



การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์  
และการรู้สิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



โดย  
นางปนิดา แสนเวียงจันทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2565

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์  
และการรู้สิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต  
หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต  
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน  
มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2565  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

THE DEVELOPMENT OF CREATIVE SCIENTIFIC INNOVATION ABILITY  
AND ENVIRONMENT LITERACY BY USING PROJECT BASED LEARNING  
OF GRADE 12 STUDENTS



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

Department of Curriculum and Instruction

Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการรู้สิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โดย	นางปนิดา แสนเวียงจันทร์
สาขาวิชา	หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ บุญสม
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะศึกษาศาสตร์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มาเรียม นิลพันธุ์)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ บุญสม)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก  
(รองศาสตราจารย์ ดร. มารุต พัฒนาผล)

61263306 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์/การรู้สิ่งแวดล้อม/โครงการเป็นฐาน

นาง ปณิตา แสนเวียงจันทร์: การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการรู้สิ่งแวดล้อมด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ บุญสม

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน 2) ศึกษาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน และ 3) ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 จำนวน 39 คนที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนคงทองวิทยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 4) แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม 5) แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และ 6) แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) สถิติทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent) และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis)

#### ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน อยู่ในระดับดี
2. การรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน พิจารณารายด้าน ดังนี้
  - 2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
  - 2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก
  - 2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน อยู่ในระดับดีมาก
3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

61263306 : Major CURRICULUM AND INSTRUCTION

Keyword : CREATIVE INNOVATION SCIENTIFIC/ ENVIRONMENT LITERACY/ PROJECT-BASED LEARNING

MRS. Panida SAENVIANGCHAN : THE DEVELOPMENT OF CREATIVE SCIENTIFIC INNOVATION ABILITY AND ENVIRONMENT LITERACY BY USING PROJECT BASED LEARNING OF GRADE 12 STUDENTS Thesis advisor : Assistant Professor Niwat Boonsom, Ph.D.

The purpose of this research were to : 1) study creative scientific innovation ability after project based learning 2) study environment literacy after project based learning and 3) study the students' opinions towards project based learning. A research sample of 39 students came form Mathayomsuksa 6/1 class at Kongthongwitaya school on 2<sup>nd</sup> semester of academic year 2021. Research instruments included 1) learning management plan project based learning, 2) creative scientific innovation ability assessment form ,3) environment knowledge test 4) environment attitude assessment form 5) environment behavior assessment form and 6) a questionnaire on students' opinions towards project based learning. Data were analyzed by using statistics technique of arithmetic mean, standard deviation, dependent t-test and content analysis.

The research summary as follows,

1.The students under project based learning have good level creative scientific innovation ability.

2.The students under project based learning have level environment literacy as follows,

2.1.environment knowledge have higher than before study at the 0.05 significant level.

2.2.environment attitudehave good level.

3.The students' opinions towards project based learning were at good level.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6” สำเร็จ  
ลุล่วงด้วยดีด้วยความเมตตาและความกรุณาเป็นอย่างสูงจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม และ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วณิชวัฒนวรชัย ผู้เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและควบคุมวิทยานิพนธ์  
รองศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์  
ดร.มารุต พัฒนา ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยเหลือ สนับสนุน ตรวจสอบเนื้อหาแก้ไข  
ข้อบกพร่องต่างๆ ตลอดระยะเวลาของการดำเนินการ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาอย่าง  
สูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา  
จันทร์ชูสกุล รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนิน วรธมเกตุศิริ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร เครือทอง และ  
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทัศน์ ผักเจริญผล ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการพิจารณาตรวจสอบคุณภาพ  
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร และคณะครูโรงเรียนคงทองวิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และ  
อำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน และคณาจารย์ในสาขาวิชา  
หลักสูตรและการสอน ตลอดจนกัลยาณมิตรเพื่อนร่วมรุ่นทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและให้กำลังใจที่ดีเสมอ  
มา

ขอกราบขอบพระคุณมารดา ที่จุดประกายให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาตนเองทาง  
ด้านการศึกษา ตลอดจนครอบครัวที่สนับสนุนและให้โอกาสผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการศึกษาครั้งนี้

นาง ปนิตา แสนเวียงจันทร์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญแผนภูมิ.....	ฐ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
กรอบแนวคิดการวิจัย.....	8
คำถามการวิจัย.....	12
ขอบเขตของการวิจัย.....	13
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	15
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	16
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) : กลุ่ม สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนคงทองวิทยา .....	16
2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	24
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	24
2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	25
2.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	26
2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	30
2.5 โครงงานกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม.....	41





2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย .....	86
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	86
4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง .....	86
5. แบบแผนในการวิจัย .....	86
7. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ.....	88
8. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	113
9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	116
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	117
ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	117
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	122
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	122
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	126
ตอนที่ 5 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	127
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	131
สรุปผลการวิจัย.....	132
การอภิปรายผล .....	132
ข้อเสนอแนะ .....	139
ข้อเสนอแนะของการนำผลการวิจัยไปใช้ .....	139
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป .....	140
รายการอ้างอิง .....	141
ภาคผนวก.....	149

ภาคผนวก ก	รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	150
ภาคผนวก ข	ผลการวิเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	153
ภาคผนวก ค	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	179
ภาคผนวก ง	ตัวอย่างผลงานนักเรียน .....	241
ประวัติผู้เขียน .....		260



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 .....	18
ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชา ว33256 ชีววิทยา 6.....	22
ตารางที่ 3 สั้งเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL).....	37
ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ .....	58
ตารางที่ 5 วิเคราะห์การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้.....	89
ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ .....	93
ตารางที่ 7 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จำแนกตามระดับ พฤติกรรมการเรียนรู้และใช้ในการวิจัย .....	99
ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม .....	106
ตารางที่ 9 สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	112
ตารางที่ 10 กำหนดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	115
ตารางที่ 11 สรุปขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล .....	115
ตารางที่ 12 โครงงานและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการ จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	118
ตารางที่ 13 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน .....	120
ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	122
ตารางที่ 15 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการ เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	123
ตารางที่ 16 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการ เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน .....	126

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐาน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดย ใช้โครงงานเป็นฐาน .....	127
ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการ เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	154
ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ..	158
ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้ ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 .....	168
ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน .....	169
ตารางที่ 22 คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการ จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน .....	170
ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบประเมิน ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ .....	171
ตารางที่ 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม ด้านเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม .....	175
ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม .....	176
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบสอบถามความ ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็น ฐาน .....	178

## สารบัญแผนภูมิ

	หน้า
แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย .....	11
แผนภูมิที่ 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบการทดลองขั้นพื้นฐาน .....	86
แผนภูมิที่ 3 แสดงแบบแผนการทดลองแบบการทดลองขั้นพื้นฐาน .....	87
แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน.....	91
แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์..	98
แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม .....	102
แผนภูมิที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม .....	105
แผนภูมิที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม.....	108
แผนภูมิที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น.....	111



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันสภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมกำลังเป็นปัญหาและเป็นจุดอ่อนของการรักษาฐานการผลิตและให้บริการ รวมทั้งการค้าเสรีที่ยั่งยืน ฐานทรัพยากรธรรมชาติถูกนำไปใช้ในการพัฒนาจำนวนมากก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่อง พื้นที่ป่าไม้ลดลง ทรัพยากรดินเสื่อมโทรม ความหลากหลายทางชีวภาพถูกคุกคาม ทรัพยากรน้ำยังมีส่วนที่ไม่สามารถจัดสรรได้ตามความต้องการ และมีความเสี่ยงในการขาดแคลนในอนาคต เกิดปัญหาความขัดแย้งในการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้นจากการเข้าถึงและการจัดสรรการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่เป็นธรรม รวมทั้งปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มสูงขึ้นตามการขยายตัวของเศรษฐกิจและชุมชนเมือง ส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของประชาชนและต้นทุนทางเศรษฐกิจ ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติทางธรรมชาติมีความผันผวนและรุนแรงมากขึ้นโดยเฉพาะอุทกภัยและภัยแล้ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อภาคเศรษฐกิจและห่วงโซ่การผลิตภายในประเทศ และข้อตกลงระหว่างประเทศเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศซึ่งทวีความเข้มข้น ทำให้ประเทศไทยต้องเตรียมพร้อมรับภาระในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กระแสการแข่งขันทางการค้า ขณะที่วาระการพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกหลัง ค.ศ. 2015 ซึ่งเป็นการกำหนดทิศทางพัฒนาที่ยั่งยืนของโลกในอีก 15 ปี ข้างหน้า (ค.ศ. 2016-2030) จะส่งผลกระทบต่อแนวทางการพัฒนาประเทศไทยในอนาคต ดังนั้น ประเด็นท้าทายที่ต้องเร่งดำเนินการในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 12 ได้แก่ การสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรธรรมชาติและยกระดับคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการเติบโตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและคุณภาพชีวิตของประชาชน เร่งแก้ไขปัญหาวิกฤตสิ่งแวดล้อมเพื่อลดมลพิษที่เกิดจากการผลิตและการบริโภค พัฒนาระบบบริหารจัดการที่โปร่งใสเป็นธรรม ส่งเสริมการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้างมากขึ้น ต้องเร่งเตรียมความพร้อมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและเพิ่มขีดความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ รวมทั้งบริหารจัดการเพื่อลดความเสี่ยงด้านภัยพิบัติทางธรรมชาติ

ผลจากการศึกษาติดตามสถานการณ์ด้านทรัพยากรธรรมชาติ ด้านมลพิษ ด้านสิ่งแวดล้อมเมืองและชุมชน ด้านสิ่งแวดล้อมธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมศิลปกรรม และด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและภัยพิบัติทางธรรมชาติ รวมถึงผลการดำเนินงานบริหารจัดการ พบว่าโดยรวม

สถานการณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวยังคงจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างจริงจังและต่อเนื่อง เนื่องจากการจัดการและแก้ไขต้องอาศัยระยะเวลาในการดำเนินงานกว่าจะบรรลุผลสำเร็จ อีกทั้งมีการเคลื่อนไหวที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ทั้งนี้สถานการณ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญโดยสรุป มีดังนี้ 1) ทรัพยากรป่าไม้ จากข้อมูลของกรมป่าไม้ ปี พ.ศ. 2557 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ของประเทศมีเหลืออยู่ 102.79 ล้านไร่ หรือร้อยละ 31.62 ของพื้นที่ประเทศ โดยในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2556 พื้นที่ป่าไม้ลดลง 5 ล้านไร่ หรือคิดเป็นประมาณ 1 ล้านไร่ต่อปี 2) ความหลากหลายทางชีวภาพ ระบบนิเวศถูกคุกคามและทำลายอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ปัจจุบันทรัพยากรชีวภาพได้ถูกทำลายประมาณ 20-70 ชนิด/วัน ทำให้พันธุ์พืชและพันธุ์สัตว์ที่เคยมีอยู่ถึงประมาณร้อยละ 8-10 ของชนิดพันธุ์ในโลกลดลงหรือสูญพันธุ์ 3) ทรัพยากรดิน ดินที่เสื่อมโทรมโดยสภาพทางกายภาพและการกระทำของมนุษย์ ซึ่งมีคุณภาพไม่เหมาะสมกับการทำเกษตร ได้แก่ ดินเปรี้ยว ดินเค็ม ดินทรายจัด ดินตื้น และดินพรุ จากข้อมูลการสำรวจของกรมพัฒนาที่ดิน เมื่อปี พ.ศ. 2556 พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ปัญหาดินเสื่อมโทรมครอบคลุมร้อยละ 54 ของพื้นที่ประเทศ 4) ทรัพยากรน้ำ ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2556 ถึงกลางปี พ.ศ. 2557 สถานการณ์ภัยแล้ง ทำให้เกิดการขาดแคลนน้ำเกิดขึ้นในหลายพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง โดยเฉพาะความต้องการใช้น้ำเพื่อการเกษตร สำหรับการทำนาปรังและพืชอื่น ๆ ที่สร้างความเสียหายต่อผลผลิตทางการเกษตรอย่างมาก รวมทั้งบางพื้นที่ขาดแคลนน้ำเพื่อการบริโภค ซึ่งภาครัฐไม่สามารถช่วยเหลือเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนได้ทั่วถึง 5) ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง พื้นที่ทะเลในน่านน้ำไทยมีประมาณ 316,118 ตารางกิโลเมตร ใน 23 จังหวัดของประเทศ ซึ่งมีสถานการณ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และปัญหาที่สำคัญได้แก่ พื้นที่ป่าชายเลน แนวปะการัง หาดทรายเลน ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง และปัญหาขยะในทะเล 6) คุณภาพอากาศ สถานการณ์ และปัญหาที่สำคัญ ได้แก่ ฝุ่นละออง ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2558 (เดือนมกราคม - เดือนพฤษภาคม) ตรวจพบปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) ลดลง เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันของปีที่ผ่านมา แต่พบฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) มากขึ้น และก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) ยังคงเป็นปัญหามลพิษทางอากาศ ที่มาจากการปล่อยอากาศเสียของยานพาหนะ โดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร และเมืองใหญ่ในหลายจังหวัดที่มีการจราจรหนาแน่นรวมถึงจากภาคอุตสาหกรรม จากแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2560-2564 จะเห็นว่า ทรัพยากรธรรมชาติมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงทั้งด้านคุณภาพและปริมาณในทุกสาขาอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้ความต้องการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับการดำเนินงานของภาครัฐ ทั้งด้านการบริหารจัดการ และการบังคับใช้กฎหมายยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ จึงทำให้ปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติมีมากจนเกิน



ศักยภาพในการรองรับของธรรมชาติ และส่งผลให้ทั้งระบบนิเวศเสียสมดุล และผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติกล่าวว่า ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมา เศรษฐกิจไทยขยายตัวช้า ประชาชนส่วนใหญ่ของประเทศยังมีรายได้น้อย และประเทศไทยยังติดกับดักรายได้ปานกลางมาอย่างยาวนาน และการพัฒนาประเทศไทยไปสู่ Thailand 4.0 ต้องก้าวข้ามปัญหา อุปสรรคต่าง ๆ อาทิ ปัญหาทรัพยากรเสื่อมโทรม ขยะล้นเมือง โลกร้อน รวมถึงรายได้เกษตรกรที่ไม่เพิ่มขึ้น กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจึงมุ่งขับเคลื่อน BCG โมเดล รูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจใหม่ ที่เร่งให้เศรษฐกิจเติบโตแบบก้าวกระโดดอย่างทั่วถึง บนฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องกับหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง ภายใน 20 ปี จะสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรมากกว่า 3 เท่าตัว และลดการใช้ทรัพยากรเหลือสองในสามจากปัจจุบัน การเติบโตทางเศรษฐกิจให้ความสำคัญกับการกระจายโอกาส รายได้ และความเจริญ ไปสู่ประชาชนของประเทศอย่างทั่วถึง โดยไม่ทิ้งใครไว้ข้างหลัง ภายใต้เงื่อนไขการดูแลทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง ซึ่งต้องอาศัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม (วทน.) เข้าไปยกระดับผลิตภาพของผู้ผลิตส่วนใหญ่ที่อยู่ฐานของปิรามิด ด้วยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่ไม่ซับซ้อนและนวัตกรรมจัดการที่จะนำไปสู่การลดต้นทุน เพิ่มผลผลิต และสร้างความหลากหลายให้แก่ผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกัน ก็ต้องส่งเสริมผู้ประกอบการนวัตกรรม (Innovation Driven Enterprise) ที่มีความพร้อมในส่วนยอดของปิรามิดให้ผลิตสินค้าที่มีมูลค่าสูงโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงมุ่งเป้าสู่การเป็นประเทศที่เป็นผู้สร้างเทคโนโลยีและนวัตกรรมในท้ายที่สุด ลดการพึ่งพิงเทคโนโลยีจากต่างประเทศ เพิ่มโอกาสในการเป็นผู้ส่งออกเทคโนโลยีรัฐบาลจึงจำเป็นต้องเร่งขับเคลื่อนเศรษฐกิจไทย โดยปรับเปลี่ยนรูปแบบการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมไทยไปสู่รูปแบบใหม่ ที่เรียกว่า BCG Economy Model ซึ่งจะช่วยต่อยอดจุดแข็งของประเทศให้มีมูลค่าเพิ่มขึ้น ทั้งในด้านความหลากหลายทางชีวภาพและความหลากหลายทางวัฒนธรรม (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2560)

เป้าหมายสำคัญของการศึกษาในศตวรรษที่ 21 คือ การสร้างประชากรโลกที่เป็นผู้รู้ในเรื่องสิ่งแวดล้อม (Environmentally literate citizens) (Potter, 2010; Roth, 1992) ซึ่งก็คือผู้ที่มีความรู้ ความสำนึกและห่วงใยในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งประเด็นอื่นที่เกี่ยวข้อง มีทักษะและความสามารถในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม มีเจตคติ ความตั้งใจจริง และความมุ่งมั่นที่จะลงมือปฏิบัติเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งมีพฤติกรรมที่แสดงความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (Goldman, Yavetz and Pe'er, 2006; Roth, 1992; UNESCO-UNEP, 1978) โดยการจัดการศึกษาเพื่อให้ประชาชนมีความรู้ ทักษะ และคุณลักษณะดังกล่าว เรียกว่า “สิ่งแวดล้อมศึกษา” ด้วยเหตุนี้

สิ่งแวดล้อมศึกษา จึงเป็นกระบวนการสำคัญในการเตรียมคนให้เป็นผู้รู้เรื่องสิ่งแวดล้อม ซึ่งความท้าทายของนักสิ่งแวดล้อมศึกษาและผู้เกี่ยวข้องก็คือ จะจัดการศึกษาอย่างไรเพื่อพัฒนาเยาวชนให้เป็นประชาชนผู้รู้เรื่องสิ่งแวดล้อม (Goldman et al., 2006; Pe'er, Goldman and Yavetz, 2007, จีระวรรณ เกษสิงห์, 2559)

การรู้สิ่งแวดล้อม (Environment Literacy) ตามกระบวนการทัศน์ทางนิเวศวิทยามีนิยามว่าเป็นความรู้และทักษะในการสำรวจตรวจสอบเกี่ยวกับประเด็นสิ่งแวดล้อม (Hines, Hungerford และ Tomera, 1986) และศักยภาพในการดำรงรักษา พื้นฟูและยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของสิ่งแวดล้อม (Roth, 1992) ในขณะที่ UNESCO (1989) ให้นิยามของการรู้สิ่งแวดล้อมตามกระบวนการทัศน์ทางการศึกษาว่าเป็นความรู้ ทักษะและแรงจูงใจให้บุคคลสามารถจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมตามวิถีทางที่ส่งเสริมต่อความยั่งยืนได้ การรู้สิ่งแวดล้อมจึงเป็นลักษณะของบุคคลที่ตระหนักรู้ถึงคุณค่าของสิ่งแวดล้อมและมีความสามารถในการพิทักษ์รักษาสิ่งแวดล้อมให้อื้อประโยชน์ต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของชนรุ่นทั้งในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งการสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับการรู้สิ่งแวดล้อมของ Simmons (1995) พบว่า การรู้สิ่งแวดล้อมมีองค์ประกอบ 7 ด้าน คือ ความรู้ทางนิเวศวิทยา ความรู้ทางสังคมการเมือง ความรู้ในประเด็นสิ่งแวดล้อม เจตคติ ปัจจัยส่งเสริมพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ทักษะทางปัญญา และพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งแนวคิดของ Simmons ถือเป็นรากฐานของโครงการยกระดับสิ่งแวดล้อมศึกษาและการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมในหลายประเทศ (Volk และ McBeth, 1998, พิรุณ ศิริศักดิ์, 2554)

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2560 มาตรา 54 (4) การศึกษาทั้งปวงต้องมุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีวินัย ภูมิใจในชาติ สามารถเชี่ยวชาญได้ตามความถนัดของตน และมีความรับผิดชอบต่อครอบครัว ชุมชน สังคม และประเทศชาติ (สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร, 2561: 5) สาระสำคัญของยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560-2579) คือ “ประเทศไทยมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน ในทุกสาขากำลังอำนาจของชาติ” อันได้แก่ การเมืองภายในประเทศ การเมืองต่างประเทศ เศรษฐกิจ สังคมจิตวิทยา การศึกษา การทหาร วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี การพลังงาน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีและการสื่อสาร (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2559: 11) แผนพัฒนาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการกำหนดเป้าหมายหลักไว้ 5 ประการ ได้แก่ 1. คุณภาพการศึกษาของไทยดีขึ้น คนไทยมีคุณธรรมจริยธรรม มีภูมิคุ้มกันต่อการเปลี่ยนแปลงและการพัฒนาประเทศในอนาคต 2. กำลังคนได้รับการผลิตและพัฒนาเพื่อเสริมสร้างศักยภาพการแข่งขันของประเทศ 3. มุ่งองค์ความรู้ เทคโนโลยี นวัตกรรม สนับสนุนการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน 4. คนไทยได้รับโอกาสในเรียนรู้อย่าง

ต่อเนื่องตลอดชีวิต 5. ระบบบริหารจัดการการศึกษาที่มีประสิทธิภาพตามหลักธรรมาภิบาล โดยการมีส่วนร่วมจากทุกภาคส่วน (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2559: 52) สอดคล้องกับ “ไทยแลนด์ 4.0” เป็นวิสัยทัศน์เชิงนโยบายการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยหรือโมเดลพัฒนาเศรษฐกิจของรัฐบาล ที่มีภารกิจสำคัญในการขับเคลื่อนปฏิรูปประเทศด้านต่าง ๆ เพื่อปรับแก้ จัดระบบ ปรับทิศทาง และสร้างหนทางพัฒนาประเทศให้เจริญ สามารถรับมือกับโอกาสและภัยคุกคามแบบใหม่ ๆ ที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว รุนแรงในศตวรรษที่ 21 ได้ “ประเทศไทย 4.0” เป็นความมุ่งมั่นของนายกรัฐมนตรี ที่ต้องการปรับเปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจ ไปสู่ “Value-Based Economy” หรือ “เศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยนวัตกรรม” โดยมีฐานคิดหลัก คือ เปลี่ยนจาก การผลิตสินค้า “โภคภัณฑ์” ไปสู่สินค้าเชิง “นวัตกรรม” เปลี่ยนจากการขับเคลื่อนประเทศด้วยภาคอุตสาหกรรม ไปสู่การขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยี ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม เปลี่ยนจากการเน้นภาคการผลิตสินค้า ไปสู่การเน้นภาคบริการมากขึ้น เพื่อให้เกิดผลจริงต้องมีการพัฒนาวิชาการ ความคิดสร้างสรรค์ นวัตกรรม วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการวิจัยและพัฒนา (สุวิทย์ เมษินทรีย์, 2562) การจัดการศึกษาของประเทศไทยมีการกำหนดเป้าหมายเน้นทักษะการคิด เพื่อสร้างองค์ความรู้ ค้นหาคำความรู้ มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณในการเลือกการตัดสินใจในเรื่องต่าง ๆ อย่างถูกต้องและเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม พัฒนาให้ประชาชนคนไทยเป็นผู้มีความรอบรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สามารถอยู่ในสังคมได้ด้วยมืออาชีพ พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พุทธศักราช 2542 แก้ไขเพิ่มเติม พุทธศักราช 2545 ในหมวดแนวทางการจัดการศึกษาเป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นเพื่อให้ผู้เรียนรู้จักคิดและนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับ ความสนใจ ความถนัดของผู้เรียน ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ต้องยึดหลักผู้เรียนทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้ โดยถือว่าผู้เรียนมีความสำคัญที่สุดกระบวนการจัดการเรียนรู้ต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตนเองตามธรรมชาติและเต็มตามศักยภาพ สอดคล้องกับนโยบายของกระทรวงศึกษาธิการ ในการพัฒนาเยาวชนของชาติเข้าสู่โลกยุคศตวรรษที่ 21 โดยมุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม รักความเป็นไทย มีทักษะการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ มีทักษะทางด้านเทคโนโลยี สามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมโลกได้ ซึ่งสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการด้วยตนเอง ไม่ท่องจำ หัวใจคือครูเป็นโค้ช ทำหน้าที่แนะนำการเรียนรู้และมีปฏิสัมพันธ์แบบรายบุคคล (วิจารณ์ พานิช, 2555: 31-33)

การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้สอน และเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน การเรียนรู้จริงนั้นต้องเลย (Beyond) การรู้เนื้อหาไปสู่การเข้าใจที่แท้จริงใน

ระดับที่เอาไปใช้ในสถานการณ์จริง การเรียนรู้เนื้อหาไปพร้อม ๆ กับการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริง (วิจารณ์ พานิช, 2555: 30) จึงทำให้เกิดผลการเรียนรู้ที่ลึกและเชื่อมโยงกว่าคือ รู้จริง ซึ่งขั้นตอนการเรียนรู้ตามลำดับขั้นจาก การรู้จำ เข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์ แต่จากผลการศึกษาในช่วง 20 ปีที่ผ่านมาพบว่า การศึกษามุ่งให้ความสำคัญกับคะแนนที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งส่งผลให้ปัจจุบันผลการสอบและความสามารถของผู้เรียนลดลง ส่งผลให้นักศึกษากลับมาให้ความสนใจกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการอีกครั้ง การจัดการเรียนรู้แบบโครงการ (Project based Learning) เป็นวิธีการหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนสร้างความรู้หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ด้วยตนเอง โดยใช้ทฤษฎีพัฒนาการทางสติปัญญา ของ Piaget มีหลักการสำคัญ คือ กระบวนการเรียนรู้ของเด็กมี 2 กระบวนการ ได้แก่ การซึมซับหรือการดูดซึม (Assimilation) และการปรับและจัดระบบ (Accommodation) ทำให้เกิดความสมดุล เป็นการสร้างความรู้ (Constructivism) ต่อมาพัฒนาเป็นทฤษฎีการสร้างความรู้ คอนสตรัคชันนิสต์ซึม (Constructionism) ซึ่งเป็นทฤษฎีการเรียนรู้ในกลุ่มปัญญานิยม (Cognitive Theory) ที่เน้นเรื่องปัญหาการเรียนรู้โดยวิธีค้นพบ (Discovery Approach) หรือการค้นหาความรู้ด้วยวิธีสอบสวน (Inquiry Learning) ของ Bruner ซึ่งเป็นวิธีการพัฒนาทักษะการคิด นอกจากนั้นยังมีความรู้ที่สร้างขึ้นด้วยตนเองอย่างมีความหมาย (Meaningful Learning) ของ Ausubell เป็นการเชื่อมโยงสิ่งที่จะต้องเรียนรู้ใหม่กับหลักการหรือกฎที่เคยเรียนมาแล้ว เป็นความรู้ที่อยู่คงทนและสามารถถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจให้ผู้อื่นได้ดี ความรู้ที่สร้างขึ้นนั้นจะเป็นรากฐานสำคัญที่ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่อย่างต่อเนื่องและเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงหลักการพัฒนาทักษะการคิดของ Benjamin Bloom ระดับชั้นการใช้ความคิดด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) มีทั้งหมด 6 ชั้น เป็นวิธีสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง นอกจากนั้นการเรียนรู้โดยใช้โครงการยังใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มาเป็นขั้นตอนการดำเนินการทำโครงการเพื่อหาคำตอบของปัญหา (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2551) ส่วนสุดท้าย คือ การเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative Learning) เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้การเรียนรู้โดยใช้โครงการประสบความสำเร็จ ตามแนวคิดของการเรียนรู้แบบความร่วมมือของ Slavin (1990), David Johnson and Roger Johnson (1994) การเรียนการสอนแบบโครงการนั้นจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ตรงกับความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ ผู้สอนมีบทบาทเพียงผู้ช่วยคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ลดบทบาทในการถ่ายทอดความรู้ โดยการบรรยายลง เน้นผู้เรียนปฏิบัติจริงและเน้นการคิดขั้นสูง จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนที่หลากหลายสอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน (อัญชลี ทองแถม, 2561: 187-189)

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนคทงวิทยา ได้กำหนดตัวชี้วัดที่มีสาระการเรียนรู้แกนกลางด้านสิ่งแวดล้อมไว้ในสาระชีววิทยา ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการรู้สิ่งแวดล้อม พบว่า ผลการศึกษาของ พิรุณ ศิริศักดิ์ (2554) พบว่ารูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนของครูเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน กิจกรรมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนเป็นการสอนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมมากกว่าการนำบริบทด้านสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นมากระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน การอภิปรายพบน้อยมากทั้งที่เป็นกิจกรรมพัฒนากระบวนการคิด การแก้ปัญหา และเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และจากการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานพบว่า เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติจริง โดยเริ่มจาก การระบุประเด็นปัญหาที่สนใจ การวางแผนการทำงาน การลงมือปฏิบัติจริง การทบทวนการเรียนรู้จากผลการปฏิบัติงาน การเขียนบรรยายในรูปแบบของรายงาน บทคัดย่อ และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน และการเผยแพร่ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการทำโครงงานต่อสังคมชุมชน และการต่อยอดนวัตกรรม เมื่อดำเนินงานจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) เรียบร้อยแล้วจะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมที่เป็นชิ้นงานชัดเจน สามารถนำไปใช้บริการชุมชนและสังคมได้ตามบริบทของพื้นที่นั้น ๆ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ, 2564)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคทงวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) ศึกษาความต้องการและความสามารถของผู้เรียน ตลอดจนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ การรู้สิ่งแวดล้อม การจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม และนำมาออกแบบการจัดการเรียนรู้ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และ

พัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และปลูกฝังให้นักเรียนเกิดความตระหนักถึงปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และการรู้สิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสร้างสรรค์นวัตกรรมต่อไป

### กรอบแนวคิดการวิจัย

ในการศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

#### 1. แนวคิดเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ไว้ ดังนี้ นพดล เหลืองภิรมย์ (2555), กรมการพัฒนาธุรกิจการค้า (2555), เนาวนิตย์ สงคราม (2556) และอนันต์ แก้วร่วมวงศ์ (2559) สรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความชำนาญเฉพาะของบุคคลที่ทำให้มีสิ่งใหม่ซึ่งอาจเป็นแนวคิด การกระทำ สิ่งประดิษฐ์ หรือการพัฒนาสิ่งเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ที่ได้รับ

ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้นตามแนวคิดของนักวิชาการหลายท่าน ได้แก่ อรุณช ลิ้มตศิริ (2546), วรากร หงษ์โต (2553), เนาวนิตย์ สงคราม (2556) และนภาพรณี เพียงดวงใจ (2558) โดยมีรายการประเมิน 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) ด้านคุณค่า และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

#### 2. แนวคิดเกี่ยวกับการรู้สิ่งแวดล้อม

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง การรู้สิ่งแวดล้อมไว้ ดังนี้ สมาคมการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (Hollweg et al., 2011), Morrone, 2000 (อ้างถึงใน วรณิสสา หนูช่วย, 2561: 41), สีขเรศ อำไพ (2559) และวรณิสสา หนูช่วย (2560) สรุปได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรม กระบวนการคิดที่สนับสนุนให้บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยะยาวเพื่อการรักษา ฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อม จากแนวคิดของนักการวิชาการหลายท่าน ดังนี้ สมาคมการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (Hollweg et al., 2011), Simmons (1995), Febriasari and Supriatna (2017), Olson and Murphy (2008) และ Braun et al. (2017) สรุปได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อม มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

### 3. แนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

มีนักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ ดังนี้ ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557: 19-20), พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2557: 71) นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560), ทิศนา ขัมมณี (2562) และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564: 2) สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้เลือกทำโครงงานตามความสนใจ โดยการรวมกลุ่มสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่สนใจ วางแผนการทำโครงงาน ศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งใหม่ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและแนะนำ จากนั้นนำผลงานและประสบการณ์ที่ได้มาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกัน

ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจากแนวคิดของ วิจารย์ พาณิช (2555), ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557), นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560), สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2560), คณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564), Fried-booth, 1987 และ Ribe & Vidal, 1993 สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ในขั้นนี้ผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหา

ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ ในขั้นนี้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสารจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินงานและปฏิบัติตามแผนที่กำหนด โดยดำเนินการออกแบบและสร้างนวัตกรรม

ขั้นที่ 4 นำเสนอ ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำเสนอผลงานนวัตกรรมที่ได้ โดยนำเสนอตั้งแต่กระบวนการพัฒนานวัตกรรม ขั้นตอนการดำเนินงาน จนถึงการนำนวัตกรรมไปใช้

ขั้นที่ 5 ประเมินผล ในขั้นนี้ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันประเมิน

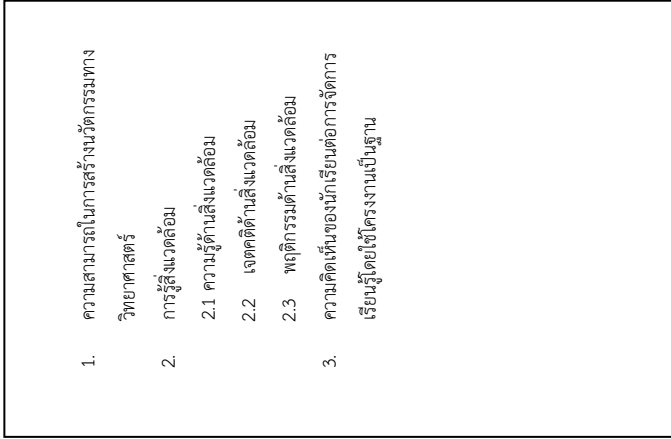
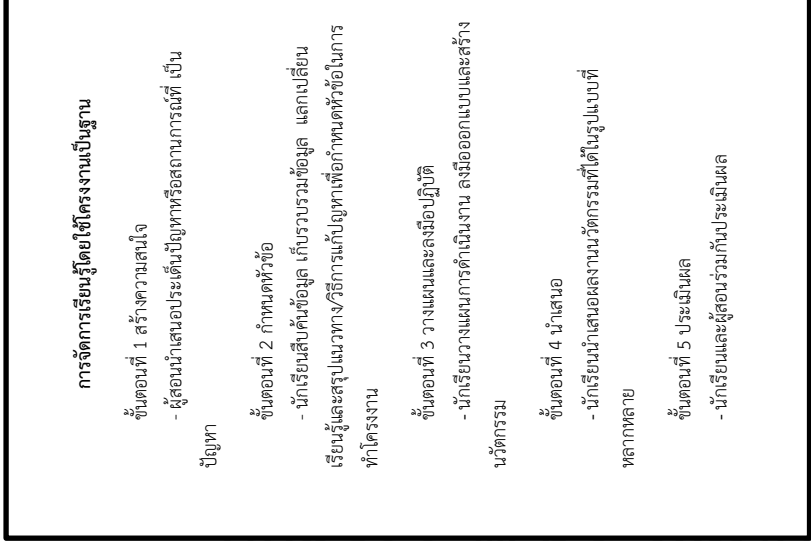
ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กระบวนการและขั้นตอนการพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

ทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 6 ได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัย ดังแผนภูมิที่ 1





<p><b>แนวคิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์</b></p> <p>นพดล เทียมภักย์ (2555), กรมการพัฒนาระดับภูมิภาค (2555), เมวานิตย์ สงคราม (2556) และอนันต์ แก้วร่วมวงศ์ (2559) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ความชำนาญเฉพาะบุคคลที่ทำให้สิ่งใหม่ซึ่งอาจเป็นแนวคิด การกระทำ สิ่งประดิษฐ์ หรือ การพัฒนาสิ่งเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ที่ได้รับ</p>	<p><b>แนวคิดการรู้สิ่งแวดล้อม</b></p> <p>สมาคมการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (Holweg et al, 2011), Morrone, 2000, ลิขเรศ อ่ำไพ (2559) และวรรณิสา หนูช่วย (2560) การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรม กระบวนการคิดที่สนับสนุนให้บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยหายากเพื่อการรักษา พื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม มี 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม</p>	<p><b>แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน</b></p> <p>วิจารณ์ พานิช (2555), ดุษฎี โยพลาและคณะ (2557), นันทน์กมล นิยมทรัพย์ (2560), สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2560), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564), Fried-booth, 1987 และ Ribe &amp; Vidal, 1993 การจัดการเรียนรู้โดยการทำโครงการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนลงมือปฏิบัติและมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ โดยผู้สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ นักเรียนสามารถค้นพบคำตอบโดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดหัวข้อที่สนใจ วางแผนและลงมือปฏิบัติปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้ ผ่านการสร้างนวัตกรรมแล้วเขียนรายงานและนำเสนอผลงาน ซึ่งประกอบด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน 5 ขั้นตอน</p>
---	---	---



แผนภูมิที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### คำถามการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับใด
2. การรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นอย่างไร โดย
  - 2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียนหรือไม่
  - 2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับใด
  - 2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่อยู่ในระดับใด
3. ความคิดเห็นของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับใด

### วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. เพื่อศึกษาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดย
  - 2.1 เปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
  - 2.2 ศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
  - 2.3 ศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
3. เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

### สมมติฐานของการวิจัย

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดี
2. การรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีการพัฒนา โดย

2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน

2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

3. ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

### ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา ตำบลสามง่าม อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน นักเรียน 76 คน ซึ่งจัดนักเรียนแบบคละความสามารถในแต่ละห้อง

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) จำนวน 1 ห้องเรียน นักเรียน 39 คน

#### 2. ตัวแปรที่ศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 การรู้สิ่งแวดล้อม

2.2.2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

#### 3. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมในรายวิชาชีววิทยา ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

#### 4. ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้ระยะเวลาในการวิจัยจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็น 12 ชั่วโมง

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกันผู้วิจัยได้กำหนดนิยาม ขอบเขต หรือความหมายของศัพท์เฉพาะต่าง ๆ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้เลือกทำโครงงานตามความสนใจ โดยการรวมกลุ่มสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่น่าสนใจ วางแผนการทำโครงงาน ศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งใหม่ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและแนะนำ จากนั้นนำผลงานและประสบการณ์ที่ได้มาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกัน ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ ขั้นที่ 4 นำเสนอ และขั้นที่ 5 ประเมินผล

2. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความชำนาญเฉพาะของบุคคลที่ทำให้สิ่งใหม่เกิดขึ้นซึ่งอาจเป็นแนวคิด การกระทำ สิ่งประดิษฐ์ หรืออาจเป็นการพัฒนาสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งสร้างขึ้นโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ ซึ่งวัดได้จากระดับคะแนนที่ได้จากการสร้างนวัตกรรมของนักเรียน โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งมีลักษณะเป็นรูบรีค (Rubric score) 3 ระดับ มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มี 5 ตัวชี้วัด 2) ด้านคุณค่า มี 4 ตัวชี้วัด และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม มี 1 ตัวชี้วัด

3. การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความเข้าใจ เจตคติ ทักษะ และกระบวนการคิดที่สนับสนุนให้บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยะยาวเพื่อการรักษา ฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัดได้จากคะแนนที่ได้จากการประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีรายการประเมิน 3 ด้าน คือ

1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ สิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับต่าง ๆ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0

## คะแนน

2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจของบุคคลที่แสดงถึงความใส่ใจ ความตระหนัก และความรับผิดชอบในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ซึ่งวัดโดยใช้แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม มี 3 ตัวชี้วัด 2) ด้านการนำกลับมาใช้อีก มี 3 ตัวชี้วัด 3) ด้านการแปรสภาพขยะให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ มี 3 ตัวชี้วัด และ 4) ด้านพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม มี 3 ตัวชี้วัด

3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง พฤติกรรมของแต่ละบุคคลที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม มีลักษณะเป็นรูบริก (Rubric score) 3 ระดับ มีองค์ประกอบ 7 ข้อ

4. ความคิดเห็น หมายถึง ระดับความรู้สึกรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงงานเป็นฐานซึ่งได้มาจากการตอบแบบสอบถามความคิดเห็น ลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านบรรยากาศ มี 3 ตัวชี้วัด 2) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มี 4 ตัวชี้วัด และ 3) ด้านประโยชน์ที่ได้รับ มี 3 ตัวชี้วัด

5. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครปฐม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

## ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำไปต่อยอดปรับใช้ในการเป็นนวัตกรรมต่อไป

2. นักเรียนได้พัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อม และสามารถนำทักษะที่ได้ไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม

3. ครูผู้สอนวิชาชีววิทยาได้แนวทางการจัดการเรียนรู้ ที่ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการรู้สิ่งแวดล้อมไปใช้ในการจัดการเรียนรู้

4. ผู้ที่สนใจได้แนวทางในการวิจัยเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนต่อไป

## บทที่ 2

### วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานที่มีต่อความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ด้านสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยได้ศึกษาวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นแนวทางสำหรับงานวิจัย โดยนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) : กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนคงทองวิทยา
2. แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
3. แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
4. แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้สิ่งแวดล้อม
5. แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็น

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) : กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนคงทองวิทยา

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) : วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม

#### สาระชีววิทยา

1. เข้าใจธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การศึกษาชีววิทยาและวิธีการทางวิทยาศาสตร์สารที่เป็นองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต ปฏิกริยาเคมีในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต กล้องจุลทรรศน์ โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์การแบ่งเซลล์และการหายใจระดับเซลล์

2. เข้าใจการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดีเอ็นเอ โครโมโซม สมบัติและหน้าที่ของสารพันธุกรรม การเกิดมิวเทชัน เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอ หลักฐานข้อมูลและแนวคิดเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ภาวะสมดุลของฮาร์ดี-ไวน์เบิร์ก การเกิดสปีชีส์ใหม่ ความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และอนุกรมวิธาน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

3. เข้าใจส่วนประกอบของพืช การแลกเปลี่ยนแก๊สและคายน้ำของพืช การลำเลียงของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ของพืชดอกและการเจริญเติบโต และการตอบสนองของพืช รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

4. เข้าใจการย่อยอาหารของสัตว์และมนุษย์การหายใจและการแลกเปลี่ยนแก๊ส การลำเลียงสารและการหมุนเวียนเลือด ภูมิคุ้มกันของร่างกาย การขับถ่าย การรับรู้และการตอบสนองการเคลื่อนที่ การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโต ฮอโมนกับการรักษาคุณภาพ และพฤติกรรมของสัตว์ รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

5. เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศประชากร และรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไข้ปัญหา

จากสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ข้างต้น ผู้วิจัยเลือกสาระชีววิทยา มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 เข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ความหลากหลายของไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ประชากรและรูปแบบการเพิ่มของประชากร ทฤษฎาการธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและผลกระทบที่เกิดจากการใช้ประโยชน์และแนวทางการแก้ไข้ปัญหา โดยผู้วิจัยเลือกผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางใน มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 ดังนี้



ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
<p>ว 4.5 ม.6/9 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และ สิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการปล่อยน้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์และยังไม่ได้ได้รับการบำบัดลงสู่แหล่งน้ำทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ</li> <li>- การตรวจสอบคุณภาพน้ำนิยมใช้การหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ในน้ำใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ</li> <li>- การจัดการทรัพยากรน้ำ เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดควรมีการวางแผนการใช้น้ำ การแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำ รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้น้ำอย่างถูกต้อง</li> </ul>
<p>ว 4.5 ม.6/10 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุป ปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหา</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ ซึ่งเกิดได้ทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์</li> <li>- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น การเกิดพายุ การเกิดไฟฟ้า และการเกิดแก๊สพิษ จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์</li> </ul>



ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่าง ๆ</li> <li>- การจัดการทรัพยากรอากาศควรประกอบด้วย การกำหนดนโยบาย และวางแผนงานเพื่อป้องกันและแก้ไข รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการดูแลรักษาคุณภาพอากาศ</li> </ul>
ว 4.5 ม.6/11 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการกระทำของมนุษย์</li> <li>- การจัดการทรัพยากรดินเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด ควรมีการป้องกันและการแก้ปัญหาการเกิดมลพิษและความเสื่อมโทรมของดิน รวมทั้งการปลูกจิตสำนึกในการใช้ดินอย่างถูกต้อง</li> </ul>
ว 4.5 ม.6/12 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้	<ul style="list-style-type: none"> <li>- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงอาจมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด หรืออาจมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การตัดไม้ทำลายป่า การบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อครอบครองที่ดิน การเผาป่า การทำเหมืองแร่</li> <li>- พื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงทำให้ภูมิประเทศมีสภาพแห้งแล้ง เกิดอุทกภัย เกิดการพังทลายของดิน ตลอดจนการเพิ่มขึ้นของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ทำให้สัตว์ป่าและพืชพรรณธรรมชาติลดจำนวนลงหรือสูญพันธุ์ได้</li> </ul>

ตารางที่ 1 ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้แกนกลางในมาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 (ต่อ)

ผลการเรียนรู้	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การจัดการทรัพยากรป่าไม้ควรจัดการให้มีทรัพยากรป่าไม้คงอยู่อย่างยั่งยืนหรือเพิ่มขึ้น เช่น การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์ ส่งเสริมการปลูกป่าป้องกันการบุกรุกป่า การใช้ไม้อย่างมีคุณค่าและมีประสิทธิภาพ รวมถึง</li> </ul>

	การปลูกจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ป่าไม้
ว 4.5 ม.6/13 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การลดจำนวนลงของสัตว์ป่าเป็นผลเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์เป็นส่วนใหญ่ คือ การทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยลดลงและการล่าสัตว์ป่า</li> <li>- การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าควรมีการดำเนินการให้มีพื้นที่ป่าไม้เพื่อการอยู่อาศัยอย่างเพียงพอรวมทั้งการไม่ทำร้ายสัตว์ป่าหรือทำให้สัตว์ป่าลดจำนวนลงรวมทั้งการปลูกจิตสำนึกให้ช่วยกันอนุรักษ์</li> </ul>

## หลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนคงทองวิทยา

### 2.1 วิสัยทัศน์

“มุ่งพัฒนานักเรียนคงทองวิทยาให้มีความรู้ มีคุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นคนดี และมีทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ และการดำรงชีวิตอย่างมีศักยภาพ”

### 2.2 พันธกิจ

โรงเรียนคงทองวิทยา มุ่งมั่นจะดำเนินงานให้บรรลุวิสัยทัศน์โดยการประสานความร่วมมือเพื่อตอบสนองความต้องการ ความคิดเห็นของผู้ปกครองและชุมชน โดยดำเนินการดังนี้

1. ส่งเสริมการปฏิรูปการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาคุณภาพ คุณธรรม จริยธรรม ของผู้เรียน โดยการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศ บรรยากาศ สิ่งแวดล้อม และแหล่งการเรียนรู้
2. พัฒนาคุณภาพการศึกษา เพื่อการพัฒนาคุณภาพภายในและภายนอก
3. กระจายอำนาจการบริหาร โดยเน้นการมีส่วนร่วมทุกฝ่าย
4. ส่งเสริมสร้างความเข้มแข็งให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา

โรงเรียนคงทองวิทยามีหลักการ จุดหมาย สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน คุณลักษณะอันพึงประสงค์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

### คำอธิบายรายวิชาชีววิทยา

## คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

รหัสวิชา ว33256 วิชาชีววิทยา 6  
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศ กระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ การเกิดไบโอมกนิพีเคชัน วัฏจักรสารในระบบนิเวศ ไบโอมชนิดต่าง ๆ การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ศึกษาเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กำเนิดของชีวิต อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ศึกษาเกี่ยวกับประชากร ความหนาแน่น และการแพร่กระจายของประชากร ขนาดของประชากร รูปแบบการเพิ่มของประชากร การรอดชีวิตของประชากร ประชากรมนุษย์ ศึกษาเกี่ยวกับมนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหาและการจัดการ หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และชนิดพันธุ์ต่างถิ่นต่อสภาพแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ

เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่รู้ มีความสามารถในการตัดสินใจนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ มีความซื่อสัตย์สุจริต มีวินัย ใฝ่เรียนรู้ มุ่งมั่นในการทำงาน มีคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

รหัสผลการเรียนรู้ ว 4.2 ม.6/1, ม.6/2, ม.6/3, ม.6/4, ม.6/5

ว 4.5 ม.6/1, ม.6/2, ม.6/3, ม.6/4, ม.6/5, ม.6/6, ม.6/7, ม.6/8, ม.6/9, ม.6/10, ม.6/11, ม.6/12, ม.6/13

รวมทั้งหมด 18 ผลการเรียนรู้

### โครงสร้างรายวิชา

รหัสวิชา ว33256

รายวิชา ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ภาคเรียนที่ 2

จำนวน 60 ชั่วโมง

จำนวน 1.5 หน่วยกิต

อัตราส่วน การเรียนกับการสอบ = 70 : 30

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชา ว33256 ชีววิทยา 6

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน/ ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
1	ระบบนิเวศ	ว 4.5 ม.6/1, ม.6/2, ม.6/3, ม.6/4, ม.6/5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระบวนการถ่ายทอดพลังงาน ในระบบนิเวศ</li> <li>- การเกิดไบโอมแกนิฟิเคชัน และแนวทางในการลดการเกิดไบโอมแกนิฟิเคชัน</li> <li>- วัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส</li> <li>- ลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลกเช่น ไบโอมทุนดรา ไบโอมสะวันนา ไบโอมทะเลทราย</li> <li>- การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ</li> </ul>	16	20

ตารางที่ 2 โครงสร้างรายวิชา ว33256 ชีววิทยา 6 (ต่อ)

หน่วย ที่	ชื่อหน่วย การเรียนรู้	มาตรฐาน/ผล การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
2	มนุษย์กับความ ยั่งยืนของ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	ว 4.5 ม.6/9, ม.6/10, ม.6/11, ม.6/12, ม.6/13	- ปัญหาและสาเหตุที่เกิดกับ ทรัพยากรน้ำ อากาศ ดิน ป่า ไม้และสัตว์ป่า - ผลกระทบที่เกิดจากมลพิษ ทางน้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้และ สัตว์ป่า - แนวทางการป้องกันและ แก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำ อากาศ ดิน ป่าไม้และสัตว์ป่า	12	20
3	ประชากร	ว 4.5 ม.6/6, ม.6/7, ม.6/8	- ลักษณะเฉพาะของประชากร ของสิ่งมีชีวิตบางชนิด - การเพิ่มของประชากรแบบ เอ็กโพเนนเชียลและการเพิ่ม ของประชากรแบบลอจิสติก - ปัจจัยที่ควบคุมการเติบโต ของประชากร	9	10
4	ความหลากหลาย ทางชีวภาพ	ว 4.2 ม.6/1, ม.6/2, ม.6/3, ม.6/4, ม.6/5	- ความสำคัญของความ หลากหลายทางชีวภาพ และ ความเชื่อมโยงระหว่างความ หลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายของสปีชีส์ และความหลากหลายของ ระบบนิเวศ - การเกิดเซลล์เริ่มแรกของ สิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	22	20
<b>สอบปลายภาค</b>				<b>1</b>	<b>30</b>
<b>รวมตลอดภาคเรียน</b>				<b>60</b>	<b>100</b>

จากหลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนคงทองวิทยา จังหวัดนครปฐม ผู้วิจัยได้พัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมเป็นเวลา 12 คาบ โดยใช้มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ ว 4.5 ม.6/9-13

## 2. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

นักวิชาการได้กำหนดชื่อเรียกแนวทางการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบ Project-Based Learning (PBL) ไว้อย่างหลากหลาย เช่น การเรียนการสอนแบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน และการสอนแบบโครงงาน เป็นต้น ส่วนในงานวิจัยเล่มนี้จะใช้คำว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) ซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้นิยามความหมายไว้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังนี้

ดุชฎี โยเหลา และคณะ (2557: 19-20) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่า หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่มีครูเป็นผู้กระตุ้นเพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรม ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟังและการสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่ม ที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงานและได้ผลการจัดกิจกรรมเป็นผลงานแบบรูปธรรม สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข (2557: 71) ซึ่งกล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานหมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้สิ่งประดิษฐ์ หรือวิธีการใหม่ด้วยตัวนักเรียนเองโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญเป็นที่ปรึกษาโดยที่ทั้งครูและนักเรียนยังไม่เคยรู้คำตอบ ประสบการณ์ หรือยังไม่เคยมีองค์ความรู้ในเรื่องนั้นมาก่อน และนั่นทันทรัส นิยมทรัพย์ (2560) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การใช้โครงงานซึ่งเป็นเป้าหมายเชิงประจักษ์หรือตัวผลผลิตเข้ามาช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ระหว่างการสร้างผลผลิตนั้นทำให้ผู้เรียนได้ทั้งกระบวนการเรียนรู้และผลผลิตจากกระบวนการนั้นไปพร้อมกัน ซึ่งสัมพันธ์กับทิตินา แคมมณี (2562) ที่ได้ให้ความหมายไว้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงงานที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่น่าสนใจ วางแผนในการทำโครงงานร่วมกัน ศึกษาข้อมูล ความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดเห็น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด และสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้น

พื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564: 2) ได้สรุปความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานว่า หมายถึง การเรียนรู้ที่จัดประสบการณ์ในการปฏิบัติงานให้แก่แก่นักเรียน เหมือนกับการทำงานในชีวิตจริงอย่างมีระบบ เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรง ได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ ใช้วิธีการหาความรู้ ความจริงอย่างมีเหตุผล ได้ออกแบบประดิษฐ์ชิ้นงาน ทำการทดลอง ทดสอบประสิทธิภาพ ได้พิสูจน์สิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง รู้จักวางแผนการทำงาน ฝึกการเป็นผู้นำผู้ตาม ตลอดจนได้พัฒนากระบวนการคิดโดยเฉพาะการคิดขั้นสูง บนพื้นฐานของความพอเพียงและการประมาณตนเอง โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้น เพื่อนำความสนใจที่เกิดจากตัวนักเรียนมาใช้ในการทำกิจกรรมค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง นำไปสู่การเพิ่มความรู้ที่ได้จากการลงมือปฏิบัติ การฟัง และการสังเกตจากผู้รู้ โดยนักเรียนมีการเรียนรู้ผ่านกระบวนการทำงานเป็นกลุ่มที่จะนำมาสู่การสรุปความรู้ใหม่ มีการเขียนกระบวนการจัดทำโครงงาน และจัดแสดงผลงานที่เป็นรูปธรรม

จากความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้เลือกทำโครงงานตามความสนใจ โดยการรวมกลุ่มสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่สนใจ วางแผนการทำโครงงาน ศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติตามแผนจนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งใหม่ โดยมีครูเป็นผู้กระตุ้นและแนะนำ จากนั้นนำผลงานและประสบการณ์ที่ได้มาอภิปราย แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และสรุปผลการเรียนรู้ร่วมกัน

## 2.2 ความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่จะส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงคุณค่าและความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ ดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ พเยาว์ ยินดีสุข และราเชน มีศรี (2556: 18-19) ได้กล่าวถึงคุณค่าของการสอนคิดด้วยโครงงานเป็นฐาน สรุปได้ว่า การสอนคิดด้วยโครงงานเป็นฐาน เป็นการจัดการเรียนการสอนแบบบูรณาการ ส่งผลให้เกิดการพัฒนาพหุปัญญา พัฒนาสมองซีกซ้ายและขวา พัฒนานักเรียนเชิงรุก พัฒนาสมรรถนะทางการคิดและพัฒนารากฐานที่แสดงความเข้าใจอย่างคงทน ซึ่งเป็นความเข้าใจอย่างลึกซึ้งที่สามารถนำความรู้ไปใช้ไปประยุกต์ สรุปแล้วเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย และสุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556: 157) กล่าวในทำนองเดียวกับถึงความสำคัญของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานว่า ทำให้นักเรียนรู้จักทำงานเป็นทีม นักเรียนจะต้องเรียนรู้ซึ่งกันและกัน รู้จักความสามารถ ความถนัด ความสนใจของเพื่อนร่วมงาน เรียนรู้การทำงานกลุ่ม เรียนรู้การอยู่ร่วมกันอย่างเป็นประชาธิปไตย รู้จักให้อภัยซึ่งกันและกัน ได้มีการพัฒนาทักษะการคิด เช่น รู้จักการคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ คิดประเมินค่า คิดวินิจฉัย และเรียนรู้ควบคู่ไปกับกระบวนการ มีการศึกษาค้นคว้าหาความรู้เป็นไปอย่างอิสระตามความความ

ถนัดและความสนใจของนักเรียน และอัญชลี ทองแถม (2561: 196-197) ได้กล่าวถึงความสำคัญของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning - PBL) ในทำนองเดียวกันว่า เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้ปัญหาจริง เป็นการเรียนรู้และวิธีแสวงหาความรู้บนพื้นฐานแนวคิดของ John Dewey ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) จะประกอบด้วย การรู้ (Knowing) และการลงมือกระทำ (Doing) ความรู้และความสามารถในการใช้ความรู้นั้น ๆ เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ในการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม โดยนักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ไขปัญหา พัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

จากความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานจะส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริงโดยการลงมือปฏิบัติ ได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองทำให้เกิดความรู้ที่ความคงทน เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ได้พัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การคิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ ประเมินค่า และได้ฝึกการทำงานร่วมกับผู้อื่น

### 2.3 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้แต่ละวิธีมีลักษณะที่แตกต่างกัน ดังนั้นนักวิชาการหลายท่านจึงได้กล่าวถึงลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2542: 4) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ไว้ดังนี้

1. ประเด็นปัญหาที่นำมาจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ สงสัย ต้องการหาคำตอบ
2. แนวทางในการแก้ปัญหาหรือหาคำตอบ การหาคำตอบควรเป็นการศึกษาด้วยตนเองอย่างมีระบบ มีวิธีการศึกษาหลายวิธี ซึ่งครอบคลุมถึงการแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่น โดยศึกษาจากแหล่งการเรียนรู้ที่หลากหลาย มีครูเป็นที่ปรึกษาตลอดกระบวนการทำงาน
3. การสรุปองค์ความรู้ ข้อค้นพบ ควรเป็นการสรุปความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้ กระตุ้นให้ผู้เรียนต้องการศึกษาหาคำตอบอย่างต่อเนื่อง และสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้ ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานได้หลายประเภท ทั้งนี้ขึ้นกับเกณฑ์ที่ใช้ในการจำแนก

ในที่นี้จะขอแบ่งโครงงานโดยใช้เกณฑ์การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่



1) โครงการตามสาระการเรียนรู้ เป็นโครงการที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามเนื้อหาสาระที่หลักสูตรหรือผู้สอนกำหนดไว้ ลักษณะของกิจกรรมจะเป็นการบูรณาการความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเป็นพื้นฐานในการกำหนดโครงการ

