ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

THE EFFECT OF LEARNING MANAGEMENT THROUGH THE DESIGN THINKING ON SCIENTIFIC COMPETENCIES OF GRADE 8 STUDENTS

สุภาพร บุตรสัย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2565

ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

สุภาพร บุตรสัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

THE EFFECT OF LEARNING MANAGEMENT THROUGH THE DESIGN THINKING ON SCIENTIFIC COMPETENCIES OF GRADE 8 STUDENTS

SUPAPORN BUTSAI

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of MASTER OF EDUCATION

(Educational Measurement, Evaluation, and Research)

Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2022

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ของ

สุภาพร บุตรสัย

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัด ประเมิน และวิจัยการศึกษา
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

.....

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนิดา ศกุนตนาค)

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข)

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
ผู้วิจัย	สุภาพร บุตรสัย
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนิดา ศกุนตนาค
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. วิไลลักษณ์ ลังกา

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 70 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง แบบ Randomized control Group Pretest-Posttest Design ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 4 สัปดาห์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน และแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 4 แผน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย สถิติ Hotelling T^2 และการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามแบบทางเดียว (One-way MANOVA) ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ : กระบวนการคิดเชิงออกแบบ, สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

Title	THE EFFECT OF LEARNING MANAGEMENT THROUGH THE DESIGN THINKING ON SCIENTIFIC COMPETENCIES OF GRADE 8 STUDENTS
Author	SUPAPORN BUTSAI
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2022
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Panida Sakuntanak
Co Advisor	Associate Professor Dr. Wilailak Langka

The purposes of this research are as follows: (1) to compare the scientific competencies of students taught by a design thinking approach before and after learning; and (2) to compare the scientific competencies of students between the groups that performed the design thinking approach and inquiry-based learning (5E). The samples of this research were Grade Eight students at Surathampitak School, under the authority of the Office of Secondary Educational Service Area, Nakhon Ratchasima, in the second semester of the 2022 academic year. There was a total of 70 students, divided into an experimental group of 35 students and a control group of 35 students. This study employed multi-stage random sampling. The data was collected using a randomized control group pretest-posttest design. This research took four weeks to collect the data and the research tools, consisting of a scientific competencies test, four design thinking lesson plans, and four inquiry-based learning (5E) lesson plans. They were analyzed by descriptive statistics, Hotelling's T^2, and MANOVA. The results revealed as following: (1) the students who were managed by the design thinking process had higher scores in science competencies after learning than before learning with a statistical significance of .05; and (2) the students who received the design thinking learning management process had higher scores in scientific competencies after taking the approach than students who used inquiry-based learning (5E) with a statistical significance of .05.

Keyword : Design thinking, Scientific competencies

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความเมตตากรุณา และเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พนิดา ศกุนตนาค อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ แก้ไข และให้กำลังใจเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ณ ที่นี้ด้วย

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ดร.วิไลลักษณ์ ลังกา อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรอุมา เจริญสุข และรองศาสตราจารย์ ดร.กันต์ฤทัย คลังพหล ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่า ตลอดจนให้คำแนะนำที่มีคุณค่าแก่ผู้วิจัย และผู้วิจัยขอกราบระลึกพระคุณครูอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนให้ความรู้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

กราบขอบพระคุณนางสาวชุติมา เสนา ดร.สิริรัตน์ สุขฑีฆะ และนางสาวกิ่งกาญจน์ กลิ่นจันทน์ ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ ไขเครื่องมือที่ใช้ ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นอย่างดี ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้บริหารสถานศึกษาโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ คณะครูโรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้

ผู้วิจัยซาบซึ้งในน้ำใจของกัลยาณมิตรทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ให้กำลังใจในทุกสถานการณ์ อยู่เคียงข้างในทุกปัญหานายศรัณยู เมืองกระจ่าง นางสาวจุฬาลักษณ์ วงษ์วัฒนะ นางสาวพัณณิตา ชงโค นางสาวกุหลาบ ข่าขันมะลี และอีกหลายท่านที่ไม่ได้เอ่ยนาม ที่คอยช่วยเหลืออย่างดียิ่งเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกและบูชาพระคุณแด่บิดามารดา ครู อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ให้ความรู้ และให้การอบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัยตลอดมา ขอขอบคุณเพื่อนร่วมอุดมการณ์ที่แนะนำและร่วมทุกข์ร่วมสุขตั้งแต่วันแรกของการเรียนในระดับบัณฑิตศึกษา จนถึงวันที่สามารถทำงานวิจัยสำเร็จลุล่วงตามที่หวังไว้ คุณงามความดีและประโยชน์อันเกิดจากการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็น เครื่องบูชาแด่ บุพการีบูรพาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่าน

สุภาพร บุตรสัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 1

บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

คำถามวิจัย 5

ความมุ่งหมายของการวิจัย 5

ความสำคัญของการวิจัย 6

ขอบเขตของการวิจัย 6

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 6

2. ตัวแปรที่ศึกษา 7

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 7

4. ขอบเขตด้านเนื้อหา 7

นิยามศัพท์เฉพาะ 7

กรอบแนวคิดของการวิจัย 9

สมมติฐานการวิจัย 11

บทที่ 2 12

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 12
1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) 13
1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 13
1.2 กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ 14
1.3 ตัวอย่างเครื่องมือและการตรวจให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 18
2. กระบวนการคิดเชิงออกแบบ 23
2.1 ความหมายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 23
2.2 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 26
2.3 การนำการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้ 32
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 35
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 35
3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 36
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 37
4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 37
4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 41
4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 44
บทที่ 3 47
วิธีดำเนินการวิจัย 47
1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 47
ประชากร 47
กลุ่มตัวอย่าง 47
2. แบบแผนการวิจัย 48
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 49

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพ 49
ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล 56
4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล 61
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 61
บทที่ 4 63
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 63
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 63
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 63
ส่วนที่ 1 สถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 64
ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน 66
บทที่ 5 72
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 72
สรุปผลการวิจัย 72
อภิปรายผลการวิจัย 73
ข้อเสนอแนะ 77
บรรณานุกรม 79
ภาคผนวก 84
ภาคผนวก ก 85
ภาคผนวก ข 87
ภาคผนวก ค 98
ภาคผนวก ง 127
ประวัติผู้เขียน 137

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม 48

ตาราง 2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ 54

ตาราง 3 แสดงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 58

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 64

ตาราง 5 สถิติบรรยายของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 65

ตาราง 6 การทดสอบความสัมพันธ์ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง 66

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ Hotelling's T^2 67

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของ นักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน 67

ตาราง 9 การทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 69

ตาราง 10 การทดสอบความสัมพันธ์ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 69

ตาราง 11 การทดสอบความแปรปรวนของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม 70

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติ MANOVA 71

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ..... 88

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก..... 91

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item – objective congruence: IOC) ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์..... 94

ตาราง 16 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ 96

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย 11

ภาพประกอบ 2 กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์..... 15

ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ..... 50

ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 52

ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์..... 56

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551มีความมุ่งหมายให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยมีการเน้นการเชื่อมโยงความรู้เข้ากับกระบวนการ ทำให้สามารถสร้างองค์ความรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะในการค้นคว้าและแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ ให้ผู้เรียนมีโอกาสลงมือทำกิจกรรมโดยการปฏิบัติจริงและเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน สอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ครั้งที่ 3 พ.ศ. 2553)ได้กำหนดแนวทางในการจัดการศึกษาและกระบวนการเรียนรู้ให้สถานศึกษา ดำเนินการเพื่อสนับสนุนให้ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการคิดผ่านการเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้ในการแก้ไขปัญหา โดยจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ฝึกปฏิบัติให้สามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ และมีความใฝ่เรียนรู้อย่างต่อเนื่อง (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553) และการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่ยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมผู้เรียนให้มีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ สร้างสรรค์ มีทักษะด้านเทคโนโลยีสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้อย่างสันติ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2553)

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ซึ่งโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) เป็นโครงการที่องค์การเพื่อความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (Organisation for Economic Cooperation and Development: OECD) โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติมาตั้งแต่ ค.ศ. 2000 แต่การประเมินทุกครั้งที่ผ่านมาให้ข้อมูลว่า นักเรียนไทยยังคงทำคะแนนได้ต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากประเทศอื่น ๆ จากผลการสอบด้วยข้อสอบที่เน้นเฉพาะความรู้ตามสาระวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งบทบาทของโรงเรียนควรส่งเสริมให้นักเรียนทุกคนให้มีการคิดในเชิงวิทยาศาสตร์ให้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องผูกพันกับวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพื่อจะได้มีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น มีความ

ผูกพันและอยากเรียนมากขึ้น ดังนั้นประเทศไทยจึงเป็นประเทศหนึ่งที่กำหนดให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีเป้าหมายคือความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และการเพิ่มจำนวนผู้ที่เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562-2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560) ข้อมูลดังกล่าวสะท้อนถึงระบบการจัดการศึกษาของประเทศเนื่องจากคุณภาพของนักเรียนในกลุ่มนี้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพทรัพยากรมนุษย์ของประเทศในอนาคต เมื่อวิเคราะห์กรอบการวัดและประเมินผลของ PISA พบว่าข้อสอบ PISA เน้นการวัดความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์ผ่านวิชาการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (วิจารณ์ พานิช, 2556) ได้กล่าวว่าการจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่เน้นให้การเรียนรู้ที่แท้จริงอยู่ในโลกจริงหรือชีวิตจริง เพื่อเตรียมเยาวชนของชาติให้พร้อมสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมในสังคมในอนาคต ดังนั้นบทเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้ต้องส่งเสริมประสบการณ์ด้านการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาจากการเชื่อมโยงสถานการณ์ของปัญหาในชีวิตจริงกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์แล้วใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการแก้ปัญหา

วิธีการจัดการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่คือวิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ซึ่งเป็นกลยุทธ์วิธีการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สร้างความสนใจ และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะโดยใช้การตั้งคำถาม (inquiry) เป็นพื้นฐานในการนำประสบการณ์ที่เรียนรู้หรือฝึกฝน มาทดลองปฏิบัติหรือแสวงหาคำตอบ แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ จึงกล่าวได้ว่าหัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการเรียนรู้ เป็นการให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากกฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกิดเป็นการเรียนรู้จากความเข้าใจที่ผู้เรียนค่อยๆ สร้างขึ้นมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยแนะนำแก้ไขและเสริมต่อในส่วนที่จำเป็น แต่รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้มีข้อจำกัดคือ สถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้นไม่เร้าใจ ไม่น่าสนใจทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย หากครูควบคุมพฤติกรรมของนักเรียนมากเกินไปจะทำให้นักเรียนไม่มีโอกาสสืบค้นความรู้ด้วยตนเอง และในการสอนแต่ละครั้งจะใช้เวลามาก (ภพ เลาหไพบูลย์, 2540)

การส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากรายงานวิจัยของ Research in Education and Design Lab พบว่าการนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) เป็นกระบวนการในการพัฒนานวัตกรรม โดยเน้นกลุ่มเป้าหมายเป็นจุดศูนย์กลาง (Human Centered) ซึ่งเป็น

กระบวนการที่นำไปใช้ในองค์กรระดับโลกในการพัฒนานวัตกรรมใหม่ ๆ นำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาทางวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถบูรณาการกับสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบยังเป็นประโยชน์ สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่หลากหลายและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายของผู้เรียน เป็นการสร้างนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนาประเทศ ที่จะนำไปสู่การพัฒนาทั้งทักษะการคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี ร่วมกับการพัฒนาทักษะชีวิตและสังคม ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของคนในศตวรรษที่ 21 (มานิตย์ อาษานอก, 2561) โดยสอนให้เด็กเรียนรู้ที่จะนำความรู้และความสามารถที่ตนเองมีอยู่ ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันให้เหมาะสมกับสถานการณ์และหน้าที่ที่ตนเองได้รับมอบหมาย ถึงแม้การเรียนจะให้องค์ความรู้และทำให้เด็กเกิดความเข้าใจต่อสิ่งต่าง ๆ อยู่แล้ว แต่ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น บางครั้งองค์ความรู้เดิมอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอที่จะแก้ปัญหาเหล่านั้นให้จบได้ ดังนั้นเด็กจึงจำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาและสร้างสรรค์องค์ความรู้ของตนเองขึ้นมา อาจก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ที่จะช่วยแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ให้ดีขึ้น สิ่งสำคัญของการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ก็คือ การเปลี่ยน “ไอเดีย” ให้เป็น “เป็นรูปเป็นร่าง” ที่จับต้องได้จริง หรือเป็นกระบวนการที่แก้ไขปัญหาได้จริง โดยในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ อาจมีการจำลองสถานการณ์ง่าย ๆ เพื่อให้เด็กช่วยกันคิดและแก้ปัญหา (สุภาพรรณ ศรีสุข, 2561) เป็นการนำแนวคิด วิธีการกระบวนการหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ในการแก้ปัญหา หรือพัฒนาการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพตรงตามเป้าหมายของหลักสูตร ซึ่งจะช่วยให้การศึกษาและการเรียน การสอนมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็วมีประสิทธิผลสูงกว่าเดิม เกิดแรงจูงใจ ในการเรียนด้วยนวัตกรรมเหล่านั้นสามารถแก้ได้ด้วยการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งเป็นกระบวนการออกแบบโดยยึดบุคคลเป็นศูนย์กลาง (Human-Centered Design) ซึ่งคือการออกแบบให้ถูกใจผู้เรียน การนำเอากระบวนการของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาหรือการออกแบบการสอนทำให้ผู้สอนรู้จักคิดวิเคราะห์ในปัญหาที่เกิดขึ้นมากขึ้น ซึ่งบางครั้งทำให้เราอาจรู้ถึงปัญหาที่แท้จริงที่ซ่อนอยู่ และมีวิธีการในการแก้ไขปัญหาที่เป็นลำดับ และรอบด้าน ทำให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนั้นกระบวนการของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ยังก่อให้เกิดการฝึกคิดแบบสร้างสรรค์ในรูปแบบใหม่ๆ ที่จะนำมาคิดวิเคราะห์แก้ปัญหา ซึ่งการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นทักษะการคิดอย่างเป็นระบบ มีหลักฐานสนับสนุนเหตุผลหรือการทดลองต่าง ๆ สามารถสร้างและ

ทดสอบสมมติฐานด้วยการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลการทดลองได้โดยไม่ขึ้นอยู่กับคำอธิบายของครูผู้สอน ซึ่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้นักเรียนมีระบบการคิดด้วยตนเองด้วยวิธีการแก้ปัญหาในทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นรูปแบบการสอนนี้เป็นทั้งรูปแบบการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นรูปแบบการสอนของครูองค์ประกอบสำคัญในการทำให้เกิดบรรยากาศการเรียนการสอน คือ ครูผู้สอนและผู้เรียน ผู้สอนและผู้เรียนต่างมีบทบาทในการสร้างบรรยากาศ การเรียนการสอนที่มีการยอมรับมองเห็นคุณค่าในตัวผู้เรียนผู้เรียนเป็นบุคคลสำคัญมีคุณค่าและสามารถเรียนได้เชื่อมั่นว่าสามารถทำได้สำเร็จ

ผู้วิจัยได้นำขั้นตอนของการคิดเชิงออกแบบของสถาบันการออกแบบของสแตนฟอร์ดมาใช้ในการวิจัยเนื่องจากมีกลยุทธ์เทคนิคต่าง ๆ ที่หลากหลาย มีข้อเสนอแนะสำหรับใช้ในการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่ให้ความสำคัญกับปัญหามีขั้นตอนและวิธีการตั้งกรอบปัญหาเพื่อกระตุ้นแสดงความคิดเห็น ออกแบบ เน้นการลงมือทำสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อสร้างสรรค์มุมมองและนวัตกรรมใหม่ ๆ อีกทั้งยังมีการทดลองเพื่อสร้างต้นแบบ (prototype) เพื่อถ่ายทอดความคิดและเป็นการต่อยอดไอเดีย ในระหว่างกระบวนการสร้างต้นแบบสอดคล้องกับ (พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ และคณะ, 2562) ที่กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้นักเรียนมีโอกาสเรียนรู้และทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง ระดมสมองหาแนวทางในการแก้ไขปัญหาอย่างหลากหลายผ่านการลงมือสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์หรือชิ้นงานที่สามารถตอบโจทย์ปัญหาที่ท้าทายนั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านความร่วมมือ ช่วยสนับสนุนการสร้างทักษะในศตวรรษที่ 21 มีกระบวนการคิดทบทวนความรู้เดิม สร้างความคิดที่หลากหลาย เพื่อปรับปรุงการประดิษฐ์คิดค้นนวัตกรรม ได้มีการลงมือปฏิบัติการทดลอง และการประเมินผลการเรียนรู้ของวิธีการแก้ปัญหา (ไปรมา อิศรเสนา ณ อยุธยาและชูจิต ตรีรัตนพพันธ์, 2560) แนวทางในการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะมีขั้นตอนในการระบุปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหา ระบุและอธิบายปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และขั้นตอนการวางแผนและพัฒนาเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนการดำเนินงาน โดยนักเรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาแปลงเป็นข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจ ซึ่งอาจจะเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปความรู้ที่ได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (พัทธดนย์ อุดมสันติ และคณะ, 2562) และเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับสถานการณ์ด้าน

สิ่งแวดล้อมและพลังงานทั่วโลกที่กำลังอยู่ในภาวะวิกฤต ซึ่งหมายถึงความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องของสิ่งแวดล้อม และสถานการณ์หรือกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องรอบตัว โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ภูมิอากาศ ดิน อาหาร พลังงาน และระบบนิเวศ ได้ถูกยกมาเป็นประเด็นสำคัญในระดับโลก ระดับชาติ ระดับชุมชน ถึงหลักสูตรในสถานศึกษาเช่นกัน ด้วยเหตุนี้ ในการพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด การทำความเข้าใจผู้เรียนจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ และข้อค้นพบจากการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาแนวคิด พัฒนาการจัดการเรียนรู้ การประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อฝึกทักษะการเชื่อมโยงความรู้ พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับบริบทการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนในการมีทักษะต่าง ๆ และเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 - 2579 ที่ ให้เด็กไทยมีคะแนน PISA อยู่ในระดับมาตรฐานสากล

คำถามวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หรือไม่

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมาย ดังนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ก่อนเรียนและหลังเรียน

2. เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ความสำคัญของการวิจัย

1. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำกระบวนการเรียนรู้ไปใช้ในการส่งเสริมสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เพื่อที่นักเรียนจะได้นำความสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่มีไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์และบุคลากรทางการศึกษาสามารถนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นไปใช้วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหรือนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้เหมาะสมกับนักเรียนและบริบทของตนเอง เพื่อนำผลจากการวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนไปใช้ในการเตรียมความพร้อมในการสอบโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA)

3. นักเรียนสามารถนำผลจากการศึกษาไปเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และพัฒนาการเรียนรู้ของตนเอง ให้มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ครบ 3 องค์ประกอบ เพื่อให้ตนเองสามารถเผชิญปัญหาโดยใช้ เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่ในการทำความเข้าใจ ค้นหาความสัมพันธ์ สร้างข้อสรุปและแก้ปัญหาสิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้และสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปได้อย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพสูงสุดตามความสามารถและแนวทางของตนเอง

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครราชสีมา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 11,123คน

กลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 2 ห้องเรียน จำนวน 70 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 35 คน

2. **ตัวแปรที่ศึกษา**

ตัวแปรต้น คือ วิธีการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 2 วิธี ได้แก่ 1) การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 2) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ตัวแปรตาม คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1)การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2)การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ3)การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

3. **ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง**

ผู้วิจัยทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 8 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที

4. **ขอบเขตด้านเนื้อหา**

เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 4 หน่วยคือ

หน่วยที่ 1 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก

หน่วยที่ 2 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรดิน

หน่วยที่ 3 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรน้ำ

หน่วยที่ 4 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ

นิยามศัพท์เฉพาะ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับประเด็นสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล โดยปัญหาหรือคำถามมุ่งประเมินความสามารถของนักเรียน 3 สมรรถนะ ได้แก่ 1.การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2.การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ3.การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์การเสนอข้อมูล และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีการประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางกระบวนการคิดในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์

3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล กระบวนการที่ประเมินคำกล่าวอ้างหรือข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนำความคิดสร้างสรรค์และมุมมองที่หลากหลายมาสร้างสรรค์ไอเดีย หาแนวทางการแก้ไขและนำแนวทางต่างๆ มาทดสอบและพัฒนาเพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรม มี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นการเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) หมายถึง การศึกษาการทำความเข้าใจปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยนักเรียนสามารถสังเกต สัมภาษณ์ เพื่อเก็บข้อมูลและเข้าใจถึงเป้าหมายและประเด็นสำคัญที่ต้องการแก้ไขปัญหา

2. ขั้นการกำหนดปัญหา (Define Problems) หมายถึง การระบุหรือกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจากเหตุใด โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการเรียบเรียงข้อมูลที่ได้รวบรวมมาจากในการทำความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของนักเรียน ดึงข้อมูลเชิงลึกเพื่อทำความเข้าใจปัญหา

3. ขั้นการสร้างความคิด (Ideate) หมายถึง การสร้างความคิดต่าง ๆ ของนักเรียน โดยมุ่งเน้นไปที่การค้นหาไอเดียสร้างสรรค์ที่จะสามารถตอบโจทย์ปัญหาและความต้องการของผู้ใช้งานได้มากที่สุด ผ่านการระดมสมองในทีม (Group Brainstorm) เพื่อที่จะเพิ่มโอกาสในการค้นพบไอเดียที่ดีที่สุดที่จะสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้

4. ขั้นการสร้างต้นแบบ (Prototype) หมายถึง การทดสอบสมมติฐานที่ว่าไอเดียที่ได้คิดค้นขึ้นนั้นจะสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้จริงหรือไม่ โดยการสร้างต้นแบบจะต้องเป็นการสร้างการจำลองสถานการณ์นั้นๆ ที่สามารถทำได้เร็วและทดสอบได้เร็วที่สุด เพื่อที่จะสามารถกลับไปปรับปรุงแก้ไขรายละเอียดของต้นแบบได้อย่างรวดเร็ว แล้วทำการทดสอบซ้ำเพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลงานที่คิดขึ้นจะสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน

5. ขั้นการทดสอบ (Test) หมายถึง การทดลองใช้ต้นแบบเพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาและสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างดีที่สุด

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบมีการเรียนรู้ด้วยตนเองจนเกิดองค์ความรู้ (Constructivism) กระบวนการเรียนรู้จำเป็นต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน มีการสำรวจค้นคว้า อธิบาย ขยายความรู้เพิ่มเติม และประเมินผลผู้เรียนจากสภาพจริง เน้นการฝึกทักษะการทำงานเป็นทีม โดยบทบาท

ของครูต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) หมายถึง การนำเข้าสู่บทเรียนหรือเรื่องที่สนใจจากการอภิปรายและร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลกันภายในกลุ่ม ซึ่งเรื่องที่น่าสนใจอาจมาจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในช่วงเวลานั้น หรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่เพิ่งเรียนรู้มาแล้ว ครูอาจให้นักเรียนได้ทำการศึกษาจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ หรือเป็นผู้กระตุ้นความสนใจใฝ่เรียนรู้ด้วยการเสนอประเด็นขึ้นมาเป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนสร้างคำถาม กำหนดประเด็นที่จะศึกษาร่วมกัน ดำเนินการกำหนดขอบเขตการศึกษาและแจกแจงรายละเอียดให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น และมีแนวทางที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อเท็จจริงของข้อมูลอย่างหลากหลาย

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) หมายถึง การดำเนินการวางแผนกำหนดแนวทางการสำรวจตรวจสอบ ตั้งสมมติฐาน ลงมือปฏิบัติเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลตรวจสอบข้อเท็จจริง วิธีการตรวจสอบอาจทำได้หลายวิธี เช่น ทำการทดลอง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยสร้างสถานการณ์จำลอง หรือการศึกษาหาข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงหรือจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ

3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) หมายถึง การนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ แปลความหมาย สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ในรูปต่าง ๆ เช่น การบรรยาย สร้างแบบจำลอง สร้างกราฟ การค้นพบในขั้นนี้อาจทำให้สนับสนุนสมมติฐานที่ตั้งไว้ หรือโต้แย้งกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) หมายถึง การนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม นำแบบจำลองหรือข้อสรุปที่ได้ไปใช้อธิบายสถานการณ์การแก้ไขปัญหาในเหตุการณ์อื่นๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น

5. ขั้นประเมินผล (Evaluation) หมายถึง การประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ของนักเรียน ว่ามีความรู้มากน้อยเพียงใด และนำไปสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในเรื่องอื่น ๆ

กรอบแนวคิดของการวิจัย

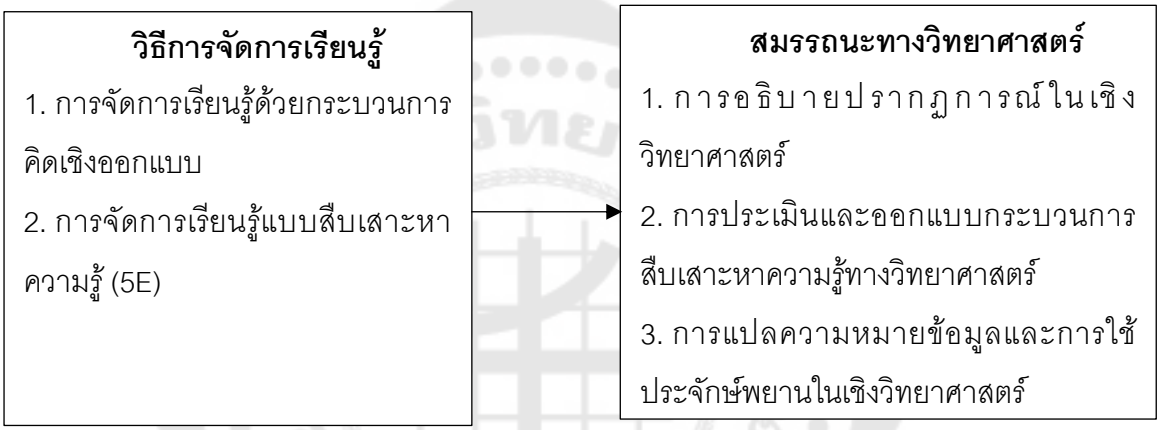
กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการเชื่อมโยงแนวคิดหรือสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ไม่ใช่การทำงานตามลำดับขั้นเป็นเส้นตรง คือ ความรู้ที่ได้ในแต่ละขั้นจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้า การทำงานที่เป็นวงจรแบบนี้ ทำให้นักออกแบบมีมุมมองใหม่ที่ช่วยพัฒนาวิธีคิดในการมองเห็นผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนา (Borba, 2016) จากการศึกษาเอกสารสามารถสรุปการดำเนินงานของการคิดเชิงออกแบบได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1. การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) 2. การกำหนดปัญหา (Define Problems) 3. การสร้างความคิด (Ideate) 4. การสร้างต้นแบบ (Prototype) 5. การทดสอบ (Test) ทั้ง 5 ขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาในชีวิตจริงและเสนอวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุด รวมทั้งสามารถตอบสนองความต้องการของบุคคลได้ ผู้วิจัยจึงได้นำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ของมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด (Stanford d. school) (Chasanidou, Gasparini,& Lee, 2015; Hasso Plattner Institution at Stanford., 2010; Johansson-Skoldberg, Woodilla, & 2013) อ้างอิงในสุวิมล ว่องวาณิช (2563: 90) แนวทางในการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงออกแบบจะมีขั้นตอนในการระบุปัญหา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหา ระบุและอธิบายปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และขั้นตอนการวางแผนและพัฒนาเป็นขั้นที่นักเรียนวางแผนการดำเนินงาน โดยนักเรียนนำความรู้ที่ได้ศึกษามาแปลงเป็นข้อมูลที่ง่ายต่อความเข้าใจ ซึ่งอาจจะเกิดจากการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปความรู้ที่ได้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (พัทธดนย์ อุดมสันติ และคณะ, 2562) เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2018 ที่กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ด้านบริบท ที่นักเรียนสามารถรับรู้ถึงสถานการณ์ในชีวิต ในระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ทั้งที่เป็นเรื่องในปัจจุบัน หรือในอดีตที่ผ่านมา ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งการเรียนรู้ดังกล่าวจะนำไปสู่การพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

กลยุทธ์วิธีการสอนอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ควบคู่ไปกับทักษะกระบวนการต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง มีการสร้างความสนใจ และกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาทักษะโดยใช้การตั้งคำถาม (inquiry) เป็นพื้นฐานในการนำประสบการณ์ที่เรียนรู้หรือฝึกฝน มาทดลองปฏิบัติหรือแสวงหาคำตอบ แบบเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์ใช้เพื่อทำความเข้าใจปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ คือ รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จึงกล่าวได้ว่าหัวใจสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน เป็นการให้ผู้เรียนได้ใช้

กระบวนการในการสำรวจตรวจสอบ และรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ มาใช้อธิบายปรากฏการณ์หรือแก้ปัญหาเกิดเป็นการเรียนรู้จากความเข้าใจที่ผู้เรียนค่อยๆ สร้างขึ้นมา โดยผู้สอนจะเป็นผู้ช่วยแนะนำแก้ไขและเสริมต่อในส่วนที่จำเป็น

จากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเปรียบเทียบผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่จะส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดแนวคิดในการวิจัยที่ดังภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies)
    1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
    1.2 กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์
    1.3 ตัวอย่างเครื่องมือและการตรวจให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
    2.1 ความหมายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
    2.2 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
    2.3 การนำการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้
3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)
    3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
    3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
    4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์
    4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
    4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

1. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies)

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท (2563) ได้ให้นิยามของบุคคลที่ได้ชื่อว่ามีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically Literate Person) คือผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งบุคคลนั้นจำเป็นต้องรู้และใช้องค์ประกอบหลายอย่าง ได้แก่ บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 ด้าน ดังนี้ ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และด้านการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบทั้งสามมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิต คนเราต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก เราจึงต้องมีและใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งการตอบสนองจะทำได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และเจตคติต่าง ๆ ที่แต่ละคนมีอยู่

1.1 ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ได้ให้ความหมายของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์

สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ (2551) กล่าวว่า สมรรถนะด้านวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการตัดสินใจหรือการจัดการ การอธิบาย การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์และการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์โดยใช้เหตุผล การคิดแบบวิพากษ์วิจารณ์และบูรณาการ การเปลี่ยนสัญลักษณ์ การสร้างคำอธิบายหรือข้อโต้แย้งและการสื่อสารที่อยู่บนพื้นฐานของข้อมูลการคิดออกมาในรูปตัวแบบ

นันทวัน นันทวนิช (2557) กล่าวว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการใช้วิทยาศาสตร์เพื่อการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูล และประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) หมายถึง ความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่าง ๆ เข้ากับสิ่งที่เกี่ยวข้องกับ

วิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยปัญหาหรือคำถามมุ่งประเมินความสามารถของนักเรียน 3 ลักษณะ คือ การใช้ความรู้วิทยาศาสตร์อธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายของข้อมูลและประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการเรียนโดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวของแต่ละบุคคล

