั้นที่ 5 เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำสิ่งที่คิดไว้แล้วนั้นมาปรับปรุงให้สมบูรณ์

ขั้นที่ 6 เป็นความคิดสร้างสรรค์ขั้นสูงสุด ที่แสดงถึงความสามารถในการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การสร้างทฤษฎี หรือหลักการใหม่ เป็นต้น

Good and Brophy (1980) กล่าวว่า ivalว่า ผลงานที่สร้างสรรค์ต้องมีลักษณะ คือ มีความแปลกใหม่และมีคุณค่า โดยงานสร้างสรรค์ต้องเป็นที่ยอมรับว่ามีความถูกต้อง สามารถใช้งานได้

Schoell and Guiltinan (1988) กล่าวไว้ว่า การสร้างผลงานหรือการสร้างสรรค์ผลงานใหม่ เป็นการถ่ายโอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไปสู่การออกแบบ การสร้างสรรค์หรือการประดิษฐ์ผลงานออกมา แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1) ผลงานนวัตกรรม หรือผลงานใหม่ที่แท้จริง เป็นการริเริ่มสร้างสรรค์ผลงานใหม่ที่มีขึ้นเป็นครั้งแรก

2) ผลงานดัดแปลง หรือผลงานฉบับปรับปรุง เป็นการพัฒนาผลงานเดิมที่มีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ทำให้เกิดผลงานใหม่อีกครั้ง

3) ผลงานเลียนแบบ หรือผลงานทดแทน เป็นการสร้างผลงานตามอย่างผลงานเดิมที่มีอยู่แล้ว

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ได้กล่าวถึงลักษณะผลผลิตที่มีความสร้างสรรค์ ไว้ 6 ชั้น ได้แก่

ชั้นที่ 1 การแสดงออกอย่างอิสระในด้านความคิดริเริ่ม โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน

ชั้นที่ 2 การผลิตงานโดยอาศัยทักษะบางอย่างไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ๆ

ชั้นที่ 3 การแสดงถึงความคิดใหม่ของคุณคน ไม่ได้ลอกเลียนมาจากใคร แม้ว่าจะมีผู้อื่นคิดไว้แล้วก็ตาม

ชั้นที่ 4 การประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ เป็นผลการประดิษฐ์ใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร

ชั้นที่ 5 การพัฒนาผลงานที่ประดิษฐ์ได้ในชั้นที่ 4 ให้ดีขึ้น

ชั้นที่ 6 การใช้ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การค้นพบทฤษฎีหลักการใหม่

นอกจากนี้ ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546) ยังได้กล่าวถึงกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานหรือการผลิตว่า เป็นการดัดแปลงหรือประยุกต์เอาหลักการหรือวิธีการ อย่างหนึ่งไปใช้ในการแก้ไขปัญหา เพื่อสร้างให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ หากพิจารณาคุณภาพของงานสามารถแบ่งตามระดับของการสร้างสรรค์ได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

1) การค้นพบสิ่งใหม่ เป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครค้นพบมาก่อน แต่จะพบหางานประเภทนี้ได้ยาก เนื่องจากผลงานต่าง ๆ ออกมา ล้วนมีรากฐานการพัฒนามาจากผลงานที่มีปัญหาข้อบกพร่องเมื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขแล้วมักคงความเป็นของเดิมหลงเหลืออยู่บ้าง

2) การริเริ่มใหม่ เป็นผลงานที่เกิดจากการนำหลักการ หรือการค้นพบมาริเริ่มใช้ในการสร้างให้เกิดสิ่งใหม่ที่มีคุณค่าในการแก้ไขปัญหา

3) การสังเคราะห์ เป็นผลงานที่เกิดจากการรวบรวมผลงานต่าง ๆ ที่มีอยู่เดิมมาสังเคราะห์ให้เกิดเป็นสิ่งใหม่

4) การดัดแปลง เป็นผลงานที่มีเห็นอยู่ทั่วไป อาจมีความแตกต่างไปจากสิ่งที่มีอยู่เดิม มีความน่าสนใจมากกว่าเดิม

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์ลักษณะผลงานสร้างสรรค์

ลักษณะผลงาน สร้างสรรค์	Taylor (1964)	Good & Brophy (1980)	Newell, show and Simpson (1963)	ชาญ ณรงค์ พรรุ่งโรจน์ (2546)	สพฐ. (2555)	ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูง เนิน และคณะ (2563)	ผลการ สังเคราะห์ ของผู้วิจัย
ความคิดริเริ่ม	√	√	√	√	√		√
มีการดัดแปลง	√			√			
เป็นความคิดสร้างสรรค์ ขั้นสูงสุด	√				√		
ความสามารถในการใช้ งาน		√	√	√			√
มีการดำเนินงานตาม ขั้นตอน	√		√	√	√		√
ความเป็นนวัตกรรม						√	
วัตถุประสงค์และ เป้าหมายของการพัฒนา นวัตกรรม						√	
การใช้ความรู้ในการ พัฒนานวัตกรรม						√	
การออกแบบนวัตกรรม						√	
กระบวนการพัฒนา นวัตกรรม						√	
ความสำเร็จของการ พัฒนานวัตกรรม						√	

จากที่นักการศึกษาหลายๆท่านกล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า ผลงานสร้างสรรค์มีลักษณะ ดังนี้

1) มีความริเริ่ม สร้างสรรค์ เป็นผลงานที่สร้างสรรค์มีความแปลกใหม่สวยงามไม่ซ้ำใคร  
2) ความสามารถในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ดี และใช้ได้จริง ช่วยแก้ปัญหาที่ต้องการได้

3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการสร้างผลงานตามขั้นตอนกระบวนการตามที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ มีการทดลองเพื่อความสมบูรณ์แบบของผลงาน

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ ว่าเป็นชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้นมาใหม่ มีการคิดริเริ่มในสิ่งที่แปลกใหม่ เพื่อสนองความต้องการของตนเองและสังคม นอกจากนี้ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ โดยมี 3 ลักษณะ คือ 1) มีความริเริ่ม เป็นผลงานที่สร้างสรรค์ มีความแปลกใหม่ สวยงาม ไม่ซ้ำใคร 2) ความสามารถในการใช้งาน สามารถใช้งานได้ดี และใช้ได้จริง ช่วยแก้ปัญหาที่ต้องการได้ และ 3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการสร้างผลงานตามขั้นตอนกระบวนการตามที่กำหนดไว้อย่างเป็นระบบ มีการทดลองเพื่อความสมบูรณ์แบบของผลงาน

## 6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เป็นความรู้และแนวคิดจากการวิจัยในอดีตที่ศึกษาปัญหาวิจัยคล้ายคลึงกัน และได้ทราบถึงจุดเด่นจุดอ่อนของงานเหล่านั้น และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการกำหนดแบบแผนการวิจัยและวิธีการดำเนินการวิจัยของตนทุกขั้นตอน ซึ่งผู้วิจัยได้เสนองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ของนักการศึกษาไทยและต่างประเทศ ไว้ดังนี้

### 6.1 งานวิจัยในประเทศ

ศิวณัฐ ภูมิโคกรักษ์ (2562) ได้ทำการศึกษา เรื่องการศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ผลการศึกษา พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา หลังเรียนไม่สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ.05 3) ผลการสร้างชิ้นงานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา อยู่ในระดับดีมาก และ 4) ความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



ปิยวรรณ ทศกาญจน์ (2561) ได้ทำการศึกษา เรื่องการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการ สะเต็มศึกษา เรื่อง บ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์ก่อน และหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา และเพื่อเปรียบเทียบทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผลการวิจัยพบว่า ความรู้ความเข้าใจวิชาวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาสูงกว่าก่อนเรียน และทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงานหลังการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษาเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ศิริพล แสนบุญส่ง (2560) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน แบบโครงงานเป็นฐานผ่านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มีวัตถุประสงค์ เพื่อสังเคราะห์รูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานผ่านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของผู้เรียนหลังเรียนมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก 2) ผลการประเมินทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมของผู้เรียนมีคุณภาพโดยรวมอยู่ในระดับมาก 3) ผลงานสร้างสรรค์และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมของผู้เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนการสอนที่ออกแบบขึ้นมีความสัมพันธ์กันในทางบวกที่ระดับค่อนข้างสูง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนการสอนแบบผสมผสาน โดยใช้กระบวนการเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมอยู่ในระดับมากที่สุด

ปาริชาติ ประเสริฐสังข์ (2560) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ผลการศึกษาพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพ 79.73/78.69 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วรรณธนะ ปัดชา (2559) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้มหาวิทยาลัย การวิจัยครั้งนี้ใช้รูปแบบการทดลองอย่างแท้จริง มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อเปรียบเทียบทักษะสะเต็มและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่าที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบ สสวท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หลังเรียนมีทักษะทางด้านสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

รารวรรณ ทิลาพันธ์ (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่องการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการสะเต็มศึกษามีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์โดยมีคะแนนเฉลี่ย 33.77 คะแนน คะแนนด้านความคิดคล่อง มีคะแนนเฉลี่ย 13.77 คะแนน ด้านความคิดยืดหยุ่น มีคะแนนเฉลี่ย 10.77 คะแนน และด้านความคิดริเริ่ม มีคะแนนเฉลี่ย 9.23คะแนน ตามลำดับ

ภรรณา โพธิ์เต็ง (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาทักษะการสื่อสารและความสามารถในการทำโครงการโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบทดลอง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ศึกษาทักษะการสื่อสาร ศึกษาความสามารถในการทำโครงการ ซึ่งผลการวิจัยพบว่า 1)ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องการรับและส่งสารด้วยภาษาไทยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะการสื่อสารของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงทุกทักษะ โดยเรียงตามลำดับคะแนนเฉลี่ย ได้แก่ ด้านการฟังมีค่าเฉลี่ยสูงสุด ด้านที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมา คือ ด้านการอ่าน ด้านการเขียน และด้านการพูด 3) ความสามารถในการทำโครงการของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับสูงเรียงตามลำดับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ด้านสืบค้นในการทำโครงการ ด้านเตรียมความพร้อมในการทำโครงการ ด้านร่วมสร้างผลผลิต ด้านสืบค้นรายละเอียดเพิ่มเติม ด้านการนำเสนอผลงาน และด้านวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล ตามลำดับ และ 4) ความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากโดยเรียงตามลำดับคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ ด้านประโยชน์ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ และด้านการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้

ณัฐริกา ก้อนเงิน (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่องผลการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคดอกบัวบานที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลคะแนนความคิดสร้างสรรค์ และเปรียบเทียบคะแนนความคิดสร้างสรรค์จากการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการ

เรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคดอกบัวบานที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคดอกบัวบานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ก่อนเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคดอกบัวบานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนกลุ่มควบคุมและนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคดอกบัวบานมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์หลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

นสรินทร์ ปือชา (2558) ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีคะแนนพัฒนาการ ร้อยละ 41.03 อยู่ในระดับต้น ร้อยละ 30.77 อยู่ในระดับกลาง ร้อยละ 20.51 อยู่ในระดับสูง และร้อยละ 7.69 อยู่ในระดับสูงมาก 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหา หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM EDUCATION) อยู่ในระดับมาก

นภาพรณัฏ์ เพียงดวงใจ (2558) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.21 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมหลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับสูง 4) จิตวิทยาศาสตร์หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับมากที่สุด และ 5) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในภาพรวมพบว่ามีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ในด้าน

ต่าง ๆ ของตนเอง เนื่องจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมกลุ่ม มีสื่อให้ศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและยังสามารถแก้ปัญหาการขาดเรียนได้

ศรัญญา มณีไตรรัตน์เลิศ (2553) ได้ทำการศึกษา เรื่องการพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่อง โจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 โดยมีคะแนนหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ 2) ความสามารถในการ จัดการเรียนรู้แบบโครงงานอยู่ในระดับดี 3) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ในภาพรวมอยู่ระดับพึงพอใจมาก

จากการศึกษางานวิจัยในประเทศ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน และ การจัดการเรียนรู้แบบแนวคิด STEM EDUCATION ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น มี ความสามารถในการทำโครงงานเพิ่มขึ้น ช่วยส่งเสริมทักษะในการสร้างสรรค์ชิ้นงาน การทำงาน ร่วมกันเป็นทีม และมีความพึงพอใจในการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

## 6.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Han, Capraro, and Capraro (2014) ได้ทำการศึกษา เรื่องผลการจัดกิจกรรมการ เรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ว่ามีผลต่อนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกันอย่างไร โดยตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ โรงเรียนแต่ละแห่งมีการใช้ STEM PBL มาก่อนหน้าแล้ว และมีการปรับปรุงทุก 6 เดือน เป็นเวลา 3 ปี ส่วนครูผู้สอนก็ได้เข้าร่วมรับการพัฒนาสู่ครูมืออาชีพ ทางด้าน STEM อีกด้วย ผลการวิจัยพบว่า กิจกรรมการเรียนการสอนแบบ STEM PBL ส่งผลทำให้ผล สัมฤทธิ์ในรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มสูงขึ้น

Tseng, Chang, Lou, and Chen (2013) ได้ทำการศึกษา เรื่องเจตคติต่อการบูรณา การวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ (STEM) ในการเรียนรู้แบบโครงงาน มี วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาเจตคติก่อนและหลังจากการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็น ฐานที่บูรณาการ STEM ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบ โครงงานเป็นฐาน มีเจตคติต่อวิศวกรรมเปลี่ยนไปอย่างมีนัยสำคัญ จากการสัมภาษณ์ เกือบทั้งหมด แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของ STEM คือ ความรู้ ทักษะ และประสบการณ์ทางด้าน STEM จะเป็น ประโยชน์ในการประกอบอาชีพในอนาคต สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงได้

Diana (2012) ได้ทำการศึกษา เรื่องผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมและคณิตศาสตร์ ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

เป็นฐาน โดยเริ่มต้นการจัดกิจกรรมด้วยการตรวจสอบขั้นพื้นฐาน ใช้จินตนาการ ศึกษาค้นคว้าสำรวจ ตรวจสอบสร้างสรรค์ ออกแบบโมเดลดาวอังคาร และมีการแลกเปลี่ยนความคิดการออกแบบระหว่างกัน ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้บูรณาการ STEM ในการให้นักเรียนทำโครงการ ส่งผลให้นักเรียนสามารถถ่ายโอนความรู้และทักษะสู่การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง และประยุกต์ใช้กับปัญหาใหม่ๆ

Scott (2012) ได้ทำการศึกษา เรื่องการจัดการเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนมัธยม 10 แห่ง ในประเทศสหรัฐอเมริกา ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่สมัครใจเข้าเรียนร่วมแบบ STEM มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ดีกว่านักเรียนระดับเดียวกันที่ไม่ได้เข้าเรียนร่วมแบบ STEM

Nancy B. Hertzog (2007) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้แบบโครงการในนักเรียนประถม 2 ห้องเรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการใน 69 โรงเรียนเปิด นักเรียนส่วนใหญ่มาจากครอบครัวที่มีฐานะยากจน ครูประถม 2 คนในการวิจัยต้องการเปลี่ยนแนวทางการสอนเป็นแนวการสอนนักเรียนที่มีพรสวรรค์ เช่น การระดมสมอง การสำรวจ และการเก็บข้อมูล โดยครูจะจัดการเรียนรู้แบบนักเรียนเป็นสำคัญและการจัดการเรียนรู้แบบโครงการในหน่วยที่สอน จากการสังเกตนักเรียนมีพฤติกรรมที่ดีขึ้นเมื่อทำโครงการและทำกิจกรรมกลุ่มย่อย มีส่วนร่วมและให้ความสนใจเมื่อทำโครงการ ครูเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน แทนการสอน การจัดการเรียนรู้แบบโครงการดึงดูดพฤติกรรมที่พึงประสงค์ในนักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออก สำหรับนักเรียนที่มีความประสงค์ที่จะสร้างห้องเรียนในหลักสูตรปกติให้เหมือนกับห้องเรียน การศึกษาพิเศษทั้งด้านวิธีการสอน ความยืดหยุ่นในเนื้อหา มีองค์ประกอบและเป้าหมาย การกำหนด หัวข้อโครงการ โดยให้นักเรียนเลือกหัวข้อที่อยู่ในกรอบที่กำหนดเป็นการให้อิสระกับนักเรียน

จากการศึกษางานวิจัยต่างประเทศ พบว่าการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน และการจัดการเรียนรู้แบบแนวคิด STEM EDUCATION ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น นักเรียนรู้จักการแก้ไขปัญหา มีพฤติกรรมที่ดีขึ้นในการทำงานร่วมกัน

ซึ่งงานวิจัยในประเทศและต่างประเทศ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION นั้น ต่างก็ส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น นักเรียนรู้จักนำความรู้ใหม่ที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ไขปัญหา สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และยังสร้างสรรค์ผลงานใหม่ ๆ ได้อีกด้วย

จากงานวิจัยที่กล่าวในข้างต้น ทำให้เห็นถึงความจำเป็นอย่างมากที่ต้องมีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในโรงเรียนอนุบาลนครปฐม

อีกทั้งยังมีงานวิจัยพิสูจน์แล้วว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน แนวคิดสะเต็มศึกษา ช่วยส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานของนักเรียนได้ดียิ่งขึ้นอีกด้วย

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยผู้วิจัยสรุปได้ศึกษาหัวข้อดังต่อไปนี้ จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) สารการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถพัฒนานักเรียนด้านร่างกายและจิตใจ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะที่สำคัญในด้านต่าง ๆ สมรรถนะสำคัญของ 5 ประการ ซึ่งเป็นสมรรถนะที่ผู้วิจัยมุ่งพัฒนานักเรียนในครั้งนี้ และสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์สามารถส่งเสริมทักษะที่สำคัญของคณิตศาสตร์และสมรรถนะ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี โดยหลักในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ นักเรียนจะต้องมีทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความสามารถดังกล่าวคือ ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม ความสามารถในการใช้รูป ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน ความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการคณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง ความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน ได้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ และความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่ เพื่อปรับปรุง พัฒนาการความรู้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำการศึกษาค้นคว้า และฝึกปฏิบัติด้วยตนเองตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจ โดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ไปใช้ในการหาคำตอบ โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้กระตุ้น แนะนำและให้คำปรึกษานักเรียนอย่างใกล้ชิด โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐาน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน 2) ขั้นกระตุ้นความสนใจ 3) ขั้นวางแผนปฏิบัติ 4) ขั้นนำเสนอผลงาน และ 5) ขั้นประเมินผล ส่วนการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION เป็นการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน โดยนำลักษณะธรรมชาติและกระบวนการวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดความรู้ และพัฒนาทักษะที่สำคัญ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION

ดังนี้ 1) ชั้นสร้างความสนใจ 2) ชั้นการระบุปัญหา 3) ชั้นการวางแผนและพัฒนา 4) ชั้นการทดสอบและประเมินผล และ 5) ชั้นการนำเสนอผลลัพธ์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION มีขั้นตอนดังนี้ 1) การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน 2) กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา 3) วางแผนและดำเนินการ 4) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุง และ 5) นำเสนอผลงาน ความเป็นนวัตกรรม คือผู้ที่มีความกล้าคิดกล้าเสี่ยง และริเริ่มในการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ มีความรอบรู้ รู้จักเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต มีปฏิสัมพันธ์และการทดลอง โดยมีการประเมินคุณลักษณะความเป็นนวัตกรรม ดังนี้ 1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือมีความคิดเชื่อมโยง 2) มีความช่างสังเกต 3) ลงมือทำและทดลอง และ 4) มีปฏิสัมพันธ์ ผลงานสร้างสรรค์ เป็นการสร้างสรรค์ผลงานโดยการผสมผสานระหว่างความคิดต่าง ๆ ได้อย่างกลมกลืน ซึ่งเป็นผลงานที่แสดงถึงความริเริ่มสิ่งแปลกใหม่ อันมีคุณค่าและมีประโยชน์ โดยมีการประเมินลักษณะผลงานสร้างสรรค์ ดังนี้ 1) มีความริเริ่ม สร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการใช้งาน และ 3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) โดยมีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม เป็นหน่วยการวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังนี้

#### วิธีการและขั้นตอนการวิจัย

##### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนอนุบาลนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 5 ห้องเรียน ซึ่งเป็นห้องเรียนปกติ รวมเป็นจำนวน 220 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ ได้แก่ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียนอนุบาลนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลาก (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ทั้งนี้โรงเรียนจัดนักเรียนคละความสามารถ จึงถือว่าห้องเรียนแต่ละห้องมีความเท่าเทียมกัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม โดยทำการสุ่มเพียง 1 ห้องเรียน

#### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาสำหรับการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน



- 2.2 ความเป็นนวัตกรรม
- 2.3 ผลงานสร้างสรรค์
- 2.4 ความคิดเห็นของนักเรียน

### เนื้อหาสาระ

สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ใช้ในการศึกษา คือ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

### ระยะเวลา

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง (ผู้วิจัยดำเนินการทดลองด้วยตนเอง) ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 5 สัปดาห์ ๆ ละ 4 วัน วันละ 1 ชั่วโมง รวม 20 ชั่วโมง

### แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) จำนวน 2 แบบแผน ดังนี้

1. แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ใช้เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียน ดังนี้

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
$T_1$	X	$T_2$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

- $T_1$  หมายถึง ทดสอบก่อนเรียน
- X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
- $T_2$  หมายถึง ทดสอบหลังเรียน

2. แบบกลุ่มเดี่ยว ทดสอบหลังเรียน (The One-Shot Case Study) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ใช้เพื่อ 1) ศึกษาความเป็นนวัตกรรม 2) ศึกษาผลงานสร้างสรรค์ และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ดังนี้

ทดลอง	สอบ
X	$T_2$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในรูปแบบการวิจัย

X หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

$T_2$  หมายถึง ความเป็นนวัตกรรม, ผลงานสร้างสรรค์, ความคิดเห็นของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION สารการเรขาคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย รวม 20 ชั่วโมง (ไม่นับรวมการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้) โดยมีหัวข้อเรื่องดังนี้

- 1.1 เรื่องปฐมนิเทศการทำโครงงาน (1 ชั่วโมง)
- 1.2 เรื่องปริซึม (4 ชั่วโมง)
- 1.3 เรื่องปริมาตรและความจุ (5 ชั่วโมง)
- 1.4 เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรและหน่วยความจุ (2 ชั่วโมง)
- 1.5 เรื่องโจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ (3 ชั่วโมง)
- 1.6 เรื่องบรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (4 ชั่วโมง)
- 1.7 เรื่องนำเสนอผลงาน (1 ชั่วโมง)

2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก กำหนดค่าคะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 20 ข้อ ซึ่งใช้ในการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เป็นแบบทดสอบชุดเดิม

3. แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม เป็นแบบประเมินที่ประเมินโดยครูผู้สอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

4. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ เป็นแบบประเมินที่ประเมินโดยครูผู้สอนตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics)

5. แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scales) 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ

### การสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยจำแนกได้ 2 ประเภท คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังนี้

#### เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพและประเมินความเหมาะสม (5 ระดับ) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน โดยมีขั้นตอนที่เป็นระบบชัดเจน (สุวิมล ว่องวานิช, 2550) ดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์รายวิชา และขอบข่ายของเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.2 ศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งทฤษฎี หลักการ แนวคิดที่สำคัญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานและแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีการสอน 5 ขั้นตอน คือ 1) การสร้างบรรยากาศและความสนใจ 2) กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา 3) วางแผนและดำเนินการ 4) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง และ 5) นำเสนอผลงาน เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย ใช้เวลาสอน 20 ชั่วโมง โดยมีองค์ประกอบดังนี้ สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด จุดประสงค์

การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ บันทึกผลหลังสอน

1.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของกิจกรรมการเรียนรู้ว่าตรงตามตัวชี้วัดที่กำหนดไว้หรือไม่ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไข

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอความคิดเห็นและประเมินผลด้วยวิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านคณิตศาสตร์จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์และสะเต็มศึกษาจำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผลจำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอนจำนวน 1 คน

1.6 จัดการสนทนากลุ่ม ผ่านระบบ Online เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

การสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) เป็นการเก็บข้อมูลจากการสนทนา ระหว่างผู้วิจัยและผู้เข้าร่วมสนทนา ในเรื่องที่คุณเข้าร่วมสนทนาเป็นผู้มีความรู้และประสบการณ์ในเรื่องนั้น จึงทำให้สามารถได้ข้อมูลเฉพาะเจาะจงที่เป็นความคิดเห็น ความรู้สึกตามการรับรู้ของผู้เข้าร่วมสนทนากลุ่ม นอกจากนั้น หากประเด็นต่าง ๆ ยังไม่ชัดเจนเพียงพอ ผู้วิจัยอาจมีการซักถามเพิ่มเติม เพื่อให้ได้คำตอบที่ชัดเจนยิ่งขึ้น การสนทนากลุ่มช่วยให้เกิดข้อมูลที่ได้เป็นการผ่านการถกเถียงโต้ตอบกันเองของสมาชิกในกลุ่มสนทนา เกิดความมั่นใจในความถูกต้อง แม่นยำ มีความน่าเชื่อถือ และมีความหลากหลายของข้อมูล ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่จะช่วยในการตรวจสอบข้อมูลของผู้เข้าร่วมการสนทนาด้วยตนเอง (วีรสิทธิ์ สิทธิไตรย์ และโยธิน แสงวดี, 2536) ลักษณะของการสนทนากลุ่ม คือ ต้องกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ ขนาดผู้เข้าร่วมสนทนาที่เหมาะสมคือ 6 – 12 คน เลือกลงมาเพราะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับประเด็นสนทนา

โดยผู้วิจัยได้กำหนดให้มีผู้เข้าร่วมสนทนาจำนวน 6 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ จำนวน 2 คน ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีสอน จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน และผู้ดำเนินรายการ จำนวน 1 คน เข้าร่วมสนทนากลุ่ม โดยหัวข้อที่ใช้ในการสนทนาจะเกี่ยวกับการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ซึ่งองค์ประกอบในแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย สารและมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด จุดประสงค์การเรียนรู้ สารการเรียนรู้ สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ เกณฑ์การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับข้อคิดเห็นจากการสนทนากลุ่ม มาปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

**ตารางที่ 8** สรุปการปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้หลังจากการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion)

ประเด็น	สิ่งที่ปรับปรุง
1. ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ยังไม่ชัดเจน	1. ปรับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ให้เห็นชัดเจนมากขึ้น 2. เพิ่มกิจกรรมที่เป็น STEM EDUCATION ให้เห็นชัดเจนมากขึ้น
2. สำคัญใช้ภาษาไม่ถูกต้อง	3. ปรับเปลี่ยนและเรียบเรียงภาษาที่ใช้ให้ถูกต้อง

1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่แก้ไขแล้วจากการจัดสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) มาให้ผู้เชี่ยวชาญชุดเดิมประเมินคุณภาพจำนวน 5 คน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน โดยมีคุณสมบัติดังนี้ 1) สำเร็จการศึกษาไม่ต่ำกว่าปริญญาโท ในสาขาที่เกี่ยวข้อง และ 2) มีประสบการณ์สอนหรือเคยสอนสาขาที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี

1.9 ให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพ โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยการเฉลี่ยช่วงและรายชื่อ ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

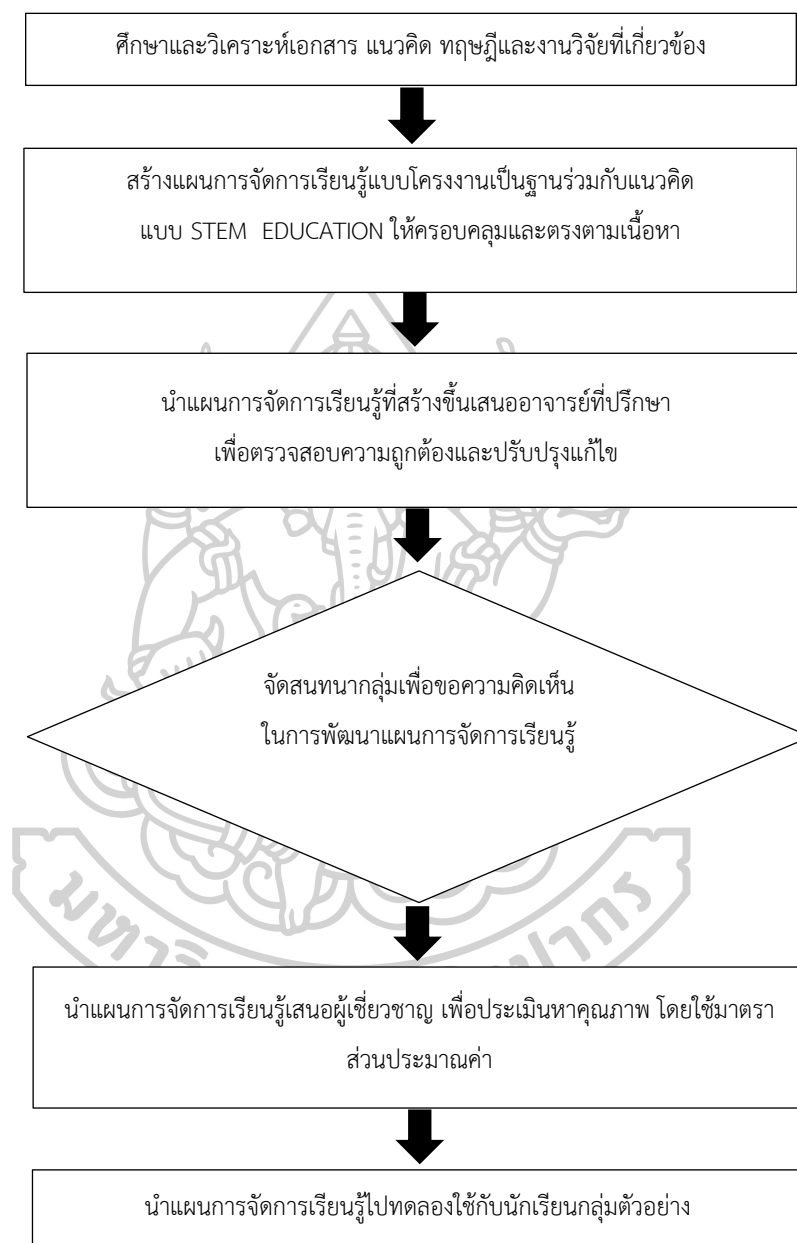
1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

1.10 พิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยของแผนการจัดการเรียนรู้ต้องมีค่าเท่ากับ 3.50 ขึ้นไป และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่เกิน 1.00 จากการประเมินหาคคุณภาพ โดยผู้เชี่ยวชาญ ได้ประเมินโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.70 ซึ่งมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

1.11 นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน

**ตารางที่ 9** แสดงการวิเคราะห์จำนวนชั่วโมงการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับ แนวคิดแบบ STEM EDUCATION	หัวข้อเรื่อง	จำนวนชั่วโมง
ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน	1.ปฐมนิเทศการจัดทำโครงงาน	1
ขั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา	2.ปริซึม 3.ปริมาตรและความจุ 4.ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรและหน่วยความจุ 5.โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ	14
ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ	6.บรรจุก้อนจากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	3
ขั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง	6.บรรจุก้อนจากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1
ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน	7.นำเสนอผลงาน	1
<b>รวม</b>		<b>20</b>



แผนภาพที่ 2 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิด แบบ STEM EDUCATION

### เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ จากหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนอนุบาลนครปฐม พุทธศักราช 2563 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

1.2 วิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหา กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.3 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก และวิธีการหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบ

1.4 สร้างแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ วัดด้านเนื้อหาและพฤติกรรมด้านต่าง ๆ และด้านการประเมินค่า โดยการตรวจคำตอบ กำหนดการให้คะแนน คือ ตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน และคัดเลือกมาใช้จริงเพียงจำนวน 20 ข้อ

**ตารางที่ 10** แสดงการวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก จำแนกตามเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด

หัวข้อ	พฤติกรรมที่ต้องการวัด	ความรู้ - ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	รวม	
1.รูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก		3	1	-	4	
2.ปริมาตรและความจุ		1	2	1	4	
3.ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรและหน่วยความจุ		1	2	2	5	
4.โจทย์ปัญหา		-	-	4	3	7
รวม (จำนวนข้อ)		5	5	7	3	20
ร้อยละ		25	25	35	15	100



1.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องและนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขข้อสอบที่สร้างขึ้น

1.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสมและความเที่ยงตรงของ เนื้อหา (Content Validity) โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (ICO : Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์ให้คะแนนดังนี้

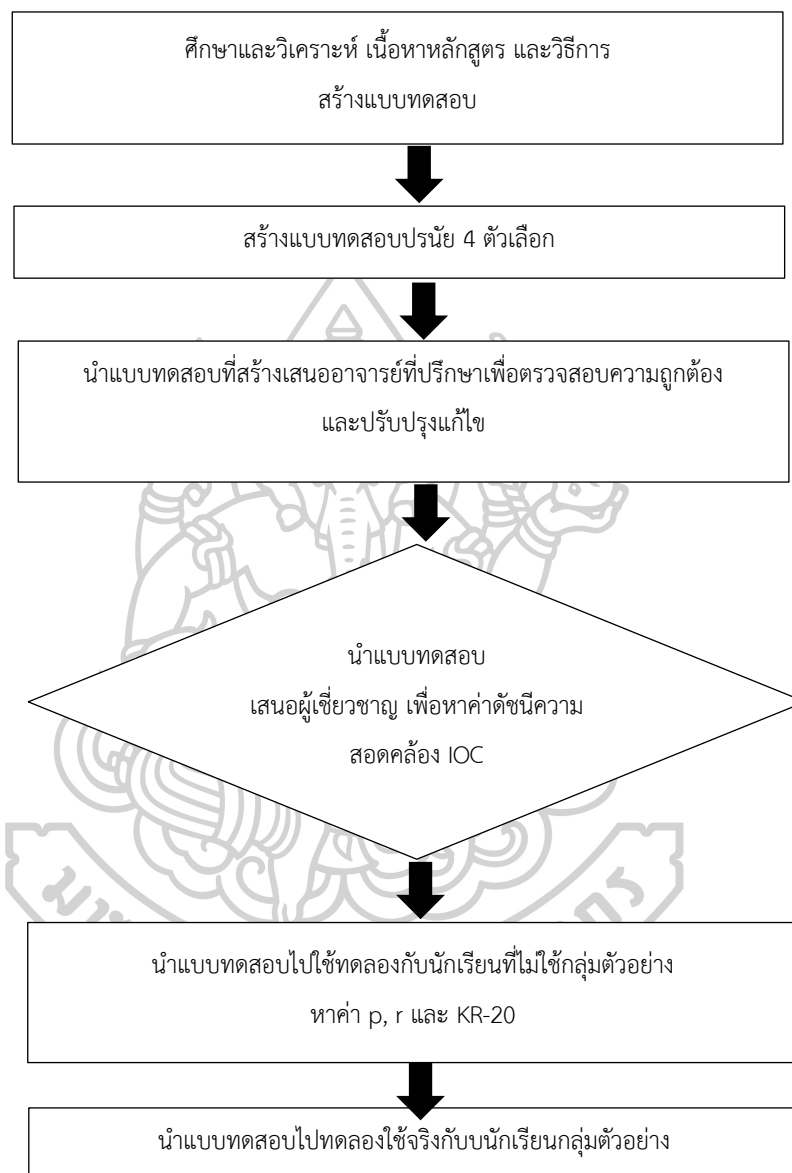
- + 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดตรงกับตัวชี้วัดข้อนั้น
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบวัดตรงกับตัวชี้วัดข้อนั้นหรือไม่
- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดไม่ตรงกับตัวชี้วัดข้อนั้น

และพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึง จะถือว่าแบบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (มาเรียน นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.00 (รายละเอียดดังตารางที่ 22 ภาคผนวก ค: 129)

1.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพ ของแบบทดสอบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 40 คน ที่ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาแล้ว นำ แบบทดสอบที่ทดลองใช้มาตรวจคำตอบให้คะแนน ที่ตอบถูกต้องให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน แล้วนำมาหาค่าคุณภาพของแบบทดสอบด้วยการหาค่าความยากง่าย (p) เท่ากับ 0.20 – 0.80 ซึ่งได้ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 (รายละเอียดดังตารางที่ 26 ภาคผนวก ค: 134) และค่าอำนาจจำแนก (r) ระหว่าง 0.20 – 1.00 ซึ่งได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70 (รายละเอียดดังตารางที่ 26 ภาคผนวก ค: 134)

1.8 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบคือ ผลการวัดที่สม่ำเสมอและคงที่ โดย ใช้แบบทดสอบปรนัยที่ผู้วิจัยได้คัดเลือกแล้ว 20 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดย วิธีการของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน จากสูตร KR-20 โดยมีเกณฑ์การพิจารณาค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.75 ขึ้น ไป ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.81 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ (มาเรียน นิลพันธุ์, 2558)

1.9 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาตรและความจุของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก ไปทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียน ที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน



แผนภาพที่ 3 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย

2. แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม โดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน ใช้ประเมินนักเรียนระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีวิธีสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาแบบการประเมินความเป็นนวัตกรรม ซึ่งประกอบด้วย 4 คุณลักษณะ ได้แก่  
1) มีการคิดเชิงบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง 2) มีความช่างสังเกต 3) การลงมือทำและทดลอง  
4) ความมีปฏิสัมพันธ์

2.2 สร้างเกณฑ์การประเมินความเป็นนวัตกรรม ในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) กำหนดข้อความเชิงคุณภาพในแต่ละระดับการประเมินแต่ละขั้นตอน

2.3 เสนอแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และเนื้อหา

2.4 นำเสนอแบบการประเมินความเป็นนวัตกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยี เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 0 หมายถึง ไม่น่าใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน
- 1 หมายถึง แนใจว่าประเด็นประเมินไม่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

และพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึงจะถือว่าแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมนั้น มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.80 ข้อเสนอแนะที่ผู้เชี่ยวชาญแนะนำคือการปรับปรุงเกณฑ์การประเมินด้านมีการคิดบูรณาการหรือความคิดเชื่อมโยง และด้านมีความช่างสังเกต ให้เหมาะสมกับการให้คะแนนความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน

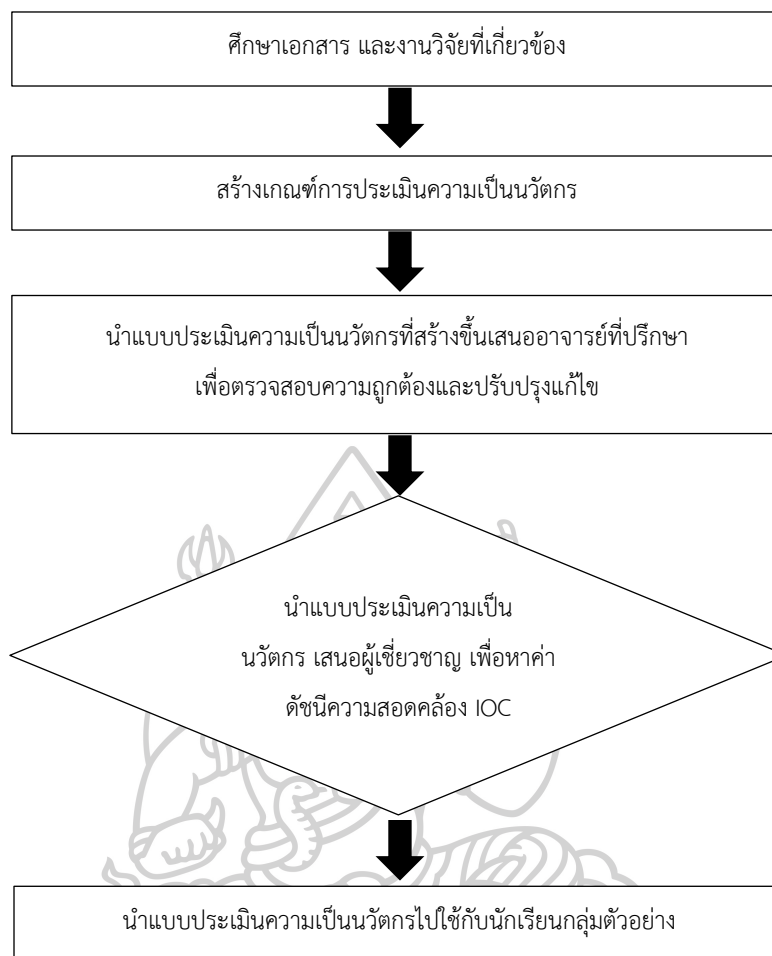
2.5 นำแบบการประเมินความเป็นนวัตกรรมที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนความเป็นนวัตกรรม

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
มีการคิดเชิงบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง	เป็นการสร้างสิ่งใหม่ ไม่มีใครเคยทำมาก่อน	เป็นการสร้างสิ่งใหม่ ที่พัฒนาปรับปรุงมาจากของเดิมที่มีอยู่	เป็นการสร้างสิ่งที่ลอกเลียนแบบมา
มีความช่างสังเกต	มีความสนใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวตลอดเวลา	มีความสนใจสิ่งรอบตัวมาก แต่ไม่ทุกครั้ง	มีความสนใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวน้อย
การลงมือทำและทดลอง	ลงมือทำและทดลองด้วยเองทุกครั้ง	ลงมือทำและทดลองด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่	ลงมือทำและทดลองเป็นบางครั้ง
ความมีปฏิสัมพันธ์	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่นตลอดเวลา มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่นบางเวลา มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือบ่อยครั้ง	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีเฉพาะบุคคลที่รู้จัก มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือเป็นบางครั้ง

ตารางที่ 12 เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินความเป็นนวัตกรรม

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับความเป็นนวัตกรรม
2.34 – 3.00	ดี
1.67 – 2.33	พอใช้
1.00 – 1.66	ควรปรับปรุง



แผนภาพที่ 4 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม

3. แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) มีวิธีสร้างดังนี้

3.1 ศิษyarูปแบบการประเมินผลงานสร้างสรรค์ ซึ่งประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่

1) มีความริเริ่มสร้างสรรค์ 2) ความสามารถในการใช้งาน 3) ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน

3.2 สร้างเกณฑ์การประเมินผลงานสร้างสรรค์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) กำหนดข้อความเชิงคุณภาพในแต่ละระดับการประเมินแต่ละขั้นตอน

ตารางที่ 13 เกณฑ์การให้คะแนนผลงานสร้างสรรค์

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
มีการริเริ่มสร้างสรรค์	สร้างชิ้นงานได้แปลกใหม่สวยงาม เรียบร้อยดีมาก	สร้างชิ้นงานได้แปลกสวยงาม เรียบร้อยดี	ตกแต่งชิ้นงานได้แปลกใหม่ เรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานสวยงาม แต่ไม่มีความแปลกใหม่
ความสามารถในการใช้งาน โดยมีลักษณะ ดังนี้ 1.ใช้งานได้จริง 2.ช่วยแก้ปัญหาตรงความต้องการ 3.มีความทนทาน	มีความสามารถในการใช้งาน ครบทั้ง 3 ลักษณะ	มีความสามารถในการใช้งาน 2 ลักษณะ	มีความสามารถในการใช้งาน 1 ลักษณะ	ขาดความสามารถในการใช้งานทั้ง 3 ลักษณะ
ขั้นตอนการสร้างสรรคผลงาน 1.ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูลในการสร้างผลงาน 2.ออกแบบผลงาน 3.สร้างผลงานอย่างสร้างสรรค์ 4.ทดลองการใช้ผลงานสร้างสรรค์	มีครบทุกขั้นตอนตามที่กำหนด	มีการดำเนินการเพียง 3 ขั้นตอน	มีการดำเนินการเพียง 2 ขั้นตอน	มีการดำเนินการเพียง 1 ขั้นตอน