2) การปฏิบัติโครงการตามความสนใจ เป็นโครงการที่ผู้เรียนกำหนดขึ้นตามความถนัด ความสนใจ และความต้องการที่หลากหลายซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาหรือหลักสูตรที่กำลังเรียนอยู่หรือไม่ก็ได้

อย่างไรก็ตามการทำโครงการนี้ต้องอาศัยความรู้ ทักษะ คุณธรรม จริยธรรมและค่านิยมจากกลุ่มสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่นักเรียนมีมาก่อนมาบูรณาการเพื่อกำหนดเป็นโครงการ และการปฏิบัติตามความสนใจ ทั้งนี้ ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน ครูผู้สอนอาจตั้งคำถามเพื่อใช้เป็นแนวทางดำเนินการ ดังนี้

1. ต้องการให้นักเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ใดหรือมาตรฐานใด
2. ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร
3. สถานการณ์ในชีวิตจริงหรืออาชีพใดที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้
4. ปัญหาอะไรที่จะนำมาใช้ภายใต้เงื่อนไขคำถามในข้อ 1 - 3
5. มีแหล่งเรียนรู้ใดที่นักเรียนต้องการ เช่น หนังสือ เว็บไซต์ อุปกรณ์ เครื่องมือที่สนับสนุนการเรียนรู้
6. ให้การสนับสนุนหรือช่วยเหลือการเรียนรู้ของนักเรียนได้อย่างไร
7. มีการจัดกลุ่มนักเรียนอย่างไรเพื่ออำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และจะมีกฎระเบียบอย่างไร
8. การประเมินผลแบบใดบ้างที่นำมาใช้ในการประเมินพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียน

9. ให้นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใด

10. ให้ข้อมูลสะท้อนกลับต่อการเรียนรู้ของนักเรียนอย่างไร เมื่อครูผู้สอนตอบคำถามเหล่านี้เรียบร้อยแล้ว ผู้สอนย่อมมั่นใจได้ว่าผู้สอนมาถูกทางและพร้อมที่จะออกแบบการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานได้ เพื่อให้ผู้เรียนใช้กระบวนการเรียนรู้ การคิดและการทำงานร่วมกัน ผู้เรียนแสวงหาความรู้และสร้างคำอธิบายด้วยตนเองเพื่อตอบคำถามสำคัญของปัญหาที่ทำโครงการ

จรรยา พิชัยคำ (2559: 7-8) กล่าวถึง ลักษณะของการเรียนรู้โดยการทำโครงการ ไว้ดังนี้

การเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานจะช่วยผู้เรียนให้สามารถนำความรู้ที่ได้มาจากการเรียนรู้ทั้งในและนอกห้องเรียนมาปรับใช้ในการทำโครงการ ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสในการเรียนรู้และพัฒนาในหลายด้านควบคู่กันไป ดังนี้

1. ผู้เรียนต้องเอาความรู้ที่ได้จากแหล่งการเรียนรู้บูรณาการเข้ากับกิจกรรมที่ให้ผู้เรียนได้ลงมือทำ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่ด้วยการศึกษาค้นคว้าหาความหมาย การแก้ปัญหาและเรียนรู้จากการค้นพบด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนต้องสร้างกำหนดความรู้จากความคิดหรือแนวคิดที่มีอยู่แล้วกับความคิดหรือแนวคิดที่เกิดขึ้นใหม่ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนความรู้ให้เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ใหม่

3. การที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านโครงงาน ทำให้มองเห็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดกับข้อเท็จจริง ซึ่งจะถูกเชื่อมโยงเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน ในลักษณะของความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงอันจะสามารถนำไปใช้ในสถานการณ์อื่นได้

4. การเรียนรู้จากโครงงานถือได้ว่าเป็นการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม เพราะทุกคนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหา มีการร่วมคิดร่วมทำงาน ส่งผลให้เกิดการค้นพบกระบวนการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ได้ด้วยตนเอง สามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์และแลกเปลี่ยนพื้นฐานความรู้เป็นลักษณะของการเรียนรู้ร่วมกัน (Collaborative learning)

5. ความรู้ความสามารถต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวผู้เรียนจะถูกกระตุ้นให้ได้แสดงออกอย่างเต็มທີ່ขณะที่ปฏิบัติกิจกรรม เช่นเดียวกับทักษะต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต เช่น ทักษะการทำงาน ทักษะการอยู่ร่วมกัน ทักษะการจัดการ เป็นต้น ก็จะถูกเอามาใช้อย่างเต็มตามศักยภาพในขณะที่ร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำโครงงาน

6. การเรียนรู้แบบโครงงานยังช่วยส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมทั้งหลายก็จะถูกปลูกฝัง และสั่งสมในตัวผู้เรียน ได้แก่ การปลูกฝังวัฒนธรรมเป็นประชาธิปไตย การรู้จักรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ความอดทน เสียสละ รู้จักให้อภัยในความผิดพลาดของผู้อื่น

7. การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานจึงต้องเน้นและให้ความสำคัญกับตัวผู้เรียนโดยมุ่งให้ผู้เรียนได้พัฒนาขีดความสามารถของตนเองอย่างเต็มตามศักยภาพ มีความสมดุลทั้งด้านจิตใจ ร่างกาย สติปัญญา และสังคม เป็นผู้รู้จักคิดวิเคราะห์ รู้สึกรักการเรียนรู้ มีความสุขในการเรียนเพราะได้เรียนรู้ได้ทำในสิ่งที่ตนเองชอบและพอใจ เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถพึ่งตนเองได้ มีวินัย มีความรับผิดชอบ มีทักษะจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและทักษะทางอาชีพ รู้จักการทำงานร่วมกับผู้อื่น ฝึกฝนการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เป็นอย่างดี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564: 9-10) กล่าวถึงสิ่งสำคัญที่เป็นองค์ประกอบหลักของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) ประกอบด้วย

1. ก้าวแรกของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) ไปใช้ในการศึกษาสถานการณ์ที่เป็นปัญหา

2. ครูขับเคลื่อนการเรียนรู้ด้วยการใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการหาคำตอบ

3. นักเรียนทำการสืบค้นข้อมูล และใช้อุปกรณ์สื่อต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกในการวางแผน ออกแบบการทำงานและสร้างชิ้นงาน

4. นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมแบบ Active Learning

5. นักเรียนสามารถน้อมนำศาสตร์พระราชาเรื่องปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง มาร่วมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL)

6. นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญจากการเรียนรู้ทั้ง 5 ด้าน ได้แก่ ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการคิด ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต และความสามารถในการใช้เทคโนโลยี อีกทั้งยังต้องมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ 8 ประการ ได้แก่ ความรักชาติ ศาสนา และพระมหากษัตริย์ ความซื่อสัตย์สุจริต ความมีวินัย การใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง มีความมุ่งมั่นในการทำงาน ความรักในความเป็นไทย และมีจิตสาธารณะ

7. นักเรียนเกิดคุณลักษณะพื้นฐานชัดเจนด้าน 3Rs ได้แก่ การอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และการคำนวณ (Arithmetic) และทักษะ 8Cs ได้แก่ ทักษะด้านการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะในการแก้ปัญหา (Critical Thinking and Problem Solving) ทักษะด้านการสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) ทักษะด้านความเข้าใจต่างวัฒนธรรมต่างกระบวนทัศน์ (Cross-cultural Understanding) ทักษะการร่วมมือ การทำงานเป็นทีมและภาวะผู้นำ (Collaboration Teamwork and Leadership) ทักษะด้านการสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ (Communication Information and Media Literacy) ทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (Computing and ICT Literacy) ทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career and Learning Skills) และความมีเมตตา กรุณา มีวินัย คุณธรรม จริยธรรม (Compassion)

8. ครูสะท้อนคิดในการทำงานเพื่อพัฒนางานและพัฒนานักเรียน

9. นักเรียนได้สร้างผลผลิตที่เป็นนวัตกรรมของตนเองสู่การเป็นนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) นักเรียนจะสามารถบูรณาการการเรียนรู้และทักษะการทำงานร่วมกันจนหลอมรวมเป็นทักษะชีวิต (Life skill) สามารถเข้าใจสภาพปัญหา คิดสร้างสรรค์นวัตกรรมในการแก้ปัญหา ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อตนเอง ชุมชนและสังคมต่อไป

จากลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ดังนี้

1. เรื่องที่นำมาจัดการเรียนรู้ควรเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ
2. การค้นคว้าหาคำตอบควรเป็นการศึกษาด้วยตัวเองโดยใช้วิธีการที่หลากหลาย เป็นระบบ และสามารถแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้อื่นได้

3. การสรุปลงความรู้อาจเป็นการสรุปที่สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้ และมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกับผู้อื่น

4. ในการเรียนรู้ควรมีการเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม โดยเปิดโอกาสให้ทุกคนมีส่วนร่วมในการศึกษา ค้นคว้าหาคำตอบ ตลอดจนแนวทางแก้ไขปัญหา และสามารถนำความรู้ที่ได้รับมาแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

5. นักเรียนควรได้พัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 คุณลักษณะพื้นฐาน สมรรถนะสำคัญ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์ และสามารถแสดงทักษะต่าง ๆ ได้อย่างเต็มศักยภาพ

6. ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและการหาคำตอบ

#### 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานมีขั้นตอนแตกต่างกันตามแนวคิดของนักวิชาการหลายท่าน ดังนี้

Fried Booth and Diana (1987) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานให้สัมฤทธิ์ผลมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นกระตุ้นความสนใจ (stimulus) เป็นการอภิปรายแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 2 การกำหนดเป้าหมายของโครงงาน (Definition of the Project Objective) เป็นการอภิปรายตกลงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของโครงงานซึ่งขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการทำโครงงานด้วย

ขั้นที่ 3 การฝึกหัดด้านทักษะทางภาษา (Practice of Language Skills) แนะนำหน้าที่และรูปแบบภาษาที่จะนำมาใช้ในโครงงาน เช่น สัมภาษณ์ การขอข้อมูลการจดบันทึก การให้คำแนะนำ และการค้นคว้า

ขั้นที่ 4 การออกแบบเครื่องมือ (Design of Written Materials) มีการเตรียมแบบสอบถาม แผนที่ย่อยที่ข้อคำถามที่จำเป็นต่อการเก็บข้อมูล

ขั้นที่ 5 กิจกรรมกลุ่ม (Group Activities) เป็นการเตรียมการเก็บข้อมูล อาจเป็นการทำงานเดี่ยว คู่ กลุ่ม ทั้งในหรือนอกห้องเรียน กิจกรรมขั้นนี้จะเป็นการสัมภาษณ์ สืบค้น รวบรวมข้อเท็จจริง

ขั้นที่ 6 การรวบรวมข้อมูล (Collecting Information) ขั้นนี้อาจทำเป็นกิจกรรมกลุ่ม อาจเป็นการอ่านที่จดบันทึก อธิบายภาพ จัดทำกราฟ เน้นการอภิปราย

ขั้นที่ 7 การจัดระบบข้อมูล (Organization of Material) เรียบเรียงข้อมูลเป็นการพัฒนาผลของโครงงาน มีการอภิปราย ตีความ อ่านข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ และการตรวจสอบ

ขั้นที่ 8 นำเสนอผลงาน (Final Presentation) ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบนิพนธ์ แผนภาพ คู่มือแนะนำ จุลสาร โฆษณา แผ่นพับ การฉายวีดิทัศน์ หรือการเสนอผลงานปากเปล่า

Ribe & Vidal (1993) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ ดังนี้

1. **ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน (Creative a Good Atmosphere)** เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้สมาชิกในกลุ่มทำงานมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวในการทำงาน เช่น การใช้กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์เข้าช่วยเพื่อให้ผู้เรียนคุ้นเคยและพร้อมที่จะปฏิบัติงานร่วมกัน

2. **ขั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจ (Getting the Class Interested)** เป็นขั้นของการสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นแก่ผู้เรียน ในอันที่จะปฏิบัติงานเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ผู้เรียนสนใจ ซึ่งอาจใช้การระดมสมอง ใช้ดนตรี สไลด์ หรือธรรมชาติเพื่อนำความรู้สึกรักของผู้เรียนให้เขามีส่วนร่วมในการทำงาน

3. **ขั้นเลือกหัวข้อ (Selecting the Topic)** เป็นขั้นของการเจรจาและสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประมวลเป็นหัวเรื่องของโครงการ

4. **ขั้นสร้างโครงร่างของโครงการ (Creating a General Outline of the Project)** เป็นขั้นวางแผนและกำหนดขอบเขตของโครงการ วิเคราะห์ขั้นตอนการทำงาน จัดเตรียมอุปกรณ์ เป็นต้น

5. **ขั้นลงมือปฏิบัติตามหัวเรื่อง (Doing Basic Research Around the Topic)** เป็นขั้นดำเนินการตามโครงร่างของโครงการตามหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกในกลุ่ม

6. **ขั้นรายงานผลการปฏิบัติงานสู่ชั้นเรียน (Reporting to the Class)** เป็นขั้นถ่ายทอดความคิดความรู้สึกสู่ชั้นเรียน อาจเป็นการรายงานด้วยการพูดหรือการเขียน

7. **ขั้นกระบวนการย้อนกลับ (Processing Feedback)** เป็นขั้นของการย้อนกลับโดยการให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาต่อ

วิจารณ์ พาณิช (2555: 71-75) ได้แบ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ตามโมเดลจักรยานแห่งการเรียนรู้แบบ PBL ซึ่งแนวคิดนี้มีความเชื่อว่า หากต้องการให้การเรียนรู้มีพลังและฝังในตัวผู้เรียนได้ต้องเป็นการเรียนรู้ที่เรียนโดยการลงมือทำเป็นโครงการ (Project) ร่วมมือกันทำเป็นทีม และทำกับปัญหาที่มีอยู่ในชีวิตจริง ซึ่งส่วนของวงล้อแต่ละขั้น ได้แก่ Define, Plan, Do, Review และ Presentation ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. **Define** คือ ขั้นตอนการทำให้สมาชิกของทีมงานรวมทั้งครูด้วยมีความชัดเจนร่วมกันว่า คำถาม ปัญหา ประเด็น ความท้าทายของโครงการคืออะไร และเพื่อให้เกิดการเรียนรู้อะไร

2. **Plan** คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ ครูก็ต้องวางแผน กำหนดทางหนีทีไล่ในการทำหน้าที่ได้ๆ รวมทั้งเตรียมเครื่องอำนวยความสะดวกในการทำโครงการของนักเรียน และที่สำคัญเตรียมคำถามไว้ถามทีมงานเพื่อกระตุ้นให้คิดถึงประเด็นสำคัญบางประเด็นที่นักเรียนมองข้าม โดยถือหลักว่า ครูต้องไม่เข้าไปช่วยเหลือจนทีมงานขาดโอกาสคิดเอง แก้ปัญหาเอง นักเรียนที่เป็นทีมงานก็ต้องวางแผนงานของตน แบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบ การประชุมพบปะระหว่างทีมงาน การแลกเปลี่ยนข้อค้นพบ แลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจนเพียงใด งานในขั้น Do ก็จะได้สะดวกเลื่อนไหลดีเพียงนั้น

3. Do คือ การลงมือทำ มักจะพบปัญหาที่ไม่คาดคิดเสมอ นักเรียนจึงจะได้เรียนรู้ทักษะในการแก้ปัญหา การประสานงาน การทำงานร่วมกันเป็นทีม การจัดการความขัดแย้ง ทักษะในการทำงานภายใต้ทรัพยากรจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม ทักษะในการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพกดดัน ทักษะในการบันทึกผลงาน ทักษะในการวิเคราะห์ผล และแลกเปลี่ยนข้อวิเคราะห้กับเพื่อนร่วมทีม เป็นต้น ในขั้นตอน Do นี้ ครูเพื่อศิษย์จะได้มีโอกาสสังเกตทำความเข้าใจและเข้าใจศิษย์เป็นรายคน และเรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่เป็น “วาทยากร” และโค้ชด้วย

4. Review คือ การที่ทีมนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้ ที่ไม่ใช่แค่ทบทวนว่าโครงการได้ผลตามความมุ่งหมายหรือไม่ แต่จะต้องเน้นทบทวนว่างานหรือกิจกรรม หรือพฤติกรรมแต่ละขั้นตอนได้ให้บทเรียนอะไรบ้าง เอาทั้งขั้นตอนที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลวมาทำความเข้าใจ และกำหนดวิธีการใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งเอาเหตุการณ์ระทึกใจ หรือเหตุการณ์ที่ภาคภูมิใจ ประทับใจมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบทบทวนไตร่ตรอง (reflection) หรือในภาษา KM เรียกว่า AAR (After Action Review)

5. Presentation คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน เป็นขั้นตอนที่ให้การเรียนรู้ทักษะอีกชุดหนึ่ง ต่อเนื่องกับขั้นตอน Review เป็นขั้นตอนที่ทำให้เกิดการทบทวนขั้นตอนของงานและการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นอย่างเข้มข้น แล้วเอามานำเสนอในรูปแบบที่เร้าใจ ให้อารมณ์และให้ความรู้ (ปัญญา) ทีมงานของนักเรียนอาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอก็ได้ โดยอาจเขียนเป็นรายงาน และนำเสนอเป็นการรายงานหน้าชั้น มีพาวเวอร์พอยท์ (PowerPoint) ประกอบ หรือจัดทำวิดีโอทัศน์นำเสนอ หรือนำเสนอเป็นละคร เป็นต้น

ดุษฎี โยเหลา และคณะ (2557) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐานที่ปรับจากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุดความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน: จากประสบการณ์ความสำเร็จของโรงเรียนไทย โดยมีทั้งหมด 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน ครูให้ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการทำโครงงานก่อนการเรียนรู้ เนื่องจากการทำโครงงานมีรูปแบบและขั้นตอนที่ชัดเจนและรัดกุม ดังนั้นนักเรียนจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีความรู้เกี่ยวกับโครงงานไว้เป็นพื้นฐาน เพื่อใช้ในการปฏิบัติขณะทำงานโครงงานจริงในขั้นแสวงหาความรู้

2. ขั้นกระตุ้นความสนใจ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยต้องคิดหรือเตรียมกิจกรรมที่ดึงดูดให้นักเรียนสนใจ ใครู้ ถึงความสนุกสนานในการทำโครงงานหรือกิจกรรมร่วมกัน โดยกิจกรรมนั้นอาจเป็นกิจกรรมที่ครูกำหนดขึ้น หรืออาจเป็นกิจกรรมที่นักเรียนมีความสนใจต้องการจะทำอยู่แล้ว ทั้งนี้ในการกระตุ้นของครูจะต้องเปิดโอกาสให้นักเรียนเสนอจากกิจกรรมที่ได้

เรียนรู้ผ่านการจัดการเรียนรู้ของครูที่เกี่ยวข้องกับชุมชนที่นักเรียนอาศัยอยู่หรือเป็นเรื่องใกล้ตัวที่สามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

3. **ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ** ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้ ใช้กระบวนการกลุ่มในการวางแผนดำเนินกิจกรรม โดยนักเรียนเป็นผู้ร่วมกันวางแผนกิจกรรมการเรียนรู้ของตนเอง โดยระดมความคิดและหารือ แบ่งหน้าที่เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติร่วมกัน หลังจากที่ได้ทราบหัวข้อสิ่งที่ตนเองต้องเรียนรู้ในภาคเรียนนั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว

4. **ขั้นแสวงหาความรู้** ในขั้นแสวงหาความรู้มีแนวทางปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม ดังนี้

นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมโครงการตามหัวข้อที่กลุ่มสนใจ นักเรียนปฏิบัติหน้าที่ของตนตามข้อตกลงของกลุ่ม พร้อมทั้งร่วมมือกันปฏิบัติกิจกรรมโดยขอคำปรึกษาจากครูเป็นระยะ เมื่อมีข้อสงสัยหรือปัญหาเกิดขึ้นนักเรียนร่วมกันเขียนรูปเล่ม สรุปรายงานจากโครงการที่ตนปฏิบัติ

5. **ขั้นสรุปสิ่งที่เรียนรู้** ครูให้นักเรียนสรุปสิ่งที่เรียนรู้จากการทำกิจกรรม โดยครูใช้คำถาม ถามนักเรียนนำไปสู่การสรุปสิ่งที่เรียนรู้

6. **ขั้นนำเสนอผลงาน** ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้ โดยครูออกแบบกิจกรรมหรือจัดเวลาให้นักเรียนได้เสนอสิ่งที่ตนเองได้เรียนรู้ เพื่อให้เพื่อนร่วมชั้น และนักเรียนอื่น ๆ ในโรงเรียนได้ชมผลงานและเรียนรู้กิจกรรมที่นักเรียนปฏิบัติในการทำโครงการ

นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560: 93-94) กล่าวว่า กระบวนการเรียนรู้แบบโครงการมี 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. **ขั้นสำรวจความสนใจ** ผู้สอนพิจารณาจุดประสงค์ของการเรียนและกำหนดขอบเขตของโครงการโดยกำหนดพื้นที่ใกล้ตัวผู้เรียน เช่น สภาพการณ์ในชุมชน หมู่บ้าน หรือสถานการณ์ ข่าวสารที่กำลังเป็นที่สนใจและเกี่ยวข้องกับตัวผู้เรียน และกระตุ้นให้ผู้เรียนระบุเรื่องที่ตนเองสนใจสำรวจ ประดิษฐ์ ทดลอง หรือแก้ปัญหาในขอบเขตที่กำหนดตามหลักสูตร

2. **ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน** ผู้สอนแนะนำผู้เรียนให้กำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนเกี่ยวกับที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ของโครงการ แผนการดำเนินงาน และให้ผู้เรียนอธิบายถึงประโยชน์ของโครงการ

3. **ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ** ผู้เรียนวางแผนดำเนินโครงการซึ่งอาจเป็นโครงการประเภทต่างๆ ตามความเหมาะสมเพื่อแก้ปัญหา ทดลอง สำรวจ หรือสิ่งประดิษฐ์ เป็นโครงการเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วนำเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณาให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะ โดยผู้เรียนจะต้องเขียนโครงการซึ่งมีองค์ประกอบ ดังนี้

- 1) ชื่อโครงการ
- 2) หลักการและเหตุผล

- 3) วัตถุประสงค์
- 4) ผู้รับผิดชอบ
- 5) ที่ปรึกษา
- 6) แหล่งความรู้
- 7) สถานที่ดำเนินการ
- 8) ระยะเวลาดำเนินการ
- 9) งบประมาณ
- 10) วิธีดำเนินการ
- 11) เครื่องมือที่ใช้
- 12) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

และเมื่อดำเนินโครงการเสร็จแล้วในรายงานโครงการควรเพิ่มหัวข้อ ดังนี้

- 13) ผลการดำเนินงานหรือผลการทดลองใช้
- 14) ผลการประเมินจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย
- 15) ข้อเสนอแนะ

4. ชั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานตามแผนที่กำหนดไว้ โดยมีผู้สอนคอยสังเกต ติดตาม และให้คำแนะนำ ให้ผู้เรียนได้สังเกต รวบรวมข้อมูล บันทึกผล แก้ปัญหาการทำงาน จัดประชุมปรึกษาหารือและรายงานความก้าวหน้าเป็นระยะ

5. ชั้นประเมินผล ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินผลการดำเนินงานของตนเอง ทั้งก่อน ระหว่าง และหลังดำเนินงาน คือ ก่อนดำเนินงานมีสภาพปัญหา ความพร้อม และปัญหาที่อาจเกิดขึ้นอย่างไรบ้าง ระหว่างดำเนินงานพบปัญหาและมีการแก้ปัญหาอย่างไร มีการปรับเปลี่ยนแผนการดำเนินงานอย่างไร และหลักดำเนินงานมีผลงานหรือผลการศึกษาอะไรเป็นที่พอใจของผู้ดำเนินการอย่างไร ผลการดำเนินงานเป็นประโยชน์มากน้อยเพียงใด และผู้ดำเนินโครงการจะพัฒนาปรับปรุงการดำเนินโครงการให้ดีขึ้นได้อย่างไรบ้าง ในการประเมินผลงานสามารถให้เพื่อน ผู้ปกครอง ครู มีส่วนร่วมในการประเมินผลโดยใช้แบบประเมินผลที่กำหนด

6. ชั้นสรุป รายงานผล และนำเสนอ ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงานแล้ว ให้ผู้เรียนนำเสนอผลงานโดยแสดงข้อมูลให้เห็นเป็นรูปธรรมด้วยชิ้นงาน สิ่งประดิษฐ์ หรือนำเสนอด้วยการใช้แผนภูมิ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริงจากการดำเนินงาน และใช้การจัดนิทรรศการเป็นการนำเสนอก็ได้

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และกระทรวงศึกษาธิการ (2560) ได้นำเสนอขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ 4 ขั้นตอน ดังนี้

1. ชี้นำเสนอ หมายถึง ขั้นตอนที่ครูกำหนดให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ กำหนดสถานการณ์



ศึกษาศานการณั้ เล่นเกม ดูรูปภาพ หรือครูใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนด ในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็น ขั้นตอนของโครงการ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

2. ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิด อภิปราย หรือจนได้ข้อสรุปของกลุ่ม เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3. ขั้นปฏิบัติ หมายถึง ขั้นตอนที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการที่ได้วางแผนร่วมกัน

4. ขั้นประเมินผล หมายถึง ขั้นตอนการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุ จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีครู นักเรียน และเพื่อนร่วมกัน ประเมินผล

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564: 8-9) ได้ปรับปรุง และพัฒนาแนวทางในการจัดทำรูปแบบของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน ดังนี้

1. Define คือ การระบุประเด็นปัญหาที่สนใจ ซึ่งก่อนจะระบุได้นั้นนักเรียนจะได้รับการสร้าง แรงบันดาลใจเพื่อสร้างความสนใจในการเรียนรู้ก่อนปรับพื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโครงการ ดังนั้น การ สร้างแรงบันดาลใจและการให้ความรู้พื้นฐานจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับนักเรียน เพื่อที่จะสามารถนำไป ปรับให้เข้ากับองค์ความรู้เดิมและเปลี่ยนแปลงความคิดให้เป็นองค์ความรู้ใหม่ตามทฤษฎี Constructivism ก่อนการศึกษาปัญหาหรือสถานการณ์ที่ท้าทายเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้

2. Plan คือ การวางแผนการทำงานการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (PBL) เพื่อให้ เกิดองค์ความรู้และนวัตกรรมตามทฤษฎี Constructionism จากประเด็นสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น ด้วยตนเอง สามารถระบุประเด็นปัญหา ตั้งชื่อเรื่อง กำหนดวัตถุประสงค์ ตั้งสมมติฐาน และกำหนดตัว แปร รวมทั้งเตรียมเครื่องมืออำนวยความสะดวกในการทำโครงการของตนเอง ทีมงานต้องวางแผน งาน ตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรของโครงการ แบ่งหน้าที่รับผิดชอบ จัดประชุมกันภายในกลุ่ม แลกเปลี่ยนข้อค้นพบ แลกเปลี่ยนคำถาม แลกเปลี่ยนวิธีการ ยิ่งทำความเข้าใจร่วมกันไว้ชัดเจน เพียงใด การปฏิบัติงานในขั้นต่อไปจะราบรื่นยิ่งขึ้น

3. Do คือ การลงมือปฏิบัติจริง นักเรียนจะได้เรียนรู้ทักษะการออกแบบ วิพากษ์แบบหรือ วิธีการสร้างชิ้นงาน ลงมือประดิษฐ์ชิ้นงาน ทดสอบประสิทธิภาพ ปรับปรุงชิ้นงาน และการแก้ไข ปัญหา รู้จักการประสานงานการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ทักษะการทำงานภายใต้ทรัพยากรที่มีจำกัด ทักษะในการค้นหาความรู้เพิ่มเติม ทักษะการทำงานในสภาพที่ทีมงานมีความแตกต่างหลากหลาย ทักษะการทำงานในสภาพต่าง ๆ ทักษะการรวบรวมผลงาน ทักษะการวิเคราะห์ผลที่เกิดจากการ ทำงาน นอกจากนี้ยังได้แลกเปลี่ยนประเด็นวิเคราะห์กับสมาชิกในกลุ่มเพื่อเป็นการอภิปรายผล

4. Review คือ การที่กลุ่มนักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้จากผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมา ซึ่งนักเรียนสามารถเห็นตนเองว่าเผชิญกับสิ่งใดมาบ้าง ทั้งที่เป็นความสำเร็จและความล้มเหลว มาทำความเข้าใจและกำหนดวิธีทำงานใหม่ที่ถูกต้องเหมาะสม รวมทั้งนำเหตุการณ์ที่เป็นข้อข้องใจ ความภาคภูมิใจ ความประทับใจ มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ดีขึ้น ระบุประโยชน์ และข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาต่อไป ขั้นตอนนี้เป็นการเรียนรู้แบบสะท้อนคิด (reflection) หรือที่เรียกว่า AAR (After Action Review) โดยขั้นตอนนี้ ครูควรมีบทบาทในการทำหน้าที่เป็นผู้ตรวจสอบความรู้ ความเข้าใจ การทำงานหรือวิจารณ์ (Reviewer) โดยน้อมนำศาสตร์พระราชา เรื่องปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงมาใช้ในการสะท้อนคิด หากพบว่านักเรียนประสบผลสำเร็จในการทำงาน ครูควรทำหน้าที่เป็นผู้จัดการ (Organizer) ในการเรียนรู้ให้นักเรียน และจัดกิจกรรมเพื่อให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในระดับกลุ่มหรือชุมชนต่อไป

5. Present คือ การเขียนบรรยายในรูปแบบของรายงาน บทคัดย่อ และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน มีการใช้สื่อชิ้นงาน แผนภาพ โมเดลประกอบ ร่วมกับการบรรยายหรืออาจสร้างนวัตกรรมในการนำเสนอ เพื่อสื่อความหมายให้ผู้รับฟังได้เข้าใจในโครงการที่นักเรียนจัดทำขึ้นได้

6. Service and Expand คือ การเผยแพร่ประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากการทำโครงการต่อสังคม ชุมชน และการต่อยอดนวัตกรรม โดยการเพิ่มเติมแนวคิดอื่น ๆ ให้ชิ้นงานสามารถทำงานได้สมบูรณ์ขึ้นสู่การเป็นนวัตกรรมของนักเรียน ในขั้นตอนนี้ครูจะได้มีโอกาสสังเกต ทำความรู้จักและเข้าใจนักเรียนเป็นรายบุคคล ได้เรียนรู้หรือฝึกทำหน้าที่ผู้อำนวยความสะดวก (Facilitator) ให้แก่นักเรียน

เมื่อดำเนินงานจัดการเรียนรู้โดยใช้ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) เรียบร้อยแล้วจะส่งผลให้นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมที่เป็นชิ้นงานชัดเจน สามารถนำไปใช้บริการชุมชนและสังคมได้ตามบริบทของพื้นที่นั้น ๆ

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน สรุปได้ดังตาราง  
 ตารางที่ 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL)							
วิจารณ์ พาณิช (2555)	ดุชนัน โยเหลลา และคณะ (2557)	นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560)	สำนักงานเลขาธิการ สภากาชาดศึกษา และ กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	สำนักงาน คณะกรรมการ การศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564)	Fried Booth and Diana (1987)	Ribe & Vidal (1993)	ผลการสังเคราะห์ ขั้นตอนการจัดการ เรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นฐานของผู้วิจัย
-	ขั้นให้ความรู้พื้นฐาน คือ ครูให้ความรู้ พื้นฐานเกี่ยวกับการทำงานก่อนการ เรียนรู้	-	-	-	-	-	-
-	-	-	ผู้นำเสนอ คือ ผู้สอน ให้ผู้เรียนศึกษาไป ความรู้ สถานการณ์ต่าง ๆ	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	ขั้นสร้างบรรยากาศ ใน ชั้นเรียน คือ ชั้นเตรียม ความพร้อมให้สมาชิก ในกลุ่มมีความเป็น อันหนึ่งอันเดียวในการ ทำงาน	-

ตารางที่ 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning :PBL) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL)							
วิจารณ์ พาณิช (2555)	คุณฉวี โยเหลาและคณะ (2557)	นันทน์ภัต นิยมทรัพย์ (2560)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และ กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564)	Fried Booth and Diana (1987)	Ribe & Vidal (1993)	ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของผู้วิจัย
	ขั้นกระตุ้นความสนใจ คือ ครูเตรียมกิจกรรมที่จะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน	ขั้นสำรวจความสนใจ คือ ผู้สอนพิจารณาจุดประสงค์ของการเรียนรู้และกำหนดขอบเขตของโครงงาน	-	-	ขั้นกระตุ้นความสนใจ คือ การอภิปรายแสดงความคิดเห็น และข้อเสนอแนะ	ขั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจ คือ การสร้างความรู้สึกร่วมกัน	ขั้นสร้างความสนใจ คือ ผู้สอนนำเสนอประเด็นปัญหาที่สอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน
ขั้น Define คือ ระบุประเด็นปัญหา	-	ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ คือ ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจน	-	Define คือ การระบุประเด็นปัญหาที่สนใจ	ขั้นกำหนดเป้าหมายของโครงการ คือ การอภิปรายตกลงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของโครงการ	ขั้นเลือกหัวข้อของโครงการ คือ ขั้นตอนการเจรจาและสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประมวลเป็นหัวข้อของโครงการ	ขั้นกำหนดหัวข้อ คือ ผู้เรียนศึกษาเอกสารสืบค้นข้อมูลเพื่อกำหนดหัวข้อโครงการ
-	ขั้นจัดกลุ่มร่วมมือ คือ ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มกันแสวงหาความรู้	-	-	-	ขั้นกิจกรรมกลุ่ม คือ การเตรียมการเก็บข้อมูล	-	-
-	-	-	-	-	ขั้นฝึกหัดด้านทักษะทางภาษา คือ แนะนำหน้าที่และรูปแบบภาษาที่จะนำมาใช้ในการทำโครงการ	-	-

ตารางที่ 3 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning :PBL) (ต่อ)

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL)							
วิจารณ์ พาณิช (2555)	คุณฉวี โยเหลาและคณะ (2557)	นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และ กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564)	Fried Booth and Diana (1987)	Ribe & Vidal (1993)	ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของผู้วิจัย
ขั้น Plan คือ การวางแผนการทำงานในโครงการ	-	ขั้นวางแผนและวิเคราะห์คือ โครงการ ผู้เรียนวางแผนการทำงาน ดำเนินโครงการ	ขั้นวางแผน คือ ผู้เรียน ร่วมกันวางแผน โดยครู ระดมความคิดเห็น อภิปราย ทำข้อสรุป	Plan คือ การวางแผนการทำงาน การจัดการศึกษา เรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเพื่อให้เกิดองค์ความรู้และนวัตกรรม	-	ขั้นสร้างโครงร่างของโครงการ คือ ขั้นวางแผน และกำหนดขอบเขตของโครงการ	ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ คือ ผู้เรียนวางแผนและลงมือปฏิบัติ ตามแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้นวัตกรรม
-	-	-	-	-	ขั้นออกแบบเครื่องมือ คือ การเตรียมแบบสอบถาม แผนที่จะคำถามที่จำเป็นต่อการเก็บข้อมูล	-	-
-	ขั้นแสวงหาความรู้ คือ ในขั้นแสวงหาความรู้มี แนวทางการปฏิบัติสำหรับนักเรียนในการทำกิจกรรม	-	-	-	-	-	-
ขั้น Do คือ การลงมือทำ	-	ขั้นลงมือปฏิบัติหรือ แก้ปัญหา คือ ผู้เรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่กำหนดไว้	ขั้นปฏิบัติ คือ ผู้เรียน ปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุป รายงานผล	Do คือ การลงมือปฏิบัติจริง ออกแบบ สร้าง ชิ้นงาน ทดสอบ ปรับปรุง และแก้ไขปัญหา	-	ขั้นลงมือปฏิบัติตามหัวข้อ เรื่อง คือ การดำเนินงานตามโครงร่างของโครงการ	ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ คือ ผู้เรียนวางแผนและลงมือปฏิบัติ ตามแผนที่กำหนดไว้ เพื่อให้ได้นวัตกรรม

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project-Based Learning : PBL)							
วิจารณ์ พาณิช (2555)	ชั้น Review คือ การที่นักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้	นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560)	สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา และ กระทรวงศึกษาธิการ (2560)	สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ (2564)	Fried Booth and Diana (1987)	Ribe & Vidal (1993)	ผลการสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานของผู้วิจัย
ชั้น Review คือ การที่นักเรียนจะทบทวนการเรียนรู้	ชั้นสรุป รายงานผล และนำเสนอ คือ ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงานแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอผลงาน	ชั้นสรุป รายงานผล และนำเสนอ คือ ผู้เรียนรวบรวมข้อมูล สรุปผล และเขียนรายงานแล้วให้ผู้เรียนนำเสนอผลงาน	-	Review คือ การทบทวนการเรียนรู้จากผลการปฏิบัติงานที่ผ่านมา เพื่อให้เกิดการพัฒนาที่ดีขึ้น	ชั้นจัดระบบข้อมูล คือ การพัฒนาผลของโครงการ	-	-
ชั้น Presentation คือ การนำเสนอโครงการต่อชั้นเรียน	ชั้นนำเสนอผลงาน คือ ครูให้นักเรียนนำเสนอผลการเรียนรู้	ชั้นประเมินผล คือ ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินทั้งก่อน ระหว่าง และหลังดำเนินงาน	-	Present คือ การเขียนบรรยายในรูปแบบของรายงาน บทคัดย่อ และการนำเสนอหน้าชั้นเรียน	ชั้นการรวบรวมข้อมูล คือ อธิบายภาพจัดทำกราฟเพื่อนำเสนอ	ชั้นรายงานผลการปฏิบัติงาน ผู้เรียนคือ ฝ่ายความคิด ความรู้สึกผู้เรียน	ชั้นนำเสนอ คือ ผู้เรียนนำเสนอผลงานนวัตกรรม รวมทั้งกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
-	-	ชั้นประเมินผล คือ ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักการประเมินทั้งก่อน ระหว่าง และหลังดำเนินงาน	ชั้นประเมินผล คือ ขั้นตอนการวัดและประเมินผลตามสภาพจริงโดยประเมินผลร่วมกัน	Service and Expand คือ การขยายต่อสังคม ชุมชน และการต่อยอดนวัตกรรมสู่การเป็นนวัตกรรม	-	ชั้นกระบวนการย้อนกลับ คือ การย้อนกลับโดยการให้ข้อเสนอแนะผู้เรียนถึงแนวทางการปรับปรุงและพัฒนาต่อ	ชั้นประเมินผล คือ ผู้เรียนและผู้สอนประเมินผลร่วมกัน

จากตารางที่ 3 พบว่า ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการ (Project Based Learning : PBL) จากแนวคิดของวิจารณ์ พานิช (2555:71-75), ดุษฎี โยเหลาและคณะ (2557), นันทน์ภัส นิยมทรัพย์ (2560: 93-94), สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2560), สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564: 8-9) Fried Booth and Diana (1987) และ Ribe & Vidal (1993) สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ 5 ขั้นตอน และผู้วิจัยได้นำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ในขั้นนี้ผู้สอนจะเป็นผู้นำเสนอสถานการณ์ที่เป็นประเด็นปัญหา ซึ่งเกี่ยวข้องกับเนื้อหาวิชาชีววิทยาในหน่วยที่ 2 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม โดยใช้รูปแบบการนำเสนอที่หลากหลาย เช่น สื่อวีดิทัศน์ สื่อสิ่งพิมพ์ บทความออนไลน์ พาวเวอร์พอยท์ เป็นต้น เพื่อสร้างความสนใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัยใคร่รู้และค้นหาคำตอบต่อไป

ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ ในขั้นนี้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นหาคำตอบหรือวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยการศึกษาค้นคว้าเอกสารจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่มและระหว่างกลุ่มจากนั้นร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้เพื่อกำหนดหัวข้อในการทำโครงการต่อไป ส่วนครูผู้สอนจะเป็นผู้อำนวยการความสะดวกและผู้ช่วยเท่านั้น

ขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการดำเนินงานและปฏิบัติตามแผนที่กำหนด โดยผู้เรียนจะต้องแบ่งหน้าที่ในการทำงานให้สมาชิกอย่างชัดเจน มีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบและปฏิบัติตามขั้นตอนเพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีประสิทธิภาพและเสร็จตามเวลาที่กำหนด

ขั้นที่ 4 นำเสนอ ในขั้นนี้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มจะต้องนำเสนอผลงานนวัตกรรมที่ได้ โดยนำเสนอตั้งแต่กระบวนการพัฒนานวัตกรรม ขั้นตอนการดำเนินงาน จนถึงการนำนวัตกรรมไปใช้ ซึ่งแต่ละกลุ่มสามารถนำเสนอได้หลากหลายวิธี เช่น นำเสนอหน้าชั้นเรียน นำเสนอผ่านคลิปวิดีโอ นำเสนอผ่านสื่อสังคมออนไลน์ต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 5 ประเมินผล ในขั้นนี้ผู้เรียนและผู้สอนร่วมกันประเมิน เมื่อผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ นวัตกรรมเสร็จสิ้นแล้วให้ผู้เรียนร่วมกันประเมินผลนวัตกรรมของกลุ่มตนเองและกลุ่มอื่น ๆ จากนั้นผู้สอนจะประเมินผลในภาพรวมอีกครั้ง

## 2.5 โครงการกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม

จริยา พิชัยคำ (2559: 5-7) กล่าวถึง การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการเรียนรู้และ นวัตกรรมว่าเป็นสิ่งที่ท้าทายผู้สอน การจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน และการเรียนรู้จริงนั้นต้องเลย (Beyond) การรู้เนื้อหาไปสู่การเข้าใจแท้จริงในระดับที่เอาไปใช้ ในสถานการณ์จริง การเรียนรู้เนื้อหาไปพร้อม ๆ กับการใช้ประโยชน์ในสถานการณ์จริง (วิจารณ์ พานิช, 2555: 30) จึงทำให้ เกิดผลการเรียนรู้ที่ลึกและเชื่อมโยงกว่าคือ รู้จริง ซึ่งขั้นตอน

การเรียนรู้ตามลำดับขั้นจากการรู้จำ เข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) เป็นวิธีสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์จริง ซึ่งมีรากฐานมาจากแนวคิดของ John Dewey ในช่วง ค.ศ. 1859-1952 นักปรัชญาและนักการศึกษาแบบพิพัฒนาการนิยม (Progressive education) ที่เชื่อว่า การศึกษาเป็นการสร้างประสบการณ์ที่ต่อเนื่องโดยมีผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยได้กล่าวว่าการเรียนการสอนแบบโครงงานนั้นจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้รู้อย่างเป็นรูปธรรม ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ตรงกับความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ รวมถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) การเรียนรู้จากการทำงาน การจัดกลุ่มผู้เรียนแบบคละความสามารถ ผู้สอนมีบทบาทเพียงผู้ช่วย คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ลดบทบาทในการถ่ายทอดความรู้โดยการบรรยายลง เน้นการเน้นผู้เรียนปฏิบัติจริงและเน้นการคิดขั้นสูง จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนที่หลากหลาย สอดคล้องกับความสามารถและสนใจของผู้เรียน สอดคล้องกับสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2564: 19) ซึ่งกล่าวว่า ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (PBL) เป็นการส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยศาสตร์พระราชา และการจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning เพื่อพัฒนากระบวนการคิด อีกทั้งยังเปิดโลกทัศน์มุมมองร่วมกันของนักเรียนและครูด้วยการจัดการเรียนการสอนที่เน้นทักษะต่าง ๆ เกิดการเรียนรู้ตลอดเวลาและตลอดชีวิตโดยอาศัยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะการแก้ปัญหา จนเกิดชิ้นงานที่หลากหลายที่เป็นต้นแบบและใช้งานได้จริง ทำให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ ประสบการณ์ที่แปลกใหม่ และต่อยอดในการพัฒนาชิ้นงานต่อไป

จากโครงงานกับการพัฒนาทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะด้านนวัตกรรมเป็นกระบวนการที่ทำทนาย ซึ่งผู้สอนจะต้องจัดการเรียนรู้โดยเน้นให้ผู้เรียนเรียนรู้จากประสบการณ์จริง เน้นให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง เน้นการคิดขั้นสูง และจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับความสามารถและความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในสถานการณ์จริง อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามลำดับขั้นจากการรู้จำ เข้าใจ นำไปประยุกต์ใช้ วิเคราะห์ ประเมิน และสร้างสรรค์ โดยครูมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้

## 2.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงสิ่งทีนักเรียนจะได้รับจากการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ดังนี้

Fernando (2011: 87-88) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่ได้รับมากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ดังนี้

1. สนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น



2. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แก้ปัญหาในสิ่งที่สงสัยด้วยตนเอง ซึ่งมีประสิทธิภาพมากกว่าการแก้ปัญหาโดยครู

3. สนับสนุนให้เกิดการพัฒนาการคิดวิเคราะห์

4. เพิ่มความพอใจในประสบการณ์เรียนรู้ของนักเรียนและสนับสนุนให้มีเจตคติต่อวิชาที่เรียนได้ดีมากขึ้น

5. ให้นักเรียนมีสมรรถนะทางด้านวิชาการในวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

6. เตรียมตัวนักเรียนสำหรับการเผชิญต่อบริบทการทำงาน

7. สนับสนุนให้นักเรียนได้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

8. ช่วยพัฒนาทักษะการสื่อสารทั้งการเขียนและการพูด

9. ช่วยแก้ปัญหารูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกันของนักเรียน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558: 122-123) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงาน ดังนี้

1. เป็นการสอนที่มุ่งให้ผู้เรียนมีบทบาท มีส่วนร่วมในการจัดกระบวนการเรียนรู้ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเองอย่างละเอียดรอบคอบอย่างเป็นระบบ ใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา (Thinking & Problem solving)

2. ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาข้อมูล มีทักษะด้านคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Computing & Media Literacy) และยังมีทักษะในการสื่อสารข้อมูลสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ (Communication Information & Media Literacy) สร้างองค์ความรู้และสรุปความรู้ได้ด้วยตนเอง มีทักษะในการแก้ปัญหา (Problem solving) มีทักษะกระบวนการเคลื่อนไหวร่างกาย

3. ผู้เรียนได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน มีการยอมรับในความรู้ความสามารถซึ่งกันและกัน รู้จักทำงานร่วมกัน (Collaboration Teamwork) แลกเปลี่ยนความรู้ และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน

4. ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีให้แก่ผู้เรียนในการทำงาน เช่น การสังเกต ความรับผิดชอบ ความซื่อตรง ความเอาใจใส่ ความขยันหมั่นเพียร เป็นคนมีเหตุผล รู้จักพึ่งพาตนเอง ใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

5. ผู้เรียนเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity Innovation) และนำความรู้ ความคิด หรือแนวทางที่ได้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิต หรือในสถานการณ์อื่น ๆ ได้

6. การทำกิจกรรมในโครงงานเป็นการสร้างประสบการณ์ตรง เป็นพื้นฐานทักษะอาชีพและทักษะการเรียนรู้ (Career & Learning Self-reliance) และยังส่งผลให้ผู้เรียนมีทักษะความเข้าใจต่างวัฒนธรรมและกระบวนการทัศน์ (Cross-cultural understanding) และตลอดเวลาของการทำกิจกรรม ผู้เรียนยังได้ใช้ทักษะการอ่าน (Reading) การเขียน (Writing) และการคิดคำนวณ (Arithmetic)

จรรยา พิชัยคำ (2559: 10) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ถือเป็น การจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้รู้จักแก้ปัญหาต่าง ๆ ด้วยตนเอง ซึ่งผลจากการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้วิธีการทำงานตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ของโครงงาน รู้จักวางแผนขั้นตอนการทำงานและทำงานไปตามขั้นตอนที่วางไว้รวมทั้งการประเมินผลการดำเนินงาน เกิดทักษะการทำงานและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนิน ซึ่งตรงตามจุดประสงค์การจัดการศึกษาในปัจจุบันที่ต้องการให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาได้ ซึ่งประโยชน์ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียนอันเนื่องจากการเรียนแบบโครงงานนั้นมีทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกเหนือจากการที่ผู้เรียนจะได้รับการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยตรงแล้ว การเรียนโดยวิธีการทำโครงงานยังส่งผลต่อนักเรียนด้านอื่น ๆ อีกมากมายหลายด้าน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหาวิชา ผู้เรียนจะได้รับความรู้ซึ่งเป็นผลมาจากการศึกษาค้นคว้าความรู้ดังกล่าวทั้งจากการศึกษาเอกสารต่าง ๆ เพื่อมาประกอบความรู้นั้น รวมทั้งความรู้ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในครั้งนั้น

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ ผู้เรียนจะได้มีโอกาสใช้ทักษะต่าง ๆ อย่างเต็มที่จากการทำโครงงานในครั้งนั้น เช่น ทักษะการสังเกต การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบการทดลอง และควบคุมตัวแปร การวัด การรวบรวมข้อมูล การจัดกระทำข้อมูลและการแปลความหมายข้อมูล การใช้เครื่องมือต่าง ๆ ในการทดลอง การสื่อความหมายให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยการเขียนรายงานโครงงาน เป็นต้น สิ่งดังกล่าวล้วนแต่ทำให้นักเรียนได้รับการพัฒนาความสามารถในทักษะด้านต่าง ๆ เหล่านั้นเป็นอย่างดี

3. ความสามารถในการถ่ายโยงกระบวนการเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาหาจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ การศึกษาค้นคว้าทำโครงงานวิทยาศาสตร์ด้วยตัวเองตลอดโครงการที่ทำ โดยมีผู้สอนหรือผู้เชี่ยวชาญคอยเพียงแต่ให้คำแนะนำเท่านั้น ซึ่งหากว่านักเรียนได้มีโอกาสกระทำเช่นนี้หลาย ๆ ครั้ง ก็จะทำให้เกิดการเรียนรู้ในกระบวนการดังกล่าวซึ่งเป็นกระบวนการแก้ปัญหาหรือกระบวนการแสวงหาคำตอบของปัญหาที่เกิดความสงสัย จนทำให้สามารถปรับใช้กระบวนการดังกล่าวนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ อีกด้วย

4. เจตคติ การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสเลือกเรื่องที่ตนเองสนใจศึกษาเอง ลงมือศึกษาเองและพบคำตอบของปัญหาดังกล่าวด้วยตนเองเช่นนี้ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความชอบและสนใจต่อวิชานั้น ๆ ทำให้ผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ การที่ผู้เรียนลงมือปฏิบัติอย่างนักวิทยาศาสตร์ได้ด้วยตนเอง ได้เผชิญปัญหาต่าง ๆ และแก้ปัญหาเหล่านั้นด้วยตนเองจะค่อย ๆ พัฒนาเจตคติและค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้น เจตคติดังกล่าว ได้แก่ การที่ชอบเกิดความสงสัยในปรากฏการณ์ทางธรรมชาติต่าง ๆ มีความอยากรู้อยากเห็นต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ เหล่านั้น ไม่เชื่อปรากฏการณ์

อะไรง่าย ๆ มีความใฝ่รู้ใฝ่เรียนอยู่เสมอ มีเหตุผลและจิตใจที่กว้างในการรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และมีความซื่อสัตย์ อดทน เป็นต้น

5. คุณสมบัติด้านอื่น ๆ การทำโครงการวิทยาศาสตร์จะช่วยพัฒนาคุณสมบัติอื่น ๆ ให้แก่ผู้เรียนอีก เช่น ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ความเชื่อมั่นในตนเอง ความมีระเบียบวินัย ความรับผิดชอบ และทักษะในการร่วมงานกับบุคคลอื่น ๆ ได้ เป็นต้น นอกจากนี้ ยังพบว่ามีการวิจัยเกี่ยวกับการนำโครงการไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ ไม่เพียงแต่วิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์นั้น ยังรวมถึงทุกสาระวิชา ครอบคลุมในเนื้อหาสาระเดียว และการบูรณาการข้ามศาสตร์ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างลึกซึ้งและกว้างขวาง

จากประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานส่งผลต่อผู้เรียน ดังนี้

1. ผู้เรียนได้ความรู้จากการศึกษา ค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ โดยการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง
2. ผู้เรียนเกิดทักษะต่าง ๆ จากการทำโครงการ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะการสื่อสาร ทักษะการสืบค้นข้อมูล เกิดความคิดสร้างสรรค์ ความมีระเบียบวินัย และเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาวิทยาศาสตร์
3. ผู้เรียนเกิดความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ มีการแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ร่วมกัน
4. ผู้เรียนได้ฝึกลักษณะนิสัยที่ดีในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และฝึกความเป็นประชาธิปไตย

## 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยในประเทศ

พรศิริ สังข์ทอง (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนภาษี “สุนทรวิทยานุกูล” ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 39 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีประสิทธิภาพ 82.02/81.67 เป็นไปตามเกณฑ์ 2) นักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3) นักเรียนมีทักษะการทำงานเป็นทีมภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์สูงกว่าเกณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 4) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุดและ 5) ผลการประเมินโครงการของนักเรียนภายหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการร่วมกับบทเรียนออนไลน์อยู่ในระดับดีถึงดีมาก

ลฎพี ดอเลาะ (2560) ได้ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/6 โรงเรียนเดชะปัตตยานุกูล อ.เมือง จ.ปัตตานี ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2/2559 จำนวน 35 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภสร ยลสุรียัน (2563) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION เพื่อส่งเสริมความเป็นนวัตกรรมและผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลนครปฐม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 46 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความเป็นนวัตกรรมของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 3) ผลงานสร้างสรรค์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี 4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานร่วมกับแนวคิดแบบ STEM EDUCATION โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมากที่สุด

ปริญดา สีสากล้า (2563) ได้ศึกษา การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่องสารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนบรบือวิทยาคาร อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 26 ภาคเรียนที่ 1/2562 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จำนวน 42 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทั้งหมด 15 ชั่วโมง สามารถส่งเสริมให้นักเรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ มีความเหมาะสมในแต่ละด้าน อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.34 - 4.80$ , S.D. = 0.45 - 0.55) 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน เรื่อง สารละลาย เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ พบว่า นักเรียนมีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ ด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีคะแนนสูงสุด ร้อยละ 74.60 ( $\bar{X} = 4.48$ , S.D. = 0.94) และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำสุด ร้อยละ 70.60 ( $\bar{X} = 4.24$ , S.D. = 0.82) เมื่อประเมินทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์โดยประเมินรายงานโครงการ พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 86.90 โดยคะแนนเฉลี่ยด้านการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการมีค่ามากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 92.86 ( $\bar{X} = 2.79$ , S.D. = 0.42) และด้านการตั้งสมมติฐานมีคะแนนต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 80.16 ( $\bar{X} = 2.40$ , S.D. = 0.50) สอดคล้องกับผลการวิจัยที่ได้จากการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ

### งานวิจัยต่างประเทศ

Kristin (2012: 18-30) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบโครงการในการสอนเรื่องวิวัฒนาการวิชาชีววิทยา เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการปฏิรูปการเตรียมการสอนของครู โดยข้อมูลได้จากการวิเคราะห์ที่ได้จากครูผู้สอนวิชาชีววิทยา เรื่อง วิวัฒนาการ ผ่านการสอนโดยวิธีการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงการทำให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญามากขึ้น ครูผู้สอนได้แนะนำว่าการจัดการเรียนรู้ควรที่จะให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนมากที่สุด โดยให้นักเรียนเป็นศูนย์กลางและข้อปฏิบัติต่าง ๆ ที่ครูมอบให้นักเรียนต้องอยู่ในแนวทางที่นักเรียนสามารถสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบโครงการประกอบด้วยหลักการหลายประการ เช่น การร่วมมือกัน การควบคุมตนเอง การจัดการต่อมุมมองที่แตกต่าง เหล่านี้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมให้เกิดการเรียนรู้ด้านพุทธิปัญญามากขึ้น

Yilmaz (2013: 9) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนเกรด 5 จำนวน 44 คน โรงเรียนรัฐแห่งหนึ่งทางใต้ตอนเหนือของประเทศตุรกีปี 2011-2012 จากนั้นแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยมีกลุ่มทดลอง 22 คนและกลุ่มควบคุม 20 คน และเมื่อมีการทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ทั้งสองแบบ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่สำหรับเจตคติของนักเรียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง

Ibrahim (2015: 469) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงการต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความเชื่อในสมรรถนะของตนเองต่อการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทำการสุ่มได้กลุ่มตัวอย่าง 33 คน และได้ดำเนินการสอนโดยวิธีการสอนแบบโครงการและกลุ่มตัวอย่างอีก 33 คนสอนด้วยวิธีดั้งเดิม ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STTAT) และแบบวัดความเชื่อต่อสมรรถภาพของตนเอง (SEBS) พบว่า กลุ่มที่ได้รับการสอนแบบโครงการมีผลการทดสอบและผลการวัดที่ดีกว่ากลุ่มทดลอง และมีความเห็นและมุมมองในเชิงบวกต่อการจัดการเรียนรู้แบบโครงการ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นและช่วยพัฒนา ส่งเสริมทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยง และทักษะการทำงานเป็นทีมของผู้เรียนให้สูงขึ้นด้วย ผู้เรียนมีเจต

คติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์ และผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

### 3. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

#### 3.1 ความสำคัญของวิทยาศาสตร์

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือ เครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิถีคิด ความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (knowledge-based society) ดังนั้น ทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์และมีคุณธรรม (กระทรวงศึกษาธิการ 2551, 92; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546:1) การเรียนวิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญ ในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้ที่จะพัฒนาตนเองทางด้านความคิด การแก้ปัญหา ความสร้างสรรค์

ความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นผลผลิต (Product) ทางวิทยาศาสตร์จากกระบวนการทางวิทยาศาสตร์(The Science Process) จะต้องทดสอบยืนยันว่าถูกต้อง โดยการทดสอบหลาย ๆ ครั้ง และได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (สมปรารถนา วงศ์บุญหนัก, 2557) โดยที่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถแบ่งได้ 6 ประเภทคือ 1) ความจริง 2) ความคิดรวบยอด 3) หลักการ 4) กฎ 5) สมมติฐาน 6) ทฤษฎี

#### 3.2 ความหมายของนวัตกรรม

นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจากคำว่า innovare ในภาษาละติน แปลว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมา ซึ่งความหมายดังกล่าวสอดคล้องกับคำว่า นวัตกรรม ในภาษาไทยที่มีรากศัพท์เดิมมาจากภาษาบาลี คือ “นว” แปลว่า ใหม่ “อิตต” แปลว่า ตัวเอง และ “กรรม” แปลว่า การกระทำ เมื่อนำคำ นว มาสนธิ กับ อิตต จึงเป็น นวัตกรรม และเมื่อรวมคำ นวัตกรรม สมาส กับ กรรม จึงเป็นคำว่า นวัตกรรม แปลตามรากศัพท์เดิมว่า การกระทำ ที่ใหม่ของตนเอง หรือการกระทำของตนเองใหม่