1.2 กรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์

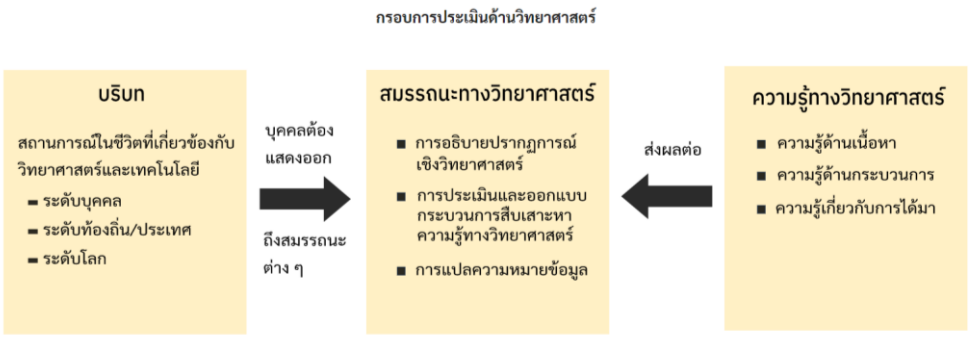
ตามวัตถุประสงค์ของการประเมิน PISA 2018 จึงได้กำหนดกรอบโครงสร้างการประเมินผลความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกัน ดังนี้

1. บริบท หมายถึง การรับรู้ถึงสถานการณ์ต่าง ๆ รอบตัว ตั้งแต่อดีตที่ผ่านมาจนถึงเรื่องในปัจจุบันที่พบเจอ ทั้งระดับบุคคล ระดับชาติ และระดับโลก ซึ่งจำเป็นต้องมีความเข้าใจเรื่องวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2. ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจในข้อเท็จจริงที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีสำคัญ ที่ทำให้เกิดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีความรู้ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ ความรู้ความรู้ด้านเนื้อหาเกี่ยวกับธรรมชาติของโลกและสิ่งประดิษฐ์ทางเทคโนโลยี ความรู้ด้านกระบวนการเกี่ยวกับวิธีการในการสร้างแนวคิดต่าง ๆ องค์ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้เป็นการสร้างมวลประสบการณ์และความรู้ให้เกิดกับผู้เรียน

3. สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ที่มีความเกี่ยวข้องในเชิงวิทยาศาสตร์ การแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ และการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบเหล่านี้มีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ทั้งในอดีตและปัจจุบันต้องเผชิญสถานการณ์ที่หลากหลายในชีวิตจริงที่มีความเกี่ยวข้องกับทั้งตนเอง ท้องถิ่น ประเทศ หรือสถานการณ์ของโลก โดยต้องมีการใช้สมรรถนะเพื่อตอบสนองและแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งความสัมพันธ์แสดงดังนี้



ภาพประกอบ 2 กรอบการประเมินด้านวิทยาศาสตร์

ที่มา: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563)

1.2.1 **สถานการณ์และบริบทของวิทยาศาสตร์**

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) ให้ความสำคัญในใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างหลากหลายรูปแบบ ในการแก้ไขปัญหาจะมีการเลือกใช้วิธีการในการแก้ไขปัญหาให้มีความเหมาะสมกับประเด็นปัญหานั้นขึ้นอยู่กับบริบทของสถานการณ์ ดังนั้นในการสร้างข้อสอบจึงมีการเลือกใช้บริบทของสถานการณ์ต่าง ๆ ซึ่งในการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ข้อคำถามของ PISA จะเป็นการทดสอบความรู้ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แนวคิดหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนได้เรียนรู้มาจากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เพื่อนำมาใช้ในการตอบคำถามประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิต คำถามของการประเมินผลPISA จึงเป็นประเด็นปัญหาในสถานการณ์ที่อยู่รอบตัวนักเรียน และไม่จำกัดอยู่เฉพาะสถานการณ์ในโรงเรียนเท่านั้น อาจเป็นบริบทสังคม ชุมชน หรือสถานการณ์ของโลกก็ได้ หรือแม้กระทั่งคำถามที่อยู่ในบริบทประวัติศาสตร์ก็สามารถนำมาใช้ประเมินความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและความก้าวหน้าของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้

1.2.2 **ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ : แนวคิดและเนื้อหาที่ครอบคลุม**

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) การประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific knowledge) ที่ PISA 2015 มีการกำหนดการทดสอบครอบคลุมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge) 2) ความรู้ด้านกระบวนการ (Procedural Knowledge) และ 3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้ (Epistemic Knowledge)

1) ความรู้ด้านเนื้อหา เป็นความรู้เกี่ยวกับ แนวความคิด ข้อเท็จจริงและทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งรอบตัวในธรรมชาติ มีการประเมินความรู้ในสาขาวิชาหลัก ได้แก่ฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ ซึ่งหลักการในการเลือกแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการประเมิน ได้แก่ เป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์หรือประเด็นปัญหาที่พบในชีวิตจริง มีการแสดงให้เห็นถึงการใช้หลักการคิดทางวิทยาศาสตร์ หรือทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ ซึ่งใช้ได้อย่างยาวนาน และมีความเหมาะสมกับระดับพัฒนาการของนักเรียนที่ใช้ในการประเมินช่วงอายุ 15 ปี

2) ความรู้ด้านกระบวนการ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสร้างองค์ความรู้ เน้นในเรื่องการลงมือปฏิบัติ การทดลองและแนวความคิดเกี่ยวกับการสืบเสาะหาความรู้ เช่น ในการทดลองต้องมีการตรวจสอบซ้ำเพื่อลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น จึงมีการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ และการมีกระบวนการที่นำเสนอข้อมูลและสื่อสารข้อมูล โดยลักษณะทั่วไปของความรู้ด้านกระบวนการที่จะทำการทดสอบนักเรียน เช่น การใช้มาตรในการวัดได้อย่างถูกต้อง การวัดตัวแปร การวัดข้อมูลในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ แนวคิดเรื่องตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุม วิธีการประเมินและลดข้อผิดพลาด เช่น การทดลองซ้ำเพื่อหาค่าเฉลี่ยจากการวัด ความถูกต้องของข้อมูลและความน่าเชื่อถือของข้อมูลในการทดลองซ้ำ วิธีการควบคุมตัวแปรในการทดลอง ลักษณะของการออกแบบการตรวจสอบข้อเท็จจริงที่เหมาะสมเพื่อตอบคำถามทางวิทยาศาสตร์เช่น การทดลอง การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปและนำเสนอข้อมูลจากการทดลองโดยใช้รูปแบบแผนภูมิ ตาราง และกราฟได้อย่างเหมาะสม

3) ความรู้เกี่ยวกับการได้มาซึ่งความรู้ เป็นความรู้เกี่ยวกับลักษณะที่จำเป็นต่อกระบวนการสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงความเข้าใจบทบาทหน้าที่ของสิ่งต่าง ๆ ที่มีต่อวิทยาศาสตร์ เช่น การตั้งคำถามจากสิ่งที่สงสัย การสังเกต แนวคิดทฤษฎี การตั้งสมมติฐาน การสร้างแบบจำลอง การอภิปรายโต้แย้ง การยอมรับรูปแบบที่หลากหลายในกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และบทบาทในการตรวจสอบจากแหล่งต่าง ๆ ที่ทำให้ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นน่าเชื่อถือ มีลักษณะสำคัญดังนี้

1.2.3 **สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์**

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) PISA ประเมินความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific competencies) และนิยามการประเมินสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ว่าเป็นการประเมินความสามารถของนักเรียนในการทำสิ่งดังต่อไปนี้

1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ต้องมีการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ต้องสามารถวิเคราะห์ความรู้ในด้านเนื้อหาที่เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดให้มาแปลความหมายและให้คำอธิบายต่อปัญหาหรือปรากฏการณ์ต่างๆ สมรรถนะนี้ อาจมีการการบรรยายและการวิเคราะห์ปรากฏการณ์ การคาดการณ์หรือการพยากรณ์เพื่อลงข้อสรุป และการให้นักเรียนวาดแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้อธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกิดในชีวิตประจำวันและสามารถระบุได้ว่าคำอธิบายใดมีความสมเหตุสมผลสามารถคาดการณ์คำตอบที่จะเป็นไปได้เป็นต้น

โดยสรุปแล้ว สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ หมายถึง การมีความสามารถในการรับรู้ วิเคราะห์สถานการณ์ และประเมินคำอธิบายที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและเทคโนโลยี

2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

โดยนักเรียนต้องสามารถวิเคราะห์และประเมินความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่มีการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ว่าข้อคำถามใดสามารถค้นหาคำตอบได้จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการสร้างความรู้สมรรถนะนี้จำเป็นต้องใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะสำคัญของการตรวจสอบข้อมูลองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เช่น การกำหนดตัวแปรว่าการทดลองที่มีความแม่นยำต้องมีการควบคุมตัวแปรใด และเปลี่ยนแปลงตัวแปรใด ต้องมีการสืบค้นข้อมูล ค้นคว้าสาระความรู้และข้อมูลอะไรเพิ่มเติมที่จะสามารถค้นหาแนวทางที่ได้มาซึ่งคำตอบที่น่าเชื่อถือ

โดยสรุปแล้วสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกิดขึ้นและนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามที่มีความเป็นวิทยาศาสตร์

3)การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์

บุคคลที่มีสมรรถนะนี้ต้องมีการแสดงออกถึงความสามารถในการตีความหมายของข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ อย่างเป็นวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและสามารถลงข้อสรุปเพื่อนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสมรรถนะนี้ต้องใช้เครื่องมือวัดต่าง ๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลหรือสรุปข้อมูล และใช้ความสามารถในการแปลงสารสนเทศของข้อมูลที่ได้จากการทดลองหรือเป็นข้อมูลที่แสดงแทนในรูปแบบอื่น ๆ เช่นแผนภูมิ กราฟ รวมถึงสามารถให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล

สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์หมายถึง การที่บุคคลต้องมีความสามารถในการแยกแยะ วิเคราะห์ข้อมูล คำกล่าวอ้าง และประเมินข้อโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์และประจักษ์พยานจากแหล่งที่มาที่หลากหลาย เช่น หนังสือตำรา หนังสือพิมพ์ อินเทอร์เน็ต และวารสาร ได้อย่างเหมาะสม โดยสามารถทำสิ่งต่อไปนี้

1.3 ตัวอย่างเครื่องมือและการตรวจให้คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.3.1 รูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) รูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี 3 รูปแบบ ได้แก่

1) **ข้อสอบแบบเลือกตอบ** : มีลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

- การเลือกหนึ่งคำตอบจากตัวเลือกที่มีในข้อคำถาม
- การเลือกคำตอบที่เป็นองค์ประกอบที่อยู่ในภาพหรือข้อความของข้อคำถาม

ข้อสอบเรื่อง **การตรวจสอบพื้นผิวที่ลาดชัน** – คำถามที่ 2

2) **ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน** : ลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

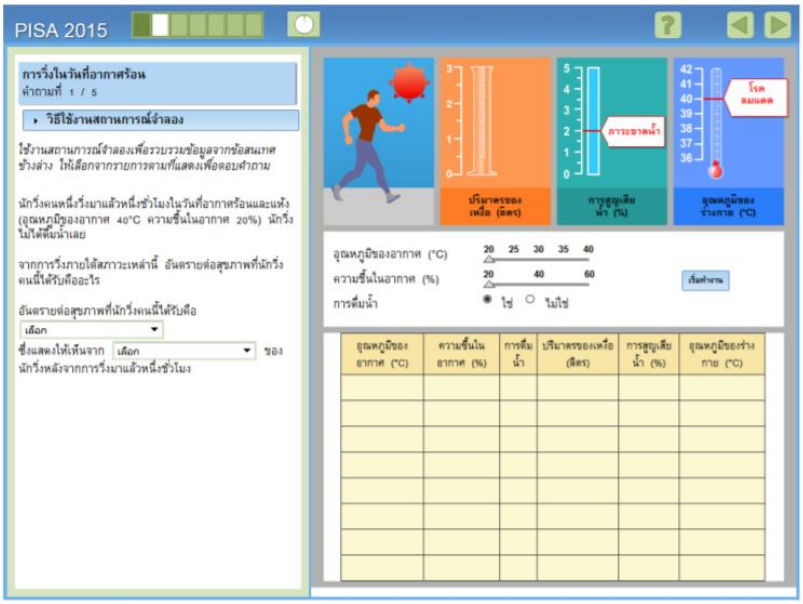
- การเลือก “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ของข้อคำถาม การให้คะแนนจะได้คะแนนเมื่อตอบถูกทั้งหมดในชุดข้อคำถามนั้น

- การเลือกมากกว่าหนึ่งคำตอบจากข้อความหรือประโยคที่กำหนดให้

- การเลือกเติมคำตอบในประโยคให้สมบูรณ์จากรายการที่กำหนดให้

- การกดเลือกคำตอบลงมาวางในตำแหน่งที่มีในระบบของข้อสอบ เป็นการตอบในประเด็นการเรียงลำดับก่อนหลังของสถานการณ์ การจำแนกประเภทหรือกำรจับคู่ที่สอดคล้องกับข้อคำถาม

ข้อสอบเรื่อง **การวิ่งในวันที่อากาศร้อน** – คำถามที่ 1



หมายเหตุ: ข้อนี้คอมพิวเตอร์ตรวจให้คะแนนอัตโนมัติ

3) **ข้อสอบแบบเขียนตอบ** : ลักษณะการตอบคำถาม ดังนี้

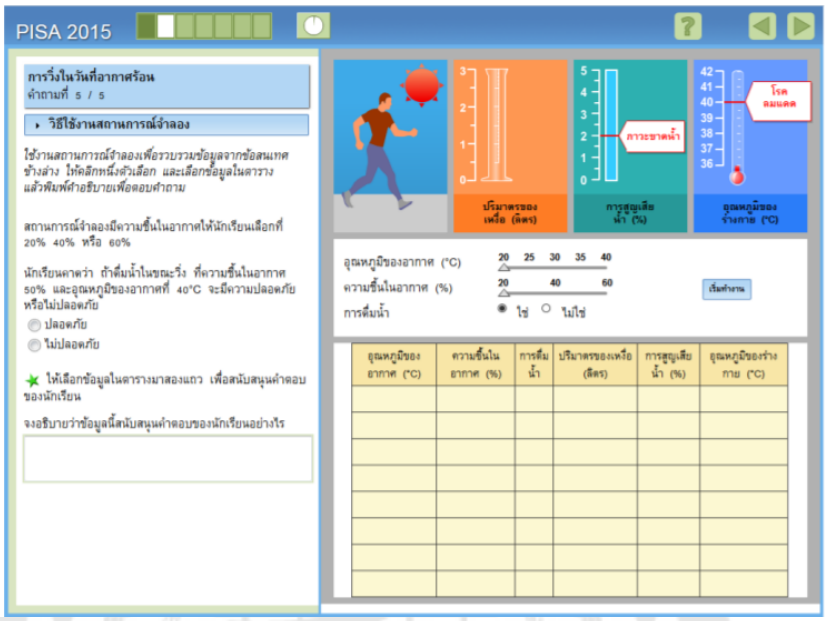
- การเขียนคำตอบแบบสั้นเป็นกลุ่มคำหรือการเขียนคำตอบแบบยาวเป็นย่อหน้าสั้นๆ (อาจเป็นคำอธิบายที่ประกอบด้วยประโยค 2-4 ประโยค)

- ข้อคำถามบางข้อจะให้ออกแบบการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ เช่น สร้างกราฟหรือแผนภาพ สำหรับการสอบด้วยคอมพิวเตอร์ข้อคำถามในรูปแบบนี้ จะมีการจัดกระทำรูปแบบให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการตอบคำถามที่ต้องการได้

โดยข้อสอบแบบเขียนตอบจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ ข้อสอบเขียนตอบโดยใช้คนตรวจให้รหัสคะแนน ซึ่งเป็นข้อสอบที่นักเรียนต้องพิมพ์อธิบายคำตอบโดยใช้ความคิดที่สนับสนุน

คำตอบด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และข้อสอบเขียนตอบโดยคอมพิวเตอร์ตรวจให้รหัสคะแนนอัตโนมัติ ซึ่งเป็นข้อสอบที่นักเรียนพิมพ์คำตอบที่ตายตัว

ข้อสอบเรื่อง **การวิ่งในวันที่อากาศร้อน** – คำถามที่ 5



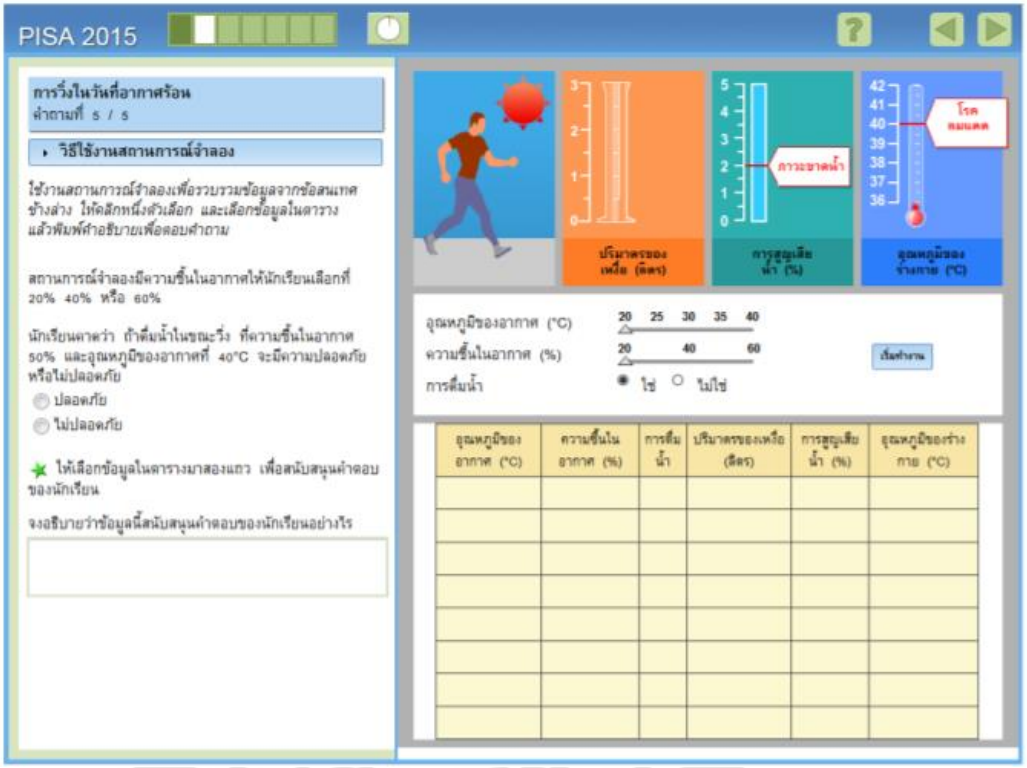
1.3.2 การตรวจให้คะแนน

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2564) แม้ว่าข้อสอบปกติจะเป็นการให้คะแนนอย่างใดอย่างหนึ่ง คือมีคะแนนกับไม่มีคะแนน แต่ข้อสอบประเภท เลือกตอบเชิงซ้อน หรือตอบอิสระมีคะแนนบางส่วน มีการใช้เหตุผลที่มีความเกี่ยวข้องกับคำอธิบายที่ไม่ถูกต้องทั้งคำตอบ คู่มือการตรวจให้คะแนนจะมีการแยกคำตอบของนักเรียนออกจากกันตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ คือ การให้คะแนนเต็มคือการที่นักเรียนได้แสดงว่ามีองค์ความรู้และความเข้าใจ สามารถอธิบายประเด็นปัญหานั้นได้อย่างมีเหตุผลครอบคลุมแสดงให้เห็นถึงสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ การให้คะแนนบางส่วนคือนักเรียนอธิบายคำตอบที่มีองค์ประกอบไม่ครบสมบูรณ์มีที่ความถูกต้องลดลง และไม่มีคะแนน คือนักเรียนตอบในประเด็นอื่นที่โจทย์ไม่ได้ถามถึงหรือไม่มีความไม่สมเหตุสมผล หรือให้เหตุผลผิด โดยคู่มือการให้รหัสคำตอบจะกำหนดรหัสให้เป็นคะแนนเต็ม คะแนนบางส่วน หรือ ไม่มีคะแนน และทุกข้อจะมีเกณฑ์การตอบและตัวอย่างคำตอบที่จะได้รหัสในแต่ละกลุ่ม แล้วรหัสจะถูก นำไปเปลี่ยนเป็นคะแนนภายหลัง และข้อสอบแต่ละข้อก็อาจกำหนดรหัสต่างกัน การให้รหัสสำหรับ คะแนนเต็มหรือคะแนนบางส่วนมีประโยชน์มากสำหรับการวิเคราะห์การเรียนรู้ของนักเรียน หรือจุดอ่อน ที่ครูสามารถสะท้อนข้อมูลกลับได้ เพราะบางครั้งนักเรียนอาจได้คะแนนเต็มเหมือนกัน แต่ใช้เหตุผลต่างกัน หรือไม่ได้คะแนน

เหมือนกันแต่ผิดด้วยเหตุผลต่างกัน การใช้รหัสคะแนนทำให้ครูทราบว่านักเรียนส่วนใหญ่ ผิดหรือถูกอย่างไร

1.3.3 ตัวอย่างการให้คะแนนข้อสอบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามกรอบการประเมิน PISA

ข้อสอบเรื่อง **การวิ่งในวันที่อากาศร้อน** – คำถามที่ 5



สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์
ความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ด้านกระบวนการ
เนื้อหาทางวิทยาศาสตร์	ระบบสิ่งมีชีวิต
บริบทของวิทยาศาสตร์	ระดับบุคคล – สุขภาพและโรคภัย
รูปแบบของข้อสอบ	เลือกตอบ และเขียนตอบ
ระดับสมรรถนะ	ระดับ 4

คะแนนเต็ม

ตอบ เลือก **ไม่ปลอดภัย**

และ เลือกสองแถวที่มี

ความชื้นในอากาศ 40% ที่อุณหภูมิ 40°C โดยเลือกการดื่มน้ำ = ใช่ **และ**

ความชื้นในอากาศ 60% ที่อุณหภูมิ 40°C โดยเลือกการดื่มน้ำ = ใช่

และ ให้คำอธิบายที่ชี้ให้เห็นว่า นักวิ่งจะเป็นโรคลมแดดทั้งที่ความชื้น 40% และ 60% จึงมีความเสี่ยงที่จะเป็นโรคลมแดดที่ความชื้น 50% ภายใต้สภาวะเดียวกัน ตัวอย่างคำตอบ เช่น

- ที่อุณหภูมิ 40 และนักวิ่งดื่มน้ำ นักวิ่งจะเป็นโรคลมแดดทั้งที่ความชื้น 40% และ 60% ดังนั้น พวกเขาจึงน่าจะเป็นโรคลมแดดที่ความชื้นที่ 50% ที่อยู่ระหว่างสองระดับนั้น
- 50% อยู่กึ่งกลางระหว่าง 40% และ 60% ซึ่งทั้งสองระดับนี้เป็นโรคลมแดด ดังนั้น 50% ก็น่าจะทำให้เป็นเช่นเดียวกัน
- 40% ยังไม่ปลอดภัย ดังนั้น สูงกว่านี้จะยิ่งแย่กว่า [คำตอบขั้นต่ำสุดที่จะได้คะแนนโดยเลือกแถวของข้อมูลได้ถูกต้อง คำตอบนี้คือการอธิบายว่าข้อมูลสนับสนุนการเลือกว่า 50% ไม่ปลอดภัยอย่างไร]

ได้คะแนนบางส่วน

ตอบ เลือก **ไม่ปลอดภัย**

และ เลือกสองแถวที่มี

ความชื้นในอากาศ 40% ที่อุณหภูมิ 40°C โดยเลือกการดื่มน้ำ = ใช่ และ

ความชื้นในอากาศ 60% ที่อุณหภูมิ 40°C โดยเลือกการดื่มน้ำ = ใช่

และ ไม่มีคำอธิบาย คำอธิบายไม่ชัดเจน หรือไม่ถูกต้อง

หรือ

เลือก **ไม่ปลอดภัย**

และ ไม่ได้เลือกแถวที่ถูกต้อง

และ ให้คำอธิบายได้ถูกต้องตามผลจากสถานการณ์จำลอง

1.3.4 จำนวนข้อสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 จำแนกตามเกณฑ์ต่าง ๆ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	จำนวนข้อสอบจำแนกตามรูปแบบข้อสอบ (ข้อ)				
	ข้อสอบทั้งหมด	เลือกตอบ	เลือกตอบเชิงซ้อน	เขียนตอบ-ใช้คนตรวจ	เขียนตอบ-ใช้คอมพิวเตอร์ตรวจ
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	89	30	26	30	3
การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	39	8	16	13	2
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	56	16	24	15	1
รวม	184	54	66	58	6

สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ข้อสอบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งออกเป็นข้อสอบที่วัดสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ข้อ ข้อสอบที่วัดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์จำนวน 3 ข้อ และข้อสอบที่วัดสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์จำนวน 6 ข้อ

2. กระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.1 ความหมายของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Simon (2009) อ้างถึงในสุวิมล ว่องวาณิช (2563) กล่าวว่าการคิดเชิงออกแบบคือการสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์ ที่เกิดจากการเข้าใจในความต้องการของผู้ใช้ สามารถตอบโจทย์ในความต้องการของผู้ใช้อย่างสูงสุด นอกจากนี้ Simon ได้ให้ข้อเสนอว่าการออกแบบคือการแก้ปัญหาด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์ การหาเหตุและผล และมีการสร้างสรรค์ชิ้นงาน นำไปทดสอบเพื่อหาข้อค้นพบว่าสามารถตอบโจทย์ผู้ใช้มากน้อยเพียงใด

Schon (1995) อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช (2563) ให้ข้อเสนอว่า การคิดเชิงออกแบบ มีลักษณะเป็นวิทยาศาสตร์เช่นเดียวกับแนวคิดของ Simon เพราะการคิดออกแบบต้องมีเหตุและผลในการแก้ปัญหา แต่ให้ความสำคัญต่อกระบวนการทำงานของนักออกแบบ ซึ่งกระบวนการจะ

แสดงให้เห็นผลสะท้อนของวิธีคิด และความรู้ของนักออกแบบในการปฏิบัติ เพราะในขณะที่นักออกแบบกำลังคิดและกำลังสร้างงาน นักออกแบบกำลังเผชิญหน้ากับปัญหา ดังนั้นการศึกษาการคิดออกแบบควรจะศึกษาในช่วงการปฏิบัติงานในสตูดิโอของนักออกแบบ มากกว่าดูผลสำเร็จของงานออกแบบ

กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking Process) ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นมาหรือจุดกำเนิดของการคิดเชิงออกแบบ ซึ่งมีนักวิชาการจำนวนมากกล่าวถึงความเป็นมาของการคิดเชิงออกแบบไว้อย่างหลากหลาย ดังนั้น ผู้วิจัยจึงคัดสรรเนื้อหาเฉพาะในบริบททางการศึกษา เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเบื้องต้นเกี่ยวกับการคิดเชิงออกแบบ ความเป็นมาของการคิดเชิงออกแบบในบริบททางการศึกษาเรื่องราวของการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ความหมายและความสำคัญของการคิดออกแบบ แปลภาษาไทยสำหรับ “design thinking” มีหลายแบบ ดังนี้

Naiman (2019) อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช (2563)ได้อ้างอิงคำพูดของ Steve Jobs ที่ว่าคนทั่วไปมักเข้าใจผิดว่าการออกแบบเป็นการสร้างสรรค์สิ่งที่ดี ทำให้ผู้ใช้รู้สึกดีในการใช้สิ่งนั้น ในความเป็นจริง การออกแบบเป็นวิธีการทำงานที่ใช้ในการสร้างสรรค์สิ่งที่คิดให้ออกมา ในมุมมองของ Naiman (2019) การออกแบบจึงไม่ได้เน้นที่ตัวปัญหา (problem-oriented) แต่เน้นที่การแก้ปัญหา (solution-oriented) และการปฏิบัติ (action-oriented) โดยใช้ทั้งการวิเคราะห์และจินตนาการในกระบวนการการคิดออกแบบ อย่างไรก็ตาม David Kelley เห็นว่าการวิเคราะห์ปัญหาด้วยความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง จะเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการคิดออกแบบเพื่อสร้างสรรค์แนวทางการแก้ปัญหาที่ดี (Camacho, 2016; Leifer & Meinel, 2019) นั่นหมายความว่า เป้าหมายของการคิดออกแบบไม่ได้อยู่ที่การค้นหาปัญหา แต่ให้ความสำคัญกับความเข้าใจในตัวปัญหาเพื่อนำไปสู่การมองหาวิธีแก้ไขปัญหาที่เหมาะสม

Kumar อ้างถึงในสุวิมล ว่องวาณิช (2563, น. 86) อธิบายว่าคนทั่วไปมักคิดว่าการออกแบบเป็นเรื่องของศิลปะหรือสุนทรียะ แต่ในโลกแห่งความเป็นจริง นักออกแบบคือนักแก้ปัญหา (problem solver) ดังนั้น การออกแบบดี จะทำให้ได้วิธีการแก้ปัญหาที่ดี สำหรับ “การคิด” (thinking) เข้ามาเกี่ยวข้องในการออกแบบเพื่อช่วยให้การออกแบบนำไปสู่การพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาที่ดีซึ่งเรียกว่า “การคิดออกแบบ” ในมุมมองของ Brown (2009) เป้าหมายของการคิดออกแบบ คือ การพัฒนานวัตกรรมโดยงานที่มีลักษณะตามองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) การทำงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขความสำเร็จเชิงธุรกิจ (business viability) 2) การตอบสนอง

ความปรารถนาที่ยึดมนุษย์เป็นสำคัญ (desirability) และ 3) ความเป็นไปได้ในการทำงานผ่านเทคโนโลยี (feasibility) องค์ประกอบเหล่านี้เป็นสิ่งที่นักออกแบบต้องคำนึงถึงในการทำงาน

วิธีวิทยาการคิดออกแบบมีความแตกต่างจากวิธีวิทยาการแก้ปัญหา (problem solving methodologies) เนื่องจากการคิดออกแบบใช้วิธีวิทยาการแก้ปัญหาที่มีความซับซ้อน เป็นปัญหาที่มีลักษณะธรรมชาติคลุมเครือมาก ไม่ชัดเจนว่าปัญหาแท้จริงคืออะไร ยังมีประเด็นที่รู้หรือยังไม่รู้เกี่ยวกับปัญหานั้น วิธีการแก้ปัญหาจึงไม่ได้มีเพียงวิธีเดียว (Buchanan, 2001) เนื่องจากอาจมีสภาพบริบทหรือปัจจัยอื่นอีกมากมายที่เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้วิธีแก้ปัญหาบางวิธีอาจใช้ได้ผลในบริบทหนึ่ง แต่อาจไม่ได้ผลในอีกบริบทหนึ่ง บางวิธีเคยใช้ได้ผลในอดีต แต่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ผลในปัจจุบันหรืออนาคตการค้นหาวิธีการแก้ปัญหาวิธีที่เหมาะสมจึงต้องใช้การคิดออกแบบ (Kumar, 2017 อ้างถึงในสุวิมล ว่องวาณิช, 2563)

