



ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้  
โครงการเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำ  
โครงการสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

โดย

นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา  
คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา 2563  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้  
โครงการเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำ  
โครงการสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

โดย


นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา  
คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ปีการศึกษา 2563  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

THE EFFECT OF STEM PROJECT-BASED LEARNING ACTIVITIES  
ON THE ATTITUDES TOWARD STEM PROJECTS AMONG  
GIFTED STUDENTS IN SCIENCE AND MATHEMATICS

BY

MR.CHAICHANA VIVATANARATANABUT



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS  
FOR THE DEGREE OF MASTER OF EDUCATION  
IN LEARNING SCIENCES AND EDUCATIONAL INNOVATION  
FACULTY OF LEARNING SCIENCES AND EDUCATION  
THAMMASAT UNIVERSITY  
ACADEMIC YEAR 2020  
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นายชัยชนะ วิวัฒน์นบุตร

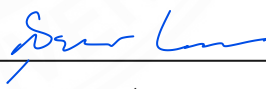
เรื่อง

ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติ  
ด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์


ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

เมื่อ วันที่ 25 สิงหาคม พ.ศ. 2564

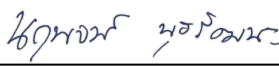
ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญจรสุข)

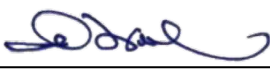
กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

  
(อาจารย์ ดร.ลินดา เยห์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พุฒัฒนะ)

คณบดี

  
(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงสำลี)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ชื่อผู้เขียน	นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร
ชื่อปริญญา	ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	วิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา วิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ดร.ลินดา เยห์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ พุฒวัฒน์
ปีการศึกษา	2563

### บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ กลุ่มเป้าหมายเป็นสมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษ (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จำนวน 36 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง ดำเนินการวิจัยโดยใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้นโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง เก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณผู้วิจัยใช้แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที่ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกันกับนักเรียนทั้ง 36 คน และการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับอาสาสมัครนักเรียนสมาชิกชุมนุม GIFTED จำนวน 12 คน และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา

ผลการวิจัยพบว่า ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หลังจากได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยมีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความรู้ และด้านความรู้สึก แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในด้านพฤติกรรม สอดคล้องกับผลการสัมภาษณ์นักเรียนอาสาสมัคร เช่น การร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มทำให้นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น เนื่องจากการทำโครงงานสะเต็มเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง ได้จับกลุ่มกับเพื่อนที่มีความสนใจคล้ายกัน ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม แบ่งหน้าที่กันทำงานในกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนรู้สึกมีความสุขระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มและอยากทำกิจกรรมโครงงาน สะเต็มด้วยความเต็มใจ อีกทั้งโครงงานสะเต็มยังทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปแก้ปัญหาจริง

**คำสำคัญ:** สะเต็มศึกษา, การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน, ทักษะคิด, นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

Thesis Title	THE EFFECT OF STEM PROJECT-BASED LEARNING ACTIVITIES ON THE ATTITUDES TOWARD STEM PROJECTS AMONG GIFTED STUDENTS IN SCIENCE AND MATHEMATICS
Author	Mr.Chaichana Vivatanaratanabut
Degree	Master of Education
Major Field/Faculty/University	Learning Sciences and Educational Innovation Learning Sciences and Education Thammasat University
Thesis Advisor	Linda Yeh, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Narupot Putwattana, Ph.D.
Academic Year	2020

### ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the effect of science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning activities on attitudes toward STEM projects among gifted students in science and mathematics. Thirty-six samples were chosen by purposive sampling and were members of the grade 7 special classroom for gifted students in science and mathematics at Triam Udom Suksa Pattanakarn School. This study used one- group pretest- posttest design. Quantitative data were collected using questionnaire surveys from all samples and qualitative data were collected by in- depth, semi- structured interviews with 12 students of the initial sample. Quantitative data were analyzed by paired sample t-test while qualitative data were analyzed by content analysis.

Results showed that subjects had significantly higher scores in the questionnaires that measured attitudes toward STEM projects in the cognitive and affective domains, but not statistically significant in the behavioral domain. Data from

interviews showed favorable attitudes toward STEM projects, seeing STEM projects as opportunities to formulate problems to find solutions by studying scientific concepts related to the project. They used technology to search for information and to coordinate with friends. They were pleased to team up with peers with similar interests to brainstorm and analyze problems. They also expressed the desire to lead STEM projects and make adaptations to solve future problems in an integrated work process.

**Keywords:** Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education, project-based learning, attitudes, gifted science and mathematics students





## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยความรู้และความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากคณาจารย์ ประจำคณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ลินดา เยห์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ได้สละเวลาให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย ตลอดจนผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพจน์ พุฒวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธาวัลย์ หาญขจรสุข ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้คอยให้ข้อเสนอแนะจนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ของผู้วิจัยสำเร็จลงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยมีความซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ให้สัมภาษณ์ทุกท่านที่สละเวลาให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์จนทำให้งานวิจัยในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่เป็นกำลังใจให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลงด้วยดี

นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(10)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ปัญหาการวิจัย	4
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย	5
1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และเก็บข้อมูล	5
1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา	6
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
1.7 สมมติฐานการวิจัย	7
1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	7
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	8

2.1.1	นิยามและคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	8
2.1.2	การเสาะหาและการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	10
2.1.3	การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ	12
2.1.4	การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ด้านวิทยาศาสตร์	16
2.2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)	18
2.2.1	นิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	19
2.2.2	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	22
2.2.3	ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา	25
2.3	การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)	27
2.3.1	กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	27
2.3.2	ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน	28
2.3.3	กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	29
2.3.4	ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	33
2.4	ทัศนคติ	34
2.4.1	องค์ประกอบของทัศนคติ	35
2.4.2	การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ	35
2.4.3	การวัดทัศนคติ	37
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย		40
3.1	ระเบียบวิธีวิจัย	40
3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย: แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	41
3.2.1	ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	41
3.3	การดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ	43
3.3.1	กลุ่มเป้าหมาย	43
3.3.2	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	44

3.3.3	ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	44
3.3.4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	46
3.3.5	การวิเคราะห์ข้อมูล	46
3.4	การดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ	46
3.4.1	กลุ่มเป้าหมาย	47
3.4.2	เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	47
3.4.3	ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ	47
3.4.4	การเก็บรวบรวมข้อมูล	48
3.4.5	การวิเคราะห์ข้อมูล	49
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	51
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ	51
4.1.1	ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในภาพรวม	52
4.1.2	ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้	53
4.1.3	ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้สึก	55
4.1.4	ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านพฤติกรรม	57
4.2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ	59
4.2.1	ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้	59
4.2.2	ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้สึก	62
4.2.3	ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสมในด้านพฤติกรรม	63
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	67

5.1	สรุปผลการวิจัย	67
5.1.1	สรุปผลการวิจัยเชิงปริมาณ	67
5.1.2	สรุปผลการวิจัยเชิงคุณภาพ	68
5.2	อภิปรายผล	69
5.3	ข้อจำกัดของงานวิจัย	74
5.4	ข้อเสนอแนะ	74
5.4.1	ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	74
5.4.2	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	75
	รายการอ้างอิง	77
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	86
	ภาคผนวก ข หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย	98
	ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน	101
	ภาคผนวก ง แบบสอบถามเพื่อการวิจัย	102
	ภาคผนวก จ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสัมภาษณ์	107
	ภาคผนวก ฉ หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form)	109
	ภาคผนวก ช แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยสำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก กลุ่มตัวอย่างก่อนการทำโครงงานสะเต็ม	110
	ภาคผนวก ซ แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัยสำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึก กลุ่มตัวอย่างหลังการทำโครงงานสะเต็ม	111
	ภาคผนวก ฌ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสอบถามทัศนคติ ด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม	112
	ภาคผนวก ฎ ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	116
	ประวัติผู้เขียน	122

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิ	43
3.2 ข้อคำถามในแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิ	45
3.3 ข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำ ของผู้ทรงคุณวุฒิ	48
4.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม ในภาพรวมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ โครงการเป็นฐาน	53
4.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม (ด้านความรู้) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้ โครงการเป็นฐาน	54
4.3 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม (ด้านความรู้สึก) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดย ใช้โครงการเป็นฐาน	56
4.4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม (ด้านพฤติกรรม) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดย ใช้โครงการเป็นฐาน	58

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	7
2.1 แนวคิด Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT)	13
2.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม	25
3.1 วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ	50



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันโลกมีการแข่งขันสูงส่งผลให้นักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาความรู้ ต่าง ๆ เช่น การอ่าน การเขียน คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ รวมทั้งทักษะที่จำเป็น เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น และทักษะการริเริ่มสร้างสรรค์นวัตกรรม การจัดการศึกษาเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้เกิดทักษะเหล่านี้ (รักษศิริ จิตอารี, วิจิตร อุต้อย และ วาริรัตน์ แก้วอุไร, 2560) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานเห็นความสำคัญของการพัฒนานักเรียนที่มีความพร้อมและมีศักยภาพในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงได้กำหนดแนวทางการเปิดห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในสถานศึกษาขั้นพื้นฐาน ภายใต้โครงการส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเร่งรัดและพัฒนาเยาวชนที่มีความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ให้เป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย นักประดิษฐ์คิดค้น เพิ่มปริมาณนักวิทยาศาสตร์ในประเทศให้มากขึ้น เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของประเทศไทยในการแข่งขันกับนานาประเทศ (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548)

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หมายถึงนักเรียนที่มีความโดดเด่นในด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ นักเรียนจะสามารถคำนวณได้เร็ว และแม่นยำ สามารถวิเคราะห์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน สามารถแก้ปัญหาเชิงตรรกะ ให้เหตุผลเชิงอนุมาน คิดด้านนามธรรม รวมทั้งสร้างความคิดหรือวิธีการคิดใหม่ ๆ หาทางควบคุมระเบียบต่าง ๆ ชอบเกมหรือกิจกรรมที่ลับสมอง ประลองปัญญา ที่ต้องใช้ความคิด และการทำกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ (Gardner, 2011) จากคุณลักษณะที่กล่าวมา ทำให้การจัดหลักสูตรสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ต้องคำนึงถึงความต้องการพิเศษของผู้เรียนแต่ละคน เน้นทักษะการคิดขั้นสูง มีความท้าทาย กระตุ้นความสงสัย สร้างแรงจูงใจในการหาคำตอบ มีการบูรณาการองค์ความรู้ อีกทั้งส่งเสริมสร้างทักษะการผลิตสิ่งประดิษฐ์หรือนวัตกรรมที่สามารถนำไปใช้แก้ปัญหาได้จริง (กาญจนา ภัทรวิวัฒน์, วิไลลักษณ์ ลังกา, อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์ และ จุมพล พูลภัทรชีวิน, 2559) ปัจจุบันมีการนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM) มาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นการบูรณาการความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์



(Mathematics) สอดคล้องกับในโลกชีวิตจริงหรือการทำงานจริงที่ไม่มีเส้นแบ่งขอบเขตที่เด่นชัดในแต่ละสาขาวิชา และการดำเนินการจัดการเรียนรู้จะเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการออกแบบแก้ปัญหาหรือการปฏิบัติในจุดประสงค์ที่แน่ชัด (สุทธิดา จำรัส, 2559) ยิ่งไปกว่านั้นการนำการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้แขนงต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาในชีวิตจริงจากเรื่องที่น่าสนใจผ่านกระบวนการทำโครงงานที่จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ (ลีซา ลดาชาติ, 2558) ได้เรียนรู้การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนการคิดวิเคราะห์ การทำงานอย่างมีระบบ และเกิดการเรียนรู้จนนำมาสู่การสร้างองค์ความรู้และทักษะจากการทำโครงงานที่ติดตัวนักเรียน และสามารถพัฒนาเป็นนวัตกรรมต่อไป (พิมพ์ลักษณ์ โมรา, 2561) แสดงให้เห็นว่าการดึงจุดเด่นของสะเต็มที่เป็นบูรณาการศาสตร์ต่าง ๆ นั้นจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต่อการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากการเรียนรู้จะสำเร็จเมื่อครูสอนความรู้ต่างๆ รวมทั้งทักษะทำให้นักเรียนเกิดการเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาของแต่ละวิชากับสถานการณ์จริง ดังนั้นการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงตอบโจทย์กับโลกแห่งความจริงที่ทุกอย่างรวมกันอยู่อย่างเป็นธรรมชาติ (Kelley & Knowles, 2016)

แนวคิดการออกแบบหลักสูตรสำหรับผู้ที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ดังกล่าวนำไปสู่การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร โดยโรงเรียนได้จัดให้มีห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์โดยใช้หลักสูตรและการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งจัดกิจกรรมชุมนุมเพื่อให้นักเรียนศึกษาหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง อย่างไรก็ตามผู้วิจัยในฐานะครูผู้รับผิดชอบสอนรายวิชาชุมนุมให้กับนักเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ เป็นระยะเวลา 3 ปี และประสบปัญหาในการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ โดยในระหว่างการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ พบว่านักเรียนไม่อยากทำโครงงาน นักเรียนรู้สึกว่าการทำโครงงานไม่สามารถนำไปใช้ได้จริง อีกทั้งโครงงานจะต้องอยู่ในกรอบของหัวข้อที่โรงเรียนกำหนด นักเรียนรู้สึกเครียดที่ต้องทำโครงงานเนื่องจากโครงงานเป็นงานที่ต้องอาศัยความพยายามและอดทนสูง อีกทั้งใช้เวลานานกว่าจะประสบผลสำเร็จ กระบวนการที่ซับซ้อนและระยะเวลาในการพัฒนาโครงงานส่งผลให้นักเรียนขาดแรงจูงใจทางวิชาการในด้านการเห็นคุณค่าของงาน (อุษณี บรรจงกิจ, 2554) ซึ่งแรงจูงใจเป็นแรงผลักดันภายในที่ก่อให้เกิดพฤติกรรม และส่งผลต่อทัศนคติของบุคคลนั้น (Ajzen, 1991) โดยทัศนคติของแต่ละบุคคลเป็นความรู้สึก หรือความเชื่อ ที่เกิดจากการรับรู้และประสบการณ์ รวมทั้ง

ทัศนคติยังสามารถสร้างขึ้นใหม่ และเปลี่ยนแปลงได้ (รุ่งนภา เตรียมอายุ, 2552) ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน เพราะทัศนคติที่ดีจะช่วยให้เด็กนักเรียนมีมุมมองเชิงบวก ทำให้นักเรียนแสดงความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ อีกทั้งสามารถเปลี่ยนแปลงปัญหาที่เผชิญเป็นโอกาสที่ดีได้ (วีระ สถิตถาวร, 2546) นอกจากนี้แรงจูงใจยังเป็นหนึ่งในปัจจัยที่สำคัญต่อกระบวนการพัฒนาศักยภาพของเด็กที่มีความสามารถพิเศษจนทำให้ประสบความสำเร็จได้ แนวคิด Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT) ของ Gagné (2004) ได้ระบุว่าความสำเร็จของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเกิดจากความสามารถสูงแต่กำเนิด (Natural abilities) เช่น ความสามารถทางปัญญา (Intellectual ability) ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ (Creative ability) ความสามารถทางสังคม (Socio affective ability) และความสามารถทางประสาทสัมผัส (Sensorimotor ability) ร่วมกับกระบวนการพัฒนาศักยภาพผ่านการเรียนรู้และฝึกฝน ซึ่งกระบวนการนี้อาจจะได้รับการส่งเสริมหรือถูกบั่นทอนจาก 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ตัวเร่งภายในตนเอง (Intrapersonal catalysts) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของนักเรียน เช่น แรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง ความอดทนไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ 2) ตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อม (Environmental catalysts) เช่น การสนับสนุนจากครอบครัว การจัดการศึกษาที่มีคุณภาพเหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียน ตอบสนองกับความต้องการของนักเรียนและพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง และ 3) โอกาส (Chance) ซึ่งเป็นปัจจัยที่อยู่นอกเหนือการควบคุม เช่น ฐานะของครอบครัว หากนักเรียนไม่มีโอกาสที่จะได้รับการศึกษาที่เหมาะสมก็จะส่งผลทางลบต่อการพัฒนาศักยภาพของตนเอง

จากแนวคิด DMGT จะเห็นได้ว่าครูมีบทบาทในการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยมีบทบาทเป็นตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูจะเป็นส่วนสำคัญในการสร้างโอกาสให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถของตนเอง โดยอาศัยเทคนิคการสอนของครูเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูงให้กับนักเรียน การจัดสภาพแวดล้อมภายในโรงเรียนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ การแนะนำและให้คำปรึกษาทางจิตวิทยากับนักเรียน และการประเมินผลที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน (อุษณีย์ โพธิสุข, 2543) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานเพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน โดยการให้นักเรียนจับกลุ่มทำโครงงานตามความสนใจที่คล้ายกัน และติดตั้งเครื่องมือที่สำคัญในการกำหนดปัญหาและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาเพื่อพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ สังเคราะห์ และสร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังกำหนดให้มีการสะท้อนคิดหลังการจัดกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์เกี่ยวกับกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และประโยชน์ที่ได้รับจากกิจกรรม

จากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่าส่วนใหญ่เป็นการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, 2558) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล, 2558) และความคิดสร้างสรรค์ (อับดุลยามีน หะยีซาเดร์, 2560) อย่างไรก็ตามการศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มผู้วิจัยพบว่ามีผู้ศึกษาค่อนข้างน้อย ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องการศึกษาในประเด็นทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ

## 1.2 ปัญหาการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานส่งผลอย่างไรต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์

## 1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้ใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) มีการเก็บข้อมูลโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ

### 1.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา คือ สมาชิกชุมชน GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ซึ่งเป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษาระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษของกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โรงเรียนจัดให้มีห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โดยใช้หลักสูตรและการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง

ในขณะที่ดำเนินการจัดกิจกรรมเพื่อเก็บข้อมูล ประเทศไทยกำลังอยู่ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ส่งผลให้ทางโรงเรียนมีนโยบายลดความแออัดของนักเรียนในห้องเรียน โดยกำหนดให้แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคู่ จำนวน 18 คน และกลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคี่ จำนวน 18 คน ซึ่งนักเรียนแต่ละกลุ่มจะสลับกันมาเรียนที่โรงเรียนโดยนักเรียนอีกกลุ่มหนึ่งจะเรียนออนไลน์ผ่านโปรแกรม Microsoft Team จากที่บ้าน ซึ่งนักเรียนที่เข้าร่วมการวิจัยนี้ได้รับทราบว่า การเข้าร่วมงานวิจัยไม่มีผลต่อการตัดสินใจผลการเรียนของนักเรียนและข้อมูลที่ได้จากนักเรียนจะใช้ในกิจกรรมทางวิชาการที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้เท่านั้น

### 1.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และเก็บข้อมูล

- 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 7 แผน โดยจัดกิจกรรมรวม 3 วัน ระหว่างวันที่ 17-19 มีนาคม พ.ศ. 2564 ใช้ระยะเวลาจัดกิจกรรมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง 20 นาที
- 2) แบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของนักเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ของทัศนคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม โดยมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า (Likert scale) 5 ระดับ จาก 5 = มากที่สุด ถึง 1 = น้อยที่สุด
- 3) แบบสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลแบบเจาะลึกก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 3 ข้อ
- 4) แบบสัมภาษณ์เพื่อเก็บข้อมูลแบบเจาะลึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 4 ข้อ

### 1.4.3 ตัวแปรที่ศึกษา

- 1) ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน
- 2) ตัวแปรตาม ได้แก่ ทักษะคิดด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม

### 1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

1) นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ หมายถึง นักเรียนที่เป็นสมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนที่ได้รับการคัดเลือกเข้าสู่โครงการห้องเรียนพิเศษ ส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ โดยเกณฑ์การคัดเลือกเข้าโครงการใช้วิธีการสอบโดยมีสัดส่วนวิชาคณิตศาสตร์ ร้อยละ 40 วิชาวิทยาศาสตร์ ร้อยละ 40 และวิชาภาษาอังกฤษร้อยละ 20 โดยนักเรียนจะต้องได้คะแนนในแต่ละวิชาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยพิจารณานักเรียนจากคะแนนรวมทั้ง 3 วิชาจากมากไปหาน้อย

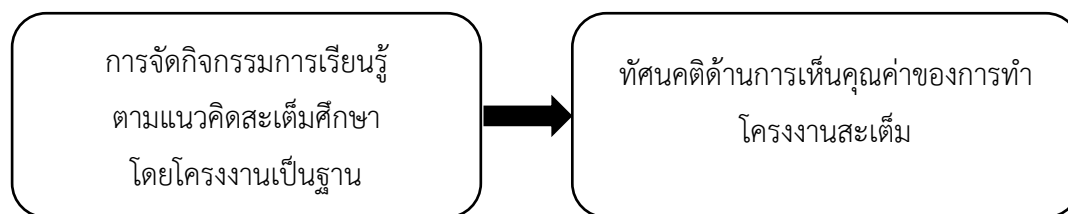
2) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM) หมายถึง การนำความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematics) มาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

3) การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ผ่านการทำโครงงานที่นักเรียนได้ค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่ตนเองสนใจ เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของตนเอง

4) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (STEM Project-based learning) หมายถึง กระบวนการที่ให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้จากการลงมือปฏิบัติด้วยตัวเอง ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม และบูรณาการความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทางวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบบูรณาการ

5) ทักษะคิดด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงาน หมายถึง ความรู้สึกหรือความเชื่อของนักเรียนที่มีต่อการทำโครงงานซึ่งเป็นผลมาจากประสบการณ์และค่านิยมส่วนตัวของนักเรียนแต่ละคน ทักษะคิดสามารถวัดได้จากการสัมภาษณ์และการแปลความจากแบบสอบถาม ทักษะคิดโดยแบ่งการวัดเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ทักษะคิดด้านความรู้ ทักษะคิดด้านความรู้สึก และทักษะคิดด้านพฤติกรรม (Zimbardo & Ebbesen, 1970)

## 1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1.7 สมมติฐานการวิจัย

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

## 1.8 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ผลการศึกษาทำให้ได้รับทราบผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนาระบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานให้เหมาะสมกับคุณลักษณะและศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น

## บทที่ 2

### วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ดังนั้นการทบทวนวรรณกรรมจะเริ่มจากนิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ คุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ การเสาะหาและการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ หลังจากนั้นจะนำเสนอกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และองค์ประกอบของทัศนคติ

#### 2.1 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

##### 2.1.1 นิยามและคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ หมายถึง “นักเรียนที่แสดงความสามารถที่โดดเด่นในด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนอื่นที่มีอายุระดับเดียวกัน หรือในสภาพแวดล้อม และประสบการณ์เดียวกัน เช่น สติปัญญา ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถในการใช้ภาษา ความสามารถในการเป็นผู้นำ ความสามารถในการสร้างงาน ความสามารถทางทัศนศิลป์ ความสามารถทางศิลปะการแสดง ความสามารถด้านดนตรี ความสามารถทางกีฬา และความสามารถทางวิชาการในสาขาใดสาขาหนึ่งหรือหลายสาขา โดยทั่วไปนั้นจะมีเพียงร้อยละ 3 ของนักเรียนทั้งหมด” (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2548, น. 5) และอาจเป็นบุคคลที่มีชื่อเสียงหรือมีผลงานที่ได้รับการยอมรับระดับสากลและเป็นประโยชน์กับสังคมและมนุษยชาติ (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555) ส่วนทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple intelligences) อธิบายว่าสติปัญญาของมนุษย์แบ่งได้อย่างน้อย 8 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษา ด้านการใช้ตรรกศาสตร์และการคำนวณ ด้านธรรมชาติวิทยา ด้านการเข้าใจตนเอง ด้านมนุษยสัมพันธ์ ด้านการเคลื่อนไหวร่างกาย ด้านดนตรี ด้านมิติสัมพันธ์ โดยแต่ละด้านมีความสำคัญเท่าเทียมกันขึ้นอยู่กับลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคน รวมทั้งสติปัญญาในแต่ละด้านสามารถพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น และสติปัญญาในแต่ละด้านสามารถบูรณาการเข้าด้วยกันเป็นความสามารถของแต่ละคน (profile) สติปัญญาของมนุษย์แต่ละคนอาจมีความโดดเด่นเพียงด้านเดียว



หรือหลายด้าน หรือไม่โดดเด่นเลย แต่ไม่มีใครที่มีสติปัญญาทุกด้านเท่ากันหมด หรือไม่มีเลยสักด้านเดียว (Gardner, 1987)

Renzulli (2014) กล่าวถึงแนวคิดคุณลักษณะ 3 ประการของผู้มีความสามารถพิเศษ (Three-Ring Conception of Giftedness) ว่าประกอบไปด้วยพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถพิเศษ (Gifted behavior) 3 ประการ ได้แก่ 1) ความสามารถเหนือกว่าปกติ (Above average abilities) หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาทั่วไป หรือ ความสามารถเฉพาะทางที่มีมากกว่านักเรียนทั่วไปในบางด้านหรือหลายด้าน 2) ความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) หมายถึง การคิดยืดหยุ่นและเปิดใจรับประสบการณ์ใหม่ กล้าเสี่ยง และ 3) แรงจูงใจ (Task commitment) หมายถึง พลังที่ผลักดันให้เกิดความพยายามและอดทนต่อความยากลำบากที่นำไปสู่ความสำเร็จ ซึ่งพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงความสามารถพิเศษนี้ส่งเสริมให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษประสบความสำเร็จและเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในศาสตร์ของตนเอง

อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2555) กล่าวว่าองค์ประกอบของความสามารถพิเศษมี 4 ด้าน ได้แก่ 1) ความสามารถสูงกว่าบุคคลทั่วไปอย่างเป็นที่ประจักษ์หรือมีศักยภาพที่จะเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วโดยเมื่อพัฒนาแล้วจะมีความสามารถสูงกว่าบุคคลทั่วไป 2) ทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณ์ญาณ การคิดแก้ปัญหา 3) การใช้สมองทั้งสองซีกซ้ายและซีกขวาในการทำงานร่วมกัน และ 4) กระบวนการทางจิตวิทยา ได้แก่ การแสดงออกถึงความรักความสนใจในสิ่งที่ตนถนัด มุ่งมานะ อดทน สามารถเยียวายาจิตใจตนเองทำให้มีสภาพจิตใจที่เข้มแข็งช่วยให้ผู้ที่มีความสามารถพิเศษประสบความสำเร็จ จากคุณลักษณะของผู้ที่มีความสามารถพิเศษส่งผลต่อการออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะดังกล่าว ได้แก่ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และสร้างแรงจูงใจในการเรียน

ในส่วนของคุณลักษณะของที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทฤษฎีพหุปัญญาอธิบายว่าเป็นผู้ที่มีความโดดเด่นในด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical- Mathematical intelligence) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความสามารถในการคำนวณ โดยผู้ที่มีความฉลาดทางด้านนี้จะสามารถคำนวณได้เร็วและมีความแม่นยำสูงกว่าคนทั่วไปส่งผลให้ผู้ที่มีความฉลาดทางด้านนี้มีความสามารถในการวิเคราะห์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมาน ความคิดด้านนามธรรม ความสามารถในการสร้างความคิดหรือวิธีการคิดใหม่ ๆ หาทางควบคุมระเบียบต่าง ๆ ชอบเกมหรือกิจกรรมที่ลับสมอง ประลองปัญญา ที่ต้องใช้ความคิดและมีความสนุกสนาน รวมทั้งชอบการเล่นคอมพิวเตอร์ (Gardner, 2011) สอดคล้องกับลักษณะของนักคณิตศาสตร์ และนักวิทยาศาสตร์



ที่มักจะทำให้เหตุผลในการตัดสินใจ มองเห็นปัญหา มีความอยากรู้อยากเห็น มีความอดทนสูง ชอบการทดลอง การพิสูจน์ หรือการปฏิบัติต่าง ๆ (อุษณีย์ โพธิสุข, 2543)

จากนิยามและคุณลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะมีคุณลักษณะเฉพาะ คือ การแก้ปัญหาเชิงตรรกะ การให้เหตุผลเชิงอนุมาน การคิดด้านนามธรรม การสร้างวิธีคิดใหม่ ๆ การควบคุมระเบียบต่าง ๆ การชอบเล่นเกมหรือกิจกรรมที่ลับสมอง และการชอบเล่นคอมพิวเตอร์ จะเห็นได้ว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษนั้นมีการแสดงออกทางพฤติกรรม และการเรียนรู้ที่แตกต่างกันในแต่ละคนและแตกต่างไปจากเด็กที่มีความสามารถในระดับปกติ ไม่ว่าจะเป็นด้านความสามารถในการเรียนรู้ที่มีพัฒนาการด้านภาษาหรือการเคลื่อนไหวร่างกายเร็วกว่าปกติ มีความจำดี มีจินตนาการสูง มีความอยากรู้อยากเห็น สามารถเข้าใจแนวคิดนามธรรมได้อย่างรวดเร็ว และสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ในด้านอารมณ์และสังคมนักเรียนมีแนวโน้มถูกระตุ้นโดยสิ่งเร้าได้ง่าย สนใจปัญหาสังคมและแนวคิดทางศีลธรรม ชอบความสมบูรณ์แบบ อาจมีความไม่สมดุลระหว่างพัฒนาการด้านต่าง ๆ (Clark, 1988) ดังนั้นการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงจำเป็นต้องจัดรูปแบบให้เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสามารถและศักยภาพของนักเรียนเพื่อตอบสนองต่อลักษณะเฉพาะทางพฤติกรรม และความต้องการทางการเรียนรู้ของนักเรียน

### 2.1.2 การเสาะหาและการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

ในแต่ละประเทศมีกระบวนการในการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษแตกต่างกัน เช่น ประเทศไต้หวันมีกระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเพื่อจำแนกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ที่ตอบสนองความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ระบบห้องเรียนพิเศษ และการประเมินทางการศึกษา โดยได้รับการสนับสนุนจากทางรัฐบาล มหาวิทยาลัย และหน่วยงานอื่น ๆ อีกทั้งจัดแบ่งกลุ่มของนักเรียนเป็นกลุ่ม ๆ ได้แก่ กลุ่มนักเรียนผู้มีพรสวรรค์ในการเรียนรู้แต่กำเนิด กลุ่มนักเรียนที่มีศักยภาพในการเรียนรู้สูง กลุ่มนักเรียนที่มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์สูง กลุ่มนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง โดยใช้วิธีการสังเกตจากครูในโรงเรียนร่วมกับการพิจารณาจากผลการเรียน และผลทดสอบทางปัญญา โดยเกณฑ์การคัดเลือกพื้นฐานได้แก่ นักเรียนที่มีระดับสติปัญญา (Intellectual Quotient: IQ) มากกว่า 130 ขึ้นไป (ทวิรัตน์ มาลา, 2556) สำหรับประเทศไทย สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดแนวทางการเปิดห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในสถานศึกษาขั้นพื้นฐานภายใต้โครงการส่งเสริมศักยภาพด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่ พ.ศ. 2551 ในปัจจุบันมีโรงเรียนเข้าร่วมโครงการจำนวน 220 โรงเรียน โดยใช้วิธีการสอบในการคัดเลือกนักเรียนเข้าโครงการได้แก่ วิชาคณิตศาสตร์ วิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาภาษาอังกฤษ

(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563) แต่การใช้ผลการเรียนเฉลี่ยเพียงอย่างเดียวทำให้นักเรียนที่มีความสามารถสูงแต่มีผลการเรียนไม่ดี เช่น นักเรียนที่มีปัญหาด้านอารมณ์และพฤติกรรมถูกคัดออกจากรายชื่อ ส่วนนักเรียนที่ทำตามกติกาและฝึกฝนมาก ๆ หรือผ่านการกวดวิชากลับได้รับการคัดเลือกแทน (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555) ดังนั้นการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงควรใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้อื่นๆ ในการคัดเลือกร่วมด้วย ได้แก่ มีความอดทนต่ำเมื่อต้องทำงานที่จำเจหรือง่ายเกินไป หากเป็นเรื่องที่สนใจจะมุ่งมั่นอย่างต่อเนื่อง มีคำถามข้อสงสัยเกี่ยวกับกฎ ข้อบังคับ และอาจไม่ยอมปฏิบัติตาม รวมทั้งนักเรียนต้องแสดงออกให้เห็นถึงความสนใจอย่างจริงจังและเป็นที่ประจักษ์ในด้านที่สนใจ เป็นต้น โดยจะต้องพิจารณาพร้อมกับบริบทของพฤติกรรมร่วมด้วยเพื่อใช้ในการคัดเลือกเข้าเป็นนักเรียนในห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้ (สุธาวัลย์ หาญจรสุข, 2556-2557)

กระบวนการคัดเลือกและเสาะหาผู้มีความสามารถพิเศษที่ได้รับการยอมรับในระดับนานาชาติปัจจุบัน คือ การใช้กระบวนการตรวจสอบที่เป็นขั้นตอนโดยใช้ข้อมูลหลายด้านประกอบกัน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การคัดกรอง โดยการเสนอชื่อโดยบุคคลใกล้ชิด การตรวจประวัติครอบครัว ร่วมกับการใช้แบบประเมินความสามารถและแบบทดสอบสติปัญญา ขั้นที่ 2 ขั้นเจาะลึก เป็นการนำนักเรียนมาทดสอบความสามารถเฉพาะสาขา รายงานผลจากกิจกรรมสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษเฉพาะสาขา แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และขั้นที่ 3 การคัดเลือกขั้นสุดท้าย เป็นการนำข้อมูลผลสรุปทั้งหมด รวมทั้งพัฒนาการและความต่อเนื่องมาสรุปโดยผู้เชี่ยวชาญตัดสิน กระบวนการทุกขั้นตอนต้องใช้เครื่องมือที่ผ่านการตรวจสอบ และลดความลำเอียงเพื่อให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้รับการศึกษาที่เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน (อุษณีย์ อนุรุทธวงศ์, 2555) จะเห็นได้ว่ากระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีหลายขั้นตอนและใช้ข้อมูลที่หลากหลาย เพื่อให้การคัดเลือกเป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพเนื่องจากนักเรียนที่ได้คะแนนสอบสูงอาจไม่ใช่เด็กที่มีความสามารถพิเศษเสมอไป อีกทั้งหากใช้เกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งเพียงอย่างเดียวอาจเป็นการตัดโอกาสเด็กที่มีความบกพร่องหรือด้อยโอกาสที่มีศักยภาพสูงในการเข้าโครงการสำหรับผู้เรียนที่มีความสามารถพิเศษได้

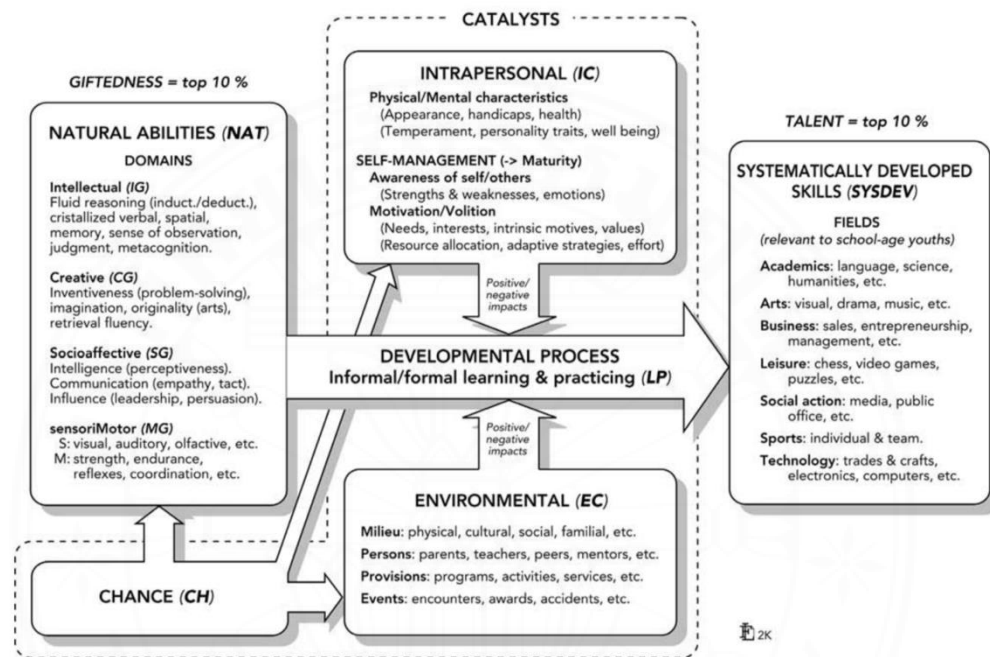
ในประเทศไทย กระบวนการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานมีการใช้เครื่องมือที่หลากหลาย เช่น แบบทดสอบเฉพาะสาขาวิชา แบบบันทึกการแสดงความสามารถพิเศษ แบบบันทึกการสังเกตพฤติกรรม รางวัลหรือหลักฐานที่แสดงถึงความสามารถที่โดดเด่นทางด้านวิชาการ ผลการเรียน ความสามารถทางวิชาการ และผลการทดสอบเชาวน์ปัญญา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2563) อย่างไรก็ตาม การดำเนินการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถ

พิเศษในประเทศไทยเปิดโอกาสให้แต่ละโรงเรียนกำหนดวิธีการและเกณฑ์การรับเข้าตามความเหมาะสมของโรงเรียนแต่ละแห่ง สำหรับการคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ซึ่งเป็นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ใช้วิธีคัดเลือกผ่านการสอบเข้าโครงการเป็นหลัก โดยคัดเลือกนักเรียนจากการทำแบบทดสอบในรายวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ โดยมีสัดส่วนของคะแนนวิชาคณิตศาสตร์ร้อยละ 40 วิชาวิทยาศาสตร์ร้อยละ 40 และ วิชาภาษาอังกฤษร้อยละ 20 โดยข้อสอบจะเน้นวัดความรู้ในแต่ละวิชา ซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในระดับประถมศึกษาปีที่ 4-6 ทั้งนี้ นักเรียนจะต้องได้คะแนนในทุกรายวิชาไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 โดยพิจารณารับนักเรียนจากคะแนนรวมทั้ง 3 วิชาเรียงจากผลคะแนนมากไปหาน้อยจำนวนทั้งสิ้น 72 คน โดยนำนักเรียนมาแบ่งเป็น 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 36 คน (โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ, 2563)

### 2.1.3 การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ

แนวคิด Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT) ของ Gagné (2004) ได้เสนอว่ากระบวนการพัฒนาความสามารถพิเศษ (Gifted) ที่นักเรียนมีติดตัวมาแต่กำเนิดให้แสดงออกได้อย่างเต็มศักยภาพสู่การเป็นผู้มีความสามารถพิเศษ (Talented) นักเรียนจะต้องมีความสามารถพิเศษที่ติดตัวมาแต่กำเนิด (Natural abilities) เช่น ความสามารถทางปัญญา (Intellectual ability) ความสามารถทางการคิดสร้างสรรค์ (Creative ability) ความสามารถทางสังคม (Socio affective ability) และความสามารถทางประสาทสัมผัส (Sensorimotor ability) โดยนักเรียนเหล่านี้จะต้องได้รับกระบวนการพัฒนาศักยภาพ (Developmental process) เพื่อให้ศักยภาพที่มีตั้งแต่กำเนิดสามารถพัฒนาเป็นความสำเร็จเชิงประจักษ์ กระบวนการพัฒนาศักยภาพ เช่น การเรียนและฝึกปฏิบัติทั้งในระบบการศึกษา นอกกระบวนการศึกษา และการศึกษาตามอัธยาศัย ซึ่งกระบวนการพัฒนาศักยภาพจะถูกส่งเสริมหรือบั่นทอนจาก 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) ตัวเร่งภายในตนเอง (Intrapersonal catalysts) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของนักเรียน เช่น ลักษณะทางกายภาพ (Physical) แรงกระตุ้น (Volition) บุคลิกส่วนตัว (Personality) การกำกับและจัดการตนเอง (Self-management) และแรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง (Motivation) ซึ่งแรงจูงใจเป็นทัศนคติที่เกิดจากการรับรู้ของแต่ละคน และส่งผลต่อพฤติกรรมที่จะแสดงออกมา 2) ตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อม (Environmental catalysts) เช่น สภาพแวดล้อมทางกายภาพ (Milieu) บุคคลรอบข้าง (Persons) การจัดการศึกษา (Provisions) เหตุการณ์สำคัญในชีวิต (Events) และ 3) โอกาส (Chance) ซึ่งเป็นสิ่งที่บุคคลไม่สามารถกำหนดได้ เช่น มีความสามารถพิเศษที่ติดตัวมาแต่กำเนิด มีครอบครัวที่ให้การสนับสนุน มีเป้าหมายและแรงจูงใจ มีสุขภาพกายและใจที่ดี อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการพัฒนาตนเอง

จากแนวคิดของ DMGT จะเห็นได้ว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ในโรงเรียนเป็นหนึ่งในกระบวนการพัฒนาศักยภาพที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาความสามารถของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ครูในฐานะตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อมจึงมีบทบาทในการส่งเสริมการพัฒนาศักยภาพนักเรียนผ่านการออกแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียน และช่วยให้นักเรียนมีความพยายามฝ่าฟันอุปสรรคจนประสบความสำเร็จ



ภาพที่ 2.1 แนวคิด Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT). (Gagné, 2004, p.121)

Maker & Neilson (1995) ได้นำเสนอหลักการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้การปรับหลักสูตร (Curriculum modification) ซึ่งเป็นการปรับหลักสูตรปกติสำหรับนักเรียนทั่วไปให้มีความท้าทายเหมาะสมกับความสามารถ และความต้องการทางการเรียนรู้ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ การปรับหลักสูตรสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษสามารถทำได้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา (Content) โดยเนื้อหาควรมีความยากเหมาะสมกับศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ เน้นองค์ความรู้ในศาสตร์อย่างลึกซึ้ง มีการบูรณาการเชื่อมโยงระหว่างองค์ความรู้ 2) ด้านกระบวนการ (Process) ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดขั้นสูง การคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง 3) ด้านผลผลิต (Product) ควรส่งเสริมให้นักเรียนสร้างผลงานที่เกิดจากการบูรณาการองค์ความรู้ที่สามารถนำมาใช้การแก้ปัญหาในชีวิตจริง และ 4) ด้านสิ่งแวดล้อมในการเรียนรู้ (Learning Environment) ควรเปิดโอกาสให้

นักเรียนได้พัฒนาความรู้ความสามารถตามความต้องการของนักเรียน และมีแหล่งการเรียนรู้ นอกห้องเรียนที่หลากหลายให้กับนักเรียน

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมีหลายลักษณะ ในที่นี้จะขออภิปรายรูปแบบการจัดการเรียนรู้ 4 รูปแบบที่ใช้อย่างแพร่หลายและมีงานวิจัยสนับสนุน ทั้งเชิงกระบวนการและประโยชน์ต่อนักเรียน ได้แก่ การใช้แผนกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) การขยายหลักสูตร (Extension) การลดระยะเวลาการเรียนรู้ (Acceleration) และ วิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นที่ปรึกษา (Mentoring)

การใช้แผนกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ขยายกิจกรรมในหลักสูตรให้กว้าง และลึกซึ้งกว่าหลักสูตรปกติ โดยยึดประสบการณ์ที่นักเรียน จะได้จากกิจกรรมเป็นหลัก เน้นกระบวนการคิดขั้นสูง กระบวนการสร้างองค์ความรู้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และประเมินค่า ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเอง การทำโครงการ การอภิปราย เพื่อตอบสนองต่อการเรียนรู้ที่หลากหลายตามความถนัดและสนใจของนักเรียน เช่น การศึกษาของ อิตารัตน์ ศักดิ์วีระกุล, ศิริพันธ์ ศรีวันยงค์ และ อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์ (2558) ที่นำแผนเพิ่มพูน ประสบการณ์การแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางภาษาระดับประถมศึกษา มาใช้ จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยการจัดนักเรียนต่างอายุและระดับชั้นแต่สนใจเรื่องเดียวกันและมีความสามารถด้านเดียวกันมาเรียนด้วยกัน พบว่าการใช้แผนกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ ช่วยเพิ่ม ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่มุ่งเน้นให้นักเรียนค้นคว้าหา คำตอบด้วยตนเองผ่านการลงมือทำโดยครูเป็นผู้สร้างสถานการณ์ขึ้นเพื่อให้นักเรียนเผชิญปัญหา หาวิธีการแก้ปัญหา และสร้างแนวทางการแก้ปัญหาของตนเองขึ้นมา ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้จาก ประสบการณ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาด้วยตัวเอง จึงเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้ทักษะการคิด ระดับสูงเพื่อแก้ปัญหา สอดคล้องกับการเรียนรู้ผ่านการลงมือกระทำ (Learning by doing)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ใช้แผนกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ ในรูปแบบการ จัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอนาคต (Future problem solving) ซึ่งมีแนวคิดพื้นฐานมาจากความเชื่อที่ว่าความคิดสร้างสรรค์มีความจำเป็นต่อการ ดำรงชีวิตของนักเรียน เนื่องจากครูไม่สามารถสอนทุกอย่างให้กับนักเรียนได้ทั้งหมด ดังนั้นนักเรียนจึง ต้องคิดค้นวิธีการนำความรู้ และแสวงหาความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ อย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษรู้จักการเข้าใจผู้อื่น การให้บริการชุมชนและสังคม การเรียนรู้ความแตกต่างของวัฒนธรรมและภาษา ซึ่งมีขั้นตอน 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระดมสมองเพื่อ ค้นพบปัญหา 2) เลือกปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน 3) ระดมสมองเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหา 4) เลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด 5) ประเมินความเหมาะสมของวิธีแก้ปัญหาแต่ละวิธี และ 6) นำเสนอ



วิธีการแก้ปัญหาอย่างละเอียด พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2-3 จำนวน 12 คน ที่เรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตเกิดความตระหนักต่อโลกในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ความตระหนักมุมมองที่แตกต่าง ความตระหนักในสภาพปัจจุบันของโลก ความตระหนักในความแตกต่างของวัฒนธรรม และความตระหนักต่อทางเลือกของมนุษย์ เนื่องจากนักเรียนจะต้องเรียนรู้ที่จะเข้าใจผู้อื่น รู้จักเสียสละ ยอมรับความแตกต่างของผู้อื่น และตระหนักถึงความสำคัญของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว (ภู ศิริเพชรม, สุรเดช ศรีทา, กฤษณา โภคพันธ์ และพุลศิริ กิจวรรณ, 2560)

รูปแบบการจัดการศึกษาอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถใช้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ คือ การขยายหลักสูตร (Extension) โดยจัดโปรแกรมการศึกษาเพิ่มเติม นอกเหนือจากหลักสูตรปกติเพื่อตอบสนองตามความสนใจและความสามารถของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษเป็นรายบุคคล การจัดการศึกษารูปแบบนี้ไม่มีกรอบจำกัดเรื่องเวลา และสถานที่ ทำให้นักเรียนสามารถเลือกทำกิจกรรมได้ตามความสนใจเพื่อเตรียมเข้าสู่อาชีพในอนาคต พัฒนาผลงานไปสู่ความเป็นมืออาชีพ และประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญในสถานการณ์จริง เช่น การทำโครงการพิเศษ การเรียนในห้องศูนย์วิทยาการ แคมป์วิชาการ ซึ่งไม่มีในหลักสูตรสำหรับนักเรียนปกติ (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2543) ตัวอย่างการจัดการศึกษาแบบการขยายหลักสูตรจะเห็นได้จากงานวิจัยของ Yong & Zhicheng (2009) ที่จัดกิจกรรมขยายหลักสูตรผ่านทางออนไลน์ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โดยใช้บทเรียนเว็บเควสต์ (WebQuest) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้สำรวจข้อมูล และเรียนรู้ผ่านการสืบสอบโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่ครูได้เรียบเรียง และลำดับความรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าถึงความรู้อย่างเป็นระบบเชื่อมโยงไปยังแหล่งความรู้ต่าง ๆ ที่มีเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการให้เกิดแก่นักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับความรู้ที่นอกเหนือจากวิชาหลัก

รูปแบบการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในหลายประเทศ คือ รูปแบบการลดระยะเวลาการเรียน (Acceleration) ที่จัดการเรียนรู้ให้นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษสามารถเรียนกับผู้ที่อยู่ระดับชั้นที่สูงกว่า เช่น นักเรียนที่อยู่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่แสดงให้เห็นว่าเข้าใจเนื้อหาของของระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 อย่างถ่องแท้ให้เลื่อนชั้นไปเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ ดังนั้นการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาการเรียนแตกต่างจากแบบอื่น ๆ ตรงที่ครูไม่ต้องปรับเนื้อหาหรือการประเมิน แต่ให้นักเรียนเรียนตามหลักสูตรกำหนด เมื่อนักเรียนได้เรียนในระดับชั้นที่สูงขึ้นและมีเนื้อหาที่ซับซ้อนขึ้น ทำให้นักเรียนไม่เบื่อหน่ายกับการเรียนเนื้อหาที่ง่ายเกินไป อย่างไรก็ตาม การใช้วิธีลดระยะเวลาการเรียนต้องพิจารณาปัจจัยด้านความสามารถ คุณลักษณะ วุฒิภาวะทางอารมณ์ และความต้องการที่แท้จริงของนักเรียน

รวมทั้งต้องรับฟังความเห็นจากผู้ปกครองรวมทั้งนักจิตวิทยาในการตรวจสอบและประเมินอย่างสม่ำเสมอ หากขาดกระบวนการที่ครบถ้วนจะส่งผลเสียต่อนักเรียนทางด้านอื่นภายหลังได้ ตัวอย่างการจัดการศึกษาแบบลดระยะเวลาเรียนจะเห็นได้จากงานวิจัยของ นิภาพร ยอดแก้ว (2553) ที่ศึกษาผลของการใช้หลักสูตรลดระยะเวลาเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 โดยเทียบเคียงกับหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่เน้นกิจกรรมให้นักเรียนได้เป็นผู้ปฏิบัติ ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง ทำงานกลุ่มร่วมกับเพื่อนเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ โดยมีครูคอยชี้แนะ สอดแทรกหลักการ และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ผลการศึกษาพบว่า การใช้ลดระยะเวลาตรงกับความต้องการของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และไม่ทำให้เกิดการถดถอยทางสติปัญญาและศักยภาพของนักเรียน

รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษรูปแบบสุดท้ายคือ วิธีการให้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำปรึกษา (Mentoring) ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในกรณีที่นักเรียนมีความสามารถในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่โดดเด่น โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง พร้อมทั้งได้ทำงานร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในสาขานั้น โดยผู้เชี่ยวชาญจะเป็นผู้ให้ความรู้ ตลอดจนให้คำปรึกษากับนักเรียน เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ (อุษณีย์ โพธิสุข, 2543)

#### 2.1.4 การจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรมีการจัดการหลักสูตรที่มีลักษณะเฉพาะและเน้นทักษะการคิดระดับสูง เช่น ความคิดสร้างสรรค์ ความคิดอย่างมีวิจารณญาณ รวมทั้งเสริมทักษะภาษาอังกฤษและทักษะการผลิตสิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรม สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process-based) ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ความคิดในการออกแบบและประดิษฐ์นวัตกรรมอย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การกำหนดปัญหา (Defining the problem) การสืบค้นข้อมูล (Ingathering information) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Generation the solution) การเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุด (Implementing the best solution) การประเมินผล การแก้ปัญหาและสะท้อนคิด (Evaluating the solution and reflecting) ที่สามารถเพิ่มการคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific creativity) ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ได้ (Han & Shim, 2019) ยิ่งไปกว่านั้นการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ควรมีเนื้อหาสอดคล้องกับความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน มีความยืดหยุ่นตามความต้องการของนักเรียน มีกิจกรรมที่ส่งเสริมศักยภาพและคุณธรรม

เพื่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (วิไลลักษณ์ ลังกา, 2554)

ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ดังกล่าวสอดคล้องกับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำโครงงานตามความสนใจโดยบูรณาการความรู้ด้านคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี รวมทั้งกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม อีกทั้งสามารถค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองผ่านแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ สำหรับแหล่งเรียนรู้ที่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษมักจะเลือกใช้เพื่อประโยชน์ทางการเรียนแตกต่างกันไปตามบริบทการใช้และการดูแลของครอบครัว โดยสื่อที่นักเรียนชอบ คือ โทรศัพท์ เกม หนังสือ อินเทอร์เน็ต ภาพยนตร์ วิทยุ สื่อสิ่งพิมพ์ และนิตยสาร ตามลำดับ (สุดาวีณ์ พัฒนพิสุทธิชัย, 2544) จะเห็นว่าหากครูนำสื่อที่นักเรียนสนใจมาใช้ควบคู่กับการจัดการเรียนการสอนจะช่วยให้เด็กเกิดความกระตือรือร้นเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษโดยคำนึงถึงศักยภาพของนักเรียนจึงมีความสำคัญซึ่งโรงเรียนจะต้องมีกระบวนการส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนด้วย 4 ยุทธวิธี ดังนี้ ยุทธวิธีที่ 1 คือ เทคนิคการสอนของครู การจัดการเรียนการสอนควรเป็นกิจกรรมกลุ่มเพื่อให้ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น โดยการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ การระดมสมอง และการตัดสินใจ และการการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการออกแบบสร้างผลงานโดยใช้จินตนาการที่เชื่อมโยงกับชีวิตจริง ยุทธวิธีที่ 2 คือ การสร้างสิ่งแวดล้อมภายในโรงเรียนเพื่อกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือให้ผู้ปกครองมีส่วนร่วม ยุทธวิธีที่ 3 คือ การแนะแนวและจิตวิทยา โดยสร้างการเปลี่ยนแปลงภายในที่มีคุณค่าต่อการเรียนรู้ของนักเรียน รวมทั้งคอยให้ความช่วยเหลือและปรึกษาปัญหาต่าง ๆ ของนักเรียน และยุทธวิธีที่ 4 คือ การประเมินผลแนวใหม่ ใช้ข้อสอบที่มีความเหมาะสมกับความสามารถของนักเรียน (อุษณีย์ โพธิสุข, 2543) จะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษจึงถือได้ว่าเป็นเรื่องสำคัญอย่างมากเนื่องจากการจัดการเรียนรู้ควรคำนึงถึงความแตกต่างของนักเรียน การให้โอกาสทางการศึกษาเป็นการเฉพาะสำหรับนักเรียนที่มีพรสวรรค์หรือความสามารถพิเศษ รวมทั้งให้การสนับสนุนทางสังคมและอารมณ์ (สุปริษา หิรัมรัชดา, 2556)

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้หลักการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ โดยใช้หลักสูตรและการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งจัดสาระเพิ่มที่มีเนื้อหาเข้มข้นเสริมนอกเวลา ทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ โดยใช้รูปแบบการจัดการศึกษาแบบกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) เป็นหลัก กิจกรรมการเรียนรู้มีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาทักษะการสืบค้นเพื่อให้นักเรียนสามารถศึกษาหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองตาม



แนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) ผ่านการทำโครงการสะสม นักเรียนจะได้ใช้องค์ความรู้และทักษะในการแก้ปัญหาจากสถานการณ์จริง กิจกรรมมีจุดเน้นคือการพัฒนากระบวนการคิดขั้นสูง ตอบสนองตามความสนใจของนักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ได้แก่ การกำหนดปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหา ออกแบบนวัตกรรม นำเสนอนวัตกรรม และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ (Admawati & Jumadi, 2018)

## 2.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education)

ปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีส่งผลให้การจัดการศึกษามุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดแก้ปัญหา การคิดแบบวิจารณ์ รวมถึงการพัฒนาทักษะการสื่อสาร การใช้เทคโนโลยีเป็นเครื่องมือแสวงหาความรู้ และการมีทักษะทางสังคมแนวโน้มการจัดการศึกษาจึงจำเป็นต้องบูรณาการทั้งด้านศาสตร์ต่าง ๆ และบูรณาการเรียนในห้องเรียนและชีวิตจริง (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) จากงานวิจัยของสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) พบว่า ระบบการศึกษาไทยยังมีความเหลื่อมล้ำของคุณภาพการศึกษาในระดับสูง และการเรียนการสอนไม่เหมาะกับบริบทของศตวรรษที่ 21 เช่น ความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม การคิดเชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา การสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ซึ่งการศึกษาวิทยาศาสตร์อย่างมีคุณภาพสามารถช่วยพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ได้ ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ควรเป็นหลักสูตรเชิงสหวิทยาการ ที่มีการบูรณาการและยึดโครงการเป็นฐาน รวมทั้งเป็นหลักสูตรที่ให้นักเรียนได้แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกจริง เน้นทักษะการคิด และใช้เทคโนโลยี โดยมีการประเมินผลตามสภาพจริง (สุพรรณิชาญประเสริฐ) นอกจากนี้ความรู้และความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเยาวชนไทยยังด้อยกว่านานาชาติ โดยมีสาเหตุหลักเกิดจากการเรียนแบบท่องจำ แต่ขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และสังเคราะห์ อีกทั้งในปัจจุบันประเทศไทยต้องการจะหลุดพ้นจากการเป็นประเทศที่มีรายได้ปานกลาง ทำให้ประเทศไทยจึงต้องเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (มนตรี จุฬาววัฒนทล, 2556) ดังนั้นออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อทำให้นักเรียนเห็นถึงประโยชน์ของการเรียน และทำให้นักเรียนจะทำให้การเรียนนั้นมีความหมายต่อนักเรียน และเห็นประโยชน์คุณค่าของการเรียน เพราะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ นำไปสู่การนำแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีเป้าหมายเพื่อปลูกฝังการสร้างนวัตกรรมให้กับนักเรียนโดยการเพิ่มความสามารถของนักเรียนในการใช้ความรู้แบบสหวิทยาการ ได้แก่

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาหรืออุปสรรคต่าง ๆ นอกจากนี้แนวคิดสะเต็มศึกษายังสนับสนุนให้ผู้เรียนลงมือกระทำในการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Actively construct) ผ่านการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็ม (Di, et al., 2021)

### 2.2.1 นิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

แนวคิดสะเต็มศึกษามีแนวคิดพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยาและมานุษยวิทยา ซึ่งเชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวของนักเรียนผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่น และสิ่งแวดล้อมรอบตัว เพื่อขยายโครงสร้างทางปัญญาของตนเอง ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1) Cognitive constructivism มีรากฐานมาจาก ปรัชญาปฏิบัตินิยม โดยนักจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดนี้ คือ Jean piaget โดยอธิบายว่าการเรียนรู้เกิดจากนักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองจากการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น และสร้างความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ใหม่กับประสบการณ์เดิม นำไปสู่การปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียน (Cognitive structure) หรือ สกีม่า (Schema) ภายในสมองของนักเรียน โดยผ่านทางกระบวนการดูดซึม (Assimilation) และการปรับเปลี่ยน (Accommodation) และ 2) Social Constructivism โดยเน้นการเรียนรู้ผ่านบริบททางสังคมนักจิตวิทยาที่มีอิทธิพลต่อแนวคิดนี้ คือ Vygotsky ซึ่งเชื่อว่านักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นในสังคม เช่น พ่อ แม่ ครู เพื่อน เป็นต้น ส่งผลต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ครูมีบทบาทในการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ของนักเรียน (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) ซึ่งกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ จะเน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางของกระบวนการเรียนรู้ ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้ลงมือกระทำในการสร้างความรู้ โดยครูมีหน้าที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนได้พบกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหา และก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งความขัดแย้งทางปัญญาจะเป็นแรงจูงใจภายในให้กับนักเรียนซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นในการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการไตร่ตรอง และพิจารณาอย่างรอบคอบเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหานั้นสำเร็จลงด้วยตนเองส่งผลให้นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนจะเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ของตนเองโดยการนำความรู้และประสบการณ์ของตนเองที่ได้จากกิจกรรมการเรียนรู้มาวิเคราะห์ร่วมกับความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่แล้วมาเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งเพื่อสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ซึ่งเป็นความรู้ของนักเรียนที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ที่เกิดจากการแก้ปัญหาเพื่อนำไปใช้ในการคิดค้นวิธีการแก้ปัญหา หรือเครื่องมือใหม่ ๆ ในสถานการณ์อื่น ๆ (วัฒนาพร ระวังบุทช์, 2541) โดยการจัดกิจกรรมตามวิธีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

(constructivism) มีหลายรูปแบบ เช่น การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมาใช้ควบคู่กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้และรับผิดชอบด้วยตนเอง (Genc, 2014) โดยที่ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นโดยนักเรียนผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งต่าง ๆ รอบตัว เช่น สังคม วัฒนธรรม ภาษา สิ่งแวดล้อมซึ่งการเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อนักเรียนเกิดการเรียนรู้ขึ้นภายในตัวเอง แต่ไม่ได้เกิดการนำเข้าโดยปัจจัยภายนอกสู่นักเรียน (Sjøberg, 2010)

แนวคิดสะเต็มศึกษาเกิดขึ้นครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อปี เนื่องจากในขณะนั้นประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประสบปัญหา คะแนนเฉลี่ยจากการสอบ PISA (Program for International Student Assessment) และ TIMSS การทดสอบด้านคณิตวิทยาศาสตร์ระดับสากล (Trends in International Mathematics and Science Study) ที่ต่ำลงในช่วงเวลาดังกล่าว ส่งผลต่อขีดความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และวิศวกรรม ดังนั้นทางรัฐบาลของประเทศสหรัฐจึงมีนโยบายส่งเสริมการศึกษาโดยพัฒนาแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ขึ้นมาเพื่อยกระดับผลการทดสอบ PISA และ TIMSS ให้สูงขึ้น รวมทั้งส่งเสริมทักษะในศตวรรษที่ 21 (21<sup>st</sup> Century skills) ได้แก่ 1) ด้านปัญญา โดยนักเรียนสามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้และทักษะที่เกิดจากการลงมือปฏิบัติ 2) ด้านทักษะการคิด โดยนักเรียนสามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และ 3) ด้านคุณลักษณะ นักเรียนสามารถทำงานเป็นกลุ่มโดยใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ (ศูนย์สะเต็มศึกษาเพื่อพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2564)