(ศูนย์นวัตกรรมเพื่อพัฒนาระบบราชการไทย, 2555) นอกจากนี้มีนักการศึกษาให้ความหมายของนวัตกรรม ไว้หลากหลายสรุปได้ดังนี้

Evan (1966: อ้างถึงใน สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ, 2553: 53) ให้ความหมายของนวัตกรรม ว่าหมายถึง กระบวนการของการพัฒนาความคิดใหม่ สอดคล้องกับ Rogers (1995) และ Peter F. Drucker (1985) ที่กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึง ความคิด การปฏิบัติ หรือสิ่งของที่เป็นสิ่งใหม่สำหรับบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ที่นำไปใช้แสวงหาผลประโยชน์จากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เพื่อสร้างธุรกิจและบริการที่แตกต่างจากคู่แข่ง ความหมายดังกล่าวข้างต้นเป็นความหมายของนวัตกรรมในมุมมองของผู้ประกอบการ ส่วนความหมายในมุมมองอื่นของพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พศ.2542 ได้ให้คำนิยามคำว่า "นวัตกรรม" ไว้ว่า หมายถึง สิ่งที่ทำขึ้นใหม่ หรือแปลกจากเดิม ซึ่งอาจจะเป็นความคิด วิธีการหรืออุปกรณ์ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (2547: 3) ที่กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึง สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ (2553) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า นวัตกรรม หมายถึง สิ่งใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และความคิดสร้างสรรค์ ในการพัฒนาขึ้น ซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ บริการใหม่ หรือกระบวนการใหม่ที่ก่อให้เกิดประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจและสังคม และไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526) ได้ให้ความหมายของนวัตกรรม ว่า หมายถึง การปฏิบัติสิ่งใหม่ๆ โดยต่างไปจากเดิม ซึ่งได้มาจากการค้นพบสิ่งใหม่หรือเป็นการพัฒนาขึ้นมาจากสิ่งเดิม และมีการทดลองจนเป็นที่ยอมรับว่าสามารถใช้ได้เป็นอย่างดี

จากความหมายของนวัตกรรมสรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง สิ่งใหม่ ๆ ซึ่งอาจเป็นแนวคิด การกระทำ กระบวนการ หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่เกิดขึ้นจากการใช้ความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ และความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจ

### 3.3 ลักษณะของนวัตกรรม

นวัตกรรม เมื่อนำมาใช้จะช่วยให้การทำงานย่อมได้ผลดี มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับลักษณะของนวัตกรรมไว้ดังนี้

Rogers (1995) กล่าวถึง คุณลักษณะของนวัตกรรมที่ใช้ในการพิจารณายอมรับนวัตกรรม มี 5 ประการ ได้แก่

1. ประโยชน์เชิงเปรียบเทียบ (Relative advantages) หมายถึง ประโยชน์ที่ผู้รับนวัตกรรมจะได้รับเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งที่มีอยู่เดิม ยิ่งนวัตกรรมมีคุณสมบัติที่ดีกว่าและให้ประโยชน์มากกว่า เช่น มีความง่ายในการนำไปใช้หรือราคาถูกยิ่งมีโอกาสที่จะได้รับการยอมรับมาก เป็นต้น

2. ความเข้ากันได้ (Compatibility) หมายถึง การที่ผู้รับนวัตกรรมเห็นว่า นวัตกรรมนั้นมีความสอดคล้อง และเหมาะสมกับตนในด้านต่าง ๆ อาทิ ค่านิยม ขนบธรรมเนียมประเพณี วัฒนธรรม

และทักษะต่าง ๆ

3. ความไม่ซับซ้อน (Non-complexity) หมายถึง การที่ผู้รับนวัตกรรมไม่ต้องทุ่มเทเวลายาวนานในการทำความเข้าใจหรือเรียนรู้เกี่ยวกับนวัตกรรมนั้น ๆ

4. โอกาสในการทดลองใช้ (Trial ability) หมายถึง โอกาสที่ผู้รับนวัตกรรมจะได้ทดลองใช้นวัตกรรม โดยไม่มีเงื่อนไขผูกมัดที่จะต้องรับนวัตกรรม

5. โอกาสในการสังเกตเห็นได้ (Observability) หมายถึง การที่ผู้รับนวัตกรรมสามารถสังเกตเห็นการใช้นวัตกรรมของบุคคลอื่น ๆ ได้ทั้งในเชิงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ได้รับและผลกระทบต่าง ๆ ก่อนที่ตนจะตัดสินใจยอมรับนวัตกรรม นวัตกรรมที่มีลักษณะทางบวกสามารถแพร่หลายได้ง่าย ในขณะที่นวัตกรรมที่มีลักษณะทางลบโดยส่วนใหญ่จะไม่ได้รับการยอมรับ ซึ่งได้แก่ นวัตกรรมที่ผู้ใช้เห็นว่านวัตกรรมไม่ดีกว่าของเดิม ไม่เข้ากับบริบทของผู้ใช้ในด้านค่านิยมและวัฒนธรรม มีโครงสร้างซับซ้อนเข้าใจยาก ไม่สามารถทดลองใช้ได้ และไม่มีตัวอย่างให้เห็นอย่างเป็นรูปธรรม

6. เวลา หมายถึง เวลาในการใช้นวัตกรรมและระยะเวลาในการเผยแพร่นวัตกรรม ซึ่งต่างมีอิทธิพลต่อการยอมรับหรือปฏิเสธนวัตกรรมโดยระยะเวลาในการเผยแพร่ที่สั้นเกินไปอาจทำให้ผู้รับนวัตกรรมไม่ได้ทำความคุ้นเคยกับนวัตกรรมเพียงพอในการตัดสินใจยอมรับนวัตกรรมอย่างเข้าใจและสามารถนำไปใช้ได้จริง ซึ่งส่งผลต่อความยั่งยืนของการใช้นวัตกรรม ในขณะที่ระยะเวลาการเผยแพร่ที่ยาวนานเกินไปจะทำให้เกิดความล่าช้าของผู้รับนวัตกรรม

มาเรียม นิลพันธุ์ (2555: 237) ได้กล่าวถึง นวัตกรรม ต้องมีลักษณะดังนี้

1. ดี มีคุณค่า
2. ผลที่ได้ตรงตามเป้าหมาย วัตถุประสงค์ที่ต้องการใช้
3. ใช้งานได้อย่างดีมีคุณภาพ มีประสิทธิภาพ มีประสิทธิผลและมีมาตรฐาน

เนาวนิตย์ สงคราม (2556: 34) ได้กล่าวสรุปลักษณะของนวัตกรรม ได้แก่

1. สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ความคิดใหม่ ผลกระทบใหม่หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากที่เคยมีในองค์กร หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น
2. ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคลากรในองค์กร สร้างขึ้น

3. สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

นภาพรณ์ เพียงดวงใจ (2558: 75) ลักษณะของนวัตกรรม ควรจะต้องประกอบด้วยดังนี้

1. เป็นแนวคิด วิธีการ การกระทำ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์จากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดี



2. การพัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมนั้นได้กระทำอย่างเป็นระบบ มีการทดลองและปรับปรุงจนกระทั่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ

3. สามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ประหยัดเวลาและแรงงาน

จากลักษณะของนวัตกรรมสรุปได้ว่า นวัตกรรมมีลักษณะเป็นสิ่งใหม่ที่ดี มีคุณค่า ซึ่งอาจเป็นแนวคิด วิธีการ กระบวนการ การกระทำที่ถูกสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบและสามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม

### 3.4 ขั้นตอนการสร้างนวัตกรรม

เนาวนิตย์ สงคราม (2556) ได้กล่าวถึง กิจกรรมสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้นั้นแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมสำหรับการสร้างนวัตกรรม ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่เริ่มต้น และเป็นขั้นปฐมนิเทศที่ผู้เรียนจะได้เตรียมตัวก่อนการดำเนินการสร้างผลงานนวัตกรรม โดยมีคำอธิบายและรายละเอียดดังนี้

1.1 การสร้างทีม การสร้างทีมให้ประสบความสำเร็จในการสร้างนวัตกรรมควรพิจารณา ดังนี้

1.1.1 การคัดเลือกสมาชิกโดยพิจารณาจากความรู้ความสามารถและทักษะอื่น ๆ ในการทำงาน

1.1.2 ความแตกต่างของสมาชิกในทีม การที่สมาชิกในทีมมีความแตกต่างกันมากจะช่วยเพิ่มความแตกต่างของความรู้ความสามารถของสมาชิก

1.1.3 การประเมินความรู้ความสามารถโดยพิจารณาจากความสามารถในการช่วยเหลือผู้อื่น และความสามารถในการทำงานร่วมกับผู้อื่น

1.2 การสร้างแรงจูงใจ เป็นวิธีการที่จะทำใ้บุคคลใดบุคคลหนึ่งมีความเต็มใจในการใช้ความพยายามในการทำงานให้สำเร็จลุล่วง

1.3 การสร้างความไว้วางใจ เป็นลักษณะของความคาดหวังของบุคคลที่มีต่อการแสดงออกของบุคคลอื่นว่ามีความเชื่อถือได้

1.4 การให้ความหมายและตัวอย่างนวัตกรรม การให้คำจำกัดความและนิยามแก่บุคคลที่ยังไม่เข้าใจในความหมายของคำว่านวัตกรรม

1.5 การให้ผู้เรียนนำเสนอตัวอย่างนวัตกรรม เป็นสิ่งช่วยย้าเตือนถึงความเข้าใจของผู้เรียนว่ามีความเข้าใจในความหมายของนวัตกรรมมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหัวข้อที่สนใจ

- 2.1 สมาชิกในทีมรวมกลุ่มกันเพื่อหาหัวข้อที่สนใจ
- 2.2 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยในแต่ละทีมเพื่อเป็นกำลังใจในการสร้างผลงานต่อไป
- 2.3 สมาชิกในทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และให้ข้อคิดเห็น
- 2.4 สมาชิกในทีมเขียนสะท้อนความรู้สึกร่วมจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้

#### ขั้นตอนที่ 3 การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น

3.1 สมาชิกในทีมร่วมกันแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น เพื่อให้สามารถสร้างแนวคิดนวัตกรรมได้

3.2 สมาชิกในทีมร่วมกันสรุปถึงหัวข้อที่สนใจที่จะสร้างผลงานนวัตกรรมที่ไม่เคยมีมาก่อน

3.3 ผู้เรียนร่วมกันเสนอหัวข้อที่ผู้เรียนสนใจและขอคำปรึกษาจากอาจารย์ผู้สอน หลังจากนั้นผู้สอนให้คำแนะนำ

3.4 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

3.5 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

#### ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนสร้างนวัตกรรม

เป็นการวางแผนการทำงานโดยผู้เรียนจะได้มีหลักการและแนวทางในการดำเนินงานอย่างเป็นระบบโดยมีหัวข้อที่ชัดเจนในการทำงาน

4.1 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนโครงงานตามหัวข้อ

4.2 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

4.3 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

4.4 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้สึกร่วมจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้

#### ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการสร้างผลงานนวัตกรรม

5.1 สมาชิกในทีมเข้าใจถึงภาวะผู้นำโดยมีการศึกษาทำความเข้าใจและสร้างข้อตกลงในการทำงานร่วมกัน

5.2 สมาชิกในทีมแบ่งหน้าที่กันรับผิดชอบในการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อสร้างผลงานนวัตกรรมที่สมบูรณ์ที่สุด

5.3 สมาชิกในทีมสร้างต้นแบบนวัตกรรม และเมื่อเสร็จสิ้น นำชิ้นงานที่ได้มาวิเคราะห์หาข้อบกพร่องและปรับปรุงแก้ไข

5.4. ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

5.5 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

5.6 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้  
ขั้นตอนที่ 6 การทดลองใช้ผลงานนวัตกรรม

6.1 สมาชิกในทีมสร้างแบบประเมินการทดลองใช้ชิ้นงานนวัตกรรมและนำไปปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา

6.2 สมาชิกในทีมติดต่อประสานงานกับหน่วยงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำผลงานนวัตกรรม

6.3 ทีมดำเนินการทดลองใช้

6.4 ทีมประเมินชิ้นงานนวัตกรรมที่ทดลองใช้และนำมาวิเคราะห์ สรุปผลด้วยค่าทางสถิติ

6.5 สมาชิกในทีมร่วมกันปรับปรุงผลงานนวัตกรรมอีกครั้งเพื่อความสมบูรณ์

6.6 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

6.7 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

6.8 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้  
ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอผลงานนวัตกรรม

7.1 สมาชิกในแต่ละทีมนำผลงานนวัตกรรมนำเสนอหน้าชั้นเรียน

7.2 สมาชิกในทีมรายงานกระบวนการทำงานโดยจัดทำเป็นรูปเล่มโครงงาน

7.3 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

7.4 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

7.5 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้  
ขั้นตอนที่ 8 การประเมินผล

8.1 ผู้เชี่ยวชาญและสมาชิกในทีมอื่นร่วมกันประเมินผลงานนวัตกรรมตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และให้คำแนะนำในผลงานนวัตกรรมนั้น ๆ

8.2 ผู้สอนกล่าวยกย่องชมเชยผู้เรียนในแต่ละทีมเพื่อเป็นการสร้างกำลังใจในการพัฒนาผลงานต่อไป

8.3 สมาชิกในแต่ละทีมร่วมกันสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้และร่วมกันให้ข้อคิดเห็น

8.4 สมาชิกในทีมร่วมกันเขียนสะท้อนความรู้สึกหลังจากการทำกิจกรรมในขั้นตอนนี้

8.5 สมาชิกนำผลงานนวัตกรรมออกเผยแพร่

จากขั้นตอนการสร้างนวัตกรรมสรุปได้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมความพร้อมสำหรับการสร้างนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดหัวข้อที่สนใจ

ขั้นตอนที่ 3 การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น

ขั้นตอนที่ 4 การวางแผนสร้างนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 5 การดำเนินการสร้างผลงานนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 6 การทดลองใช้ผลงานนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 7 การนำเสนอผลงานนวัตกรรม

ขั้นตอนที่ 8 การประเมินผล

### 3.5 ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

นักวิชาการได้ให้ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมไว้ ดังนี้

นพดล เหลืองภิรมย์ (2555) ได้ให้ความหมายของความสามารถในการสร้างนวัตกรรมว่า หมายถึง การประดิษฐ์ คิดค้น เป็นการพบสิ่งใหม่ ความรู้ที่ยังไม่มีใครคิดค้นหรือค้นพบมาก่อน สามารถทำสิ่งใหม่ขึ้นมาหรือการนำเสนอบางสิ่งบางอย่างที่ใหม่ อาทิ เช่น แนวความคิดใหม่ วิธีการใหม่ เครื่องมือใหม่ เทคนิคใหม่ และ/หรือเทคโนโลยีใหม่ กรมการพัฒนาธุรกิจการค้า (2555: 2) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง การทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยวิธีใหม่ ๆ การสร้างสรรค์ การพัฒนา ต่อยอดการเปลี่ยนแปลงทางความคิด การจัดการ การผลิต กระบวนการ ระบบ โครงสร้างองค์กร รูปแบบธุรกิจ เพื่อที่จะสร้างมูลค่าใหม่ ๆ สอดคล้องกับแนวคิดของเนาวนิตย์ สงคราม (2556: 13) ที่กล่าวถึงความสามารถในการสร้างนวัตกรรมไว้ว่า หมายถึง ทักษะของบุคคลที่แสดงออกถึงการคิดค้น สร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ให้เกิดประโยชน์ขึ้นผ่านกระบวนการพัฒนาจนได้เป็นผลงานใหม่ขึ้น ซึ่งพิจารณาจากการประเมินผลงานนวัตกรรมนั้นมีความเป็นนวัตกรรมทั้งหมด 3 ด้าน 1) มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) มาตรฐานด้านคุณค่า 3) ความเป็นนวัตกรรม และสอดคล้องกับ อนันต์ แก้วร่วมวงศ์ (2559: 1) ซึ่งได้กล่าวว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม หมายถึง การทำให้เกิดขึ้นของสิ่งใหม่ ๆ สินค้าและบริการใหม่ที่มีประโยชน์ หรือการเกิดขึ้นของกระบวนการใหม่ ๆ จากการคิดใหม่ทำใหม่

ดังนั้น ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความรู้ความชำนาญเฉพาะของบุคคลที่ทำให้สิ่งใหม่เกิดขึ้น อาจเป็นแนวคิด การกระทำ สิ่งประดิษฐ์ หรืออาจเป็นการพัฒนาสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น เป็นสิ่งที่มีคุณค่า มีประโยชน์ต่อสังคมและเศรษฐกิจ ซึ่งสร้างขึ้นโดยอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ

### 3.6 การวัดและประเมินผลนวัตกรรม

การประเมินผลงานนวัตกรรมถือว่าเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อตอบคำถามถึงผลงานที่นำเสนอ นั้นมีความเป็นนวัตกรรมหรือไม่ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมินนวัตกรรมไว้ ดังนี้

อรนุช ลิมตศิริ (2546: 5) ได้เสนอเกณฑ์ในการพิจารณาว่า วิธีการ แนวคิด หรือการกระทำใด เป็นนวัตกรรมหรือไม่ โดยใช้เกณฑ์ต่อไปนี้

1. เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น คิดวิธีการใหม่ได้ หรือนำเอาวิธีการซึ่งเคยปฏิบัติแต่เดิมมาปรับปรุงบางส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
2. การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (System Approach) โดยพิจารณาถึงข้อมูล ที่ป้อนเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์
3. มีการพิสูจน์วิจัยเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าสิ่งใหม่นั้นมีประสิทธิภาพเชื่อถือได้
4. สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน เพียงแต่มีการนำไปใช้ในบางกลุ่ม ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปหรือยังไม่แพร่หลาย

วรากร หงษ์โต (2553: 253-257) ได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้สร้างขึ้นจากการเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านความเป็นนวัตกรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ คือ ความเป็นนวัตกรรม
2. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ
  - 2.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการพัฒนานวัตกรรม
  - 2.2 การใช้แนวคิดทฤษฎีในการสร้างนวัตกรรม
  - 2.3 การออกแบบและการพัฒนานวัตกรรม
  - 2.4 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม
  - 2.5 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม
  - 2.6 ความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรม
3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม มี 6 ตัวบ่งชี้ คือ
  - 3.1 การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
  - 3.2 การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม
  - 3.3 การเรียนรู้ร่วมกัน
  - 3.4 การส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้
  - 3.5 การยอมรับ
  - 3.6 การนำไปใช้

เนาวนิตย์ สงคราม (2556: 135-144) ได้เสนอแบบประเมินนวัตกรรม ซึ่งได้พัฒนาจากการสนทนากลุ่มด้วยฐานการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เป็นอย่างดีเยี่ยมในด้านการวัดและประเมินผลด้านการสร้างนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ 1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2. มาตรฐานด้านคุณค่า 3. ความเป็นนวัตกรรม

1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้ คือ

- 1.1 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม
- 1.2 การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา
- 1.3 กรอบความคิดในการสร้างนวัตกรรม
- 1.4 การออกแบบนวัตกรรมตามหลักการและทฤษฎี
- 1.5 การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบ
- 1.6 การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม
- 1.7 การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่วัตกรรม
- 1.8 การคำนึงเรื่องลิขสิทธิ์/จรรยาบรรณ

2. มาตรฐานด้านคุณค่ามี 6 ตัวบ่งชี้

- 2.1 องค์กรความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม
- 2.2 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์
- 2.3 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา
- 2.4 ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ
- 2.5 การยอมรับจากผู้ใช้งาน
- 2.6 การเรียนรู้ร่วมกันจากกลุ่มผู้พัฒนานวัตกรรม

3. ความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้ คือ

- 3.1 สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่
- 3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน
- 3.3 ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร

นภาพรณ์ เพียงดวงใจ (2558: 76) ได้พัฒนาแบบประเมินจากสถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การประเมินการทำโครงการวิทยาศาสตร์สามารถประเมินได้ทุกขั้นตอนของการปฏิบัติโดยการสังเกตจากการทำกิจกรรม กระบวนการของผู้เรียนซึ่งสมรรถภาพต่าง ๆ ที่ประเมินจากการทำโครงการวิทยาศาสตร์ซึ่งจะได้เป็นผลงานนวัตกรรมมีเกณฑ์การประเมินดังนี้ 1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. กระบวนการแก้ปัญหา 4. การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้

จากผลการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และการวัดและประเมินผลนวัตกรรม ผู้วิจัยได้นำข้อมูลมาสังเคราะห์ตัวบ่งชี้การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นตัวแปรในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อนำมาใช้ในการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	อรนุช ลิมตศิริ (2546)	วรกร หงษ์โต (2553)	เนาวนิตย์ สงคราม (2556)	นภาพรณ เพ็ญดวงใจ (2558)	ผลการสังเคราะห์ของผู้วิจัย
ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	1. การประดิษฐ์คิดค้นใช้วิธีการจัดระบบ	1. วัตถุประสงค์และเป้าหมายในการพัฒนานวัตกรรม 2. การใช้แนวคิดทฤษฎีในการสร้างนวัตกรรม 3. การออกแบบและการพัฒนานวัตกรรม 4. กระบวนการพัฒนา นวัตกรรม 5. การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม 6. ความสำเร็จในการพัฒนานวัตกรรม	1. กระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2. การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา 3. การออกแบบโครงสร้างนวัตกรรม 4. การออกแบบนวัตกรรมตามหลักการและทฤษฎี 5. การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบ 6. การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม 7. การนำเสนอ/เผยแพร่ นวัตกรรม 8. การคำนึงเรื่องลิขสิทธิ์/จรรยาบรรณ	1. การเรียนรู้ด้วยตนเอง 2. กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3. กระบวนการแก้ปัญหา 4. การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้	1. กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา 2. การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา 3. การออกแบบนวัตกรรม 4. การประเมินผลและสรุปผล 5. การนำเสนอหรือเผยแพร่ นวัตกรรม



ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	อรนุช ลิมศิริ (2546)	วรากร หงส์โต (2553)	เนาวนิตย์ สงคราม (2556)	นาภาภรณ์ เพียงดวงใจ (2558)	ผลการสังเคราะห์ของผู้วิจัย
ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรม	1. มีการพิสูจน์ วินิจฉัยว่าสิ่งใหม่นั้นมีประสิทธิภาพ เชื่อถือได้	1. การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน 2. การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม 3. การเรียนรู้ร่วมกัน 4. การส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้ 5. การยอมรับ 6. การนำไปใช้	1. องค์ความรู้ใหม่ที่ต่อยอดจากองค์ความรู้เดิม 2. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ 3. ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา 4. ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ 5. การยอมรับจากผู้ใช้งาน 6. การเรียนรู้ร่วมกัน	-	1. การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ 2. ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา 3. ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ 4. การเรียนรู้ร่วมกัน
ด้านความเป็นนวัตกรรม	1. เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน 2. สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน	1. ความเป็นนวัตกรรม	1. สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ แนวทางใหม่ 2. การสร้างสรรค์ผลงาน 3. ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร	-	1. เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางการใหม่

จากตารางที่ 4 พบว่า ผู้วิจัยสังเคราะห์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์จากแนวคิดของ อรนุช ลิมศิริ (2546: 5), วรากร หงส์โต (2556: 253-257), เนาวนิตย์ สงคราม (2556: 135-144) และนาภาภรณ์ เพียงดวงใจ (2558: 7) สามารถสรุปได้ 3 ด้าน 10 ตัวบ่งชี้ ซึ่งผู้วิจัยนำไปใช้ในการวิจัย

การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 1.1 กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา
- 1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา
- 1.3 การออกแบบนวัตกรรม
- 1.4 การประเมินและสรุปผล
- 1.5 การนำเสนอหรือเผยแพร่วัตกรรม

2. ด้านคุณค่า ประกอบด้วย 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์
- 2.2 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา
- 2.3 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้
- 2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน

3. ด้านความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 1 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 3.1 เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่

3.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**งานวิจัยในประเทศ**

นิวัฒน์ บุญสม (2556) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนมหิตลวิทยาลัยสุราษฎร์ธานี จำนวน 24 คน พบว่า 1) รูปแบบการเรียนการสอน มีองค์ประกอบสำคัญ 3 องค์ประกอบ คือ องค์ประกอบเชิงหลักการและวัตถุประสงค์ องค์ประกอบเชิงกระบวนการการเรียนการสอน และองค์ประกอบเชิงเงื่อนไขการนำรูปแบบไปใช้ กระบวนการเรียนการสอนมี 4 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การร่วมกันค้นหาปัญหา ขั้นที่ 2 การร่วมกันค้นหาแนวคิด ขั้นที่ 3 การร่วมกันสร้างนวัตกรรม และขั้นที่ 4 การร่วมกันสร้างการยอมรับ 2) ความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ในช่วงระหว่างการเรียนการสอนด้วยรูปแบบการเรียนการสอน มีพัฒนาการขึ้นในช่วงระหว่างเรียน และมีพฤติกรรมสุขภาพ อยู่ในระดับดี และ 3) ผลการขยายผล พบว่า หลังการจัดการเรียนการสอน โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน นักเรียนกลุ่มขยายผลมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี มีนวัตกรรมด้านสุขภาพและพฤติกรรมสุขภาพ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดีเยี่ยม

นภาพรณ์ เพียงดวงใจ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงาน ร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเสริมสร้าง

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 30 คน ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง พบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. หลักการ 2. วัตถุประสงค์ 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นกระตุ้นผู้เรียน (2) พิจารณาสาเหตุ (3) สืบเสาะแสวงหา (4) สำรวจและตรวจสอบ (5) บันทึกลงและอภิปราย และ (6) สรุปและขยายความรู้ 4. การวัดและประเมินผล 3 ด้าน และ 5. เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ โดยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.21 2) ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า 2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องโลก ดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบฯ สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ หลังใช้รูปแบบฯ อยู่ในระดับสูง 2.3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบฯ อยู่ในระดับมากที่สุด และ 2.4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบฯ ในภาพรวมพบว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของตนเองเนื่องจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมกลุ่ม มีสื่อให้ศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและยังสามารถแก้ปัญหาการขาดเรียนได้

จารุกิตต์ ชินนระราช (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดราชโอรส จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษามีความสามารถในการคิดเชิงนวัตกรรม หลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนและก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) มีความสามารถในการสร้างผลงานนวัตกรรมหลังเรียนสูงกว่าระหว่างเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

พิพัฒน์พงศ์ จิตต์เทพ และมนัสนันท์ น้ำสมบูรณ์ (2563) ได้ศึกษา การพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมในสาระภูมิศาสตร์ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนจันทร์หุ่นบำเพ็ญ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในสาระภูมิศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสังคมหลังการจัดการเรียนรู้ด้วย

กระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี 3) กระบวนการคิดเชิงออกแบบหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้การคิดเชิงออกแบบ อยู่ในระดับดี

ณัฐพงษ์ เทศทอง (2564) ได้ศึกษา ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดรางกร่าง ตำบลศรีสำราญ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กำลังเรียนภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้ สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05 2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์การประเมินอยู่ในระดับดี 4) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM มีเกณฑ์ประเมินอยู่ในระดับดี

#### งานวิจัยต่างประเทศ

Cristobal Cobo (2012) ได้ศึกษาทักษะสำหรับนวัตกรรม จินตนาการการศึกษาที่เตรียมความพร้อมสำหรับโลกที่เปลี่ยนแปลง บทความนี้สำรวจและอภิปรายเงื่อนไขสำคัญที่จำเป็นในการพัฒนาทักษะสำหรับนวัตกรรม โดยการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับองค์ประกอบที่ส่งเสริมการเรียนรู้และการพัฒนามนุษย์ที่จำเป็นสำหรับสังคมแห่งนวัตกรรม และวิเคราะห์แนวโน้มห้าประการที่สามารถนำไปสู่การส่งเสริมการพัฒนาทักษะสำหรับนวัตกรรมภายในและภายนอกสถาบันการศึกษา องค์ประกอบสำคัญห้าประการ คือ 1) ความไม่ตรงกันระหว่างการศึกษาระบบและความท้าทายของสังคมที่มีนวัตกรรม 2) การเปลี่ยนแปลงจากสิ่งที่เราเรียนรู้มาเป็นวิธีที่เราเรียนรู้ 3) ความสัมพันธ์ที่ผันผวนระหว่างเทคโนโลยีดิจิทัลและเนื้อหา 4) แนวคิดที่เปลี่ยนแปลงไปและการเน้นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และ 5) การพัฒนาทักษะ สรุปได้ว่าการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นและการพัฒนาทักษะสำหรับนวัตกรรมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับอนาคตของการศึกษา

Sabine Hoidn and Kiira Karkkainen (2012) ได้ศึกษาการส่งเสริมทักษะสำหรับนวัตกรรมในระดับอุดมศึกษา: การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาและพฤติกรรมการสอน พบว่า การศึกษาระดับอุดมศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างทักษะด้านนวัตกรรมให้แก่ผู้คน ทำให้มีคำถามสำคัญว่าการสอนระดับอุดมศึกษาแบบใดที่เอื้อต่อการเสริมสร้างความเข้มแข็งของทักษะสำหรับนวัตกรรม รายงานนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับปัญหานี้โดยการตรวจสอบหลักฐานปัจจุบันเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเมื่อเทียบกับวิธีการ

ดั้งเดิมในการศึกษาระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาที่แตกต่างกันในทุกๆ สาขาวิชา รวมทั้งทักษะสำหรับนวัตกรรม การวิจัยส่วนใหญ่มาจากสาขาการแพทย์แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ปัญหามีประโยชน์ในการเสริมสร้างทักษะบางประการสำหรับการสร้างนวัตกรรม นอกจากนี้รายงานสำรวจวรรณกรรมเกี่ยวกับพฤติกรรม การสอนโดยตรงพบว่าอาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน และมีแนวโน้มเชื่อมโยงว่าการเรียนรู้โดยใช้ปัญหามีประสิทธิภาพการเรียนการสอนในระดับอุดมศึกษาที่สามารถพัฒนาทักษะบางอย่างสำหรับนวัตกรรม

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สรุปได้ว่า ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้เรียน ซึ่งการที่จะส่งเสริมหรือพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องออกแบบการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสม โดยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริง ผ่านประสบการณ์จริง และทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองอย่างแท้จริง โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ อันจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่สำคัญต่าง ๆ เช่น ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ ซึ่งทักษะเหล่านี้เป็นทักษะพื้นฐานที่นำไปสู่การสร้างนวัตกรรมได้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานร่วมกับเทคนิคการสืบสอบ การใช้กระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ การใช้รูปแบบการเรียนการสอนบนเว็บแบบผสมผสานด้วยการเรียนรู้เป็นทีมและกระบวนการส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์และการใช้ปัญหาเป็นฐาน เป็นต้น

#### 4. การรู้สิ่งแวดล้อม

##### 4.1 ความหมายของการรู้สิ่งแวดล้อม

สมาคมการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (Hollweg et al, 2011) ได้ให้ความหมายของการรู้สิ่งแวดล้อมว่า หมายถึง การมีความรู้เกี่ยวกับมนทัศน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม มีพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม มีทักษะทางปัญญาและแรงจูงใจที่ดีที่จะใช้ทักษะเหล่านั้นในการมีส่วนร่วมทำงานด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Morrone (2000, อ้างถึงใน วรณิสสา หนูช่วย, 2561: 41) กล่าวว่า ความรู้สิ่งแวดล้อมนั้นไม่เพียงแต่เป็นแค่ความรู้แต่ยังส่งผลต่อพฤติกรรม สามารถทำได้โดยการให้บุคคลมีความรู้ ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ในหลักสูตรสิ่งแวดล้อมศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับวรณิสสา หนูช่วย (2560: 42) และสิขเรศอำไพ (2559: 4-5) ที่กล่าวในทำนองเดียวกันว่า การรู้สิ่งแวดล้อมเป็นศักยภาพของบุคคลในการตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม การมีความรู้เกี่ยวกับมนทัศน์ในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม ทักษะและแรงจูงใจที่ดีในการมีส่วนร่วมทำงานด้านสิ่งแวดล้อมได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ บุคคลจึงต้องได้รับการพัฒนาให้มีความรู้ เจตคติ และทักษะในการรักษา ฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

จากความหมายของการรู้สิ่งแวดล้อมสรุปได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรม กระบวนการคิดที่สนับสนุนให้บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยะยาวเพื่อการรักษา ฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

#### 4.2 องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อม

Simmons (1995) แบ่งองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมออกเป็น 7 องค์ประกอบ คือ

1. จิต (affect)
2. ความรู้ด้านระบบนิเวศ (ecological knowledge)
3. ความรู้ด้านสังคมและการเมือง (socio-political knowledge)
4. ความรู้ประเด็นทางด้านสิ่งแวดล้อม (knowledge of environmental issue)
5. ทักษะการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม (skills pertaining to environmental problems/issues)
6. ปัจจัยของพฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (determinants of environmentally responsible behavior)
7. พฤติกรรม (behavior)

สมาคมการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมแห่งอเมริกาเหนือ (Hollweg et al., 2011) ได้เสนอองค์ประกอบในการประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม 2 รูปแบบ คือ องค์ประกอบที่เหมาะสมสำหรับการประเมินในระดับประเทศกับในระดับนานาชาติ มีรายละเอียดดังนี้

ในระดับประเทศพบว่ามีองค์ประกอบ 5 องค์ประกอบ นั่นคือ

1. ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental knowledge)
2. ความรู้สีกต่อสิ่งแวดล้อม (dispositions toward the environment)
3. ความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental competencies)
4. บริบท (context)
5. พฤติกรรมรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม (environmentally responsible behavior)

ในระดับนานาชาติพบว่ามีองค์ประกอบ 4 องค์ประกอบ นั่นคือ

1. ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental knowledge)
2. ความรู้สีกต่อสิ่งแวดล้อม (dispositions toward the environment)
3. ความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental competencies)
4. บริบท (context)

Febriasari and Supriatna (2017) ได้แบ่งองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ ความตระหนัก และทักษะ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) ความเข้าใจต่อปัญหาขยะของสภาพแวดล้อมโดยรอบ 2) ความเข้าใจต่อกระบวนการสร้างขยะ 3) การวิเคราะห์ปัญหาของการสร้างขยะ 4) การวิเคราะห์ปัญหาขยะ และ 5) การแก้ปัญหาขยะด้วยการนำกลับมาใช้ใหม่โดยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมไม่ได้เป็นเพียงแค่มุมมองด้านแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ แต่ได้รับการสนับสนุนจากเจตคติและความกังวลต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งส่งเสริมแรงจูงใจในการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม

2. ความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อม แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่มีต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมประกอบไปด้วย ความเชื่อ ความตระหนัก และกิจกรรมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในเรื่องขยะมูลฝอยสามารถวัดโดยแบบวัดจิตสำนึก โดยการมีเจตคติ แรงจูงใจ และความตระหนักจะนำไปสู่พฤติกรรมทางพฤติกรรมที่รับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

3. ทักษะด้านสิ่งแวดล้อม การรู้สิ่งแวดล้อมแสดงให้เห็นด้วยทักษะในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งทักษะด้านสิ่งแวดล้อมเป็นพฤติกรรมส่วนบุคคลและชุมชนอันเกิดจากการพัฒนาความรู้และทักษะ โดยทักษะด้านสิ่งแวดล้อมประกอบไปด้วย 1) การบริโภค 2) การจัดการสิ่งแวดล้อม 3) การโน้มน้าวใจ 4) การดำเนินการด้านกฎหมาย และ 5) การดำเนินการทางการเมือง

Olson and Murphy (2008) ได้ศึกษาระดับการรู้สิ่งแวดล้อมของประชากรวัยผู้ใหญ่ ในรัฐ Minnesotans โดยได้แบ่งการรู้สิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Knowledge) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitudes) และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Behaviors) โดยมีรายละเอียดและวิธีการวัดดังต่อไปนี้

1. ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Knowledge) เก็บข้อมูลโดยใช้คำถามใน 2 ประเด็นหลัก ได้แก่ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และความรู้ด้านพลังงาน ในบางคำถามได้ให้ผู้ตอบคำถามรายงานในสิ่งที่พวกเขาเกี่ยวข้องกับประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมและใช้คำถามแบบปรนัยเพื่อตรวจสอบความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม โดยมีรายละเอียดของข้อคำถามดังต่อไปนี้

1.1 ข้อคำถามความรู้ทั่วไปด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 8 ข้อ ประกอบด้วย ความรู้เรื่องที่มาของหมอกควัน แก๊สเรือนกระจก แหล่งกำเนิดแก๊สเรือนกระจก การสูญพันธุ์ของสัตว์ ขยะในท้องถิ่น แหล่งปล่อยน้ำเสีย คุณค่าของพื้นที่ชุ่มน้ำ และการปนเปื้อนของสารปรอทในทะเลสาบ

1.2 ข้อคำถามความรู้เฉพาะด้านพลังงาน จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ การใช้พลังงานในบ้านเรือน การใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ อย่างมีประสิทธิภาพ ความต้องการใช้พลังงาน การผลิตกระแสไฟฟ้า การจัดการขยะนิวเคลียร์

2. เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitudes) ประกอบด้วยการวัดใน 4 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 ข้อคำถามด้านกฎหมายและข้อบังคับ เป็นข้อคำถามเกี่ยวกับความคุ้นเคยความใกล้ชิดของสิ่งแวดล้อมในชีวิตประจำวันประกอบด้วย มลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำ สารเคมีในอาหาร การพัฒนาที่ดิน การอนุรักษ์พลังงานและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งสภาวะโลกร้อน

2.2 ข้อคำถามด้านเจตคติต่อความต้องการพลังงาน เป็นข้อคำถามที่แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีที่ดีที่สุดในการตอบสนองความต้องการด้านพลังงานของคนอเมริกา

2.3 ข้อคำถามด้านเจตคติด้านการเลือกที่อยู่ ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับปัจจัยในการเลือกที่อยู่

2.4 ข้อคำถามด้านเจตคติต่อสิ่งแวดล้อมศึกษา ประกอบด้วยข้อคำถามเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมในโรงเรียน

3. พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Behaviors) ประกอบด้วยการวัดในประเด็นเกี่ยวกับพฤติกรรมปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานและการหมุนเวียนทรัพยากร การใช้บริการขนส่งสาธารณะและการเลือกซื้ออาหาร

Braun et al. (2017) ได้แบ่งองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ความรู้สิ่งแวดล้อม (Environmental Know) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitudes) และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Behaviors) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความรู้สิ่งแวดล้อม (Environmental Knowledge) เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

2. เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Attitudes) เป็นลักษณะที่บุคคลรับรู้ การให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม โดยการสร้างเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของแต่ละบุคคลซึ่งมีผลต่อการอนุรักษ์และปกป้องสิ่งแวดล้อม

3. พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (Environmental Behaviors) พฤติกรรมสิ่งแวดล้อมมีความสัมพันธ์กับความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมและเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมคือ เมื่อความรู้สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจะนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และจะมีการแสดงออกผ่านพฤติกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาความหมายและองค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมสรุปได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อมหมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรม กระบวนการคิดที่สนับสนุนให้



บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยะยาวเพื่อการรักษา ฟันฟูและแก้ไขปัญหาล้างสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

#### 4.2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

Elder (2003 อ้างถึงใน วรณิสสา หนูช่วย, 2561: 45) ให้ความหมายของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมว่า หมายถึง ความรู้เป็นการสะท้อนกรอบความคิดของบุคคลในเรื่องนั้นอย่างลึกซึ้ง ซึ่งว่าการรับรู้ข้อมูลข่าวสารโดยทั่วไป เริ่มตั้งแต่การสร้างความเข้าใจ การประยุกต์ใช้ การวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินสถานการณ์ ซึ่งความรู้จะเป็นปัจจัยให้เกิดการสร้างและการปรับเปลี่ยนเจตคติ สอดคล้องกับพิรุณ ศิริศักดิ์ (2554: 14) กล่าวว่า ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมและความรู้เกี่ยวกับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก วัดได้โดยใช้แบบทดสอบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

สรุปได้ว่า ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับต่าง ๆ ซึ่งวัดได้โดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

#### องค์ประกอบของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

Sia, Hungerford and Tomera (1986 อ้างถึงใน วรณิสสา หนูช่วย, 2561: 45) กล่าวว่าความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมประกอบไปด้วย 1) หลักการและกระบวนการทางนิเวศวิทยาที่จำเป็นสำหรับการทำความเข้าใจอิทธิพลของมนุษย์ที่มีต่อระบบธรรมชาติ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างระบบทางสังคมกับระบบธรรมชาติรวมถึงประเด็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ดังกล่าว 3) ยุทธวิธีของการปฏิบัติการทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งรวมถึงความสามารถในการระบุและประเมินสภาพการณ์ที่จะนำไปสู่การฟื้นฟูสภาพแวดล้อมได้ จากองค์ประกอบของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า องค์ประกอบของความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม มี 3 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม 3) ความรู้ด้านการอนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

#### 4.2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

##### ความหมายของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

Pe'er et al. (2007) ได้กล่าวว่า เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง การใช้ความรู้สึกเกี่ยวกับนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อม ความรู้สึกและความกังวลในประเด็นเฉพาะของสิ่งแวดล้อม และความรู้สึกที่มีต่อการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับ Uzun (2007) ที่กล่าวว่าเจต

คติด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง เจตคติทั้งด้านบวกและด้านลบเกี่ยวกับพฤติกรรมส่วนบุคคลที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ความกลัว ความไม่สบายใจ ค่านิยมและความพร้อมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม และจิระวรรณ เกษสิงห์ (2559) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม คือ คุณลักษณะทางจิตใจ สภาพจิตใจที่แสดงถึงความสนใจ เอาใจใส่ ห่วงใย ตระหนัก และรู้สึกรับผิดชอบ ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และเกิดความไม่สบายใจเมื่อได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการที่จะทำให้เกิดการลดลงหรือความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สรุปได้ว่า เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจของบุคคลที่แสดงถึงความใส่ใจ ความตระหนัก และความรับผิดชอบในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

**องค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม**

Kaiser, Wolfing, and Fuher (1999 อ้างถึงใน วรรณิสา หนูช่วย, 2561: 46-47) ได้แบ่งองค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม คือการมีความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เมื่อมีความรู้ที่ถูกต้องก็จะเกิดเงื่อนไขของเจตคติ ดังนั้นจึงส่งผลให้เกิดพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้น
2. ค่านิยมด้านสิ่งแวดล้อม คือ สิ่งที่เป็นบรรทัดฐาน ความคาดหวัง และหลักทางจริยธรรมของสังคม
3. พฤติกรรมทางนิเวศวิทยา คือ เจตนาหรือความตั้งใจที่นำไปสู่การปฏิบัติทางสิ่งแวดล้อม

Hungerford and Volk (1990), Peyton and Miller (1980 as cited in Pe'er, Goldman and Yavetz, 2007) กล่าวถึงองค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. เจตคติ (Attitudes) คือ ทักษะที่นำไปใช้กับความรู้สึกทั่วไปเกี่ยวกับนิเวศวิทยา และสิ่งแวดล้อมความรู้สึกและความห่วงใยในประเด็นด้านสิ่งแวดล้อมที่เฉพาะเจาะจงและความรู้สึกในการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม
2. ความรับผิดชอบส่วนบุคคล (Personal responsibility) คือ การแสดงถึงความผูกพันสิ่งแวดล้อมโดยรวม หรือเฉพาะเจาะจงในด้านใดด้านหนึ่ง เช่น การลดมลพิษทางอากาศ การแปรสภาพขยะ
3. ความสามารถในการควบคุม (Locus of control) คือการรับรู้ของแต่ละบุคคลเกี่ยวกับความสามารถในการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม
4. ความเชื่อมั่นภายในของการควบคุม (Internal locus of control) คือบุคคลที่มีความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเองเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงการกระทำ

Ugulu and Yorek (2015) ได้แบ่งองค์ประกอบของ เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม ออกเป็น 4 องค์ประกอบ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม (Environmental awareness) ซึ่งเกี่ยวกับการปลูกพืช การทำความสะอาดสิ่งแวดล้อม การเล็งเห็นความสำคัญของพันธุ์พืช การปกป้องป่าและอุทยานแห่งชาติ และเศรษฐศาสตร์สิ่งแวดล้อม

2. เจตคติในการนำกลับมาใช้อีก (Attitudes towards recovery) เกี่ยวกับการการใช้แบตเตอรี่ที่สามารถชาร์จไฟได้ จิตสำนึกในการบริโภค และการใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดที่สุดเท่าที่จะประหยัดได้

3. เจตคติต่อการแปรสภาพขยะให้สามารถนำมาใช้ใหม่ (Attitudes towards recycling) เกี่ยวข้องกับการแยกขยะในครัวเรือน และการนำขยะมาแปรสภาพเพื่อนำมาใช้ใหม่นอกจากนี้ยังมีการดำเนินกิจกรรมการรีไซเคิล การสอนให้ผู้อื่นรู้จักการแปรสภาพขยะ

4. จิตสำนึกและพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม (Environmental consciousness and behavior) เกี่ยวข้องกับการทำงานอาสาสมัครเพื่อพัฒนาสิ่งแวดล้อม การร่วมกิจกรรมสิ่งแวดล้อม จากองค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า องค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม 3) เจตคติต่อการจัดการขยะและการนำกลับมาใช้ใหม่ 4) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

#### 4.2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

##### ความหมายของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

Roth (1992), Sia, Hungerford and Tomera (1986) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า พฤติกรรมสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นถึงการรู้สิ่งแวดล้อมของบุคคลแต่ละบุคคล ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการเรียนรู้และตอบสนองต่อปฏิสัมพันธ์ในองค์ประกอบด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Components) และองค์ประกอบด้านจิตพิสัย (Affective Components) ดังนั้นการพัฒนาสิ่งแวดล้อมจึงเป็นการพัฒนาพฤติกรรมที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งพฤติกรรมสิ่งแวดล้อมของแต่ละบุคคลนั้นก็สะท้อนให้เห็นถึงระดับการรู้สิ่งแวดล้อมด้วยเช่นกัน สอดคล้องกับจิระวรรณ เกษสิงห์ (2559) ที่กล่าวว่า พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม คือ การแสดงออกที่แสดงให้เห็นถึงการมีส่วนร่วมช่วยปกป้อง ดูแลรักษา และฟื้นฟูปรับปรุงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จากความหมายของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสรุปได้ว่า พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง พฤติกรรมของแต่ละบุคคลที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการรู้สิ่งแวดล้อม

##### องค์ประกอบของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

Kaiser et al. (2007 อ้างถึงในวรรณิสา หนูช่วย, 2561: 46) ได้แบ่งองค์ประกอบ

ของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ออกเป็น 6 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์พลังงาน 2) ความคล่องตัวและการขนส่ง 3) การหลีกเลี่ยงการทำให้เกิดของเสีย 4) การนำกลับมาใช้ใหม่ 5) การบริโภค และ 6) พฤติกรรมทางจริยธรรมต่อการอนุรักษ์

จิระวรรณ เกษสิงห์ (2559) ได้แบ่งพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมออกเป็น 3 ด้าน ดังนี้  
1) พลังงานไฟฟ้า 2) ทรัพยากรน้ำ และ 3) การจัดการขยะ

จากองค์ประกอบของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์พลังงาน 2) การใช้ทรัพยากร และ 3) การจัดการขยะและการนำกลับมาใช้ใหม่

#### 4.3 การวัดการรู้สิ่งแวดล้อม

##### เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อม

1. เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมของ Bogner and Bissinger (2017) ซึ่งประกอบไปด้วยแบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม เป็นแบบสอบถามเนื่องจากง่ายต่อการใช้งานและใช้ได้ในกลุ่มตัวอย่างมีอายุต่างกัน ตามแนวคิดของ และแบบวัดพฤติกรรม ใช้เป็นแบบรายงานตนเองจากแนวคิดของ Kaiser (1998) ซึ่งแบ่งองค์ประกอบออกเป็น 6 องค์ประกอบ ได้แก่ การอนุรักษ์พลังงาน การขนส่ง การลดของเสีย การรีไซเคิล การบริโภค และพฤติกรรมทางจริยธรรมต่อการอนุรักษ์

2. เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมของ พงศ์กรณ์ พันธุ์โยศรี (2559) สร้างขึ้นเพื่อศึกษาผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ซึ่งประกอบด้วยแบบทดสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตรวัดเจตคติ ประมาณค่า 5 ระดับ และแบบรายงานพฤติกรรมตนเองด้านสิ่งแวดล้อมเป็นแบบประมาณค่า 3 ระดับ

3. เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมของ สิขเรศ อำไพ (2558) ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยแบบวัดความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ส่วนแบบวัดความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อมเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

4. เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมของ อรอนงค์ เดชโยธิน, อติศักดิ์ สิงห์สีโว และไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2560) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบโครงงานที่เน้นการคิดแก้ปัญหา ซึ่งประกอบไปด้วย

แบบทดสอบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบวัดความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) และแบบวัดความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม เป็นรูปแบบคำถามให้นักเรียนตอบโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นแนวในการตอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

5. เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมของ วรณิสา หนูช่วย (2561) สร้างขึ้นเพื่อใช้ในการประเมินผลการใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ประกอบด้วย แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ (Multiple Choice) 4 ตัวเลือก แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค (Rubric score) 3 ระดับ

จากการศึกษาเครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า เครื่องมือที่ใช้วัดการรู้สิ่งแวดล้อมแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ และแบบวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมเป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค 3 ระดับ

#### 4.4 แนวทางการส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม

จิระวรรณ เกษสิงห์ (2559) ได้กล่าวถึงการจัดกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม โดยมีกิจกรรมดังต่อไปนี้

1. การเรียนการสอนในห้องเรียน ซึ่งจะเน้นให้ผู้เรียนได้สืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ในเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ในการสอนมีชั้นการสอน 7 ชั้น ได้แก่ ชั้นที่ 1 ทบทวนความรู้เดิมที่เรียน ชั้นที่ 2 กระตุ้นความสนใจและตรวจสอบความรู้เดิม ชั้นที่ 3 ระบุวัตถุประสงค์การเรียนรู้และคำถามในการสืบเสาะหาความรู้ ชั้นที่ 4 สำรวจและค้นหา ชั้นที่ 5 นำเสนออภิปราย และสร้างคำอธิบาย ชั้นที่ 6 เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ ชั้นที่ 7 เพิ่มเติมความรู้ โดยเมื่อสอบจบแต่ละครั้งผู้สอนจะมอบหมายให้ผู้เรียนเขียนอนุทินใน 3 ประเด็น คือ สิ่งที่ได้เรียนรู้ในวันนี้และข้อสงสัยในเนื้อหา ความรู้สึกที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้ และสิ่งที่ต้องการให้ผู้สอนปรับปรุงเกี่ยวกับการสอน

2. การศึกษานอกสถานที่ เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงเกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับวิทยากรผู้มีประสบการณ์ในสถานที่จริง โดยจะทำการศึกษานอกสถานที่ 2 ครั้ง ในครั้งแรกผู้เรียนลงมือปฏิบัติและเรียนรู้เกี่ยวกับ

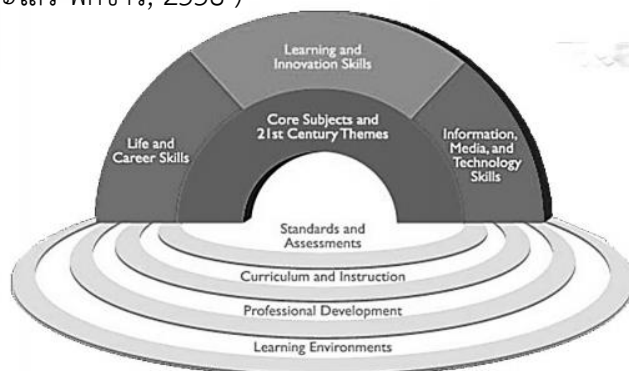
โครงการสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัย เช่น การคัดแยก/รีไซเคิลขยะ การทำปุ๋ยหมัก ครั้งที่ 2 ผู้เรียนไปเรียนรู้เกี่ยวกับการพัฒนาอย่างยั่งยืนและปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงจากปราชญ์ชาวบ้านผู้มีประสบการณ์ในการนำหลักการนี้ไปใช้ในการดำเนินชีวิตอย่างประสบความสำเร็จ และได้ลงมือทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือนอย่างง่าย โดยในการศึกษานอกสถานที่นั้นผู้เรียนจะต้องเขียนอนุทิน (บันทึกความรู้ ความคิด/ความรู้สึก)

3. การทำโครงการสิ่งแวดล้อม เพื่อบูรณาการความรู้และประสบการณ์ที่ได้รับ ด้วยการให้นักศึกษาจับคู่ในการทำโครงการ และให้สำรวจสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อมในโรงเรียนหรือท้องถิ่น จากนั้นเลือกปัญหาที่กลุ่มสนใจ และสวมบทบาทสมมติเป็นครูในโรงเรียนที่ทำการเขียนโครงการอนุรักษ์หรือปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยจะมีการนำเสนอโครงการ 3 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งผู้เรียนจะได้รับข้อเสนอแนะจากผู้สอนและเพื่อน ๆ

จากการศึกษาแนวทางการส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า แนวทางการส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อม มีดังนี้ 1) การสร้างความรู้ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2) สร้างทัศนคติที่ดีต่อสิ่งแวดล้อมและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 3) จัดการเรียนรู้ในห้องเรียนที่เน้นการสืบเสาะหาความรู้ โดยเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นพบความรู้ด้วยตนเอง 4) การจัดกิจกรรมนอกห้องเรียนที่เน้นการปฏิบัติ เช่น การศึกษานอกสถานที่ การทำโครงการสิ่งแวดล้อม และการเขียนบันทึกสะท้อนคิด

#### 4.5 การรู้สิ่งแวดล้อม (environmental literacy) ความรู้สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21

กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ที่เครือข่ายองค์กรความร่วมมือเพื่อการพัฒนาทักษะสำหรับศตวรรษที่ 21 (Partnership for 21st Century Skills) หรือ P21 ซึ่งเป็นองค์กรที่เกิดจากการรวมตัวของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายภาคส่วน เช่น ผู้นำทางการศึกษา ผู้กำหนดนโยบาย นักวิชาการ และภาคธุรกิจ พัฒนาขึ้น (ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2557 และไสว พักขาว, 2558 )



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills Framework)

Partnership for 21st Century Skills พัฒนาขึ้นใน ปี ค.ศ. 2002 โดย Ken Kay และ Diny Golder-Dardis และหุ้นส่วนระหว่าง the United States Government และ several organizations (Partnership for 21st Century Skills, 2010) กรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ได้แสดงให้เห็นถึงการบูรณาการระหว่าง 3 องค์ประกอบใหญ่ ๆ คือ 1) วิชาแกนและแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 (core subjects and 21st Century themes) 2) ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century skills) ประกอบด้วย 3 กลุ่มทักษะ คือ ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (learning and innovation skills) ทักษะสารสนเทศ สื่อ และเทคโนโลยี (information, media and technology skills) และทักษะชีวิตและการทำงาน (life and career skills) และ 3) ระบบสนับสนุนการศึกษาของศตวรรษที่ 21 (supporting systems) ซึ่งรายละเอียด มีดังนี้ 1. วิชาแกน (core subject) เป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการประสบความสำเร็จของนักเรียน ได้แก่ ภาษาแม่และภาษาสำคัญของโลก ศิลปะ คณิตศาสตร์ การปกครองและหน้าที่พลเมือง เศรษฐศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์

2. แนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 คือ เนื้อหาในสาขาใหม่ ๆ ที่สำคัญต่อความสำเร็จในการทำงานและชุมชน โรงเรียนต้องนำเสนอความเข้าใจของเนื้อหาวิชาการในระดับสูงโดยใส่เรื่องเหล่านี้เข้าไปในวิชาแกน (core subjects) คือ 1) ความตระหนักต่อโลก (global awareness) 2) การรู้ด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (financial, economic, business and entrepreneurial literacy) 3) การรู้ด้านการเป็นพลเมือง (civic literacy) 4) การรู้ด้านสุขภาพ (health literacy) และ 5) การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (environmental literacy)

2.1 ความตระหนักต่อโลก (global awareness) ความจำเป็นสำหรับนักเรียนที่สามารถเรียนรู้และทำงานร่วมกับบุคคลที่มาจากวัฒนธรรมที่หลากหลาย ศาสนาที่แตกต่าง ตัวตนแต่ละบุคคล และวิธีการดำเนินชีวิตในการเคารพซึ่งกันและกัน การใช้ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อที่จะเข้าใจและรับมือกับประเด็นสำคัญระดับโลกในการเข้าใจและเข้าร่วมในโลกและสังคมการเรียนรู้ที่หลากหลาย 2.2 การรู้ด้านการเงิน เศรษฐกิจ ธุรกิจ และการเป็นผู้ประกอบการ (financial, economic, business and entrepreneurial literacy) เป็นทักษะของแต่ละบุคคลที่รู้วิธีการสร้างทางเลือกทางเศรษฐกิจที่เหมาะสม เข้าใจบทบาทของเศรษฐกิจที่มีต่อสังคม, รู้จักใช้ทักษะผู้ประกอบการ (entrepreneurial skills) เสริมการผลิตและอาชีพ

2.3 การรู้ด้านการเป็นพลเมือง (civic literacy) ความจำเป็นสำหรับบุคคลในการมีส่วนร่วมทางสังคมผ่านการติดตามข่าวสารบ้านเมือง และเข้าใจกระบวนการทางการเมืองการปกครอง ใช้สิทธิและหน้าที่ของพลเมืองทั่วไป ระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลก และเข้าใจผลกระทบ

ระดับท้องถิ่นและระดับโลกเพื่อการตัดสินใจในฐานะพลเมือง

2.4 การรู้ด้านสุขภาพ (health literacy) ความจำเป็นสำหรับบุคคลในการรับรู้และเข้าใจข้อมูลและบริการพื้นฐานด้านสุขภาพ และนำไปใช้พัฒนาสุขภาพอนามัย เข้าใจการป้องกันโรค และการวัดสุขภาพจิตรวมทั้งการควบคุมอาหาร สารอาหาร การออกกำลังกาย รู้จักหลีกเลี่ยงจากภาวะเสี่ยงและลดความเครียด ใช้ข้อมูลให้เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเกี่ยวกับสุขภาพที่เหมาะสม กำหนดเป้าหมายและเฝ้าระวังสุขภาพของบุคคลและครอบครัว และเข้าใจเกี่ยวกับการสาธารณสุขระดับชาติและนานาชาติ