การคิดออกแบบเป็นกระบวนการทำงานของทีมออกแบบซึ่งประกอบด้วยนักออกแบบ (designer) และบุคคลที่ไม่ใช่นักออกแบบโดยอาชีพ (non-designer) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างมุมมองของนักออกแบบและผู้เกี่ยวข้องจะทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างต้นแบบ ภายใต้วิธีการคิดออกแบบนวัตกรรมที่มีเหตุผล ด้วยเหตุนี้ปัจจัยที่ทำให้การคิดออกแบบประสบความสำเร็จ คือ ภาวะผู้นำ (leadership) คน (people) กระบวนการ (process) และสภาพแวดล้อม (environment)

David Kelley อ้างถึงในสุวิมล ว่องวาณิช (2563, น. 87) เชื่อว่ายิ่งมีทีมทำงานที่เป็นแบบพหุวิทยาการมาช่วยกันทำงาน จะทำให้ได้ข้อมูลเชิงสร้างสรรค์ในกระบวนการคิด (Camacho, 2016) ความคิดที่เกิดจากกระบวนการคิดออกแบบทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ซับซ้อนได้ แต่ไม่ใช่สิ่งที่ทำได้ง่าย ต้องมีการจำแนกแยกแยะปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ และหาทางแก้ปัญหาทีละส่วนเหมือนงานทางวิทยาศาสตร์ ปัญหาที่ซับซ้อนจึงต้องใช้การคิดออกแบบจากผู้เกี่ยวข้องที่มีมุมมองต่างกัน ทำให้การออกแบบมีความหลากหลาย (divergent designing) เมื่อนำความคิดทั้งหมดที่เกิดขึ้นในกระบวนการคิดออกแบบมาสร้างต้นแบบ (prototype) ทำให้การออกแบบเป็นแบบลู่เข้า ทั้งนี้ Colias (2014) ได้อ้างอิงความคิดของ Kelley and Kelley ว่าต้นแบบเป็นส่วนประกอบ (embodiment) ของความคิด แต่ยังไม่สามารถใช้งานได้ดีจนกว่าจะนำไปทดลองและปรับใช้ให้เหมาะสมกับความต้องการของผู้ใช้

นักวิชาการจำนวนไม่น้อยให้นิยาม “การคิดออกแบบ” ต่างกัน เช่น David Kelley เห็นว่าการคิดออกแบบเป็นวิธีวิทยาการออกแบบ (design methodology) ที่สามารถพัฒนาให้เกิดขึ้นได้กับบุคคลที่ต้องการเรียนรู้เกี่ยวกับการออกแบบ การคิดออกแบบเป็นความเชื่อหรือกรอบคิดติดยึด

(mindset) เป็นกระบวนการ (process) และเป็นเครื่องมือในการทำงาน (toolbox) Brenner, Uebernickel, และ Abrell (2016)

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบ คือ กระบวนการคิดที่ทำความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง นำมุมมองที่หลากหลายมาสร้างไอเดีย เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรมไปใช้ในการแก้ไขปัญหา

2.2 ขั้นตอนของกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ขั้นตอนการคิดออกแบบใหม่เป็น 5 ขั้น ได้แก่ การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของผู้ใช้ การกำหนดปัญหา การสร้างความคิด กาสร้างต้นแบบ และการทดสอบ (Chasanidou, Gasparini,& Lee, 2015; Hasso Plattner Institution at Stanford., 2010; Johansson-Skoldberg, Woodilla, & 2013 อ้างถึงในสุวิมล ว่องวาณิช, 2563, น. 90)

ขั้น 1 การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (empathize) หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงและเข้าใจความรู้สึก ปัญหา สถานการณ์ของผู้อื่น ซึ่งเกิดจากการมีประสบการณ์ต่าง ๆ ลักษณะของความเข้าใจอารมณ์ของผู้ใช้มี 2 มิติ ได้แก่ 1) ความเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกในมิติทางจิตใจ (affective empathy) และ 2) ความเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกในมิติทางปัญญา (cognitive empathy) เป็นความเข้าใจเหตุผลหรือปัจจัยที่ทำให้ผู้ใช้รู้สึกหรือมีทัศนะเช่นนั้น คุณภาพของกระบวนการออกแบบขึ้นอยู่กับระดับของความเข้าใจในอารมณ์ความรู้สึกของผู้ใช้ ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่นำมาใช้ในกระบวนการคิดออกแบบ

การสร้างนวัตกรรมที่มีความหมายจะต้องเข้าใจและรู้จักผู้ใช้ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของกระบวนการออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นสำคัญ (human-centered) เป็นงานที่มีความสำคัญและท้าทายของนักออกแบบ ทีมทำงานจะต้องใช้ความพยายามในการเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกและความต้องการจำเป็นทางอารมณ์และทางกายภาพของผู้ใช้

วิธีการศึกษาเพื่อเข้าใจอารมณ์ความรู้สึกของผู้ใช้จะมีบุคคลเกี่ยวข้องหลายกลุ่ม เพื่อให้การออกแบบผลิตภัณฑ์เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมาย เป็นการออกแบบร่วม (co-design) การได้สังเกตพฤติกรรมการแสดงออกของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ การได้พูดคุยสนทนาจะให้ข้อมูลที่สร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับทีมนักออกแบบซึ่งอาจไม่เคยคาดคิดมาก่อน สิ่งที่ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์เล่าให้ฟังจะช่วยสร้างความเข้าใจในความเชื่อและคุณค่าของผู้ใช้อย่างแท้จริง ข้อมูลเหล่านี้เมื่อนำมาใช้ในการออกแบบ จะทำให้นักออกแบบมองเห็นแนวทางการแก้ปัญหา

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในขั้นตอนการออกแบบมีหลายแนวทาง เช่น การสร้างเครื่องมือสำหรับ ซัก ล้วง ตรวจสอบข้อมูลอย่างลุ่มลึกให้ได้ความจริงโดยนักวิจัย/นักออกแบบ การสร้างชุดเครื่องมือ (toolkits) ให้บุคคลซึ่งไม่ใช่นักออกแบบสามารถเก็บข้อมูลและนำมาแลกเปลี่ยนกันในการออกแบบ และการสร้างต้นแบบจำลองให้ผู้อื่นได้แสดงความคิดเห็น (Sanders & Stappers, 2014) การเก็บข้อมูลไม่ว่าจะเป็นการสัมภาษณ์ การสนทนา การสังเกตพฤติกรรม ควรกำหนดเวลาที่เพียงพอให้ความสำคัญกับคุณภาพของข้อมูลมากกว่าการมุ่งเน้นที่ปริมาณของข้อมูล จำนวนผู้ให้ข้อมูลอาจไม่จำเป็นต้องมาก แต่ต้องให้มุมมองเกี่ยวกับประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ต้องการแก้ไขหากสามารถกำหนดบุคคลซึ่งมีประสบการณ์ที่แตกต่างกันมาก (extreme users) มาอยู่ในการสนทนาจะยิ่งได้มุมมองที่มีความสำคัญต่อนักออกแบบ ปัจจุบันนี้ตัวแปร “ความสามารถในการเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก” (empathy)มีความสำคัญจนมีการพัฒนากลยุทธ์การวิจัย (research strategies) ของการออกแบบเพื่อให้เข้าใจอารมณ์ความรู้สึก

ขั้น 2 การกำหนดปัญหา (Define Problems) ขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้จากการศึกษาในขั้นแรกมาใช้ประโยชน์ มีการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลเพื่อกำหนดปัญหาหลักซึ่งจะเป็นประโยชน์กับทีมออกแบบในการทำความเข้าใจในสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน ผลการวิเคราะห์ต้องเน้นปัญหาของตัวผู้ใช้เป็นสำคัญ ไม่ใช่ปัญหาที่เป็นความต้องการของนักออกแบบ ข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าใจปัญหาของผู้ใช้ช่วยให้นักออกแบบเกิดความคิดในการสร้างสิ่งใหม่ที่ทำให้ผู้ใช้มีความพอใจในการใช้สินค้าหรือบริการ กระบวนการออกแบบในขั้นนี้จึงต้องวิเคราะห์ความต้องการจำเป็นของผู้ใช้ ซึ่งทำให้เห็นปัญหาของผู้ใช้ก่อนการหาวิธีการแก้ปัญหา

การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (empathize) ของผู้ใช้ เป็นผลการศึกษาในขั้นแรก เป็นความรู้ใหม่ที่เกิดจากการมองเห็นปัญหาของผู้ใช้และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้งถึงที่มาของปัญหานั้น (Sanders & Stappers, 2014) การกำหนดปัญหาต้องเกิดจากความเข้าใจอย่างลึกซึ้งของนักออกแบบโดยอิงข้อมูลสารสนเทศจากการศึกษาวิจัย การมองเห็นปัญหาและความต้องการของผู้ใช้ ทำให้นักออกเกิดมุมมองใหม่ที่รู้ว่าควรให้ความสำคัญกับทางเลือกในการแก้ไขปัญหานั้นอย่างไรการกำหนดปัญหาของผู้ใช้ถือว่าเป็นวิสัยทัศน์ของการออกแบบของนักวิจัย ควรใช้การะดมความคิดของทีมนักออกแบบเพื่อให้เกิดความชัดเจนในปัญหาที่เกิดขึ้น การทำงานในนี้ถือเป็นความท้าทายของนักออกแบบหรือนักวิจัยเนื่องจากกระบวนการคิดออกแบบเพื่อหาทางแก้ปัญหาปัญหาไม่ควรมีวิธีการเดียว ต้องมีทางเลือกที่หลากหลาย มีการกระทำซ้ำที่รวดเร็วและเหมาะสมกับบริบท โดยการกำหนดปัญหาที่ไม่แคบเกินไปหรือกว้างเกินไป เนื่องมักมีความขัดแย้งระหว่างการทำงานซึ่งเป็นอุปสรรคต่อความคิดสร้างสรรค์

Borba (2016) อ้างถึงใน สุวิมล ว่องวาณิช (2563)ได้เสนอสูตรซึ่งเป็นวิธีการที่นำมาใช้เพื่อกำหนดโจทย์ปัญหาสำหรับใช้เป็นฐานในการออกแบบ โดยการกำหนดข้อความที่เป็นปัญหา (problem statement) ซึ่งเรียกว่ามุมมองของนักออกแบบ (Point of View: PoV) (Borba, 2016) คำว่า PoV นี้อาจเรียกสั้น ๆ ว่าปัญหาของผู้ใช้

PoV = persona + needs + insights

persona หมายถึง แบบจำลองลักษณะของผู้ใช้ซึ่งเป็นลักษณะนิสัยหรือพฤติกรรมของผู้ใช้ที่นักออกแบบต้องให้ความสำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์

needs หมายถึง สิ่งที่เป็นความต้องการจำเป็นด้านอารมณ์และความรู้สึกแฝงลึกอยู่ภายในตัวผู้ใช้

insights หมายถึง การรับรู้สิ่งใหม่ที่ไม่เคยคิดหรือรู้มาก่อนจากข้อมูลเชิงลึก ทำให้เห็นเหตุผลที่ช่วยอธิบายสาเหตุที่ทำให้ผู้ใช้มีปัญหาคับข้องใจ ทำให้เข้าใจปัญหาอย่างถ่องแท้ หรืออาจเป็นความรู้สึกนึกคิดและความเข้าใจใหม่อย่างลึกซึ้งหลังการศึกษาปัญหาจนทำให้นักออกแบบมองเห็นภาพทะลุไปข้างหน้าหรือคิดนอกกรอบจากที่เคยเป็นอยู่

PoV เป็นข้อความที่สะท้อนถึงปัญหาจากการวิเคราะห์ประสบการณ์ผู้ใช้ซึ่งช่วยสร้างความคิดใหม่ให้กับทีมนักออกแบบ ลักษณะของปัญหานี้เกิดจากข้อมูลซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบสามประการที่ผสมกันในสูตรข้างต้น คือ ผู้ใช้ (users หรือ persona) ความต้องการจำเป็น (needs) และความรู้สึกนึกคิดเชิงลึก (insights) นักวิจัยสามารถกำหนด PoV ได้หลายลักษณะ ทำให้ได้ประเด็นย่อยที่นำไปสู่การคิดหาวิธีแก้ปัญหาได้หลายวิธี งานในขั้นที่สองจึงอธิบายลักษณะของผู้ใช้ และความต้องการจำเป็นของผู้ใช้ที่ได้จากขั้นแรก และการวิเคราะห์จนเกิดความเข้าใจผู้ใช้อย่างลึกซึ้ง แล้วนำมากำหนดเป็นปัญหาเพื่อเป็นเป้าหมายของการระดมความคิดหาคำตอบในขั้นที่สามปัญหาของผู้ใช้ คือ ครูในโรงเรียนที่มีอายุงานมาก ต้องการความก้าวหน้า และจำเป็นต้องมีผลงานเพื่อเลื่อนวิทยฐานะ แต่มีปัญหาว่าครูผลิตผลงานวิชาการไม่เป็น และจำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนส่งเสริมหรือความช่วยเหลือจากผู้เกี่ยวข้อง จากตัวอย่างของปัญหานี้ ทำให้มีการสร้างคำถาม ซึ่งมักใช้คำว่า How Might We (HMW) หมายถึง เราอาจทำอย่างไรได้บ้างในการแก้ปัญหาของครูกลุ่มนี้

การมองเห็นประเด็นปัญหาและเกิดความเข้าใจว่าหากต้องการช่วยให้ครูมีความก้าวหน้าในวิชาชีพ ต้องหาทางช่วยให้ครูผลิตผลงานวิชาการเป็น โดยเฉพาะผลงานที่เป็นงานวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ แต่จะพัฒนาครูอย่างไร เพราะครูกลุ่มนี้อายุการทำงานนานพอควร

และมีปัญหาหลายประการที่ไม่สามารถผลิตผลงานได้ คำถามสำหรับการสร้างความคิดในการออกแบบจึงอาจมีลักษณะดังต่อไปนี้

- ครูมีความรู้สึกอย่างไรต่อการทำวิจัยในชั้นเรียน
- ปัญหาที่แท้จริงของครูในการทำวิจัยในชั้นเรียนคืออะไร
- ควรใช้แนวคิดอะไรในการส่งเสริมให้ครูมีความรู้ความเข้าใจและทำวิจัยในชั้นเรียนได้
- ควรออกแบบกิจกรรมส่งเสริมการทำวิจัยตามแนวคิดที่กำหนดอย่างไร
- กิจกรรมที่ออกแบบสามารถทำให้ครูมีแรงจูงใจและมีทักษะการทำวิจัยได้มากน้อยเพียงใด

โดยสรุป การพัฒนาผลผลิตหรือผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีลักษณะเฉพาะ ผู้ที่อยู่ในกระบวนการคิดออกแบบต้องเก็บข้อมูลโดยการนำข้อมูลสารสนเทศจากขั้นแรกมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์โดยนำผลการสังเกตและข้อมูลต่าง ๆ มาสังเคราะห์เพื่อกำหนดปัญหาที่เป็นปัญหาหลัก เพื่อทำให้ทีมออกแบบมีความเข้าใจปัญหาและความต้องการของผู้ใช้มากขึ้น การกำหนดปัญหาต้องยึดความต้องการของผู้ใช้หรือมนุษย์เป็นสำคัญ ในขั้นนี้ นักออกแบบไม่ควรกำหนดปัญหาโดยยึดความต้องการของตนเองเป็นสำคัญ การนิยามหรือกำหนดปัญหาที่เหมาะสมต้องทำให้ส่วนประกอบหรือชิ้นส่วนของปัญหาครอบคลุมครบถ้วน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ทำให้นักออกแบบใช้ในการหาวิธีการออกแบบเพื่อแก้ไขปัญหานั้น David Kelley ให้มุมมองว่ากระบวนการคิดออกแบบต้องยึด “ปัญหา” เป็นศูนย์กลางของการคิดออกแบบ และอาจเกิด “การปรับกรอบใหม่” (reframing) ของตัวปัญหาที่แท้จริงซึ่งอาจแตกต่างจากปัญหาที่คิดและตีความในตอนแรก

ขั้น 3 การสร้างความคิด (Ideate) ทีมนักออกแบบต้องทำงานร่วมกันโดยการคิดนอกกรอบเพื่อหาวิธีการแก้ปัญหาใหม่ ต้องคิดหาทางเลือก (alternatives) ที่มีความหลากหลายผ่านมุมมองต่าง ๆ ของผู้เกี่ยวข้อง ความคิดมากมายสามารถสร้างขึ้นได้ดยใช้เทคนิค เช่น การระดมความคิด การเขียนทดความคิด การสังเคราะห์ความคิดโดยวิธีการกระตุ้นให้เกิดความคิดที่เป็นอิสระ และขยายออกไปในวงกว้าง การสร้างความคิดต้องใช้เทคนิคที่ช่วยให้สำรวจและทดสอบความคิดเพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดสำหรับแก้ปัญหานั้น

การสร้างความคิดมี 2 ประเภท ได้แก่ 1) การสร้างความคิดแบบหลากหลาย (diverge) เพื่อสร้างทางเลือก (create choices) ทีมงานต้องระดมความคิดแบบระดมสมองโดยไม่มีการตัดสินว่าความคิดใดผิดหรือถูก ขั้นตอนนี้เน้นปริมาณความคิดเพื่อช่วยหาทางเลือกใหม่ ๆ จากความคิดสร้างสรรค์ให้ได้มากที่สุด และ 2) การสร้างความคิดแบบลู่เข้า (converge) เพื่อกำหนด

ทางเลือกจากปริมาณความคิดมากมาย โดยอาจใช้วิธีการโหวต หรือการถกอภิปราย แล้วเลือกทางเลือกที่เหมาะสมจากความเห็นของกลุ่ม สัดส่วนของเวลาที่ใช้ในการสร้างความคิดแบบหลากหลายกับความคิดแบบลู่เข้ามักใกล้เคียงกัน การสร้างความคิดใหม่ไม่ใช่การทำงานเพื่อให้ได้ความคิดที่ถูกต้อง แต่เป็นความพยายามที่จะสร้างความคิดที่เป็นไปได้มากที่สุด เป็นทางเลือกใหม่ที่ยืดหยุ่น หลากหลาย และคิดนอกกรอบความคิดใหม่จะเกิดขึ้นต้องมองก้าวข้ามปัญหาที่เป็นอยู่

ขั้น 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype) ความคิดหลากหลายจากขั้นที่สามทำให้ทีมออกแบบเห็นทางเลือกในการแก้ปัญหา และตัดสินใจเลือกทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อนำมาสร้างต้นแบบ (prototype) ที่จำลองจากการคิดและออกแบบในช่วงต้นของการพัฒนาต้นแบบเป็นส่วนประกอบของความคิด (embodiment of idea) (Kelley & Kelley, 2013 cited in Collias, 2014) และนำไปทดลองและตรวจสอบแนวคิดจากการปฏิบัติที่มีการกระทำซ้ำ อาจมีการยกเลิกต้นแบบ (ร่าง) นั้น หากพบว่าต้นแบบที่คิดออกแบบมานั้น ไม่ประสบความสำเร็จในการนำไปใช้งาน เนื่องจากต้นแบบเป็นผลผลิตที่เกิดจากแรงบันดาลใจของทีมนักออกแบบที่มีการกำหนดคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่อยากให้เป็น การสร้างต้นแบบและนำไปทดลองและตรวจสอบจึงเป็นกระบวนกรที่ช่วยให้ที่มออกแบบเรียนรู้ได้เร็วจากความล้มเหลวเร็ว (fail fast to learn fast) (Borba, 2016) หรือ fail early and often (Goldberg & Ruehlen, 2019; Turnali, 2015) ดังนั้นไม่ควรสร้างผลิตภัณฑ์ให้เสร็จสมบูรณ์ที่สุดเพื่อนำไปทดสอบในสถานการณ์จริง เพราะจะสิ้นเปลืองทรัพยากรบุคคล งบประมาณ เวลา และมีผลเสียมาก หากพบว่าผลิตภัณฑ์นั้นใช้ไม่ได้ควรอาศัยการลองผิดลองถูก ทดลองและปรับปรุงต้นแบบให้บ่อยครั้ง

ขั้น 5 การทดสอบ (Test) ขั้นสุดท้ายของการพัฒนาต้นแบบ คือ กระบวนการกระทำซ้ำเกี่ยวกับการทดสอบ ประเมินผลการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์เป็นโอกาสที่ทำให้เกิดการเรียนรู้กับวิธีการแก้ปัญหาและเรียนรู้ความต้องการของผู้ใช้ นักออกแบบหรือนักประเมินจะพัฒนาต้นแบบจนเหมาะสมที่สุดเพื่อนำไปทดสอบครั้งสุดท้าย ขั้นนี้อาจมีการกำหนดหรือการนิยามปัญหาใหม่ (redefine) โดยทำความเข้าใจความรู้สึกของผู้ใช้ในผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น พฤติกรรมและความรู้สึกของผู้ใช้จะช่วยในการปรับปรุงนวัตกรรมให้เหมาะสมกับความต้องการและทำให้นักออกแบบเข้าใจผลิตภัณฑ์และผู้ใช้มากขึ้น Chasa nidou, Gasparini, and Lee (2015) อธิบายว่ากระบวนการคิด 5 ขั้น ไม่ได้ทำงานแบบเชิงเส้นตรง แต่เป็นการทำงานแบบยืดหยุ่น ในแต่ละขั้นอาจต้องทำงานโดยใช้บุคคลทำงานที่มีความแตกต่างกันในทีมนักออกแบบกระบวนการ 5 ขั้นจึงไม่จำเป็นต้องทำงานตามลำดับขั้นเสมอไปสามารถทำงานในขั้นต่าง ๆ แบบคู่ขนาน หรือทำสลับไปมาได้ หรือทำซ้ำในขั้นใดขั้นหนึ่งได้กระบวนการคิดออกแบบต้องดำเนินการ

เพื่อให้เกิดมุมมองที่มีประโยชน์ และได้ความคิดที่มีความบริสุทธิ์มากที่สุด การกระทำซ้ำหรือทำขั้นตอนสลับไปมาเพื่อช่วยให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่มีขอบเขตกว้างให้แคบลงเทคนิคที่ใช้ในกระบวนการคิดออกแบบมีหลายประการ เช่น 1) การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องการวิจัยจากข้อมูลทุติยภูมิ 2) การใช้ผู้ทรงคุณวุฒิในการประเมินการทดลองความสามารถในการใช้ประโยชน์ได้ 3) การให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เช่น การสนทนากลุ่ม การสัมภาษณ์ตัวต่อตัว การอภิปรายเป็นกลุ่มออนไลน์ การประชุมเชิงปฏิบัติการ และ 4) การเก็บข้อมูลภาคสนาม เช่น การสังเกตพฤติกรรมการใช้ในสภาพบริบทจริง การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก การสำรวจด้วยแบบสอบถาม ดังที่กล่าวมาข้างต้นแล้วว่า กระบวนการคิดออกแบบไม่ใช่การทำงานตามลำดับขั้นเป็นเส้นตรง สามารถนกลับไปมาได้ ขั้นการทดสอบผลิตภัณฑ์ต้องมีการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น แล้วนำมาปรับต้นแบบใหม่ เพื่อปรับปรุงผลิตภัณฑ์ การทำงานจึงเป็นการทดสอบและกระทำซ้ำ โดยสรุป สิ่งที่เป็นประโยชน์ของกระบวนการคิดออกแบบ 5 ขั้น คือ ความรู้ที่ได้ในแต่ละขั้นจะเป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังขั้นก่อนหน้า การทำงานที่เป็นวงจรแบบนี้ ทำให้นักออกแบบมีมุมมองใหม่ที่ช่วยพัฒนาวิธีคิดในการมองเห็นผลิตภัณฑ์ที่จะพัฒนา (Borba, 2016)

จากการศึกษาเอกสารสามารถสรุปการดำเนินงานของการคิดเชิงออกแบบได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) หมายถึง ขั้นตอนแรกของกระบวนการ Design Thinking คือการทำความเข้าใจปัญหาที่เราพยายามแก้ไข โดยการสังเกต การมีส่วนร่วมและการเอาใจใส่ผู้คนรอบตัวเพื่อทำความเข้าใจประสบการณ์และแรงจูงใจ การเอาใจใส่เป็นสิ่งสำคัญต่อกระบวนการออกแบบที่เน้นมนุษย์เป็นศูนย์กลางอย่างแนวคิด Design Thinking เป็นอย่างมาก เพราะช่วยให้เราสามารถตั้งสมติฐานเกี่ยวกับผู้คนรอบตัวและความต้องการได้

2. การกำหนดปัญหา (Define Problems) หมายถึง การนำข้อมูลทั้งหมดที่หาได้จากขั้น Empathise มารวมกันเพื่อวิเคราะห์และสังเคราะห์สิ่งที่ได้ จากนั้นจึงเลือกเฉพาะข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปัญหาออกมา นำมาอธิบายปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ โดยเน้นมนุษย์เป็นจุดศูนย์กลาง

3. การสร้างความคิด (Ideate) หมายถึง ขั้นที่จะเริ่มนำความคิดที่ได้มาสร้างให้เป็นรูปธรรม เพื่อมองหาวิธีแก้ปัญหาใหม่ๆ

4. การสร้างต้นแบบ (Prototype) หมายถึง การสร้างผลิตภัณฑ์หรือแนวทางต้นแบบโดยลดขนาด ฟังก์ชัน หรือลดทอนรายละเอียดลง เพื่อตรวจสอบวิธีแก้ปัญหาที่พบ อาจมีการส่งต่อเพื่อทำการทดสอบทั้งภายในทีมและแผนกอื่นๆ รวมถึงการมองหากลุ่มตัวอย่างเพื่อทดสอบผลิตภัณฑ์ในเบื้องต้น เป้าหมายของขั้นตอนนี้ก็คือการรวบรวมข้อมูลว่าแนวคิด Design Thinking ที่เราได้

ความคิดมาและนำมาสร้างแนวทางแก้ปัญหาทั้งหมดยังมีจุดบกพร่องตรงไหน หรือต้องปรับปรุงส่วนใดบ้างจึงจะสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและนำไปแก้ปัญหาได้ดีที่สุด

5. การทดสอบ (Test) หมายถึง การทดสอบแนวทางแก้ไขปัญหาหรือผลิตภัณฑ์ทั้งหมดอย่างเข้มงวดอีกครั้ง โดยมุ่งเน้นไปที่การทำความเข้าใจผู้บริโภคอย่างลึกซึ้งที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

2.3 การนำการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้

2.3.1 การคิดเชิงออกแบบและนวัตกรรม (Design Thinking and Innovation) นวัตกรรมมีความสำคัญยิ่งต่อความอยู่รอดและความสำเร็จทางธุรกิจในปัจจุบัน นักเศรษฐศาสตร์คนแรกที่กล่าวถึงความสำคัญของนวัตกรรมในเชิงพาณิชย์ คือ Joseph Schum-peter (1934) ภายหลังมีผู้ศึกษาวิจัยและอธิบายถึงนวัตกรรมอีกมาก คำอธิบายที่สำคัญได้แก่ Peter Drucker (1985) กล่าวว่านวัตกรรมคือ “change that creates a new dimension of performance” หรือการเปลี่ยนแปลงที่ยกระดับสมรรถนะ Jose Campos กล่าวว่านวัตกรรมคือ “the ability to deliver new value to a customer” หรือความสามารถในการส่งคุณค่าใหม่ไปถึงลูกค้า ในขณะที่ Terwiesch & Ulrich (2009) นิยามว่านวัตกรรมคือ “a new match between a need and a solution” หรือการจับคู่ใหม่ระหว่างความต้องการและวิธีแก้ปัญหา ในระยะหลังมีงานจำนวนมากที่อธิบายถึงบทบาทของนวัตกรรมต่อการเติบโตทางธุรกิจและผลกำ ไรขององค์กร ซึ่งชี้ชัดว่าความสำเร็จทางธุรกิจเป็นผลมาจากนวัตกรรมที่มีคุณค่าในมุมมองของลูกค้า ข้อสรุปนี้ตรงกับแนวคิดนวัตกรรมแห่งคุณค่า (Value Innovation) ซึ่งเป็นหัวใจของกลยุทธ์น่านน้ำสีคราม (Blue Ocean Strategy) ของ Kim & Mauborgne (2005) ที่กล่าวถึงการสร้างความแตกต่างอย่างสิ้นเชิงและมีคุณค่าเพื่อหลีกเลี่ยงการแข่งขันโดยตรงเปรียบเทียบกับคู่แข่งรายอื่นๆ “นวัตกรรมแห่งคุณค่า” (Value Innovation) คือการสร้างสิ่งใหม่ที่ส่งผลให้กลุ่มเป้าหมายรับรู้และตระหนักถึง “คุณค่า” ในแง่ที่สำคัญต่อเขาอย่างแท้จริง การสร้างนวัตกรรมแห่งคุณค่านำ ไปสู่ผลประโยชน์ทางธุรกิจที่ยั่งยืนโดยมิได้มุ่งเน้นที่เทคโนโลยีแต่เน้นการสร้างคุณค่าใหม่อย่างก้าวกระโดดในราคาที่กลุ่มเป้าหมายรับได้ การคิดเชิงออกแบบเป็นหนึ่งในกลยุทธ์การสร้างนวัตกรรม โดยเฉพาะสำ หรับนวัตกรรมเชิงคุณค่า ด้วยการคิดเชิงออกแบบมุ่งเน้นการทำงานโดยมีมนุษย์เป็นศูนย์กลาง เอื้อให้องค์กรเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งจึงสามารถพัฒนาและส่งมอบสิ่งที่มีคุณค่า หรือ นวัตกรรมแห่งคุณค่าได้อย่างสัมฤทธิ์ผล อย่างไรก็ดีการสร้างนวัตกรรมสามารถทำ ได้ด้วยวิธีและแนวทางอื่น ๆ อีกมาก แนวทางการสร้างนวัตกรรมได้รับการศึกษาและพัฒนาให้มีประสิทธิภาพขึ้นเรื่อย ๆ ตามยุคสมัยและปัจจัยทางเทคโนโลยีและธุรกิจ