สะเต็มศึกษา (STEM Education) ถูกใช้ครั้งแรกโดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (The National Science Foundation: NSF) เพื่อใช้เรียกโครงการที่เกี่ยวข้องกับการบูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แต่ทางสถาบันไม่ได้ให้นิยามที่ชัดเจน ส่งผลให้นักการศึกษาและนักวิจัยได้ให้นิยามของสะเต็มแตกต่างกันไป สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2563) ได้ให้คำจำกัดความว่า “สะเต็มศึกษา คือ แนวทางการจัดการศึกษาที่บูรณาการความรู้ใน 4 สาขาวิทยาการ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมเทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต และการทำงาน ช่วยให้นักเรียนสร้างความเชื่อมโยงระหว่าง 4 สาขาวิทยาการ” ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะเน้นการสร้าง ความเข้าใจในทฤษฎีต่าง ๆ ผ่านการปฏิบัติ รวมทั้งพัฒนาทักษะการคิด ทักษะการแก้ปัญหา เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปเชื่อมโยงกันกับโลกของความเป็นจริงที่ต้องมีการบูรณาการเข้าด้วยกันในการดำเนินชีวิตและการทำงาน ลักษณะการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มี 5 ประการ ได้แก่ 1) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการบูรณาการระหว่างเนื้อหาวิชาทั้ง 4 ศาสตร์ 2) เปิดโอกาส

ให้นักเรียนได้เชื่อมโยงองค์ความรู้กับชีวิตประจำวัน และการประกอบอาชีพ 3) เน้นการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 4) จัดกิจกรรมที่สร้างความท้าทายให้กับนักเรียน และ 5) กิจกรรมจะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกัน เพื่อทำความเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างองค์ความรู้ทั้ง 4 ศาสตร์ ส่งผลให้นักเรียนเห็นประโยชน์ขององค์ความรู้เนื่องจากเป็นเรื่องใกล้ตัวที่อยู่ในชีวิตประจำวันของนักเรียน นอกจากนี้ส่งเสริมศึกษายังเป็นแนวทางการเรียนการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และผลิตนวัตกรรมใหม่เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน (ศีกฤทธิ์ ศิลาลัย, 2560)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ยังเป็นการนำจุดเด่นตามธรรมชาติของแต่ละวิชามาสวมผสานอย่างลงตัว (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) ดังนี้

วิทยาศาสตร์ (Science) หมายถึง ความรู้และข้อเท็จจริงเกี่ยวกับธรรมชาติทั้งมีชีวิต และไม่มีชีวิต โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การสืบค้น ทดลอง พิสูจน์ และเรียนรู้เพื่อหาความจริงของปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่สามารถอธิบายได้ด้วยความรู้ที่มีอยู่ (Han & Shim, 2019)

เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง การนำความรู้ ความคิด และเทคนิคต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวมาพัฒนาและแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันอย่างสร้างสรรค์ โดยผ่านการทำงานทางเทคโนโลยี (Design process) เช่น การสืบค้นข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ การจัดเก็บข้อมูลในคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ในการจัดกระบวนการเรียนรู้ ใช้เป็นเครื่องมือในการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูล รวมทั้งการนำเสนอข้อมูลที่ได้จากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อให้เห็นเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น

วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) หมายถึง การออกแบบหรือสร้างนวัตกรรมโดยอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อแก้ปัญหา และอำนวยความสะดวกของมนุษย์ ประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอนได้แก่ การกำหนดปัญหา การระดมความคิดในการแก้ปัญหา การวางแผนการแก้ปัญหา การสร้างแบบจำลองและทดสอบ การพัฒนาแบบจำลองและทดสอบอีกครั้ง (Lottero-Perdue et al., 2016)

คณิตศาสตร์ (Mathematics) หมายถึง หลักการในการใช้สูตร การคำนวณ เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน ตัวเลข เรขาคณิต โครงสร้าง นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical thinking) เช่น การเปรียบเทียบ การจัดจำแนก การบอกรูปร่างและคุณสมบัติ การใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น บอกปริมาณ การใช้ตรรกะในการให้เหตุผล การส่งเสริมการคิดคณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level math thinking) ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่

เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยใช้การคิดอย่างเป็นระบบ (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556) และช่วยสนับสนุนงานทางด้านวิทยาศาสตร์และการออกแบบเชิงวิศวกรรมให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

## 2.2.2 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนที่บูรณาการด้านความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม และเทคโนโลยี การจัดการเรียนการสอนสะเต็มศึกษาจะเน้นการบูรณาการความรู้ตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป โดยครูเชื่อมโยงการสอนในแต่ละวิชาเข้าด้วยกัน หรือสหวิทยาการ (Interdisciplinary) โดยมีแนวทางการจัดการเรียนรู้ 5 แนวทาง ได้แก่ 1) การเรียนแบบสอดคล้องกัน (Coordinate) หมายถึง ในระดับชั้นเดียวกันแต่คนละรายวิชาจะแยกกันจัดการเรียนการสอน แต่จะมีเนื้อหาที่สอดคล้องกัน เพื่อให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปเชื่อมโยงซึ่งกัน ซึ่งผู้สอนแต่ละรายวิชาควรร่วมกันวางแผนเพื่อให้สอดคล้องกัน 2) การเรียนแบบเสริมกัน (Complement) หมายถึง การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาหนึ่งที่มีการเสริมความรู้ในรายวิชาอื่นที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น ในการสอนเรื่องการแยกขยะ ผู้สอนจะต้องสอนเรื่องการจำแนกประเภทของขยะ การกำจัดขยะไปพร้อม ๆ กัน 3) การเรียนรู้แบบสัมพันธ์กัน (Correlate) หมายถึง การเรียนรู้ที่มีการกำหนดหัวข้อในการเรียนรู้เดียวกัน แต่ในแต่ละรายวิชาจะสอนแยกกัน โดยที่เนื้อหาที่นำไปสอนจะสอดคล้องกับความรู้ในรายวิชานั้น เช่น การเรียนรู้ในหัวข้ออาหารพร้อมกันในทุกวิชา แต่ต่างกันที่แต่ละวิชาจะศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับอาหารที่เกี่ยวข้องกับวิชาของตนเอง แต่นักเรียนจะได้รับความรู้เกี่ยวกับอาหารในภาพรวมทั้งหมด 4) การเรียนรู้โดยมีตัวเชื่อม (Connections) หมายถึง การเรียนรู้โดยจัดให้รายวิชาหนึ่งเป็นรายวิชาหลักในการเชื่อมโยงองค์ความรู้กับรายวิชาอื่น ๆ เช่น การใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเป็นตัวเชื่อม และ 5) การเรียนรู้แบบรวมกัน (Combine) หมายถึง การนำความรู้ในแต่ละรายวิชามาบูรณาการร่วมกันเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา เช่น การใช้วิชาโครงการในการส่งเสริมการเรียนรู้แบบบูรณาการตามแนวสะเต็มศึกษา (ฤทัย เพลงวัฒนา, 2556) โดยปัจจุบันมีการนำกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ควบคู่กับรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนเลือกหัวข้อโครงการที่ต้องการศึกษาด้วยตนเองตามความสนใจ วางแผนการดำเนินงาน ดำเนินงานตามที่ได้วางแผนไว้ สรุปลผล และนำเสนอโครงการ (คึกฤทธิ์ ศิลาลาย, 2560) การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนได้คิด วิเคราะห์ สืบค้นข้อมูล และบูรณาการความรู้เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหา (วรรณิสา ร้อยกรอง และชิตติยา บงกชเพชร, 2562) 2) การเรียนรู้โดยใช้การออกแบบเป็นฐาน (Design-based learning) เป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเพื่อการ

แก้ปัญหาผ่านการทำกิจกรรมการออกแบบ ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้ได้จริง (ทัศนวิจารณ์ เลิศเจริญฤทธิ์ และคณะ, 2563)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ผ่านการสร้างสรรค์นวัตกรรม สอดคล้องกับทักษะในศตวรรษที่ 21 ที่นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง อีกทั้งสร้างความท้าทายในการเรียนรู้ และสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ ซึ่งทักษะในศตวรรษที่ 21 ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1) ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม เป็นทักษะที่เกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างนวัตกรรม การสื่อสาร และการคิดเชิงวิพากษ์ 2) ทักษะชีวิตและการทำงาน เกี่ยวข้องกับการปรับตัวเข้ากับงาน ความรับผิดชอบ ความเป็นผู้นำ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และความยืดหยุ่น และ 3) ทักษะด้านสารสนเทศ สื่อและเทคโนโลยี ซึ่งเกี่ยวข้องกับพื้นฐานด้านสารสนเทศ พื้นฐานด้านสื่อ และพื้นฐานด้านเทคโนโลยี (สุพรรณิ ชาญ ประเสริฐ, 2556) โดยจัดกระบวนการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ และทักษะการแก้ปัญหาซึ่งเป็นทักษะการคิดขั้นสูงที่มีพื้นฐานมาจากกระบวนการทางวิศวกรรมศาสตร์ จึงได้ผลลัพธ์เป็นผลผลิตหรือระบบ ตามที่ต้องการ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การระบุปัญหา (Problem Identification) เป็นการทำความเข้าใจปัญหาเพื่อวิเคราะห์ข้อจำกัดและกำหนดขอบเขตของปัญหา 2) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) ได้แก่ แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งประเมินความเป็นไปได้ของแต่ละแนวทางการแก้ปัญหา 3) การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการนำแนวคิดที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาใช้ออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงความเหมาะสม 4) การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการสร้างชิ้นงาน หรือวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา 5) การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนการทดสอบ และประเมินชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และ 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (Presentation) เป็นการนำเสนอแนวคิด กระบวนการออกแบบ วิธีการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน เพื่อนำข้อเสนอแนะไปใช้พัฒนาต่อไป (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564) ดังนั้นกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจึงแตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แบบปกติเนื่องจาก สะเต็มศึกษาไม่ได้มุ่งเน้นเพียงเนื้อหา ทักษะ และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แต่สะเต็มศึกษายังให้ความสำคัญกับกระบวนการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการคิด วิเคราะห์ สืบค้น และคัดเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและในการทำงาน (กวิน เชื่อมกลาง, 2556)



กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีข้อจำกัด คือ กระบวนการจัดกิจกรรมต้องใช้ระยะเวลาค่อนข้างมาก หากไม่สามารถจัดกิจกรรมให้ต่อเนื่องได้อาจส่งผลให้นักเรียนลืมนัดต่าง ๆ ในขณะที่จัดกิจกรรม (รัตนากร ภัทรกุลดุขฎิ, 2561) นอกจากนี้ครูยังมีความเข้าใจที่แตกต่างกันในการนำแนวคิดสะเต็มศึกษาไปสู่การปฏิบัติส่งผลให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียน และการวัดและประเมินผลตามแนวคิดสะเต็มศึกษายังขาดประสิทธิภาพ เช่น ครูส่วนใหญ่มีความเข้าใจว่าเนื้อหาที่ใช้จัดกิจกรรมสะเต็ม จำเป็นต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งที่ผู้เรียนพบเจอในชีวิตประจำวันเท่านั้น (วรกันยา แก้วกลม, พินิจ ขำวงษ์ และ จรรยา ดาสา, 2561) แต่อันที่จริงกระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ยังรวมถึงการเชื่อมโยงสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและการทำงานในบริบทของสังคมที่แตกต่าง เช่น สภาพแวดล้อมหรือภัยธรรมชาติที่เกิดขึ้นในภูมิภาคต่าง ๆ ทั่วโลก (Ratnaningsih, 2018) โดยเนื้อหาสามารถเป็นได้ทั้งองค์ความรู้สากล หรือ ภูมิปัญญาของคนในท้องถิ่น (สุพรรณิ ชาญประเสริฐ, 2557) นอกจากนี้ครูยังมีความเข้าใจที่แตกต่างกันในเรื่องจุดมุ่งหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยพบว่าครูบางส่วนได้เจาะจงการนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาเฉพาะความรู้ความเข้าใจด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (วรกันยา แก้วกลม, พินิจ ขำวงษ์ และ จรรยา ดาสา, 2561) แต่อันที่จริงนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา สามารถใช้ในการส่งเสริมทักษะอื่น ๆ ได้เช่นกัน เช่น การแก้ปัญหา การทำงานเป็นทีม การคิดอย่างสร้างสรรค์ การสื่อสาร เป็นต้น (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556) อีกทั้งการจัดกิจกรรมสะเต็มมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องใช้วัสดุและอุปกรณ์จำนวนมาก ดังนั้นครูควรได้รับการสนับสนุนวัสดุไร้เคลือบเพื่อใช้ในกิจกรรมเพื่อลดค่าใช้จ่ายและครูควรจัดกิจกรรมนอกเวลาเรียนหรือเป็นกิจกรรมเสริมเนื่องจากต้องใช้เวลาในการจัดกิจกรรมค่อนข้างมาก (Kanadh, 2019)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาแตกต่างจากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นกระบวนการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการโดยได้ผลลัพธ์เป็นชิ้นงาน แต่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นกระบวนการค้นหาสาเหตุของปรากฏการณ์ธรรมชาติโดยได้ผลลัพธ์เป็นองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Han & Shim, 2019) เช่น ในการสอนเรื่องการทดสอบค่าความเป็นกรดและเบสของสาร หากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ นักเรียนจะทำการตรวจสอบค่าความเป็นกรดและเบสของสารโดยใช้กระดาษลิตมัส แต่ถ้าจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา นักเรียนจะต้องทำหน้าที่เป็นนักทดลองแบบวัสดุที่สามารถใช้ทดสอบค่าความเป็นกรดและเบสของสาร ผ่านกระบวนการออกแบบนวัตกรรมที่ซับซ้อนและผ่านการสืบค้นและประมวลข้อมูลเพื่อแก้ปัญหาเชิงประจักษ์



ภาพที่ 2.2 กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2564)

### 2.2.3 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา

สะเต็มศึกษาเป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการสร้างชุดทักษะ (Skill set) และสมรรถนะ (Competency) ของนักเรียนในการบูรณาการความรู้เพื่อนำไปปรับใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ในรูปแบบของผลิตภัณฑ์ กระบวนการ หรือแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม อีกทั้งสร้างการเปลี่ยนแปลงในเกิดขึ้นในตัวผู้เรียน เช่น ทักษะการคิด ตั้งคำถาม แก้ปัญหา หาข้อมูล และวิเคราะห์ข้อมูล โดยสะเต็มศึกษาจะเน้นการเรียนรู้แบบใช้ผลลัพธ์หรือสมรรถนะเป็นฐาน (Outcome/ Competency-based) จึงเป็นการพัฒนาทักษะการคิดเชิงตรรกะ การคิดเชิงสัญลักษณ์ และนามธรรมผ่านการเรียนคณิตศาสตร์ ทักษะการแก้ปัญหา ได้แก่ การตั้งสมมติฐาน การสืบค้นข้อมูล การออกแบบและทดลอง ผ่านการเรียนวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดเชิงวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่ การวิเคราะห์ระบบโดยแบ่งเป็นหน่วยย่อยและปฏิสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อยผ่านการทำโครงการ และใช้เทคโนโลยีในการหาแนวทางแก้ปัญหา (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559) จากการศึกษาของ Barış & Ecevit (2019) ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 11 คน ระยะเวลาเป็นเวลารวม 40 ชั่วโมง ตลอด 5 สัปดาห์ โดยจัดการเรียนรู้ผ่านการตั้งคำถามโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การกำหนดแนวทางปัญหา โดยใช้กระบวนการทางวิศวกรรม การพัฒนาแบบจำลอง การวิเคราะห์และตีความโดยใช้คณิตศาสตร์ การสร้างคำอธิบายโดยใช้แนวทางวิทยาศาสตร์ และการนำเสนอข้อมูล โดยผู้วิจัยใช้แบบบันทึกการสังเกต และ วิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content analysis) พบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตาม



แนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ให้กับนักเรียน ได้แก่ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม ทักษะชีวิตและการทำงาน ทักษะด้านสารสนเทศ รวมทั้งทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม

ในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากศึกษาของ นัสนรินทร์ ปือชา (2558) ที่จัดกิจกรรมสะเต็มในหัวข้อ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชดอกกับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 39 คน โดยใช้เวลา 18 ชั่วโมง มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุปัญหาเพื่อกำหนดขอบเขตของปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา การทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง การนำเสนอผลงานหรือชิ้นงาน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ในด้านทัศนคติหลังจากที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา จากการศึกษาของ Mullet, Kettler, & Sabatini (2017) ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยให้นักเรียนออกแบบแนวทางการแก้ปัญหาที่ครูกำหนดโดยบูรณาการองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี พบว่า นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนด้วยวิธีนี้ เนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการศึกษาโดยอาศัยความเพียรพยายาม และความเชื่อมั่นในตัวเอง นักเรียนถูกกระตุ้นทำให้รู้สึกกระตือรือร้นที่จะต้องทำงานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น และเรียนรู้มากขึ้น นักเรียนบางคนรู้สึกอยากพัฒนาความสามารถของตนเองที่บ้านมากขึ้น และรู้สึกสนใจในด้านคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ เพราะสามารถนำมาใช้ได้จริงและอยู่ในชีวิตประจำวัน ยิ่งไปกว่านั้นยังเป็นการท้าทายทางปัญญาและสนับสนุนความสามารถของตนทำให้เกิดการตอบสนองในการอภิปรายในชั้นเรียนผ่านการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ปลายเปิด และจากการศึกษาของ Saiying & Paula (2017) ที่จัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยให้นักเรียนมีความสามารถพิเศษนำความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาออกแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา พบว่า ปัจจัยที่สนับสนุนความสำเร็จในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา คือ การได้ศึกษาในสิ่งที่พวกเขาสนใจ มีความสนุก และได้ทำการค้นคว้าและสำรวจ

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ควรมีการจัดการหลักสูตรที่มีลักษณะเฉพาะตรงความต้องการ ความสนใจ และความสามารถของนักเรียน มีความยืดหยุ่นตามความต้องการของนักเรียน มีกิจกรรมที่ส่งเสริม

ศักยภาพและคุณธรรม เพื่อการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (วิไลลักษณ์ ลังกา, 2554)

## 2.3 การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานเป็นรูปแบบหนึ่งของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าเพื่อหาคำตอบของปัญหาหรือสิ่งที่ตนเองสนใจโดยการสืบค้นอย่าง ลุ่มลึก มักทำเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในห้องเรียน นักเรียนจะได้รับแรงจูงใจในการเรียน เพราะเป็นเรื่องที่ ตนเองสนใจโดยริเริ่มทำกิจกรรมเองภายใต้การสนับสนุนของครู เป็นการสอนที่เน้นเนื้อหา กระบวนการ และผลผลิต (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการเรียนรู้ คอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) โดยเชื่อว่าผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ผ่านการ ร่วมมือกัน (Collaborative activity) การแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในระหว่างการ อภิปรายนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางปัญญาของผู้เรียนแต่ละคน (Accommodation) ทำให้ ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่จากความรู้ และประสบการณ์ ที่ได้จากการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ (Active Learning) (Rahman, et al., 2018)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังเป็นการตอบสนองความต้องการ ของนักเรียนโดยตรง ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหา การร่วมกันทำงานอย่างเป็นระบบ การวางแผนคิดวิเคราะห์ส่งผลให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองและสามารถนำมาสรุปเป็นองค์ความรู้ของ ตนเองผ่านการทำโครงการโดยครูผู้สอนมีหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์ และสถานที่และบรรยากาศให้เอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ผ่านการทำโครงการของนักเรียน (พิมพ์ลักษณ์ โมรธา, 2561)

### 2.3.1 กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานมีดังต่อไปนี้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพะเยาว์ ยินดีสุข, 2559)

- 1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหาที่นักเรียนพบในชีวิตประจำวัน
- 2) กำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ปัญหา
- 3) วางแผนเพื่อแก้ปัญหาที่ต้งขึ้นมา แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอน

พิจารณา

4) ชั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหตามแผนการที่กำหนดไว้โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา

- 5) นักเรียนวิเคราะห์และสื่อความหมายของข้อมูล
- 6) สร้างความรู้ หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่
- 7) สะท้อนความคิด และขยายความรู้
- 8) ประเมินผลการทำงาน

การสอนแบบโครงงานเป็นฐานมีวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ (พรพรรณ ไวยางกูร, 2552, อ้างถึงใน วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

1) วิธีการอภิปราย ในระหว่างการทำโครงงานครูจะเป็นผู้แนะนำนักเรียน และให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นในกลุ่มย่อย

2) การศึกษานอกสถานที่ โดยครูพานักเรียนไปศึกษาแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งภายในและภายนอกโรงเรียนในประเด็นที่นักเรียนสนใจ เพื่อสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ในห้องเรียน

3) วิธีการนำเสนอประสบการณ์เดิม โดยให้นักเรียนทบทวนความรู้ที่เคยศึกษามาจากเรื่องที่ตนเองสนใจ

4) วิธีการสืบค้นโดยใช้การสอนแบบโครงงาน โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนค้นคว้าข้อมูลจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย เช่น สืบค้นข้อมูลจากห้องสมุด อินเทอร์เน็ต

5) วิธีการจัดแสดง เช่น การนำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน และอภิปรายผล

ดังนั้นการสอนแบบโครงงานเป็นฐานจึงแตกต่างจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาต้องอาศัยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมในการสร้างผลผลิตหรือนวัตกรรม

### 2.3.2 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานเป็นฐานหากนำมาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์จะยิ่งเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ นักเรียนจะต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ซับซ้อนขึ้น อีกทั้งยังได้ผลิตงานที่เป็นรูปธรรม และสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่นักเรียนได้ (พิมพลักษณ์ โมรา, 2561) นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานยังทำให้นักเรียนเป็นคนที่ใช้เหตุผลในการวิเคราะห์และตัดสินใจ การเลือกใช้แหล่งข้อมูลมีความรู้ทักษะที่ตนเองถนัด และสามารถแสดงออกผ่านการทำโครงงานรู้จักการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ เข้าใจปัญหาอย่างเชื่อมโยงเป็นระบบ มีความอดทน ทำงานเป็นทีม มีทักษะการสื่อสาร

รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น (น้ำฝน คูเจริญไพศาล, 2560) ยิ่งไปกว่านั้นการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจในศาสตร์ทั้ง 4 ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ อย่างลึกซึ้งยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสะเต็มกับการทำงานในอนาคต และส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาอย่างมีระบบโดยทักษะที่เกิดขึ้นจากการเรียนรู้จะติดตัวตลอดไป อีกทั้งยังมีความสามารถในการพัฒนานวัตกรรมต่อยอดผลงาน จากการศึกษาของ Wang, Huang & Hwang (2014) ที่จัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงการเป็นฐานในหลักสูตรคอมพิวเตอร์ กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์จำนวน 48 คน และนักเรียนปกติจำนวน 43 คน พบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์มีการแก้ปัญหาทัศนคติ และแรงจูงใจในการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนทั่วไป และนักเรียนทุกคนได้รับประโยชน์จากการเรียนรู้โดยวิธีการนี้ไม่ว่าจะเป็นนักเรียนปกติหรือนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานหากมีการบูรณาการกับสะเต็มศึกษาโดยการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ มาใช้ในการทำโครงการจะสามารถช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้และทักษะที่จำเป็น ทำให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่นและส่งเสริมแนวทางแสวงหาอาชีพ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเองตามความสนใจ ความถนัด และความสามารถ โดยนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหา ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนยังสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ศีกฤทธิ์ ศิลาลัย, 2560)

### 2.3.3 กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน

การเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานมีพื้นฐานมาจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) เป็นกระบวนการที่จัดการเรียนการสอนผ่านประสบการณ์จริง โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้อิสระกับนักเรียนในการใช้ความคิด เพื่อให้ นักเรียนพบปัญหาที่ตนเองสนใจนำไปสู่ภาวะการเสียมดุล ที่เกิดจากความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งจะ เป็นแรงจูงใจภายในตัวของนักเรียนส่งผลให้นักเรียนพยายามหาทางแก้ปัญหา เพื่อขจัดความขัดแย้งทางปัญญาให้หมดไป โดยอาศัยการร่วมมือของนักเรียน (Collaborative activity) ส่งเสริมให้นักเรียนสามารถพัฒนาการเรียนรู้ พัฒนาการร่วมมือกับผู้อื่น สร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงได้ด้วยตนเอง ช่วยพัฒนาความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน ส่งผลให้นักเรียนเปิดใจยอมรับความรู้ใหม่ ๆ (Admawati & Jumadi, 2018)

กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานแบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559)

- 1) การริเริ่มโครงงาน (Getting start) เป็นการระดมความคิดของนักเรียน และหาหัวข้อที่สนใจ และสามารถทำได้ โดยอาจเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่เรียน กำหนดปัญหาและสืบค้นข้อมูล
- 2) การพัฒนาโครงงาน (Developing project) นักเรียนมีการวางแผน เขียนแผนภาพความคิด โดยครูคอยอำนวยความสะดวกให้กับนักเรียนในการค้นคว้าหาความรู้
- 3) การนำเสนอโครงงาน โดยอธิบายโครงงานของตนเองให้เพื่อนร่วมชั้นได้ซักถามเกี่ยวกับโครงงานที่ทำ

การออกแบบกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานอย่างมีประสิทธิภาพมีกระบวนการ ดังนี้ (ศีกฤทธิ์ ศิลาลัย, 2560)

- 1) การสะท้อน เป็นการให้นักเรียนกำหนดปัญหา และกระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ที่มาของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้คำตอบกับสิ่งที่นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง
- 2) การวิจัย เป็นการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยผู้สอนคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในปัญหา และพัฒนาแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงกับโครงงาน
- 3) การค้นหา เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม โดยการใช้การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ และเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้
- 4) การประยุกต์ใช้ เป็นการสร้างแบบจำลองที่สามารถแก้ปัญหาได้ มีการทดสอบและพัฒนาแบบจำลอง ทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงกับองค์ความรู้ได้
- 5) การสื่อสาร เป็นการนำเสนอรูปแบบ และวิธีการแก้ปัญหาให้กับผู้อื่น เพื่อพัฒนาทักษะการสื่อสาร การเสนอแนะอย่างสร้างสรรค์

จากการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนดรุณสิกขาลัย (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) โดยมีกระบวนการในการจัดกิจกรรมได้แก่ 1) การคิด หรือ การออกแบบ (Thinking or Designing) โดยการให้นักเรียนวางแผนและออกแบบโครงงานสะเต็ม 2) การลงมือทำ (Making or Doing) โดยนักเรียนเป็นผู้ทำโครงงานสะเต็มด้วยตัวเองโดยมีครูเป็นที่ปรึกษา 3) การสะท้อนความคิด (Reflecting or Contemplating) เป็นกระบวนการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยมีขั้นตอนในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

- 1) หาความสนใจของผู้เรียน และจัดกลุ่มนักเรียนตามความสนใจ
- 2) ครูศึกษาองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่น่าสนใจหรือหาผู้เชี่ยวชาญเพื่อแนะนำความรู้ที่เกี่ยวข้องให้กับนักเรียน
- 3) ครูและนักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงาน พร้อมเขียนแผนภาพความคิด
- 4) นักเรียนหาข้อมูลเพื่อสร้างชิ้นงาน เช่น การปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งถือเป็นการเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ (Learning by doing)
- 5) นักเรียนสรุปความรู้ที่ได้จากกิจกรรมในรูปของแผนภาพความคิด
- 6) นักเรียนเตรียมการนำเสนอ และนำเสนอผลงาน
- 7) มีการประเมินผลงานโดยเพื่อน ครู ตนเอง ผู้ปกครอง โดยครูผู้สอนบันทึกพัฒนาการของนักเรียน

8) นักเรียนสามารถนำองค์ความรู้โดยครูที่ปรึกษาให้คำแนะนำไปต่อยอด

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ในระหว่างขั้นตอนของการออกแบบนวัตกรรมสามารถนำทฤษฎีหมวก 6 ใบ ของ Edward de Bono (1992) เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดการระดมความคิดอย่างหลากหลาย ซึ่งทฤษฎีหมวก 6 ใบเป็นวิธีการฝึกการคิดวิเคราะห์เป็นระบบ รอบคอบ และครอบคลุมรอบด้าน โดยใช้หมวกสีต่างกัน 6 สี เป็นตัวแทนของมุมมองในการคิด เพื่อให้มีทิศทางในการคิดแบบใดแบบหนึ่งได้อย่างเต็มที่ ไม่สับสนกับความคิดของตนเอง เนื่องจากต้องสวมหมวกทีละใบ ได้แก่

- |                  |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| 1) หมวกสีขาว     | หมายถึง การคิดผ่านข้อเท็จจริง         |
| 2) หมวกสีแดง     | หมายถึง การแสดงออกตามอารมณ์ความรู้สึก |
| 3) หมวกสีดำ      | หมายถึง การคิดเชิงลบ การปฏิเสธ        |
| 4) หมวกสีเหลือง  | หมายถึง การมองจุดเด่น ประโยชน์เชิงบวก |
| 5) หมวกสีเขียว   | หมายถึง การคิดนอกกรอบ                 |
| 6) หมวกสีน้ำเงิน | หมายถึง การคิดรวบยอด                  |

การใช้ทฤษฎีหมวก 6 ใบ เป็นกระบวนการจัดระเบียบความคิด เพื่อช่วยให้นักเรียนไม่เกิดความสับสนในการคิดวิเคราะห์ สภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา ผลกระทบ และแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีความคิดเห็นที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น กระตุ้นให้นักเรียนสามารถแสดงศักยภาพของตนเอง (วิลาวัลย์ ดุริยะประพันธ์, 2556) ผู้วิจัยจึงนำมาประยุกต์ใช้ในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนกระตือรือร้น และไม่รู้สึกลำบาก โดยนักเรียนแต่ละคนจะสมมุติว่าตนเองได้สวมหมวกทีละใบ โดยหมวกแต่ละใบจะเป็นตัวแทนของแต่ละบทบาท ดังนี้

- 1) หมวกสีขาว มีบทบาทในการนำเสนอข้อเท็จจริงต่าง ๆ โดยไม่แสดงความคิดเห็นส่วนตัว
- 2) หมวกสีแดง มีบทบาทในการแสดงอารมณ์ และความรู้สึก ที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ โดยสามารถบอกความรู้สึกของตนเองว่าชอบ หรือไม่ชอบ
- 3) หมวกสีดำ มีบทบาทในการนำเสนอจุดด้อย อุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นโดยมีเหตุผลประกอบ เพื่อให้การคิดวิเคราะห์มีความรอบคอบขึ้น
- 4) หมวกสีเหลือง มีบทบาทพูดถึงจุดเด่น ประโยชน์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นข้อมูลในเชิงบวก
- 5) หมวกสีเขียว มีบทบาทนำเสนอแนวทาง หรือความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ๆ เพื่อสร้างการเปลี่ยนแปลง หรือพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น
- 6) หมวกสีน้ำเงิน มีบทบาทควบคุมการอภิปรายในกลุ่ม และการจัดระเบียบการคิดของคนในกลุ่ม

การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนของการค้นหาสาเหตุของปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาอย่างละเอียด และครอบคลุมนั้น ครูสามารถใช้การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ ต้นไม้แห่งปัญหา (Problem tree) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์ที่นำไปสู่ปัญหามาปรับใช้ได้ โดยต้นไม้แห่งปัญหามีลักษณะเป็นแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสภาพปัญหา สาเหตุของปัญหา และผลกระทบของปัญหา โดยมีลักษณะเหมือนกับต้นไม้ โดยกำหนดให้ ลำต้น เปรียบเสมือน สภาพของปัญหา ราก เปรียบเสมือน สาเหตุของปัญหา โดยปัญหาหนึ่งอาจมีสาเหตุที่หลากหลาย และอาจมีสาเหตุย่อยเป็นจำนวนมากเปรียบเหมือนรากแขนง โดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์จนกว่าจะพบรากเหง้าของปัญหาที่ไม่สามารถหาคำตอบได้อีก และกิ่ง เปรียบเสมือนผลกระทบของปัญหาที่ตามมาโดยอาจมีผลกระทบต่อเนื่องที่ตามมาเปรียบเสมือนกิ่งสาขา โดยนักเรียนจะต้องวิเคราะห์จนกว่าจะไม่สามารถหาคำตอบได้อีก (Zimmermann, Joubert & Smit, 2008) การวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ ต้นไม้แห่งปัญหาส่งผลให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์ปัญหา แยกแยะสาเหตุของปัญหาออกเป็น ส่วน ๆ ได้ ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดลำดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุ ความเชื่อมโยงของแต่ละสาเหตุ ส่งผลให้เกิดความเข้าใจในปัญหามากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยระบุข้อมูล หรือปัจจัยที่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแก้ไขปัญหาย่างเหมาะสม รวมทั้งทำให้เกิดความเข้าใจร่วมกันภายในกลุ่มเพื่อให้เกิดการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ โดยการใช้ต้นไม้แห่งปัญหา เหมาะกับกลุ่มขนาด 6-8 คน โดยเขียนแผนภูมิใส่กระดาษในขณะที่ยังร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่ม (Odi, 2009) ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบการวิเคราะห์ปัญหาโดยใช้ ต้นไม้แห่งปัญหา มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการค้นหาสาเหตุของปัญหา เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์ต่อนักเรียนในการมองเห็นสาเหตุของ



ปัญหาหลายประเด็นที่อาจเป็นไปได้ รวมทั้งผลของปัญหาที่ตามมาเป็นวงกว้าง ช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ง่ายขึ้น เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่ต้นเหตุอย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ จึงจำเป็นต้องให้อิสระกับนักเรียนในการกำหนดปัญหาที่ตนเองสนใจเพื่อนำไปสู่การออกแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา โดยผู้วิจัยได้มีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้จับกลุ่มตามความสนใจในเรื่องที่คล้าย ๆ กันให้ได้อยู่กลุ่มเดียวกัน เพื่อเป็นการตอบสนองความต้องการของนักเรียน เนื่องจากเป็นสิ่งที่ตนเองสนใจ (วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา, 2559) โดยมีรูปแบบการจัดกิจกรรมดังนี้

- 1) อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- 2) การจัดกลุ่ม โดยให้นักเรียนนำเสนอความสนใจของตนเอง และจับกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน
- 3) การกำหนดปัญหา โดยให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อกำหนดปัญหาที่ตรงกับความสนใจของสมาชิกกลุ่ม
- 4) การค้นหาสาเหตุของปัญหา โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผ่านกิจกรรม Problem tree
- 5) การออกแบบนวัตกรรม โดยสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม และให้นักเรียนแต่ละคนได้มีบทบาทผ่านกิจกรรมหมวก 6 ใบ ของ Bono (1992)
- 6) การสร้างนวัตกรรม โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันสร้างนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้
- 7) การนำเสนอนวัตกรรม โดยนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปราย และให้ข้อเสนอแนะ
- 8) การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ความรู้สึกหลังการจัดกิจกรรมความรู้ หรือทักษะที่ได้จากกิจกรรม การนำความรู้ไปต่อยอด และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรม

#### 2.3.4 ประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

จากการศึกษาของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ธีระติกุล (2558) ที่นำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการ



สอนรูปแบบโครงการเป็นฐานโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาเรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จำนวน 7 แผน โดยนำกระบวนการทางวิศวกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบชิ้นงานผ่านใบกิจกรรม ตั้งแต่การระบุปัญหา การเก็บรวบรวมข้อมูล การออกแบบชิ้นงาน การทดลอง การประเมินและปรับปรุง พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาในรายวิชาเคมี มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ นอกจากนี้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานยังช่วยให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการเรียนเพราะสามารถนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้ (คึกฤทธิ์ ศิลาฉาย, 2560) ยิ่งไปกว่านั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานจะช่วยกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความสามารถของตนเองอย่างเต็มศักยภาพในการแสดงความคิดเห็นและนำความรู้ที่มีมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงการ (น้ำฝน คุณเจริญไพศาล, 2560)

งานวิจัยในครั้งนี้มีพื้นฐานจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ที่จัดกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการร่วมมือกันทำโครงการของนักเรียนในการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง (Admawati & Jumadi, 2018) โดยออกแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ที่จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้กำหนดปัญหา ค้นหาสาเหตุของปัญหา วิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผ่านกิจกรรม Problem tree ออกแบบและสร้างนวัตกรรมผ่านกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม โดยให้นักเรียนแต่ละคนได้มีบทบาทผ่านกิจกรรมหมวก 6 ใบ ของ De Bono (1992) พร้อมทั้งนำเสนอนวัตกรรม และสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งการจัดกิจกรรมนี้มีความเหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษในรูปแบบของการใช้แผนกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) ผ่านการทำโครงการสะเต็มที่มีลักษณะยืดหยุ่นตามความต้องการของนักเรียน เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ตอบสนองต่อความสนใจ และความสามารถของนักเรียน

## 2.4 ทักษะคิด

ทักษะคิด คือ ความรู้สึก หรือความเชื่อ ที่เกิดจากการรับรู้ของแต่ละคน และส่งผลต่อพฤติกรรมที่จะแสดงต่อเป้าหมายของทักษะนั้น (รุ่งนภา เตรียมอาย, 2552) ทักษะคิดเกิดจากการเรียนรู้และประสบการณ์และยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากการพบประสบการณ์ใหม่ (พัชรารินทร์

เรื่อนโต, 2560) นอกจากนี้ทัศนคติยังเป็นผลมาจากแรงผลักดันภายใน เช่น แรงจูงใจ โดยทัศนคติเกิดจากการประเมินของบุคคลนั้นจากความคิดหรือความเชื่อที่ส่งผลต่ออารมณ์ ความรู้สึกชอบ หรือไม่ชอบ (Ajzen, 1991) ดังนั้นเราจึงสามารถสร้างทัศนคติให้บุคคลในทางบวกหรือทางลบได้ ทัศนคติจึงส่งผลต่อความคิดเห็นที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ (พิศมัย เสรีขจรกิจเจริญ และ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2561) เนื่องจากทัศนคติส่งผลต่อการแสดงอารมณ์ของบุคคลนั้น ๆ และทัศนคติจะแสดงออกทางความรู้สึกที่เฉพาะเจาะจงต่อสิ่งเร้า ไม่ว่าจะเป็น บุคคล วัตถุ กระบวนการ เป็นต้น โดยทัศนคติจะนำไปสู่ลักษณะนิสัยของบุคคลนั้น ๆ (Sherif and Sherif, 1956 อ้างถึงใน รุ่งนภา เตรียมอ้าย, 2552) ยิ่งไปกว่านั้นทัศนคติยังเป็นตัวกำหนดชีวิต และความสัมพันธ์กับผู้อื่น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงต้องสร้างทัศนคติที่ดีต่อการเรียนให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียน เพราะทัศนคติที่ดีจะช่วยให้เด็กเรียนมีมุมมองเชิงบวก ทำให้นักเรียนแสดงความสามารถได้อย่างเต็มศักยภาพ อีกทั้งสามารถมองปัญหาที่เผชิญเป็นโอกาสในการพัฒนาได้ ดังนั้นทัศนคติที่ดีต่อการเรียนจึงส่งผลต่อความสำเร็จในการเรียนได้มากกว่าปัจจัยอื่น (วีระ สถิตถาวร, 2546)

#### 2.4.1 องค์ประกอบของทัศนคติ

การที่บุคคลมีทัศนคติต่อสิ่งต่าง ๆ แตกต่างกันเนื่องมาจากความรู้ ความเข้าใจ ประสบการณ์ และการเรียนรู้ ส่งผลให้เกิดความรู้สึกทางด้านบวกและด้านลบ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 3 องค์ประกอบ ดังนี้ (Zimbardo & Ebbesen, 1970)

1) ด้านความรู้ (The cognitive component) เป็นความเชื่อเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ โดยบุคคลที่มีความรู้ ความเข้าใจกับสิ่งใดก็มักจะมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น

2) ด้านความรู้สึก (The affective component) เป็นอารมณ์ของบุคคลหนึ่งต่อสิ่งต่าง ๆ โดยขึ้นอยู่กับค่านิยมและความเชื่อของบุคคลนั้น หากมีความรู้สึกชอบหรือรู้สึกดีกับสิ่งใดก็มีแนวโน้มที่จะมีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งนั้น

3) ด้านพฤติกรรม (The behavioral component) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกมาตอบสนองต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยการตอบสนองเป็นผลมาจากความรู้ ความคิด และความรู้สึก

#### 2.4.2 การเปลี่ยนแปลงทัศนคติ

Mcguire (1965) กล่าวถึงแนวทางการเปลี่ยนแปลงทัศนคติโดยใช้อิทธิพลทางสังคม เนื่องจากบุคคลจะนำข้อมูลที่ได้รับจากผู้อื่นในสังคมมาพัฒนาทัศนคติของตนเองแบ่ง การใช้บุคคลอื่นในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) กลุ่มอ้างอิง (Reference group) คือ การที่บุคคลใช้กลุ่มบุคคลอื่นในการอ้างอิง เพื่อใช้อ้างอิงมาตรฐานสำหรับการประเมินความถูกต้องของทัศนคติตนเองหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งมักจะเป็นกลุ่มคนส่วนใหญ่ เช่น เพื่อนร่วมชั้น

2) บุคคลอ้างอิง (Reference individuals) คือ บุคคลที่ถูกใช้เป็นมาตรฐาน บุคคลอ้างอิงมักมีอิทธิพลต่อความคิด ทัศนคติ และพฤติกรรม โดยเกิดขึ้นผ่านกระบวนการเลียนแบบ (Identification) เช่น เพื่อนในกลุ่มที่ทำโครงการสะสมแต้ม

นอกจากนี้ Mcguire (1965) ยังกล่าวถึงกระบวนการเปลี่ยนแปลงทัศนคติโดยใช้อิทธิพลทางสังคม (Social influence) เพื่อเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ผ่านกระบวนการสื่อสาร ประกอบด้วย 4 ประการ ดังนี้

1) ผู้ส่งสาร (Source) โดยลักษณะบุคลิกภาพ ความน่าเชื่อถือของผู้ส่งสารจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ ประกอบด้วยปัจจัย 2 ประการ คือ ความเชี่ยวชาญ (Expertness) ความน่าไว้วางใจ (Trustworthiness)

2) สาร (Message) โดยลักษณะของสารจะส่งผลต่อความน่าเชื่อถือ ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา ความชัดเจนของเนื้อหา ความกระชับของเนื้อหา และการลำดับของเนื้อหา

3) สื่อ (Channel) คือ ช่องทางการสื่อสาร โดยการเลือกประเภทและชนิดของสื่อที่ใช้ควรมีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้รับสาร

4) ผู้รับสาร (Receiver) โดยองค์ประกอบที่ช่วยให้เกิดแรงจูงใจของผู้รับสาร ได้แก่ ทัศนคติ ความเชื่อ สติปัญญา เป็นต้น

กระบวนการสื่อสารทั้ง 4 ประการจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของผู้รับสาร โดยผู้รับสารจะเกิดการเปลี่ยนแปลงตามลำดับขั้น ดังนี้

- 1) ความสนใจ (Attention)
- 2) ความเข้าใจ (Comprehension)
- 3) การยอมรับสาร (Yielding)
- 4) การจดจำสาร (Retention)
- 5) การกระทำ (Action)

การออกแบบกระบวนการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานมุ่งเน้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ร่วมกันสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกันกับเพื่อนภายในชั้นเรียน เช่น ความรู้สึกหลังการจัดกิจกรรม ความรู้ หรือทักษะที่ได้รับจากการ

ทำกิจกรรม การนำความรู้ไปต่อยอดการเรียนรู้ในหัวข้ออื่น ๆ การเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการทำโครงการสะสม และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรม การออกแบบกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดกว้างต่อการแลกเปลี่ยนประสบการณ์และความคิดเห็นสอดคล้องกับแนวคิดการเปลี่ยนแปลงทัศนคติโดยใช้อิทธิพลทางสังคม ได้แก่ กลุ่มอ้างอิง (Reference group) คือ เพื่อนร่วมชั้นเรียน และ บุคคลอ้างอิง (Reference individuals) คือ เพื่อนในกลุ่มที่ทำโครงการสะสม ผ่านกระบวนการสื่อสารซึ่งเป็นกลไกหนึ่งในการเปลี่ยนแปลงทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Mcguire, 1965)

### 2.4.3 การวัดทัศนคติ

การวัดทัศนคติ โดยแบ่งเป็น 3 ด้านตามองค์ประกอบของทัศนคติ ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม (Zimbardo & Ebbesen, 1970) การวัดทัศนคติเป็นการวัดภาวะโน้มน้าวใจจากการแสดงออกมีลักษณะเป็นอัตนัย ผู้วัดสามารถวัดทัศนคติจากคำพูด แต่บางครั้งผู้ถูกวัดอาจไม่ให้ข้อเท็จจริง เนื่องจากผ่านการไตร่ตรองถึงความเหมาะสมของคำตอบ เพื่อให้ได้รับการยอมรับทางสังคม จึงยังไม่มีวิธีการวัดทัศนคติโดยตรงเพื่อให้ได้ข้อมูลอย่างชัดเจน นอกจากการบันทึกคำพูด และหาความสัมพันธ์ระหว่างคำพูดกับทัศนคติเพื่อคาดการณ์ทัศนคติโดยผู้ทำการวัด การวัดทัศนคติมีวิธีการต่าง ๆ ดังนี้ (สุระ ประวันทา, 2556)

- 1) การสังเกตจากพฤติกรรม มาจากการที่บุคคลแสดงออก แต่อาจไม่สะท้อนทัศนคติที่แท้จริง
- 2) การรายงานด้วยคำพูด จากการสัมภาษณ์ หรือแบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นปรนัย
- 3) การแปลความ เป็นวิธีการที่สามารถวัดทัศนคติของบุคคลโดยที่ผู้ถูกถามจะต้องไม่รู้วัตถุประสงค์ของผู้ทำการศึกษา ไม่หวาดระแวงในขณะที่ตอบคำถาม ไม่จำกัดเวลาในการตอบ และขอบเขตของคำตอบ

นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาเครื่องมือวัดทัศนคติมีลักษณะเป็นแบบสอบถาม เนื่องจากสามารถนำมาใช้วัดเกี่ยวกับทัศนคติ อารมณ์ ความรู้สึก หรือความสนใจ เนื่องจากการสัมภาษณ์โดยตรงอาจส่งผลให้ผู้ตอบปิดบังคำตอบ (รัตนาศิริพานิช, 2533) ดังนั้นการใช้แบบสอบถามจึงช่วยกระตุ้นให้ผู้ตอบสามารถตอบได้ง่ายขึ้น โดยเป็นการตอบคำถามในเชิงปริมาณผ่านการตอบแบบสอบถามแบบเลือกตอบ (Likert scale) 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วยไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง เพื่อให้ผู้ตอบแยกแยะได้ง่าย และมีค่ากลางทำให้ผู้ตอบที่

ยังไม่มั่นใจในคำตอบสามารถเลือกตอบได้ ภาษาที่ใช้ในแบบสอบถามต้องเป็นภาษาที่เข้าใจง่าย มีความชัดเจน ข้อคำถามควรเป็นเหตุการณ์ที่ผ่านมาไม่นาน และมีข้อคำถามเพื่อตรวจสอบความสอดคล้อง หรือขัดแย้งของคำตอบ โดยวิเคราะห์ผลจากน้ำหนักคะแนนเฉลี่ย (Weight mean score) (เพ็ญแข ลากยิ่ง, 2555)

จากการศึกษาของ พัชรารินทร์ เรือนโต (2560) ที่วัดทัศนคติของผู้เรียนต่อวิชาชีววิทยาโดยใช้ชุดทดสอบทัศนคติ ประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป และคำถามประเมินชนิดมาตรวัดแบบเลือกตอบ (Likert scale) เพื่อประเมินทัศนคติเป็นค่าเชิงปริมาณแบ่งระดับทัศนคติเป็น 5 ระดับ โดยคำถามมีทั้งหมด 31 โดยแบ่งหัวข้อสอบถามทัศนคติเป็น 7 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการนำความรู้ทางชีววิทยาไปใช้ในชีวิตประจำวัน การเรียนอย่างมีความสุข การแก้ปัญหาอย่างมีเหตุผล การวิเคราะห์สังเคราะห์ การประยุกต์ใช้ความรู้ทางชีววิทยา ความพยายาม และการเชื่อมโยงความรู้ความเข้าใจ โดยนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยทัศนคติในแต่ละด้านและแปลผลตามช่วงคะแนนเป็นระดับทัศนคติได้แก่ ดีมาก ดี ปานกลาง ต่ำ ต่ำมาก พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อตนเอง และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ได้จะส่งผลต่อทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Tseng, Chang, Lou & Chen (2013) ที่วัดทัศนคติของนักศึกษาด้านวิศวกรรมจากสถาบันเทคโนโลยีในไต้หวันจำนวน 5 สถาบันที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นเวลา 5 สัปดาห์ ในหัวข้อรถไฟฟ้านอกประเทศ โดยนักศึกษาต้องใช้ความรู้ที่เคยได้เรียนมาแล้วในสมัยมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้แก่ เรื่อง พลังงาน พลศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์ จลนศาสตร์ ไฟฟ้า เป็นต้น มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบสอบถามชนิดมาตรวัดแบบไลเคิร์ต 5 ระดับ และใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติทดสอบที่ ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อวิชาวิศวกรรมมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญโดยนักเรียนส่วนใหญ่วรรณถึงถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา รวมทั้งเห็นถึงประโยชน์ของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปประกอบอาชีพในอนาคตได้เนื่องจากเทคโนโลยีจะช่วยพัฒนาวิถีชีวิตและสภาพสังคม ทำให้การใช้ชีวิตสะดวกมากยิ่งขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้และมีอิทธิพลต่อทัศนคติของนักเรียนในการแสวงหาอาชีพในอนาคต

งานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม ซึ่งทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มเป็นความรู้สึก หรือความเชื่อที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบ

โครงการเป็นฐาน ที่เกิดจากการเรียนรู้ และประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน โดยส่งผลกระทบต่อ การแสดงออกของพฤติกรรม เช่น การมีส่วนร่วมในการทำโครงการ ความพยายามและอดทน ความมุ่งมั่น ในการทำโครงการ (รุ่งนภา เตรียมอายุ, 2552) โดยผู้วิจัยออกแบบกระบวนการเปลี่ยนแปลงทัศนคติ โดยผ่านกระบวนการสื่อสาร เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนภายในกลุ่มที่ทำ โครงการสะสมเต็ม และเพื่อนร่วมชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนจะนำข้อมูลที่ได้รับจากเพื่อนมาใช้ในการ เปลี่ยนแปลงทัศนคติของตนเองซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และวัดทัศนคติด้ว การเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็มโดยใช้แบบสอบถามทัศนคติ และแบบสัมภาษณ์แบบ เจาะลึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามอันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรต้นมีการเก็บข้อมูลโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นอาจไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่าเป็นผลมาจากการทดลองเพียงอย่างเดียวเนื่องจากการทดลองนี้ไม่มีการเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมทำให้อาจมีตัวแปรแทรกซ้อนจากประสบการณ์อื่นของกลุ่มตัวอย่าง (Buedo, 2018) การวิจัยในครั้งนี้มีการเก็บข้อมูลทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพทั้งก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อเสริมความสมบูรณ์ของข้อมูล และเพิ่มน้ำหนักในการอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปร (สมโภชน์ อเนกสุข, 2564)

ในบทนี้ผู้วิจัยได้อธิบายระเบียบวิธีวิจัย การดำเนินการวิจัยและเก็บข้อมูล โดยเริ่มตั้งแต่ระเบียบวิธีวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย กระบวนการการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้อธิบายกระบวนการการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงคุณภาพ และการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

#### 3.1 ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยแบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental research) มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ค้นหาความจริง หลักการ หรือองค์ความรู้ ผ่านวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามที่เป็นผลอันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรต้น วิธีวิจัยแบบแผนการทดลองขั้นต้นนี้มีการเก็บ



ข้อมูลโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อน และทดสอบหลังการทดลอง เพื่อสรุปความจริงที่ค้นพบ และนำไปใช้อธิบายพฤติกรรมต่าง ๆ ในเชิงเหตุผลได้อย่างชัดเจน งานวิจัยเชิงทดลองยังสามารถนำไปสู่การพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้แบบแผนการทดลองมีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว โดยการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 1 ครั้ง (X) มีการเก็บข้อมูลก่อน และหลังการทดลอง ( $O_1$  และ  $O_2$ ) ทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ การเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณผู้วิจัยใช้แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที่ ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired sample  $t$ -test) กับนักเรียนจำนวน 36 คน และการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับอาสาสมัครนักเรียนสมาชิกชุมนุม GIFTED จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นผู้ยินดีให้สัมภาษณ์โดยผู้วิจัย และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อเพิ่มน้ำหนักในการอธิบายความสัมพันธ์เชิงเหตุผลและเปรียบเทียบความแตกต่างของทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม ก่อนและหลังจากนักเรียนได้ร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

### 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย : แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 7 แผน โดยจัดกิจกรรมรวม 3 วัน ระหว่างวันที่ 17-19 มีนาคม พ.ศ. 2564 ใช้ระยะเวลาจัดกิจกรรมรวมทั้งสิ้น 8 ชั่วโมง 20 นาที โดยการออกแบบแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีพื้นฐานมาจากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Social constructivism) ซึ่งออกแบบกระบวนการเรียนรู้ผ่านประสบการณ์จริง โดยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ให้อิสระกับนักเรียนในการใช้ความคิด เปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายร่วมกันเพื่อให้นักเรียนพบปัญหา มีการบูรณาการองค์ความรู้เพื่อหาแนวทางแก้ปัญหา ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม โดยเน้นให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดขั้นสูง ทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ และการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ส่งเสริมให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านการเรียนรู้ การร่วมมือกับผู้อื่น การสร้างองค์ความรู้จากการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง และการกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็น (ภาคผนวก ก)

#### 3.2.1 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

1) ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ นิยามและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ คุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ การเสาะหาและ

การคัดเลือกนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ และการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ กระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการเปลี่ยนแปลงทัศนคติทัศนคติ

2) ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 7 แผน เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละคาบเรียนโดยแต่ละแผนมีหัวข้อ ดังนี้

แผนที่ 1. แนะนำกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และกระบวนการดำเนินการวิจัย (50 นาที)

แผนที่ 2. การกำหนดปัญหาตามความสนใจของนักเรียน และจับกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน (50 นาที)

แผนที่ 3. การค้นหาสาเหตุของปัญหา โดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาผ่านกิจกรรม Problem tree (50 นาที)

แผนที่ 4. การออกแบบนวัตกรรม โดยสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และให้นักเรียนแต่ละคนได้มีบทบาทผ่านกิจกรรมหมวก 6 ใบ (100 นาที)

แผนที่ 5. การสร้างนวัตกรรม โดยให้นักเรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันสร้างนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้ (100 นาที)

แผนที่ 6. การนำเสนอนวัตกรรม โดยนักเรียนทุกกลุ่มร่วมกันอภิปรายและให้ข้อเสนอแนะ (100 นาที)

แผนที่ 7. การสะท้อนผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เช่น ความรู้สึกลหลังการจัดกิจกรรม ความรู้ หรือทักษะที่ได้จากกิจกรรม การนำความรู้ไปต่อยอด และข้อเสนอแนะเกี่ยวกับกิจกรรม (50 นาที)

3) นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เสนอแก่ผู้ทรงคุณวุฒิ (ภาคผนวก ข) เพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทุกแผนมีดัชนี IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป (ภาคผนวก ค)

4) ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.1

## ตารางที่ 3.1

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

กิจกรรมการเรียนรู้	กิจกรรมเดิม	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	กิจกรรมที่ปรับปรุง
1	การกำหนดปัญหา	ระบุคำถามที่ใช้ในการอภิปราย	เพิ่มคำถามที่ใช้ในการอภิปราย
2	การค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	ควรเขียนจุดประสงค์ให้ชัดเจน	เพิ่มจุดประสงค์
3	การออกแบบการทำโครงงาน	นำเรื่อง pm2.5 มาวิเคราะห์เชื่อมโยงกับทฤษฎี	นำเรื่อง pm2.5 มาใช้ในกิจกรรมเพื่อให้ให้นักเรียนวิเคราะห์เชื่อมโยงกับทฤษฎี
4	การสร้างแบบจำลอง	อธิบายการกระตุ้นนักเรียนในการทำกิจกรรม	เพิ่มกระบวนการกระตุ้นนักเรียนในการร่วมทำกิจกรรม
5	การทดสอบแบบจำลอง	กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและสร้างนวัตกรรม	เพิ่มกระบวนการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและสร้างนวัตกรรม
6	การพัฒนาแบบจำลอง	ควรระบุเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรม	ระบุเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรม
7	นำเสนอผลการทำโครงงาน	ควรเพิ่มคำถามที่ใช้ในการประเมินการนำเสนอ	เพิ่มคำถามที่ใช้ในการประเมินการนำเสนอ

### 3.3 การดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงปริมาณ

#### 3.3.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา คือ สมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ ซึ่งเป็นโรงเรียนประเภทสหศึกษาระดับมัธยมศึกษาขนาดใหญ่พิเศษของกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงาน

คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยทางโรงเรียนได้จัดให้มีห้องเรียนพิเศษ วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์โดยใช้หลักสูตรและการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 พร้อมทั้งจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง ส่งเสริมการพัฒนาทักษะการคิดในระดับสูง จำนวน 36 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยช่วงที่มีการทำวิจัยนั้นประเทศไทยกำลังอยู่ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ส่งผลให้ทางโรงเรียนมีนโยบายในการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคู่ จำนวน 18 คน และกลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคี่ จำนวน 18 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะสลับกันมาเรียนที่โรงเรียนเป็นรายสัปดาห์ นักเรียนที่เรียนออนไลน์จะเรียนผ่านโปรแกรม Microsoft Team จากที่บ้าน เพื่อลดความแออัดของนักเรียนในห้องเรียน โดยนักเรียนทุกคนได้รับทราบว่าการเข้าร่วมงานวิจัยในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน

### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

แบบสอบถามเกี่ยวกับทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของนักเรียนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ของทัศนคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม โดยมีลักษณะเป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ จาก 1 ถึง 5 (ภาคผนวก ง)

### 3.3.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

- 1) ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- 2) สร้างคำถามให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญตามตัวบ่งชี้ของทัศนคติ และนำข้อคำถามเสนอแก่อาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อพิจารณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ
- 3) นำข้อคำถามที่พัฒนามาเรียบเรียงให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพบว่า ข้อคำถามที่มีดัชนี IOC มาก 0.50 ขึ้นไป จำนวน 19 ข้อ และข้อคำถามที่มีดัชนี IOC ต่ำกว่า 0.50 จำนวน 5 ข้อ (ภาคผนวก จ)
- 4) ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.2

## ตารางที่ 3.2

ข้อคำถามในแบบสอบถามที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้าน	ข้อที่	ข้อคำถามเดิม	ข้อเสนอแนะ	
			จาก	ข้อคำถามที่ปรับปรุง
			ผู้ทรงคุณวุฒิ	
ความรู้	6	การเรียนโครงการสะสมเป็น การเรียนที่ไม่ก่อให้เกิด ประโยชน์	ปรับคำถาม	กิจกรรมโครงการสะสม เป็นการเรียนที่เปล่า ประโยชน์
	8	โครงการสะสมทำให้นักเรียน สามารถนำความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้	ปรับคำถาม	โครงการสะสมทำให้นักเรียน ได้ฝึกประยุกต์ใช้ ความรู้ในวิชาต่าง ๆ มา บูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้
	16	นักเรียนอยากทำโครงการสะสม อีกกี่ครั้ง	ปรับคำถาม	นักเรียนอยากจะทำ โครงการสะสมอีกกี่ครั้ง
พฤติกรรม	17	นักเรียนอยากชวนเพื่อนคนอื่น มาเรียนรู้การทำโครงการสะสม	ปรับคำถาม	นักเรียนอยากชวนเพื่อนคน อื่นมาเรียนรู้การร่วม กิจกรรมโครงการสะสม หรือเล่ากิจกรรมโครงการ สะสมให้เพื่อนฟัง
	18	โครงการสะสมเปิดโอกาสให้ นักเรียนได้แสดงศักยภาพของ ตนเอง	เปลี่ยนเป็น ด้านความรู้	ย้ายข้อคำถามไปอยู่ในด้าน ความรู้
	19	การทำโครงการสะสมเป็นการ เพิ่มภาระงานที่ไม่จำเป็น	เปลี่ยนเป็น ด้านความรู้	ย้ายข้อคำถามไปอยู่ในด้าน ความรู้
	21	กระบวนการของการทำ โครงการสะสมไม่เหมาะสมต่อ การสร้างนวัตกรรม	เปลี่ยนเป็น ด้านความรู้	ย้ายข้อคำถามไปอยู่ในด้าน ความรู้

### 3.3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการเก็บข้อมูลตามมีขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นเตรียมตัวก่อนการดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยจัดเตรียมแบบสอบถามทัศนคติ และติดต่อประสานงานกับนักเรียนและผู้ปกครอง เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form) (ภาคผนวก ฉ)

2) ขั้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้แบบสอบถามทัศนคติ

### 3.3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยนำข้อมูลจากแบบสอบถามทัศนคติ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 72 ฉบับ นำไปวิเคราะห์ข้อมูลโดยเปรียบเทียบคะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม โดยใช้สถิติทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired sample *t*-test) โดยใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชัน 17

## 3.4 การดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผู้วิจัยการดำเนินการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพโดยใช้การสัมภาษณ์แบบเชิงลึก (In-depth interview) เพื่อสอบถามข้อมูลและความคิดเห็นอย่างละเอียด โดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structure interview) เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์สามารถตอบคำถามได้ครอบคลุมประเด็นผ่านการตั้งคำถามกว้าง ๆ (ณัฐวิภา วิบูลย์ศรีสัจจะ และ ฐาศุภร์ จันประเสริฐ, 2561) โดยพยายามโยนเข้าหาประเด็นที่ต้องการสัมภาษณ์โดยไม่ทำให้ผู้ถูกสัมภาษณ์เกิดความไม่สบายใจ (สุภางค์ จันทวานิช, 2551) และใช้เครื่องมือ คือ แบบบันทึก เพื่อใช้ในการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับทัศนคติ (สุปรีย์ส กัญจนพิศศาล, 2560) การวิเคราะห์เชิงคุณภาพใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) เพื่อหาลักษณะร่วมของข้อมูลเหล่านั้น เนื่องจากผู้วิจัยไม่มีข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า (ลือชา ลดาชาติ, 2558) โดยผู้วิจัยจะใช้การตีความสร้างข้อสรุปจากข้อมูลที่ปรากฏในหลายเหตุการณ์เป็นสมมติฐานชั่วคราว (Working hypothesis) และมีการตรวจสอบสมมติฐาน เมื่อสมมติฐานได้รับการยืนยันแล้วจึงจะเป็นข้อสรุปเชิงนามธรรมและนำไปสู่การตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้ (สุภางค์ จันทวานิช, 2551)