2.5 การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (environmental literacy) เป็นการแสดงความรู้และความเข้าใจ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ และเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่มีผลต่ออากาศ อุณหภูมิ พื้นดิน อาหาร พลังงาน น้ำ และระบบที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ecosystem) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบทางสังคมต่อธรรมชาติของโลก เช่น การเจริญเติบโต การเพิ่มของประชากร การพัฒนาประชากร อัตราการบริโภค เป็นต้น สามารถสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และให้ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษากรอบแนวคิดเพื่อการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 พบว่า การรู้สิ่งแวดล้อม (environmental literacy) เป็นความรู้สำคัญในการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของนักเรียน เพื่อให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สามารถสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และให้ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

### สรุป

จากการศึกษาเกี่ยวกับการรู้สิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า การรู้สิ่งแวดล้อม (environmental literacy) เป็น เนื้อหาในสาขาใหม่ ๆ และเป็นเนื้อหาวิชาการในระดับสูง ซึ่งจำเป็นต้องใส่เรื่องเหล่านี้เข้าไปในวิชาแกน ตามแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21

การรู้สิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับความสามารถของแต่ละบุคคลในการตระหนักถึงทางเลือกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยความรู้ ความเข้าใจ เจตคติ และพฤติกรรม กระบวนการคิดที่สนับสนุนให้บุคคลเห็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวบุคคลกับสิ่งแวดล้อมในทางบวก รวมทั้งการดำรงชีวิตประจำวัน และการลงมือปฏิบัติในระยะยาวเพื่อการรักษา ฟื้นฟูและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ประกอบไปด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

- 1) การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม



ปัญหาสิ่งแวดล้อมในระดับต่าง ๆ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม 2) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม 3) ความรู้ด้านการอนุรักษ์และแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4-5 ตัวเลือก

2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง คุณลักษณะทางจิตใจของบุคคลที่แสดงถึงความใส่ใจ ความตระหนัก และความรับผิดชอบในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เกิดความไม่สบายใจเมื่อได้รับประสบการณ์เกี่ยวกับการที่จะทำให้เกิดความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมีความพร้อมในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม 3) เจตคติต่อการจัดการขยะและการนำกลับมาใช้ใหม่ 4) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบวัดเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ

3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม หมายถึง พฤติกรรมของแต่ละบุคคลที่ตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นถึงการรู้สิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม แบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) การอนุรักษ์พลังงาน 2) การใช้ทรัพยากร และ 3) การจัดการขยะและการนำกลับมาใช้ใหม่ซึ่งเครื่องมือที่ใช้วัดเป็นแบบวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบริค 3 ระดับ

#### 4.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

##### งานวิจัยในประเทศ

สิขเรศ อำไพ (2558) ได้พัฒนาแบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นซึ่งศึกษาในโรงเรียนที่สังกัดเขตพื้นที่การศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานจำนวน 1,993 คน ได้ตัวอย่างจากการสุ่มแบบชั้นภูมิ พบว่า 1) แบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ ความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยแบบวัดความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อมและความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อมเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก ส่วนแบบวัดความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อมเป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ 2) คุณภาพของแบบวัดในด้านความตรงเชิงโครงสร้างพบว่าโครงสร้างของแบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมมีความสอดคล้องกลมกลืนกับข้อมูลเชิงประจักษ์รวมถึงแบบวัดสามารถมีคุณภาพในการจำแนกนักเรียนที่มีการรู้สิ่งแวดล้อมตรงตามสภาพจริงของนักเรียนดังเห็นได้จากการเรียน กลุ่มที่เป็นสมาชิกชมรมสวนพฤกษศาสตร์มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่านักเรียนกลุ่มที่ไม่ใช่สมาชิกชมรม และด้านความเที่ยงอยู่ใน

ระดับสูงโดยมีค่าสัมประสิทธิ์ของแบบวัดความรู้ทางด้านสิ่งแวดล้อม ความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อมและความสามารถทางด้านสิ่งแวดล้อมเท่ากับ 0.727 0.747 และ 0.700 ตามลำดับ 3) การสร้างเกณฑ์ปกติในการแปลความหมายของคะแนนโดยการแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า นักเรียนที่อยู่ในตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 - 99.99 หมายความว่า เป็นผู้ที่มีความรู้สิ่งแวดล้อมสูง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 60 - 79.99 หมายความว่า เป็นผู้ที่มีความรู้สิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 40 - 59.99 หมายความว่า เป็นผู้ที่มีความรู้สิ่งแวดล้อมปานกลาง ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 - 39.99 หมายความว่า เป็นผู้ที่มีความรู้สิ่งแวดล้อมค่อนข้างต่ำ ตำแหน่งเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 0 - 19.99 หมายความว่า เป็นผู้ที่มีความรู้สิ่งแวดล้อมต่ำ

จิระวรรณ เกษสิงห์ (2559) ได้ศึกษา รายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อพัฒนาเจตคติและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ วัตถุประสงค์ของการวิจัยคือต้องการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้รายวิชาสิ่งแวดล้อมที่มีต่อเจตคติและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครุสาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ โดยทำการวัดเจตคติและพฤติกรรมของนักศึกษาครูก่อนและหลังเรียนรายวิชาดังกล่าว กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาในงานวิจัยนี้คือนักศึกษาครุ สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ลงทะเบียนเรียนรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาสำหรับโรงเรียน ปีการศึกษา 2555 คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรัฐบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 13 คน เป็นหญิง 12 คน ชาย 1 คน มีอายุระหว่าง 20 ถึง 21 ปี กลุ่มที่ศึกษาทั้งหมดเป็นนักศึกษาครูระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 3 จากหลักสูตรการผลิตครู 5 ปี พบว่านักศึกษาครูทุกคนมีคะแนนเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และเมื่อนำคะแนนดังกล่าวมาแปลผลโดยใช้เกณฑ์ของ Best (1997) พบว่านักศึกษาครูทุกคนมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ระดับสูง สำหรับด้านพฤติกรรมพบว่า นักศึกษาครูส่วนใหญ่ (11 คน) มีคะแนนพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน หลังเรียนพบว่าค่าเฉลี่ยคะแนนพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครูเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 อรอนงค์ เดชโยธิน, อติศักดิ์ สิงห์สีโว และไพฑูรย์ สุขศรีงาม (2559) ได้ศึกษา การพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน ที่สอนแบบปกติ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา มีดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7133 นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา และการสอนแบบปกติ มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียนและนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมขั้นที่ 2 การตอบสนอง และการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยรวมและ

รายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านมลพิษทางน้ำ ด้านมลพิษทางอากาศ ด้านมลพิษทางเสียง และด้านมลพิษจากขยะมูลฝอย สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ

วรรณิสา หนูช่วย (2561) ได้ศึกษา รูปแบบการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสภาพและความต้องการคือ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 154 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบคือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองคือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน พบว่า 1) สื่อสังคมออนไลน์ที่ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายใช้งานมากที่สุดสามอันดับ ได้แก่ Youtube, Facebook Messenger และ Facebook 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน สื่อสังคมออนไลน์ และการประเมินผล 3) ขั้นตอนของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการ การอภิปราย ประเด็นสิ่งแวดล้อมในชุมชน บริเวณรอบโรงเรียน การวางแผนดำเนินโครงงาน การดำเนินโครงงาน และการประเมินผล 4) ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 5) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 6) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 7) ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้เรียนมีคะแนนพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับดีมาก และ 8) ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยรูปแบบการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมาก

วุฒิพงษ์ จันฝุ่น (2564) ได้ศึกษา การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาอิงสถานที่ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 7 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ผลการวิจัย พบว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย การกระตุ้นให้นักเรียนเริ่มรับรู้ประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นอื่น ๆ ที่คล้ายกับหมู่บ้านน้ำจวง การเลือกพื้นที่ที่มีลักษณะเฉพาะของปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจริงในหมู่บ้านน้ำจวงสำหรับให้นักเรียนลงพื้นที่สำรวจ การใช้คำถามกระตุ้นการคิดวิเคราะห์ประเด็นเกี่ยวกับประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ การสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับแนวทางการแก้ปัญหาและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติที่เหมาะสมกับสถานที่ การลงมือประดิษฐ์ชิ้นงานแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและเผยแพร่ความรู้ และการประเมินร่วมกับคนในชุมชน และการร่วมกันสรุปและอภิปรายผลการดำเนินกิจกรรมร่วมกัน นอกจากนี้พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาอิงสถานที่ที่มีระดับการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นจาก

ระดับค่อนข้างสูงเป็นระดับสูง

### งานวิจัยต่างประเทศ

Bissinge and Bongner (2016) ได้ศึกษาการรู้ด้านสิ่งแวดล้อมในทางปฏิบัติเกี่ยวกับป่าฝนเขตร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เก็บข้อมูลกับผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 283 คน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นหลัก ซึ่งเก็บข้อมูลความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมใน 3 มิติได้แก่ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 3 ประการได้แก่ 1) ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านสิ่งแวดล้อม 2) ส่งเสริมความเข้มแข็งทางแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) ประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมและความตั้งใจในพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของผู้เรียน

Broom (2017) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างประสบการณ์ทางธรรมชาติในวัยเด็กและเจตคติและการกระทำต่อสิ่งแวดล้อมเมื่อเข้าสู่วัยผู้ใหญ่ โดยศึกษากับกลุ่มตัวอย่างที่อายุ 18-25 ปีจำนวน 50 คน จากผลการสำรวจพบความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้ 1) ความสัมพันธ์ของการมีประสบการณ์การเล่นในพื้นที่ธรรมชาติในวัยเด็กส่งผลให้มีมุมมองที่เป็นบวกต่อธรรมชาติในวัยผู้ใหญ่ 2) ผู้ที่อาศัยในเมืองได้รับการปลูกฝัง ให้ความสำคัญกับการรักษารธรรมชาติมากกว่าผู้ที่อาศัยในพื้นที่ชนบทที่มีความใกล้ชิดธรรมชาติมากกว่า เนื่องจากความสัมพันธ์ของคนในชนบทมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ 3) ความเชื่อกับการปฏิบัติอาจไม่สัมพันธ์กันเนื่องจากในบางครั้งผู้ให้ข้อมูลมีความรักธรรมชาติ เข้าใจแนวทางในการปฏิบัติ แต่อาจมีอุปสรรคในการปฏิบัติ ขัดจำกัดหรือปัจจัยที่ส่งผลในการปฏิบัติและ 4) ในการจัดกิจกรรมการศึกษาให้มีประสิทธิภาพ นอกจากการจัดกิจกรรมประสบการณ์ที่ส่งเสริมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแล้วจะต้องสนับสนุนให้ผู้เรียนได้สะท้อนคิดจากกิจกรรมประสบการณ์เหล่านั้นด้วย

Febriasari and Supriatna (2017) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมโดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อ พัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของผู้เรียนในโรงเรียนประถมศึกษาในเมือง Bandung ประเทศอินโดนีเซีย โดยขั้นตอนการวิจัยประกอบด้วย การวางแผน การทดลองใช้ การสังเกต และการสะท้อน ผลการวิจัยพบว่า การรู้สิ่งแวดล้อมสามารถพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ต้องใช้การวางแผนการเรียนรู้รวมทั้งการวิเคราะห์องค์ประกอบของการรู้สิ่งแวดล้อมจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด และเกิดการส่งเสริมให้เกิดการรู้สิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การรู้สิ่งแวดล้อม มีองค์ประกอบ 3 ด้าน คือ ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม สามารถวัดได้หลายรูปแบบ ได้แก่ แบบทดสอบแบบเลือกตอบ และแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ ซึ่งการที่จะส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมแต่ละด้านนั้นจะต้องจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม เช่น จัดการเรียนรู้ในรายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษา วิชาวิทยาศาสตร์และสังคม รวมทั้งใช้รูปแบบหรือวิธีการสอนที่หลากหลาย ได้แก่

การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา การสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน ซึ่งการสอนแต่ละรูปแบบนั้นจะช่วยส่งเสริมการเรียนรู้สิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน ของนักเรียน โดยพบว่า ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อมหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

## 5. ความคิดเห็น

### 5.1 ความหมายของความคิดเห็น

ความคิดเห็นนับได้ว่าเป็นมีความสำคัญในการวัดเจตคติ ทศนคติ ของบุคคลต่อสิ่งต่าง ๆ ที่ได้พบ ได้สัมผัส ได้เรียนรู้ ซึ่งได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของความคิดเห็น ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พุทธศักราช 2542 (2546: 231) ก็ได้ให้ความหมายของ ความคิดเห็นไว้ว่า เป็นความเชื่อ การตัดสินใจ ความคิด ความรู้สึกประทับใจที่ไม่ได้เกิดจากการพิสูจน์ หรือการชั่งน้ำหนักกว่าเป็นการถูกต้องหรือไม่ สอดคล้องกับกรมวิชาการ (2545: 235) ได้ให้ความหมาย ว่า ความคิดเห็น หมายถึง ความรู้สึกโน้มเอียงทางจิตใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ความโน้มเอียง ดังกล่าวเป็นไปในทิศทางที่พึงปรารถนา (ชอบ พอใจ) หรือไม่พึงปรารถนา (เกลียด ไม่พอใจ ฯลฯ) ก็ได้ การที่บุคคลมีทัศนคติต่อสิ่งใดไปในทิศทางใดนั้น บุคคลนั้นย่อมพร้อมที่จะปฏิบัติต่อสิ่งนั้น สอดคล้องกับทิศทางของความรู้สึกที่ตนมีขอบเขตของคุณลักษณะด้านทัศนคติเริ่มจากการที่บุคคล เลือกรับรู้เฉพาะสิ่งที่ตนอยากรับรู้ แล้วจะมีการตอบสนองต่อสิ่งนั้น จึงเกิดความรู้สึกนิยมชมชอบต่อ สิ่งนั้นในที่สุด ส่วนกาวิณ กาญจนบุระ (2550: 8) กล่าวในทำนองเดียวกันว่า ความคิดเห็น หมายถึง การแสดงออกทาง ด้านความรู้สึกของบุคคลต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ด้วยการพูด การเขียน โดยมีพื้นฐานความรู้เดิม ประสบการณ์ และอารมณ์เป็นส่วนประกอบในความคิดเห็น ซึ่งความเชื่อและความคิดเห็นนี้ จะนำไปสู่การคาดคะเนหรือการแปรผล ในพฤติกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และผลการแสดงออก ของความคิดเห็นนั้น บุคคลอื่นจะเห็นด้วยหรือไม่ก็ได้ และสกุลการ สังข์ทอง (2562: 91) ได้ให้ ความหมายของความคิดเห็นว่า หมายถึง การแสดงความรู้สึกนึกคิดที่เกิดจากการตัดสินใจใน การประเมินค่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งออกมา โดยอาศัยความรู้ ประสบการณ์ และพฤติกรรมระหว่างบุคคล เป็น เครื่องช่วยในการพิจารณาและประเมินค่าก่อนที่จะตัดสินใจแสดงความคิดเห็นออกมา การแสดงความคิดเห็นนี้อาจเห็นด้วยหรือไม่ก็ได้ หรือบางสถานการณ์ความคิดเห็นอาจจะอยู่ในลักษณะเห็นด้วยมาก หรือเห็นด้วยน้อยก็ได้

จากการศึกษาความหมายของความคิดเห็นดังกล่าว สรุปได้ว่า ความคิดเห็น หมายถึง การ แสดงออกทางด้านความคิดหรือความสนใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในการวัดความคิดเห็น ความสนใจ ที่มีต่อ การจัดการเรียนรู้วิชาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีวัตถุประสงค์เพื่อนำมาประเมินความสนใจหรือ ความรู้สึกต่อสิ่งที่ได้รับเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาการเรียนรู้อีกต่อไป

## 5.2 ความสำคัญของความคิดเห็น

มีนักวิชาการกล่าวถึงความสำคัญของความคิดเห็นไว้หลายท่าน ดังนี้

สุมาลี ประทุมมา (2554: 14-15) กล่าวถึงความสำคัญของความคิดเห็นว่า การสำรวจความคิดเห็นเป็นการศึกษาความรู้สึกของคนที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่ละคนจะแสดงความเชื่อ และความรู้สึกใด ๆ ออกมาโดยการพูดหรือเขียน การสำรวจความคิดเห็นจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารงาน การกำหนดนโยบาย แผนงาน โครงการต่าง ๆ หรือการเปลี่ยนแปลงระบบการดำเนินงาน รวมทั้งการฝึกหัดการดำเนินงานด้วย เพราะจะทำให้การดำเนินงานต่าง ๆ บรรลุตามวัตถุประสงค์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย และความพอใจของผู้ร่วมงาน สอดคล้องกับ พิสิทธิ อุดชาชน และคณะ (2558: 6) ที่กล่าวถึงความสำคัญของความคิดเห็นว่า ความคิดเห็นเป็นการศึกษาความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่ง ซึ่งแต่ละบุคคลจะแสดงออกความเชื่อและความรู้สึกใด ๆ ออกมาโดยการพูดหรือการเขียน เป็นต้น การสำรวจความคิดเห็นจะเป็นประโยชน์ต่อการบริหารงานด้านต่าง ๆ เพราะจะทำให้การบริหารงานเป็นไปด้วยความเรียบร้อย สำเร็จและบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

จากการศึกษาความสำคัญของความคิดเห็น สรุปได้ว่า ความคิดเห็น มีความสำคัญเนื่องจากการเป็นการศึกษาความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งแต่ละคนจะแสดงความเชื่อหรือความรู้สึกใด ๆ ออกมาโดยการพูด หรือการเขียน การสำรวจความคิดเห็นจะเป็นประโยชน์ต่อการวางนโยบายต่าง ๆ เพราะจะทำให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

## 5.3 การวัดความคิดเห็น

Best (1977 อ้างถึงใน ศรีอัมพร ปานพรหม, 2551: 11) ได้กล่าวว่า การวัดความคิดเห็นโดยทั่วไปจะต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างคือ บุคคลที่จะถูกวัดสิ่งเร้าที่มีการตอบสนองซึ่งจะออกมาในระดับต่างมากน้อย วิธีวัดความคิดเห็นนั้นโดยมากจะใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์โดยให้ผู้ที่ตอบคำถามเลือกตอบแบบสอบถาม และผู้ถูกวัดจะเลือกตอบตามความคิดเห็นของตนในเวลานั้น การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นและระบุให้ผู้ตอบตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยเกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้ซึ่งข้อความแต่ละข้อความจะมีความคิดเห็นเลือกตอบ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ดวงเพ็ญ ทுகหิต (2550: 27) ได้กล่าวถึงหลักการวัดความคิดเห็นว่า มาตรฐานเจตคติ หรือทัศนคติ หรือความคิดเห็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายมี 4 วิธีคือ

1. วิธีคิดแบบสเกลวัดความต่างทางศัพท์ (S-D Scale = Semantic Differential Scale) เป็นวิธีวัดทัศนคติหรือความคิดเห็น โดยอาศัยคุณสมบัติที่มีความหมายตรงกันข้าม เช่น ดี-เลว ชยัน-ชี้ย์ เกี่ยวเป็นต้น

2. วิธีลิเคิร์ตสเกล (Likert Scale) เป็นวิธีสร้างมาตรวัดทัศนคติ หรือความคิดเห็นที่นิยมกัน มากที่สุดเพราะเป็นวิธีสร้างมาตรวัดที่ง่าย ประหยัดเวลา ผู้ตอบสามารถแสดงทัศนคติในทางที่ชอบหรือไม่ชอบ โดยยึดอันดับความชอบหรือไม่ชอบ ซึ่งอาจมีคำตอบให้เลือก 5 หรือ 4 คำตอบ และให้คะแนน 5 4 3 2 1 หรือ -2 -1 0 1 2 ตามลำดับ

3. วิธีกัทแมนสเกล (Guttman Scale) เป็นวิธีสร้างมาตรวัดทัศนคติ หรือความคิดเห็นใน แนวเดียวกัน และสามารถจัดอันดับ ทัศนคติสูง-ต่ำ แบบเปรียบเทียบกันและกันได้อย่างต่างสุดหรือสูงสุดและแสดงถึงการสะสมของข้อความความคิดเห็น

4. วิธีเทอร์สโตนสเกล (Thurstone Scale) เป็นวิธีการสร้างมาตรวัดออกเป็น ปริมาตรแล้วเปรียบเทียบตำแหน่งความคิด หรือทัศนคติไปในทางเดียวกัน และเสมือนเป็น Scale ที่มี ช่วงห่าง

สุมาลี ประทุมมา (2554: 14-15) กล่าวถึงการวัดความคิดเห็น คือ การใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เป็นการวัดความคิดเห็นที่นิยมใช้เพื่อการวิจัย ซึ่งจะต้องชี้แจงจุดประสงค์ให้ละเอียด โดยคะแนนที่ได้จะแสดงจำนวนร้อยละของคำตอบในแต่ละข้อ ทำให้สามารถทราบได้ว่ามีความคิดเห็นต่อเรื่องนั้นเป็นอย่างไร

พิสิทธิ์ อุดชาชน และคณะ (2558: 9) หลักการวัดความคิดเห็น คือ บุคคลที่จะถูกวัดสิ่งเร้าที่มีการตอบสนองซึ่งจะออกมาในระดับต่างมากน้อย วิธีวัดความคิดเห็นนั้นโดยมากจะใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถามสำหรับวัดความคิดเห็นและระบุให้ผู้ตอบ ตอบว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยเกี่ยวข้องกับข้อความที่กำหนดให้ ซึ่งข้อความแต่ละข้อความจะมีความคิดเห็นเลือกตอบ โดยแบ่งออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

จากการศึกษาการวัดความคิดเห็น สรุปได้ว่า การวัดความคิดเห็นที่นิยมใช้ในการวิจัย คือ การใช้แบบสอบถามหรือแบบสัมภาษณ์ ซึ่งถ้าเป็นแบบสอบถามจะระบุให้ผู้ตอบเลือกตอบได้ 5 ระดับ ได้แก่ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง หรือ 5 4 3 2 1

#### 5.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเห็น

##### งานวิจัยในประเทศ

ชนินันท์ พฤกษ์ประมุล, ณสรรรค์ ผลโภค, กมลวรรณ กัญยาประสิทธิ์, ชีรพงษ์ แสงประดิษฐ์ และจรรยา ดาสา (2559) ได้ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อ

ศึกษาความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อจินตนาการทางวิทยาศาสตร์สำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน ผู้เข้าร่วมในการตอบแบบสอบถามคือ ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์จำนวน 274 คน ที่สอนอยู่ในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย การสุ่มแบบเจาะจง และการสุ่มแบบบังเอิญ แบบสอบถามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ที่มีต่อจินตนาการทางวิทยาศาสตร์สร้างโดยผู้วิจัย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ผลการวิจัยพบว่า ครูวิทยาศาสตร์จำนวน 269 คน (ร้อยละ 98.2) 270 คน (ร้อยละ 98.5) และ 268 คน (ร้อยละ 97.8) คิดว่าจินตนาการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญสำหรับครู นักเรียน และการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนตามลำดับ นอกจากนั้นครูวิทยาศาสตร์ จำนวน 212 คน (ร้อยละ 77.4) เห็นด้วยกับคำกล่าวของไอน์สไตน์ “จินตนาการสำคัญกว่าความรู้” โดยนักเรียนที่มีจินตนาการทางวิทยาศาสตร์สามารถแสดงออกได้ 3 ลักษณะ คือ ลักษณะทางด้านบุคลิก ลักษณะทางด้านการคิด และลักษณะทางด้านทักษะ ผ่านวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลาย โดยวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมจินตนาการทางวิทยาศาสตร์ตามความคิดเห็นของครูวิทยาศาสตร์ ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน การจัดการเรียนรู้โดยใช้การทดลอง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการกลุ่ม และการจัดการเรียนรู้โดยการบรรยาย

กัลญา ปีเจริญ (2560) ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นและเปรียบเทียบความเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์โรงเรียนคณะราษฎรบำรุงปทุมธานี กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนที่ศึกษาจำนวน 430 คน เก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามที่มีค่าสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นได้ 0.739 และพิจารณาตัวแปร 8 ตัว โดยครอบคลุมด้านพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านครูผู้สอน ด้านผู้ปกครอง ด้านโรงเรียนด้านกลุ่มเพื่อน ด้านการเรียนพิเศษ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากผลการศึกษาและการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Independent t-test ซึ่งการเปรียบเทียบความเห็นของนักเรียนเกี่ยวกับสิ่งที่สนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียน ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Independent t-test พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ 1 และนักเรียนกลุ่มที่ 2 มีความคิดเห็นที่แตกต่างกันในเรื่องพฤติกรรมในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แรงจูงใจใฝ่ สัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ด้านการเรียนพิเศษและนักเรียนกลุ่มที่ 1 ให้ความสำคัญต่อด้านครูผู้สอนมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.9 และนักเรียนกลุ่มที่ 2 ให้ความสำคัญต่อ



ด้านการเรียนพิเศษมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.20

อุปรัฏฐา อินทรสาด และ นัสมล บุตรวิเศษ (2563) ได้ศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อการจัดการสถานศึกษาของโรงเรียน สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายในสถานศึกษาที่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 400 คน ผลการวิจัยพบว่าสภาพความเป็นจริงตามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการสถานศึกษาด้านวิชาการอยู่ในระดับมาก คือโรงเรียนจัดทำตารางเรียนแจกให้นักเรียนทุกภาคเรียนครูผู้สอนมีความตั้งใจและเอาใจใส่ ในขณะที่จัดการเรียนการสอน และโรงเรียนจัดทำคู่มือให้นักเรียนแจกให้นักเรียนทุกคน สำหรับด้านกิจการนักเรียนโดยรวมอยู่ในระดับมาก คือโรงเรียนมีการประชาสัมพันธ์ให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับงานกิจการนักเรียน มีการยกย่องให้กำลังใจ และเผยแพร่เกียรติประวัตินักเรียนประพุดิตี มีการจัดกิจกรรมส่งเสริมพัฒนาความประพฤติและระเบียบวินัยเป็นประจำและต่อเนื่อง และด้านอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อมซึ่งมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก คือ บริเวณโรงเรียนมีสภาพแวดล้อมที่ร่มรื่น สะอาด มีการจัดทำรั้วกั้นหรือเครื่องหมายแสดงแนวเขต จัดบริเวณเป็นสัดส่วน และมีทางสัญจรเป็นระเบียบ และมีการดูแลและพัฒนาอาคารสถานที่และสภาพแวดล้อมของโรงเรียนให้อยู่ในสภาพมั่นคง ปลอดภัย สะอาด และสวยงามเหมาะสมพร้อมที่จะใช้ประโยชน์

ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า เพศ แผนการเรียน แผนการศึกษาต่อ อาชีพผู้ปกครอง ระดับการศึกษาผู้ปกครอง และรายได้ภายในครอบครัวที่แตกต่างกันจะมีความคิดเห็นในการจัดการสถานศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ไม่แตกต่างกัน แต่ในส่วนของระดับชั้นเรียนของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน และเกรดเฉลี่ยสะสมนักเรียนที่ได้เกรดอยู่ระหว่าง 2.51 – 3.00 และ 3.51 – 4.00 มีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ผลการทดสอบความสัมพันธ์พบว่า ความคาดหวังมีความสัมพันธ์กับความคิดเห็นและสภาพความเป็นจริงตามความคิดเห็นของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายต่อการจัดการสถานศึกษาของโรงเรียนสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการที่ผู้วิจัยได้ศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎีจากเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยให้นักเรียน

ศูนย์กลาง เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง เน้นการลงมือปฏิบัติจริงตามความสามารถ ความถนัด และความสนใจเพื่อให้ผู้เรียนเกิดประสบการณ์และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยอาศัย กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และมีครูเป็นผู้กระตุ้น แนะนำ และให้คำปรึกษา โดยมีขั้นตอนในการ จัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นกำหนดหัวข้อ 3) ขั้นวางแผนและลงมือ ปฏิบัติ 4) ขั้นนำเสนอ และ 5) ขั้นประเมินผล ส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการ สร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์เป็นความสามารถเฉพาะของบุคคลที่สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ แนวคิดใหม่ หรือวิธีการ ใหม่ หรือเป็นการปรับปรุงพัฒนาสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดียิ่งขึ้น โดยอาศัยความรู้และกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์ผ่านการทำโครงการ ส่วนการรู้สิ่งแวดล้อมเป็นแนวคิดสำคัญในศตวรรษที่ 21 ซึ่งจำเป็นที่ จะต้องเรียนรู้ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่มีผลต่อ อากาศ อุณหภูมิ พื้นดิน อาหาร พลังงาน น้ำ และระบบที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและ สิ่งแวดล้อม สามารถสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และให้ข้อสรุปที่ ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาการรู้ สิ่งแวดล้อมแบ่งออกเป็น 3 องค์ประกอบ คือ 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และ 3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
 สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการ  
 วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมีวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษา  
 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน  
 เป็นฐาน เพื่อตอบวัตถุประสงค์การวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้ออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย
4. ระยะเวลาในการวิจัย
5. แบบแผนการวิจัย
6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
7. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ
8. การเก็บรวบรวมข้อมูล
9. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม  
 จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดนครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียน  
 ที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 76 คน ซึ่งจัดนักเรียนแบบละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ห้อง 1 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอ  
 ดอนตูม จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดนครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ใน  
 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1 ห้องเรียน รวมจำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบ  
 กลุ่ม (Cluster Random Sampling)

## 2. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

2.1 ตัวแปรต้น คือ การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม คือ

2.2.1 ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

2.2.2 การรู้สิ่งแวดล้อม

2.2.2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

2.2.3 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

## 3. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาในสาระการเรียนรู้ชีววิทยา รายวิชาชีววิทยา 6 รหัสวิชา ว33256 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## 4. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยดำเนินการจัดการเรียนรู้รวม 4 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 คาบเรียน รวม 12 คาบเรียน

## 5. แบบแผนในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่ม ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง (The One – Group Pretest - Posttest Design) และแบบแผนการวิจัยแบบหนึ่งกลุ่ม ทดสอบหลังการทดลอง (The One - Shot Case Study) ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการดำเนินการวิจัย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

### แบบแผนการวิจัยแบบที่ 1 The One-Group Pretest-Posttest Design

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

แผนภูมิที่ 2 แสดงแบบแผนการทดลองแบบการทดลองชั้นพื้นฐาน

T <sub>1</sub>	แทน	การทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
X	แทน	การจัดการเรียนรู้วิชาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน
T <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

## แบบแผนการวิจัยแบบที่ 2 The One-Shot Case Study

ทดลอง	สอบหลัง
X	T <sub>2</sub>

แผนภูมิที่ 3 แสดงแบบแผนการทดลองแบบการทดลองขั้นพื้นฐาน

X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
T <sub>2</sub>	แทน	การทดสอบวัดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์, เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม, พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และความคิดเห็นของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

### 6. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไว้ ดังนี้

6.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 แผน รวม 12 ชั่วโมง

6.2 แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย การประเมิน 3 ด้านคือ ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ด้านคุณค่า และด้านความเป็นนวัตกรรม โดยเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric score) 3 ระดับ

6.3 แบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม

6.3.1 แบบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ถ้าตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน

6.3.2 แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม มีลักษณะเป็นเป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ

6.3.3 แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบรีค (Rubric score) 3 ระดับ

6.4. แบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ

## 7. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

### 7.1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 1 แผน รวม 12 ชั่วโมง มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.1.1 ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร ตำรา และวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

7.1.2 ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จากข้อมูลที่ได้มาจากข้อที่ 2 โดยผู้วิจัยสร้างแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา ว33256 ชีววิทยา 6 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนคางทองวิทยา โดยให้ครอบคลุมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 4 ชีววิทยา มาตรฐานการเรียนรู้ ว 4.5 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 แผนการจัดการเรียนรู้ ใช้เวลาเรียนทั้งหมด 12 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบได้แก่ 1) มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ 2) จุดประสงค์การเรียนรู้ 3) สาระสำคัญ 4) สาระการเรียนรู้ 5) สมรรถนะสำคัญ 6) คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 7) ชิ้นงาน/ภาระงาน 8) การวัดและประเมินผล 9) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 10) สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้ และ 11) บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์การจัดทำแผนการเรียนรู้ ดังรายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 5 วิเคราะห์การจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง	สาระการเรียนรู้	มาตรฐาน/ ผลการเรียนรู้	การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นฐาน	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ความหมายของสิ่งแวดล้อม</li> <li>- ความหมายและประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>- ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>- สาเหตุของปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- แนวทางการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ว 4.5 ม.6/9</li> <li>ว 4.5 ม.6/10</li> <li>ว 4.5 ม.6/11</li> <li>ว 4.5 ม.6/12</li> <li>ว 4.5 ม.6/13</li> </ul>	<p>ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ครูเสนอประเด็นปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p>ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ นักเรียนรวมกลุ่มตามความสนใจประเด็นปัญหาและร่วมกันกำหนดหัวข้อในการทำโครงงาน</p> <p>ขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ นักเรียนร่วมกันวางแผนการดำเนินงานและลงมือออกแบบและสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์</p> <p>ขั้นที่ 4 นำเสนอ นักเรียนนำเสนอผลงานนวัตกรรมของแต่ละกลุ่ม</p> <p>ขั้นที่ 5 ประเมินผล นักเรียนและครูประเมินผลร่วมกัน</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ</li> <li>- ปัญหาและผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม</li> <li>- แนวทางในการจัดการและแก้ปัญหา</li> <li>- ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>	12

7.1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยอาจารย์ที่ปรึกษาแนะนำให้ปรับเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ

7.1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยเสนอผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ได้แก่ ด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 1 คน ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 คน ด้านเนื้อหา จำนวน 2 คน และด้านนวัตกรรมจำนวน 1 คน ประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) จำนวน 5 ระดับ โดยผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะให้เพิ่มแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 179)

คะแนน 5 คือ ความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 คือ ความเหมาะสมมาก

คะแนน 3 คือ ความเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 คือ ความเหมาะสมน้อย

คะแนน 1 คือ ความเหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าความเหมาะสมที่มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1 แสดงว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีความตรงเชิงเนื้อหา และมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้จัดการเรียนรู้ได้ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในภาพรวมพบว่ามี ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.76$ , S.D. = 0.56) (รายละเอียดภาคผนวก ข ตารางที่ 18 หน้า 138-140)

7.1.5 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญ และทำตามข้อเสนอแนะ โดยมีการปรับเวลาในการจัดการเรียนรู้ในชั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติและเพิ่มเติมแบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

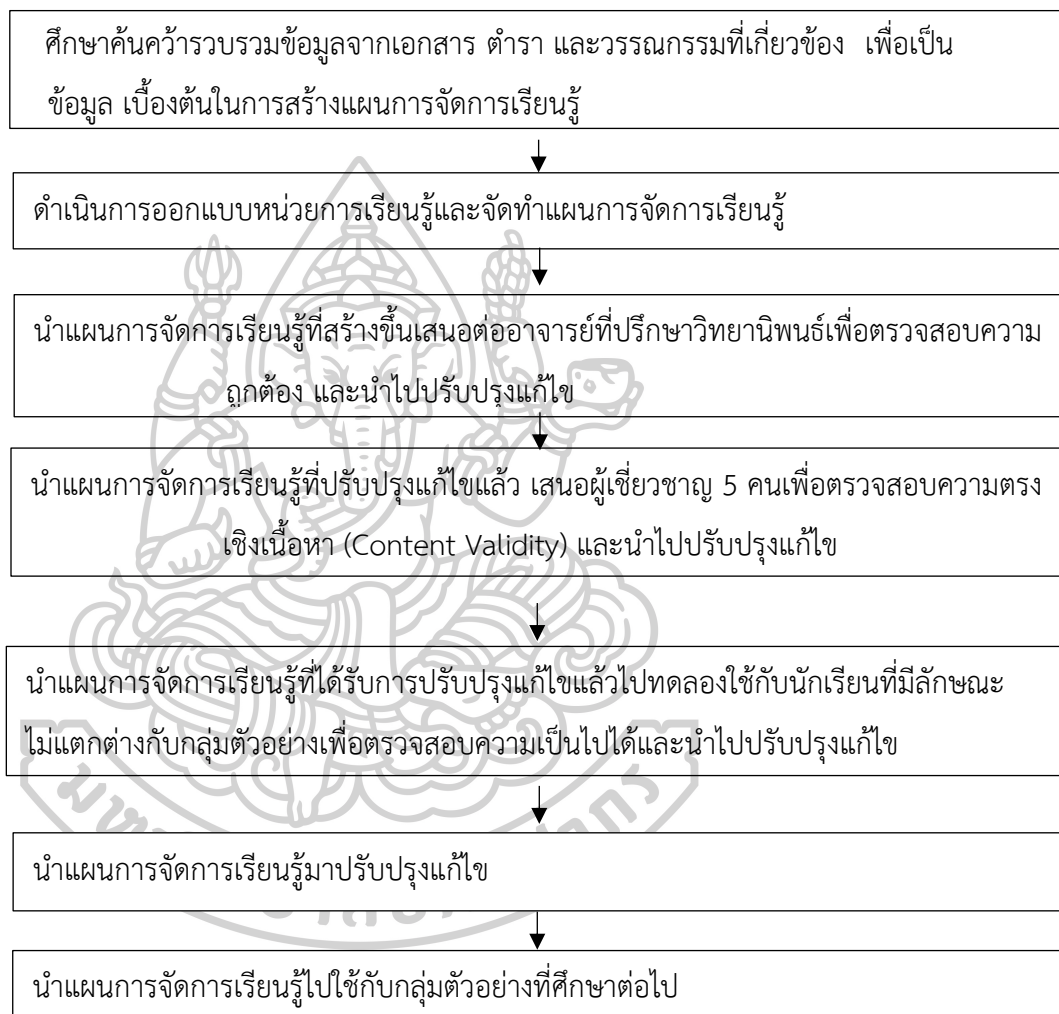
7.1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้น ม.6/2 โรงเรียนคงทองวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 37 คน ซึ่งมีลักษณะไม่แตกต่างกับกลุ่มตัวอย่าง โดยการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่าการทำกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนใช้เวลาแตกต่างกัน



7.1.7 นำผลที่ได้จากการทดลองใช้มาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับเวลาในการทำกิจกรรม  
ก่อนนำไปใช้จริง

7.1.8 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อไป

สามารถสรุปกระบวนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ดังรายละเอียด  
ในแผนภูมิที่ 4



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

## 7.2 แบบประเมินความ

### สามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

การสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.2.1 ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ด้านการสร้างแบบประเมินเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

7.2.2 กำหนดระดับคุณภาพของนวัตกรรมตามแนวคิดของเนาวนิตย์ สงคราม (2556: 135-144) และวรากร หงส์โต (2553: 288-293) ประกอบด้วย 3 ด้าน ดังนี้

1) มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม มี 5 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 1.1) กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา
- 1.2) การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา
- 1.3) การออกแบบนวัตกรรม
- 1.4) การประเมินและสรุปผล
- 1.5) การนำเสนอ/เผยแพร่วัตกรรม

2) มาตรฐานด้านคุณค่า มี 4 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 2.1) การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์
- 2.2) ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา
- 2.3) ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้
- 2.4) การเรียนรู้ร่วมกัน

3) มาตรฐานด้านความเป็นนวัตกรรม มี 1 ตัวบ่งชี้ ได้แก่

- 3.1) เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่

7.2.3 สร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ประกอบด้วย 5 ตัวชี้วัด 2) ด้านคุณค่า ประกอบด้วย 4 ตัวชี้วัด และ 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม ประกอบด้วย 1 ตัวชี้วัด โดยผู้วิจัยกำหนดแนวทางการให้คะแนนแบบรูบริก (Rubric score) 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ 1 หมายถึง พอใช้ ระดับ 2 หมายถึง ปานกลาง และระดับ 3 หมายถึง ดี โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน	ระดับ คุณภาพ
<b>1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม</b>		
1.1 กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา	ระดับ 3 มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้ครอบคลุม	
	ระดับ 2 มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้ หรือ มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไม่เป็นระบบ แต่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้	
	ระดับ 1 มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไม่เป็นระบบ และสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้บางส่วน	
1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา	ระดับ 3 วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ และมีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง	
	ระดับ 2 วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ แต่ไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง หรือ วัตถุประสงค์ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ แต่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง	
	ระดับ 1 วัตถุประสงค์ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ และไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง	

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน	ระดับ คุณภาพ
1.3 การออกแบบ นวัตกรรม	ระดับ 3 มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบ นวัตกรรม อย่างชัดเจนทุกขั้นตอน	
	ระดับ 2 มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบ นวัตกรรม อย่างชัดเจนแต่ไม่ครบทุกขั้นตอน หรือ มีหลักการ แนวคิด หรือ ทฤษฎีในการออกแบบ นวัตกรรมไม่ชัดเจนแต่ครบทุกขั้นตอน	
	ระดับ 1 มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบ นวัตกรรม ไม่ชัดเจนและไม่ครบขั้นตอน	
1.4 การประเมิน และสรุปผล	ระดับ 3 มีการประเมินและสรุปผลการทำงานอย่างเป็นระบบ	
	ระดับ 2 มีการประเมินและสรุปผลการทำงานอย่างไม่เป็นระบบ	
	ระดับ 1 มีการประเมินแต่ไม่มีการสรุปผลการทำงาน หรือไม่มีการ ประเมินแต่มีการสรุปผลการทำงาน	
1.5 การนำเสนอ/ เผยแพร่วัตกรรม	ระดับ 3 มีการนำเสนอที่น่าสนใจและเผยแพร่ นวัตกรรมไปยัง กลุ่มเป้าหมาย	
	ระดับ 2 มีการนำเสนอที่น่าสนใจแต่เผยแพร่ นวัตกรรมไม่ตรงกับ กลุ่มเป้าหมาย หรือ มีการนำเสนอที่ไม่น่าสนใจแต่เผยแพร่ นวัตกรรมตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	
	ระดับ 1 มีการนำเสนอที่ไม่น่าสนใจและมีการเผยแพร่ นวัตกรรมไม่ ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน	ระดับ คุณภาพ
<b>2. ด้านคุณค่า</b>		
2.1 การแก้ปัญหา ได้ตรงตาม วัตถุประสงค์	ระดับ 3 นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ครบทุกข้อ	
	ระดับ 2 นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่ครบทุกข้อ	
	ระดับ 1 นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์	
2.2 ความคุ้มค่า ในการใช้ ทรัพยากรเพื่อ แก้ปัญหา	ระดับ 3 มีการใช้ทรัพยากรคุ้มค่า เหมาะสม แลประหยัด	
	ระดับ 2 มีการมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เหมาะสม แต่ไม่ประหยัด หรือ มีการมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ประหยัด แต่ไม่เหมาะสม	
	ระดับ 1 มีการใช้ทรัพยากรอย่างไม่คุ้มค่า ไม่เหมาะสม และไม่ประหยัด	
2.3 ความเป็นไป ได้ในการนำไปใช้	ระดับ 3 นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริงสูง	
	ระดับ 2 นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริงน้อย	
	ระดับ 1 นวัตกรรมไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริง	
2.4 การเรียนรู้ ร่วมกัน	ระดับ 3 สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรม (100%)	
	ระดับ 2 สมาชิกบางคนในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรม (มากกว่า 50%)	
	ระดับ 1 สมาชิกส่วนน้อยในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรม (ต่ำกว่า 50%)	

ตารางที่ 6 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน	ระดับ คุณภาพ
<b>3. ด้านความเป็นนวัตกรรม</b>		
3.1 เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่หรือ แนวทางใหม่	ระดับ 3 เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ ไม่เคยมีมาก่อน	
	ระดับ 2 เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการใหม่ โดยการ ประยุกต์ใช้ของเดิมที่มีอยู่มาพัฒนาให้ดีขึ้น	
	ระดับ 1 เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้ว แต่นำมา ปรับปรุงหรือพัฒนาบางส่วน	

#### การแปลผลคะแนน

การพิจารณาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ใช้การแบ่งระดับแบบอิง  
เกณฑ์ โดยหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแบบประเมินทั้งหมด ซึ่งอยู่ระหว่าง 1-3 คะแนน และแบ่งค่าคะแนน  
เฉลี่ยเป็น 3 ระดับ (บุญใจ ศรีสถิตย์นรากร, 2545: 304-305) สามารถแปลผลความสามารถในการ  
สร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ได้ดังนี้

#### คะแนนเฉลี่ย

##### การแปลผล

- 2.34 - 3.00 มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี  
1.67 - 2.33 มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง  
1.00 - 1.66 มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

7.2.4 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ไปเสนอ  
ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำ  
ข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอแนะให้ปรับปรุงเกณฑ์ในแต่ละข้อให้มี  
ความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

7.2.5 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สร้าง  
ขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) และความตรง  
ตามโครงสร้าง (Construct Validity) โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วน  
ประเมินค่า 5 ระดับ ซึ่งผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับของเกณฑ์การประเมินแต่ละข้อให้สามารถ

วัดได้จริง จากนั้นนำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 179)

คะแนน 5 คือ ความเหมาะสมมากที่สุด

คะแนน 4 คือ ความเหมาะสมมาก

คะแนน 3 คือ ความเหมาะสมปานกลาง

คะแนน 2 คือ ความเหมาะสมน้อย

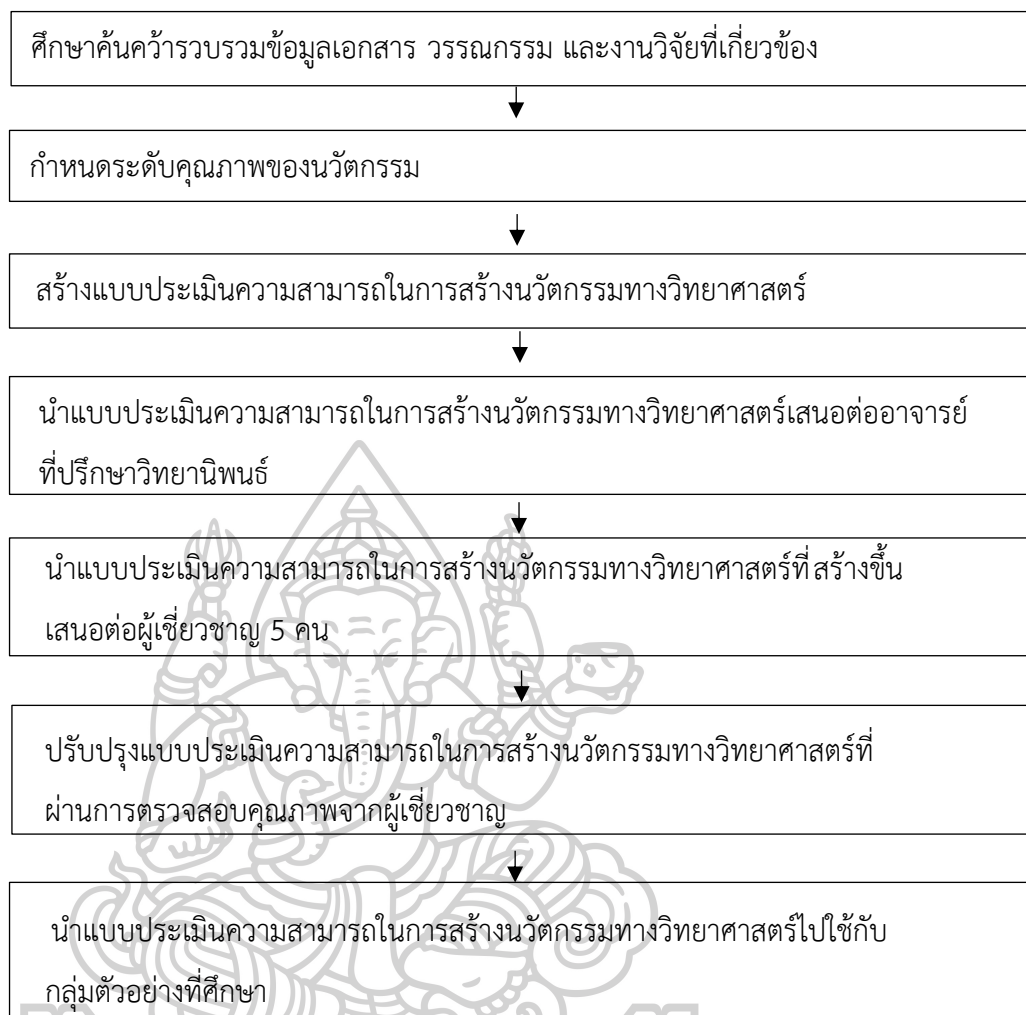
คะแนน 1 คือ ความเหมาะสมน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าความเหมาะสมที่มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1 แสดงว่าแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์มีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากและมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในภาพรวมพบว่ามีค่าความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.7$ , S.D. = 0.48) (รายละเอียดภาคผนวก ข ตารางที่ 23 หน้า 152-155)

7.2.6 ปรับปรุงแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญตามข้อเสนอแนะ โดยปรับปรุงเกณฑ์ในแต่ละข้อให้มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนและสามารถวัดได้จริง

7.2.7 นำแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อไป

สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ดังแผนภูมิที่ 5 ดังนี้



แผนภูมิที่ 5 ขั้นตอนการพัฒนาแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์



### 7.3 แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม มีเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0) มีทั้งหมดจำนวน 60 ข้อ นำมาใช้ในการวิจัย 30 ข้อ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.3.1 ศึกษา ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากเอกสาร หนังสือและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างแบบทดสอบ

7.3.2 ศึกษาวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ สาระสำคัญ ขอบเขตของเนื้อหาเพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการวัดผลนักเรียนทั้งในส่วนเนื้อหาความรู้และกระบวนการ และดำเนินการสร้างแบบทดสอบเป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก (ตอบถูกได้ 1 ตอบผิดได้ 0) จำนวน 60 ข้อ โดยมีวัตถุประสงค์ในการวัดและประเมินผล ม.6/9-13 ดังรายละเอียดในตารางที่ 7 ตารางที่ 7 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้และใช้ในการวิจัย

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม การเรียนรู้ (ข้อ)						รวม	ใช้ในการวิจัย
	ความรู้ เข้าใจ	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า		
ว 4.5 ม.6/9 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ	2	3	1	5			11	8
ว 4.5 ม.6/10 วิเคราะห์ อภิปรายและสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ปัญหา	2	4	2	7			15	7
ว 4.5 ม.6/11 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา	1		5	3			9	7

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จำแนกตามระดับพฤติกรรมการเรียนรู้และใช้ในการวิจัย (ต่อ)

มาตรฐานการเรียนรู้/ ผลการเรียนรู้	จำนวนข้อจำแนกตามระดับพฤติกรรม การเรียนรู้ (ข้อ)						รวม	ใช้ในการวิจัย
	ความรู้	เข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินค่า		
ว 4.5 ม.6/12 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการ ทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอ แนวทางในการป้องกันการ ทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ ป่าไม้	1	1	2	8			12	4
ว 4.5 ม.6/13 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามี จำนวนลดลง และแนวทางใน การอนุรักษ์สัตว์ป่า	1	5	4	3			13	5
รวม	7	13	14	26	0	0	60	30

โดยมีเกณฑ์การประเมินผลดังนี้

26 – 30	ผลการประเมิน	ดีมาก
21 - 25	ผลการประเมิน	ดี
16 - 20	ผลการประเมิน	พอใช้
0 - 15	ผลการประเมิน	ปรับปรุง

7.3.3 นำแบบทดสอบไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะในการตรวจสอบความถูกต้องทางภาษา

7.3.4 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของแบบทดสอบแล้ววิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยเลือกข้อคำถามที่มีดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับข้อคำถามบางข้อง่ายเกินไป

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และบางข้อที่เป็นรูปภาพควรมีความชัดเจน ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.60-1.00 ผ่านการพิจารณาค่าความสอดคล้องจำนวน 30 ข้อ ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องยอมรับได้ (รายละเอียด ภาคผนวก ข ตารางที่ 19 หน้า 141-148)

7.3.5 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขด้านความถูกต้องของภาษา ปรับความยากง่ายให้เหมาะสมและใช้รูปภาพที่ชัดเจนแล้ว ไปทดลองใช้ (Try-out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/2 โรงเรียนคทงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 37 คน (โดยไม่ได้เป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง) พบว่านักเรียนเข้าใจคำถามทุกข้อ และทำแบบทดสอบครบทุกข้อ

7.3.6 นำผลการทดลองใช้ (Try-out) มาวิเคราะห์รายข้อ (Item Analysis) แบบปรนัยเพื่อหาคุณภาพ ตรวจสอบความยากง่าย (Difficulty) อำนาจจำแนก (Discrimination) และความเชื่อมั่น (Reliability)

1) ตรวจสอบความยากง่าย (Difficulty) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือประเภทแบบทดสอบที่วัดความรู้ (Knowledge) ที่ระบุว่าข้อสอบนั้นยากง่ายเพียงใด ใช้สัญลักษณ์  $p$

เกณฑ์กำหนดค่าความยากง่าย คือ 0.20-0.80 ถ้าความยากง่ายน้อยกว่า 0.20 ถือว่าข้อสอบนั้นยากเกินไป และถ้าค่าความยากง่ายมากกว่า 0.80 ถือว่าข้อสอบนั้นง่ายเกินไป (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 188)

2) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่จำแนกเด็กเก่ง และเด็กอ่อนได้ ใช้สัญลักษณ์  $r$

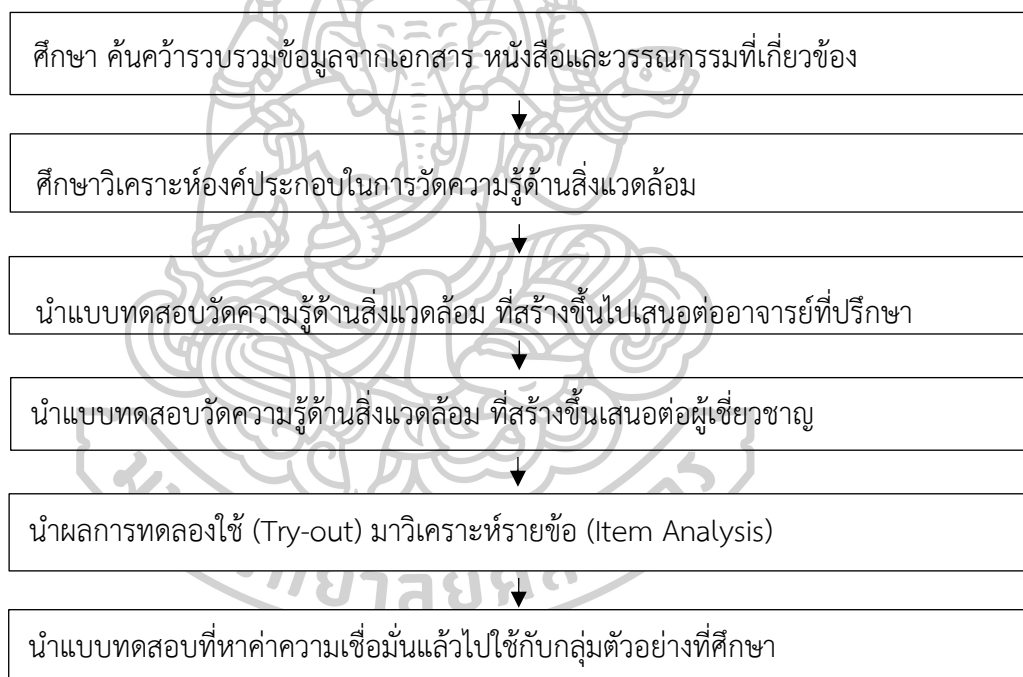
เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนกควรมีค่าอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555)

3) การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ คุณสมบัติของเครื่องมือที่ให้ผลการวัดคงที่ คงเส้นคงวา สม่ำเสมอ ผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ ปรนัยจำนวน 30 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555: 182)

จากการนำผลการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จำนวน 60 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก โดยนำข้อสอบไปวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ พบว่าข้อที่ 1,2,6,13,20,21,39,40,43,51 และ 60 มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.80 -0.90 และข้อที่ 34 และ 46 มีค่าความยากง่ายเท่ากับ 0.10 ผลการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกพบว่า ข้อที่ 2,6,13,20,21,34,39,40,43,46,48 และ 60 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง

0.08 – 0.15 แสดงว่ามีข้อสอบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีจำนวน 14 ข้อ และข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดจำนวน 46 ข้อ (รายละเอียด ภาคผนวก ข ตารางที่ 20 หน้า 149) จากนั้นเลือกแบบทดสอบมาใช้ในการวิจัยจำนวน 30 ข้อ แล้วหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.89 (รายละเอียด ภาคผนวก ข ตารางที่ 21 หน้า 150) ซึ่งแสดงว่าแบบทดสอบวัดการรู้สิ่งแวดลอมด้านความรู้ สามารถนำไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลได้

7.3.7 นำแบบทดสอบที่หาค่าความเชื่อมั่นแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อไป สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดลอม ดังรายละเอียดในแผนภูมิที่ 6



แผนภูมิที่ 6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดลอม

#### 7.4 แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดลอม

เป็นมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) 5 ระดับ ซึ่งแบ่งองค์ประกอบของเจตคติด้านสิ่งแวดลอมไว้ 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดลอม 2) ด้านการนำสิ่งของที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ 3) ด้านการแปรสภาพขยะให้สามารถนำมาใช้ใหม่ และ 4) ด้านจิตสำนึกและพฤติกรรมสิ่งแวดลอม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.4.1 ศีขานิชยามขององค์ประกอบในการวัดเจตคตด้านสิ่งแวดลอม

7.4.2 วิเคราะห์โครงสร้างของแบบประเมินเจตคตด้านสิ่งแวดลอม มีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดลอม มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่
  - 1.1 ฉันเห็นว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อสร้างรีสอร์ทจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว
  - 1.2 ฉันเห็นว่าการบริโภคสัตว์ป่าบางชนิด เช่น ตัวนิ่ม เป็นยาอายุวัฒนะ
  - 1.3 ฉันเห็นว่าการศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงหรือขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์เป็นสิ่งจำเป็น