2.3.2 การคิดเชิงออกแบบเพื่อสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์และการบริการ (Design Thinking for New Product/Service Development) เป็นกระบวนการทำ งานซึ่งมีจุดเริ่มต้นที่การสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายเพื่อระบุโอกาสการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่และจบลงที่การผลิตเพื่อจำหน่ายหรือการกระจายผลิตภัณฑ์ออกสู่ตลาด กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ระยะการวางแผนผลิตภัณฑ์ เป็นช่วงก่อนที่โครงการจะได้รับการอนุมัติให้ดำเนินการ บางครั้งเรียกว่าช่วงต้น (Front-End) ของกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ประกอบไปด้วย ขั้นตอนการสำรวจโอกาสสร้างนวัตกรรม การสังเคราะห์ความคิดนวัตกรรม การคัดสรรความคิด การพัฒนาและทดสอบแนวคิด และการวิเคราะห์ทางธุรกิจ ผลลัพธ์ของการวางแผนผลิตภัณฑ์คือโจทย์ในรูปคำอธิบายพันธกิจ (Project's Mission Statement) และ แผนผลิตภัณฑ์ (Product Plan) ซึ่งเป็นจุดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการใหม่เริ่มต้นและเป็นแนวทางที่ชัดเจนสำ หรับการทำ งานในระยะที่ 2 คือระยะดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ เป็นการทำงานหลังจากที่โครงการได้รับอนุมัติจนกระทั่งกระจายสินค้าออกสู่ตลาด บางครั้งเรียกว่าช่วงท้าย (Back-End) เป็นการรับเอาแผนผลิตภัณฑ์มาเป็นโจทย์และหาทางทำ ให้เกิดผลลัพธ์ที่เป็นรูปธรรมให้ได้ตามแผนซึ่งอาจเรียกว่า "Executing" หรือการปฏิบัติการตามแผน ประกอบไปด้วย การพัฒนาและทดสอบผลิตภัณฑ์ การทดสอบการตลาดและการสร้างประโยชน์เชิงพาณิชย์ ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำงานช่วงการพัฒนาผลิตภัณฑ์คือตัวผลิตภัณฑ์นั่นเอง ตลอดกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จำ นวนทางเลือกที่มีมากในช่วงต้นจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อผ่านการประเมิน รวบผสานและพัฒนาจนได้ผลลัพธ์เดียวที่ดีที่สุดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขั้นสุดท้าย หากพิจารณาในภาพรวมจะเห็นว่ากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ช่วงต้นมีความคล้ายคลึงสามารถเทียบเคียงได้กับการคิดเชิงออกแบบในขั้นตอน Empathy และ Define หรือเฟ็ชรเม็ดแรกใน Double Diamond Model และการพัฒนาผลิตช่วงท้ายเทียบได้กับการคิดเชิงออกแบบขั้นตอน Ideate, Prototype และ Test หรือเฟ็ชรเม็ดที่สองของ Double Diamond Model จะเห็นได้ว่ากระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์มีการแบ่งขั้นตอนที่ละเอียดและซับซ้อนกว่าการคิดเชิงออกแบบ เช่น การคัดกรองและทดสอบมีตั้งแต่การคัดกรองความคิด การทดสอบแนวคิด การทดสอบผลิตภัณฑ์ ซึ่งนับเป็นการทำงานวนซ้ำขั้นตอนในการคิดเชิงการออกแบบเพื่อพัฒนางานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นตามลำดับจากการเรียนรู้ข้อผิดพลาดในการทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย ฉะนั้นทีมจึงสามารถนำการคิดเชิงออกแบบไปประยุกต์ใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ตั้งแต่ต้นจนจบกระบวนการ โดยอาศัยการทำงานร่วมกับสมาชิกในทีมที่มีความชำนาญต่างศาสตร์และส่งเสริมกัน จุดที่การคิดเชิงออกแบบจะสามารถสร้างความแตกต่างได้มากที่สุดคือการนำไปใช้สร้างความเข้าใจ

กลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้งและระบุโอกาสเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ที่สามารถตอบสนองความต้องการใหม่ หรือสร้างคุณค่าใหม่แก่กลุ่มเป้าหมายได้อย่างแท้จริงกระบวนการพัฒนาการบริการใหม่ (New Service Development Process) คล้ายคลึงกับกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ (New Product Development Process) แต่ด้วยการบริการมีลักษณะเฉพาะคือจับต้องไม่ได้ มีความแตกต่างกันในตัวเองขึ้นอยู่กับผู้รับบริการผู้ให้บริการและช่วงเวลาการให้บริการ ไม่สามารถผลิตล่วงหน้าแล้วเก็บไว้ได้ เกิดขึ้นในช่วงเวลาที่ผู้ให้บริการและรับบริการมีปฏิสัมพันธ์กัน ไม่สามารถแบ่งแยกออกจากกันได้ การนำการคิดเชิงออกแบบไปใช้กับการสร้างนวัตกรรมการบริการจึงต้องอาศัยเครื่องมือและวิธีการทำงานเฉพาะ เช่น ใช้ Service Blue Print ในการคิดบริการทั้งเบื้องหน้าและเบื้องหลังการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ ใช้การจำลองสถานการณ์ร่วมกับ Service Prototype ในการทดสอบและพัฒนาแนวคิดเป็นต้น ผู้ที่สนใจสามารถศึกษาชุดเครื่องมือการออกแบบบริการเพิ่มเติมเพื่อนำการคิดเชิงออกแบบไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.3.3 การคิดเชิงออกแบบเพื่อสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจ (Design Thinking for Business Innovation) ในการใช้การคิดเชิงออกแบบสำหรับการสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจ จะต้องเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง (Who) เพื่อสร้างคุณค่าหรือความแตกต่างที่จะนำ เสนอ (What) และคิดวิธีการนำ เสนอคุณค่าดังกล่าวที่มีประสิทธิภาพ (How) ซึ่งการตอบคำถาม Who-What-How นี้ถือเป็นกลยุทธ์สำคัญของบริษัท ที่จะสร้างสิ่งใหม่ที่ไม่เคยมีใครนำเสนอมาก่อน นวัตกรรมทางธุรกิจจะไม่เป็นการแย่งชิงลูกค้าจากธุรกิจเดิมที่อยู่ในอุตสาหกรรม แต่จะเป็นการทำให้ตลาดมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยการดึงลูกค้าใหม่ ๆ หรือ ทำให้ลูกค้าเดิมมีการซื้อหรือจ่ายเพิ่มมากขึ้น นวัตกรรมทางธุรกิจใหม่มีองค์ประกอบหลักสี่องค์ประกอบคือ การเปิดกว้าง (Openness) การเชื่อมต่อระหว่างกันและกัน (Peering) การใช้ทรัพยากรร่วมกัน (Sharing) และการสร้างความร่วมมือกันข้ามโลก (Acting globally) องค์ประกอบเหล่านี้สะท้อนให้เห็นถึงโลกในยุคที่มีการเปลี่ยนแปลง ทางเทคโนโลยีที่กระทบกับวิถีชีวิตกลุ่มเป้าหมายในอนาคตขั้นตอนการคิดเชิงออกแบบสำหรับการสร้างนวัตกรรมทางธุรกิจจำเป็นต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้เชิงธุรกิจซึ่งมีจุดที่ต่อยอดกระบวนการคิดเชิงออกแบบในด้าน การสร้างความแตกต่าง (Differentiate) การวิเคราะห์คู่แข่ง (Business Competitiveness) การสร้างการเติบโตทางธุรกิจ (Growth Enterprises) โดยสามารถใช้เครื่องมือการสร้างโมเดลทางธุรกิจ (Business Model Canvas) มาประกอบให้คลอบคลุมมุมมองทางธุรกิจมากขึ้น

2.3.4 การคิดเชิงออกแบบในทศวรรษหน้า (Design Thinking for the Next Decade) เทคโนโลยีและวัฒนธรรมการทำ งานที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วเป็นแรงผลักดันให้

องค์กรต้องพัฒนาวิธีการทำ งานอย่างไม่หยุดยั้ง ชุดเครื่องมือคิดเชิงออกแบบที่ได้รับการพัฒนาไว้ในอดีตจะค่อย ๆ เริ่มล้าสมัยไปตามกาลเวลา ฉะนั้นองค์กรไม่ควรจะมีบทบาทเป็นเพียงผู้รับการถ่ายทอดความรู้และเพียงฝึกใช้เครื่องมือที่มีอยู่ แต่องค์กรควรมีบทบาทเป็นผู้สร้างสรรค์พัฒนากระบวนการทำงาน และเครื่องมือคิดเชิงออกแบบขึ้นใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะเหมาะสมที่สุดสำหรับองค์กรอยู่เสมอเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน องค์กรที่มิได้มุ่งเน้นการพัฒนากระบวนการคิดอย่างยั่งยืนอาจพบว่าเมื่อนำการคิดเชิงออกแบบไปใช้แล้วจะเห็นผลเพียงในช่วงระยะเวลาอันสั้น คืออาจมียอดขายและความพึงพอใจของลูกค้าเพิ่มขึ้นชั่วระยะหนึ่งแล้วตกลง หรือนำ ไปสู่แนวคิดที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือมีความใหม่เพียงเล็กน้อย (Incremental Ideas) ซึ่งมักถูกลอกเลียนแบบได้ง่าย องค์กรที่ประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนทำ ให้การคิดเชิงออกแบบกลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันสำหรับการทำงานทุก ๆ ด้าน หรือสร้างวัฒนธรรมการทำงานอย่างสร้างสรรค์ ความท้าทายของทศวรรษใหม่คือการพัฒนาทักษะการคิดเชิงออกแบบ และสร้างผู้นำในการคิดสร้างสรรค์ในทุกระดับขององค์กร การคิดเชิงออกแบบต้องอาศัยทักษะที่สั่งสมจากการฝึกปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง ควบคู่ไปกับความคิดสร้างสรรค์ในการพัฒนากระบวนการทำงานและเครื่องมือที่เหมาะสมและทันต่อการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

3. **การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** (5E)

3.1 **ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้**

ภพ เลาหไพบูลย์ (2540, น. 119) ให้ความหมายว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เน้นกระบวนการในการแสวงหาความรู้ที่ช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเอง

รัตนา ภูกาบเพชร (2542, น. 16) กล่าวว่าการสืบเสาะ หมายถึงกระบวนการค้นหาคำตอบด้วยปัญหาโดยผ่านกระบวนการทำ (Process of Doing) และกระบวนการคิด (Process of Thinking) คำตอบที่ได้จะเป็นคำตอบที่สมเหตุสมผล

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ (2548, น. 48) ได้ให้ความหมายว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญอย่างแท้จริง โดยมีวิธีการให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง และนำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยที่ครูทำหน้าที่สนับสนุน แนะนำ คอยช่วยเหลือเมื่อผู้เรียนเกิดข้อสงสัยตลอดจนแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเรียนรู้ และนักเรียนทำหน้าที่วางแผนการเรียนรู้ มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหาความรู้ซึ่งเป็นวิธีการเช่นเดียวกับกระบวนการทำงานของนักวิทยาศาสตร์

จากความหมายข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองจนเกิดองค์ความรู้ (Constructivism) จากระบวนการสืบค้น สำรวจ จนทำให้ความรู้ที่ได้รับรู้นั้นมีความหมาย และฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น ซึ่งกระบวนการสอนจำเป็นต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน มีการสำรวจค้นคว้า อธิบาย ขยายความรู้เพิ่มเติม และประเมินผลผู้เรียนจากสภาพจริง โดยบทบาทของครูในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้จึงต้องมีการสร้างสถานการณ์ที่เปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ

3.2 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

สมจิต สวธนไพบูลย์ (2546, น. 105-110) กล่าวถึงการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สรุปได้เป็น 3 ขั้น คือ

1. ขั้นการสำรวจข้อมูล (Exploration) เป็นการหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ศึกษาเพื่อนำไปสร้างเป็นความคิดรวบยอด หรือแนวคิดหลักต่อไป ข้อมูลอาจจะหามาได้จากการสังเกต จากวัตถุจริงหรือปรากฏการณ์

2. ขั้นการสรุปขึ้นเป็นความรู้ใหม่ (Invention) ภายหลังจากการลงมือปฏิบัติจนสำเร็จแล้วนักเรียนจะได้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะ การเปลี่ยนแปลงปริมาณและรายละเอียด ข้อมูลเหล่านี้จะมีความหมายน้อย อาจต้องมีการนำไปคำนวณหรือจัดกระทำเสียก่อน จึงจะมีความหมายที่มากพอในการตีความข้อมูลหรือการลงข้อสรุปต่อไปได้ ผลสรุปที่ได้ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปมโนมติหรือหลักการ

3. ขั้นนำความรู้ใหม่ไปใช้ (Discovery) เป็นขั้นที่นักเรียนมีโอกาสนำเอาความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้เป็นรากฐานสำหรับเรียนเรื่องใหม่ต่อไปได้เป็นการทดสอบความถูกต้อง

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช (2551, น. 36-38) ได้สรุปรูปแบบการสอนไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ความสงสัยจากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น กระตุ้นความสนใจความอยากเรียนรู้ในข้อสงสัยต่าง ๆ ซึ่งจะนำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้า

ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษา ด้วยวิธีการสืบค้นความรู้ สำรวจตรวจสอบ การลงมือปฏิบัติการทดลอง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สามารถที่จะใช้ในขั้นต่อไปได้

ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นการนำข้อมูลสารสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผลและนำเสนอข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่นการภาพวาด สร้างตาราง จัดทำ

แผนภูมิ ซึ่งเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้

ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นการนำความรู้จากมวลประสบการณ์ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม และนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดองค์ความรู้หลากหลาย

ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation) เป็นการประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยกระบวนการต่าง ๆ ด้วยการตรวจสอบความเข้าใจจากคำอธิบายหรือการตอบคำถามและมีการเชื่อมโยงนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ

การนำความรู้หรือการนำแบบจำลองไปใช้อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องอื่น ๆ จะนำไปสู่ข้อโต้แย้งที่ก่อให้เกิดเป็นประเด็นหรือคำถามที่จะต้องสำรวจตรวจสอบหาเหตุผลในการอธิบายต่อไป ทำให้เกิดเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องกันไปเรื่อย ๆ จึงเรียกว่า Inquiry Cycle กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จึงช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งเนื้อหา หลักการ แนวคิดทฤษฎี ตลอดจนการลงมือปฏิบัติ เพื่อให้ได้ความรู้ในการต่อยอดการเรียนรู้ต่อไป

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ยุพา สำเลิศรัมย์ และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ (2558) ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วย นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2558 สหวิทยาเขตราชนครินทร์ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 2 กรุงเทพมหานคร จำนวน 366 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ครั้งที่ 1 มีค่าความสอดคล้องทั้งฉบับตั้งแต่ 0.40 ถึง 1.00 โดยผู้วิจัยได้นำข้อคำถามไปปรับปรุงแก้ไข ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง ครั้งที่ 2 มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา 0.60 ถึง 1.00 ซึ่งสอดคล้องตามเกณฑ์ที่กำหนด 2) ค่าความยากง่ายของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับ ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ครั้งที่ 1 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.19 ถึง 0.87 ครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26 ถึง 0.86 และครั้งที่ 3 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.21 ถึง 0.80 ถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยากง่ายพอเหมาะ 3) ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ (PISA) ครั้งที่ 1 มีค่าตั้งแต่ -0.09 ถึง 0.58 ครั้งที่ 2 มีค่าตั้งแต่ -0.06 ถึง 0.63 และครั้งที่ 3 มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ถือว่าสามารถจำแนกได้ 4) ค่าความเชื่อมั่นจากการทดลองใช้ ทั้ง 3 ครั้ง มีค่าความเชื่อมัน ดังนี้ 0.82 0.85 และ 0.83 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 0.50 แสดงว่าแบบทดสอบมีความเชื่อมั่นสูงและยอมรับได้

จันทร์แสง ประเสริฐศรี (2561) ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม การวิจัยนี้เป็นแบบผสมผสานแบบรองรับภายใน รูปแบบการทดลองระยะเดียว วิธีการเชิงปริมาณเป็นหลัก มีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบแผนการวิจัยแบบกึ่งทดลอง เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ ใบงาน แบบสังเกต และแบบทดสอบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20 - .88 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง .20 - .60 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ .910 วิเคราะห์ข้อมูลโดยการใช้สถิติบรรยายและการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 67 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 35 คน และกลุ่มควบคุม 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบสองขั้นตอน ใช้ระยะเวลาในการทดลองจำนวน 5 สัปดาห์ การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม ก่อนเรียนและหลังเรียน และเปรียบเทียบการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม จากการวิจัยพบว่า 1.คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2. คะแนนเฉลี่ยการรู้วิทยาศาสตร์หลังเรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม สูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3.ผลการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มีพฤติกรรมการเรียนรู้ดีกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

พัทธดนย์ อุดมสันติ และคณะ (2562) ทำการศึกษาเรื่องการพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ และเพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ การวิจัยครั้งนี้เป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการเลือกแบบเจาะจง จำนวน 49 คน เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน ใบกิจกรรมการเรียนรู้ และแบบวัดการรู้วิทยาศาสตร์ จากการวิจัยพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีรูปแบบดังนี้ ขั้นการระบุปัญหา นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาและระบุปัญหาได้ โดยผู้วิจัยควรใช้คำ ถามในการกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกกระบวนการคิดทางวิทยาศาสตร์ในการระบุปัญหาด้วยตัวเอง ขั้นการค้นหาแนวคิดที่เกี่ยวข้อง นักเรียนจะต้องพิจารณาแนวคิดหรือความรู้ทั้งหมดที่สามารถใช้แก้ปัญหาและจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด โดยจะต้องเป็นแนวคิดที่มีความน่าเชื่อถือและถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์ ขั้นการวางแผนและพัฒนา นักเรียนจะต้องนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ในการวางแผนการดำ เนินงาน และกำหนดขั้นตอนการแก้ไขปัญหาหรือขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาให้เป็นลำ ดับขั้นตอนอย่างชัดเจน ขั้นการทดสอบและประเมินผล นักเรียนทดสอบและประเมินผลชิ้นงานในการแก้ปัญหาของนักเรียนด้วยตัวเอง โดยผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำ มาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาชิ้นงานให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น และขั้นการนำ เสนอผลลัพธ์ นักเรียนจะต้องนำ เสนอผลงานต่อผู้วิจัยและนักเรียนแต่ละกลุ่มโดยการนำเสนอข้อมูลควรจะเป็นข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ การจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิด สะเต็มศึกษาสามารถช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามลำดับดังนี้ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มากที่สุด (ร้อยละ 71.83) สมรรถนะการประเมินและ

ออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 66.67) และสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (ร้อยละ 56.99)

Jufrida, Basuki, Kurniawan, Pangestu, และ Fitaloka (2019)ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้เป็นนักเรียนเกรด 9 จำนวน 138 คน ที่ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบสเปียร์แมน โดยผลการวิจัยพบว่า คะแนนเฉลี่ยความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 33.7 อยู่ในระดับปานกลาง และคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 21.5 อยู่ในระดับต่ำ โดยผลการทดสอบสหสัมพันธ์ พบว่า ความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังนั้นการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จะช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ และส่งผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์สูงขึ้นตามมา

Anita Ekantini & Insih Wilujeng (2018) ได้พัฒนาแบบฝึกหัดที่ช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยประยุกต์ใช้การศึกษาสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนเป็นฐาน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาแบบฝึกหัดเกี่ยวกับการศึกษาสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนที่มีความเที่ยงตรง และถูกต้องตามหลักวิชาการ และศึกษาประสิทธิภาพของแบบฝึกหัดในการส่งเสริมความฉลาดรู้ทางวิทยาศาสตร์ให้สูงขึ้น การพัฒนาแบบฝึกหัด ใช้โมเดล 4-D Thiagarajan ประกอบด้วย define, design, developed และ disseminate โดยขั้นแรก define เป็นการศึกษาค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสาร และจากการลงภาคสนาม ขั้นที่สอง design เป็นขั้นตอนการสร้างแบบฝึกหัดต้นแบบ (prototype) ขั้นที่สาม developed เป็นขั้นตอนการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 4 ท่าน จากนั้นทดลองใช้แบบฝึกหัด และทำการปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งจนสมบูรณ์ ก่อนนำไปเก็บข้อมูลจริง และขั้นที่สี่ disseminate เป็นการเผยแพร่ให้กับคณะครูและนักเรียนตามโรงเรียนที่ผู้วิจัยกำหนด โดยผลการพัฒนาแบบฝึกหัด พบว่า มีความเที่ยงตรง ถูกต้องตามหลักวิชาการในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพในการช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

4.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Choueiri L. S. & Mhanna S (2013) ได้ทำการวิจัย การศึกษากระบวนการออกแบบที่สัมพันธ์กับทักษะกระบวนการคิดของนักออกแบบในชีวิตประจำวัน การวิจัยในครั้งนี้มีการศึกษาในประเด็นทักษะในการแก้ไขปัญหา การคิดอย่างมีวิจารณญาณ ความคิดสร้างสรรค์ และทักษะด้านความร่วมมือ ที่นำไปใช้ในจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการออกแบบ (Design Process) 8 ขั้นตอน ซึงการศึกษาเน้นพัฒนาทักษะที่สำคัญ 2 ประการคือ คือ ความคิดสร้างสรรค์ (Creative Thinking Skill) และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking Skill) จากการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่มีการใช้ทักษะ 2 ประเภทนี้ถ้าสลับแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ในกระบวนเรียนการสอน จะช่วยแก้ปัญหากับสถานการณ์ที่ซับซ้อน นำไปสู่แนวทางการสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่

Johansson-Sköldberg, Woodilla, and Sendas (2013) ได้วิเคราะห์การใช้ทักษะกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งแนวคิดนี้ เป็นวิธีที่นำมาพัฒนาการสร้างสรรค์นวัตกรรมหรือไม่ โดยการวิเคราะห์เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า กระบวนการคิดเชิงออกแบบมาจาก 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ มากจากกลุ่มนักออกแบบ และกลุ่มนักธุรกิจ ทั้ง 2 กลุ่มให้ความสำคัญกับการทำงานเป็นทีม การระดมความคิด ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีสำคัญของการคิดเชิงออกแบบ และเมื่อนำการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ของทั้งสองกลุ่มมาร่วมบูรณาการกันอย่างเหมาะสมจะสามารถสร้างสรรค์งานและพัฒนานวัตกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Lloyd (2013) ได้ศึกษาเรื่อง การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบผ่านทางไกล โดยตั้งสมมติฐานว่าการสอนรูปแบบนี้จะสามารถทำให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถส่งเสริมทักษะต่าง ๆ เช่น กระบวนการทำงานเป็นทีม การให้ความร่วมมือ และภาวะผู้นำตามแนวทางการสร้างทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ให้กับผู้เรียน โดยจะพัฒนาจิตสำนึกปลูกฝังความคิดสร้างสรรค์ จากการวิจัยพบว่า กระบวนการเรียนรู้นี้ช่วยให้ผู้เรียนได้มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และมีความตระหนักรู้ในการมีส่วนร่วมให้กับสังคม

จิตรลัดดา มะลัยทอง, รสริน เจิมไธสง, และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์ (2566) ได้ทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนที่กำลังศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนสาธิตนวัตกรรมมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาปทุมธานีเขต 1 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 69 คน ได้มาโดยใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม การ

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบ และแบบประเมินสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม โดยสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบค่าที จากการวิจัย พบว่า สมรรถนะในการสร้างนวัตกรรม รายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับมาก และสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมรายวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนแบบสะเต็มร่วมกับการคิดเชิงออกแบบหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชนิกานต์ กลิ่นอาจ (2563) ได้ทำการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง เคมีไฟฟ้า การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง เคมีไฟฟ้า เพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และเพื่อศึกษาการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบเรื่องเคมีไฟฟ้าของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้เข้าร่วมวิจัยคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการจำนวน 3 วงจรปฏิบัติการโดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบเรื่องเคมีไฟฟ้า จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ แบบประเมินชิ้นงาน และแบบประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า จากการวิจัยพบว่า แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ มีประเด็นที่ควรเน้น ได้แก่ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเคมีไฟฟ้าในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหาการเลือกใช้ปัญหาการออกแบบในชีวิตจริงและการออกแบบชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการในเชิงลึกของบุคคล และการจัดการเรียนรู้ตามกระบนการคิดเชิงออกแบบสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และไทยนวัตกรรมของนักเรียน โดยนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่สูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ และคณะ (2562) ได้ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย ที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้เข้าร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2559 ผู้วิจัยใช้รูปแบบการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน จำนวน 4 วงจรปฏิบัติการ โดยใช้ระยะเวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบจำนวน 4 แผน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบประเมินชิ้นงานและแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า จากการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวย มีกระบวนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ และขั้นที่ 5 ทดสอบ โดยจะต้องมุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีการทบทวนความรู้พื้นฐานก่อนนำไปออกแบบชิ้นงาน เพิ่มเติมสถานการณ์ปัญหาในชีวิตจริงและการออกแบบชิ้นงานที่ใช้องค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่เรียนให้มีความหลากหลายรวมถึงกระตุ้นนักเรียนให้ทำกิจกรรมร่วมกันอย่างสม่ำเสมอ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์อยู่ในระดับดี

พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ และคณะ (2564) ทำการวิจัย การพัฒนาความสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคม ในสาระภูมิศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบอยู่ในระดับดี และกระบวนการคิดเชิงออกแบบในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 อยู่ในระดับดี

จากงานวิจัยที่เกี่ยวกับการเรียนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า การสอนการคิดเชิงออกแบบของแต่ละงานวิจัยได้นำหลักการและแนวคิดในการจัดกิจกรรม วิธีการ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยมีวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่แตกต่างกันออกไปตามบริบทที่ศึกษา ซึ่งส่วนใหญ่พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวยการคิดเชิงออกแบบมีการพัฒนาทักษะในการคิด การแก้ไขปัญหา บรรลุตามวัตถุประสงค์ตามที่ผู้วิจัยแต่ละท่าน

กำหนดไว้ แสดงว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

จันทร์เพ็ญ แสงเพ็ชร, ชุลิดา เหมตะศิลป์, และ ตะวัน ทองสุข (2566) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด การวิจัยนี้เป็นการวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) โดยเป็นการทดลอง One shot Case Study เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้สืบเสาะหาความรู้ เรื่อง หน่วยพื้นฐานของ จำนวน 4 แผน 2) แบบทดสอบการคิดวิเคราะห์ เรื่อง หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบทดสอบปรนัย จำนวน 30 ข้อ โดยใช้สถิติพื้นฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ จากการวิจัยพบว่า การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยการคิดวิเคราะห์เท่ากับ 22.88 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 76.27 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 14 คน คิดเป็นร้อยละ 70.20 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ชฎาพร มีเอนก, สุภาณี เส็งศรี, และ พัชรินทร์ รังท้วม (2565) ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองแบบ One Group Pretest Posttest Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล E1/E2 ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติค่าที (t-test for Dependent) ผลการวิจัยพบว่า 1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.07/71.21 2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3. ความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม มีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ทัศนีย์ ทวีธรรม, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, และ สุวรรณจินดา (2563) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนไกรภักดีวิทยาคม จังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 23 คน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผนวกกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ และแบบวัดเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ สถิติใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาณิกา ศรีหาพล และ วาสนา กีรติจำเริญ (2566) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหายใจ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นการประยุกต์ใช้ความรู้มาแก้ไขปัญหาก่อให้เกิดการสร้างเสริมพัฒนาการคิดวิเคราะห์ให้กับคนรุ่นใหม่ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนของนักเรียน จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น เก็บข้อมูลโดยจัดการเรียนการสอนออนไลน์ การทดสอบก่อน-หลัง และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา และการทดสอบค่าที พบว่า 1.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน 2.ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนแตกต่างกัน 3.คุณภาพชิ้นงานหลังเรียนจากการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ70 และ4.ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 จึงส่งผลให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ วางแผน ร่างภาพ ออกแบบ สร้างชิ้นงาน และแก้ไขชิ้นงานให้สมบูรณ์

อรัญญา สถิตไพบูลย์ (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่อง ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่านักเรียนมีความ

กระตือรือร้น กระฉับกระเฉง สนใจการเรียนมากขึ้น กล้าแสดงออกและให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรมต่างๆ และช่วยให้นักเรียนมีการพัฒนาทางด้านทักษะการเรียนรู้เพิ่มขึ้น และนักเรียนมีคะแนนผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ด้านทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ เรื่อง แก๊ส ของแข็งของเหลว เช่นเดียวกับด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง แก๊ส ของแข็ง ของเหลว

Michael R, Abraham, and Renner (1986, PP. 121-143) ได้ศึกษาผลงานการวิจัยของนักศึกษาวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับวงจรการเรียนรู้ในวิชาเคมีระดับมัธยมศึกษา พบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามแนววงจรการเรียนรู้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านเนื้อหาวิชา และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์วิชาเคมีสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามปกติ และนอกจากนี้การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ยังมีผลต่อความคงทนในผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Dawn T. LAMBETH and J.T. COX (2015) ได้ศึกษาผลของการใช้การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (IBL) ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เจตคติ และการมีส่วนร่วมของวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่านักเรียนในกลุ่ม IBL ทำคะแนนได้สูงกว่ากว่านักเรียนกลุ่มการสอนแบบเดิมในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอน IBL มีทัศนคติเชิงบวกต่อวิทยาศาสตร์ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่การมีส่วนร่วมสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบดั้งเดิม

Ali Abdi (2014) ทำการศึกษาเรื่อง ผลของวิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของวิธีการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 40 คน จากสองชั้นเรียนที่แตกต่างกันมีส่วนร่วมในการศึกษานี้ คัดเลือกด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง กลุ่มที่ได้รับมอบหมายให้เป็นกลุ่มทดลองได้รับการสอนด้วยวิธีการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ในขณะที่อีกกลุ่มได้รับการสอนแบบดั้งเดิม เพื่อหาประสิทธิผลของการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้เหนือการสอนแบบเดิม ได้จัดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนแก่นักเรียนทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม สำหรับการวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนด้วยวิธีดั้งเดิม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. แบบแผนการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการทดลอง
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2565 ที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครราชสีมา จำนวนนักเรียนทั้งหมด 11,123 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 70 คน ซึ่งได้จากการกำหนดขนาดตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power version 3.1.9.7 เพื่อหาจำนวนขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม

ผู้วิจัยกำหนดค่าขนาดอิทธิพลจากงานวิจัยของจิตรลัดดา มะลัยทอง และคนอื่น ๆ (2566) ได้ค่าขนาดอิทธิพลเท่ากับ 0.95 กำหนดระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05 และระบุอำนาจการทดสอบที่ 0.95 ทำให้ได้จำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 11 คน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้เพิ่มขนาดตัวอย่าง เพื่อเป็นการป้องกันอัตราการขาดหายของตัวอย่างและเพื่อให้ผู้วิจัยสามารถปฏิบัติการทดลองในสถานการณ์จริงได้ รวมทั้งสิ้น 70 คน

ผู้วิจัยสุ่ม ตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling)

ขั้นที่ 1 สุ่มกลุ่มโรงเรียน โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) จากโรงเรียนในกลุ่มโรงเรียนมัธยมของสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครราชสีมา ประกอบด้วย กลุ่มโรงเรียนสุรนารี กลุ่มโรงเรียนราชสีมา กลุ่มโรงเรียนบุญวัฒนา กลุ่มโรงเรียนสุรธรรม และกลุ่มโรงเรียนอุบลรัตน์ สุ่มมา 1 กลุ่มโรงเรียน ได้กลุ่มโรงเรียนสุรธรรม

ขั้นที่ 2 สุ่มโรงเรียนมัธยมศึกษาที่มีนักเรียนห้องเรียนปกติ โดยใช้การสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random sampling) ในกลุ่มโรงเรียนสุรธรรม มีทั้งหมด 10 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนกระเบื้องนอกพิทยาคม โรงเรียนชุมพวงศึกษา โรงเรียนนิคมพิมายศึกษา โรงเรียนพิมายดำรงวิทยาคม โรงเรียนพิมายวิทยา โรงเรียนภูวิทยา โรงเรียนมหิศราธิบดี โรงเรียนมิตรภาพวิทยา โรงเรียนลำทะเมนไชยพิทยาคม โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ โดยสุ่มได้โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์