### 3.4.1 กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ สมาชิกชุมชน GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนโครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 12 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) และเป็นผู้ยินดีให้สัมภาษณ์ สัมภาษณ์โดยผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอน ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์โดยตรงจากนักเรียน (Face to face interview) จำนวน 2 ครั้งต่อคน ได้แก่ ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยผู้วิจัยสัมภาษณ์นักเรียนครั้งละ 1 คน โดยใช้เวลาครั้งละ 20-30 นาที ซึ่งนักเรียนยินยอมให้ผู้วิจัยบันทึกเสียง และทราบว่า การเข้าร่วมการสัมภาษณ์ในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการตัดสินผลการเรียนของนักเรียน

### 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

- 1) แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ภาคผนวก ข) จำนวน 3 ข้อ
- 2) แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ภาคผนวก ข) จำนวน 4 ข้อ

### 3.4.3 ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

- 1) ศึกษาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสัมภาษณ์ เพื่อให้ผู้ถูกสัมภาษณ์สามารถตอบคำถามได้ครอบคลุมประเด็นผ่านการตั้งคำถามกว้าง ๆ
- 2) สร้างเครื่องมือให้ครอบคลุมประเด็นสำคัญโดยมีข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ของทัศนคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ ด้านความรู้สึก และด้านพฤติกรรม
- 3) นำแบบสัมภาษณ์ที่พัฒนามาเรียบเรียงให้ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยผลจากการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 3 ท่านพบว่าข้อคำถามทุกข้อมีดัชนี IOC มากกว่า 0.50 ขึ้นไป (ภาคผนวก ฉ)
- 4) ดำเนินการแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 3.3



## ตารางที่ 3.3

ข้อความถามในแบบสัมภาษณ์ที่ได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมจากคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

ด้าน	ข้อที่	ข้อความถามเดิม	ข้อเสนอแนะ	
			จาก	ข้อความถามที่ปรับปรุง
ความรู้	1	เมื่อเทียบกับก่อนการทำ โครงการ STEM นักเรียนคิด ว่าตนเองได้ความรู้หรือ พัฒนาด้านใดบ้าง อย่างไร	ผู้ทรงคุณวุฒิ	หลังเข้าร่วมกิจกรรม
		ปรับคำถาม		โครงการสะเต็มนักเรียนคิด ว่าตนเองได้ความรู้หรือ พัฒนาด้านใดบ้าง อย่างไร
ความรู้สึก	2	นักเรียนรู้สึกอย่างไร หลังจากที่ทำโครงการ STEM เพราะเหตุใด	ปรับคำถาม	นักเรียนรู้สึกอย่างไร หลังจากร่วมกิจกรรม โครงการสะเต็ม เกิดขึ้น ในช่วงเวลาใดของกิจกรรม อะไรเป็นสาเหตุให้รู้สึก ดังกล่าว
		นักเรียนมีความคิดเห็น อย่างไรเกี่ยวกับการทำ โครงการสะเต็มไปปรับใช้ใน อนาคตของนักเรียน เพราะ เหตุใด		นักเรียนจะนำประสบการณ์ ที่ได้จากการร่วมกิจกรรม โครงการ สะเต็มไปปรับใช้ ในอนาคตของนักเรียนได้ อย่างไร เพราะเหตุใด

#### 3.4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

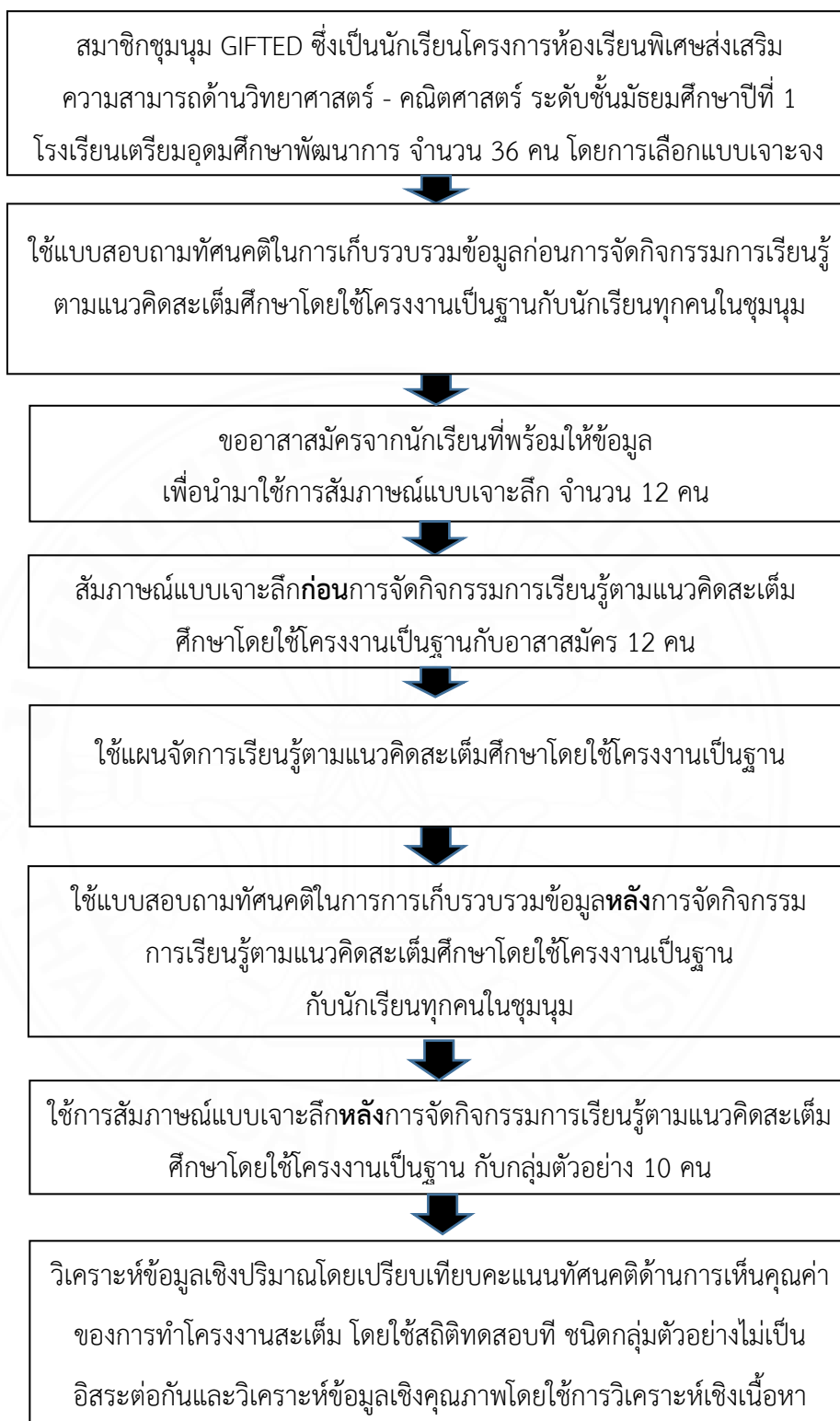
ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลตามมีขั้นตอนดังนี้

1) ขั้นตอนเตรียมตัวก่อนการดำเนินการเก็บข้อมูล ผู้วิจัยติดต่อประสานงานกับนักเรียนและผู้ปกครอง เพื่อขออนุญาตดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form) (ภาคผนวก ฉ) และจัดเตรียมวัสดุ อุปกรณ์ ได้แก่ แบบบันทึกเครื่องบันทึกเสียง

2) ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยก่อนการสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะสนทนาร่วมสร้างความคุ้นเคย และชี้แจงวัตถุประสงค์ของการสัมภาษณ์ และขออนุญาตใช้เครื่องบันทึกเสียงในขณะสัมภาษณ์ โดยใช้เครื่องมือคือ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง (Semi-structure interview form) เพื่อเก็บข้อมูลในระหว่างการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกในขณะสัมภาษณ์ผู้วิจัยใช้วิธีพูดคุยอย่างต่อเนื่องโดยอาจไม่เป็นไปตามลำดับของข้อคำถามในแบบสัมภาษณ์ หลังจากสัมภาษณ์ผู้วิจัยจะบันทึกข้อมูลในแบบบันทึกเพื่อจดยละเอียดเกี่ยวกับสิ่งที่ได้บันทึกขณะสัมภาษณ์ รวมทั้งปฏิกิริยาของผู้ให้สัมภาษณ์ เพื่อนำไปสู่การตีความค่านิยมของผู้ให้สัมภาษณ์ และเรื่องราวที่สัมพันธ์กัน (ภาคผนวก ก)

### 3.4.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกก่อนและหลังการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) ซึ่งเป็นกระบวนการจัดหมวดหมู่และวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพให้ได้ผลการวิจัยที่มีคุณภาพ และน่าเชื่อถือ ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 ส่วน ได้แก่ 1) ความถูกต้องและน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์ 2) องค์กรความรู้ของผู้วิจัยในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย และ 3) การวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับขั้นตอน ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้ 1) จัดเตรียมข้อมูล 2) กำหนดประเด็นวิเคราะห์ 3) การเข้ารหัสและจัดหมวดหมู่ และ 4) การวิเคราะห์และนำเสนอผลการวิจัย (วัชรินทร์ อินทพรหม, 2562)



ภาพที่ 3.1 วิธีการเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูลได้แก่ แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม และแบบสัมภาษณ์ด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม กลุ่มเป้าหมายเป็นสมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษ (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 36 คน โดยใช้การเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) ผู้วิจัยเลือกใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามอันเนื่องมาจากอิทธิพลของตัวแปรต้นมีการเก็บข้อมูลโดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ โดยการเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณผู้วิจัยใช้แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired sample  $t$  -test) กับนักเรียนทั้ง 36 คน และการเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพผู้วิจัยใช้แบบสัมภาษณ์แบบเจาะลึกที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับอาสาสมัครนักเรียนสมาชิกชุมนุม GIFTED จำนวน 12 คน ซึ่งเป็นผู้ยินดีให้สัมภาษณ์ ผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้สัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างก่อนและหลังทำกิจกรรม และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis)

#### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

การทำแบบสอบถามในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มโดยมีข้อคำถามตามตัวบ่งชี้ของทัศนคติ แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านความรู้ จำนวน 11 ข้อ ด้านความรู้สึก จำนวน 7 ข้อ และด้านพฤติกรรม จำนวน 6 ข้อ โดยมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามจำนวน 72 ฉบับ แบ่งเป็นแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของนักเรียนก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 36 ฉบับ ได้รับการตอบกลับมาทั้งหมด 32 ฉบับ คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 88.89 และแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของนักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานจำนวน 36 ฉบับ โดยได้รับการตอบกลับมาทั้งหมด 32 ฉบับ คิดเป็นอัตราการตอบกลับร้อยละ 88.89

ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามมาวิเคราะห์ข้อมูลสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และใช้สถิติทดสอบทีชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อ (Paired sample *t*-test) ดังนี้

#### 4.1.1 ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มในภาพรวม

ผลการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มในภาพรวม หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( $M = 3.92, SD = .23$ ) มากกว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มในภาพรวมก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( $M = 3.59, SD = .41$ ) อย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 3.37, p = .002$ ) สะท้อนให้เห็นว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มในภาพรวมเพิ่มสูงขึ้น ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.1

## ตารางที่ 4.1

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมในภาพรวม ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสม (ภาพรวม)	ก่อนจัด	หลังจัด	$M_{diff}$	$SD_{diff}$	$t(31)$	$p$
	กิจกรรม	กิจกรรม				
	$M (SD)$	$M (SD)$				
ภาพรวม	3.59 (.41)	3.92 (.23)	.33	.06	3.37	.002

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### 4.1.2 ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้

ผลการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( $M = 3.89, SD = .56$ ) มากกว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้) ก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ( $M = 3.49, SD = .62$ ) อย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 2.98, p = .006$ ) สะท้อนให้เห็นว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมด้านความรู้เพิ่มสูงขึ้น ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.2

## ตารางที่ 4.2

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม (ด้านความรู้) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการงานเป็นฐาน

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการงานสะเต็ม (ด้านความรู้)	ก่อนจัด	หลังจัด	$M_{diff}$	$SD_{diff}$	$t(31)$	$p$
	กิจกรรม	กิจกรรม				
	$M (SD)$	$M (SD)$				
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียน ได้เรียนรู้สิ่งใหม่	3.66 (.83)	3.84 (.92)	.19	1.28	.83	.414
การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโครงการงานสะเต็มเป็นการ เรียนรู้ที่มีคุณค่า	3.78 (.97)	3.81 (.82)	.03	1.18	.15	.882
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียน ได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น	3.81 (1.12)	4.25 (.95)	.44	1.19	2.08	.046
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียน เสียเวลาโดยไม่จำเป็น*	3.60 (.60)	4.09 (.78)	.44	.84	2.95	.006
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียน ทำในสิ่งที่อยากทำ	2.84 (1.14)	3.69 (1.12)	.84	1.55	3.08	.004
กิจกรรมโครงการงานสะเต็มเป็นการเรียนที่เปล่า ประโยชน์*	3.97 (.78)	4.03 (.74)	.06	.88	.40	.690
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียน ใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น	3.56 (.98)	3.84 (.95)	.28	1.14	1.39	.174
โครงการงานสะเต็มทำให้นักเรียนได้ฝึกประยุกต์ใช้ ความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหา ได้	3.53 (.98)	3.97(.90)	.44	1.22	2.03	.051
กิจกรรมโครงการงานสะเต็มเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ แสดงศักยภาพของตนเอง	3.19 (1.18)	3.66 (1.07)	.47	1.24	2.13	.041
การร่วมกิจกรรมโครงการงานสะเต็มเป็นการเพิ่ม ภาระงานที่ไม่จำเป็น*	3.50 (1.08)	3.91 (.82)	.41	1.13	2.03	.051
กระบวนการของการจัดกิจกรรมโครงการงาน สะ เต็มไม่เหมาะสมต่อการสร้างนวัตกรรม*	1.97 (1.15)	3.69 (1.00)	.72	1.30	3.13	.004
<b>รวม</b>	<b>3.49 (.62)</b>	<b>3.89 (.56)</b>	<b>.50</b>	<b>.76</b>	<b>2.98</b>	<b>.006</b>

\* หมายถึง ข้อความเชิงลบ (negative item) ในแบบสอบถามที่ถูกกลับคะแนนแล้ว

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05



เมื่อพิจารณาทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้) ในแต่ละประเด็นคำถามพบว่า มี 5 ข้อที่คะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม ก่อนและหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงการเป็นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 1) การร่วมกิจกรรมโครงการสะสมทำให้ฉันไม่เสียเวลา โดยไม่จำเป็น โดยคะแนนหลังจัดกิจกรรม ( $M = 4.09, SD = .78$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.60, SD = .60$ ) 2) การร่วมกิจกรรมโครงการสะสมทำให้นักเรียนทำในสิ่งที่อยากทำ โดยคะแนนหลังจัดกิจกรรม ( $M = 3.69, SD = 1.12$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 2.84, SD = 1.14$ ) 3) กระบวนการของการจัดกิจกรรมโครงการสะสมเหมาะสมต่อการสร้างนวัตกรรม ( $M = 3.69, SD = 1.00$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 2.97, SD = 1.15$ ) 4) กิจกรรมโครงการสะสมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเอง ( $M = 3.66, SD = 1.07$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.19, SD = 1.18$ ) และ 5) การร่วมกิจกรรมโครงการสะสมทำให้นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น ( $M = 4.25, SD = .95$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.81, SD = 1.12$ ) ดังนั้นภายหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีแนวโน้มของทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้) ในประเด็นคำถามกลุ่มนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 2.95, 3.08, 2.13, 3.13$  และ  $2.08$  ตามลำดับ,  $p = .006, .004, .041, .004$  และ  $.046$  ตามลำดับ)

#### 4.1.3 ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมในด้านความรู้สึก

ผลการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ( $M = 3.98, SD = .60$ ) มากกว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก) ก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ( $M = 3.55, SD = .54$ ) อย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 4.33, p < .001$ ) สะท้อนให้เห็นว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก) เพิ่มสูงขึ้น ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.3

## ตารางที่ 4.3

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก)	ก่อนจัด กิจกรรม $M$ ( $SD$ )	หลังจัด กิจกรรม $M$ ( $SD$ )	$M_{diff}$	$SD_{diff}$	$t(31)$	$p$
นักเรียนรู้สึกตื่นตัวในการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม	3.88 (.71)	4.06 (.72)	.19	1.00	1.06	.296
นักเรียนมีความภาคภูมิใจจากการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม	3.41 (1.01)	3.88 (1.01)	.47	1.02	2.61	.014
นักเรียนรู้สึกมีความสุขเมื่อทราบว่าต้องเข้าร่วมกิจกรรมโครงการสะสม	3.97 (.74)	4.28 (.73)	.31	1.03	1.72	.096
นักเรียนรู้สึกสนใจหากต้องร่วมกิจกรรมโครงการสะสม*	3.81 (.64)	4.16 (.68)	.34	.94	2.08	.046
นักเรียนรู้สึกสนุกกับการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม	3.19 (1.00)	3.88 (1.04)	.69	1.12	3.47	.002
นักเรียนรู้สึกเป็นทุกขระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม*	3.06 (1.32)	3.78 (.94)	.72	1.20	3.39	.002
นักเรียนรู้สึกเบื่อกับการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม*	3.56 (1.22)	3.84 (1.02)	.28	1.20	1.33	.194
<b>รวม</b>	<b>3.55 (.54)</b>	<b>3.98 (.60)</b>	<b>.43</b>	<b>.56</b>	<b>4.33</b>	<b>&lt;.001</b>

\* หมายถึง ข้อความเชิงลบ (negative item) ในแบบสอบถามที่ถูกกลับคะแนนแล้ว

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านความรู้สึก) ในแต่ละประเด็นคำถามพบว่า มี 4 ข้อที่คะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมก่อนและหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐาน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ได้แก่ 1) ความภาคภูมิใจจากการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม โดยคะแนนหลังจัดกิจกรรม ( $M = 3.88, SD = 1.01$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.41, SD = 1.01$ ) 2) ความรู้สึกสนุกกับการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม ( $M = 3.88, SD = 1.04$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.19, SD = 1.00$ ) 3) ความรู้สึกไม่เป็นทุกขระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม ( $M = 3.78, SD = 0.94$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.06,$

$SD = 1.32$ ) และ 4) นักเรียนรู้สึกไม่สิ้นใจหากต้องร่วมกิจกรรมโครงการสะสมเต็ม ( $M = 4.16$ ,  $SD = 0.68$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนจัดกิจกรรม ( $M = 3.81$ ,  $SD = .64$ ) ดังนั้นภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีแนวโน้มของทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็ม (ด้านความรู้สึก) ในประเด็นคำถามกลุ่มนี้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 2.61, 3.47, 3.39$  และ  $2.08$  ตามลำดับ,  $p = .014, .002, .002$  และ  $.046$  ตามลำดับ)

#### 4.1.4 ผลการเปรียบเทียบทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็มในด้านพฤติกรรม

ผลการวิเคราะห์พบว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็ม (ด้านพฤติกรรม) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ( $M = 3.91$ ,  $SD = .58$ ) และทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็ม (ด้านพฤติกรรม) ก่อนการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ( $M = 3.89$ ,  $SD = .54$ ) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $t(31) = 0.53$ ,  $p = .325$ ) สะท้อนให้เห็นว่าหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมเต็ม (ด้านพฤติกรรม) ไม่แตกต่างจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ผลการวิเคราะห์ดังตารางที่ 4.4

## ตารางที่ 4.4

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $M$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $SD$ ) และค่าสถิติทดสอบที ( $t$ -test) ของคะแนนจากแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านพฤติกรรม) ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่า ของการทำโครงการสะสม (ด้านพฤติกรรม)	ก่อนจัด กิจกรรม $M$ ( $SD$ )	หลังจัด กิจกรรม $M$ ( $SD$ )	$M_{diff}$	$SD_{diff}$	$t(31)$	$p$
นักเรียนจะเข้าร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมอีกครั้ง หรือเล่าประสบการณ์การร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมให้เพื่อนฟัง	4.03 (.65)	3.91 (.73)	-.13	1.01	-.70	.488
นักเรียนอยากชวนเพื่อนคนอื่นมาเรียนรู้การร่วมกิจกรรมโครงงานสะสม หรือเล่ากิจกรรมโครงงานสะสมให้เพื่อนฟัง	3.25 (1.22)	3.41 (1.16)	.16	1.08	.82	.420
ในอนาคตนักเรียนจะเรียนในสถานศึกษาที่มีการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมโครงงานสะสม	4.19 (.78)	4.22 (.83)	.03	.97	.18	.856
ในอนาคตนักเรียนจะนำกระบวนการของกิจกรรมโครงงานสะสมไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	3.53 (1.11)	3.69 (1.06)	.16	.88	1.00	.325
หากเลือกได้นักเรียนจะหลีกเลี่ยงการร่วมกิจกรรมโครงงานสะสม*	3.88 (.75)	3.91 (.82)	.03	1.03	.17	.865
ในอนาคตนักเรียนต้องการเลือกสายการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรม ศาสตร์ หรือ เทคโนโลยี	4.44 (.80)	4.34 (.94)	-.09	.73	-.72	.476
<b>รวม</b>	<b>3.89 (.52)</b>	<b>3.91 (.58)</b>	<b>.16</b>	<b>.88</b>	<b>1.00</b>	<b>.325</b>

\* หมายถึง ข้อความเชิงลบ (negative item) ในแบบสอบถามที่ถูกกลับคะแนนแล้ว

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาในแต่ละประเด็นคำถามของทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะสม (ด้านพฤติกรรม) พบว่า คะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะสม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานในทุกประเด็นคำถามไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ( $t(31) = -0.70, 0.82, 0.18, 1.00, 0.17$  และ  $-0.72$  ตามลำดับ,  $p = .488, .420, .856, .325, .865, .476, .325$  ตามลำดับ) ดังนั้นภายหลังการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีแนวโน้มของทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม (ด้านพฤติกรรม) ในประเด็นคำถามทุกคำถามไม่แตกต่างจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

ผลการสัมภาษณ์เชิงลึกเกี่ยวกับทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ก่อนและหลังการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนที่เข้าร่วมสัมภาษณ์เป็นนักเรียนที่สมัครใจเข้าร่วมกิจกรรมและได้รับแจ้งว่าการเข้าร่วมสัมภาษณ์ในครั้งนี้จะไม่มีผลต่อการประเมินการเรียนรู้ในรายวิชาต่าง ๆ โดยมีนักเรียนสมัครใจเข้าร่วมให้สัมภาษณ์จำนวน 12 คน ใช้เวลาสัมภาษณ์ประมาณ 20 นาทีต่อคน ประเด็นคำถามที่ตั้งไว้เบื้องต้นได้แก่ ความรู้หรือความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ความรู้สึกของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และพฤติกรรมของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผลจากการสัมภาษณ์ส่วนใหญ่สอดคล้องกับการตอบแบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม โดยมีรายละเอียดของทัศนคติของนักเรียนในแต่ละด้าน ดังนี้

##### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มในด้านความรู้

จากการจัดกลุ่มข้อมูลผ่านการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) นักเรียนมีทัศนคติในด้านความรู้ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานดังนี้ นักเรียนเชื่อว่าการร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มจะเปิดโอกาสตนเองได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อน ทำให้เกิดความสามัคคีภายในกลุ่มจากการร่วมวางแผน การแบ่งหน้าที่การออกแบบ และการสร้างชิ้นงานกับเพื่อน นอกจากนี้นักเรียนยังเชื่อว่าการทำกิจกรรมโครงงานสะเต็มจะทำให้ตนเองได้รู้จักกับตัวตนของเพื่อน ๆ มากยิ่งขึ้นเมื่อได้ทำงานร่วมกัน สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...การเรียนสะสมเต็มจะได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมงาน และคงจะได้ความสามัคคี ซึ่งสมัยประถมไม่มีงานกลุ่มแบบนี้ และ สะเต็มจะได้ออกแบบและทำงานด้วยกัน” (นักเรียนชาย ก, 15 มีนาคม 2564)

“...น่าจะได้ทักษะการร่วมมือ คุยงาน แบ่งงาน แบ่งเวลาเพราะคงมีเวลาจำกัด และวางแผนการทำงาน การแบ่งงาน และวางแผนการทำงาน ส่งงานเพื่อน” (นักเรียนหญิง ฉ, 16 มีนาคม 2564)

“...การเรียนสะสมเต็มจะได้ประดิษฐ์ชิ้นงาน ได้ความสามัคคี การแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม ได้รู้จักตัวตนของเพื่อนๆเมื่อได้ทำงานร่วมกันเพราะได้คุยกับเพื่อน ๆ มากขึ้น” (นักเรียนชาย ข, 15 มีนาคม 2564)

นักเรียนหลายคนได้อธิบายถึงความเชื่อที่ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานจะเปิดโอกาสให้นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เคยได้เรียนมาประยุกต์ใช้จริงรวมทั้งได้พัฒนาทักษะกระบวนการคิดแก้ปัญหา การสืบค้นข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต การประดิษฐ์ชิ้นงาน สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ได้ความรู้ใหม่ ๆ ที่ยังไม่รู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ได้ทักษะการทดลองและการประดิษฐ์ ได้ทำในเรื่องที่สนใจก็จะได้ความรู้ใหม่ ๆ แทรกมาเอง” (นักเรียนชาย จ, 15 มีนาคม 2564)

“...การเรียนสะสมเต็มจะได้พัฒนาทักษะการแก้ปัญหาเพราะทุกวิชามีสอนการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และได้ความรู้เกี่ยวกับสะสมเต็ม เพราะมีความรู้ของ 4 วิชา และได้ทำงานร่วมกับผู้อื่น” (นักเรียนหญิง ค, 15 มีนาคม 2564)

“...ได้การคิดแก้ปัญหา เพราะปัญหาตั้งมาเพื่อแก้ปัญหา และปัญหามีทางแก้ที่ต้องคิดก่อน ต้องสังเกตตัวเองและสิ่งรอบข้างรอบตัวเพราะมีปัญหาเยอะ และทางแก้ก็มีเยอะอาจได้ปรับเปลี่ยนความคิดเกี่ยวกับสะสมเต็มและเข้าใจกระบวนการสะสมเต็มมากขึ้น” (นักเรียนชาย ช, 16 มีนาคม 2564)

นักเรียนมีทัศนคติในด้านความรู้หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานดังนี้ การร่วมกิจกรรมทำให้ได้ศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน และเข้าใจที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ทำเรื่องเกี่ยวกับฟิสิกส์ ซึ่งแต่ก่อนเคยเรียนและมีสูตรเยอะมาก ต้องจำอย่างเดียวแต่การเรียนสะสมเต็มทำให้เข้าใจที่มาของสูตรทางวิทยาศาสตร์ และนำมาใช้จริง” (นักเรียนชาย ข, 18 มีนาคม 2564)

“...ได้ศึกษาแนวคิดการแยกขยะ กำจัดขยะ เพราะได้ทำสะสมเต็มจึงต้องสืบค้นแล้วดูว่าขยะมีกี่แบบ รวมทั้งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย” (นักเรียนหญิง ค, 18 มีนาคม 2564)

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นในการกำหนดปัญหา หาแนวทางการแก้ปัญหา รวมทั้งแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนผ่านการสะท้อนคิด และรับฟังข้อเสนอแนะจากเพื่อนกลุ่มอื่นเพื่อนำมาใช้ในการสร้างชิ้นงานของกลุ่มตนเอง สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ได้พัฒนาขั้นตอนการทำงานกลุ่ม จากกิจกรรม Problem tree และหมวก 6 ใบ รวมทั้งการนำเสนอทุกคน ทำให้ตนเองได้นำเสนอและกล้านำเสนอมากขึ้น ชอบฟังข้อเสนอแนะของเพื่อนกลุ่มอื่น รวมทั้งดึงศักยภาพของตนเองออกมาใช้” (นักเรียนหญิง ง, 18 มีนาคม 2564)

“...การเรียนสะสมเต็มทำให้ได้แสดงความคิดเห็นช่วงการกำหนดปัญหา และช่วงหาแนวทางการแก้ปัญหา ช่วยกันคิด รวมทั้งความสามัคคีในกลุ่มจากการช่วยคิดช่วยทำ ประดิษฐ์ และออกแบบ” (นักเรียนชาย ก, 18 มีนาคม 2564)

นักเรียนส่วนใหญ่ได้ทำบทบาทในกลุ่มที่ไม่เคยทำผ่านกิจกรรมสะสมเต็ม เช่น ใช้จินตนาการในการออกแบบชิ้นงาน ใช้เทคโนโลยีในการประสานงานกับเพื่อนที่ออนไลน์จากบ้านในการทำกิจกรรมเพื่อช่วยกันแก้ปัญหา สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ได้ทำบทบาทในกลุ่มที่ไม่เคยทำผ่านกิจกรรมสะสมเต็มเพราะจับได้บทบาทเป็นผู้นำจึงต้องแบ่งการพูด ลำดับการพูดในกลุ่มในเพื่อน ได้ฝึกการพูดนำเสนอ ได้พูดหน้าห้อง และฝึกเป็นผู้ฟังที่ดี” (นักเรียนชาย จ, 18 มีนาคม 2564)

“...กิจกรรมครั้งนี้ผมได้ใช้เทคโนโลยีในการประสานงานกับเพื่อนที่ออนไลน์จากบ้านในการทำงานร่วมกัน ช่วยกันทำกิจกรรม เพื่อช่วยกันแก้ปัญหา” (นักเรียนชาย ช, 19 มีนาคม 2564)



#### 4.2.2 ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำ โครงการเพิ่มเติมในด้านความรู้สึก

นักเรียนมีทัศนคติในด้านความรู้สึกก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานดังนี้ นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นเนื่องจากไม่เคยได้ทำกิจกรรมรูปแบบนี้รวมทั้งไม่ทราบว่า จะทำได้ทำหัวข้ออะไร ได้ความรู้อะไร และจะต้องอยู่กลุ่มใด รวมทั้งจะได้ทำโครงงานในสิ่งที่ตนเองสนใจ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...หนูค่อนข้างตื่นเต้นว่าจะได้ทำหัวข้ออะไร จะต้องทำแบบไหน จะมีความรู้อะไร และจะต้องอยู่กลุ่มไหน เพราะส่วนตัวเป็นคนสนใจสะเต็ม” (นักเรียนหญิง ณ, 16 มีนาคม 2564)

“...ผมก็รู้สึกตื่นเต้นที่จะได้ทำโครงงานในสิ่งที่ตนเองสนใจ เพราะเคยทำโครงงานมาแล้วก่อนหน้านี้แต่อยากลองทำอย่างอื่นบ้าง” (นักเรียนชาย ช, 16 มีนาคม 2564)

อย่างไรก็ตามนักเรียนบางคนแสดงความกังวลเนื่องจากประสบการณ์เดิมที่เพื่อนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ จึงต้องรับผิดชอบคนเดียว ส่งผลให้เกิดความรู้สึกท้อ อีกทั้งกังวลว่างานจะทำให้เสียเวลาทำการบ้าน และอาจทำโครงงานเสร็จไม่ทัน นักเรียนบางคนรู้สึกเบื่อเพราะทำโครงงานแล้วไม่สามารถได้นำไปใช้จริง และกลัวว่าจะเพิ่มภาระงาน สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ตื่นเต้นที่จะได้ทำงานร่วมกับเพื่อนกลุ่มใหม่ และร่วมปรึกษากับเพื่อน แต่ก็กังวลว่าจะต้องทำอะไร ถ้าไม่ได้อยู่ในกลุ่มที่สนิทกันก็อาจคุยงานยากและอึดอัด” (นักเรียนชาย จ, 15 มีนาคม 2564)