ตารางที่ 14 เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินผลงานสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับความสามารถ
3.00 – 4.00	ดี
2.00 – 2.99	พอใช้
1.00 – 1.99	ควรปรับปรุง

2.3 เสนอแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบความถูกต้องของภาษา และเนื้อหา

2.4 นำเสนอแบบการประเมินผลงานสร้างสรรค์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาารายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้าน

เทคโนโลยีเพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษาและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

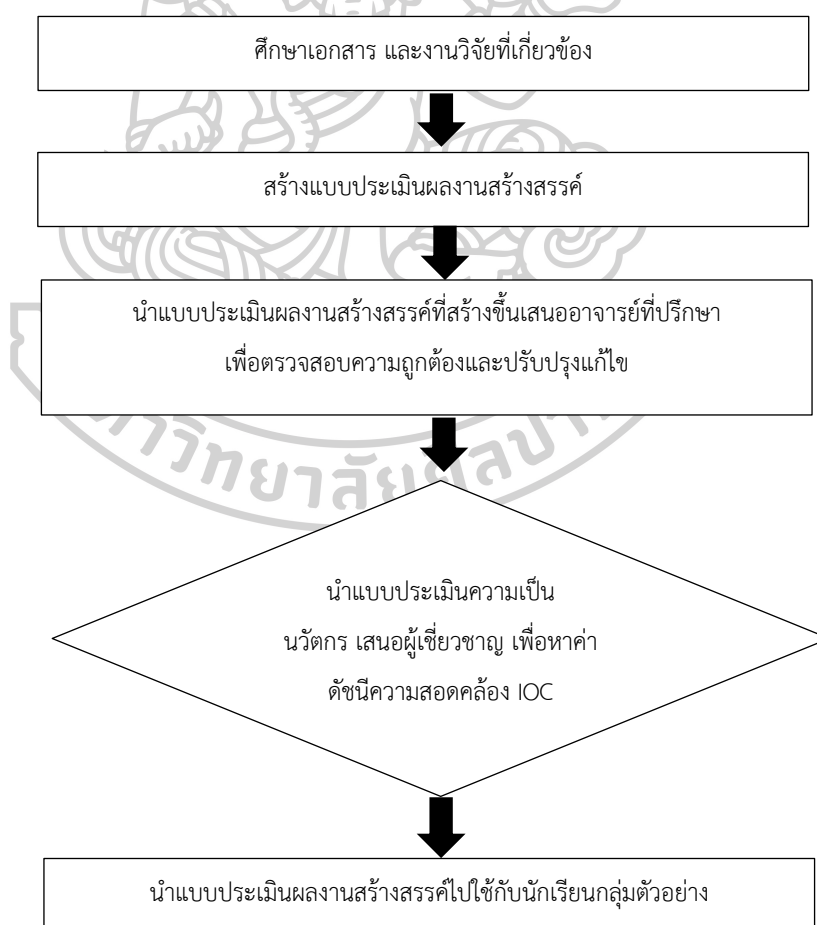
+1 หมายถึง แน่ใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าประเด็นประเมินมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่าประเด็นประเมินไม่มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมิน

และพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึงและพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึงจะถือว่าแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์นั้น มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2.5 นำแบบการประเมินผลงานสร้างสรรค์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน



แผนภาพที่ 5 ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์

4. แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) กำหนดช่วงความคิดเห็นของนักเรียน 5 ระดับ โดยวัดความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

4.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความคิดเห็น จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดเป็นแนวทางการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

4.2 สร้างแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ และด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รวมจำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ต (Likert) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

ระดับ 5 หมายถึง มีความเห็นด้วยมากที่สุด

ระดับ 4 หมายถึง มีความเห็นด้วยมาก

ระดับ 3 หมายถึง มีความเห็นด้วยปานกลาง

ระดับ 2 หมายถึง มีความเห็นด้วยน้อย

ระดับ 1 หมายถึง มีความเห็นด้วยน้อยที่สุด

สำหรับการแปลความหมายของค่าที่วัดได้ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการให้ความหมาย โดยการเฉลี่ยรายช่วงและรายข้อ ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง มีความเห็นด้วยอยู่ในระดับน้อยที่สุด

4.3 นำแบบประเมินความคิดเห็นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาและนำมาปรับปรุงแก้ไข

4.4 นำแบบประเมินความคิดเห็นที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEM EDUCATION ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและวิธีการสอน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา

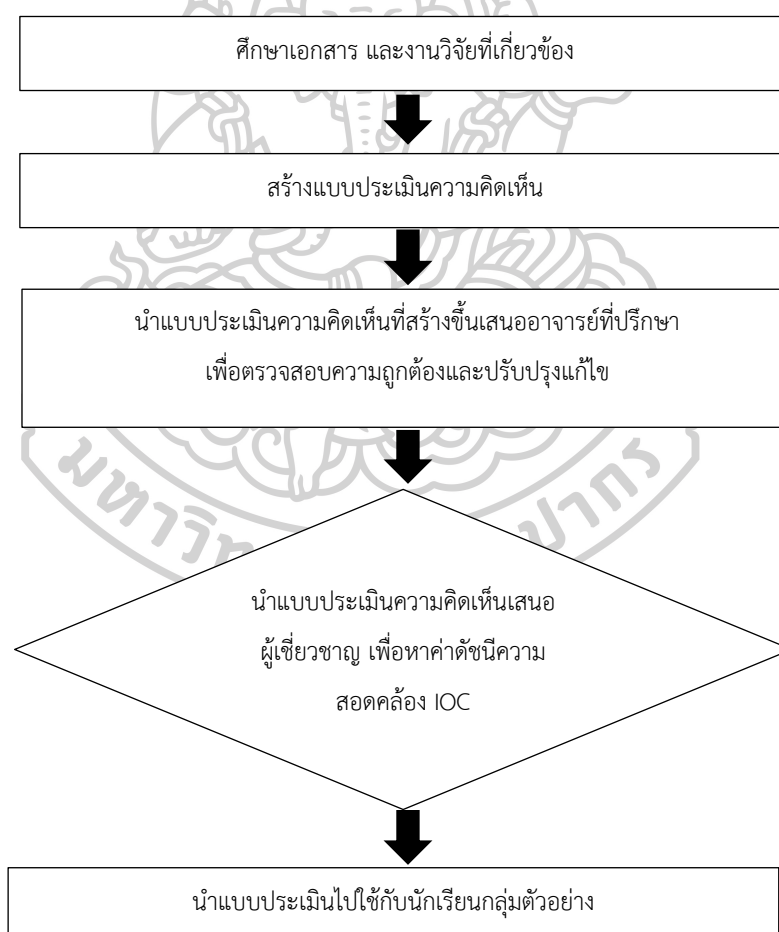


และความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

- +1 หมายถึง แนใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับรายการการประเมิน
- 0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับรายการการประเมิน
- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อคำถามไม่มีความสอดคล้องกับรายการการประเมิน

และพิจารณาความเหมาะสมจากค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.00 จึงจะถือว่าแบบประเมินความคิดเห็นนั้น มีความเที่ยงตรงของเนื้อหา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558) ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

4.5 นำแบบประเมินความคิดเห็นที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน



**แผนภาพที่ 6** ผังงานแสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

1) ปฐมนิเทศนักเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้ เพื่อสร้างข้อตกลง และชี้แจงทำความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2) ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความรู้พื้นฐาน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

3) ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในการทดลองกลุ่มตัวอย่างนี้ ใช้แผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วย ใช้เวลา 20 ชั่วโมง (ไม่รวมทดสอบก่อนและหลังเรียน) โดยทำการประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนเป็นรายบุคคล และผลงานสร้างสรรค์เป็นกลุ่มตามแบบประเมินที่กำหนดไว้ ใช้เวลาในการประเมินจำนวน 4 ชั่วโมง (ในชั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ และชั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง)

**ตารางที่ 15** กำหนดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

วันที่จัดกิจกรรม	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นฐานร่วมกับ แนวคิดแบบ STEM EDUCATION	หัวข้อเรื่อง	จำนวน ชั่วโมง
1-2 ก.พ. 2564	ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจใน ชั้นเรียน	1.ปฐมนิเทศการจัดทำโครงงาน	1
3-25 ก.พ. 2564 และ 1-17 มี.ค. 2564	ขั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา	2.ปริซึม 3.ปริมาตรและความจุ 4.ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย ปริมาตรและหน่วยความจุ 5.โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ	14
18-25 มี.ค. 2564	ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ	6.บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	3
26,29 มี.ค. 2564	ขั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง	6.บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1
30-31 มี.ค. 2564	ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน	7.นำเสนอผลงาน	1
	<b>รวม</b>		<b>20</b>

4) หลังการสอนครบทั้งหน่วยการเรียนรู้แล้ว ดำเนินการทดสอบหลังเรียนกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

5) ประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ครบจำนวน 20 ชั่วโมงแล้ว โดยผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนประเมินเป็นรายกลุ่ม

6) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

7) นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลจากการทำแบบประเมินความเป็นนวัตกรรม ผลจากการทำแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ และผลจากการทำแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนมาวิเคราะห์ข้อมูล

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษาทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลมาวิเคราะห์ ดังต่อไปนี้

1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ก่อนเรียนกับหลังเรียน โดยใช้สถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าที (t-test) แบบ Dependent

2) วิเคราะห์ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ใช้สถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ระดับคุณภาพ 3 ระดับ

3) วิเคราะห์ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ใช้สถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric) ระดับคุณภาพ 3 ระดับ

4) วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ใช้สถิติพื้นฐานคือ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้เกณฑ์แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

ตารางที่ 16 สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ	การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียน	ทดสอบผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ ก่อนและหลังการจัดการจัดการเรียนรู้	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	1. ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. ค่าที (t-test) แบบDependent
2. เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรม ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียน	ประเมินความเป็นนวัตกรรมระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม	แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม	1. ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)
3. เพื่อศึกษาผลงานสร้างสรรค์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ของนักเรียน	ประเมินผลงานสร้างสรรค์ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม	แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์	1. ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. มีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubric)
4. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION	ประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม	แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION	1. ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) 2. ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3. เกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design) และแบบกลุ่มเดียว ทดสอบหลังเรียน (The One-Shot Case Study) มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 2) เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 3) เพื่อศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION และ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลโดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม 4) แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ และ 5) แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม จังหวัดนครปฐม จำนวน 46 คน โดยทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนฝึกความเป็นนวัตกรรม ในสร้างสรรค์ผลงาน รวมทั้งสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนเพื่อเป็นการตอบวัตถุประสงค์และข้อคำถามในการวิจัย

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ตอนที่ 4 ผลศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

**ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION**

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ปรากฏผลดังตารางที่ 17

**ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION**

กลุ่มทดลอง	N	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig
ทดสอบก่อนเรียน	46	20	10.63	1.64	-17.803	.000
ทดสอบหลังเรียน	46	20	15.54	1.96		

มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 17 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ( $\bar{X} = 15.54$  S.D. = 1.96) สูงกว่าก่อนเรียน ( $\bar{X} = 10.63$  S.D. = 1.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

**ตอนที่ 2 ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION**

ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ปรากฏผลดังตารางที่ 18

**ตารางที่ 18** ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ประเด็นการประเมิน	ความเป็นนวัตกรรม		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1.มีการคิดบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง	2.33	0.47	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับพอใช้
2.มีความช่างสังเกต	2.41	0.50	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
3.การลงมือทำและทดลอง	2.76	0.48	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
4.ความมีปฏิสัมพันธ์	2.72	0.50	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
<b>รวม</b>	<b>2.55</b>	<b>0.48</b>	<b>ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี</b>

จากตารางที่ 18 พบว่า ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 2.55$  S.D. = 0.48) ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นการประเมิน พบว่า การลงมือทำและการทดลอง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X} = 2.76$  S.D. = 0.48) รองลงมาคือ ความมีปฏิสัมพันธ์ ( $\bar{X} = 2.72$  S.D. = 0.50) มีความช่างสังเกต ( $\bar{X} = 2.41$  S.D. = 0.50) และมีการคิดบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง ( $\bar{X} = 2.33$  S.D. = 0.47) ตามลำดับ

**ตอนที่ 3** ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ปรากฏผลดังตารางที่ 19

**ตารางที่ 19** ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ประเด็นการประเมิน	ผลงานสร้างสรรค์		
	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1.มีการริเริ่มสร้างสรรค์	3.38	0.52	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
2.ความสามารถในการใช้งาน	3.25	0.46	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
3.ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน	3.75	0.46	ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
<b>รวม</b>	<b>3.46</b>	<b>0.48</b>	<b>ผลงานสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี</b>

จากตารางที่ 19 พบว่า ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 3.46$  S.D. = 0.48) ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายประเด็นการประเมิน พบว่า ขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X} = 3.75$  S.D. = 0.46) รองลงมาคือ มีการริเริ่มสร้างสรรค์ ( $\bar{X} = 3.38$  S.D. = 0.52) และความสามารถในการใช้งาน ( $\bar{X} = 3.25$  S.D. = 0.46) ตามลำดับ

#### ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ปรากฏผลดังตารางที่ 20

#### ตารางที่ 20 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ที่	รายการ	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
1	ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้	4.74	0.43	เห็นด้วยมากที่สุด
2	ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้	4.78	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด
3	ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.76	0.43	เห็นด้วยมากที่สุด
	รวม	4.76	0.42	เห็นด้วยมากที่สุด

จากตารางที่ 20 พบว่า ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.76$  S.D. = 0.42) ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 4 เมื่อพิจารณาความคิดเห็นรายด้านพบว่าด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ( $\bar{X} = 4.78$  S.D. = 0.42) รองลงมาคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.76$  S.D. = 0.42) และด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้ ( $\bar{X} = 4.74$  S.D. = 0.43) ตามลำดับ



## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 2) เพื่อศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION 3) เพื่อศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION และ 4) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5/3 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครปฐม เขต 1 ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 46 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีจับสลาก โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เป็นแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยจำนวน 20 ชั่วโมง ซึ่งประเมินค่าคุณภาพ (Rating Scale) มีค่าเท่ากับ 4.78 2) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70 และมีค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เท่ากับ 0.81 3) แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 0.80 4) แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 และ 5) แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบแผนการวิจัยเชิงทดลองขั้นพื้นฐาน (Pre-Experimental Design) แบบกลุ่มเดียว ทดสอบก่อนและหลัง (The One-Group Pretest-Posttest Design) และแบบกลุ่มเดียว ทดสอบหลังเรียน (The One-Shot Case Study) ดำเนินการทดลองโดยการทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้ ด้วยแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ

เรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและตรวจสอบคุณภาพแล้ว เมื่อดำเนินการทดลองครบแผนการจัดการเรียนรู้รายหน่วยจำนวน 20 ชั่วโมง จึงทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำคะแนนมาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน ใช้การทดสอบค่าทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent) การวิเคราะห์ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) การวิเคราะห์ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยมีลักษณะเป็นเกณฑ์การให้คะแนน (Scoring Rubrics) และการวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเกณฑ์มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

### สรุปผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 1
2. ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 2
3. ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 3

4. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ยอมรับสมมติฐานข้อที่ 4

### อภิปรายผล

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้นำผลมาอภิปรายดังนี้

1. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เมื่อได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ทั้งนี้เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้การวางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้เป็นอย่างดี และได้บูรณาการการเรียนรู้เกี่ยวกับ STEM EDUCATION ที่นำทักษะกระบวนการของ 4 สาข่วิชาได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ Thomas (2000) ที่ได้กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนรู้เชิงค้นคว้า สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2551) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เป็นการศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ ด้วยตัวของนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่มีครูอาจารย์ และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา สอดคล้องกับลัดดา ภูเกียรติ (2552) กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของนักเรียนที่อยากจะค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือหลายๆสิ่งที่น่าสนใจหรืออยากหาคำตอบให้ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ให้มากขึ้นกว่าเดิม โดยใช้ทักษะ กระบวนการและปัญหาหลายๆด้าน มีวิธีศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนในการศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้จนได้ข้อสรุปเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ สอดคล้องกับดุชฎิ โยเหลาและคณะ (2557) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงการเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงการ และได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม สอดคล้องกับสุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545) ได้กล่าวถึงข้อดีในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ว่าทำให้นักเรียนเป็นผู้ศึกษา หรือลงมือปฏิบัติ

ด้วยตนเองทุกขั้นตอน การศึกษาค้นคว้านั้นมีการเชื่อมโยงหรือบูรณาการระหว่างความรู้ ทักษะ ประสบการณ์เดิมกับสิ่งใหม่ นักเรียนได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นและได้ฝึกการแก้ปัญหาในการทำงาน สอดคล้องกับสุนทร สีนธพานนท์ (2545) ที่อธิบายประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ว่าเป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบ อย่างเป็นระบบ ผู้เรียนมีทักษะในการแก้ปัญหา ได้ฝึกทักษะการใช้เครื่องมือ ได้ฝึกกระบวนการกลุ่มสัมพันธ์ สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำความรู้ ความคิด หรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาชีวิต หรือในสถานการณ์อื่น ๆ ได้ และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิริพล แสนบุญส่ง (2560); กรธนา โพธิ์เต็ง (2558); ญัฐริกา ก้อนเงิน (2558); นภาพรณ เพียงดวงใจ (2558) และศรัณญา มณีไตรรัตน์เลิศ (2553) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แนวคิดแบบ STEM EDUCATION ยังสอดคล้องกับผลการศึกษาของรักษพล ธนานนวงศ์ (2556) ที่กล่าวไว้ว่า STEM EDUCATION เป็นการเรียนรู้เนื้อหา และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี ซึ่งล้วนเป็นวิชาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีความรู้ความสามารถที่จะดำรงชีวิตได้อย่างมีคุณภาพในโลกศตวรรษที่ 21 สอดคล้องกับพรทิพย์ ศิริภัทราชัย (2556) ที่กล่าวว่าการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยี โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติ ตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขาวิชามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาค้นคว้าและการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน สอดคล้องกับชลาธิป สมานทิโต (2557) ที่กล่าวไว้ว่าการจัดการศึกษาแบบบูรณาการ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หรือ STEM เป็นรูปแบบการจัดการศึกษา ที่บูรณาการกลุ่มสาระและทักษะกระบวนการของทั้ง 4 สาระได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ โดยนำลักษณะธรรมชาติของแต่ละสาระวิชาและกระบวนการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนมาผสมผสานกันเพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาทักษะที่สำคัญ และจำเป็น อีกทั้งยังตอบสนองต่อการดำรงชีวิตอยู่ในยุคปัจจุบันและโลกอนาคตด้วย สอดคล้องกับศุภนัยสะเต็มศึกษาแห่งชาติ (2557) ให้ความหมายของ STEM EDUCATION ว่าเป็น แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สหวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรม เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิตและการทำงาน ช่วยนักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สหวิทยาการ กับชีวิตจริงและการทำงาน สอดคล้องกับสิรินภา กิจเกื้อกูล (2558) ได้ให้ความหมายของ STEM EDUCATION คือ การบูรณาการทั้งการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ การรู้เรื่อง

เทคโนโลยี การรู้เรื่องคณิตศาสตร์ และการรู้เรื่องวิศวกรรม เข้าด้วยกัน และสอดคล้องกับงานวิจัยของศิวนัฐ ภูมิโคกรักษ์ (2562); ปิยวรรณ ทศกาญจน์ (2561); ปารีชาติ ประเสริฐสังข์ (2560); วรรณธนะ ปัดชา (2559); ราวรณ ทิลาพันธ์ (2558) และนัสรินทร์ ปือชา (2558) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION สูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการศึกษาความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาตามคุณลักษณะของนวัตกรรมที่ประเมิน ประเด็นคุณลักษณะของนวัตกรรมที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือการลงมือทำและทดลอง พบว่านักเรียนสามารถลงมือทำและทดลองผลงานได้ นักเรียนสามารถเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างผลงาน และสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION นั้น ทำให้นักเรียนได้นำความรู้ที่เรียนมาบูรณาการกับองค์ความรู้เดิมในการแก้ปัญหาต่าง ๆ นำมาซึ่งการลงมือทำและทดลองผลงาน ซึ่งสอดคล้องกับ Rogers (1983) กล่าวว่า นวัตกรรม เป็นผู้ที่ชอบเสี่ยง จะต้องเป็นคนแรกในการกระทำสิ่งต่าง ๆ มีความรู้เป็นนักประดิษฐ์ หรือมีความรอบรู้เทคโนโลยี หลงใหลในการสร้างนวัตกรรม มีความสัมพันธ์อันดีกับเครือข่ายต่าง ๆ มีความสามารถในการเข้าใจและประยุกต์ความรู้เชิงเทคนิคที่ซับซ้อน สอดคล้องกับ Dyer and et al (2011) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ต้องมีความเชี่ยวชาญเฉพาะใน 5 ทักษะ คือ การเชื่อมโยงความคิด ตั้งคำถาม สังเกต ปฏิสัมพันธ์และทดลอง นอกจากนี้ต้องกล้าทำสิ่งใหม่ ไม่พอใจกับสถานภาพปัจจุบัน กล้าเสี่ยงอย่างชาญฉลาดในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง มีความกระตือรือร้นในการตั้งคำถามอีกด้วย สอดคล้องกับวสันต์ สุทธาวาศ (2558) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ ผู้ที่ริเริ่มประดิษฐ์คิดค้น สร้างสรรค์ และสนับสนุน ให้เกิดเทคนิควิธีการ รูปแบบ เครื่องมือ กระบวนการหรือผลงาน ที่เป็นนวัตกรรม สอดคล้องกับวสันต์ สุทธาวาศ และพิทักษ์ ศิริวงศ์ (2558) ที่ได้กล่าวว่า คุณลักษณะของ นวัตกรรมจะแสดงออกด้านพฤติกรรม ซึ่งเป็นการกระทำหรือลักษณะที่แสดงออกมาให้สังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน ประกอบด้วย การคิดค้นสิ่งใหม่ๆ ความช่างสังเกต การมีข้อสงสัย ตั้งคำถาม และหาคำตอบ ความละเอียดรอบคอบ การเปิดใจและยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความมุ่งมั่นและปฏิบัติงานอย่างต่อเนื่อง ความอดทนไม่ย่อท้อ สอดคล้องกับวิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2562) ที่กล่าวถึง Idea ว่าเป็นผลลัพธ์จากการใช้กระบวนการคิดสร้างสรรค์ของผู้ที่มีนิสัยชอบคิดหาวิธีการใหม่ๆ ที่ดีกว่าเดิมอยู่เสมอ เป็นสิ่งที่นวัตกรรมต้องมีอยู่ในตนเอง สอดคล้องกับ Jeff Dyer & Hal Gregersen & Clayton M. Cristensen (2011) ที่กล่าวว่า ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ หรือนวัตกรรมมักมีคุณลักษณะที่สำคัญ หรือดีเอ็นเอ อยู่ 5 ประการด้วยกัน คือ ความคิดเชื่อมโยง การตั้งคำถาม การสังเกต การทดลอง และการมีเครือข่าย อีกทั้งยังสอดคล้องกับ Tony Wagner (2012) ที่กล่าวไว้ว่าคุณสมบัติที่จำเป็นที่สุดในการเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จ มี