ขั้นที่ 3 การสุ่มห้องเรียนที่มีนักเรียนคละความสามารถ โดยใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster random sampling) จากทั้งหมด 15 ห้อง สุ่มมา 2 ห้องเรียน

ขั้นที่ 4 การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการสุ่ม 2 ห้องเรียนในขั้นที่ 1 เข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม (random assignment)

ขั้นที่ 5 สุ่มรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนทั้ง 2 ห้อง (random treatment) โดย กลุ่มทดลอง ได้รับการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน และกลุ่มควบคุม ที่ได้รับการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 1 ห้องเรียน จำนวน 35 คน

ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความเท่าเทียมกันของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์นักเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุมโดยใช้การวิเคราะห์ t-test for independent sample พบว่า คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 1.257$, $p = .213$) รายละเอียดดังตาราง 1

ตาราง 1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับนักเรียนกลุ่มควบคุม

กลุ่มตัวอย่าง	n	M	SD	t	p-value
กลุ่มควบคุม	35	7.4286	2.62663	1.257	.213
กลุ่มทดลอง	35	6.6000	2.88199		

2. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยเชิงนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) ซึ่งดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ (Randomized control Group Pretest-Posttest Design) โดยมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

การสุ่ม	กลุ่มตัวอย่าง	การวัดก่อน	การจัดการเรียนรู้	การวัดหลัง
R	E	Obs1	Tx	Obs_2
R	C	Obs3	-	Obs_4

โดย

R แทน การสุ่มกลุ่มตัวอย่าง

E แทน กลุ่มทดลอง

C แทน กลุ่มควบคุม

Tx แทน การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

Obs_1 แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองก่อนการให้สิ่งทดลอง

Obs_2 แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มทดลองหลังการให้สิ่งทดลอง

Obs_3 แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมก่อนการให้สิ่งทดลอง

Obs_4 แทน การวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มควบคุมหลังการให้สิ่งทดลอง

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยเครื่องมือ 2 ประเภท คือ

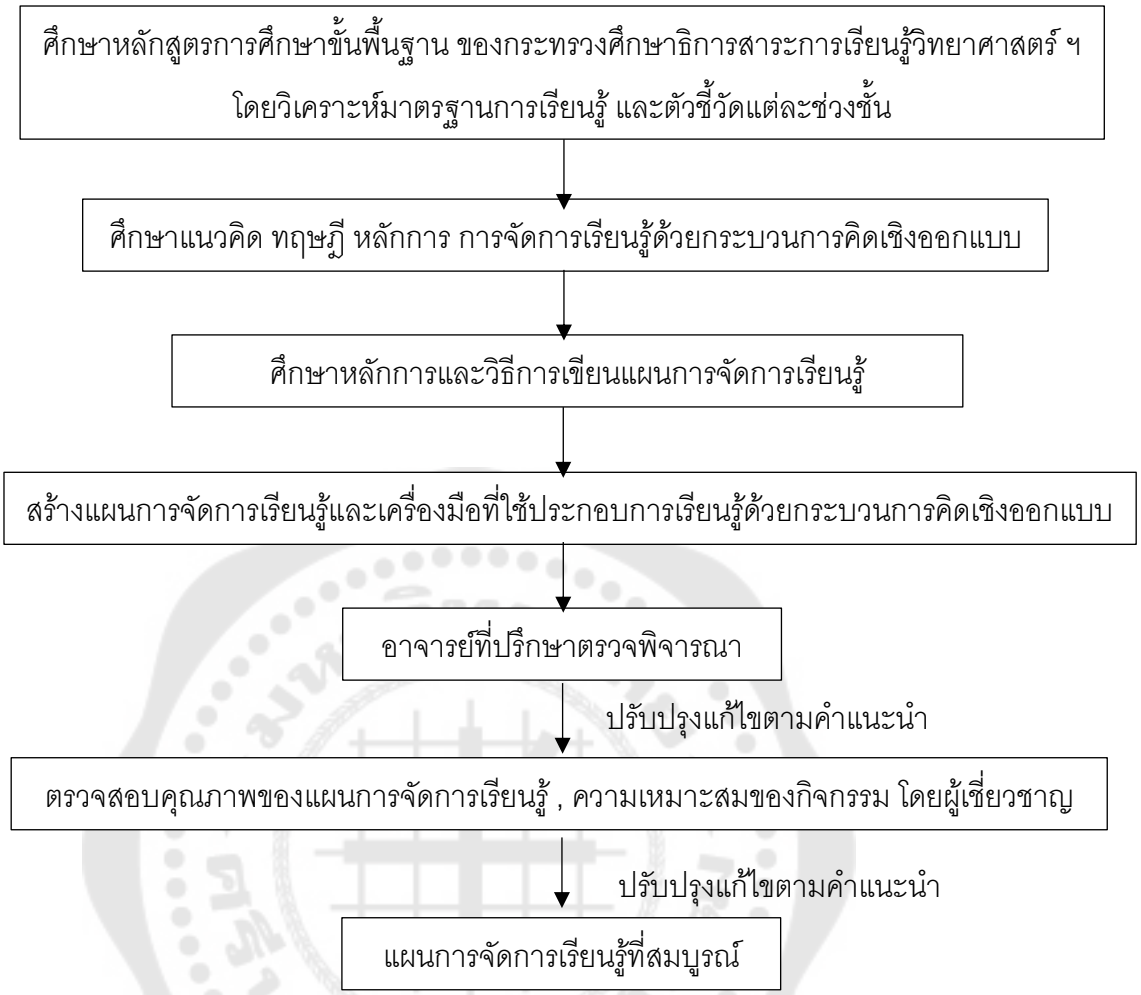
1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
   - แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน
   - แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 4 แผน
2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
   - แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพ

ตอนที่ 1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1.1 แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้



ภาพประกอบ 3 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของกระทรวงศึกษาธิการสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดแต่ละช่วงชั้น

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

3. ศึกษาหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ผู้ วิจัยจัดทำรูปแบบแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหา ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	เวลาเรียน (คาบ)
1	ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก	2
2	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรดิน	2
3	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรน้ำ	2
4	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ	2

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจน และถูกต้องของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 โดยมีการแปลความหมายของระดับคุณภาพและเกณฑ์ในการแปลความหมายผลการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก
3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย
1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลของการประเมิน บุญชม ศรีสะอาด (2560, น. 121)

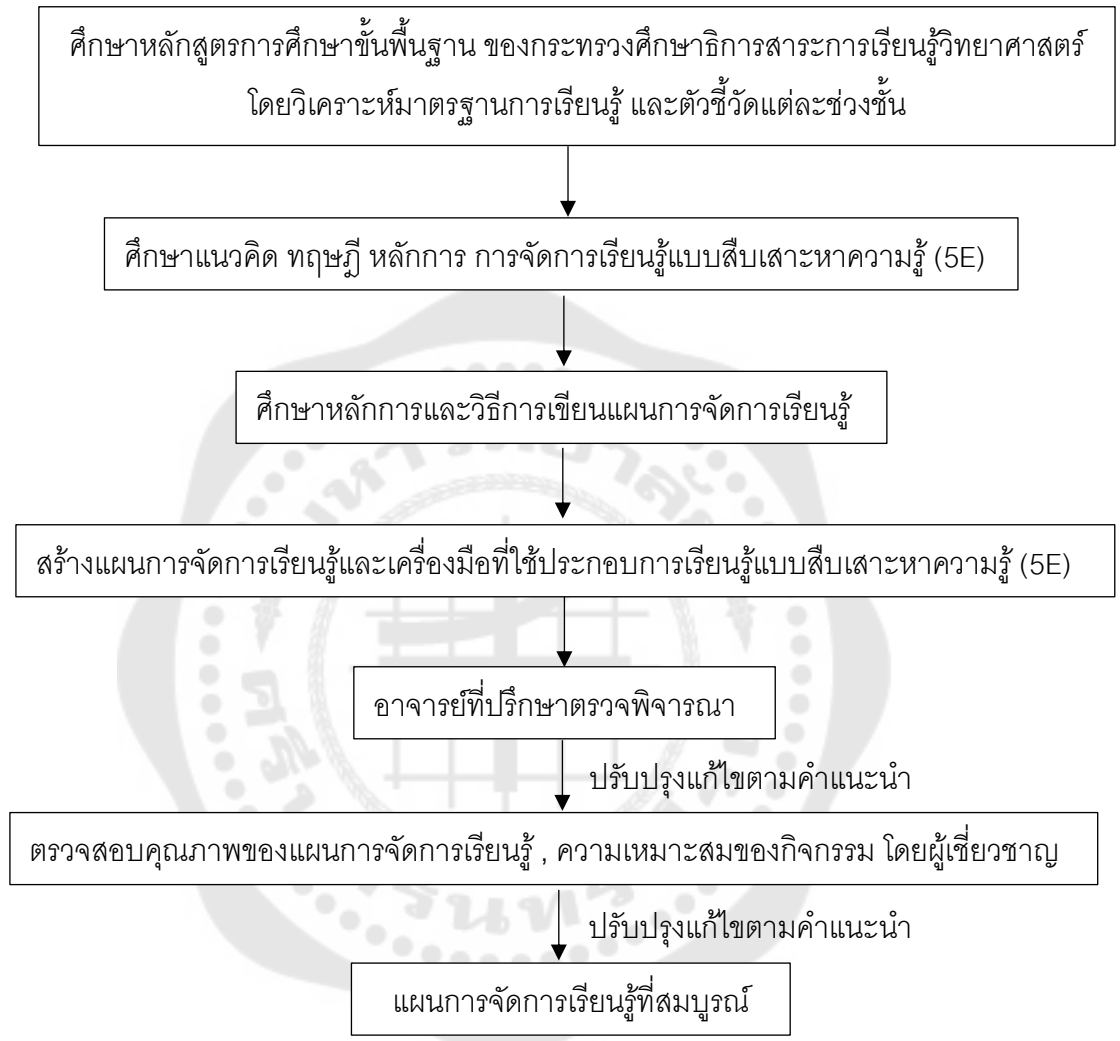
ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 มีระดับคุณภาพมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 มีระดับคุณภาพมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 มีระดับคุณภาพปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 มีระดับคุณภาพน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 มีระดับคุณภาพน้อยที่สุด

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน พบว่ามีค่าความเหมาะสมตั้งแต่ 4.76 – 4.90 อยู่ในระดับมากที่สุด

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีข้อปรับปรุง เช่น ปรับเวลาในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้กับกิจกรรมการเรียนรู้ ให้เหมาะสม มีการนำตัวอย่างของปัญหาสิ่งแวดล้อมมาเชื่อมโยงเข้ากับชีวิตประจำวัน จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

1.2 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 4 แผน

แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ใช้ในการทดลอง มีการดำเนินการสร้างเครื่องมือ ดังนี้



ภาพประกอบ 4 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

1. ศึกษาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน ของกระทรวงศึกษาธิการสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดแต่ละช่วงชั้น

2. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี หลักการและขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

3. ศึกษาหลักการและวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

4. สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยผู้วิจัยจัดทำเป็นแผนการจัดการเรียนรู้ตามเนื้อหา ดังนี้

แผนการจัดการเรียนรู้	เนื้อหา	เวลาเรียน (คาบ)
1	ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก	2
2	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรดิน	2
3	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านทรัพยากรน้ำ	2
4	ปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านอากาศ	2

5. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสม ความชัดเจน และถูกต้องของกิจกรรมการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ เวลาที่ใช้ การวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ และการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ความชัดเจนและความถูกต้อง

แบบประเมินคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) แบ่งออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 4 3 2 และ 1 โดยมีการแปลความหมายของระดับคุณภาพและเกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลของการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับมาก

3 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อย

1 หมายถึง มีคุณภาพอยู่ในระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการแปลความหมายข้อมูลของการประเมิน บุญชม ศรีสะอาด (2560, น. 121)

ค่าเฉลี่ย 4.50 - 5.00 มีระดับคุณภาพมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 - 4.49 มีระดับคุณภาพมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 - 3.49 มีระดับคุณภาพปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 - 2.49 มีระดับคุณภาพน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.49 มีระดับคุณภาพน้อยที่สุด

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 4 แผน พบว่ามีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมตั้งแต่ 4.61 – 4.75 อยู่ในระดับมากที่สุด

7. นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่ผ่านการตรวจสอบมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยมีข้อปรับปรุง เช่น ปรับเวลาในแต่ละแผนกับกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสม มีกระบวนการสอนของครูควรกระตุ้นให้นักเรียนได้คิดโดยการใช้คำถาม จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ สำหรับนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

ผู้วิจัยได้มีการเปรียบเทียบการจัดการเรียนรู้ของกระบวนการคิดเชิงออกแบบและการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) โดยระบุขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ของแต่ละวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ชัดเจน ดังตาราง 2

ตาราง 2 การเปรียบเทียบขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	**การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** (5E)
ขั้น 1 การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) เป็นการเลือกสถานการณ์ที่นักเรียนตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม นักเรียนจะต้องพิจารณาปัญหาระบุและอธิบายปัญหาของสถานการณ์ที่กำหนด โดยใช้การสังเกตและสัมภาษณ์ประกอบกันโดยปรับกรอบการสัมภาษณ์ให้กว้างขึ้นและถามเจาะลึกเรื่องการใช้งาน เพื่อให้ช่วยแก้ปัญหาซึ่งจะนำไปสู่การสร้างนวัตกรรม	**ขั้น 1 สร้างความสนใจ** (Engagement) เป็นการระบุประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับสถานการณ์ที่ครูใช้ในการกระตุ้นความสนใจ จากสื่อวิดีทัศน์ ภาพข่าว หรือสถานการณ์ตัวอย่างที่ส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิต หรือผลกระทบที่จะส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม
ขั้น 2 การกำหนดปัญหา (Define Problems) มีการรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อระบุโอกาสในการพัฒนานวัตกรรม จากวิธีการสร้างผู้ใช้จำลอง สร้างแผนผังประสบการณ์ของผู้ใช้บริการ วิธีการนำ เสนอคุณค่าแก่ผู้ใช้ และวิธีนิยามโจทย์ปัญหาการออกแบบ เพื่อให้สามารถสร้างสรรค์ไอเดียนวัตกรรมร่วมกันได้	**ขั้น 2 สำรวจและค้นหา** (Exploration) เป็นการฝึกวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาและค้นหาความรู้ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำ ความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา แก้ไขปัญหาและจดบันทึกแนวคิดหรือวิธีการที่เหมาะสมที่สุด

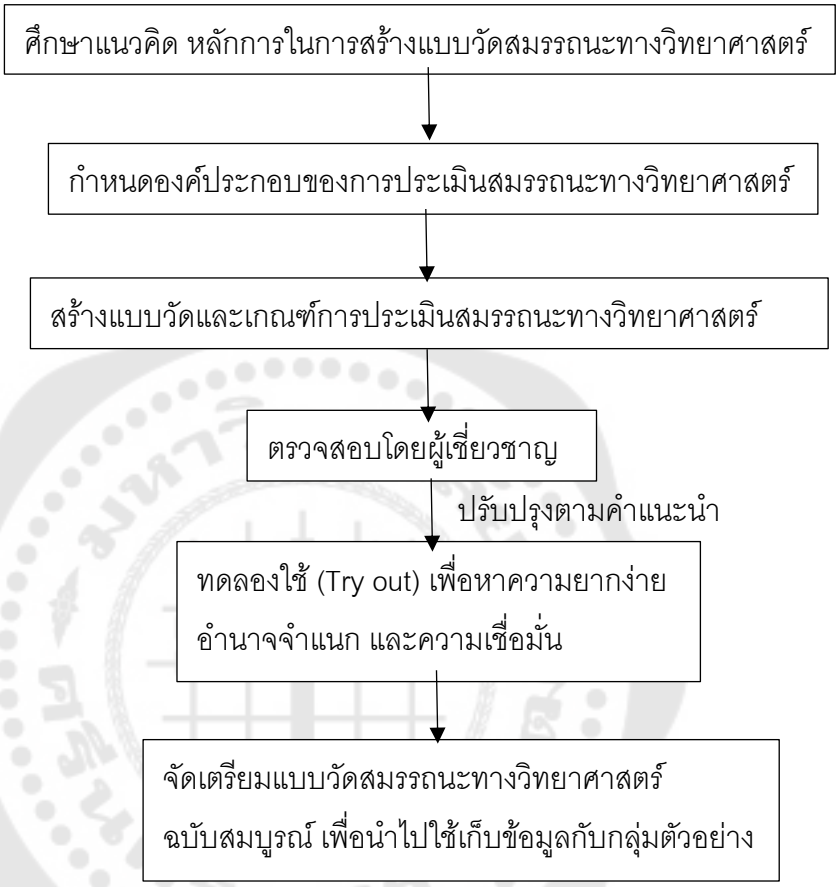
ตาราง 2 (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	
กระบวนการคิดเชิงออกแบบ	**การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้** (5E)
ขั้น 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype) มีการวางแผนและออกแบบชิ้นงาน โดยคำนึงถึงความสำคัญของสาเหตุที่ควรจัดการพร้อมกับสร้างชิ้นงาน ตามแผนที่วางไว้ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถสรุปแนวทางการแก้ปัญหาที่เหมาะสมและแนวทางปรับปรุงชิ้นงานของตนเองให้สามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพได้	**ขั้น 4 ขยายความรู้** (Elaboration) นำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิมหรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม
ขั้น 5 การทดสอบ (Test) มีการถ่ายทอดไอเดียให้เป็นรูปเป็นร่างอย่างง่ายสุด มีความคุ้มค่า ให้เป็นต้นแบบไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมาย ประเมินสิ่งที่คิดค้นนั้นตอบโจทย์ความต้องการของกลุ่มเป้าหมายได้หรือไม่	**ขั้น 5 ประเมินผล** (Evaluation) มีการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่างๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง รู้มากน้อยเพียงใด และนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ

ตอนที่ 2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ กำหนดขั้นตอนการดำเนินการสร้าง ดังนี้



ภาพประกอบ 5 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1. ศึกษาแนวคิด หลักการ และเอกสารที่เกี่ยวข้องในการสร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

2. กำหนดองค์ประกอบของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ให้มีความสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของการจัดการเรียนรู้ และนิยามศัพท์เฉพาะ

3. กำหนดเกณฑ์การประเมินของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

4. สร้างแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ตามสถานการณ์ที่คัดเลือกไว้ ทั้งนี้คำถามในแต่ละสถานการณ์ มีรูปแบบการตอบ 3 รูปแบบได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 1 คำตอบ เลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ

5. นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้น เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและขอคำชี้แนะ

6. นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญทางด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับนิยาม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นสอดคล้องกับนิยามหรือไม่

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่สอดคล้องกับนิยาม

โดยการพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้องที่มีค่าดัชนีตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปไว้ และปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

7. นำผลการประเมินที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อหาความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC > .50 ไว้ใช้ ทั้งหมด 15 ข้อ ซึ่งพบว่าข้อสอบมีดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.67 – 1.00

8. นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 35 คน แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกรายข้อ ผลการวิเคราะห์ได้ข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ตั้งแต่ 0.20 - 0.67 และค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.23 - 0.73

9. นำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ที่คัดเลือกไว้จำนวน 15 ข้อ มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาคโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.871

10.จัดเตรียมแบบทดสอบฉบับสมบูรณ์เพื่อไปใช้เป็นเครื่องมือการเก็บข้อมูลการวิจัยต่อไป

รูปแบบข้อสอบที่ใช้วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบเชิงสถานการณ์แต่ละสถานการณ์มีข้อสอบ 3 ข้อ ที่มีลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบเลือกตอบ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ เป็นข้อสอบเขียนตอบ ซึ่งผู้วิจัยได้มีการศึกษารูปแบบของสัดส่วนข้อสอบ ตามการสอบวิทยาศาสตร์ใน PISA 2015 แบ่งเป็นจำนวนข้อ ดังนี้

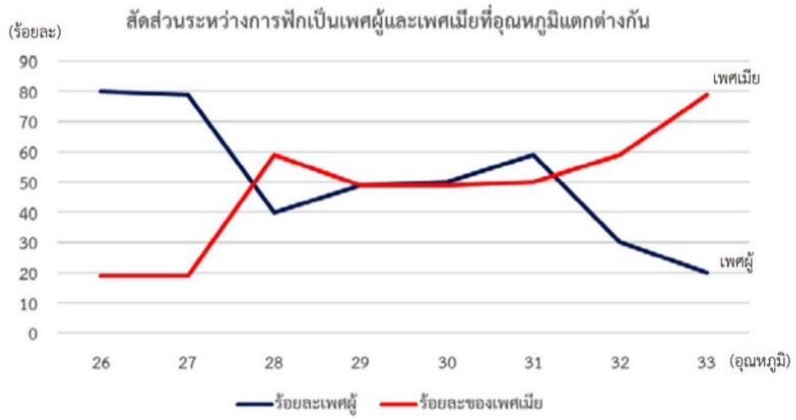
ตาราง 3 แสดงโครงสร้างของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

บริบท/สถานการณ์	ระดับบริบท	จำนวนข้อคำถามที่ใช้วัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์		
		การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์
สถานการณ์ที่ 1	ระดับโลก	2	1	2
สถานการณ์ที่ 2	ระดับท้องถิ่น	2	1	2
สถานการณ์ที่ 3	ระดับบุคคล	2	1	2
รวม		6	3	6

ตัวอย่าง แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ สถานการณ์ เต่าตนุ

จากข้อมูลระยะยาวทำให้นักวิทยาศาสตร์รู้ว่า หากอุณหภูมิของหาดทรายต่ำกว่า 27.7 องศาเซลเซียส ลูกเต่าจะฟักออกมาเป็นเพศผู้ แต่หากอุณหภูมิสูงกว่า 31 องศาเซลเซียส ลูกเต่าที่ฟักออกมาจะเป็นเพศเมีย โดยประชากรเต่าทะเลทางตอนเหนือของ เกรท แบรีเออร์ รีฟ ขยายพันธุ์ออกมาเป็นเพศเมียเป็นส่วนใหญ่มาเป็นเวลากว่าสองทศวรรษแล้ว และเป็นไปได้ว่าประชากรเต่าทะเลลุ่มนี้อาจจะกลายเป็นเพศเมียทั้งหมดในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า Dr Michael Jensen นักวิจัยหลักจาก NOAA กล่าวว่า ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นเรื่องที่น่าแปลกใจและค่อนข้างน่ากังวลอย่างยิ่ง แต่ก็ช่วยให้เราเข้าใจวิกฤติการณ์ที่ประชากรเต่าทะเลกำลังเผชิญอยู่จากภาวะโลกร้อน ขณะนี้กรมสิ่งแวดล้อมและคุ้มครองมรดกทางธรรมชาติ ของรัฐควีนส์แลนด์ได้พยายามทดสอบมาตรการต่างๆ เพื่อลดอุณหภูมิของหาดทรายซึ่งเป็นแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล เช่น การทำที่บังแดด หรือแม้แต่ฝนเทียม ซึ่งการอนุรักษ์เต่าเพศผู้ตัวเต็มวัยจากภัยคุกคามต่างๆ จะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น จากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า ที่อุณหภูมิขณะฟักไข่แตกต่างกันสัดส่วนการฟักออกเป็นเต่าเพศผู้กับเป็นเต่าเพศเมีย ปรากฏดังกราฟด้านล่าง

ที่มา: http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th



คำถามที่ 1 : เต่าตนุ (สมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

บทความกล่าวว่าวิกฤติการณ์ที่ประชากรเต่าทะเลกำลังเผชิญอยู่จากภาวะโลกร้อน ในตารางด้านล่างคือเหตุผลสองประการที่อาจเป็นไปได้ ของการตัดสินใจนี้ เหตุผลเหล่านั้น เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

เหตุผล	คำตอบ
ไข่เต่าทะเลในช่วงระยะฟักตัว อุณหภูมินั้นสามารถเป็นตัวกำหนดเพศของลูกเต่าทะเลได้ต่อไปในอนาคตและเมื่ออุณหภูมิของอากาศที่สูงและร้อนขึ้น ผลกระทบนี้ส่งผลให้เกิดเต่าเพศผู้น้อยลง จึงกลายเป็นการตัดวงจรการสืบพันธุ์	ใช่ / ไม่ใช่
อุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นยังทำให้มีโอกาสเกิดพายุได้มากขึ้น และจะเป็นตัวทำลายแนวปะการังที่เต่าทะเลอาศัยอยู่	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 2 : เต่าตนุ (สมรรถนะ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์)

ที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซีย พบว่า เต่าตนุที่เกาะตรังกานูไม่มีเพศผู้เลย จงอธิบายลักษณะอุณหภูมิของทรายที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซีย

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน	0 คะแนน
<u>แนวคำตอบ</u> ใช้ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับการฟักออกเป็นเพศผู้และเมียของเต่า ของทรายที่เกาะตรังกานูอุณหภูมิประมาณ 31- 33 °C หรือมากกว่า 31 °C	ไม่ตอบหรือตอบในประเด็นอื่น

คำถามที่ 3 : เต่าตนุ (สมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์)

นักเรียนคิดว่า แนวโน้มประชากรเต่าตะนุที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซียเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน	0 คะแนน
<u>แนวคำตอบ</u> อาจสูญพันธุ์เพราะไม่มีเพศผู้	ไม่ตอบหรือตอบในประเด็นอื่น

คำถามที่ 4 : เต่าตนุ (สมรรถนะ การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์)

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขณะฟักไข่กับการเกิดเพศของลูกเต่าทะเลเป็นอย่างไร

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

2 คะแนน	1 คะแนน	0 คะแนน
การอธิบายความสัมพันธ์ถูกต้อง จำนวน 2 ข้อ <u>แนวคำตอบ</u> อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดเพศ - อุณหภูมิต่ำกว่า 27.7 °C เต่าจะฟักออกมาเป็นเพศผู้ ถ้าอุณหภูมิมากกว่า31 องศา เต่าจะฟักออกมาเป็นเพศเมีย - อุณหภูมิระหว่าง 28 - 31 °C เต่าจะฟักออกมาทั้ง 2 เพศสัดส่วนใกล้เคียงกัน	การอธิบายความสัมพันธ์ถูกต้อง จำนวน 1 ข้อ	ไม่ตอบหรือตอบในประเด็นอื่น

คำถามที่ 5 : เต่าตนุ (สมรรถนะ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์)

หากต้องการศึกษาปัจจัยเรื่องอุณหภูมิของพื้นที่วางไข่ส่งผลต่อการเกิดเพศเมียของเต่าตนุหรือไม่ ต้องมีการออกแบบกระบวนการทดลอง กำหนดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร

.....

.....

เกณฑ์การให้คะแนน

1 คะแนน	0 คะแนน
ใช้ความรู้วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับกระบวนการทดลอง กำหนดตัวแปรต้นและตัวแปรตามที่ศึกษา แนวคำตอบ ตัวแปรต้น – อุณหภูมิพื้นที่วางไขของเต่าตนุ ตัวแปรตาม - จำนวนการเกิดเพศผู้เพศเมียของเต่าตนุ ตัวแปรควบคุม – บริเวณพื้นที่วางไข่, ระยะเวลาที่ตัวอ่อนเจริญเติบโต	ไม่ตอบหรือตอบในประเด็นอื่น

4. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ มีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ เป็นเวลา 1 คาบ คาบละ 50 นาที แล้วนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน

2. ดำเนินการทดลองโดยผู้วิจัยดำเนินการสอนเอง โดยใช้เนื้อหาเดียวกันทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และใช้ระยะเวลาในการทดลองเท่ากันซึ่งใช้เวลาในการทดลองกลุ่มละ 8 คาบ คาบละ 50 นาที

2.1 กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

2.2 กลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

3. เมื่อสิ้นสุดการสอนตามกำหนด ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยใช้แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ชุดเดิมเป็นเวลา 1 คาบ คาบละ 50 นาที

4. ทำการตรวจให้คะแนนการทำแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แล้วนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยวิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 สถิติบรรยาย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (M) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ความเบ้ (Sk) และความโด่ง (Ku) ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

5.2 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

5.3 การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA)

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบที่มีต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การนำเสนอผลการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
M	แทน	คะแนนเฉลี่ย (Mean)
MIN	แทน	ค่าต่ำสุด (Minimum)
MAX	แทน	ค่าสูงสุด (Maximum)
SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
SS	แทน	ผลบวกกำลังสองของค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลและค่าเฉลี่ยของกลุ่มข้อมูล (Sum of Square)
MS	แทน	ค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสอง (Mean Square)
Λ	แทน	ค่าสถิติทดสอบแลมบ์ดาของวิลคส์ (Wilks'Lambda)
F	แทน	ค่าสถิติการแจกแจงแบบเอฟ (F-Distribution)
Sk	แทน	ค่าความเบ้ (Skewness)
Ku	แทน	ค่าความโด่ง (Kurtosis)
p	แทน	ระดับนัยสำคัญของการทดสอบ
df	แทน	ระดับองศาความเป็นอิสระ (Degree of freedom)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลและนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามลำดับ ดังนี้

ส่วนที่ 1 สถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.1 สถิติบรรยายของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง

1.2 สถิติบรรยายของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA)

ส่วนที่ 1 สถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

1.1 สถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านก่อนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลอง พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในทุกด้าน เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลพบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย ($Sk < 0$) และมีความโด่งน้อยกว่าโค้งปกติ ($Ku < 0$) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยและข้อมูลมีการกระจายมากกว่าโค้งปกติ รายละเอียดดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงค่าสถิติบรรยายของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนก่อนและหลังกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	6	0	5	2.83	1.29	-1.80	-0.69
	หลังเรียน	6	2	6	5.00	1.24	-1.09	0.20
การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	5	0	2	1.06	0.76	-0.10	-1.24
	หลังเรียน	5	0	5	2.94	1.39	-1.07	0.15

ตาราง 4 (ต่อ)

สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	7	0	4	2.57	1.31	-0.79	-0.47
	หลังเรียน	7	0	5	2.71	1.51	-0.30	-0.56
ภาพรวม	ก่อนเรียน	18	1	11	6.60	2.88	-0.26	-0.95
	หลังเรียน	18	2	17	12.31	4.05	-1.08	0.41

หมายเหตุ standard error of skewness = .398 standard error of kurtosis = .778

1.2 สถิติบรรยายของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุม พบว่านักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในทุกด้าน เมื่อพิจารณาลักษณะการแจกแจงของข้อมูลพบว่าข้อมูลก่อนเรียนส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา (Sk > 0) และมีความโด่งน้อยกว่าโค้งปกติ (Ku < 0) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและข้อมูลมีการกระจายมากกว่าโค้งปกติ สำหรับข้อมูลหลังเรียน ส่วนใหญ่มีการแจกแจงแบบเบ้ซ้าย (Sk < 0) และมีความโด่งน้อยกว่าโค้งปกติ (Ku < 0) แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีคะแนนสูงกว่าค่าเฉลี่ยและข้อมูลมีการกระจายมากกว่าโค้งปกติ รายละเอียดดัง ตาราง 5

ตาราง 5 สถิติบรรยายของคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ รายด้านก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)

ตัวแปร	การทดสอบ	คะแนนเต็ม	MIN	MAX	M	SD	Sk	Ku
การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	6	1	6	3.32	1.15	0.45	-0.23
	หลังเรียน	6	2	6	4.71	1.05	-0.53	-0.12
การออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	5	0	3	1.29	0.79	0.20	-0.21
	หลังเรียน	5	1	4	2.94	1.06	-0.68	-0.70
การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	ก่อนเรียน	7	0	5	2.89	1.43	-0.36	-0.76
	หลังเรียน	7	1	6	4.31	1.32	-0.54	-0.33
ภาพรวม	ก่อนเรียน	18	2	13	7.43	2.63	0.08	-0.17
	หลังเรียน	18	4	16	11.97	2.87	-1.01	0.38

ส่วนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน

2.1 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ โดยใช้สถิติ Hotelling T^2

2.1.1 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumption)

การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ โดยทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Approx. chi-square = 15.668 และค่า $p < 0.001$ ซึ่งค่า $p < .05$ แสดงว่า คะแนนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น รายละเอียดดังตาราง 6

ตาราง 6 การทดสอบความสัมพันธ์ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง

Bartlett's test of Sphericity	
Likelihood Ratio	.000
Approx. chi square	15.668
df	2
p-value	< 0.001

2.1.2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่าเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามทั้งสามตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Wilks' Lambda= .090, F=166.725, df=33, p< 0.001) จึงสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามรายตัว (ANOVA) ได้โดยนักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Hotelling's T^2 = 47.721, df = 33) รายละเอียดดัง ตาราง 7

ตาราง 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนามของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้สถิติ Hotelling's T^2

Effect	Multivariate test	Value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
ก่อนเรียน	Pillai's Trace	.910	166.725*	2.000	33.000	<0.001
และ หลัง	Wilks' Lambda	.090	166.725*	2.000	33.000	<0.001
เรียน	Hotelling's Trace	10.105	166.725*	2.000	33.000	<0.001
	Roy's Largest Root	10.105	166.725*	2.000	33.000	<0.001
Hotelling's T^2 = 47.721 , df = 33						

หมายเหตุ * $p < .05$

ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตัวแปรตามทีละตัวด้วยการวิเคราะห์ ANOVA โดยพิจารณาจากค่า Sphericity Assumed พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (F=72.897, p< 0.001) คะแนนเฉลี่ยการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (F=51.893 , p< 0.001) และคะแนนเฉลี่ยการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (F=5.667, p=.023) หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 รายละเอียดดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของ นักเรียนกลุ่มทดลองก่อนเรียนและหลังเรียน

Source			Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
time	การอธิบาย	Sphericity Assumed	82.514	1	82.514	72.897*	<0.001
	ปรากฏการณ์ฯ	Greenhouse-Geisser	82.514	1.000	82.514	72.897*	<0.001
		Huynh-Feldt	82.514	1.000	82.514	72.897*	<0.001
		Lower-bound	82.514	1.000	82.514	72.897*	<0.001
	การออกแบบ	Sphericity Assumed	62.229	1	62.229	51.893*	<0.001
	และประเมินฯ	Greenhouse-Geisser	62.229	1.000	62.229	51.893*	<0.001
		Huynh-Feldt	62.229	1.000	62.229	51.893*	<0.001
		Lower-bound	62.229	1.000	62.229	51.893*	<0.001

ตาราง 8 (ต่อ)

Source			Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	Sphericity Assumed	.357	1	.357	5.667*	.023
		Greenhouse-Geisser	.357	1.000	.357	5.667*	.023
		Huynh-Feldt	.357	1.000	.357	5.667*	.023
Error(time)	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	Sphericity Assumed	38.486	34	1.132		
		Greenhouse-Geisser	38.486	34.000	1.132		
		Huynh-Feldt	38.486	34.000	1.132		
		Lower-bound	38.486	34.000	1.132		
	การออกแบบและประเมินฯ	Sphericity Assumed	40.771	34	1.199		
		Greenhouse-Geisser	40.771	34.000	1.199		
		Huynh-Feldt	40.771	34.000	1.199		
		Lower-bound	40.771	34.000	1.199		
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	Sphericity Assumed	2.143	34	.063		
		Greenhouse-Geisser	2.143	34.000	.063		
		Huynh-Feldt	2.143	34.000	.063		
		Lower-bound	2.143	34.000	.063		

หมายเหตุ * $p < .05$

2.2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยจากแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม (One-way MANOVA)

2.2.1 การทดสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Test of Assumption) ของการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ดังนี้

1) การทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วม ด้วย Box's Test of equality of Covariance matrics พบว่า ค่า Box's M =9.063, F=1.438 และ ค่า p =.196 ซึ่งค่า $p > .05$ แสดงว่า เมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และคะแนนการ

แปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น รายละเอียดดังตาราง 9

ตาราง 9 การทดสอบความเท่ากันของเมทริกซ์ความแปรปรวนร่วมของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

Box's Test of Equality of Covariance Matrices[a]	
Box's M	9.063
F	1.438
df1	6
df2	33502.189
p	.196

2) การทดสอบความความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม ด้วย Bartlett's test of Sphericity พบว่า ค่าสถิติ Approx. chi Square = 57.243 และค่า $p < 0.001$ แสดงว่าคะแนนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และคะแนนการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น รายละเอียดดังตาราง 10

ตาราง 10 การทดสอบความสัมพันธ์ของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

Bartlett's test of Sphericity	
Likelihood Ratio	<0.001
Approx. chi Square	57.243
df	5
p-value	<0.001

3) การทดสอบความเท่ากันของตัวแปรตาม ด้วย Levene's Test of Equality of Error Variance พบว่า ความแปรปรวนของคะแนนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (F=.511, df1= 1, df2 = 68, p= .477) คะแนนการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (F=1.563, df1= 1, df2 = 68, p= .431) และคะแนนการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์(F=.129, df1= 1, df2 = 1, p= .721) แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้น จึงสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณได้ รายละเอียดดังตาราง 11

ตาราง 11 การทดสอบความแปรปรวนของคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายสมรรถนะหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างนักเรียนกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

Levene's Test of Equality of Error Variance				
ตัวแปรตาม	F	df1	df2	p-value
1. การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	.511	1	68	.477
2. การออกแบบและประเมินการะบวนการสืบเสาะฯ	1.563	1	68	.431
3. การแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	.129	1	68	.721

2.2.2 การทดสอบเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรพหุนาม พบว่าเวกเตอร์ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตาม ทั้งสามตัวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 (Wilks' Lambda=.048, F=440.005, df=3.66, p< 0.001) จึงสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่าง ค่าเฉลี่ยของตัวแปรตามรายตัว (ANOVA) ได้ ซึ่งผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบมีคะแนนการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และคะแนนการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 รายละเอียดดังตาราง12

ตาราง 12 ผลการวิเคราะห์คะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้านของนักเรียนกลุ่มทดลองและนักเรียนกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สถิติ MANOVA

Effect	Multivariate test	value	F	Hypothesis df	Error df	p-value
กลุ่มทดลอง	Pillai's Trace	.952	440.005*	3.000	66.000	<0.001
และกลุ่ม	Wilks' Lambda	.048	440.005*	3.000	66.000	<0.001
ควบคุม	Hotelling's Trace	20.000	440.005*	3.000	66.000	<0.001
	Roy's Largest Root	20.000	440.005*	3.000	66.000	<0.001
Test of Between-Subject Effect						
Source	Dependent Variables	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	p-value
Correct	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	1.429	1	1.429	1.090	.300
Model	การออกแบบและประเมินฯ	1.563	1	1.563	.000	1.000
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	44.800	1	44.800	22.288*	<0.001
Intercept	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	1651.429	1	1651.429	1259.744*	<0.001
	การออกแบบและประเมินฯ	606.229	1	606.229	397.253*	<0.001
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	864.514	1	864.514	430.089*	<0.001
Group	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	1.429	1	1.429	1.090	.300
	การออกแบบและประเมินฯ	.000	1	.000	.000	1.000
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	44.800	1	44.800	22.288*	<0.001
Error	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	89.143	68	1.311		
	การออกแบบและประเมินฯ	103.771	68	1.526		
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	136.686	68	2.010		
Total	การอธิบายปรากฏการณ์ฯ	1742.000	70			
	การออกแบบและประเมินฯ	710.000	70			
	การแปลความหมายข้อมูลฯ	1046.000	70			

หมายเหตุ * $p < .05$

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบกับกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) การวิจัยเชิงนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental design) ซึ่งดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยแบบ Randomized control Group Pretest-Posttest Design

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่กำลังศึกษาในปีการศึกษา 2565 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ อำเภอเมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 2 ห้องเรียน จำนวน 70 คน ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (multi-stage random sampling) ซึ่งกลุ่มทดลองจะได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ จำนวน 4 แผน แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) จำนวน 4 แผน เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย และการวิเคราะห์ความแปรปรวนตัวแปรพหุนาม Hotelling's T^2 และ MANOVA

สรุปผลการวิจัย

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียน 6.60 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน 12.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลัง เรียนจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนด้านการ อธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2.83 คะแนน หลังเรียน 5.00 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยก่อน เรียนด้านการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทางวิทยาศาสตร์ 1.06 คะแนน หลังเรียน 2.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์

พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ 2.57 คะแนน หลังเรียน 2.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ ด้านการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) พบว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ 12.31 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน ส่วนนักเรียนกลุ่มควบคุมมีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ 11.97 คะแนน จากคะแนนเต็ม 18 คะแนน เมื่อพิจารณาคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์รายด้าน พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง 5.00 คะแนน กลุ่มควบคุม 4.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 6 คะแนน คะแนนเฉลี่ยด้านการออกแบบและประเมินกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง 2.97 คะแนน กลุ่มควบคุม 2.94 คะแนน จากคะแนนเต็ม 5 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนกลุ่มทดลอง 4.31 คะแนน กลุ่มควบคุม 2.71 คะแนน จากคะแนนเต็ม 7 คะแนน เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่า การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ สามารถพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผล ได้ดังนี้

1. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคะแนนสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในภาพรวมและจำแนกตามสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในทุกด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยได้นำกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้ง โดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง นำความคิดสร้างสรรค์และมุมมองที่หลากหลายจากผู้ใช้ มาร่วมกันวิเคราะห์สร้างไอเดีย หาแนวทางการแก้ไข และนำแนวทางต่าง ๆ มาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางหรือนวัตกรรม มี 5 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นการเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize) ให้ทำความเข้าใจในปัญหา โดยการจัดการเรียนรู้นักเรียนสามารถสังเกต สัมภาษณ์ เพื่อเก็บข้อมูลและเข้าใจถึงเป้าหมายและประเด็นสำคัญที่ต้องการแก้ไขปัญหา โดยสามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นการกำหนดปัญหา (Define Problems) เป็นการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้น จากการร่วมกันสืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ปัญหาภายในกลุ่มจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ฝึกการออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และประเมินวิธีการสำรวจตรวจสอบปัญหาทางวิทยาศาสตร์ 3) ขั้นการสร้างความคิด (Ideate) มุ่งเน้นไปที่การค้นหาไอเดียสร้างสรรค์ที่จะสามารถตอบโจทย์ปัญหา ผ่านการระดมสมองในทีม (Group Brainstorm) แลกเปลี่ยนความคิดและได้แสดงความสามารถในวิเคราะห์ ตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุปอย่างสมเหตุสมผล 4) ขั้นการสร้างต้นแบบ (Prototype) เป็นการทดสอบสมมติฐานที่ว่าไอเดียที่ได้คิดค้นขึ้นนั้นจะสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้จริงหรือไม่ แล้วทำการทดสอบซ้ำเพื่อให้มั่นใจได้ว่าผลงานที่คิดขึ้นจะสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างถูกต้องครบถ้วน 5) ขั้นการทดสอบ (Test) กระทำซ้ำเกี่ยวกับการทดสอบ ประเมินผลการทดลองใช้ผลิตภัณฑ์ การทดสอบผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาและสามารถตอบโจทย์ปัญหาได้อย่างดีที่สุด นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ที่ได้จากการเรียนรู้สู่ชีวิตจริงโดยการนำแนวคิดองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ และได้ฝึกทักษะกระบวนการที่ได้มาซึ่งองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ส่งผลต่อสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในทุกด้าน เพราะการจัดกระบวนการเรียนรู้นี้ฝึกกระบวนการคิดที่ใช้การทำความเข้าใจในปัญหาต่างๆ อย่างลึกซึ้ง โดยเอาผู้ใช้เป็นศูนย์กลาง และนำเอาความคิดสร้างสรรค์และมุมมองที่หลากหลายมาสร้างไอเดีย หาแนวทางการแก้ไข และนำเอาแนวทางต่าง ๆ มาทดสอบและพัฒนา เพื่อให้ได้แนวทางในการแก้ไขปัญหาหรือนวัตกรรม สอดคล้องกับมานิตย์ อาษานอก (2561) ได้กล่าวว่า การนำกระบวนการคิดเชิงออกแบบมาบูรณาการเข้าไปในเนื้อหาทางวิชาการและเป็นเครื่องมือการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ สามารถบูรณาการกับสหวิทยาการได้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบยังเป็นประโยชน์ สำหรับการเรียนรู้ที่สามารถสร้างประสบการณ์ที่หลากหลายและช่วยส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมายของผู้เรียน เป็นการสร้างนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้ ที่สอดคล้องกับทิศทางการพัฒนา

ประเทศ ที่จะนำไปสู่การพัฒนาทั้งทักษะการคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี ร่วมกับการพัฒนาทักษะชีวิตและสังคม ซึ่งเป็นสมรรถนะสำคัญของคนในศตวรรษที่ 21 ซึ่งการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับ Design Thinking ที่เน้นการทำงานร่วมกันและความเห็นอกเห็นใจต่อการศึกษาวิทยาศาสตร์มาเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ของกลุ่ม (Dohyun, 2014, น. 93-105) สอดคล้องกับงานวิจัยของนพดล รุ่งเรืองธนาผล (2563) ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะเชิงคำนวณและการสร้างคุณค่าร่วมกันสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับความสามารถต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบสำคัญ 5 ด้าน คือ 1) ด้านแนวคิดเชิงคำนวณ 2) ด้านกระบวนการคิดเชิงออกแบบ 3) ด้านสภาพแวดล้อมเสมือน 4) ด้านวิทยาการคำนวณ และ 5) ด้านการสร้างคุณค่าร่วมกัน ผลการทดลองใช้รูปแบบฯ พบว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีพัฒนาการด้านสมรรถนะเชิงคำนวณ และการสร้างคุณค่าร่วมกันหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง ซึ่งรูปแบบการสอนปัจจุบันเน้นกระบวนการปฏิบัติ และฝึกฝนกระบวนการคิดผ่านระบบอย่างเป็นขั้นตอน ค่อนข้างเหมาะสมกับการศึกษาปัจจุบัน ทำให้ผู้เรียนต้องมีการสื่อสารกับผู้เรียนคนอื่น ๆ เพื่อระดมสมองในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน สภาพแวดล้อมเสมือนที่ใช้สามารถสนับสนุนการปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน โดยระหว่างการทำงานตามวัตถุประสงค์ ผู้เรียนจะได้เรียนรู้ในรูปแบบห้องเรียนเสมือนที่อาศัยการจัดการเรียนรู้แบบผสมผสาน และสอดคล้องกับงานวิจัยของชนิกานต์ กลิ่นอาจ (2563) ได้ศึกษาการวิจัยปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่า 1) แนวทางที่เหมาะสมในการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง เคมีไฟฟ้า ที่มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้น ได้แก่ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 นิยามปัญหา ขั้นที่ 3 สร้างความคิด ขั้นที่ 4 สร้างต้นแบบ ขั้นที่ 5 ทดสอบ มีสิ่งที่ต้องมุ่งเน้น คือ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางเคมีไฟฟ้าในการออกแบบชิ้นงานและแก้ปัญหาการเลือกใช้ปัญหาการออกแบบในชีวิตจริงและการออกแบบชิ้นงานที่ตอบสนองความต้องการในเชิงลึกของบุคคล และ 2) การจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และไทยนวัตกรรมของนักเรียน โดยนักเรียนมีการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่สูงขึ้นจากวงจรปฏิบัติการที่ 1 วงจรปฏิบัติการที่ 2 และวงจรปฏิบัติการที่ 3 ตามลำดับ

2. ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมหลังการจัดการเรียนรู้ พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ มีคะแนนเฉลี่ยสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนในภาพรวมสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยทั้งนี้เนื่องจากนี้อาจเป็นเพราะนักเรียนได้มีการเข้าใจถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง มีการสัมภาษณ์ผู้ที่ได้รับผลกระทบอย่างลึกซึ้งนำไปสู่การสร้างสรรค์วางแผนการออกแบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาในการอธิบายและประเมินคุณค่าของการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ และนำเสนอแนวทางในการตอบคำถามอย่างเป็นวิทยาศาสตร์ จัดทำต้นแบบ หรือ Prototype เพื่อนำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริง นำผลที่ได้รับไปปรับใช้จนเกิดความสมบูรณ์แบบ โดยเน้นการลงมือปฏิบัติซ้ำ ๆ เพื่อนำไปสู่การคิดเชิงออกแบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด วิเคราะห์และประเมินข้อมูล คำกล่าวอ้างและข้อโต้แย้งที่หลากหลายรูปแบบ และลงข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสม เมื่อทดสอบด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุนาม พบว่านักเรียนกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุม เนื่องจากในกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้มีการวิเคราะห์ ออกแบบวิธีการตรวจสอบและเก็บรวบรวมข้อมูล ทำให้สามารถแปลงข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการสังเกตและจดบันทึกข้อมูลในการแก้ไขปัญหาจากสถานการณ์ที่นักเรียนออกแบบเอง ผ่านการเรียนรู้และช่วยกันทดสอบภายในกลุ่ม การนำเสนอผลการสังเกตด้วยรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสื่อข้อมูลให้เกิดความเข้าใจ เมื่อเกิดการฝึกฝนเช่นนี้ จึงส่งผลให้เกิดการพัฒนาสมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kristin L. Cook and Sarah B. Bush (2018) ได้ศึกษาแนวทางการสอนที่เรียกว่าการคิดเชิงออกแบบ (DT) เสริมจุดมุ่งหมายของการแก้ปัญหา ทำให้นักเรียนต้องแก้ไขปัญหาที่ต้องมีการนิยามใหม่อย่างสร้างสรรค์และทบทวนแนวทางแก้ไขใหม่ซึ่งคล้ายกับทักษะวิชาชีพของนักออกแบบ ซึ่งพิจารณาลำดับความสำคัญที่ขัดแย้งกันและการเจรจาที่ซับซ้อนเพื่อให้ได้มาซึ่งวิธีแก้ปัญหา และยังสอดคล้องกับพิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ และคณะ (2564) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาความสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคม ในสาระภูมิศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กล่าวว่าเพราะมีการจัดการเรียนรู้นี้ช่วยพัฒนาให้นักเรียนได้ฝึกการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ ด้วยการทำความเข้าใจปัญหาต่าง ๆ อย่างลึกซึ้งโดยให้มนุษย์เป็นศูนย์กลางในการแก้ปัญหา (Human-Centered) นำแนวคิดต่าง ๆ มาใช้ในการ

ออกแบบผลิตภัณฑ์ร่วมแก้ไขปัญหาของผู้ใช้งานให้อยู่บนพื้นฐานของการเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย ภายใต้แนวคิดของการคิดเชิงออกแบบ

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบสามารถใช้พัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังนั้นผู้ที่สนใจสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยมีข้อคำนึงถึงดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ครูผู้สอนต้องมีประเด็นปัญหาที่ต้องการแก้ไขอย่างชัดเจน นักเรียนสามารถเข้าถึงสื่อหรือสามารถเข้าร่วมกิจกรรมนั้นได้ เพื่อให้นักเรียนได้ใช้ศักยภาพในการเรียนรู้มากที่สุด เช่น ได้แสดงความคิดเห็น แลกเปลี่ยนเรียนรู้ วางแผนการทำงาน เป็นต้น

1.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ ผู้สอนควรปล่อยให้ผู้เรียนได้คิดออกแบบด้วยตนเองและทำงานตามกระบวนการที่ตั้งไว้ตามแผนการเรียนรู้ ผู้สอนไม่ควรชี้นำแก้ไข สไตล์ (Style) ผลงานออกแบบ ควรให้ข้อเสนออย่างกว้างๆ เพื่อให้ผู้เรียนสรุปสร้างความรู้ด้วยตนเองตามขั้นตอนที่เรียนมา เพื่อนำไปออกแบบผลงานสร้างสรรค์ได้อย่างมีคุณภาพ

1.3 การศึกษาครั้งนี้พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบช่วยพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ทุกด้าน แต่สมรรถนะด้านการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์มีคะแนนน้อยกว่าด้านอื่น ๆ ดังนั้น ผู้เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญกับการพัฒนาสมรรถนะด้านนี้มากกว่าด้านอื่น

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การศึกษาครั้งนี้เน้นการศึกษาเปรียบเทียบการสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้เท่านั้น การศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเพื่อติดตามผลหลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เสร็จสิ้นไปแล้วช่วงเวลาหนึ่ง เพื่อศึกษาความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ที่มีไปเชื่อมโยงกับบทเรียนใหม่ในการเรียนครั้งต่อไปได้

2.2 การศึกษาครั้งนี้เน้นการศึกษาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แต่ตามกรอบโครงสร้างการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ยังมีอีกหลายองค์ประกอบที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในการวิจัยครั้งต่อไป เช่น บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านเนื้อหา ด้านกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับการได้มาของความรู้

บรรณานุกรม

กระทรวงศึกษาธิการ. (2553). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช *2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กุณฑรี เพ็ชรทวีพรเดช. (2551). สุดยอดวิธีสอนวิทยาศาสตร์นำไปสู่การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: อักษรเจริญทัศน์.

จันทร์เพ็ญ แสงเพ็ชร, ชุลิดา เหมตะศิลป์, และ ตะวัน ทองสุข. (2566, มกราคม-มิถุนายน). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา*, 15*(1), 79-86.

จันทร์แสง ประเสริฐศรี. (2561). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *6* โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทราวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

จิตรลัดดา มะลัยทอง, รสริน เจิมไธสง, และ พรภิรมย์ หลงทรัพย์. (2566, มกราคม–เมษายน). การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาร่วมกับการคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาสมรรถนะในการสร้างนวัตกรรมรายวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่5. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี*, 13*(1), 72-80.

ชฎาพร มีเอนก, สุภาณี เส็งศรี, และ พัชรินทร์ รังท้วม. (2565, กรกฎาคม-ธันวาคม). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับการใช้ผังมโนทัศน์ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง โครโมโซมและสารพันธุกรรม นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิจัยและนวัตกรรม*, 5*(2), 219-233.

ชนิกานต์ กลิ่นอาจ. (2563). วิจัยเชิงปฏิบัติการเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์และนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ *5* ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่องเคมีไฟฟ้า. (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยนเรศวร. (พิษณุโลก).

ทัศนีย์ ทวีธรรม, นวลจิตต์ เชาวกีรติพงศ์, และ สุวรรณจินดา, ด. (2563). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ผนวกกลวิธีการสอนทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบอวัยวะในร่างกายที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2โรงเรียนไกรภักดีวิทยาคม จังหวัดศรีสะเกษ. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์, *35*(3), 44-56.

นพดล รุ่งเรืองธนาผล. (2563). รูปแบบการจัดการเรียนการสอนวิทยาการคำนวณโดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในสภาพแวดล้อมเสมือนเพื่อเสริมสร้างสมรรถนะเชิงคำนวณและการสร้างคุณค่าร่วมกันสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับความสามารถต่างกัน (ปริญญานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นันทวัน นันทวนิช. (2557, มกราคม-กุมภาพันธ์.). การประเมินการรู้เรื่องวิทยาศาสตร์ ของ PISA 2015. นิตยสาร สสวท, *42*(186), 40-43.

บุญชม ศรีสะอาด. (2560). การวิจัยเบื้องต้น (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ไปรมา อิศรเสนา ณ อยุธยาและชูจิต ตรีรัตนพพันธ์. (2560). *DESIGN THINKING: LEARNING BY DOING* การคิดเชิงออกแบบ: เรียนรู้ด้วยการลงมือทำ. ศูนย์สร้างสรรค์งานออกแบบ (TCDC): กรุงเทพมหานคร.

พัทธดนย์ อุดมสันติ และคณะ. (2562, กรกฎาคม - กันยายน). การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์โดยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เรื่อง แสงและทัศนอุปกรณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, *13*(3), 119-130.

พันธ์ยุทธ น้อยพินิจ และคณะ. (2562, มกราคม-มิถุนายน). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เรื่อง ภาคตัดกรวยที่ส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. พัฒนาการเรียนการสอน, *13*(1), 70-84.

พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ และคณะ. (2564). การพัฒนาความสามารถการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. *Journal of Roi Kaensarn Academi, 6*(10), 78-93.

พิมพันธ์ เดชะคุปต์. (2548). การเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ แนวคิดและเทคนิคการสอน *1*. กรุงเทพฯ: เดอะมาสเตอร์กรุ๊ฟแมนเนจเม้นท์.

ภพ เลาหไพบูลย์. (2540). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

ภาณิกา ศรีหาพล, และ วาสนา กีรติจำเริญ. (2566). การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ ระบบหายใจ และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษากับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น. วารสารชุมชนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, *17*(1), 128-141.

มานิตย์ อาษานอก. (2561, มกราคม- เมษายน). การบูรณาการกระบวนการคิดเชิงออกแบบ เพื่อพัฒนานวัตกรรมการจัดการเรียนรู้. เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, *1*(1), 6-12.

ยุพา สำเลิศรัมย์ และกมลทิพย์ ศรีหาเศษ. (2558). การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามแนวข้อสอบในโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ. มนุษย์ศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์, *19*(2), 21-34.

รัตนา ภูกาบเพชร. (2542). ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในโรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, บัณฑิตวิทยาลัยมหาสารคาม.

วิจารณ์ พานิช. (2556). สนุกกับการเรียนในศตวรรษที่ *21*. กรุงเทพฯ: มูลนิธิ สดศรี-สฤษดิ์วงศ์.

ศูนย์ดำเนินงาน PISA แห่งชาติ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2564). ผลการประเมิน *PISA 2018* การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียน โครงการ *PISA 2015*. กรุงเทพฯ.

สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท. (2563). กรอบการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์. สืบค้นจาก https://pisathailand.ipst.ac.th/about-pisa/scientific-literacy

สมจิต สวธนไพบูลย์. (2546). รายงานการวิจัยและพัฒนาชุดกิจกรรมการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญด้วยกิจกรรมหลากหลาย. กรุงเทพ ฯ: ศูนย์วิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติพ.ศ. *2560 – 2579*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.

สุนีย์ คล้ายนิลและคณะ. (2551). ความรู้และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับโลกวันพรุ่งนี้รายงานการประเมินผลการเรียนรู้จาก *PISA 2006*. กรุงเทพฯ: เซเว่น พริ้นติ้งกรุ๊ป.

สุภาพรรณ ศรีสุข. (2561). Design Thinking ทักษะใหม่ที่เด็กยุคดิจิตัลต้องมี. สืบค้นจาก https://www.trueplookpanya.com/knowledge/content/67055/-parpres-par

สุวิมล ว่องวาณิช. (2563). การวิจัยการออกแบบทางการศึกษา *Design Research in Education*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรัญญา สถิตไพบูลย์. (2550). การพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Ali Abdi. (2014, 37-41). The Effect of Inquiry-Based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course. *Universal Journal of Educational Research, 2*(1).

Anita Ekantini & Insih Wilujeng. (2018). The Development of Science Student Worksheet Based on Education for Environmental Sustainable Development to Enhance Scientific Literacy. *Universal Journal of Educational Research, 6*, 1339-1347.

Brenner, W., Uebernickel, F., and Abrell, T. (2016). Design Thinking as Mindset, Process, and Toolbox. In Design Thinking for Innovation. *Springer International Publishing*, 3-21.

Choueiri L. S. & Mhanna S. (2013). The Design Process as a Life Skill. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 93*, 925-929.

Dawn T. LAMBETH, and J.T. COX. (2015). Effects of using inquiry-based learning on science achievement for fifth-grade students. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching, 16*(4).

Dohyun, L. (2014). The Introduction of Design Thinking to Science Education and Exploration of Its Characterizations as a Method for Group Creativity Education. *Korean Association for Science Education, 34*(2), 93-105.

Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., and Sendas, M. C. (2013). Design Thinking: Past, Present and Possible Futures. *Creativity and Innovation Management, 22*(2), 121-146.

Jufrida, J., Basuki, F. R., Kurniawan, W., Pangestu, M. D., and Fitaloka, O. (2019). Scientific literacy and science learning achievement at junior high school. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE), 4*(8), 630-636.

Kristin L. Cook, and Sarah B. Bush. (2018, 93-103). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades.

SchoolScience and Mathematics, 118(3-4).

Lloyd, P. (2013). Embedded Creativity: Teaching Design Thinking Via Distance Education. *International Journal of Technology and Design Education, 23*(3), 749-765.