2. ด้านการนำสิ่งของที่ใช้แล้วกลับมาใช้ซ้ำ มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 2.1 ฉันมักจะใช้กระดาษให้หมดทั้งสองหน้าอยู่เสมอ
  - 2.2 ฉันใช้แก้วน้ำส่วนตัวสำหรับใส่เครื่องดื่มที่ฉันซื้อเป็นประจำ
  - 2.3 ฉันเห็นว่าการพกถุงผ้าเป็นเรื่องที่ยุงยาก
3. ด้านการแปรสภาพขยะให้สามารถนำมาใช้ใหม่ มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่
- 3.1 ฉันมักจะนำสิ่งของเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของใช้อยู่เสมอ
  - 3.2 ฉันเห็นว่าการทำเสื่อมดย้อมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเสื่อผ้าเก่าได้
  - 3.3 ฉันเห็นว่สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากขยะเป็นสิ่งสกปรกและไม่ควรนำมาใช้

4. ด้านพฤติกรรมสิ่งแวดลอม มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 4.1 ฉันมักจะปั่นจักรยานแทนการขี่มอเตอร์ไซด์หากต้องเดินทางไประยะทางไกล ๆ เพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจก
- 4.2 ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนอยู่เสมอ
- 4.3 ฉันมักจะทิ้งขยะอันตรายรวมกับขยะทั่วไปโดยไม่แยกขยะ

7.4.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินเจตคตด้านสิ่งแวดลอม โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายของคะแนนดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 179)

เกณฑ์การให้คะแนน

คะแนน 5 คือ ความเหมาะสมมากที่สุด

- คะแนน 4 คือ ความเหมาะสมมาก  
 คะแนน 3 คือ ความเหมาะสมปานกลาง  
 คะแนน 2 คือ ความเหมาะสมน้อย  
 คะแนน 1 คือ ความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์การแปลความหมายของคะแนน 5 ระดับ ดังนี้

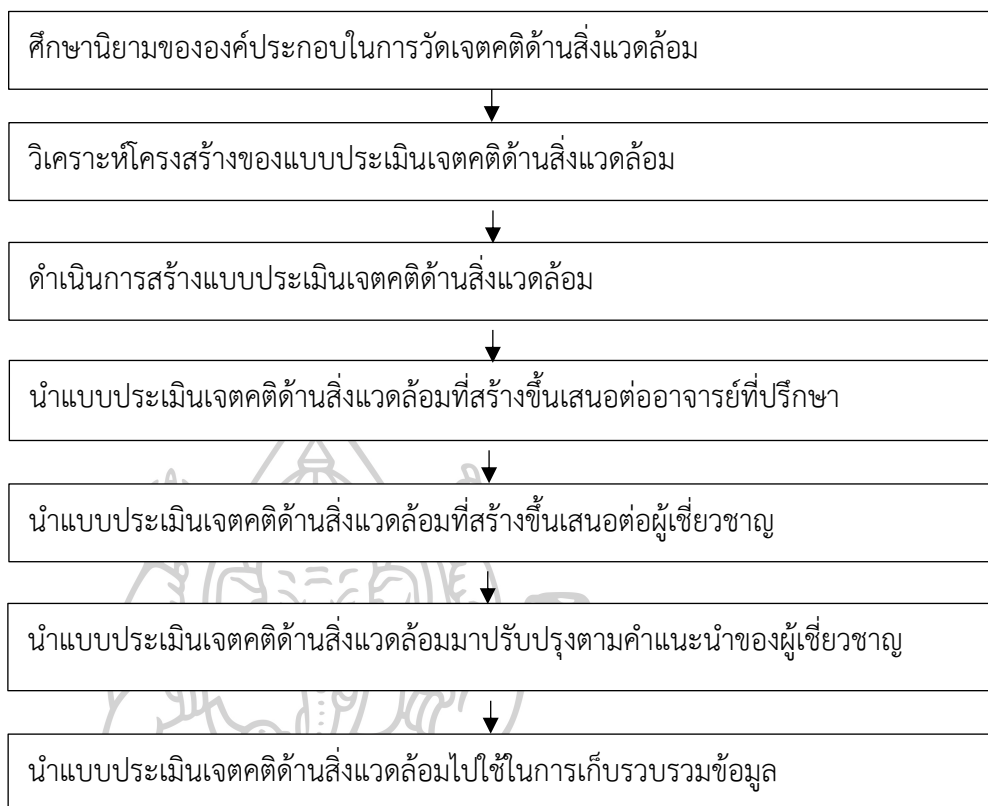
- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมากที่สุด  
 ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก  
 ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับปานกลาง  
 ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับน้อย  
 ค่าเฉลี่ย 0.50 – 1.49 หมายถึง มีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

7.4.4 นำแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยอาจารย์ที่ปรึกษาเสนอแนะให้ตัดข้อความที่คล้ายกันออก

7.4.5 นำแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน และความถูกต้องของข้อความ โดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยเกณฑ์ในการเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป ผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้คำถาม ให้ถามในสิ่งที่ใกล้ตัวผู้เรียน

ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 (รายละเอียด ภาคผนวก ข ตารางที่ 24 หน้า 156) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องยอมรับได้ แสดงว่าแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อมด้านเจตคติมีความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

- 6) นำแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
- 7) นำแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม ดังแผนภูมิที่ 7



แผนภูมิที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

7.5 แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม เป็นเกณฑ์การประเมินแบบรูบรีค (Rubric score) 3 ระดับ มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.5.1 ศึกษานิยามขององค์ประกอบในการวัดพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

7.5.2 วิเคราะห์โครงสร้างของแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม มีองค์ประกอบ 7 ตัวชี้วัด ได้แก่ 1) การเลือกหัวข้อโครงการ 2) วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ 3) การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าในการจัดทำโครงการ 4) การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ 5) การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ 6) การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ และ 7) การรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ

7.5.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน		
		ดีมาก (3)	ดี (2)	ควรปรับปรุง (1)
1.	การเลือกหัวข้อโครงการ	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมทั้งหมด	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมบางส่วน	การเลือกหัวข้อโครงการไม่มีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อม
2.	วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกข้อ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมบางข้อ	นักเรียนไม่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3.	การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าในการจัดทำโครงการ	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดและคุ้มค่าทุกครั้ง	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดแต่ไม่คุ้มค่า	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างไม่ประหยัดและไม่คุ้มค่า
4.	การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่เลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ
5.	การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ



ตารางที่ 8 เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน		
		ดีมาก (3)	ดี (2)	ควรปรับปรุง (1)
6.	การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ
7.	การรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการทุกครั้ง	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการบางครั้ง	นักเรียนไม่ดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ

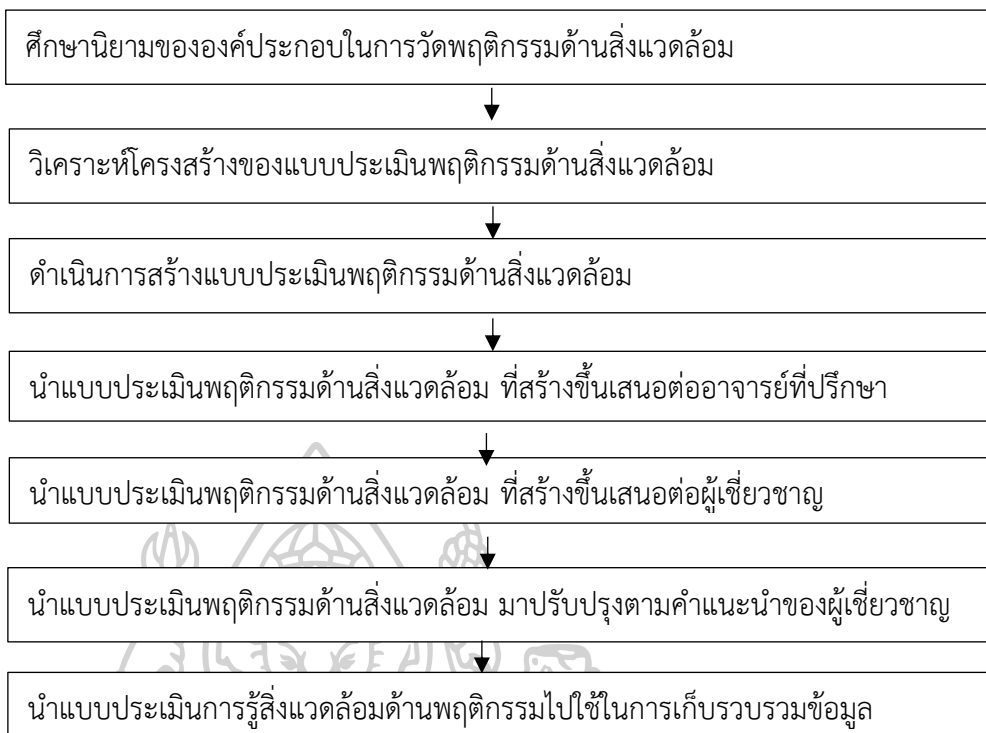
7.5.4 นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้ภาษาในการอธิบายเกณฑ์แต่ละข้อให้เขียนอย่างชัดเจน

7.5.5 นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา ความตรงเชิงโครงสร้างของแบบประเมิน และความถูกต้องของข้อคำถาม โดยใช้การประเมินความสอดคล้อง (IOC) โดยเกณฑ์ในการเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะในการปรับคำอธิบายเกณฑ์การให้คะแนน

ผลการประเมินความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 (รายละเอียด ภาคผนวก ข ตารางที่ 25 หน้า 157-158) ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องมีค่า 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องยอมรับได้ แสดงว่าแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อมด้านพฤติกรรมมีความตรงเชิงเนื้อหาสามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้

6) นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมมาปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับในเรื่องการใช้คำและการเขียนอธิบายเกณฑ์การให้คะแนนให้ชัดเจนมากขึ้น

7) นำแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมที่ผ่านการปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อไป สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม ดังแผนภูมิที่ 8



แผนภูมิที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

## 7.6 แบบสอบถามความคิดเห็น

กระบวนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

7.6.1 ศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูลเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างแบบสอบถาม

7.6.2 วิเคราะห์โครงสร้างของแบบสอบถามความคิดเห็น มีองค์ประกอบ 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านบรรยากาศ มี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ

1.2 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน

1.3 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน

## 2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้มี 4 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 2.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง
- 2.2 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดสร้างสรรค์
- 2.3 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย
- 2.4 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน

## 3. ด้านประโยชน์ที่ได้รับมี 3 ตัวชี้วัด ได้แก่

- 3.1 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน
- 3.2 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน
- 3.3 กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้น

7.6.3 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นจากข้อมูลที่ได้มาจากข้อที่ 2 โดยแบบสอบถามความคิดเห็นมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนและเกณฑ์การแปลความหมายของระดับความคิดเห็นดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555 : 179)

### เกณฑ์การให้คะแนน

- คะแนน 5 คือ ความเหมาะสมมากที่สุด
- คะแนน 4 คือ ความเหมาะสมมาก
- คะแนน 3 คือ ความเหมาะสมปานกลาง
- คะแนน 2 คือ ความเหมาะสมน้อย
- คะแนน 1 คือ ความเหมาะสมน้อยที่สุด

### เกณฑ์การแปลความหมายระดับความคิดเห็น 5 ระดับ ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.50 – 1.49 หมายถึง มีความคิดเห็นอยู่ในระดับน้อยที่สุด

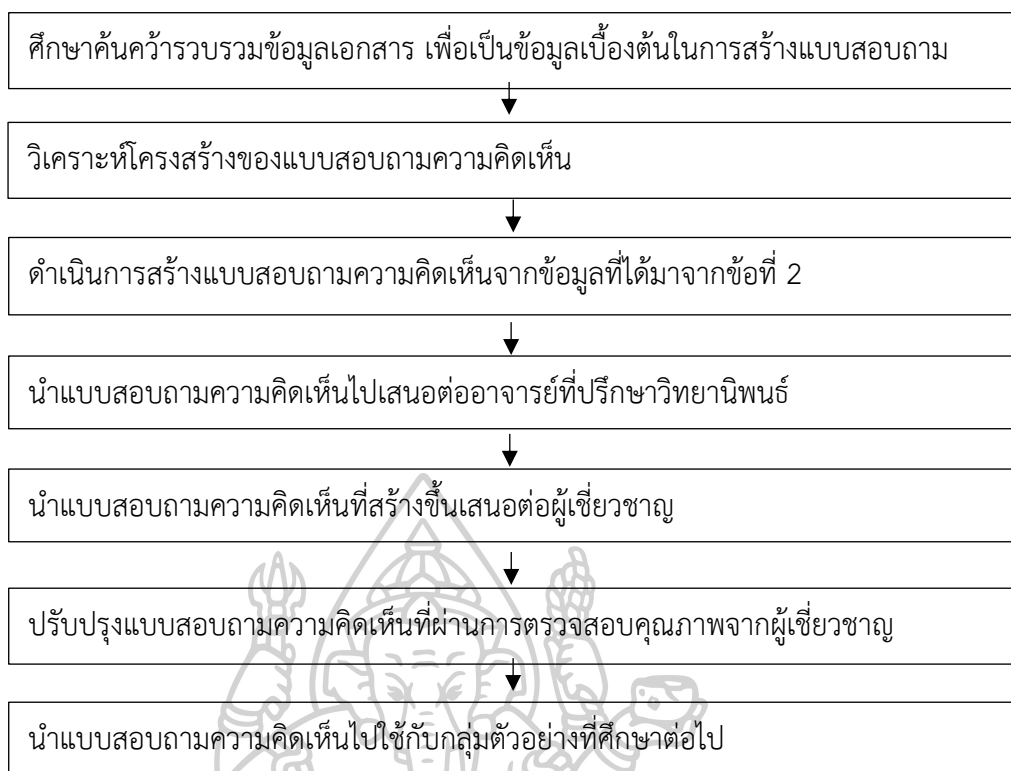
7.6.4 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป โดยอาจารย์ที่ปรึกษาให้ข้อเสนอแนะในการตัดข้อความที่คล้ายกันออกเพื่อไม่ให้แบบประเมินมีคำถามมากเกินไป

7.6.5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 5 คน เพื่อตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยมีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale) 5 ระดับ โดยผู้เชี่ยวชาญให้ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการใช้คำถามควรเกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ผลการประเมินพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนความเหมาะสมตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาแปลความหมายตามเกณฑ์

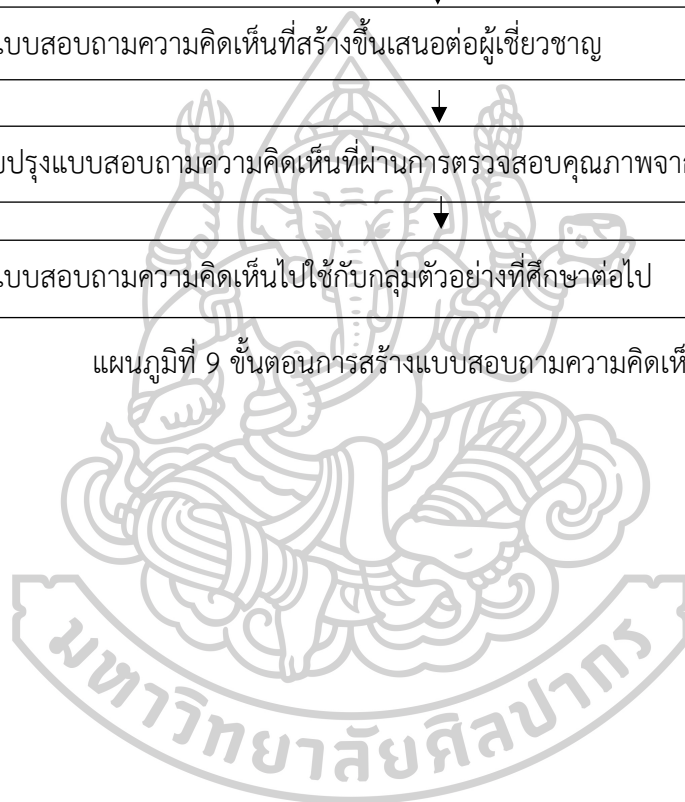
เมื่อพิจารณาค่าความเหมาะสมที่มีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ตั้งแต่ 3.5 ขึ้นไป และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) น้อยกว่า 1 แสดงว่าแบบสอบถามความคิดเห็นมีความตรงเชิงเนื้อหาและมีความเหมาะสม สามารถนำไปใช้เก็บรวบรวมข้อมูลได้ ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพแต่ละประเด็นอยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ในภาพรวมพบว่ามีค่าความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 5.0, S.D. = 0.20$ ) (รายละเอียดภาคผนวก ข ตารางที่ 26 หน้า 159)

7.6.6 ปรับปรุงแบบสอบถามความคิดเห็นที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญตามข้อเสนอแนะ โดยตัดคำถามที่คล้ายกันและไม่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานออก

7.6.7 นำแบบสอบถามความคิดเห็นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาต่อไป วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนโดยหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สามารถสรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนได้ดังแผนภูมิที่ 9



แผนภูมิที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความคิดเห็น



ตารางที่ 9 สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ/สถิติ การวิเคราะห์ข้อมูล
1. เพื่อสร้าง แผนการจัดการ เรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน	- สร้างแผนการ จัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน	- อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการ วัดและประเมินผล ด้านเนื้อหา และด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง	- แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ โครงงานเป็นฐาน - วิเคราะห์เนื้อหาและ หาคุณภาพของแผนการจัดการ เรียนรู้ (Rating Scale 5 ระดับ) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. เพื่อสร้างแบบ ประเมิน ความสามารถใน การสร้าง นวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์	- สร้างแบบ ประเมิน ความสามารถใน การสร้างนวัตกรรม ทางวิทยาศาสตร์	- อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการ วัดและประเมินผล ด้านเนื้อหา และด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่เป็นกลุ่ม ตัวอย่าง	- แบบประเมินความสามารถใน การสร้างนวัตกรรมทาง วิทยาศาสตร์ - วิเคราะห์เนื้อหาและหา คุณภาพของแบบประเมิน (Rating Scale 5 ระดับ) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
3. เพื่อสร้างแบบ ทดสอบวัดความรู้ ด้านสิ่งแวดล้อม	- สร้างแบบทดสอบ วัดความรู้ด้าน สิ่งแวดล้อม	- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการวัด และประเมินผล ด้านเนื้อหา และ ด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง	- แบบทดสอบวัดความรู้ด้าน สิ่งแวดล้อม - วิเคราะห์เนื้อหาและ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของ แบบทดสอบ (IOC) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S.D.)

ตารางที่ 9 สรุปขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (ต่อ)

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ/สถิติ การวิเคราะห์ข้อมูล
4. แบบประเมิน เจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม	- สร้างแบบประเมิน เจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม	- อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการวัด และประเมินผล ด้านเนื้อหา และ ด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	- แบบประเมินเจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม - วิเคราะห์เนื้อหาและ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของ แบบประเมิน (IOC) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
5. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม	- สร้างแบบประเมิน พฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม	- อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการวัด และประเมินผล ด้านเนื้อหา และ ด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	- แบบประเมินพฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม - วิเคราะห์เนื้อหาและ หาค่าดัชนีความสอดคล้องของ แบบประเมิน (IOC) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
6. เพื่อสร้าง แบบสอบถาม ความคิดเห็น	- สร้าง แบบสอบถามความ คิดเห็น	- อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ - ผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ในด้าน หลักสูตรและการสอน ด้านการวัด และประเมินผล ด้านเนื้อหา และ ด้านนวัตกรรม - นักเรียนชั้น ม.6 โรงเรียน คงทองวิทยาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง	- แบบสอบถามความคิดเห็น - วิเคราะห์เนื้อหาและ หาคุณภาพของแบบสอบถาม ความคิดเห็น (Rating Scale 5 ระดับ) - หาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

#### 8. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลอง และเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง โดยทดลองกับกลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 /1 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาขนาดนครปฐม จำนวน 39 คนที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โดยมีขั้นตอนดังนี้

8.1 ขอบหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ไปถึงผู้อำนวยการโรงเรียนคทงวิทยาเพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองใช้เครื่องมือ

8.2 ทำการทดสอบก่อนเรียน (pretest) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบสอบถาม 4 ตัวเลือก แล้วนำมาตรวจให้คะแนนพร้อมทั้งบันทึกผลคะแนนเก็บไว้เปรียบเทียบกับคะแนนหลังเรียน (posttest)

8.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 1 แผน ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 12 ชั่วโมง

การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ เป็นขั้นที่ผู้สอนนำเสนอประเด็นปัญหา หรือสถานการณ์ที่นักเรียนสนใจ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง

2) ขั้นกำหนดหัวข้อ เป็นขั้นที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีการสืบค้นข้อมูล อภิปราย และแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน เพื่อกำหนดหัวข้อในการทำโครงงาน ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง

3) ขั้นวางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นที่เน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง มีการวางแผนการดำเนินงาน และลงมือปฏิบัติตามแผน มีการออกแบบและสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ไขปัญหาในประเด็นที่นักเรียนสนใจ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ชั่วโมง

4) ขั้นนำเสนอ เป็นขั้นตอนหลังจากที่นักเรียนได้ทำโครงงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงนำผลงานที่ได้มานำเสนอ ซึ่งสามารถนำเสนอได้หลายรูปแบบ สนใจ ใช้เวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 2 ชั่วโมง

5) ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้นนี้ทั้งนักเรียนและครูผู้สอนประเมินผลร่วมกัน โดยประเมินระหว่างการทำโครงงาน และประเมินผลงานสรุปได้ดังตารางที่



ตารางที่ 10 กำหนดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง	การจัดการเรียนรู้	ระยะเวลา (คาบ)
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	3
	ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ	3
	ขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ	3
	ขั้นที่ 4 นำเสนอ	2
	ขั้นที่ 5 ประเมินผล	1
<b>รวมทั้งหมด</b>		<b>12</b>

6.4 ทำการทดสอบหลังเรียน (posttest) กับกลุ่มตัวอย่างโดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบสอบปรนัย 4 ตัวเลือก เมื่อทำการทดสอบแล้วนำมาตรวจให้คะแนนแล้วนำผลที่ได้จากการทดสอบหลังเรียน (posttest) มาวิเคราะห์ด้วยวิธีทางสถิติต่อไป

ตารางที่ 11 สรุปขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

วัตถุประสงค์	วิธีการ	กลุ่มเป้าหมาย	เครื่องมือ
1. เพื่อทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	1. ครูแจ้งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2. ดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน จำนวน 12 ชั่วโมง 3. ประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม และสอบถามความคิดเห็น	- นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1 โรงเรียนคองทองวิทยา ซึ่งเป็นนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง	- แผนการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน - แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ - แบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม - แบบประเมินเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม - แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม - แบบสอบถามความคิดเห็น

## 9. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

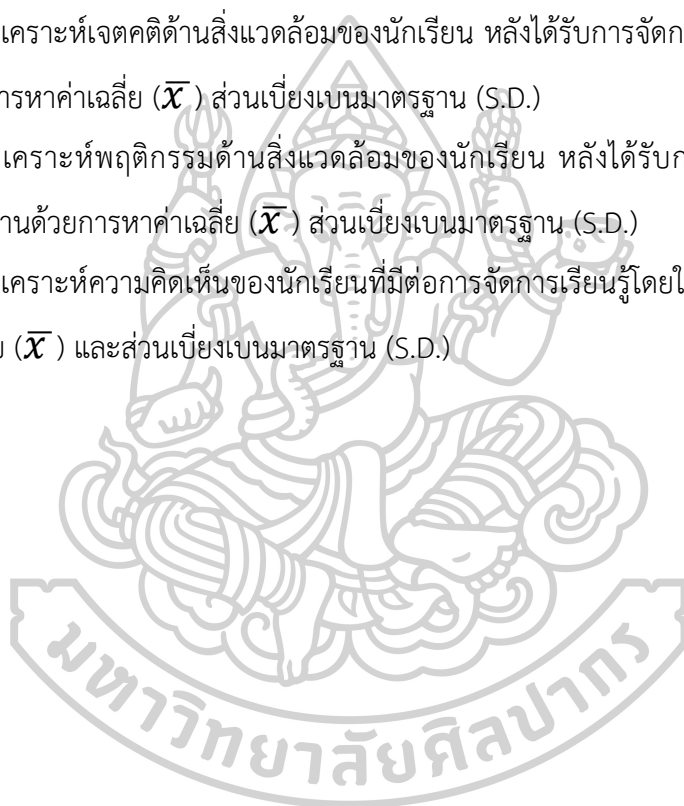
9.1 วิเคราะห์ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

9.2 เปรียบเทียบผลการทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสถิติทดสอบที่ ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

9.3 วิเคราะห์เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

9.4 วิเคราะห์พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

9.5 วิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ด้วยการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
 สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยมี  
 วัตถุประสงค์การวิจัย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทาง  
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาการรู้  
 สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และ 3) เพื่อศึกษาความ  
 คิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ผู้วิจัยขอเสนอผลการวิเคราะห์  
 ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลัง  
 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการ  
 จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้  
 โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ตอนที่ 5 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน



**ตอนที่ 1 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลัง  
 ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน**

นักเรียนสามารถสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์โดยการเรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 โครงการและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

กลุ่มที่	โครงการ	นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงการ เตอบจากพลังงานแสงอาทิตย์</li> <li>- วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ การลดการปล่อยแก๊ส CO<sub>2</sub> ที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">เตอบจากพลังงานแสงอาทิตย์</p>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงการ สปริงดูจเงินดับไฟ</li> <li>- วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ป้องกันการเผาฟางข้าวในทุ่งนา เพื่อแก้ปัญหามลพิษทางอากาศจากการเผาป่า หรือเกิดไฟป่า</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">สปริงดูจเงินดับไฟ</p>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงการ Moss Traps Dust ลดฝุ่นด้วยมอส</li> <li>- วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ การลดฝุ่นละอองซึ่งก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Moss Traps Dust ลดฝุ่นด้วยมอส</p>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>- โครงการ CAI Model กู้วิกฤติโลกร้อน</li> <li>- วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ลดการสะสมของแก๊สเรือนกระจก (Greenhouse Gas) ซึ่งเป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">CAI Model กู้วิกฤติโลกร้อน</p>

ตารางที่ 12 โครงการและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน (ต่อ)

กลุ่มที่	โครงการ	นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
5	- โครงการ Basket หลากสี ลดปัญหาขยะ - วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ลดปริมาณขยะจากฝาขวดด้วยการรีไซเคิล (Recycle)	 <p>ลดปัญหาขยะ</p>
6	- โครงการ ถังดักไขมันลดน้ำเสีย - วัตถุประสงค์ของโครงการ คือ ลดการปนเปื้อนของไขมันจากเศษอาหาร เพื่อป้องกันน้ำเน่าเสีย	 <p>ถังดักไขมันลดน้ำเสีย</p>

ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน จากแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบ่งเป็น 3 ด้าน คือ ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม ด้านคุณค่า และด้านความเป็นนวัตกรรม โดยใช้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 13 ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

ความสามารถในการสร้างนวัตกรรม	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	ลำดับที่
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม					
1.1 กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา	39	2.87	0.34	ดี	2
1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา	39	2.74	0.44	ดี	3
1.3 การออกแบบนวัตกรรม	39	2.46	0.51	ดี	4
1.4 การประเมินและสรุปผล	39	3.00	0.00	ดี	1
1.5 การนำเสนอ/เผยแพร่ นวัตกรรม	39	2.46	0.51	ดี	4
<b>รวมด้านกระบวนการพัฒนา นวัตกรรม</b>	39	2.71	0.46	ดี	1
2. ด้านคุณค่า					
2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์	39	2.26	0.44	ดี	3
2.2 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา	39	2.38	0.49	ดี	2
2.3 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้	39	2.13	0.66	ปานกลาง	4
2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน	39	2.85	0.37	ดี	1
<b>รวมด้านคุณค่า</b>	39	2.40	0.57	ดี	2
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม					
3.1 เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่	39	1.74	0.44	ปานกลาง	-
<b>รวมด้านความเป็นนวัตกรรม</b>	39	1.74	0.44	ปานกลาง	3
<b>รวมทุกด้าน</b>	39	2.49	0.58	ดี	

จากตารางที่ 13 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 2.49$  , S.D. = 0.58) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมีคะแนนเฉลี่ยเป็นลำดับที่หนึ่ง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.71$ , S.D. = 0.46 รองลงมาได้แก่ ด้านคุณค่า มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.40$ , S.D. = 0.57 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ด้านความเป็นนวัตกรรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 1.74$ , S.D. = 0.44 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของแต่ละด้านพบว่า

ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ นักเรียนมีการประเมินและสรุปผลมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.00$  , S.D. = 0.00 ลำดับที่สองได้แก่ มีกระบวนการวิเคราะห์ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.87$ , S.D. = 0.34 ลำดับที่สามได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.74$ , S.D. = 0.44 และลำดับสุดท้ายมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากัน ได้แก่ การออกแบบนวัตกรรม และการนำเสนอ/เผยแพร่วัตกรรมมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.46$ , S.D. = 0.51

ด้านคุณค่า เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ การเรียนรู้ร่วมกันมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.85$ , S.D. = 0.37 ลำดับที่สองได้แก่ ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหาที่มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.38$ , S.D. = 0.49 ลำดับที่สามได้แก่ การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.26$ , S.D. = 0.44 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.13$ , S.D. = 0.66

ด้านความเป็นนวัตกรรม นักเรียนมีความสามารถอยู่ในลำดับสุดท้ายโดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 1.74$ , S.D. = 0.44

## ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้ทำการเปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เปรียบเทียบความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

การรู้สิ่งแวดล้อมด้านความรู้	n	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	p
ก่อนเรียน	39	30	14.87	2.69	21.46	.00
หลังเรียน	39	30	24.36	2.92		

จากตารางที่ 14 พบว่า คะแนนความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X} = 24.36$ , S.D. = 2.92) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{X} = 14.87$ , S.D. = 2.69) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1

## ตอนที่ 3 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ได้จากแบบวัดและประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้ค่าเฉลี่ย  $\bar{X}$  ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีดังต่อไปนี้



ตารางที่ 15 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม	n	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
<b>ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม</b>					
1.1 ฉันไม่เห็นด้วยว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อสร้างรีสอร์ทจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว	39	4.59	0.64	เห็นด้วยมากที่สุด	3
1.2 ฉันไม่เห็นด้วยว่าการบริโภคสัตว์ป่าบางชนิด เช่น ตั๊กแตน เป็นยาอายุวัฒนะ	39	4.87	0.41	เห็นด้วยมากที่สุด	1
1.3 ฉันเห็นว่าการศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงหรือขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์เป็นสิ่งจำเป็น	39	4.72	0.46	เห็นด้วยมากที่สุด	2
<b>รวมด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม</b>	39	4.73	0.52	เห็นด้วยมากที่สุด	<b>1</b>
<b>ด้านการนำกลับมาใช้ซ้ำ</b>					
2.1 ฉันมักจะใช้กระดาษให้หมดทั้งสองหน้าอยู่เสมอ	39	4.18	0.85	เห็นด้วยมาก	2
2.2 ฉันใช้แก้วน้ำส่วนตัวสำหรับใส่เครื่องดื่มที่ฉันซื้อเป็นประจำ	39	3.90	1.14	เห็นด้วยมาก	3
ฉันเห็นว่าการพกถุงผ้าเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยาก	39	4.28	0.76	เห็นด้วยมาก	1
<b>รวมด้านการนำกลับมาใช้ซ้ำ</b>	39	4.12	0.94	เห็นด้วยมาก	<b>3</b>

ตารางที่ 15 ผลการศึกษาเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ต่อ)

เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
<b>ด้านการแปรสภาพขยะ</b>					
2.4 ฉันมักจะนำสิ่งของเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของใช้อยู่เสมอ	39	3.56	0.82	เห็นด้วยมาก	3
2.5 ฉันเห็นว่าการทำเสื้อมัธยมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเสื้อผ้าเก่าได้	39	4.54	0.72	เห็นด้วยมากที่สุด	1
2.6 ฉันเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากขยะไม่ใช่สิ่งสกปรกและสามารถนำมาใช้ได้	39	4.38	0.67	เห็นด้วยมาก	2
<b>รวมด้านการแปรสภาพขยะ</b>	39	4.16	0.85	เห็นด้วยมาก	2
<b>ด้านพฤติกรรม</b>					
4.1 ฉันมักจะปั่นจักรยานแทนการขี่มอเตอร์ไซด์หากต้องเดินทางไประยะทางใกล้ ๆ เพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจก	39	4.13	0.92	เห็นด้วยมาก	2
4.2 ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนอยู่เสมอ	39	3.44	0.72	เห็นด้วยปานกลาง	3
4.3 ฉันมักจะแยกขยะอันตรายออกจากขยะทั่วไปก่อนทิ้งเสมอ	39	4.41	0.68	เห็นด้วยมาก	1
<b>รวมด้านพฤติกรรม</b>	39	3.99	0.88	เห็นด้วยมาก	4
<b>รวมทุกด้าน</b>	39	4.25	0.86	เห็นด้วยมาก	

จากตารางที่ 15 พบว่า นักเรียนมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.25$ , S.D. = 0.86) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม นักเรียนมีคะแนนในภาพรวมอยู่ในลำดับที่หนึ่ง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.73$ , S.D. = 0.52 ลำดับที่สองได้แก่ ด้านการแปรสภาพขยะ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ

$\bar{X} = 4.16$ , S.D. = 0.85 ลำดับที่สามได้แก่ ด้านการนำกลับมาใช้ซ้ำ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.12$ , S.D. = 0.94 และลำดับสุดท้าย ได้แก่ ด้านพฤติกรรม มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.99$ , S.D. = 0.88 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของแต่ละด้านพบว่า

ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ ฉันไม่เห็นด้วยว่าการบริโภคสัตว์ป่าบางชนิด เช่น ตัวนิ่ม เป็นยาอายุวัฒนะ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.87$ , S.D. = 0.41 ลำดับที่สองได้แก่ ฉันเห็นว่าการศึกษาวีธีเพาะเลี้ยงหรือขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์เป็นสิ่งจำเป็นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.72$ , S.D. = 0.46 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ฉันไม่เห็นด้วยว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อสร้างรีสอร์ทจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.59$ , S.D. = 0.64

ด้านการนำกลับมาใช้ซ้ำ เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ ฉันเห็นว่าการพกถุงผ้าเป็นเรื่องที่ไม่ยุ่งยากมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.28$ , S.D. = 0.76 ลำดับที่สอง ได้แก่ ฉันมักจะใช้กระดาษให้หมดทั้งสองหน้าอยู่เสมอมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.18$ , S.D. = 0.85 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ฉันใช้แก้วน้ำส่วนตัวสำหรับใส่เครื่องดื่มที่ฉันซื้อเป็นประจำมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.90$ , S.D. = 1.14

ด้านการแปรสภาพขยะ เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ ฉันเห็นว่าการทำเสื้อผ้าย้อมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเสื้อผ้าเก่าได้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.72 ลำดับที่สองได้แก่ ฉันเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากขยะไม่ใช่สิ่งสกปรก และสามารถนำมาใช้ได้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.67 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ฉันมักจะนำสิ่งของเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของใช้อยู่เสมอมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.56$ , S.D. = 0.82

ด้านพฤติกรรม เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ ฉันมักจะแยกขยะอันตรายออกจากขยะทั่วไปก่อนทิ้งเสมอมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.41$ , S.D. = 0.68 ลำดับที่สองได้แก่ ฉันมักจะปั่นจักรยานแทนการขี่มอเตอร์ไซค์หากต้องเดินทางไประยะทางใกล้ ๆ เพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจกมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 0.92 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนอยู่เสมอมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.44$ , S.D. = 0.72

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการ  
 เรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม	n	$\bar{X}$	S.D.	ระดับพฤติกรรม	ลำดับที่
1. การเลือกหัวข้อโครงงาน	39	3.00	0.00	ดีมาก	1
2. วัตถุประสงค์ในการจัดทำ โครงงาน	39	3.00	0.00	ดีมาก	1
3. การใช้ทรัพยากรอย่าง ประหยัดและคุ้มค่าในการ จัดทำโครงงาน	39	2.87	0.34	ดีมาก	2
4. การเลือกใช้วัสดุจาก ธรรมชาติที่สามารถย่อยสลาย ได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำ โครงงาน	39	2.15	0.37	ดี	5
5. การนำวัสดุเหลือใช้มา ดัดแปลงในการจัดทำโครงงาน	39	2.54	0.51	ดีมาก	4
6. การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ ซ้ำในการจัดทำโครงงาน	39	2.69	0.47	ดีมาก	3
7. การรักษาความสะอาดของ พื้นที่ที่จัดทำโครงงาน	39	2.69	0.73	ดีมาก	3
รวมทุกด้าน	39	2.71	0.50	ดีมาก	

จากตารางที่ 16 พบว่า นักเรียนมีพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมโดยภาพรวมอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 2.71$ , S.D. = 0.50) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.3 เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า ลำดับที่หนึ่งมีคะแนนเท่ากับ ได้แก่ การเลือกหัวข้อโครงงาน และวัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงงาน โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 3.00$ , S.D. = 0.00 ลำดับที่สองได้แก่ การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัด และคุ้มค่าในการจัดทำโครงงานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.87$ , S.D. = 0.34 ลำดับที่สามมีคะแนน เท่ากัน ได้แก่ การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงงานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.69$ , S.D. = 0.47 และการรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงงานมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.69$ , S.D.

= 0.73 ลำดับที่สี่ได้แก่ การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.54$ , S.D. = 0.51 และลำดับสุดท้ายได้แก่ การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 2.15$ , S.D. = 0.37

#### ตอนที่ 5 ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ ด้านบรรยากาศ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีดังต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
<b>ด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>				
1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ	4.05	0.83	มาก	1
2. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน	4.05	0.79	มาก	1

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้จัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการเป็นฐาน จากแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดย  
ใช้โครงการเป็นฐาน (ต่อ)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
3. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำ กิจกรรมทุกคน	4.03	0.74	มาก	2
<b>รวมด้านบรรยากาศการเรียนรู้</b>	4.04	0.78	มาก	3
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>				
4. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	4.13	0.77	มาก	4
5. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่ หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิด แก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์	4.54	0.60	มากที่สุด	1
6. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจาก แหล่งข้อมูลที่หลากหลาย	4.36	0.58	มาก	3
7. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยส่งเสริม ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและ แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	4.38	0.71	มาก	2
<b>รวมด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>	4.40	0.67	มาก	1
8. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้โครงการเป็นฐานช่วยพัฒนา	4.23	0.71	มาก	2
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>				

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความคิดเห็น	ลำดับที่
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน				
9. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน	4.13	0.76	มาก	3
10. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้น	4.26	0.75	มาก	1
<b>รวมด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>	<b>4.17</b>	<b>0.78</b>	<b>มาก</b>	<b>2</b>
<b>รวมทุกด้าน</b>	<b>4.22</b>	<b>0.75</b>	<b>มาก</b>	

จากตารางที่ 17 พบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.24$ , S.D. = 0.74) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนในภาพรวมอยู่ในลำดับที่หนึ่ง โดยมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.67 รองลงมาได้แก่ ด้านประโยชน์ที่ได้รับมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.21$ , S.D. = 0.76 และลำดับสุดท้ายได้แก่ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.05$ , S.D. = 0.78 และเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อของแต่ละด้านพบว่า

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งมีคะแนนเท่ากันได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.05$ , S.D. = 0.79 และกิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.05$ , S.D. = 0.83 รองลงมาได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน  $\bar{X} = 4.03$ , S.D. = 0.74

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X}$

= 4.54, S.D. = 0.60 ลำดับที่สองได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.38$ , S.D. = 0.71 ลำดับที่สามได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลายมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.58 และลำดับสุดท้ายได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 0.77

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ เรียงลำดับคะแนนของแต่ละข้อจากมากที่น้อยที่สุดได้ดังนี้ ลำดับที่หนึ่งได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.75 ลำดับที่สองได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้นมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.75 ลำดับที่สามได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.23$ , S.D. = 0.71 และลำดับสุดท้ายได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ  $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 0.83





## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
 สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นการ  
 วิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ซึ่งมีแบบแผนการทดลองแบบหนึ่งกลุ่ม สอบก่อนและ  
 หลัง (The One – Group Pretest - Posttest Design และ The One - Shot Case Study) โดย  
 มีวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ประการ คือ 1) เพื่อศึกษาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทาง  
 วิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาการรู้  
 สิ่งแวดล้อมของนักเรียน หลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และ 3) เพื่อศึกษาความ  
 คิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้  
 คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม สังกัด  
 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาานครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา  
 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมจำนวน 76 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนคงทองวิทยา อำเภอดอนตูม จังหวัดนครปฐม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่  
 การศึกษามัธยมศึกษาานครปฐม ที่กำลังศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 1  
 ห้องเรียน รวมจำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน  
 จำนวน 1 แผน 2) แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบ  
 วัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม เป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 4) แบบประเมินเจตคติ  
 ด้านสิ่งแวดล้อม 5) แบบประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม และ 6) แบบสอบถามความคิดเห็นต่อ  
 การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้วิธีการหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ส่วน  
 เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และใช้สถิติทดสอบค่าที แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)  
 ทั้งนี้ผลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
 สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถ  
 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับดี

2. การรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
 โครงงานเป็นฐาน มีผลดังนี้

2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการ  
 จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการ  
 จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับมาก

2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการ  
 จัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานอยู่ในระดับดีมาก

3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็น  
 ฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

### การอภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้  
 สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สามารถ  
 อภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
 ปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับดี ( $\bar{X} = 2.49$ ,  
 S.D. = 0.58) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ลำดับที่หนึ่ง  
 คือ ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมนักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับสูงที่สุด ( $\bar{X} = 2.71$ , S.D. =  
 0.46) ลำดับที่สอง คือ ด้านคุณค่า ( $\bar{X} = 2.40$ , S.D. = 0.57) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านความเป็น  
 นวัตกรรม ( $\bar{X} = 1.74$ , S.D. = 0.44)

ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม นักเรียนมีความสามารถในภาพรวมอยู่ในระดับดี  
 ( $\bar{X} = 2.71$ , S.D. = 0.46) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานเป็นการ  
 จัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ ได้แสวงหาความรู้ด้วย

ตนเอง ได้ลงมือปฏิบัติจริง และมีการทำงานเป็นทีม มีการวางแผน ออกแบบ และสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้ 1) สร้างความสนใจ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนสร้างความสนใจ โดยนำเสนอประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่เป็นปัญหา เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้และสนใจที่จะเรียนรู้ 2) กำหนดหัวข้อ เป็นขั้นตอนที่ให้อิสระต่อผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง โดยเริ่มจากประเด็นปัญหาที่นักเรียนสนใจ มีการสืบเสาะหาสาเหตุและวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา พร้อมทั้งหาแนวทางการแก้ไขปัญหา แล้วนำมากำหนดเป็นหัวข้อโครงงาน ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในการสืบค้นข้อมูลโดยใช้แหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่ได้อาภิปรายและสรุปข้อมูลร่วมกันเพื่อให้เข้าใจปัญหาและได้หัวข้อโครงงานที่เหมาะสม และจะต้องสรุปร่วมกันว่าจะนำนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ใดมาใช้แก้ปัญหา 3) วางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนจะต้องใช้ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทักษะการคิดแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแก้ไขปัญหานั้นได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้ฝึกการวางแผนการทำงาน การออกแบบ และสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และสามารถนำไปใช้ได้จริง 4) นำเสนอ ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะต้องนำเสนอผลงานนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สร้างขึ้นผ่านทางช่องทางต่าง ๆ เช่น หน้าชั้นเรียน สื่อสังคมออนไลน์ต่างๆ เป็นต้น 5) ประเมินผล ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนและครูจะประเมินผลร่วมกัน โดยร่วมกันวิเคราะห์ข้อดี-ข้อด้อย และพิจารณาผลคะแนน จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าว ทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการต่างๆ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ กระบวนการแก้ปัญหา การแสวงหาข้อมูล และทักษะการคิด ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จริยา พิชัยคำ (2559: 10) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐานไว้ว่า การเรียนโดยวิธีการทำโครงงานจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และทักษะในการแสวงหาความรู้ในการทำโครงงาน และแนวคิดของ สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ (2558: 122-123) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ว่า เป็นการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีบทบาทและมีส่วนร่วมในกระบวนการจัดการเรียนรู้ได้ปฏิบัติจริง คิดเอง ทำเอง อย่างละเอียดรอบคอบเป็นระบบ ใช้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณและคิดแก้ปัญหา ผู้เรียนรู้จักวิธีแสวงหาข้อมูล มีทักษะในการสื่อสารข้อมูลสารสนเทศและรู้เท่าทันสื่อ สร้างองค์ความรู้และสรุปความรู้ด้วยตนเอง มีทักษะในการแก้ปัญหา ได้ฝึกความเป็นประชาธิปไตย รับฟังความคิดเห็นซึ่งกันและกัน รู้จักทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ซึ่งกันและกัน และเกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ จึงถือได้ว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานได้ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ เนาวนิตย์ สงคราม (2556: 34) ได้กล่าวถึงลักษณะของ

นวัตกรรมไว้ว่า 1) เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ความคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากที่เคยมีในองค์กร หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น 2) ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคลากรในองค์กรสร้างขึ้น และ 3) สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน นอกจากนี้ เวนาณิตย์ สงคราม (2556) ยังได้กล่าวถึง กิจกรรมสำหรับการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างนวัตกรรมได้นั้น แบ่งออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังนี้ 1) การเตรียมความพร้อมสำหรับสร้างนวัตกรรม 2) การกำหนดหัวข้อที่สนใจ 3) การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และความคิดเห็น 4) การวางแผนสร้างนวัตกรรม 5) การดำเนินการสร้างผลงานนวัตกรรม 6) การทดลองใช้ผลงานนวัตกรรม 7) การนำเสนอผลงานนวัตกรรม และ 8) การประเมินผล ส่วนในด้านความเป็นนวัตกรรม นักเรียนมีความสามารถในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ( $\bar{X} = 1.74$ , S.D. = 0.44) ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนขาดทักษะความคิดสร้างสรรค์ และขาดการสืบค้นข้อมูลที่หลากหลาย ทำให้ไม่สามารถสร้างนวัตกรรมที่เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดได้

ดังนั้นการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ได้ส่งเสริมให้มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นภารณ์ เพียงดวงใจ (2558) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงาน ร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 30 คน ที่ศึกษาอยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง พบว่า 1) รูปแบบการจัดการเรียนรู้ มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1. หลักการ 2. วัตถุประสงค์ 3. กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นกระตุ้นผู้เรียน (2) พิจารณาสาเหตุ (3) สืบเสาะแสวงหา (4) ตรวจสอบและตรวจสอบ (5) บันทึกและอภิปราย และ (6) สรุปและขยายความรู้ 4. การวัดและประเมินผล 3 ด้าน และ 5. เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ โดยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.00/80.21 2) ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า 2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนหลังการใช้รูปแบบฯ สูงกว่าก่อนการใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2.2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ หลังใช้รูปแบบฯ อยู่ในระดับสูง 2.3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบฯ อยู่ในระดับมากที่สุด และ 2.4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบฯ ในภาพรวมพบว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของตนเองเนื่องจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็น

การทำกิจกรรมกลุ่ม มีสื่อให้ศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและยังสามารถแก้ปัญหาการขาดเรียนได้และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sabine Hoidn and Kiira Karkkainen (2012) ได้ศึกษาการส่งเสริมทักษะด้านนวัตกรรมในระดับอุดมศึกษา: การทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้ที่เน้นปัญหาและพฤติกรรมการสอน พบว่า การศึกษาระดับอุดมศึกษามีบทบาทสำคัญในการสร้างทักษะด้านนวัตกรรมให้แก่ผู้เรียน รายงานนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะให้ความกระจ่างเกี่ยวกับปัญหานี้โดยการตรวจสอบหลักฐานปัจจุบันเกี่ยวกับประสิทธิผลของการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเมื่อเทียบกับวิธีการดั้งเดิมในระดับอุดมศึกษา ผลการศึกษาพบว่า การเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาที่แตกต่างกันในทักษะเฉพาะสาขาวิชา รวมทั้งทักษะสำหรับนวัตกรรม การวิจัยส่วนใหญ่แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐานมีประโยชน์ในการเสริมสร้างทักษะสำหรับการสร้างนวัตกรรม นอกจากนี้รายงานสำรวจวรรณกรรมเกี่ยวกับพฤติกรรมการสอนโดยตรงพบว่า อาจช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน

2. การรู้สิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พิจารณาเป็นรายด้าน ดังนี้

2.1 ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ( $\bar{X}$  = 24.36, S.D. = 2.92) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน ( $\bar{X}$  = 14.87, S.D. = 2.69) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานนั้นผู้วิจัยกำหนดขอบเขตของเนื้อหาในรายวิชาชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งจากการกำหนดขอบเขตของเนื้อหา ประกอบกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่เน้นให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง มีการนำเสนอประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ แนวทางและวิธีการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการจัดการเรียนรู้จะเน้นให้ผู้เรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย มีการรวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล อภิปราย และสรุปร่วมกัน ทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ส่งผลให้การรู้สิ่งแวดล้อมทั้ง 3 ด้านในภาพรวมอยู่ในระดับดี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (2557) และสไว ฟักขาว (2558) ได้ให้ความหมายของ การรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (environmental literacy) ไว้ว่า เป็นการแสดงความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและสถานการณ์ และเงื่อนไขที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่มีผลต่ออากาศ อุณหภูมิ พื้นดิน

พลังงาน น้ำ และระบบที่เกิดจากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม (ecosystem) มีความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบทางสังคมต่อธรรมชาติของโลก เช่น การเจริญเติบโต การเพิ่มของประชากร การพัฒนาประชากร อัตราการบริโภค เป็นต้น สามารถสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์ประเด็นปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม และให้ข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับวิธีป้องกันและแก้ไขปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

2.2 เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม พบว่านักเรียนมีคะแนนโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.25$ , S.D. = 0.86) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2.2 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมนักเรียนมีคะแนนอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.73$ , S.D. = 0.52) ทั้งนี้เนื่องมาจากเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแล้วนั้น ส่งผลให้นักเรียนได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาและสาเหตุของปัญหาที่ส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากมนุษย์ทำให้นักเรียนเกิดจิตสำนึกและตระหนักถึงการป้องกัน แก้ไขปัญหา และอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ส่วนด้านที่มีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด คือ ด้านการเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงงาน ทั้งนี้เนื่องมาจากวัสดุจากธรรมชาติมีข้อจำกัดหลายอย่างทำให้ไม่สามารถนำมาสร้างชิ้นงานหรือผลงานนวัตกรรมได้

2.3 พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าผู้เรียนมีคะแนนอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X} = 2.71$ , S.D. = 0.50) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2.3 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ลำดับที่หนึ่ง ได้แก่ การเลือกหัวข้อโครงงาน ( $\bar{X} = 3.00$ , S.D. = 0.00) ทั้งนี้เนื่องมาจากในขั้นการกำหนดหัวข้อ นักเรียนสามารถกำหนดหัวข้อเพื่อแก้ปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ตรงตามวัตถุประสงค์ ส่วนในด้านการรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงงาน ( $\bar{X} = 2.69$ , S.D. = 0.73) มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในลำดับสุดท้าย ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนขาดความรับผิดชอบและไม่รักษาความสะอาดของพื้นที่รวมถึงระยะเวลาที่จำกัดอาจส่งผลให้นักเรียนทำความสะอาดพื้นที่ไม่ทันเวลา

จากการที่การรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พิจารณาเป็นรายด้านพบว่า 1) ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) เจตคติด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก และ 3) พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับดีมากสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรอนงค์ เดชโยธิน, อติศักดิ์ สิงห์สีโว และไพฑูรย์

สุขศรีงาม (2559) ได้ศึกษา การพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การ สอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มทดลอง จำนวน 50 คนที่เรียนโดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 กลุ่มควบคุม จำนวน 50 คน ที่สอนแบบปกติ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสอนแบบ โครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหาได้ดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.7133 นักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ โครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหาและการสอนแบบปกติ มีความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อ สิ่งแวดล้อม และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยรวมและรายด้านหลังเรียนเพิ่มขึ้น จากก่อนเรียนและนักเรียนที่เรียนโดยใช้รูปแบบการสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา มี ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมชั้นที่ 2 การตอบสนอง และการคิดแก้ปัญหา สิ่งแวดล้อม โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ ด้านมลพิษทางน้ำ ด้านมลพิษทางอากาศ ด้านมลพิษ ทางเสียง และด้านมลพิษจากขยะมูลฝอย สูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติ และสอดคล้องกับ งานวิจัยของ วรณิสา หนูช่วย (2561) ได้ศึกษา รูปแบบการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อ สังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ใน การศึกษาสภาพและความต้องการคือ ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 154 คน กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนารูปแบบคือ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 ท่าน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ในการทดลอง คือ ผู้เรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 20 คน พบว่า 1) สื่อสังคมออนไลน์ที่ผู้เรียนระดับ มัธยมศึกษาตอนปลายใช้งานมากที่สุดสามอันดับ ได้แก่ Youtube, Facebook Messenger และ Facebook 2) องค์ประกอบของรูปแบบฯ ประกอบด้วย 5 องค์ประกอบ ได้แก่ ผู้สอน ผู้เรียน กิจกรรมการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน สื่อสังคมออนไลน์ และการประเมินผล 3) ขั้นตอนของ รูปแบบฯ ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ การเตรียมการ การอภิปราย ประเด็นสิ่งแวดล้อมในชุมชน บริเวณรอบโรงเรียน การวางแผนดำเนินโครงงาน การดำเนินโครงงาน และการประเมินผล 4) ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่ารูปแบบฯ มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด 5) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 6) ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 7) ผลการศึกษาพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ผู้เรียนมีคะแนน พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับดีมาก และ 8) ผู้เรียนมีความพึงพอใจในการเรียนด้วยรูปแบบ การเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาตอนปลาย อยู่ในระดับมาก

3. ความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.22$ , S.D. = 0.75) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3 เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ลำดับที่หนึ่ง คือ ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.40$ , S.D. = 0.67) ลำดับที่สอง คือ ด้านประโยชน์ที่ได้รับ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.17$ , S.D. = 0.78) และลำดับสุดท้าย คือ ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.04$ , S.D. = 0.78)

ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา คิดสร้างสรรค์ นักเรียนมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.54$ , S.D. = 0.60) ทั้งนี้เนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการค้นคว้า แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และเกิดการคิดขั้นสูง เช่น การคิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดสร้างสรรค์ เพื่อวิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางแก้ไข และสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับ แนวคิดของ วิจารณ์ พานิช (2555: 30) ได้สรุปความสำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ว่า การเรียนการสอนแบบโครงงานนั้นจะทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์จริง ซึ่งเป็นประสบการณ์ที่ทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นรูปธรรมทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ตรงกับความสนใจของผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นอยู่เสมอ รวมถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนตามแนวคิดการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (Constructivism) การเรียนรู้จากการทำงาน การจัดกลุ่มแบบคละความสามารถ ผู้สอนมีบทบาทเพียงผู้ช่วย คอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ลดบทบาทในการถ่ายทอดความรู้โดยการบรรยายลง เน้นการเน้นผู้เรียนปฏิบัติจริงและเน้นการคิดขั้นสูง ส่วนในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีระดับความคิดเห็นต่ำสุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D. = 0.77) ทั้งนี้เนื่องมาจาก ในขั้นตอนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์นักเรียนบางคนขาดการมีส่วนร่วมในการสร้างนวัตกรรมเพื่อให้นำไปใช้ได้จริง เนื่องจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา (Covid-19)

ด้านประโยชน์ที่ได้รับ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้น ( $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.75) ทั้งนี้เนื่องมาจาก กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานประกอบด้วย 5 ขั้นตอนซึ่งสอดคล้องกับขั้นตอนของการทำโครงงาน เช่น การสืบค้นข้อมูลเพื่อสรุปที่มาและสาเหตุของปัญหา การกำหนดหัวข้อ วางแผนและลงมือปฏิบัติตามแผนในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ มีการนำเสนอและประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ จริยา



พิชัยคำ (2559: 10) ได้สรุปประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน ถือเป็นจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนรู้จักแก้ปัญหาต่างๆ ด้วยตนเอง ซึ่งผลจากการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิธีการทำงานตั้งแต่การกำหนดจุดประสงค์ของโครงงาน รู้จักวางแผนขั้นตอนการทำงานและทำงานเป็นไปตามขั้นตอนที่วางไว้ รวมทั้งการประเมินผลการดำเนินงาน ส่วนในด้านประโยชน์ที่ได้รับที่มีระดับความคิดเห็นต่ำที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน ( $\bar{X} = 4.13$ , S.D. = 0.83) ทั้งนี้เนื่องมาจากทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมอาจเป็นเรื่องใหม่สำหรับนักเรียน

ด้านบรรยากาศการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน ( $\bar{X} = 4.08$ , S.D. = 0.77) ทั้งนี้เนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ใฝ่รู้ การค้นคว้าความรู้ด้วยตนเอง และมีความกระตือรือร้นในการเรียน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Fernando, 2011: 87-88 ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานสนับสนุนให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้น และเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ส่วนในด้านบรรยากาศการเรียนรู้ที่มีระดับความคิดเห็นต่ำที่สุด คือ กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียน มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน ( $\bar{X} = 4.03$ , S.D. = 0.74) ทั้งนี้เนื่องมาจากนักเรียนบางคนขาดการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม

#### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อม ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะของการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ผลจากการศึกษาพบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานในชั้นที่ 2 กำหนดหัวนักเรียนบางกลุ่มไม่สามารถกำหนดหัวข้อได้ภายในเวลาที่กำหนด ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้ครูจึงต้องทำหน้าที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและมองเห็นปัญหา สามารถกำหนดสิ่งที่เป็นปัญหาและแนวทางแก้ไข เพื่อให้สามารถกำหนดหัวข้อที่ต้องการศึกษาได้ด้วยตนเอง

2. ผลจากการศึกษาพบว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ในชั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ และชั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่เน้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าด้วย

ตนเอง และเน้นการทำงานร่วมกันภายในกลุ่ม ซึ่งพบว่านักเรียนบางคนขาดทักษะในการสืบค้นข้อมูลที่ถูกต้อง และนักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลเพียงแหล่งเดียว ดังนั้นครูควรแนะนำวิธีการสืบค้นข้อมูลที่ถูกต้องให้นักเรียน กระตุ้นให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลอย่างหลากหลาย และเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกลุ่ม

3. ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้านความเป็นนวัตกรรมและด้านความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ของนักเรียนอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องจากนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนสร้างขึ้นไม่เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดแต่เป็นการปรับปรุงสิ่งที่มีอยู่แล้วให้ดีขึ้น ดังนั้นครูควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์ มีความกล้าคิดกล้าทำในสิ่งที่แตกต่างกัน เพื่อให้ได้นวัตกรรมที่มีความแปลกใหม่และสามารถนำไปใช้ได้จริง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และการรู้สิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะว่าในการทำวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการวิจัยโดยการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานพัฒนาทักษะในด้านอื่น ๆ เช่น ทักษะการทำงานเป็นทีม ทักษะการคิดขั้นสูง ทักษะการแก้ปัญหา เป็นต้น

2. ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานผู้วิจัยเลือกใช้เนื้อหาในรายวิชาชีววิทยา เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นผู้วิจัยจึงขอเสนอแนะว่า ควรมีการวิจัยโดยการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานไปปรับใช้ในสาระการเรียนรู้อื่นๆ เช่น สังคมศึกษา วิทยาศาสตร์ทั่วไป คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยี เป็นต้น

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

กรมวิชาการ. (2542). พหุปัญญาในห้องเรียน : วิธีสอนเพื่อพัฒนาปัญญาหลายด้าน. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ.