“...เบื่อหน่าย ๆ ที่จริงก็ไม่ค่อยอยากทำ ผมไม่ค่อยอิน เพราะทำโครงงานแล้วไม่ค่อยได้นำไปใช้จริง” (นักเรียนชาย ข, 15 มีนาคม 2564)

“...ใจแป้วเมื่อทราบว่าต้องทำโครงงาน ติดปัญหาคนไม่ร่วมมือเพราะเคยทำงานกลุ่มแล้วเพื่อนไม่ให้ความร่วมมือประมาณ 5-6 คน หนูเลยต้องทำคนเดียวเยอะมากจนรู้สึกท้อ แต่ก็เปิดใจถ้าครั้งนี้แตกต่างออกไป” (นักเรียนหญิง ค, 15 มีนาคม 2564)

นักเรียนมีทัศนคติในด้านความรู้สึกหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังนี้ นักเรียนมีความสุขที่ได้สืบค้นในสิ่งที่สนใจความรู้มาใช้จริง และเข้าใจเนื้อหามากขึ้น มีอิสระในการคิดและออกแบบ ไม่เจาะจงวิชาวิชาหนึ่งในการทำ

โครงการ นักเรียนรู้สึกไม่กดดันเนื่องจากได้จับกลุ่มกับเพื่อนที่สนใจคล้ายกันทำให้กิจกรรมในครั้งนี้แตกต่างจากทุกครั้งที่เคยได้ทำงานกลุ่มนักเรียนจะจับกลุ่มกับเพื่อนสนิทซ้ำ ๆ ทำให้ไม่ค่อยรู้จักเพื่อนคนอื่น สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ผมรู้สึกสบาย ชิว ชิว ขึ้น มีอิสระ ไม่กดดัน มีความสุขที่ได้สืบค้นในสิ่งที่สนใจ แลผมรู้ที่มาของสูตรทำให้เข้าใจมากขึ้น ให้เลือกจับกลุ่มกับเพื่อนที่สนใจคล้ายกันแถมไม่กำหนดขอบเขต” (นักเรียนชาย ข, 15 มีนาคม 2564)

“...หนูรู้สึกสนุกที่ได้ทำงานร่วมกันเพื่อน ชอบเพราะเวลาไม่ยืด แบบนี้ดีกว่าโครงการแต่ก่อน ได้ทำงานร่วมกับเพื่อน มีการระดมความคิด ระยะเวลาเหมาะสม มีอิสระ และได้วิเคราะห์ปัญหา” (นักเรียนหญิง ง, 15 มีนาคม 2564)

จากการที่ให้นักเรียนจับกลุ่มทำโครงการตามความสนใจ นักเรียนบางคนแสดงความรู้สึกเครียดเล็กน้อยเพราะกลัวทำงานพลาด เนื่องจากสมาชิกในกลุ่มมีจำนวนน้อยเพราะมีคนสนใจเรื่องเดียวกันน้อย รวมทั้งกังวลในเรื่องการนำเสนอ อันเนื่องมาจากนักเรียนมีจำนวนน้อย สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ผมรู้สึกสนุกเพราะได้ทำสิ่งใหม่ร่วมกับเพื่อน ได้ตัดแปะชิ้นงาน ภูมิใจในชิ้นงาน แต่ก็เครียดเล็กน้อยเพราะกลัวทำงานพลาด หรือประกอบงานผิดพลาด” (นักเรียนชาย ช, 16 มีนาคม 2564)

“...หนูรู้สึกสนุกเพราะได้ปรึกษาและแบ่งหน้าที่กัน แต่กลุ่มไม่ค่อยลงตัว ปัญหาที่ตั้งไม่ค่อยเหมือนกัน เพราะมีคนสนใจเรื่องเดียวกันน้อยเกินไป เลยตั้งหาปัญหาใหม่ร่วมกันในกลุ่ม กังวลในเรื่องการนำเสนอ และเบื่อเพราะความเห็นไม่ค่อยตรงกัน” (นักเรียนหญิง ฉ, 16 มีนาคม 2564)

#### 4.2.3 ผลการวิเคราะห์การสัมภาษณ์ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมในด้านพฤติกรรม

นักเรียนมีทัศนคติในด้านพฤติกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานดังนี้ การทำโครงการสะเต็มนั้นแต่ละคนจะต้องมีบทบาทในกลุ่มทุกคน รวมทั้งแบ่งหน้าที่กันในกลุ่ม รับฟังความคิดเห็นของเพื่อน นอกจากนี้โครงการสะเต็มจะมีการประดิษฐ์ชิ้นงานที่ต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ และนำเสนอผลงาน สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...บทบาทของผมน่าจะขึ้นอยู่กับกลุ่มแต่คาดว่าคงได้เป็นหัวหน้ากลุ่มเหมือนเดิม เพราะเพื่อนคิดว่าเรียนเก่ง แต่ถ้าเพื่อนอีกคนได้เป็นก็คงดีเพราะเพื่อนอีกคนสามารถจัดการทุกอย่างได้เรียบร้อย แต่หากได้เป็นหัวหน้ากลุ่มจริง ๆ ก็จะทำให้เพื่อนแสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน แบ่งงานแต่ละงานให้เพื่อนที่อาสา หรืออาจสุ่ม และผมก็อยากร่วมประดิษฐ์ชิ้นงานด้วย” (นักเรียนชาย ฉ, 15 มีนาคม 2564)

“...หนูจะคอยออกความคิดเห็นให้เพื่อนมากกว่าที่จะเป็นผู้นำกลุ่ม เนื่องจากมีคนที่เหมาะจะเป็นผู้นำกลุ่มเยอะในห้อง โดยจะถนัดพวกความคิดสร้างสรรค์ออกแบบรูปลักษณะของงาน แต่ไม่ค่อยถนัดวิธีการหรือหลักการทางวิทยาศาสตร์” (นักเรียนหญิง ง, 15 มีนาคม 2564)

“...ผมอาจได้เป็นหัวหน้ากลุ่ม เนื่องจากเคยเป็นหัวหน้ากลุ่มงานอื่นมาก่อน และแบ่งงานเป็น รวมทั้งผมก็ถนัดประดิษฐ์ชิ้นงาน แต่ไม่ถนัดการนำเสนอ ซึ่งเพื่อนหลายคนนำเสนอได้ดีกว่า” (นักเรียนชาย ก, 15 มีนาคม 2564)

นักเรียนมีทัศนคติในด้านพฤติกรรมหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานดังนี้ กิจกรรมโครงงานสะเต็มเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล ประสานงานกับเพื่อน การออกแบบชิ้นงาน รวมทั้งการแสดงความคิดเห็น สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...ได้ปรึกษากับเพื่อน ประสานงานกับเพื่อนที่ออนไลน์ ช่วยคิด และสามารถนำประสบการณ์เรื่องการรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นไปปรับใช้ เนื่องจากแต่ละคนมีแนวคิดที่ต่างกันไปแต่เข้าใจ” (นักเรียนชาย ก, 15 มีนาคม 2564)

“...ได้แก้ปัญหาระหว่างประกอบชิ้นงาน และสามารถนำประสบการณ์เรื่องการรับฟังความคิดเห็นเพื่อนเพื่อเลือกแนวทางที่ดีที่สุด” (นักเรียนหญิง ฎ, 16 มีนาคม 2564)

นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มที่จะนำกระบวนการทำโครงงานสะเต็มไปปรับใช้ได้ในการแก้ปัญหาในอนาคต และประดิษฐ์สิ่งของด้วยตนเอง ถือได้ว่านักเรียนมีการนำความรู้ที่ได้เรียนไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...สามารถนำประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการหาสาเหตุของปัญหาในชีวิตประจำวัน และอยากลองทำโครงงานสะเต็มเล็ก ๆ ของตนเองเพื่อนำไปใช้จริง” (นักเรียนชาย ฉ, 16 มีนาคม 2564)

“...สามารถนำประสบการณ์การนำเสนออย่างตรงประเด็น การแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ การคิดเป็นระบบ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การใช้เทคโนโลยีสืบค้น ไปปรับใช้ในอนาคต” (นักเรียนหญิง ค, 15 มีนาคม 2564)

“...อยากลองประดิษฐ์สิ่งของใช้เองเพราะได้เรียนรู้กระบวนการออกแบบจากการทำโครงการสะสม” (นักเรียนชาย ซ, 16 มีนาคม 2564)

นักเรียนบางคนเห็นถึงโอกาสในการประยุกต์ใช้ประสบการณ์ที่ได้จากการทำโครงการสะสมสำหรับอาชีพของตนเองในอนาคต เช่น วิศวกร สถาปนิกที่ต้องอาศัยกระบวนการออกแบบ สอดคล้องกับความคิดเห็นของนักเรียนที่ให้สัมภาษณ์ ดังนี้

“...สามารถนำประสบการณ์ไปใช้ในการเรียนต่อด้านสถาปัตยกรรม ออกแบบ และวิศวะเกี่ยวกับโครงสร้าง” (นักเรียนหญิง ญ, 16 มีนาคม 2564)

“...สามารถนำโครงการสะสมไปประยุกต์ใช้ในอาชีพในอนาคตที่ต้องออกแบบ คิดไอเดียใหม่ๆ ใช้จินตนาการ ใช้ความรู้จากหลายแหล่งข้อมูล” (นักเรียนชาย ฉ, 15 มีนาคม 2564)

โดยสรุป ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม พบว่าทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ หลังจากรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงการเป็นฐาน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงการเป็นฐาน โดยมีความแตกต่างระหว่างก่อนและหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงการเป็นฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในด้านความรู้ และด้านความรู้สึก แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในด้านพฤติกรรม

ข้อมูลจากการวิเคราะห์เชิงปริมาณข้างต้นสอดคล้องกับข้อมูลจากการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างอาสาสมัครในประเด็นต่าง ๆ เช่น การร่วมกิจกรรมโครงการสะสมทำให้นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นมากขึ้น เนื่องจากการทำโครงการสะสมเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนรู้ตามความสนใจของตนเอง ได้จับกลุ่มกับเพื่อนที่มีความสนใจคล้ายกัน ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม ได้แบ่งหน้าที่กันทำงานในกลุ่ม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเองผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม นักเรียนรู้สึกมีความสุขระหว่างการทำงานกิจกรรมโครงการสะสมและอยากทำกิจกรรมโครงการสะสมด้วยความเต็มใจ อีกทั้งโครงการสะสมยังทำให้นักเรียนเห็นประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ จากการประเด็นที่นักเรียนให้สัมภาษณ์เกี่ยวกับการนำประสบการณ์ที่ได้จากการทำโครงการสะสมไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้

เช่น การรับฟังความเห็นผู้อื่น กระบวนการแก้ปัญหา การคิดอย่างเป็นระบบ การใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นข้อมูล กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การประดิษฐ์นวัตกรรม การนำความรู้ไปปรับใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์พบว่า มีนักเรียนบางคน que แสดงความกังวลในช่วงก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน เนื่องจากประสบการณ์เดิมที่เพื่อนในกลุ่มไม่ให้ความร่วมมือ จึงต้องรับผิดชอบคนเดียว ส่งผลให้เกิดความรู้สึกท้อแท้ หหมดกำลังใจ อีกทั้งกังวลว่าโครงงานจะกินเวลาในการทำกิจกรรมอื่น ๆ เช่น ทบทวนบทเรียน ทำการบ้าน และจากการที่โครงงานต้องใช้พลังงานและเวลามาก ทำให้กังวลว่าจะทำโครงงานเสร็จไม่ทันตามกำหนดเวลา นักเรียนบางคนรู้สึกเบื่อเพราะทำโครงงานแล้วไม่สามารถได้นำไปใช้จริง และกลัวว่าจะเพิ่มภาระงาน



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยเลือกใช้แบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental design) โดยใช้รูปแบบกลุ่มที่มีการทดสอบก่อนและทดสอบหลังการทดลอง (One-group pretest-posttest design) ซึ่งเป็นการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างกลุ่มเดียว มีการเก็บข้อมูลก่อนและหลังการทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ

กลุ่มเป้าหมายในครั้งนี้อยู่คือ สมาชิกชุมชน GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนห้องเรียนพิเศษ (วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ กรุงเทพมหานคร จำนวน 36 คน โดยใช้ในการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) เก็บข้อมูลเชิงปริมาณกับนักเรียนกลุ่มเป้าหมายจำนวน 36 คน ด้วยแบบสอบถามทัศนคติ และเก็บข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก โดยการเก็บข้อมูลก่อน และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานกับกลุ่มเป้าหมายจำนวน 12 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยใช้สถิติทดสอบที ชนิดกลุ่มตัวอย่างไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired sample *t*-test) ในการวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของทัศนคติก่อน และหลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และสำหรับการสัมภาษณ์เชิงลึกโดยใช้แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content analysis) จากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 สรุปผลการวิจัยเชิงปริมาณ

1) ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในภาพรวมหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน แตกต่างจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และยังสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนน

ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมในภาพรวมหลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

2) ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานแตกต่างจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และยังสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติม (ด้านความรู้) หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

3) ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ด้านความรู้สึก) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานแตกต่างจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และยังสามารถสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติม (ด้านความรู้สึก) หลังเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

4) ทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (ด้านพฤติกรรม) หลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

### 5.1.2 สรุปผลการวิจัยเชิงคุณภาพ

จากการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการวิเคราะห์ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการเพิ่มเติมของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จากการสัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับทัศนคติก่อน และหลังจากการการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่า

1) หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานพบว่านักเรียนเข้าใจกระบวนการทำโครงการเพิ่มเติมมากยิ่งขึ้นว่าเป็นกิจกรรมที่นักเรียนจะได้กำหนดปัญหาที่ตนเองสนใจเพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาโดยศึกษาแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ผ่านการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นและประสานงานกับเพื่อนในการทำกิจกรรม ทำให้นักเรียนได้สืบค้นในสิ่งที่ตนเองสนใจเพื่อนำความรู้มาใช้จริง และได้ทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนเองสนใจมากยิ่งขึ้น นอกจากนั้นนักเรียนยังสามารถสรุปแนวทางเพื่อนำมาออกแบบ



ขึ้นงานเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนมีทักษะการทำงานกลุ่มเพิ่มขึ้นจากการได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่ม และได้เปลี่ยนบทบาทในกลุ่มที่อาจไม่เคยได้ทำมาก่อนผ่านกิจกรรมเพิ่มเติม

2) หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานพบว่านักเรียนรู้สึกมีความสุขกับการเรียนมากยิ่งขึ้น เนื่องจากกิจกรรมเพิ่มเติมเป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนได้ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมในสิ่งที่ตนเองสนใจ เพื่อนำความรู้มาปรับใช้จริงผ่านการทำโครงงาน และนักเรียนมีความสุขที่ได้จับกลุ่มกับเพื่อนที่สนใจคล้ายกันเพื่อร่วมกันระดมความคิด วิเคราะห์ปัญหา นอกจากนี้กิจกรรมโครงงานสะเต็มยังเปิดโอกาสให้นักเรียนมีอิสระในการออกแบบชิ้นงาน ไม่เจาะจงหัวข้อ และไม่เจาะจงวิชาใดวิชาหนึ่งเหมือนโครงงานปกติ

3) หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้รูปแบบโครงงานเป็นฐานพบว่า นักเรียนมีความต้องการนำโครงงานสะเต็ม ไปปรับใช้ได้ใน การแก้ปัญหาในอนาคต เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้ตรงจุด ผ่านกระบวนการทำงานอย่างบูรณาการ ได้แก่ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ เทคโนโลยี นำไปสู่การประดิษฐ์สิ่งของเพื่อใช้แก้ปัญหาด้วยตนเอง ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนยังมีแนวคิดที่จะนำโครงงานสะเต็มไปประยุกต์ใช้กับอาชีพในอนาคต

## 5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยพบว่า ทักษะคิดด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน สอดคล้องกับสมมติฐานที่ผู้วิจัยได้ตั้งไว้ แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มเชิงบวกเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานให้ความสำคัญกับคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เช่น ใช้เหตุผลในการตัดสินใจ อยากรู้อยากเห็น อดทนมุมานะในสิ่งที่สนใจ ชอบการทดลอง การพิสูจน์ หรือการปฏิบัติต่าง ๆ (อุษณีย์ โพธิ์สุข, 2543) กล่าวคือ การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นให้กลุ่มเป้าหมายได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา นอกจากนั้น ยังให้นักเรียนเหล่านี้ได้ทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีความสนใจคล้ายกันผ่านการออกแบบโครงงาน อาจกล่าวได้ว่าการที่นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในงานวิจัยนี้มีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มที่สูงขึ้นอาจเป็นผลมาจากการให้

ความสำคัญกับทั้งการพัฒนาทักษะทางปัญญาพร้อมกับทักษะทางสังคม อีกทั้งยังเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากศาสตร์แขนงต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านการสร้างนวัตกรรม

งานวิจัยในครั้งนี้ได้นำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานมาจัดให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์ พบว่านักเรียนมีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มเพิ่มขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความสุขที่ได้สืบค้นแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานตามที่ตนเองสนใจผ่านการใช้เทคโนโลยีในการสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ด้วยความตั้งใจเพื่อนำความรู้มาปรับใช้กับโครงงาน แสดงให้เห็นถึงแรงจูงใจของนักเรียนในการหาความรู้เพื่อที่จะนำมาใช้ในการแก้ปัญหาที่ตนเองสนใจอย่างแท้จริง ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจที่มาขององค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น นักเรียนบางกลุ่มได้ทำโครงงานเพื่อพิสูจน์ที่มาของสูตรทางฟิสิกส์ทำให้นักเรียนไม่จำเป็นต้องท่องจำแต่สามารถทำความเข้าใจสูตรได้ดียิ่งขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานสอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ที่ต้องคำนึงถึงความสนใจ และความถนัดของนักเรียน ซึ่งมุ่งเน้นให้เกิดความยืดหยุ่นตามความต้องการ และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพของตนเองเพื่อมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ (วิไลลักษณ์ ลังกา, 2554)

นอกจากการพัฒนาทักษะทางการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์แล้ว กิจกรรมสะเต็มยังเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำบทบาทในกลุ่มที่ไม่เคยทำมาก่อน เช่น ได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนในกลุ่มที่สนใจในเรื่องเดียวกัน ได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับเพื่อนในการวิเคราะห์ปัญหา กำหนดปัญหาหาแนวทางการแก้ปัญหา ทำให้บรรยากาศภายในห้องเรียนเป็นพื้นที่แห่งการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ที่นักเรียนร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นมิตรโดยอาศัยข้อมูลหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การที่นักเรียนได้จับกลุ่มกับเพื่อนตามความสนใจที่คล้ายกันรวมทั้งการได้ทำโครงงานที่ไม่เจาะจงรายวิชาทำให้นักเรียนรู้สึกมีอิสระในการคิดและออกแบบ รู้สึกเพลิดเพลินกับกิจกรรม และลดความรู้สึกกดดันในขณะร่วมกิจกรรม ส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนส่วนใหญ่ยังมีความคิดที่จะนำ STEM ไปปรับใช้ได้ในการแก้ปัญหาในอนาคต และประดิษฐ์สิ่งของเพื่อใช้แก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในชีวิตประจำวันด้วยตนเองผ่านกระบวนการ STEM นักเรียนบางคนเห็นถึงโอกาสในการประยุกต์ใช้โครงงานสะเต็มสำหรับอาชีพในอนาคตที่ต้องอาศัยทักษะการออกแบบหรือคิดค้นนวัตกรรมใหม่ ๆ ผลการศึกษานี้สนับสนุน

ผลการวิจัยของ Tseng, Chang, Lou & Chen (2013) ที่ทำการศึกษากการเปลี่ยนแปลงทัศนคติของนักศึกษาด้านวิศวกรรมที่จัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ตระหนักถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาเพิ่มขึ้น รวมทั้งแนวทางการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปประกอบอาชีพในอนาคต นอกจากนี้การศึกษาของ พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนืองเฉลิม และปิยะเนตร จันทร์ถิระติกุล (2558) พบว่าเมื่อนำการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนรูปแบบโครงงานเป็นฐานส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ยิ่งไปกว่านั้นการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษสามารถช่วยเพิ่มทักษะการแก้ปัญหาให้กับนักเรียนในระหว่างการทำกิจกรรม (Baris & Ecevit, 2019)

ผลการศึกษาทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็ม (ด้านความรู้) หลังการจัดการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มเพิ่มขึ้น เนื่องจาก นักเรียนได้พัฒนาความเข้าใจกระบวนการของกิจกรรมโครงงานสะเต็มว่าเป็นการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งการออกแบบหรือสร้างนวัตกรรมของนักเรียนในแต่ละกลุ่มจะต้องอาศัยความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และกระบวนการทางเทคโนโลยีเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดปัญหา 2) การระดมความคิดในการแก้ปัญหา 3) การวางแผนการแก้ปัญหา 4) การสร้างแบบจำลองและทดสอบ และ 5) การพัฒนาแบบจำลองและทดสอบอีกครั้ง (Lottero-Perdue et al., 2016) ตัวอย่างการประยุกต์ใช้กระบวนการออกแบบนวัตกรรมของนักเรียน เช่น การคิดค้นนวัตกรรมถังขยะอัจฉริยะที่นักเรียนได้นำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ในการออกแบบถังขยะที่สามารถกำจัดกลิ่นไม่ถึงประสงค์ และคำนวณขนาดของถังขยะอย่างเหมาะสมโดยนักเรียนในกลุ่มระดมสมองและใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งการออกแบบถังขยะเพื่อประกอบเป็นนวัตกรรม ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม การเห็นคุณค่าด้านความรู้ของนักเรียนกลุ่มเป้าหมายสะท้อนในถ้อยคำจากการสัมภาษณ์ “...อยากลองประดิษฐ์สิ่งของตัวเองเพราะได้เรียนรู้กระบวนการออกแบบจากการทำโครงงานสะเต็ม” (นักเรียนชาย ช, 16 มีนาคม 2564) สอดคล้องกับ Han & Shim (2019) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม สามารถตอบสนองต่อศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ทางด้านทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการผลิตสิ่งประดิษฐ์ นอกจากนี้ในขณะที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้ในประเทศไทยกำลังอยู่ในสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคโควิด 19 ส่งผลให้ทางโรงเรียนมีนโยบายในการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่เรียนที่โรงเรียน จำนวน 18 คน และกลุ่มที่เรียนออนไลน์ผ่านโปรแกรม Microsoft Team จาก

ที่บ้าน จำนวน 18 คน ทำให้ในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีในการประสานงานกับเพื่อนที่อยู่ที่บ้านผ่านช่องทางออนไลน์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาผ่านทางออนไลน์ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาการสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม และการทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพในการเรียนรู้ผ่านทางออนไลน์ (Wairungu, Maina & Serwadda, 2020) อย่างไรก็ตาม การเรียนออนไลน์ก็อาจทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมด้วยเช่นกัน

เมื่อพิจารณาทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะเต็ม (ด้านความรู้สึก) หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนมีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะเต็มเพิ่มสูงขึ้น เนื่องจากนักเรียนมีความสุขกับการค้นคว้าในเรื่องที่ตนเองสนใจและได้นำความรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาจริงผ่านกระบวนการทำโครงการสะเต็ม อีกทั้งกิจกรรมสะเต็มยังมีความยืดหยุ่นสามารถบูรณาการองค์ความรู้จากหลายแขนงได้ นักเรียนส่วนใหญ่เห็นความสำคัญของการสร้างนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาเนื่องจากปัญหาของโครงงานนั้นเกิดจากความสนใจร่วมกันของสมาชิกกลุ่ม ทำให้เกิดความพยายามในการบรรลุเป้าหมายของกลุ่มร่วมกัน จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะร่วมกิจกรรม พบว่า นักเรียนมีความพยายามสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรมเพื่อนำมาใช้ในการแก้ปัญหา และทำความเข้าใจความรู้อันที่ตนเองสนใจอย่างลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Mullet, Kettler, & Sabatini (2017) ที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษพบว่า นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียน เนื่องจากมีความยืดหยุ่นตามความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนกระตือรือร้นในการเรียนรู้และพัฒนาผลงานของตนเองด้วยความเพียรพยายาม การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาจะประสบความสำเร็จได้นั้นนักเรียนจะต้องได้รับการศึกษาที่พวกเขาสนใจ มีความสนุก และได้ทำการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง (Saiying & Paula, 2017) นอกจากนี้การออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับคุณลักษณะของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ ได้แก่ กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และสร้างแรงจูงใจในการเรียน (อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, 2555)

จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในขณะร่วมกิจกรรม พบว่า นักเรียนแต่ละกลุ่มพยายามศึกษาหาความรู้ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานของกลุ่มตนเอง เช่น ศึกษาหลักการทำงานของหูฟังประเภทของหูฟัง ส่วนประกอบของหูฟัง เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบหูฟังที่เหมาะสมสำหรับการเรียนออนไลน์ของกลุ่มตนเอง ส่งผลให้นักเรียนเห็นคุณค่าของโครงงานสะเต็ม สอดคล้องกับทฤษฎีพหุปัญญา ที่ระบุว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์จะโดดเด่นในด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical- Mathematical intelligence) โดยนักเรียนกลุ่มนี้จะ

สามารถคำนวณได้เร็วและมีความแม่นยำสูงกว่านักเรียนทั่วไปส่งผลให้นักเรียนที่มีความฉลาดทางด้านนี้มีความสามารถในการวิเคราะห์องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีลักษณะเชื่อมโยงกัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหาเชิงตรรกะ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงอนุมาน ความคิดด้านนามธรรม ความสามารถในการสร้างความคิดหรือวิธีการคิดใหม่ ๆ (Gardner, 1987) ผลการวิจัยในส่วนทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านพฤติกรรม) พบว่านักเรียนมีทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมก่อนและหลังการได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมน้อยเกินไป จึงไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสม (ด้านพฤติกรรม) โดยระยะเวลาที่ใช้ในการปรับพฤติกรรมของเด็กและวัยรุ่น ควรใช้ระยะเวลา 12-15 สัปดาห์ (จิราภรณ์ ชมบุญ และคณะ, 2556) ดังนั้นการจัดกิจกรรมในระยะเวลา 8 ชั่วโมง 20 นาที จึงไม่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงทัศนคติด้านพฤติกรรมอย่างชัดเจนได้ แต่อาจจะเป็นจุดเริ่มต้นให้นักเรียนได้นำกระบวนการทำโครงการสะสมไปใช้ในการแก้ปัญหาด้วยตนเอง สะท้อนในถ้อยคำจากการสัมภาษณ์ “...สามารถนำประสบการณ์ที่ได้ไปใช้ในการหาสาเหตุของปัญหา ในชีวิตประจำวัน และอยากลองทำโครงการสะสมเล็ก ๆ ของตนเองเพื่อนำไปใช้จริง” (นักเรียนชาย ฅ, 16 มีนาคม 2564)

กล่าวโดยสรุป การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐานที่ให้ความสำคัญกับทั้งการพัฒนาทักษะทางปัญญาพร้อมกับทักษะทางสังคม เน้นการพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การคิดแก้ปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถนำความรู้จากศาสตร์แขนงต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงผ่านการสร้างนวัตกรรม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานร่วมกับเพื่อนที่มีความสนใจคล้ายกัน สามารถสร้างแรงจูงใจในการทำโครงการสะสมให้กับนักเรียน ทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าและประโยชน์ของการทำโครงการสะสม จึงเป็นการส่งเสริมทัศนคติเชิงบวกในการทำโครงการของนักเรียน และช่วยให้นักเรียนสามารถฝ่าฟันอุปสรรคจนประสบความสำเร็จ สอดคล้องกับปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถของเด็กที่มีความสามารถพิเศษจนประสบความสำเร็จตามแนวคิด Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT) ของ Gagné (2004) ได้แก่ ตัวเร่งภายในตนเอง (Intrapersonal catalysts) คือ แรงจูงใจในการพัฒนาตนเอง ความอดทนไม่ย่อท้อต่ออุปสรรค และความมุ่งมั่นในการทำงานจนประสบความสำเร็จ

### 5.3 ข้อจำกัดของงานวิจัย

1) งานวิจัยนี้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของไวรัสโควิด 19 ทางโรงเรียนจึงมีนโยบายในการแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคู่ จำนวน 18 คน และกลุ่มนักเรียนที่มีเลขที่เป็นเลขคี่ จำนวน 18 คน โดยนักเรียนแต่ละกลุ่มจะสลับกันมาเรียนที่โรงเรียนโดยนักเรียนอีกกลุ่มจะเรียนออนไลน์ผ่านโปรแกรม Microsoft Team จากที่บ้าน เพื่อลดความแออัดของนักเรียนในห้องเรียน ส่งผลให้การจัดกิจกรรมในแต่ละครั้งจะมีนักเรียนเพียงครึ่งห้องเรียนเท่านั้นที่ร่วมกิจกรรมในห้องเรียน และนักเรียนอีกครึ่งห้องเรียนที่เหลือจำเป็นต้องร่วมกิจกรรมผ่านทางโปรแกรม Microsoft Team ทำให้นักเรียนไม่สามารถเข้าร่วมกิจกรรมภายในสถานที่จัดกิจกรรมได้พร้อมกันทุกคนโดยนักเรียนบางคนไม่ได้ร่วมประดิษฐ์นวัตกรรมพร้อมกับเพื่อน ๆ แต่ต้องเสนอแนะความคิดเห็นผ่านทางออนไลน์แทน ดังนั้นการเรียนออนไลน์ผ่านโปรแกรม Microsoft Team จากที่บ้านของนักเรียนจึงส่งผลให้ต่อประสิทธิภาพการเรียนรู้ของนักเรียนที่อาจไม่ได้รับการพัฒนาทักษะการสร้างนวัตกรรมจากการประดิษฐ์ชิ้นงานจริงซึ่งจะได้จากการปฏิบัติในห้องเรียน

2) งานวิจัยในครั้งนี้ใช้เวลาในการจัดกิจกรรม รวม 8 ชั่วโมง 20 นาที ภายในระยะเวลา 3 วัน ส่งผลให้นักเรียนมีระยะเวลาในการสืบค้นข้อมูล และประดิษฐ์นวัตกรรมค่อนข้างน้อยจึงอาจทำให้นักเรียนไม่ได้ใช้ทักษะสร้างนวัตกรรมอย่างเต็มที่

3) งานวิจัยในครั้งนี้จัดให้กับสมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 36 คน เมื่อมีการจัดกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน ปรากฏว่ามีนักเรียนบางกลุ่มมีสมาชิกเพียง 2 คน ทำให้นักเรียนเหล่านั้นต้องรับภาระหนักในการออกแบบนวัตกรรม รวมทั้งการทำกิจกรรมรวม 6 ใบ นักเรียนไม่สามารถสวมบทบาทครบทั้งหมดเนื่องจากมีสมาชิกไม่เพียงพอ

### 5.4 ข้อเสนอแนะ

#### 5.4.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) แนวคิดสะเต็มศึกษาสามารถสอดแทรกในรายวิชา หรืออาจเป็นกิจกรรมเสริมในวิชาชุมนุมของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนเห็นคุณค่า และประโยชน์ของการทำโครงงานสะเต็มที่สามารถบูรณาการความรู้ในวิชาต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้



2) การออกแบบกิจกรรมโครงการเพิ่มเติมควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้เลือกหัวข้อการทำโครงการตามความสนใจ รวมทั้งให้อิสระในการออกแบบชิ้นงาน จะช่วยให้นักเรียนมีทัศนคติต่อการทำโครงการเพิ่มเติมเพิ่มมากขึ้น