Michael R, Abraham, and Renner, J. W. (1986). The sequence of learning cycle activities in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching, 23*(2), 121-143.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นางสาวชุติมา เสนา	ศึกษานิเทศก์ชำนาญการ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครนายก ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
ดร.สิริรัตน์ สุขฑีฆะ	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนสุรธรรมพิทักษ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
นางสาวกิ่งกาญจน์ กลิ่นจันทน์	ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบุญวัฒนา ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคผนวก ข

ผลการหาคุณภาพเครื่องมือ

- ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ
- ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
- ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนกและความเชื่อมั่นของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ตาราง 13 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.2 มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.3 บ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2. ด้านสาระการเรียนรู้					
2.1 มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2.3 มีความชัดเจน และครอบคลุม	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้าน K P A ได้อย่างชัดเจน	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3.3 แสดงถึงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	5.00	4.00	4.00	4.67	มากที่สุด
3.4 แสดงถึงสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.00	4.00	4.67	มาก
3.5 แสดงถึงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.00	4.00	4.67	มาก
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการจัดการ	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)					
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน	4.67	4.67	5.00	5.00	มากที่สุด
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	4.67	4.00	4.67	มากที่สุด
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.67	4.67	4.00	4.67	มากที่สุด
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	4.67	4.00	4.67	มากที่สุด
4.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม	4.33	5.00	5.00	5.00	มาก
4.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมาเป็นบริบทในการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	4.67	4.67	มาก
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	4.67	4.67	มาก

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
5.5 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.67	4.67	4.67	มาก
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
6.2 วิธีการเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
6.3 เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.76	4.82	4.76	4.90	มากที่สุด

ตาราง 14 ค่าเฉลี่ยผลการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
1. ด้านสาระสำคัญ					
1.1 สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.2 มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	4.67	มากที่สุด
1.3 บ่งชี้ถึงความคิดรวบยอดของเนื้อหา	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
1.4 มีความชัดเจน กระชับ เข้าใจง่าย	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2. ด้านสาระการเรียนรู้					
2.1 มีความสอดคล้องสัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2.2 ถูกต้องตามหลักวิชาการ	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
2.3 มีความชัดเจน และครอบคลุม	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3. ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้					
3.1 มีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3.2 แสดงถึงพฤติกรรมของนักเรียนด้าน K P A ได้อย่างชัดเจน	4.67	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
3.3 แสดงถึงสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	4.33	4.33	5.00	มากที่สุด
3.4 แสดงถึงสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.67	4.33	4.33	4.33	มากที่สุด
3.5 แสดงถึงสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.67	4.33	4.33	4.33	มากที่สุด
4. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้					
4.1 กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.2 กิจกรรมการเรียนรู้เป็นไปตามขั้นตอนของการ	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E)					
4.3 กิจกรรมการเรียนรู้ใช้บริบทที่เกิดขึ้นจริงในชีวิตประจำวันของผู้เรียน	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก
4.4 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก
4.5 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.00	มาก
4.6 กิจกรรมการเรียนรู้สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก
4.7 กิจกรรมการเรียนรู้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.33	5.00	5.00	4.67	มาก
4.8 ระยะเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เหมาะสม	5.00	5.00	5.00	5.00	มากที่สุด
4.9 บทความ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่นำมาเป็นบริบทในการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับการพัฒนาสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์	5.00	4.33	4.00	4.33	มากที่สุด
5. ด้านสื่อการเรียนรู้					
5.1 มีความเหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.33	5.00	5.00	5.00	มาก
5.2 ส่งเสริมให้นักเรียนบรรลุตามจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	5.00	5.00	5.00	มาก
5.3 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก
5.4 ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก
5.5 สื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาสมรรถนะ	4.33	4.33	4.33	4.33	มาก

ประเด็นการประเมิน	แผนการจัดการเรียนรู้ที่				แปลผล
	1	2	3	4	
การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์					
6. การวัดและประเมินผล					
6.1 ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้	4.33	5.00	5.00	5.00	มาก
6.2 วิธีการเครื่องมือที่ใช้วัดและประเมินผลมีความเหมาะสม	4.33	5.00	5.00	5.00	มาก
6.3 เกณฑ์การประเมินผลมีความชัดเจนและเหมาะสม	4.00	5.00	5.00	5.00	มาก
เฉลี่ย	4.61	4.75	4.73	4.73	มากที่สุด

ตาราง 15 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item – objective congruence: IOC) ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	คัดเลือก/ตัดทิ้ง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
สถานการณ์ที่ 1						
1	0	+1	+1	2	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 2						
1	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
2	0	+1	+1	2	0.67	คัดเลือก
3	0	+1	+1	2	0.67	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 3						
1	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 4						
1	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			รวม	IOC	คัดเลือก/ตัดทิ้ง
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
สถานการณ์ที่ 5						
1	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 6						
1	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
2	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
3	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
4	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก
5	+1	+1	+1	3	1.00	คัดเลือก

ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .67-1.00 แสดงว่าข้อคำถามมีความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 16 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ข้อที่	p	ผลการวิเคราะห์	r	ผลการวิเคราะห์	คัดเลือก/ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 1					
1	0.40	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.73	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.60	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.63	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.50	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 2					
1	0.70	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.73	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.73	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.70	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.33	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 3					
1	0.57	ใช้ได้	0.60	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.73	ใช้ได้	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.23	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.53	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.43	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 4					
1	0.67	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.43	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.40	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.40	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.40	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก

ข้อที่	p	ผลการวิเคราะห์	r	ผลการวิเคราะห์	คัดเลือก/ตัดทิ้ง
สถานการณ์ที่ 5					
1	0.73	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.53	ใช้ได้	0.67	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.43	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.43	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.27	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
สถานการณ์ที่ 6					
1	0.43	ใช้ได้	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.40	ใช้ได้	0.40	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.33	ใช้ได้	0.27	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.30	ใช้ได้	0.33	ใช้ได้	คัดเลือก
5	0.23	ใช้ได้	0.20	ใช้ได้	คัดเลือก

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ มีจำนวนที่ผ่านการคัดเลือก จำนวน 30 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง .23 - .73 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง .20 - .67 และค่าความเชื่อมั่น (Cronbach's Alpha) ของแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ทั้งฉบับเท่ากับ .871

ภาคผนวก ค

- เครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ (5Es)
- ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22102
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 2 คาบ (100 นาที) ผู้สอน นางสาวสุภาพร บุตรสัย

---

1. สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.2/2 แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

2. สาระสำคัญ

มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างแนบแน่นในอดีตปัญหาเรื่องความสมดุลของธรรมชาติตามระบบนิเวศยังไม่เกิดขึ้นมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากผู้คนในยุคต้น ๆ นั้น มีชีวิตอยู่ใต้อิทธิพลของธรรมชาติ ความเปลี่ยนแปลงทางด้านธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป จึงอยู่ในวิสัยที่ธรรมชาติสามารถปรับสมดุลของตัวเองได้

กาลเวลาผ่านมาจนกระทั้งถึงระยะเมื่อไม่กี่สิบปีมานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทศวรรษที่ผ่านมา (ระยะสิบปี) ซึ่งเรียกกันว่า "ทศวรรษแห่งการพัฒนา" นั้น ปรากฏว่าได้เกิดมีปัญหารุนแรงด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นในบางส่วนของโลกและปัญหาดังกล่าวนี้ ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันในทุกประเทศทั้งที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา เช่น ปัญหาทางด้านภาวะมลพิษที่เกี่ยวกับน้ำ ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมสลายและหมดสิ้นไปอย่างรวดเร็ว ปัญหาที่เกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานและชุมชนของมนุษย์

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (K)
2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่กำหนดได้ (P)
3. ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ศึกษาผลกระทบของปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นได้ (P)
4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม (A)

5. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (A)

6. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4. สาระการเรียนรู้

ปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีสภาวะเป็นพิษ อันเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช ทั้งต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจ และการดำเนินชีวิต ปัญหาดังกล่าวคืออากาศเสีย น้ำเสีย เสียงเป็นพิษ ดินเป็นพิษ ในแต่ละชุมชนจะพบปัญหาสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนี้

ปัญหาสิ่งแวดล้อม

- ปัญหาน้ำเน่าเสีย เนื่องจากคนในชุมชนมีการทิ้งขยะลงแหล่งน้ำ

- ปัญหาอากาศเป็นพิษ เนื่องจากโรงงานในบริเวณใกล้เคียงมีการปล่อยควันออกจากปล่อง โดยไม่ผ่านการกรองอากาศและบำบัด

- ปัญหาขยะล้นถัง เนื่องจากรถบรรทุกขยะไม่เพียงพอ ทำให้การขนขยะและ กำจัดขยะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้บริเวณที่ทิ้งขยะส่งกลิ่นเหม็น

ผลกระทบที่เกิดขึ้น

- คนในชุมชนไม่สามารถใช้แหล่งน้ำเพื่อการคมนาคมได้

- เด็กและผู้สูงอายุเกิดอาการเจ็บป่วย เกิดโรคทางเดินหายใจ และโรคทางเดินอาหาร

- ทัศนียภาพโดยรอบบริเวณเกิดกลิ่นเหม็นและไม่สวยงาม

แนวทางแก้ไข

- ร่วมกันรณรงค์สร้างจิตสำนึกและความตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับคนในชุมชน

- ร่วมกันแจ้งเจ้าของโรงโม่หิน หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐให้มีมาตรการในการกำจัดฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐานและอากาศเสีย

สิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่อาจพบในชุมชนซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของเรา เช่น น้ำในแม่น้ำลำคลองเป็นพิษ ดินในแหล่งเพาะปลูกแหล่งที่อยู่เป็นพิษ อากาศไม่บริสุทธิ์มีแก๊สพิษ เขม่าควันดำ บางชุมชนมีเสียงดังอึกทึก บางชุมชนมีขยะมูลฝอย ทั้งขยะเปียกและขยะแห้ง บางแห่งมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย บางแห่งมีทัศนียภาพ ไม่สวยงาม เต็มไปด้วยขยะป้ายโฆษณา

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. ซื่อสัตย์สุจริต

4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. มีจิตวิทยาศาสตร์

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้สืบเสาะความรู้ (5E)

7.1 ขั้น 1 สร้างความสนใจ (Engagement)

นักเรียนชมวิดีทัศน์ สารคดี ปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่มนุษย์สร้างขึ้น จากนั้นตั้งคำถามว่า "ปัญหาสิ่งแวดล้อมคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร" กิจกรรมที่ 1 ปัญหาสิ่งแวดล้อมคืออะไร เกิดขึ้นได้อย่างไร โดยระหว่างที่ชมให้เขียนคำสำคัญ (Keywords) ที่ได้รับชมจากวีดิทัศน์ลงในกระดาษ A4 จำนวน 1 แผ่น

7.2 ขั้น 2 สำรวจและค้นหา (Exploration)

1. เมื่อชมวิดีทัศน์จบ ให้สมาชิกภายในกลุ่มช่วยกันนำคำสำคัญที่บันทึกไว้มาเขียนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ ลงในกระดาษปรู๊ฟ และร่วมกันอภิปรายกลุ่มโดยให้นักเรียนระดมความคิดสืบค้นเพิ่มเติม และอภิปรายร่วมกันภายในกลุ่มของตนเอง จากนั้นกำหนดให้นักเรียนสร้างสรรค์ Infographic เกี่ยบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างสร้างสรรค์และน่าสนใจ

2. นักเรียนทำใบกิจกรรม ครูตั้งคำถามว่านักเรียนจะมีวิธีหาคำตอบของประเด็นเหล่านี้อย่างไร นักเรียนแต่ละกลุ่มแสดงความคิดเห็น จากนั้นครูตั้งคำถามต่อว่า การจะตอบคำถามเหล่านี้ให้ดียิ่งขึ้น เราต้องมีความรู้เกี่ยวกับอะไรบ้าง เพื่อเป็นแนวทางในการหาความรู้

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมความคิดพร้อมกับวางแผนการปฏิบัติงานเพื่อหาแนวทางหาคำตอบจากกลุ่มคำถามที่จัดไว้

7.3 ขั้น 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)

1. นักเรียนช่วยกันสรุปความรู้ที่ได้เป็นผลงานของกลุ่ม ช่วยกันออกแบบการนำเสนอข้อมูลโดยอาจจัดทำเป็นแผนที่ความคิด (mind mapping) ตาราง กราฟ รูปภาพ

2. นักเรียนส่งตัวแทนนำเสนอข้อมูลหน้าชั้น เปิดโอกาสให้มีการซักถาม อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปร่วมกันอีกครั้ง และบันทึกลงสมุด

7.4 ขั้น 4 ขยายความรู้ (Elaboration)

1. ครูยกตัวอย่างแนวทางแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

- ร่วมกันรณรงค์สร้างจิตสำนึกและความตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับคนในชุมชน

- ร่วมกันแจ้งเจ้าของโรงโม่หิน หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐให้มีมาตรการในการกำจัดฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐานและอากาศเสีย

สิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่อาจพบในชุมชนซึ่งเป็นที่อยู่อาศัย เช่น น้ำในแม่น้ำลำคลองเป็นพิษ ดินในแหล่งเพาะปลูกแหล่งที่อยู่เป็นพิษ อากาศไม่บริสุทธิ์มีแก๊สพิษ เขม่าควันดำ บางชุมชนมีเสียงดังอึกทึก บางชุมชนมีขยะมูลฝอย ทั้งขยะเปียกและขยะแห้ง บางแห่งมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย บางแห่งมีทัศนียภาพ ไม่สวยงาม เต็มไปด้วยขยะ ป้ายโฆษณา

7.5 ขั้น 5 ประเมินผล (Evaluation)

1. ครูสังเกตการพฤติกรรมนักเรียนในขณะจัดการเรียนรู้ เช่น การตอบคำถาม การร่วมอภิปราย และตรวจใบกิจกรรม

2. นักเรียนออกแบบชิ้นงานที่ใช้ในการถ่ายทอดแนวคิดและความรู้เกี่ยวกับแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่ได้จากการเรียนให้ผู้อื่นรับทราบ เช่น แผ่นพับ จัดนิทรรศการ จัดรายการเสียงตามสาย

3. ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินชิ้นงานของแต่ละกลุ่ม

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบบันทึกกิจกรรมอภิปรายข่าวสิ่งแวดล้อม

2. แบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

3. แผนที่ความคิด (mind mapping)

9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.2 เล่ม 2 ของสสวท.

2. ใบกิจกรรมอภิปรายข่าวสิ่งแวดล้อม

3. แบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

4. Slide Presentation Program Power point

10. การวัดผลประเมินผล

10.1 วิธีการวัดจุดประสงค์การเรียนรู้

การวัดผลประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายปัญหาสิ่งแวดล้อมได้	พิจารณาจากการทำใบกิจกรรม และแบบบันทึกกิจกรรม	ใบกิจกรรมและแบบบันทึกกิจกรรม	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่กำหนดได้ 3. ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ศึกษาผลกระทบของปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นได้	พิจารณาจากแผนที่ความคิด (mind mapping) และสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	แผนที่ความคิด (mind mapping) และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะทางวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 5. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 6. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คุณภาพระดับดีขึ้นไป

10.2 เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การประเมินแผนที่ความคิด (mind mapping)

ประเด็นที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความถูกต้องของข้อมูล	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้องและครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้องบางส่วน
2. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจแต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่
4. การนำเสนอผลงาน	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา และมีความน่าสนใจ	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา แต่ไม่น่าสนใจ
5. การตรงต่อเวลา	ส่งผลงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งผลงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งผลงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วันขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม (A)	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนอยู่เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนอยู่บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนเป็นบางครั้ง
2. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (A)	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ เป็นบางครั้ง
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	มีส่วนร่วมในงานกลุ่ม ส่งงานครบ ตรงตามเวลาอยู่เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในงานกลุ่ม ส่งงานครบ ตรงตามเวลาอยู่บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในงานกลุ่ม ส่งงานครบ ตรงตามเวลาเป็นบางครั้ง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีมาก
6 - 7	ดี
4 - 5	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

แบบบันทึกการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

<u>คำชี้แจง</u> : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วระบุคะแนนลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ–สกุลของนักเรียน	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน					รวม 15 คะแนน	ระดับคุณภาพ
		ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการคิด	ความสามารถในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี		

เกณฑ์การประเมินด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

ไม่ปฏิบัติหรือไม่แสดงพฤติกรรมเลย ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 15	ดีมาก
10 - 12	ดี
7 - 9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวสุภาพร บุตรสัย)

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

ใบกิจกรรม อภิปรายข่าวสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง นักเรียนศึกษาวิเคราะห์อภิปรายข่าวว่าเป็นประเด็นปัญหาหรือไม่ และตั้งคำถามเกี่ยวกับประเด็นเหล่านั้น

ชื่อข่าว	ประเด็นปัญหา
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

คำถาม

1. _____
_____

2. _____
_____

3. _____
_____

4. _____
_____

5. _____
_____

แบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

คำชี้แจง ให้นักเรียนระดมความคิดวางแผนปฏิบัติงานเพื่อหาคำตอบของคำถามจากกลุ่ม แสดงความรู้ความเข้าใจและความคิดเห็นต่อประเด็นคำถาม ดำเนินการศึกษาค้นคว้า สรุปและนำเสนอ

1. คำถามที่เลือก

.....

2. สิ่งที่นักเรียนรู้มาแล้วเกี่ยวกับประเด็นปัญหานั้น

.....

3. นักเรียนสามารถค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้ใดได้บ้าง

.....

.....

4. นักเรียนจะวางแผนการค้นคว้าความรู้เป็นลำดับขั้นตอนจนถึงการนำเสนออย่างไร

.....

.....

.....

.....

5. สรุปการศึกษาค้นคว้า

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

แผนการจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายวิชา วิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22102
ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เรื่อง ปัญหาสิ่งแวดล้อมภัยธรรมชาติบนผิวโลก
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เวลา 2 คาบ (100 นาที) ผู้สอน นางสาวสุภาพร บุตรสัย

---

1. **สาระ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด**

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

ตัวชี้วัด ว 3.2 ม.2/2 แสดงความตระหนักถึงผลจากการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์โดยนำเสนอแนวทางการใช้เชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์

2. **สาระสำคัญ**

มนุษย์มีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมอย่างแนบแน่นในอดีตปัญหาเรื่องความสมดุลของธรรมชาติตามระบบนิเวศยังไม่เกิดขึ้นมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากผู้คนในยุคต้น ๆ นั้น มีชีวิตอยู่ใต้อิทธิพลของธรรมชาติ ความเปลี่ยนแปลงทางด้านธรรมชาติและสภาวะแวดล้อมเป็นไปอย่างค่อยเป็นค่อยไป จึงอยู่ในวิสัยที่ธรรมชาติสามารถปรับสมดุลของตัวเองได้

กาลเวลาผ่านมาจนกระทั้งถึงระยะเมื่อไม่กี่สิบปีมานี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในทศวรรษที่ผ่านมา (ระยะสิบปี) ซึ่งเรียกกันว่า "ทศวรรษแห่งการพัฒนา" นั้น ปรากฏว่าได้เกิดมีปัญหารุนแรงด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นในบางส่วนของโลกและปัญหาดังกล่าวนี้ ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกันในทุกประเทศทั้งที่พัฒนาแล้วและกำลังพัฒนา เช่น ปัญหาทางด้านภาวะมลพิษที่เกี่ยวกับน้ำ ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติที่เสื่อมสลายและหมดสิ้นไปอย่างรวดเร็ว ปัญหาที่เกี่ยวกับการตั้งถิ่นฐานและชุมชนของมนุษย์

3. **จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. อธิบายปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ (K)
2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่กำหนดได้ (P)
3. ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ศึกษาผลกระทบของปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นได้ (P)

4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม (A)

5. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (A)

6. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)

4. **สาระการเรียนรู้**

ปัญหาสิ่งแวดล้อม หมายถึง สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม มีสภาวะเป็นพิษ อันเป็นปัญหาต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ สัตว์ และพืช ทั้งต่อสุขภาพร่างกาย จิตใจ และการดำเนินชีวิต ปัญหาดังกล่าวคืออากาศเสีย น้ำเสีย เสียงเป็นพิษ ดินเป็นพิษ ในแต่ละชุมชนจะพบปัญหาสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ดังนี้

ปัญหาสิ่งแวดล้อม

- ปัญหาน้ำเน่าเสีย เนื่องจากคนในชุมชนมีการทิ้งขยะลงแหล่งน้ำ

- ปัญหาอากาศเป็นพิษ เนื่องจากโรงงานในบริเวณใกล้เคียงมีการปล่อยควันออกจากปล่อง โดยไม่ผ่านการกรองอากาศและบำบัด

- ปัญหาขยะล้นถัง เนื่องจากรถบรรทุกขยะไม่เพียงพอ ทำให้การขนขยะและ กำจัดขยะไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร ทำให้บริเวณที่ทิ้งขยะส่งกลิ่นเหม็น

ผลกระทบที่เกิดขึ้น

- คนในชุมชนไม่สามารถใช้แหล่งน้ำเพื่อการคมนาคมได้

- เด็กและผู้สูงอายุเกิดอาการเจ็บป่วย เกิดโรคทางเดินหายใจ และโรคทางเดินอาหาร

- ทัศนียภาพโดยรอบบริเวณเกิดกลิ่นเหม็นและไม่สวยงาม

แนวทางแก้ไข

- ร่วมกันรณรงค์สร้างจิตสำนึกและความตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้นให้กับคนในชุมชน

- ร่วมกันแจ้งเจ้าของโรงโม่หิน หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐให้มีมาตรการในการกำจัดฝุ่นละอองที่เกินมาตรฐานและอากาศเสีย

สิ่งแวดล้อมเป็นพิษที่อาจพบในชุมชนซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของเรา เช่น น้ำในแม่น้ำลำคลองเป็นพิษ ดินในแหล่งเพาะปลูกแหล่งที่อยู่เป็นพิษ อากาศไม่บริสุทธิ์มีแก๊สพิษ เขม่าควันดำ บางชุมชนมีเสียงดังอึกทึก บางชุมชนมีขยะมูลฝอย ทั้งขยะเปียกและขยะแห้ง บางแห่งมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย บางแห่งมีทัศนียภาพ ไม่สวยงาม เต็มไปด้วยขยะป้ายโฆษณา

5. **สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน**

1. ความสามารถในการสื่อสาร

2. ความสามารถในการคิด

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย

2. ใฝ่เรียนรู้

3. ซื่อสัตย์สุจริต

4. มุ่งมั่นในการทำงาน

5. มีจิตวิทยาศาสตร์

7. การจัดกระบวนการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ

7.1 ขั้น 1 การเข้าใจอารมณ์ความรู้สึก (Empathize)

1. นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ ระดับภูมิภาค และระดับโลก ที่ล้วนมีผลเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาภาวะโลกร้อนอันเนื่องมาจากการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ในปัจจุบัน เช่น การใช้ไฟฟ้า การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการขนส่งและภาคอุตสาหกรรมทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases) มากเกินสมดุลธรรมชาติ และเป็นตัวสกัดกั้นความร้อนที่จะสะท้อนออกจากผิวโลกขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศจากการที่ความร้อนถูกกักเก็บเอาไว้ จึงมีผลให้อุณหภูมิบนผิวโลกเพิ่มสูงขึ้น เป็นเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของบรรยากาศหลายพื้นที่ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน นับเป็นปรากฏการณ์ที่ทั่วโลกกังวลและเกรงกลัวในขณะนี้

2. ครูชี้แจงกิจกรรม “การสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง” โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 5 - 6 คน โดยสมาชิกภายในกลุ่มแบ่งหน้าที่การทำงานประกอบไปด้วย ผู้สัมภาษณ์ 2 คน ผู้ถูกสัมภาษณ์ 2 คน ผู้จดบันทึกและผู้สังเกตการณ์ 1-2 คน

2.2 ให้นักเรียนที่รับบทบาทเป็นผู้ถูกสัมภาษณ์ออกมารับประเด็นในการสัมภาษณ์และสถานการณ์สมมติเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม จากนั้นให้ศึกษาทำความเข้าใจ โดยให้เวลา 5 นาที ระหว่างที่ผู้ถูกสัมภาษณ์กำลังศึกษา ทำความเข้าใจ ให้ผู้สัมภาษณ์ช่วยกันคิดประเด็นและข้อคำถามในการสัมภาษณ์พอสังเขป บันทึกลงในใบบันทึกกิจกรรมภารกิจ ออกแบบสิ่งที่มีประโยชน์และมีความหมายหรือมีคุณค่า เริ่มจากการสร้างความเข้าใจร่วมรู้สึก Empathy

3. ครูสุ่มนักเรียนออกมานำเสนอในกิจกรรม “การสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง” หน้าชั้นเรียน เพื่อเป็นตัวอย่าง โดยครูจะคอยให้คำชี้แนะเกี่ยวกับแนวทางการสัมภาษณ์

4. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทำกิจกรรม “การสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง” ภายในกลุ่มของตนเอง ให้เวลาในการสัมภาษณ์กลุ่มละ 5 นาที ครูจะคอยให้คำชี้แนะและสังเกตการทำกิจกรรมของนักเรียนในชั้นเรียน

5. ครูอธิบายหลักการสัมภาษณ์และความสำคัญของการสัมภาษณ์

6. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการจัดกิจกรรม “การสร้างความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายอย่างลึกซึ้ง”

7.2 ขั้น 2 การกำหนดปัญหา (Define Problems)

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 6 คน และแบ่งหน้าที่การทำงาน เช่น การชวนคุยจดบันทึก สังเกตพฤติกรรม ถ่ายรูปการทำกิจกรรม และให้นักเรียนลงพื้นที่ทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมาย (Empathize) ประกอบด้วย กลุ่มเป้าหมายที่ได้รับผลกระทบเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน

2. ครูอธิบายหลักการการกำหนดความต้องการ โดยเริ่มจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มาจาก การสัมภาษณ์และสังเกตพฤติกรรมเพื่อเปลี่ยนเป็นข้อมูลเชิงลึก โดยการทำ Journey Map สร้างประสบการณ์การใช้งาน โดยการนำตัวแทนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์ประสบการณ์ตั้งแต่ก่อนเริ่มใช้งานจนถึงหลังการใช้งาน

7.3 ขั้น 3 การสร้างความคิด (Ideate)

1. ครูอธิบายหลักการและวิธีการระดมความคิด และจัดกิจกรรม “เรามาระดมความคิดเกี่ยวกับการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมกันเถอะ” โดยครูกำหนดนิยามมุมมองปัญหา โดยนำประโยคคำถาม “เราจะช่วยให้ชุมชนสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมและสวยงามได้อย่างไร?” มาใช้ในการตั้งประเด็นในการแก้ปัญหา

2. ครูซักถามนักเรียนว่า “วิธีการใดบ้างที่สามารถได้มาซึ่งข้อมูลที่จำเป็นต่อการเข้าไปช่วยเหลือชุมชนดังกล่าว”

3. นักเรียนทุกคนช่วยกันเขียนความคิดของตนเองบนกระดาษโพสต์อิท (Post-it) แล้วนำมาติดบนกระดานหน้าชั้นเรียน พร้อมทั้งบอกความคิดของตนเองให้เพื่อนในชั้นเรียนทราบ โดยความคิดอาจเป็นความคิดที่ใช้งบประมาณมหาศาล ความคิดที่พร้อมดำเนินการได้และความคิดเหนือจินตนาการ

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำนิยามมุมมองปัญหาของกลุ่มของตนเองที่ได้ กำหนดไว้ข้างต้นมาระดมความคิด โดยเขียนความคิดของตนเองบนกระดาษโพสต์อิท (Post-it) ติดบนบอร์ดของกลุ่มตนเอง

5. นักเรียนจัดความคิดออกเป็นกลุ่ม ๆ เช่น ความคิดที่ใช้งบประมาณมหาศาล ความคิดที่พร้อมดำเนินการได้หรือความคิดเหนือจินตนาการ จากนั้นนำมาจัดโครงสร้างให้เหมาะสม เช่น พร้อมดำเนินการ รอการพิจารณาและไอเดียที่ต้องพิจารณา

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มคัดเลือกความคิดที่จะนำมาพัฒนาต้นแบบในการ สร้างสรรค์การแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเลือกความคิดที่อยากทำมากที่สุดมา 1 ความคิด ผ่านการเลือกของสมาชิกในกลุ่มโดยบันทึกผลลงในใบกิจกรรม สรุปผลการสร้างสรรค์

7.4 ขั้น 4 การสร้างต้นแบบ (Prototype)

1. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำอุปกรณ์ที่เตรียมมาเพื่อนำมาสร้างต้นแบบนวัตกรรม กลุ่มที่สร้างต้นแบบแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปทดสอบกับผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย

2. หลังจากทดสอบกับผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเสร็จแล้วให้นักเรียนสอบถามความพึงพอใจต่อการใช้งานหรือข้อเสนอแนะ ตามแบบคำถามที่ได้ตั้งไว้หรือตั้งคำถามเพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ในขณะนั้น และให้นักเรียนแต่ละกลุ่มปรับปรุง แก้ไขนวัตกรรมให้ตรงกับข้อเสนอแนะของผู้ใช้ ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด

7.5 ขั้น 5 การทดสอบ (Test)

1. นักเรียนนำต้นแบบนวัตกรรมที่ได้ปรับปรุง แก้ไข ไปทดสอบกับผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย หลังจากทดสอบกับผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายเสร็จแล้วให้นักเรียนบันทึกผลการทดสอบการใช้งานที่ใช้ทดสอบกับผู้ใช้ที่เป็นกลุ่มเป้าหมายครั้งที่ 2 ลงใน ใบกิจกรรมผลการทดสอบ

2. ให้นักเรียนสรุปการสร้างสรรค์นวัตกรรมแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ลงในใบกิจกรรมผลการทดสอบ

3. นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันซักถาม ร่วมกันสรุปผล และข้อเสนอแนะในการจัดกิจกรรม

8. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. ใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING

2. แบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

9. สื่อการเรียนการสอน

1. หนังสือเรียนวิทยาศาสตร์พื้นฐาน ม.2 เล่ม 2 ของสสวท.

2. Slide Presentation Program Power point

10. การวัดผลประเมินผล

10.1 วิธีการวัดจุดประสงค์การเรียนรู้

การวัดผลประเมินผล	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
ด้านความรู้ (K) 1. อธิบายปัญหาสิ่งแวดล้อมได้	พิจารณาจากการทำแบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิดและใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING	แบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิดและใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านทักษะกระบวนการ (P) 2. ตั้งสมมุติฐานจากปัญหาที่กำหนดได้ 3. ระบุปัญหา วิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ศึกษาผลกระทบของปัญหาที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นได้	พิจารณาจากใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING และสังเกตจากการปฏิบัติกิจกรรมในชั้นเรียน	ใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING และแบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทักษะทางวิทยาศาสตร์	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
ด้านเจตคติ (A) 4. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม 5. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น 6. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คุณภาพระดับดีขึ้นไป

10.2 เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การประเมินใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING

ประเด็นที่ประเมิน	**ระดับคะแนน**			
	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น	ผลงานไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
2. ความถูกต้องของเนื้อหา	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องเป็นส่วนใหญ่	เนื้อหาสาระของผลงานถูกต้องบางประเด็น	เนื้อหาสาระของผลงานไม่ถูกต้องเป็นส่วนใหญ่
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่	ผลงานไม่มีความน่าสนใจ และไม่แสดงถึงแนวคิดแปลกใหม่
4. ความตรงต่อเวลา	ส่งชิ้นงานภายในเวลาที่กำหนด	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วัน	ส่งชิ้นงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 3 วันขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินแบบบันทึกกิจกรรมระดมความคิด

รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
	3	2	1
1. ความถูกต้องของข้อมูล	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้องและครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้อง แต่ยังไม่ครบถ้วน	เนื้อหาสาระของผลงานมีความถูกต้องบางส่วน
2. ความสอดคล้องกับจุดประสงค์	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์ทุกประเด็น	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์เป็นส่วนใหญ่	ผลงานสอดคล้องกับจุดประสงค์บางประเด็น
3. ความคิดสร้างสรรค์	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่และเป็นระบบ	ผลงานแสดงถึงความคิดสร้างสรรค์ แปลกใหม่ แต่ยังไม่เป็นระบบ	ผลงานมีความน่าสนใจ แต่ยังไม่มีแนวคิดแปลกใหม่
4. การนำเสนอผลงาน	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา และมีความน่าสนใจ	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา	มีรูปแบบการนำเสนอที่เหมาะสมกับเนื้อหา แต่ไม่น่าสนใจ
5. การตรงต่อเวลา	ส่งผลงานตามเวลาที่กำหนด	ส่งผลงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 1 วัน	ส่งผลงานช้ากว่าเวลาที่กำหนด 2 วันขึ้นไป

เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมการเรียน

ประเด็นการประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	3	2	1
1. นักเรียนให้ความร่วมมือในการทำกิจกรรม (A)	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนอยู่เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนอยู่บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทำกิจกรรม ตอบคำถามและตั้งคำถาม มีการตอบสนองกับผู้สอนเป็นบางครั้ง
2. นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้ และการยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น (A)	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่นและเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ เป็นบางครั้ง
3. นักเรียนมีความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย (A)	มีส่วนร่วมในงานกลุ่มส่งงานครบ ตรงตามเวลาอยู่เป็นประจำ	มีส่วนร่วมในงานกลุ่มส่งงานครบ ตรงตามเวลาอยู่บ่อยครั้ง	มีส่วนร่วมในงานกลุ่มส่งงานครบ ตรงตามเวลาเป็นบางครั้ง

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
8 - 9	ดีมาก
6 - 7	ดี
4 - 5	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

แบบบันทึกการประเมินสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

<u>คำชี้แจง</u> : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วระบุคะแนนลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	ชื่อ–สกุล ของนักเรียน	สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน					รวม 15 คะแนน	ระดับคุณภาพ
		ความสามารถในการสื่อสาร	ความสามารถในการคิด	ความสามารถในการแก้ปัญหา	ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต	ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี		

เกณฑ์การประเมินด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน
ไม่ปฏิบัติหรือไม่แสดงพฤติกรรมเลย ให้ 0 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
13 - 15	ดีมาก
10 - 12	ดี
7 - 9	พอใช้
ต่ำกว่า 7	ปรับปรุง

แบบบันทึกแผนการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนการสอนที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน

1.1 ด้านความรู้ (K)

.....

.....

.....

.....

1.2 ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

.....

.....

.....

1.3 ด้านคุณลักษณะ (A)

.....

.....

.....

.....

.....

2. ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

3. แนวทางแก้ไข

.....

.....

ลงชื่อ.....ครูผู้สอน

(นางสาวสุภาพร บุตรสัย)

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

ใบบันทึกกิจกรรม DESIGN THINKING

ภารกิจ สร้างความเข้าใจร่วมรู้สึก Empathy

1. Tell me! เล่าให้ฟังหน่อย!

มีประเด็นน่าสนใจ ทำให้คุณอยากรู้มากขึ้น

ความเข้าใจลึกซึ้ง:

ความรู้สึกนึกคิด

ทัศนคติที่อยู่เบื้องหลังการกระทำ

ภารกิจ ออกแบบสิ่งที่มีประโยชน์และมีความหมายหรือมีคุณค่า เริ่มจากการสร้างความเข้าใจร่วม รู้สึก Empathy

2. Show me! ทำให้ดูหน่อย + Tell me! เล่าให้ฟังหน่อย!

บันทึก/วาด :

อาจสังเกตหรือมองหา

- วิธีการแก้ปัญหาที่คิดขึ้นเอง
- การเปลี่ยนวัตถุประสงค์ของการใช้งาน
- ร่องรอย
- ความอึดอัดข้องใจ
- ความสับสน

มีประเด็นน่าสนใจ ทำให้คุณอยากรู้มากขึ้น

ความเข้าใจลึกซึ้ง:

สิ่งที่พูดว่าจะทำหรืออยากทำแต่ทำไม่ได้

สิ่งที่ทำตรงข้ามกับที่พูด

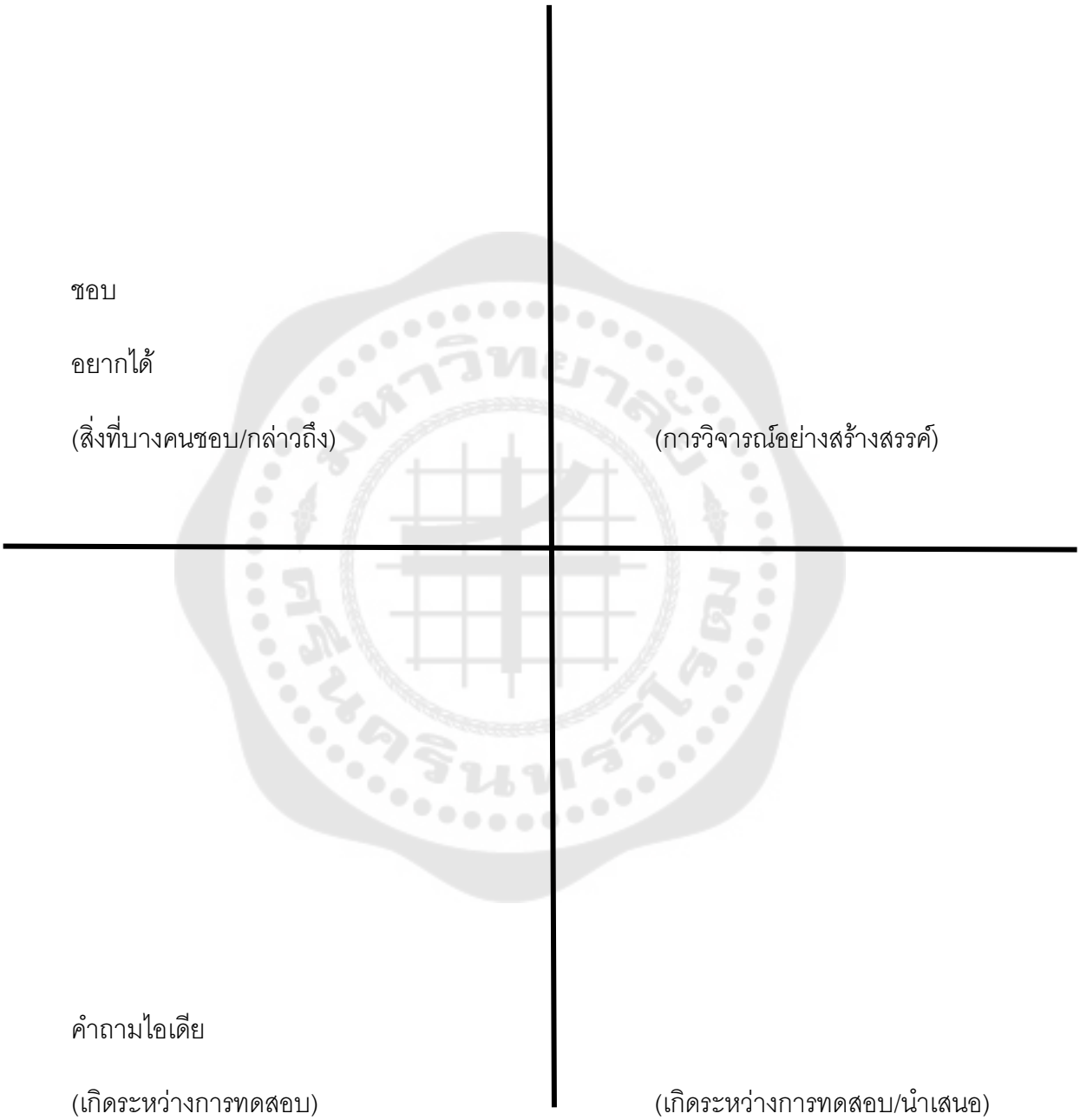
ความยากลำบากในการทำตามเป้าหมาย

ภารกิจ ออกแบบสิ่งที่มีประโยชน์และมีความหมาย วิเคราะห์ข้อมูลและระบุโอกาสในการออกแบบ **Define**

3. Journey Map สร้างประสบการณ์การใช้งาน โดยการนำตัวแทนกลุ่มเป้าหมายมาวิเคราะห์ประสบการณ์ตั้งแต่ก่อนเริ่มใช้งานจนถึงหลังการใช้งาน

ผู้ใช้จำลอง		**การดึงดูดให้สนใจ**	**การเข้ามาเริ่มใช้**	**ขณะใช้งาน**	**เมื่อเลิกใช้**	**การบอกต่อมาใช้ซ้ำ**
	A. กิจกรรมที่เกิดขึ้น					
	B. สิ่งที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์					
บริบทการใช้	C. ความพึงพอใจของผู้ใช้ +2 +1 0 -1 -2					
สิ่งที่ผู้ใช้จำลองต้องการ	D. ประสบการณ์ผู้ใช้					
	E. โอกาสที่นำไปสู่การพัฒนา					

สรุปผลการสร้างสรรค์ Prototype



ผลการทดสอบ TEST

- ความรู้สึกเชิงลึกใหม่ ๆ

- สิ่งที่ได้เรียนรู้เกี่ยวกับพฤติกรรมในการทดสอบ

- สิ่งที่ฉันจะทำต่อยอด

- เป็นนวัตกรรมแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างไร

ภาคผนวก ง

- เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล
- แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ-นามสกุล.....ชั้น.....เลขที่.....

คำอธิบาย

1. แบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็นข้อสอบแบบรูปแบบการตอบ 3 รูปแบบ ดังนี้

   1.1 ข้อสอบเลือกตอบ : ให้วงกลมล้อมรอบตัวเลือก “1.” “2.” “3.” “4.” ที่เป็นตัวเลือกที่ถูกต้อง

   1.2 ข้อสอบเลือกตอบเชิงซ้อน : ให้วงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

   1.3 ข้อสอบเขียนตอบแบบอธิบาย : ให้เขียนคำตอบในที่ว่างที่เตรียมไว้ในแบบทดสอบ ถ้าที่ว่างที่กำหนดให้ไม่เพียงพอ สามารถเขียนคำตอบในที่ว่างที่อื่นที่อยู่ในหน้านั้นได้

2. ใช้เวลาในการตอบคำถาม 50 นาที

3. ในการเขียนตอบ *อนุญาต* ให้เขียนโดยใช้ปากกาสีน้ำเงิน หรือดินสอได้

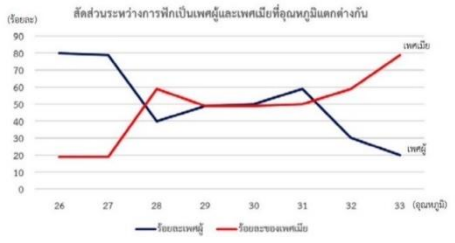
4. *อนุญาต* ให้เขียนทดในแบบวัดสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้

5. *ไม่อนุญาต* ให้ออกจากห้องสอบก่อนหมดเวลา

สถานการณ์ที่ 1 ระดับโลก

เต่าตนุ

จากข้อมูลระยะยาวทำให้นักวิทยาศาสตร์รู้ว่า หากอุณหภูมิของหาดทรายต่ำกว่า 27.7 องศาเซลเซียส ลูกเต่าจะฟักออกมาเป็นเพศผู้ แต่หากอุณหภูมิสูงกว่า 31 องศาเซลเซียส ลูกเต่าที่ฟักออกมาจะเป็นเพศเมีย โดยประชากรเต่าทะเลทางตอนเหนือของ เกรท แบริเออร์ รีฟ ขยายพันธุ์ออกมาเป็นเพศเมียเป็นส่วนใหญ่มาเป็นเวลากว่าสองทศวรรษแล้ว และเป็นไปได้ว่าประชากรเต่าทะเลกลุ่มนี้อาจจะกลายเป็นเพศเมียทั้งหมดในอีกไม่กี่ปีข้างหน้า Dr Michael Jensen นักวิจัยหลักจาก NOAA กล่าวว่า ผลการศึกษาดังกล่าวเป็นเรื่องที่น่าแปลกใจและค่อนข้างน่ากังวลอย่างยิ่ง แต่ก็ช่วยให้เราเข้าใจวิกฤติการณ์ที่ประชากรเต่าทะเลกำลังเผชิญอยู่จากภาวะโลกร้อน ขณะนี้กรมสิ่งแวดล้อมและคุ้มครองมรดกทางธรรมชาติ ของรัฐควีนส์แลนด์ได้พยายามทดสอบมาตรการต่าง ๆ เพื่อลดอุณหภูมิของหาดทรายซึ่งเป็นแหล่งวางไข่ของเต่าทะเล เช่น การทำที่บังแดดหรือแม้แต่ฝนเทียม ซึ่งการอนุรักษ์เต่าเพศผู้ตัวเต็มวัยจากภัยคุกคามต่างๆ จะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น จากงานวิจัยของนักวิทยาศาสตร์ พบว่า ที่อุณหภูมิขณะฟักไข่แตกต่างกันสัดส่วนการฟักออกเป็นเต่าเพศผู้กับเป็นเต่าเพศเมีย ปรากฏดังกราฟด้านล่าง



ที่มา: http://www.tgo.or.th/2020/index.php/th

คำถามที่ 1 : **เต่าตนุ**

บทความกล่าวว่าวิกฤติการณ์ที่ประชากรเต่าทะเลกำลังเผชิญอยู่จากภาวะโลกร้อน ในตารางด้านล่างคือเหตุผลสองประการที่อาจเป็นไปได้ ของการตัดสินใจนี้ เหตุผลเหล่านั้น เป็นเหตุผลทางวิทยาศาสตร์หรือไม่ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

เหตุผล	คำตอบ
ไข่เต่าทะเลในช่วงระยะฟักตัว อุณหภูมินั้นสามารถเป็นตัวกำหนดเพศของลูกเต่าทะเลได้ต่อไปในอนาคตและเมื่ออุณหภูมิของอากาศที่สูงและร้อนขึ้น ผลกระทบนี้ส่งผลให้เกิดเต่าเพศผู้น้อยลง จึงกลายเป็นการตัดวงจรการสืบพันธุ์	ใช่ / ไม่ใช่
อุณหภูมิโลกที่เพิ่มสูงขึ้นยังทำให้มีโอกาสเกิดพายุได้มากขึ้น และจะเป็นตัวทำลายแนวปะการังที่เต่าทะเลอาศัยอยู่	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 2 : **เต่าตนุ**

ที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซีย พบว่า เต่าตนุที่เกาะตรังกานูไม่มีเพศผู้เลย จงอธิบายลักษณะอุณหภูมิของทรายที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซีย

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : **เต่าตนุ**

นักเรียนคิดว่า แนวโน้มประชากรเต่าตะนุที่เกาะตรังกานูประเทศมาเลเซียเปลี่ยนแปลงอย่างไร

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 4 : **เต่าตนุ**

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิขณะฟักไข่กับการเกิดเพศของลูกเต่าทะเลเป็นอย่างไร

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 5 : **เต่าตนุ**

หากต้องการศึกษาปัจจัยเรื่องอุณหภูมิของพื้นที่วางไข่ส่งผลต่อการเกิดเพศเมียของเต่าตนุหรือไม่ ต้องมีการออกแบบกระบวนการทดลอง กำหนดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สถานการณ์ที่ 2 ระดับท้องถิ่น

หลุมยุบ

หลุมยุบ เป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่งที่ดินยุบตัวลงเป็นหลุมลึก และมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1-200 เมตร ลึกตั้งแต่ 1 เมตรถึงมากกว่า 20 เมตร เมื่อแรกเกิดปากหลุมมีลักษณะเกือบกลมและมีน้ำขังอยู่ก้นหลุม ภายหลังน้ำจะกัดเซาะดินก้นหลุมกว้างขึ้น ลักษณะคล้ายลูกน้ำเต้า ทำให้ปากหลุมพังลงมาจนเหมือนกับว่าขนาดของหลุมยุบกว้างขึ้น โดยปกติหลุมยุบจะเกิดในบริเวณที่ราบใกล้กับภูเขาที่เป็นหินปูน เนื่องจากหินปูนมีคุณสมบัติละลายน้ำ ที่มีสภาพเป็นกรดอ่อนได้ประกอบกับภูเขาหินปูนมีรอยเลื่อนและรอยแตกมากมาย ดังจะสังเกตเห็นได้ว่าภูเขาหินปูนมีหน้าผาชัน หน้าผาเป็นรอยเลื่อนและรอยแตกในหินปูนนั่นเอง บริเวณใดที่รอยแตกของหินปูนตัดกันจะเป็น บริเวณที่ทำให้เกิดโพรงได้ง่าย โพรงหินปูนถ้าอยู่พ้นผิวดินก็คือถ้ำ ถ้าไม่โผล่เรียกว่าโพรงหินปูนใต้ดิน ซึ่งจำแนกเป็น 2 ระดับ คือ โพรงหินปูนใต้ดินระดับลึก (ลึกจากผิวดินมากกว่า 50 เมตร) และโพรงหินปูนใต้ดินระดับตื้น (ลึกจากผิวดินไม่เกิน 50 เมตร) ส่วนใหญ่หลุมยุบจะเกิดในบริเวณที่มีโพรงหินปูนใต้ดินระดับตื้น หลุมยุบเกิดขึ้นมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน กรมทรัพยากรธรณีได้รับแจ้งและเข้าไปตรวจสอบในพื้นที่มากกว่า 45 แห่ง โดยพบว่าพื้นที่ที่เกิดหลุมยุบอยู่บนที่ราบใกล้ภูเขาหินปูน ภายหลังการเกิดธรณีพิบัติภัยแผ่นดินไหวและคลื่นยักษ์ เมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2547 พบว่ามีหลุม14 ครั้ง เกิดในภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย 4 ครั้ง และเกิดในภูมิภาคอื่นคือ จังหวัดเลย 1 ครั้ง

ที่มา: สำนักธรณีวิทยาสิ่งแวดล้อมและธรณีพิบัติภัย กรมทรัพยากรธรณี. (2565)

http://www.dmr.go.th

คำถามที่ 1: **หลุมยุบ**

ข้อใดเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดหลุมยุบ จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

สิ่งนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดหลุมยุบ	คำตอบ
การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำใต้ดิน	ใช่ / ไม่ใช่
สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ใต้พื้นดิน	ใช่ / ไม่ใช่
การเจาะบ่อบาดาลผ่านเพดานโพรงหินปูน	ใช่ / ไม่ใช่
การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำบนดิน	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 2: **หลุมยุบ**

เพราะเหตุใดหลุมยุบส่วนใหญ่จึงเกิดกับบริเวณที่มีหินปูนเป็นส่วนประกอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

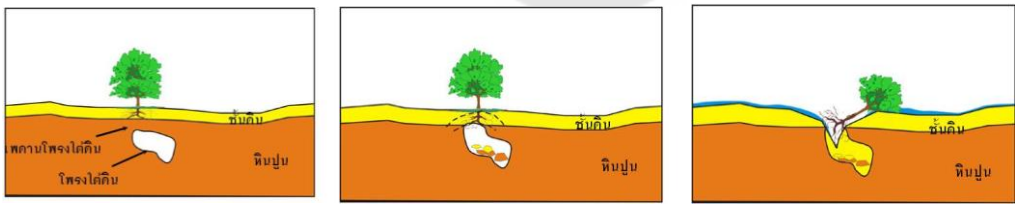
.....

.....

.....

คำถามที่ 3: **หลุมยุบ**

พิจารณาภาพต่อไปนี้และอธิบายความสัมพันธ์ของน้ำ โพรงใต้ดิน และหินปูน



.....

.....

.....

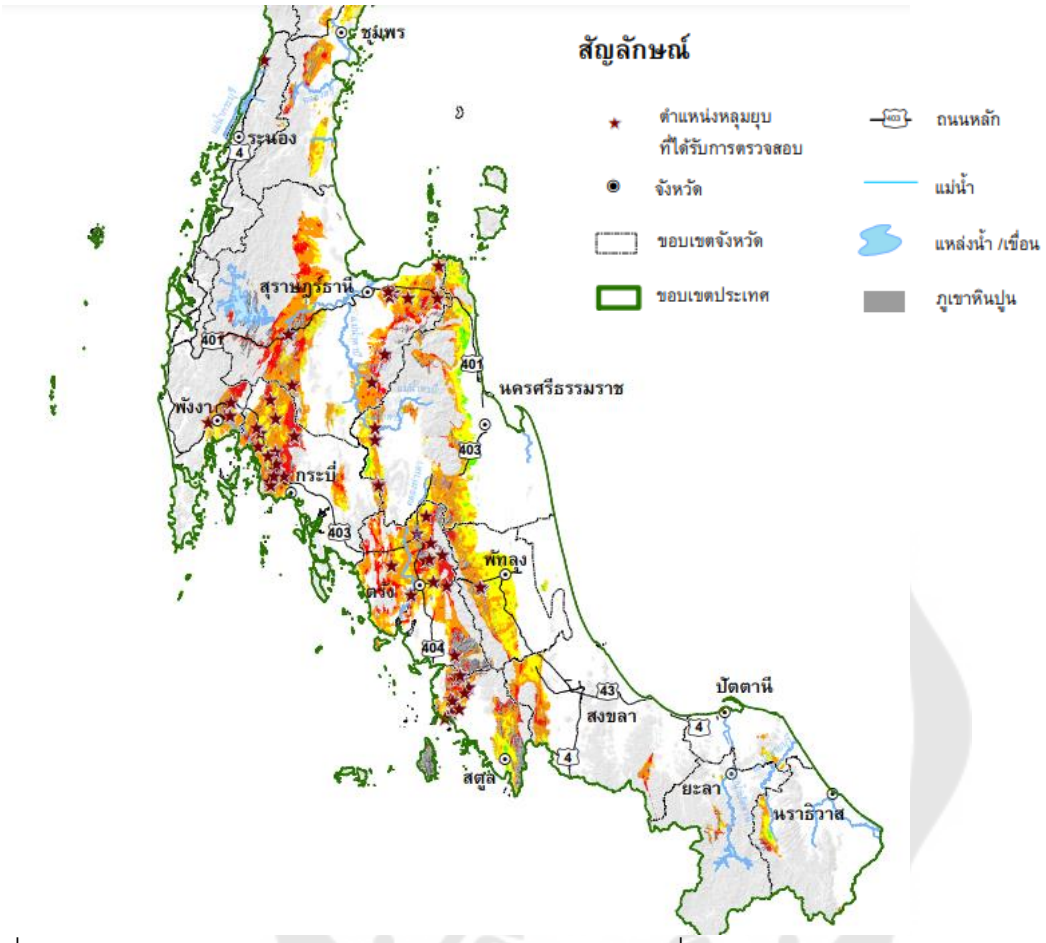
.....

.....

.....

คำถามที่ 4: **หลุมยุบ**

แผนที่พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดหลุมยุบในภาคใต้ของประเทศไทย



ที่มา: กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2565). จาก https://www.dmr.go.th

ข้อมูลเกี่ยวกับสถานการณ์หลุมยุบ ข้อความใดที่ใช้ข้อมูลในแผนที่นี้สนับสนุนได้

1. จังหวัดสงขลาไม่มีโอกาสการเกิดหลุมยุบ
2. แหล่งหินปูนส่วนมากมีการกระจายตัวเป็นแนว วางตัวในแนวเหนือใต้
3. พื้นที่ในภาคใต้มีแหล่งหินปูนขนาดใหญ่ เนื่องจากมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงกว่าภาคอื่น ๆ
4. จังหวัดพังงาไม่มีโอกาสเกิดหลุมยุบ เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ไม่มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่

คำถามที่ 5: **หลุมยุบ**

จงระบุวิธีการตรวจสอบเหตุการณ์ก่อนการเกิดหลุมยุบมา 3 วิธี

.....

.....

.....

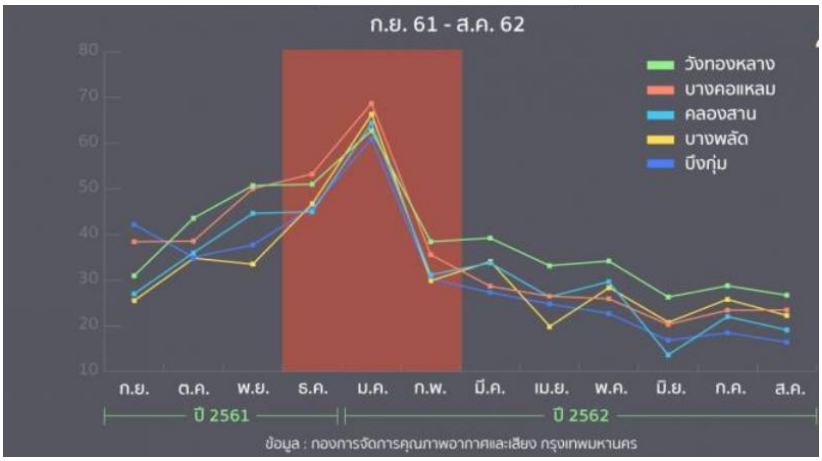
.....

สถานการณ์ที่ 3 ระดับบุคคล

PM 2.5

ตลอด 20 ปีที่ผ่านมา แม้ว่าประเทศไทยจะมีการแก้ปัญหาฝุ่นละอองตลอดมา แต่การสร้างมลพิษกลับมากขึ้นทุกปี ที่สำคัญการไม่ตระหนักถึงผลร้ายที่ตามมา ทำให้เกิดฝุ่นพิษขนาดเล็ก หรือ ที่บางคนเรียกว่า ฝุ่นพิษ PM 2.5 ที่คร่าชีวิตคนทั่วโลกปีละ 7 ล้านในทุกๆปี จากข้อมูลขององค์กรอนามัยโลก (WHO) ให้ข้อมูลAir Pollution and Health ว่ามลพิษทางอากาศทำให้คนเสียชีวิตก่อนวัยอันควรราว 7 ล้านคนต่อปี ในปี 2016 มลพิษทางอากาศทำให้คนเสียชีวิตมากถึง 4.2 ล้านคน เฉพาะมลพิษทางอากาศจากการทำอาหารในครัวเรือน การเผาไหม้เชื้อเพลิง และเทคโนโลยีมีผลทำให้คนเสียชีวิตถึง 3.8 ล้านคนในปีเดียวกัน ประชากร 9 ใน 10 หายใจเอาอากาศที่มีมลพิษสูงเข้าในร่างกาย เช่น ผงฝุ่นเขม่าดำ หรือ Black carbon ที่เข้าไปเกาะลึกในปอดและระบบหัวใจและหลอดเลือด (Black carbon คือ อนุภาคหรือผงเขม่าที่เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ต่างๆ อันได้แก่ การเผาเศษวัสดุชีวมวลจำพวกเศษวัชพืชและต้นไม้ หรือ Biomass burning) การเผาเชื้อเพลิงแข็ง เช่น ถ่าน ไม้ ฟืน เพื่อการประกอบอาหารหรือกิจกรรมอื่นๆ และการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ หรือ Engine combustion โดยเฉพาะไอเสียการจากเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล เป็นต้น) ฝุ่น PM2.5 เป็นฝุ่นละอองขนาดจิ๋วที่มีขนาดไม่เกิน 2.5 ไมครอน ไม่มีกลิ่นเมื่อสูดดมเข้าไป จะระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ทะลุเข้าสู่ถุงลมปอดทันที หรือหากสูดดมมากและเป็นเวลายาวนานจะก่อเกิดอาการระคายคอ แน่นหน้าอก หลอดลมอักเสบ หอบหืด ถุงลมโป่งพอง หรืออาจจะกลายเป็นมะเร็งปอด ส่วนการแพร่กระจายฝุ่นพิษ PM 2.5 สามารถลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นหลายสัปดาห์ และลอยไปไกลจากแหล่งกำเนิดประมาณ 100 กิโลเมตรหรือ 1,000 กิโลเมตรได้เลยทีเดียว ซึ่งจะเกิดมากในช่วงปลายฤดูหนาวของทุกปี บริเวณความกดอากาศสูง พูดกันง่ายๆ ไม่ว่าคุณจะอยู่ที่ใดในเมืองไทยก็เจอฝุ่นพิษ PM 2.5 ได้ไม่มากก็น้อย

ที่มา : AliveAround. (2566). วิกฤตฝุ่นพิษ PM2.5 ภัยร้ายของคนไทย. จาก https://alivearound.com/lifestyl.



คำถามที่ 1 : PM 2.5

ข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่น PM2.5 จงเขียนวงกลมล้อมรอบคำว่า “ใช่” หรือ “ไม่ใช่” ในแต่ละข้อ

สิ่งนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดฝุ่น PM2.5	คำตอบ
การผลิตไฟฟ้า เช่น การเผาปิโตรเลียมและถ่านหิน	ใช่ / ไม่ใช่
การขนส่งและคมนาคม เช่น ควันจากท่อไอเสีย การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเครื่องยนต์	ใช่ / ไม่ใช่
ควันที่เกิดจากการทำอุตสาหกรรมต่าง ๆ และฝุ่นจากการก่อสร้าง	ใช่ / ไม่ใช่
การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนเพิ่มมากขึ้น	ใช่ / ไม่ใช่

คำถามที่ 2 : PM 2.5

จากกราฟสรุปแนวความคิดว่า “ช่วงฤดูฝน ฝุ่นละอองจางลงอย่างเห็นได้ชัด เพราะได้น้ำฝนช่วยชะล้างฝุ่นในอากาศ” จากข้อความข้างต้นนักเรียนเห็นด้วยหรือไม่ พร้อมให้เหตุผล

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 3 : PM 2.5

ในจังหวัดสระบุรี มีบริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์รายใหญ่ 6 บริษัท ซึ่งมีการผลิตตามช่วงฤดูกาล อยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูหนาว (กลางเดือนพฤศจิกายน –กลางเดือนกุมภาพันธ์) และช่วงฤดูร้อน (กลางเดือนมีนาคม – กลางเดือนพฤษภาคม) จากการผลิตปูนซีเมนต์ดังกล่าว พบว่า ช่วงปลายฤดูหนาวในอากาศมีปริมาณฝุ่นที่เกิดจากการผลิตสูงกว่าค่ามาตรฐาน และช่วงต้นของฤดูร้อนปริมาณฝุ่นจะถูกพัดให้ลอยสูงขึ้นและค่อยๆ จางหายไป

นักเรียนคิดว่าในช่วงฤดูฝน ปริมาณของฝุ่นในอากาศของจังหวัดสระบุรี เป็นอย่างไร จงอธิบาย

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 4 : PM 2.5

จากกราฟสรุปได้ว่า ค่าฝุ่น PM 2.5 ช่วงกลางเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ มีค่าสูงสุดเป็นเพราะภาวะอุณหภูมิผกผัน ข้อมูลส่วนใดของกราฟที่สนับสนุนแนวคิดนี้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามที่ 5 : PM 2.5

ในจังหวัดสระบุรี มีบริษัทผู้ผลิตปูนซีเมนต์รายใหญ่ 6 บริษัท ซึ่งมีการผลิตตามช่วงฤดูกาล อยู่ 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูหนาว (กลางเดือนพฤศจิกายน –กลางเดือนกุมภาพันธ์) และช่วงฤดูร้อน (กลางเดือนมีนาคม – กลางเดือนพฤษภาคม) จากการผลิตปูนซีเมนต์ดังกล่าว พบว่า ช่วงปลายฤดูหนาวในอากาศมีปริมาณฝุ่นที่เกิดจากการผลิตสูงกว่าค่ามาตรฐาน และช่วงต้นของฤดูร้อนปริมาณฝุ่นจะถูกพัดให้ลอยสูงขึ้นและค่อยๆ จางหายไป

ให้นักเรียนตั้งสมมติฐานจากสถานการณ์ข้างต้น พร้อมทั้งระบุตัวแปรที่เกี่ยวข้อง และอธิบายวิธีลดภาวะ “ฝุ่นมลพิษ พีเอ็ม 2.5” ที่สอดคล้องกับสภาพของจังหวัดสระบุรี

สมมติฐาน คือ

.....

.....

.....

ตัวแปรต้น คือ

.....

.....

.....

ตัวแปรตาม คือ

.....

.....

.....

ตัวแปรควบคุม คือ

.....

.....

.....

วิธีลดภาวะ “ฝุ่นมลพิษ พีเอ็ม 2.5”

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้เขียน