\_\_\_\_\_. (2554). การสังเคราะห์งานวิจัยเกี่ยวกับรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). คู่มือการจัดการเรียนรูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

\_\_\_\_\_. (2544). สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

\_\_\_\_\_. (2546). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.

\_\_\_\_\_. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

กัลญา ปีเจริญ. (2560). ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ วิชาคณิตศาสตร์. การประชุมนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรังสิต. ครั้งที่ 12 ปี การศึกษา 2560, 1589-1594

จรรยา พิชัยคำ. (2559). ทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรมพัฒนาได้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์. 11(1), 1-12

จารุกิตติ์ ชินนระราช. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับแนวคิดสะเต็มศึกษา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

จีระวรรณ เกษสิงห์. (2559). รายวิชาสิ่งแวดล้อมศึกษาเพื่อพัฒนาเจตคติและพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์. วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์, 22(2), 213-252

ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด ทักษะและการนำไปใช้. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. วารสารศิลปากร

- ศึกษาศาสตร์วิจัย. 5(1), 1-20
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แด  
แน็กซ์ อินเทอร์เน็ตคอร์ปอเรชั่น.
- ณัฐพงษ์ เทศทอง. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้สาระวิทยาศาสตร์ตามแนวคิด STEAM เพื่อ  
ส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาชั้นปีที่ 1. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ดุขฎิ โยเหลา และคณะ. 2557. การศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบ PBL ที่ได้จากโครงการสร้างชุด  
ความรู้เพื่อสร้างเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ของเด็กและเยาวชน : จากประสบการณ์  
ความสำเร็จของโรงเรียนไทย. กรุงเทพมหานคร : ห้างหุ้นส่วนจำกัดทิพย์วิสุทธิ.
- ทีศนา แคมมณี. (2562). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มี  
ประสิทธิภาพ. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นพดล เหลืองภิรมย์. (2557). การจัดการนวัตกรรม (INNOVATION MANAGEMENT). กรุงเทพฯ:  
นภาพรณ์ เพ็ญดวงใจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงาน  
ร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อเสริมสร้าง  
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่  
3. (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์ มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- นันทน์ภัส นิยมทรัพย์. (2560). ความรู้พื้นฐานด้านการเรียนการสอน. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย  
ศิลปากร.
- นิวัฒน์ บุญสม. (2556). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดของกระบวนการ  
แก้ปัญหาอย่าง สร้างสรรค์เพื่อส่งเสริมนวัตกรรมด้านสุขภาพของนักเรียนที่มี  
ความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์. วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย, 7(1), 123-134
- เนาวนิตย์ สงคราม. (2556). การสร้างนวัตกรรมเปลี่ยนผู้เรียนเป็นผู้สร้างนวัตกรรม. กรุงเทพฯ:  
สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2541). การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก
- ปริญดา สีถาล้า. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน เรื่องสารละลาย เพื่อพัฒนา  
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.  
(วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา), มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พงศกรณ พันธุ์โยศรี. (2559). ผลของการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์และ  
สังคมที่มีผลต่อความสามารถในการรูสิ่งแวดลอมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.  
วารสารอิเล็กทรอนิกส์ทางการศึกษา, 11(2), 336-350
- พรศิริ สังข์ทอง. (2560). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานเป็นทีมด้วยการ

จัดการเรียนรู้แบบโครงงานร่วมกับบทเรียนออนไลน์ รายวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ 6 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารวิชาการ มทร.สุวรรณภูมิ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์), 3(1), 14-29

- พยัต วุฒิมรงค์. (2557). กรอบแนวความคิดการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมองค์การ: การบูรณาการแนวคิดทรัพยากรที่มีคุณค่าเฉพาะขององค์การและองค์การแห่งการเรียนรู้. วารสารพัฒนบริหารศาสตร์, 54(1), 37-40.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข. (2557). การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ. (2551). สอนเด็กทำโครงงาน สอนอาจารย์ทำวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ เพยาว์ ยินดีสุข และราชน มีศรี. (2556). การสอนคิดด้วยโครงงานการเรียนรู้การสอนแบบบูรณาการ ทักษะในศตวรรษที่ 21 (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิรุณ ศิริศักดิ์. (2554). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมตามคิด การศึกษาอิง สถานที่เพื่อส่งเสริมสัมพัทธ์ด้านสถานที่และการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิจัยวิจัยทางการศึกษา. นครปฐม : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ลฎฎี ดอเลาะ. ผลของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ทักษะ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- ลัดดา ภูเกียรติ. (2552). การสอนแบบโครงงานและการสอนแบบใช้วิจัยเป็นฐาน : งานที่ครู ประถมทำได้. กรุงเทพฯ: สาสะแอนด์ซันพริ้นติ้ง.
- วชิรวิทย์ ช่างแก้ว. (2560). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างสื่อนวัตกรรมทางสุขภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วรรณิสา หนูช่วย. (2561). รูปแบบการเรียนโดยใช้โครงงานเป็นฐานด้วยสื่อสังคมออนไลน์เพื่อส่งเสริมการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วราภรณ์ ตระกูลสฤณี. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน. (พิมพ์ครั้งที่ 1.).

กรุงเทพฯ: เอ็ม ไอ ทีพริ้นติ้ง.

วัชรา เล่าเรียนดี. (2556). **รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด**. พิมพ์

ครั้งที่ 10 ฉบับปรับปรุง. นครปฐม:คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขต  
พระราชวังสนามจันทร์.

วัลลภ รัฐฉัตรานนท์. (2545). **เอกสารประกอบการสอนวิชาการระเบียบและวิธีวิจัยทางรัฐประศาสน  
ศาสตร์**. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิพงษ์ จันฝุ่น. (2564). **การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดการศึกษาศาสนาที่ เพื่อส่งเสริม  
การเรียนรู้สิ่งแวดล้อม เรื่อง มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6**. (การค้นคว้าอิสระปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต),  
มหาวิทยาลัยนเรศวร.

วิจารณ์ พานิช. (2555). **วิธีการสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21**. กรุงเทพมหานคร: ตลาดา  
พับลิเคชั่น จำกัด

วิเชียร เกตุสิงห์. (2541). **การวิจัยเชิงปฏิบัติ ครั้งที่ 3**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.

วิทยากร เชียงกุล. (2559). **สภาวะการศึกษาไทย ปี 2557/2558 “จะปฏิรูปการศึกษาไทยให้ทัน  
โลกใน ศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไร”**. กรุงเทพฯ: บริษัท พิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด.

ศิริชัย กาญจนวาสี. (2546). **นโยบายการประเมินผลการเรียนรู้ตามพระราชบัญญัติการศึกษา  
แห่งชาติ, รวมบทความการประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่**, หน้า 3-23. กรุงเทพฯ:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริเดช สุชีวะ. (2546). **หลักการประเมินการเรียนรู้, รวมบทความการประเมินผลการเรียนรู้แนว  
ใหม่**, หน้า 52-64. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ศิริวรรณ สารุพันธ์. (2559). **การ  
เปรียบเทียบ ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้ชุดการ  
เรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้และการจัดการเรียนรู้แบบ  
โครงการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2**. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยราชภัฏ  
ศรีสะเกษ, 12 (3), 60-69

ศูนย์ประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. (2557). **ทักษะการเรียนรู้  
ในศตวรรษที่ 21**. ข่าวประกันคุณภาพการศึกษา มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ,  
14 (303), 1-2

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2552). **กระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม  
กับเนื้อหาตามมาตรฐานหลักสูตร**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

สนน เสนาสวัสดิ์. (2549). **การศึกษากำหนดโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องสิ่งแวดล้อมตามแนว**

**คอนสตรัคชันนิซิม.** (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สมศักดิ์ ภูวิภาดาวรรณ. (2554). **หลักการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนและการประเมินตามสภาพจริง.**

กรุงเทพฯ: ดวงกลมพับลิชชิ่ง.

สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์ และคณะ (2553). **นวัตกรรม: ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ.** วารสารบริหารธุรกิจ, 33 (128), 52-53

สิขเรศ อำไพ. (2558). **การพัฒนาแบบวัดการรู้สิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). **การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21.** กรุงเทพฯ: 9119 เทคโนโลยีปริ้นติ้ง.

สุชา จันทน์เอม. (2545). **การวิจัยทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ: แพรวพิทยา.

สุวิทย์ มูลคำ. (2545). **20 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและการจัดการเรียนรู้โดยการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง.** กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2546). **21 วิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนากระบวนการคิด.** พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.

สุวิทย์ เมษินทรีย์. (2562). "ซู'บิซีจี โมเดล' จุดแข็งไทยของแท้." **มติชนออนไลน์** (27 สิงหาคม).

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2542). **พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2544). **มาตรฐานการศึกษาเพื่อการประเมินคุณภาพภายนอก ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน.** กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุดทอง.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักงานนายกรัฐมนตรี. **แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560-2564.** กรุงเทพฯ. 2560.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. (2547). **ความหมายของนวัตกรรม.** สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563, จาก <https://www.nia.or.th>.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. **แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2560-2564.** กรุงเทพฯ. 2560.

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2560). **โมเดลเศรษฐกิจใหม่ BCG Economy Model.** สืบค้นเมื่อ 9 มกราคม 2563, จาก <https://www.nstda.or.th>.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2550). **การจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน.** กรุงเทพฯ: สกศ.

ไสว พักขาว. (2558). **ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (21st Century Skills).** สืบค้นเมื่อ 7 พฤษภาคม

2563, จาก <https://web.chandra.ac.th/blog/wp-content/uploads/2015/10/ทักษะแห่งศตวรรษที่-21- พับ.pdf>

อนันต์ แก้วร่วมวงศ์. (2559). THAI INNOVATION. กรุงเทพฯ: ซีเอส ลีอกซ์อินโฟ.

อรนุช ลิ้มศิริ. (2546). **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการสอน**. พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อรอนงค์ เดชโยธิน, อติศักดิ์ สิงห์สีโว และไพฑูรย์ สุขศรีงาม. (2559). **การพัฒนาการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้การสอนแบบโครงการที่เน้นการคิดแก้ปัญหา**. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 19(2), 305-317

อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2537). **หลักการสอน**. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

อุปรีภูลา อินทรสาด และนัสมล บุตรวิเศษ. (2563). **การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีต่อการจัดการสถานศึกษาของโรงเรียน สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา**. (รายงานการวิจัย), คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ .

#### ภาษาอังกฤษ

Bissinge, K., & Bongner, F., X. (2016). **Environmental literacy in practice: education on tropical rainforests and climate change**. Environ Dev Sustain.

Braun, T., Cottrell, R., & Dierkes, P. (2017). **Fostering changes in attitude, knowledge and behavior: demographic variation in environmental education effects**. Environmental Education Research.

Broom, C. (2017). **Exploring the Relations Between Childhood Experiences in Nature and Young Adults' Environmental Attitudes and Behaviours**. Australian Journal of Environmental Education, 33(1), 34-47.

Cristobal Cobo (2012). **Skills for innovation: envisioning an education that prepares for the changing world**. The Curriculum Journal, 24(1), 67-85

Drucker,P.F. 1985, "The Discipline of Innovation". Harvard Business Review. Vol. 68, no. 4, pp. 67-72.

Febriasari, L. K., & Supriatna, N. (2017). **Enhance Environmental Literacy through Problem Based Learning**. Journal of Physics: Conference Series, International Conference on Mathematics and Science Education. Paper presented at the Journal of Physics: Conference Series.

Fernando, M., Luis, C. H. and Santiago, D. P. (2011). **Project-Based learning and**



- Rubrics in the Teaching of Power Supplies and Photovoltaic Electricity.** IEE Transactions on Education, 54(1), 87-96.
- Hollweg, K. S., Taylor, J.R., Bybee, R. W., Marcinkowski, T. J., McBeth, w. C., & Zoido, P. (2011). **Developing a framework for assessing environmental literacy.** Washington, DC: North American Association for Environmental Education.
- Ibrahim, B., Yunus, K. and Yusuf, A. (2015). **The Effects of Project Based Learning on Undergraduate Students' Achievement and Self Efficacy Beliefs Towards Science Teaching.** Mathematics, Science and Technology Education, 11(3), 469-477.
- Ilhan KARATAS and Adnan BAKI. (2013). **The effect of learning environments based on problem solving on students' achievements of problem solving.** International Electronic Journal of Elementary Education, 5(3), 249-268
- Kristin, C., Gayle, B. and Meredith, P. R. (2012). **Preparing Biology Teachers to Teach Evolution in a Project-Based Approach.** Science educator, 21(21), 18-30.
- Olson, C. M., & Murphy, C. (2008). **What do people know about key environmental issues? A review of environmental knowledge surveys.** Environmental Education Research, 18(3), 299-321.
- Popescu, E. (2016). **Effects of Social Media on the Environmental Protection Behaviour of the Public(Case Study: Protecting Zayandeh-Rood RiverEnvironment).** IEEE, 10(2).
- Rogers, E.M. 1995, **Diffusion of Innovation.** 4th ed. NY: The Free Press.
- Sabine Hoidn and Kiira Karkkainen (2012). **Promoting Skills for Innovation in Higher Education.** OECD Education Working Papers No. 100.
- Simmons, D. (1995). **The NAAEE Standards Project: Papers on the Development of Environmental Education Standards:** ERIC.
- Ugulu, I., Aydin, H., Yorek, N., & Dogan, Y. (2013). **The Impact of Endemism Concept on Environmental Attitudes of Secondary School Students.** Natura Montenegrina, 7, 165-173.
- Yilmaz, C. and Nihal, T. (2013). **An Investigation of the Effect of Project-Based Learning Approach on Children's Achievement and Attitude in Science.** Science and Technology, 3(2), 9-17





ภาคผนวก



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ  
ศึกษาศาสตร์  
รองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ คณะ  
และพัฒนศาสตร์ โรงเรียนสาธิตแห่ง  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต  
กำแพงแสน ศูนย์วิจัยและพัฒนา  
การศึกษา  
ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล  
อาจารย์ประจำภาควิชาหลักสูตรและวิธี  
สอน  
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
ศิลปากร  
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ทัศนีย์ วรรณเกตุศิริ  
หัวหน้าภาควิชาครุศึกษา คณะ  
ศึกษาศาสตร์  
และพัฒนศาสตร์  
ภาควิชาครุศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์  
วิทยาเขตกำแพงแสน  
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริพร เครือทอง  
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์  
วิทยาเขตกำแพงแสน  
ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์

5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทัศน์ ฝักเจริญผล

อาจารย์ประจำภาควิชาครุศึกษา  
คณะศึกษาศาสตร์และพัฒนศาสตร์  
วิทยาเขตกำแพงแสน  
ผู้เชี่ยวชาญด้านนวัตกรรม





ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

รายการประเมิน	คะแนน					$\bar{x}$	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด</b>							
1.1 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.2 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	4	4.80	0.45
1.3 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
1.4 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	0.89
<b>2. จุดประสงค์การเรียนรู้</b>							
2.1 เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	3	5	5	5	5	4.60	0.89
2.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	5	5	5	5	4.80	0.45
2.3 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	4	3	5	5	5	4.40	0.89
2.4 เหมาะสมกับชิ้นงาน/ภาระงาน	4	5	5	5	4	4.60	0.55
<b>3. สาระสำคัญ</b>							
3.1 เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา	5	4	5	5	5	4.80	0.45
<b>4. สาระการเรียนรู้</b>							
4.1 เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผล การเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
4.2 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.3 เหมาะสมกับชิ้นงาน/ภาระงาน	5	5	5	5	4	4.80	0.45
4.4 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	0.89
4.5 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
4.6 เหมาะสมกับสื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
<b>5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน</b>							
5.1 เหมาะสมกับธรรมชาติวิชา	5	5	5	5	5	5.00	0.00
5.2 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
5.3 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	0.89
<b>6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์</b>							



ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
6.1 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00
6.2 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	0.89
<b>7. ชิ้นงาน/ภาระงาน</b>							
7.1 เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผล การเรียนรู้	5	3	5	5	4	4.40	0.89
7.2 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
7.3 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
7.5 เหมาะสมกับการวัดและประเมินผล	5	3	5	5	5	4.60	0.89
<b>8. การวัดผลและประเมินผล</b>							
8.1 เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผล การเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
8.2 เหมาะสมกับชิ้นงาน/ภาระงาน	5	3	5	5	5	4.60	0.89
8.3 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
8.4 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	3	5	5	5	4.60	0.89
8.5 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	3	5	5	5	4.60	0.89
<b>9. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้</b>							
9.1 เหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผล การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9.2 เหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9.3 เหมาะสมกับสาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9.4 เหมาะสมกับสมรรถนะสำคัญของ ผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9.5 เหมาะสมกับคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ของผู้เรียน	5	4	5	5	4	4.60	0.55
9.6 เหมาะสมกับชิ้นงาน/ภาระงาน	4	4	5	5	5	4.6	0.55

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
9.7 เหมาะสมกับการวัดและการประเมินผล	5	4	5	5	5	4.8	0.45
9.8 เหมาะสมกับสื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
9.9 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9.10 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9.11 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานขั้นที่ 3 สร้างนวัตกรรม	4	5	5	5	5	4.80	0.45
9.12 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานขั้นที่ 4 นำเสนอนวัตกรรม	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9.13 เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานขั้นที่ 5 ประเมินผล	5	5	5	5	5	5.00	0.00
<b>10. สื่อการเรียนรู้</b>							
10.1 เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
10.2 เหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
10.3 จำนวนของสื่อครบถ้วนตามจำนวนในกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
10.4 มีการเรียงลำดับสื่อตามการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
10.5 มีการใช้คำเรียกชื่อสื่อตรงกับที่ระบุในกิจกรรมการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45
10.6 สื่อมีความทันสมัย	5	4	5	5	5	4.80	0.45
10.7 มีการใช้สื่อที่หลากหลาย	5	4	5	5	5	4.80	0.45
<b>11. บันทึกผลการจัดการเรียนรู้</b>							
10.1 ประเด็นในการบันทึกผลการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสม	5	4	5	5	5	4.80	0.45
รวม						4.76	0.56



ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC																							
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5																									
ผลการเรียนรู้ ม.6/9 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา																														
คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ																														
คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 3																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ</th> <th>มนุษย์สร้างขึ้น</th> <th>สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td></td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </tbody> </table>				ข้อ	เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	มนุษย์สร้างขึ้น	สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้	A	✓	✓		B		✓	✓	C	✓		✓	D	✓	✓	✓	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
ข้อ	เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	มนุษย์สร้างขึ้น	สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้																											
A	✓	✓																												
B		✓	✓																											
C	✓		✓																											
D	✓	✓	✓																											
<p>1. จากข้อมูลในตารางข้อใดสรุปได้ถูกต้อง (วิเคราะห์)</p> <p>ก. A-ทรัพยากรธรรมชาติ B - สิ่งแวดล้อม</p> <p>ข. A-ทรัพยากรธรรมชาติ D - สิ่งแวดล้อม</p> <p>ค. B-ทรัพยากรธรรมชาติ C - สิ่งแวดล้อม</p> <p>ง. C-ทรัพยากรธรรมชาติ B - สิ่งแวดล้อม</p>																														
<p>2. ทรัพยากรธรรมชาติมีความสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ยกเว้นข้อใด (วิเคราะห์)</p> <p>ก. ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์</p> <p>ข. ทรัพยากรน้ำใช้สำหรับการบริโภคและอุปโภค</p> <p>ค. ทรัพยากรดินใช้เป็นแหล่งเพาะปลูกพืช แหล่งที่อยู่อาศัย</p> <p>ง. ทรัพยากรอากาศใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต</p>								+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00																

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3. การใช้ประโยชน์จากน้ำในข้อใด <u>ไม่</u> เหมาะสม (วิเคราะห์) ก. ใช้เพื่อทำความสะอาดร่างกาย ข. ใช้เพื่อเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ <u>ค. ใช้เพื่อกำจัดสารเคมีและขยะอันตราย</u> ง. ใช้เพื่อเป็นแหล่งพักผ่อนและท่องเที่ยว	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
4. ปัญหามลพิษทางน้ำเกิดจากสาเหตุใดเป็นหลัก (วิเคราะห์) <u>ก. มนุษย์</u> ข. ภัยธรรมชาติ ค. พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำ ง. สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
5. ปัญหามลพิษทางน้ำมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของ สิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและมนุษย์ในข้อใด <u>น้อย</u> ที่สุด (วิเคราะห์) <u>ก. ขาดเส้นทางสัญจร</u> ข. ขาดแคลนน้ำสะอาด ค. ทำให้ขาดแคลนอาหาร ง. เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
6. ข้อใดเป็นวิธีการจัดการน้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชน อย่าง <u>ไม่</u> เหมาะสม (นำไปใช้) ก. โรงเรียนควรมีระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก ข. ร้านอาหารขนาดเล็กควรมีบ่อดักไขมันและบ่อเกรอะ <u>ค. ชุมชนขนาดเล็กควรปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ</u> <u>สาธารณะ</u> ง. โรงพยาบาลต้องมีการกำจัดเชื้อโรคอย่างถูกวิธีก่อน ปล่อยน้ำทิ้งออกสู่แหล่งน้ำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ		ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
		คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
7. ตารางแสดงค่าดัชนีกำหนดเกณฑ์คุณภาพน้ำจากการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ (ความเข้าใจ)		+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
แหล่งน้ำ	เกณฑ์ที่วัดคุณภาพน้ำ							
	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	FCB (MPN/100 mL)					
A	6.0	1.5	800					
B	5.0	2.0	3,000					
C	2.0	4.0	10,000					
D	1.0	6.0	70,000					
จากข้อมูลในตารางข้อใดสรุปได้ไม่ถูกต้อง								
ก. แหล่งน้ำ A มีคุณภาพดีที่สุด								
ข. แหล่งน้ำ B ควรใช้ประโยชน์ด้านการคมนาคม								
ค. แหล่งน้ำ C ควรใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม								
ง. แหล่งน้ำ D ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพมากที่สุด								
8. ข้อใดไม่ใช่วิธีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยา (ความรู้ ความจำ)		+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
ก. การเติมคลอรีนลงในแหล่งน้ำ								
ข. การใช้พืชน้ำช่วยดูดซับสารมลพิษ								
ค. การใช้กังหันน้ำเพิ่ม O <sub>2</sub> ในแหล่งน้ำ								
ง. การเติมจุลินทรีย์ก่อโรคลงในแหล่งน้ำ								
ผลการเรียนรู้ ม.6/11 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา								

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<p>9. ลุงอ้วนเป็นเกษตรกร ซึ่งทำการเกษตรโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมี และยาฆ่าแมลง การกระทำของลุงอ้วนส่งผลดีต่อผู้บริโภคอย่างไร (วิเคราะห์)</p> <p>ก. ลดปริมาณสารมลพิษปะปนดิน</p> <p>ข. ดินเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช</p> <p><u>ค. ลดปริมาณสารมลพิษตกค้างในโซ่อาหาร</u></p> <p>ง. ไม่ทำให้สภาพดินเปลี่ยนไปเป็นกรดหรือเบส</p>	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<p>10. การใช้ประโยชน์จากดินในข้อใดส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ (วิเคราะห์)</p> <p>ก. การปลูกพืชเชิงเดี่ยวทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์</p> <p>ข. การตัดและการขุดเจาะหน้าดินทำให้เกิดการพังทลายของดิน</p> <p><u>ค. การใช้สารเคมีทางการเกษตรทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในดิน</u></p> <p>ง. การใช้ที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มที่มีน้ำท่วมเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทำให้ขาดแหล่งรับน้ำตามธรรมชาติ</p>	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<p>11. การกระทำในข้อใดช่วยลดปริมาณขยะมากที่สุด (นำไปใช้)</p> <p>ก. เจไม่รับประทานผักจึงมักมีเศษอาหารเหลือเสมอ</p> <p><u>ข. เจียบ่มักจะพกแก้วน้ำส่วนตัวไปซื้อเครื่องดื่มเสมอ</u></p> <p>ค. ร้านขนมของเจงใช้กล่องกระดาษแทนกล่องพลาสติก</p> <p>ง. เจอบไม่ชอบนั่งทานอาหารที่ร้านจึงมักจะซื้ออาหารกลับบ้านเสมอ</p>	+1	+1	+1	+1	0	4.00	0.8

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
12. ข้อใดเป็นวิธีการแก้ปัญหาดินเสื่อมโทรมที่ <u>ไม่</u> เหมาะสม (นำไปใช้) ก. ดินเปรี้ยว - ใช้ปูนมาร์ล ข. ดินเค็ม - ใช้สารประกอบยิปซัม ค. ดินแห้ง - ใช้กระบวนการชะล้างด้วยน้ำจืด ง. ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ - ใส่อินทรีย์วัตถุลงในดิน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
13. พฤติกรรมข้อใดมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหามลพิษทางดินมากที่สุด (นำไปใช้) ก. สายฟ้าเก็บขยะที่หล่นบนพื้นใส่ลงในถังขยะ ข. สายฝนใช้หลอดกระดาษแทนหลอดพลาสติก ค. สายไหมกำจัดขยะโดยการเผาแทนการฝังกลบ ง. สายใจใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการเกษตร	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
14. แนวทางการจัดการทรัพยากรดินในข้อใด <u>ไม่</u> เหมาะสม (นำไปใช้) ก. <u>ควรสร้างรีสอร์ตที่อยู่บริเวณเชิงเขา</u> ข. ควรปลูกพืชแบบขั้นบันไดบริเวณไหล่เขา ค. ควรปลูกพืชหมุนเวียนและไถพรวนดินอยู่เสมอ ง. ควรสร้างบ้านอยู่บริเวณเนินเขาและปลูกพืชคลุมดิน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
ผลการเรียนรู้ ม.6/10 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา							
15. ข้อใด <u>ไม่ใช่</u> สารมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศ (ความเข้าใจ) ก. แก๊สโอโซน ข. <u>แก๊สอาร์กอน</u> ค. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ ง. แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00



ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
16. การกระทำข้อใด <u>ไม่</u> ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect) (วิเคราะห์) ก. การทำฟาร์มปศุสัตว์ ข. การเผาหญ้าจากทุ่งนา ค. การใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน ง. การเถือกลบตอซึ่งฟางข้าว	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
17. แก๊สหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกถึงร้อยละ 57 คือแก๊สชนิดใด (ความรู้ ความจำ) ก. มีเทน ข. ไนตรัสออกไซด์ ค. คาร์บอนไดออกไซด์ ง. คลอโรฟลูออโรคาร์บอน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
18. ข้อใด <u>ไม่</u> ใช่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดฝนกรด (ความเข้าใจ) ก. การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหิน ข. การใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติก ค. การเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรม ง. การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการคมนาคม	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
19. บุคคลใดมีส่วนช่วยในการจัดการทรัพยากรอากาศ <u>น้อยที่สุด</u> (นำไปใช้) ก. แก้วคัตแยกขยะก่อนทิ้ง ข. แก้มใช้ปืนโตใส่อาหารแทนกล่องโฟม ค. ก็นำขวดพลาสติกที่เติมน้ำหมดแล้วไปกรอกน้ำ ง. กู้เงินทางไปโรงเรียนโดยใช้รถเมล์แทนการใช้รถยนต์ บุคคล	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
20. การใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการเกิดมลพิษทางอากาศในข้อใดส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด (วิเคราะห์) ก. ใช้พลังงานน้ำในเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า ข. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ไว้บนหลังคาเพื่อลดการใช้ไฟฟ้า ค. ประเทศญี่ปุ่นใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แทนการใช้ถ่านหิน ง. ใช้รถพลังงานไฟฟ้าแทนการใช้รถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
21. การเกิดไฟไหม้ป่าทางภาคเหนือเป็นประจำทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อระบบนิเวศอย่างไร (วิเคราะห์) ก. สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย ข. เกิดหมอกควัน ฝุ่นละออง ค. สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ง. เกิดการปนเปื้อนของสารมลพิษในอากาศ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
ผลการเรียนรู้ ม.6/12 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้							
22. บุคคลใดมีส่วนช่วยในการจัดการทรัพยากรป่าไม้น้อยที่สุด (วิเคราะห์) ก. พอสุขสัญญาว่าจะไม่ตัดไม้ ทำลายป่า ข. พอเพียงเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนทุกปี ค. พอดีเสนอให้จัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ ง. พอใจร่วมเดินรณรงค์ให้ช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

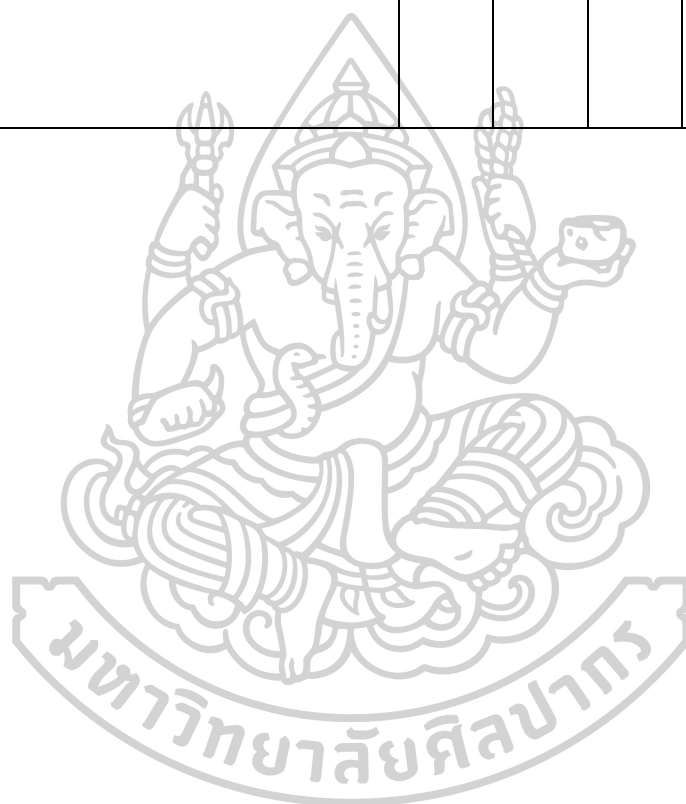
แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
23. การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรอย่างไร (วิเคราะห์) 1) สิ่งมีชีวิตแก่งแย่งอาหารกัน 2) สิ่งมีชีวิตขาดการปฏิสัมพันธ์กัน 3) สิ่งมีชีวิตมีการอพยพเข้า-อพยพออก ก. 1) และ 2) ข. 1) และ 3) ค. 2) และ 3) ง. 1) 2) และ 3)	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
24. สัตว์ป่าสงวนชนิดใหม่ 4 ชนิดได้แก่ วาฬบรูด้า วาฬโอมูระ เต่ามะเฟือง และฉลามวาฬ ซึ่งล้วนเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้สัตว์เหล่านี้มีจำนวนลดลง (ความเข้าใจ) ก. มลพิษทางน้ำทะเล ข. การล่าสัตว์ทะเลเพื่อบริโภคและขาย ค. ถูกล่าจากสัตว์ที่อยู่ลำดับต้นของโซ่อาหาร ง. การกินพลาสติกหรือไมโครพลาสติกเข้าไปในร่างกาย	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
ผลการเรียนรู้ ม.6/13 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า							
25. แนวทางการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าในข้อใดต้องใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์ (นำไปใช้) ก. การจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่า ข. การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์สัตว์ป่าหายาก ค. การส่งเสริมการวิจัยและเพิ่มองค์ความรู้สัตว์ป่า ง. การเผยแพร่ความรู้และสร้างจิตสำนึกให้ประชาชน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
26. บุคคลใดคัดแยกขยะตามสีของถังขยะได้ถูกต้อง (นำไปใช้) ก. ตันหนทิ้งขวดแก้วลงในถังขยะสีแดง ข. ตันน้ำทิ้งเศษอาหารลงในถังขยะสีเขียว ค. ตันคืดทิ้งถุงพลาสติกลงในถังขยะสีเหลือง ง. ตันอ้อทิ้งขวดน้ำยาล้างห้องน้ำลงในถังขยะสีน้ำเงิน	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
27. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องกับการลดปริมาณการใช้ (Reduce) (ความเข้าใจ) ก. พิมพ์จิตนำถุงพลาสติกมาใช้เศษอาหาร ข. พิมพ์รักใช้กล่องกระดาษแทนกล่องโฟม ค. พิมพ์พามักจะเติมน้ำมันโดยไม่ใช่หลอด ง. พิมพ์ใจใช้หลอดกระดาษแทนหลอดพลาสติก	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
28. ข้อใดจำแนกประเภทขยะมูลฝอยได้ถูกต้อง (ความเข้าใจ) ก. เศษผ้า เศษอาหาร ข. กระป๋องสเปรย์ ขวดพลาสติก ค. ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ง. กระป๋องน้ำอัดลม ซองขนมขบเคี้ยว	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
29. บุคคลในข้อใดจัดการกับขยะได้เหมาะสมและส่งผลดี ต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด (นำไปใช้) ก. บีบีบีจะทิ้งขยะลงในถังขยะเสมอ ข. บูนูนูนจะมัดถุงขยะอย่างแน่นหนาก่อนทิ้งเสมอ ค. ไบรท์นูนจะแยกขยะเฉพาะที่ขายได้ก่อนทิ้งเสมอ ง. ปีมมมจะเทเศษอาหารรวมกันไว้ในถังเพื่อนำไปทำ ปุ๋ยหมักชีวภาพ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แบบทดสอบ	ค่าความสอดคล้อง					$\Sigma R$	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
30. นทีมักจะพกกล่องข้าวสแตนเลสไปใส่อาหารที่เขาซื้อ เสมอ การกระทำของนทีจัดอยู่ในข้อใด (นำไปใช้) ก. Reuse ข. Reduce ค. Recycle ง. Renovate	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00



ตารางที่ 20 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความรู้  
ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

ข้อที่	ความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุปความหมาย	ข้อที่	ความยาก ง่าย (p)	ค่าอำนาจ จำแนก (r)	สรุป ความหมาย
1	0.88	0.31	ใช้ไม่ได้	31	0.33	0.35	ใช้ได้
2	0.90	0.20	ใช้ไม่ได้	32	0.72	0.53	ใช้ได้
3	0.69	0.34	ใช้ได้	33	0.73	0.46	ใช้ได้
4	0.77	0.39	ใช้ได้	34	0.10	0.15	ใช้ไม่ได้
5	0.72	0.30	ใช้ได้	35	0.62	0.54	ใช้ได้
6	0.88	0.15	ใช้ไม่ได้	36	0.39	0.23	ใช้ได้
7	0.74	0.79	ใช้ได้	37	0.54	0.38	ใช้ได้
8	0.72	0.28	ใช้ได้	38	0.73	0.45	ใช้ได้
9	0.79	0.56	ใช้ได้	39	0.88	0.15	ใช้ไม่ได้
10	0.33	0.62	ใช้ได้	40	0.83	0.15	ใช้ไม่ได้
11	0.49	0.30	ใช้ได้	41	0.78	0.34	ใช้ได้
12	0.77	0.34	ใช้ได้	42	0.64	0.38	ใช้ได้
13	0.80	0.08	ใช้ไม่ได้	43	0.83	0.15	ใช้ไม่ได้
14	0.74	0.52	ใช้ได้	44	0.77	0.56	ใช้ได้
15	0.79	0.59	ใช้ได้	45	0.49	0.62	ใช้ได้
16	0.73	0.38	ใช้ได้	46	0.10	0.15	ใช้ไม่ได้
17	0.74	0.58	ใช้ได้	47	0.73	0.37	ใช้ได้
18	0.67	0.78	ใช้ได้	48	0.54	0.08	ใช้ไม่ได้
19	0.41	0.70	ใช้ได้	49	0.79	0.53	ใช้ได้
20	0.83	0.15	ใช้ไม่ได้	50	0.77	0.32	ใช้ได้
21	0.88	0.15	ใช้ไม่ได้	51	0.83	0.51	ใช้ไม่ได้
22	0.78	0.54	ใช้ได้	52	0.46	0.35	ใช้ได้
23	0.76	0.31	ใช้ได้	53	0.44	0.31	ใช้ได้
24	0.54	0.30	ใช้ได้	54	0.77	0.43	ใช้ได้
25	0.74	0.40	ใช้ได้	55	0.77	0.49	ใช้ได้
26	0.74	0.33	ใช้ได้	56	0.74	0.43	ใช้ได้
27	0.49	0.62	ใช้ได้	57	0.79	0.48	ใช้ได้
28	0.54	0.38	ใช้ได้	58	0.22	0.38	ใช้ได้
29	0.74	0.29	ใช้ได้	59	0.79	0.28	ใช้ได้
30	0.59	0.52	ใช้ได้	60	0.89	0.08	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ 21 ผลการวิเคราะห์ความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยใช้สูตร KR-20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน

ข้อที่	ความยากง่าย (p)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	สรุปความหมาย
1	0.69	0.34	ใช้ได้
2	0.77	0.39	ใช้ได้
3	0.72	0.30	ใช้ได้
4	0.74	0.79	ใช้ได้
5	0.72	0.28	ใช้ได้
6	0.79	0.56	ใช้ได้
7	0.33	0.62	ใช้ได้
8	0.49	0.30	ใช้ได้
9	0.77	0.34	ใช้ได้
10	0.74	0.52	ใช้ได้
11	0.79	0.59	ใช้ได้
12	0.74	0.58	ใช้ได้
13	0.41	0.70	ใช้ได้
14	0.67	0.78	ใช้ได้
15	0.54	0.30	ใช้ได้
16	0.74	0.40	ใช้ได้
17	0.74	0.33	ใช้ได้
18	0.74	0.29	ใช้ได้
19	0.33	0.35	ใช้ได้
20	0.72	0.53	ใช้ได้
21	0.62	0.54	ใช้ได้
22	0.77	0.56	ใช้ได้
23	0.64	0.38	ใช้ได้
24	0.79	0.52	ใช้ได้
25	0.77	0.32	ใช้ได้
26	0.77	0.42	ใช้ได้
27	0.79	0.48	ใช้ได้
28	0.77	0.49	ใช้ได้
29	0.74	0.43	ใช้ได้
30	0.79	0.28	ใช้ได้

หาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาชีววิทยา โดยใช้สูตร KR-20 (Kuder Richardson 20) ได้เท่ากับ 0.89

ตารางที่ 22 คะแนนแบบทดสอบวัดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน	คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	14	25	21	16	27
2	15	26	22	18	30
3	17	25	23	15	23
4	9	22	24	14	23
5	17	22	25	15	24
6	18	27	26	16	25
7	15	24	27	17	25
8	16	25	28	14	23
9	12	27	29	16	26
10	8	18	30	18	25
11	15	27	31	17	26
12	15	25	32	17	25
13	12	24	33	11	19
14	10	28	34	18	22
15	18	28	35	15	22
16	17	26	36	13	19
17	18	27	37	12	18
18	17	26	38	11	25
19	15	20	39	12	22
20	17	29			
ก่อนเรียน				$\bar{x} = 14.87$	S.D. = 2.69
หลังเรียน				$\bar{x} = 24.36$	S.D. = 2.92



ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบประเมิน  
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน			คะแนน					$\bar{x}$	S.D.
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1.1 กระบวนการ วิเคราะห์ ปัญหา	3	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของ ปัญหาได้ครอบคลุม	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่ ไม่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของ ปัญหาได้ หรือมีการวิเคราะห์ปัญหาอย่าง ไม่เป็นระบบ แต่สามารถอธิบายถึง รายละเอียดของปัญหาได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไม่เป็นระบบ และไม่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของ ปัญหาได้	4	4	5	5	5	4.60	0.55
1.2 การ กำหนด วัตถุประสงค์ที่ สอดคล้องกับ ปัญหา	3	วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่ วิเคราะห์ และมีความเป็นไปได้ในการ นำไปแก้ปัญหาได้จริง	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่ วิเคราะห์ แต่ไม่มีความเป็นไปได้ในการ นำไปแก้ปัญหาได้จริง หรือวัตถุประสงค์ ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ แต่มี ความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้ จริง	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	วัตถุประสงค์ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่ วิเคราะห์ และไม่มีความเป็นไปได้ในการ นำไปแก้ปัญหาได้จริง	4	4	5	5	4	4.40	0.55

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบประเมิน  
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

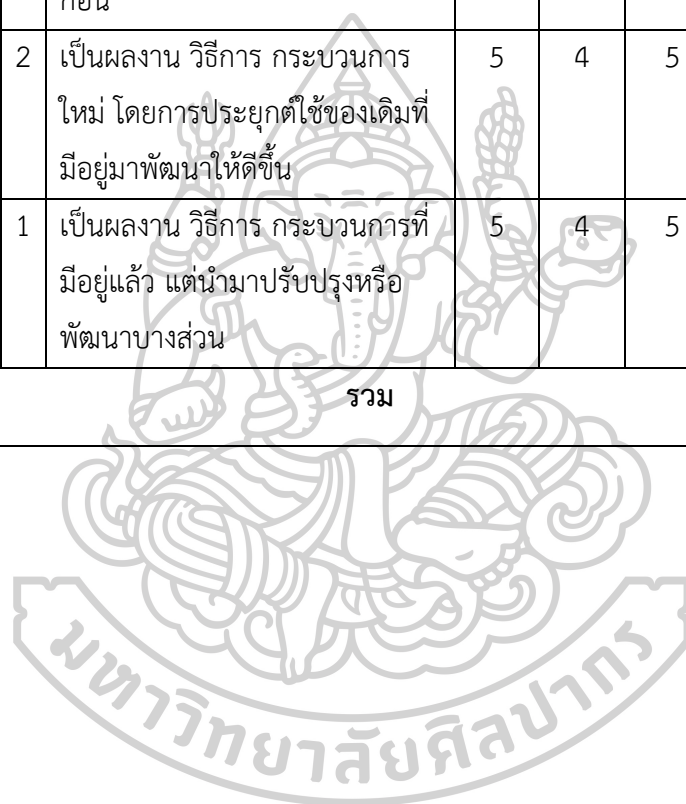
ข้อ	รายการประเมิน		คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม (ต่อ)									
1.3 การ ออกแบบ นวัตกรรม	3	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการ ออกแบบ นวัตกรรมอย่างชัดเจนทุก ขั้นตอน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการ ออกแบบ นวัตกรรมอย่างชัดเจน แต่ไม่ ครบทุกขั้นตอน หรือมีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบ นวัตกรรม ไม่ชัดเจน แต่ครบทุกขั้นตอน	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการ ออกแบบ นวัตกรรมไม่ชัดเจนและไม่ ครบทุกขั้นตอน	4	4	5	5	5	4.60	0.55
1.4 การ ประเมินและ สรุปผล	3	มีการประเมินและสรุปผลการทำงาน อย่างเป็นระบบ	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	มีการประเมินและสรุปผลการทำงาน อย่างไม่เป็นระบบ	5	3	5	5	5	4.60	0.89
	1	มีการประเมินแต่ไม่มีการสรุปผลการ ทำงาน หรือไม่มีการประเมินแต่มีการ สรุปผลการทำงาน	5	4	5	5	4	4.60	0.55
1.5 การ นำเสนอ/ เผยแพร่ นวัตกรรม	3	มีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจและเผยแพร่ นวัตกรรมไปยังกลุ่มเป้าหมาย	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	มีวิธีการนำเสนอที่น่าสนใจแต่เผยแพร่ นวัตกรรมไม่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือ มีวิธีการนำเสนอไม่น่าสนใจ แต่เผยแพร่ นวัตกรรมตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	4	4	5	5	4	4.40	0.55
	1	มีวิธีการนำเสนอไม่น่าสนใจและมีการ เผยแพร่นวัตกรรมไม่ตรงกับ กลุ่มเป้าหมาย	4	4	5	5	5	4.60	0.55

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบประเมิน  
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน		คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>2. ด้านคุณค่า</b>									
2.1 การ แก้ปัญหาได้ ตรงตาม วัตถุประสงค์	3	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรง ตามวัตถุประสงค์ครบทุกข้อ	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรง ตามวัตถุประสงค์ไม่ครบทุกข้อ	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ไม่ตรง ตามวัตถุประสงค์	5	4	5	5	4	4.60	0.55
2.2 ความ คุ้มค่าในการ ใช้ทรัพยากร เพื่อแก้ปัญหา	3	มีการใช้ทรัพยากรคุ้มค่า เหมาะสม และ ประหยัด	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า เหมาะสม แต่ไม่ประหยัด หรือมีการใช้ ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ประหยัด แต่ไม่ เหมาะสม	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	มีการใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่า ไม่เหมาะสม และไม่ประหยัด	5	4	5	5	5	4.80	0.45
2.3 ความ เป็นไปได้ใน การนำไปใช้	3	นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการ นำไปใช้ได้จริงสูง	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	2	นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการ นำไปใช้ได้จริงน้อย	4	4	5	5	5	4.60	0.55
	1	นวัตกรรมไม่มีความเป็นไปได้ในการ นำไปใช้ได้จริง	5	4	5	5	5	4.80	0.45
2.4 การ เรียนรู้ร่วมกัน	3	สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมมือกันในการ สร้างนวัตกรรม (100%)	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	สมาชิกบางคนในกลุ่มร่วมมือกันในการ สร้างนวัตกรรม (มากกว่า 50%)	5	4	5	5	4	4.60	0.55
	1	สมาชิกส่วนน้อยในกลุ่มร่วมมือกันใน การสร้างนวัตกรรม (ต่ำกว่า 50%)	5	4	5	5	5	4.80	0.45

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบประเมิน  
ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน		คะแนน					$\bar{X}$	S.D.
			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม									
3.1 เป็นสิ่ง ใหม่ วิธีการ ใหม่ หรือ แนวทางใหม่	3	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยมีมา ก่อน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	2	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการ ใหม่ โดยการประยุกต์ใช้ของเดิมที่ มีอยู่มาพัฒนาให้ดีขึ้น	5	4	5	5	5	4.80	0.45
	1	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่ มีอยู่แล้ว แต่นำมาปรับปรุงหรือ พัฒนาบางส่วน	5	4	5	5	5	4.80	0.45
รวม							4.70	0.48	



ตารางที่ 24 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม ด้านเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

รายการประเมิน	ค่าความสอดคล้อง					ΣR	IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม</b>							
1. ฉันเห็นว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อสร้างรีสอร์ทจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
2. ฉันเห็นว่าการบริโภคสัตว์ป่าบางชนิด เช่น ตัวนิ่ม เป็นยาอายุวัฒนะ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
3. ฉันเห็นว่าการศึกษาวีธีเพาะเลี้ยงหรือขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์เป็นสิ่งที่ดีจำเป็น	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ด้านการนำกลับมาใช้อีก</b>							
4. ฉันมักจะใช้กระดาษให้หมดทั้งสองหน้าอยู่เสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
5. ฉันใช้แก้วน้ำส่วนตัวสำหรับใส่เครื่องดื่มที่ฉันซื้อเป็นประจำ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
6. ฉันเห็นว่าการพกถุงผ้าเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ด้านการแปรสภาพขยะให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่</b>							
7. ฉันมักจะนำสิ่งของเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของใช้อยู่เสมอ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
8. ฉันเห็นว่าการทำเสื้อมัดย้อมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเสื้อผ้าเก่าได้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
9. ฉันเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากขยะเป็นสิ่งสนุกและไม่ควรนำมาใช้	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ด้านพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม</b>							
10. ฉันมักจะปั่นจักรยานแทนการขี่มอเตอร์ไซด์หากต้องเดินทางไประยะทางใกล้ ๆ เพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจก	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
11. ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนอยู่เสมอ	+1	0	+1	+1	+1	4.00	0.80
12. ฉันมักจะทิ้งขยะอันตรายรวมกับขยะทั่วไปโดยไม่แยกขยะ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>							<b>0.97</b>

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

หัวข้อ	รายการประเมิน			ค่าความสอดคล้อง					ΣR	IOC
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1. การเลือกหัวข้อโครงการ	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมทั้งหมด	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมบางส่วน	การเลือกหัวข้อโครงการไม่มีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อม	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
2. วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกข้อ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมบางข้อ	นักเรียนไม่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
3. การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าในการจัดทำโครงการ	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดและคุ้มค่าทุกครั้ง	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดแต่ไม่คุ้มค่า	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างไม่ประหยัดและไม่คุ้มค่า	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
4. การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่เลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80

ตารางที่ 25 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม ด้านพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม  
(ต่อ)

หัวข้อ	รายการประเมิน			ค่าความสอดคล้อง					ΣR	IOC
	ดีมาก	ดี	ควรปรับปรุง	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
5. การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ	0	+1	+1	+1	+1	4.00	0.80
6. การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
7. การรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการทุกครั้ง	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการบางครั้ง	นักเรียนไม่ดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ	+1	+1	+1	+1	+1	5.00	1.00
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>										<b>0.91</b>

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ที่ได้จากการประเมินแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐาน

รายการประเมิน	คะแนนพิจารณา					$\bar{x}$	S.D.
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
<b>ด้านบรรยากาศ</b>							
1. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ	5	5	5	5	5	5.00	0.00
2. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
3. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>							
4. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง	5	5	5	5	5	5.00	0.00
5. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น	5	5	5	5	5	5.00	0.00
6. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย	5	5	5	5	5	5.00	0.00
7. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
<b>ด้านประโยชน์ที่ได้รับ</b>							
8. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน	5	5	5	5	5	5.00	0.00
9. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน	5	5	5	5	4	4.80	0.45
10. กิจกรรมการเรียนรู้วิชาชีววิทยาโดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้น	5	5	5	5	4	4.80	0.45
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>						<b>5.00</b>	<b>0.20</b>





## แผนการจัดการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

รหัสวิชา ว33256

รายวิชา ชีววิทยา 6

ชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 6

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โรงเรียนคง

ทองวิทยา

เวลา 12 ชั่วโมง

ผู้สอน นางปนิดา แสน

เวียงจันทร์

### 1. มาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้

สาระชีววิทยา

ว 4.5 ม.6/9 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาการขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำและการแก้ไขปัญหา

ว 4.5 ม.6/10 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

ว 4.5 ม.6/11 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรดิน และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา

ว 4.5 ม.6/12 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางในการป้องกันการทำลายป่าไม้และการอนุรักษ์ป่าไม้

ว 4.5 ม.6/13 วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

### 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์ อภิปราย และสรุปสาเหตุของปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ แต่ละประเภท และผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ (K)

2. นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการและการแก้ไขปัญหา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (P)

3. นักเรียนสามารถวางแผน ออกแบบ และสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (P)

4. นักเรียนมีเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม (A)

### 3.สาระสำคัญ

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการจัดการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน

### 4. สาระการเรียนรู้

#### ด้านความรู้

1. การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน

- ความหมายของการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน
- ประเภทของโครงงาน

- 1) โครงงานที่เป็นการสำรวจ
- 2) โครงงานที่เป็นการค้นคว้า ทดลอง
- 3) โครงงานที่เป็นการศึกษาความรู้ ทฤษฎี หลักการ หรือแนวคิดใหม่
- 4) โครงงานที่เป็นการประดิษฐ์คิดค้น

- การวางแผนในการทำโครงงาน จะรวมถึงการเขียนเค้าโครงของโครงงาน ซึ่งต้องมีการวางแผนไว้ล่วงหน้าเพื่อให้การดำเนินการเป็นไปอย่างรัดกุมและรอบคอบ ไม่สับสน ซึ่งควรประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 1) ชื่อโครงงาน ควรเป็นข้อความที่กะทัดรัด ชัดเจน สื่อความหมายได้ตรง
- 2) ชื่อผู้ทำโครงงาน
- 3) ชื่อครู/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน
- 4) ที่มาและความสำคัญของโครงงาน
- 5) วัตถุประสงค์ของการศึกษา เป็นการบอกความต้องการในการศึกษา
- 6) ขอบเขตของโครงงานที่จะทำการศึกษา
- 7) สมมุติฐานของการศึกษา (ถ้ามี)
- 8) วิธีดำเนินงาน

- การลงมือทำโครงการ เป็นขั้นลงมือปฏิบัติงานตามขั้นตอนที่ได้ระบุไว้ นักเรียนต้องพยายามทำตามแผนงานที่วางไว้ เตรียมวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ให้พร้อม ปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ คำนึงถึงความประหยัดและความปลอดภัยในการทำงาน

## 2. สิ่งแวดล้อม (Environment)

- ความหมายของสิ่งแวดล้อม

- ประเภทของสิ่งแวดล้อม

1) สิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ (natural environment)

2) สิ่งแวดล้อมที่มนุษย์สร้างขึ้น (manmade environment)

## 3. ทรัพยากรธรรมชาติ (Natural Resources)

- ความหมายของทรัพยากรธรรมชาติ

- ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ

- ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- ทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังอยู่ในภาวะวิกฤติ เช่น

1) น้ำมันปิโตรเลียม แก๊สธรรมชาติ ถ่านหิน และแร่

2) น้ำ

3) ดิน

4) ทรัพยากรป่าไม้

5) ทรัพยากรสัตว์ป่า

- สาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ สาเหตุที่สำคัญมี 2 ประการ

คือ

1) สาเหตุจากธรรมชาติ ได้แก่ ไฟป่า น้ำท่วม แผ่นดินไหว และภูเขาไฟ

ปะทุ

2) สาเหตุจากมนุษย์ ได้แก่ การเพิ่มของประชากร การขยายตัวของชุมชน

เมือง เทคโนโลยีสมัยใหม่ การสร้างสิ่งก่อสร้าง การกีฬา การสงคราม และความรู้เท่าไม่ถึงการณ์

- การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ ปัญหาและการจัดการ

1) ทรัพยากรน้ำ

- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรน้ำ

- การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

- การจัดการทรัพยากรน้ำ

## 2) ทรัพยากรอากาศ

- การปนเปื้อนของสารเคมี ฝุ่นละออง และจุลินทรีย์ต่าง ๆ
- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ
- การเกิดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์
- การจัดการทรัพยากรอากาศ

## 3) ทรัพยากรดิน

- ความสำคัญของดินต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- มลพิษทางดินและปัญหาความเสื่อมโทรมของดิน
- การจัดการทรัพยากรดิน

## 4) ทรัพยากรป่าไม้

- ผลกระทบจากพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลง
- การจัดการทรัพยากรป่าไม้

## 5) ทรัพยากรสัตว์ป่า

- การจัดการทรัพยากรสัตว์ป่า
- ความสำคัญของทรัพยากรสัตว์ป่าต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
- หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อการใช้

ประโยชน์อย่างยั่งยืน มีแนวทางดังนี้

1. การใช้แบบยั่งยืน (sustainable utilization)
2. การเก็บกัก (storage)
3. การรักษาซ่อมแซม (repair)
4. การฟื้นฟู (rehabilitation)
5. การป้องกัน (prevention)
6. การพัฒนา (development)
7. การสงวน (preservation)

วิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ นอกจากที่กล่าวมาแล้วยังมีวิธีอื่น ๆ ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ โดย เลือกให้เหมาะสมกับทรัพยากรนั้น ๆ เช่น การใช้หลักการ 5 R ได้แก่ การใช้ซ้ำ (Reuse) การลดปริมาณการใช้ (Reduce) การนำกลับมาใช้ใหม่โดยผ่านกระบวนการผลิตใหม่ (Recycle) การซ่อมแซมส่วนที่ชำรุด (Repair) และ การปฏิเสธการใช้วัสดุบางชนิดที่ก่อให้เกิด

มลพิษ (Reject) เป็นต้น

#### 4. ขยะมูลฝอย (Waste)

- ความหมายของขยะมูลฝอย
- ประเภทของขยะมูลฝอย ที่จำแนกกันทั่วไป มี 4 ประเภท

- 1) ขยะอินทรีย์
- 2) ขยะรีไซเคิล
- 3) ขยะอันตราย
- 4) ขยะทั่วไป

#### ด้านทักษะกระบวนการ

1. การวิเคราะห์ อภิปราย และสรุป
2. การสืบค้นข้อมูล
3. การวางแผน
4. การออกแบบ
5. การนำเสนอ
6. การประเมินผล

#### ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. เจตคติด้านสิ่งแวดล้อม
2. พฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

#### 5. สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา
4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

#### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

## 7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

1. แผนผังความคิด
2. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง วิเคราะห์ปัญหา ตามสาเหตุ ผลกระทบ และเสนอแนวทางแก้ไข
3. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ระดมสมอง สรุปลข้อมูล กำหนดหัวข้อ
4. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
5. ออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
6. ใบงานที่ 1.4 เรื่อง นำเสนอและประเมินผล
7. นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

## 8. การวัดและประเมินผล

เป้าหมาย	หลักฐาน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
จุดประสงค์การเรียนรู้ 1. นักเรียนสามารถวิเคราะห์อภิปราย และสรุปลสาเหตุของปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติแต่ละประเภท และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้ (K)	1. แผนผังความคิด 2. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง วิเคราะห์ปัญหา ตามสาเหตุ ผลกระทบ และเสนอแนวทางแก้ไข	1. แบบประเมินแผนผังความคิด 2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	1. ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป 2. ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป
2. นักเรียนสามารถเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการ และการแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (P)	1. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ระดมสมอง สรุปลข้อมูล กำหนดหัวข้อ	1. แบบประเมินใบงาน 2. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	1. ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป 2. ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป
3. นักเรียนสามารถวางแผนและออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ (P)	1. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ 2. ใบงานที่ 1.4 เรื่อง นำเสนอและประเมินผล 3. โครงร่างหรือโมเดลนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	1. แบบประเมินใบงาน 2. แบบประเมินใบงาน 3. แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	1. ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป 2. ผ่านเกณฑ์ในระดับดีขึ้นไป 3. ผ่านเกณฑ์ในระดับปานกลางขึ้นไป

เป้าหมาย	หลักฐาน	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การประเมิน
4. นักเรียนมีเจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม และพฤติกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม (A)	1. ประเมินเจตคติด้าน สิ่งแวดล้อม 2. วัดพฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม	2. แบบประเมินเจตคติ ด้านสิ่งแวดล้อม 2. แบบประเมิน พฤติกรรมด้าน สิ่งแวดล้อม	1. ผ่านเกณฑ์ใน ระดับมากไป 2. ผ่านเกณฑ์ใน ระดับมากขึ้นไป
<b>คุณลักษณะอันพึงประสงค์</b> 1. มีวินัย 2. ใฝ่เรียนรู้ 3. มุ่งมั่นในการทำงาน	1. สังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล 2. สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	1. แบบประเมิน คุณลักษณะอันพึง ประสงค์	1. ผ่านเกณฑ์ระดับดี ขึ้นไป

## 9. กิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (Project based learning)

### ขั้นที่ 1 สร้างความสนใจ ( 3 ชั่วโมง )

1. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับประเภทของโครงงาน และขั้นตอนการทำโครงงานโดยใช้ Power point เรื่อง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (20 นาที)
2. ครูใช้คำถามนำเข้าสู่บทเรียน (10 นาที)
  - นักเรียนคิดว่าทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (แนวคำตอบ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีส่วนที่เหมือนกัน คือ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่ต่างกัน คือ ทรัพยากรธรรมชาติ เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ ส่วนสิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น)
3. ครูนำเสนอปัญหาเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้คลิปวิดีโอ ดังต่อไปนี้ (30 นาที)
  - คลิปวิดีโอ เรื่อง ชาวบ้านสุดทน โวยโรงงานรีไซเคิล ทำหนองน้ำเน่าเสีย-ดินเสื่อมสภาพ (ที่มา <https://www.pptvhd36.com/news/127079>)
  - คลิปวิดีโอ เรื่อง “มลพิษทางอากาศ” ภัยพิบัติร้ายแรง ไม่ตายทันที เห็นผลอีกที 10 ปีข้างหน้า (ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=sdJ35wSFd4c>)



- คลิปวิดีโอ เรื่อง สถานการณ์ป่าไม้ไทย ประจำปี 2562 – 2563  
(ที่มา [https://www.youtube.com/watch?v=7uyG3GBM5Qo&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?v=7uyG3GBM5Qo&feature=emb_title))
  - คลิปวิดีโอ เรื่อง สถานการณ์ล่าสัตว์ป่าในประเทศไทย  
(ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=bdzDZ8lgcSw>)
  - ระหว่างดูคลิปวิดีโอแต่ละคลิปจบ นักเรียนและครูสนทนาร่วมกันในประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน
4. เมื่อดูคลิปวิดีโอจบแล้ว ให้นักเรียนสรุปข้อมูลที่ได้ในรูปแบบแผนผังความคิด ตามประเด็นดังต่อไปนี้ (40 นาที)
    - ประเด็นปัญหาที่เกิดจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ
    - สาเหตุของปัญหา
    - ผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม
    - แนวทางการแก้ไขปัญหาและการจัดการ
  5. ครูสุ่มนักเรียนนำเสนอแผนผังความคิด โดยให้เพื่อนช่วยกันเสนอความคิดเห็นและครูอธิบายเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (20 นาที)
  6. ใช้กระบวนการกลุ่ม โดยให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม ๆ ละ 6-7 คน (5 นาที)
  7. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มระดมสมองเพื่อเลือกประเด็นปัญหาที่สนใจร่วมกันมากที่สุด 1 ประเด็น ได้แก่ ทรัพยากรน้ำ ทรัพยากรดิน ทรัพยากรอากาศ ทรัพยากรป่าไม้ ทรัพยากรสัตว์ป่า หรือปัญหาสิ่งแวดล้อมทั่วไป โดยสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น หนังสือเรียนชีววิทยา 6 ใบความรู้ที่ 1.1 เรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บทความ เว็บไซต์ หรือช่องทางอื่น ๆ (15 นาที)
  8. ครูมอบหมายให้นักเรียนทำใบงานที่ 1.1 เรื่อง วิเคราะห์ปัญหา ตามหาสาเหตุและผลกระทบ เสนอแนวทางแก้ โดยการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหา ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่กลุ่มตนเองสนใจเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในชั่วโมงต่อไป (40 นาที)

## ขั้นที่ 2 กำหนดหัวข้อ ( 3 ชั่วโมง )

9. ครูทบทวนประเด็นปัญหาที่แต่ละกลุ่มสนใจโดยการให้แต่ละกลุ่มอธิบายประเด็นปัญหาของตนเอง (15 นาที)

10. ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับการกำหนดหัวข้อโครงการ โดยใช้ Power point เรื่อง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน และชี้แจงการทำกิจกรรม (5 นาที)
11. ครูนำเสนอตัวอย่างการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้คลิปวิดีโอเรื่อง (30 นาที)
  - 5 นวัตกรรมรับมือการเปลี่ยนแปลงมลภาวะทางอากาศ  
(ที่มา <https://www.youtube.com/watch?v=aLkoFFCL-MY>)
  - “นวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาขยะในทะเล” ความร่วมมือเพื่อโลกที่ยั่งยืน  
(ที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=-M3QI1JP9-Q&t=14s>)
  - นักเรียนและครูสนทนาร่วมกันเกี่ยวกับตัวอย่างนวัตกรรมที่ได้รับชมจากคลิปวิดีโอ เช่น จุดเด่น-จุดด้อย ของนวัตกรรม กระบวนการพัฒนานวัตกรรม และประโยชน์ของนวัตกรรม
  - นักเรียนคิดว่า การสร้างนวัตกรรมนี้มีปัญหาหรืออุปสรรคหรือไม่ อย่างไร (คำตอบขึ้นอยู่กับความคิดเห็นของนักเรียน)
12. ครูอธิบายและให้คำนิยามของนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ และการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ Power point เรื่อง นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (10 นาที)
13. เมื่อนักเรียนเริ่มเห็นแนวทางในการจัดการและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยการสร้างนวัตกรรมแล้ว ให้นักเรียนเข้ากลุ่มของตนเอง (กลุ่มเดิมในช่วงโมงที่แล้ว)
14. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มเรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนระดมสมองโดยนำข้อมูลที่ได้ไปสืบค้นและบันทึกผลลงในใบงานที่ 1.1 เรื่อง วิเคราะห์ปัญหา ตามหาสาเหตุและผลกระทบ เสนอแนวทางแก้ไข มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ซึ่งสมาชิกในกลุ่มทุกคนต้องร่วมแสดงความคิดเห็น (20 นาที)
15. จากนั้นร่วมกันสรุปข้อมูล โดยนำข้อมูลของสมาชิกแต่ละคนมาวิเคราะห์ และสรุปผลที่ได้ลงในใบงานที่ 1.2 เรื่อง ระดมสมอง สรุปข้อมูล กำหนดหัวข้อ (30 นาที)
16. นักเรียนร่วมกันระดมสมองอีกครั้งโดยนำข้อมูลที่ได้ในภาพรวมมากำหนดหัวข้อของโครงการ ซึ่งในขั้นนี้นักเรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้ เช่น หนังสือเรียนวิชาชีววิทยา 6 ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บทความ เว็บไซต์ หรือช่องทางอื่น ๆ (40 นาที)

16.1 ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ โดยให้สมาชิกทุกคนช่วยกันเขียนออกมาให้ได้มากที่สุดแล้วนำมาพิจารณาร่วมกันภายในกลุ่มอีกครั้งเพื่อเลือกนวัตกรรมที่คิดว่าดีและเหมาะสมที่สุด

16.2 ให้นักเรียนนำข้อมูลที่สืบค้นและสรุปผลเรียบร้อยแล้วมากำหนดหัวข้อโครงการโดยให้สมาชิกทุกคนเขียนหัวข้อโครงการออกมาให้ได้มากที่สุด แล้วนำมาพิจารณาร่วมกันภายในกลุ่มอีกครั้งเพื่อเลือกหัวข้อที่ดีและเหมาะสมที่สุด

17. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอหัวข้อโครงการของกลุ่มตนเอง โดยมีเพื่อนและครูร่วมแสดงความคิดเห็นและให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม (30 นาที)

### ขั้นที่ 3 วางแผนและลงมือปฏิบัติ ( 3 ชั่วโมง )

18. นักเรียนและครูร่วมกันทบทวนหัวข้อโครงการและนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่ม เพื่อตรวจสอบข้อมูลหรือประเด็นต่าง ๆ ที่อาจมีการเปลี่ยนแปลง (10 นาที)

19. ครูอธิบายเกี่ยวกับการวางแผนในการทำโครงการ โดยใช้ Power point เรื่อง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน (10 นาที)

20. จากนั้นนักเรียนเข้ากลุ่มเพื่อทำกิจกรรม โดยใช้ใบงานที่ 1.3 เรื่อง กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผน และออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ โดยสามารถสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ เกี่ยวกับกระบวนการสร้างนวัตกรรมและการวางแผนการทำโครงการ (40 นาที)

21. นักเรียนแต่ละกลุ่มลงมือสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่เป็นชิ้นงานจริงตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ โดยมีครูทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยสนับสนุนและอำนวยความสะดวกแล้วนำผลที่ได้มานำเสนอในการเรียนครั้งต่อไป (120 นาที)

### ขั้นที่ 4 นำเสนอ ( 2 ชั่วโมง )

22. ครูชี้แจงนักเรียนเกี่ยวกับการเตรียมตัวในการนำเสนอ (10 นาที)

23. ให้นักเรียนส่งตัวแทนกลุ่มจับสลากลำดับในการนำเสนอ

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มรับใบงานที่ 1.4 เรื่อง นำเสนอและประเมินผล เพื่อทำกิจกรรมระดมสมองและประเมินผล (20 นาที)

25.1 ระดมสมองวิเคราะห์จุดเด่นและจุดที่ควรพัฒนาของกลุ่มตนเอง

- 25.2 ระดมสมองวิเคราะห์ผลการดำเนินโครงการของกลุ่มตนเองเป็น 3 ประเด็นดังนี้ คือ  
 สิ่งที่ยากเกินไป สิ่งที่ยากเพิ่มเติม และสิ่งที่ยากปรับปรุงหรือแก้ไข
25. เมื่อแต่ละกลุ่มทำกิจกรรมระดมสมองเสร็จแล้ว ให้แต่ละกลุ่มส่งตัวแทนนำเสนอตามลำดับ ให้เวลาในการนำเสนอกลุ่มละ 15 นาที (90 นาที) โดยมีประเด็นในการนำเสนอ ดังนี้
- 1) ชื่อหัวข้อโครงการ
  - 2) ชื่อนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
  - 3) ประโยชน์ของนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
  - 4) กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
  - 5) สิ่งที่ยากเกินไป สิ่งที่ยากเพิ่มเติม และสิ่งที่ยากปรับปรุงหรือแก้ไข
26. ในขณะที่เพื่อนนำเสนอให้นักเรียนกลุ่มอื่น ๆ ตั้งใจฟังพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม 3 ประเด็นดังนี้ คือ สิ่งที่ยากเกินไป สิ่งที่ยากเพิ่มเติม และสิ่งที่ยากปรับปรุงหรือแก้ไข

#### ขั้นที่ 5 ประเมินผล ( 1 ชั่วโมง )

27. ครูชี้แจงวิธีการประเมินผลของนักเรียน (10 นาที)
28. เมื่อนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอเสร็จแล้ว ให้นักเรียนร่วมกันประเมินผลนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของแต่ละกลุ่มรวมถึงกลุ่มของตนเอง พร้อมทั้งให้เหตุผลประกอบการให้คะแนนและการหักคะแนนโดยใช้ใบงานที่ 1.4 เรื่อง นำเสนอและประเมินผล (30 นาที)
29. นักเรียนและครูร่วมกันสรุปผลคะแนน แสดงความชื่นชมความสำเร็จในการดำเนินโครงการของแต่ละกลุ่มเพื่อเป็นกำลังใจในการเรียนและการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน (20 นาที)

#### 10. สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. Power point เรื่อง การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน
2. คลิปวิดีโอ เรื่อง ชาวบ้านสุดทน โวยโรงงานรีไซเคิล ทำหนองน้ำเน่าเสีย-ดินเสื่อมสภาพ  
 คลิปวิดีโอ เรื่อง “มลพิษทางอากาศ” ภัยพิบัติร้ายแรง ไม่ตายทันที เห็นผลอีกที 10 ปีข้างหน้า
3. คลิปวิดีโอ เรื่อง สถานการณ์ป่าไม้ไทย ประจำปี 2562 – 2563
4. คลิปวิดีโอ เรื่อง สถานการณ์ล่าสัตว์ป่าในประเทศไทย
5. หนังสือเรียนรายวิชาชีววิทยา 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

6. ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง เรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
7. ใบงานที่ 1.1 เรื่อง วิเคราะห์ปัญหา ตามหาสาเหตุ ผลกระทบ และเสนอแนวทางแก้ไข
8. Power point เรื่อง นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
9. คลิปวิดีโอเรื่อง 5 นวัตกรรมรับมือการเปลี่ยนแปลงมลภาวะทางอากาศ
10. คลิปวิดีโอ เรื่อง “นวัตกรรมเพื่อแก้ปัญหาขยะในทะเล” ความร่วมมือเพื่อโลกที่ยั่งยืน
11. ใบงานที่ 1.2 เรื่อง ระดมสมอง สรุปรายชื่อ กำหนดหัวข้อ
12. ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
13. ใบงานที่ 1.3 เรื่อง กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์
14. ใบงานที่ 1.4 เรื่อง นำเสนอและประเมินผล

#### 11. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

##### ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนสามารถศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองทำให้เกิดความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาได้ดี  
 นักเรียนมีความสนใจประเด็นปัญหา สามารถสืบค้นข้อมูลและสรุปรายชื่อนำมากำหนดหัวข้อ  
 โครงการ สามารถออกแบบและสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ได้

##### ปัญหา/อุปสรรค

นักเรียนบางส่วนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้เพียงแหล่งเดียว และนักเรียนบางส่วน  
 ไม่ค่อยมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้

##### ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ครูแนะนำให้ นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายและอธิบายให้เห็น  
 ข้อดีของการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย

ครูกระตุ้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมากขึ้น และแนะนำให้ นักเรียน  
 แบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจน

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางปนิดา แสนเวียงจันทร์)

ตำแหน่ง ครู

### แบบประเมินแผนผังความคิด

คำชี้แจง ให้พิจารณาตัวชี้วัดต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตามความเป็นจริง

ลำดับ ที่	ชื่อ-นามสกุล	รายการประเมิน/คุณภาพชิ้นงาน												รวม	เกณฑ์การ ประเมิน		
		มีการสืบค้น ข้อมูลเพิ่มเติม			ความถูกต้อง และสอดคล้อง กันของเนื้อหา			ความสวยงาม ของชิ้นงาน			ส่งงานภายใน เวลาที่กำหนด						
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			15	
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางปนิดา แสนเวียงจันทร์)

## เกณฑ์การให้คะแนน

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	คะแนน
1. การสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม	1.1 มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมทั้งหมด	3
	1.2 มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมบางส่วน	2
	1.3 ไม่มีการสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติม	1
2. ความถูกต้องและสอดคล้องกันของเนื้อหา	2.1 เนื้อหามีความถูกต้องและสอดคล้องกัน	3
	2.2 เนื้อหามีความถูกต้องหรือสอดคล้องกัน	2
	2.3 เนื้อหาไม่มีความถูกต้องและไม่สอดคล้องกัน	1
3. ความสวยงามและอ่านง่าย	3.1 ชิ้นงานมีสีสันสวยงามและอ่านง่าย	3
	3.2 ชิ้นงานมีสีสันสวยงามหรืออ่านง่าย	2
	3.3 ชิ้นงานไม่สวยงามและอ่านยาก	1
4. ส่งงานภายในเวลาที่กำหนด	4.1 ส่งงานตรงตามเวลาที่กำหนด	3
	4.2 ส่งงานล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนดไม่เกิน 2 วัน	2
	4.3 ส่งงานล่าช้ากว่าเวลาที่กำหนดเกิน 2 วันขึ้นไป	1

## เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
10 - 12	ดีมาก
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

### แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์

คำชี้แจง ให้พิจารณาตัวชี้วัดต่อไปนี้ แล้วให้ระดับคะแนนที่ตรงกับการปฏิบัติของนักเรียนตามความเป็นจริง

ลำดับที่	ชื่อ-นามสกุล	มีวินัย			ใฝ่เรียนรู้			มุ่งมั่นในการทำงาน			รวม
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(นางปนิดา แสนเวียงจันทร์)



## เกณฑ์การให้คะแนน

ตัวชี้วัด	เกณฑ์การให้คะแนน		
	1	2	3
<b>มีวินัย</b>			
การมาเรียนและการเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้	เข้าเรียนตรงเวลา มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้เป็นบางครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้บ่อยครั้ง	เข้าเรียนตรงเวลา มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ และเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ทุกครั้ง
<b>ใฝ่เรียนรู้</b>			
แสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ และสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้แหล่งเดียว ไม่หลากหลาย และไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้	ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้แหล่งเดียว แต่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้ หรือศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลาย แต่ไม่สามารถนำความรู้ไปใช้ได้	ศึกษา ค้นคว้าหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้แหล่งที่หลากหลาย และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้
<b>มุ่งมั่นในการทำงาน</b>			
ตั้งใจ และรับผิดชอบในการทำงานเพื่อให้งานสำเร็จตามเป้าหมาย	ทำงานด้วยความตั้งใจ และปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จเป็นบางครั้ง	ทำงานด้วยความตั้งใจ และปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จบ่อยครั้ง	ทำงานด้วยความตั้งใจ และปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายได้สำเร็จทุกครั้ง

## เกณฑ์การตัดสินระดับคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
7 - 9	ดี
4 - 6	พอใช้
ต่ำกว่า 4	ปรับปรุง

## ใบความรู้ที่ 1.1 เรื่อง เรียนรู้ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

### ● ทรัพยากรธรรมชาติ

- ทรัพยากรธรรมชาติ (natural resources) หมายถึง สิ่งที่ได้มาจากธรรมชาติซึ่งมีประโยชน์ต่อความเป็นอยู่ของมนุษย์โดยเฉพาะเป็นปัจจัยที่มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตที่มนุษย์สามารถเสาะแสวงหามาใช้ เช่น พืช สัตว์ แร่ธาตุ ป่าไม้ ถ่านหิน และน้ำมัน เป็นต้น สามารถแบ่งทรัพยากรธรรมชาติออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. **ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่หมดสิ้น** เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่มาก พบได้ทุกแห่งในโลก มีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทรัพยากรเหล่านี้หากใช้ไม่ติ ไม่มีการดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้ ทรัพยากรที่มีค่ามหาศาลเหล่านี้อาจเสื่อมสภาพไปจนไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ถ้าใช้อย่างไม่ระมัดระวัง ได้แก่ น้ำ อากาศ แสงสว่างจากดวงอาทิตย์
2. **ทรัพยากรธรรมชาติที่บำรุงรักษาให้คงสภาพอยู่ได้** เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่บนผิวโลกตามแหล่งต่าง ๆ ถ้ามนุษย์ใช้ทรัพยากรเหล่านี้อย่างถูกต้องและมีการบำรุงรักษาแล้ว ทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้จะยังคงอยู่และใช้ประโยชน์ได้ตลอดไป ได้แก่ ดิน ป่าไม้ พืชหญ้า สัตว์ป่า พลังงานมนุษย์
3. **ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วสิ้นเปลือง** เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดไป ไม่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้หรือไม่สามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ หรือถ้าทำได้ก็กินเวลานานนับพันนับหมื่นปีทรัพยากรเหล่านี้ ได้แก่ แร่ธาตุ (รวมทั้งน้ำมันถ่านหิน) และทิวทัศน์ที่สวยงาม

สำหรับทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ได้แก่ น้ำ ดิน อากาศ ป่าไม้และสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น ดังนั้น เพื่อให้การใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างยั่งยืนและยาวนานที่สุด และได้ประโยชน์สูงสุด จึงต้องมีวิธีใช้วิธีอนุรักษ์บูรณะฟื้นฟูดูแลรักษาทรัพยากรธรรมชาติให้คงอยู่ยาวนานที่สุด

#### 1. ทรัพยากรน้ำ

- ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของคนเรา เพื่อใช้ในการอุปโภค

บริโภค การเกษตร การคมนาคมขนส่ง การประมง และอื่น ๆ น้ำยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุดในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตร่างกายคนเรามีน้ำเป็นส่วนประกอบประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของน้ำหนักตัว น้ำบนผิวโลกมีอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ส่วน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทรถึง 97.41% ส่วนน้ำจืดซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นและมีค่ามากที่สุดของสิ่งมีชีวิตมีอยู่เพียง 2.59% น้ำจืดนี้พบอยู่ในรูปของภูเขาน้ำแข็งขั้วโลกและธารน้ำแข็ง น้ำใต้ดิน และเป็นน้ำจืดที่นำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างแท้จริงเพียง 0.014% เท่านั้น

○ ส่วนประกอบของน้ำ

น้ำประกอบด้วยออกซิเจน 1 อะตอมและไฮโดรเจน 2 อะตอมเชื่อมติดกันด้วยพันธะโควาเลนต์

○ คุณสมบัติของน้ำ

น้ำมีความโปร่งใส ไม่มีรส ไม่มีกลิ่น และไม่มีสี เป็นสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบหลักของลำธาร, แม่น้ำ, และมหาสมุทรในโลก หรือแหล่งน้ำต่าง ๆ

○ น้ำที่มนุษย์นำไปใช้ประโยชน์มาจาก 3 แหล่งใหญ่ คือ

1. หยาดน้ำฟ้า (precipitation) หมายถึง น้ำที่ได้จากบรรยากาศที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ได้ แหล่งน้ำในบรรยากาศจะอยู่ในรูปของไอน้ำในอากาศ เมฆ น้ำ ฝน ลูกเห็บ หิมะ น้ำค้าง
2. น้ำผิวดิน (surface water) ได้แก่ น้ำในแม่น้ำลำคลอง บึง บ่อ ทะเลสาบ ซึ่งได้จากน้ำฝนที่ตกลงมาและที่ไหลซึมออกจากใต้ดินรวมถึงน้ำที่เกิดจากการละลายของหิมะอีกด้วย
3. น้ำใต้ดิน (ground water) หมายถึง น้ำที่อยู่ใต้ผิวดิน ซึ่งเกิดจากการซึมผ่านของน้ำผิวดิน น้ำฝน และหิมะลงสู่ชั้นใต้ดินจนกลายเป็นน้ำในดินและน้ำบาดาลที่เราสามารถขุดและสูบขึ้นมาใช้ได้

○ การจัดการทรัพยากรน้ำ

การจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำ หมายถึง การป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับน้ำและการนำน้ำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการดำรงชีพของมนุษย์ จึงต้องมีกระบวนการจัดการกับทรัพยากรน้ำอย่างเหมาะสมและถูกต้อง ดังนี้

1. ให้ความรู้และประชาสัมพันธ์แก่ประชาชนเกี่ยวกับการใช้น้ำอย่างคุ้มค่า
2. มีการวางแผนการใช้น้ำที่คุ้มค่าที่จะกักเก็บน้ำเพื่อให้มีน้ำใช้ได้ตลอดปี
3. การใช้น้ำที่ผ่านการใช้ประโยชน์อย่างหนึ่งแล้วไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้

4. การพัฒนาแหล่งน้ำเดิมด้วยการขุดลอกคูคลอง หนอง บึง ไม่ให้ตื้นเขิน
5. การปลูกป่าโดยเฉพาะในเขตภูเขาสูงที่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร
6. การแก้ไขปัญหามลพิษของน้ำ

- มลพิษทางน้ำและการจัดการ
- มลพิษ (pollution) หมายถึง ภาวะที่มีของเสียหรือวัตถุอันตรายและกากตะกอนรวมทั้งสิ่งตกค้างจากสารเหล่านั้นที่ปะปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ
- น้ำเสีย (waste water) หมายถึง น้ำที่มีของเสียปะปนอยู่รวมทั้งมีมลสารชนิดต่าง ๆ อยู่ด้วย ได้แก่ น้ำใช้แล้วจากบ้านเรือน จากการซักล้างน้ำชะล้างสิ่งสกปรกของเครื่องจักรและโรงงาน น้ำเสียที่มีสารเคมีและโลหะต่าง ๆ เป็นต้น
- แหล่งที่มาของน้ำเสียน้ำเสีย เกิดมาจากหลายแหล่ง ทั้งจากธรรมชาติ น้ำเสียจากบ้านเรือน จากการเกษตรโรงงานอุตสาหกรรม และการทำเหมืองแร่

## 2. ทรัพยากรดิน

- ความสำคัญของดิน  
ทรัพยากรดิน แบ่งตามการใช้ประโยชน์ได้ 2 ประเภท คือ เนื้อดิน (soil) และที่ดิน (land) เนื้อดินหมายถึง ชั้นของดินบนพื้นผิวโลกใช้ประโยชน์ในการผลิตพืชผลทางการเกษตรและป่าไม้ ส่วนที่ดินใช้เป็นที่อยู่อาศัยประกอบกิจการอื่น ๆ เช่น ตั้งโรงงาน
- การใช้ที่ดิน ดินเป็นแหล่งสำคัญสำหรับการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่จะถ่ายทอดไปสู่ผู้บริโภคในระดับต่อ ๆ ไป
- ปัจจัยควบคุมการเกิดดิน อาศัยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้
  1. วัตถุดิบกำเนิดดิน (soil parent material)
  2. ลักษณะภูมิอากาศ (climate)
  3. กาลเวลา (time)
  4. สิ่งมีชีวิต (organisms)
  5. ลักษณะภูมิประเทศ
- การใช้ประโยชน์จากดิน มนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่นได้ประโยชน์จากดินดังนี้
  1. เป็นแหล่งของปัจจัยที่จำเป็นของมนุษย์ คือ แหล่งผลิตอาหารหรือแหล่งเพาะปลูกมนุษย์เพาะปลูกและเลี้ยงสัตว์เพื่อใช้เป็นอาหาร เป็นที่อยู่อาศัย ดินเป็นแหล่งกำเนิดยารักษาโรคและเครื่องนุ่งห่ม
  2. เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตอื่น

3. ดินเป็นแหล่งในการเจริญเติบโตของพืชยึดเหนี่ยวและค้ำจุนลำต้นพืช
  4. เป็นแหล่งของแร่ธาตุต่างๆที่นำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น แร่เหล็ก ดิบบุก และเป็นแหล่งของธาตุอาหารแก่พืช
  5. เป็นแหล่งทำการเกษตรและอุตสาหกรรม
  6. เป็นที่รองรับของเสียและสิ่งของที่มนุษย์ไม่ต้องการและเป็นที่ยับยั้งของซากพืชซากสัตว์
- การจัดการทรัพยากรดิน
  - มลพิษของดินและปัญหาการเสื่อมโทรมของดิน  
มลพิษของดิน (Soil pollution) หมายถึง ภาวะที่ดินได้รับสารพิษและของเสียจากแหล่งต่างๆและเกิดการสะสมมากจนเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต
  - สาเหตุของมลพิษในดิน มีดังนี้
    1. การทิ้งสิ่งของต่าง ๆ ลงในดิน
    2. การใช้สารเคมีทางการเกษตร สารเคมีบางชนิดสลายตัวได้ช้ามากหรือบางชนิดแทบไม่สลายตัวเลย ทำให้สารพิษตกค้างอยู่ในดิน เช่น อัลดริน (aldrin) ใช้เวลา 1-6 ปี ดีลดริน (dieldrin) ใช้เวลา 5-25 ปี ดีดีทีใช้เวลา 4-30 ปีในการสลายตัว
    3. สารกัมมันตรังสีต่าง ๆ ที่ใช้ทางการแพทย์ การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม รวมทั้งได้จากการทดลองอาวุธนิวเคลียร์หรือปรมาณูหรือปฏิกรณ์ปรมาณู
  - สาเหตุของการเสื่อมโทรมของดิน
    1. การพังทลายของดิน (soil erosion) เป็นกระบวนการที่ดินแตกแยกออกจากกันแล้วเคลื่อนย้ายไปแหล่งอื่นโดยอิทธิพลของลมและน้ำ ผลที่เกิดจากการพังทลายของหน้าดินจะทำให้ดินเกิดเป็นร่องน้ำ เนื่องจากกระแสน้ำที่กัดเซาะและดินชั้นบนที่มีธาตุอาหารสมบูรณ์จะถูกเคลื่อนย้ายไปทำให้ทำการเพาะปลูกไม่ได้ผลดี นอกจากนี้ยังทำให้อ่างเก็บน้ำและแม่น้ำตื้นเขิน เนื่องจากเกิดการตกตะกอนของดินที่ถูกพัดพามาและยังทำให้เกิดสันดอนขึ้น จึงเป็นอุปสรรคต่อการคมนาคมทางน้ำ
    2. ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ การที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์เนื่องจากการปลูกพืชซ้ำซากชนิดเดียวกันติดต่อกันเป็นเวลานานและการไถพรวนดินที่ผิดวิธี
    3. ดินที่มีสมบัติไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช

### 3. ทรัพยากรอากาศ

- ความสำคัญของอากาศ

ความสำคัญของอากาศและบรรยากาศ มีดังนี้

1. มีแก๊สที่จำเป็นต่อการมีชีวิตของมนุษย์ สัตว์และพืช
  2. มีอิทธิพลต่อการเกิด ปริมาณ และคุณภาพของทรัพยากรอื่น เช่น ป่าไม้และแร่ธาตุ
  3. ช่วยปรับอุณหภูมิของโลก
  4. ทำให้เกิดลมและฝน
  5. มีผลต่อการดำรงชีวิต สภาพจิตใจ และร่างกายของมนุษย์
  6. ช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีของดวงอาทิตย์ โดยก๊าซโอโซนในบรรยากาศจะกรองหรือดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) ซึ่งทำให้ผิวไหม้เกรียม เป็นโรคมะเร็งผิวหนังและโรคต่อกระดูก
  7. ช่วยเผาไหม้วัตถุที่ตกมาจากฟ้าหรืออวกาศให้กลายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ
  8. ทำให้ท้องฟ้ามีสีสวยงาม
- ส่วนประกอบของอากาศ
 

อากาศ เป็นของผสมที่ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจนจำนวนร้อยละ 78.09 ออกซิเจนร้อยละ 20.94 ก๊าซเฉื่อยซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ ก๊าซอาร์กอนร้อยละ 0.93 คาร์บอนไดออกไซด์ร้อยละ 0.03 และส่วนผสมของก๊าซฮีเลียม ไฮโดรเจน นีออน คริปทอน ซีนอน โอโซน มีเทน ไออน้ำและสิ่งอื่นรวมกัน ร้อยละ 0.01 ก๊าซออกซิเจนที่พอเหมาะแก่การดำรงชีวิตจะอยู่สูงจากพื้นโลก 5-6 กิโลเมตร
  - คุณสมบัติของอากาศ
 

อากาศ (Air) คือ ของผสมที่เกิดจากก๊าซหลายชนิด อากาศบริสุทธิ์จะไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และไม่มีรส ตามธรรมชาติแล้วอากาศที่บริสุทธิ์จะหาได้ยากมาก และการที่อากาศลอยปนอยู่กับลักษณะทางกายภาพจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงได้
  - การจัดการทรัพยากรอากาศ
 

มลพิษทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพยากรอื่นต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรม

จากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหยของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจาก  
ขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

○ แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ

แหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศที่สำคัญของประเทศไทย แบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

1. แหล่งกำเนิดจากยานพาหนะ ในบริเวณที่ใกล้ถนนที่มีการจราจรติดขัด จะมีปัญหามลพิษทางอากาศที่รุนแรงกว่าในบริเวณที่มีการจราจรคล่องตัว สารมลพิษที่ระคายเข้าสู่บรรยากาศที่เกิดจากการคมนาคมขนส่ง ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน สารประกอบไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน สารตะกั่วและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์
2. แหล่งกำเนิดจากโรงงานอุตสาหกรรม มลพิษทางอากาศจากแหล่งกำเนิดอุตสาหกรรมเกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นตัวการสำคัญที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศในบรรยากาศและอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในชุมชน โดยทั่วไปหรือก่อให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญ เชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมมีอยู่ 3 ประเภทใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ เชื้อเพลิงที่เป็นของแข็ง เชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ได้แก่ น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล และเชื้อเพลิงที่เป็นก๊าซ ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ และก๊าซ LPG

#### 4. ทรัพยากรป่าไม้

○ ความสำคัญของทรัพยากรป่าไม้

ป่าไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติประเภทที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ อาจเรียกว่าทรัพยากรธรรมชาติหมุนเวียน เพราะเมื่อนำมาใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นทดแทนได้ ถ้ามีการบำรุงรักษาให้ดี และเป็นระบบนิเวศที่มีกลุ่มสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์อาศัยอยู่ร่วมกันนอกจากสิ่งมีชีวิตยังมีสิ่งไม่มีชีวิตอีกด้วยเหล่านี้ล้วนมีประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์

○ การจัดการทรัพยากรป่าไม้

การจัดการทรัพยากรป่าไม้ หมายถึง การใช้ประโยชน์จากป่าไม้ให้ได้ประโยชน์มากที่สุดเกิดการสูญเสียน้อยที่สุดและเป็นไปตามความต้องการของมนุษย์มากที่สุด

○ การจัดการทรัพยากรป่าไม้ มีแนวทางดังนี้

1. การกำหนดนโยบายป่าไม้แห่งชาติให้ชัดเจน
2. การปลูกป่าทดแทน

3. ป้องกันการบุกรุกทำลายป่า
  4. การให้ความรู้ การศึกษาและประชาสัมพันธ์ถึงความสำคัญของป่าไม้
  5. ใช้ประโยชน์จากไม้ทุกส่วนอย่างคุ้มค่า
  6. การใช้วัสดุอื่นแทนไม้
  7. การกำหนดพื้นที่ป่าอนุรักษ์
- สถานการณ์พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย (พ.ศ. 2560-2561)
- สัดส่วนพื้นที่ป่าไม้ต่อพื้นที่ประเทศไทยปี พ.ศ. 2561 มีร้อยละ 31.68 ของพื้นที่ประเทศ สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมประเทศไทยในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ใช้สำหรับการคำนวณร้อยละพื้นที่ป่าไม้รายจังหวัดเท่ากับ 517,645.92 ตร.กม. หรือ 323,528,699.65 ไร่
1. ปี พ.ศ. 2516 ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 138,566,875 ไร่ หรือร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ
  2. ปี พ.ศ. 2559-2560 ประเทศไทยเหลือพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 102,156,350.51 ไร่ หรือร้อยละ 31.58 ของพื้นที่ประเทศ
  3. ปี พ.ศ. 2561 ประเทศไทยเหลือพื้นที่ป่าไม้ทั้งหมด 102,488,302.19 ไร่ หรือร้อยละ 31.68 ของพื้นที่ประเทศ
- พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2561 แบ่งเป็น 6 ภูมิภาค โดยภาคเหนือมีพื้นที่ป่าไม้มากที่สุดคือ 38,533,429.40 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 64.17 ของพื้นที่ภาค
- สาเหตุของการสูญเสียทรัพยากรป่าไม้ ป่าไม้ถูกบุกรุกทำลายและนำมาใช้ประโยชน์จนเกินกำลังการผลิตของป่าทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงมากเนื่องจาก
1. การลักลอบตัดไม้อย่างผิดกฎหมาย
  2. การถางป่าทำไร่เลื่อนลอยและบุกรุกป่าต้นน้ำลำธาร
  3. การเกิดไฟป่า ไฟไหม้ป่ามักเกิดในฤดูร้อนของประเทศไทย
  4. การสร้างเขื่อนเก็บน้ำ เพื่อการชลประทานหรือเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า
  5. การทำเหมืองแร่
  6. สิ่งปลูกสร้างที่บุกรุกป่า
- ผลกระทบจากการทำลายป่า การทำลายป่า นอกจากทำให้พื้นที่ป่าลดลงแล้วยังเกิดผลกระทบอื่น ๆ ได้แก่



1. สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง
2. พื้นที่ต้นน้ำลำธารเสื่อมโทรม
3. เป็นการทำลายแหล่งอาหารและแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์ป่า



## ใบความรู้ที่ 1.2 เรื่อง การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

### ● หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

- การอนุรักษ์หมายถึง การนำทรัพยากรมาใช้ให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด และสามารถมีใช้ได้อย่างยาวนานที่สุด หลักการอนุรักษ์ยังประกอบด้วยการใช้อย่างฉลาดและให้เกิดความยั่งยืน การฟื้นฟูสภาพที่เสื่อมโทรมและการสงวนสิ่งที่หายาก วิธีการอนุรักษ์ หรือการปฏิบัติการเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (เกษม จันทร์แก้ว, 2540) ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีวิธีการที่หลากหลาย ซึ่งในการเลือกใช้แต่ละวิธีการเพื่อให้การดำเนินการอนุรักษ์ประสบความสำเร็จนั้นต้องให้เหมาะสมกับสถานภาพ เวลา สถานที่ และการควบคุมกับการนำเทคโนโลยีมาร่วมด้วย โดยในการดำเนินการเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพต้องสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้งกับหน่วยงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องกันทุกฝ่าย มิฉะนั้นจะเกิดการผิดพลาดต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยวิธีการอนุรักษ์ที่สำคัญมี 8 วิธีการ ดังต่อไปนี้

#### 1) การใช้แบบยั่งยืน (sustainable utilization)

การใช้แบบยั่งยืนเป็นการใช้ด้วยการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลผลิตมากแต่มีของเสียหรือมลภาวะเกิดขึ้นน้อย การใช้อย่างยั่งยืนนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด ทำให้ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมสามารถฟื้นตัวหรือเกิดขึ้นมาใหม่ได้ทันกับความต้องการใช้งานของมนุษย์ ในการใช้แบบยั่งยืนนอกจากจะต้องพิจารณาหาและเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องเป็นเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพที่สุด โดยเมื่อนำเทคโนโลยีมาใช้ในการฟื้นคืนสภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแล้ว ต้องคำนึงถึงการจัดหาและเลือกเทคโนโลยีการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ด้วย เพื่อทำให้ของเสียและมลพิษสิ่งแวดล้อมลดน้อยลง หรือแปรสภาพเป็นทรัพยากรธรรมชาติให้มีความผลิตที่สูงขึ้นและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

#### 2) การกักเก็บรักษา (storage)

การเก็บรักษา หมายถึง การรวบรวมและเก็บกักทรัพยากรที่มีแนวโน้มที่จะขาดแคลนในบางเวลาหรือคาดว่าจะเกิดวิกฤตการณ์เกิดขึ้น บางครั้งอาจเก็บกักเอาไว้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในปริมาณที่สามารถควบคุมได้ ซึ่งการกักเก็บรักษาในบริบทของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมายถึง การเก็บทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเอาไว้ใช้ในอนาคต หรือเพื่อเอาไว้ใช้

ในการสร้างกิจกรรมอื่นๆ ให้เกิดประสิทธิภาพ ความจริงแล้วมนุษย์มีความรู้ประสบการณ์และทักษะ ในการกักเก็บมาเป็นเวลานานแล้ว โดยเห็นได้จากกระบวนการกักเก็บอาหารด้วยการถนอมอาหาร การตากแห้ง และการอบแห้ง เป็นต้น มนุษย์เริ่มกักเก็บเพราะต้องการหนีภัยพิบัติที่คาดว่าจะเกิดขึ้น เช่น ความหิวโหย อุทกภัย วาตภัย และอาชญากรรม เป็นต้น มนุษย์ได้ใช้ประสบการณ์ชีวิตทั้งที่ ประสบความสำเร็จและล้มเหลวมาเป็นแนวทางในการสร้างสิ่งเก็บกักเพื่อให้ได้มาซึ่งทรัพยากรไว้ใช้ใน อนาคต ดังนั้นการกักเก็บทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจึงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้มนุษย์มี ทรัพยากรต่าง ๆ ไว้ใช้ในอนาคต เนื่องจากทรัพยากรบางชนิดหรือบางประเภทจะมีมากเกินไปในบาง เวลา แต่ขาดแคลนหรือไม่มีในอีกช่วงเวลาหนึ่ง หรือทรัพยากรบางชนิดมีการเน่าเปื่อยหรือเสื่อมสลาย ได้เร็ว มนุษย์จึงพยายามหาวิธีการกักเก็บทรัพยากรเหล่านั้นไว้ใช้ในเวลาที่ขาดแคลนด้วยวิธีการ ต่าง ๆ เช่น การถนอมอาหาร การทำยุงฉวาง การเก็บกักน้ำ เป็นต้น ในกรณีการเก็บกักทรัพยากรน้ำ ต้องเลือกวิธีการกักเก็บให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และกิจกรรมในการใช้ เช่น การใช้โองน้ำกักเก็บ น้ำไว้ใช้ประโยชน์ในครัวเรือน การก่อสร้างอ่างเก็บน้ำเพื่อกักเก็บน้ำเพื่อใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่ง สำรองน้ำเพื่อใช้ในการประปา การอุตสาหกรรม และการเกษตร การสร้างเขื่อนเพื่อประโยชน์ในการ ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

### 3) การรักษาหรือซ่อมแซม (repair)

การรักษาหรือซ่อมแซมเป็นการดำเนินการใด ๆ ต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ขาด ไปหรือไม่ทำงานตามพฤติกรรมเนื่องจากการเสื่อมโทรมหรือมีปัญหา โดยอาจใช้เทคโนโลยีที่มนุษย์ สร้างขึ้นเข้ามาช่วยให้ดีเหมือนเดิม จนสามารถมีศักยภาพที่จะนำมาใช้ได้เช่นเดิม ในส่วนของ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีการถูกทำลายโดยมนุษย์หรือโดยธรรมชาติ มีความจำเป็นต้อง รักษาหรือซ่อมแซมให้เป็นปกติเพราะเมื่อเกิดความผิดปกติในโครงสร้างของระบบนั้นขึ้นจะมีผลทำให้ การเคลื่อนไหวของกลไกสิ่งแวดล้อมไม่คล่องตัว หรือถูกตัดตอนของระบบการทำงานของระบบนั้น ๆ ก่อให้เกิดความไม่คล่องตัว หรือความผิดพลาดของการทำงานของระบบได้และสุดท้ายอาจมีผลต่อการ สร้างภาวะมลพิษหรือปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา ซึ่งการรักษาหรือซ่อมแซมจะช่วยให้การเคลื่อนไหวของ กลไกเป็นไปได้ตามปกติอาจดำเนินการด้วยการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดหรือการแก้ไขในการจัดการ เช่น กรณีน้ำเสียอาจจะใช้เทคโนโลยีเข้าช่วยบำบัดโดยใช้เครื่องเติมอากาศในแหล่งน้ำเสีย หรือในบ่อ บำบัดน้ำเสีย กรณีป่าไม้ถูกบุกรุกทำลายต้องดำเนินการด้วยการปลูกป่าทดแทนในบริเวณที่ต้นไม้มตาย ไปหรือถูกทำลาย เป็นต้น อย่างไรก็ตามวิธีการรักษาและซ่อมแซมจะต้องใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมและ บุคลากรที่มีความรู้และความชำนาญด้วย

#### 4) การฟื้นฟู(rehabilitation)

การดำเนินการให้ทรัพยากรที่ลดลงหรือเสื่อมโทรมสามารถฟื้นคืนกลับสู่สภาพเดิมได้โดยการปิดกั้นไม่ให้เกิดการรบกวนระบบสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ระบบสิ่งแวดล้อมมีเวลาในการฟื้นตัวกลับสู่สภาพเดิม สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีกสามารถเอื้อประโยชน์ในการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป ซึ่งการฟื้นฟูต้องใช้เวลาและเทคโนโลยีเข้าช่วยด้วยเสมอ การฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมให้ฟื้นคืนสภาพปกติจำเป็นต้องให้ความรู้และความเข้าใจแก่ประชาชนเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เสื่อมโทรมนั้น อาจใช้เพียงวิธีการให้ธรรมชาติช่วยในการฟื้นฟู แต่ในบางกรณีก็ไม่สามารถให้ธรรมชาติช่วยได้ จึงจำเป็นต้อง มีการฟื้นฟูด้วยเทคโนโลยีรูปแบบของการดำเนินการฟื้นฟูได้แก่ การฟื้นฟูไร่เลื่อนลอย ด้วยการป้องกันไฟป่าอย่างมีประสิทธิภาพก็สามารถทำให้ป่าคงสภาพได้ซึ่งต้องอาศัยระยะเวลาในการฟื้นตัวของป่า ส่วนในการฟื้นฟูน้ำเน่าเสีย ดำเนินการฟื้นฟูด้วยการปล่อยน้ำให้ไหลสัมผัสกับอากาศเพื่อทำให้น้ำเสียได้รับออกซิเจนมากขึ้น ส่งผลทำให้มีคุณภาพน้ำดีขึ้น เป็นต้น รูปแบบการฟื้นฟูเหล่านี้ต้องใช้เวลาทั้งสิ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของทรัพยากรธรรมชาติ ความเข้มข้นของความเสื่อมโทรมหรือมลพิษที่เกิดขึ้น รวมถึงชนิดหรือประเภทของเทคโนโลยีด้วย การฟื้นฟูนั้นเป็นสิ่งจำเป็นในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืนได้ เพราะการฟื้นฟูสามารถนำมาให้ทรัพยากรที่มีสมรรถนะในการฟื้นฟูในการให้ผลผลิตที่มีประโยชน์ต่อไปได้เป็นอย่างดี

#### 5) การพัฒนา (development)

ปรีชา สุวรรณพิณิจ (2537) ได้ให้ความหมายคำว่า การพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development) คือการพัฒนาทั้งทางด้านเศรษฐกิจ สังคม สิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติที่ไม่บั่นทอนศักยภาพในการพัฒนาสังคมในอนาคต ทั้งเป็นการพัฒนาที่จะส่งผลต่อมนุษย์ได้อย่างถาวรและมั่นคง โดยมุ่งใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างชาญฉลาด ถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยมีการบำรุงรักษาและใช้ในอัตราที่จะเกิดการทดแทนได้ทันอย่างต่อเนื่อง เพื่อจะได้มีทรัพยากรใช้ในอนาคตรวมทั้งเสริมสร้างคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของประชากร และการพัฒนานั้นต้องคำนึงถึงความเสียหายของสิ่งแวดล้อม และการป้องกันปัญหาความเสื่อมโทรมที่จะเกิดกับสิ่งแวดล้อมด้วย จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเป็นการทำสิ่งที่เป็นอยู่ให้ดีขึ้น โดยการทำให้ผลผลิตผลจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นให้ดีกว่าปกติ โดยการใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพช่วยให้กลไกสิ่งแวดล้อมทำงานได้ดีขึ้น ปกติแล้วทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแต่ละประเภทจะมีศักยภาพการผลิตตามกำลังของตนเอง ถ้ามีการเสริมสร้างการใช้เทคโนโลยีไปกระตุ้นหรือเร่งเป็นกลไกช่วยในการท ำหน้าที่แทนปกติแล้วอาจให้ผลผลิตสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการพัฒนา

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใด ๆ ก็ตามจะต้องมีการนำเทคโนโลยีมาใช้ควบคู่กับกระบวนการพัฒนาเกือบทุกขั้นตอน ซึ่งเทคโนโลยีนั้นน่าจะต้องเป็นเทคโนโลยีที่ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งเครื่องมือสมัยใหม่ ในทำนองเดียวกันอาจเป็นเพียงการควบคุมกระบวนการผลิตทุกขั้นตอน ซึ่งอาจเป็นการลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตได้วิธีการพัฒนาทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การใช้เครื่องมือเกษตรมาปรับปรุงการทำการเกษตรแบบเดิม การใช้เครื่องเติมอากาศช่วยบำบัดน้ำเสีย การใช้สารเร่งการเจริญเติบโตของพืชผลทางการเกษตร เป็นต้น

#### 6) การป้องกัน (protection)

การป้องกันเป็นการคุ้มครองทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่เคยหรือกำลังถูกทำลาย หรือมีแนวโน้มว่าจะถูกทำลาย เพื่อให้มีอัตราในการนำทรัพยากรมาใช้ในระดับที่สามารถเกิดขึ้นมาทดแทนได้ทัน ซึ่งจะช่วยให้มีทรัพยากรนั้นไว้ใช้อย่างยั่งยืน อีกทั้งยังรวมถึงการป้องกันทรัพยากรที่มีแนวโน้มจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่เกิดการลุกลามจนทำให้สภาวะสิ่งแวดล้อมเสียสมดุลไปซึ่งการป้องกันนี้อาจทำได้โดยการใช้มาตรการต่าง ๆ ตั้งแต่การใช้กฎหมาย การประชาสัมพันธ์ให้ความรู้และความเข้าใจแก่ประชาชนในการใช้ทรัพยากรอย่างเหมาะสม เพื่อให้ไม่ให้เกิดการบุกรุกต่อไปหรือถูกทำลายและสามารถเอื้อประโยชน์ต่อมนุษย์ตลอดไป สำหรับวิธีการป้องกันทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ใช้ดำเนินการในปัจจุบัน เช่น การออกกฎหมาย กฎระเบียบ ข้อบังคับ สร้างบทเรียน การประชาสัมพันธ์ สร้างขอบเขต และติดป้ายประกาศ เป็นต้น

#### 7) การสงวน (preservation)

การสงวนเป็นการเก็บสงวนทรัพยากรไว้ไม่ให้นำมาใช้เนื่องจากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้นกำลังจะหมดหรือสูญพันธุ์ไป ทรัพยากรบางชนิดเมื่อมีการสงวนไปในระยะเวลาหนึ่งแล้วอาจทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นจนสามารถนำมาใช้ใหม่ได้ ซึ่งเมื่อถึงเวลาดังกล่าวอาจมีการยกเลิกการสงวนและอนุญาตให้นำทรัพยากรนั้นมาใช้ได้ แต่ต้องอยู่ภายใต้กฎเกณฑ์หรือมาตรการในการควบคุม ได้แก่ การสงวนพันธุ์สัตว์ป่าที่กำลังจะสูญพันธุ์ไปให้มีการแพร่หลายก่อนแล้วจึงมีการจัดการดูแลการรักษาต่อไป เช่น พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2509 ได้ให้สถานะของเนื้อทรายเป็นสัตว์ป่าสงวน แต่เนื่องจากปัจจุบันสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ จึงถอดชื่อเนื้อทรายออกเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองประเภทที่ 1 ตาม พระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2535 เป็นต้น การสงวนอาจจะดำเนินการกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นพื้นที่ เช่น ป่าสงวน อุทยานแห่งชาติ และเขตสงวนเพื่อการอนุรักษ์ของโบราณสถาน เป็นต้น

## 8) การแบ่งเขต (zoning)

การแบ่งเขตเป็นการจัดการพื้นที่ให้มีสถานะที่เหมาะสมสำหรับการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากร นอกจากนี้การแบ่งเขตยังช่วยให้สามารถกำหนดมาตรการดำเนินการต่าง ๆ ได้เหมาะสมกับแต่ละพื้นที่ด้วย การแบ่งเขตถือว่าการอนุรักษ์ขั้นสุดท้ายในการดำเนินการ เนื่องจากในกระบวนการแบ่งเขตหรือการกำหนดเขตพื้นที่เพื่อการอนุรักษ์อาจจะต้องมีการใช้กฎระเบียบข้อบังคับ หรือกฎหมายคุ้มครองเขตพื้นที่ เช่น เขตอุทยานแห่งชาติ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตควบคุมมลพิษ เขตป่าสงวน เขตวนอุทยาน และเขตห้ามล่าสัตว์ป่า เป็นต้น โดยเขตพื้นที่เหล่านี้มักจะมีการจัดพื้นที่ให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการขยายพันธุ์และเจริญเติบโต ซึ่งวิธีการแบ่งเขตอาจใช้พื้นที่ลักษณะทางภูมิประเทศ หรือลักษณะสัญญาณทางธรณีเป็นเกณฑ์ในการกำหนดขอบเขตพื้นที่เพื่อให้เกิดความสะดวกและเหมาะสมในการรักษาดูแล เช่น การแบ่งเขตพื้นที่ลุ่มน้ำของประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 25 เขตพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยอาศัยเขตพื้นที่ต้นน้ำ เขตป่าไม้แนวสันเขา ความลาดชันของพื้นที่ หรือตามลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น การแบ่งเขตพื้นที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านการดูแลรักษาหรือเป็นการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดีวิธีการหนึ่งในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางกรณีอาจใช้วิธีการอนุรักษ์หลายวิธีผสมผสานกัน เช่น การอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้กรณีใช้เป็นเชื้อเพลิง ไม้พื้ก็สามารถใช้วิธีการเก็บกักไม้เพื่อทำฟืนไว้ใช้ในยามที่จำเป็นหรือในฤดูกาลที่ขาดแคลน หรือใช้ไม้ในส่วนที่ตายหรือยืนต้นตาย ในกรณีที่ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลายหรือมีการทำไร่เลื่อนลอย มักใช้วิธีการอนุรักษ์ในการบำรุงรักษาหรือฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ในพื้นที่ให้เกิดความสมดุลก่อน หรือใช้วิธีการป้องกันการทำลายป่าไม้ หากในกรณีที่เป็นช่วงหน้าแล้งที่มีโอกาสเกิดไฟป่าสูงก็สามารถดำเนินการโดยการจัดทำแนวกันไฟ สำหรับในการสงวนนั้นสามารถดำเนินการให้เป็นพื้นที่เพื่อสงวนป่าไว้เช่น ป่าสงวนเพื่อเป็นพื้นที่ต้นน้ำ หรืออาจจะใช้วิธีการกำหนดเขตเป็นพื้นที่เพื่อรักษาเป็นเขตอุทยานแห่งชาติเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เขตพื้นที่ชุ่มน้ำ หรือเขตห้ามล่าสัตว์ป่า เป็นต้น ทั้งนี้ในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อาจจะมีการวางแผนโดยมีการนำเทคโนโลยีเข้าช่วย แต่การอนุรักษ์บางวิธีการอาจจะต้องใช้ระยะเวลาในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดผลยั่งยืนต่อไปในอนาคต

# ใบงานที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ตามสาเหตุ ผลกระทบ และเสนอแนวทางแก้ไข

ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....



## ตอนที่ 1 ประเด็นปัญหาที่สนใจ



➔ ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่กลุ่มตนเองสนใจ ในหัวข้อดังต่อไปนี้

ประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจคือ

.....

.....

จัดอยู่ในปัญหาของทรัพยากรประเภทใด

.....

.....

ข้อมูลที่สืบค้นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา

สาเหตุจากมนุษย์

.....

.....

.....

.....

สาเหตุจากธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลที่สืบค้นเกี่ยวกับผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม



ผลกระทบต่อมนุษย์

Handwriting practice area for 'ผลกระทบต่อมนุษย์' with 8 horizontal dotted lines.

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Handwriting practice area for 'ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม' with 8 horizontal dotted lines.

แนวทางในการแก้ปัญหาและการจัดการที่เหมาะสม

Handwriting practice area for 'แนวทางในการแก้ปัญหาและการจัดการที่เหมาะสม' with 10 horizontal dotted lines. A faint watermark of a deity and the text 'มหาวิทยาลัยศิลปากร' is visible in the background.

แหล่งที่มาของข้อมูล

Handwriting practice area for 'แหล่งที่มาของข้อมูล' with 10 horizontal dotted lines.



## ใบงานที่ 2 ระดมสมอง สรุปข้อมูล กำหนดหัวข้อ

สมาชิกกลุ่ม ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

- 1.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
- 2.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
- 3.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
- 4.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
- 5.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
- 6.ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....

### ตอนที่ 1 ระดมสมองและสรุปข้อมูล



ให้นักเรียนนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม และสรุปข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

ประเด็นปัญหาที่กลุ่มสนใจคือ

.....  
.....

จัดอยู่ในปัญหาของทรัพยากรประเภทใด

.....  
.....

สรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากมนุษย์

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

สรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากธรรมชาติ

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปแนวทางในการแก้ปัญหาและการจัดการที่คิดว่าเหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด

.....

.....

.....

.....

.....

## ตอนที่ 2 กำหนดหัวข้อ



- ➔ ให้นักเรียนร่วมกันสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแก้ไขปัญหารักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ และบันทึกลงในกรอบข้อความให้ได้มากที่สุด

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถแก้ไขปัญหารักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์คือ

.....

.....

.....



- ➔ ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดหัวข้อในการทำโครงการ

หัวข้อหรือชื่อเรื่องในการทำโครงการจากสมาชิกทุกคน

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปหัวข้อหรือชื่อเรื่องในการทำโครงการคือ

## ใบงานที่ 3 กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

สมาชิกกลุ่ม ชื่อกลุ่ม..... ชั้น.....

1. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....
2. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....
3. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....
4. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....
5. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....
6. ชื่อ-สกุล..... เลขที่.....

หัวข้อหรือชื่อเรื่องของโครงการคือ

.....

.....

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์คือ

.....

.....







9.1 วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....





ตอนที่ 2 ออกแบบ

- ➔ ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

การออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์





## ใบงานที่ 4 นำเสนอและประเมินผล

สมาชิกกลุ่ม ชื่อกลุ่ม.....ชั้น.....

1. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
2. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
3. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
4. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
5. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....
6. ชื่อ-สกุล.....เลขที่.....

ตอนที่ 1 สิ่งที่ได้จากการนำเสนอ



ส่วนที่ 1 บทบาทผู้นำเสนอโครงการ

1.1 ให้นักเรียนวิเคราะห์จุดเด่น และจุดที่ควรพัฒนาของนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์กลุ่มตนเอง

จุดเด่น

.....

.....

.....

.....

.....

จุดที่ควรพัฒนา

.....

.....

.....

.....

.....



1.2 ให้นักเรียนบันทึกคำแนะนำจากเพื่อนและครูเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

สิ่งที่อยากเก็บไว้

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่อยากเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

สิ่งที่อยากแก้ไข

.....

.....

.....

.....

.....



ชื่อกลุ่ม.....

ประเด็นปัญหา คือ.....

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ.....

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ชื่อกลุ่ม.....

ประเด็นปัญหา คือ.....

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ.....

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ชื่อกลุ่ม.....

ประเด็นปัญหา คือ.....

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ.....

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

ตอนที่ 2 ประเมินผล

ส่วนที่ 1 ประเมินตนเอง

- ➔ 2.1 ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาผลการดำเนินโครงการของกลุ่มตนเองและให้คะแนน (คะแนนเต็ม 10)

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

.....

.....

.....

.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....

## ส่วนที่ 2 ประเมินผู้อื่น



2.2 ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาผลการดำเนินโครงการของกลุ่มอื่นในชั้นและให้คะแนน (10 คะแนน)

ชื่อกลุ่ม.....

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

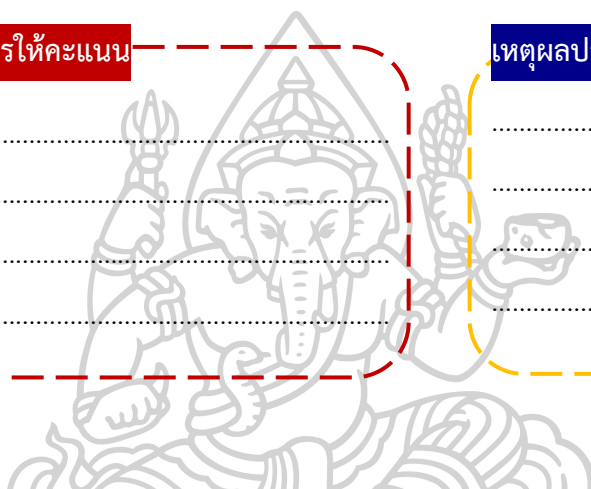
เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....



ชื่อกลุ่ม.....

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

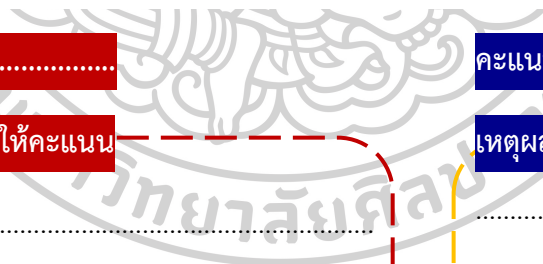
เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....



ชื่อกลุ่ม.....

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อกลุ่ม.....

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อกลุ่ม.....

คะแนนที่ได้เท่ากับ.....

คะแนนที่หักเท่ากับ.....

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

.....

.....

.....

.....

.....

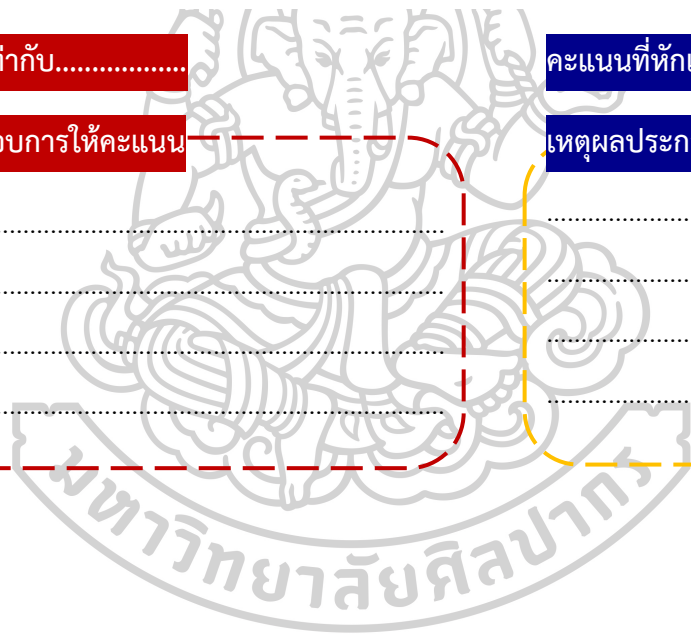
.....

.....

.....

.....

.....



### แบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง ผู้ประเมินสังเกตพฤติกรรมเกี่ยวกับความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนตลอดการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ในช่องที่ตรงกับพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก โดยพิจารณาจากเกณฑ์การให้คะแนนรูปริคส์ 3 ระดับ

ผู้รับการประเมิน ชื่อกลุ่ม

- .....
1. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
2. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
3. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
4. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
5. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
6. ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ตัวชี้วัด	รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม	1.1 กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา				
	1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา				
	1.3 การออกแบบนวัตกรรม				
	1.4 การประเมินและสรุปผล				
	1.5 การนำเสนอ/เผยแพร่วัตกรรม				
2. ด้านคุณค่า	2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์				
	2.2 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา				
	2.3 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้				
	2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน				
3. ด้านความเป็นนวัตกรรม	3.1 เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่				
รวม					
คะแนนรวม					
คะแนนเฉลี่ย					
ผลการประเมิน					

## เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
2.34 - 3.00	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับสูง
1.67 - 2.33	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 1.66	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

## เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
<b>1. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม</b>			
1.1 กระบวนการวิเคราะห์ปัญหา	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ และสามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้ครอบคลุม	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นระบบ แต่ไม่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้ หรือมีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไม่เป็นระบบ แต่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้	มีการวิเคราะห์ปัญหาอย่างไม่เป็นระบบ และไม่สามารถอธิบายถึงรายละเอียดของปัญหาได้
1.2 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับปัญหา	วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ และมีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง	วัตถุประสงค์สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ แต่ไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง หรือวัตถุประสงค์ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ แต่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง	วัตถุประสงค์ไม่สอดคล้องกับปัญหาที่วิเคราะห์ และไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปแก้ปัญหาได้จริง
1.3 การออกแบบนวัตกรรม	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรมอย่างชัดเจน ทุกขั้นตอน	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรมอย่างชัดเจน แต่ไม่ครบทุกขั้นตอน หรือมีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรมไม่ชัดเจน แต่ครบทุกขั้นตอน	มีหลักการ แนวคิด หรือทฤษฎีในการออกแบบนวัตกรรมไม่ชัดเจน และไม่ครบทุกขั้นตอน



เกณฑ์การให้คะแนนของแบบประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

ตัวบ่งชี้	เกณฑ์การประเมิน		
	3	2	1
1.4 การประเมินและสรุปผล	มีการประเมินและสรุปผลการทำงานอย่างเป็นระบบ	มีการประเมินและสรุปผลการทำงานอย่างไม่เป็นระบบ	มีการประเมินแต่ไม่มีการสรุปผลการทำงาน หรือไม่มีมีการประเมินแต่มีการสรุปผลการทำงาน
1.5 การนำเสนอ/เผยแพร่นวัตกรรม	มีการนำเสนอที่น่าสนใจและเผยแพร่นวัตกรรมไปยังกลุ่มเป้าหมาย	มีการนำเสนอที่น่าสนใจ แต่เผยแพร่วัตกรรมไม่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย หรือมีการนำเสนอที่ไม่น่าสนใจ แต่เผยแพร่นวัตกรรมตรงกับกลุ่มเป้าหมาย	มีการนำเสนอไม่น่าสนใจ และไม่มีการเผยแพร่ นวัตกรรมที่ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย
<b>2. ด้านคุณค่า</b>			
2.1 การแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ครบทุกข้อ	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ตรงตามวัตถุประสงค์ไม่ครบทุกข้อ	นวัตกรรมที่สร้างขึ้นแก้ปัญหาได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
2.2 ความคุ้มค่าในการใช้ทรัพยากรเพื่อแก้ปัญหา	มีการใช้ทรัพยากรคุ้มค่าเหมาะสม และประหยัด	มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าเหมาะสม แต่ไม่ประหยัด หรือ มีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ประหยัด แต่ไม่เหมาะสม	มีการใช้ทรัพยากรไม่คุ้มค่า ไม่เหมาะสม และไม่ประหยัด
2.3 ความเป็นไปได้ในการนำไปใช้	นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริงสูง	นวัตกรรมมีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริงน้อย	นวัตกรรมไม่มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้ได้จริง
2.4 การเรียนรู้ร่วมกัน	สมาชิกทุกคนในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรม (100%)	สมาชิกบางคนในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรมมากกว่า 50%)	สมาชิกส่วนน้อยในกลุ่มร่วมมือกันในการสร้างนวัตกรรม (ต่ำกว่า 50%)
<b>3. ด้านความเป็นนวัตกรรม</b>			
3.1 เป็นสิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยมีมาก่อน	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการใหม่ โดยการประยุกต์ใช้ของเดิมที่มีอยู่มาพัฒนาให้ดีขึ้น	เป็นผลงาน วิธีการ กระบวนการที่มีอยู่แล้วแต่นำมาปรับปรุงหรือพัฒนาบางส่วน

## เกณฑ์การแปลความหมายการประเมินความสามารถในการสร้างนวัตกรรม

คะแนนเฉลี่ย	การแปลผล
2.34 - 3.00	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี
1.67 - 2.33	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับปานกลาง
1.00 - 1.66	มีความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

## แบบทดสอบวัดการรู้สิ่งแวดล้อม

## ด้านความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียวและทำเครื่องหมาย X ลงในกระดาษคำตอบ  
คำชี้แจง ให้นักเรียนใช้ข้อมูลต่อไปนี้ในการตอบคำถามข้อ 3

ข้อ	เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ	มนุษย์สร้างขึ้น	สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้
A	✓	✓	
B		✓	✓
C	✓		✓
D	✓	✓	✓

- จากข้อมูลในตารางข้อใดสรุปได้ถูกต้อง
  - A-ทรัพยากรธรรมชาติ B - สิ่งแวดล้อม
  - A-ทรัพยากรธรรมชาติ D - สิ่งแวดล้อม
  - B-ทรัพยากรธรรมชาติ C - สิ่งแวดล้อม
  - C-ทรัพยากรธรรมชาติ D - สิ่งแวดล้อม
- ทรัพยากรธรรมชาติมีความสำคัญต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ยกเว้นข้อใด
  - ทรัพยากรสัตว์ป่าเป็นแหล่งอาหารของมนุษย์
  - ทรัพยากรน้ำใช้สำหรับการบริโภคและอุปโภค
  - ทรัพยากรดินใช้เป็นแหล่งเพาะปลูกพืช แหล่งที่อยู่อาศัย
  - ทรัพยากรอากาศใช้สำหรับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิต

3. การใช้ประโยชน์จากน้ำในข้อใดไม่เหมาะสม
  - ก. ใช้เพื่อทำความสะอาดร่างกาย
  - ข. ใช้เพื่อเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
  - ค. ใช้เพื่อกำจัดสารเคมีและขยะอันตราย
  - ง. ใช้เพื่อเป็นแหล่งพักผ่อนและท่องเที่ยว
  
4. ปัญหามลพิษทางน้ำเกิดจากสาเหตุใดเป็นหลัก
  - ก. มนุษย์
  - ข. ภัยธรรมชาติ
  - ค. พืชที่อาศัยอยู่ในน้ำ
  - ง. สัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ
  
5. ปัญหามลพิษทางน้ำมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและมนุษย์ในข้อใด น้อยที่สุด
  - ก. ขาดเส้นทางสัญจร
  - ข. ขาดแคลนน้ำสะอาด
  - ค. ทำให้ขาดแคลนอาหาร
  - ง. เป็นแหล่งสะสมเชื้อโรค
  
6. ข้อใดเป็นวิธีการจัดการน้ำเสียที่มาจากแหล่งชุมชนไม่เหมาะสม
  - ก. โรงเรียนควรมีระบบบำบัดน้ำเสียขนาดเล็ก
  - ข. ร้านอาหารขนาดเล็กควรมีบ่อดักไขมันและบ่อเกรอะ
  - ค. ชุมชนขนาดเล็กควรปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำสาธารณะ
  - ง. โรงพยาบาลต้องมีการกำจัดเชื้อโรคอย่างถูกวิธีก่อนปล่อยน้ำทิ้งออกสู่แหล่งน้ำ

7. ตารางแสดงค่าดัชนีกำหนดเกณฑ์คุณภาพน้ำจากการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ

แหล่งน้ำ	เกณฑ์ที่วัดคุณภาพน้ำ		
	DO (mg/L)	BOD (mg/L)	FCB (MPN/100 mL)
A	6.0	1.5	800
B	5.0	2.0	3,000
C	2.0	4.0	10,000
D	1.0	6.0	70,000

จากข้อมูลในตารางข้อใดสรุปไม่ถูกต้อง

- ก. แหล่งน้ำ A มีคุณภาพดีที่สุด
  - ข. แหล่งน้ำ B ควรใช้ประโยชน์ด้านการคมนาคม
  - ค. แหล่งน้ำ C ควรใช้ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม
  - ง. แหล่งน้ำ D ควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพมากที่สุด
8. ข้อใดไม่ใช่วิธีการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางชีววิทยา
- ก. การเติมคลอรีนลงในแหล่งน้ำ
  - ข. การใช้พืชน้ำช่วยดูดซับสารมลพิษ
  - ค. การใช้กังหันน้ำเพิ่ม  $O_2$  ในแหล่งน้ำ
  - ง. การเติมจุลินทรีย์ก่อโรคลงในแหล่งน้ำ
9. ลุงอ้วนเป็นเกษตรกร ซึ่งทำการเกษตรโดยไม่ใช้ปุ๋ยเคมีและยาฆ่าแมลง การกระทำของลุงอ้วนส่งผลดีต่อผู้บริโภคอย่างไร
- ก. ลดปริมาณสารมลพิษปะปนดิน
  - ข. ดินเหมาะสมต่อการเพาะปลูกพืช
  - ค. ลดปริมาณสารมลพิษตกค้างในโซ่อาหาร
  - ง. ไม่ทำให้สภาพดินเปลี่ยนไปเป็นกรดหรือเบส

10. การใช้ประโยชน์จากดินในข้อใดส่งผลให้เกิดมลพิษทางน้ำ
- การปลูกพืชเชิงเดี่ยวทำให้ดินขาดความอุดมสมบูรณ์
  - การตัดและการขุดเจาะหน้าดินทำให้เกิดการพังทลายของดิน
  - การใช้สารเคมีทางการเกษตรทำให้เกิดการตกค้างของสารเคมีในดิน
  - การใช้ที่ดินบริเวณที่ราบลุ่มที่มีน้ำท่วมเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยทำให้ขาดแหล่งรับน้ำตามธรรมชาติ
11. การกระทำในข้อใดช่วยลดปริมาณขยะมากที่สุด
- ไม่รับประทานผักจึงมักมีเศษอาหารเหลือเสมอ
  - เจียมมักจะพกแก้วน้ำส่วนตัวไปซื้อเครื่องดื่มเสมอ
  - ร้านขนมของเจ้งใช้กล่องกระดาษแทนกล่องพลาสติก
  - จ๊อบไม่ชอบนั่งทานอาหารที่ร้านจึงมักจะซื้ออาหารกลับบ้านเสมอ
12. ข้อใดเป็นวิธีการแก้ปัญหาดินเสื่อมโทรมที่ไม่เหมาะสม
- ดินเปรี้ยว - ใช้ปูนมาร์ล
  - ดินเค็ม - ใช้สารประกอบบิปีซิม
  - ดินแห้ง - ใช้กระบวนการชะล้างด้วยน้ำจืด
  - ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ - ใส่อินทรีย์วัตถุลงในดิน
13. พฤติกรรมข้อใดมีส่วนช่วยในการแก้ไขปัญหามลพิษทางดินมากที่สุด
- สายฟ้าเก็บขยะที่หล่นบนพื้นใส่ลงในถังขยะ
  - สายฝนใช้หลอดกระดาษแทนหลอดพลาสติก
  - สายไหมกำจัดขยะโดยการเผาแทนการฝังกลบ
  - สายใจใช้ปุ๋ยอินทรีย์ร่วมกับปุ๋ยเคมีในการเกษตร
14. แนวทางการจัดการทรัพยากรดินในข้อใดไม่เหมาะสม
- ควรสร้างรีสอร์ททออยู่บริเวณเชิงเขา
  - ควรปลูกพืชแบบขั้นบันไดบริเวณไหล่เขา
  - ควรปลูกพืชหมุนเวียนและไถพรวนดินอยู่เสมอ

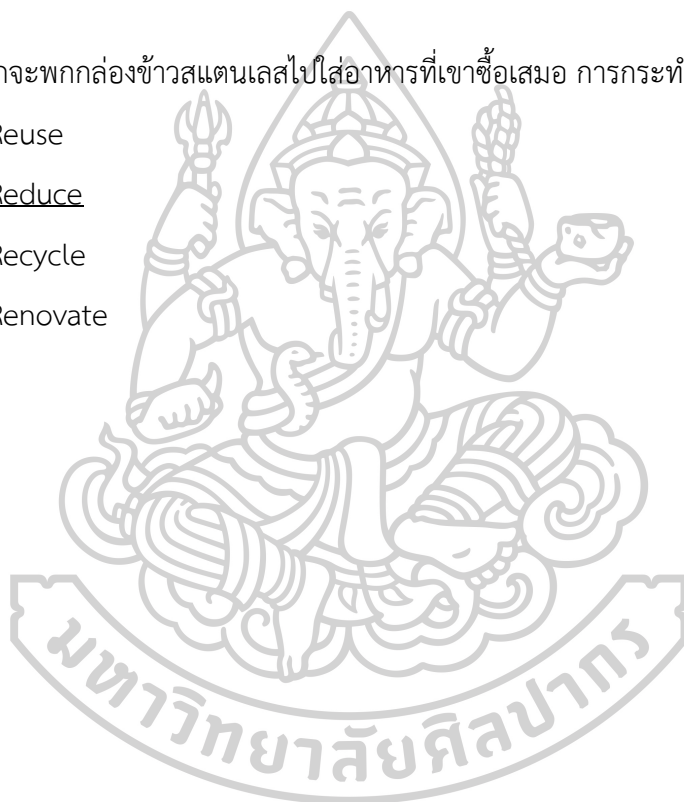
- ง. ควรสร้างบ้านอยู่บริเวณเนินเขาและปลูกพืชคลุมดิน
15. ข้อใดไม่ใช่สารมลพิษที่ปนเปื้อนในอากาศ
- แก๊สโอโซน
  - แก๊สอาร์กอน
  - แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์
  - แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์
16. การกระทำข้อใดไม่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (green house effect)
- การทำฟาร์มปศุสัตว์
  - การเผาหญ้าจากทุ่งนา
  - การใช้ปุ๋ยที่มีไนโตรเจน
  - การไถกลบตอซังฟางข้าว
17. แก๊สหลักที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจกถึงร้อยละ 57 คือแก๊สชนิดใด
- มีเทน
  - ไนตรัสออกไซด์
  - คาร์บอนไดออกไซด์
  - คลอโรฟลูออโรคาร์บอนหรือ CFC
18. ข้อใดไม่ใช่สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดฝนกรด
- การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหิน
  - การใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทพลาสติก
  - การเผาไหม้จากโรงงานอุตสาหกรรม
  - การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการคมนาคม
19. บุคคลใดมีส่วนช่วยในการจัดการทรัพยากรอากาศน้อยที่สุด
- แก้วคัตแยกขยะก่อนทิ้ง
  - แก้มใช้ปิ่นโตใส่อาหารแทนกล่องโฟม
  - กัมน้ำขวดพลาสติกที่ดื่มน้ำหมดแล้วไปกรอกน้ำ

- ง. กู้เงินทางไปโรงเรียนโดยใช้รถเมล์แทนการใช้รถยนต์บุคคล
20. การใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดการเกิดมลพิษทางอากาศในข้อใดส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม น้อยที่สุด
- ก. ใช้พลังงานน้ำในเขื่อนผลิตกระแสไฟฟ้า
- ข. ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ไว้บนหลังคาเพื่อลดการใช้ไฟฟ้า
- ค. ประเทศญี่ปุ่นใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แทนการใช้ถ่านหิน
- ง. ใช้รถพลังงานไฟฟ้าแทนการใช้รถที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล
21. เกิดไฟไหม้ป่าทางภาคเหนือเป็นประจำทำให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงต่อระบบนิเวศอย่างไร
- ก. สูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัย
- ข. เกิดหมอกควัน ฝุ่นละออง
- ค. สูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ
- ง. เกิดการปนเปื้อนของสารมลพิษในอากาศ
22. บุคคลใดมีส่วนช่วยในการจัดการทรัพยากรป่าไม้ น้อยที่สุด
- ก. พอสุขสัญญาว่าจะไม่ตัดไม้ ทำลายป่า
- ข. พอเพียงเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนทุกปี
- ค. พอดีเสนอให้จัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้
- ง. พอใจร่วมเดินรณรงค์ให้ช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้
23. การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรอย่างไร
- 1) สิ่งมีชีวิตแก่งแย่งอาหารกัน
- 2) สิ่งมีชีวิตขาดการปฏิสัมพันธ์กัน
- 3) สิ่งมีชีวิตมีการอพยพเข้า-อพยพออก
- ก. 1) และ 2)
- ข. 1) และ 3)
- ค. 2) และ 3)
- ง. 1) 2) และ 3)

24. สัตว์ป่าสงวนชนิดใหม่ 4 ชนิดได้แก่ วาฬบรูด้า วาฬโอมูระ เต่ามะเฟือง และฉลามวาฬ ซึ่งล้วนเป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในทะเล ข้อใดไม่ใช่สาเหตุที่ทำให้สัตว์เหล่านี้มีจำนวนลดลง
- มลพิษทางน้ำทะเล
  - การล่าสัตว์ทะเลเพื่อบริโภคและขาย
  - ถูกล่าจากสัตว์ที่อยู่ลำดับต้นของโซ่อาหาร
  - การกินพลาสติกหรือไมโครพลาสติกเข้าไปในร่างกาย
25. แนวทางการอนุรักษ์และจัดการทรัพยากรสัตว์ป่าในข้อใดต้องใช้ความรู้ทางพันธุศาสตร์
- การจัดตั้งพื้นที่อนุรักษ์สัตว์ป่า
  - การเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์สัตว์ป่าหายาก
  - การส่งเสริมการวิจัยและเพิ่มองค์ความรู้สัตว์ป่า
  - การเผยแพร่ความรู้และสร้างจิตสำนึกให้ประชาชน
26. บุคคลใดคัดแยกขยะตามสีของถังขยะได้ถูกต้อง
- ต้นหนทิ้งขวดแก้วลงในถังขยะสีแดง
  - ต้นน้ำทิ้งเศษอาหารลงในถังขยะสีเขียว
  - ต้นคิดทิ้งถุงพลาสติกลงในถังขยะสีเหลือง
  - ต้นอ้อทิ้งขวดน้ำยาล้างห้องน้ำลงในถังขยะสีน้ำเงิน
27. ข้อใดไม่เกี่ยวข้องข้องกับการลดปริมาณการใช้ (Reduce)
- พิมพ์จินตนาถูปพลาสติกมาใช้ใส่เศษอาหาร
  - พิมพ์รักใช้กล่องกระดาษแทนกล่องโฟม
  - พิมพ์พามักจะเติมน้ำมันโดยไม่ใช่หลอด
  - พิมพ์ใจใช้หลอดกระดาษแทนหลอดพลาสติก
28. ข้อใดจำแนกประเภทขยะมูลฝอยได้ถูกต้อง
- เศษผ้า เศษอาหาร
  - กระป๋องสเปรย์ ขวดพลาสติก
  - ถ่านไฟฉาย หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์



- ง. ครอบงำน้ำอัดลม ของขนมขบเคี้ยว
29. บุคคลในข้อใดจัดการกับขยะได้เหมาะสมและส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด
- ก. บีบี๋มักจะทิ้งขยะลงในถังขยะเสมอ
  - ข. บูนมักจะมัดถุงขยะอย่างแน่นหนา ก่อนทิ้งเสมอ
  - ค. ไบรท์มักจะแยกขยะเฉพาะที่ขายได้ก่อนทิ้งเสมอ
  - ง. บีบี๋มักจะเศษอาหารรวมกันไว้ในถังเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักชีวภาพ
30. นทีมักจะพกกล่องข้าวสแตนเลสไปใส่อาหารที่เขาซื้อเสมอ การกระทำของนทีจัดอยู่ในข้อใด
- ก. Reuse
  - ข. Reduce
  - ค. Recycle
  - ง. Renovate



## แบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม

### ด้านเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นหรือระดับความถี่ของการปฏิบัติที่เป็นจริงของตนเอง โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

ระดับ 5	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ระดับ 4	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ระดับ 3	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ระดับ 1	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านความตระหนักต่อสิ่งแวดล้อม</b>						
1.	ฉันเห็นว่าการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อสร้างรีสอร์ทจะช่วยส่งเสริมการท่องเที่ยว					
2.	ฉันเห็นว่าการบริโภคสัตว์ป่าบางชนิด เช่น ตั๊กแตน เป็นยาอายุวัฒนะ					
3.	ฉันเห็นว่าการศึกษาวิธีเพาะเลี้ยงหรือขยายพันธุ์พืชและสัตว์ที่ใกล้สูญพันธุ์เป็นสิ่งที่ดีจำเป็น					
<b>ด้านการนำกลับมาใช้อีก</b>						
4.	ฉันมักจะใช้กระดาษให้หมดทั้งสองหน้าอยู่เสมอ					
5.	ฉันใช้แก้วน้ำส่วนตัวสำหรับใส่เครื่องดื่มที่ฉันซื้อเป็นประจำ					
6.	ฉันเห็นว่าการพกถุงผ้าเป็นเรื่องที่ยุ่งยาก					
<b>ด้านการแปรสภาพขยะให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่</b>						
7.	ฉันมักจะนำสิ่งของเหลือใช้มาประดิษฐ์เป็นของใช้อยู่เสมอ					
8.	ฉันเห็นว่าการทำเสียมด้อย่อมเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเสื้อผ้าเก่าได้					
9.	ฉันเห็นว่าสิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากขยะเป็นสิ่งสกปรกและไม่ควรนำมาใช้					
<b>ด้านพฤติกรรมสิ่งแวดล้อม</b>						
10.	ฉันมักจะปั่นจักรยานแทนการขี่มอเตอร์ไซด์หากต้องเดินทางไประยะทางไกล ๆ เพื่อลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และแก๊สเรือนกระจก					
11.	ฉันมักจะเข้าร่วมโครงการปลูกป่าทดแทนอยู่เสมอ					
12.	ฉันมักจะทิ้งขยะอันตรายรวมกับขยะทั่วไปโดยไม่แยกขยะ					

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

## แบบประเมินการรู้สิ่งแวดล้อม

### ด้านพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง แบบประเมินนี้สร้างขึ้นเพื่อประเมินพฤติกรรมด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำโครงการของนักเรียน โดยให้ครูผู้สอนพิจารณาการดำเนินโครงการของนักเรียน แล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับคะแนนตามความคิดเห็นของท่าน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

3	หมายถึง	ดีมาก
2	หมายถึง	ดี
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

ผู้รับการประเมิน ชื่อกลุ่ม.....

- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....
- ชื่อ-สกุล..... ชั้น..... เลขที่.....

ลำดับ	รายการประเมิน	คะแนน			หมายเหตุ
		3	2	1	
1.	การเลือกหัวข้อโครงการ				
2.	วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ				
3.	การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าในการจัดทำโครงการ				
4.	การเลือกวัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ				
5.	การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ				
6.	การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ				
7.	การรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ				

ลงชื่อผู้ประเมิน.....

## เกณฑ์การให้คะแนน

ข้อ	รายการประเมิน	คะแนน		
		ดีมาก (3)	ดี (2)	ควรปรับปรุง (1)
1.	การเลือกหัวข้อโครงการ	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมทั้งหมด	การเลือกหัวข้อโครงการมีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อมบางส่วน	การเลือกหัวข้อโครงการไม่มีสาเหตุมาจากสิ่งแวดล้อม
2.	วัตถุประสงค์ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกข้อ	นักเรียนกำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมบางข้อ	นักเรียนไม่ได้กำหนดวัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม
3.	การใช้ทรัพยากรอย่างประหยัดและคุ้มค่าในการจัดทำโครงการ	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดและคุ้มค่าทุกครั้ง	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างประหยัดแต่ไม่คุ้มค่า	นักเรียนใช้ทรัพยากรในการจัดทำโครงการอย่างไม่ประหยัดและไม่คุ้มค่า
4.	การเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนเลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่เลือกใช้วัสดุจากธรรมชาติที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายมาใช้ในการจัดทำโครงการ
5.	การนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุเหลือใช้มาดัดแปลงในการจัดทำโครงการ
6.	การนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการเป็นส่วนใหญ่	นักเรียนนำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการเป็นบางส่วน	นักเรียนไม่นำวัสดุที่ใช้แล้วมาใช้ซ้ำในการจัดทำโครงการ
7.	การรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการทุกครั้ง	นักเรียนดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการบางครั้ง	นักเรียนไม่ดูแลรักษาความสะอาดของพื้นที่ที่จัดทำโครงการ

แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ให้ตรงกับความคิดเห็นของนักเรียน ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

- ระดับ 5 หมายถึง เห็นด้วยมากที่สุด  
 ระดับ 4 หมายถึง เห็นด้วยมาก  
 ระดับ 3 หมายถึง เห็นด้วยปานกลาง  
 ระดับ 2 หมายถึง เห็นด้วยน้อย  
 ระดับ 1 หมายถึง เห็นด้วยน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
<b>ด้านบรรยากาศ</b>						
1.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างอิสระ					
2.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน					
3.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกคน					
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
4.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง					
5.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดที่หลากหลาย เช่น คิดวิเคราะห์ คิดแก้ปัญหา และคิดสร้างสรรค์					
6.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่หลากหลาย					
7.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน					
<b>ประโยชน์ที่ได้รับ</b>						
8.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน					
9.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยพัฒนาทักษะการรู้สิ่งแวดล้อมของนักเรียน					
10.	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานช่วยส่งเสริมให้นักเรียนทำโครงงานได้ดียิ่งขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อผู้ประเมิน.....





ภาคผนวก ง  
ตัวอย่างผลงานนักเรียน

# ใบงานที่ 1 วิเคราะห์ปัญหา ตามสาเหตุ ผลกระทบ และเสนอแนวทางแก้ไข

ชื่อ-สกุล \_\_\_\_\_ P

## ตอนที่ 1 ประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ

➔ ให้นักเรียนสืบค้นข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับประเด็นปัญหาที่กลุ่มตนเองสนใจ ในหัวข้อดังต่อไปนี้

### ประเด็นปัญหาที่ตนเองสนใจคือ

ปัญหา มลพิษในอากาศ

### จัดอยู่ในปัญหาของทรัพยากรประเภทใด

ทรัพยากร ประเภท สม อากาศ

### ข้อมูลที่สืบค้นเกี่ยวกับสาเหตุของปัญหา

- สาเหตุจากมนุษย์**
- ยานพาหนะที่ใช้เครื่องยนต์ ก่อให้เกิดขุ่นจากมลพิษมากที่สุด ไล่ตั้งแต่ ยานยนต์ส่วนบุคคล ไรค์ดริว ไรค์ไครดริวบอย ฟิลิปปินส์ ไรค์ดริวบอย ไคยครว
  - คังไฟ และ ก๊าซพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม จากท่อเผาไหม้เชื้อเพลิงในโรงงาน
  - แหล่งกำเนิดฝุ่นละอองต่างๆ บริเวณที่ก่อสร้าง โรงงานทำปูนซีเมนต์
  - การเผาขยะมูลฝอย ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ

- สาเหตุจากธรรมชาติ**
- อุทกภัยระลอก ฝุ่นป่าจากกรณีพายุธรรมชาติ พัดจ.ป่าละเมาะ สารพิษ คังไฟ เกิดฝุ่นต่างๆ
  - แผ่นดินไหว ฝุ่นป่าจากกรณีพายุธรรมชาติ เกิดฝุ่นละอองจำนวนมาก
  - ไฟป่า ฝุ่นป่าจากกรณีพายุธรรมชาติ โดยเฉพาะในฤดูร้อนอากาศที่แห้งแล้ง มีอุณหภูมิสูง
  - การทำเหมืองแร่ การขุดเจาะ การขุดดินที่บริเวณใกล้กับพื้นที่อยู่อาศัย ทำให้เกิดมลพิษ



ข้อมูลที่สืบค้นเกี่ยวกับผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม



ผลกระทบต่อมนุษย์

- ทำลายสุขภาพ อาจเสียชีวิตได้ โรคที่พบบ่อยได้แก่ โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด
- เกี่ยวข้องกับโรคระบบทางเดินหายใจ โรคเกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด
- ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ
- ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำ
- ก่อให้เกิดมลพิษทางดิน

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ
- ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ
- ทำให้เกิดมลพิษทางดิน
- ทำให้เกิดมลพิษทางเสียง
- ทำให้เกิดมลพิษทางความร้อน

แนวทางในการแก้ปัญหาและการจัดการที่เหมาะสม

- ช่วยกันปลูกต้นไม้ ปลูกพืชสวนไม้
- ปลูกต้นไม้ที่ทนแล้ง
- ใช้วัสดุธรรมชาติในการก่อสร้าง
- ใช้พลังงานทดแทน
- ใช้พลังงานสะอาด
- ใช้พลังงานทดแทน
- ใช้พลังงานสะอาด

แหล่งที่มาของข้อมูล

IS.GROUP. <http://www.muti.ac.th/user/thanyaphak/Web%20EMR/web%2015%20Environment%20gr.4/index.html>

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลกระทบต่อนุชนและสิ่งแวดล้อม



ผลกระทบต่อมนุษย์

- ทำลายสุขภาพ อาจเสียชีวิตได้ เกิดโรคแพ้ภูมิแพ้ โรคเกี่ยวกับหัวใจและปอด เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศ
- เกี่ยวข้องกับโรคเรื้อรังเรื้อรัง ผลที่เกิดระยะยาวอาจสะสม และทำให้อายุสั้นลง
- เกิดโรคเรื้อรังเรื้อรังที่อาจเกิดขึ้นได้ เพราะเกิดจากทัศนวิสัยที่ลดลง

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- ทำให้ทัศนวิสัยที่ลดลง ซึ่งสัมพันธ์กับคุณภาพอากาศที่ลดลง
- ผลกระทบต่อพืชพันธุ์สัตว์ป่าในบริเวณใกล้เคียง

แนวทางในการแก้ปัญหาและการจัดการที่เหมาะสม

- ช่วยกันปลูกต้นไม้ อนุรักษ์ต้นไม้ และช่วยกันดูแลรักษาต้นไม้
- งดสูบบุหรี่ งดการเผาขยะ งดการเผาในที่โล่ง
- ใช้น้ำมันที่สะอาด ใช้น้ำมันที่มีมาตรฐานคุณภาพ
- ลดปริมาณการใช้รถยนต์ส่วนตัว
- ควบคุมไอเสียจากท่อไอเสียของรถยนต์

แหล่งที่มาของข้อมูล

IS.GRPA. <http://www.rmuti.ac.th/user/thangaphak/Web%20EMR/web%2015%20Environment%20gr.4/index.html>

## ใบงานที่ 2 ระดมสมอง สรุปข้อมูล กำหนดหัวข้อ



### ตอนที่ 1 ระดมสมองและสรุปข้อมูล

→ ให้นักเรียนนำข้อมูลมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันภายในกลุ่ม และสรุปข้อมูลตามหัวข้อดังต่อไปนี้

#### ประเด็นปัญหาที่กลุ่มสนใจคือ

ปัญหาการใช้น้ำ: ความสะอาดในโรงเรียนปทุม

#### ปัจจัยในปัญหาของทรัพยากรประเภทใด

ทรัพยากรน้ำใต้

#### สรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากมนุษย์

- |                                     |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|
| 1. การลักลอบตัดไม้ทำลายป่าเกษตรกรรม | E การเผา                 |
| 2. การวางป่าที่ให้น้ำเค็ม           | F การใช้ของเสียจากโรงงาน |
| 3. การปลูกพืชกินน้ำ                 | G ส้วมที่เชื่อมกับน้ำ    |
| 4. การทิ้งขยะ                       |                          |
| 5. การสร้างอาคาร                    |                          |

#### สรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดจากธรรมชาติ

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1. ไฟฟ้า ลัดวงจร                |  |
| 2. คลื่นความร้อน ทำให้ต้นไม้ตาย |  |
| 3. การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ      |  |
| 4. น้ำท่วม น้ำแล้ง              |  |
| 5. การทำเกษตรที่ผิดวิธี         |  |



### สรุปนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์คือ

สปริงจุกสีชมพูซ่า คือ การที่สปริงมี ตัวยกหนักกว่าน้ำหนักของ น้ำดื่มที่บรรจุไว้จนเกิน สปริงจะกลับคืนสู่สภาพเดิม  
 ใต้มันจะมีเศษพลาสติกที่ไปเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใต้น้ำ

➔ ให้นักเรียนร่วมกันกำหนดหัวข้อในการทำโครงการ

### หัวข้อหรือชื่อเรื่องในการทำโครงการจากสมาชิกทุกคน

- I'm spring
- this is spring
- สปริงนรรษา
- นวัตกรรมด้วยสปริง
- Spring warning
- สปริงจุกนร
- รั้วน้ำฟุ้ง ด้วยสปริง

### สรุปหัวข้อหรือชื่อเรื่องในการทำโครงการคือ

Spring warning

### ใบงานที่ 3 กระบวนการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

หัวข้อหรือชื่อเรื่องของโครงการคือ

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ สบู่ล้างมือและป้องกันไฟฟ้า

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์คือ

ประเภทปัญหา คือ ไฟฟ้าในตู้ปลา หรือ กุ้งที่เกาะสารพิษ

ตอนที่ 1 วางแผน

➔ ให้นักเรียนร่วมกันวางแผนในการทำโครงการตามหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ชื่อโครงการ

Spring Warning

2. ชื่อผู้ทำโครงการ

1. นางปัทมาพันธ์ พงษ์บุตร
2. นางสาวศรัณย์พรพรหม สุขบุญ
3. นางสาวอัมรินทร์ ปิรามทอง
4. นางสาวณัฐณี สัมพันธ์
5. นางสาวพัชรา ปลายนุกูล
6. นางสาวอรุษา เมฆสง่า

3. ชื่อครู/อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

คุณครูปณิตา วัฒนวิเชียรจันทร์

4. ที่มาและความสำคัญของโครงการ(สรุปพอสังเขป)

ที่มา : ปัญหาของการเผาขยะทำให้น้ำหนักอากาศได้ปริมาณสูงขึ้นเกิดไฟไหม้  
ป่า คาร์บอนไดออกไซด์ CO<sub>2</sub> ในชั้นบรรยากาศ ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน  
ความสำคัญ : ป่าไม้เป็นทรัพยากรโลกที่อุดมสมบูรณ์และมีความสำคัญ  
ความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าต่างๆ หากมีการตัดไม้ทำลายป่า  
ก็จะเกิดโลกร้อน ที่ส่งผลต่อมนุษย์ ซึ่งเราได้นับว่าเป็นจากภาวะโลกร้อนต่างๆ  
และอาจจะมีคนนำป่าไปลงรวม สัตว์ป่าพวกที่อยู่อาศัย ซึ่งส่งผลทำให้หมดสัตว์ใน  
ระบบนิเวศทางธรรมชาติ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม  
ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการได้คิดค้นสิ่งประดิษฐ์ขึ้น เพื่อทำสวนป่าอนุรักษ์

6. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อสร้างไฟให้พื้นที่เพื่อเกิดการปลูกป่าจากกาเผาของไฟไหม้ป่า
2. เพื่อป้องกันการคุกคามของไฟเข้าไปในพื้นที่ป่า
3. เพื่อลดปริมาณมลพิษทางอากาศที่เกิดจากไฟไหม้ป่า

7. ขอบเขตของโครงการ

ขอบเขตของโครงการ ใช้ระยะเวลาศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ในพื้นที่ตำบล  
ดอนตูม ๑ นครปฐม

### 8. สมมติฐาน (ถ้ามี)

สปริง การรับความเค้นอื่นต่างหาก ค่าคงที่ของสปริงและตัวไม่ได้น่าจะเท่าเพื่อเกิดการถูกกดของไฟ

### 9. วิธีการดำเนินงาน

1. รวบรวมอุปกรณ์ในการแก้ไขไฟไหม้ป่า
2. ศึกษาต้นกำเนิดของอุปกรณ์ไฟไหม้ป่า
3. ออกแบบสิ่งประดิษฐ์
4. กำหนดวัตถุประสงค์อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบสิ่งประดิษฐ์
5. ศึกษาการใช้งานของระบบอุปกรณ์
6. ลงมือทำสิ่งประดิษฐ์
7. ทดสอบระบบการให้ใช้งาน
8. ประเมินผลความสำเร็จและวิเคราะห์ผล
9. สรุปผลดำเนินงาน

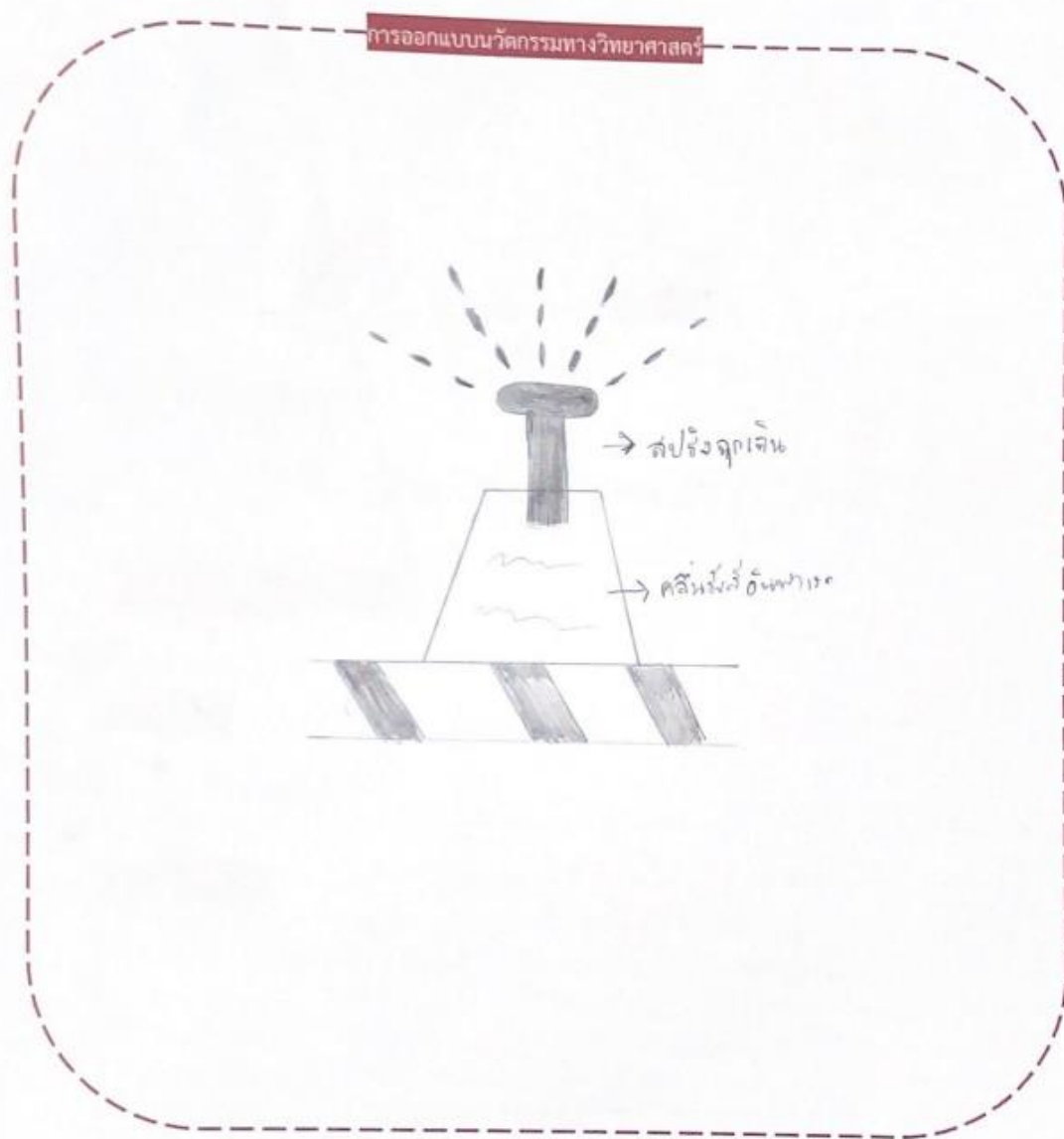
### 9.1 วัสดุ/อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์

- วัสดุ PVC หนา 3 มม. และ ข้อต่อท่อ PVC
- สปริงน้ำจุกกิน
- อุปกรณ์ตรวจรับ ความร้อนที่หมักคั้นจึง ลีโอน่าแดง

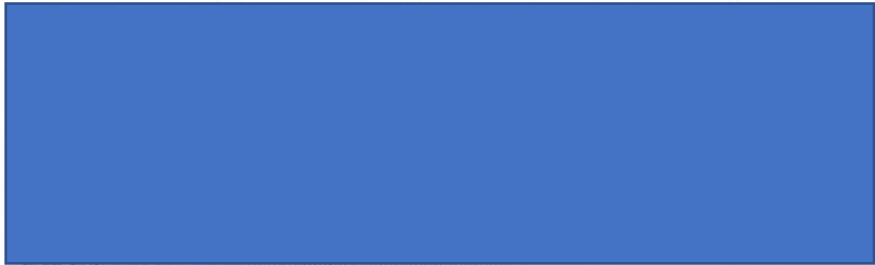


ตอนที่ 2 ออกแบบ 

→ ให้นักเรียนร่วมกันออกแบบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เพื่อแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



# ใบงานที่ 4 นำเสนอและประเมินผล



R.

## ตอนที่ 1 สิ่งที่ได้จากการนำเสนอ

### ส่วนที่ 1 บทบาทผู้นำเสนอโครงการ

1.1 ให้นักเรียนวิเคราะห์จุดเด่น และจุดที่ควรพัฒนาของนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์กลุ่มตนเอง

จุดเด่น	จุดที่ควรพัฒนา
<ul style="list-style-type: none"> <li>• โครงงานนี้ มีระบบที่ติดตั้งใช้งานง่าย</li> <li>• ปลอดภัย แข็งแรงทนทาน ได้ราคาที่ดีกว่าที่พบในตลาด</li> <li>• อุปกรณ์ที่ติดตั้งมีคุณภาพสูงที่เพียงพอ</li> <li>• ใช้งานได้ทั้งในร่มและกลางแจ้ง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ข้อจำกัดของโครงการ : ใช้ได้ในพื้นที่จำกัด</li> <li>• ต้นทุนการผลิตและติดตั้งค่อนข้างสูง</li> </ul>

1.2 ให้นักเรียนบันทึกคำแนะนำจากเพื่อนและครูเป็น 3 ประเด็น ได้แก่

ข้อแนะนำที่ควรแก้ไข	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข หรือจะได้ออก
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ข้อเสริมที่เพิ่มเข้ามา</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> <li>• เครื่องมือที่ใช้ควรเป็นรุ่นที่ใหม่</li> </ul>

ส่วนที่ 2 บทบาทผู้ฟังและให้คำแนะนำ

→ 2.1 ให้นักเรียนฟังสิ่งที่เพื่อนกลุ่มอื่นนำเสนอและบันทึกข้อมูล พร้อมทั้งเสนอข้อเสนอนะ 3 ประเด็น

↗ เคารพอย่างสูง เคารพ หรือ ให้คำ แนะนำ ทำกับกลุ่มอื่น ๆ ของเพื่อน

กลุ่มที่ 1

ประเด็นปัญหา คือ ACC โปสเตอร์แห่งการแก้ปัญหาชุมชน

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ ACC โปสเตอร์

ข้อเสนอนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
ควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์ สู่ประชาชน	เพิ่มแนวคิดจากภาคีที่เกี่ยวข้อง ในชุมชนให้เข้ามามีส่วนร่วม เพื่อให้โครงการได้ดำเนินการ ที่ตรงจุดมากขึ้น	โปสเตอร์สี

กลุ่มที่ 2

ประเด็นปัญหา คือ ปัญหาขยะในชุมชนท้องถิ่น

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ เครื่องกำจัดขยะในชุมชน

ข้อเสนอนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
ควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์ สู่ประชาชน	เพิ่มแรงจูงใจของอาสาสมัครให้ มีส่วนร่วมในกิจกรรม เพื่อลดขยะในชุมชนที่ถูกต้อง ยิ่งขึ้น	ออกแบบให้สามารถใช้งานได้ จริง ให้คนในชุมชน ได้มีส่วนร่วมในการพัฒนา นวัตกรรมนี้

กลุ่มที่ 3

ประเด็นปัญหา คือ ฝั่งเทศบาลโอ่งกุ่ม

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ CAI ไรลวด

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
ตัว C จาก Change เปลี่ยน A จาก Avoid ขาดเครื่อง I จาก Increase เพิ่ม เพิ่มขนาดทางขึ้น แล้วควรเก็บ ไว้และหัดหาสื่อไปให้เวลา	อยากให้เพิ่มสื่ออักษรใน ทั่วไป คือ B จาก refuse แปลว่า การปฏิเสธ อันตรายเช่น อุบัติเหตุได้ถูกมองให้เวลา เห็นความจำเป็นไปให้เวลา มาก	อยากให้ลดค่าตัวอักษรจาก ตัวเดิมให้เหลือไว้แค่ "RICA"

กลุ่มที่ 4

ประเด็นปัญหา คือ การทิ้งขยะในแหล่งน้ำหรือถนน และ การทิ้งขยะหรือเศษอาหารในครัวเรือน

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ ถังดักไขมันอัตโนมัติ

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

สิ่งที่อยากเก็บไว้	สิ่งที่อยากเพิ่มเติม	สิ่งที่อยากแก้ไข
กระบวนการทำงานของ ถังดัก	อยากให้ทราบวิธีดูแลถังดัก ที่ถังดักแบบการกระทำที่ถูกต้อง อยากให้ที่ถังดักที่ถังดักไขมัน และเศษอาหารอื่น ๆ ซึ่งอาจ พบเจอของสิ่งที่ไม่ใช่ เช่น เศษกระดาษในถัง > ขูด	อยากให้เพิ่มถังดักที่ทำเป็น ขนาดตามครัวเรือนได้โดยไม่ต้อง ไปเจอถังที่ถังดักไขมันแล้ว อยากให้ที่ถังดักที่ถังดักไขมัน จากถังดักไขมัน

กลุ่มที่ 6

ประเด็นปัญหา คือ ขยะมูลฝอยในชุมชน

นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ คือ อารักษ์ทำจากพลาสติกชีวภาพ

ข้อเสนอแนะ 3 ประเด็น

<p>สิ่งที่อยากเก็บไว้</p> <p>การนำขยะมูลฝอยไปใช้ เป็นพลังงาน เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี</p>	<p>สิ่งที่อยากเพิ่มเติม</p> <p>อยากให้ชาวบ้านช่วยกัน คัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง ให้ไปรีไซเคิลขยะพลาสติก และลดขยะมูลฝอย</p>	<p>สิ่งที่อยากแก้ไข</p> <p>อยากให้รู้ผลกระทบของขยะ ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่านี้ ควรออกแนวไปให้เร็วและ สะดวกต่อการใช้งานจริง</p>
--	---	--

ตอนที่ 2 ประเมินผล

ส่วนที่ 1 ประเมินตนเอง

➔ 2.1 ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาผลการดำเนินโครงการของกลุ่มตนเองและให้คะแนน (คะแนนเต็ม 10)

คะแนนที่ได้เท่ากับ 7

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

เพราะทำโครงการทำขวดน้ำใช้ซ้ำใช้พื้นที่  
ของชุมชนและทำถังขยะรีไซเคิลได้มี  
คนช่วยกันคัดแยกขยะมูลฝอยก่อนทิ้ง  
แล้วจึงนำไปรีไซเคิลพลาสติกในทรากรากที่มี  
สภาพแห้งๆ และทิ้งต่อสถานการณืฉุกเฉิน

คะแนนที่หักเท่ากับ 3

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

โครงการนี้ สิ่งที่ทำก็สร้างพื้นที่ใน  
จัดตั้ง และพื้นที่ยังมีคนทำก็ยังไม่ค่อย  
ถนัดได้ตั้งรกรากที่รีไซเคิลแล้วจึง  
เคื่องมือหน้าแถวแล้วชื่อ PYC

ส่วนที่ 2 ประเมินผู้อื่น → ให้ออกใบเสนอการให้คะแนน

2.2 ให้นักเรียนในกลุ่มร่วมกันพิจารณาผลการดำเนินโครงการของกลุ่มอื่นในชั้นและให้คะแนน (คะแนนเต็ม 10)

กลุ่มที่ ๒ ชื่อกลุ่ม ACC โคมะตัง

คะแนนที่ได้เท่ากับ ๗

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

การพบการทำงาน ของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะ  
ทั้งการในรากที่สาม ไม่ซ้ำซ้อน และ การทำ  
เส้นใยของ หรือ เส้นใย โปรตีน ไปถึง

คะแนนที่หักเท่ากับ 3

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

ข้อสงสัยเกี่ยวกับโครงสร้างของพืชขาดกลไกไป ออกไปให้  
แก่ใบ และ ส่วนอื่นๆ ในที่ว่างภายใน เพื่อที่จะ  
ได้น้ำและธาตุอาหารที่ได้ออกมาข้างขึ้น

กลุ่มที่ 1 ชื่อกลุ่ม ACC โคมะตัง

คะแนนที่ได้เท่ากับ 5

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

แผนผังและวิธีการปลูกพืชในดินของ  
สี่ การทำดินให้เป็น โดโลไมต์

คะแนนที่หักเท่ากับ 3

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

ตอนที่ มีเรื่องเกี่ยวกับ โครงสร้างในรูป ไม่สามารถ  
ทำเป็น สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะ และ ส่วนขาดไปจาก  
ได้ ครึ่ง และ ส่วนที่เหลือให้เหลือไว้สำหรับ ข้อความ  
หรือ ส. ทารก

กลุ่มที่ 3 ชื่อกลุ่ม CAI โคมะตัง

คะแนนที่ได้เท่ากับ 9

เหตุผลประกอบการให้คะแนน

แผนผังและวิธีการปลูกพืชที่ขึ้น ที่ดินของ  
สี่ ปลูกพืช ได้ครึ่ง อีกครึ่งยังต้องรออีกสัก  
หนึ่ง หรือ สอง วันก่อนให้รดน้ำ ของ โดโลไมต์

คะแนนที่หักเท่ากับ 1

เหตุผลประกอบการหักคะแนน

ตอนที่ มีเรื่องเกี่ยวกับ โครงสร้างในรูป ไม่สามารถ  
ปลูกพืชได้ ครึ่งหนึ่งที่ยังไม่ได้รดน้ำ มีอยู่แค่ภาพ  
และภาพ และ ภาพ โดโลไมต์ครึ่งหนึ่ง



ตัวอย่างการนำเสนอ/เผยแพร่

Share with Friends

#ร่วมใจกันลดแก๊สคาร์บอนโลกของเรา เพื่ออนาคตของโลกที่ดีขึ้น 🌍  
เนื่องจากว่าในปัจจุบันโลกของเราเกิดภาวะโลกร้อน จึงทำให้สภาพอากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไป ซึ่ง  
จะส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก โดยสาเหตุหลักๆมาจากการสะสมของแก๊สเรือนกระจก (Gre... ดูเพิ่มเติม

โครงการ CAI Model อนุรักษ์โลกชั้น

### CAI MODEL

ทำง่าย ทำได้ ในชีวิตประจำวัน

**C: change (เปลี่ยน)**  
ยกตัวอย่าง เช่น การเปลี่ยนมาใช้ถุงพลาสติกย่อยสลายได้ทางชีวภาพ การเปลี่ยนมาใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก หรือการเปลี่ยนพฤติกรรมของมนุษย์ โดยหันมาใช้พลังงานทดแทน เป็นต้น

**A: Avoid (หลีกเลี่ยง)**  
ยกตัวอย่าง เช่น การหลีกเลี่ยงการเผาไหม้ของขยะ การหลีกเลี่ยงการกินเศษอาหาร การหลีกเลี่ยงการใช้น้ำมันที่ก่อให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO2) หรือการหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันที่มีสารคาร์บอนฟลูออโรไฮดรอก (CFC) เป็นต้น

**I: Increase (เพิ่ม)**  
ยกตัวอย่าง เช่น การเพิ่มการปลูกต้นไม้ การเพิ่มการคัดแยกขยะ หรือการเพิ่มการใช้ถุงเคลือบกระดาษ เป็นต้น

21 ก.พ. 2565

โมเดลโครงการเรื่อง Moss Traps Dust ลดฝุ่นด้วยมอส

สมาชิกกลุ่ม

1. นางสาวศรุตตา โพธิ์มา เลขที่ 20
2. นางสาวอัฐวิญญา กิ่งแก้ว เลขที่ 22
3. นางสาวพรปวีณ์ เจริญพร เลขที่ 27
4. นางสาวสาวตรี สรพรมทิ... ดูเพิ่มเติม

คุณ กิ.  
26 ก.พ. 2565

Basket หลากสี ปัญหายขยะ 🌿

สมาชิกในกลุ่ม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6/1  
นางสาวกิริณันท์ ขำสุวรรณ เลขที่ 11  
นางสาวอภา ทองขาว เลขที่ 23  
นางสาวชวัลบุษ ป้อมสุวรรณ เลขที่ 25  
นางสาวณัฐริณี ไตรพ... ดูเพิ่มเติม

3 ความคิดเห็น เห็นแล้ว 36 คน

กลุ่มที่3 ชื่อกลุ่ม โครงการ 7 ชั้น(พริกทั้งสวนก็สู้กลุ่มเราไม่ได้ละ) 🌶️🔥!?

- 1.) ชื่อวีรกรรม  
-เตาอบจากพลังงานแสงอาทิตย์
- 2.) ประเด็นปัญหา  
-การลดการปล่อยแก๊สCO2ที่ทำให้เกิดปัญหาโลกร้อน
- 3.) ผลักการดำเนินงาน

1.ล้างทำความสะอาดกล่องโหลแล้วนำมาใช้... ดูเพิ่มเติม

10 ความคิดเห็น ทุกคนเห็นแล้ว





## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางปนิดา แสนเวียงจันทร์  
วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2558 สำเร็จการศึกษาระดับการศึกษาบัณฑิต  
สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ เอกการสอนชีววิทยา  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา  
พ.ศ.2561 ศึกษาต่อปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตร  
และการสอน ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน  
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ที่อยู่ปัจจุบัน 14 หมู่ 3 ตำบลโคกสูง อ.โคกสูง จ.สระแก้ว 27120