3) ผู้จัดกิจกรรมควรคำนึงถึงการแบ่งกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน และควรให้นักเรียนที่สนิทกันมีโอกาสได้อยู่กลุ่มเดียวกัน หรือจัดกิจกรรมเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนในแต่ละกลุ่มได้ทำความรู้จักกันมากยิ่งขึ้น

4) ผู้จัดกิจกรรมควรให้นักเรียนกำหนดกติการ่วมกันในกลุ่มเพื่อให้แต่ละคนได้มีส่วนร่วมในกลุ่มและใช้เครื่องมือเพิ่มเติมในการสลับบทบาทให้กับนักเรียนในกลุ่มเพื่อให้นักเรียนแต่ละคนได้ทำหน้าที่อื่นในกลุ่มที่อาจจะยังไม่เคยได้ทำมาก่อน เช่น หัวหน้ากลุ่ม ผู้ประดิษฐ์ ผู้หาข้อมูล ผู้นำเสนอ

5) กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดขั้นสูง ความคิดสร้างสรรค์ และสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้กับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เนื่องจากมีความเหมาะสมกับศักยภาพ

6) ควรมีการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงการเป็นฐาน ให้มีเวลาเหมาะสมเพียงพอกับการทำโครงการของนักเรียน ไม่ทิ้งช่วงนานเกินไป เพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในการออกแบบโครงการ

7) ควรมีการนัดหมายนักเรียนแต่ละกลุ่มเพื่อให้คำปรึกษานอกเวลาเรียนเพื่อให้ครูได้ติดตามความคืบหน้า แนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม และเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัย และรับคำแนะนำจากครูผู้สอน

8) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงการควรจัดอย่างน้อย 12 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตกผลึกองค์ความรู้และทักษะ และสามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้

#### 5.4.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรเพิ่มระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มากยิ่งขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้มีระยะเวลาในการศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติมในการออกแบบนวัตกรรม

2) ควรออกแบบกิจกรรมสำรองสำหรับกรณีที่นักเรียนบางกลุ่มมีจำนวนน้อย เมื่อต้องจัดกลุ่มตามความสนใจที่คล้ายกัน เช่น ในกิจกรรมหมวก 6 ใบ หากนักเรียนมีจำนวนน้อยครูสามารถให้นักเรียนสมมุติว่าตนเองว่าได้สวมหมวกทีละสีเพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์ที่มุมมองที่แตกต่างกันตามบทบาทของหมวกแต่ละสี



3) ควบน้การบวกรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้  
โครงการเป็นฐาน ซึ่งเป็นรูปแบบการจัดกิจกรรมเพิ่มพูนประสบการณ์ (Enrichment) ร่วมกับวิธีการ  
ให้ผู้เชี่ยวชาญพิเศษเป็นผู้ให้คำปรึกษา (Mentoring) ซึ่งเปิดโอกาสให้กับนักเรียนได้ปรึกษาและทำงาน  
ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญในเรื่องที่สนใจในกรณีที่นักเรียนมีความสามารถในเรื่องใดเรื่องหนึ่งที่โดดเด่น  
สอดคล้องกับปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการพัฒนาศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ คือ  
ปัจจัยตัวเร่งทางสิ่งแวดล้อม (Environmental catalyst) คือ บุคคลรอบข้าง (Person) ในที่นี้คือการ  
มีผู้เชี่ยวชาญคอยให้คำแนะนำ (Mentor)



## รายการอ้างอิง

- กาญจนา ภัทราวิวัฒน์, วิไลลักษณ์ ลังกา, อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์, และ จุมพล พูลภัทรชีวิน. (2559). การพัฒนาแนวทางการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้าน วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยี ประยุกต์ใช้เทคนิคการวิจัยอนาคต. *วารสาร พฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 8(2), 151-168.
- ศีกฤทธิ์ ศิลาลาย. (2560). การบูรณาการสะเต็มศึกษากับการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน. *วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)*, 7(3), 113-124.
- จิราภรณ์ ชมบุญ, ดุษฎี โยเหลา, จิตติวัฒน์ สุประสงค์สิน, และ พัชรี ดวงจันทร์. (2556). ผลลัพธ์ การเปลี่ยนแปลงทางจิตและพฤติกรรมเปลี่ยนแปลงหลังได้รับโปรแกรมทางพฤติกรรม ศาสตร์เพื่อการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมบริการโภชนาการอย่างถูกสุขลักษณะและพฤติกรรม การออกกำลังกายที่เหมาะสมของเด็กที่เป็นโรคอ้วนโรงพยาบาลหัวเฉียวกรุงเทพมหานคร. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์*, 19(1), 75-98.
- ณัฐวิภา วิบูลย์ศรีสัจจะ, และ ธฐาศุภกร จันประเสริฐ. (2561). รูปแบบและกระบวนการให้ความ ช่วยเหลือสัตว์: กรณีศึกษาการให้ความช่วยเหลือสัตว์ผ่านสื่อสังคมออนไลน์. *วารสาร พฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา*, 10(2), 122-141.
- ทวินันท์ มาลา. (2556). ท่องโลกแห่งอัจฉริยะตอน แอบมองใต้หวันจากจุดเริ่มสู่การพัฒนา นักเรียนอัจฉริยะ. *นิตยสาร สสวท.*, 41(184), 21-23.
- ทัศนวิวรรณ์ เลิศเจริญฤทธิ, ปัฐมาภรณ์ พิมพ์ทอง, สุชาลีนี กิตยาการ, รติพร มั่นพรหม, และ ทรงชัย อักษรคิด. (2563). ความเข้าใจในสะเต็มของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่6 ในหัวข้อเรื่อง PM 2.5. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*. 35(1). 176-188.
- ธิดารัตน์ ศักดิ์วีระกุล, ศิริพันธ์ ศรีวันยงค์, และ อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2558). ผลการประเมิน โปรแกรมเพิ่มพูนประสบการณ์การแก้ปัญหาสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทาง ภาษาระดับประถมศึกษา. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 5(1), 50-66.
- นิภาพร ยอดแก้ว. (2553). การประเมินหลักสูตรลดระยะเวลาเรียนและหลักสูตรเพิ่มพูนประสบการณ์ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 เขตพื้นที่การศึกษา ภาคใต้. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยทักษิณ, สาขาวิชาวิจัยและ ประเมิน.

- นัสนรินทร์ ปือชา. (2558). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.
- น้ำฝน คุณเจริญไพศาล. (2560). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานเพื่อพัฒนาความสามารถในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ของนิสิตปริญญาตรีชั้นปีที่ 1. *วารสารเทคโนโลยีสุรนารี*, 11(1), 61-74.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. *วารสารนักบริหาร*, 33(2), 49-56. พลศักดิ์ แสงพรหมศรี, ประสาท เนิ่งเฉลิม, และ ปิยะเนตร จันท์ธีระติกุล. (2558). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ชั้นสูง และเจตคติต่อการเรียนเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษากับแบบปกติ. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 9, 401-418.
- พิมพ์ลักษณ์ โมรา. (2561). การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน: ทางเลือกในการจัดการศึกษาสำหรับนักเรียนในศตวรรษที่ 21. *วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร*, 8(1), 42-52.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และพเยาว์ ยินดีสุข. (2559). สอนเด็กทำโครงงาน สอนอาจารย์ทำวิจัย ปฏิบัติการในชั้นเรียน (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิศมัย เสรีขจรกิจเจริญ, และ บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธ์. (2561). การเปลี่ยนแปลงทัศนคติที่มีต่อวิชาชีพการสาธารณสุขของนิสิตคณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. *The Public Health Journal of Burapha University*, 13(1), 35-44.
- เพ็ญแข ลากยิง. (2555). วิจัยให้พัฒนางานประจำ: R2R Tips. นนทบุรี: สำนักทันตสาธารณสุข.
- พัชรารินทร์ เรือนโต. (2560). การศึกษาทัศนคติทางชีววิทยาระยะยาวของนักศึกษาโปรแกรมชีววิทยา. *BU ACADEMIC REVIEW*, 16(2), 18-28.
- ภู ศิริเพชร, สุรเดช ศรีทา, กฤษณา โภคพันธ์, และ พูลศิริ กิจวรรณ. (2560). ผลการเรียนรู้ด้วยกระบวนการแก้ปัญหาอนาคตที่มีต่อความตระหนักต่อโลกของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. *วารสารวิจัย มสค*, 13(3), 145-164.
- มนตรี จุฬาวัฒนพล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและทูตสะเต็ม. *นิตยสาร สสวท.*, 42(185), 14-18.
- รุ่งนภา เตรียมอายุ. (2552). ทัศนคติและพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีต่อการใช้ผู้มีชื่อเสียงชาย เป็นผู้นำเสนอสินค้าในตราสินค้าสำหรับผู้หญิง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะนิเทศศาสตร์, สาขาวิชาการประชาสัมพันธ์.

- โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ. (2563). *โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ โครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้าน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ (Science – Math Talent Program : SMTP) ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2563*. สืบค้นจาก <http://www.tup.ac.th/tup/lframe/file/%E0%B8%A3%E0%B8%B1%E0%B8%9A%E0%B8%99%E0%B8%B1%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%9962/gift1.pdf>
- รักษศิริ จิตอารี, วิจิตร อุดอ้าย, และ วรวิรัตน์ แก้วอุไร. (2560). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้และการจัดการเรียนรู้ STEM EDUCATION เพื่อเสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์*, 19(2), 202-213.
- รัตนา ศิริพาณิชย์. (2533). *หลักการสร้างแบบสอบวัดทางจิตวิทยาและการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เจริญวิทย์การพิมพ์.
- รัตนกร ภัทรกุลดุขุฎี. (2561). การศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนแบบ STEM Education ด้วยกระบวนการ PLC (Professional Learning Community) โรงเรียนในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาประถมศึกษาขอนแก่น เขต 1. สืบค้นจาก [http://cms3.ednan1.go.th/ednan1/130152/Abstract\\_files/file-1/09.pdf](http://cms3.ednan1.go.th/ednan1/130152/Abstract_files/file-1/09.pdf)
- ฤทัย เพลงวัฒนา. (2556). สะเต็มศึกษากับการเรียนรู้วิชาโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ. *นิตยสาร สสวท.*, 42(185), 19-22.
- ลือชา ลัดดาชาติ. (2558). *การวิจัยเชิงคุณภาพสำหรับครูวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรกันยา แก้วกลม, พินิจ ขำวงษ์, และ จรรยา ดาสา. (2561). สภาพปัจจุบันปัญหาและความต้องการในการจัดการเรียนรู้สะเต็มศึกษาของครูวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา. *Veridian E Journal ฯ สาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์ และศิลปะ*, 11(3), 2092-2112.
- วรรณิสา ร้อยกรอง, และ ธิตยา บงกชเพชร. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง การสำรวจและการผลิตปิโตรเลียม เพื่อส่งเสริมการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. *วารสารวิชาการและสังคมศาสตร์*, 14(3), 135-148.
- วศินีส์ อิศรเสนา ณ อยุธยา. (2559). *เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา)*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- วิลาวัลย์ ดุริยะประพันธ์. (2556). การพัฒนาแบบฝึกทักษะการคิดวิเคราะห์ด้วยเทคนิคหมวก 6 ใบ เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาล 1. *วารสารบริหารการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 4(1), 206-215.
- วีโลลักษณ์ ลังกา. (2554). การศึกษาอิทธิพลทางสังคมและปัจจัยภายในต่อการเรียนรู้ของ สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, บัณฑิตวิทยาลัย, สาขาวิชาการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์ประยุกต์.
- วีระ สถิตถาวร. (2546). *ทัศนคติ 101*. กรุงเทพฯ: เอ.อาร์.บิซิเนส เพรส.
- วัชรินทร์ อินทพรหม. (2562). การวิเคราะห์และการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร*, 10(2), 314-333.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ : เลิฟแอนด์เพรส.
- ศูนย์ส่งเสริมศึกษาเพื่อพัฒนาการศึกษาขั้นพื้นฐานมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2564). *ประวัติความเป็นมา*. สืบค้นจาก <https://stem.kmutnb.ac.th/history.php>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). *รู้จักส่งเสริมศึกษา*. สืบค้นจาก [http://www.stemedthailand.org/?page\\_id=23](http://www.stemedthailand.org/?page_id=23)
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). *ส่งเสริมศึกษาและการออกแบบเชิงวิศวกรรม*. สืบค้นจาก <http://www.stemedthailand.org/?knowstem>
- สมโภชน์ อเนกสุข. (2564). วิธีการเชิงปริมาณ และวิธีการเชิงคุณภาพ สู่วิธีการวิจัยแบบผสม. *e-Journal of Education Studies, Burapha University*, 3(1), 1-16. สืบค้นจาก <https://www.tcithaijo.org/index.php/ejes/article/view/244913>
- สุดาวีณ์ พัฒนพิสุทธิชัย. (2544). การใช้สื่อของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ โรงเรียนสาธิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะนิเทศศาสตร์, สาขาวิชาการสื่อสารมวลชน.
- สุทธิดา จำรัส. (2559). ส่งเสริมศึกษาบนเส้นทางวิชาการรับใช้สังคม: จุดเปลี่ยนการเรียนรู้สู่ออนาคต. *วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์*, 31(3), 34-47.
- สุธาวัลย์ หาญขจรสุข. (2556-2557). การคัดกรองโรคสมาธิสั้นในนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ. *วารสารวิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร*, 11(1-2), 8-19. สืบค้นจาก <http://opac01.rbru.ac.th/multim/journal/02636.pdf>

- สุปรียา หริมิตรดา. (2556). “พรสวรรค์”กับ”อัจฉริยะภาพ”. *นิตยสาร สสวท.*, 41(184), 9-12.
- สุปรียาส์ กาญจนพิศศาล. (2560). การเปลี่ยนแปลงทัศนคติที่มีต่อความตายของจิตอาสาดูแลผู้ป่วยระยะท้ายในโรงพยาบาลกรณีศึกษาโครงการอาสาข้างเตียง. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*, 14(1), 18-30.
- สุพรรณิ ขาญประเสริฐ. (2556). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21. *นิตยสาร สสวท.*, 42(185), 10-13.
- สุภางค์ จันทวานิช. (2551). *วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนารี ชัยเจริญ. (2557). *การออกแบบหลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ*. ขอนแก่น : สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สุระ ประวันทา. (2556). *ทัศนคติการใช้ทางหลวงชนบทอย่างปลอดภัยในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองบัวใหญ่ อำเภอบัวใหญ่ จังหวัดนครราชสีมา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2548). *ยุทธศาสตร์การพัฒนานักเรียนและเยาวชนที่มีความสามารถพิเศษ (พ.ศ.2549-2559)*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2559). *รายงานการวิจัยเพื่อจัดทำข้อเสนอแนะนโยบายส่งเสริมการจัดการศึกษาด้านสะเต็มศึกษาของประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2563). *รายงานการศึกษาแนวทางการขับเคลื่อนการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษในประเทศไทย*. กรุงเทพฯ: พริกหวานกราฟฟิค จำกัด.
- อุษณี บรรจงกิจ. (2554). การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันการขาดแรงจูงใจทางวิชาการของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญหา*, 8(2), 86-102.
- อุษณีย์ อนุรุทธ์วงศ์. (2555). *การเสาะหา / การคัดเลือกผู้มีความสามารถพิเศษ*. กรุงเทพฯ: อินทร์ณน.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2543). *แผนที่สู่การพัฒนาอัจฉริยะภาพนักเรียน*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- อุษณีย์ โพธิสุข. (2544). *รายงานการวิจัย รูปแบบการจัดการศึกษาสำหรับผู้มีความสามารถพิเศษ*. กรุงเทพฯ: บริษัท รัตนพรชัย จำกัด.

- อับดุลยามีน หะยีชาเดร์. (2560). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ . (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์.
- Admawati, H & Jumadi. (2018). The Effect of STEM Project-Based Learning on Students' Scientific Attitude based on Social Constructivism Theory. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*, 157(1), 270-273.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Barış, N., & Ecevit, T. (2019). STEM Education For Gifted Student (English). *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 13(1). DOI no.: 10.17522/balikesirnef.529898
- Bono, E.D. (1992). *Six Thinking Hats for School*. London: Haeler Brown Education.
- Buedo, J. M. (2018). Pre-experimental Designs. *The SAGE Encyclopedia of Education Research, Measurement, and Evaluation*. DOI no.: 10.4135/9781506326139
- Clark, B. (1988). *Growing Up Gifted: Developing the Potential of Children at Home and at School. (3rd Ed)*. London: Merrill Publishing Company.
- Di, C., Zhou Q., Shen, J., Li, L., & Lin, J. (2021). Innovation event model for STEM education: A constructivism perspective. *STEM Education*, 60-74. DOI no.: 10.3934/steme.2021005
- Gagné, F. (2004). Transforming gifts into talents: the DMGT as a developmental theory. *High Ability Studies*, 15(2), 119-147. DOI no.: 10.1080/1359813042000314682
- Gardner, H. (1987). The theory of multiple intelligences. *Annals of Dyslexia*, 37(1), 19-35. DOI no.: 10.1007/BF02648057
- Gardner, H. (2011). *Frame of mind*. United State of America: Basic Books.
- Genc, M. (2014). The project-based learning approach in environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 24(2), 105-117. DOI no.: 10.1080/10382046.2014.993169



- Han, H. J., & Shim, K. C. (2019). Development of an engineering design process-based teaching and learning model for scientifically gifted students at the Science Education Institute for the Gifted in South Korea. *Asia- Pacific Science Education*, 5(13). DOI no.: 10.1186/s41029-019-0047-6
- Kanadh, S. R. (2019). A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. T. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3( 11) . DOI no. : 10.1186/s40594-016-0046-z
- Lottero-Perdue, P., Bowditch, M., Kagan, M., Robinson-Cheek, L., Webb, T., Meller, M., & Nosek, T. (2016). Engineering Encounters: An Engineering Design Process for Early Childhood: Trying (again) to engineer an egg package. *Science and Children*, 54(3), 70-77.
- Maker, C. J., & Neilson, A. B. (1995). *Teaching/Learning models in education of the gifted. (2nd Ed)*. Austin, TX: Pro-ed.
- Mcguire, W. J., & Millman, S. (1965). Anticipatory belief lowering following forewarning of a persuasive attack. *Journal of Personality and Social Psychology*, 2(4), 471-479.
- Mullet, R. D., Kettler, T., & Sabatini, A. (2017). Gifted Students' Conceptions of Their High School STEM Education. *Journal for the Education of the Gifted*, 41( 1), 60-92. DOI no.: 10.1177/0162353217745156
- Odi. (2009). *Planning tools: Problem Tree Analysis*. Retrieved from <https://odi.org/en/publications/planning-tools-problem-tree-analysis/>
- Rahman, A.A., Zaid M.N., Abdullah, Z., Mohamed, H., & Aris, B. (2018). Social Constructivism Learning Through Project Based Learning with Scaffolding in Flipped Classroom. *IEEE*, 50-52. DOI no.: 10.1109/LaTICE.2018.00017
- Ratnaningsih, S. (2018). The Importance of Environmental Education as a STEM Education in the Field of Science for Elementary School Students to Anticipate Natural Disasters in Indonesia. *International Conference Recent Innovation*, 1(1), 681-689.

- Renzulli, J. (2014). The Schoolwide Enrichment Model: A Comprehensive Plan for the Development of Talents and Giftedness. *Revista Educação Especial*, 27(50), 539-562.
- Saiying, S.-H., & Paula, O.-K. (2017). Factors That Contributed to Gifted Students' Success on STEM Pathways: The Role of Race, Personal Interests, and Aspects of High School Experience. *Journal for the Education of the Gifted*, 40(2), 99-134. DOI no.: 10.1177/0162353217701022
- Sjøberg, S. (2010). Constructivism and Learning. In: Penelope Peterson, EvaBaker, Barry McGaw, (Editors). *International Encyclopedia of Education*, 485-490.
- Tseng, K.-H., Chang C.-C., Lou, S.-J., & Chen, W.-P. (2013). Attitudes towards science, technology, engineering and mathematics (STEM) in a project-based learning (PjBL) environment. *International Journal of Technology and Design Education*, 87-102. DOI no.: 10.1007/s10798-011-9160-x
- Wairungu, J., Maina, F., & Serwadda, A. (2020). Preparing Kenyan Teachers for Online Delivery: Applicable Lessons from a Six-Week USSTEM- Teachers' Professional Development During the Covid- 19 Pandemic. *Kenya Studies Review*, 8(2), 89-100.
- Wang, H.Y., Huang, I., & Hwang, G.-J. (2014). Effects of an Integrated Scratch and Project-based Learning Approach on the Learning Achievements of Gifted Students in Computer Courses. *Journal for the Education of the Gifted*, 382-387. DOI no.: 10.1109/IIAI-AAI.2014.85
- Yong, W., & Zhicheng, M. (2009). Principles and Practices Report on Online Enrichment and Extension for the Gifted and Talented. *Canadian Social Science*, 5(1), 112-118.
- Zimbardo, P. G., & Ebbesen, E. B. (1970). Experimental modification of the relationship between effort, attitude, and behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 16(2), 207-213. DOI no.:10.1037/h0029833
- Zimmermann, I., Joubert, D.F., & Smit, G. N. (2008). A problem tree to diagnose problem bush. *AGRICOLA*, 15(1), 27-33.



ภาคผนวก ก  
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา  
โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p style="text-align: center;"><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 1</b> <b>อธิบายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และ</b> <b>กระบวนการดำเนินการวิจัย</b> <b>(เวลารวม 50 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการทำ โครงงานสะเต็มได้</p> <p><b>1. ชี้นำ (5 นาที)</b></p> <p>1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วย คลิปนวัตกรรมที่น่าสนใจ เช่น การพัฒนาของ Smart phone โดยใช้คำถามดังนี้</p> <p>1.1) จากคลิป smartphone มีการ พัฒนาอย่างไร (เพิ่มเซ็นเซอร์ เพิ่มขนาด หน้าจอ เพิ่มความคมชัดของกล้อง)</p> <p>1.2) นักเรียนคิดว่ากระบวนการ ออกแบบและพัฒนา smartphone มี ขั้นตอนและกระบวนการอย่างไร (วิจัย และพัฒนานวัตกรรม)</p> <p><b>2. ชี้นสอน (30 นาที)</b></p> <p>1) ครูอธิบายการต่อยอดจากกระบวนการ ออกแบบและพัฒนาของ smart phone เพื่อ เชื่อมโยงกับ ความหมายของสะเต็ม กระบวนการ</p>	<p>การจัดกิจกรรม การเรียนรู้ตาม แนวคิดสะเต็ม ศึกษาโดยใช้ โครงงานเป็น ฐาน ( STEM Project-based learning หมายถึง กระบวนการที่ ให้นักเรียน ได้ทำ กิจกรรมค้น คว้า หาความรู้จาก การลงมือปฏิบัติ ด้วยตัวเอง ผ่าน กระบวนการ ทำงานเป็น กลุ่ม และบูรณาการ ความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการทาง</p>	<p>ประเมินจาก การอธิบาย กระบวนการ ทำโครงงาน สะเต็ม</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>ทำโครงการสะสมแต้ม และระยะเวลาในการจัดกิจกรรม</p> <p>2) ครูชี้แจงกระบวนการวิจัย และระยะเวลาในการวิจัย รวมทั้งแจ้งว่า “การร่วมกิจกรรมไม่มีผลต่อผลการเรียน”</p> <p>3) ให้นักเรียนทุกคนทำ “แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการสะสมแต้ม” เพื่อใช้วัดทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมแต้มของนักเรียนก่อนที่จะได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เวลาประมาณ 10 นาที</p> <p>4) ขออาสาสมัครนักเรียนจำนวน 12 คน เพื่อสัมภาษณ์เชิงลึก</p> <p>5) ครูให้นักเรียนอาสาสมัคร 10 คน เพื่อสัมภาษณ์เชิงลึกนอกเวลาเรียนตามที่นักเรียนสะดวกโดยใช้เวลาเฉลี่ยต่อคนประมาณ 20 นาที</p> <p><b>3. ขั้นสรุป (15 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนร่วมกันอภิปรายสรุปกระบวนการทำโครงการสะสมแต้ม</p> <p>2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความสำคัญและประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงการ STEM ตามความเข้าใจของนักเรียน</p>	<p>วิศวกรรม และคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเชื่อมโยงและแก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ได้ผล</p> <p>การจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม</p>	
<p><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 2</b></p> <p><b>เรื่อง การกำหนดปัญหา</b></p> <p><b>(เวลารวม 50 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถกำหนดปัญหาได้</p> <p><b>1. ขั้นนำ (5 นาที)</b></p>	<p>การกำหนดปัญหาเป็นกระบวนการให้นักเรียนเลือกปัญหาที่เคยพบเจอใน</p>	<p>ประเมินจากการนำเสนอปัญหาของแต่ละกลุ่ม</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>1) ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียนด้วยการนำเสนอข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นในโลกยุคปัจจุบัน เช่น ฝุ่น PM2.5 ไวรัสโควิด รวมถึงตัวอย่างนวัตกรรมสะเต็มที่สามารถใช้เพื่อแก้ปัญหาเหล่านั้นได้</p> <p><b>2. ชั้นสอน (35 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนหลับตาเดินรอบห้องเพื่อนึกถึงปัญหาต่างๆที่ประสบพบเจอในชีวิตประจำวัน</p> <p>2) ครูเตรียมแผ่นกระดาษให้นักเรียนแต่ละคนเขียนปัญหาที่ตนเองสนใจมากที่สุด</p> <p>3) ครูให้นักเรียนสังเกตปัญหาของเพื่อนและจัดกลุ่มตามปัญหาที่คล้ายกัน กลุ่มละ 6 -7 คน เรียกว่ากลุ่ม STEM</p> <p>4) นักเรียนในแต่ละคนในกลุ่มอธิบายปัญหา ลักษณะของปัญหา ปัญหาย่อย ของตนเองให้กับเพื่อนในกลุ่ม</p> <p>5) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ว่าปัญหาใดที่กลุ่มคิดว่าสำคัญที่สุด หรือควรแก้ปัญหาใดก่อนเพื่อเลือกปัญหาที่กลุ่มสนใจร่วมกัน</p> <p><b>3. ชั้นสรุป (10 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหาที่กลุ่มสนใจ ลักษณะของปัญหา โดยกลุ่มอื่นๆจะมีการให้ดาวตั้งแต่ 1-3 ดวง ตามความน่าสนใจของปัญหา</p>	<p>ชีวิตประจำวัน หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจ และการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ โดยผู้สอนคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีการอภิปรายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจในปัญหาและพัฒนาแนวคิดเพื่อเชื่อมโยงกับโครงการ</p>	

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p style="text-align: center;"><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 3</b> <b>เรื่อง การค้นหาสาเหตุของปัญหา</b> <b>(เวลารวม 50 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถอธิบายสาเหตุของปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาได้</p> <p><b>1. ขั้นนำ (5 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม STEM</p> <p>2) ครูให้นักเรียนดูคลิปนวัตกรรมในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เช่น หุ่นยนต์ดูดฝุ่น</p> <p><b>2. ขั้นสอน (30 นาที)</b></p> <p>1) ครูอธิบายแนวทางการค้นหาสาเหตุของปัญหาโดยใช้ Problem tree โดยนำนวัตกรรมหุ่นยนต์ดูดฝุ่นมาวิเคราะห์ตามแนวทาง Problem tree เพื่อยกตัวอย่างประกอบ</p> <div data-bbox="336 1238 954 1639" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; background-color: #00728f; color: white; margin: 0;"><b>"Problem tree"</b></p> </div> <p>2) นักเรียนในกลุ่มร่วมกันวิเคราะห์ที่มาของปัญหาอย่างเป็นเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์ และตรรกะทางคณิตศาสตร์ โดยเขียนในลักษณะ Problem tree</p>	<p>การค้นหาสาเหตุของปัญหาเป็นกระบวนการที่กระตุ้นให้นักเรียนวิเคราะห์ที่มาของปัญหาเพื่อเชื่อมโยงสิ่งที่นักเรียนต้องการรู้ คำตอบกับสิ่งที่นักเรียนต้องศึกษาหาความรู้ด้วยตนเอง</p>	<p>ประเมินจากการนำเสนอสาเหตุของปัญหาแต่ละกลุ่ม</p>



กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>3) วิเคราะห์รากของปัญหาที่มีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้เป็นโจทย์ในการออกแบบนวัตกรรมเพิ่มเติม</p> <p><b>3. ชั้นสรุป (15 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนแต่ละกลุ่มสรุปสาเหตุของปัญหาเชื่อมโยงกับผลกระทบของปัญหาที่เกิดขึ้นและทางเลือกในการแก้ปัญหา รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นหลังการแก้ปัญหาอย่างเป็นเหตุและผลทางวิทยาศาสตร์</p>		
<p><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 4</b> <b>เรื่อง การออกแบบนวัตกรรม</b> <b>(เวลารวม 100 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถออกแบบนวัตกรรมเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาได้</p> <p><b>1. ขั้นนำ (10 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม STEM</p> <p>2) ครูให้นักเรียนดูคลิปตัวอย่างการออกแบบนวัตกรรม</p> <p><b>2. ขั้นสอน (70 นาที)</b></p> <p>1) ให้นักเรียนนำทางเลือกทุกทางเลือกในการแก้ปัญหาที่ได้จาก Problem tree มาวิเคราะห์ประเด็นที่ยังไม่รู้และต้องการหาข้อมูลเพิ่มเติม</p> <p>2) นักเรียนทุกคนในกลุ่มใช้การสืบเสาะหาความรู้ผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสืบเสาะหาความรู้ผ่านงานวิจัย หนังสือเรียน หรือเอกสารอ้างอิงที่น่าเชื่อถือจากแหล่งต่างๆ</p>	<p>การออกแบบนวัตกรรมเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนตรวจสอบสิ่งที่ยังไม่ทราบ โดยใช้การแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ เพื่อเป็นการสร้างจุดแข็งที่เกิดจากการทำงานร่วมกันเพื่อเสนอแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นไปได้และรวบรวม เป็นการพัฒนา</p>	<p>ประเมินจากการสรุปการออกแบบนวัตกรรมของกลุ่มตนเองในรูปแบบของแผนภาพความคิด</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>3) ครูชี้แจงกระบวนการจัดกิจกรรมตาม            ทฤษฎีหมวก 6 ใบ โดยนักเรียนแต่ละคนจะได้รับ            บทบาทต่างกันออกไปโดยการสุ่มบทบาท และมี            การสลับบทบาทกันไปในแต่ละแนวทางที่            นักเรียนได้หยิบยกขึ้นมาเสนอ เพื่อให้เกิดการ            หมุนเวียนบทบาท ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· หมวกสีเขียว จะแสดงบทบาทเป็นกลาง                นำเสนอข้อเท็จจริง จำนวนตัวเลข ไม่แสดงความคิดเห็น</li> <li>· หมวกสีแดง จะแสดงบทบาท ของ                อารมณ์และความรู้สึก สามารถบอกความรู้สึกของ                ตนเองว่าชอบ ไม่ชอบ ดี ไม่ดี มักจะไม่มีเหตุผล                ประกอบ</li> <li>· หมวกสีดำ มีบทบาทพูดถึงจุดด้อย                อุปสรรค โดยมีเหตุผลประกอบ ข้อที่ควรคำนึงถึง                ความไม่เหมาะสม ทำให้การคิดรอบคอบขึ้น</li> <li>· หมวกสีเหลือง มีบทบาทพูดถึงจุดเด่น                โอกาส สิ่งที่เป็นประโยชน์ เป็นข้อมูลในเชิงบวก</li> <li>· หมวกสีเขียว มีบทบาทแสดงความคิด                ใหม่ ๆ เพื่อการเปลี่ยนแปลงที่ดีขึ้น การคิดอย่าง                สร้างสรรค์</li> <li>· หมวกสีน้ำเงิน มีบทบาทควบคุมการ                อภิปรายในกลุ่ม การบริหารกระบวนการคิด หรือ                การจัดระเบียบการคิดของกลุ่ม</li> </ul>	<p>ความสามารถ            ด้านจิตใจของ            ผู้เรียน</p>	