4 ประการ คือ ความสงสัยใคร่รู้ การร่วมมือ การคิดเชิงบูรณาการ หรือคิดแบบเชื่อมโยง และแนวโน้มที่จะลงมือทำและทดลอง

3. ผลการศึกษาผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี เมื่อพิจารณาตามประเด็นที่ประเมิน ประเด็นลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ที่นักเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือขั้นตอนการสร้างสรรค์ผลงาน นักเรียนสามารถวางแผนการสร้างผลงานอย่างเป็นขั้นตอน มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูล มีการวางแผนการดำเนินงาน การออกแบบผลงานและการทดลองใช้งานจริงอย่างเป็นขั้นเป็นตอน อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION นั้น นักเรียนได้นำองค์ความรู้ที่ได้รับไปบูรณาการ เพื่อแก้ไขปัญหา สามารถออกแบบและวางแผนการสร้างผลงานสร้างสรรค์ได้อย่างเป็นขั้นตอน องค์ประกอบในการประเมินผลงานสร้างสรรค์ครั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของสอดคล้องกับ Taylor (1964) ได้กล่าวถึงลักษณะของผลงานสร้างสรรค์ 6 ชั้น คือ เป็นพฤติกรรมหรือการแสดงออกของตนอย่างอิสระโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยความคิดริเริ่ม เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการทดลองสร้างผลงานซึ่งใช้ทักษะเฉพาะทางโดยไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ เป็นความคิดสร้างสรรค์ผลงานที่แสดงให้เห็นว่า ผู้สร้างสรรค์ได้แสดงความคิดเห็นสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ไม่ได้ลอกเลียนแบบใคร เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่มีการประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ไม่ซ้ำแบบใคร แตกต่างจากผู้อื่น เป็นความคิดสร้างสรรค์ที่สามารถนำสิ่งที่คิดไว้แล้วนั้นมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ และเป็นความสามารถในการคิดเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด สอดคล้องกับสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2555) ได้ให้ความหมายของผลงานสร้างสรรค์ว่าเป็นผลงานทางศิลปะ โดยมีผลงานที่แสดงออกถึงแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดการสร้างสรรค์เดิม เพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิก ศาสตร์ทางศิลปะ สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (2557) ให้ความหมาย งานสร้างสรรค์ ว่าเป็นผลงานศิลปะ และสิ่งประดิษฐ์ทางศิลปะประเภทต่าง ๆ ที่มีความเป็นนวัตกรรม โดยมีการศึกษาค้นคว้าอย่างเป็นระบบที่เหมาะสมตามประเภทของงานศิลปะซึ่งมีแนวทางการทดลองหรือการพัฒนาจากแนวคิดสร้างสรรค์เดิมเพื่อเป็นต้นแบบหรือความสามารถในการบุกเบิกศาสตร์อันก่อให้เกิดคุณค่าทางสุนทรีย์ และคุณประโยชน์ สอดคล้องกับมาเรียม นิลพันธุ์ (2555) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรม ว่าต้องดี มีคุณค่า ผลที่ได้ต้องตามเป้าหมาย และวัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้ ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน สอดคล้องกับเนาวนิตย์ สงคราม (2556) ได้กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรม ว่าเป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ความคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่ หรือสิ่งที่มีการดัดแปลงใหม่ซึ่งแตกต่างจากเดิมที่เคยมี หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคคล สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน สอดคล้องกับ Schoell & Gultinan (1988) ที่กล่าวไว้ว่า การสร้างผลงานหรือการ

สร้างสรรค์ผลงานใหม่ เป็นการถ่ายโอนกระบวนการคิดสร้างสรรค์ไปสู่การออกแบบ สอดคล้องกับ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2555) ได้กล่าวถึงลักษณะผลผลิตที่มีความสร้างสรรค์ไว้ 6 ชั้น คือ การแสดงออกอย่างอิสระในด้านความคิดริเริ่ม โดยไม่คำนึงถึงคุณภาพของงาน การผลิตงานโดยอาศัยทักษะบางอย่างไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งใหม่ๆ การแสดงถึงความคิดใหม่ของคุณบุคคล ไม่ได้ลอกเลียนมาจากใคร แม้ว่าจะมีผู้อื่นคิดไว้แล้วก็ตาม การประดิษฐ์อย่างสร้างสรรค์ เป็นผลการประดิษฐ์ใหม่โดยไม่ซ้ำแบบใคร การพัฒนาผลงานที่ประดิษฐ์ ให้ดีขึ้น และการใช้ความคิดสร้างสรรค์ที่เป็นนามธรรมขั้นสูงสุด เช่น การค้นพบทฤษฎีหลักการใหม่ อีกทั้งยังสอดคล้องกับชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์ (2546) ที่กล่าวถึงกระบวนการสร้างสรรค์ผลงานว่า เป็นการดัดแปลงหรือประยุกต์เอาหลักการหรือวิธีการ อย่างหนึ่งไปใช้ในการแก้ไขปัญหา เพื่อสร้างให้เกิดผลผลิตต่าง ๆ และการสร้างสรรค์ได้ต้องมี 4 ลักษณะ คือ เป็นการค้นพบสิ่งใหม่ เป็นสิ่งที่ยังไม่มีใครค้นพบมาก่อน การริเริ่มใหม่ การสังเคราะห์ และการดัดแปลง และยังสอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างสรรคขึ้นงานของลักขณา สิริวัฒน์ (2557) ที่ได้กล่าวว่าทฤษฎีสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยการสร้างชิ้นงาน (Constructionism) โดยมีแนวคิดว่าการเรียนรู้ที่ดีและทรงประสิทธิภาพเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักเรียนจะต้องมีกระบวนการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตนเอง นักเรียนจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ตนสนใจนั้นด้วยตนเอง และอยู่ในบริบทที่แท้จริงของนักเรียนเอง จากนั้นนักเรียนได้มีโอกาสนำความรู้ที่สร้างสรรค์ขึ้นมานั้นไปสร้างสรรค์ชิ้นงานขึ้นมา เป็นการทำให้เห็นความคิดเห็นที่เป็นรูปธรรม เพราะเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดขึ้นมาในโลกก็หมายถึงการสร้างความรู้ในตนเองขึ้นมานั่นเอง สอดคล้องกับณัชชาภิญญ์ วิรัตน์ชัยวรรณ (2561) ได้กล่าวว่า ทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) นี้คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับบุทธิศักดิ์ โกชนกุล (2561) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานไว้ว่าหลักการในการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน คือ การเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังความรู้ในตนเองด้วยตัวของนักเรียนเอง นักเรียนที่มีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างชิ้นงาน โดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะได้เห็นความคิดเห็นนั้นเป็นรูปธรรม การสร้างความรู้ในตนเองของนักเรียนเกิดขึ้นเมื่อนักเรียนสร้างสิ่งใดสิ่งหนึ่งขึ้นมา ความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นความรู้ที่มีความหมายต่อนักเรียน มีความคงทน ไม่ลืมง่าย และสามารถถ่ายทอดให้คนอื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ และความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้น จะเป็นฐานให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่สิ้นสุด และสอดคล้องกับสุมพร ศรีมุงคุณ (2561) ได้กล่าวว่าทฤษฎีการเรียนรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน (Constructionism) เป็นทฤษฎีการเรียนรู้และการสอนร่วมสมัย เป็นการเรียนรู้ที่ดีเกิดจากการสร้างพลังในตนเอง หากนักเรียนมีโอกาสได้สร้างความคิดและนำความคิดของตนเองไปสร้างสรรค์

ชิ้นงานโดยอาศัยสื่อและเทคโนโลยีที่เหมาะสม จะทำให้ความคิดนั้นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของนภากรณ์ เพียงดวงใจ (2558) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน พบว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมหลังการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับสูง

4. ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION จากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ในภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย มีการแจ่มจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION นักเรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ครูมีหน้าที่ให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือสอดคล้องกับธีระชัย ปุณฺณโชติ (2531) ที่กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า เป็นผู้กระตุ้นความสนใจให้นักเรียน ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน อำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน แนะนำ ให้ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ สอดคล้องกับพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพียรวิญญู (2559) ที่กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เป็นการศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้คำปรึกษา ความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีการใหม่ สอดคล้องกับงานวิจัยของกรรณา โพธิ์เต็ง (2558) ที่ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

#### ข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้สรุปข้อเสนอแนะการวิจัยดังนี้

##### ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยด้านความเป็นนวัตกรรม พบว่า นักเรียนมีความเป็นนวัตกรรมภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่มีการคิดแบบบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยงไม่มากนัก ดังนั้น ครูควรฝึกให้นักเรียนมีความคิดที่หลากหลาย นำความรู้เดิมที่มีอยู่มาเชื่อมโยงหรือประยุกต์กับองค์ความรู้ใหม่
2. จากผลการวิจัยด้านผลงานสร้างสรรค์ พบว่า ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนที่สร้างขึ้นมาภาพรวมอยู่ในระดับดี แต่ผลงานของนักเรียนมีความสามารถในการใช้งานไม่เท่าที่ควร ดังนั้น

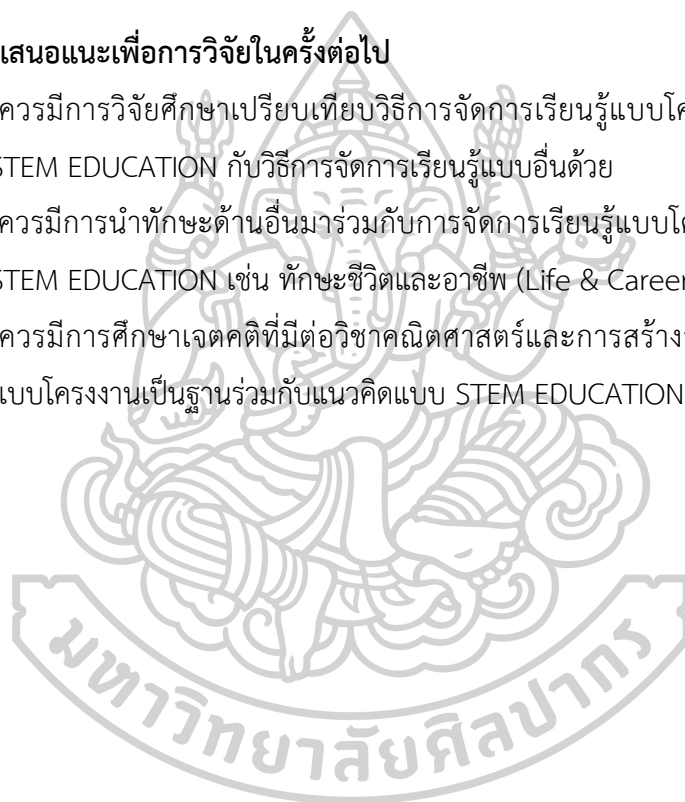


ครูควรฝึกให้นักเรียนสร้างผลงาน โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่ใช้ มีการวางแผนและจัดการกับวัสดุ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างผลงาน

3. จากผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION ซึ่งจากการสังเกตการสร้างผลงานและโครงงานของนักเรียนค่อนข้างใช้เวลามากพอสมควร เนื่องจากนักเรียนยังไม่เคยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมาก่อน ดังนั้น ครูควรให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลนอกเวลาเรียนมาก่อน และนำเสนอตัวอย่างระยะเวลาและขั้นตอนในการทำโครงงานเพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและสามารถจัดการเวลาในการทำโครงงานได้ดีมากขึ้น

#### **ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป**

1. ควรมีการวิจัยศึกษาเปรียบเทียบวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION กับวิธีการจัดการเรียนรู้แบบอื่นด้วย
2. ควรมีการนำทักษะด้านอื่นมาาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เช่น ทักษะชีวิตและอาชีพ (Life & Career Skills)
3. ควรมีการศึกษาเจตคติที่มีต่อวิชาคณิตศาสตร์และการสร้างสรรค์ผลงานโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION



## รายการอ้างอิง

- Diana, L. R. (2012). Integrated STEM Education through Project-Based Learning. Retrieved from <http://www.rondout.k12.ny.us/-commonpages/DisplayFile.aspx?itemId=16466975>
- Dyer, & et al. (2011). Creating and managing a high- performance knowledge- Sharing network. *The Toyota Strategic Management Journal*, 21(3), 345 – 367.
- Fried Booth, & Diana, L. (1987). *Project work*. Great Britain: Oxford University Press.
- Good, & Brophy. (1980). *Educational Pshchology : Approoach*. New York: Rinelart and Winston.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2014). How science, technology, engineering and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently : The Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(2).
- Jeff Dyer, Hal Gregersen, & Clayton M. Cristensen. (2011). The Innovator's DNA: Mastering the Five Skills of Disruptive Innovators. Retrieved from <https://www.amazon.com/Jeff-Dyer-Gregersen-Clayton-Christensen/dp/B00854SX80>
- John Dewey. (1897). My pedagogic creed. *The School Journal*, 54(77-80).
- Kelly, T. A., & Littleman, J. (2005). *The ten faces of innovation*. New York Currency/Doubleday.
- McDonnell, K. (2007). Can 40 Seconds of compassion reduce patient anxiety. *Journal Clinical Oncology*, 17(1), 371.
- Nancy B. Hertzog. (2007). Transporting Pedagogy : Implementing the Project approach in Two First-Gread Classroom. *Journal of Advanced Acotemics*, 18(4), 530-564.
- Newell, S. (1963). *Career Education : The State of the Science*. Washington, D.C.: Office of Career Education, United States Office of Education.
- Ribe, R., & Vidal, N. (1993). *Project Work : Handbooks for the English Classroom*: Oxford Heinemann International.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of innovations*. New York: The Fee Press.

- Schoell, & Gultinan. (1988). *Marketing*. Boston: Allyn and Bacon.
- Scott, C. (2012). An Investigation of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Focused High School in the U.S. *Journal of STEM Education*, 13(5), 30-39.
- Taylor, C. (1964). *Creativity : Progress and Potential*. New York: McGraw-Hill.
- The National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Idea*. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, DC: The National Academies Press.
- Thomas, J. W., & Mergendoller, J. R. (2000). *Managing project-based learning: Principles from the field*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education Research Association.
- Tony Wagner. (2012). *Creating Innovators*. Retrieved from <https://www.slideshare.net/thinkglobalschool/tony-wagner-creating-innovators>
- Tornatzky, L. G., & Klein, K. J. (1982). Innovation Characteristics and Innovation Adoption/Implementation: A Meta-analysis of Findings. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 29(1), 28-45.
- Tseng, K., Chang, C., Lou, S., & Chen, W. (2013). Attitudes toward science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 87-102.
- กมลฉัตร กล่อมอ้อม. (2559). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา สำหรับนักศึกษาวิชาชีพครู. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 18(4).
- กรรณา โพธิ์เต็ง. (2558). การพัฒนาทักษะการสื่อสารและความสามารถในการทำโครงการ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2535). *ความคิดสร้างสรรค์ หลักการ ทฤษฎี การเรียนการสอนการวัดผลประเมินผล*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภา.
- จิตรา สุขเจริญ. (2561). *การจัดการศึกษาในยุค 4.0*. ชลบุรี: วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี.
- ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน และคณะ. (2563). *รูปแบบการยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนตามแนวคิด GPAS 5 Steps เพื่อเสริมสร้างทักษะการเรียนรู้ในยุคไทยแลนด์ 4.0: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*.

- ชลาธิป สมานทีโต. (2557). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การจัดการกิจกรรมบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับปฐมวัย.
- ชาญณรงค์ พรุ่งโรจน์. (2546). ความคิดสร้างสรรค์. กรุงเทพฯ: บริษัทด้านสุขภาพการพิมพ์ จำกัด.
- ณัชชาภักฎัญญ์ วิรัตน์ชัยวรรณ. (2561). ทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน. Retrieved from <http://www.learners.in.th/blogs/posts/386486>.
- ณัฐริกา ก้อนเงิน. (2558). ผลการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกับออนไลน์ด้วยเทคนิค ดอกบัวบานที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ณิชากร ศรีเพชรดี. (2562). วิถีวิจัย ในมหาสมุทรความรู้ ปัญญาจากประสบการณ์ของ 8 นักวิจัยชั้นครู: บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- ดุขฎี โยเหลา และคณะ. (2557). การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ *PBL* ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ.
- ทิตินา แคมมณี. (2553). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธีระเกียรติ เจริญเศรษฐศิลป์. (2559). บรรยายพิเศษ เรื่อง "การศึกษาไทย 4.0 ในบริบทการจัดการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน". Paper presented at the การวิจัยนวัตกรรมการเรียนรู้และการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาที่ยั่งยืน การประชุมทางวิชาการของคุรุสภาประจำปี 2559 ณ ศูนย์ประชุมวายุภักษ์ โรงแรมเซ็นทรา ศูนย์ราชการและคอนเวนชันเซ็นเตอร์ แจ้งวัฒนะ.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. (2531). กรณีศึกษา วิธีการทำโครงงานวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นภาพรณีย์ เพียงดวงใจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะ หาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- นัสรีนทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (*STEM Education*) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. Paper presented at the โครงการประชุมวิชาการระดับชาติ ม.อ. วิจัยทางการศึกษา (PSU- Education Research Conference) “อภิวิวัฒน์การเรียนรู้: หนทางสู่การเปลี่ยนแปลง” โรงแรมทรูชา เจบี หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). การสร้างนวัตกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปรีดา ยังสุขสถาพร. (2552). *Inno Solutions*: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- ปัทมาวดี พัวพรหมยอด. (2562). การจัดการนวัตกรรมสำหรับผู้บริหาร. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ.

- ปาริชาติ ประเสริฐสังข์. (2560). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏร้อยเอ็ด,
- ปิยวรรณ ทศกาญจน์. (2561). การจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการสะเต็มศึกษา เรื่องบ้านพยากรณ์ เพื่อส่งเสริมทักษะการเรียนรู้และการสร้างสรรค์ชิ้นงาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). *STEM Education* กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21: วารสารนักบริหาร.
- พลศักดิ์ แสงพรมศรี ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยมหาสารคาม,
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข. (2553). การสอนคิดด้วยโครงงาน: การเรียนการสอนแบบบูรณาการ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ไพฑูริย์ สีนลารัตน์. (2557). เติบโตเต็มตามศักยภาพสู่ศตวรรษที่ 21 ของการศึกษาไทย. กรุงเทพฯ: วิทยาลัยครุศาสตร์มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- มนตรี จุฬาวัดนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม (*STEM Education Thailand and STEM Ambassadors*): สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิจัยวิจัยทางการศึกษา. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รักษพล ธนานวงศ์. (2556). เรียนรู้สภาวะโลกร้อนด้วย *STEM Education* แบบบูรณาการ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.).
- ราวรรณ ทิลาพันธ์. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และความสามารถด้านความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์, วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต.
- โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน). (2559). การจัดสะเต็มศึกษาในโรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน). Retrieved from <https://stem.mwit.ac.th/stem-driving/>
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2557). จิตวิทยาสำหรับครู. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2544). โครงงานเพื่อการเรียนรู้หลักการและแนวทางการจัดกิจกรรม. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน: งานที่ครูประถมทำได้. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพรีนติ้ง จำกัด.

- วรรณธนะ ปัดชา. (2559). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนวัดห้วยจรเข้ม. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- วรากร หงส์โต. (2553). การพัฒนารูปแบบชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยใช้กระบวนการสร้างความรู้เพื่อการสร้างนวัตกรรมการเรียนการสอนของครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- วสันต์ สุทธาวาศ. (2558). การวัดความคิดสร้างสรรค์ในเด็ก. Retrieved from <http://www.edsiam.com>
- วสันต์ สุทธาวาศ และพิทักษ์ ศิริวงศ์. (2558). ความเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาขั้นพื้นฐานในภาครัฐ : การศึกษาทฤษฎีฐานราก. วารสารวิชาการ *Veridian E-journal* ฉบับมนุษยศาสตร์สังคมศาสตร์และศิลปะ, 8(2).
- วิจารณ์ พานิช. (2556). การสร้างการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.
- วิชัย วงษ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม. กรุงเทพฯ ศูนย์ผู้นำนวัตกรรมหลักสูตรและการเรียนรู้.
- วิริยะ ฤชชัยพาณิชย์. (2560). ความคิดสร้างสรรค์กับการพัฒนาการศึกษาไทย. Retrieved from <http://blog/eduzones.com/GlobalAcademyLadphrao/142255>
- วีรสิทธิ์ สิทธิไตรย์ และโยธิน แสงวดี. (2536). การสนทนากลุ่ม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศรัณญา มณีไตรรัตน์เลิศ. (2553). การพัฒนาผลการเรียนรู้เรื่องโจทย์ปัญหาการบวกและการลบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. (วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร,
- ศิริพล แสนบุญส่ง. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานผ่านสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้บนคลาวด์คอมพิวเตอร์ เพื่อส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์ และทักษะการทำงานร่วมกันเป็นทีมของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏราชภัฏภูเก็ต,
- ศิวัญญ์ ภูมิโคกรักษ์. (2562). การศึกษาผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา,
- ศูนย์สะเต็มศึกษาแห่งชาติ. (2557). สะเต็มศึกษา. เอกสารวิชาการอิเล็กทรอนิกส์. Retrieved from <http://www.parliament.go.th/library>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2558). คู่มือจัดกิจกรรมสะเต็มศึกษา ระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6. กรุงเทพฯ: องค์การค้ำของสทศ.
- สมพงษ์ จิตระดับ. (2561). คุณลักษณะและวิธีการเรียนรู้ของเยาวชนรุ่นใหม่. กรุงเทพฯ สำนักมาตรฐานการศึกษาและพัฒนารการเรียนรู้ สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

- สมวงษ์ แปลงประสพโชค และคณะ. (2544). ทำโครงการคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5-6 (ฉบับนักเรียน). กรุงเทพฯ LEARN AND PLAY MATH GROUP.
- ส ยุม พ ร ศ รีมู ง คุ ณ . (2561). ท ถ ษ ฎี เกี ย ว กั บ ก า ร เรี ย น รู้ . Retrieved from <https://www.gotoknow.org/posts/341272>
- สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา. (2557). คู่มือการประกันคุณภาพการศึกษาภายใน ระดับอุดมศึกษา ฉบับปี การ ศี ก ษา 2557. Retrieved from <http://www.mua.go.th/users/bhes/DATA%20B HES2558/upload%20file%20IQA/iqa%20manual2557.pdf>
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2555). รายงานการประเมินคุณภาพภายนอกสถานศึกษา ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สาโรช ไศกริรักษ์. (2546). นวัตกรรมการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: บึก พอยท์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2555). แนวทางการจัดการเรียนการสอนในโรงเรียนมาตรฐานสากล ฉบับปรับปรุง. กรุงเทพฯ สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน.
- สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2560). แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2547). สูดยอนนวัตกรรมไทย. กรุงเทพฯ: สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2541). นวัตกรรม กุญแจสู่ความสำเร็จของ ประเทศไทยใน ศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579. กรุงเทพฯ: บริษัท พริก หวานกราฟฟิค จำกัด.
- สิรินภา กิ่งเกื้อกุล. (2558). สะเต็มศึกษา: วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- สุนทร สิ้นธพานนท์. (2545). การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.
- สุชาติ วงศ์สุวรรณ. (2542). การเรียนรู้สำหรับศตวรรษที่ 21 การเรียนรู้ที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: ม.ป.ท.
- สุทธิรักษ์ ศรีวรรณ. (2560). ความผิดพลาด 4 แบบที่จำกัดความคิดสร้างสรรค์เด็กๆไปโดยไม่รู้ตัว. Retrieved from [https://mcpswis.mcp.ac.th/html\\_edu/cgi-bin/main\\_php/print\\_informed .php?id\\_count\\_inform=30652](https://mcpswis.mcp.ac.th/html_edu/cgi-bin/main_php/print_informed .php?id_count_inform=30652)
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545). 20 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และการ เรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- สุวิมล ว่องวานิช. (2550). การวิจัยประเมินความต้องการจำเป็น. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). สะเต็มศึกษากับการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และ  
คณิตศาสตร์ในประเทศสหรัฐอเมริกา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่ง  
ประเทศไทย, มกราคม - ธันวาคม 2556.

อรนุช ลิ้มศิริ. (2546). นวัตกรรมและเทคโนโลยีการเรียนการสอน. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.







ภาคผนวก



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผศ.ณรงค์ ไกรเนตร์ ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
2. ผศ.ดร. รุจิราพร รามศิริ ตำแหน่งอาจารย์โรงเรียนสาธิตแห่ง  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน  
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
3. อาจารย์ ดร.กนิษฐา เซาว์วัฒนกุล ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์  
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์
4. ดร. พิชญานันท์ พานะกิจ ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะครูชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนวัดราษฎร์รังสรรค์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่  
การศึกษาประถมศึกษาสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์/สะเต็มศึกษา
5. อาจารย์ ดร.พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ ตำแหน่งอาจารย์ภาควิชาพื้นฐานทางการศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร  
วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล



ภาคผนวก ข

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือหนังสือขอทดลองเครื่องมือวิจัยหนังสือขอความ  
อนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูล

ที่ อว 8606 (พค) ๒๖๖๙



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์ ไกรเนตร์

ด้วย นางสาวนภสร ยลสุริยัน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากู้ย )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย  
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร. 034-218790

ที่ อว 8606(พ.ส.)/บ348



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ

ด้วย นางสาวนภสร ยลสุริยีน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด  
การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ  
ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ  
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร.อริกมาศ มากจู้ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (ทศ) / 6849



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.กนิษฐา เชาว์วัฒนกุล

ด้วย นางสาวนภสร ชลสุริยัน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด  
การเรียนรู้แบบ โครงการงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ  
ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ  
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อริกมาส มากजूย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย  
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๙๕) / ๐350



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ดร.พีชญาณ์ พานะกิจ

ด้วย นางสาวนภสร ชลสุริยัน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด  
การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ  
ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ  
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร.อริทมาส มากจู้ย )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790





## บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (วศ) ๕๓4๖

วันที่ 4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์ ดร.พิทักษ์ สุพรรณโณภาพ

ด้วย นางสาวนภสร ชลสุริยัน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

( อาจารย์ ดร.อริกมาส มากจู้ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ที่ อว 8606(๔๔)/๒๓51



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอตกลงเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนอนุบาลนครปฐม

ด้วย นางสาวนภสร ชลสุริยีน รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด  
การเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ  
ผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 " มีความประสงค์จะขอตกลงเครื่องมือวิจัยกับนักเรียน  
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดอนุญาตให้  
นักศึกษาดังกล่าวได้ทดลองเครื่องมือวิจัยด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร.อริกมาส มากขู้ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790

ที่ อว 8606 (๗๕๐) / ๖๕๕๒



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

4 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอดำเนินการขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนอนุบาลนครปฐม

ด้วย นางสาวนภสร ชลสุริย์น รหัสประจำตัว 60263312 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " ผลการจัด การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและ ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งผู้ที่เกี่ยวข้อง ทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากจู้ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย  
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร. 034-218790



ภาคผนวก ค

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

**ตารางที่ 21** ค่าคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\bar{X}$	ระดับ ความคิดเห็น
	1	2	3	4	5		
1.สาระสำคัญ	5	5	4	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
2.สาระการเรียนรู้	4	4	4	5	5	4.40	เหมาะสมมาก
3.จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
4.การวัดผลการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
5.เกณฑ์การประเมิน	5	4	4	5	5	4.60	เหมาะสมมากที่สุด
6.กิจกรรมการจัดการเรียนรู้							
6.1 ชั่วโมงที่ 1 “ปฐมนิเทศการจัดทำโครงงาน”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.2 ชั่วโมงที่ 2 “ปริซึม”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.3 ชั่วโมงที่ 3 “ปริซึม”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.4 ชั่วโมงที่ 4 “ปริซึม”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.5 ชั่วโมงที่ 5 “ปริซึม”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.6 ชั่วโมงที่ 6 “ปริมาตรและความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.7 ชั่วโมงที่ 7 “ปริมาตรและความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.8 ชั่วโมงที่ 8 “ปริมาตรและความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.9 ชั่วโมงที่ 9 “ปริมาตรและความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.10 ชั่วโมงที่ 10 “ปริมาตรและความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.11 ชั่วโมงที่ 11 “ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.12 ชั่วโมงที่ 12 “ความสัมพันธ์ระหว่าง หน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.13 ชั่วโมงที่ 13 “โจทย์ปัญหาปริมาตรและ ความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.14 ชั่วโมงที่ 14 “โจทย์ปัญหาปริมาตรและ ความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.15 ชั่วโมงที่ 15 “โจทย์ปัญหาปริมาตรและ ความจุ”	5	4	5	5	5	4.80	เหมาะสมมากที่สุด
6.16 ชั่วโมงที่ 16 “ผลงานสร้างสรรค์จาก ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	5	5	5	5	5	5.00	เหมาะสมมากที่สุด



ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

เนื้อหา/ตัวชี้วัด	ข้อ ที่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\sum R$	IOC	ความสอดคล้อง
			1	2	3	4	5			
1.ปริซึม ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของ ปริซึม	1	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	2	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	3	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	4	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	5	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	6	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	7	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	8	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
2.ปริมาตรและความจุ ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	9	ความรู้ความจำ	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
	10	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	11	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	12	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	13	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	14	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	15	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	16	การนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
3.ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วย ปริมาตรหรือหน่วยความจุ ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	17	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	18	ความรู้ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	19	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	20	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	21	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	22	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	23	การนำไปใช้	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
	24	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	25	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	26	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง

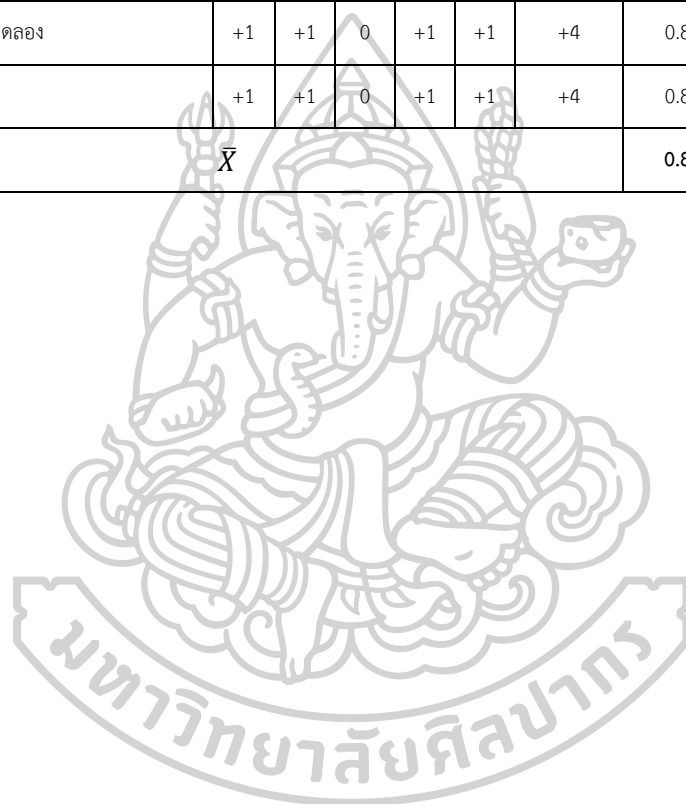
ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน (ต่อ)

เนื้อหา/ตัวชี้วัด	ข้อ ที่	ประเภท	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\Sigma R$	IOC	ความสอดคล้อง
			1	2	3	4	5			
4. โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบ ของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และความจุของภาชนะ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของ ปริซึม	27	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	28	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	29	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	30	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	31	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	32	การนำไปใช้	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
	33	การนำไปใช้	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	34	การนำไปใช้	+1	0	+1	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
	35	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	36	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	37	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	38	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	39	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
	40	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง



**ตารางที่ 23** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\Sigma R$	IOC	ความสอดคล้อง
	1	2	3	4	5			
1.มีการคิดบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
2.มีความช่างสังเกต	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
3.การลงมือทำและทดลอง	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
4.ความมีปฏิสัมพันธ์	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
$\bar{X}$							0.80	มีความสอดคล้อง



ตารางที่ 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATUON เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\Sigma R$	IOC	ความสอดคล้อง
	1	2	3	4	5			
1.มีการริเริ่มสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
2.ความสามารถในการใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
3.ขั้นตอนการสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
$\bar{X}$							1.00	มีความสอดคล้อง



**ตารางที่ 25** ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จากผู้เชี่ยวชาญ 5 คน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					$\Sigma R$	IOC	ความสอดคล้อง
	1	2	3	4	5			
<b>ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้</b>								
1.เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
2.เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
3.นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
<b>ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้</b>								
4.ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
5.ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
6.ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม	+1	+1	0	+1	+1	+4	0.80	มีความสอดคล้อง
7.ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
<b>ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>								
8.กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
9.กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ช่วยส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจ	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
10.กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	+5	1.00	มีความสอดคล้อง
$\bar{X}$							0.98	มีความสอดคล้อง

ตารางที่ 26 แสดงผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาณและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	P	R	สรุปผล	ข้อที่	P	R	สรุปผล
1	0.78	0.45	เลือกใช้	21	0.25	0.50	ตัดทิ้ง
2	0.78	0.25	ตัดทิ้ง	22	0.38	0.35	เลือกใช้
3	0.63	0.25	เลือกใช้	23	0.53	0.45	เลือกใช้
4	0.78	0.45	ตัดทิ้ง	24	0.58	0.45	ตัดทิ้ง
5	0.63	0.15	ตัดทิ้ง	25	0.55	0.40	เลือกใช้
6	0.53	0.35	เลือกใช้	26	0.73	0.25	ตัดทิ้ง
7	0.63	0.25	เลือกใช้	27	0.55	0.50	เลือกใช้
8	0.35	0.30	ตัดทิ้ง	28	0.60	0.70	ตัดทิ้ง
9	0.50	0.30	เลือกใช้	29	0.50	0.70	เลือกใช้
10	0.73	0.25	ตัดทิ้ง	30	0.43	0.55	ตัดทิ้ง
11	0.78	0.25	เลือกใช้	31	0.53	0.25	เลือกใช้
12	0.30	0.30	ตัดทิ้ง	32	0.43	0.35	ตัดทิ้ง
13	0.55	0.50	เลือกใช้	33	0.35	0.60	เลือกใช้
14	0.48	0.65	ตัดทิ้ง	34	0.30	0.30	ตัดทิ้ง
15	0.63	0.35	ตัดทิ้ง	35	0.43	0.25	ตัดทิ้ง
16	0.60	0.20	เลือกใช้	36	0.58	0.25	เลือกใช้
17	0.25	0.20	เลือกใช้	37	0.45	0.30	เลือกใช้
18	0.65	0.40	ตัดทิ้ง	38	0.53	0.55	ตัดทิ้ง
19	0.28	0.25	ตัดทิ้ง	39	0.35	0.50	เลือกใช้
20	0.48	0.55	เลือกใช้	40	0.33	0.35	ตัดทิ้ง

ค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.25 – 0.78 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.70

คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Reliability) วิเคราะห์ โดยใช้วิธีของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (Kuder - Richardson) จากสูตร KR - 20 (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555) โดยคำนวณจากสูตรดังนี้

$$r_{tt} = \left( \frac{k}{k-1} \right) \left( 1 - \frac{\Sigma pq}{s^2} \right)$$

$$r_{tt} = \frac{20}{20-1} \left( 1 - \frac{4.66}{19.84} \right)$$

$$r_{tt} = 0.81$$

ดังนั้น ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่า 0.81

จากการนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก Try out กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยได้คัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพตรงตามตัวชี้วัด ได้จำนวน 20 ข้อ ได้แก่ข้อ 1, 3, 6, 7, 9, 11, 13, 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 36, 37, 39

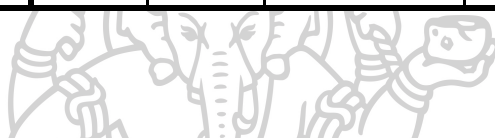




ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก จำนวน 46 คน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	10.63	46	1.638	.241
	posttest	15.54	46	1.963	.289



Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - posttest	-4.913	1.872	.276	-5.469	-4.357	-17.803	45	.000

ตารางที่ 28 แสดงผลการประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
 โครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
 สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คนที่	รายการประเมิน				$\bar{X}$	S.D.
	1.มีการคิดบูรณาการหรือ คิดแบบเชื่อมโยง	2.มีความช่างสังเกต	3.การลงมือทำและทดลอง	4.ความมีปฏิสัมพันธ์		
1	2	2	2	2	2.00	0.00
2	2	2	3	3	2.50	0.58
3	3	3	3	3	3.00	0.00
4	2	2	3	3	2.50	0.58
5	3	3	3	3	3.00	0.00
6	3	3	3	3	3.00	0.00
7	2	2	2	2	2.00	0.00
8	2	2	3	3	2.50	0.58
9	2	2	2	2	2.00	0.00
10	2	2	2	2	2.00	0.00
11	2	2	3	3	2.50	0.58
12	3	3	3	3	3.00	0.00
13	3	3	3	3	3.00	0.00
14	3	3	3	3	3.00	0.00
15	3	3	4	4	3.50	0.58
16	3	3	3	3	3.00	0.00
17	3	3	3	3	3.00	0.00
18	2	2	3	3	2.50	0.58
19	2	3	3	3	2.75	0.50
20	2	3	3	3	2.75	0.50
21	2	2	3	3	2.50	0.58
22	2	2	3	3	2.50	0.58
23	2	3	3	3	2.75	0.50
24	2	2	2	2	2.00	0.00
25	2	2	2	2	2.00	0.00
26	2	2	2	2	2.00	0.00
27	3	3	3	3	3.00	0.00
28	2	2	3	3	2.50	0.58
29	3	3	3	3	3.00	0.00
30	2	2	2	2	2.00	0.00

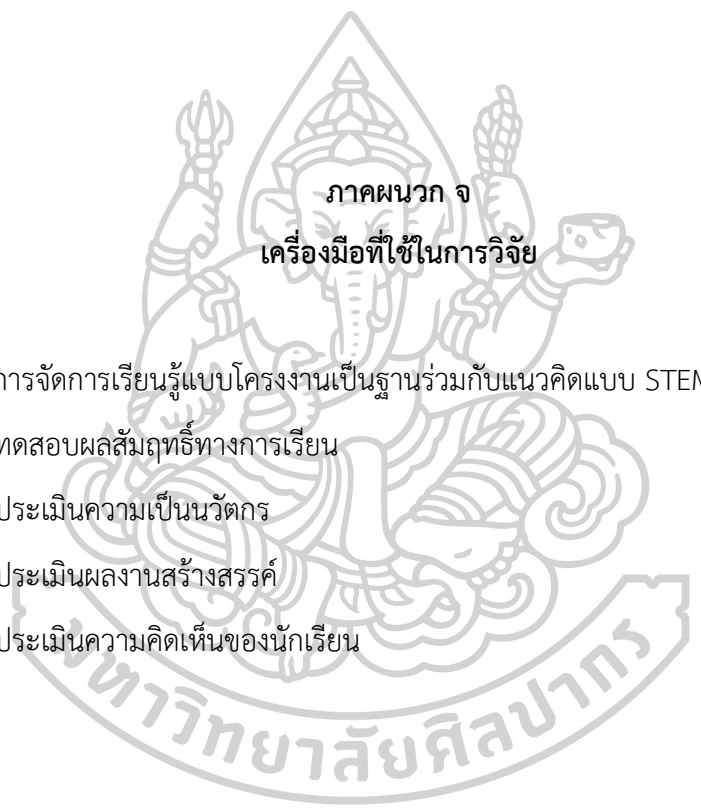


ตารางที่ 28 แสดงผลการประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (ต่อ)

คนที่	รายการประเมิน				$\bar{X}$	S.D.
	1.มีการคิดบูรณาการหรือ คิดแบบเชื่อมโยง	2.มีความช่างสังเกต	3.การลงมือทำและทดลอง	4.ความมีปฏิสัมพันธ์		
31	2	2	3	3	2.50	0.58
32	2	2	2	2	2.00	0.00
33	2	2	3	3	2.50	0.58
34	2	2	3	3	2.50	0.58
35	2	2	3	3	2.50	0.58
36	2	2	2	2	2.00	0.00
37	3	3	3	3	3.00	0.00
38	2	2	3	3	2.50	0.58
39	3	3	3	3	3.00	0.00
40	2	3	3	3	2.75	0.50
41	2	2	2	2	2.00	0.00
42	2	2	3	2	2.25	0.50
43	2	2	2	2	2.00	0.00
44	3	3	3	3	3.00	0.00
45	3	3	3	3	3.00	0.00
46	2	2	3	2	2.25	0.50
$\bar{X}$	2.33	2.41	2.76	2.72		
S.D.	0.47	0.50	0.48	0.50		

ตารางที่ 29 แสดงผลการประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบSTEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงาน  
สร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (เป็นกลุ่ม)

กลุ่มที่	รายการประเมิน			$\bar{X}$	S.D.
	1.มีการเริ่มสร้างสรรค์	2.ความสามารถในการใช้งาน	3.ขั้นตอนในการสร้างสรรค์ผลงาน		
1	3	3	4	3.33	0.58
2	4	3	4	3.67	0.58
3	3	3	4	3.33	0.58
4	4	4	4	4.00	0.00
5	4	3	4	3.67	0.58
6	3	4	4	3.67	0.58
7	3	3	3	3.00	0.00
8	3	3	3	3.00	0.00
$\bar{X}$	3.38	3.25	3.75		
S.D.	0.52	0.46	0.46		



ภาคผนวก จ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION
- แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- แบบประเมินความเป็นนวัตกรรม
- แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์
- แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียน



**แผนการจัดการเรียนรู้**  
**แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION**

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563  
วิชาคณิตศาสตร์ รหัสวิชา ค 15101

หน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เวลาเรียน 20 ชั่วโมง

หัวข้อเรื่อง แบบทดสอบก่อนเรียน (1 ชั่วโมง)

ปฐมนิเทศการทำโครงงาน (1 ชั่วโมง)

ปริซึม (4 ชั่วโมง)

ปริมาตรและความจุ (5 ชั่วโมง)

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ (2 ชั่วโมง)

โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ (3 ชั่วโมง)

บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (4 ชั่วโมง)

นำเสนอผลงาน (1 ชั่วโมง)

แบบทดสอบหลังเรียน (1 ชั่วโมง)

ผู้สอน นางสาวนภสร ยลสุริยัน

**เป้าหมายการเรียนรู้**

**สาระสำคัญ (concept)**

**วิชาคณิตศาสตร์**

- ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก คือรูปเรขาคณิตสามมิติชนิดหนึ่งที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก การหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยม มุมฉาก คือ ความกว้าง  $\times$  ความยาว
- ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า อยู่บนระนาบที่ขนานกัน และหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ หน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- ชนิดของปริซึมจำแนกตามรูปหลายเหลี่ยมที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน

- ปริซึมสี่เหลี่ยมที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เรียกว่า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
- ปริซึมสี่เหลี่ยมหรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า ลูกบาศก์
- ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย
- ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เซนติเมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ลูกบาศก์ที่เป็นทรงตัน ที่มีความกว้าง ความยาว และความสูง ด้านละ 1 เมตร มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร
- ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง หรือ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน × ความสูง
- การหาความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเป็นการหาปริมาตรภายในของภาชนะนั้น  
ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง หรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน × ความสูง
- ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ
  - 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร
  - 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
  - 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 มิลลิลิตร
  - 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร
- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของ ภาชนะทสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจาก ทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ

### วิชาวิทยาศาสตร์

- ชนิดและวัสดุของวัสดุ
- การเลือกใช้วัสดุ
- การนำวัสดุผ่านกระบวนการออกแบบเพื่อนำไปใช้สร้างสรรค์ชิ้นงานใหม่ในชีวิตประจำวัน
- แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง

<b>วิชาเทคโนโลยี</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ออกแบบรูปร่างให้เหมาะสมกับสิ่งของที่ใช้</li> <li>● ออกแบบลวดลายให้สวยงามเป็นที่น่าสนใจ</li> <li>● ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสาร และทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</li> </ul>
<b>วิศวกรรมศาสตร์</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● การออกแบบสิ่งประดิษฐ์เป็นภาพ 3 มิติ ด้วยการเขียนโปรแกรมที่บอกขนาดชัดเจน</li> <li>● กระบวนการสร้างชิ้นงาน</li> </ul> <b>STEM EDUCATION</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● เชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ ในการสร้างสรรค์ผลงานทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก</li> <li>● มองเห็นปัญหาและอุปสรรค แล้วหาวิธีปรับปรุงแก้ไข เพื่อพัฒนาผลงานสร้างสรรค์</li> </ul>

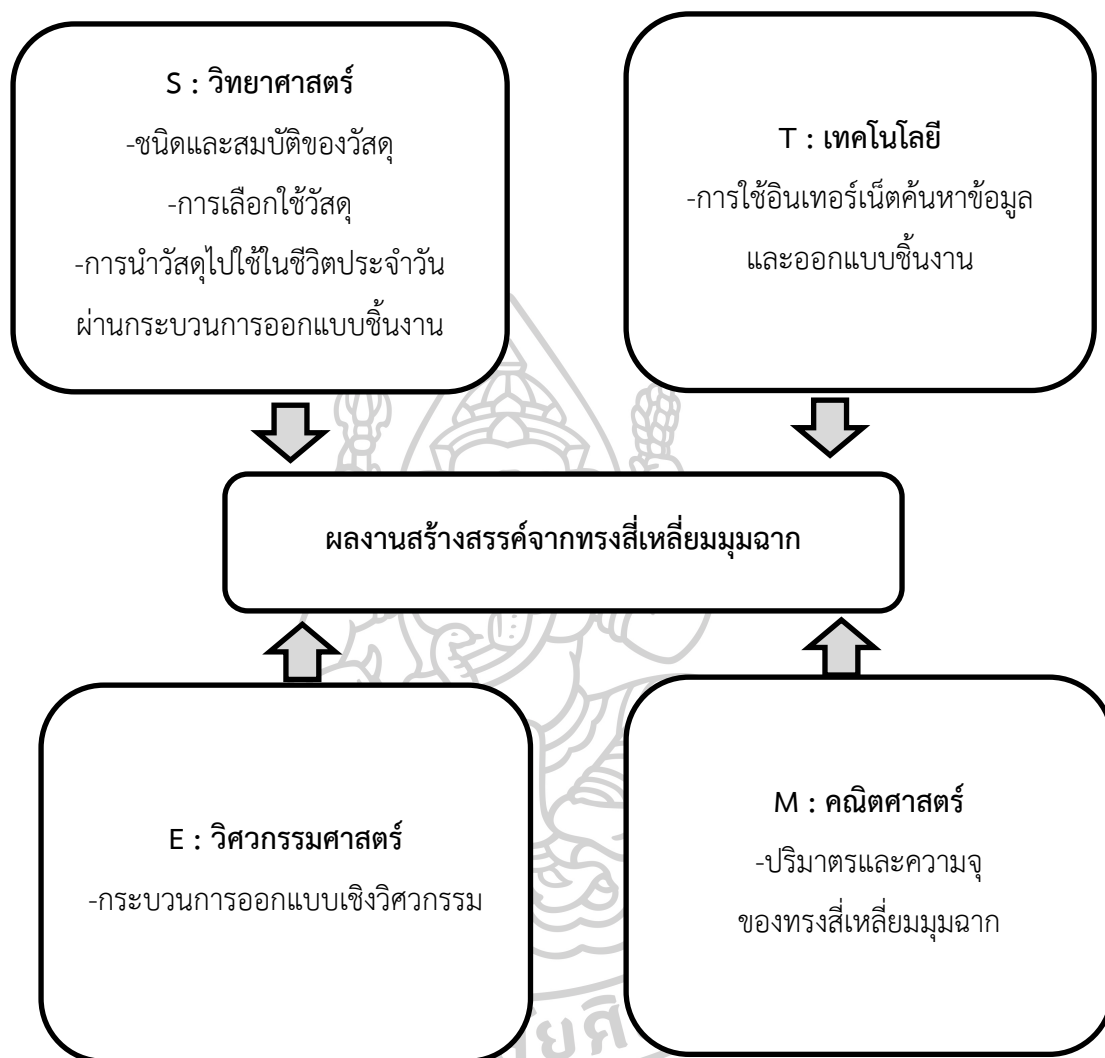
สาระสำคัญของหน่วยการเรียนรู้มาจาก :

สาระ	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	ทักษะทางคณิตศาสตร์
<b>สาระที่ 2</b> การวัดและเรขาคณิต <b>มาตรฐาน ค 2.1</b> เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ <b>มาตรฐาน ค 2.2</b> เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และ ทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	<b>ค 2.1 ป.5/3</b> แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและความจุของ ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก <b>ค 2.2 ป.5/4</b> บอกลักษณะของปริซึม	<ul style="list-style-type: none"> <li>● การแก้ปัญหา</li> <li>● การเชื่อมโยง</li> <li>● การให้เหตุผล</li> <li>● การคิดสร้างสรรค์</li> </ul>

ตัวชี้วัดตามหลักสูตรของการบูรณาการความรู้ โดยใช้แนวคิดแบบ STEM EDUCATION

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี (T)	วิศวกรรมศาสตร์ (E)	คณิตศาสตร์ (M)
<p>ว 2.1 ป.4/1 เปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพด้านความแข็งแรงยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุโดยใช้หลักฐานเชิงประจักษ์จากการทดลองและระบุการนำสมบัติเรื่องความแข็งแรงยืดหยุ่น การนำความร้อน และการนำไฟฟ้าของวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวันผ่านกระบวนการออกแบบ</p> <p>ว 2.1 ป.4/2 แลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่นโดยการอภิปรายเกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพของวัสดุอย่างมีเหตุผลจากการทดลอง</p>	<p>ว 4.2 ป.5/1 ใช้เหตุผลเชิงตรรกะในการแก้ ปัญหา การอธิบาย การทำงาน การ คาค การณ์ ผลลัพธ์จากปัญหาอย่างง่าย</p> <p>ว 4.2 ป.5/2 ออกแบบ และเขียนโปรแกรมที่มีการใช้เหตุผลเชิงตรรกะอย่างง่าย ตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไข</p> <p>ว 4.2 ป.5/3 ใช้อินเทอร์เน็ตค้นหาข้อมูล ติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกัน ประเมินความน่าเชื่อถือของข้อมูล</p>	<p>การบูรณาการความรู้วิศวกรรมศาสตร์สำหรับระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน จะเกี่ยวกับการออกแบบ (design) วางแผน (planning) การแก้ปัญหา (problem solving) การใช้องค์ความรู้จากศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงาน ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขที่กำหนด (constraints and criteria)</p>	<p>ค 2.1 ป.5/3 แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยม มุมฉากและความจุของภาชนะสี่เหลี่ยมมุมฉาก</p> <p>ค 2.2 ป.5/4 บอกลักษณะของปริซึม</p>

### สาระการเรียนรู้





## จุดประสงค์การเรียนรู้ (วิชาหลักของกิจกรรม : วิชาคณิตศาสตร์)

ความรู้ (K)	ทักษะ (P)	เจตคติ (A)
<p>-นักเรียนบอกลักษณะและส่วนต่างๆของปริซึมได้</p> <p>-นักเรียนอธิบายวิธีการหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</p> <p>-นักเรียนอธิบายวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุได้</p> <p>-นักเรียนอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</p>	<p>-นักเรียนเปรียบเทียบปริมาตรได้มากกว่าหรือน้อยกว่า และจำแนกส่วนประกอบต่างๆของปริซึมได้</p> <p>-นักเรียนเขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</p> <p>-นักเรียนหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับลูกบาศก์ได้</p> <p>-นักเรียนหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตรได้</p> <p>-นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุได้</p> <p>-นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้</p> <p>-นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาจัดทำโครงงาน</p> <p>-นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในการสร้างชิ้นงานได้</p>	<p>-นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตประจำวันได้</p>

การวัดผลหน่วยการเรียนรู้
<b>ภาระงาน / ชิ้นงาน สำหรับการประเมิน</b> 1. ชิ้นงาน “บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” 1 ชิ้น (กลุ่ม) 2. แบบทดสอบก่อนและหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
<b>ภาระงาน / ชิ้นงาน</b> 1. ใบงาน เรื่อง “ปริซึม” 2. ใบงาน เรื่อง “เขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” (บนกระดาษจุดไอโซเมตริก) 3. ใบงาน เรื่อง “ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” 4. แบบฝึกหัดรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่มที่ 2 ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.) 5. ชิ้นงาน “กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” 6. โครงการ เรื่อง “ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” 1 เรื่อง (กลุ่ม)

**เกณฑ์การประเมิน (วิชาหลักของกิจกรรม : วิชาคณิตศาสตร์)**

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
<b>ความรู้ (K)</b>			
1. นักเรียนบอกลักษณะและส่วนต่างๆของปริซึมได้	-การถามตอบ	-ประเด็นคำถาม	-นักเรียนร้อยละ 80 ตอบคำถามได้ถูกต้อง
2. นักเรียนอธิบายวิธีการหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้			
3. นักเรียนอธิบายวิธีการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุได้			
4. นักเรียนอธิบายวิธีการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้			

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
<b>ทักษะ (P)</b>			
1.นักเรียนเปรียบเทียบปริมาตรได้ว่ามากกว่าหรือน้อยกว่า และจำแนกส่วนประกอบต่างๆ ของปริซึมได้	-ตรวจใบงานเรื่อง “ปริซึม” -ตรวจใบงานเรื่อง “เขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	-ใบงานเรื่อง “ปริซึม” -ใบงาน เรื่อง “เขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	-นักเรียนทำใบงานถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 -นักเรียนทำแบบฝึกหัดถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
2.นักเรียนเขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	สี่เหลี่ยมมุมฉาก”	ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	ถูกต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
3.นักเรียนหาปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยการนับลูกบาศก์ได้	-ตรวจใบงานเรื่อง “ปริมาตรและ	-ใบงาน เรื่อง “ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	-นักเรียนมีคะแนนตามเกณฑ์การประเมิน
4.นักเรียนหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตรได้	ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	และ ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	ความเป็นนวัตกรรมอยู่ในระดับดี
5.นักเรียนหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุได้	-ตรวจแบบฝึกหัด (สสวท.) หน่วย	ออกแบบกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”	-นักเรียนทุกกลุ่มมีคะแนนตามเกณฑ์การประเมินผลงาน
6.นักเรียนแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้	การเรียนรู้อันที่ 8 เรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	-แบบฝึกหัด (สสวท.) หน่วยการเรียนรู้อันที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและความ	สร้างสรรค์อยู่ในระดับดี
7.นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาจัดทำโครงงาน	ประเมินชิ้นงาน “กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	จุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	-นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
8.นักเรียนใช้ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์โดยประยุกต์ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากในการสร้างชิ้นงานได้	-ประเมินการนำเสนอ โครงงาน เรื่อง “บรรจุภัณฑ์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” (กลุ่ม)	ความเป็นนวัตกรรม -แบบประเมิน ผลงานสร้างสรรค์ -แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	

ประเด็นการประเมิน	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์
<b>ทักษะ (P) ต่อ</b>			
	-ตรวจชิ้นงาน “บรรจุภัณฑ์ จากทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก” -ตรวจแบบ ทดสอบก่อนและ หลังเรียนหน่วย การเรียนรู้ที่ 8 เรื่อง ปริมาตรและ ความจุของทรง สี่เหลี่ยมมุมฉาก		
<b>เจตคติ (A)</b>			
1.นักเรียนบอกประโยชน์ของการนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	-การถามตอบ	-ประเด็นคำถาม	-นักเรียนร้อยละ 80 บอกประโยชน์ได้อย่างน้อย 1 ข้อ
<b>ทักษะทางคณิตศาสตร์</b>			
1.ความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์	-ตรวจชิ้นงาน “บรรจุภัณฑ์ จากทรงสี่เหลี่ยม มุมฉาก” (กลุ่ม)	-แบบประเมินความ นวัตกรรม -แบบประเมิน ผลงานสร้างสรรค์	-นักเรียนมีคะแนนตาม เกณฑ์การประเมิน ความเป็นนวัตกรรมอยู่ใน ระดับดี -นักเรียนทุกกลุ่มมี คะแนนตามเกณฑ์การ ประเมินผลงาน สร้างสรรค์อยู่ในระดับ ดี

## กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

(20 ชั่วโมง)

#### ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน

**ชั่วโมงที่ 1** หัวข้อเรื่อง : ปฐมนิเทศการจัดทำโครงงาน

1. ก่อนเริ่มเรียนเรื่องปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ครูจะต้องเตรียมความพร้อมของนักเรียนโดยเริ่มจากการสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน และสร้างความสนใจด้วยการซักถามพูดคุย และอธิบายการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจและสามารถลงมือปฏิบัติได้
2. ครูชี้แจงจุดประสงค์การเรียนรู้
3. นักเรียนดูตัวอย่างโครงงานและศึกษาขั้นตอนการทำงานโครงงานจาก

(<https://www.youtube.com/watch?v=gf1upzjgOsl>)



4. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆ ละ 5-6 คน
5. นักเรียนช่วยกันระดมความคิดในการทำโครงงานและการเขียนรายงานที่เป็นการเสนอผลงานที่ได้จากการดูตัวอย่างการทำโครงงาน ซึ่งจะทำให้ผู้อื่นทราบแนวคิดหรือปัญหาที่ศึกษาวิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่าง ๆ ผลของการศึกษา ตลอดจนประโยชน์และข้อเสนอแนะต่าง ๆ ที่ได้จากการทำโครงงาน ซึ่งในการเขียนรายงานควรใช้ภาษาที่อ่านเข้าใจง่าย ชัดเจน และตรงไปตรงมา โดยให้ครอบคลุมหัวข้อต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนออกมานำเสนอรายละเอียดในการทำโครงงานและเขียนรายงาน โดยครูและเพื่อนนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ คอยให้คำแนะนำและเพิ่มเติมในสิ่งที่ยังไม่สมบูรณ์

## ขั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา

### ชั่วโมงที่ 2 หัวข้อเรื่อง : ปริซึม

1. นักเรียนดูสถานการณ์จากใบความรู้ที่ 1 เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วร่วมกันสนทนาเกี่ยวกับลักษณะและขนาดของตู้ปลาของต้นกล้าและขุน ว่ามีลักษณะและขนาดเป็นอย่างไร
2. นักเรียนอภิปรายเกี่ยวกับปริมาตรน้ำในตู้ปลาของต้นกล้าและขุน ว่าตู้ปลาของใครมีน้ำมากกว่ากัน กระตุ้น ให้นักเรียนเกิดความสงสัยในการหาคำตอบ

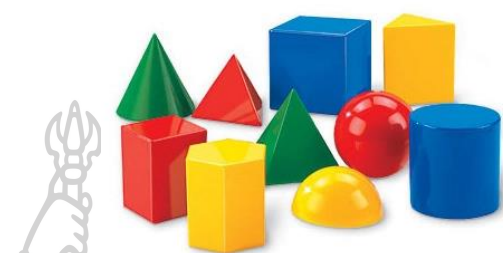


3. นักเรียนค้นหาคำตอบด้วยตนเองหลังจากเรียนเรื่องปริมาตร และความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้ว
4. เตรียมความพร้อมเป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนบทนี้ ได้แก่ ชนิดของรูปเรขาคณิตสองมิติ และการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ถ้าพบว่านักเรียนยังมีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ควรทบทวนก่อน

### ชั่วโมงที่ 3 หัวข้อเรื่อง : ปริซึม

1. นักเรียนดูภาพของรูปเรขาคณิตสองมิติและรูปเรขาคณิตสามมิติ แล้วพิจารณาและร่วมกันแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความแตกต่างระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติกับรูปเรขาคณิต- สามมิติ

2. ครูแนะนำว่า ความสูงของรูปเรขาคณิตสามมิติ ในบางกรณีอาจเรียกว่า ความลึก หรือ ความหนา  
เช่น กระดาษหนา 5 มิลลิเมตร บ่อน้ำบาดาลลึก 12 เมตร
3. จากนั้นร่วมกันทำกิจกรรมในใบงานที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ
4. นักเรียนดูแบบจำลองของรูปเรขาคณิตสามมิติประกอบการอธิบายจากครู และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สัมผัสกับแบบจำลองเหล่านั้น



5. ครูแนะนำรูปเรขาคณิตสามมิติที่เป็นทรงตัน พร้อมยกตัวอย่างสิ่งที่อยู่รอบตัวที่มีลักษณะเป็นทรงตัน เช่น ยางลบ ลูกเหล็ก ซอล์ค
6. จากนั้นควรใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนบอกลักษณะสำคัญของรูปเรขาคณิตสามมิติแต่ละชนิด
7. ให้นักเรียนสังเกต ลักษณะที่เหมือนกันและต่างกันของแบบจำลองของปริซึมหรือสิ่งที่มีลักษณะคล้ายปริซึมชนิดต่าง ๆ เช่น กล่องบรรจุภัณฑ์



8. นักเรียนร่วมกันสร้างความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะของปริซึม ซึ่งควรจะได้ว่าปริซึมจะมี

รูปเรขาคณิตสองมิติ 2 รูป อยู่ตรงข้ามกัน มีรูปร่าง เหมือนกันและขนาดเท่ากัน มีด้านข้าง เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

- นักเรียนทำกิจกรรมสร้างโครงสร้างของปริซึมชนิดต่าง ๆ โดยใช้หลอดดูดและลวดกำมะหยี่ เพื่อให้นักเรียนได้เข้าใจลักษณะของปริซึมมากขึ้น

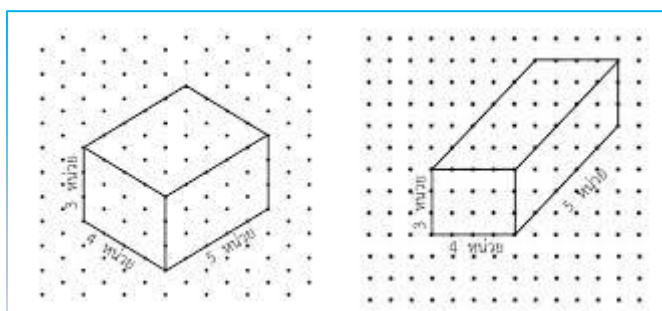
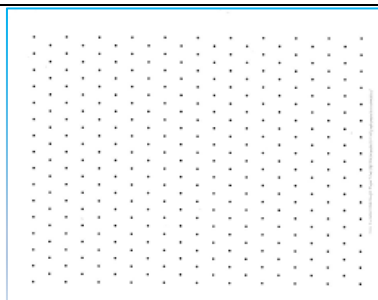
#### ชั่วโมงที่ 4 หัวข้อเรื่อง : ปริซึม

- ครูแนะนำลักษณะของปริซึมสามเหลี่ยมและปริซึมสี่เหลี่ยมในใบความรู้ที่ 2 เรื่อง ปริซึมสามเหลี่ยมและปริซึมสี่เหลี่ยม พร้อมใช้แบบจำลองประกอบการอธิบายว่า
- ปริซึมที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสามเหลี่ยม และมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึมสามเหลี่ยม ปริซึมที่มีหน้าตัดหรือฐานเป็นรูปสี่เหลี่ยม และมีหน้าข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน เรียกว่า ปริซึมสี่เหลี่ยม
- ปริซึมเป็นรูปเรขาคณิตสามมิติ ทรงตัน มีหน้าตัดหรือฐาน 2 หน้า อยู่บนระนาบที่ขนานกัน และหน้าตัดหรือฐาน เป็นรูปหลายเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ หน้าข้าง เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน ชนิดของปริซึม จำแนกตามรูปหลายเหลี่ยม ที่เป็นหน้าตัดหรือฐาน
- ให้นักเรียนพิจารณาแบบจำลองทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากร่วมกับการถาม-ตอบประกอบการอธิบายหน้าตัดหรือฐาน และหน้าข้างของปริซึมสี่เหลี่ยม
- นักเรียนทำใบงานที่ 2 เรื่อง ปริซึม
- จากนั้นอธิบายเชื่อมโยงไปสู่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและ ลูกบาศก์ซึ่งจะได้ว่า ปริซึมสี่เหลี่ยม ที่มีหน้าทุกหน้าเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก อาจเรียกว่า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ปริซึมสี่เหลี่ยมหรือทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มีหน้าทุกหน้า เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เรียกว่า ลูกบาศก์

#### ชั่วโมงที่ 5 หัวข้อเรื่อง : ปริซึม

- ครูเตรียมกระดาษจุดไอโซเมตริกให้เพียงพอกับจำนวนนักเรียน

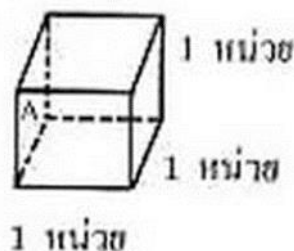




2. นักเรียนสังเกตลักษณะการเรียงจุดบนกระดาษจากภาพ แล้วทดลองเขียน ส่วนของเส้นตรง เชื่อมจุด 2 จุด ที่อยู่ใกล้กัน 3 ทิศทาง แล้วตรวจสอบความยาวของส่วนของเส้นตรงแต่ละเส้น ซึ่งจะพบว่ามีความยาวเท่ากัน
3. นักเรียนพิจารณาการเขียนส่วนของเส้นตรงให้มีความยาว 3 หน่วย และ 5 หน่วย
4. นักเรียนเขียนส่วนของเส้นตรงที่มีความยาวอื่น ๆ เพิ่มเติมบนกระดาษจุดไอโซเมตริก เช่น 4 หน่วย 6 หน่วย 7 หน่วย 8 หน่วย แล้วร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง
5. ครูสาธิตประกอบการอธิบายการเขียนรูปของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากบนกระดาษจุดไอโซเมตริก และให้นักเรียนปฏิบัติตามทีละชั้น พร้อมแนะนำความกว้าง ความยาว และความสูงของรูป
6. ครูแนะนำว่า การเขียนรูปของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากบนกระดาษจุด เป็นการเขียนรูปอย่างคร่าว ๆ ซึ่งควรคำนึงถึง ความสมเหตุสมผลของการเขียนส่วนของเส้นตรงแทน ความกว้าง ความยาว และความสูง
7. ครูสาธิตประกอบการอธิบายการเขียนรูปของ ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากบนกระดาษจุด และให้นักเรียนปฏิบัติตามทีละชั้น พร้อมแนะนำความกว้าง ความยาว และความสูงของรูป
8. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง เขียนรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (บนกระดาษจุดไอโซเมตริก)

**ชั่วโมงที่ 6** หัวข้อเรื่อง : ปริมาตรและความจุ

1. ครูแนะนำให้รู้จักหน่วยของปริมาตร โดยอาจจัดกิจกรรมดังนี้ แนะนำปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย



2. นักเรียนหาปริมาตร และตรวจสอบโดยการนับ จากการเรียงลูกบาศก์เพิ่มเติม
3. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มีความยาวด้านละ 1 หน่วย มีปริมาตร 1 ลูกบาศก์หน่วย แต่ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มีความยาวด้านละ 1 หน่วย ไม่จำเป็นต้องมีความยาวด้านละ 1 หน่วย เช่น ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ที่มีความกว้าง 1 หน่วย ความยาว 2 หน่วย และความสูง 0.5 หน่วย มีปริมาตร  $1 \times 2 \times 0.5 = 1$  ลูกบาศก์หน่วย
4. ครูแนะนำปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้สื่อประกอบการอธิบายในหนังสือเรียนหน้า 148 และ แนะนำการใช้ อักษรย่อ ของลูกบาศก์เซนติเมตร ซม.<sup>3</sup> หรือ cm.<sup>3</sup> อ่านว่า เซนติเมตรยกกำลังสาม และ cc อ่านว่า ซีซี ย่อมาจาก Cubic Centimeter
5. ครูแนะนำปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร โดยใช้สื่อประกอบการอธิบายในหนังสือเรียนหน้า 149 และ แนะนำการใช้ อักษรย่อของลูกบาศก์เมตร เขียนแทนด้วย ม.<sup>3</sup> หรือ m.<sup>3</sup> อ่านว่า เมตรยกกำลังสาม
6. จากนั้นร่วมกันปฏิบัติกิจกรรม เพื่อให้ นักเรียนเกิดความรู้สึกเชิงปริภูมิ (Spatial Sense) เกี่ยวกับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรจากของจริง

**ชั่วโมงที่ 7** หัวข้อเรื่อง : ปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนใช้ลูกบาศก์เรียงให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. นักเรียนตอบคำถามประกอบการอธิบาย เกี่ยวกับการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยการนับ จำนวนลูกบาศก์อย่างเป็นระบบ
3. นักเรียนร่วมกันเชื่อมโยงไปสู่การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้สูตร

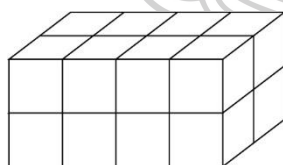
4. นักเรียนหาปริมาตรโดยการนับจำนวนลูกบาศก์ ที่จัดเรียงให้เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีขนาดอื่นเพิ่มเติม
5. นักเรียนสังเกตความสัมพันธ์ระหว่าง ความกว้าง ความยาว และความสูง กับ ปริมาตรที่ได้ในแต่ละข้อ
6. นักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อนำไปสู่ข้อสรุป เกี่ยวกับสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

**ชั่วโมงที่ 8** หัวข้อเรื่อง : ปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่อง ลูกบาศก์ โดยครูนำลูกบาศก์ 16 ลูก มาวางเรียงกันหลาย ๆ แบบแล้ว ให้ผู้แทนนักเรียนออกมาหาปริมาตรโดยการนับ เช่น



รูปที่ 1



รูปที่ 2



รูปที่ 3

- แต่ละรูปมีปริมาตรเท่าไร (16 ลูกบาศก์หน่วย)
- นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

2. ครูใช้การถาม-ตอบประกอบการอธิบาย
3. นักเรียนพิจารณาการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก แล้วใช้การถาม-ตอบ เพื่อเชื่อมโยงไปยังสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ว่าสามารถหาได้จาก ความกว้าง  $\times$  ความยาว  $\times$  ความสูง หรือ พื้นที่ฐาน  $\times$  ความสูง
4. นักเรียนร่วมกันสรุปสูตรการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง  $\times$  ความยาว  $\times$  ความสูง หรือ ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = พื้นที่ฐาน  $\times$  ความสูง

#### ชั่วโมงที่ 9 หัวข้อเรื่อง : ปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนพิจารณากล่องกระดาษและแท่งไม้ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาวางบนโต๊ะหน้าชั้นเรียน ว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (เป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากเหมือนกัน แต่กล่องกระดาษมีลักษณะกลวงสามารถบรรจุสิ่งของลงไปได้)
2. นักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง
3. นักเรียนอธิบายความหมายของความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และสูตรการหาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
4. ให้นักเรียนออกแบบกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

#### ชั่วโมงที่ 10 หัวข้อเรื่อง : ปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่องการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก หรือความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ซึ่งการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ต้องมีข้อมูลของความกว้าง ความยาว และความสูงหรือความลึก
2. นักเรียนดูตัวอย่างการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากจาก <https://youtu.be/JA1HNCxXJtA>
3. นักเรียนทำใบงานเรื่อง ปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
4. นักเรียนช่วยกันสรุปสูตรการหาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
5. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนสร้างผลงานที่สร้างสรรค์ โดยนำความรู้ที่ได้จากเรื่องที่เรียนมาแล้วมาประยุกต์ให้เกิดผลงานสร้างสรรค์ และวางแผนการทำงานอย่างเป็นขั้นตอน
6. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ปริมาตรและความจุ

**ชั่วโมงที่ 11** หัวข้อเรื่อง : ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ

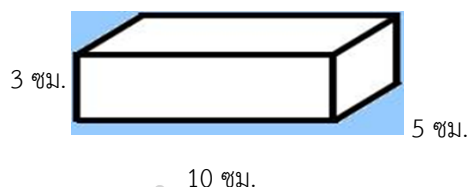
1. นักเรียนตอบคำถามประกอบการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร มิลลิลิตร และลิตร
2. จากนั้นให้พิจารณาตัวอย่าง
3. นักเรียนร่วมกันสรุปความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ
4. ลิตร เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร
  - 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
  - 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 มิลลิลิตร
5. ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร

**ชั่วโมงที่ 12** หัวข้อเรื่อง : ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ

1. นักเรียนทบทวนความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ
  - 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร
  - 1 ลิตร เท่ากับ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
  - 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 มิลลิลิตร
  - 1 ลูกบาศก์เมตร เท่ากับ 1,000 ลิตร
2. นักเรียนดูตัวอย่างการหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ  
<https://youtu.be/8lrkEjTUiDy>
3. นักเรียนร่วมกันตั้งคำถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ จากนั้นให้นักเรียนผลัดกันถามคำถามที่ได้ตั้งไว้
4. นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ
5. นักเรียนทำใบงาน เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยปริมาตรหรือหน่วยความจุ

**ชั่วโมงที่ 13** หัวข้อเรื่อง : โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนช่วยกันหาปริมาตร ภาพทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากบนกระดาน โดยวิธีการใช้สูตรการหาปริมาตร เช่น



$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \times \text{ความสูง} \\ &= 5 \times 10 \times 3 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \\ &= 150 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

2. ครูติดแถบโจทย์ปัญหาบนกระดาน

แท่งคอนกรีตทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร หนา 8 เซนติเมตร  
แท่งคอนกรีตนี้มีปริมาตรเท่าไร

3. นักเรียนอ่านโจทย์พร้อมกันจากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
- โจทย์กำหนดอะไรบ้าง (แท่งคอนกรีตทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 20 เซนติเมตร ยาว 35 เซนติเมตร หนา 8 เซนติเมตร)
  - โจทย์ถามอะไร (แท่งคอนกรีตนี้มีปริมาตรเท่าไร)
  - คำนวณคำตอบได้อย่างไร (หาปริมาตรของแท่งคอนกรีตโดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} = \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \times \text{ความสูง}$$

- แสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร

ให้ผู้แทนนักเรียนครั้งละ 1 คน ออกมาเขียนแสดงวิธีทำบนกระดาน ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{วิธีทำ} \quad \text{ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} &= \text{ความกว้าง} \times \text{ความยาว} \times \text{ความสูง} \\ \text{ปริมาตรของแท่งคอนกรีตทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก} &= 20 \times 35 \times 8 \\ &= 5,600 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร} \end{aligned}$$

**ตอบ** แท่งคอนกรีตนี้มีปริมาตร ๕,๖๐๐ ลูกบาศก์เซนติเมตร

ครูและนักเรียนร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง

4. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ ดังนี้
  - ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากหาได้จากผลคูณของความยาว ความกว้าง และความสูง
5. นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็น โดยครูถามคำถามท้าทาย ดังนี้
  - นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่อง การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากไปใช้ใน ชีวิตประจำวันอย่างไรบ้าง

**ชั่วโมงที่ 14** หัวข้อเรื่อง : โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนเล่นเกม “ส่งต่อไปให้สุด” ใช้กระป๋องแบ่งส่งต่อกันเป็นแถว เมื่อเพลงหยุด ให้หยุดส่ง กระป๋องแบ่ง และกระป๋องแบ่งอยู่ในมือใครให้บอกชื่อสิ่งของในชีวิตประจำวันที่มีทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคนละ 1 ชนิด
2. นักเรียนแบ่งเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แจกโจทย์ปัญหากลุ่มละ 1 ข้อ
3. นักเรียนช่วยกันวิเคราะห์โจทย์และแสดงวิธีหาคำตอบลงในกระดาษเปล่าจากนั้นผู้แทนกลุ่ม ออกมานำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ และครูร่วมกันตรวจสอบความถูกต้อง
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การแก้โจทย์ปัญหาการหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากว่าการแก้โจทย์ปัญหาต้องวิเคราะห์โจทย์เพื่อบอกว่าโจทย์กำหนดอะไร โจทย์ถามอะไร ใช้วิธีใดในการหาคำตอบ แสดงวิธีการหาคำตอบ สรุปคำตอบและตรวจสอบความถูกต้อง
5. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปความรู้ ดังนี้
  - กระบวนการแก้โจทย์ปัญหา 4 ขั้นตอน คือ ทำความเข้าใจโจทย์ วางแผน ลงมือทำ ตรวจสอบ ใช้ในการแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากได้

**ชั่วโมงที่ 15** หัวข้อเรื่อง : โจทย์ปัญหาปริมาตรและความจุ

1. นักเรียนทบทวนความรู้เรื่อง การหาปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยให้นักเรียนแต่ละคนจับคู่กันวาดภาพทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก และกำหนดความกว้าง ความยาว ความสูง ในภาพและ สลับกันคำนวณโจทย์ของเพื่อนด้วยความรวดเร็ว
2. ครูติดแถบโจทย์ปัญหบนกระดาน

ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งมีความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร (1 ลิตร = 1,000 ลบ.ซม.)

3. นักเรียนอ่านโจทย์พร้อมกันจากนั้นครูถามคำถามกระตุ้นความคิดของนักเรียน ดังนี้
- โจทย์กำหนดอะไรบ้าง (ถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบหนึ่งมีความกว้าง 20 เซนติเมตร ความยาว 40 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร)
  - โจทย์ถามอะไร (ถังใบนี้จุน้ำได้กี่ลิตร)
  - คำนวนคำตอบได้อย่างไร (หาความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากแล้วนำ 1,000 ไปหารความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ก็จะได้ความจุเป็นลิตร)
  - แสดงวิธีหาคำตอบได้อย่างไร
4. ผู้แทนนักเรียนครั้งละ 1 คน ออกมาเขียนแสดงวิธีทำบนกระดาน ดังนี้
- วิธีทำ** ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง  
 ความจุของถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก =  $20 \times 40 \times 30$   
 = 24,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ดังนั้น  $24,000 \div 1,000 = 24$  ลิตร
- ตอบ** ความจุของถังน้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ๒๔ ลิตร
5. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและความจุของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก เริ่มจากทำความเข้าใจปัญหา วางแผนแก้ปัญหา ดำเนินการตามแผน และตรวจสอบ
- ความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง หรือ พื้นที่ฐาน × ความสูง

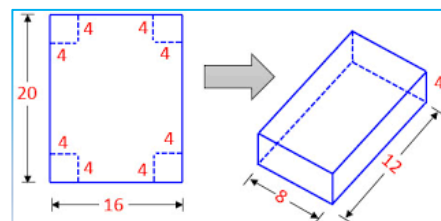
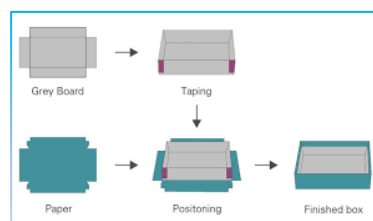
### ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ

**ชั่วโมงที่ 16** หัวข้อเรื่อง : ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. ครูทบทวนเรื่อง การหาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก  
 ปริมาตรและความจุทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก = ความกว้าง × ความยาว × ความสูง
2. ครูทบทวนขั้นตอนการทำโครงงาน



3. ครูชี้แจงเกณฑ์การประเมินชิ้นงาน “ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”
4. ครูอธิบายและยกตัวอย่างการออกแบบภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก



5. นักเรียนแบ่งกลุ่มๆละ 5-6 คน เพื่อทำกิจกรรมโครงงานและผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดในการจัดทำโครงงาน ตรวจสอบขั้นตอนการทำโครงงาน ว่าการจัดทำโครงงานต้องมีขั้นตอน อะไรบ้าง และแต่ละขั้นตอนต้องดำเนินการอย่างไร แล้วให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำใบงานสะท้อนความคิดในการจัดทำโครงงาน

#### ชั่วโมงที่ 17 หัวข้อเรื่อง : ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. สร้างสถานการณ์ให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยให้แต่ละกลุ่มคิดทำภาชนะบรรจุภัณฑ์ขึ้นมาด้วยตนเอง เพื่อมอบให้เพื่อนสนิทในโอกาสพิเศษ โดยมีเงื่อนไขว่า บรรจุภัณฑ์ต้องเป็นทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. ให้นักเรียนใช้เครื่องมือสื่อสารโทรศัพท์มือถือเข้าสู่อินเทอร์เน็ต เพื่อค้นหาข้อมูลในการเลือกวัสดุมาทำภาชนะบรรจุภัณฑ์รูปตามทรงที่กำหนด
3. นำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น ซึ่งมีหลากหลายแนวทางมาร่วมปรึกษาหารือกันกับสมาชิกในกลุ่ม เพื่อเลือกวัสดุและวิธีที่เหมาะสมในการออกแบบ
4. นักเรียนแต่ละกลุ่มออกแบบโครงงานและผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยใช้โปรแกรมการออกแบบ ทำการออกแบบผลงานสร้างสรรค์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วบันทึกลงในกระดาษหรือปรี้นเป็นเอกสารเพื่อนำมาเป็นแบบในการสร้างชิ้นงานต่อไป

**ชั่วโมงที่ 18** หัวข้อเรื่อง : ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างชิ้นงาน “ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” (ถ้าหากนักเรียนสร้างชิ้นงานไม่เสร็จภายในชั่วโมงเรียน นักเรียนสามารถนำกลับไปเป็นการบ้านได้)

#### ขั้นที่ 4 ทดสอบ ปรับปรุง และประเมินผล

**ชั่วโมงที่ 19** หัวข้อเรื่อง : ผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานที่สร้างเสร็จไปทดลองใส่ของ เพื่อทดสอบคุณภาพของชิ้นงานว่าสามารถใช้งานได้ดีหรือไม่ มีความสมดุลหรือไม่ และจุดบกพร่องใดจะต้องแก้ไข
2. เมื่อพบข้อบกพร่องของชิ้นงานแล้วให้นำมาปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาชิ้นงาน โดยอาจทำการปรับเปลี่ยนแบบหรือปรับเปลี่ยนวัสดุ หรือปรับเปลี่ยนสัดส่วนต่างๆให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

จากนั้นให้ทดสอบอีกครั้ง โดยในครั้งนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มจะต้องเลือกชิ้นงานที่สมาชิกในกลุ่มพอใจที่สุดเพียงชิ้นเดียว เพื่อนำมาประเมินผลร่วมกับกลุ่มอื่นๆ

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำชิ้นงานที่ประดิษฐ์ขึ้นมาทดสอบคุณภาพทีละกลุ่ม โดยใส่ของที่กำหนดลงไปทดลองวางบนโต๊ะพื้นเรียบเพื่อดูความสมดุล ทดลองถือ หรือทิ้ง เพื่อทดสอบความแข็งแรง
4. ประเมินความสร้างสรรค์รวมถึงสวยงามของชิ้นงาน โดยมีการแต่งตั้งกรรมการกลางเป็นตัวแทนจากทุกกลุ่มในการให้คะแนน จากนั้นสรุปผลการประเมิน

#### ขั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน

**ชั่วโมงที่ 20** หัวข้อเรื่อง : นำเสนอผลงาน

1. ครูทำฉลากหมายเลขลำดับในการนำเสนอผลงานของนักเรียน
2. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมาจับฉลาก เพื่อนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน (โครงงานและผลงานสร้างสรรค์จากทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก)
4. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายและสรุปเกี่ยวกับประโยชน์และความรู้ที่นำมาใช้ในประเด็นต่อไปนี้
  - นักเรียนได้เรียนรู้อะไรจากการทำกิจกรรมเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) และคณิตศาสตร์ (M)

**แนวการตอบ**

วิทยาศาสตร์ (S) : ชนิดและสมบัติของวัสดุ การเลือกใช้วัสดุ  
 เทคโนโลยี (T) : การออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์  
 วิศวกรรมศาสตร์ (E) : กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม  
 คณิตศาสตร์ (M) : ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

- เราจะนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาสร้างชิ้นงานได้อย่างไร

#### แนวการตอบ

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาออกแบบชิ้นงานและเลือกใช้วัสดุได้เหมาะสม

- ประโยชน์ของการนำความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมาใช้ในชีวิตประจำวัน

#### แนวการตอบ

สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากคำนวณหาปริมาตรและความจุของสิ่งต่างได้ เช่น ปริมาตรของน้ำในสระน้ำ เป็นต้น

### สื่อการเรียนรู้

1. ภาพ/บรรจุภัณฑ์ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก
2. แบบจำลองรูปเรขาคณิตสามมิติ
3. กล่องบรรจุภัณฑ์
4. กระดาษจุดไอโซเมตริก
5. ใบความรู้
6. ใบงาน เรื่อง “ปริซึม”
7. ใบงาน เรื่อง “เขียนรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก” (บนกระดาษจุดไอโซเมตริก)
8. ใบงาน เรื่อง “ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก”
9. ใบงานสะท้อนความคิด

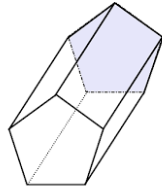
### แหล่งเรียนรู้

1. อินเทอร์เน็ต
2. หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน วิชาคณิตศาสตร์ เล่ม 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (สสวท.)

ใบงาน เรื่อง ปริซึม

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

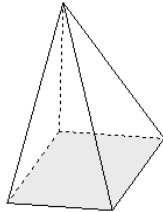
คำชี้แจง รูปเรขาคณิตสามมิติต่อไปนี้ เป็นปริซึมหรือไม่ พร้อมระบุเหตุผล



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



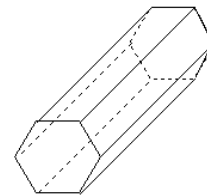
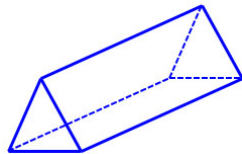
.....  
.....  
.....



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



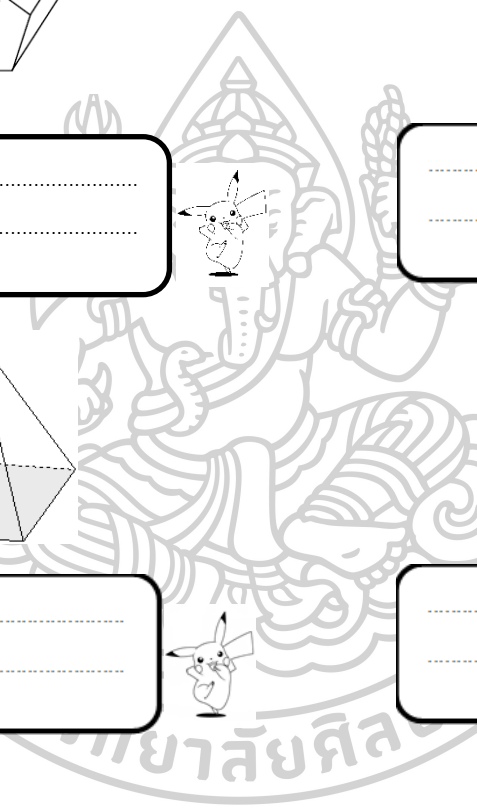
.....  
.....  
.....



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



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

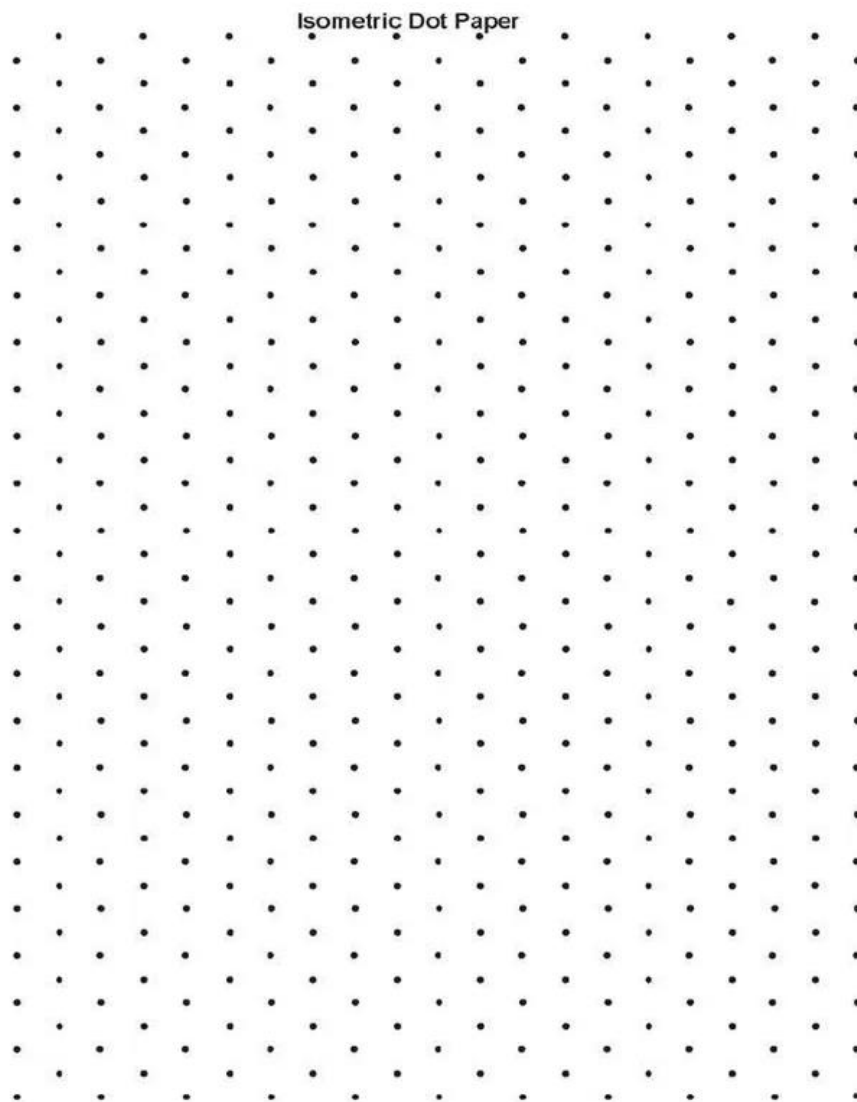


วิทยาลัย

ใบงาน เรื่อง เขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก (บนกระดาษจุดไอโซเมตริก)

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

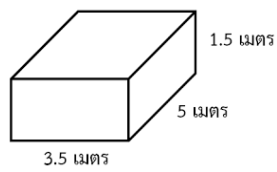
คำชี้แจง เขียนทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากตามที่กำหนด บนกระดาษจุดไอโซเมตริก



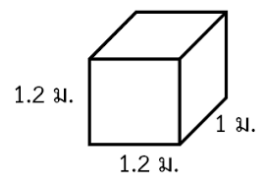
ใบงาน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

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

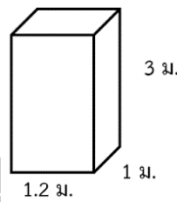
คำชี้แจง หาปริมาตรและใส่หน่วยของปริมาตรให้ถูกต้อง



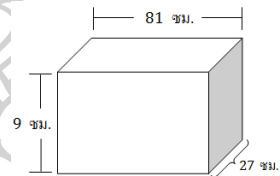
.....  
 .....  
 .....



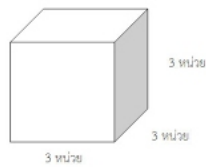
.....  
 .....  
 .....



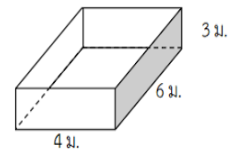
.....  
 .....  
 .....



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



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



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

## ใบงาน เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

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

**คำชี้แจง** แสดงวิธีทำและหาคำตอบ

1. แท็งก์น้ำทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีก้นเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาว ด้านละ 1.2 เมตร สูง 2.7 เมตร  
ถ้าใส่น้ำเต็มถัง จะจุน้ำได้กี่ลิตร

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

2. ลังไม้ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 25 เซนติเมตร ยาว 3. เซนติเมตร สูง 1.5 เซนติเมตร ลังไม้  
จะมีความจุกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร

วิธีทำ

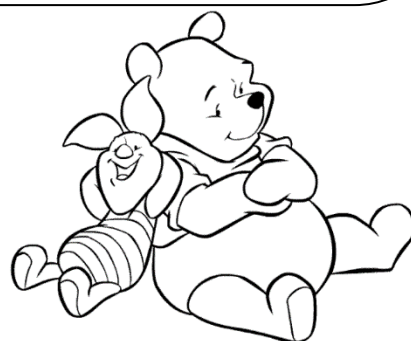
.....

.....

.....

.....

.....



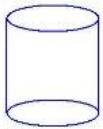
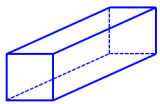
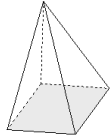

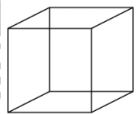




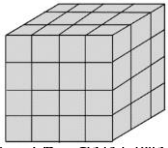


แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

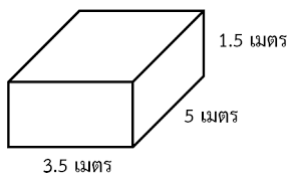
จำนวน 20 ข้อ คะแนนเต็ม 10 คะแนน เวลา 60 นาที

คำชี้แจง : ให้นักเรียน × เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

<p>1. ข้อใดไม่ใช่รูปเรขาคณิตสามมิติ</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	<p>4. หน้าตัดของปริซึมมีกี่หน้า</p> <p>ก. 1 หน้า</p> <p>ข. 2 หน้า</p> <p>ค. 3 หน้า</p> <p>ง. 4 หน้า</p>
<p>2. ลูกบาศก์มีกี่หน้า</p> <p>ก. 2 หน้า</p> <p>ข. 4 หน้า</p> <p>ค. 6 หน้า</p> <p>ง. 8 หน้า</p>	<p>5.  1 หน่วย จากรูปมีปริมาตรเท่าใด</p> <p>1 หน่วย</p> <p>1 หน่วย</p> <p>ก. 1 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>ข. 1 ลูกบาศก์เมตร</p> <p>ค. 3 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>ง. 3 ลูกบาศก์เมตร</p>
<p>3. รูปใดมีลักษณะใกล้เคียงกับปริซึมสี่เหลี่ยม</p> <p>ก. </p> <p>ข. </p> <p>ค. </p> <p>ง. </p>	<p>6.  จากรูปมีปริมาตรเท่าใด</p> <p>ก. 1 หน่วย</p> <p>ข. 10 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>ค. 24 ลูกบาศก์หน่วย</p> <p>ง. 48 ลูกบาศก์หน่วย</p>



7. ปริมาตรของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก มีค่าเท่าใด



- ก. 25.25 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 25.75 ลูกบาศก์เมตร
- ค. 26.25 ลูกบาศก์เมตร
- ง. 26.75 ลูกบาศก์เมตร

8. ข้อใดกล่าวถูกต้อง

- ก. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 3 เมตร ยาว 8 เมตร และสูง 4 เมตร มีปริมาตร 98 ลูกบาศก์เมตร
- ข. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 7 เซนติเมตร และสูง 5 เมตร มีปริมาตร 105 ลูกบาศก์เมตร
- ค. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีพื้นที่ฐาน 32 ตารางเซนติเมตร และสูง 4 เซนติเมตร มีปริมาตร 122 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ง. ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีพื้นที่ฐาน 240 ตารางเซนติเมตร และสูง 16 เซนติเมตร มีปริมาตร 3,480 ลูกบาศก์เซนติเมตร

9. 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรเท่ากับกี่มิลลิลิตร

- ก. 1 มิลลิลิตร
- ข. 10 มิลลิลิตร
- ค. 50 มิลลิลิตร
- ง. 100 มิลลิลิตร

10. น้ำมัน 15 ลิตร คิดเป็นกี่มิลลิลิตร

- ก. 15 มิลลิลิตร
- ข. 150 มิลลิลิตร
- ค. 1,500 มิลลิลิตร
- ง. 15,000 มิลลิลิตร

11. ข้อใดกล่าวผิด

- ก. น้ำดื่ม 18 ลิตร เท่ากับ 18,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ข. ยาน้ำแก้ว 90 มิลลิลิตร คิดเป็น 90 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ค. ถังน้ำมีความจุ 4,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร ถ้าใส่น้ำเต็มแก้วจะมีปริมาตร 4.5 ลิตร
- ง. ลูกบาศก์ที่ยาวด้านละ 100 เซนติเมตร จะมีปริมาตร 100,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

12. ลูกบาศก์มีความจุ 8,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะมีความสูงเท่าใด


- ก. 5 เซนติเมตร
- ข. 8 เซนติเมตร
- ค. 10 เซนติเมตร
- ง. 20 เซนติเมตร

13. ภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีพื้นที่ฐาน 500

ตารางเซนติเมตร มีปริมาตร 20,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เทน้ำตาลลง  $\frac{4}{5}$  ของภาชนะ ใส่ภาชนะจะมีน้ำตาลทรายกี่ลิตร

- ก. 14 ลิตร
- ข. 16 ลิตร
- ค. 18 ลิตร
- ง. 20 ลิตร

<p>14. ไม้กระดานกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร หน้า 2 เซนติเมตร วางซ้อนกัน จำนวน 10 แผ่นมี ปริมาตรกี่ลูกบาศก์ เซนติเมตร</p> <p>ก. 4,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ข. 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ค. 9,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ง. 10,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>15. อิฐทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2 ก้อน ก้อนเล็กมี ปริมาตร 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร ก้อนใหญ่มี ขนาดกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และหนา 4 เซนติเมตร อิฐ 2 ก้อนนี้ มีปริมาตร ต่างกันกี่ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ก. 40 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ข. 60 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ค. 80 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>ง. 120 ลูกบาศก์เซนติเมตร</p> <p>16. มีตู้ปลาทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก 2 ใบ ใบที่ 1 มีความจุ 2.7 ลิตร ใบที่ 2 มีความกว้าง 14 เซนติเมตร ยาว 15 เซนติเมตร และสูง 12 เซนติเมตร ตู้ปลาทั้ง 2 ใบนี้มีความจุต่างกัน เท่าใด</p> <p>ก. 180 ลบ.ซม.</p> <p>ข. 1,800 ลบ.ซม.</p> <p>ค. 18,000 ลบ.ซม.</p>	<p>17. กล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากมีความจุ 3,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีพื้นที่ผากลองเท่ากับ 150 ตารางเซนติเมตร กล่องใบนี้สูงกี่เซนติเมตร</p> <p>ก. 10 เซนติเมตร</p> <p>ข. 15 เซนติเมตร</p> <p>ค. 20 เซนติเมตร</p> <p>ง. 25 เซนติเมตร</p> <p>18. กระจกน้ำแข็งทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 18 เซนติเมตร ยาว 25 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร ใส่ น้ำแข็งทรง ลูกบาศก์ก้อนละ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะได้กี่ก้อน (เมื่อใส่ น้ำแข็งแล้วต้องปิดฝากระจกได้)</p> <p>ก. 18 ก้อน</p> <p>ข. 24 ก้อน</p> <p>ค. 36 ก้อน</p> <p>ง. 48 ก้อน</p> <p>19. นมกล่องทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 5 เซนติเมตร ยาว 9 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร นำไปบรรจุลงในลังกระดาษแข็ง ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากใบใหญ่กว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 20 เซนติเมตร จะบรรจุนมกล่องได้กี่กล่อง</p> <p>ก. 10 กล่อง</p> <p>ข. 20 กล่อง</p> <p>ค. 30 กล่อง</p> <p>ง. 40 กล่อง</p>
--	--

<p>ง. 180,000 ลบ.ชม.</p> <p>20. ปีน้ำมันทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากกว้าง 30          เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร สูง 40          เซนติเมตร บรรจุน้ำมันดังนี้</p> <p>ใบที่ 1 บรรจุน้ำมันเต็มปีบ</p> <p>ใบที่ 2 บรรจุน้ำมันไม่เต็มปีบ ส่วนสูงขาดไป 2          เซนติเมตร</p> <p>ใบที่ 3 บรรจุน้ำมันไม่เต็มปีบ ส่วนสูงขาดไป 4          เซนติเมตร</p> <p>ใบที่ 4 บรรจุน้ำมันไม่เต็มปีบ ส่วนสูงขาดไป 5          เซนติเมตร</p> <p>ใบที่ 5 บรรจุน้ำมันไม่เต็มปีบ ส่วนสูงขาดไป          14 เซนติเมตร</p> <p>น้ำมัน 5 ปีบนี้ขาดไปกี่ลิตร</p> <p>ก. 18.5 ลิตร</p> <p>ข. 20.0 ลิตร</p> <p>ค. 22.5 ลิตร</p> <p>ง. 24.0 ลิตร</p> <p>*****</p>	
--	---

แบบประเมินความเป็นนวัตกรรมของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน  
ร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
มีการคิดเชิงบูรณาการหรือคิดแบบเชื่อมโยง	เป็นการสร้างสิ่งใหม่ ไม่มีใครเคยทำมาก่อน	เป็นการสร้างสิ่งใหม่ ที่พัฒนาปรับปรุงมาจากของเดิมที่มีอยู่	เป็นการสร้างสิ่งทีลอกเลียนแบบมา
มีความช่างสังเกต	มีความสนใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวตลอดเวลา	มีความสนใจสิ่งรอบตัวมาก แต่ไม่ทุกครั้ง	มีความสนใจสิ่งต่าง ๆ รอบตัวน้อย
การลงมือทำและทดลอง	ลงมือทำและทดลองด้วยเองทุกครั้ง	ลงมือทำและทดลองด้วยตนเองเป็นส่วนใหญ่	ลงมือทำและทดลองเป็นบางครั้ง
ความมีปฏิสัมพันธ์	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่นตลอดเวลา มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมืออย่างเต็มที่	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อผู้อื่น บางเวลา มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือบ่อยครั้ง	มีปฏิสัมพันธ์ที่ดี เฉพาะบุคคลที่รู้จัก มีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือเป็นบางครั้ง

เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินความเป็นนวัตกรรม

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับความเป็นนวัตกรรม
2.34 – 3.00	ดี
1.67 – 2.33	พอใช้
1.00 – 1.66	ควรปรับปรุง

แบบประเมินผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียน หลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน  
ร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

ประเด็นการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน			
	4	3	2	1
มีการริเริ่มสร้างสรรค์	สร้างชิ้นงานได้ แปลกใหม่ สวยงามเรียบร้อย ดีมาก	สร้างชิ้นงานได้ แปลกสวยงาม เรียบร้อยดี	ตกแต่งชิ้นงานได้ แปลกใหม่ เรียบร้อยพอใช้	ชิ้นงานสวยงาม แต่ไม่มีความ แปลกใหม่
ความสามารถในการใช้ งาน โดยมีลักษณะ ดังนี้ 1.ใช้งานได้จริง 2.ช่วยแก้ปัญหาตรงความ ต้องการ 3.มีความทนทาน	มีความสามารถในการ ใช้งาน ครบ ทั้ง 3 ลักษณะ	มีความสามารถในการ ใช้งาน 2 ลักษณะ	มีความสามารถในการ ใช้งาน 1 ลักษณะ	ขาดความสามารถ ในการใช้งานทั้ง 3 ลักษณะ
ขั้นตอนกานสร้างสรรค์ ผลงาน 1.ศึกษา ค้นคว้าหาข้อมูล ในการสร้างผลงาน 2.ออกแบบผลงาน 3.สร้างผลงานอย่าง สร้างสรรค์ 4.ทดลองการใช้ผลงาน สร้างสรรค์	มีครบทุกขั้นตอน ตามที่กำหนด	มีการดำเนินการ เพียง 3 ขั้นตอน	มีการดำเนินการ เพียง 2 ขั้นตอน	มีการดำเนินการ เพียง 1 ขั้นตอน

เกณฑ์ระดับคุณภาพการประเมินผลงานสร้างสรรค์

เกณฑ์การประเมิน	
คะแนน	ระดับความสามารถ
3.00 – 4.00	ดีมาก
2.00 – 2.99	ดี
1.00 – 1.99	พอใช้

**แบบประเมินความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน  
ร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION**

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	มากที่สุด (5)	มาก (4)	ปานกลาง (3)	น้อย (2)	น้อยที่สุด (1)
<b>1. ด้านบรรยากาศการจัดการเรียนรู้</b>					
1.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรม					
1.2 เปิดโอกาสให้นักเรียนทำกิจกรรมได้อย่างอิสระ					
1.3 นักเรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย					
<b>2. ด้านบทบาทครูที่มีต่อการจัดการเรียนรู้</b>					
2.1 ครูแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน					
2.2 ครูใช้วิธีการสอนและใช้สื่ออย่างหลากหลาย					
2.3 ครูส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม					
2.4 ครูส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์					
<b>3. ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
3.1 กิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์					
3.2 กิจกรรมการเรียนรู้แบบ STEM EDUCATION ช่วยส่งเสริมการคิดและการตัดสินใจ					
3.3 กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมผลงานสร้างสรรค์					



ภาคผนวก ฉ

ภาพกิจกรรม

ภาพการสนทนากลุ่ม (Focus Group Discussion) ด้วยระบบออนไลน์ โปรแกรม ZOOM



จัดสนทนากลุ่ม ผ่านระบบออนไลน์ (โปรแกรม zoom) เพื่อรับฟังความคิดเห็นของแผนการ  
จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION

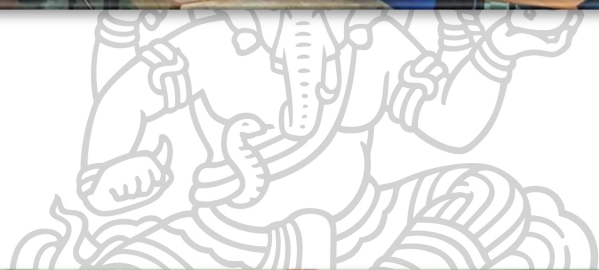


ภาพกิจกรรมการจัดการเรียนรู้  
ขั้นที่ 1 การสร้างบรรยากาศและความสนใจในชั้นเรียน



การประชุมนิเทศการจัดทำโครงการ

## ขั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและระบุปัญหา



ให้นักเรียนสังเกตลักษณะของภาชนะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก

### ขั้นที่ 3 วางแผนและดำเนินการ



การออกแบบภาพขณะทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

#### ขั้นที่ 4 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง



นักเรียนแต่ละกลุ่มสร้างสรรค์ผลงาน มีการทดสอบ ประเมินผล และ  
ปรับปรุงผลงานให้สามารถใช้งานได้จริง

ชั้นที่ 5 นำเสนอผลงาน



นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอโครงการและผลงาน

ภาพผลงานสร้างสรรค์



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวนภสร ยลสุริยัน
วัน เดือน ปี เกิด	6 ตุลาคม 2523
วุฒิการศึกษา	พ.ศ.2542 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม พ.ศ.2546 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต วิชาเอกการบัญชี คณะวิทยาการจัดการ สถาบันราชภัฏสวนดุสิต พ.ศ.2560 ศึกษาต่อระดับปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศิลปากร
ที่อยู่ปัจจุบัน	22/118 หมู่ 4 ตำบลธรรมศาลา อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัดนครปฐม 73000