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
 <p><b>How to use the method</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Present the facts White hat</li> <li>2. Generate ideas on how the issue should be handled Green hat</li> <li>3. Evaluate the ideas Yellow hat</li> <li>4. List the drawbacks Black hat</li> <li>5. Get the feeling about alternatives Red hat</li> <li>6. Summarize and finish the meeting Blue hat</li> </ol> <p><b>Six Thinking Hats</b></p> <p>4) ให้นักเรียนแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านการระดมความคิดตามทฤษฎีหมวก 6 ใบ เพื่อเลือกแนวทางที่จะนำมาใช้ในการออกแบบนวัตกรรม และให้ข้อเสนอแนะกับแนวทางที่เพื่อนแต่ละคนในกลุ่มได้นำเสนอตามบทบาทที่ตนเองได้รับโดยอาศัยหลักฐาน ข้อเท็จจริง ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ สถิติทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง</p> <p>5) ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำความรู้ที่ได้จากกิจกรรมตามทฤษฎีหมวก 6 ใบ มาร่วมกันออกแบบและวาดภาพร่างของชิ้นงานตามแนวทางการกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p> <p>6) นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอหน้าชั้นเรียน และนักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ร่วมกันให้ข้อเสนอแนะโดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร เช่น บอกปริมาณการใช้ทรัพยากรในการให้เหตุผล</p> <p><b>3. ขั้นสรุป (20 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันสรุปการออกแบบนวัตกรรมของกลุ่มตนเองในรูปของแผนภาพความคิด</p>		

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p style="text-align: center;"><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 5</b> <b>เรื่อง การสร้างนวัตกรรม (เวลารวม 100 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมตามที่กลุ่มตนเองออกแบบไว้ได้</p> <p><b>1. ขั้นนำ (10 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่ม STEM</p> <p>2) ครูกระตุ้นให้นักเรียนค้นคว้าแนวทางการสร้างนวัตกรรม โดยใช้คลิปตัวอย่างนวัตกรรมต่างๆที่สร้างมาเพื่อแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น บ้านป้องกัน PM2.5 พร้อมทั้งยกตัวอย่างการสร้างนวัตกรรมเช่น โตะอเนกประสงค์ ไม่มีมือสะตอก น้ำยาลบคำผิดจากวัสดุธรรมชาติ</p> <p><b>2. ขั้นสอน (80 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนสืบค้นแนวทางการสร้างนวัตกรรมที่มีลักษณะคล้ายกับของกลุ่มตนเอง</p> <p>2) ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อสรุปขั้นตอนการสร้างนวัตกรรม และข้อจำกัดในการออกแบบนวัตกรรม โดยใช้คำถามดังนี้</p> <p style="padding-left: 40px;">2.1) นวัตกรรมของกลุ่มนักเรียนมีขั้นตอนการสร้างอย่างไร</p> <p>3) นักเรียนออกแบบนวัตกรรมโดยอาศัยแนวคิดออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งระบุวัสดุที่ต้องใช้ในการสร้างนวัตกรรมอย่างละเอียด โดยหากเป็นวัสดุที่หายากอาจใช้วัสดุอื่นทดแทนและอธิบายในขณะนำเสนอได้ว่าต้องการใช้เป็นวัสดุชนิดใด</p>	<p>การสร้างนวัตกรรมเป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองที่สามารถแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ทำให้นักเรียนได้ทักษะการเรียนรู้ที่สามารถเชื่อมโยงการเรียนรู้กับสะเต็มศึกษา</p>	<p>ประเมินจากการสะท้อนคิดจากการลงมือทำร่วมกันในชั้นเรียน</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>4) นักเรียนดำเนินการสร้างนวัตกรรมตามที่ได้ออกแบบไว้</p> <p><b>3.ขั้นสรุป (10 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนร่วมกันสะท้อนคิดจากการลงมือทำร่วมกันในชั้นเรียน</p>		
<p><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 6</b></p> <p><b>เรื่อง นำเสนอนวัตกรรม (เวลารวม 100 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถนำเสนอนวัตกรรมของกลุ่มตนเองได้</p> <p><b>1. ขั้นนำ (5 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนนั่งเป็นกลุ่มและเตรียมนำเสนอ</p> <p><b>2. ขั้นสอน (80 นาที)</b></p> <p>1) ครูอธิบายกระบวนการนำเสนอที่มีประเด็นดังนี้</p> <p>1.1) ปัญหาของกลุ่มตนเอง</p> <p>1.2) ที่มาของปัญหา</p> <p>1.3) จุดประสงค์ของนวัตกรรม</p> <p>1.4) แนวคิด ทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบนวัตกรรม รวมทั้งสาเหตุที่เลือกใช้วัสดุแต่ละชนิดในการออกแบบ</p> <p>1.5) ขั้นตอนการใช้นวัตกรรม</p> <p>1.6) ข้อดีและข้อเสียของนวัตกรรม</p>	<p>การนำเสนอ นวัตกรรม เป็น การนำเสนอ รูปแบบ และ วิธีการแก้ปัญหา ให้กับเพื่อน ร่วมชั้น และ ชุมชนเพื่อ พัฒนาทักษะ การสื่อสาร การยอมรับ ความสามารถ ซึ่งกันและกัน รวมทั้งการ เสนอแนะอย่าง สร้างสรรค์</p>	<p>ประเมินจาก การนำเสนอ นวัตกรรมของแต่ละกลุ่ม</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p>2) ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มออกมา นำเสนอชิ้นงาน และนักเรียนกลุ่มอื่นๆ ร่วมกันให้ ข้อเสนอแนะ โดยใช้องค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอภิปราย และให้เหตุผลผ่านการคิด คณิตศาสตร์ขั้นสูง (Higher-level math thinking) คือ การคิดอย่างเป็นระบบ โดยเกณฑ์ในการ พิจารณานวัตกรรม คือ</p> <p>2.1) นวัตกรรมสามารถแก้ปัญหาได้ จริง</p> <p>2.2) มีการออกแบบที่ถูกต้องตาม แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ และ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม</p> <p>2.3) การเลือกใช้วัสดุที่มีเหมาะสม สอดคล้องกับแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี</p> <p>3) ครูให้คำแนะนำนักเรียนแต่ละกลุ่ม เพิ่มเติมเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการ ออกแบบนวัตกรรม</p> <p><b>3. ขั้นสรุป (15 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับ นวัตกรรมที่ทุกกลุ่มได้นำเสนอ</p>		
<p><b>แผนการจัดการเรียนรู้ครั้งที่ 7</b></p> <p><b>เรื่อง สะท้อนผลการจัดกระบวนการเรียนรู้</b></p> <p><b>(เวลารวม 50 นาที)</b></p> <p><b>จุดประสงค์</b> นักเรียนสามารถอภิปรายเพื่อสรุป ประสบการณ์ที่ได้จากการกิจกรรมการเรียนรู้ ได้</p>	<p>สะท้อนผลการ จัดกระบวนการ เรียนรู้ เป็น กระบวนการให้ นักเรียนได้</p>	<p>ประเมินจาก การอภิปราย ความรู้ที่ได้จาก การทำ โครงการ</p>

กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
<p><b>1. ขั้นนำ (5 นาที)</b></p> <p>1) ครูให้นักเรียนหลับตาเพื่อนึกถึงกระบวนการทำโครงการตั้งแต่ครั้งแรกจนกระทั่งจบการจัดกิจกรรม</p> <p>2) นักเรียนร่วมกันอภิปรายขั้นตอนการจัดกิจกรรมตั้งแต่ครั้งแรกจนกระทั่งจบการจัดกิจกรรม</p> <p><b>2. ขั้นสอน (30 นาที)</b></p> <p>1) นักเรียนร่วมกันอภิปรายความรู้ที่ได้จากการทำโครงการสะสม โดยใช้คำถามดังนี้</p> <p>1.1) นักเรียนรู้สึกอย่างไรบ้างจากการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม</p> <p>1.2) ขั้นตอนในการทำโครงการสะสมมีอะไรบ้าง</p> <p>1.3) นักเรียนได้นำความรู้ใดบ้างมาใช้ในการออกแบบและสร้างนวัตกรรม</p> <p>1.4) นักเรียนได้รับพัฒนาเรื่องใดบ้างจากการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม</p> <p>1.5) นักเรียนสามารถนำความรู้เรื่องการทำโครงการ STEM ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันหรือในอนาคต ได้อย่างไร</p> <p>1.6) นักเรียนมีข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้อะไรบ้าง เพราะเหตุใด</p> <p><b>3. ขั้นสรุป (15 นาที)</b></p> <p>1) ให้นักเรียนทุกคนทำ “แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โครงการสะสม” เพื่อใช้วัดทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะสมของ</p>	<p>ทบทวน</p> <p>ประสบการณ์ที่ได้จากการทำกิจกรรม</p> <p>โครงการสะสมเพื่ออภิปรายร่วมกันถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้หรือพัฒนาจากการจัดกิจกรรม</p> <p>รวมทั้งการนำความรู้ไปปรับใช้ใน</p> <p>ชีวิตประจำวัน</p>	<p>สะสม และ</p> <p>การนำความรู้เรื่องการทำโครงการ</p> <p>STEM ไปปรับใช้ใน</p> <p>ชีวิตประจำวัน</p>



กิจกรรม	เนื้อหาสาระ	การประเมินผล
นักเรียนหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้เวลา ประมาณ 10 นาที 2) ครูให้นักเรียนอาสาสมัคร 10 คน เพื่อ สัมภาษณ์เชิงลึกนอกเวลาเรียนตามที่นักเรียน สะดวกโดยใช้เวลาเฉลี่ยต่อคนประมาณ 20 นาที		



ภาคผนวก ข

หนังสือเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

ที่ ฮว ๒๖๓๖๖/ ๒๕๖๕



คณะกรรมการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต  
อาคารทอวาง จ.ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

มีนาคม ๒๕๖๕

เรื่อง ขอเชิญเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยวรรณ วิเศษสุวรรณภูมิ

หัวหน้าภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกระบวนการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน ๑ ฉบับ
  ๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แบบสอบถาม) จำนวน ๑ ชุด
  ๓. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แบบสัมภาษณ์) จำนวน ๑ ชุด
  ๔. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แผนการจัดการเรียนรู้) จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร นักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์" โดยมี อาจารย์ ดร.ณิศา เมธี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ ฐาวัลณะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในกรณีนี้ เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งใจไว้ คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ ขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว โดยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร เบอร์โทรศัพท์ ๐๘๖๒๕๖ ๐๘๕๕-๙๙๐-๕๕๐๐

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย และขอขอบคุณมากในโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงอำสี)  
คณบดีคณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์ ๐๒-๕๒๑-๕๐๐๖๖๖๖ หรือ ๕๕ ๒๖๖๖



## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โทร 6719

ที่ อว 67.39/354

วันที่ ๑ มีนาคม 2564

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรวิทย์ ยัสสพันธุ์

ด้วย นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร นักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการสะเต็มของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้าน วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์” โดยมี อาจารย์ ดร.ลลิตา เยห์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ ทุชวิณะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในกรณี เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ จึงขอความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว โดยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร เบอร์โทรศัพท์ หมายเลข 085-130-5500

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย และขอขอบคุณมาในโอกาสนี้

(รองศาสตราจารย์ ดร.อนุชาติ พวงสำลี)  
คณบดีคณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

ที่ ยว ๒๗.๒๔๔/๓๑๕๕



คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต  
อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี ๑๒๑๒๐

มีนาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเรียนเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติ ฝ้ายคำตา

อาจารย์ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

- สิ่งที่ส่งมาด้วย
๑. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยกระบวนการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จำนวน ๓ ฉบับ
  ๒. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แบบสอบถาม) จำนวน ๓ ชุด
  ๓. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แบบสัมภาษณ์) จำนวน ๓ ชุด
  ๔. แบบตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือของผู้เชี่ยวชาญ (แผนการจัดการเรียนรู้) จำนวน ๓ ชุด

ด้วย นายชัยชนะ วิวัฒน์ธนบุตร นักศึกษาปริญญาโทหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการเรียนรู้และนวัตกรรมการศึกษา คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "ผลของการจัดการเรียนรู้อตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของเด็กที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์" โดยมี อาจารย์ ดร.ลินดา เกฬี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นฤพนธ์ ชุตวิวัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ในกรณีนี้ เพื่อให้วิทยานิพนธ์มีความถูกต้องและสมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ ขอแสดงความอนุเคราะห์เรียนเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาเครื่องมือการวิจัยดังกล่าว โดยสามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ นายชัยชนะ วิวัฒน์ธนบุตร เบอร์โทรศัพท์ หมายเลข ๐๘๕-๑๓๐-๕๕๐๐

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยด้วย และขอขอบคณาโมโอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติ ฝ้ายคำตา)  
คณบดีคณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์

คณะวิทยาการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์  
โทรศัพท์ ๐๒-๕๒๐-๖๑๐๖-๗๐๑

## ภาคผนวก ค ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา

## แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรมเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะจาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	กิจกรรมที่ปรับปรุง
1.	การกำหนดปัญหา	1	ระบุคำถามที่ใช้ในการอภิปราย	เพิ่มคำถามที่ใช้ในการอภิปราย
2.	การค้นหาแนวทางแก้ปัญหา	1	ควรเขียนจุดประสงค์ให้ชัดเจน	เขียนจุดประสงค์
3.	การออกแบบการทำโครงงาน	1	นำเรื่อง pm2.5 มาวิเคราะห์เชื่อมโยงกับทฤษฎี	นำเรื่อง pm2.5 มาใช้ในกิจกรรมเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์เชื่อมโยงกับทฤษฎี
4.	การสร้างแบบจำลอง	1	อธิบายการกระตุ้นนักเรียนในการทำกิจกรรม	เพิ่มกระบวนการกระตุ้นนักเรียนในการร่วมทำกิจกรรม
5.	การทดสอบแบบจำลอง	1	กระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและสร้างนวัตกรรม	เพิ่มกระบวนการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายและสร้างนวัตกรรม
6.	การพัฒนาแบบจำลอง	1	ควรระบุเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรม	ระบุเกณฑ์ในการพิจารณานวัตกรรม
7.	นำเสนอผลการทำโครงงาน	2	ควรเพิ่มคำถามที่ใช้ในการประเมินการนำเสนอ	เพิ่มคำถามที่ใช้ในการประเมินการนำเสนอ

**ภาคผนวก ง**  
**แบบสอบถามเพื่อการวิจัย**

“ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์”

**คำชี้แจงเกี่ยวกับแบบสอบถาม**

1. แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาการการเรียนรู้และศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ โดยจัดทำขึ้นเพื่อศึกษา ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อนำผลที่ได้ไปพัฒนากระบวนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานให้เหมาะสมกับคุณลักษณะและศักยภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มากยิ่งขึ้น
2. แบบสอบถามนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเด็น ตามองค์ประกอบของทัศนคติ ได้แก่
  - 2.1 องค์ประกอบด้านความรู้ (Cognitive component) เป็นความเชื่อ ความรู้ ความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมโครงงานสะเต็ม
  - 2.2 องค์ประกอบด้านความรู้สึก (Affective component) เป็นความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบต่อการจัดกิจกรรมโครงงานสะเต็ม
  - 2.3 องค์ประกอบด้านพฤติกรรม (Behavioral component) เป็นแนวโน้มที่จะทำโครงงานสะเต็มหรือความต้องการทำโครงงานสะเต็ม
3. ผู้วิจัยขอความกรุณาให้ท่านตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริงและตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุดและขอขอบคุณที่ท่านให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยในครั้งนี้โดยข้อมูลของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ และไม่มีผลต่อคะแนน หรือการประเมินผลแต่อย่างใด

**คำชี้แจง** โปรดอ่านข้อความอย่างละเอียดและทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน □ ที่ตรงกับคำตอบของท่านมากที่สุด โดยใช้เกณฑ์พิจารณาแต่ละระดับ ดังนี้

ประเด็นพิจารณา	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>ด้านความรู้ (ความเชื่อ)</b>					
1. การร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มทำให้ นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่					
2. การเรียนรู้ผ่านกิจกรรมโครงการสะเต็มเป็น การเรียนรู้ที่มีคุณค่า					
3. การร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มทำให้ นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่น มากขึ้น					
4. การร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มทำให้ฉัน เสียเวลาโดยไม่จำเป็น					
5. การร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มทำให้ นักเรียนทำในสิ่งที่อยากทำ					
6. กิจกรรมโครงการสะเต็มเป็นการเรียนที่ เปล่าประโยชน์					



ประเด็นพิจารณา	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
7. การร่วมกิจกรรมโครงการเพิ่มเติมทำให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น					
8. โครงการเพิ่มเติมทำให้นักเรียนได้ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้					
9. กิจกรรมโครงการเพิ่มเติมเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเอง					
10. การร่วมกิจกรรมโครงการเพิ่มเติมเป็นการเพิ่มภาระงานที่ไม่จำเป็น					
11. กระบวนการของการจัดกิจกรรมโครงการเพิ่มเติมไม่เหมาะสมต่อการสร้างนวัตกรรม					
<b>ด้านความรู้สึก</b>					
12. นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นในการร่วมกิจกรรมโครงการเพิ่มเติม					
13. นักเรียนมีความภาคภูมิใจจากการร่วมกิจกรรมโครงการเพิ่มเติม					

ประเด็นพิจารณา	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
14. นักเรียนรู้สึกมีความสุขเมื่อทราบว่าต้องเข้าร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
15. นักเรียนรู้สึกฝืนใจหากต้องร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
16. นักเรียนรู้สึกสนุกกับการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
17. นักเรียนรู้สึกเป็นทุกข์ระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
18. นักเรียนรู้สึกเบื่อกับการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
<b>ด้านพฤติกรรม</b>					
19. นักเรียนจะเข้าร่วมกิจกรรมโครงการสะสมอีกครั้ง หรือเล่าประสบการณ์การร่วมกิจกรรมโครงการสะสมให้เพื่อนฟัง					
20. นักเรียนอยากชวนเพื่อนคนอื่นมาเรียนรู้การร่วมกิจกรรมโครงการสะสม หรือเล่ากิจกรรมโครงการสะสมให้เพื่อนฟัง					

ประเด็นพิจารณา	ระดับ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
21. ในอนาคตนักเรียนจะเรียนในสถานศึกษาที่มีการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมโครงการสะสม					
22. ในอนาคตนักเรียนจะนำกระบวนการของกิจกรรมโครงการสะสมไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้					
23. หากเลือกได้นักเรียนจะหลีกเลี่ยงการร่วมกิจกรรมโครงการสะสม					
24. ในอนาคตนักเรียนต้องการเลือกสายการเรียนที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือ เทคโนโลยี					

ภาคผนวก จ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาแบบสัมภาษณ์

แบบสัมภาษณ์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้าน	ข้อความเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความที่ปรับปรุง
1. ความรู้	นักเรียนคิดว่าตนเองจะได้เรียนรู้หรือพัฒนาทักษะด้านอะไรบ้าง ระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงการสะสมแต้ม เพราะเหตุใด	2	-	-
2. ความรู้สึก	นักเรียนรู้สึกอย่างไรเมื่อทราบว่าต้องร่วมกิจกรรมโครงการสะสมแต้ม เพราะเหตุใด	2	-	-
3. พฤติกรรม	นักเรียนคิดว่าตนเองจะมีบทบาทอย่างไรในการร่วมกิจกรรมโครงการสะสมแต้มในครั้งนี้ เพราะเหตุใด	2	-	-

### แบบสัมภาษณ์หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ด้าน	ข้อความเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความที่ปรับปรุง
1. ความรู้	เมื่อเทียบกับก่อนการทำโครงการ STEM นักเรียนคิดว่าตนเองได้ความรู้หรือพัฒนาด้านใดบ้าง อย่างไร	2	ปรับคำถาม	หลังเข้าร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มนักเรียนคิดว่าตนเองได้ความรู้หรือพัฒนาด้านใดบ้าง อย่างไร
2. ความรู้สึก	นักเรียนรู้สึกอย่างไรหลังจากที่ทำโครงการ STEM เพราะเหตุใด	2	ปรับคำถาม	นักเรียนรู้สึกอย่างไรหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็ม เกิดขึ้นในช่วงเวลาใดของกิจกรรมอะไรเป็นสาเหตุให้รู้สึกดังกล่าว
3. พฤติกรรม	นักเรียนมีบทบาทอย่างไรในการทำโครงการ STEM	2	-	-
	นักเรียนมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการทำโครงการสะเต็มไปปรับใช้ในอนาคตของนักเรียน เพราะเหตุใด	1	ปรับคำถาม	นักเรียนจะนำประสบการณ์ที่ได้จากการร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็มไปปรับใช้ในอนาคตของนักเรียนได้อย่างไร เพราะเหตุใด

## ภาคผนวก ฉ

## หนังสือแสดงเจตนายินยอมเข้าร่วมการวิจัย (Consent form)

**โครงการวิจัย เรื่อง:** ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

**ผู้วิจัยหลัก:** นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร

**เบอร์โทรศัพท์:** 0851305500

**จุดประสงค์การวิจัย** เพื่อพัฒนาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน และการออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สร้างแรงจูงใจในการเรียนให้เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อพัฒนาความสามารถของนักเรียนให้เต็มศักยภาพ

**กลุ่มเป้าหมายที่จะศึกษา** สมาชิกชุมนุม GIFTED ซึ่งเป็นนักเรียนในโครงการห้องเรียนพิเศษส่งเสริมความสามารถด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ จำนวน 36 คน

**รายละเอียดกิจกรรม** ผู้ที่เข้าร่วมจะได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ครั้งละ 150 นาที จำนวน 3 ครั้ง ระหว่างวันที่ 17-20 มีนาคม 2564 และผู้เข้าร่วมจะต้องตอบแบบสอบถาม และเข้าร่วมการสัมภาษณ์เกี่ยวกับความรู้สึกที่มีต่อการจัดการเรียนการสอน จำนวน 2 ครั้ง ได้แก่ ก่อนการจัดการเรียนรู้ และหลังการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละครั้งใช้เวลาไม่เกินครั้งละ 20 นาที

**ข้าพเจ้า (ด.ญ./ด.ช.).....นักเรียนชั้น.....ม.1/3.....**

ขอทำหนังสือนี้ไว้เพื่อเป็นหลักฐานแสดงว่า

ข้อ 1 ข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม และบทสัมภาษณ์มาใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

ข้อ 2 ข้าพเจ้ายินยอมให้ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม และบทสัมภาษณ์มาใช้ในการตีพิมพ์บทความวิจัย

ข้อ 3 ข้าพเจ้าเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้โดยสมัครใจ และข้าพเจ้ามีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้เมื่อใดก็ได้ และการบอกเลิกไม่มีผลต่อการประเมินหรือการสอบในรายวิชาใด ๆ ที่ข้าพเจ้าพึงจะได้รับต่อไป

ข้อ 4 ข้าพเจ้าเข้าใจว่าผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลเฉพาะเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ และใช้นามสมมติทุกครั้งในการเผยแพร่ข้อมูลวิจัย

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในใบยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม.....นักเรียนผู้ให้ความยินยอม

ลงนาม.....ผู้ปกครอง

(.....)

(.....)

...../...../.....

...../...../.....

ลงนาม.....หัวหน้าโครงการวิจัย

(นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร)

...../...../.....

**ภาคผนวก ข**  
**แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย**  
**สำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างก่อนการทำโครงการงานสะเต็ม**

เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติ  
ด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ เพศ \_\_\_\_\_ อายุ \_\_\_\_\_

---

**ตอนที่ 2**

**ด้านความรู้**

1. นักเรียนคิดว่าตนเองจะได้เรียนรู้หรือพัฒนาทักษะด้านอะไรบ้างระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มเพราะเหตุใด

**ด้านความรู้สึก**

2. นักเรียนรู้สึกอย่างไรเมื่อทราบว่าต้องร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มเพราะเหตุใด

**ด้านพฤติกรรม**

3. นักเรียนคิดว่าตนเองจะมีบทบาทอย่างไรในการร่วมกิจกรรมโครงงานสะเต็มในครั้งนี้ เพราะเหตุใด



**ภาคผนวก ข**  
**แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย**  
**สำหรับใช้ในการสัมภาษณ์เชิงลึกกลุ่มตัวอย่างหลังการทำโครงการสะสมเต็ม**

เรื่อง ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะสมเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐานต่อทัศนคติ  
ด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงงานสะสมเต็มของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ  
ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

**ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป**

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ เพศ \_\_\_\_\_ อายุ \_\_\_\_\_

---

**ตอนที่ 2**

**ด้านความรู้**

1. หลังเข้าร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมเต็มนักเรียนคิดว่าตนเองได้ความรู้หรือพัฒนาด้านใดบ้าง อย่างไร

**ด้านความรู้สึก**

2. นักเรียนรู้สึกอย่างไรหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมเต็มเพราะเหตุใด

**ด้านพฤติกรรม**

3. นักเรียนมีบทบาทอย่างไร ระหว่างการร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมเต็ม
4. นักเรียนจะนำประสบการณ์ที่ได้จากการร่วมกิจกรรมโครงงานสะสมเต็มไปปรับใช้ในอนาคตของนักเรียนได้อย่างไร เพราะเหตุใด

**ภาคผนวก ฅ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา**  
**แบบสอบถามทัศนคติด้านการเห็นคุณค่าของการทำโครงการงานสะเต็ม**

ด้าน	ข้อความถามเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ จาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความถามที่ปรับปรุง
1. ความรู้	1.การทำโครงการงานสะเต็ม ทำให้นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ	3	-	-
	2.การเรียนรู้ผ่านการทำโครงการงานสะเต็ม เป็นการเรียนรู้ที่มีคุณค่า	3	-	-
	3.การทำโครงการงานสะเต็ม ทำให้นักเรียนได้พัฒนาการทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีศักยภาพมากขึ้น	3	-	-
	4.การทำโครงการงานสะเต็ม ทำให้ฉันเสียเวลาโดยไม่จำเป็น	3	-	-
	5.การทำโครงการงานสะเต็ม ทำให้นักเรียนทำในสิ่งที่อยากทำ	2	-	-
	6.การเรียนรู้โครงการงานสะเต็มเป็นการเรียนที่ไม่ก่อให้เกิดประโยชน์	3	ปรับคำถาม	กิจกรรมโครงการงานสะเต็มเป็นการเรียนที่เปล่าประโยชน์
	7.การทำโครงการงานสะเต็ม ทำให้นักเรียนใช้เวลาว่างให้เกิดประโยชน์ได้มากขึ้น	2	-	-

ด้าน	ข้อความถามเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ จาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความถามที่ปรับปรุง
	8.โครงการสะสมเต็มทำให้นักเรียนสามารถนำความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้	3	ปรับคำถาม	โครงการสะสมเต็มทำให้นักเรียนได้ฝึกประยุกต์ใช้ความรู้ในวิชาต่าง ๆ มาบูรณาการเพื่อแก้ปัญหาได้
2. ความรู้สึก	9.นักเรียนรู้สึกตื่นเต้นในการทำโครงการสะสมเต็ม	3	-	-
	10.นักเรียนมีความภาคภูมิใจจากการทำโครงการสะสมเต็ม	3	-	-
	11.นักเรียนรู้สึกมีความสุขเมื่อทราบว่าต้องทำโครงการสะสมเต็ม	3	-	-
	12.นักเรียนรู้สึกฝืนใจหากต้องทำโครงการสะสมเต็มในอนาคต	3	-	-
	13.นักเรียนรู้สึกสนุกกับการทำโครงการสะสมเต็ม	2	-	-
	14.นักเรียนรู้สึกเป็นทุกข์ระหว่างการทำโครงการสะสมเต็ม	2	-	-
	15.นักเรียนรู้สึกเบื่อกับการทำโครงการสะสมเต็ม	3	-	-
3. พฤติกรรม	16.นักเรียนอยากทำโครงการสะสมเต็มอีกครั้ง	0	ปรับคำถาม	นักเรียนอยากจะทำโครงการสะสมเต็มอีกครั้ง

ด้าน	ข้อความเดิม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ จาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความที่ปรับปรุง
	17.นักเรียนอยากชวนเพื่อนคนอื่นมาเรียนรู้การทำโครงการสะเต็ม	0	ปรับคำถาม	นักเรียนอยากชวนเพื่อนคนอื่นมาเรียนรู้การร่วมกิจกรรมโครงการสะเต็ม หรือเล่ากิจกรรมโครงการสะเต็มให้เพื่อนฟัง
	18.โครงการสะเต็มเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงศักยภาพของตนเอง	-1	เปลี่ยนเป็นด้านความรู้	ย้ายข้อความไปอยู่ในด้านความรู้
	19.การทำโครงการสะเต็มเป็นการเพิ่มภาระงานที่ไม่จำเป็น	-1	เปลี่ยนเป็นด้านความรู้	ย้ายข้อความไปอยู่ในด้านความรู้
	20.อนาคตนักเรียนหากเลือกได้นักเรียนอยากเรียนในสถานศึกษาที่มีการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมโครงการสะเต็ม	1	ปรับคำถาม	ในอนาคตนักเรียนจะเรียนในสถานศึกษาที่มีการเรียนโดยใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมโครงการสะเต็ม
	21.กระบวนการของการทำโครงการสะเต็มไม่เหมาะสมต่อการสร้างนวัตกรรม	-1	เปลี่ยนเป็นด้านความรู้	ย้ายข้อความไปอยู่ในด้านความรู้

ด้าน	ข้อความเพิ่มเติม	ค่า IOC	ข้อเสนอแนะ จาก ผู้ทรงคุณวุฒิ	ข้อความที่ปรับปรุง
	22. ในอนาคตนักเรียนคิดว่าตนเองสามารถนำกระบวนการของโครงการเพิ่มเติมไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้	2	ปรับคำถาม	ในอนาคตนักเรียนจะนำกระบวนการของโครงการเพิ่มเติมไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวันได้
	23. หากเลือกได้นักเรียนจะหลีกเลี่ยงการทำโครงการเพิ่มเติม	2	-	-
	24. ในอนาคตนักเรียนต้องการเลือกสายการเรียนที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ หรือ เทคโนโลยี	2	-	-

## ภาคผนวก ญ

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เรื่อง การกำหนดปัญหา



ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เรื่อง การค้นหาสาเหตุของปัญหา





ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เรื่อง การออกแบบนวัตกรรม



## ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

### เรื่อง การสร้างนวัตกรรม





ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เรื่อง การนำเสนอนวัตกรรม



ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้  
เรื่อง สะท้อนผลการจัดกระบวนการเรียนรู้



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายชัยชนะ วิวัฒน์รัตนบุตร
วันเดือนปีเกิด	24 ตุลาคม 2536
วุฒิการศึกษา	ปีการศึกษา 2559: ครุศาสตรบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตำแหน่ง	ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน
ทุนการศึกษา	ปี พ.ศ. 2561: กองทุนเพื่อการศึกษาธรรมศาสตร์ – น้ำมันพืชไทย
ประสบการณ์ทำงาน	2560-ปัจจุบัน: ครู กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 2 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน