



การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับ โครงการเป็นฐานที่
ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย

นางสาวจินตหรา คำภาพักตร์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต

ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2564

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

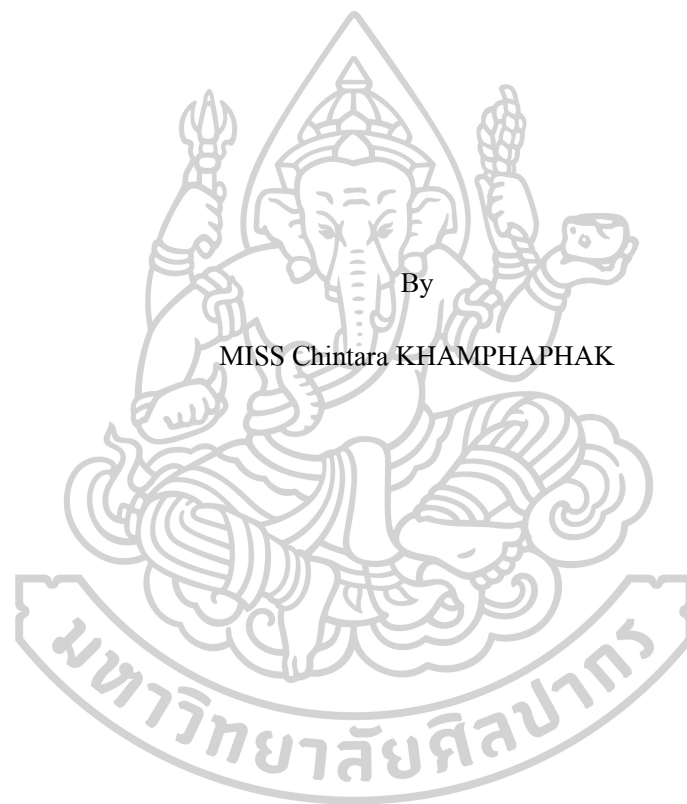
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็น
ฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของ
นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



โดย
นางสาวจินตหรา คำภาพักตร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาหลักสูตรและวิธีสอน
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

SCIENCE LEARNING BY USING STEAM WITH PROJECT BASED LEARNING
SUPPORTING SCIENCE PROCESS AND CREATIVE INNOCVATION OF
MATTAYOM 4 STUDENTS



By

MISS Chintara KHAMPHAPHAK

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

Department of Curriculum and Instruction

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2021

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา
ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง
วิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 4

โดย จินตหรา คำภาพักตร์

สาขาวิชา หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญา
มหาบัณฑิต

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นิวัฒน์ บุญสม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โพธิ์เงิน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริวรรณ วนิชวัฒน์วรชัย)

..... ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรณีย์พล วิวรรณมงคล)

61263318 : หลักสูตรและการสอน แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : สะเต็มศึกษา, การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน, ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์, การสร้างสรรค์นวัตกรรม

นางสาว จินตหรา คำภาพักตร์: การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิสูตร โพธิ์เงิน

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน 3) เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนหนองวัลย์ไทรงาม ภาควิชาปีที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 คน โดยการสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าคะแนนเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t-test) แบบ Dependent

ผลการวิจัยพบว่า

1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2) ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับดี

3) ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน อยู่ในระดับดี

4) ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่อยู่ในระดับมากที่สุด

61263318 : Major (CURRICULUM AND INSTRUCTION)

Keyword : STEAM Education, Project Based Learning, Science Process, Creative Innovation

MISS CHINTARA KHAMPHAPHAK : SCIENCE LEARNING BY USING STEAM WITH PROJECT BASED LEARNING SUPPORTING SCIENCE PROCESS AND CREATIVE INNOCVATION OF MATTAYOM 4 STUDENTS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR WISUD PO NEGRN, Ph.D.

The research purpose were 1) to compare biological science learning achievement before and after learning management by using STEAM with Project-Based Learning of organisms in the environment, 2) to study the scientific method after learning using STEAM Education with the Project-Based Learning of mattayom 4 students, 3) to study the innovation creativity after learning using STEAM Education with the Project-Based Learning of mattayom 4 students and 4) to study student satisfaction to learning management by using STEAM Education with the Project-Based Learning of mattayom 4 students. The sample was 12 of 4/2 students from Nongwanpriengwittaya school, the 1st semester, the academic year 2020, from Simple Random Sampling. The instruments were 1) biological science lesson plan, organisms in the environment, 2) the placement test of biological science, organisms in the environment, 3) the science learning procedure skill test, 4) innovation creativity test, 5) student satisfaction survey to learning management by using STEM education together with the Project-Based Learning. The statistics used were mean (\bar{X}), standard deviation (S.D.), percentage, t-test dependent,

The results indicated as follows:

1) The comparative result of biological science learning achievement was higher than before using STEAM learning management together with the Project-Based Learning about organisms in the environment at the significant level of .05.

2) The scientific process skill result of mattayom 4 students by using STEAM Education together with the Project-Based Learning was good level.

3) The innovative creativity results of mattayom 4 students after using STEAM Education leaning management together with the Project-Based Learning were good level.

4) The Student Satisfaction Survey result to using STEAM Education leaning management together with the Project-Based Learning was the most level

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาแนะนำอย่างดียิ่ง จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิสูตร โภธิ์เงิน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จ เรียบร้อยรวมทั้งผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิวัฒน์ บุญสม ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.กรณีย์พล วิวรรณมงคล ผู้ทรงคุณวุฒิที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ แก้ไขข้อบกพร่อง ให้ความกระจ่างและข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องและความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งถึงความกรุณา จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสูงเนิน อาจารย์มหาวิทยาลัยศิลปากร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ รองผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและบริหารงานวิชาการ โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สรัญญา จันทร์ชูสกุล อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร อาจารย์เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ อาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิชาวิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร และนางสาวศศิธร พงษ์โกคา ครูประจำวิชาชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนบางลี่วิทยา ที่ได้กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือทุกฉบับซึ่งส่งผลให้ การวิจัยมีความครอบคลุมและมีประสิทธิภาพและขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการโรงเรียน คณะครู และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ ส่งเสริม ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัยให้มีโอกาสพัฒนาตนเอง และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ทุกท่าน ขอขอบคุณพี่ เพื่อน และน้อง นักศึกษาสาขาวิชาหลักสูตรและการสอน ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ แนะนำและเป็นกำลังใจตลอดมา

ท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัว ที่ให้การสนับสนุน ให้กำลังใจในการทำงานด้วยดีเสมอมา คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบูชาแต่บิดา มารดา อาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อครูผู้สอน ตลอดจนผู้ที่สนใจโดยทั่วไป

นางสาว จินตหรา คำภาพักตร์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญแผนภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามการวิจัย	5
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	5
สมมติฐานการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
นิยามศัพท์เฉพาะ	7
ประโยชน์ที่ได้รับ	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และ หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี	11
1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	11
1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	13

1.3 หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560).....	17
2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)	18
2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEAM Education)	19
2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)	20
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	26
3. แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	27
3.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงาน	27
3.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน	28
3.3 หลักการจัดการการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	30
3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	31
3.5 บทบาทของครูและนักเรียน	38
3.6 ความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	42
3.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน.....	43
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน	45
4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	47
4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	48
4.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	49
4.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	50
4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
5. นวัตกรรม	56
5.1 ความหมายของนวัตกรรม.....	56
5.2 ประเภทของนวัตกรรม	58
5.3 ลักษณะของนวัตกรรม	60

5.4 องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	61
5.5 แนวทางการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม	62
5.6 บทบาทของผู้สอน	63
5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	67
6. ความพึงพอใจ	70
6.1 ความหมายของความพึงพอใจ.....	70
6.2 การวัดความพึงพอใจ.....	71
6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	72
กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	73
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	79
ขอบเขตการวิจัย.....	79
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	79
2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา	80
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา	80
4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา	80
5. แบบแผนการศึกษา.....	80
6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	81
ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	85
วิธีดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล	113
การวิเคราะห์ข้อมูล	114
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	120
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องสิ่งมีชีวิตใน สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการเป็นฐาน	120

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน.....	121
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน	123
ตอนที่ 4 ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	125
บทที่ 5 สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ	128
สรุปผลการวิจัย	129
อภิปรายผล.....	130
ข้อเสนอแนะ	134
รายการอ้างอิง	136
ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	145
ภาคผนวก ข หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	147
ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	153
ภาคผนวก ง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	167
ภาคผนวก จ รูปภาพกิจกรรม	216
ประวัติผู้เขียน	231

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง	16
ตารางที่ 2	ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ...	24
ตารางที่ 3	ผลการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน	37
ตารางที่ 4	การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดย ใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน	46
ตารางที่ 5	แบบแผนในการศึกษา	81
ตารางที่ 6	โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม	82
ตารางที่ 7	การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้	86
ตารางที่ 8	ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้	88
ตารางที่ 9	การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ ความรู้ ทักษะที่ใช้สร้างผลงานในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตใน สิ่งแวดล้อม	89
ตารางที่ 10	การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ	97
ตารางที่ 11	เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	104
ตารางที่ 12	เกณฑ์การประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม	108
ตารางที่ 13	วิธีดำเนินการวิจัย	117
ตารางที่ 14	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องสิ่งมีชีวิตใน สิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน	121
ตารางที่ 15	ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดย ใช้สะเต็ม ศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน	122

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน	124
ตารางที่ 17 ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	126
ตารางที่ 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินเนื้อหาแผนการจัดการเรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	154
ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ	157
ตารางที่ 20 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้.....	160
ตารางที่ 21 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	163
ตารางที่ 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน.....	164
ตารางที่ 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน	165

สารบัญแผนภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1 สารระการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	15
ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด STEAM หรือพีรามิด STEAM	21
ภาพที่ 3 หลักพื้นฐานของการเรียนรู้แบบโครงงาน	27
ภาพที่ 4 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560).....	48
ภาพที่ 5 การพัฒนาผลผลิตสร้างสรรค์โดยใช้การเรียนรู้โครงงานเป็นฐาน	69
ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	78
ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน	96
ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม.....	101
ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	103
ภาพที่ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม.....	107
ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน.....	112
ภาพที่ 12 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์.....	123
ภาพที่ 13 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน	125
ภาพที่ 14 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 1	148
ภาพที่ 15 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 2.....	149
ภาพที่ 16 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 3	150
ภาพที่ 17 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 4.....	151
ภาพที่ 18 หนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญ 5.....	152
ภาพที่ 19 โลกของสิ่งมีชีวิต.....	179

ภาพที่ 20 ป่าดิบชื้น.....	180
ภาพที่ 21 ป่าดิบแล้ง.....	181
ภาพที่ 22 ป่าดิบเขา.....	181
ภาพที่ 23 ป่าสนเขา.....	181
ภาพที่ 24 ป่าชายเลน.....	181
ภาพที่ 25 ป่าพุ่มหรือป่าบึงน้ำจืด.....	182
ภาพที่ 26 ป่าเบญจพรรณ.....	182
ภาพที่ 27 ป่าเต็งรัง หรือป่าแดง ป่าแพะ.....	182
ภาพที่ 28 ป่าหญ้า.....	183
ภาพที่ 29 ไร่ไหมบนบกและไร่ ไหมใน.....	183
ภาพที่ 30 ไร่ไหมป่าดิบชื้น.....	184
ภาพที่ 31 ไร่ไหมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น.....	184
ภาพที่ 32 ไร่ไหมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นหรือทุ่งหญ้าแพรรี.....	184
ภาพที่ 33 ไร่ไหมสะพานนา.....	184
ภาพที่ 34 ไร่ไหมทะเลทราย.....	185
ภาพที่ 35 ไร่ไหมป่าฝนตอนเหนือ.....	185
ภาพที่ 36 ไร่ไหมทุนดรา.....	185
ภาพที่ 37 แบบแปลนการจัดสวน.....	188
ภาพที่ 38 ตัวอย่างสวนถาดแบบจีนและแบบแห้ง.....	192
ภาพที่ 39 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สวนสวยด้วยมือเรา.....	217
ภาพที่ 40 การลงมือปฏิบัติ กิจกรรมกรรมสวนสวยด้วยมือเรา.....	219
ภาพที่ 41 ผลงานนักเรียน “กิจกรรมสวนสวยด้วยมือเรา”.....	220
ภาพที่ 42 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ.....	221
ภาพที่ 43 ผลงานนักเรียน “กิจกรรมสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ”.....	223

ภาพที่ 44 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป (1).....	224
ภาพที่ 45 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป (2).....	226
ภาพที่ 46 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรน้ำ”	228
ภาพที่ 47 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรอากาศ”.....	229
ภาพที่ 48 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรป่าไม้”	230



บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในยุคที่โลกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและงานในอาชีพต่าง ๆ ล้วนเป็นผลของความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (ชนภรณ์ ก้องเสียง, 2558: 10) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทำให้คนได้พัฒนาวิถีคิด มีเหตุมีผล คิดริเริ่มสร้างสรรค์ มีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้ สร้างสิ่งใหม่ แก้ปัญหา สามารถใช้ข้อมูลที่หลากหลาย และตรวจสอบได้ ดังนั้นนักเรียนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะให้มีความรู้ความเข้าใจโลกธรรมชาติและเทคโนโลยี สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล และสร้างสรรค์ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2553 :7) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (2561-2580) ด้านการพัฒนาและเสริมสร้างศักยภาพทรัพยากรมนุษย์ กล่าวว่า การพัฒนาที่สำคัญเพื่อพัฒนาคนไทยในทุกมิติ และในทุกช่วงวัยให้เป็นคนดี เก่ง และมีคุณภาพ โดยคนไทยมีความพร้อมทั้งกาย ใจ สติปัญญา มีพัฒนาการที่ครอบคลุมด้าน และมีสุขภาวะที่ดีในทุกช่วงวัย มีจิตสาธารณะ รับผิดชอบต่อสังคมและผู้อื่น (สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561)

การจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 จัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อตอบสนองต่อความต้องการ สอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ซึ่งเป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) คณิตศาสตร์ (Mathematic) และศิลปะ (Art) (วิสูตร โพธิ์เงิน, 2560) ในการบูรณาการเนื้อหาศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา เป็นการกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยสะเต็มศึกษามีลักษณะที่สำคัญ 3 ประการได้แก่ 1) มีสถานการณ์ที่นำไปสู่การแก้ปัญหา 2) มีการออกแบบเชิงสร้างสรรค์เพื่อค้นหาแนวทางการแก้ปัญหา และ 3) มีความดึงดูด เพื่อให้เกิดความกระตือรือร้นในการแก้ปัญหา ร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนทำให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้ากับสถานการณ์ได้และสามารถส่งเสริมความรู้ได้ยาวนาน ผ่านการสืบเสาะหาความรู้ และการนำความรู้มาใช้สร้างสรรค์ชิ้นงาน (Yakman, 2008) สอดคล้องกับ Riley (2014) ที่กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นแนวคิดทางการศึกษาที่นำทางนักเรียนไปสู่การสืบเสาะ การอภิปราย การคิดวิเคราะห์ และมีการวางแผนการทำงานร่วมกับสมาชิกภายในกลุ่ม รวมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ มีความคงทนในการเรียนรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหา และมีการคิดวิเคราะห์ได้ อีกทั้งยังมีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างให้นักเรียนเป็นกำลังพลด้านวิทยาศาสตร์ที่มีความคิดสร้างสรรค์ สามารถสร้างนวัตกรรมสำหรับพัฒนาประเทศ และมีความพร้อมใน

การแก้ปัญหาได้ในอนาคต (Land, 2013; Madden et al., 2013; Kim & Bolger, 2015 อ้างใน ศิริลักษณ์ อิศณพงษ์ ภัทรกร ชัยประเสริฐ และสมศิริ สิงห์หลพ, 2564)

การจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน ผู้สอนให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (Learner Center) โดยใช้เทคนิควิธีสอนที่หลากหลายเพื่อที่จะให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ อีกทั้งเป็นการพัฒนาทักษะต่าง ๆ แก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นทักษะการคิด การสื่อสาร การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี หรือทักษะชีวิต ผู้เรียนมีบทบาทในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน มีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ในรูปแบบต่าง ๆ ที่ตอบสนองความสนใจหรือความต้องการของผู้เรียน โดยผู้เรียนได้ปฏิบัติจริง การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญต้องเลือกใช้รูปแบบการสอน วิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมหลากหลายประกอบกัน เพื่อมุ่งให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง (เขมณัญญ์ มิ่งศิริธรรม, 2011)

จากรายงาน ผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนหนองวัลย์เปียงวิทยา ปีการศึกษา 2562 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 23.95 ซึ่งต่ำกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 29.20 สาระที่มีค่าคะแนนต่ำ คือ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ สอดคล้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 พบว่านักเรียนมีผลการเรียนอยู่ในระดับดี ถึงดีเยี่ยม(เกรด3-4) คิดเป็นร้อยละ 28.12 และนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำถึงค่อนข้างดี (เกรด 1-2.5) คิดเป็นร้อยละ 71.88 และจากการวิเคราะห์ผลการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่ทางโรงเรียนกำหนดในแต่ละตัวชี้วัด

จากการศึกษาสาเหตุที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ พบว่ามีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย คือ ผู้เรียน หลักสูตร ผู้สอนและสาเหตุอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ด้านผู้สอนพบว่า ผู้สอนมุ่งเน้นเนื้อหาและจัดการเรียนการสอนแบบบรรยายเป็นหลักทำให้นักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องใหม่ ๆ ทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายและไม่สนใจเรียนในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นต้องใช้เพื่อนำสู่การค้นหาคำตอบจากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นทักษะสำคัญที่แสดงถึงการมีกระบวนการคิดอย่างมีเหตุมีผลทำให้นักเรียนและผู้ปฏิบัติเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ สามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองไปสู่กระบวนการคิดที่ซับซ้อนมากขึ้น (ชนินันท์ พฤกษ์ประมุข, 2557 :352) เห็นได้จากการส่งนักเรียนเข้าประกวดโครงงานวิทยาศาสตร์ในงานศิลปหัตถกรรมนักเรียนในช่วงปีที่ผ่านมา พบว่าผลงานของนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น และมัธยมศึกษาตอนปลายได้รับรางวัลการเข้าร่วมการแข่งขัน จะเห็นได้ว่านักเรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสมรรถนะที่

สำคัญ ในการนำเสนอผลงานต่อคณะกรรมการ ทำให้ผลงานของนักเรียนขาดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมที่ผู้สอนส่วนใหญ่มีความคุ้นเคย คือ การเรียนรู้จากการทำโครงการ (Project – based Learning: PBL) โครงการเป็นเครื่องมือสำคัญในการขับเคลื่อนผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะสำคัญในการเรียนรู้ อีกทั้งยังมุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้จินตนาการ พัฒนาระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานผ่านการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ (อัศวนนท์,ปกรณั ธเนศวรภัทร, พรพรม ชัยนัทรพร, นันทนา เชาว์ปรีชา และสายสวาท สุวัฒน์กัญะ: 2562)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน (Project – Based learning) เป็นวิธีการสอนวิธีหนึ่งซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดเป็น ทำเป็น รู้จักการแก้ปัญหาด้วยการปฏิบัติ โดยใช้วิธีการเรียนรู้ทางปัญญา (intellectual strategy) ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้โดยการผสมผสานการวิจัยและการสร้างสรรค์โครงการ โดยรวบรวมทักษะใหม่ ๆ ด้านเทคโนโลยี การสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญ และการฝึกการแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สะท้อนถึงความรู้ของผู้เรียน (ศศิโสภิต แพงศรี, 2561: 215) สอดคล้องกับยุทธศาสตร์แผนพัฒนาการศึกษาของกระทรวงศึกษาธิการ ฉบับที่ 12 ที่เน้นการเสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุนมนุษย์ พัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และนวัตกรรม โดยมีเป้าหมายสำคัญ 5 ด้าน ได้แก่ การเข้าถึง ความเท่าเทียม คุณภาพ ประสิทธิภาพและตอบโจทย์บริบทที่เปลี่ยนแปลง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

จากการจัดการเรียนการสอนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา พบว่า การจัดการเรียนการสอน แต่ละรายวิชามุ่งให้ความรู้กับผู้เรียนตามเนื้อหาที่กำหนด เนื้อหาของบางสาระวิชาทำให้นักเรียนอาจเกิดการเบื่อหน่ายต่อการเรียนที่ซ้ำซ้อน และเมื่อนักเรียนพบสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือการพบเจอปัญหา หรือในการสร้างสรรค์ผลงานหรือสิ่งใหม่ ๆ โดยแต่ละสถานการณ์ที่นักเรียนพบไม่สามารถใช้วิชาหนึ่งวิชาใดเข้าแก้ไขปัญหาได้ แต่จำเป็นต้องบูรณาการ กลุ่มความรู้มวลประสบการณ์หลายสาระวิชา และทักษะต่าง ๆ เพื่อจัดการกับ ปัญหาที่ต้องแก้ไข ซึ่งในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นรายวิชาที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ฝึกทักษะที่จำเป็นและพัฒนาตนเอง โดยใช้องค์ความรู้ ทักษะ และเจตคติที่เกิดจากการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะ สมรรถนะสำหรับนักเรียน และเป็นการเรียนการสอนที่นักเรียนได้ลงมือ ปฏิบัติกิจกรรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการเรียนรู้ในสังคมปัจจุบัน นักเรียนต้องมียากกว่า ความรู้ที่ได้รับ แต่นักเรียนยังต้องสามารถนำความรู้ที่นำมาปรับใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองในการ ทำงานและการดำรงชีวิต

สังคมจึงคาดหวังอย่างยิ่งว่า “การศึกษาไทยต้องมีคุณภาพ” คุณภาพการศึกษาที่ดี ย่อมเกิดจากการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ และทักษะกระบวนการที่จำเป็นเพื่อสร้างรากฐานความสำเร็จในการศึกษาและหน้าที่การงาน และนำไปสู่การมีความสุขในการดำเนินชีวิตเยาวชนซึ่งเป็นอนาคตของชาติ มีความรู้ มีทักษะ กระบวนการเรียนรู้ที่ถูกต้องสอดคล้องกับทักษะชีวิต ได้พัฒนาการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ประเมินค่า เลือกดัดสนใจ วางแผน ลงมือปฏิบัติชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์ (สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ, 2560) การคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมเป็นสมรรถนะสำคัญที่ควรพัฒนาและส่งเสริมให้กับผู้เรียนผ่านการทำโครงการ เนื่องจากลักษณะกิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีลักษณะที่เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า ทดลอง และอภิปรายซักถาม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกให้มีการวิพากษ์ วิจารณ์เพื่อพัฒนาผลงาน ให้ผลป้อนกลับกับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่นวัตกรรมที่สร้างสรรค์ออกสู่สาธารณะ ครูผู้สอนต้องมีการวางแผนและออกแบบกิจกรรมให้เหมาะกับบริบทผู้เรียน กำหนดเกณฑ์การประเมินผลงานให้ครอบคลุมความรู้ ความสำคัญและความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง สร้างวัฒนธรรมการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน วางแผนการจัดการผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้คำแนะนำและผลป้อนกลับกับผู้เรียน เพื่อให้สามารถผลิตผลงานได้ตามมาตรฐานและมีคุณภาพ เมื่อครูได้วางบทบาทหน้าที่และปฏิบัติการดูแลผู้เรียนดังกล่าว จะส่งผลให้ผู้เรียนไป สู่ความสำเร็จในการทำงาน สามารถรังสรรค์และผลิตนวัตกรรมที่มีคุณภาพ มีความหมายต่อการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (อศวนนทปกรณ์ ธเนศวรภัทร พรพรมชัชฉัตรพรสุข ฉันทนา เชาวน์ปรีชา และสายสวาท สุวัฒน์กัญญา, 2562)

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม มาใช้ในการสอนวิทยาศาสตร์ ซึ่งจะเป็ นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้งส่งเสริมทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมที่ดีขึ้น ทั้งนี้เพื่อนำผลการวิจัยที่ได้มาเป็นแนวทางในการแก้ไขปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนของครูในวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำถามการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐานมีความแตกต่างกันหรือไม่อย่างไร

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐาน หลังการใช้กิจกรรมอยู่ในระดับใด

3. การสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐาน อยู่ในระดับใด

4. ความพึงพอใจหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐานเป็นอย่างไร

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐาน

2. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐาน

3. เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐาน

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการงานเป็นฐานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี

3. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานมีการสร้างสรรค์นวัตกรรมอยู่ในระดับดี

4. นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองวัลย์-เปรียงวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จำนวน 225 คน

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งผลการสุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 12 คน

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 การสร้างสรรค์นวัตกรรม

2.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

3. ขอบเขตของเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย ครั้งนี้ประกอบด้วย

เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ว30103 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 มีสาระสำคัญดังนี้

ระบบนิเวศ (ecosystem) เป็นการอาศัยอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณนั้น ในระบบนิเวศ จะมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นลำดับขั้น เรียกว่า การแทนที่ของระบบนิเวศ (ecological succession) โดยมีปัจจัยทางกายภาพและทางชีวภาพเข้ามาเกี่ยวข้อง

ในปัจจุบัน ระบบนิเวศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เนื่องจากการนำทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมมาใช้ประโยชน์จนก่อให้เกิดการลดจำนวนและความเสื่อมโทรมของ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็วส่วนใหญ่มาจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งการลดจำนวน และความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนำมาซึ่งปัญหา ทั้งในระดับท้องถิ่น และระดับโลก จึงจำเป็นต้องมีแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมเพื่อให้มีทรัพยากรธรรมชาติใช้ตลอดไป ประกอบด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

1. ความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ
3. ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

4. ระยะเวลาในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้ระยะเวลา ในการทดลอง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็น 18 ชั่วโมง

นิยามศัพท์เฉพาะ

เพื่อให้คำศัพท์ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยจึงขอกำหนดความหมายของคำศัพท์ เฉพาะที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามสาระวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A) และคณิตศาสตร์ (M) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ ได้ ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมและพัฒนาจนเกิดทักษะให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และ แก้ปัญหาได้อย่างสร้างสรรค์ ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา 4) วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา 5) ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา 6) สรุปผลและ นำเสนอผลงาน

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญและความสามารถในการใช้ การคิดและกระบวนการคิด เพื่อค้นหาความรู้ รวมทั้งการแก้ปัญหาต่างๆ ประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้แก่ 1) การตั้งสมมติฐาน หมายถึง ความสามารถในการให้ข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบ ล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง 2) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ หมายถึง เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขตของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง)

ให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตหรือวัดได้ 3) การกำหนดและควบคุมตัวแปร หมายถึง ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ที่ต้องการศึกษา 4) การทดลอง หมายถึง ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง 5) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป คือ การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือ การบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์ 6) การสร้างแบบจำลอง หมายถึง นำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจใน รูปแบบของแบบจำลองแบบต่าง ๆ (พิมพ์พันธ์ เตชะคุปต์, 2553) โดยผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือในการประเมินเป็นแบบประเมินค่าหรือมาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)

3. การสร้างสรรค์นวัตกรรม หมายถึง ผลการออกแบบการสร้างสรรค์นวัตกรรมชิ้นงาน 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการออกแบบ 2) ด้านการวางแผน/ความร่วมมือ 3) ด้านความคิดสร้างสรรค์ และ 4) ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน โดยผู้วิจัยออกแบบเครื่องมือในการประเมินในรูปแบบประเมินแบบ check list และ Rubric Scoring

4. ความพึงพอใจของนักเรียน หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานแบ่งออกเป็น 3 ตอนประกอบด้วย ตอนที่ 1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ตอนที่ 2 แบบสอบถามความพึงพอใจมีทั้งหมด 4 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านการจัดการเรียนการสอน 2) ด้านเนื้อหาและการวัดผลประเมินผล 3) ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้และ 4) ด้านครูผู้สอน ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ

5. นักเรียน หมายถึง ผู้ที่กำลังศึกษาอยู่ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียง-วิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม หมายถึง ระดับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 1 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยวัดพฤติกรรมด้านความรู้ความสามารถทางสติปัญญา 6 ด้าน ได้แก่ 1) ความจำ 2) การเข้าใจ 3) การประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินผล และ 6) การสร้างสรรค์ โดยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นแบบปรนัยเลือกตอบ 4 ตัวเลือก (ตอบถูกได้ 1 และตอบผิดได้ 0) จำนวน 30 ข้อ

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้รับการพัฒนาทางด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการพัฒนาความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรม
2. เป็นแนวทางแก่ครูผู้สอนกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ
3. โรงเรียนได้แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองวัลย์เปียงวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

1.3 หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3. แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนแบบโครงการเป็นฐาน

3.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐาน

3.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.3 หลักการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.5 บทบาทของครูและนักเรียน

3.6 ความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.7 คุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.8 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐาน

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

4. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - 4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. หลักการ แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับนวัตกรรม
 - 5.1 ความหมายของนวัตกรรม
 - 5.2 ประเภทของนวัตกรรม
 - 5.3 ลักษณะของนวัตกรรม
 - 5.4 การประเมินนวัตกรรม
 - 5.5 บทบาทของผู้สอน
 - 5.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. ความพึงพอใจ
 - 6.1 ความหมายของความพึงพอใจ
 - 6.2 การวัดความพึงพอใจ
 - 6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
7. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนหนองวัลย์เปரியวิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:4)

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:4) มีหลักการสำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับการพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาและการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551:6) ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับส่งสารมีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิดความรู้ ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้

มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหาและมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันการเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสารการทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม

(กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 4-5)

1.2 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดเพื่อให้ได้กระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560)

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

1. เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
2. เพื่อให้เข้าใจขอบเขตธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
3. เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
4. เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
5. เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต

เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ

เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายเหมาะสมกับระดับชั้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

✧ วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต

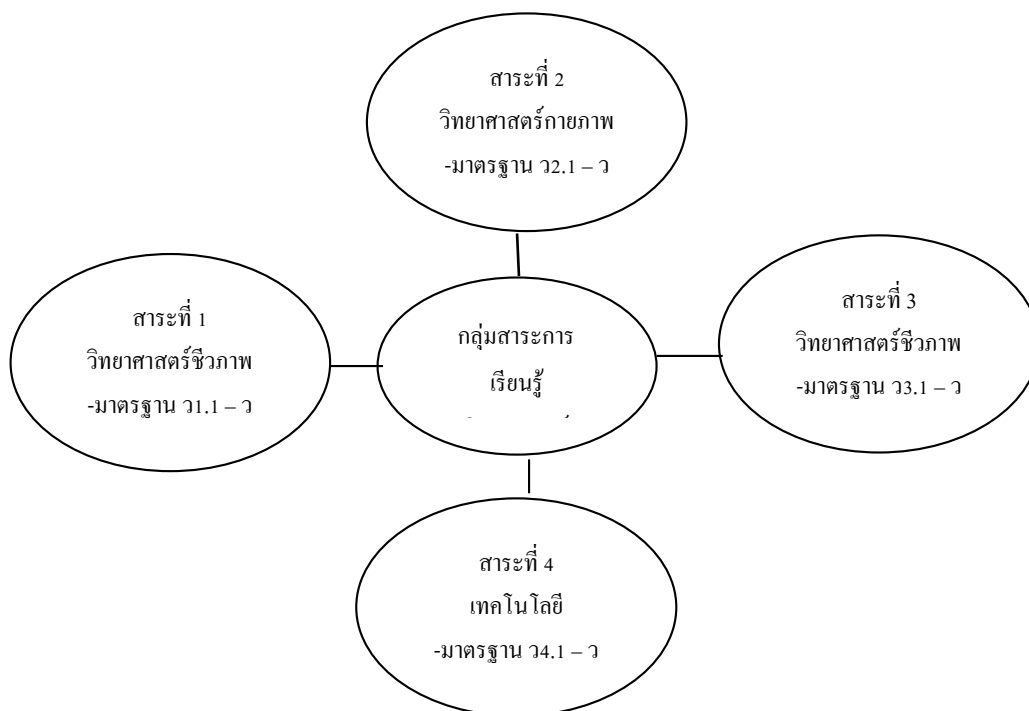
✧ วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น

✧ วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

✧ เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยี เรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ (กระทรวงศึกษา, 2560: 2-4) สรุปเป็นแผนภาพ ได้ดังนี้



วิทยาศาสตร์เพิ่มเติม • สาระชีววิทยา • สารเคมี • สารฟอสเฟต • สารโลก ดาราศาสตร์ และอวกาศ

ภาพที่ 1 สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, 2560

มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลางวิทยาศาสตร์
 สาระวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
ม.4	1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย ซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม
	2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานานซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้
	3. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร	การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร
	4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบต่อในระดับท้องถิ่น บางปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อในระดับประเทศ และบางปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อในระดับโลก การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการ

ตารางที่ 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง (ต่อ)

ชั้น	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
		ทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน

1.3 หลักสูตรสถานศึกษาพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา เป็นโรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดเล็ก สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 9 จังหวัดสุพรรณบุรี โดยเริ่มแรกในปีการศึกษา 2537 เปิดเป็นโรงเรียนสาขาของโรงเรียนบางลี่วิทยา มีนักเรียนชายหญิงจำนวน 102 คน ปัจจุบันได้เปิดทำการเรียนการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และตอนปลายจำนวน 2 ห้องเรียน โดยในปีการศึกษา 2563 โรงเรียนมีนักเรียนจำนวนทั้งสิ้น 225 คน ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีจำนวน 2 ห้องเรียน เป็นแผนการเรียนวิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน และแผนการเรียนอังกฤษ – คณิตศาสตร์ 1 ห้องเรียน

วิสัยทัศน์โรงเรียน

ดูแลช่วยเหลือนักเรียนอย่างเป็นระบบ ให้นักเรียนมีความรู้ คู่คุณธรรม

พันธกิจ

- ส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชากรวัยเรียนทุกคนได้รับการศึกษาอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพ
- ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีคุณธรรม จริยธรรม มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตร และค่านิยมหลักของคนไทย 12 ประการ
- พัฒนาระบบบริหารจัดการที่เน้นการมีส่วนร่วม เพื่อเสริมสร้างความรับผิดชอบต่อคุณภาพการศึกษาและบูรณาการจัดการศึกษา

เป้าประสงค์

- ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ มีทักษะในการดำรงชีวิต มีความเป็นไทย ดำรงชีวิตแบบเศรษฐกิจพอเพียงและก้าวสู่ประชาคมอาเซียน
- พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาในการจัดกระบวนการเรียนรู้สู่มีอาชีพให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน มีระบบดูแลช่วยเหลือนักเรียนเพื่อสร้างโอกาสให้แก่แก่นักเรียน
- ทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้องมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษา

โครงสร้างหลักสูตรสถานศึกษา

เพื่อให้การศึกษาเป็นไปตามหลักการ จุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้
โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา จึงกำหนดโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา ดังนี้

ระดับช่วงชั้น

โรงเรียนได้กำหนดหลักสูตรเป็น 2 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน

- ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 - 3
- ช่วงชั้นที่ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6

สาระการเรียนรู้

โรงเรียนกำหนดสาระการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งประกอบด้วยองค์ความรู้ ทักษะหรือ
กระบวนการ และคุณลักษณะหรือค่านิยม คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียนเป็น 8 กลุ่มสาระ ดังนี้

1) ภาษาไทย 2) คณิตศาสตร์ 3) วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4) สังคมศึกษา ศาสนาและ
วัฒนธรรม 5) สุขศึกษาและพลศึกษา 6) ศิลปะ 7) การงานอาชีพ และ 8) ภาษาต่างประเทศ

เวลาเรียนตลอดหลักสูตรจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี แต่ละปีการศึกษา มีเวลาเรียน
40 สัปดาห์ หรือ 200 วัน กำหนดให้เรียนปีละ ไม่เกิน 1,200 ชั่วโมง จัดเวลาเรียน 8 คาบ/วัน

2. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEM Education)
เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) 2560)
โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนารูปแบบทางการศึกษา หรือแนวคิดที่
เรียกว่าสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ขึ้นมา โดยมีรากฐานที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา
(STEAM Education, 2015) โดยชื่อ “STEAM Education” มาจากองค์ประกอบของอักษร
ภาษาอังกฤษทั้งหมด 5 ตัวอักษร ซึ่งในแต่ละตัวอักษรแสดงถึงเนื้อหาวิชาที่จะนำมาบูรณาการ
การสอนเข้าด้วยกัน 5 เนื้อหาสาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ (S) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรม (E) ศิลปะ (A)
และคณิตศาสตร์ (M) โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันได้ผ่าน
การประยุกต์กับบริบทหรือสถานการณ์จริง สาเหตุที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษา
เนื่องจากต้องการสร้างกรอบความคิดทางการศึกษา ที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวิทยาศาสตร์
บริสุทธิ์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะได้ (สมรภัค อินทวิมล, 2560)

2.1 ความหมายของสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

นักวิชาการทางการศึกษา กล่าวถึงความหมายของ STEAM Education ที่สอดคล้องกันดังนี้ Yakman (2014) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบ STEAM พัฒนามาจากโมเดล STEM เดิมซึ่งเป็นการบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยศาสตร์การเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (S: Science), เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปศาสตร์ (A: Arts), และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) ให้มีความสัมพันธ์เป็นหนึ่งเดียวทางด้านการสอนโดยการเพิ่มศิลปศาสตร์เข้ามาเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างศิลปศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงสร้างสรรค์) และวิทยาศาสตร์ (เน้นการคิดเชิงวิชาการ) เพื่อนำไปสู่การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ และเกิดความมั่นคงในการเรียนวิทยาศาสตร์ (สุนารี ศรีบุญ, 2561)

วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา อังนิจรา สันติไพบูลย์ (2561) กล่าวว่า STEAM เป็นการจัดการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงความรู้และบูรณาการความรู้ทั้ง 5 สาขาวิชา คือวิทยาศาสตร์ (A) เทคโนโลยี (T) วิศวกรรมศาสตร์ (E) คณิตศาสตร์ (M) และศิลปะ (A) เพื่อพัฒนาให้มนุษย์มีทักษะในศตวรรษที่ 21 บนพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ จัดการบูรณาการวิชาในการแก้ปัญหา ความคิดสร้างสรรค์ การสื่อสารการเป็นผู้นำและการทำงานร่วมกับผู้อื่น สามารถนำทักษะความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อพัฒนาตนเองและพัฒนาประเทศในด้านเศรษฐกิจ สังคม สาธารณสุข และความมั่นคงของประเทศ

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่า STEAM เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการที่นำศิลปะมาบูรณาการกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม และคณิตศาสตร์

สุภัค โอพาพิริยกุล (2562) กล่าวว่าสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยการบูรณาการวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) ศิลปะ (Arts) และ คณิตศาสตร์ (Mathematics) เข้าด้วยกันโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ในการดำเนินชีวิต

พสธร วงศ์ชารี (2562) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ ที่มุ่งเน้นส่งเสริมให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ และสามารถสร้างชิ้นงาน

จากแนวคิดเกี่ยวกับความหมายการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี

วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ในการดำเนินชีวิต

2.2 แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

Yakman, G. อ่างในวิสูตร โภธิ์เงิน (2560) นำเสนอรอบแนวคิด STEAM หรือปริามิต STEAM ซึ่งแบ่งระดับของเนื้อหา และรูปแบบการใช้ดังนี้คือ

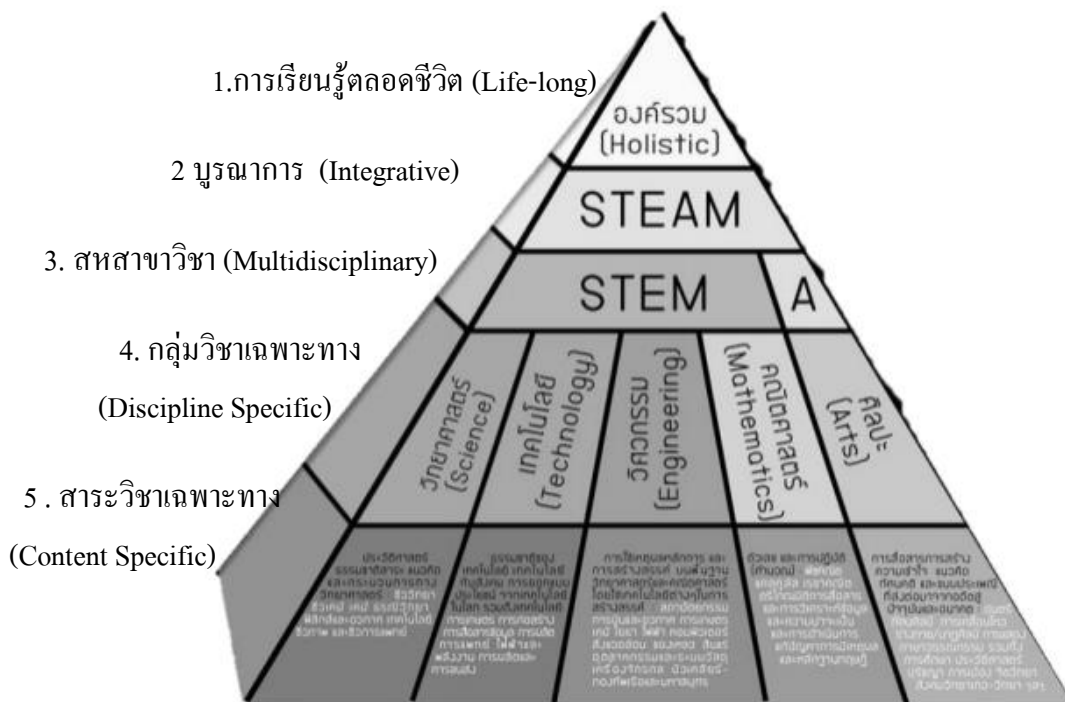
ขั้นที่ 1 เป็นเนื้อหาสาระที่เฉพาะเจาะจง (Content Specific) ด้วยการศึกษาที่มีอยู่หลังมัธยมศึกษาที่เฉพาะทางมากกว่าทุกลำดับขั้นของพีระมิต

ขั้นที่ 2 เป็นกลุ่มองค์ความรู้ที่แบ่งตามศาสตร์ (Discipline Specific) เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานของศาสตร์ในแต่ละศาสตร์จะเป็นการศึกษาเน้นพื้นฐานของศาสตร์เหมาะสมสำหรับช่วงชั้นมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 3 เป็นการเรียนรู้แบบสหสาขาวิชา (Multidisciplinary) เป็นการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นวิทยาศาสตร์ในเชิงการใช้แนวคิด STEM เพื่อสร้างผลงาน โดยที่แยกศิลปศาสตร์ออกอย่างชัดเจนหรือเป็นตัวเสริมแนวคิดหลัก ที่มักจะจัดกิจกรรม โดยผ่านการกำหนดหัวเรื่อง/หรือ โปรเจ็ค ซึ่งทาง Yakman ได้นำเสนอว่าแนวทางในระดับชั้นเหมาะกับเด็กระดับชั้นมัธยมศึกษาในการปฏิบัติ

ขั้นที่ 4 บูรณาการ (Integrative) เป็นการเชื่อมโยงศาสตร์ทั้งแนวคิดของ STEM และ Arts เข้าด้วยกัน โดยผ่านการลงมือทำเป็นผลงานหรือเป็นหัวเรื่องที่ได้รับมอบหมาย เป็นการบูรณาการเนื้อหาสาระและวิธีสอนที่ให้ Arts มีบทบาทไม่ยิ่งหย่อนไปกว่า STEM ซึ่งสามารถส่งเสริมให้เด็กมองเห็นภาพในเชิงองค์รวมของสิ่งที่มีอยู่ ซึ่งเหมาะสำหรับเด็กประถมศึกษาจนถึงมัธยมศึกษา

ขั้นที่ 5 การศึกษาแบบองค์รวมตลอดชีวิต เป็นขั้นที่มุ่งเน้นแนวคิดการเรียนรู้ของคนทุกเพศทุกวัยที่สามารถเรียนรู้แบบองค์รวมได้ด้วยตัวเอง (Life-long Holistic) ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิด STEAM หรือพีระมิด STEAM

ที่มา : วิสูตร โพธิ์เงิน, STEAM ศิลปะเพื่อเสริมศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก (นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2560), 6.

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM ในโรงเรียนทั่วโลก ได้มีการใช้อย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศสาธารณรัฐเกาหลี ซึ่งประสบความสำเร็จในการจัดการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แนว STEAM เป็นอย่างดี ที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการทำงานในบริบทและสภาพแวดล้อมของผู้เรียนเป็นการส่งเสริมการคิด ความสามารถที่หลากหลาย สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้หลากหลายวิธีมุ่งสู่การมีวิชาการและทักษะการใช้ชีวิตควบคู่กันไป ในความเป็นมาตรฐานการเรียนรู้จากของจริง การค้นหา สืบค้นเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมและสิ่งใกล้ตัวในประเทศสาธารณรัฐเกาหลี “สะเต็มศึกษา” (STEAM Education) กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้ไม่ เพียงแต่นำสาระวิชาวิทยาศาสตร์และศิลปะมาใช้สอนด้วยกัน แต่กำหนดไว้เป็นวัตถุประสงค์ว่า เพื่อใช้ศิลปะมาส่งเสริมการรับรู้ความสามารถความเชื่อมั่นและความสนใจในวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มากยิ่งขึ้นจึงสร้างแรงบันดาลใจและแรงจูงใจให้นักเรียนที่อยากจะประกอบอาชีพในด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น (Baek, 2011; Yakman, G. & Lee, H., 2012)

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) กล่าวว่าปัจจัยสำคัญในการนำแนวคิด STEAM มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คือ

1. การนำเสนอสถานการณ์ (Presentation Situation) สร้างความเข้าใจถึงเหตุผล ความจำเป็นในการแก้ปัญหา
2. การออกแบบสร้างสรรค์ (Creative Design) การค้นพบแนวทางแก้ไขปัญหา
3. การสร้างความจับใจ (Emotional Touch) การสร้างแรงกระตุ้นในการแก้ปัญหาที่ท้าทาย หรือการพัฒนาในสิ่งที่น่าสนใจ สร้างแรงจูงใจและสร้างความรู้สึกรักใคร่ หรือภูมิใจในการแก้ปัญหาได้สำเร็จ

National Research Council (2012) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้บูรณาการสะเต็มศึกษา (STEAM Education) พัฒนามาจากกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมประกอบด้วย

1. การระบุปัญหา (problem Identification) เริ่มต้นจากการที่ผู้แก้ปัญหาตระหนักถึงสิ่งที่เป็นปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหาวิธีการหรือสร้างสิ่งประดิษฐ์ (innovation) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริงบางครั้งคำถามหรือปัญหาที่เราจะเจออาจประกอบด้วยปัญหาย่อย ในขั้นตอนของการระบุปัญหา ผู้แก้ปัญหามustพิจารณาปัญหาหรือกิจกรรมย่อยที่ต้องเกิดขึ้นเพื่อประกอบเป็นวิธีการในการแก้ปัญหาใหญ่ด้วย
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) คือ การรวบรวม ข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแนวทางการแก้ปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) คือ เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) คือ เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) เป็นขั้นตอนทดสอบและประเมินการใช้งานต้นแบบเพื่อแก้ปัญหา ผลที่ได้จากการทดสอบและประเมินอาจถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหามากขึ้น การทดสอบและประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้หลายครั้งในกระบวนการแก้ปัญหา
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) หลังจากการพัฒนา ปรับปรุง ทดสอบและประเมินวิธีการแก้ปัญหาหรือผลลัพธ์จึงมีประสิทธิภาพตาม

ที่ต้องการแล้วผู้แก้ปัญหาต้องนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน โดยต้องออกแบบวิธีการนำเสนอ ข้อมูลที่เข้าใจง่ายและน่าสนใจ

Chan อ้างใน สมรัก อินทวิมลศรี (2560) กล่าวว่า กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering design process) เป็นวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5-step cycle) ที่ทำให้ครูสามารถสร้าง สิ่งแวดล้อมในการสืบสอบ ให้นักเรียนได้ผ่านการใช้คำถามและการลงมือปฏิบัติ โดยมีขั้นตอน การสอนดังกล่าว ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตั้งคำถาม (Ask question) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งคำถามหรือปัญหาของตนเอง หรือตั้งคำถามร่วมกันในกลุ่ม ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและบริบทในชีวิตจริงของนักเรียน
2. ขั้นจินตนาการ (Imageining) ครูมีเวลาให้นักเรียนคิดจินตนาการหาคำตอบหรือทางแก้ไขปัญหาที่ดีที่สุด
3. ขั้นวางแผน (Planing) ครูให้นักเรียนได้วางแผนและออกแบบวิธีการให้ได้มาซึ่งคำตอบหรือวิธีการแก้ไขปัญหา
4. ขั้นสร้าง (Creating) ครูให้นักเรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม โครงการงาน (Project – based activities) ในการสร้าง ออกแบบ หรือทำการทดลองที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาและปัญหาที่นักเรียนกำลังศึกษา และทำการประเมินผลงาน เช่น การให้นักเรียนประเมินตนเอง การทดสอบประสิทธิภาพของผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น ประเมิน โดยครูและรับข้อเสนอแนะ และให้นักเรียนทำเพิ่มเติมผลงาน
5. ขั้นปรับปรุงเพื่อการพัฒนา (Improving) ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ปรับปรุงผลงานของตนเอง หลังจากนั้นให้นักเรียนได้นำเสนอผลงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น การทำเพิ่มเติมผลงานออนไลน์ การประกวดแข่งขันผลงาน การได้เวที การจัดแสดงผลงานที่นักเรียนหรืองานมหกรรมวิทยาศาสตร์ และการจัดทำเป็นวีดิทัศน์ เป็นต้น

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) มีองค์ประกอบ 6 ขั้นตอน ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	National Research Council (2012)	Chan อ่างใน สมรค์ อินทวิมลศรี (2560)	ผลการวิเคราะห์แนว ทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา
1.การนำเสนอ สถานการณ์ (Presentation Situation)	1.การระบุปัญหา (problem Identification)	1.ขั้นตั้งคำถาม (Ask question)	1.กำหนดปัญหา หรือ สถานการณ์
	2.รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา (Related Information Search)	2.ขั้นจินตนาการ (Imageining)	2. รวบรวมข้อมูลและ แนวคิดที่เกี่ยวข้องกับ ปัญหา (Related Information Search)
2. การออกแบบ สร้างสรรค์ (Creative Design)	3.ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา (Solution Design)		3. ออกแบบวิธีการ แก้ปัญหา (Solution Design)
3.การสร้างความ จับใจ (Emotional Touch)	4.วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา (Planning and Development)	3.ขั้นสร้าง (Creating) 4.ขั้นวางแผน (Planing)	4.วางแผนและ ดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
	5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)	5. ขั้นปรับปรุงเพื่อ การพัฒนา (Improving)	5.ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน(Testing, Evaluation and Design Improvement)

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) (ต่อ)

วิสูตร โพธิ์เงิน (2560)	National Research Council (2012)	Chan อ่างใน สมรค์ อินทวิมลศรี (2560)	ผลการวิเคราะห์แนว ทางการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางสะเต็ม ศึกษา
	6.นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน (Present the solution)		6.นำเสนอวิธีการ แก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution)

ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ นักเรียนทำความเข้าใจปัญหาหรือสถานการณ์ วิเคราะห์เงื่อนไขและข้อจำกัดของสถานการณ์ปัญหา เพื่อกำหนดปัญหาและนำไปสู่การสร้างชิ้นงาน

2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแนวทางการแก้ปัญหา

3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) เป็นการกำหนดลำดับขั้นตอนของการสร้างชิ้นงานหรือวิธีการ แล้วลงมือสร้างชิ้นงานหรือพัฒนาวิธีการเพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

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

6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution) เป็นการนำเสนอแนวคิดและขั้นตอนการแก้ปัญหการสร้างชิ้นงานหรือการพัฒนาชิ้นงาน จนมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการแล้วนำเสนอผลลัพธ์ต่อสาธารณชน

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สมรค์ อินทวิมล (2560) ศึกษา ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดีขึ้นไป 2) นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน 3) นักเรียนที่เรียนชีววิทยาตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาหลังเรียนอยู่ในระดับปานกลาง

สุนารี ศรีบุญ (2560) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับสูง 3) ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน อยู่ในระดับมาก

มินตรา กระเป่าทอง (2561) ศึกษาการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.28/80.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่สร้างขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิภาพ 0.70 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4) ผลการศึกษาความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศิริลักษณ์ อิศณพงษ์ ภัทรภร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์หลพ (2564) ศึกษาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อวิชาเคมี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 70) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความคิดสร้างสรรค์

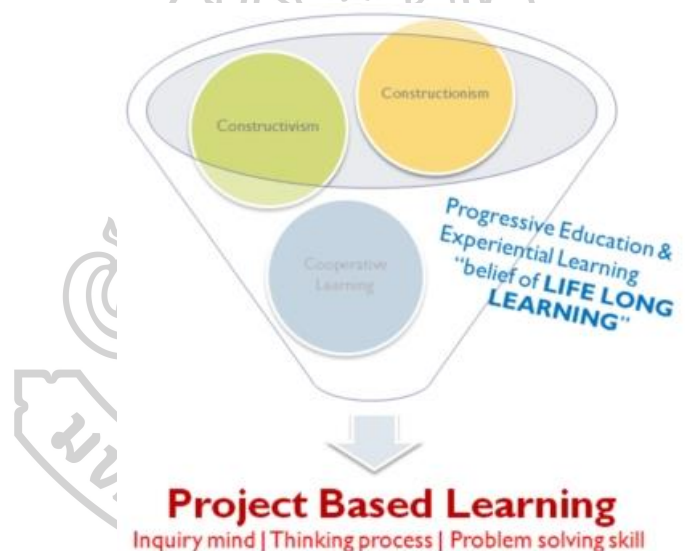
ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) มีเจตคติต่อวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการศึกษางานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education ช่วยให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ในการสร้างชิ้นงานและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

3. แนวคิด ทฤษฎี เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน

การเรียนรู้แบบ โครงงาน (Project Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต สอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism , constructionism และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้



ภาพที่ 3 หลักพื้นฐานของการเรียนรู้แบบ โครงงาน

ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานนี้ ยึดหลักการของ constructionism ซึ่งพัฒนาต่อมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของ เพียเจต์ (Piaget) โดยศาสตราจารย์เซมัวร์ เพพเพิร์ต (Seymour Papert) เป็นผู้นำเสนอการใช้สื่อทางเทคโนโลยี ช่วยในการสร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยอาศัยพลังความรู้ของผู้เรียนเอง และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็จะเสมือนเป็นการสร้างความรู้ขึ้นในตัวเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทน ไม่ลืมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของ

ตัวเองได้ตื่นอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเอง ยังเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีที่สิ้นสุด (ทิสนา แจมมณี, 2559)

ทฤษฎี constructionism มีสาระสำคัญที่กล่าวว่า ความรู้ไม่ใช่เกิดจากผู้สอนเพียงอย่างเดียว แต่สามารถสร้างขึ้น โดยผู้เรียนเองได้ และการเรียนรู้จะเกิดขึ้น ได้ดีก็ต่อเมื่อผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning by Doing) (วัชรินทร์ โพธิ์เงิน, พรจิต ประทุมสุวรรณ และ สันติ หุตะมาน, 2557)

3.2 ความหมายของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน

มีนักวิชาการหลายท่านให้ความหมายของการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานไว้ดังต่อไปนี้

Hargis (2005) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงงาน เป็นวิธีการที่ผู้สอนเชื่อมโยงผู้เรียนเข้ากับการค้นพบจากคำถาม ข้อสงสัยตามความสนใจ โดยที่ผู้เรียนสามารถค้นพบคำตอบโดยใช้การคิด กระบวนการสืบสวนสอบสวน การค้นหา และการเรียนรู้แบบร่วมมือกับผู้เรียนด้วยกัน

Buck Institute for Education. (2015) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นวิธีการสอนที่ผู้เรียนได้รับความรู้และทักษะจากการทำงาน โดยใช้เวลาในการเสาะหาและหาคำตอบในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและท้าทาย ซึ่งมักเป็นปัญหาในสถานการณ์จริง โดยต้องอาศัยความรู้ที่ลึกซึ้ง

ดวงเนตร ธรรมกุล และ วนิตา ดันเจริญรัตน์ (2557) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบโครงการ (Project-Based Learning) เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างผลงานที่เป็นรูปธรรม โดยใช้ความรู้ความสามารถที่สั่งสมมา วิธีการนี้จะเป็นการช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด พินิจพิจารณา แสดงความคิดเห็น และเลือกวิธีการที่จะดำเนินโครงการของตนให้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี นอกจากนี้การเรียนรู้แบบนี้ยังมีส่วนช่วยให้ผู้เรียนได้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ของสิ่งที่ตนเองกำลังเรียนรู้อยู่กับชีวิตจริงที่เกี่ยวข้องกับตัวเอง ทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้และพัฒนามากยิ่งขึ้นเพราะเล็งเห็นความเกี่ยวข้องของบทเรียนผ่านการทำโครงการรวมถึงผู้เรียนจะเกิดทักษะการทำงานร่วมกัน ทักษะการนำเสนอผลงาน ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมมีความรู้เพิ่มมากขึ้นและสามารถนำผลงานของนักศึกษาที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไปได้ ซึ่งการแสดงผลงานต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และการทำงานให้แก่ผู้เรียนได้

วัชรมา เล่าเรียนดี (2556:113-114) กล่าวว่า การเรียนการสอนแบบ โครงการ (Project-Based Learning) เป็นการจัดการเรียนรู้ด้วยการให้ปฏิบัติเพื่อให้ได้มา ซึ่งความรู้ วิธีการ และผลของการทำโครงการอาจให้ปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม ใช้เวลาในการปฏิบัติตามความยากง่ายซับซ้อนของกิจกรรมและเนื้อหา ผลของการเรียนรู้ด้วยโครงงาน คือ ผลลัพธ์ ผลผลิต การนำเสนอผลงาน

และการปฏิบัติงาน การเรียนรู้ด้วยการทำโครงการอาจเป็นส่วนหนึ่งของมันและมันกับการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Learning) โดยที่การเรียนรู้ด้วยการทำโครงการนั้นผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมโครงการ ที่จะปฏิบัติและสิ่งที่เขาจะปฏิบัติตามโครงการ และโครงการนั้นอาจจะไม่ตอบสนองต่อปัญหาใดปัญหาหนึ่งก็ได้ในทางตรงกันข้ามการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานนั้นต้องมีปัญหามาไปสู่การเรียนรู้ เป็นปัญหาเฉพาะที่ต้องหาคำตอบหรือแก้ปัญหาด้วยกระบวนการแก้ปัญหา

ทิสนา แคมมณี (2559 :139) การเรียนการสอนแบบ โครงการ (Project-Based Learning) เป็นการจัดสภาพการณ์ของการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนได้ร่วมกันเลือกทำโครงการที่ตนสนใจ โดยร่วมกันสำรวจ สังเกต และกำหนดเรื่องที่ตนสนใจ วางแผนในการทำโครงการร่วมกัน ศึกษาหาข้อมูล ความรู้ที่จำเป็น และลงมือปฏิบัติงานตามแผนงานที่วางไว้จนได้ข้อค้นพบหรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่แล้วจึงเขียนรายงานและนำเสนอต่อสาธารณชน เก็บข้อมูล แล้วนำผลงานและประสบการณ์ทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดค้น และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากประสบการณ์ที่ได้รับทั้งหมด

ลัดดา ภูเกียรติ อ่างใน (ภูวลักษณ์ บุญศรี: 2560) กล่าวว่า โครงการเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เกิดจากความสนใจใคร่รู้ของ ผู้เรียนที่อยากจะศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือหลาย ๆ สิ่งที่เกี่ยวข้องหรืออยากรู้คำตอบให้ ลึกซึ้งชัดเจน หรือต้องการเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ให้มากขึ้นกว่าเดิม โดยใช้ทักษะกระบวนการแก้ปัญหา และปัญหาหลาย ๆ ด้าน มีวิธีการศึกษาอย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอนอย่างต่อเนื่อง มีการวางแผนใน การศึกษาอย่างละเอียด และลงมือปฏิบัติตามที่วางแผนไว้จนได้ข้อสรุปหรือผลการศึกษาหรือคำตอบ เกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ

การทำโครงการ หมายถึง การศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีใหม่ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีครูบาอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้ความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ใหม่และวิธีการใหม่นั้น ทั้งนักเรียนและครูไม่เคยรู้ หรือมีประสบการณ์ (พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข: 2562:4)

จากความหมายของการเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นฐานข้างต้นสามารถสรุปได้ว่าการเรียนรู้โดยใช้โครงการ เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเรื่องที่ตนเองสนใจโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และรู้จักการแก้ปัญหา ได้อย่างสร้างสรรค์ โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ หรือให้คำปรึกษา

3.3 หลักการจัดการการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

Railsback (2002) อ้างถึงใน (ณัฐริกา ก้อนเงิน, 2558 : 68) กล่าวถึงหลักการของการจัดการเรียนรู้แบบโครงงาน (Project Based Learning) ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้โดยตรง
2. มีจุดเริ่มต้น การดำเนินงาน และสรุปผลที่ชัดเจน
3. เนื้อหามีคุณค่ากับผู้เรียนตามสภาพแวดล้อมของผู้เรียน
4. ปัญหาที่แท้จริงตามสภาพแวดล้อม
5. สามารถตรวจสอบได้โดยตรง
6. มีความสัมพันธ์ต่อวัฒนธรรมท้องถิ่นและเหมาะสมกับวัฒนธรรม
7. มีเป้าหมายที่เฉพาะเจาะจงที่เกี่ยวข้องกับหลักสูตรและโรงเรียนอำเภอ หรือมาตรฐานของรัฐ
8. ผลิตภัณฑ์ ผลงาน สามารถจับต้องและสามารถใช้ร่วมกันได้
9. มีความเชื่อมโยงระหว่างการศึกษาชีวิตและทักษะในการทำงาน
10. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับข้อเสนอแนะและการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญหรือแหล่งความรู้ที่มีความเชี่ยวชาญ
11. ผู้เรียนมีโอกาสในการคิดไตร่ตรองและการประเมินตนเองมีการประเมินผลได้อย่างแท้จริง

Blumenfeld et al. (1994) อ้างถึงใน (ณัฐริกา ก้อนเงิน, 2558 : 68 - 69) ได้เสนอหลักการสำคัญของการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานไว้ 5 ประการดังนี้

1. เป็นกิจกรรมที่จะต้องดึงนักเรียนให้เข้ามามีส่วนร่วมในการสืบสอบจากคำถามหรือปัญหาที่พบในสภาพที่แท้จริง ซึ่งนำไปสู่การสร้างกิจกรรมต่าง ๆ และช่วยสร้างความคิดรวบยอดและหลักการต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน
2. ผลสุดท้ายของการเรียนการสอน นักเรียนจะต้องได้พัฒนาสิ่งประดิษฐ์ หรือผลผลิตที่มีความเกี่ยวข้องกับคำถามหรือปัญหาข้างต้น
3. สนับสนุน อนุญาตให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการสืบสอบ
4. เป็นกิจกรรมที่รวบรวมทั้งนักเรียน ครู และสมาชิกในชุมชน สังคม ได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ร่วมกัน
5. สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดความคิดในการเรียน โดยคำถามหรือปัญหาที่เป็นแรงจูงใจสู่กิจกรรม ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

5.1 มีความเหมาะสมที่จะดำเนินการปฏิบัติได้จริง คือ ผู้เรียนสามารถออกแบบ และปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ในการสืบสอบเพื่อหาคำตอบของคำถามย่อย ๆ ได้

5.2 คุ่มคำ คือ คำตอบของคำถามหรือปัญหาควรมีเนื้อหาที่มากพอ คุ่มคำที่จะ ศึกษาสามารถแตกออกเป็นคำถามย่อย ๆ ได้

5.3 มีลักษณะที่เป็นสภาพการณ์จริง คือ ปัญหานั้นเกิดขึ้นหรือเกี่ยวข้องกับ สภาพที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน และมีความสำคัญเพียงพอ

5.4 เป็นปัญหาที่มีความหมาย น่าสนใจ และน่าตื่นเต้นสำหรับผู้เรียน

ทิสนา แคมมณี (2559 :138) กล่าวว่า การใช้โครงการหรือโครงการงานในการสอนตั้งอยู่ บนพื้นฐานความเชื่อและหลักการต่อไปนี้

1. โครงการหรือโครงการงาน เป็นกิจกรรมที่มีบริบทจริงเชื่อมโยงอยู่
2. การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการงาน เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เข้าสู่ กระบวนการสืบสวน (process of inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องใช้การคิดขั้นสูงที่ ซับซ้อนขึ้น
3. การจัดการเรียนการสอน โดยใช้โครงการเป็นหลักช่วยให้ผู้เรียน ได้ผลิตงานที่เป็น รูปธรรมออกมา ผลผลิตที่แสดงออกถึงความรู้ความคิด ของผู้เรียนนี้สามารถนำมาอภิปราย แลกเปลี่ยนและวิพากษ์วิจารณ์ได้อย่างชัดเจน
4. การแสดงผลงานต่อสาธารณชน สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และ การทำงานให้แก่ผู้เรียนได้ ซึ่งแรงจูงใจมีผลต่อความใส่ใจ ความกระตือรือร้นและความอดทน ใน การแสวงหาความรู้ การศึกษาความรู้ และการใช้ความรู้
5. การให้ผู้เรียนทำโครงการหรือโครงการงาน นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะ กระบวนการในการสืบสอบและการแก้ปัญหาแล้ว ยังสามารถช่วยดึงศักยภาพต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัว ของผู้เรียนออกมาใช้ประโยชน์ด้วย

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการงาน

ในการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการงาน นักวิชาการได้อธิบายองค์ประกอบ การวางแผน ลักษณะที่สำคัญของการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงการงานเป็นฐานมีขั้นตอนการทำโครงการงานดังนี้

KM CHIL (2015) อธิบายขั้นตอนสำคัญในการจัดการเรียนรู้แบบโครงการงานดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมความพร้อม ครูเตรียมมอบหมายโครงการงาน โดยระบุในแผนการสอน ในชั้นเรียนครูอาจกำหนดขอบเขตของโครงการงานอย่างกว้าง ๆ ให้สอดคล้องกับรายวิชาหรือ ความถนัดของผู้เรียน และเตรียมแหล่งเรียนรู้ ข้อมูลตัวอย่างเพื่อเป็นแนวทางให้นักเรียนได้ศึกษา

ค้นคว้าเพิ่มเติม สามารถใช้เว็บไซต์หรือโปรแกรม moodle ในการ update ข้อมูลแหล่งเรียนรู้และการกำหนด นัดหมายต่าง ๆ เกี่ยวกับการดำเนินโครงการได้

ขั้นที่ 2 การคิดและการเลือกหัวข้อให้นักเรียนเป็นผู้สร้างทางเลือกในการออกแบบโครงการเองเพื่อเปิดโอกาสให้รู้จักการค้นคว้าและสร้างสรรค์ความรู้เชิงนวัตกรรม ครูอาจให้นักเรียนทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกหัวข้อ การทำงานเป็นทีม กระตุ้นให้เกิด brain storm จะทำให้เกิดทักษะ ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์ ทักษะการสื่อสารและทักษะการสร้างความร่วมมือ

ขั้นที่ 3 การเขียนเค้าโครง การเขียนเค้าโครงของโครงการ เป็นการสร้าง mind map แสดงแนวคิด แผน และขั้นตอนการทำโครงการเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องมองเห็นภาระงาน บทบาท ระยะเวลาในการดำเนินการทำให้สามารถปฏิบัติโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ขั้นที่ 4 การปฏิบัติโครงการนักเรียนลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ในเค้าโครงของโครงการถ้ามีการวางเค้าโครงเอาไว้แล้วนักเรียนจะรู้ได้เองว่าจะต้องทำอะไรในขั้นตอนต่อไป โดยไม่ต้องรอถามครูในระหว่างการดำเนินการครูผู้สอนอาจมีการให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดหรือร่วมแก้ปัญหาไปพร้อม ๆ กับนักเรียน

ขั้นที่ 5 การนำเสนอโครงการ นักเรียนสรุปรายงานผล โดยการเขียนรายงานหรือการนำเสนอในรูปแบบอื่น ๆ เช่น แผ่นพับ โปสเตอร์ จัดนิทรรศการ การรายงานหน้าชั้น ส่งงานทางเว็บไซต์หรืออีเมลถ้ามีการประกวดหรือแข่งขันด้วยจะทำให้ให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นมากขึ้น

ขั้นที่ 6 การประเมินผลโครงการ ควรมีการประเมินผลการเรียนรู้ได้หลากหลาย (multi - evaluation) เช่น นักเรียนประเมินตนเอง ประเมินซึ่งกันและกัน ประเมินจากบุคคลภายนอก การประเมินจะไม่วัดเฉพาะความรู้หรือผลงานสุดท้ายเพียงอย่างเดียวแต่จะวัดกระบวนการที่ได้มาซึ่งผลงานด้วย การประเมิน โดยครูหลายคนจะเป็นการสร้างปฏิสัมพันธ์และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างครูด้วยกันอีกที

ศุคนธ์ สนิธพานนท์ (2558) กล่าวถึงขั้นตอนการทำโครงการว่ามีทั้งหมด 6 ขั้น คือ

1. ขั้นกำหนดปัญหาหรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่าง ที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้หรือให้ผู้เรียนมีความต้องการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง
2. ขั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนกำหนด จุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำโครงการนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร
3. ขั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งจะเป็นโครงการเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเสนอแนะการวางแผนโครงการของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องเขียน โครงการซึ่งมีองค์ประกอบดังนี้

ชื่อ โครงการ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์ ชื่อผู้รับผิดชอบ ที่ปรึกษาโครงการ สถานที่ ดำเนินการ ระยะเวลาที่ดำเนินการ งบประมาณ วิธีดำเนินการ เครื่องมือเครื่องใช้ และผลที่คาดว่าจะได้รับ

4. ขั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหตาม แผนการที่กำหนดไว้โดยมีผู้สอนเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต เก็บ รวบรวม ข้อมูล บันทึกผลดำเนินการด้วยความมานะ อุตุน มีการประชุมอภิปรายปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผนและตัดสินใจ ทำด้วยตนเอง

5. ขั้นประเมินผล ผู้สอนต้องแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนดำเนินการ ระหว่าง ดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือ รู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพอย่างไร ระหว่างที่ ดำเนินงานตาม โครงการนั้นยังมีสิ่งใดผิดพลาด จะต้องแก้ไขอะไรบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อ ดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการตามโครงการ ผู้เรียนได้ความรู้และประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้ไปพัฒนาปรับปรุงงานให้ดีขึ้นได้ โดยให้ผู้เรียนประเมิน โครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผล โครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

6. ขั้นสรุป รายงานผลและเสนอผลงาน เมื่อผู้เรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูล แล้ว ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากรายงาน เอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผ่นภาพกราฟ แบบจำลองหรือของจริงประกอบการนำเสนอ อาจวัด และ ประเมินผลได้หลายรูปแบบ เช่น จัดนิทรรศการการแสดงละคร ฯลฯ

Ribe and Vidal 1993, อ้างในนภภรณ์ เพียงดวงใจ (2558 : 53)

1. ขั้นสร้างบรรยากาศในชั้นเรียน เป็นขั้นเตรียมความพร้อมให้สมาชิกในกลุ่มมีความ เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันในการทำงาน โดยอาจใช้กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์

2. ขั้นกระตุ้นให้เกิดความสนใจ เป็นขั้นการสร้างควมสนใจให้เกิดแก่ผู้เรียน อาจใช้ การระดมสมอง

3. ขั้นเลือกหัวข้อ เป็นขั้นการอภิปรายและสังเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประมวลหัวข้อ โครงการ

4. ขั้นสร้างโครงร่างของโครงการ เป็นขั้นการวางแผนและกำหนดขอบเขตขั้นตอน การทำงาน จัดเตรียมอุปกรณ์ เป็นต้น

5. ขั้นลงมือปฏิบัติตามหัวข้อเรื่อง เป็นขั้นตอนดำเนินการตาม โครงร่างของโครงการ ตามหน้าที่รับผิดชอบของสมาชิกกลุ่ม

6. ขั้นรายงานผลปฏิบัติงานสู่ชั้นเรียน อาจรายงานด้วยการพูดหรือการเขียน

7. ชั้นกระบวนการย้อนกลับ เป็นขั้นของการทบทวนงานที่ได้ผ่านมามากตั้งแต่ต้น

ประสาธน์ เนื่องเฉลิม (2558) กล่าวถึง ลักษณะสำคัญของรูปแบบการเรียนการสอนแบบโครงการ คือ ต้องเป็นไปตามความสนใจของผู้เรียนแต่ละคน แต่ละกลุ่ม แต่ละระดับชั้น โดยมีขั้นตอนในการทำงานโครงการดังนี้

1. ชั้นกำหนดปัญหา หรือสำรวจความสนใจ ผู้สอนเสนอสถานการณ์หรือตัวอย่างที่เป็นปัญหาและกระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีการแก้ปัญหาหรือช่วยให้ผู้เรียนมีความต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2. ชั้นกำหนดจุดมุ่งหมายในการเรียน ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนกำหนดจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าเรียนเพื่ออะไร จะทำโครงการนั้นเพื่อแก้ปัญหาอะไร ซึ่งทำให้ผู้เรียนกำหนดโครงการได้ตามแนวทางในการดำเนินงานตรงตามจุดมุ่งหมาย

3. ชั้นวางแผนและวิเคราะห์โครงการ ให้ผู้เรียนวางแผนแก้ปัญหา ซึ่งเป็นโครงการเดี่ยวหรือกลุ่มก็ได้ แล้วเสนอแผนการดำเนินงานให้ผู้สอนพิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือและข้อเสนอแนะการวางแผนโครงการของผู้เรียน ผู้เรียนเขียนโครงการตามหัวข้อซึ่งมีหัวข้อสำคัญ (ชื่อโครงการ หลักการและเหตุผล วัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมาย เจ้าของโครงการ ที่ปรึกษาโครงการ แหล่งความรู้ สถานที่ดำเนินการ ระยะเวลาดำเนินการ งบประมาณ วิธีดำเนินการ เครื่องมือที่ใช้ ผลที่คาดว่าจะได้รับ)

4. ชั้นลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหา ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติหรือแก้ปัญหามาตามแผนที่กำหนดไว้โดยครูผู้สอนเป็นที่ปรึกษา คอยสังเกต ติดตาม แนะนำให้ผู้เรียนรู้จักสังเกต เก็บรวบรวมข้อมูล บันทึกผลการดำเนินการด้วยความมานะอดทน มีการประชุมอภิปรายปรึกษาหารือกันเป็นระยะ ๆ ผู้สอนจะเข้าไปเกี่ยวข้องกับเท่าที่จำเป็น ผู้เรียนเป็นผู้ใช้ความคิด ความรู้ในการวางแผน และตัดสินใจทำด้วยตนเอง

5. ชั้นประเมินผลระหว่างปฏิบัติงาน ผู้สอนแนะนำให้ผู้เรียนรู้จักประเมินผลก่อนการดำเนินการ ระหว่างดำเนินการ และหลังดำเนินการ คือรู้จักพิจารณาว่าก่อนที่จะดำเนินการมีสภาพเป็นอย่างไร มีปัญหาอย่างไรระหว่างดำเนินการตามโครงการนั้น ยังมีสิ่งใดที่ผิดพลาดหรือเป็นข้อบกพร่องอยู่ ต้องการแก้ไขอะไรอีกบ้าง มีวิธีแก้ไขอย่างไร เมื่อดำเนินการไปแล้วผู้เรียนมีแนวคิดอย่างไร มีความพึงพอใจหรือไม่ ผลของการดำเนินการโครงการผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร ได้ประโยชน์อย่างไร และสามารถนำความรู้ที่ไปพัฒนาปรับปรุงงานได้อย่างดียิ่งขึ้นหรือเอาความรู้ที่ไปใช้ไปใช้ในชีวิตได้อย่างไร โดยผู้เรียนประเมินโครงการของตนเองหรือเพื่อนร่วมประเมิน จากนั้นผู้สอนจึงประเมินผลโครงการตามแบบประเมิน ซึ่งผู้ปกครองอาจจะมีส่วนร่วมในการประเมินด้วยก็ได้

6. ขึ้นสรุป รายงานผล และเสนอผลงาน เมื่อผู้เรียนทำงานตามแผนและเก็บข้อมูลแล้ว ต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูล สรุปและเขียนรายงานเพื่อนำเสนอผลงาน ซึ่งนอกเหนือจากการรายงาน เอกสารแล้ว อาจมีแผนภูมิ แผนภาพ กราฟ แบบจำลอง หรือของจริง ประกอบการนำเสนอ อาจจัด ได้หลายรูปแบบ เช่น การจัดนิทรรศการ การแสดงละคร ฯลฯ

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2559) กล่าวถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่

1. ขึ้นเตรียมความพร้อม ผู้สอนจัดเตรียมขอบเขตของโครงการ แหล่งข้อมูล และ คำถามนำ โดยระบุขั้นตอนในแผนการจัดการเรียนรู้ ถ้าผู้สอนยังไม่เคยจัดการเรียนการสอน แบบโครงงานเป็นฐานมาก่อน ต้องประมาณเวลาสำหรับให้ผู้เรียน ได้ไปจัดทำโครงการ ให้ดี ว่าผู้เรียนจะสามารถจัดทำโครงการเสร็จภายในกี่สัปดาห์

2. การกำหนดและเลือกหัวข้อ โดยการแบ่งกลุ่ม สามารถแบ่งออกได้ 2 วิธี วิธีที่ 1 คือ ให้ผู้เรียนแบ่งกลุ่มกันเอง ตามจำนวนคนที่เหมาะสม และความสมัครใจ วิธีที่ 2 คือ อาจารย์เป็นผู้ แบ่งกลุ่มให้ โดยให้เหตุผลว่า ทุกคนสามารถทำงานร่วมกับผู้อื่นได้ จากนั้นให้กลุ่มผู้เรียนระดม สมองภายใน 1-2 สัปดาห์ เพื่อกำหนดหัวข้อที่จะจัดทำเป็น โครงงานศึกษาความเป็นไปได้ของแต่ละ หัวข้อ เพื่อเลือกโครงการที่จะจัดทำ แต่ต้องอยู่ในขอบเขตวิชาของผู้สอนแล้วมานำเสนอผู้สอนให้มีความเห็นชอบ

ข้อควรระวังในขั้นที่ 2 ผู้สอนต้องให้ผู้เรียนเป็นคนกำหนดหัวข้อเอง เลือกเรื่องที่จะทำ โครงการเองทั้งหมด ผู้สอนห้ามเลือกหัวข้อ หรือเรื่องที่จะจัดทำโครงการให้ผู้เรียน มิฉะนั้นผู้เรียน จะรู้สึกว่าการทำโครงการครั้งนี้ ไม่ใช่งานของตนเอง จะเป็นลักษณะของคำสั่งจากอาจารย์

3. การเขียนเค้าโครงของโครงการ ผู้เรียนศึกษาขอบเขตโครงการ แหล่งข้อมูล ตลอดจนค้นหาแหล่งข้อมูล แล้วร่วมวางแผนการจัดทำโครงการ โดยระบุกิจกรรมในแต่ละขั้นตอน รวมทั้งบทบาทหน้าที่ ภาระงานของสมาชิกในกลุ่มให้ชัดเจนตลอดจนระยะเวลาในการดำเนินงาน ถ้าเป็นการจัดทำโครงการทั้งภาคเรียน ให้ผู้เรียนเสนอโครงการเป็น 3 บท เหมือนวิทยานิพนธ์

4. การปฏิบัติโครงการ สมาชิกในกลุ่มร่วมดำเนินงานตามแผนงานและหน้าที่ รับผิดชอบ ด้วยการบูรณาการความรู้ ทักษะแลกเปลี่ยนประสบการณ์และค้นหาความรู้ใหม่ โดยมี ผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและร่วมแก้ปัญหาไปพร้อมกับผู้เรียน ผู้เรียนต้องคอยมานำเสนอ ความก้าวหน้าของโครงการทุกสัปดาห์ ผู้สอนคอยซักถาม ติดตามความก้าวหน้า ให้คำแนะนำ ชื่นชม

5. การนำเสนอผลงาน ผู้เรียนสรุปผลการดำเนินงาน จัดทำรายงานและนำเสนอ ผลงานกิจกรรมของโครงการ เพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ อาจจะใช้ชื่องานในลักษณะของการจัด นิทรรศการ หรือ โอเพ่นเฮ้าส์ ซึ่งการนำเสนอผลงาน อาจจะไม่ใช้ชิ้นงาน อาจเป็นสิ่งที่ผู้เรียนไป

สำรวจมา เป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงมา หรือได้ไปทดลองมาแล้วมานำเสนอ สิ่งสำคัญในขั้นตอนนี้ ผู้เรียนหรือผู้สอน ต้องประชาสัมพันธ์ให้อาจารย์ในคณะ หรือในมหาวิทยาลัยได้รับทราบเพื่อให้ได้มา รับชม รับฟัง ผลงานของนักเรียน นักศึกษา

6. การประเมินผล ผู้สอนประเมินผลโครงการอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง ทั้งความรู้ กระบวนการ ผลงานและพฤติกรรมลักษณะนิสัยของผู้เรียน

อัญชลี ทองแถม (2561) กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน มี 4 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นการนำเสนอ หมายถึง ขั้นที่ครูให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ กำหนดสถานการณ์ศึกษาสถานการณ์ เกม รูปแบบ หรือการใช้เทคนิคการตั้งคำถามเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ที่กำหนดในแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน เช่น สาระการเรียนรู้ตามหลักสูตรและสาระการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนของโครงงานเพื่อใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการเรียนรู้

2. ขั้นวางแผน หมายถึง ขั้นที่นักเรียนร่วมกันวางแผน โดยการระดมความคิดอภิปรายหรือข้อสรุปของกลุ่มเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ

3. ขั้นปฏิบัติ ขั้นปฏิบัติ หมายถึง ขั้นที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรม เขียนสรุปรายงานผลที่เกิดขึ้นจากการวางแผนร่วมกัน

4. ขั้นประเมิน หมายถึง ขั้นการวัดและประเมินผลตามสภาพจริง โดยให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยมีครู นักเรียนและเพื่อนร่วมประเมิน

ดวงเนตร ชรรณกุล และ วนิดา ตันเจริญรัตน์ (2557 : 47)

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย
2. การวางแผน
3. การดำเนินการตามแผน
4. การประเมินผล

พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์และเพียว ยินดีสุข (2562: 4-5) กล่าวถึงขั้นตอนการดำเนินโครงการเพื่อหาคำตอบของปัญหา ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

1. ระบุปัญหา : สังเกต สรุปร่างอย่าง แจกแยะ เปรียบเทียบ วิเคราะห์ สื่อสาร และกำหนดโจทย์หรือคำถามเพื่อหาคำตอบ

จากการวิเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ 5 ขั้นตอน ได้แก่

1. การกำหนดปัญหา ผู้สอนให้นักเรียนศึกษาใบความรู้ หรือสถานการณ์ และให้นักเรียนกำหนดปัญหา โดยใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อระดมสมอง และหาแนวทางการแก้ปัญหา
2. การวางแผนและวิเคราะห์โครงงาน เป็นที่นักเรียนร่วมกันวางแผน กำหนดขอบเขตขั้นตอน การทำงาน เป็นต้น แล้วเสนอแผนการดำเนินงานสอนให้พิจารณา ให้คำแนะนำช่วยเหลือ และเสนอแนะการวางแผนโครงงานของผู้เรียน

3. การลงมือปฏิบัติ เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนและสมาชิกในกลุ่มร่วมกันดำเนินงานตามแผนงานและหน้าที่ที่ได้รับผิดชอบ ด้วยการบูรณาการความรู้ และลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ โดยมีผู้สอนคอยให้คำปรึกษาและร่วมแก้ปัญหาไปพร้อมกัน

4. การประเมินผล เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนทำการวัดประเมินผลโครงงานอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง ทั้งความรู้ กระบวนการผลงานและพฤติกรรมลักษณะนิสัยของผู้เรียน

การสรุปผล เป็นขั้นตอนการรายงานผล โดยผู้เรียนนำผลงานของกลุ่มที่ทำการศึกษา ค้นคว้า เก็บรวบรวม มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการดำเนินงาน โดยอาจนำเสนอในรูปแบบการจัดทำรายงาน นำเสนอผลงาน หรือการจัดป้ายนิเทศ เป็นต้น

3.5 บทบาทของครูและนักเรียน

บทบาทของครู

Efstratia (2014: 1256) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนไว้ดังนี้

1. สนับสนุนหรือแนะนำให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ ได้ เพื่อเปิดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

2. จัดโครงสร้างการเรียนรู้ สร้างแบบ และแนะนำการทำงานแก่ผู้เรียน

3. กระตุ้นให้ผู้เรียนเรียนรู้และใช้กระบวนการคิดของตนเอง

4. ประเมินผลความก้าวหน้า วิเคราะห์ปัญหา ที่เกิดขึ้นให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียน และประเมินผลงานทั้งหมด

เสาวลักษณ์ วรรณบุรี (2559: 36-37) กล่าวถึงบทบาทของผู้สอนโดยแบ่งเป็นองค์ประกอบต่าง ๆ 4 ด้าน ดังนี้

1. มีความรู้ โดยทดสอบความรู้เดิม ข้อมูลพื้นฐาน ข้อมูลเสริม และสอนเนื้อหาเพิ่มเติม

2. อำนวยความสะดวกโดยเป็นโค้ช คอยแนะนำ

3. จัดบริบทการเรียนรู้ เกี่ยวกับเครื่องมือการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้ และสถานที่

4. ประเมินผล โดยวิธีการที่หลากหลาย ตามสภาพการณ์จริง รวมถึงความก้าวหน้าของผู้เรียน
ปรัชญนันท์ นิลสุข (2558) กล่าวถึง บทบาทหน้าที่ของครู ดังนี้

1. ให้นักเรียนเรียนรู้จากการทำโครงการ (Projects)
2. ให้นักเรียนได้เรียนตามหัวข้อและเวลาเรียนที่ประสงค์ด้วยวิธีเรียนที่ครูกคิดว่า

เหมาะสม (Ondemand)

3. ให้นักเรียนได้เรียนรู้ตามวิธีที่เหมาะสมตรงกับวิธีการเรียนรู้ของตนเอง

(Personalized)

4. ให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยวิธีการทำงานร่วมกัน (Collaboration)

5. นำห้องเรียนสู่ชุมชน โลกด้วยการเชื่อมโยงกับห้องเรียนอื่นๆ ในโลกด้วย ICT

(Global Communication)

6. ให้นักเรียนได้สืบค้นความรู้จากเว็บไซต์ (Web-based)

7. มุ่งให้นักเรียนนำความรู้ไปสู่การปฏิบัติจริงในชีวิตประจำวัน (Learning For Life)

8. มีการวัดและประเมินผลนักเรียนเป็นระยะๆ เพื่อปรับปรุง (Formative Assessment)

ทิสนา เขมมณี (2559:139 :140) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ผู้สอนมีการชี้แจงหรือทำความเข้าใจกับผู้เรียนถึงวัตถุประสงค์ในการทำโครงการตามความคาดหวังต่อการทำโครงการ วิธีการและกระบวนการในการดำเนินการ

2. ผู้สอนมีการจัดให้ผู้เรียนนำผลงาน ประสิทธิภาพ และข้อมูลทั้งหมดมาอภิปรายแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน และสรุปผลการเรียนรู้ที่ได้รับจากการทำโครงการ

3. ผู้สอนมีการวัดและประเมินผลทั้งทางด้านผลผลิต คือ ชิ้นงานจากการทำโครงการ และเนื้อหาความรู้ที่ได้เรียนรู้ กระบวนการและทักษะต่าง ๆ ที่ได้พัฒนาและเจตคติที่เกิดขึ้น

ศศิโสภิต แพงศรี (2561: 215) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เช่น การใช้คำถาม การแนะนำให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลต่างๆ การอำนวยความสะดวก โดยเป็นโค้ช

2. จัดโครงสร้างการเรียนรู้ สร้างแบบ และแนะนำการทำงานแก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงบริบทการเรียนรู้ เครื่องมือการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้และสถานที่

3. กระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกใช้กระบวนการความคิดของตนเอง โดยสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนแต่ละคนเพื่อชี้แนะ กระตุ้น หรือยับยั้ง

4. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระ ให้ผู้เรียนจินตนาการและใช้ความสามารถในการสร้างผลงาน

5. ประเมินผลโดยวิธีการที่หลากหลาย ประเมินความก้าวหน้า วิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียน และประเมินผลงานทั้งหมด

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปบทบาทผู้สอนได้ดังนี้ 1) เป็นผู้สนับสนุนการเรียนรู้ และนำให้ผู้เรียนเข้าถึงข้อมูลต่างๆ และอำนวยความสะดวก โดยเป็น โค้ช 2) จัดโครงสร้างการเรียนรู้ สร้างแบบ และแนะนำการทำงานแก่ผู้เรียน โดยคำนึงถึงบริบทการเรียนรู้ เครื่องมือการเรียนรู้ แหล่งเรียนรู้และสถานที่ 3) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้สร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระใช้จินตนาการและใช้ความสามารถในการสร้างผลงาน 5) ประเมินผลด้วยวิธีการที่หลากหลาย

บทบาทของนักเรียน

ทิสนา เขมมณี (2559:139 :140) กล่าวถึงบทบาทของครูผู้สอนไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนมีการร่วมกันศึกษาหาความรู้ในเรื่องที่จะทำจากแหล่งความรู้ที่หลากหลาย
2. ผู้เรียนมีการร่วมกันวางแผนการจัดทำโครงการ ซึ่งมักประกอบด้วยความเป็นมาและความสำคัญของประเด็นปัญหาที่จะจัดทำเป็น โครงการ วัตถุประสงค์กระบวนการ หรือขั้นตอนในการดำเนินงาน แหล่งทรัพยากรและวัสดุต่าง ๆ ที่ต้องการ บทบาทหน้าที่ของบุคคลที่ร่วมโครงการ เครื่องมือ เวลา และค่าใช้จ่ายที่โครงการ ความรู้และทักษะที่จำเป็นต่อการดำเนินงาน โครงการการประเมินผลโครงการ และการอภิปรายผลการเรียนรู้ผู้สอนมีการให้คำปรึกษาแนะนำ และให้ความรู้ที่จำเป็นต่อการทำโครงการตามความจำเป็น
3. ผู้เรียนมีการเขียนโครงการและนำเสนอผู้สอน ผู้สอนอาจให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตามความจำเป็น ไม่มากเกินไปและไม่น้อยเกินไป ผู้สอนมีการให้ความเห็นชอบในการทำโครงการ และช่วยเหลืออำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ตามความจำเป็น
4. ผู้เรียนมีการดำเนินงานตามแผนงานที่ได้กำหนด จนกระทั่งสามารถผลิตชิ้นงานออกมาได้ ผู้สอนมีบทบาทเป็นผู้อำนวยความสะดวก ติดตามการทำงานของนักเรียนให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตามความจำเป็นและให้แรงเสริมตามสมควร
5. ผู้เรียนมีการปรับปรุงผลงานและเขียนรายงาน
6. ผู้เรียนมีการนำผลงานออกแสดงต่อสาธารณชน (อาจจะเป็น ในชั้นเรียน ในโรงเรียน ในชุมชน ฯลฯ) และเก็บข้อมูล

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2559) กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. เสนอแนวคิด เลือก และกำหนดหัวข้อ โครงการงาน
2. เสนอแนวทาง ออกแบบการทำโครงการงาน
3. วางแผนร่วมกันในการเรียนรู้แบบโครงการงาน
4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ

5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงการต่อผู้สอน
6. ลงมือปฏิบัติโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
7. รวบรวมผลการทำโครงการ
8. เสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงการ
9. เขียนรายงานหรือนำเสนอผลงานโครงการต่อผู้สอน
10. เผยแพร่ผลงานต่อสาธารณชน
11. ประเมินผลการเรียนรู้แบบโครงการของตัวเอง

อัญชลี ทองแถม (2561:194) กล่าวถึงบทบาทหน้าที่ของนักเรียนไว้ดังนี้

1. นักเรียนร่วมกันศึกษารายละเอียดของประเด็นปัญหาที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นกำหนดปัญหาให้ถูกต้องและชัดเจน
2. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำงาน เช่น การกำหนดขั้นตอนการทำงาน การวางแผนเรื่องการสืบค้นข้อมูล การแบ่งหน้าที่การรับผิดชอบ การวางแผนเรื่องเวลา
3. นักเรียนลงมือปฏิบัติโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
4. นักเรียนร่วมกันสรุปผลการสำรวจ อภิปรายตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลจากการดำเนินโครงการ
5. นักเรียนนำข้อมูลที่สรุปสาระสำคัญตามประเด็นต่าง ๆ
6. นำเสนอผลการดำเนินโครงการในรูปแบบผังกราฟิก
7. ประเมินผลการทำโครงการของตนเอง จัดทำแฟ้มสะสมงาน เขียนบันทึกการเรียนรู้
8. นักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญ
9. นักเรียนทำการสรุปผลการเรียนรู้ในรูปแบบของแผนผังความคิด (Mind Mapping) จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าบทบาทหน้าที่ของนักเรียน ประกอบด้วย
 1. ศึกษารายละเอียดของประเด็นปัญหา จากนั้นกำหนดประเด็นปัญหา และกำหนดหัวข้อโครงการให้ถูกต้องชัดเจน
 2. เสนอแนวทาง และออกแบบการทำโครงการ
 3. นักเรียนร่วมกันวางแผนการทำงาน
 4. ศึกษาค้นคว้าเอกสารเพิ่มเติมจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ
 5. เสนอเค้าโครงย่อของโครงการต่อผู้สอน
 6. นักเรียนลงมือปฏิบัติโครงการตามขั้นตอนที่วางแผนไว้
 7. รวบรวมผลการทำโครงการ ร่วมกันสรุปผลการสำรวจ อภิปรายตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลจากการดำเนินโครงการและเสนอแนวทางแก้ไขปรับปรุงผลการทำโครงการ

8. นำเสนอผลการดำเนินโครงการในรูปแบบผังกราฟิก การเขียนรายงาน และการนำเสนอ
9. เผยแพร่ผลงานต่อสาธารณชน
10. ประเมินผลการทำโครงการของตนเอง

3.6 ความสำคัญของการเรียนรู้โดยใช้โครงการ

การเรียนรู้โดยใช้โครงการ (Project-Based learning - PBL) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการใช้ปัญหาจริงเป็นการเรียนรู้และวิธีแสวงหาความรู้บนพื้นฐานแนวคิดของ John Dewey ที่เชื่อว่าการเรียนรู้เกิดจากการปฏิบัติจริง (Learning by Doing) จะประกอบด้วย การรู้ (Knowing) และการลงมือกระทำ (Doing) ความรู้และความสามารถในการใช้ความรู้ นั้น ๆ เป็นสิ่งสำคัญที่สุด ในการเรียนรู้โดยใช้โครงการ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เดิมหรือประสบการณ์เดิมกับความรู้ใหม่ แล้วสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้เหมาะสม โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ไขปัญหา พัฒนาทักษะในการแก้ไขปัญหาที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วิธีการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนจะมอบหมายให้ผู้เรียนทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อทุกคนได้ช่วยกันแก้ไขปัญหา ค้นคว้า และอาจเป็นการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง พร้อมนำเสนอผลงานของกลุ่ม ทั้งนี้ผู้สอนทำหน้าที่เป็นเพียงผู้แนะนำ (Facilitator) การเรียนรู้โดยใช้โครงการเป็นการเสริมสร้างศักยภาพการเรียนรู้ของแต่ละคนให้ได้รับการพัฒนาได้เต็มความสามารถที่มีอยู่ (อัญชลิ ทองแถม (2561:194)

3.7 คุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้โครงการ

คุณค่าของการเรียนรู้โดยใช้โครงการต่อผู้เรียนในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ทักษะการเรียนรู้ ผู้เรียนสามารถแสวงหาความรู้ด้วยตนเองและสามารถสังเคราะห์องค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง การแสวงหาความรู้ นั้นต้องมีการวางแผน ออกแบบ กระบวนการสร้างองค์ความรู้ใหม่ เช่น การค้นคว้าทางอินเทอร์เน็ต การสอนจากภูมิปัญญาท้องถิ่น
2. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ ผู้เรียนสามารถแสดงความคิดร่วมกับระดมสมองในหัวข้อที่ออกแบบโครงการ โดยแสดงการคิดสร้างสรรค์ของตนและของกลุ่มร่วมกัน จินตนาการที่เกิดขึ้นจากทักษะการคิดสร้างสรรค์ จะทำให้ผู้เรียนคิดแปลกใหม่ เป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม เช่น การประดิษฐ์เครื่องทำทองหยอด ฝอยทอง เทคโนโลยีการเกษตรต่าง ๆ
3. ทักษะทางอารมณ์ ผู้เรียนเมื่อทำงานร่วมกัน แสดงความคิดเห็นร่วมกัน จำเป็นต้องมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน ดังนั้น การปรับตัวเข้าหากันทำให้เกิดทักษะทางอารมณ์ของผู้เรียนดีขึ้น มีการยอมรับฟังความคิดเห็นของเพื่อน ๆ มีความเป็นกัลยาณมิตร
4. ทักษะการสื่อสาร หรือ ทักษะการนำเสนอ ผู้เรียนเมื่อเกิดการเรียนรู้ในกระบวนการทำโครงการ ผู้เรียนเกิดการพัฒนาด้านการนำเสนอผลการเรียนรู้ของกลุ่มด้วยทักษะการสื่อสาร หรือ

ทักษะการนำเสนอผลงานของตนหรือกลุ่มของตนเอง ผู้เรียนสามารถแสดงออกด้วยทักษะการนำเสนอ ได้แก่

4.1 การนำเสนอด้วยวาจา สามารถพูดหรือบรรยาย อธิบาย อภิปราย ในสิ่งที่ปฏิบัติมา อาจจะใช้สื่อประกอบ เช่น แผ่นใส พาวเวอร์พอยท์ วิดีทัศน์ เป็นต้น

4.2 การนำเสนอด้วยแผนงาน หรือ แผนโครงการ ต้องอาศัยศิลปะของการนำเสนอ อาจมีการจัดทำตกแต่งด้วยตนเอง (อัญชลี ทองแถม (2561:194)

3.8 ประโยชน์ของการเรียนรู้โดยใช้โครงงาน

เป้าหมายหลักของการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นการมุ่งให้เด็กพัฒนาความรู้ ความเข้าใจโลกที่อยู่รอบ ๆ ตัวเขาและปลูกฝังคุณลักษณะความอยากรู้อยากเรียนให้กับผู้เรียนจะทำให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรมทั้งที่เป็นกิจกรรมทางวิชาการ เป็นการเรียนรู้ผ่านการเล่นและการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว กิจกรรมในสถานศึกษาจึงควรเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินชีวิตปกติ การมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและผู้คนรอบ ๆ ตัวเด็ก เด็กทุกคนมีลักษณะเฉพาะตัว การสอนแบบโครงงานเปิดโอกาสให้เด็กแต่ละคนได้แสดงออกถึงคุณลักษณะ ความรู้ ความเข้าใจ ความเชื่อของตน โดยที่ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับเด็ก แต่เป็นผู้คอยกระตุ้น ชี้แนะและให้ความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน (อัญชลี ทองแถม (2561:194)

3.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อุฎทิ คอเลาะ (2559) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเดชะปัตตนิยานุกูล พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ โครงงานหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นภากรณ์ เพียงดวงใจ (2560) ศึกษาการพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า 1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการ สืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเพื่อเสริมสร้างความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีชื่อว่า“SCIENCE

Model” มี 5 องค์ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการ การที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างนวัตกรรมขึ้นเองอย่างเป็นระบบ โดยอาศัยการแสวงหาความรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ และผู้เรียนมีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้ผ่านสื่อและเทคโนโลยีได้ตลอดเวลาทุกสถานที่โดยมีครูทำหน้าที่แนะนำช่วยเหลือสนับสนุน 2) วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (1) ขั้นกระตุ้นผู้เรียน (Stimulation: S) (2) พิจารณาสาเหตุ (Consideration and Cause: C) (3) สืบเสาะแสวงหาความรู้ (Inquiry: I) (4) สำรวจและตรวจสอบ (Exploration and Examine: E) (5) บันทึกและอภิปราย (Note and Discussion: N) และ (6) สรุปและขยายความรู้ (Conclusion and Elaboration: CE) 4) การวัดและประเมินผล 3 ด้าน คือ ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความสามารถในการสร้างนวัตกรรม และด้านจิตวิทยาศาสตร์ และ 5) เงื่อนไขสำคัญในการนำรูปแบบไปใช้ให้ประสบผลสำเร็จ ประกอบด้วย ผู้เรียนต้องมีความสามารถและความพร้อมในการใช้และเข้าถึงเทคโนโลยี มีความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ มีวินัยและมุ่งมั่นในการทำงาน จัดสภาพแวดล้อมที่เอื้ออำนวยต่อการแสวงหาความรู้ของผู้เรียน โดยพบว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านมีประสิทธิภาพ 80.00/80.21 2. ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า 2.1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่องโลกดาราศาสตร์และอวกาศ ของนักเรียนหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสูงกว่าก่อนใช้รูปแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 2.2) ความสามารถในการสร้างนวัตกรรมหลังใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านอยู่ในระดับสูง 2.3) จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ตามแนวคิดห้องเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด และ 2.4) ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงงานร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านในภาพรวมพบว่าขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมให้นักเรียนมีความรู้ควบคู่กับการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ในด้านต่าง ๆ ของตนเองเนื่องจากกิจกรรมในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมกลุ่ม มีสื่อให้ศึกษาได้ทุกที่ทุกเวลาและยังสามารถแก้ปัญหาการขาดเรียนได้

พัฒนาชน คงอยู่ (2562) ศึกษาการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม โครงงานเป็นฐาน เรื่องงานและพลังงาน กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมวัดเขาสกิม พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรม โครงงานเป็นฐาน สูงกว่าก่อนเรียน 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการ

ทางวิทยาศาสตร์ชั้นบูรณาการหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานเป็นฐาน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และ 3) เจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานเป็นฐานในภาพรวมอยู่ระดับดี ($\bar{X} = 4.19$, $SD = 0.83$)

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยโครงงานเป็นฐานช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นและมีความสามารถสร้างสรรค์นวัตกรรมและพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน

การศึกษาในศตวรรษที่ 21 เป็นการศึกษาที่เน้นให้คนมีปัญญา เพราะปัญญาของคนในชาติมีความสำคัญยิ่งกว่าทรัพยากรแร่ธาตุ ซึ่งทรัพยากรเหล่านี้เคยมีความสำคัญมากมาก่อนในศตวรรษที่ผ่านมา การศึกษาในยุคนี้เน้นรูปแบบชุมชนแห่งการเรียนรู้ (learning community) เน้นการศึกษาเพื่อปวงชน (education for all) เน้นการร่วมมือจากปวงชน (all for education) เป็นการศึกษาที่เน้นการเรียนรู้วิธีการเรียนรู้ (learn how to learn) เน้นการเรียนรู้แบบร่วมมือและแบบร่วมกัน (co-operative and collaborative learning) การเรียนการสอนเน้นการสอนที่ให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้เอง (พิมพันธ์ เดชะคุปต์: 2553: 6) ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงของสังคมโลก เป็นไปตามกระแสโลกาภิวัตน์ ประชากรทุกภูมิภาคสามารถหาข่าวสารความรู้ได้อย่างหลากหลายอันเป็นผลจากความก้าวหน้าด้านการสื่อสารโทรคมนาคม ประเทศไทยจึงต้องปรับเปลี่ยนให้ทันต่อสถานการณ์เพื่อสร้างศักยภาพให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในประชาคมโลกได้อย่างมีศักดิ์ศรี และสังคมส่วนรวมมีความสุข จึงต้องส่งเสริมสนับสนุนให้ครูไทย ตั้งแต่ระดับปฐมวัยถึงระดับมหาวิทยาลัยจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีสอนแบบโครงงาน การเรียนรู้ที่ใช้โครงงานเป็นฐาน เสริมสร้างให้นักเรียนผู้เรียนทำโครงงานอันเป็นการพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ (creative problem solving skills) ในศตวรรษที่ 21 ผลผลิตที่ได้จะเป็นงานสร้างสรรค์ (creative product)

ความหมายของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงงานเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S: Science), เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปศาสตร์ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมและพัฒนาจนเกิดทักษะให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหอย่างสร้างสรรค์

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน
ผลการศึกษาดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 การสังเคราะห์ความสัมพันธ์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดย
ใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ขั้นตอนการเรียนรู้ตามแนวทาง STEAM Education	ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้โครงการเป็นฐาน	ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้สะเต็ม ศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน
1. กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์	1. การกำหนดปัญหา	1. กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์
2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา		2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่ เกี่ยวข้องกับปัญหา
3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา		3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา	2. การวางแผนและ วิเคราะห์โครงการ 3. การลงมือปฏิบัติ	4. วางแผนและดำเนินการ แก้ปัญหา
5. ทดสอบ ประเมินผลและ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือ ชิ้นงาน	4. การประเมินผล	5. ทดสอบ ประเมินผลและ ปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา
6. นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการ แก้ปัญหาชิ้นงาน	5. สรุปผล	6. สรุปผลและนำเสนอผลงาน

ผลการสังเคราะห์ความสัมพันธ์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็ม
ศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน ดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ 6 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นกำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ เป็นขั้นตอนที่ผู้สอนกระตุ้นความสนใจของ
ผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนศึกษาสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วให้ผู้เรียนระดมสมองเพื่อช่วยกันหา
แนวทางในการแก้ปัญหา โดยผู้แก้ปัญหาระหนักถึงปัญหาในชีวิตประจำวันและจำเป็นต้องหา
วิธีการหรือการสร้างสิ่งประดิษฐ์ เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การรวบรวมข้อมูลและแนวคิดทาง
วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการแนวทางการแก้ปัญหา

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องเพื่อการออกแบบชิ้นงานหรือวิธีการในการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงทรัพยากร ข้อจำกัดและเงื่อนไขตามสถานการณ์ที่กำหนด

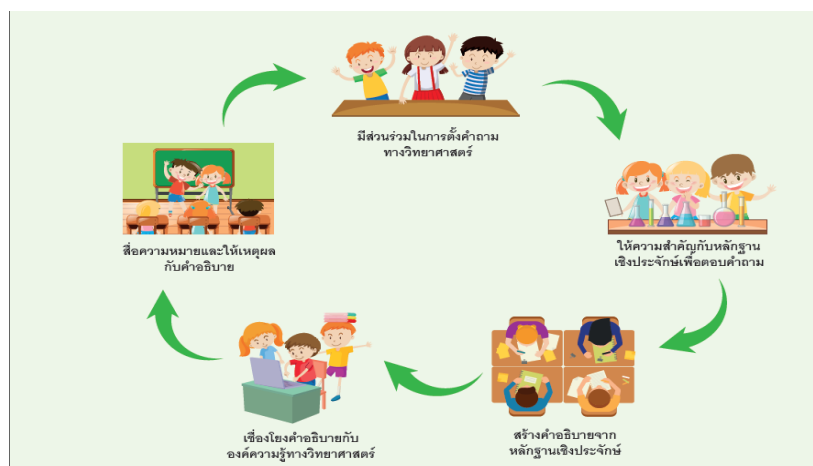
4. วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา วิเคราะห์และออกแบบวิธีการแก้ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ให้ผู้เรียนร่วมกันวางแผนและกำหนดขอบเขต ขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ผู้เรียนทำงานได้อย่างเป็นระบบ โดยมีผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะแนวทาง และให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

5. ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาชิ้นงาน เป็นขั้นที่ผู้สอนทำการวัดประเมินผลอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการและเครื่องมือที่หลากหลาย เน้นการประเมินตามสภาพจริง ทั้งความรู้ กระบวนการ ผลงาน และพฤติกรรมลักษณะนิสัยของผู้เรียน ซึ่งการวัดและประเมินเป็นการทดสอบปรับปรุงและพัฒนาผลลัพธ์ให้มีประสิทธิภาพ

6. สรุปผลและนำเสนอผลงาน เป็นขั้นตอนการรายงานผล โดยผู้เรียนนำผลงานของกลุ่มที่ทำการศึกษาค้นคว้า เก็บรวบรวม มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการดำเนินงาน โดยอาจนำเสนอในรูปแบบการจัดทำรายงาน นำเสนอผลงาน หรือการจัดป้ายนิเทศ เป็นต้น

4. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนทำการทดลองนั้น มีจุดมุ่งหมายสำคัญคือ ต้องการให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากนั้นนำข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ซึ่งในที่นี้คือผลการทดลอง มาสร้างองค์ความรู้หรือคำอธิบายด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ กระบวนการเหล่านี้สอดคล้องกับลักษณะสำคัญบางประการของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ซึ่งเป็นกระบวนการเดียวกันกับที่นักวิทยาศาสตร์นำไปใช้ในการค้นคว้า วิจัย และหาองค์ความรู้ใหม่ ๆ (สนธิ พลชัยยา, 2562)



ภาพที่ 4 ลักษณะสำคัญของการสืบเสาะหาความรู้
(สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560)

ที่มา : สนธิ พลชัยยา (2562 : 13)

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี ครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับความหลากหลายของผู้เรียนมากยิ่งขึ้นด้วยเช่นกัน แต่ปัญหาที่ยังพบอยู่คือ ครูยังขาดแนวทางที่ชัดเจนในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในหลากหลายรูปแบบรวมไปถึงคำที่เกี่ยวข้องและตัวชี้วัด เพื่อให้ครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจและมองเห็นแนวทางในการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น (ชนินันท์ พฤกษ์ประมุค: 2557: 352)

4.1 ความหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีนักวิชาการหลายท่านให้ความหมายไว้ดังนี้ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (science process skill) หมายถึง ความสามารถและความชำนาญในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ การคิดลักษณะนี้เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skill) ซึ่งเป็นการทำงานของสมองและไม่ใช้ทักษะที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิบัติการต่าง ๆ (psychomotor หรือ hands-on skill)

พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ (2553) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ คือ ความชำนาญและความสามารถในการใช้ความคิดเพื่อค้นหาความรู้รวมทั้งแก้ปัญหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นทักษะทางปัญญา (intellectual skills) ไม่ใช่ทักษะการปฏิบัติด้วยมือ (psychomotor skills/ hands-on skill)

ชนินันท์ พุกภัยประมูล (2557) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง การแสดงออกทางพฤติกรรมที่เกิดจากการคิด เป็นทักษะทางสติปัญญา (intellectual skills) ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น สามารถแสดงออกจากการปฏิบัติทางวิทยาศาสตร์หรือกิจกรรมวิทยาศาสตร์อื่น ๆ ในชั้นเรียน

จากความหมายของนักวิชาการเบื้องต้น สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ และความสามารถในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2 ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ (2551) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นลักษณะที่ใช้อธิบายลักษณะทั่วไปของการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งทำให้ผู้เรียน เรียนรู้และมีความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ ทักษะเหล่านี้ช่วยให้ผู้เรียนสามารถขยายแนวความคิดจากข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้ (small idea) และเชื่อมโยงข้อมูลเหล่านั้นเพื่ออธิบายโดยภาพรวม (big idea) ของปรากฏการณ์ใดๆ ได้อย่างมีเหตุผลนอกจากนี้ยังต้องทดสอบแนวคิดภาพรวมที่ผู้เรียนสร้างขึ้นด้วยวิธีการต่าง ๆ ด้วย

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ อ่างใน (สมเจตน์ นิยมก้อน : 2558) กล่าวว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ซึ่งกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทำให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยรู้จักนำหลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่ควรพัฒนาให้มีขึ้นก่อนในระดับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น ควรเป็นทักษะกระบวนการขั้นพื้นฐาน ได้แก่ ทักษะการสังเกต ทักษะการจัดจำแนก ทักษะการวัด ทักษะการคำนวณ ทักษะการหาความสัมพันธ์ระหว่างสเปกตรัมสเปสและสเปสกับเวลา ทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล และทักษะการพยากรณ์ ซึ่งทักษะดังกล่าวถือว่าเป็นทักษะขั้นพื้นฐานที่จำเป็นต้องมีและพัฒนาให้มีขึ้นในระดับประถมศึกษาก่อนที่จะพัฒนาแนวความคิดและทักษะขั้นผสมผสานซึ่งเป็นทักษะขั้นสูงต่อไป

ความสำคัญของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยใช้หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.3 ประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

นักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข: 2562: 65-75) โดยแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills)

ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ

1) การสังเกต (Observation) การสังเกตอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างรวมกัน ซึ่งได้แก่ ตา หู จมูก ลิ้น และการสัมผัส เข้าสัมผัสโดยตรงกับวัตถุหรือปรากฏการณ์โดยมีจุดประสงค์ที่จะหาข้อมูลซึ่งเป็นรายละเอียดของสิ่งนั้น ๆ ทั้งนี้โดยไม่ใช้ประสบการณ์และความคิดเห็นของผู้สังเกตในการเสนอข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการสังเกตควรเป็นข้อมูลประเภท

1. ข้อมูลเชิงคุณภาพ
2. ข้อมูลเชิงปริมาณ
3. ข้อมูลที่ได้จากการเปลี่ยนแปลง

2) การจำแนกประเภท (Classifying) ความสามารถในการจัดแบ่งหรือเรียงลำดับวัตถุ หรือ สิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์เป็นพวกๆ โดยมีเกณฑ์ในการจัดแบ่งดังกล่าวอาจจะใช้ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง การจำแนกและการเรียงลำดับนั้นอาจใช้เกณฑ์ที่กำหนดมาให้ หรือใช้เกณฑ์ที่กำหนดขึ้นเอง

3) การวัด (Measuring) ความสามารถในการใช้เครื่องมือในการวัดปริมาณของสิ่งต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ และรวมไปถึงการเลือกใช้เครื่องมือวัดได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อสิ่งที่ต้องการวัดด้วย

4) การใช้เลขจำนวน (Using Number) ความสามารถในการบวก ลบ คูณ และหารตัวเลขที่แสดงค่าปริมาณของสิ่งใด สิ่งหนึ่ง ซึ่งได้จากการสังเกต การวัด การทดลอง โดยตรงหรือจากแหล่งอื่น ๆ อีกทอดหนึ่ง ทั้งนี้ตัวเลขที่นำมาบวก ลบ คูณ หรือหาร นั้นจะต้องแสดงค่าปริมาณในหน่วยเดียวกับตัวเลขใหม่ที่มาจากการคำนวณ จะช่วยให้สามารถสื่อสารความหมายได้ตรงตามที่ต้องการและชัดเจน

5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space and space, space and time relationship) ความสามารถในการหาความสัมพันธ์ระหว่าง 3 มิติ 2 มิติ ระหว่าง

ตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุหนึ่ง ระหว่างสเปซของวัตถุกับเวลา ซึ่งได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งที่อยู่ของวัตถุกับเวลา หรือ ระหว่างสเปซของวัตถุที่เปลี่ยนไปกับเวลา

6) การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) ความสามารถในการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตหรือปรากฏการณ์ไปสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์เดิม เพื่อลงข้อสรุปหรือปรากฏการณ์หรือวัตถุนั้น การลงความเห็นจากข้อมูลอาจจำแนกประเภทเป็น 2 ประเภท คือ การลงความเห็นข้อสรุปเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ แต่ละอย่างและที่เป็นการอธิบายความสัมพันธ์ของสิ่งต่างๆ ในปรากฏการณ์ทักษะการลงความเห็นจากข้อมูล ถ้าฝึกจนเป็นความชำนาญจะช่วยพัฒนาทักษะการตั้งสมมติฐาน

7) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Manipulating and Communication Data) ความสามารถในการนำข้อมูลดิบที่ได้จากการสังเกต การทดลอง หรือจากแหล่งอื่นที่มีข้อมูลดิบอยู่แล้วมาจัดกระทำเสียใหม่โดยอาศัยวิธีการต่าง ๆ การจัดเรียงลำดับ การจัดแยกประเภท การหาค่าเฉลี่ย เป็นต้น แล้วนำข้อมูลชุดนั้นนำเสนอด้วยรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง แผนภูมิ แผนภาพ กราฟ สมการ

8) การทำนาย (Predicting) ความสามารถในการพยากรณ์หรือคาดคะเนสิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า โดยอาศัยการสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำๆ หรือความรู้ที่เป็นหลักการ กฎ หรือทฤษฎีในเรื่องนั้นมาช่วยในการพยากรณ์

การพยากรณ์หรือการคาดคะเนอาจเป็นการพยากรณ์ 1) ภายในขอบเขตข้อมูลที่ศึกษา หรือ 2) ภายนอกขอบเขตข้อมูลที่ศึกษา

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้

9) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables) ความสามารถในการกำหนดว่าสิ่งที่ศึกษาตัวใดเป็นตัวแปรต้น ตัวแปรตามในปรากฏการณ์หนึ่ง ๆ ที่ต้องการศึกษาโดยทั่วไปจะมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคู่หนึ่งเป็นอย่างน้อย ซึ่งในการศึกษาปรากฏการณ์นั้นจำเป็นต้องสามารถมองเห็นความสัมพันธ์ของตัวแปรที่เป็นสาเหตุ และเป็นตัวแปรที่เป็นผล และสามารถควบคุมตัวแปรที่เป็นสาเหตุอื่น ๆ ในขณะที่ศึกษาตัวแปรที่เป็นสาเหตุตัวใดตัวหนึ่ง

10) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) ความสามารถในการให้ข้อสรุป หรือคำอธิบายซึ่งเป็นคำตอบล่วงหน้าก่อนที่จะดำเนินการทดลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เป็นจริงในเรื่องนั้น ๆ ต่อไป สมมติฐานเป็นข้อความที่แสดงการคาดคะเนซึ่งอาจเป็นข้อสรุป หรืออาจเป็นข้อความที่แสดงความสัมพันธ์ที่เชื่อว่าจะเกิดขึ้น โดยการสังเกตประกอบกับความรู้ ประสบการณ์ กฎ หลักการ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational defining of the variables) ความสามารถที่จะกำหนดว่าจะมีวิธีวัดตัวแปรที่ศึกษาอย่างไร ซึ่งเป็นวิธีวัดที่สามารถเข้าใจตรงกัน สามารถสังเกต และวัดได้โดยใช้เครื่องมืออย่างง่าย

12) การทดลอง (Experimenting) ความสามารถในการตรวจสอบสมมติฐาน โดยการทดลอง ซึ่งเริ่มตั้งแต่การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนที่ออกแบบ ตลอดจนการใช้วัสดุอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

13) การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) การตีความหมายข้อมูล คือ ความสามารถในการบรรยายความหมายของข้อมูล ที่ได้จัดกระทำและอยู่ในรูปแบบที่ใช้ในการสื่อความหมายข้อมูล ส่วนการลงข้อสรุปคือความสามารถในการตีความหมายข้อมูลแล้วนำไปสู่การระบุความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่ศึกษาได้ เป็นความรู้ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556 ในการศึกษาวิทยาศาสตร์ จำเป็นต้องใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบ จากการสำรวจตรวจสอบ หรือจากการทดลอง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีทั้งหมด 14 ทักษะ ได้แก่ การสังเกต การวัด การจำแนกประเภท การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การพยากรณ์ การตั้งสมมติฐาน การนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง และการตีความหมายข้อมูล การลงข้อสรุปการตีความหมายข้อมูล และการสร้างแบบจำลอง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) การสังเกต เป็นความสามารถในการใช้ประสาทสัมผัส อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างเพื่อหาข้อมูล หรือรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ โดยไม่เพิ่มความคิดเห็นส่วนตัวลงไป

2) การวัด การเลือกและการใช้เครื่องมือทำการวัดปริมาณของ สิ่งต่าง ๆ ออกมาเป็นตัวเลขที่แน่นอนได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง โดยมีหน่วยกำกับเสมอ

3) การจำแนกประเภท เป็นการแบ่งพวก หรือเรียงลำดับวัตถุ หรือสิ่งที่อยู่ในปรากฏการณ์ โดยใช้เกณฑ์ความเหมือน ความแตกต่าง หรือความสัมพันธ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

4) การหาความสัมพันธ์ระหว่างมิติกับมิติ และมิติกับเวลา วัตถุต่าง ๆ ในโลกนี้จะทรงตัวอยู่ได้ ล้วนแต่ครองที่ที่ว่าง การครองที่ของวัตถุในที่ว่างนั้น โดยทั่วไปแล้วจะมี 3 มิติ ได้แก่ มิตินาน มิติกว้าง และมิติสูงหรือหนา

5) การคำนวณ การนับจำนวนของวัตถุและการนำตัวเลขจำนวนที่นับได้ มาคิดคำนวณโดยการบวก ลบ คูณ หารหรือหาค่าเฉลี่ย

6) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล เป็นการนำผลการสังเกต การวัด การทดลองจากแหล่งต่าง ๆ โดยการหาความถี่ เรียงลำดับ จัดแยกประเภท หรือคำนวณหาค่าใหม่ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจความหมาย ของข้อมูลดียิ่งขึ้น โดยอาจเสนอในรูปแบบของตาราง แผนภูมิ แผนภาพ วงจร กราฟ สมการ และการเขียนบรรยาย

7) การลงความเห็นจากข้อมูล การเพิ่มความคิดเห็นให้กับข้อมูลที่ได้จากการสังเกตอย่างมีเหตุผล โดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมมาช่วย

8) การพยากรณ์ การสรุปคำตอบล่วงหน้าก่อนการทดลองโดยอาศัย ประสบการณ์ที่เกิดขึ้นซ้ำ ๆ หลักการ กฎ หรือทฤษฎีที่มีอยู่แล้วในเรื่องนั้น มาช่วยในการสรุป การพยากรณ์มีสองทาง คือ การพยากรณ์ภายในขอบเขตของข้อมูลที่มีอยู่และ การพยากรณ์นอก ขอบเขตข้อมูลที่มีอยู่

9) การตั้งสมมติฐาน คือ การคิดหาคำตอบล่วงหน้า ก่อนจะทำการทดลองโดย อาศัยการสังเกต ความรู้ ประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานคำตอบที่คิดล่วงหน้าซึ่งยังไม่ทราบ หรือยังไม่ เป็นหลักการ กฎ หรือ ทฤษฎีมาก่อนสมมติฐาน หรือคำตอบที่คิดไว้ล่วงหน้า มักกล่าวไว้เป็น ข้อความที่บอกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น กับตัวแปรตาม สมมติฐานที่ตั้งไว้อาจถูกหรือผิดก็ได้ ซึ่งจะทราบภายหลังการทดลองหาคำตอบเพื่อสนับสนุน หรือคัดค้านสมมติฐานที่ตั้งไว้

10) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ เป็นการกำหนดความหมายและขอบเขต ของสิ่งต่าง ๆ (ที่อยู่ในสมมติฐานที่ต้องทดลอง) ให้เข้าใจตรงกัน สามารถสังเกตหรือวัดได้

11) การกำหนดและควบคุมตัวแปร การกำหนดตัวแปรเป็นการบ่งชี้ตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรที่ต้องการควบคุมในสมมติฐานหนึ่ง ๆ การควบคุมตัวแปรเป็นการควบคุม สิ่งอื่น ๆ นอกเหนือจากตัวแปรต้น ถ้าหากไม่ควบคุมให้เหมือนกัน ๆ กัน ก็จะทำให้ผลการทดลอง คลาดเคลื่อน

ตัวแปรต้น คือ สิ่งที่เราต้องจัดให้แตกต่างกัน ซึ่งเป็นต้นเหตุทำให้เกิดผล ซึ่งเราคาดหวังว่าจะแตกต่างกัน

ตัวแปรตาม คือ สิ่งที่เราต้องติดตามดู ซึ่งเป็นผลจากการจัดสถานการณ์ บางอย่างให้แตกต่างกัน

ตัวแปรควบคุม คือ สิ่งที่เราต้องควบคุมจัดให้เหมือนกันเพื่อให้แน่ใจว่า ผลการทดลองเกิดจากตัวแปรต้นเท่านั้น

12) การทดลอง การทดลองมี 3 ประเภท คือ การทดลองแบบแบ่งกลุ่ม เปรียบเทียบ ไม่มีกลุ่มเปรียบเทียบและลองผิดลองถูก การทดลองเป็นกระบวนการปฏิบัติเพื่อหา

คำตอบ หรือการทดสอบสมมติฐานที่ตั้งไว้ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบการทดลอง การปฏิบัติการทดลอง และการบันทึกผลการทดลอง

13) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป การตีความหมายข้อมูล คือ การแปลความหมาย หรือการบรรยาย ลักษณะและสมบัติของข้อมูลที่มีอยู่ การลงข้อสรุป คือ การสรุปความสัมพันธ์

14) การสร้างแบบจำลอง นำเสนอข้อมูล แนวคิด ความคิดรวบยอดเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจในรูปแบบของแบบจำลองแบบต่าง ๆ เช่น กราฟ รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุ สิ่งของ สิ่งประดิษฐ์ หุ่น เป็นต้น (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ 2556:4-5)

จากการศึกษาประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ผู้วิจัยมีความเห็นสอดคล้องกับสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ โดยแบ่งประเภทของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็น 2 ประเภท คือ 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ ได้แก่ (1) การสังเกต (Observing), (2) การจำแนกประเภท (Classifying), (3) การวัด (measuring), (4) การใช้เลขจำนวน (Using number), (5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space and space, space and time relationship), (6) การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring), (7) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Manipulating and Communication Data), (8) การทำนาย (Predicting) และ 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 6 ทักษะ ได้แก่ (9) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables), (10) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing), (11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational defining of the variables), (12) การทดลอง (Experimenting) (13) การแปรผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) (14) การสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables) 2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational defining of the variables) 4) การทดลอง (Experimenting) 5) การแปรผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) 6) การสร้างแบบจำลอง เนื่องจากทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เปรียบเสมือนเครื่องมือที่จำเป็นในการแสวงหาความรู้และแก้ปัญหา ซึ่งเป็นทักษะทางปัญญา หรือทักษะการคิดที่ต้องพัฒนาให้กับผู้เรียน

4.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ธนภรณ์ ก้องเสียง (2558) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ : กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมทวิทยา รามอินทรา ผลการวิจัยพบว่า ผลการวัดความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์นักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ มีความรู้พื้นฐานหลังร่วมกิจกรรมมีคะแนนเฉลี่ย 18.21 และเมื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นสูง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผู้ร่วมกิจกรรมมีระดับความพึงพอใจในกิจกรรมเรื่องอุปกรณ์การทดลองและวิทยากรมากที่สุด

น้ำฝน คูเจริญไพศาล กนกพร พันวิไลย ชุตินา เอกภาพไพบูลย์ และนงเยาว์ เรือนบุตร (2559) ศึกษาการพัฒนาแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยใช้บริบทเรื่องสถานะของสารและสารละลายสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น ผลการวิจัยพบว่า ผลการประเมินคุณภาพแบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน โดยผู้เชี่ยวชาญมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X}=4.53$, S.D.= 0.50) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียน โดยใช้แบบฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานอยู่ในระดับความพึงพอใจมากที่สุด ($\bar{X}=4.27$, S.D.= 0.69)

จิรัชญา เนื่องชมภู และไพศาล วรคำ (2564) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่องการเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้แบบ โครงงานเป็นฐานเรื่องการเคลื่อนที่มี 4 แผนมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.60$), 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน ($\bar{X}=17.30$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=11.25$), และ 3) ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X}=36.55$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}=26.70$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อชญา ถักดิวงษ์ และอัมพร วัจนะ (2564) ศึกษาการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (facebook) เรื่องสารบริสุทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า 1. ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) ให้มีประสิทธิภาพตาม เกณฑ์ 80/80 จากการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 84.53/81.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ก าหนด (80/80) 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรื่อง สารบริสุทธิ์ ของนักเรียน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุดกิจกรรมการ ทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) สูงกว่า ก่อนใช้ชุดกิจกรรมการทดสอบแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุด กิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรม การ ทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์พบว่า นักเรียนที่ได้รับการศึกษาและการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้ชุดกิจกรรมและกรณีศึกษา พบว่า นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับ ดีมาก

5. นวัตกรรม

นวัตกรรม เป็นสิ่งที่มีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากในการสร้างศักยภาพการแข่งขัน ทางการค้าทั้งในระดับธุรกิจ และระดับประเทศ ทั้งนี้เพราะความได้เปรียบในเชิงประสิทธิภาพของ การดำเนินงาน ไม่ใช่สิ่งที่กระทำได้ยากอีกต่อไป และยังกลายเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของ การประกอบธุรกิจไปแล้ว ขณะที่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ ๆ ที่ต้องใช้ความคิด สร้างสรรค์ และความรู้อย่างเข้มข้น (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, พักตร์ วัฒนสินธุ์, อัจฉรา จันทร์ฉาย, ประกอบ คูปรัดน์, 2553) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) เป็นเรื่อง ของการนำจินตนาการมาสร้างขั้นตอนกระบวนการ โดยอ้างอิงจากทฤษฎีความรู้เพื่อนำไปสู่การ ค้นพบใหม่เกิดเป็นนวัตกรรมที่ใช้ตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิตที่ลงตัว และนำไปสู่ การเป็นผู้ผลิตและผู้ประกอบการ (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ., 2561 :13)

5.1 ความหมายของนวัตกรรม

ทวิศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) กล่าวว่า นวัตกรรมเป็นแนวคิด การปฏิบัติ หรือ สิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น เมื่อนำนวัตกรรมมาใช้จะช่วย ให้การทำงานนั้นได้ผลดีมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลสูงกว่าเดิม ทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน

ราชบัณฑิตยสถาน 2556, Longman 2007 Oxford 2011 (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์และ พเยาว์ ยินดีสุข 2562 : 2) กล่าวว่า นวัตกรรม หมายถึง แนวคิด วิธีการ หรือสิ่งทำขึ้นใหม่ สิ่งประดิษฐ์ หรือการกระทำบางอย่างที่เป็นแนวทางใหม่

สุคนธ์ สนิทพานนท์ (2558: 7) กล่าวว่า นวัตกรรมการเรียนการสอน คือ สิ่งใหม่ ๆ ที่สร้างขึ้นมาเพื่อช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอน หรือการพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้แก่ รูปแบบ วิธีการ กระบวนการ สื่อต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการศึกษา

ศิริวรรณ วณิชวัฒน์ (2562 ; 268) กล่าวว่า นวัตกรรม (Innovation) มีรากศัพท์มาจาก innovare ในภาษาละติน แปลว่า ทำสิ่งใหม่ขึ้นมาความหมายของนวัตกรรมในเชิงเศรษฐศาสตร์ คือ การนำแนวคิดใหม่หรือการใช้ประโยชน์จากสิ่งที่มีอยู่แล้วมาใช้ในรูปแบบใหม่ เพื่อทำให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจ หรือ การทำในสิ่งที่แตกต่างจากคนอื่น โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวเราให้กลายมาเป็นโอกาสและการถ่ายทอดไปสู่แนวคิดใหม่ที่ทำให้เกิดประโยชน์ต่อตนเองและสังคม โดยเน้นไปที่การสร้างสรรค่นวัตกรรม นวัตกรรมยังหมายถึงความสามารถในการเรียนรู้และนำไปปฏิบัติให้เกิดผลได้จริงอีกด้วย

วิชัย วงศ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล (2562:13) กล่าวว่า นวัตกรรม คือ สิ่งที่ทำขึ้นใหม่ หรือพัฒนาขึ้นซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการ การกระทำ หรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ โดยสิ่งนั้นอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่เพียงบางส่วนและอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่งในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

ดังนั้นนวัตกรรมจึงสอดคล้องกับแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ นวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการนิยามของผู้เรียนที่ผู้เรียนสะสมความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองและสามารถถ่ายทอดความรู้นั้นๆ ได้ โดยการสร้างสรรค์ ผลงานที่สะท้อนผู้เรียน เช่น โครงงาน ชิ้นงาน การแสดง การสร้างแบบจำลอง แนวคิด เป็นต้น (พีชญาณ์ พานะกิจ 2558:157) จาก ความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง แนวทาง แนวคิด กระบวนการ ที่ได้คิดค้น เครื่องมือที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อนหรือเป็นการพัฒนาตัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น

ความหมายของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่บางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่งหรือในช่วงเวลาหนึ่ง (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล, 2562:4)

5.2 ประเภทของนวัตกรรม

ปัจจุบันมีบุคลากรทางการศึกษาต่างก็ผลิตนวัตกรรมทางการเรียนการสอนออกมาเป็นจำนวนมากขึ้นอยู่กับสภาพปัญหาของการจัดการเรียนการสอนของแต่ละท้องถิ่นหรือเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน

พิชิต ฤทธิจรูญ (2550 : 3) กล่าวถึงนวัตกรรมทางการจัดการเรียนการสอนว่า นวัตกรรมที่ผลิตออกมาทางการเรียนการสอนมีจำนวนมาก แต่สามารถจำแนกประเภทได้ดังนี้

1. นวัตกรรมประเภทผลิตภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์

นวัตกรรมประเภทนี้มีลักษณะเป็นสื่อที่ช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้ผู้เรียนมีความเข้าใจกระจ่างชัดเจนในเรื่องที่เรียน หรือทำให้ผู้เรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ในทักษะด้านต่าง ๆ ได้เร็วยิ่งขึ้น ประกอบด้วย

- ชุดการเรียน / ชุดการสอน / ชุดการเรียนการสอน
- แบบฝึกหัด / ชุดการฝึก ชุดฝึกทักษะการเรียนรู้
- บทเรียนสำเร็จรูปแบบสื่อผสม / บทเรียน โปรแกรม
- เกม
- การ์ตูน
- นิทาน
- เอกสารประกอบการเรียนรู้ / เอกสารประกอบเรียนการสอน / เอกสารประกอบการสอน
- ฯลฯ

2. นวัตกรรมประเภทรูปแบบ / เทคนิค / วิธีสอน

นวัตกรรมประเภทนี้เป็นการใช้วิธีสอนหรือเทคนิคการสอนในรูปแบบต่าง ๆ ที่ นักการศึกษาได้คิดค้นเพื่อพัฒนาการด้านการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และเจตคติ ซึ่งมีวิธีการสอนและเทคนิคการสอนจำนวนมาก ได้แก่

- วิธีการสอนคิด
- วิธีสอนแบบบูรณาการ
- วิธีสอนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
- วิธีสอนแบบโครงงาน
- CIPPA Model
- วิธีสอนโดยการตั้งคำถาม
- วัฏจักรการเรียนรู้ 4 MAT

- วิธีสอนตามแนวพุทธวิธี
- ฯลฯ

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ แบ่งประเภทของนวัตกรรมออกเป็น ๒ ประเภท คือ

1. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์ (Product Innovation) ที่ประกอบไปด้วยนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์ ที่จับต้องได้ กับผลิตภัณฑ์ที่จับต้องไม่ได้

2. นวัตกรรมกระบวนการ (Process Innovation) ที่ประกอบไปด้วยนวัตกรรมกระบวนการทางเทคโนโลยี และนวัตกรรมกระบวนการทางองค์กร

นวัตกรรมจึงเป็นวิธีการหรือกระบวนการนำไปปฏิบัติเพื่อให้เกิดสิ่งใหม่ๆ ที่มีประโยชน์ต่อตนเอง สังคม และประเทศชาติโดยการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กล่าวถึงการจำแนกประเภทของนวัตกรรมการศึกษาว่า นวัตกรรมทางการศึกษาได้มีผู้คิดพัฒนาขึ้นมาเป็นจำนวนมาก สามารถจำแนกได้ดังนี้

1. จำแนกตามผู้ใช้ประโยชน์โดยตรง แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
 - 1) ประเภทสื่อสำหรับครู ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ คู่มือครู เอกสารประกอบการสอน เครื่องมือวัดผล อุปกรณ์โสตทัศนวัสดุ
 - 2) ประเภทสื่อสำหรับนักเรียน ได้แก่ บทเรียนสำเร็จรูป เอกสารประกอบการเรียน ชุดฝึก ปฏิบัติ ใบงาน ชุดเพลง ชุดเกม การ์ตูน
2. จำแนกตามลักษณะของนวัตกรรม แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
 - 1) ประเภทเทคนิควิธีการหรือกิจกรรม เช่น บทบาทสมมุติ การสอนแบบศูนย์การเรียนรู้ การสอนความคิดรวบยอดด้วยวิธีสอนอุปนัยและนิรนัย ฯลฯ
 - 2) ประเภทสื่อการเรียนการสอน เช่น บทเรียนสำเร็จรูป ชุดการสอน ชุดสื่อประสม บทเรียน โมดูล วิดิทัศน์ เกม เพลง ใบงาน

จากนวัตกรรมทางการศึกษาประเด็นนี้การเรียนรู้ต้องอาศัยองค์ประกอบที่เอื้อต่อการเรียนรู้ ให้สอดคล้องกับจากแนวคิดดังกล่าวต้องทำความเข้าใจให้ชัดเจนต่อไป

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) กล่าวว่า นวัตกรรมที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 6 ประเภทประกอบด้วย

1. ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง
2. โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์
3. การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

5. วิดีทัศน์ตามต้องการ

6. เครื่องขายสังคมออนไลน์

การแบ่งประเภทของนวัตกรรม สามารถจัดเป็น 2 ประเภท คือ 1) นวัตกรรมประเภทผลิตภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์ 2) นวัตกรรมประเภทวิธีสอนและเทคนิคต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอน

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกใช้นวัตกรรม 2 ประเภท คือ 1) นวัตกรรมประเภทผลิตภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ทดลอง ออกแบบประดิษฐ์ผลิตภัณฑ์ได้อย่างสร้างสรรค์ และ 2) นวัตกรรมประเภทวิธีสอนและเทคนิคต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอน

5.3 ลักษณะของนวัตกรรม

นวัตกรรมเป็นแนวทาง แนวคิด ที่ได้คิดค้น ปรับปรุงหรือพัฒนาตัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดี ซึ่งมีนักการศึกษาหลายท่านให้แนวคิดเกี่ยวกับ ลักษณะของนวัตกรรมไว้ดังนี้

ดาวิลลา และคณะ (Davila and other, 2006) กล่าวว่า ลักษณะของนวัตกรรมจะต้องมีดังนี้

1. เป็นแนวคิดหรือความคิดสร้างสรรค์ใหม่ ที่แตกต่างจากที่เคยมีในองค์กร
2. แนวคิดหรือความคิดใหม่ๆ ที่ได้มาจากทีมหรือบุคคลในองค์กรนั้นๆ
3. สิ่งที่เป็นเครื่องมือในการนำมาใช้ในการพัฒนาองค์กรอาจเป็นงานประดิษฐ์

ผลผลิต กระบวนการ หรืองานบริการ

เนาวนิตย์ สงคราม (2555 : 34) ได้กล่าวสรุปลักษณะของนวัตกรรม ได้แก่

1. สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ ความคิดใหม่ ผลิตภัณฑ์ใหม่หรือสิ่งที่ดัดแปลงใหม่แตกต่างจากที่เคยมีในองค์กร หรือจากการพัฒนาสิ่งที่มีอยู่เดิมให้ดียิ่งขึ้น
2. ความสามารถในการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ของบุคลากรในองค์กรสร้างขึ้น

3. สามารถนำไปใช้งานได้จริงและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

มาเรียม นิลพันธุ์ (2555: 237) ได้กล่าวถึงนวัตกรรม ต้องมีลักษณะดังนี้

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

สุคนธ์ สนิธพานนท์ (2561 : 7-8) กล่าวว่า นวัตกรรมด้านการจัดการเรียนการสอนควรมีลักษณะ สรุปได้ดังนี้

1. เป็นสิ่งใหม่เกี่ยวกับการเรียนการสอนทั้งหมด เช่น วิธีสอนใหม่ ๆ สื่อการสอนใหม่ ๆ ซึ่งไม่มีใครทำมาก่อน

2. เป็นสิ่งใหม่เพียงบางส่วน เช่น มีการผลิตชุดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ แต่ยังคงมีรูปแบบเดิมเป็นหลักอยู่ ตัวอย่างเช่น มีบัตรเนื้อหา บัตรความรู้ บัตรทดสอบ แต่มีการเพิ่มฝึกทักษะความคิด บัตรงานสำหรับผู้เรียน เป็นต้น

3. เป็นสิ่งใหม่ที่ยังอยู่ในกระบวนการทดลองว่าจะมีประสิทธิภาพในการนำไปใช้มากน้อยเพียงไร เช่น การนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงบูรณาการเข้าไปในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนทุกรายวิชา

4. เป็นสิ่งใหม่ที่ได้รับการยอมรับและนำไปใช้บ้างแล้ว แต่ยังไม่แพร่หลาย เช่น แหล่งการเรียนรู้ท้องถิ่น มีวนอุทยานแห่งชาติอยู่ในท้องถิ่นนั้น แต่เนื่องจากอุปสรรคเกี่ยวกับการเดินทางจึงไม่เป็นที่นิยมของสถานศึกษาต่าง ๆ

5. เป็นสิ่งที่เคยปฏิบัติมาแล้วครั้งหนึ่งแต่ไม่เคยได้ผลเนื่องจากขาดปัจจัยสนับสนุนต่อมาได้นำมาปรับปรุงใหม่ ทดลองใช้ และเผยแพร่ จัดว่าเป็นนวัตกรรมได้

จากการศึกษาลักษณะของนวัตกรรมดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า

1. นวัตกรรมเป็นแนวคิด วิธีการ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนหรือเป็นการพัฒนาตัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น
2. นวัตกรรมเป็นการพัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมนั้นได้กระทำ อย่างเป็นระบบ มีการทดลองและ ปรับปรุงจนกระทั่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ
3. นวัตกรรมนั้นสามารถนำไปใช้งาน ได้จริง และมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม

5.4 องค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่

1. การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively)
2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others)
3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation)

โดยแต่ละองค์ประกอบมีพฤติกรรมบ่งชี้ดังต่อไปนี้

1. การคิดอย่างสร้างสรรค์
 - 1.1 มองเห็นโอกาสมากกว่าปัญหา
 - 1.2 ริเริ่มสิ่งใหม่ๆ ที่เป็นประโยชน์
 - 1.3 ใช้วิธีการคิดและมุมมองอย่างหลากหลาย
 - 1.4 ทำงานด้วยวิธีการหลากหลายและยืดหยุ่น
 - 1.5 ประเมินและปรับเปลี่ยนความคิดของตนเอง

2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์
 - 2.1 เคารพความคิดเห็นของคนอื่น
 - 2.2 เปิดรับความคิดเห็นใหม่ ๆ ที่ทันสมัย
 - 2.3 นำเสนอความคิดเห็นของตนเองกับผู้อื่น
 - 2.4 แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับบุคคลอื่นอยู่เสมอ
 - 2.5 ทำงานร่วมกับบุคคลอื่นด้วยความร่วมมือร่วมใจ
3. การสร้างสรรค์นวัตกรรมให้สำเร็จ
 - 3.1 วางแผนพัฒนานวัตกรรมอย่างเป็นระบบ
 - 3.2 พัฒนานวัตกรรมและประเมินระหว่างการพัฒนา
 - 3.3 ประเมินสรุปประสิทธิผลของนวัตกรรมให้ดีขึ้น
 - 3.4 ปรับปรุงแก้ไขจุดบกพร่องของนวัตกรรมให้ดีขึ้น
 - 3.5 ใช้เทคโนโลยีดิจิทัลสื่อสารนวัตกรรมสู่สังคม (วิสัย ทัศน์ใหญ่ และ มาตรฐาน

พัฒนาผล, 2562:4-5)

การศึกษาองค์ประกอบของทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า ทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมมีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่

1. การคิดอย่างสร้างสรรค์ (Think creatively)
2. การทำงานร่วมกับบุคคลอื่นอย่างสร้างสรรค์ (Work creatively with others)
3. การสร้างนวัตกรรมให้เกิดผลสำเร็จ (Implement innovation)

5.5 แนวทางการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ผู้สอนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางต่อไปนี้

1. ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ท้าทายความคิดตอบสนององธรรมชาติ ความต้องการ และความสนใจของผู้เรียน เมื่อผู้เรียนเกิดความรู้สึกรำคาญ และเป็นสิ่งที่เขาอยากจะทำ จะทำให้ใช้ความคิดของตนเองอย่างเต็มความสามารถ
2. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด โดยผู้สอนไม่นำความคิดหรือประสบการณ์ของตนเองไปตัดลิดความคิดของผู้เรียน แต่จะต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนหาเหตุผลมาสนับสนุนความคิดของตนเอง
3. ชี้แนะวิธีการแสวงหาความรู้จากแหล่งเรียนรู้ที่หลากหลายให้กับผู้เรียน และ โต้แย้งให้ผู้เรียนให้นำความรู้ต่าง ๆ มาสังเคราะห์และนำไปใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรม

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนใช้เทคโนโลยีดิจิทัล เทคโนโลยี AI (Artificial Intelligence Technology) มาเป็นเครื่องมือในการสร้างสรรค์นวัตกรรม ทำให้เกิดแนวคิด (Idea) ในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ที่มีประโยชน์ต่อส่วนรวม

5. สร้างโอกาสให้ผู้เรียนนำเสนอนวัตกรรมของตนเองผ่านเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้ผู้เรียนมีประสบการณ์ในการสื่อสารนวัตกรรมสู่สังคม คุณลักษณะจิตอาสา แบ่งปันนวัตกรรมกับผู้อื่น

6. ประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ด้วยวิธีการประเมินอย่างหลากหลาย ในลักษณะของการประเมินที่เสริมพลังตามสภาพจริง และให้ข้อมูลย้อนกลับอย่างสร้างสรรค์เพื่อให้ผู้เรียนนำไปต่อยอดทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของตนเอง (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนา, 2562:6-7)

การศึกษาแนวทางการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้สอนสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียนผ่านการจัดการเรียนรู้ ตามแนวทางต่อไปนี้
1) ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ตามความต้องการและความสนใจของผู้เรียน 2) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ 3) ชื่นแนะ ผู้สอนเป็นผู้แนวทาง 4) ส่งเสริมให้นักเรียนนำเทคโนโลยีมาใช้ในการสร้างสรรค์นวัตกรรม 5) นำเสนอและเผยแพร่ผลงานเทคโนโลยีดิจิทัล 6) ผู้สอนประเมินทักษะการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง

5.6 บทบาทของผู้สอน

ผู้สอนจะต้องมีความรู้และความสามารถที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้แก่

1. มีความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
2. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (reflective practice)
3. การปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ เช่น ระดับ

ความสามารถของผู้เรียน

4. การสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้เรียนซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมาก
5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่หลากหลาย (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ

มารุต พัฒนา, 2562 :17)

ผู้สอนจะต้องมีความรู้และความสามารถที่เอื้อต่อการพัฒนาทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมได้แก่

1. มีความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้
2. การสะท้อนผลการปฏิบัติ (reflective practice)

3. การปรับวิธีการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับบริบทต่าง ๆ เช่น ระดับความสามารถของผู้เรียน

4. การสร้างสัมพันธภาพที่ดีกับผู้เรียนซึ่งจะส่งเสริมการเรียนรู้ได้อย่างมาก

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้และการประเมินผลที่หลากหลาย (วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒผล, 2562 : 17)

5.7 การประเมินนวัตกรรม

การประเมินผลงานนวัตกรรมถือว่าเป็นส่วนสำคัญที่จะตอบคำถามว่า ผลงานที่นำเสนอ นั้นมีความเป็นนวัตกรรมหรือไม่ ซึ่งมีนักการศึกษาหลายคนได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับการประเมิน นวัตกรรมไว้ดังนี้

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

1. เป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือบางส่วน เช่น คิดวิธีการใหม่ได้ หรือนำเอาวิธีการซึ่งเคยปฏิบัติแต่เดิมมาปรับปรุงบางส่วนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. การประดิษฐ์คิดค้นนั้นใช้วิธีการจัดระบบ (System Approach) โดยพิจารณาถึงข้อมูล ที่ป้อนเข้า กระบวนการ และผลลัพธ์

3. มีการพิสูจน์วิจัยเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่า สิ่งใหม่นั้นมีประสิทธิภาพ น่าเชื่อถือได้

4. สิ่งใหม่นั้นยังไม่เป็นส่วนหนึ่งของระบบงานในปัจจุบัน เพียงแต่มีการนำไปใช้ในบางกลุ่ม ยังไม่เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปหรือยังไม่แพร่หลาย

วรากร หงษ์โต (2553 : 288-293) ได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมการเรียนการสอน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมิน นวัตกรรมการเรียนการสอนที่ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ได้สร้างขึ้น จาก การเข้าร่วมชุมชนการเรียนรู้ออนไลน์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1. ด้านความเป็นนวัตกรรมมี 1 ตัวบ่งชี้คือ ความเป็นนวัตกรรม

2. ด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

2.1 วัตถุประสงค์และเป้าหมายของการพัฒนานวัตกรรม

2.2 การใช้หลักการ แนวคิด ทฤษฎีในการพัฒนานวัตกรรม

2.3 การออกแบบและพัฒนานวัตกรรม

2.4 กระบวนการพัฒนานวัตกรรม

2.5 การมีส่วนร่วมในการพัฒนานวัตกรรม

2.6 ความสำเร็จของการพัฒนานวัตกรรม

3. ด้านคุณค่าและประโยชน์ของนวัตกรรมมี 6 ตัวบ่งชี้ คือ

- 3.1 การแก้ปัญหาหรือพัฒนาคุณภาพผู้เรียน
- 3.2 การใช้ทรัพยากรในการพัฒนานวัตกรรม
- 3.3 การเรียนรู้ร่วมกัน
- 3.4 ส่งเสริมให้เกิดกระบวนการแสวงหาความรู้
- 3.5 การยอมรับ
- 3.6 การนำไปใช้

เนาวนิตย์ สงคราม (2556 : 135-144) ได้เสนอแบบประเมินนวัตกรรม ซึ่งได้พัฒนาจากการสนทนากลุ่มด้วยฐานการวิจัยจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เป็นอย่างดีในด้านการวัดและประเมินผล ด้านการสร้างนวัตกรรม ด้านความคิดสร้างสรรค์ และด้านเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่

1. มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรมมี 8 ตัวบ่งชี้คือ

- 1.1 มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม
- 1.2 การกำหนดเป้าหมายที่สอดคล้องกับปัญหา
- 1.3 กรอบความคิดในการสร้างนวัตกรรม
- 1.4 การออกแบบนวัตกรรมตามหลักการและทฤษฎี
- 1.5 การปรับปรุงนวัตกรรมต้นแบบ
- 1.6 การประเมินและสรุปผลนวัตกรรม
- 1.7 การนำเสนอนวัตกรรม/เผยแพร่ นวัตกรรม
- 1.8 ความค่านิ่งเรื่องลิขสิทธิ์/จรรยาบรรณ

2. มาตรฐานด้านคุณค่ามี 6 ตัวบ่งชี้คือ

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

3. ความเป็นนวัตกรรมมี 3 ตัวบ่งชี้คือ

- 3.1 สิ่งใหม่ วิธีการใหม่ หรือแนวทางใหม่
- 3.2 การสร้างสรรค์ในผลงาน
- 3.3 ลิขสิทธิ์หรือสิทธิบัตร

ดังนั้นนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ จึงเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านกระบวนการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ วิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จิตวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับกระบวนการคิดสร้างสรรค์ (Creative Process) หมายถึงวิธีการคิดหรือกระบวนการทำงานของสมองอย่างเป็นขั้นตอนและสามารถคิดแก้ปัญหาได้ (พีชญาณ์พานะกิจ 2558)

การศึกษาการประเมินเบื้องต้นผู้วิจัยมีความเห็นสอดคล้องกับการประเมินของวารการหงษ์โตและเนาวนิตย์ สงคราม ซึ่งแบ่งการประเมินออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) กระบวนการพัฒนา 2) ด้านคุณค่า 3) ด้านความเป็นนวัตกรรม

ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่เสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรม มีดังนี้

1. เป็นพี่เลี้ยงโดยให้ข้อมูลย้อนกลับเชิงสร้างสรรค์ต่อผู้เรียนเพื่อพัฒนาผลการเรียนรู้
2. เป็นผู้ชี้แนะ โดยการวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนรู้ของผู้เรียนและนำมาสู่การดูแลช่วยเหลือให้เกิดการเรียนรู้
3. บันทึกผลการประเมินที่สะท้อนความก้าวหน้าทางการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างเป็นระบบ
4. สื่อสารผลการประเมิน ไปยังผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เช่น ผู้เรียน ผู้บริหาร ผู้ปกครอง เป็นต้น
5. เป็นผู้จัดการคุณภาพ โดยนำผลการประเมินมาปรับปรุงและพัฒนาประสิทธิภาพของการจัดการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้การประเมินผลการเรียนรู้ควบคู่กับการประเมินเพื่อการเรียนรู้ และการประเมินขณะการเรียนรู้ เพื่อให้มีผลการประเมินที่หลากหลายสามารถใช้พัฒนาผู้เรียนได้อย่างต่อเนื่อง

การประเมินผลการเรียนรู้ที่เสริมสร้างทักษะการสร้างสรรค์และนวัตกรรมใช้หลักการประเมินตามสภาพจริง 4 ประการ ได้แก่

1. ใช้ผู้ประเมินหลายๆ ฝ่าย เช่น ผู้สอน ผู้เรียน เพื่อน และผู้เกี่ยวข้อง
2. ใช้วิธีการประเมินอย่างหลากหลาย เช่น การสังเกต การสอบถาม การตรวจผลงาน
3. ประเมินหลายๆ ครั้ง ตลอดช่วงระยะเวลาการเรียนรู้ ได้แก่ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน หลังเรียน และติดตามผล
4. สะท้อน ผลการประเมิน ไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาผู้เรียนและการจัดการเรียนรู้ (วิชัย วงศ์ใหญ่ 2560:38-39)

5.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำฝน คูเจริญไพศาล สุทัตตา ธรรมภัทรกุล และสุภาพร ลาภมา (2561) ศึกษาผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การทำโครงการวิทยาศาสตร์ เรื่อง สบู่สมุนไพร ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้ ผลการประเมินคุณภาพชุดกิจกรรมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ มีคุณภาพอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 4.21$, S.D. = 0.25) ผลการเรียนรู้ของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมฯ มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 76.76 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 และผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมฯ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.12$, S.D. = 0.12) เพราะนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติกิจกรรม

อมรรัตน์ ทองจันทร์ เจษฎา กิตติสุนทร (2560) การศึกษาผลการเรียนรู้ “การออกแบบและตกแต่งโมเดล” และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผลการศึกษาพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การออกแบบและตกแต่งโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 13.53 คิดเป็นร้อยละ 33.83 หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 34.37 คิดเป็นร้อยละ 85.92 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การออกแบบและตกแต่งโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยการเรียนรู้ การออกแบบและตกแต่งโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4) ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน หน่วยการเรียนรู้การออกแบบและตกแต่งโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก 5) ความคิดสร้างสรรค์ชิ้นงาน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ศักดิ์สกุล คลังขะนัง ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และดวงเดือน พิณสุวรรณ (2561) ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างสร้งความรู้ผ่านชิ้นงาน เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้งสร้งผลงานของนักเรียนประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์ ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันของนักเรียน กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี

การสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานสูงกว่ากลุ่มปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียน กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎี การสร้างสรรค์ความรู้ผ่านชิ้นงานสูงกว่าปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วชิรวิทย์ ช้างแก้ว และจินตนา สรายุทธพิทักษ์ (2562) พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติและความสามารถในการสร้างสื่อนวัตกรรม ทางสุขภาพหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และแบบวัด ความสามารถในการสร้างสื่อนวัตกรรมทางสุขภาพหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่า นักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

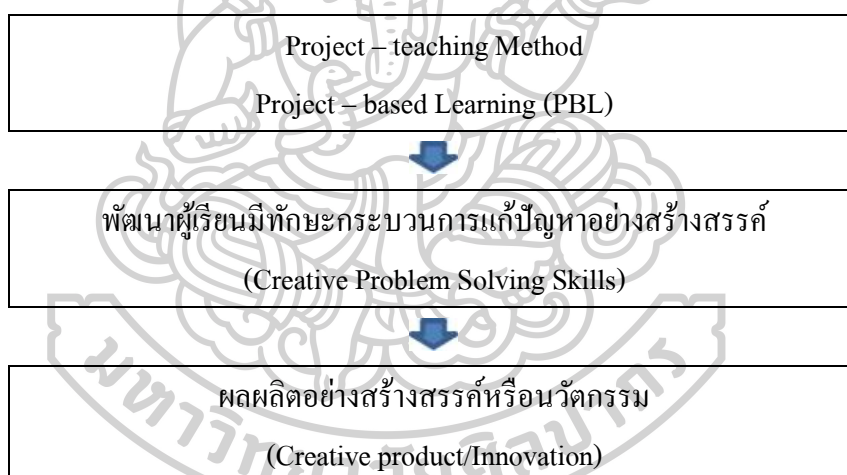
การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างนวัตกรรมหรือการสร้างชิ้นงาน พบว่า นักเรียนที่เรียนผ่านการออกแบบและสร้างสรรค์ชิ้นงานด้วยตนเองอยู่ในระดับดี

การสร้างสรรค์นวัตกรรม

การเรียนรู้ยุคใหม่รูปแบบการเรียนการสอนต่างๆ เข้ามามีบทบาทในการสนับสนุน การเรียนรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการศึกษาโดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ค้นคว้า แสวงหาความรู้และ สร้างความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพ ด้วยกระบวนการ เรียนรู้ เพื่อความเจริญงอกงามของบุคคลและสังคม โดยถ่ายทอดความรู้ การฝึก การอบรม การสืบ สานทางวัฒนธรรม การสร้างสรรค์จรรโลง ความก้าวหน้าทางวิชาการ การสร้างองค์ความรู้อันเกิด จากการจัดสภาพแวดล้อม สังคม การเรียนรู้และปัจจัยเกื้อหนุนให้ผู้เรียนรู้อย่างต่อเนื่องตลอด ชีวิต (พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2553) การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในโลกศตวรรษที่ 21 ส่งผลให้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีสมรรถนะที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน การคิด สร้างสรรค์และนวัตกรรม (creativity and innovation) (P21 Partnership for 21st Century Learner, 2015a) เป็นพื้นฐานการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาสมรรถนะด้านการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมให้ เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการลงมือปฏิบัติอย่างมีขั้นตอน รอบคอบ และใช้ วิธีการสอนที่เน้นการผลิตชิ้นงานอย่างสร้างสรรค์

การเรียนรู้จากการทำโครงการ (project-based learning: PBL) เป็นเครื่องมือสำคัญในการ ขับเคลื่อนผู้เรียนให้มีความรู้และทักษะสำคัญในการเรียนรู้ อีกทั้งยังมุ่งให้ผู้เรียนได้ฝึกใช้ จินตนาการ พัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานผ่าน การศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ เนื่องจากลักษณะ กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีลักษณะที่เอื้อต่อการคิดสร้างสรรค์ สนับสนุนการศึกษาค้นคว้า ทดลอง และอภิปรายซักถาม โครงการที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานต้องวางเป้าหมายให้ผู้เรียนเกิด

ความรู้ มีความเข้าใจในองค์ความรู้เฉพาะด้าน และมีทักษะที่จำเป็น การจัดการเรียนรู้ด้วยโครงการ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นฝึกให้มีการวิพากษ์ วิเคราะห์ เพื่อพัฒนาผลงาน ให้ผลป้อนกลับกับผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง และเผยแพร่นวัตกรรมที่สร้างสรรค์ขึ้นออกสู่สาธารณชน ครูต้องมีการวางแผนและออกแบบกิจกรรมให้เหมาะกับบริบทผู้เรียน กำหนดเกณฑ์การประเมินผลงานให้ครอบคลุมความรู้ความสำคัญและความเข้าใจในเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง สร้างวัฒนธรรมการทำงานเป็นทีมให้กับผู้เรียน วางแผนการจัดการผู้เรียนอย่างเป็นระบบ ส่งเสริมให้คำแนะนำและผลป้อนกลับกับผู้เรียน เพื่อให้สามารถผลิตผลงานได้ตามมาตรฐานและมีคุณภาพ เมื่อครูได้วางบทบาทหน้าที่และปฏิบัติ การดูแลผู้เรียนดังที่กล่าวมาข้างต้น จะส่งผลให้ผู้เรียนไป สู่ความสำเร็จในการทำงาน สามารถรังสรรค์และผลิตนวัตกรรมที่มีคุณภาพ มีความหมายต่อการเรียนรู้ และสามารถแก้ปัญหาที่สอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (อิศวนนทปกรณั ธเนศวรภัทร* พรพรม ชัยฉัตรพรสุข ฉันทนา เชาว์ปรีชา และสายสวาท สุวัฒน์กฤษะ, 2562) การพัฒนาผลผลิตสร้างสรรค์โดยใช้การเรียนรู้โครงการเป็นฐาน ผลผลิตที่ได้เป็นงานสร้างสรรค์ (creative product) หรือนวัตกรรม ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การพัฒนาผลผลิตสร้างสรรค์โดยใช้การเรียนรู้โครงการเป็นฐาน

ที่มา : พิมพันธ์ เชะอุปต์ และเพยาว์ ยินดีสุข, 2562

การสร้างสรรค์นวัตกรรม เป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) มาบูรณาการ เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีทักษะการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ทักษะการคิดขั้นสูง โดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง มีจินตนาการ และพัฒนากระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานผ่านการศึกษาข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้อย่างกว้างขวาง และแก้ไขปัญหาอย่างเป็นระบบ(สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558 :125) โดยมีองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการออกแบบ
2. ด้านการวางแผน/ความร่วมมือ
3. ด้านความคิดสร้างสรรค์
4. ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน

การวัดและประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม

การวัดผลและประเมินผลมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อกระบวนการเรียนการสอนวิธีการวัดผลและประเมินผลที่สามารถสะท้อนผลการเรียนรู้อย่างแท้จริงของผู้เรียนและครอบคลุมกระบวนการเรียนรู้ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนมีหลากหลาย ในการทำกิจกรรมเหล่านี้ ต้องคำนึงว่าผู้เรียนแต่ละคนมีศักยภาพแตกต่างกัน ผู้เรียนแต่ละคนจึงอาจทำงานชิ้นเดียวกันได้สำเร็จในเวลาที่แตกต่างกัน และผลงานที่ได้ก็อาจแตกต่างกันด้วย เมื่อผู้เรียนทำกิจกรรมเหล่านี้ จะต้องเก็บรวบรวมผลงาน เช่น รายงาน ชิ้นงาน บันทึก และรวมถึงทักษะปฏิบัติต่าง ๆ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ เจตคติต่อวิทยาศาสตร์ กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ทำและผลงานเหล่านี้ต้องใช้วิธีประเมินที่มีความเหมาะสม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, 2556)

เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมิน โครงงานสร้างสรรค์นวัตกรรม ประกอบด้วย

1. การประเมินจากผลงาน ชิ้นงาน (Assessing Artifacts)
2. ประเมินจากรายงาน (Assessing Report or Dissertation)
3. ประเมินจาก โปสเตอร์หรือการจัดนิทรรศการ (Poster Session/Exhibitions)
4. ประเมินจากการนำเสนอ (Presentation) (สุคนธ์ สิ้นธพานนท์, 2558 :122)

6. ความพึงพอใจ

6.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่มีผลต่อการเรียนรู้และความสำเร็จของการศึกษาแต่จะบรรลุเป้าหมายที่วางไว้ต้องมีประสิทธิภาพ อันเป็นผลเนื่องจากการได้รับการตอบสนองต่อความต้องการของแต่ละบุคคล ซึ่งมีนักการศึกษาให้ความหมายของความพึงพอใจดังนี้

Good. (1973) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพ คุณภาพ หรือระดับความพึงพอใจ ซึ่งเป็นผลมาจากความสนใจต่าง ๆ แลทัศนคติที่บุคคลมีต่อสิ่งที่ทำอยู่

พรณี ชูทัยเงินจิต (2550) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกในทางบวก ความรู้สึกที่ดีที่ประทับใจต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกในทางบวก ความรู้สึกที่ดีที่ประทับใจต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ

ปาริชาติ สังข์ขาว (2551) กล่าวว่า ความพึงพอใจว่า หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลในทางบวกความชอบความสบายใจความสุขต่อสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ หรือเป็นความรู้สึกที่พอใจต่อสิ่งที่ทำให้เกิดความชอบความสบายใจและเป็นความรู้สึกที่บรรลุถึงความต้องการ

สมบัติ บารมี (2551) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกเป็นสุขที่เกิดจากทัศนคติทางด้านบวกที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นทั้งจากภายในและภายนอกของปัจเจกบุคคล

พิศุทธา อารีราษฎร์ (อ้างใน ดลฤดี ไชยศิริ, 2563 หน้า 74) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มี ต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเฉพาะความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และอาจกระทำการบรรลุถึงความมุ่งหมาย ที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น ความพึงพอใจเป็นเรื่องของความรู้สึก ทัศนคติ หรือระดับความชอบส่วนบุคคลที่มี ต่อสิ่งนั้นว่าสามารถตอบสนองความต้องการหรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ๆ ได้มากน้อยเพียงใด

จากการศึกษาเอกสารที่ได้กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของบุคคลในทางบวกที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งที่กระทำอยู่เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายนั้น ๆ

6.2 การวัดความพึงพอใจ

นักวิชาการและนักการศึกษา กล่าวถึงวิธีวัดความพึงพอใจสรุปได้ดังนี้

ชวลิต ชุกก่าแพง (อ้างใน ดลฤดี ไชยศิริ, 2563 หน้า 75) อธิบายวิธีการวัดจิตพิสัยที่นิยม ดังนี้

1. การสังเกต เป็นการสังเกตการณ์พูด การกระทำ การเขียนของนักเรียนที่มีต่อ สิ่งใดสิ่งหนึ่งที่ครูต้องการวัด

2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ครูใช้พูดคุยกับนักเรียนซึ่งอาจเป็นความรู้สึกทัศนคติของนักเรียน เพื่อนำสิ่งที่นักเรียนพูดออกมาแปลความหมายเกี่ยวกับลักษณะจิตพิสัยของนักเรียน

3. การใช้แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า เป็นเครื่องมือวัดทัศนคติวัดความสนใจ วัดคุณธรรม จริยธรรม ถ้าเป็นแบบวัดทัศนคติหรือวัดความสนใจจะมีรูปแบบการวัด 3 รูปแบบ คือ แบบของลิเคิร์ท แบบเซอร์ส โตน แบบของออสกูต แบบวัดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) แบบของลิเคิร์ท มีลักษณะสำคัญ 4 ประการดังนี้

3.1 มีระดับความเข้มข้นให้ผู้ตอบ เลือกตอบตามความคิดเห็น เหตุผล สภาพความเป็นจริงตั้งแต่ 3 ระดับขึ้นไป

3.2 ระดับที่เลือกอาจเป็นชนิดที่มีทั้งด้านบวก และด้านลบในข้อเดียวกัน หรือมีเฉพาะด้านบวก หรือมีเฉพาะด้านลบ โดยที่อีกด้านหนึ่งจะเป็นศูนย์หรือระดับน้อยมาก

3.3 สามารถแปลงผลตอบเป็นคะแนนได้ จึงสามารถวัดความคิดเห็น คุณลักษณะด้านจิตพิสัยออกมาในเชิงปริมาณได้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (อ้างใน ดลฤดี ไชยศิริ, 2563 หน้า 76) กล่าวว่า การประเมินข้อมูลจากแบบสอบถามว่าส่วนใหญ่แบบสอบถามเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า มีลักษณะเป็นช่องแสดงระดับความคิดเห็นของผู้ตอบที่มีต่อข้อความนั้น ๆ โดยทั่วไปมีอยู่ 5 ระดับ เช่น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด ในการวิเคราะห์ข้อมูลจะกำหนดเป็นคะแนนโดยใช้หลักดังนี้

5	หมายถึง	มากที่สุด	ระดับคะแนน	4.50 – 5.00
4	หมายถึง	มาก	ระดับคะแนน	3.50 – 4.49
3	หมายถึง	ปานกลาง	ระดับคะแนน	2.50 – 3.49
2	หมายถึง	น้อย	ระดับคะแนน	1.50 – 2.49
1	หมายถึง	น้อยที่สุด	ระดับคะแนน	1.00 – 1.49

จากการศึกษาการวัดความพึงพอใจข้างต้นสรุปได้ว่า วิธีการวัดความพึงพอใจนั้นมีหลายวิธี เช่น แบบสังเกต แบบสัมภาษณ์ แบบวัดทัศนคติ เป็นต้น ซึ่งในการเลือกใช้เครื่องมือการวัดความพึงพอใจควรคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายหรือองค์ประกอบอื่น ๆ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการทำแบบสอบถามความพึงพอใจเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่าตามของลิเคิร์ต (Likert) ประกอบด้วยชุดของข้อความและมีตัวเลือก 5 ตัว สำหรับเลือกตอบ คือ มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย น้อยที่สุด

6.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง, ณัฐินี โมพันธ์ และ อาฟีฟี ลาเต๊ะ (2561: 148 - 158) ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่า

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยวิชาเคมีหลังการเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีคะแนนพัฒนาการทางการเรียนวิชาเคมีเฉลี่ยร้อยละ 54.67 ซึ่งมีพัฒนาการระดับสูง 2. นักเรียนมีขีดความสามารถในการแก้ปัญหาหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยทางสถิติที่ระดับ .01 3. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด

อับดุลยามีน หะยีซาเดร์, ณัฐวิทย์ พจนตันติ, ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และแววฤดี แวทองรักษ์ (2560) ศึกษา ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก

สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์ (2560) ศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 รวมจำนวน 117 คน มีความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้การสอนแบบ 4 MAT เฉลี่ยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X} = 4.38$, S.D. = 0.70)

คะนิงนิตย์ ดีพันธ์ อภิรักษ์ อนุษะมาน และ สุวรรณิ ยะหะกร (2562) ศึกษา ผลการใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS ที่มีต่อความสามารถในการอ่านอย่างมีวิจารณญาณและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเบญจมเทพอุทิศจังหวัดเพชรบุรี พบว่า 1) ความสามารถด้านการอ่านอย่างมีวิจารณญาณของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ดัชนีความสอดคล้องของข้อสอบมีค่าระหว่าง .67-1.00 ค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.43-0.70 และมีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป และ 2) นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS อยู่ในระดับมาก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิด เกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและงานวิจัยต่าง ๆ เกี่ยวกับ

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)

แนวคิด STEAM พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEAM Education) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรม (Engineer) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) (วิสูตร โพธิ์เงิน 2560) โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนารูปแบบทางการศึกษา หรือแนวคิดที่เรียกว่า สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ขึ้นมาโดยมีรากฐานที่พัฒนามาจากสะเต็มศึกษา (STEAM Education, 2015) โดยชื่อ “สะเต็มศึกษา” มาจากองค์ประกอบของอักษรภาษาอังกฤษทั้งหมด 5 ตัวอักษร ซึ่งในแต่ละตัวอักษรแสดงถึงเนื้อหาวิชาที่จะนำมาบูรณาการ การสอนเข้าด้วยกัน 5 เนื้อหาสาระ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรม ศิลปะ และคณิตศาสตร์ โดยรายวิชาต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงและสนับสนุนซึ่งกันและกันได้ผ่านการประยุกต์กับบริบทหรือสถานการณ์จริง สาเหตุที่ผู้คิดค้นได้เพิ่มศิลปะเข้าไปในสะเต็มศึกษาเนื่องจากต้องการสร้างกรอบความคิด

ทางการศึกษา ที่สามารถเชื่อมโยงการศึกษาวិทยาศาสตร์บริสุทธิ์กับสาขาต่าง ๆ ของศิลปะได้ (สมรัก อินทวิมล, 2560) Yakman (2014) วศิณีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559) วิสูตร โพธิ์เงิน (2560) สุกข์ โอพาพิริยกุล (2019) พศธร วงศ์ชาวี (2019) จากการศึกษาความหมายของสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ของนักการศึกษา ดังกล่าว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและทำการสังเคราะห์ความหมายของ สะเต็มศึกษา (STEAM Education) สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบ STEAM Education เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วยวิทยาศาสตร์ (S: Science) เทคโนโลยี (T: Technology) วิศวกรรม (E: Engineering) ศิลปะ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) เข้าด้วยกัน โดยมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ในการดำเนินชีวิต

Yakman, G. (2012) National Research Council (2012) และ Chan (2016) ผลการวิเคราะห์แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search) 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design) 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development) 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement) 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution)

การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)

การเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning) เป็นการส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิตสอดคล้องกับหลักทฤษฎีการเรียนรู้ constructivism , constructionism และการเรียนรู้แบบร่วมมือ (cooperative learning) ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ที่เริ่มจากการแสวงหาความรู้ กระบวนการคิด และทักษะในการแก้ปัญหาไว้ในรูปแบบการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบโครงงานนี้ ยึดหลักการของ constructionism ซึ่งพัฒนาต่อจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ของ เพียเจต์ (Piaget) โดยศาสตราจารย์ เซมัวร์ เพพเพิร์ต (Seymour Papert) เป็นผู้นำเสนอการใช้สื่อทางเทคโนโลยี ช่วยในการสร้างความรู้ที่เป็นรูปธรรมแก่ผู้เรียน โดยอาศัยพลังความรู้ของตัวผู้เรียนเอง และเมื่อผู้เรียนสร้างสิ่งหนึ่งสิ่งใดขึ้นมา ก็จะเสมือนเป็นการสร้างความรู้ขึ้นนั่นเอง ความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้มีความหมายต่อผู้เรียนมาก เพราะจะเป็นความรู้ที่อยู่คงทน ไม่ลืมง่าย ขณะเดียวกันสามารถถ่ายทอดให้ผู้อื่นเข้าใจความคิดของตนเองได้ดินนอกจากนั้นความรู้ที่สร้างขึ้นเองนี้ ยังจะเป็นฐานให้ผู้เรียนสามารถสร้างความรู้ใหม่ต่อไปอย่างไม่มีการสิ้นสุด สอดคล้องกับ Hargis (2005), Buck Institute for Education. (2015), ดวงเนตร ธรรมกุล และ วนิดา ดันเจริญรัตน์ (2557), วัชราน เล่าเรียนดี (2556:113-114), ทิศนา เขมมณี (2559 :139)และ สำนักงานปลัดกระทรวงกระทรวงศึกษาธิการ

(2560) กล่าวว่า การเรียนรู้โดยใช้โครงงาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้า ลงมือปฏิบัติ ด้วยตนเอง ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง หรือเรื่องที่ตนเองสนใจโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น และรู้จักการแก้ปัญหา ได้ อย่างสร้างสรรค์ โดยครูผู้สอนเป็นเพียงผู้ชี้แนะ หรือให้คำปรึกษา ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐาน Ribe and Vidal (1993) สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ (2543) ทิศนา เขมมณี (2559 :138) สุคนธ์ สิ้นพานนท์ (2558) ปรัชญนันท์ นิลสุข (2559) อัญชลี ทองแถม (2561) ดวงเนตร ธรรมกุล และ วนิดา ต้นเจริญรัตน์ (2557 : 47) จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้โดยใช้โครงงานเป็นฐานที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยได้สังเคราะห์เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ 5 ขั้นตอน คือ 1) การกำหนดปัญหา 2) การวางแผนและวิเคราะห์โครงงาน 3) การลงมือปฏิบัติตามแผน 4) การประเมินผล 5) การสรุปผล

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ดี ครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้ปรับเปลี่ยนรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และสอดคล้องกับความหลากหลายของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น (ชนินันท์ พุกฤษ์ประมุค: 2557: 352)

สมเกียรติ พรพิสุทธีมาศ (2551), พิมพันธ์ เฉชะคุปต์ (2553), ชนินันท์ พุกฤษ์ประมุค (2557) สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ (2551) กล่าวว่าทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญ และความสามารถในการใช้ความคิดและกระบวนการคิดเพื่อค้นคว้าหาความรู้และแก้ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยใช้หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

สมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556 ได้จำแนกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ได้ 2 ประเภท 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (Basic Science Process Skills) ประกอบด้วย 8 ทักษะ คือ 1) การสังเกต (Observation) 2) การจำแนกประเภท (Classifying) 3) การวัด (Measuring) 4) การใช้เลขจำนวน (Using Number) 5) ความสัมพันธ์ระหว่างสเปสกับสเปสและสเปสกับเวลา (space and space, space and time relationship) 6) การลงความเห็นจากข้อมูล (Inferring) 7) การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล (Manipulating and

Communication Data) 8) การทำนาย (Predicting) 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน (Integrated Science Process Skills) ประกอบด้วย 5 ทักษะ ดังนี้ 9) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables) 10) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) 11) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational defining of the variables) 12) การทดลอง (Experimenting) 13) การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) 14) การสร้างแบบจำลอง

จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสรุปผลของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญและนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 6 ขั้นตอน ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556 ได้แก่ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables) 2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) 3) การทดลอง (Experimenting) 4) การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) 5) การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) 6) การสร้างแบบจำลอง

นวัตกรรม

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) สุคนธ์ สนิทพานนท์ (2561) ศิริวรรณ วณิชพัฒน์นารัชย์ (2562) กล่าวว่านวัตกรรมสอดคล้องกับแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ นวัตกรรมที่เกิดขึ้นจากการนิยามของผู้เรียนที่ผู้เรียนสะสมความรู้และสร้างความรู้ด้วยตนเองและสามารถถ่ายทอดความรู้นั้นๆ ได้ โดยการสร้างสรรค์ ผลงานที่สะท้อนผู้เรียน เช่น โครงงาน ชี้นงาน การแสดง การสร้างแบบจำลอง แนวคิด เป็นต้น (พิชญาน์พานะกิจ 2558) จาก ความหมายที่กล่าวมาสรุปได้ว่า นวัตกรรม หมายถึง แนวทาง แนวคิด กระบวนการ ที่ได้คิดค้น เครื่องมือที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น

พิชิต ฤทธิจรรยา (2550) สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ (2559) แบ่งประเภทของนวัตกรรม สามารถจัดเป็น 2 ประเภท คือ 1) นวัตกรรมประเภทผลิตภัณฑ์หรือสิ่งประดิษฐ์ 2) นวัตกรรมประเภทวิธีสอนและเทคนิคต่าง ๆ เกี่ยวกับการสอน Davila and other (2006) เนาวนิตย์ สงคราม (2555) มาเรียม นิลพันธุ์ (2555) สุคนธ์ สนิทพานนท์ (2561) กล่าวถึงลักษณะของนวัตกรรมดังนี้ 1) แนวคิด วิธีการ กระบวนการ หรือองค์ความรู้ใหม่ที่ไม่เคยปรากฏมาก่อนหรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัยและใช้ได้ผลดียิ่งขึ้น 2) การพัฒนาหรือการสร้างนวัตกรรมนั้น ได้กระทำ อย่างเป็นระบบ มีการทดลองและปรับปรุง จนกระทั่งมีประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ 3) สามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีประสิทธิภาพ

และประสิทธิผลสูงกว่าเดิม วรากร หงษ์โต (2553) เนาวนิตย์ สงคราม (2556) เสนอแบบประเมินนวัตกรรม ไว้ 3 ด้านประกอบด้วย 1) มาตรฐานด้านกระบวนการพัฒนานวัตกรรม 2) มาตรฐานด้านคุณค่า 3) ความเป็นนวัตกรรม

การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

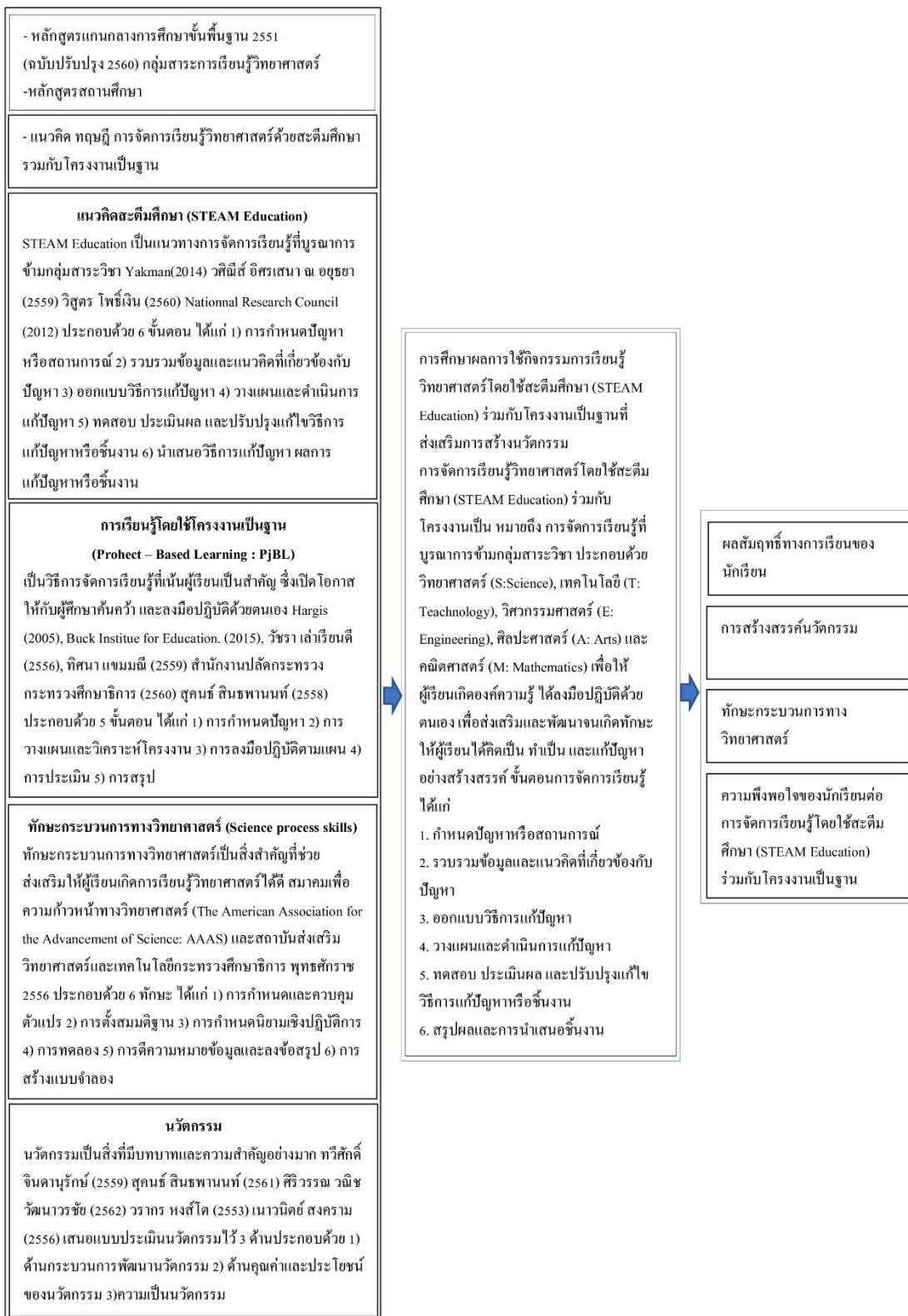
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา ประกอบด้วย วิทยาศาสตร์ (S: Science), เทคโนโลยี (T: Technology), วิศวกรรมศาสตร์ (E: Engineering), ศิลปศาสตร์ (A: Arts) และคณิตศาสตร์ (M: Mathematics) เพื่อให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้ ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมและพัฒนาจนเกิดทักษะให้ผู้เรียนได้คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรม 6 ขั้นตอน ประกอบด้วย

- 1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์
- 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (Related Information Search)
- 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (Solution Design)
- 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (Planning and Development)
- 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Testing, Evaluation and Design Improvement)
- 6) นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (Present the solution)

จากหลักการแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนในการจัดกระบวนการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยกำหนดเป็นกรอบในการวิจัยดังนี้



ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) ดำเนินการตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (The One-Group Pretest - Posttest Design) โดยมีนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี เป็นหน่วยวิเคราะห์ (Unit of Analysis) ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ประกอบด้วย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา
3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา
4. เนื้อหาในการศึกษา
5. แบบแผนในการศึกษา
6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
7. ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา
8. วิธีดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล
9. การวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบเขตการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 9 จำนวน 225 คน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่าย (Simple random sampling) ซึ่งผลการสุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 12 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Sample Random Sampling)

2. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยตัวแปร 2 ประเภทคือ

2.1 ตัวแปรต้น (Independent Variables) ได้แก่

2.1.1 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

2.2. ตัวแปรตาม (Dependent Variables) ได้แก่

2.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.2.2 ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

2.2.3 การสร้างสรรค์นวัตกรรม

2.2.4 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้ระยะเวลา ในการทดลอง การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการ เป็นฐาน จำนวน 6 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 3 ชั่วโมง รวมเป็น 18 ชั่วโมง

4. เนื้อหาที่ใช้ในการศึกษา

เนื้อหาที่นำมาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นเนื้อหาหลักในการสร้างแผน การจัดการเรียนรู้ และวิชาที่ใช้ในการบูรณาการร่วมด้วย คือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศิลปะ โดยนำมาจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สวนสวยด้วยมือ	จำนวน 6 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ	จำนวน 6 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รู้คุณค่า...เมื่อสายไป	จำนวน 6 ชั่วโมง

5. แบบแผนการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามแผนการวิจัยขั้นพื้นฐาน (Basic Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (The One- Group Pretest – Posttest Design) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558:144) ซึ่งมีแบบแผนการวิจัย ดังนี้

ตารางที่ 5 แบบแผนในการศึกษา

สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
T ₁	X	T ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

T₁ คือ ทดสอบก่อนเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

X คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

T₂ คือ ทดสอบหลังเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

6. เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1. แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 6



ตารางที่ 6 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

แผน ที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชม.)
1	ความ หลากหลาย ของระบบนิเวศ	ว 1.1 ม. 4/1 สืบค้นข้อมูล และอธิบาย ความสัมพันธ์ของ สภาพทาง ภูมิศาสตร์บนโลก กับความ หลากหลายของไบ โอม และ ยกตัวอย่างไบโอม ชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนอธิบายลักษณะ สำคัญและยกตัวอย่าง สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ระดับท้องถิ่นและระดับ โลก (K) 2. นักเรียนระบุและ เปรียบเทียบองค์ประกอบ ทางกายภาพและ องค์ประกอบทางชีวภาพ ที่เป็นลักษณะเฉพาะของ ระบบนิเวศ (K) 3. นักเรียนสร้างระบบ นิเวศจำลองด้วยวิธีการ ทางวิทยาศาสตร์และ กระบวนการออกแบบเชิง วิศวกรรม (P) 4. นักเรียนรู้คุณค่าและ เห็นความสำคัญของ ระบบนิเวศ (A)	ระบบนิเวศ (ecosystem) เป็นการ อาศัยอยู่ร่วมกันของ สิ่งมีชีวิตในบริเวณใด บริเวณหนึ่ง ซึ่งสิ่งมีชีวิต จะมีความสัมพันธ์กับ สิ่งมีชีวิตและ สิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณ นั้น มีโครงสร้าง ประกอบด้วย กลุ่ม สิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่ อาศัย และสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศบนโลกมี หลากหลายแบบขึ้นอยู่กับ ลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศ ซึ่งระบบ นิเวศในแต่ละพื้นที่ เรียกว่า ชีวนิเวศหรือไบ โอม (biomes) แบ่ง ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) ไบโอมทุนดรา 2) ไบโอมไทกา 3) ไบโอมเขตอบอุ่น 4) ไบโอมทะเลทราย 5) ไบโอมเขตร้อน	6

ตารางที่ 6 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผน ที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
2	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.4/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ม.4/3 สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	1. นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงแปลนที่ของระบบนิเวศ (K) 2. นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (K) 3. นักเรียนออกแบบและสร้างอินโฟกราฟิก เรื่อง สานสัมพันธ์...ฉันและเธอ ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (P) 4. นักเรียนตระหนักถึงผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ (A)	1. การเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท 1.1 การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ 1.2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ 2. การเปลี่ยนแปลงนิเวศ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทได้แก่ 2.1 องค์ประกอบทางกายภาพ เป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต 2.2 องค์ประกอบทางชีวภาพเป็นองค์ประกอบที่มีชีวิตได้แก่ ไซอหาร และองค์ประกอบของระบบสายใยอาหาร	6
3	ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ว 1.1 ม.4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	1. นักเรียนสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับความหมายและประเภทของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (K) 2. นักเรียนอธิบายและ	1. ทรัพยากรและประเภทของทรัพยากร 2. ปัญหาของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 3. แนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหา	6

ตารางที่ 6 โครงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผน ที่	ชื่อหน่วย	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชม.)
		พร้อมทั้งนำเสนอ แนวทางในการ อนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไขปัญหา สิ่งแวดล้อม	ยกตัวอย่างการใช้ ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม (K) 3. นักเรียนสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับ ผลกระทบจากการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม (K) 4. นักเรียนออกแบบสื่อ โฆษณาณรงค์การ อนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมด้วย กระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม (P) 5. นักเรียนตระหนักถึงการ ใช้ประโยชน์จาก ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมให้เกิด ประโยชน์และมีคุณค่า (A)	ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	
			รวม		18

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม จำนวน 1 ฉบับ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบทดสอบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนนคือคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน จำนวน 60 ข้อ ซึ่งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับนี้ใช้หลักการออกข้อสอบตามหลักการของบลูม

3. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการ 6 ทักษะ การประเมินมีลักษณะการให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubrics Score) 3 ระดับ เป็นการประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4. แบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม การประเมินมีลักษณะการให้คะแนนแบบรูบริกส์ (Rubrics Score) 3 ระดับ ซึ่งจะประเมินด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของผู้เรียน ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยใช้แบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม

5. แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจ

ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษา โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา พุทธศักราช 2563 ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี และศิลปศาสตร์ ซึ่งศึกษาในส่วนของมาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด และเนื้อหาสาระ ดังตารางที่ 8

1.2 วิเคราะห์รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยแบ่งออกเป็น 3 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ	มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไข	<p>ม.4/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ</p> <p>ม. 4/2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ</p> <p>ม. 4/3 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p> <p>ม.4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม</p>
เทคโนโลยี	มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์	ม.4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ หรือคณิตศาสตร์ รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้
	<p>และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม</p> <p>มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตประจำวันอย่างเป็นขั้นตอน และเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียน การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม</p>	<p>สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี</p> <p>ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา โดยวิเคราะห์เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขและทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>ม.4/5 ใช้ความรู้และทักษะเกี่ยวข้องกับวัสดุ อุปกรณ์ เครื่องมือ กลไก ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และเทคโนโลยีที่ซับซ้อนในการแก้ปัญหาหรือพัฒนางาน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและปลอดภัย</p> <p>ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกับชีวิตจริง</p>
คณิตศาสตร์	<p>มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้</p> <p>มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา</p>	<p>ม.4/1 (เน้นวิทยาศาสตร์) เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</p> <p>ม.6/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล และแปลความหมายของค่าสถิติเพื่อประกอบการตัดสินใจ</p>
ศิลปะ	<p>มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์</p>	<p>ม.4-6/1 วิเคราะห์การใช้ทัศนธาตุ และหลักการออกแบบในการสื่อความหมายในรูปแบบต่าง ๆ</p>

ตารางที่ 7 การวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้ (ต่อ)

สาระ	มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด / ผลการเรียนรู้
	ถ่ายทอดความรู้สู่ใจ ความคิดต่อยอดงาน ศิลปะอย่างอิสระชื่นชม และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน	ม.4-6/5 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ด้วย เทคโนโลยีต่าง ๆ โดยเน้นหลักการออกแบบ และการจัดองค์ประกอบศิลป์ ม.4-6/6 ออกแบบงานทัศนศิลป์ได้เหมาะสมกับ โอกาสและสถานที่

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	สาระสำคัญ
สวนสวยด้วยมือเรา	
Science	ระบบนิเวศ (ดิน ความชื้น ชนิดของต้นไม้ ธาตุอาหารของพืช)
Technology	การเลือกใช้เครื่องมือ การสืบค้นข้อมูล
Engineering	การออกแบบ
Arts	การจัดองค์ประกอบศิลป์ของสวนจำลอง
Math	การคำนวณพื้นที่ จำนวนต้นไม้ งบประมาณ และรูปเรขาคณิตในการเลือกวัสดุที่ใช้ในการจัดสวน /รูปทรงของสวนจำลอง
สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ	
Science	องค์ประกอบทางกายภาพ ชีวภาพ ชนิดของกระดาษ
Technology	การเลือกใช้เครื่องมือ การสืบค้นข้อมูล
Engineering	การออกแบบและสร้างอิน โฟกราฟิก
Arts	การจัดองค์ประกอบศิลป์ในการจัดวางข้อความเพื่อให้อิน โฟกราฟิกมีความสวยงาม น่าสนใจ และมีเนื้อหาสาระครบถ้วน
Math	การคำนวณพื้นที่ในการจัดวางภาพ และข้อความ การใช้รูปทรงเรขาคณิตในการออกแบบจัดวางพื้นที่เพื่อให้เกิดความสวยงาม สมบูรณ์ และมีสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการวางองค์ประกอบของเรื่อง/เนื้อสาระ/หัวข้อนั้น ๆ
รู้คุณค่า...เมื่อสายไป	
Science	ทรัพยากรธรรมชาติ ผลกระทบจากการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง	สาระสำคัญ
Technology	การเลือกใช้เครื่องมือ การสืบค้นข้อมูล
Engineering	การออกแบบ และสร้างสื่อโฆษณาณรงค์การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ เทคโนโลยี
Arts	การจัดองค์ประกอบศิลป์เพื่อให้ได้สื่อโฆษณาที่ดี น่าสนใจ และสามารถสื่อให้เห็นถึงคุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติ
Math	นักเรียนกำหนดคุณภาพของสื่อโฆษณาและคำนวณค่าสถิติที่ได้รับจากการประเมินสื่อ และนำมาแปลความหมายและทำการปรับปรุงชิ้นงานก่อนนำไปเผยแพร่

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ ความรู้ ทักษะที่ใช้สร้างผลงานในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชม.)	สาระสำคัญ	ภาระงาน / ชิ้นงาน	ความรู้และทักษะที่ใช้ในการสร้างผลงาน				
					S	T	E	A	M
1	สวนสวยด้วยมือเรา	6	ระบบนิเวศ (ecosystem) เป็น การอาศัยอยู่ร่วมกันของ สิ่งมีชีวิตในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตและ สิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณนั้น มี โครงสร้างประกอบด้วย กลุ่ม สิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่อาศัย และ สิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศบนโลก มีหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับ	- สวนสวยด้วยมือเรา	✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ
 ความรู้ ทักษะที่ใช้สร้างผลงานในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 1 เรื่อง
 สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชม.)	สาระสำคัญ	ภาระงาน / ชิ้นงาน	ความรู้และทักษะ ที่ใช้ในการสร้าง ผลงาน					
					S	T	E	A	M	
			ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ซึ่งระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ เรียกว่า ชีวนิเวศหรือไบโอม (biomes) แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) ไบโอมทุนดรา 2) ไบโอม ไทกา 3) ไบโอมเขตอบอุ่น 4) ไบ โอมทะเลทราย 5) ไบโอมเขตร ร้อน							
2	ความ สัมพันธ์... กันและ เธอ	6	ในระบบนิเวศมีการ เปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิต อย่างเป็นลำดับขั้น เรียกว่า การ เปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบ นิเวศ (ecological succession) โดย มีปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพ เข้ามาเกี่ยวข้อง แบ่งออกเป็น 2 ประเภทการเปลี่ยนแปลงแทนที่ แบบปฐมภูมิ (primary succession) การเปลี่ยนแปลง แทนที่แบบทุติยภูมิ (secondary succession) การเปลี่ยนแปลงของ องค์ประกอบในระบบนิเวศมีผล ต่อการเปลี่ยนแปลงของประชากร	อินโฟ กราฟิก/ป้าย ประชาสัมพ ันธ์ความรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ ของ สิ่งมีชีวิต	✓	✓	✓	✓	✓	

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ
 ความรู้ ทักษะที่ใช้สร้างผลงานในรายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 1 เรื่อง
 สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชม.)	สาระสำคัญ	ภาระงาน / ชิ้นงาน	ความรู้และทักษะที่ใช้ ในการสร้างผลงาน				
					S	T	E	A	M
			<p>แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1 องค์กรประกอบทางกายภาพ เป็น องค์กรประกอบที่ไม่มีชีวิต เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> - อุณหภูมิ - แสง- น้ำและความชื้น - แร่ธาตุ - ความเป็นกรด-เบส ของดินและน้ำ <p>2. องค์กรประกอบทางชีวภาพ เป็น องค์กรประกอบที่มีชีวิต ซึ่งจะมี ความสัมพันธ์ในรูปของโซ่ อาหารและสายใยอาหาร ได้แก่</p> <ul style="list-style-type: none"> - ผู้ผลิต (producer) - ผู้บริโภค (consumer) - ผู้ย่อยสลาย (decomposer) 						
3	รู้คุณค่า... เมื่อสายไป	6	<p>ทรัพยากรธรรมชาติ หมายถึง สิ่ง ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ ประโยชน์ แบ่งออกเป็น ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้ไม่หมด สิ้น ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้ว</p>		✓	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ
 ความรู้ทักษะที่ใช้สร้างผลงานรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตใน
 สิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชม.)	สาระสำคัญ	ภาระงาน / ชิ้นงาน	ความรู้และทักษะที่ใช้ ในการสร้างผลงาน				
					S	T	E	A	M
			เกิดทดแทนได้และ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้ว หมดไปปัจจุบัน ทรัพยากรธรรมชาติลดจำนวน และเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำ ของมนุษย์ ได้แก่ การเพิ่มขึ้น ของประชากรมนุษย์การ ขยายตัวของชุมชนเมืองอย่าง รวดเร็ว การใช้เทคโนโลยี สมัยใหม่เพิ่มมากขึ้น การสร้าง สิ่งก่อสร้าง การสงคราม และ ความไม่รู้หรือรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ระดับท้องถิ่น เช่นการทิ้ง ขยะในชุมชน การปล่อยน้ำเสีย จากกิจกรรมในครัวเรือน ระดับประเทศ เช่น การลักลอบ ตัดไม้ทำลายป่า การขาดแคลน น้ำหรือภัยแล้ง และระดับโลก	สื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ รณรงค์การ อนุรักษ์ ทรัพยากรธรรม ชาติและ สิ่งแวดล้อม					

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวนชั่วโมง สาระสำคัญ ภาระงาน / ชิ้นงาน และ
 ความรู้ทักษะที่ใช้สร้างผลงานรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตใน
 สิ่งแวดล้อม (ต่อ)

แผนการ จัดการ เรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชม.)	สาระสำคัญ	ภาระงาน / ชิ้นงาน	ความรู้และทักษะที่ใช้ ในการสร้างผลงาน				
					S	T	E	A	M
			เช่น ฝนกรด ภาวะโลกร้อน รู โหวโอโซน จึงจำเป็นต้องมี แนวทางในการป้องกันและ แก้ไขปัญหาทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมเพื่อให้มี ทรัพยากรธรรมชาติใช้ตลอดไป ประกอบด้วย - การใช้แบบยั่งยืน - การเก็บกัก - การรักษาซ่อมแซม - การฟื้นฟู - การป้องกัน						

1.3 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1) กำหนดปัญหาหรือสถานการณ์ ขั้นที่ 2) รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ขั้นที่ 3) ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ขั้นที่ 4) วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ขั้นที่ 5) ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน ขั้นที่ 6) สรุปผลและนำเสนอชิ้นงาน

1.4 เสนอแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างนวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ จำนวน 2 ท่าน 2) ผู้เชี่ยวชาญด้านวิธีสอน STEAM Education จำนวน 2 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) ความถูกต้องของภาษาที่ใช้และความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนการสอน โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

+1	หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
0	หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
-1	หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์

แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้/ แบบทดสอบ/แบบประเมินกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนแทนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

พิจารณาความสอดคล้อง IOC ถ้า ≥ 0.50 ขึ้นไป แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้
ใช้ได้ มีความเหมาะสมหรือมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือลักษณะพฤติกรรม
 ≤ 0.50 แสดงว่าแผนการจัดการเรียนรู้
นั้นไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือลักษณะพฤติกรรมควรตัดทิ้งหรือนำมาแก้ไขปรับปรุงใหม่ (มาเรียน
นิลพันธุ์, 2558 : 177)

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของ (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ ที่คำนวณได้
มีค่าระหว่าง 0.6 – 1.00 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 18 ภาคผนวก ก หน้า 156 - 158)

1.5 ปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็ม
(STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ
การสร้างสรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดย
ดำเนินการปรับปรุงแก้ไขสาระสำคัญให้สอดคล้องเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

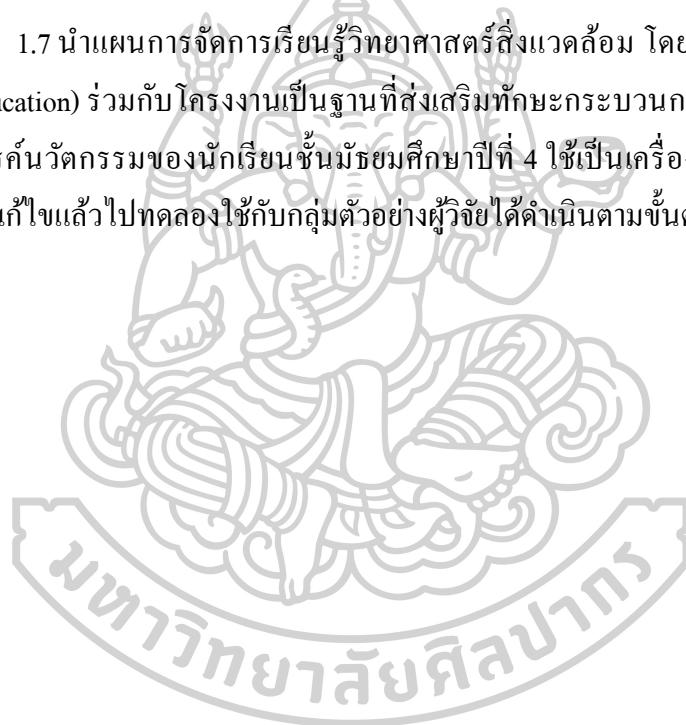
ผู้วิจัยนำผลการตรวจสอบแผนการจัดการเรียนรู้ มาปรับปรุงแก้ไขดังนี้

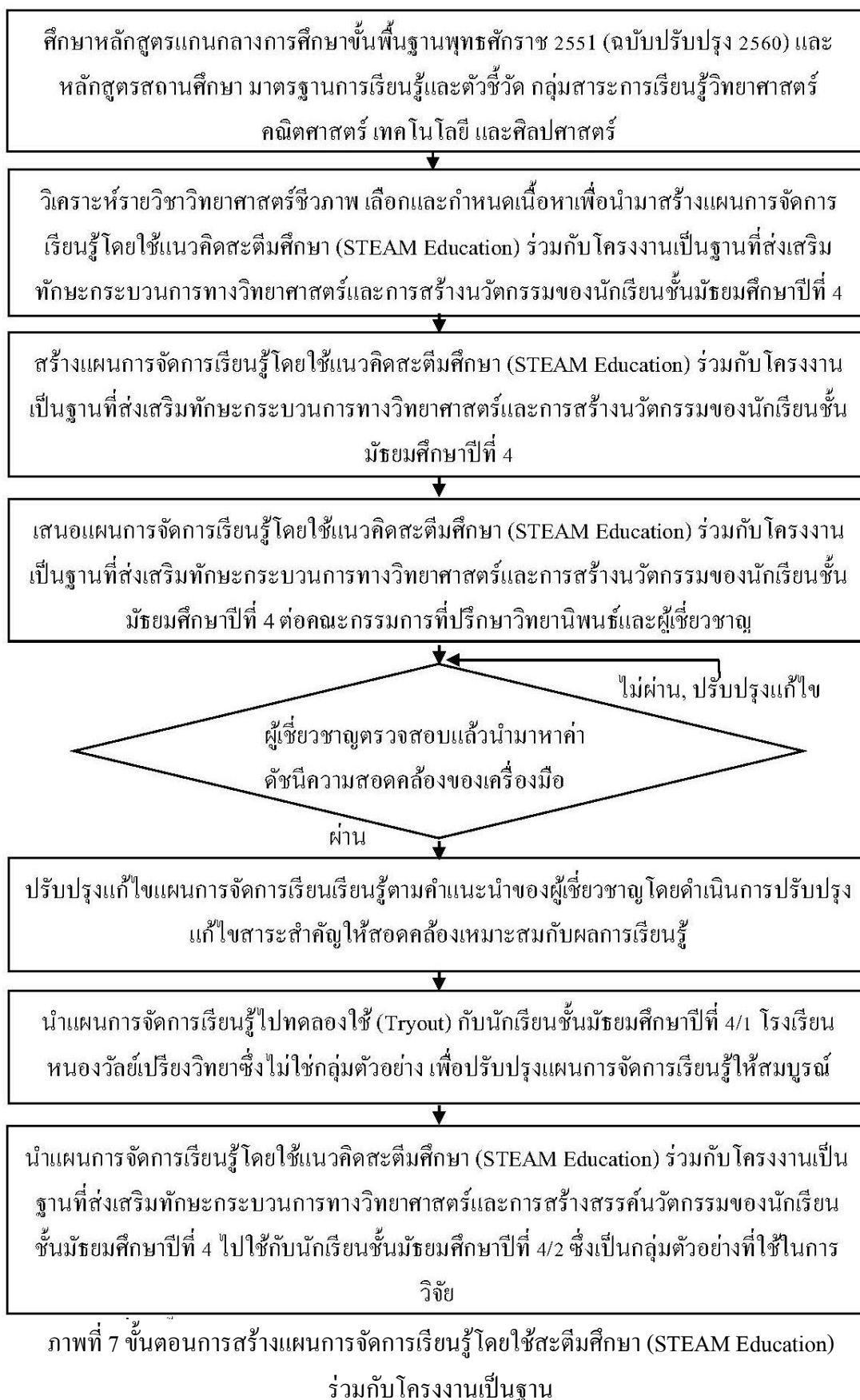
1) ในการสาระการเรียนรู้ ควรเขียนแบบบูรณาการให้ครบทั้ง 5 สาระของ STEAM 2) ชั้นกิจกรรม

การจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นการสอนอธิบายรายละเอียดเพิ่มมากขึ้น 3) แก้ไขคำที่พิมพ์ผิด
4) ใ้บทความรู้เพิ่มรูปภาพและแหล่งอ้างอิง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวนหนึ่งแผนไปทดลองใช้ (Tryout) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมก่อนนำไปใช้จริงกับกลุ่มทดลอง ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ซึ่งมีผลที่ได้ดังนี้ 1) รูปแบบการจัดสวน ภาชนะ พรรณไม้และอุปกรณ์ตกแต่ง 2) การทำงานเป็นทีมและการมีส่วนร่วมในกิจกรรม ของนักเรียน

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยได้ดำเนินตามขั้นตอน ดังภาพที่ 7





2.4 การสร้างแบบทดสอบ

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นปรนัยชนิด เลือกตอบ 4 ตัวเลือก กำหนดการให้ค่าคะแนน คือ ตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน มี ขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เกี่ยวกับมาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ และศึกษาหลักการเขียนและสร้างแบบทดสอบ

2.2 วิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ / ผลการเรียนรู้ เนื้อหาสาระการเรียนรู้ รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปสร้าง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ โดยมีแนวคิด สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ให้ครอบคลุมตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ ดังตารางที่ 1 ตารางที่ 10 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ

เนื้อหา	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความจำ (Remember)	การเข้าใจ (Understand)	การประยุกต์ใช้ (Apply)	การวิเคราะห์ (Analysis)	การประเมินผล (Evaluate)	การสร้างสรรค์ (Create)	รวม
ความหลากหลายของระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.4/1 สืบค้นข้อมูล และอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและ ยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	1. นักเรียนอธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่าง สิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ระดับท้องถิ่นและระดับโลก	4	4	4	1	1	1	15
		2. นักเรียนระบุและ เปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและ							

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ (ต่อ)

เนื้อหา	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้							รวม
			ความจำ (Remember)	การเข้าใจ (Understand)	การประยุกต์ใช้ (Apply)	การวิเคราะห์ (Analysis)	การประเมินผล (Evaluate)	การสร้างสรรค์ (Create)	
		องค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะของระบบนิเวศ							
การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ	ว 1.1 ม.4/2 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	3.นักเรียนอธิบายการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	2	3	3	1	1		10
	ว 1.1 ม.4/3 สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	4. นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	4	6	6	2	1	1	20
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	ว1.1 ม. 4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งนำเสนอแนะแนวทางการในการอนุรักษ์	6.นักเรียนสืบค้นและอธิบายเกี่ยวกับความหมายและประเภทของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	1	1	1	1			15
		7.นักเรียนอธิบายและยกตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	1	1	1	1	1	1	

ตารางที่ 10 การวิเคราะห์จำนวนข้อสอบ (ต่อ)

เนื้อหา	มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	ความจำ (Remember)	การเข้าใจ (Understand)	การประยุกต์ใช้ (Apply)	การวิเคราะห์ (Analysis)	การประเมินผล (Evaluate)	การสร้างสรรค์ (Create)	รวม
	ทรัพยากรธรรมชาติและ แก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม	8. นักเรียนสืบค้นและ อภิปรายเกี่ยวกับ ผลกระทบจากการใช้ ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม	1	1	1	1	1		
	รวม		12	16	16	7	5	4	60

2.4 เสนอแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน คือ 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน 2) ด้านวิธีสอน STEAM Education 2 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา และความเที่ยงตรงเชิงโครงสร้าง โดยนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของเครื่องมือแล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่า 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 คน ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 19 ภาคผนวก ค หน้า 159 - 161) โดยมีการปรับปรุงแก้ไขผลการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับระดับพฤติกรรม

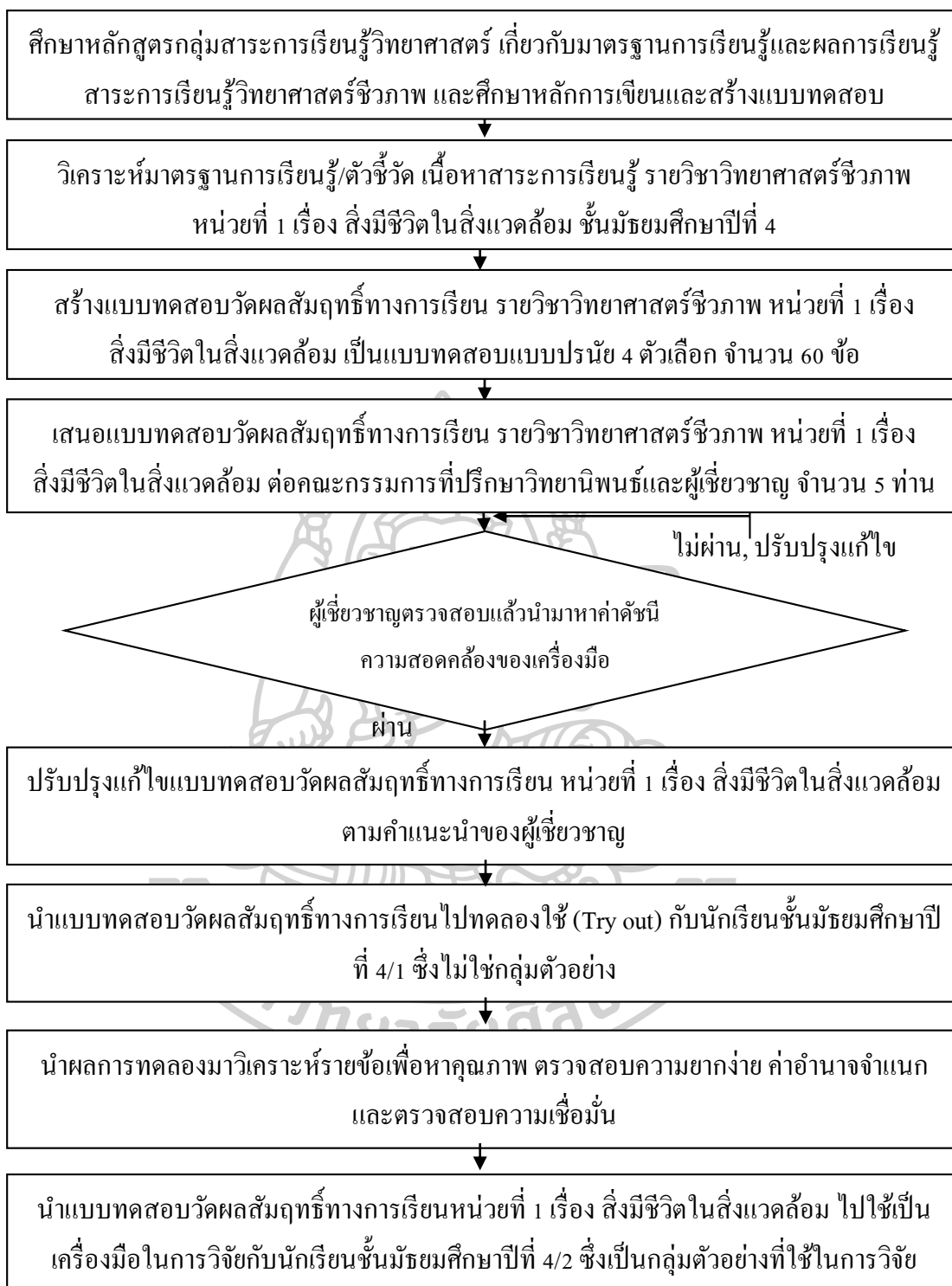
2.5 ปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดำเนินการการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้สอดคล้องเหมาะสมกับมาตรฐานการเรียนรู้/ผลการเรียนรู้ และสาระการเรียนรู้

2.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

2.7 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์รายชื่อเพื่อตรวจสอบค่าความยากง่ายของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 -0.80 ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.28 – 0.72 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 20 ในภาคผนวก ค หน้า 162 - 164) ตรวจสอบค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ซึ่งพบว่าแบบทดสอบมีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.63 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 20 ในภาคผนวก ค หน้า 162 - 164) เพื่อคัดเลือกข้อสอบจำนวน 30 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 60 ข้อ ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ เกณฑ์กำหนดค่าความยากง่ายคือ 0.20 – 0.80 ถ้าค่าความยากง่าย <0.20 ถือว่าข้อความนั้นยากเกินไป และถ้าค่าความยากง่าย >0.80 ถือว่าข้อความนั้นง่ายเกินไป (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558 : 188) ตรวจสอบความเชื่อมั่น (Reliability) โดยผู้วิจัยเลือกแบบทดสอบแบบปรนัยที่ผ่านเกณฑ์มาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีการของคูเดอร์ - ริชาร์ดสันจากสูตร KR – 20 โดยใช้เกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.80 ขึ้นไปซึ่งพบว่าแบบทดสอบได้ค่าความเชื่อมั่น 0.82 (ดังรายละเอียดในภาค ค) และปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

2.8 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังภาพที่ 8 ดังนี้



ภาพที่ 8 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

3. การสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเนื้อหา สารระทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 14 ทักษะ ของทางสมาคมเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ของสหรัฐอเมริกาและสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวิธีการสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) และ แบบสังเกต (Observation Form)

3.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ เพื่อสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน

3.3 สร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน 6 ทักษะ ซึ่งเป็นแบบประเมินค่า หรือมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale)

3.4 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ทั้ง 6 ทักษะ ที่สร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน 2) ด้านวิธีสอน STEAM Education 2 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา (Content Validity) และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 161) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถาม โดยพิจารณาว่าข้อคำถามและค่าดัชนีความสอดคล้อง ≥ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ระหว่าง 0.60 – 1.00 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 21 ในภาค ค หน้า 166)

3.5 ปรับปรุงแบบประเมินทักษะและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงรายละเอียดของเกณฑ์ในการให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการวัดและประเมินผล

3.6 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานทั้ง 6 ทักษะ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

3.7 นำแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสานทั้ง 6 ทักษะ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยสรุปขั้นตอนในการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ดังภาพที่ 9 ดังนี้



ภาพที่ 9 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน		
	3	2	1
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้อย่างชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลไม่ชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา บางส่วน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องส่วนใหญ่	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
4. ทักษะการทดลอง			
4.1. การออกแบบการทดลอง	สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรทั้งหมด	สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรส่วนใหญ่	สอดคล้องกับสมมติฐาน บางส่วน แต่ไม่มีการควบคุมตัวแปร
4.2. การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองได้ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	ปฏิบัติการทดลองได้ส่วนใหญ่แต่ไม่คล่องแคล่ว ต้องการความช่วยเหลือ แนะนำในการใช้ อุปกรณ์ให้ถูกต้องและปลอดภัย	สามารถปฏิบัติการทดลองเองได้บางส่วน
4.3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล มีการระบุชนิดหรือหน่วยของ ข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด และมีข้อมูลจากการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบส่วนใหญ่ และมีการระบุชนิด หรือหน่วยของข้อมูล ส่วนใหญ่ หรือมีข้อมูลจากการทำซ้ำส่วนใหญ่	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูล บางส่วน และมีการ ระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูล บางส่วน

ตารางที่ 11 เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (ต่อ)

รายการประเมิน	คะแนน		
	3	2	1
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	วิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด และสอดคล้องกับการสรุปผล	วิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นส่วนใหญ่ และสอดคล้องกับการสรุปผล	วิเคราะห์ข้อมูล โดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง บางส่วน และสอดคล้องกับการสรุปผลบางส่วน
6. การสร้างแบบจำลอง	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ ถูกต้องทั้งหมด และสามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ ถูกต้องส่วนใหญ่ และสามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ ถูกต้องบางส่วน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
19 – 24	4 แทน ดีมาก
13 – 18	3 แทน ดี
7 – 12	2 แทน พอใช้
1 – 6	1 แทน ปรับปรุง

4. แบบประเมินการสร้างนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสาร วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการประเมินการสร้างสรรค นวัตกรรม เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถาม (Questionnaire) และ แบบสังเกต (Observation Form)

4.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของแบบประเมิน การสร้างสรรค นวัตกรรมและขอบเขตให้ครอบคลุมเนื้อหาการประเมินการสร้างสรรค นวัตกรรม

4.3 สร้างแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม ซึ่งเป็นแบบ rubrics scoring เพื่อประเมินกระบวนการ และประเมินโครงการสร้างสรรค์นวัตกรรม

เกณฑ์การให้คะแนนการประเมินโครงการสร้างสรรค์นวัตกรรม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท, 2560))

80 – 100	=	ดีมาก
70 – 79	=	ดี
60 – 69	=	ปานกลาง
50 – 59	=	พอใช้
40 – 49	=	ปรับปรุง

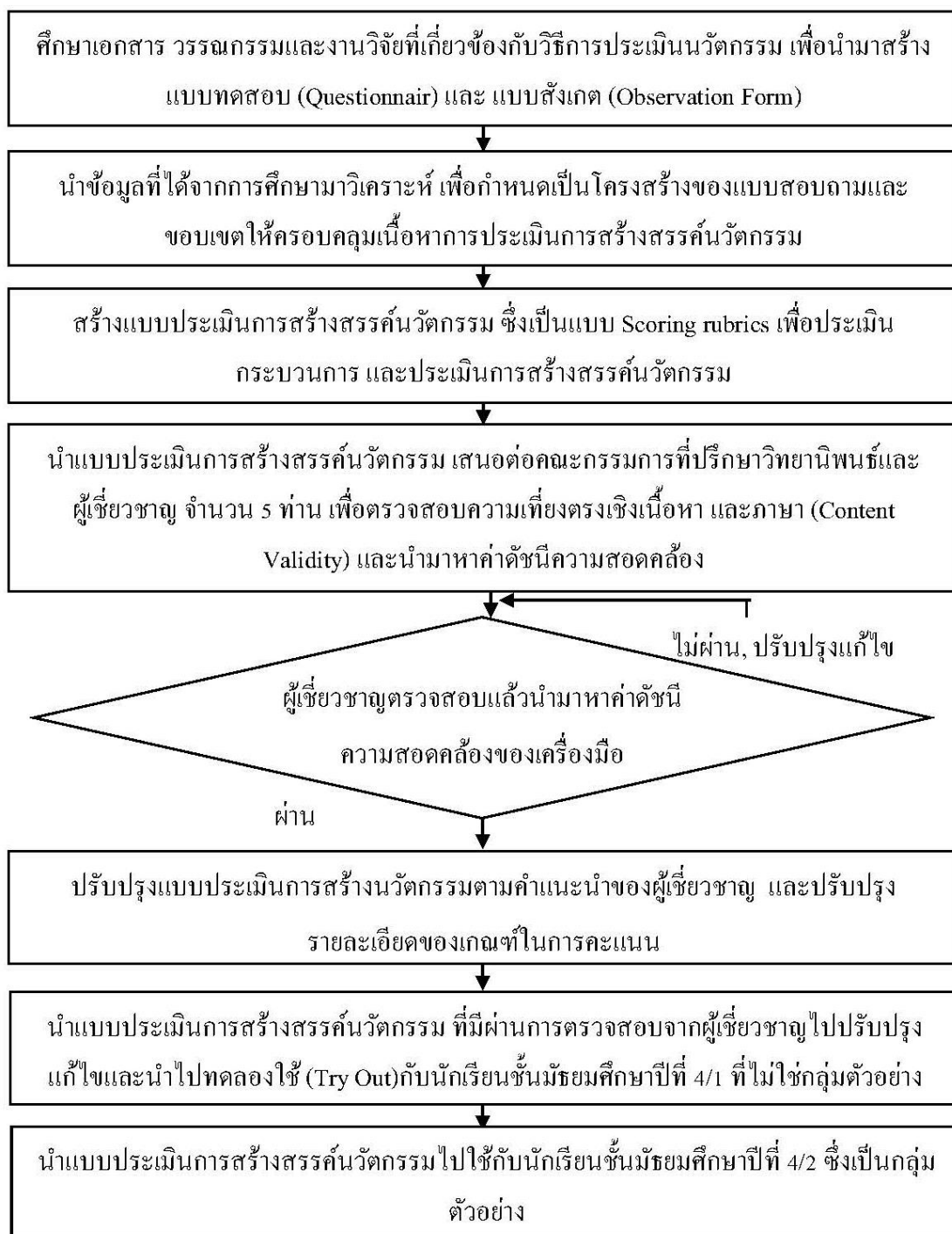
4.4 นำแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม เสนอต่อคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน 2) ด้านวิธีสอน STEAM Education 2 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและภาษา (Content Validity) และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 161) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของข้อคำถาม โดยพิจารณาว่าข้อคำถามมีค่าดัชนีความสอดคล้อง ≥ 0.50 ขึ้นไป ถือเป็นข้อคำถามที่มีความสอดคล้อง ซึ่งได้ค่าดัชนีความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ระหว่าง 0.6-1.00 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 22 ในภาคผนวก ก หน้า 167 - 168)

4.5 ปรับปรุงแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงรายละเอียดของเกณฑ์ในการให้คะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้มีความชัดเจนและง่ายต่อการวัดและประเมินผล

4.6 นำแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

4.7 นำแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม ไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

สรุปขั้นตอนในการสร้างและพัฒนาแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ด้วย ดังภาพที่ 10 ดังนี้



ภาพที่ 10 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การตัดสิน		
	3	2	1
1.การออกแบบชิ้นงาน			
1.1 การออกแบบทางวิศวกรรม	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีการสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อเป็นพื้นฐานประกอบการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและมีการสืบค้นข้อมูลแต่ขาดการเชื่อมโยงจากข้อมูลที่สืบค้นได้	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมแต่ขาดการสืบค้นก่อนการออกแบบ
1.2 การร่างแบบ (Sketch) ชิ้นงาน	มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานมีความสมบูรณ์สามารถระบุอธิบายได้	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานมีรายละเอียดแต่ไม่สามารถระบุ/อธิบายได้ในบางส่วน	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานไม่สามารถบอกได้ว่าคืออะไร
2. การวางแผน			
2.1 การวางแผนและความร่วมมือในการทำงาน	มีการประชุมเพื่อการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบและมีการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน	มีการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบ การระดมความคิดแต่ขาดการลงข้อสรุปร่วมกัน	มีการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ ความรับผิดชอบแต่ขาดการระดมความคิดและลงข้อสรุปร่วมกัน
2.2 การเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์	เลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ ได้ถูกต้องเหมาะสม	เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ โดยมีจุดบกพร่อง 1 จุด	เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ โดยมีจุดบกพร่อง 2-3 จุด
3. ด้านความคิด			
3.1. ความคิดสร้างสรรค์	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ และผสมผสานตัดแปลงจากความคิดเดิม	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่
3.2 ความคิดคล่อง	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ในเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด

ตารางที่ 12 เกณฑ์การประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม (ต่อ)

รายการประเมิน	เกณฑ์การตัดสิน		
	3	2	1
3.3 ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหา โดย ดัดแปลงสิ่งที่มี อยู่ หรือ นำ สิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ ขาด ได้ อย่าง หลาก หลาย	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหา โดย ดัดแปลงสิ่งที่มี อยู่ หรือ นำ สิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ ขาด ได้	มีการคิดหาวิธีการ แก้ปัญหา โดย ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือ นำ สิ่งอื่นมา ทดแทนสิ่งที่ขาด ได้ แต่ยังไม่เหมาะสม กับงาน
4. ความสำเร็จของชิ้นงาน			
4.1 ความสำเร็จของงาน	สามารถทำงานสำเร็จสวยงาม เป็นไปตามเงื่อนไขครบถ้วน ภายในเวลาที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จเป็นไป ตามเงื่อนไขครบถ้วนภายใน เวลาที่กำหนดเล็กน้อย	สามารถทำงานสำเร็จเป็นไป ตามเงื่อนไขและใช้มากกว่า 10 นาทีขึ้นไป
4.2. ผลงานสามารถ นำไปใช้ประโยชน์ได้	ผลงานสำเร็จ สมบูรณ์และ สวยงามสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้จริง	ผลงานสำเร็จสมบูรณ์แต่ไม่ สวยงามสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน ได้จริง	ผลงานสำเร็จ บางส่วน สวยงามสามารถ นำไปใช้ ประโยชน์ในชีวิต ประจำวันได้จริง
4.3. ความประณีต สวยงาม	ผลงานมีความประณีต สวยงาม กลมกลืนจัดวาง องค์ประกอบศิลป์ครบถ้วน สมบูรณ์	ผลงานมีความประณีต สวยงาม กลมกลืนจัดวาง องค์ประกอบศิลป์ โดยมี ข้อบกพร่อง 1 จุด	ผลงานมีความประณีต สวยงาม กลมกลืนจัดวาง องค์ประกอบศิลป์ โดยมี ข้อบกพร่อง 2-3 จุด

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
25 – 30	5 แทน ดีมาก
19 – 24	4 แทน ดี
13 – 18	3 แทน ปานกลาง
7 – 12	2 แทน พอใช้
1 - 6	1 แทน ปรับปรุง

5. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

5.1 ศึกษาเอกสาร วรรณกรรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม

5.2 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์ เพื่อกำหนดเป็นโครงสร้างของเครื่องมือและขอบเขตให้ครอบคลุมเนื้อหา

5.3 สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยใช้แบบสอบถามที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท (Likert's Five Rating Scale) (บุญชม ศรีสะอาด, 2554) และแบบสัมภาษณ์ (Interview Form) โดยกำหนดความหมาย ดังนี้

คะแนน 5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

คะแนน 4 หมายถึง พึงพอใจมาก

คะแนน 3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

คะแนน 2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

คะแนน 1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

และเกณฑ์ที่ใช้แปลความหมายค่าเฉลี่ย มีดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2554: 121)

ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 – 3.50 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 – 2.50 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.50 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

5.4 เสนอแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประกอบด้วย 1) ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ 2 ท่าน 2) ด้านวิธีสอน STEAM Educatio 2 ท่าน และ 3) ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษา (Content Validity)

ที่ใช้และด้านวัตถุประสงค์และประเมินผลที่ถูกต้อง และนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (Index of Item Objective Congruence: IOC) ทั้งนี้กำหนดเกณฑ์การพิจารณาตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558: 161) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การประเมินดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 - 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
 - 1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์
- แล้วนำคะแนนที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนมาคำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

(Index of Item Objective Congruence: IOC) จากสูตร

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้/
แบบทดสอบ/แบบประเมินกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนแทนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

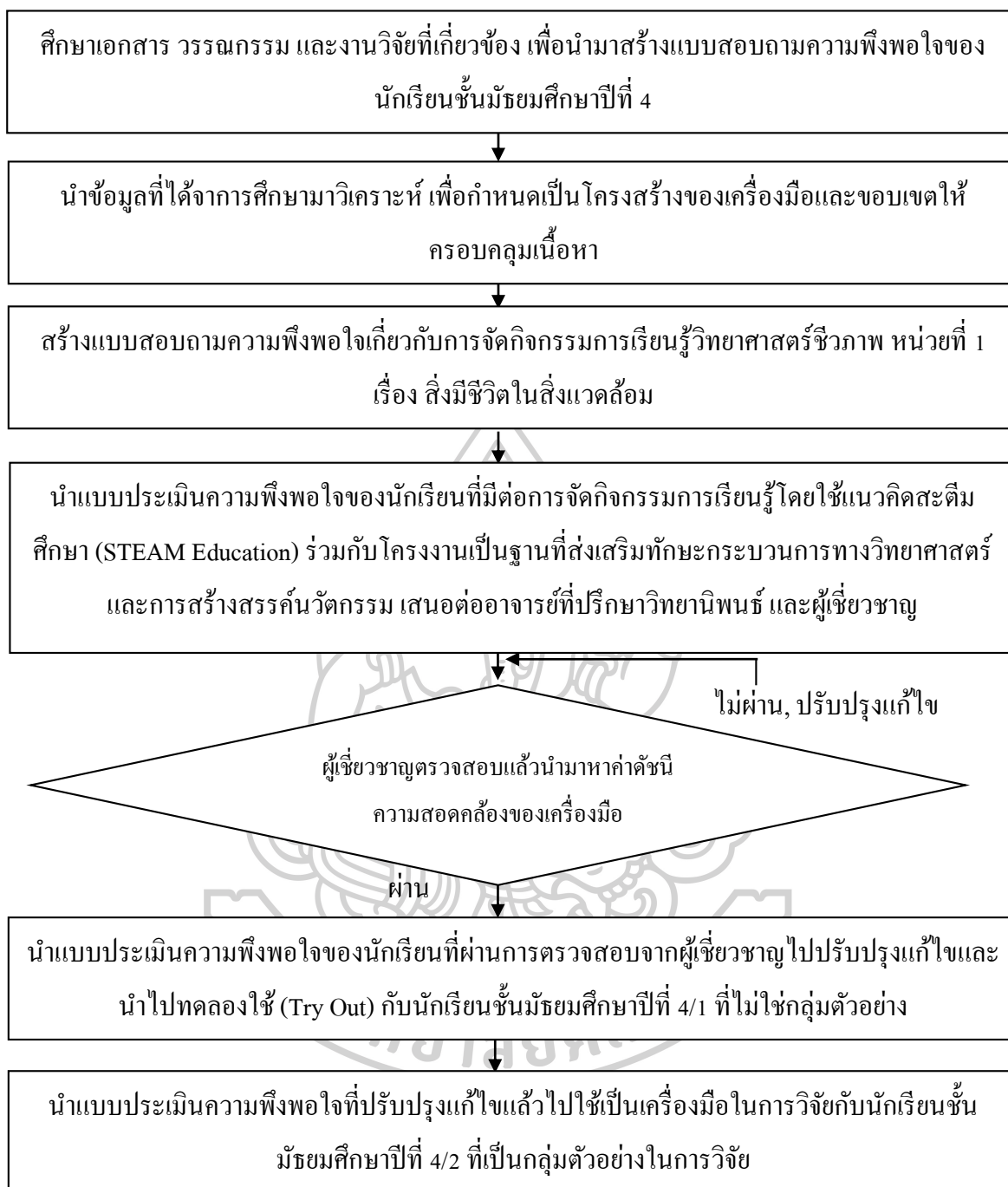
N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของ (IOC) ของแบบประเมินความพึงพอใจ ที่คำนวณได้ มีค่า 1.00 (ดังรายละเอียดแนบท้ายตารางที่ 24 ในภาคผนวก ค หน้า 172 - 173)

5.5 นำแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม ที่มีผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ไปปรับปรุงแก้ไขและนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

5.6 นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียน

วิธีดำเนินการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นตอนการทดลอง เป็นขั้นที่ผู้วิจัยเตรียมความพร้อมในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1.1 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา วิทยาศาสตร์ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินโครงการสร้างสรรค์นวัตกรรม 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม

1.2 ผู้วิจัยทบทวน เอกสารและวรรณกรรม เนื้อหาสาระ เกี่ยวกับวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มทดลอง

1.3 ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ก่อนเรียน (Pre - test)

2. ขั้นตอนทดลอง ผู้วิจัยดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และใช้เครื่องมือในการวิจัยที่เตรียมไว้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 เวลาที่ใช้ในการทดลอง 6 สัปดาห์ ๆ ละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 18 ชั่วโมง

2.2 การจัดช่วงเวลาในการเรียนแต่ละวัน จัดการเรียนการสอนตามเวลาของการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพตามแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ของครูผู้สอน

2.3 เนื้อหา สาระ ที่ใช้ในการทดลองสอนคือ รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพซึ่งเป็นเนื้อหาหลัก ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.4 ดำเนินการสอน โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนเอง มีแผนการจัดการเรียนรู้ 1-3 มีขั้นตอนการสอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมบริบทตามสภาพจริง การเรียนรู้ตามสถานการณ์จริง

1.1 ครูผู้สอนเตรียมแหล่งการเรียนรู้หรือข้อมูล ในประเด็นที่จะเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ผลงาน หรือสิ่งที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ โดยสร้างสถานการณ์ตัวอย่างเพื่อให้นักเรียนเห็นภาพคิดถึงปัญหาที่เกิดขึ้นแบบรูปธรรม

1.2 เป็นช่วงทบทวนบทเรียนหรือเพื่อหาความรู้ใหม่ เกี่ยวกับแนวคิด STEAM Education โดยบูรณาการความรู้ในกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ สาระศิลปะ สาระเทคโนโลยี และสาระคณิตศาสตร์ โดยครูเป็นผู้ให้ความรู้ผ่านใบความรู้ กระตุ้นด้วยคำถาม ฝึกให้นักเรียนคิดแบบนอกกรอบ

ขั้นที่ 2 การตั้งเป้าหมาย ให้นักเรียน เรียนรู้แบบกำกับตนเองและการเรียนแบบร่วมมือ

2.1 ครูผู้สอนกำหนดจุดประสงค์จุดมุ่งหมายและขอบข่ายการเรียนรู้ร่วมกับผู้เรียน โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการกำหนดเป้าหมายในการทำงาน

ขั้นที่ 3 วางแผนดำเนินการ การเรียนรู้ร่วมกัน

3.1 นักเรียนแบ่งกลุ่มการทำงานและแบ่งหน้าที่ในการทำงาน

3.2 นักเรียนวางแผนการสร้างสรรค์ชิ้นงาน ออกแบบ เลือกวัสดุอุปกรณ์โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม ครูผู้สอนเป็นผู้ช่วยเหลืออำนวยความสะดวกให้คำปรึกษาเมื่อนักเรียนต้องการความช่วยเหลือ

ขั้นที่ 4 ติดตามและประเมินผลงาน การเรียนรู้จากสภาพจริง

4.1 ตรวจสอบการทำงาน ปรับปรุงแผนงาน และผลิตชิ้นงาน ผู้เรียนตรวจสอบการทำงานว่าเป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามเป้าหมาย ให้ปรับปรุงชิ้นงานโดยผู้สอนเข้าร่วมสังเกตในการแก้ไขปัญหา ถ้าพบปัญหาให้ผู้เรียนทำการแก้ไข

4.2 ประเมินผลงาน ครูและนักเรียนร่วมกันประเมินผลงาน ครูช่วยเพิ่มเติมข้อมูลให้สมบูรณ์และแก้ไขข้อบกพร่อง ครูประเมินการปฏิบัติงานตลอดกระบวนการเรียนรู้จากการทำใบงาน การประเมินทักษะกระบวนการ โดยประเมินตามสถานการณ์จริงของนักเรียน ในการใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหา ทักษะการทำงานกลุ่ม และการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงาน โดยประเมินจากชิ้นงาน และตามสถานการณ์จริงของนักเรียน

3. ขั้นหลังการทดลอง ภายหลังจากเสร็จสิ้นการดำเนินการทดลอง ผู้วิจัยได้ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม แล้วนำคะแนนที่ได้ มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ

การสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้ศึกษาใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

- ค่าเฉลี่ย (\bar{X})
- การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. การวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ

2.1 ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินโครงงานสร้างสรรค์นวัตกรรม และแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงงานเป็นฐาน ซึ่งใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์ 2558:177)

$$IOC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแผนการจัดการเรียนรู้/ แบบทดสอบ/แบบประเมินกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนแทนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา

2.2 ตรวจสอบหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบโดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบในรายข้อ (Item Analysis) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558:186) โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้

ค่าอำนาจจำแนก

$$D, r = \frac{R_U - R_L}{N/2}$$

$$D, r = P_H - P_L$$

เมื่อ	D,r	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	R_u	แทน	จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มเก่ง
	R_L	แทน	จำนวนผู้เรียนที่ตอบถูกในกลุ่มอ่อน
	N	แทน	นักเรียนทั้งหมดในกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน
	P_H	แทน	สัดส่วนของคนเก่ง

P_L แทน สัดส่วนของคนกลุ่มอ่อน
ค่าความยากง่าย

$$P = \frac{R}{N}$$

R แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนคนที่ทำข้อนั้นทั้งหมด

2.3 ตรวจสอบค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบปรนัย โดยใช้สูตร KR – 20 ของ
คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558:182)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_1^2} \right]$$

เมื่อ r_{tt} แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
K แทน จำนวนข้อสอบทั้งหมดของแบบทดสอบ
P แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในข้อหนึ่ง ๆ
q แทน สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในข้อหนึ่ง ๆ ($q = 1-p$)
 S_1^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนจากการสอบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์
ชีวภาพ หน่วยที่ 1 เรื่องสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ใช้ค่าสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
(S.D.) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบก่อนจัดการเรียนรู้และหลังจัด
การเรียนรู้โดยใช้ค่าสถิติการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558:253)

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังจัดการ
เรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการงานเป็นฐาน โดยใช้สถิติ
ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลการประเมินคุณภาพ

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินผลโครงการสร้างสรรค์นวัตกรรมหลังจัดการ
เรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการงานเป็นฐาน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย
(\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลการประเมินคุณภาพ

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้
แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการงานเป็นฐาน โดยใช้สถิติค่าเฉลี่ย (\bar{X})
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์การแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อ
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการงานเป็นฐาน

สรุปวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมการสร้างสรณ์วัฒนธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดำเนินการวิจัยดังตารางที่ 13

ตารางที่ 13 วิธีดำเนินการวิจัย

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลที่เกิด
1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน	- จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ - ประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนโดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน	<u>เครื่องมือ</u> แผนการจัดการเรียนรู้ <u>การตรวจสอบคุณภาพ</u> <u>เครื่องมือ</u> ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การหาประสิทธิภาพของแผน <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u> ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) <u>เครื่องมือ</u> แบบทดสอบวัดสัมฤทธิ์ <u>การตรวจสอบคุณภาพ</u> <u>เครื่องมือ</u> ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา การหาประสิทธิภาพของ	นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ตารางที่ 13 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลที่เกิด
		แบบทดสอบการหาค่าความยากง่าย/ค่าอำนาจจำแนกค่าความเชื่อมั่นของ การทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent แบบทดสอบ โดยใช้ KR-20 ของคูเดอร์ริชาร์ดสันการวิเคราะห์ข้อมูลค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	
2. เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน	ประเมินโดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	<u>เครื่องมือ</u> แบบสอบถามแบบประเมินค่าแบบสังเกต <u>การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ</u> ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) <u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u> ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนอยู่ในระดับดี
3. เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4	ประเมินโดยใช้แบบประเมินโครงการสร้างสรรค์นวัตกรรม	<u>เครื่องมือ</u> แบบประเมินการสร้างสรรค์	นักเรียนมีทักษะกระบวนการและความสามารถในการ

ตารางที่ 13 วิธีดำเนินการวิจัย (ต่อ)

วัตถุประสงค์การวิจัย	วิธีดำเนินการวิจัย	เครื่องมือ/การวิเคราะห์ข้อมูล	ผลที่เกิด
<p>หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน</p>		<p>นวัตกรรมเป็นแบบ Scoring rubrics</p> <p><u>การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ</u></p> <p>ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)</p> <p>สัมประสิทธิ์อัลฟาของ Cronbach</p> <p><u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u></p> <p>ค่าเฉลี่ย (\bar{X})</p> <p>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)</p> <p><u>เครื่องมือ</u></p> <p>แบบประเมินความพึงพอใจ</p>	<p>การสร้างสรรค์นวัตกรรมอยู่ในระดับดี</p>
<p>4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน</p>	<p>ประเมินโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนโดยใช้แบบสัมภาษณ์และแบบประเมินที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคอร์ท์ (Likert's Five Rating Scale)</p>	<p><u>การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ</u></p> <p>ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC)</p> <p><u>การวิเคราะห์ข้อมูล</u></p> <p>ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)</p>	<p>นักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับดี</p>

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (The One-Group Pretest - Posttest Design) โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา เป็นหน่วยการวิเคราะห์ข้อมูล มีรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัย ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

สำหรับรายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละตอน มีดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่องสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา มีรายละเอียดดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

การทดสอบ	จำนวนนักเรียน	คะแนน	\bar{X}	S.D.	t	Sig
ก่อนจัดการเรียนรู้	12	30	13.25	2.76	14.54	.05
หลังจัดการเรียนรู้	12	30	20.92	3.17		

จากตารางที่ 14 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ใช้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (\bar{X} = 13.25, S.D. = 2.76) และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (\bar{X} = 20.92, S.D. = 3.17)

ตอนที่ 2 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

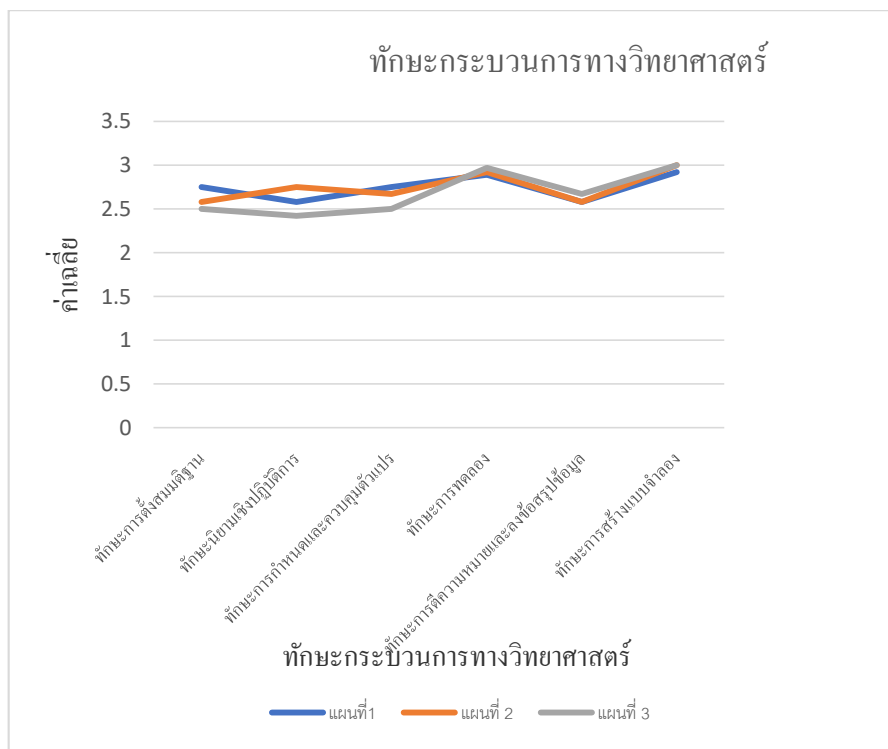
ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นการประเมิน 6 ทักษะ ได้แก่ 1) ทักษะการตั้งสมมติฐาน 2) ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ 3) ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร 4) ทักษะการทดลอง 5) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป และ 6) ทักษะการสร้างแบบจำลอง จำนวน 3 ครั้ง มีคะแนนเต็ม 27 คะแนน รวม 81 คะแนน ใช้ประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 12 คน มีรายละเอียดดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้สะเต็ม ศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	คะแนนเต็ม	แผนการจัดการเรียนรู้			\bar{X}	S.D.	ระดับ	ลำดับที่
		แผนที่ 1 (\bar{X})	แผนที่ 2 (\bar{X})	แผนที่ 3 (\bar{X})				
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	3	2.75	2.58	2.50	2.61	0.13	ดี	4
2. ทักษะนิยามเชิงปฏิบัติการ	3	2.58	2.75	2.42	2.58	0.17	ดี	6
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	3	2.75	2.67	2.50	2.64	0.13	ดี	3
4. ทักษะการทดลอง	9	2.89	2.92	2.97	2.93	0.04	ดี	2
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล	3	2.58	2.58	2.67	2.61	0.05	ดี	5
6. ทักษะการสร้างแบบจำลอง	3	2.92	3.00	3.00	2.97	0.56	ดี	1
เฉลี่ย	3	2.75	2.75	2.68	2.72	0.09	ดี	
S.D.		0.15	0.18	0.25	0.18	0.05		

จากตารางที่ 15 พบว่า ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน ในภาพรวมนักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.72$, S.D. = 0.18) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าทุกด้านมีผลเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดได้แก่ ด้านทักษะการสร้างแบบจำลอง อยู่ในลำดับที่ 1 ($\bar{X} = 2.97$, S.D. = 0.56) ลำดับที่ 2 คือ ด้านทักษะการทดลอง ($\bar{X} = 2.93$, S.D. = 0.04) ลำดับที่ 3 ด้านทักษะและการควบคุมตัวแปร ($\bar{X} = 2.64$, S.D. = 0.13) ลำดับที่ 4 ด้านทักษะการตั้งสมมติฐาน ($\bar{X} = 2.61$, S.D. = 0.13) ลำดับที่ 5 ด้านทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล ($\bar{X} = 2.61$, S.D. = 0.05) ลำดับที่ 6 คือ ด้านทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X} = 2.58$, S.D. = 0.17) และเมื่อพิจารณาด้านการพัฒนาการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ในภาพรวม มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับดีตามตารางที่ 16 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี อยู่เป็นลำดับที่ 1 ($\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.18) รองลงมาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สวนสวยด้วยมือเรา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี

($\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.15) และ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.68$, S.D. = 0.25) ตามลำดับ



ภาพที่ 12 ผลการประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

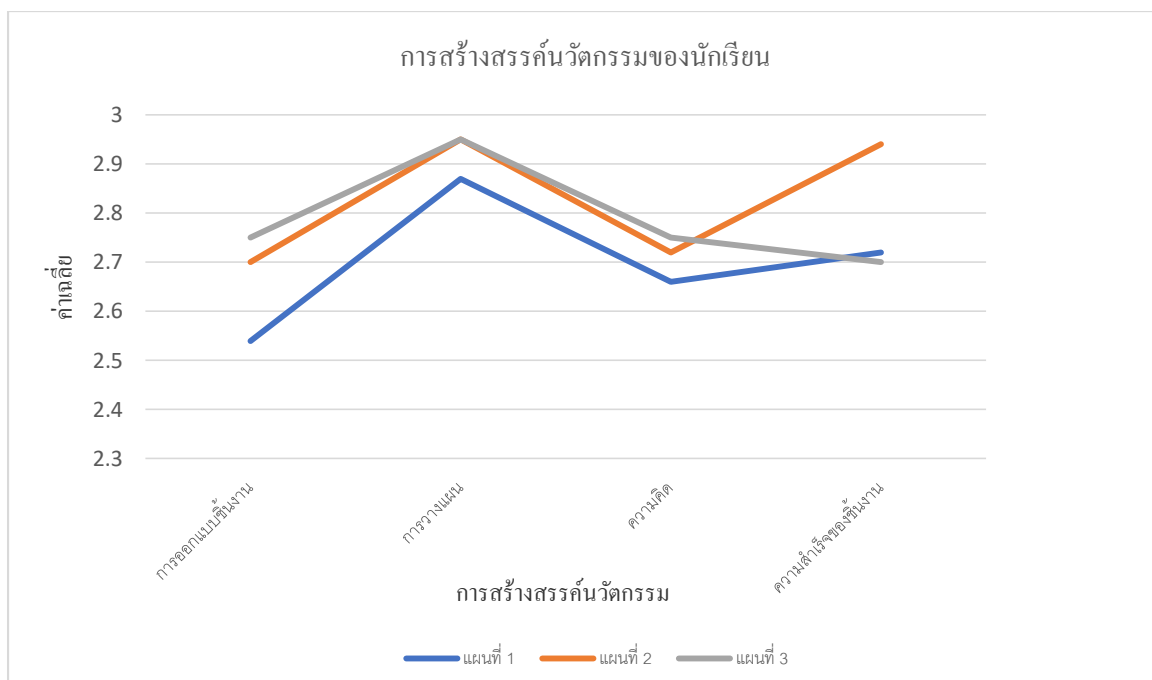
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาการสร้างสรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบประเมินความสามารถในการสรค์สรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 4 ด้าน ได้แก่ 1. ด้านการออกแบบชิ้นงาน 2. ด้านการวางแผน 3. ด้านความคิด และ 4. ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน จำนวน 3 ครั้ง มีคะแนนเต็มครั้งละ 30 คะแนน คะแนนรวม 90 คะแนน ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

การสร้างสรรค์นวัตกรรม	คะแนนเต็ม	แผนการจัดการเรียนรู้			\bar{X}	S.D.	อันดับ
		แผนที่ 1 (\bar{X})	แผนที่ 2 (\bar{X})	แผนที่ 3 (\bar{X})			
1. ด้านการออกแบบชิ้นงาน	3	2.54	2.70	2.75	2.66	0.37	ดี (4)
2. ด้านการวางแผน	3	2.87	2.95	2.95	2.93	0.19	ดี (1)
3. ด้านความคิด	3	2.66	2.72	2.75	2.71	0.31	ดี (3)
4. ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน	3	2.72	2.94	2.70	2.78	0.20	ดี (2)
เฉลี่ย	3	2.70	2.83	2.78	2.77	0.26	
S.D.		0.30	0.21	0.88	0.26		

จากตารางที่ 16 พบว่า การสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน ในภาพรวม นักเรียนมีความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X}=2.77$, S.D.=0.26) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านมีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการวางแผน ($\bar{X}=2.93$, S.D.=0.19) รองลงมา คือ ด้านที่ 4 ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน ($\bar{X}=2.78$, S.D.=0.20) ด้านที่ 3 ด้านความคิด ($\bar{X}=2.71$, S.D.=0.31) และด้านการออกแบบชิ้นงาน ($\bar{X}=2.66$, S.D.=0.37) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาพรวม พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุดอยู่เป็นอันดับที่ 1 ($\bar{X}=2.83$, S.D.=0.21) รองลงมาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป ($\bar{X}=2.78$, S.D.=0.88) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สวนสวยด้วยมือเรา ($\bar{X}=2.70$, S.D.=0.34) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่า นักเรียน มีพัฒนาการที่สูงขึ้น



ภาพที่ 13 ผลการประเมินความสามารถในการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียน

ตอนที่ 4 ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 3 ตอน ได้แก่ ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียน ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม และตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นด้านสภาพภาพ และข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จากการสอบถามนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 จำนวน 12 คน เป็นเพศหญิง 7 คน คิดเป็นร้อยละ 58.33 เพศชาย 5 คน คิดเป็นร้อยละ 41.66. อายุระหว่าง 16 - 17 ปี

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย 3 ด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรม

การเรียนรู้ ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล ด้านที่ 3 ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ และ
ด้านที่ 4 ด้านครูผู้สอน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา
(STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความ พึงพอใจ	ลำดับ ที่
ด้านที่ 1 ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้				
1. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้คิดวิเคราะห์หลังมือปฏิบัติจริง	4.50	0.52	มากที่สุด	1
2. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน	4.17	0.57	มาก	4
3. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	3.92	0.79	มาก	5
4. มีการใช้สื่อเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	4.42	0.79	มากที่สุด	2
5. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง	4.33	0.65	มากที่สุด	3
สรุปด้านที่ 1 ด้านการจัดการเรียนรู้	4.26	0.49	มากที่สุด	3
ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล				
6. เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต	4.33	0.65	มากที่สุด	2
7. เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา	4.17	0.71	มาก	2
8. เนื้อหามีความกะทัดรัด ชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอนง่ายต่อการทำความเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	4.00	0.73	มาก	3
9. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสม	4.17	0.71	มาก	2
10. ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและกลุ่มทันที	4.25	0.75	มากที่สุด	1
สรุปด้านที่ 2 ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล	4.18	0.45	มาก	4
ด้านที่ 3 ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้				
11. ห้องเรียนมีพื้นที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน	4.50	0.79	มากที่สุด	1

ตารางที่ 17 ผลการศึกษาศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ต่อ)

ความพึงพอใจ	\bar{X}	S.D.	ระดับความพึงพอใจ	ลำดับที่
12. ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม	4.17	0.71	มาก	2
สรุปด้านที่ 3 ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้	4.33	0.49	มากที่สุด	2
ด้านที่ 4 ด้านครูผู้สอน				
13. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	4.25	0.62	มากที่สุด	3
14. ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น	4.67	0.49	มากที่สุด	1
15. ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี	4.42	0.90	มากที่สุด	2
สรุป 4 ด้านครูผู้สอน	4.44	0.51	มากที่สุด	1
รวม	4.30	0.29	มากที่สุด	

จากตารางที่ 17 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด $Y (\bar{X}=4.30, S.D.=0.29)$ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากไปจนถึงมากที่สุด ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านที่ 4 ด้านครูผู้สอน ($\bar{X} = 4.44, S.D.=0.51$) รองลงมา ได้แก่ ด้านที่ 3 ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.33, S.D.=0.49$) รองลงมา ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.26, S.D.=0.49$) และ ด้านที่ 2 ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล ($\bar{X}=4.18, S.D.=0.45$) เมื่อพิจารณา รายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากไปจนถึงมากที่สุด ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ข้อที่ 14 ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น ($\bar{X}=4.67, S.D.=0.49$) รองลงมา ได้แก่ ข้อที่ 11. ห้องเรียนมีพื้นที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ($\bar{X}=4.50, S.D.=0.79$) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ข้อที่ 3. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}=3.92, S.D.=0.79$)

บทที่ 5

สรุป อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) แบบหนึ่งกลุ่มสอบก่อนและหลังเรียน (The One- Group Pretest – Posttest Design) กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 โรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 วัตถุประสงค์การวิจัย 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน 2) เพื่อศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน 3) เพื่อศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน และ 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 3 แผน จำนวน 18 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม 3) แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรม และ 5) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรม วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีค่าเฉลี่ยหลังเรียน (\bar{X}) 20.92 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 3.17 และค่า t-test dependent 14.54 วิเคราะห์ออกแบบ เลือกและกำหนดเนื้อหาเพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการจัดกิจกรรมตามแนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐาน เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการ เพื่อพัฒนาทักษะ ความรู้ ความเข้าใจ มีความคิดสร้างสรรค์ จนนำไปสู่การพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน ในภาพรวม นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.72$, S.D. = 0.18) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2 เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่าทุกด้านมีผลเฉลี่ยอยู่ในระดับดีไม่แตกต่างกัน ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดได้แก่ ทักษะการสร้างแบบจำลอง ($\bar{X} = 2.97$, S.D. = 0.05) ทักษะการทดลอง ($\bar{X} = 2.93$, S.D. = 0.04) ทักษะการกำหนดและการควบคุมตัวแปร ($\bar{X} = 2.64$, S.D. = 0.13) ทักษะการตั้งสมมติฐาน ($\bar{X} = 2.61$, S.D. = 0.13) ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุปข้อมูล ($\bar{X} = 2.61$, S.D. = 0.05) และทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ ($\bar{X} = 2.58$, S.D. = 0.17) และเมื่อพิจารณาด้านการพัฒนาศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 แผน พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับดี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี อยู่เป็นลำดับที่ 1 ($\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.18) รองลงมาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สวนสวยด้วยมือเรา มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.15) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.68$, S.D. = 0.25) ตามลำดับ

3. ผลการศึกษาการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานพบว่า การสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้ ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 2.77$, S.D. = 0.26) ซึ่งเป็นไป

ตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3 เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ทุกด้านมีผลคะแนนเฉลี่ยอยู่ในระดับดีไม่แตกต่างกันด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านการวางแผน ($\bar{X}=2.93$, S.D.=0.19) ด้านความสำเร็จของชิ้นงาน ($\bar{X}=2.78$, S.D.=0.20) ด้านความคิด ($\bar{X}=2.71$, S.D.=0.31) และด้านการออกแบบชิ้นงาน ($\bar{X}=2.66$, S.D.=0.37) ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาด้านการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาพรวมโดยแบ่งเป็น 3 แผน พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดอยู่เป็นอันดับที่ 1 ($\bar{X}=2.83$, S.D.=0.21) รองลงมาแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป ($\bar{X}=2.78$, S.D.=0.88) และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง สวนสวยด้วยมือเรา ($\bar{X}=2.70$, S.D.=0.34) ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่านักเรียน มีพัฒนาการที่สูงขึ้น

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า โดยภาพรวมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}=4.30$, S.D.=0.29) ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4 และเมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ทุกด้านนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ด้านครูผู้สอน ($\bar{X}=4.44$, S.D.=0.51) ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.33$, S.D.=0.49) ด้านการจัดการเรียนรู้ ($\bar{X}=4.26$, S.D.=0.49) ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล ($\bar{X}=4.18$, S.D.=0.45) เมื่อพิจารณา รายข้อ พบว่า ทุกข้อมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด ได้แก่ ข้อที่ 14 ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น ($\bar{X}=4.67$, S.D.=0.49) รองลงมาได้แก่ ข้อที่ 11. ห้องเรียนมีพื้นที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน ($\bar{X}=4.50$, S.D.=0.79) และค่าเฉลี่ยต่ำสุด ได้แก่ ข้อที่ 3. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา ($\bar{X}=3.92$, S.D.=0.79)

อภิปรายผล

ผลการวิจัยเรื่องการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อภิปรายผล ได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันผู้สอนให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยใช้เทคนิควิธีสอนที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (เขมฉัญญ์ มิ่งศิริธรรม : 2011) สอดคล้องกับโลกยุคศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น คนในยุคศตวรรษที่ 21 จึงต้องมีทักษะในการเรียนและปรับตัว การสร้างทักษะการเรียนรู้และนวัตกรรม (สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ.) ใช้แนวคิด STEAM Education เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นการจัดการเรียนการสอนในวิชาวิทยาศาสตร์ โดยสถาบันวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย สหรัฐอเมริกา ได้พัฒนารูปแบบทางการศึกษา โดยนำเนื้อหารายวิชา 5 สาขามบูรณาการ (สมรัก อินทวิมล, 2560) เพื่อมุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดองค์ความรู้และสามารถนำองค์ความรู้ที่ได้ไปพัฒนาจนเกิดทักษะในการแก้ปัญหาและสร้างสรรค์สิ่งใหม่ๆ ในการดำเนินชีวิต และ Hargis (2005) กล่าวว่า การเรียนรู้แบบโครงการ เป็นวิธีการที่ผู้สอนเชื่อมโยงผู้เรียนเข้ากับการค้นพบจากคำถาม ข้อเสนอแนะตามความสนใจ โดยที่ผู้เรียนสามารถค้นพบคำตอบโดยใช้การคิด กระบวนการสืบสวนสอบสวน การค้นหา และการเรียนรู้แบบร่วมมือกับผู้เรียนด้วยกัน สอดคล้องกับพิมพันธ์ เดชะคุปต์และเพยาว์ ยินดีสุข (2562) กล่าวว่า การทำโครงการ เป็นการศึกษาเพื่อค้นพบความรู้ใหม่สิ่งประดิษฐ์ใหม่ และวิธีใหม่ ด้วยตัวนักเรียนเอง โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์มีครูอาจารย์และผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ให้ความรู้ และช่วยเหลือนักเรียน ให้มีความสามารถในการสร้างผลงานทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ได้ผลงานที่มีความสมบูรณ์ เป็นเอกภาพ สอดคล้องกับ สมรัก อินทวิมล (2560) พบว่า นักเรียนที่เรียนชีววิทยาดตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาล้างเรียนอยู่ในระดับปานกลาง สอดคล้องกับ มินตรา กระเป่าทอง (2561) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอน โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา หน่วยการเรียนรู้เรื่อง ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 สอดคล้องกับ ศิริลักษณ์ อิศนพงษ์ ภัทรภร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์หลพ (2564) พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และพัฒน์ชนน คงอยู่ (2562) พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการเป็นฐานสูงกว่าก่อนเรียน และ 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงการเป็นฐานสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

2. ผลการศึกษาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับ โครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนในภาพรวมนักเรียนมี

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์โดยให้นักเรียนทำการทดลองนั้น มีจุดมุ่งหมายสำคัญ คือ ต้องการให้นักเรียนรวบรวมข้อมูลหรือหลักฐานเชิงประจักษ์ โดยผ่านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สร้างองค์ความรู้หรือคำอธิบายด้วยตนเอง โดยมีครูเป็นผู้ชี้แนะ (สนธิ พลชัยยา, 2562) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มีความสำคัญกับผู้เรียนมาก ทำให้ผู้เรียน เรียนรู้ คิดเป็น ทำเป็น และแก้ปัญหาเป็น โดยเชื่อมโยงระหว่างประสบการณ์ใหม่และประสบการณ์เดิมที่มีอยู่ โดยใช้หลักการและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาวิทยาศาสตร์ของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ตามแนวสมาคมอเมริกันเพื่อความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ (The American Association for the Advancement of Science : AAAS) และสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ได้จำแนกประเภททักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข: 2562) แบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ 1. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐาน และ 2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นผสมผสาน ประกอบด้วย 6 ทักษะ คือ 1) การกำหนดและควบคุมตัวแปร (Controlling the variables) 2) การตั้งสมมติฐาน (Hypothesizing) 3) การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ (Operational defining of the variables) 4) การทดลอง (Experimenting) 5) การแปลผลข้อมูลและการลงข้อสรุป (Interpreting data and making conclusion) และ 6) การสร้างแบบจำลอง (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ กระทรวงศึกษาธิการ 2556) สอดคล้องกับ น้ำฝน คุณเจริญไพศาล กนกพร พันวิไล ชุติมา เอกภาพไพบุลย์ และนางเยาว์ เรือนบุตร พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 จิรัชญา เนื่องชมภู และไพศาลวรคำ (2564) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการหลังเรียน (\bar{X} = 17.30) สูงกว่าก่อนเรียน (\bar{X} = 11.25) และอชันนา รักดีวงษ์ และอัมพร วัจนะ (2564) พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังใช้ชุดกิจกรรมแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) สูงกว่าก่อนใช้ชุดกิจกรรมการแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. ผลการศึกษาการสร้างสรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสรค์นวัตกรรมของนักเรียนอยู่ในระดับดี ซึ่งนวัตกรรมเป็นสิ่งที่มีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากในการสร้างศักยภาพการแข่งขันทางการค้าทั้งในระดับธุรกิจ และระดับประเทศ ทั้งนี้เพราะความได้เปรียบในเชิงประสิทธิภาพของการดำเนินงานและเป็นข้อกำหนดพื้นฐานของการประกอบธุรกิจ ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ ๆ

ที่ต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์ และความรู้อย่างเข้มข้น (สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, พักตร์ วัฒนสินธุ์, อัจฉรา จันทร์ฉาย, ประกอบ คุปรัตน์, 2553) ความคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรม (Creativity and Innovation) เป็นเรื่องของการนำจินตนาการมาสร้างขั้นตอนกระบวนการโดยอ้างอิงจากทฤษฎีความรู้เพื่อนำไปสู่การค้นพบใหม่เกิดเป็นนวัตกรรมที่ใช้ตอบสนองความต้องการในการดำรงชีวิต และนำไปสู่การเป็นผู้ผลิตและผู้ประกอบการ (สำนักบริหารงานกรมมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ., 2561 :13) สอดคล้องกับ วิชัย วงษ์ใหญ่ และ มารุต พัฒนาผล (2562) กล่าวว่า ทักษะการสร้างสรรค์ นวัตกรรม เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ (Knowledge) จินตนาการ (Imagination) ความคิดสร้างสรรค์ (Creative thinking) ความร่วมมือ (Collaborative) ทำให้เกิดนวัตกรรมที่อาจอยู่ในรูปแบบของความคิด วิธีการหรือสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ โดยอาจเป็นสิ่งใหม่ทั้งหมดหรือใหม่บางส่วน และอาจใหม่ในบริบทใดบริบทหนึ่งหรือในช่วงเวลาหนึ่ง สอดคล้องกับ อมรรัตน์ ทองจันทร์ เจริญ กิตติสุนทร (2560) พบว่า ความสามารถในการสร้างสรรค์ชิ้นงานของนักเรียน หน่วยการเรียนรู้การออกแบบและตกแต่งโมเดล ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงานอยู่ในระดับดีมาก ศักดิ์สกุล คลังขณะนัง ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และดวงเดือน พิณสุวรรณ (2561) พบว่า ความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียน กลุ่มที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการสร้างความรู้ผ่านชิ้นงาน สูงกว่าปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ วชิรวิทย์ ช้างแก้ว และจินตนา สรายุทธ พิทักษ์ (2562) พบว่า 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และความสามารถในการสร้างชิ้นนวัตกรรมทางสุขภาพหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ค่าเฉลี่ยของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความรู้ เจตคติ การปฏิบัติ และแบบวัดความสามารถในการสร้างชิ้นนวัตกรรมทางสุขภาพหลังการทดลองของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่านักเรียนกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้สะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด พิสุทธา อารีราษฎร์ (2551) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง โดยเฉพาะความรู้สึกนั้นทำให้บุคคลเอาใจใส่และอาจกระทำการบรรลุถึงความมุ่งหมายที่บุคคลมีต่อสิ่งนั้น ความพึงพอใจเป็นเรื่องของความรู้สึกทัศนคติ หรือระดับความชอบส่วนบุคคลที่มีต่อสิ่งนั้น สอดคล้องกับ พรรณี ชูทัยเจนจิต (2550) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกในทางบวก ความรู้สึกที่ดี ที่ประทับใจต่อสิ่งเร้าต่าง ๆ และสมบัติ บารมี (2551) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึงความรู้สึกเป็นสุขที่เกิดจากทัศนคติทางด้านบวกที่มีต่อสิ่งเร้าหรือสิ่งกระตุ้นทั้งจากภายในและภายนอกของปัจเจกบุคคล สอดคล้องกับ

อับดุลยามีน หะยีฮาเคร์ ญัสวีทีย์ พจนันติ ณรงค์ศักดิ์ รอบคอบ และ แวเวฤดี แวเวทองรักษ์ (2560) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชีววิทยา และความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .01 และมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมาก เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง ณัฐินี โมพันธ์ และอาฟีฟี ลาเต๊ะ (2561) พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษามีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์ (2561) พบว่า ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ที่จัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ (5E) อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}=4.29$ และ $S.D.=0.78$) และ คณิตศาสตร์ ดีพันธ์ อภิรักษ์ อนะมาน และสุวรรณิ ยะหะกร (2562) พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ แบบ GPAS อยู่ในระดับมาก ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82

ข้อเสนอแนะ

จากข้อค้นพบของการวิจัยเรื่อง การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้ แนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัย พบว่า การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน ครูควรเลือกใช้เนื้อหาและกำหนดสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนเห็นความสำคัญของปัญหา เกิดความกระตือรือร้นในการแสวงหาความรู้ และมุ่งค้นหาแนวทางแก้ปัญหาและนำไปสู่การออกแบบและสร้างสรรค์ผลงาน
2. จากผลการวิจัย พบว่า การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ ครูควรเตรียมแหล่งเรียนรู้หรือสื่อการเรียนรู้ให้นักเรียนสืบค้นอย่างเพียงพอ มีความหลากหลาย และมีคุณภาพ นอกจากนี้ก่อนการจัดการเรียนการสอนครูควรทบทวนเนื้อหาและตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเพื่อให้ทราบว่านักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ถูกต้อง รวมทั้งนำสรุปเนื้อหาสำคัญตามตัวชี้วัดในหน่วยการเรียนรู้
3. จากผลการวิจัย พบว่า การนำแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานไปใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ครูผู้สอนควรเชิญผู้เชี่ยวชาญหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาสาระและสถานการณ์ปัญหาการสร้างสรรค์ผลงาน อุปกรณ์ หรือแบบจำลองเข้าร่วมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการเรียนการสอน ในขั้นนำเสนอผลงาน ขั้นประเมินและปรับปรุงผลงาน เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สอบถามข้อสงสัยหรือข้อความรู้เฉพาะในด้านนั้น ๆ และได้ข้อเสนอแนะ

ที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาผลงานจากผู้เชี่ยวชาญ ส่งผลให้นักเรียนได้รับประโยชน์และความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาสาระวิชา และทราบแนวทางการปรับปรุงผลงานให้เหมาะสมและมีการพัฒนาผลงานจนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาทักษะด้านอื่น ๆ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน โดยผสมผสานวิธีการจัดการเรียนรู้ที่หลากหลาย เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม การนำเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้ในการจัดกิจกรรม เป็นต้น

2. ควรมีการศึกษาวิจัย และพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐาน โดยใช้วิธีการวัดและประเมินผลที่หลากหลาย เช่น การประเมินตามสภาพจริง การทำงานเป็นทีม เป็นต้น รวมทั้งระยะเวลาในการจัดกิจกรรม ให้เหมาะสมสอดคล้องกับขั้นตอนในการดำเนินงาน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนมีศักยภาพ คุณลักษณะ และสมรรถนะที่สำคัญในด้านต่าง ๆ



รายการอ้างอิง

- เกรียงศักดิ์ วิเชียรสร้าง ฉัฐินี โมพันธ์ และ อาฟีฟี ลาเต๊ะ. (2561). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด
สะเต็มศึกษา ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และ
ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสาร
ศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 29(3).
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์
ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช
2551, กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย
- เจมณัฐ มิ่งศิริธรรม. (2011). การบูรณาการวิธีการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนร่วมกัน. *Viridian E-
Journal SU*, 4(1)
- จิรัชญา เนื่องชมภู และ ไพศาล วรคำ. (2564). ผลของการจัดการเรียนรู้แบบใช้โครงงานเป็นฐาน เรื่อง
การเคลื่อนที่ เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการและ
ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ชั้นประกาศนียบัตรวิชาชีพ
ปีที่ 2. วารสารการศึกษาและนวัตกรรมการเรียนรู้, 1(2),
- จงรัก เทศนา. (2563). อินโฟกราฟิก (infographics). สืบค้น 26 มิถุนายน 2563. จาก
<https://chachoengsao.cdd.go.th/>
- เจนจิรา สันติไพบูลย์. (2561). การจัดกิจกรรมการจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียนตามแนวคิดSTEAM
ร่วมกับการสอนเชิงผลิตภาพ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการและความสามารถในการ
สร้างสรรค์ผลงาน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. จังหวัดนครปฐม. (วิทยานิพนธ์
ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ชวลิต ชุกกำแพง. (2551). การประเมินการเรียนรู้. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ชนินันท์ พฤษทรัพย์. (2557). การประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Assessing Science
Process Skills). *สุทธิปริทัศน์*. 28 (86).
- ณัฐชา คำรังสี, เอกรัฐ วงศ์สวัสดิ์. (2563). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ม. 4 (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: บริษัท อักษรเจริญทัศน์ อจท. จำกัด.

- ณัฐริกา ก้อนเงิน. (2558). ผลการเรียนรู้แบบโครงการเป็นฐานโดยใช้เครื่องมือการเรียนรู้ร่วมกันออนไลน์ด้วยเทคนิคคอกบัวบานที่มีต่อความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
- ดวงเนตร ธรรมกุล วนิดา ตันเจริญรัตน์. (2557). ผลการจัดการเรียนแบบโครงการต่อการพัฒนาผลการเรียนรู้ของนักศึกษา. วารสารวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. 8(1), 46-53.
- คลฤดี ไชยศิริ. (2563). การส่งเสริมแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การเรียนรู้แบบผสมผสานร่วมกับแนวคิดเกมพีเคเชน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนผดุงนารี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม)
- ทศนา แยมมณี. (2559). ศาสตร์การสอน: องค์ความรู้เพื่อจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 20). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์. (2559). นวัตกรรมและสื่อในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. Veridian E-Journal, Silpakorn University. 9(1), 560 – 581
- ชนภรณ์ ก้องเสียง. (2558). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมการทดลองวิทยาศาสตร์เสริมการเรียนรู้ : กรณีศึกษาโรงเรียนปราโมทวิทยา รามอินทรา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, ปทุมธานี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)
- ทรัพยากรธรรมชาติ. (2563). สืบค้นเมื่อ 26 มิถุนายน 2563. สืบค้นจาก <http://www.rmuti.ac.th>
- นพดล กุสุวรรณ. (2563). การจัดสวนถาด. Retrieved June 24, 2020. From http://yalacity.go.th/files/com_research/20170814_nvcwaagw.pdf
- นภาพรณี เพียงดวงใจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้โครงการร่วมกับเทคนิคการสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการสร้างนวัตกรรมและจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. จังหวัดนครปฐม.(วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- น้ำฝน กุเจริญไพศาล สุทัตตา ธรรมภัทรกุล และสุภาพร ลากมา. (2561). ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้การทำโครงการวิทยาศาสตร์เรื่องสมุนไพร. วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. 9(2), 97-123. 546480-1-10-20190503.pdf

- บัญชา แสนทวิ, ชนิกานต์ นุ่มมีชัย และ วารี โตพันธ์.(2559). คู่มือครู แผนการจัดการเรียนรู้สิ่งมีชีวิต
กับกระบวนการดำรงชีวิต ม .4-6 (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท โรงพิมพ์วัฒนาพานิช
จำกัด.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร.
บริษัทแอคทีฟ พรินท์ จำกัด
- ปรัชญานันท์ นิลสุข. (2559). สรุปรายการบรรยายการอบรมเชิงวิชาการ เรื่อง “การจัดการเรียนรู้
แบบโครงงานเป็นฐาน (Project Based Learning)”. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- ปาริชาติ สังข์ขาว. ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการให้บริการห้องสมุดมหาวิทยาลัย
ศรีพระทุม การศึกษาค้นคว้าอิสระ บริหารธุรกิจบัณฑิต. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ราชภัฏพระนคร, 2551
- พงศธร วงศ์ขารี. สิริรณภา กิจเกื้อกูล และ สุริยา ชาญ. (2019). การประชุมวิชาการระดับชาติทาง
การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ครั้งที่ 2 “นวัตกรรมเพื่อยกระดับ
คุณภาพการศึกษาสู่ความเป็นเลิศ” คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พัฒนชนน คงอยู่. (2562). การจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมโครงงานเป็นฐาน เรื่องงานและพลังงาน
กรณีศึกษา : โรงเรียนมัธยมวัดเขาสกิม. วารสารแสงอีสาน มหาวิทยาลัยมหามกุฏราช
วิทยาลัย, 16(2).
- พรรณี ชูทัยเงินจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. นนทบุรี : เกรท เอ็ดดูเคชั่น, 2550.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2553). การสอนคิดด้วยโครงงาน : การเรียนการสอนแบบบูรณาการ กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และ พเยาว์ ยินดีสุข. (2562). สร้างนวัตกรรมบนฐานการวิจัย PLC &Logbook.
พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พิสุทธา อารีราษฎร์. (2551). การพัฒนาซอฟต์แวร์ทางการศึกษา. มหาสารคาม: คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- พิชิต ฤทธิจักรงู. (2550). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพมหานคร:
แฮสส์ออฟ เคอร์มิสท์
- พิชญานันท์ พานะกิจ. (2558). การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้
สร้างสรรค์และนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา. (ปริญาปริญญา
คุยฎิบัณฑิต ศิลปากร, มหาวิทยาลัยศิลปากร)

- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). วิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 7. นครปฐม: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ
ทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
- มาเรียม นิลพันธุ์. (2558). วิจัยทางการศึกษา (Research Methodology in Education).
พิมพ์ครั้งที่ 9. นครปฐม : ศูนย์วิจัยและพัฒนาทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- มินตรา กระเป่าทอง. (2561). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารศึกษาศาสตร์, นครสวรรค์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์)
- วชิรวิทย์ ช่างแก้ว และจินตนา สรายุทธพิทักษ์. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้วิชาสุขศึกษาโดยใช้
รูปแบบการเรียนการสอนเชิงผลิตภาพที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการ
สร้างสื่อนวัตกรรมทางสุขภาพของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 47(4), 429 - 444
- วศินีส อิศรเสนา ณ อยุธยา (2559). เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับ STEM Education (สะเต็มศึกษา). กรุงเทพฯ,
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วัชร เล่าเรียนดี. (2556). รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะการคิด. พิมพ์ครั้งที่ 10
ฉบับปรับปรุง. นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวัง
สนามจันทร์.
- วัชรินทร์ โพธิ์พิจิตร, พรจิต ประทุมสุวรรณ และสันติ หุตะมาน. (2557). การจัดการเรียนการสอน
โครงการเป็นฐาน. ค้นจาก <http://www.fte.kmutnb.ac.th/km/project-based%20learning>.
- วิชัย วงศ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2561). ขอบฟ้าใหม่แห่งการเรียนรู้สู่การสร้างสรรค์อนาคต.
กรุงเทพมหานคร : จรัสสินีทางศการพิมพ์ 290 หน้า
- วิชัย วงศ์ใหญ่ และมารุต พัฒนาผล. (2562). การพัฒนาทักษะสร้างสรรค์นวัตกรรม. ศูนย์ผู้นำนวัตกรรม
หลักสูตรและการเรียนรู้, กรุงเทพมหานคร
- วิสูตร โพธิ์เงิน. (2560). STEAM ศิลปะเพื่อสะเต็มศึกษา: การพัฒนาการรับรู้ความสามารถและแรงบันดาลใจให้เด็ก. วารสารครุศาสตร์. 45(1), 320 – 334
- ศักดิ์สกุล คลังขะนัง ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์ และดวงเดือน พิณสุวรรณ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตาม
ทฤษฎีการสร้างสรรค้ความรู้ผ่านชิ้นงาน เรื่อง ไฟฟ้าในชีวิตประจำวันเพื่อพัฒนา
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการสร้างผลงานของนักเรียนประกาศนียบัตร
วิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคประจวบคีรีขันธ์. 25(1), วารสารศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 81-93

- ศศิโสภิต แพงศรี. (2561). การสอนแบบโครงงานเป็นฐาน: การประยุกต์สู่การปฏิบัติในการจัด
การศึกษา. วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า. 29(1), 215-222
- ศิริลักษณ์ อิศนพงษ์ ภัทรภร ชัยประเสริฐ และ สมศิริ สิงห์ลพ. (2564). การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะ
เต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติ
ต่อวิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสาร “ศึกษาศาสตร์ มจร”
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาจุฬาราชวิทยาลัย, 9(2),
- ศิริวรรณ วณิชวัฒน์วรชัย. (2558) .วิธีสอนทั่วไป.นครปฐม: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร .
- สนธิ พลชัยยา. (2562) รอบรู้วิทย์ : ใจปริศนา...กับการหาหลักฐานเชิงประจักษ์. 47(216)
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษ
ที่ 21. กรุงเทพมหานคร : 9119 เทคนิควิธีคิด
- สุนารี ศรีบุญ. (2561). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STEAM Education โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน
เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
(วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต, นครปฐม : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร)
- สุภัค โอพารพริยกุล. STEAM EDUCATION: นวัตกรรมการศึกษาบูรณาการสู่การจัดการเรียนรู้.
วารสารวิจัยและพัฒนาหลักสูตร. 9(1), 1-16
- สุเมธ เนาว์รุ่งโรจน์. (2560). ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ 2 โดยใช้
การสอนแบบ 4 MAT ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนห้วยยอด จังหวัดตรัง.
7(1), <http://e-jodil.stou.ac.th>
- สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2551). การสอนวิทยาศาสตร์โดยเน้นทักษะกระบวนการ. ก้าวทันโลก
วิทยาศาสตร์. 8(2)
- สมเจตน์ เนียมก้อน. (2558). การส่งเสริมทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลและทักษะการ
ตีความและลงข้อสรุปของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่เรียนสาระวิทยาศาสตร์ผ่าน
เฟซบุ๊ก. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์,
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่).
- สมรัก อินทรวิมล. (2560). ผลของการใช้แนวคิดสะเต็มศึกษาในวิชาชีววิทยาที่มีต่อความคิด
สร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
จังหวัดกรุงเทพมหานครฯ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย).

สมนึก เอื้อจิระพงษ์พันธ์, พักตร์ วัฒนสินธุ์, อัจฉรา จันทร์ฉาย, ประกอบ คูปรัดน์. (2553). นวัตกรรม:
ความหมาย ประเภท และความสำคัญต่อการเป็นผู้ประกอบการ.

วารสารบริหารธุรกิจ.33(128)

สมบัติ บารมี. 2551. ปัจจัยที่มีผลต่อความพึงพอใจในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท
มหาชนไฟเบอร์ซีเมนต์ จำกัด (มหาชน). รายงานการวิจัยคณะรัฐประศาสนศาสตร์
สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

สถาบันการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ พุทธศักราช 2556 สาขา
วิทยาศาสตร์มัธยมศึกษาตอนต้น. คู่มือการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ฉบับอนาคต
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.

สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2560). เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ โครงการพัฒนาการ
จัดการเรียนรู้ ACTIVE LEARNING เพื่อพัฒนาทักษะที่จำเป็นในศตวรรษ
ที่ 21 ให้ผู้เรียนพร้อมเป็นพลเมืองในยุคประเทศไทย 4.0. สำนักพิมพ์ บริษัทพัฒนาคุณภาพ
วิชาการ (พว) จำกัด: กรุงเทพมหานคร.

สำนักบริหารงานการมัธยมศึกษาตอนปลาย สพฐ. (2561). แนวทางการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษ
ที่ 21

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2561). การพัฒนาผู้เรียนให้เป็นนักประดิษฐ์.
กรุงเทพมหานคร : หจก.เอ็น. 60 รัตนเทรคดิ่ง. พิมพ์ครั้งที่ 1

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระ
แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตร
แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์
การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 1

สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 (ฉบับ
ราชกิจจานุเบกษา). พิมพ์ครั้งที่.1. ม.ท.ป.

สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ
และสังคมแห่งชาติ. (2561). ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561 – 2580 (ฉบับ
ราชกิจจานุเบกษา). พิมพ์ครั้งที่.1. ม.ท.ป.

สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 –
2579. กรุงเทพฯ : บริษัท พริกหวานกราฟิก จำกัด.

- เสาวลักษณ์ วรรณบุรี. (2559). โปรแกรมพัฒนาการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่นเป็นฐานสำหรับห้องเรียนศตวรรษที่ 21 ในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดใหญ่ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. ปรินญาศึกษาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต. มหาวิทยาลัยมหามงกุฎราชวิทยาลัย.
- ลฎุพี คอเลาะ. (2559). ผลการจัดการเรียนรู้แบบโครงการที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 . ปรินญาศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- อมรรัตน์ ทองจันทร์ และเจษฎา กิตติสุนทร. (2560). การศึกษาผลการเรียนรู้ หน่วยการเรียนรู้ “การออกแบบและตกแต่งโมเดล” และความคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยการจัดการเรียนรู้แบบการสร้างความรู้ด้วยตนเองโดยการสร้างสรรค์ชิ้นงาน. วารสารชุมชนวิจัย, 13(2),225-235. 17250-Article Text-643539-1-10-20190802.pdf-A
- อัญชลี ทองอม. (2561). การเรียนรู้โดยใช้โครงงานเพื่อพัฒนาผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. วารสารวไลยอลงกรณ์ปริทัศน์ (มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์). 8(3). กันยายน – ธันวาคม 2561.
- อัญชญา ภัคดีวงษ์ และอัมพร วัจนะ. (2564). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการด้วยชุดกิจกรรมการทดลองแบบสืบเสาะบนเฟซบุ๊ก (Facebook) เรื่องสารบริสุทธิ์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิชาการและวิจัย มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, 11(2),
- อศวนนทปกรณ ฌเนศวรภัทร, พรพรม ชัยฉัตรพรสุข, ฉันทนา เชาวรีประชา และสายสวาท สุวัฒน์กัญญา. (2562). การสร้างสรรค์นวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ผ่านการเรียนรู้ด้วยโครงงานอย่างมีมาตรฐานขั้นสูง, วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้, 10(1)
- อับดุลยามีน หะยีฮาเคร์ ณัฐวิทย์ พจนตันดิ ณรงค์ศักดิ์ ครอบคอบ และ แววกุดี แววทองรักษ์. (2562). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชีววิทยา ความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. 30(1), วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตปัตตานี, 170-180

Buck Institute for Education. (2015). **Gold Standard PBL: Project Based Teaching Practices.**

Access on 20 August, 2016. Available:

http://www.bie.org/blog/gold_standard_pbl_project_based_teaching_practices

Chan, H. (2016). STEAM: An approach, not a course.

Efstratia, D. (2014). *Experiential education through project-based learning.*

Procedia- Social and Behavioral Sciences, 152, 1256-1260.

Hargis, J. (2005). Collaboration, Community and Project – Based Learning-Does It Still Work

Online? International journal of instructional media, 32(2), 157

KM CHIL-PBL. (2015). การเรียนรู้ด้วยโครงการ (Project-based Learning). Retrieved May 8, 2016

สืบค้นจาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/202304>

National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices,

Crosscutting, and Core Ideas. Committee on New Science Education Standards}

Hanover Research, (pp.5), Division of Behavioral and Social Science and Education.

Washington, DC: National Academy Press. Board on Science Education.

Railsback, J. (2002). Project-Based Instruction: Creating Excitement for Learning. United States:

Northwest Regional Educational Laboratory

Ribe and Vidal. (1993) National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science

Education: Practices, Crosscutting Concept, and Core Ideas. Committee on New Science

Education Standard, Hanover Research, (pp.5), Division of Behavioral and Social

Science and Education Washington, DC: National Academy Press. Board on Science

Education.

Riley, S. (2014). No Permission Required: A Guide of being STEAM to life K-12 Schools.

Westminster: The Vision Board, LLC

Yakman, G. G. (2014). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative

Education. <http://www.iteaconnect.org/Conference/PATT19/Yakmanfinal19.pdf>

Retrieved

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as

a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for*

Science Education, 32(6), 1072-1087.

Yakman,G. (2008). An overview of creating a model of integrative education. Retrieved from
https://www.researchgate.net/publication/327351326_STEAM_Education_an_overview_of_creating_a_model_of_integrative_education#fullTextFileContent





ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ สิทธิสุนทร
อาจารย์ประจำสาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้าน STEAM Education
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล
อาจารย์ประจำสาขาวิชาการประถมศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิราพร รามศิริ
อาจารย์ประจำสาขาฟิสิกส์
โรงเรียนสาธิตแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการศึกษา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและประเมินผล
ผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดผลประเมินผล
4. อาจารย์เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์
ครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์
5. นางสาวศศิธร พงษ์โกศา
ครูชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
โรงเรียนบางสีวิทยา
ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์



หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ อว 8606 1๖๖๖ / ๒๕๖๓

วันที่ 25 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนสิทธิ์ พิภพสูงเนิน

ด้วย นางสาวจินตหรา คำภาพิภพศรี รหัสประจำตัว 61263318 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การจัดการเรียน การเรียนรู้ออนไลน์ด้วยโมดูลสืบค้นความรู้ร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการสร้างสร้งค้น วัฒนธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ ชักขอบพระคุณด้วย

(อาจารย์ ดร.ชอนกอน นาคอุ)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

โทร.034-218790

ที่ ถว 8606 (ว.ก.) / ๒๕๖๓

วันที่ 25 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สรัญญา จันทร์ชูสกุล

ด้วย นางสาวจินตหรา กำภาพักตร์ รหัสประจำตัว 61263318 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิตศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ทำสภทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การจัดการรวม การเรียนรู้ออนไลน์ด้วยเทคโนโลยีสารสนเทศศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ ชักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อณูชิต มากข่อย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ ฮว 8606 (พ.ก.) / 6700
๖๖



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
เชียงใหม่ จ.นครปฐม 73000

25 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รุจิราพร รามศิริ

ด้วย นางสาวจินตหรา ศักดิ์พักรุณีย์ รหัสประจำตัว 61263318 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ทำสิ่งให้วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับ โครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างเสริมวัฒนธรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย ให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อชิตมาส นาคู้อย)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร โทร.034-218790
ที่ อว 8606 (เชจ) / ๒๒ ๙๓ วันที่ 25 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจสอบภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์เอกสิทธิ์ ชนินทรภูมิ

ด้วย นางสาวจินตหรา กำภพพิภกร รหัสประจำตัว 61263318 นักศึกษาระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การจัดการรวม การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพ โดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับ โครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทาง วิทยาศาสตร์และการสร้างสร้งสวนวัดกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ ตรวจสอบภาพเครื่องมือวิจัย ให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

(อาจารย์ ดร.อชิตมาส มาหาศรี)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

หนังสือขอเชิญผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ที่ อว 8606 (นร) / 6701



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
พระราชวังสนามจันทร์
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

25 พฤศจิกายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวศศิธร พงษ์โกลา

ด้วย นางสาวจินตหรา คำภักตร์ รหัสประจำตัว 61263318 นักศึกษาระดับปริญญาโท บัณฑิตวิทยาลัย สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา ร่วมกับ โครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ขอเชิญคุณท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย ให้กับนักศึกษาดังกล่าว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ ดร.อชิกรนศ มากสุข)

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย
นครปฐม โทร.034-218790



ภาคผนวก ค

ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
 - ค่าความยากง่าย (p)
 - ค่าอำนาจจำแนก (r)
 - ค่าความเชื่อมั่น (Relia)
3. แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)
4. แบบสอบถามความพึงพอใจ
 - ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)

ตารางที่ 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินเนื้อหาแผนการจัดการเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด							
1.1 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.2 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
1.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. สาระสำคัญ / ความคิดรวบยอด สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. จุดประสงค์การเรียนรู้							
3.1 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.2 สอดคล้องกับคุณลักษณะอันพึง ประสงค์/สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.3 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3.4 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	+1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
4. คุณลักษณะอันพึงประสงค์/สมรรถนะ สำคัญของผู้เรียน							
4.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 สอดคล้องกับจุดเน้นสู่คุณภาพผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.3 สอดคล้องกับการวัดและประเมินผล	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
5. แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education)							
5.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินเนื้อหาแผนการจัดการเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
5.3 สอดคล้องกับการะงาน/ชิ้นงาน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6. สารการเรียนรู้							
6.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6.2 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน							
7.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7.2 สอดคล้องกับสมรรถนะที่สำคัญของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7.3 สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8. ชิ้นงาน/ภาระงาน							
8.1 ชิ้นงานมีความเหมาะสมกับวัยของ ผู้เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8.2 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน และ เหมาะสม	0	0	+1	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
9. กิจกรรมการเรียนรู้							
9.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์และสาระ การเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
9.2 กิจกรรมเหมาะสมและสอดคล้องกับ ความสามารถและวัยของผู้เรียน	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
9.3 กิจกรรมเน้นทักษะกระบวนการคิด ลงมือปฏิบัติและสร้างองค์ความรู้ด้วย ตนเอง	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง

ตารางที่ 18 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินเนื้อหาแผนการจัดการเรียนในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ต่อ)

ประเด็นคำถาม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
9.4 เวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมแต่ละ ขั้นตอนมีความเหมาะสม	+1	0	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
10. สื่อการสอน / แหล่งการเรียนรู้							
10.1 สื่อมีความสอดคล้องกับกิจกรรม การเรียนรู้	+1	0	+1	+1	+1	0.8	
10.2 สื่อมีความเหมาะสมกับวัยและ ความสามารถของผู้เรียน	0	+1	+1	+1	+1	0.8	
10.3 มีการเรียงลำดับสื่อตามกิจกรรมการ เรียนรู้ได้อย่างเหมาะสม	0	+1	+1	+1	+1	0.8	
11. การวัดและประเมินผล							
11.1 สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	0.8	
11.2 สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้	+1	+1	+1	0	+1	0.8	
11.3 เกณฑ์การประเมินผลชัดเจน ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ	0	+1	+1	0	+1	0.6	

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
ชีวภาพ

ตัวชี้วัด	ข้อ	ระดับ พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
			1	2	3	4	5		
ว1.1 ม.4/1 สืบค้น ข้อมูล ความสัมพันธ์ของ สภาพทาง ภูมิศาสตร์บนโลก กับความ หลากหลายของไบ โอม	1	ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	2	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	3	ความเข้าใจ	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
	4	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	5	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	6	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	7	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	-1	+1	0.8	สอดคล้อง
	8	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	1	+1	0.6	สอดคล้อง
	9	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	10	วิเคราะห์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	11	วิเคราะห์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	12	ประเมินค่า	+1	+1	+1	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	13	ประเมินค่า	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	14	สร้างสรรค์	+1	+1	+1	-1	+1	0.8	สอดคล้อง
	15	สร้างสรรค์	+1	+1	+1	-1	+1	0.8	สอดคล้อง
ว1.1ม.4/2 สืบค้น ข้อมูลและอภิปราย สาเหตุและตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลง แทนที่ของระบบ นิเวศ	16	ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	17	ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	18	ความเข้าใจ	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
	19	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	20	ความเข้าใจ	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
	21	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	22	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	23	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	24	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
ชีวภาพ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ข้อ	ระดับ พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
			1	2	3	4	5		
	25	ประเมินค่า	0	+1	0	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
ว1.1 ม.4/3 สืบค้น ข้อมูล อธิบายและ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับ การเปลี่ยนแปลง ขนาดของ ประชากรสิ่งมีชีวิต ใน	26	ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	27	ความจำ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	28	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	29	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	30	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	31	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	32	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	33	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	34	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
	35	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
	36	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	37	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	38	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.8	สอดคล้อง
39	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง	
1.1 ม.4/4 สืบค้น ข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาและ ผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำ เสนอแนะแนวทาง ในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ	40	วิเคราะห์	+1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
	41	วิเคราะห์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
	42	ประเมินค่า	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	43	ประเมินค่า	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	44	ประเมินค่า	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	45	ประเมินค่า	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	46	ความเข้าใจ	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
	47	ความเข้าใจ	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
48	ความเข้าใจ	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง	

ตารางที่ 19 ค่าดัชนีความสอดคล้องของเนื้อหาแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์
ชีวภาพ (ต่อ)

ตัวชี้วัด	ข้อ	ระดับ พฤติกรรม	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
			1	2	3	4	5		
ผลการแก้ไขปัญห สิ่งแวดล้อม									
1.1 ม.4/4 สืบค้น ข้อมูลเกี่ยวกับ ปัญหาและ ผลกระทบที่มีต่อ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำ เสนอแนะแนวทาง ในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ และการแก้ไข ปัญหาสิ่งแวดล้อม	49	การประยุกต์ใช้	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	50	การประยุกต์ใช้	0	+1	+1	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	51	การประยุกต์ใช้	+1	+1	+1	-1	+1	0.8	สอดคล้อง
	52	การวิเคราะห์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	53	การวิเคราะห์	+1	+1	+1	-1	+1	0.8	สอดคล้อง
	54	การวิเคราะห์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	55	การประเมินค่า	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	56	การประเมินค่า	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	57	การประเมินค่า	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	58	การประเมินค่า	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	59	สร้างสรรค์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง
	60	วิเคราะห์	+1	+1	0	-1	+1	0.6	สอดคล้อง

ตารางที่ 20 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	.56	.238	ใช้ได้
2	.60	-.214	ใช้ไม่ได้
3	.52	.147	ใช้ไม่ได้
4	.56	.248	ใช้ได้
5	.44	.202	ใช้ได้
6	.52	-.125	ใช้ไม่ได้
7	.48	.565	ใช้ได้
8	.56	.257	ใช้ได้
9	.52	.630	ใช้ได้
10	.60	.568	ใช้ได้
11	.44	.352	ใช้ได้
12	.52	.437	ใช้ได้
13	.72	.322	ใช้ได้
14	.56	.145	ใช้ไม่ได้
15	.60	.126	ใช้ไม่ได้
16	.52	.037	ใช้ไม่ได้
17	.40	.125	ใช้ไม่ได้
18	.60	.529	ใช้ได้
19	.48	.633	ใช้ได้
20	.44	.622	ใช้ได้
21	.56	.437	ใช้ได้
22	.44	.554	ใช้ได้
23	.40	-2.42	ใช้ไม่ได้
24	.40	1.43	ใช้ไม่ได้
25	.28	0.55	ใช้ไม่ได้
26	.32	.132	ใช้ไม่ได้
27	.40	-.287	ใช้ไม่ได้

ตารางที่ 20 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
28	.44	-.235	ใช้ไม่ได้
29	.32	.143	ใช้ไม่ได้
30	.60	.529	ใช้ได้
31	.48	.633	ใช้ได้
32	.44	.622	ใช้ได้
33	.56	.437	ใช้ได้
34	.44	.554	ใช้ได้
35	.40	.625	ใช้ได้
36	.72	.302	ใช้ได้
37	.52	-.071	ใช้ไม่ได้
38	.60	-.022	ใช้ไม่ได้
39	.40	.059	ใช้ไม่ได้
40	.40	.069	ใช้ไม่ได้
41	.60	-.214	ใช้ไม่ได้
42	.52	1.47	ใช้ไม่ได้
43	.56	.248	ใช้ได้
44	.44	.202	ใช้ได้
45	.52	-.125	ใช้ไม่ได้
46	.48	.565	ใช้ได้
47	.56	.257	ใช้ได้
48	.52	.630	ใช้ได้
49	.60	.568	ใช้ได้
50	.56	.238	ใช้ได้
51	.60	-.214	ใช้ไม่ได้
52	.52	.147	ใช้ไม่ได้
53	.56	.248	ใช้ได้
54	.44	.202	ใช้ได้

ตารางที่ 20 ค่าความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

ข้อ	ค่าความยากง่าย (p)	อำนาจจำแนก (r)	แปลผล
55	.52	-.125	ใช้ไม่ได้
56	.48	.565	ใช้ได้
57	.56	.257	ใช้ได้
58	.52	.630	ใช้ได้
59	.60	.568	ใช้ได้
60	.44	-0.74	ใช้ไม่ได้

จำนวนข้อสอบ 60

จำนวนกระดาษคำตอบ 25

คะแนนเฉลี่ย 30.36

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 9.036

ความเชื่อมั่น KR -20 .82

จำนวนข้อสอบที่ใช้ได้ 35 ข้อ ได้แก่ 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 56, 57, 58 และ 59



ตารางที่ 21 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	0	+1	0	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4. ทักษะการทดลอง							
4.1 การออกแบบทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.2 การปฏิบัติการทดลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4.3 การบันทึกผลการทดลอง	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
6. การสร้างแบบจำลอง	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 22 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินการสร้างสรรค์นวัตกรรมในกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนี ความ สอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
1. การออกแบบชิ้นงาน							
1.1 การออกแบบทางวิศวกรรม	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
1.2 การร่างแบบ (Sketch) ชิ้นงาน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. การวางแผน							
2.1 การวางแผนและความร่วมมือ ในการทำงาน	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
2.2 การเลือกใช้เครื่องมือ และ อุปกรณ์	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. ด้านความคิด							
3.1 ความคิดสร้างสรรค์	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
3.2 ความคิดคล่อง	+1	+1	0	+1	0	0.6	สอดคล้อง
3.3 ความคิดยืดหยุ่น	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4. ความสำเร็จของชิ้นงาน							
4.1 ความสำเร็จของงาน	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
4.2 ผลงานสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้	0	+1	+1	+1	-1	0.6	สอดคล้อง
4.3 ความประณีตสวยงาม	0	+1	+1	+1	-1	0.6	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้							
1. กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้คิดวิเคราะห์ลงมือปฏิบัติจริง	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
2. กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
3. กิจกรรมการเรียนการสอนเหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
4. มีการใช้สื่อเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการจัดกรเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
5. มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ด้านเนื้อหาและการวัดประเมินผล							
6. เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
7. เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนส่งเสริมกระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
8. เนื้อหา มีความกระชับ ชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอนง่ายต่อการทำความเข้าใจและเชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
9. เครื่องมือวัดและประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ตารางที่ 23 แสดงค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนตามแนวคิดสะเต็มศึกษาร่วมกับโครงการเป็นฐานที่ส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และการสร้างสรรค์นวัตกรรมจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ต่อ)

รายการประเมิน	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความหมาย
	1	2	3	4	5		
10. ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและกลุ่มทันที	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ด้านสิ่งสนับสนุนการเรียนรู้							
11. ห้องเรียนมีพื้นที่เหมาะสมกับการจัดการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
12. ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรม	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
ด้านครูผู้สอน							
13. ผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน เข้าใจง่าย	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
14. ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำ และรับฟังความคิดเห็น	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง
15. ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี	+1	+1	+1	+1	+1	1	สอดคล้อง

ภาคผนวก ง
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
- แบบประเมินสร้างสรณ์นวัตกรรม
- แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน



แผนการจัดการเรียนรู้

รหัสวิชา ว30103 รายวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/2 ภาคเรียนที่ 2 เวลาเรียน 6 ชั่วโมง
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่องสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สวนสวยด้วยมือเรา

1.มาตรฐานการเรียนรู้ / ตัวชี้วัด

มาตรฐานการเรียนรู้

วิทยาศาสตร์ศาสตร์

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตและความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างมีขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

ทัศนศิลป์

มาตรฐาน ศ 1.1 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ตามจินตนาการ และความคิดสร้างสรรค์ วิเคราะห์วิพากษ์วิจารณ์คุณค่างานทัศนศิลป์ ถ่ายทอดความรู้สึกความคิดต่องานศิลปะอย่างอิสระชื่นชมและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน

คณิตศาสตร์

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.3 เข้าใจเรขาคณิตและนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นและนำไปใช้

ตัวชี้วัด

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี / วิศวกรรม (T/E)	ทัศนศิลป์ (A)	คณิตศาสตร์ (M)
<p>ว 4.1 ม.4/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและแยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่างๆ</p>	<p>ว 4.1 ม.4/1 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยี ความสัมพันธ์กับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์หรือคณิตศาสตร์รวมทั้งประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อมนุษย์ สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยี</p> <p>ว 4.1 ม.4/3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหาโดยวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเลือกข้อมูลที่จำเป็นภายใต้เงื่อนไขทรัพยากรที่มีอยู่ นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหาให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยเทคนิคหรือวิธีการที่หลากหลาย</p>	<p>ศ 1.1 ม.4-6/4 มีทักษะและเทคนิคในการใช้วัสดุอุปกรณ์กระบวนการที่สูงขึ้นในการสร้างงานทัศนศิลป์</p> <p>ม.4-6/5 สร้างสรรค์งานทัศนศิลป์ด้วยเทคโนโลยีต่างๆ โดยเน้นหลักการออกแบบและการจัดองค์ประกอบศิลป์</p> <p>ม.4-6/6 ออกแบบงานทัศนศิลป์ได้เหมาะสมกับโอกาสและสถานที่</p>	<p>ค 2.3 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</p> <p>ค 3.1 ม.6/1 เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการนำเสนอข้อมูลและแปลความหมายของค่าสถิติเพื่อประกอบการตัดสินใจ</p>

วิทยาศาสตร์ (S)	เทคโนโลยี /วิศวกรรม (T/E)	ทัศนศิลป์ (A)	คณิตศาสตร์ (M)
	<p>โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบวางแผนขั้นตอนการทำงานและดำเนินการแก้ปัญหา</p> <p>ว 4.1 ม.4/4 ทดสอบประเมินผล วิเคราะห์และให้เหตุผลของปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นภายใต้กรอบเงื่อนไขหาแนวทางการปรับปรุงแก้ไขและนำเสนอผลการแก้ปัญหา พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนาต่อยอด</p> <p>ว4.2 ม.4/1 ประยุกต์ใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการพัฒนาโครงการที่มีการบูรณาการกับวิชาอื่นอย่างสร้างสรรค์ และเชื่อมโยงกันกับชีวิตจริง</p>		

2. สารสำคัญ / ความคิดรวบยอด

ระบบนิเวศ (ecosystem) เป็นการอาศัยอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งสิ่งมีชีวิตจะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณนั้น มีโครงสร้างประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิต แหล่งที่อยู่อาศัย และสิ่งแวดล้อม ระบบนิเวศบนโลกมีหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ซึ่งระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ เรียกว่า ชีวนิเวศหรือไบโอม (biomes) แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ 1) ไบโอมทุนดรา 2) ไบโอมไทกา 3) ไบโอมเขตอบอุ่น 4) ไบโอมทะเลทราย 5) ไบโอมเขตร้อน

3. จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนอธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศระดับท้องถิ่นและระดับโลก (K)
2. นักเรียนระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะของระบบนิเวศ (K)
3. นักเรียนสร้างระบบนิเวศจำลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (P)
4. นักเรียนนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้แก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน (A)

4. คุณลักษณะที่พึงประสงค์ / สมรรถนะที่สำคัญของผู้เรียน

1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551

- | | | |
|--|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ | <input checked="" type="checkbox"/> อยู่อย่างพอเพียง | <input checked="" type="checkbox"/> ซื่อสัตย์สุจริต |
| <input checked="" type="checkbox"/> มุ่งมั่นในการทำงาน | <input checked="" type="checkbox"/> มีวินัย | <input checked="" type="checkbox"/> รักความเป็นไทย |
| <input checked="" type="checkbox"/> ใฝ่เรียนรู้ | <input checked="" type="checkbox"/> มีจิตสาธารณะ | |

2. การประเมินด้าน การอ่าน การคิดวิเคราะห์ การเขียนตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551

- | | | |
|---|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> การอ่าน | <input checked="" type="checkbox"/> การคิดวิเคราะห์ | <input checked="" type="checkbox"/> การเขียน |
|---|---|--|

3. การประเมินด้านสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนตามหลักสูตรแกนกลางพุทธศักราช 2551

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการสื่อสาร | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการคิด |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการแก้ปัญหา | <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต |
| <input checked="" type="checkbox"/> ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี | |

5. แนวคิด STEAM

S (Science)

ระบบนิเวศบนโลกมีหลากหลายแบบขึ้นอยู่กับลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ ซึ่งระบบนิเวศในแต่ละพื้นที่ เรียกว่า ชีวนิเวศหรือไบโอม (biomes) แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. **ไบโอมบนบก** ไบโอมบนบก แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ ไบโอมทุนดรา ไบโอมไทกา ไบโอมเขตอบอุ่น (ไบโอมป่าผลัดใบ ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น) ไบโอมทะเลทราย ไบโอมเขตร้อน ไบโอม (ป่าฝนเขตร้อน ไบโอมทุ่งหญ้าเขตร้อน) ไบโอมเหล่านี้ 2. **ไบโอมแหล่งน้ำ** ไบโอมแหล่งน้ำ แบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ ไบโอมแหล่งน้ำจืด แลไบโอมแหล่งน้ำเค็ม

T (Technology)

การสร้างและการออกแบบ ส่วนจำลอง หรือวิธีการ ตามกระบวนการเทคโนโลยี ปฏิบัติตามขั้นตอนดังนี้ (1) กำหนดปัญหาหรือความต้องการ (2) รวบรวมข้อมูล (3) เลือกวิธีการ (4) ออกแบบและปฏิบัติการ พัฒนาการวิเคราะห์และเลือกแนวคิดที่ดีที่สุด แล้วจึงร่างภาพและสร้างส่วนจำลอง ซึ่งอาจใช้เทคโนโลยีช่วยในการออกแบบ หรือถ่ายทอดความคิดเกี่ยวกับวิธีการด้วยผังงาน แล้วลงมือปฏิบัติ (5) ทดสอบ (6) ปรับปรุงแก้ไข (7) ประเมินผล โดยการทำงานตามกระบวนการเทคโนโลยีต้องคำนึงถึงข้อจำกัดทางเทคโนโลยี การสร้างสิ่งของเครื่องใช้ผลิตภัณฑ์หรือวิธีการควรมีการฝึกความคิดสร้างสรรค์ 4 ลักษณะคือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่อง ความคิดยืดหยุ่น และความคิดละเอียดลออ

E (Engineering)

นักเรียนออกแบบ และสร้างส่วนจำลอง โดยการใช้เทคโนโลยีช่วยในการออกแบบ และคำนวณหาพื้นที่กับความสมดุลขององค์ประกอบโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ศิลปะ เทคโนโลยี และงานเกษตร

A (Arts)

ทักษะและเทคนิคในการออกแบบ การเลือกใช้วัสดุ กระบวนการในการสร้างสรรค์ผลงานด้วยเทคโนโลยี โดยเน้นหลักการออกแบบและการจัดองค์ประกอบศิลป์เพื่อให้ได้ส่วนจำลองที่มีความสวยงาม และมีความใกล้เคียงกับธรรมชาติมากที่สุด

M (Mathematics)

การคำนวณพื้นที่ ที่ใช้ในการจัดสวน จำนวนต้นไม้และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตกแต่ง และคำนวณเรื่องงบประมาณ

ใช้รูปเรขาคณิตในการออกแบบจัดวางพื้นที่เพื่อให้เกิดความสวยงาม สมบูรณ์ และมีสัดส่วนที่เหมาะสมต่อการวาง และการตกแต่ง

บูรณาการร่วมกับสาขาวิชา

งานเกษตร

การเลือกใช้วัสดุอุปกรณ์ ภาชนะ และอุปกรณ์ตกแต่ง การเลือกพรรณไม้ ชนิดต่าง ๆ และการจัดวางอุปกรณ์ในการจัดสวน

6. สารการเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K)

1. บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย ซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของของไบโอม

2. การจัดสวนในรูปแบบต่าง ๆ

3. การจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม

2. ด้านทักษะ/กระบวนการ/กระบวนการคิด (P)

1. การคำนวณ

5. การตั้งสมมติฐาน

2. การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล

6. การกำหนดและควบคุมตัวแปร

3. การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป

7. การทดลอง

4. การนิยามเชิงปฏิบัติการ

8. การสร้างแบบจำลอง

3. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A)

มีวินัย

ใฝ่เรียนรู้

ซื่อสัตย์สุจริต

มุ่งมั่นในการทำงาน

7. จุดเน้นสู่การพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

7.1 ความสามารถและทักษะ (ม.ปลาย)

ความสามารถในการสื่อสาร

ความสามารถในการคิด

ความสามารถในการแสวงหาความรู้เพื่อการแก้ปัญหา

ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้

7.2 ทักษะในศตวรรษที่ 21

การสื่อสารสารสนเทศและการรู้เท่าทันสื่อ

การคิดอย่างมีวิจารณญาณและการแก้ปัญหา

การสร้างสรรค์นวัตกรรม

ความร่วมมือ การทำงานเป็นทีม และภาวะผู้นำ

7.3 สารการเรียนรู้สู่การบูรณาการ

การเรียนรู้สู่ ASEAN

หลักเศรษฐกิจพอเพียง

สารการเรียนรู้อื่นที่บูรณาการ (คณิตศาสตร์, ศิลปะ)

8. ชิ้นงานหรือภาระ (หลักฐาน/ร่องรอยแสดงความรู้)

- สวนสวยด้วยมือเรา

9. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นกำหนดปัญหา (ชั่วโมงที่ 1)

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Kahoot) เพื่อเตรียมความพร้อมก่อนจัดกิจกรรม
2. นักเรียนชมสารคดีโลกกว้าง แล้วตอบคำถาม เพื่อกระตุ้นความสนใจ
 - จากสารคดีนักเรียนพบสิ่งมีชีวิตใดบ้าง
 - สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กันในลักษณะใด
 - จากสารคดีนักเรียนแบ่งประเภทของเขตพื้นที่ได้กี่ประเภทและใช้เกณฑ์ใดในการแบ่ง

เพื่อเชื่อมโยงสู่การออกแบบกิจกรรม

3. ครูกำหนดสถานการณ์

น้ำผึ้งซื้อบ้านอยู่ในเมือง ซึ่งบริเวณพื้นที่รอบบ้านคับแคบ และมีการจราจรที่หนาแน่น ทำให้รู้สึกไม่สดชื่น ในช่วงวันหยุดเพื่อน ๆ ชวนน้ำผึ้งไปเดินตลาดต้นไม้ น้ำผึ้งไปเดินตลาดต้นไม้ น้ำผึ้งสังเกตเห็นต้นไม้ขนาดเล็กหลากหลายสายพันธุ์ จึงสนใจที่จะซื้อต้นไม้เหล่านี้ไปปลูกที่บ้าน แต่เนื่องจากบ้านมีพื้นที่จำกัด น้ำผึ้งจึงเปลี่ยนมาจัดสวนแก้วแทน เพื่อให้บ้านมีสีเขียว น้ำผึ้งจึงเลือกต้นไม้ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของที่บ้าน และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ตกแต่งสวนจิ๋ว แต่มีงบประมาณเพียง 200 บาทและเมื่อกลับถึงบ้านน้ำผึ้งจึงมองหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในบ้านมาประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสม มีความประณีตและสวยงาม

2. ขั้นรวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา (ชั่วโมงที่ 2)

4. นักเรียนสืบค้นข้อมูล ร่วมกันศึกษาและอภิปรายในประเด็นต่อไปนี้
 - ใบความรู้ที่ 1 โครงสร้างระบบนิเวศ
 - ใบความรู้ที่ 2 การออกแบบสวน
 - ใบความรู้ที่ 3 การจัดสวน

5. ครู ยกตัวอย่างระบบนิเวศต่าง ๆ ทั้งระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศแหล่งน้ำ นักเรียนสังเกตและตอบคำถาม

3. ขั้นออกแบบวิธีการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 3)

6. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 3-5 คน โดยแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษา สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปรายและตอบคำถามในแบบบันทึกกิจกรรมที่ 1 สวนสวยในแก้วใส

7. นักเรียนนำผลการศึกษาที่ได้จากข้อ 6 มาออกแบบและร่างภาพสวนสวยในแก้วใสพร้อมตกแต่งให้สวยงามและเสมือนจริง

4. ขั้นวางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา (ชั่วโมงที่ 4)

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันวางแผนการทำงานและดำเนินการตาม ตามที่ออกแบบไว้และทำการแก้ไขปรับปรุง

5. ขั้นทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหาหรือชิ้นงาน (ชั่วโมงที่ 5)

9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอผลงานจำลองมานำเสนอหน้าชั้นเรียน เพื่อให้คณะกรรมการที่ครูจัดตั้งขึ้นทำการประเมินผล และเสนอแนะให้นักเรียนกลับไปปรับปรุงแก้ไขชิ้นงานก่อนนำไปจัดแสดงที่ลานอเนกประสงค์ เพื่อให้ครู นักเรียนในโรงเรียน ร่วมกันให้คะแนน และหาทีมผู้ชนะ

6. ขั้นนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหา หรือชิ้นงาน (ชั่วโมงที่ 6)

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอวิธีการแก้ไขปัญหา และการปรับปรุงชิ้นงาน ตามข้อเสนอแนะของคณะกรรมการจนได้ชิ้นงานเป็นที่น่าพอใจ และร่วมกันอภิปรายเพื่อให้ได้ข้อสรุปเรื่องระบบนิเวศ และเชื่อมโยงไปสู่การนำไปสร้างรายได้ให้กับตนเองและครอบครัว

10. สื่อการสอน/แหล่งการเรียนรู้

10.1 สื่อการสอน

1. สารคดีสำรวจโลกโลกกว้าง (<https://www.youtube.com/watch?v=QDQvKUEpi4U>)
2. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
3. ภาพสวนแบบต่างๆ
4. ใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างระบบนิเวศ
5. ใบความรู้ที่ 2 เรื่อง การออกแบบสวน
6. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง การจัดสวน
7. งานนำเสนอ PPT เรื่อง ระบบนิเวศ

10.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
2. ห้องสมุดโรงเรียนหนองวัลย์เปรียงวิทยา
3. เทคโนโลยีสารสนเทศ
4. ครูผู้สอนวิชางานเกษตร
5. อินเทอร์เน็ต

11. การวัดและประเมินผล

รายการประเมิน	เครื่องมือที่ใช้	วิธีการวัดและประเมินผล	เกณฑ์การประเมิน
<p>ด้านความรู้ (K)</p> <p>1. นักเรียนอธิบายลักษณะสำคัญและยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศระดับท้องถิ่นและระดับโลก</p> <p>2. นักเรียนระบุและเปรียบเทียบองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพที่เป็นลักษณะเฉพาะของระบบนิเวศ</p>	<p>- แบบทดสอบก่อนเรียน</p> <p>- แบบบันทึกกิจกรรม</p>	<p>- ทดสอบก่อนเรียน</p>	<p>- ประเมินตามสภาพจริง</p> <p>- ระดับคุณภาพ 3 ผ่านเกณฑ์การประเมิน</p>
<p>ด้านกระบวนการ (P)</p> <p>3. นักเรียนสร้างระบบนิเวศจำลองด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม</p>	<p>- แบบประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม</p> <p>- แบบประเมินทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์</p>	<p>- ภาพร่างการออกแบบสวนจำลอง</p> <p>- สวนจำลอง</p>	<p>- ระดับคุณภาพ 3 ผ่านเกณฑ์การประเมิน</p> <p>- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน</p>
<p>ด้านเจตคติ (A)</p> <p>4. นักเรียนรู้คุณค่าและเห็นความสำคัญของระบบนิเวศ</p>	<p>- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล</p> <p>- แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายกลุ่ม</p>	<p>- สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นรายบุคคล</p> <p>- สังเกตพฤติกรรมการทำงานเป็นกลุ่ม</p>	<p>- ระดับคุณภาพ 2 ผ่านเกณฑ์การประเมิน</p>

บันทึกหลังสอน

ผลที่เกิดกับผู้เรียน

ผลที่เกิดกับผู้เรียนด้านความรู้ (Knowledge)

.....

.....

.....

ผลที่เกิดกับผู้เรียนด้านทักษะ (Practice)

.....

.....

.....

ผลที่เกิดกับผู้เรียนด้านเจตคติ (Attitude)

.....

.....

.....

ปัญหาและอุปสรรค

.....

.....

.....

แนวทางแก้ไข

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวจินตหรา คำภาพักตร์)

ตำแหน่ง ครู

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้

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

ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของรองผู้อำนวยการฝ่ายวิชาการ

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



ลงชื่อ.....

(.....)

หัวหน้ากลุ่มบริหารงานวิชาการ

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ความคิดเห็นของผู้อำนวยการสถานศึกษา

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

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้อำนวยการสถานศึกษา

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....



1. ระบบนิเวศ

1.1 ความหมายของระบบนิเวศ



ภาพที่ 19 โลกของสิ่งมีชีวิต

ที่มา : https://www.krunamhom.com/2018/06/1_4.html?m=1 (โลกของสิ่งมีชีวิต)

สิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่ตามธรรมชาติ มีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อม และมีความสัมพันธ์กันระหว่างสิ่งมีชีวิต

- ประชากร (Population) หมายถึง สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่เดียวกันในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง
- กลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) หมายถึง สิ่งมีชีวิตตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปที่อาศัยอยู่รวมกัน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่ง
- แหล่งที่อยู่อาศัย (Community) หมายถึง สถานที่อยู่บริเวณที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่
- ระบบนิเวศ (Ecosystem) หมายถึง ความสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มสิ่งมีชีวิตกับสภาพแวดล้อมที่กลุ่มสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นอาศัยอยู่
- ชีวนิเวศ (Biomes) หมายถึง ระบบนิเวศใดก็ตามที่มีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพ (Physical factor) อุณหภูมิ ความชื้น และปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factor) เช่น พืชและสัตว์ที่คล้ายคลึงกัน กระจายตัวอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ กัน เช่น ไซบีเรีย ทุ่งหญ้า ไซบีเรีย ทุ่งหญ้า และสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในไซบีเรียต่างๆ นี้ จะต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับปัจจัยทางกายภาพในแต่ละเขตภูมิศาสตร์นั้นๆ ด้วย

▪ โลกของสิ่งมีชีวิตหรือชีวมณฑล (Biosphere) หมายถึง ระบบนิเวศที่ใหญ่ที่สุดที่รวมเอาชั้นบรรยากาศที่ห่อหุ้ม โลก รวมถึงสิ่งต่าง ๆ ทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตทั้งหมดที่อยู่บนพื้นโลกและในพื้นน้ำ

1.2 ชนิดของระบบนิเวศ

1.2.1 ระบบนิเวศในท้องถิ่น

แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

1.2.1.1 ระบบนิเวศในน้ำ (Aquatic ecosystem)

น้ำ (Water) เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การแบ่งแหล่งน้ำออกเป็นประเภทต่าง ๆ นิยามใช้ค่าความเค็ม (Salinity) เป็นตัวกำหนด แบ่งได้ 3 ประเภท ดังนี้ ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด (Freshwater ecosystem) ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็ม (Marine ecosystem) ระบบนิเวศแหล่งน้ำกร่อย (Estuaries)

1.2.1.2 ระบบนิเวศบนบก (Terrestrial ecosystem)

ป่าไม้ในประเทศไทยจัดเป็นป่าเขตร้อน อยู่ในเขตภูมิอากาศร้อนและมีฝนตกตลอดทั้งปี มีฤดูร้อนแทรกอยู่ หรือมีฤดูฝนสลับกับฤดูแล้งอย่างละประมาณ 6 เดือน แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ป่าไม้ประเภทไม่ผลัดใบ (Evergreen forest)

เป็นป่าไม้ที่มีใบเขียวชอุ่มอยู่ตลอดทั้งปี เนื่องจากต้นไม้แทบทั้งหมดที่ขึ้นอยู่เป็นประเภทไม่ผลัดใบ ตัวอย่างของป่าไม้ประเภทนี้ ได้แก่

ป่าดิบชื้น (Tropical Rain Forest)



ภาพที่ 20 ป่าดิบชื้น

พบบริเวณภาคใต้ตอนล่าง และบางส่วนของภาคตะวันออก

ลักษณะ : เป็นป่าฝนในเขตร้อน มีฝนตกชุกเกือบตลอดทั้งปี อุณหภูมิไม่เปลี่ยนแปลงมาก มีความชื้นสูงมีลักษณะโครงสร้างเป็นป่ารกทึบ พืชเป็นไม้ยืนต้นใบกว้างปกคลุมหนาแน่นและไม่มีการผลัดใบ ไม้ที่สำคัญ คือ ไม้ตระกูลยาง ต่าง ๆ [2]

ป่าดิบแล้ง (Dry Evergreen Forest)



พบแถบภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

ลักษณะ : อยู่ในพื้นที่ค่อนข้างราบมีความชุ่มชื้นน้อย อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 300-600 เมตร ไม้ที่สำคัญได้แก่ มะค่าโมง ยางนา พยอม ตะเคียนแดง กระเบาปลักและตาเสือ [2]

ภาพที่ 21 ป่าดิบแล้ง

ป่าดิบเขา (Hill Evergreen Forest)



พบได้เฉพาะบนเทือกเขาสูงแถบภาคเหนือ

ลักษณะ : อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 1,000 เมตร ขึ้นไปค่อนข้างหนาวเย็นตลอดทั้งปี อากาศมีความชื้นสูง ไม้ส่วนมากเป็นพวก Gymnosperm ไม้ตระกูลกอก ไม้ชั้นที่สองลงลงมา ได้แก่ เป้ง สะเดาช้าง และขมิ้นต้น [2]

ภาพที่ 22 ป่าดิบเขา

ป่าสนเขา (Coniferous forest/Pine forest)



พบบริเวณภูเขาสูงในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาค

ลักษณะ: อยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 200-1800 เมตร มีลักษณะเป็นป่าพันธุ์ไม้ที่สำคัญ คือ สนสองใบ และสนสามใบ [2]

ภาพที่ 23 ป่าสนเขา

ป่าชายเลน (Mangrove Forest)



ในประเทศไทยพบบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทย และบริเวณ

ชายฝั่งอันดามันด้านตะวันตกของภาคใต้มีความหลากหลายทาง

ชีวภาพสูงพันธุ์ไม้สำคัญที่พบ เช่น โกงกาง แสม ลำพู ตะบูน [2]

ภาพที่ 24 ป่าชายเลน

ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด (-Peat Swamp Forest)



พบในภูมิภาคภาคใต้ฝั่งทะเล ทางภาคใต้ตอนล่างที่มีฝนตกชุก และเป็นที่ยึดเกาะหรือพบตามป่าที่ลุ่มมีน้ำจืดขังอยู่ตลอดปี มีลักษณะแน่นทึบ โดยป่าพรุที่สมบูรณ์จะคลุมด้วยป่าดิบชื้น ชนิดของพรรณไม้ที่จะแตกต่างกันมากพรรณไม้ที่พบมีทั้งไม้ขนาดใหญ่ขึ้นปะปนกับไม้ขนาดเล็ก เช่น ช้างให้ จันทร์ป่า ต้นหยงป่า หวาย และหลุมพี [2]

ภาพที่ 25 ป่าพรุหรือป่าบึงน้ำจืด

2. ป่าไม้ประเภทผลัดใบ (Deciduous forest)

ป่าผลัดใบเป็นป่าไม้ที่ผลัดใบตามฤดูกาล พบทั่วไปทุกภาคที่มีช่วงฤดูแล้งยาวนานชัดเจน ระหว่าง 4-7 เดือน ยกเว้นภาคใต้และในจังหวัดจันทบุรีและตราด เมื่อถึงฤดูแล้งที่มีปริมาณความชุ่มชื้นในดินและบรรยากาศลดลงอย่างมาก ต้นไม้ในป่าประเภทนี้จะผลัดใบร่วงลงสู่พื้นดิน และเตรียมผลิใบอ่อนขึ้นมาใหม่ เมื่อถึงต้นฤดูฝน หรือเมื่อป่ามีความชุ่มชื้นมากขึ้น ตัวอย่างของป่าประเภทนี้ ได้แก่

ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest)



พบทุกที่ในประเทศไทย ยกเว้นภาคใต้

ลักษณะ : มีช่วงแห้งแล้งยาวนานกว่า 3 เดือน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,200 – 1,400 มิลลิเมตรต่อปีระดับความสูงตั้งแต่ 50 – 800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พรรณไม้เด่น 5 ชนิด ได้แก่ ไม้สัก มะค่าแดง ประดู่และชิงชัน [2]

ภาพที่ 26 ป่าเบญจพรรณ

ป่าเต็งรัง หรือป่าแดง ป่าแพะ(Dry dipterocarp forest)



พบมากที่สุดภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประมาณ 80 % พบทั่วไปในภาคเหนือและค่อนข้างกระจายกระจายลงมาทางภาคกลาง เป็นป่าโปร่ง ประกอบด้วย ต้นไม้ผลัดใบขนาดกลาง และขนาดเล็กขึ้นห่างๆ กระจายไม่แน่นทึบ

พื้นป่ามีหญ้าแคะและไผ่จำพวกไผ่เพ็ก ไผ่จืด ขึ้นทั่วไป [2]

ภาพที่ 27 ป่าเต็งรัง หรือป่าแดง ป่าแพะ

ป่าหญ้า



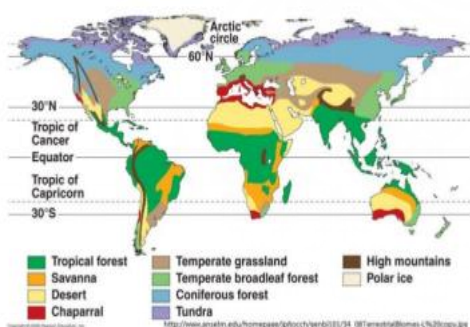
พบอยู่ทั่วไปตามภาคต่างๆ ของประเทศไทยบริเวณที่เป็นป่าร้าง และไร่ร้าง หญ้าที่ขึ้นส่วนใหญ่จะเป็นหญ้าคา แผลกหอม หญ้าชันอากาศ หญ้าพงและสาบเสือ อาจมีต้น ไม้ขึ้นอยู่ห่าง ๆ บ้าง เช่น กระโดน กระถินป่าหรือกระถินพิมาน สีเสียดแก่น ประดู่เป็นแหล่งอาหารที่ดีของพวกกินพืชในป่า[2]

ภาพที่ 28 ป่าหญ้า

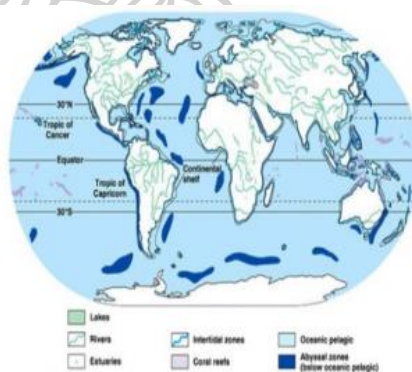
1.2.2. ไบโอม (Biomes) หรือชีวนิเวศ

ไบโอม (Biomes) หรือชีวนิเวศ หมายถึง ระบบนิเวศใดก็ตามที่มีองค์ประกอบของปัจจัยทางกายภาพ และปัจจัยทางชีวภาพที่คล้ายคลึงกันกระจายอยู่ในเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ กันมีการกระจายทางภูมิศาสตร์เป็นบริเวณกว้างและมีลักษณะเฉพาะของตัวเอง จึงทำให้ประชาคมพืชและสัตว์ที่เป็นเอกลักษณ์ของตนเอง นักนิเวศวิทยาแบ่งไบโอมในธรรมชาติออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ [3]

ไบโอมบนบก (Terrestrial biomes)



ไบโอมในน้ำ (Aquatic biomes)



ภาพที่ 29 ไบโอมบนบกและไบโอมในน้ำ

1.2.2.1 ไบโอมบนบก (Terrestrial biomes)

ใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิเป็นตัวกำหนด ไบโอมที่สำคัญบนบก ได้แก่

ไบโอมป่าดิบชื้น (tropical rain forest)



พบบริเวณใกล้เขตศูนย์สูตรของโลกในทวีปต่าง ๆ มีอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิเฉลี่ย 25 – 29 °C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 200 -300 เซนติเมตร ต่อปีมีความหลากหลายทางชีวภาพสูง [3]

ภาพที่ 30 ไบโอมป่าดิบชื้น

ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น (temperate deciduous forest)



พบบริเวณละติจูดกลางของทวีปต่าง ๆ มีอากาศค่อนข้างเย็นในฤดูหนาวและอุ่นชื้นในฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 100 เซนติเมตร ต่อปี พืชพรรณที่เจริญในเขตนี้จะเป็นไม้ยืนต้นที่ผลัดใบก่อนเข้าสู่ฤดูหนาว [3]

ภาพที่ 31 ไบโอมป่าผลัดใบเขตอบอุ่น

ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น (temperate grassland) หรือทุ่งหญ้าแพรรี (prairie)



พบบริเวณตอนกลางของทวีปอเมริกาเหนือและประเทศรัสเซียมีอุณหภูมิเฉลี่ยช่วงฤดูหนาวประมาณ -3 °C และในช่วงฤดูร้อนประมาณ 24 °C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 25 – 50 เซนติเมตร พืชพรรณที่เจริญในเขตนี้จะเป็นไม้พุ่ม และพืชตระกูลหญ้า เหมาะแก่การทำปศุสัตว์และกสิกรรม [3]

ภาพที่ 32 ไบโอมทุ่งหญ้าเขตอบอุ่นหรือทุ่งหญ้าแพรรี

ไบโอมสะวันนา (savanna biome)



พบกระจายในบริเวณทวีปอเมริกาใต้ แอฟริกา ออสเตรเลีย และทาง ตะวันออกเฉียงใต้ของเอเชียสภาพอากาศค่อนข้างร้อน อุณหภูมิเฉลี่ย สูงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 – 50 เซนติเมตร ต่อปี พืชพรรณที่เจริญบริเวณนี้มีทั้งไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และหญ้า [3]

ภาพที่ 33 ไบโอมสะวันนา

ไบโอมทะเลทราย (desert)



ภาพที่ 34 ไบโอมทะเลทราย

พบได้เกือบทุกทวีปยกเว้นทวีปยุโรปสภาพอากาศค่อนข้างร้อน อาจมีอุณหภูมิในเวลากลางวันสูงถึง 60°C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยน้อยกว่า 25 เซนติเมตรต่อปี [3]

ไบโอมป่าสนตอนเหนือ (coniferous forest) ป่าไทกา (taiga) และป่าบอเรียล (boreal)



ภาพที่ 35 ไบโอมป่าสนตอนเหนือ

พบบริเวณตอนเหนือของทวีปอเมริกาเหนือ เอเชีย และยุโรป สภาพอากาศในช่วงฤดูหนาวค่อนข้างเย็นและยาวนาน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 100 เซนติเมตรต่อปี พืชพรรณที่เด่นเป็นพืชตระกูลสน เช่น ไม้ไผ่ (pine) ไม้เฟอร์ (fir) สปรูซ (spruce) เฮมล็อค (hemlock) [3]

ไบโอมทุนดรา (tundra)



ภาพที่ 36 ไบโอมทุนดรา

พบได้ทางตอนเหนือของทวีปอเมริกาเหนือยุโรปและเอเชีย สภาพอากาศเย็นยาวนานในช่วงฤดูหนาวอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ -30°C ในฤดูร้อนประมาณ 10°C ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 20 - 60 เซนติเมตรต่อปีมีความหลากหลายทางชีวภาพต่ำ [3]

1.2.2.2 โอมในน้ำ (Aquatic Biomes)

เป็นพื้นที่ที่มีมากที่สุดในโลก นักนิเวศวิทยา แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ ไบโอมแหล่งน้ำจืด (Freshwater biome) และ ไบโอมแหล่งน้ำเค็ม (Marine biome) โดยอาศัยความแตกต่างทางด้านกายภาพและเคมีของแหล่งน้ำเหล่านั้น

2. องค์ประกอบของระบบนิเวศ

1. ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ

สภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัยมีองค์ประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1.1. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางกายภาพ

ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factor) เป็นปัจจัยที่ไม่มีชีวิตที่มีความสำคัญต่อการกระจายของสิ่งมีชีวิตในบริเวณต่าง ๆ ของโลก ได้แก่

- อุณหภูมิ → เป็นปัจจัยในการควบคุมการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และการแพร่กระจายของสิ่งมีชีวิต
- แสง → เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสิ่งมีชีวิต
- น้ำและความชื้น → เป็นปัจจัยที่กำหนดสภาพแวดล้อม ความอุดมสมบูรณ์ ลักษณะ และชนิดของระบบนิเวศนั้น ๆ
- ก๊าซ → แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช
- แก๊สออกซิเจน → มีความสำคัญต่อกระบวนการหายใจของพืชและสัตว์ต่าง ๆ ในระบบนิเวศ
- ดิน → เป็นที่อยู่อาศัยและให้แร่ธาตุแก่พืช และสัตว์ องค์ประกอบสำคัญของดิน คือ แร่ธาตุในดิน อากาศ ความชื้น และปริมาณสารอินทรีย์ในดิน
- ความเป็นกรด-เบส (pH) ของดิน → เป็นปัจจัยที่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่อยู่อาศัยแต่ละแห่ง
- ลม → เป็นปัจจัยส่งเสริมเรื่องของอุณหภูมิ โดยการลดความร้อนจากการระเหยและการดูดซับผ่านพื้นที่ผิว

1.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยทางชีวภาพ

ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factor) เป็นปัจจัยที่มีชีวิตมีความสำคัญต่อการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตในบริเวณต่าง ๆ ของโลก โดยเมื่อสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมาอาศัยอยู่ร่วมกันในระบบนิเวศเดียวกัน แต่ละชนิดมีรูปแบบการดำรงชีวิตแตกต่างกัน



[2] <https://sites.google.com/site/arada591110115/home1>

[3] <https://piyawachsite271578472.wordpress.com/2018/05/15/%>



ใบความรู้ที่ 2

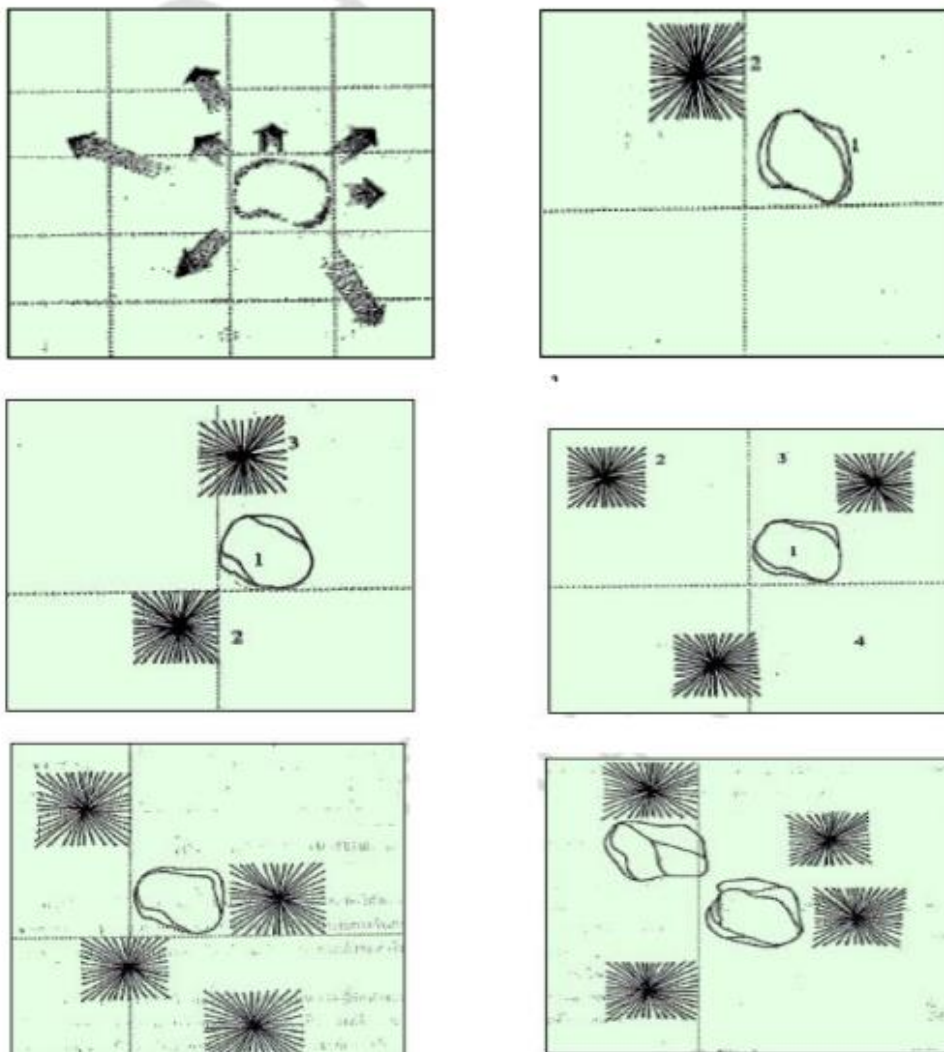
การออกแบบการจัดสวนถาด

ประเภทการเขียนแบบแปลนสวน การจัดสวนถาดให้เกิดความสวยงามนั้น สามารถจะจัดได้หลายรูปแบบ การจัดสวนแต่ละรูปแบบสามารถนำไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสวนถาดแต่ละประเภทว่าควรจัดรูปแบบอย่างไรจึงจะเหมาะสมกับประเภทของสวนถาด ในการออกแบบจัดสวนถาดนั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ได้แก่ วัตถุประสงค์ของการจัดสวน งบประมาณ ขั้นตอนการเขียนแบบจะต้องกำหนดประโยชน์ใช้สอย และวางผังสิ่งประกอบสวนและไม้ประดับลงในแบบแปลน โดยคำนึงถึงความชัดเจน เข้าใจง่าย

แปลน (Plan) คือ แบบที่เขียนมองจากด้านบนลงมา (Top View) สามารถแสดงให้เห็นถึงขอบเขต รูปร่าง ตำแหน่งที่ตั้งและทิศทางขององค์ประกอบต่างๆ ในสวนถาด การพิจารณาเลือกรูปแบบสวน เมื่อเราเลือกรูปแบบของสวนถาดแล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการนำความรู้ความสามารถ และ ประสบการณ์ทางศิลปะ ความรู้เรื่องต้นไม้และธรรมชาติของต้นไม้ ตลอดจนความเป็นช่างที่จะออกแบบ เขียนแบบสร้างสรรค์ผลงานลงบนแบบแปลน โดยใช้หลักสำคัญในการพิจารณาดังนี้

1. การกำหนดประเภทของสวนถาดที่จะจัด
2. การแบ่งพื้นที่ (Space) ควรกำหนดให้แน่นอนเสียก่อนว่าส่วนไหนจะวางขอนไม้ ส่วนไหนจะเป็นน้ำตก ตำแหน่งไหนจะวางไม้ประธาน ไม้รองตำแหน่งไหนจะวางวัสดุตกแต่ง
3. การจัดวางองค์ประกอบ (Composition) ในขั้นตอนนี้ต้องนำความรู้พื้นฐานทางศิลปะ มาใช้เพราะสวนถาดจะสวยงามและดึงดูด ความสนใจ และสร้างความประทับใจ ก็ควรมีองค์ประกอบที่ดี ไม่ว่าจะเป็นเส้น ฟอรั่ม รูปร่าง สัดส่วน สี หรือ ผิวสัมผัส จะต้องมีความเหมาะสมกลมกลืนจึงจะสวยงาม

วิธีการจัดสวนถาดในลักษณะต่าง ๆ



ภาพที่ 37 แบบแปลนการจัดสวน

ที่มา : http://www.thaischool1.in.th/_files_school/80070002/document/80070002_0_20170904-133000.pdf



การจัดสวนเป็นการนำความรู้ด้านการเพาะปลูกไม้ดอกไม้ประดับและทัศนศิลป์มาผสมผสานกัน โดยใช้จินตนาการในการสร้างสรรค์ ออกแบบจัดเตรียมพันธุ์ไม้ วัสดุอุปกรณ์ และจัดตกแต่งสวนในรูปแบบใหม่ ที่สวยงาม ซึ่งอาจจำลองแบบมาจากธรรมชาติ หรือย่อส่วนทิวทัศน์ธรรมชาติลงในถาด

ประเภทของการจัดสวนถาด

มี 2 ประเภทคือ การจัดสวนถาดแบบชื้นและการจัดสวนถาดแบบแห้ง

1. **การจัดสวนถาดแบบชื้น** เป็นการจัดสวน โดยย่อเรื่องราวทางธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวเราให้สวยงามมีชีวิตชีวา เช่น น้ำตก ทิวทัศน์ เกาะกลางน้ำ เกาะกลางทะเลหรือเรื่องราวการ ดำรงชีวิตของมนุษย์ ศาสนา ประเพณีและวัฒนธรรมตลอดจนเรื่องราวทางวรรณคดีหรือสัตว์ต่างๆ ตามจินตนาการลงในถาดทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยม ทรง รูปไข่ ฯลฯ โดยใช้ความสามารถความละเอียดอ่อนในการปลูกต้นไม้ ใช้ความสามารถในทางศิลปะ ใช้สีสันรูปทรง ความ สมดุล ความกลมกลืน ความแตกต่างได้อย่างเหมาะสม

จุดเด่นของการจัดสวนถาดแบบชื้น

- กล้วยมอส ที่เขียวชุ่มชื้น
- ต้นไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้มักที่ชอบน้ำ
- ดินร่วนผสมปุ๋ย เก็บกักความชื้นและน้ำได้ดี
- ถาดแลดูชุ่มชื้นตลอดเวลา
- การปรับแต่งภูมิทัศน์ ดู มีมิติ สูง ต่ำ หนา บาง

2. **การจัดสวนถาดแบบแห้ง** เป็นการจัดสวน โดยใช้พรรณไม้อวบน้ำประมาณ 5 ชนิด จำพวกกระบองเพชร แคคตัสและอื่นๆ ที่เป็นไม้ประเภทเดียวกัน ย่อเรื่องราวทางธรรมชาติของทะเลทรายให้ สวยงามมีชีวิตชีวา ตามจินตนาการลงในถาดทรงกลม ทรงสี่เหลี่ยม ทรง รูปไข่ ฯลฯ โดยใช้ความสามารถในทางศิลปะ ใช้สีสันรูปทรง ความ สมดุล ความกลมกลืน ความแตกต่างได้อย่างเหมาะสม

จุดเด่นของการจัดสวนถาดแบบแห้ง

- เน้น หินและกรวดเป็นหลัก
- ดินไม้ที่เป็นพันธุ์ไม้ทนแล้ง หรือพันธุ์ไม้ที่ชอบน้ำน้อย
- ดินร่วนผสมทราย ผสมถ่าน เพราะพืชที่ปลูกไม่ชอบน้ำเยอะ
- ถาดแลดูแห้ง แต่จะสดใส เพราะสีสรรค์ต้นไม้
- การปรับแต่งภูมิทัศน์ ดูไม่ค่อยมีมิติ เพราะ เน้นหินและกรวดในการ ตกแต่งภูมิทัศน์

หลักทั่วไปในการจัดสวนถาด

การจัดสวนถาด มุ่งเน้นที่การจัดกลุ่มต้นไม้ให้เกิดความสวยงาม เพื่อประโยชน์ใช้สอยในการประดับตกแต่ง โดยที่ต้นไม้เหล่านี้มีชีวิตที่สวยงามอยู่ได้นานที่สุดเท่าที่จะนานได้ เราจึงต้องมีความรู้ ซึ่งประกอบ 2 ประการคือ

1. ความรู้ทางด้านพืชพฤกษศาสตร์ เป็นความรู้พื้นฐานที่สำคัญเพื่อสามารถปฏิบัติให้พืชดำรงชีวิตอยู่อย่างสมบูรณ์ได้นาน เช่น ความรู้เกี่ยวกับชนิดพันธุ์ไม้และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้และการเลือกพันธุ์ไม้

2. ความรู้ในหลักของศิลปะการจัดสวนถาด

2.1 เอกภาพ คือ ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันของผลงาน โดยรวมทั้งหมดไม่ใช่เพียงส่วนใดส่วนหนึ่งของผลงาน โดยรวมถึงการจัดวางองค์ประกอบทั้งหมดให้มีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมพอดี ไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ ก้อนหิน กรวด หรือวัสดุอื่น ๆ ดังนั้นจึงต้องเลือกสรรวัสดุที่เข้ากันได้เป็นอย่างดีอย่างสวยงาม จัดกลุ่มกันอย่างเหมาะสมไม่กระจัดกระจาย

2.2 ความสมดุล เป็นการจัดวางองค์ประกอบให้เกิดลักษณะที่ถ่วงซึ่งกันและกัน ทั้ง 2 ด้านเป็นอย่างน้อย การจัดสวนถาดจะใช้ความสมดุลแบบธรรมชาติ ซึ่งเป็นความสมดุลที่ต้องรับรู้และวัดจากความรู้สึกจากการมอง จึงต้องอาศัยความชำนาญในการจัด

การจัดสวนถาด มีลักษณะคล้ายกับการวาดภาพบนกระดาษ การพิจารณาให้เกิดความสมดุลนั้น อย่าให้เกิดสองภาพที่แข่งขันกัน การจัดสวนที่ดี เมื่อได้จุดเด่นแล้ว ส่วนอื่น ๆ ที่วางลงไปก็เพียงแต่เสริมความเด่น ความสวยงามของสวนเท่านั้นจะไม่แข่งขันเด่นทุกจุด

2.3. ความกลมกลืน ความกลมกลืนเป็นการจัดองค์ประกอบให้เกิดความพอเหมาะพอดี ความกลมกลืน อาจเกิดจากสิ่งที่แตกต่างกันหลากหลายมารวมกันอย่างเหมาะสมสวยงามก็ได้ ซึ่งสามารถแบ่งความกลมกลืนในการจัดสวนถาดขึ้นออกเป็น 2 ลักษณะดังนี้

2.3.1 ความกลมกลืน ในส่วนประกอบของศิลปะ ได้แก่ความกลมกลืนที่เกิดจากการใช้เส้น รูปทรง สี ขององค์ประกอบที่นำมาจัด

2.3.2 ความกลมกลืนในเนื้อหาของสวนถาด การจัดสวนถาดนอกจากจัดกลุ่มต้นไม้ให้ดูสวยงามแล้ว บางครั้งยังมีการจัดจำลองทิวทัศน์ธรรมชาติให้เกิดขึ้นด้วย

2.4. ความแตกต่าง เป็นการนำเอาองค์ประกอบที่มีลักษณะแตกต่างกัน เช่น นำความแตกต่างของรูปทรง สี ลักษณะใบของต้นไม้ มาจัดรวมกัน เพื่อให้เกิดความสมบูรณ์สวยงามในรูปแบบของสวนถาด คุณค่าความแตกต่าง จะช่วยให้เกิดความเปลี่ยนแปลง และสร้างลักษณะที่น่าสนใจ แต่ต้องคำนึงอยู่เสมอว่า ความแตกต่างไม่ใช่เกิดจากการจัดตัวขององค์ประกอบที่หลากหลายกระจัดกระจาย แต่ความแตกต่างที่ใช้จะต้องเสริมสร้างความกลมกลืนและความเป็นเอกภาพของสวนให้สมบูรณ์ขึ้น เปรียบได้กับป่าใหญ่ที่มีทั้งไม้ใหญ่ ไม้เล็ก ไม้เลื้อย พื้นน้ำ พื้นดิน ก้อนหิน ดิน ไม้ แม้จะแตกต่างกันแต่ทุกสิ่งก็เสริมสร้างความเป็นเอกภาพและความกลมกลืนของป่านั้นได้

2.5 สัดส่วน ที่ดีจะเป็นการจัดให้องค์ประกอบต่าง ๆ มีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกัน พิจารณาสัดส่วนได้ 2 ลักษณะ คือ สัดส่วนในแง่ของวัตถุ ขนาดของภาชนะ ต้นไม้หรือวัสดุต่าง ๆ จะเป็นความสัมพันธ์ในส่วนของความกว้าง ยาว สูงต่ำ ตื้น ลึก ฯลฯ ในตัวของวัตถุเอง และระหว่างวัตถุต่อวัตถุสัดส่วนในแง่ความรู้สึกของมนุษย์ จะเป็นสภาพที่เหมาะสม ของรูปแบบโดยรวมที่ปรากฏ

2.6 จังหวะ ในการจัดองค์ประกอบในสวนถาด จะรับรู้ได้ด้วยสายตา ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับระยะ โดยตรง การกำหนดตำแหน่งและขนาดขององค์ประกอบจะกระจัดกระจาย ถ้าจังหวะจัดวางไม่ดี การจัดจังหวะที่ถูกต้องจะเกิดได้ง่าย ถ้าจัดให้องค์ประกอบมีระยะอย่างเหมาะสม ทั้งระยะหน้า-หลัง ห่าง-ชิด สูง-ต่ำ ฯลฯ

2.7 จุดเด่น เป็นจุดที่เราต้องเน้นเป็นพิเศษ จุดเด่นของสวนมักจะบ่งบอกถึงเนื้อหาเรื่องราวของสวนว่าเป็นอะไร ไม่ว่าจะเป็ทิวทัศน์ทางทะเล ภูเขา ชารน้ำ เพราะเรื่องเหล่านี้จะมีเอกลักษณ์เฉพาะอยู่ หากรู้จักเลือกเอาเอกลักษณ์นั้นมาสร้างเป็นจุดเด่น ได้ก็นับเป็นความสำเร็จที่สำคัญยิ่ง

สิ่งสำคัญก่อนลงมือจัดควรพิจารณาดำเน่่งวางองค์ประกอบหลัก ซึ่งอาจเป็นต้นไม้ ภูเขา ก้อนหิน เมื่อได้ตำแหน่งของสวนนี้แล้วจะง่ายต่อการจัดวางส่วนอื่น ๆ ข้อควรพิจารณา กำหนดตำแหน่งดังนี้

2.7.1 สวนถาด เป็นสวนที่ผู้ชม ชมดูอย่างใกล้ชิด เช่นเดียวกับงานศิลปะอื่น ๆ ไม่ว่าจะงานปั้น งานแกะสลัก หรือภาพวาด ดังนั้นถ้าเป็นไปได้สวนที่ดีควรมีความสวยงามรอบด้าน

2.7.2 ตำแหน่งที่ต้องการจะง่ายขึ้น ถ้าเรากำหนดด้านใดด้านหนึ่งของ ภาชนะเป็นมุมมองที่สำคัญ เพราะองค์ประกอบหลักหรือจุดเด่นจะต้องหันมาทางมุมมอง สำคัญนี้และมองเห็นได้ง่าย

2.7.3 สัดส่วนความสำคัญของพื้นที่ในสวนถาด แบ่งได้ 3 ส่วน คือ พื้นที่ที่เป็น มุมมองสำคัญมี 60% พื้นที่รองอีก 2 ส่วนให้มีส่วนละ 20% ลักษณะการแบ่งพื้นที่ขึ้นอยู่กับ รูปแบบของสวนที่ต้องการจัด

2.7.4 เมื่อแบ่งพื้นที่ได้แล้ว ก็สามารถกำหนดตำแหน่งได้ง่าย [1]



ก. สวนถาดแบบแห้ง [2]



ข. สวนถาดแบบชื้น [3]



ค. สวนขวดแบบชื้น [4]



ง. สวนขวดแบบแห้ง [5]

ภาพที่ 38 ตัวอย่างสวนถาดแบบชื้นและแบบแห้ง

ก. สวนถาดแบบแห้ง ข. สวนถาดแบบชื้น

ค. สวนขวดแบบชื้น ง. สวนขวดแบบแห้ง

ที่มา : ¹ <http://science.crru.ac.th/biology/images/PDF/Biotechnology/Biotechnology09.pdf>

² http://yalacity.go.th/files/com_research/20170814_nvcwaagw.pdf

³ <https://www.gurubaan.com/>

⁴ <https://th.nonilo.com>

⁵ <http://cactussthailand.blogspot.com/2017/10/blog-post.html>



สวนสวยด้วยมือเรา

จุดประสงค์

1. อธิบายหลักการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับองค์ประกอบของระบบนิเวศ ลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ
2. เลือกใช้เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ ในการสร้างสวนจำลองได้อย่างเหมาะสม
3. ออกแบบและสร้างสวนจำลองได้อย่างประณีตและสวยงาม

วัสดุอุปกรณ์

ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม	ที่	รายการ	จำนวน ต่อกลุ่ม
1	ภาชนะ (แก้ว, ขวดแก้ว, ตู้ปลา)	1	5	กระดาษวาดภาพ	1 แผ่น
2	ต้นไม้	-	6	อุปกรณ์วาดภาพ	1 ชุด
3	อุปกรณ์ตกแต่ง (หิน, ทราย, ตุ๊กตา เป็นต้น)	-	7	สีไม้	1 กล่อง
4	กรีมคิ๊ป (forceps)	1 ชุด	8	เทคนิโกลี	

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาใบความรู้ที่ 1 เรื่อง โครงสร้างของระบบนิเวศและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อนำมาใช้จัดสวน
2. ศึกษาใบความรู้ที่ 2 การออกแบบสวนในขวดแก้ว และใบความรู้ที่ 3 เรื่องการจัดสวน เพื่อพิจารณาเลือกวัสดุอุปกรณ์และรูปทรงของภาชนะ และจัดวางองค์ประกอบและตำแหน่งของต้นไม้และอุปกรณ์ตกแต่งต่าง ๆ
3. ร่างภาพสวนจำลองและระบายสีให้สวยงาม เสมือนจริง พร้อมทั้งระบุส่วนประกอบต่าง ๆ
4. ออกแบบและจัดสวนตามแนวคิดและวิธีการที่ได้เลือกไว้
5. ประเมินผลงานของตนเองและระบุแนวทางปรับปรุงแก้ไข
6. นำเสนอและร่วมกันอภิปรายแนวคิดในการจัดสวนจิ๋วจำลอง

ใบบันทึกกิจกรรม



น้ำผึ้งซื้อบ้านอยู่ในเมือง ซึ่งมีบริเวณพื้นที่รอบบ้านคับแคบ และมีการจราจรที่หนาแน่น ทำให้รู้สึกไม่สดชื่น ในช่วงวันหยุดเพื่อน ๆ ชวนน้ำผึ้งไปเดินตลาดต้นไม้ น้ำผึ้งสังเกตเห็นต้นไม้ขนาดเล็กหลากหลายสายพันธุ์ จึงสนใจที่จะซื้อต้นไม้เหล่านี้ไปปลูกที่บ้าน แต่เนื่องจากบ้านมีพื้นที่มีจำกัด น้ำผึ้งจึงเปลี่ยนมาจัดสวนแก้วแทน เพื่อให้บ้านมีสีเขียว น้ำผึ้งจึงเลือกต้นไม้ที่เหมาะสมกับสภาพอากาศของที่บ้าน และวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ตกแต่งสวนจิ๋ว แต่มีงบประมาณเพียง 200 บาท และเมื่อกลับถึงบ้านน้ำผึ้งจึงมองหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ในบ้านมาประยุกต์ใช้ อย่างเหมาะสม มีความประณีตและสวยงาม

1. จากการวิเคราะห์สถานการณ์สรุปเป็นปัญหาหรือความต้องการ ได้ดังนี้

.....

.....

.....

.....

2. เจาะใจสถานการณ์ในการสร้างสวนจำลองคืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

2 รวบรวมข้อมูลและแนวคิด

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสืบค้นและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศและการจัดสวนสวยด้วยมือเรา

S

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

T

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

E

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A

สวน

สวย

ด้วยมือ

เรา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

M

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

อื่นๆ

.....

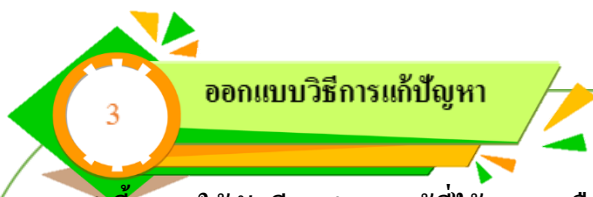
.....

.....

.....

.....

.....



ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้จากการสืบค้นมาออกแบบการจัดสวนสวย
ด้วยมือเราพร้อมตกแต่งให้สวยงามและเสมือนจริง



คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการดำเนินการและลงมือปฏิบัติตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

มองตนเอง	จากกิจกรรมให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดนักเรียนมากที่สุด		
ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย
ฉันสามารถคาดเดาคำตอบจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ และนำมากำหนดตัวแปรได้อย่างถูกต้อง			
ฉันสามารถอธิบายความหมายและข้อความที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่ฉันทำได้			
ฉันสามารถออกแบบกิจกรรม ลงมือปฏิบัติ และบันทึกผลการศึกษาค้นคว้าได้ครบถ้วนสมบูรณ์			
ฉันสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทำกิจกรรมและอธิบายผลการทดลอง			
ฉันสามารถสร้างชิ้นงานได้อย่างสร้างสรรค์ และมีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ			



คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายและลักษณะของชิ้นงาน พร้อมทั้งบอกจุดเด่น และจุดด้อย เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข

รายละเอียดของชิ้นงาน				
จุดเด่น	จุดด้อย			
เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน	มาก	ปานกลาง	น้อย	
มีกระบวนการออกแบบชิ้นงาน โดยกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบชิ้นงาน สามารถอธิบายได้				
มีการประชุมวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและลงข้อสรุปร่วมกัน				
มีกระบวนการคิดแก้ปัญหา และพัฒนาชิ้นงานได้อย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์				
ผลงานสำเร็จสมบูรณ์ มีความประณีตสวยงาม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้				
ผลงานสำเร็จได้ตามเวลาที่กำหนด				

แนวทางในการปรับปรุง

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายระบุสิ่งที่ต้องปรับปรุงชิ้นงาน พร้อมให้เหตุผล

สิ่งที่ต้องปรับปรุง	เหตุผล

มองตนเอง จากกิจกรรมให้นักเรียนทำเครื่องหมาย / ในช่องที่ตรงกับความคิดนักเรียนมากที่สุด

ทักษะการแก้ปัญหา	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย
ฉัน ใช้ความคิดและการสังเกตในการระบุปัญหา และคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาในหลายๆแง่มุม			
ฉันมั่นใจว่าเข้าใจปัญหาจริงๆ ก่อนที่จะคาดการณ์แนวทางแก้ไขปัญหาซึ่งมักทำให้ได้แนวทางที่ดีที่สุด			
ฉันตั้งใจในการแก้ปัญหา แม้จะรู้ว่าปัญหาอาจจะไม่ง่าย หรืออาจจะไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้			

6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

.....

.....

.....

.....

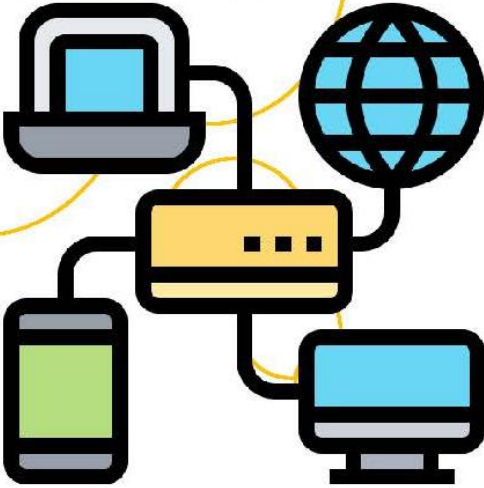
.....

.....

.....

.....

.....



แบบประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม

ชื่อกิจกรรม.....

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง “คะแนน” ตามเกณฑ์การประเมินของทุกพฤติกรรมการ

กลุ่มที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน												คะแนนรวม	ผลกา ประเมิน					
		การออกแบบชิ้นงาน				การวางแผน				ด้านความคิด						ความสำเร็จของชิ้นงาน				
		การออกแบบ ทางวิศวกรรม	การร่างแบบ ชิ้นงาน	การวางแผนและ ความร่วมมือใน การทำงาน	การวางแผน เครื่องมือและ อุปกรณ์	การเลือกใช้ เครื่องมือในการ ปฏิบัติงานได้ เป็นไปตาม เกณฑ์ที่วางไว้	ความคิด สร้างสรรค์	ความคิด คิดค้น	ความคิด ยืดหยุ่น	ความคิด งาน	ความสำเร็จของ ผลงานสามารถ นำไปใช้ ประโยชน์ได้	ความสำเร็จ ความประณีต สวยงาม	ความประณีต สวยงาม							
3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การตัดสิน		
	3	2	1
1.การออกแบบชิ้นงาน			
1.1 การออกแบบทางวิศวกรรม	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมที่มีการสืบค้นข้อมูลและเชื่อมโยงข้อมูลเพื่อเป็นพื้นฐานประกอบการตัดสินใจในการออกแบบ	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมและมีการสืบค้นข้อมูลแต่ขาดการเชื่อมโยงจากข้อมูลที่สืบค้นได้	มีการใช้กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรมแต่ขาดการสืบค้นก่อนการออกแบบ
1.2 การร่างแบบ (Sketch) ชิ้นงาน	มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานมีความสมบูรณ์สามารถระบุอธิบายได้	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานมีรายละเอียดแต่ไม่สามารถระบุ/อธิบายได้ในบางส่วน	ไม่มีการกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบ ชิ้นงานไม่สามารถบอกได้ว่าคืออะไร
2. การวางแผน			
2.1 การวางแผนและความร่วมมือในการทำงาน	มีการประชุมเพื่อการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและมีการอภิปรายและลงข้อสรุปร่วมกัน	มีการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบการระดมความคิดแต่ขาดการลงข้อสรุปร่วมกัน	มีการวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบแต่ขาดการระดมความคิดและลงข้อสรุปร่วมกัน
2.2 การเลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์	เลือกใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ ได้ถูกต้องเหมาะสม	เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์โดยมีจุดบกพร่อง 1 จุด	เลือกใช้เครื่องมือและอุปกรณ์โดยมีจุดบกพร่อง 2-3 จุด
3. ด้านความคิด			
3.1. ความคิดสร้างสรรค์	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ เหมาะสมต่อการใช้งานจริง	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้	พัฒนาชิ้นงานหรือวิธีการเพื่อแก้ปัญหาโดยไม่มีความคิดแปลกใหม่

เกณฑ์การประเมินชิ้นงานสร้างสรรค์นวัตกรรม

รายการประเมิน	เกณฑ์การตัดสิน		
	3	2	1
		ปัญหาด้วยความคิดที่แปลกใหม่ และผสมผสาน ตัดแปลงจากความคิดเดิม	
3.2 ความคิดคล่อง	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 2 วิธี ในเวลาที่กำหนด	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้มากกว่า 1 วิธี ในเวลาที่กำหนด	ไม่สามารถคิดหาวิธีการแก้ปัญหาได้ในเวลาที่กำหนด
3.3 ความคิดยืดหยุ่น	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหา โดย ดัดแปลงสิ่งที่มี อยู่ หรือนำ สิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้อย่างหลากหลาย	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มี อยู่ หรือนำ สิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้	มีการคิดหาวิธีการแก้ปัญหาโดย ดัดแปลงสิ่งที่มีอยู่ หรือนำ สิ่งอื่น มาทดแทนสิ่งที่ขาดได้ แต่ยังไม่เหมาะสม กับงาน
4. ความสำเร็จของชิ้นงาน			
4.1 ความสำเร็จของงาน	สามารถทำงานสำเร็จสวยงาม เป็นไปตามเงื่อนไขครบถ้วน ภายในเวลาที่กำหนด	สามารถทำงานสำเร็จ เป็นไปตามเงื่อนไข ครบถ้วนภายในเวลาที่กำหนดเล็กน้อย	สามารถทำงานสำเร็จ เป็นไปตามเงื่อนไขและใช้มากกว่า 10 นาทีขึ้นไป
4.2. ผลงานสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้	ผลงานสำเร็จ สมบูรณ์และสวยงามสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง	ผลงานสำเร็จสมบูรณ์แต่ไม่สวยงามสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง	ผลงานสำเร็จ บางส่วนสวยงามสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้จริง
4.3. ความประณีตสวยงาม	ผลงานมีความประณีตสวยงาม กลมกลืนจัดวางองค์ประกอบศิลป์ครบถ้วน สมบูรณ์	ผลงานมีความประณีตสวยงาม กลมกลืนจัดวางองค์ประกอบศิลป์ โดยมีข้อบกพร่อง 1 จุด	ผลงานมีความประณีตสวยงาม กลมกลืนจัดวางองค์ประกอบศิลป์ โดยมีข้อบกพร่อง 2-3 จุด

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

25 – 30

5 แทน ดีมาก

19 – 24

4 แทน ดี

13 – 18

3 แทน ปานกลาง

7 – 12

2 แทน พอใช้

1 - 6

1 แทน ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ตั้งแต่ระดับคุณภาพ 3 ขึ้นไป

สรุป



ผ่าน



ไม่ผ่าน



แบบประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

คำชี้แจง : ให้ผู้ประเมินทำเครื่องหมาย (✓) ลงในช่อง “คะแนน” ตามเกณฑ์การประเมินของทุกพฤติกรรม

กลุ่ม ที่	ชื่อ - สกุล	รายการประเมิน															คะแนน รวม	ผลการ ประเมิน			
		ทักษะการตั้งสมมติฐาน			ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ			ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร			ทักษะการทดลอง			ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป							
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1					

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การประเมินด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

รายการประเมิน	คะแนน		
	3	2	1
1. ทักษะการตั้งสมมติฐาน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหาและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลได้อย่างชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา แต่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุและผลไม่ชัดเจน	ตั้งสมมติฐานได้สอดคล้องกับปัญหา บางส่วน
2. ทักษะการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้อย่างถูกต้อง ครบถ้วน	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องส่วนใหญ่	มีการกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องได้ถูกต้องบางส่วน
3. ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง ครบถ้วน	สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้ถูกต้อง แต่ไม่ครบถ้วน	ไม่สามารถระบุตัวแปรต้น ตัวแปรตาม และตัวแปรควบคุมได้
4. ทักษะการทดลอง			
4.1. การออกแบบการทดลอง	สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรทั้งหมด	สอดคล้องกับสมมติฐาน และมีการควบคุมตัวแปรส่วนใหญ่	สอดคล้องกับสมมติฐาน บางส่วน แต่ไม่มีการควบคุมตัวแปร
4.2. การปฏิบัติการทดลอง	ปฏิบัติการทดลองได้ทั้งหมดอย่างคล่องแคล่ว ใช้อุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	ปฏิบัติการทดลองได้ส่วนใหญ่แต่ไม่คล่องแคล่ว ต้องการความช่วยเหลือ แนะนำในการใช้ อุปกรณ์ให้ถูกต้องและปลอดภัย	สามารถปฏิบัติการทดลองเองได้บางส่วน
4.3. การบันทึกผลการทดลอง	บันทึกข้อมูลโดยใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบข้อมูล มีการระบุชนิดหรือหน่วยของ ข้อมูลที่บันทึกทั้งหมด และ มีข้อมูลจากการทำซ้ำอย่างน้อย 3 ครั้ง	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นจัดระเบียบส่วนใหญ่ และมีการระบุชนิด หรือหน่วยของข้อมูล ส่วนใหญ่ หรือ มีข้อมูลจากการทำซ้ำส่วนใหญ่	บันทึกข้อมูลโดยมีการใช้ตารางหรือวิธีการอื่นในการจัดระเบียบข้อมูล บางส่วน และมีการ ระบุชนิดหรือหน่วยของข้อมูล บางส่วน

รายการประเมิน	คะแนน		
	3	2	1
5. ทักษะการตีความหมายและลงข้อสรุป	วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด และสอดคล้องกับการสรุปผล	วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง เป็นส่วนใหญ่ และสอดคล้องกับการสรุปผล	วิเคราะห์ข้อมูลโดยอาศัยผลที่ได้จากการทำกิจกรรมหรือ การทดลอง หรือ ความรู้ที่เกี่ยวข้อง บางส่วน และสอดคล้องกับการสรุปผลบางส่วน
6. การสร้างแบบจำลอง	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องทั้งหมด และสามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องส่วนใหญ่ และสามารถระบุข้อจำกัดของแบบจำลองได้	สร้างแบบจำลองที่สามารถแสดงกระบวนการของปรากฏการณ์หรือระบบได้ถูกต้องบางส่วน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน

ระดับคุณภาพ

19 – 24

4 แทน ดีมาก

13 – 18

3 แทน ดี

7 – 12

2 แทน พอใช้

1 – 6

1 แทน ปรับปรุง

เกณฑ์การผ่าน

ตั้งแต่ระดับคุณภาพ 2 ขึ้นไป

สรุป

 ผ่าน ไม่ผ่าน

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายบุคคล

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลง
ในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	การแสดงความคิดเห็น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	การยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	การทำงานตามหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	ความมีน้ำใจ	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	การตรงต่อเวลา	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
รวม				

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 - 15	ดีมาก
11 - 13	ดี
8 - 10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานรายกลุ่ม

คำชี้แจง : ให้ผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในระหว่างเรียนและนอกเวลาเรียน แล้วขีด ✓ ลง
ในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับ ที่	ชื่อ - สกุลของ นักเรียน	การ แสดง ความ คิดเห็น			การ ยอมรับ ฟังคน อื่น			การ ทำงาน ตามที่ ได้รับ มอบหมาย			ความมี น้ำใจ			การมี ส่วนร่วม ในการ ปรับปรุง ผลงาน กลุ่ม			รวม 15 คะแนน
		3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	3	2	1	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

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

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 1 คะแนน

เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
14 - 15	ดีมาก
11 - 13	ดี
8 - 10	พอใช้
ต่ำกว่า 8	ปรับปรุง

แบบทดสอบ
เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 ข้อลงในกระดาษคำตอบ

<p>1. เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งไบโอม เป็นไบโอมประเภทต่าง ๆ คือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เขตละติจูด 2. อุณหภูมิและความชื้นเฉลี่ย 3. ความสูงจากระดับน้ำทะเล 4. ปริมาณแสงและอุณหภูมิ <p>2. ข้อใดจัดเป็น “ระบบนิเวศ” (Ecosystem)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ผึ้งกวางกำลังกินหญ้าในสนามเป็นอาหาร 2. ปลาพลวงในแอ่งน้ำตมมีจำนวนมาก 3. ตู้ปลาทางนกกุง ตกแต่งด้วยพรรณไม้น้ำหลากหลายชนิด 4. ยีราฟ 4 ตัวกำลังกินอาหารที่นักท่องเที่ยวป้อน <p>3. ปัจจัยใดที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเค็มของน้ำบริเวณป่าชายเลนในรอบวันมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การขึ้นลงน้ำทะเล 2. ปริมาณน้ำฝน 3. ปริมาณแสงแดด 4. ฤดูกาล <p>4. การย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุจะเกิดรวดเร็วที่สุดในสภาพพื้นที่แบบใดต่อไปนี้</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทะเลทราย 2. ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น 3. ทุ่งหญ้า 4. ป่าดิบชื้นเขตร้อน <p>5. หากเดินทางลงจากภูทับเบิก จะพบระบบแบบใดเป็นลำดับตั้งแต่ยอดเขาจนถึงเชิงเขา</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ป่าสน ป่าดิบชื้น ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น 	<ol style="list-style-type: none"> 2. ป่าสน ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น ป่าดิบชื้น 3. ป่าสน ทุ่งนดรา ป่าดิบชื้น 4. ทุ่งนดรา ป่าสน ป่าดิบชื้น <p>6. ไบโอมในข้อใดต่อไปนี้เหมาะสมที่สุดสำหรับทำเกษตรและเลี้ยงสัตว์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tropical rainforest 2. Temperate deciduous forest 3. Coniferous forest 4. Temperate gladdland <p>ใช้ตอบคำถามข้อ 7 –10</p> <p>“นุ้ยปลูกแคคตัสสายพันธุ์ต่าง ๆ จำนวนมาก วันหนึ่งนุ้ยสังเกตเห็นแคคตัสพบว่า บางส่วนมีลำต้นแฟบ รากเน่า บางต้นหนามสั้น ขนสั้น และบางต้นมีหนามยาว และขนยาว นุ้ยจึงแยกแคคตัสออกเป็น 3 ชุด เพื่อหาสาเหตุ และทำการศึกษาดังนี้</p> <p>ชุดที่ 1 ลำต้นแฟบ รากเน่า</p> <p>ชุดที่ 2 หนามสั้น ขนสั้น</p> <p>ชุดที่ 3 หนามยาว ขนยาว</p> <p>7. สมมติฐานในข้อใดต่อไปนี้ถูกต้องที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. น้ำและคุณภาพของดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแคคตัส 2. น้ำและธาตุอาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแคคตัส 3. ความชื้นและอุณหภูมิอากาศมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแคคตัส
--	---

<p>4. ความชื้นและอุณหภูมิในดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นแคเลคัส</p> <p>8. ตัวแปรต้นในข้อใดเหมาะสมที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความชื้นและอุณหภูมิในดิน 2. ความชื้นและแสงสว่าง 3. น้ำและธาตุอาหาร 4. น้ำและคุณภาพดิน <p>9. นุ้ยควรออกแบบการทดลองอย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด</p>	<p>10. นุ้ยจะสรุปผลการทดลองนี้อย่างไรจึงจะเหมาะสมที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ความชื้นและอุณหภูมิอากาศทำให้แคเลคัสเจริญเติบโตได้ดี 2. ความชื้นและอุณหภูมิในดินทำให้แคเลคัสเจริญเติบโตได้ดีกว่าอุณหภูมิอากาศ 3. น้ำและธาตุอาหารทำให้แคเลคัสเจริญเติบโต 4. น้ำและคุณภาพของดินทำให้แคเลคัสเจริญเติบโต <p>11. กระบวนการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ยกเว้นข้อใด จัดเป็น “ระบบนิเวศ”</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การเกิดไฟป่า 2. การเกิดภูเขาไฟ 3. ไร้อ้อยที่ถูกตัด 4. การระบาดของโลกพีช <p>12. การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในกรณีใดที่อาจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิในบริเวณนั้น ได้มากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เกิดไฟป่าในป่าที่เป็นสังคมสมบูรณ์แล้วนะ 2. บริเวณชายฝั่งทะเลที่เคยถูกน้ำท่วมจากสึนามิ 3. ภูเขาไฟระเบิดพ่นลาวาและเถ้าถ่านออกสู่บริเวณโดยรอบ 4. บริเวณที่เคยทำไร่เลื่อนลอยแล้วปล่อยให้รกร้างไม่ใช้พื้นที่ทำการเกษตรต่อ <p>13. ปัจจัยสำคัญที่ทำให้สมมูลธรรมชาติในกลุ่มสิ่งมีชีวิตขั้นสุดท้ายเสียไป ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ คือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มนุษย์ 2. ไวรัส 3. แบคทีเรีย 4. ถูกทุกข้อ 																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>ชุดที่ 1</th> <th>ชุดที่ 2</th> <th>ชุดที่ 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มธาตุอาหาร</td> <td>ให้น้ำและแสงในปริมาณเท่าเดิม</td> <td>ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>เพิ่มปริมาณน้ำแต่ลดธาตุอาหาร</td> <td>รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม</td> <td>เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร</td> <td>เพิ่มปริมาณน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม</td> <td>ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง</td> </tr> <tr> <td>4.</td> <td>ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร</td> <td>เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง</td> <td>รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม</td> </tr> </tbody> </table>	ข้อ	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	1	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มธาตุอาหาร	ให้น้ำและแสงในปริมาณเท่าเดิม	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง	2	เพิ่มปริมาณน้ำแต่ลดธาตุอาหาร	รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม	เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง	3	ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร	เพิ่มปริมาณน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง	4.	ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร	เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง	รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม	
ข้อ	ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3																		
1	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มธาตุอาหาร	ให้น้ำและแสงในปริมาณเท่าเดิม	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง																		
2	เพิ่มปริมาณน้ำแต่ลดธาตุอาหาร	รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม	เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง																		
3	ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร	เพิ่มปริมาณน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม	ลดปริมาณน้ำแต่เพิ่มปริมาณแสง																		
4.	ลดปริมาณน้ำและธาตุอาหาร	เพิ่มปริมาณน้ำและปริมาณแสง	รดน้ำและให้แสงในปริมาณเท่าเดิม																		

<p>14. ข้อใดไม่ใช่ลักษณะของสิ่งมีชีวิตขั้นสุดท้าย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. สิ่งมีชีวิตหลายชนิดและสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดมีความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม 2. มีการถ่ายทอดพลังงานหลายทิศทางอย่างซับซ้อน 3. พลังงานที่ได้รับเข้าสู่ระบบพลังงานที่ถูกใช้ไป 4. พลังงานที่ได้รับสมมูลกับพลังงานที่สูญเสียไป <p>15. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตสองชนิดที่ต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ร่วมกันและแยกออกจากกันไม่ได้ หมายถึงข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ภาวะเกื้อกูล 2. ภาวะพึ่งพา 3. ภาวะปรสิต 4. ภาวะย่อยสลาย <p>16. ข้อใดต่อไปนี้เป็นข้อคล้องกับภาวะการณืได้ประโยชน์ร่วมกันของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เฟินบนต้นไม้ใหญ่ 2. รากับสาหร่ายสีเขียว 3. นกกินลูกไม้แล้วถ่ายมูลลงบนดิน 4. ไม้เลื้อยพันกับต้นมะม่วง <p>17. ปัจจัยทางกายภาพในข้อนี้มีผลกระทบอย่างมากต่อการกระจายตัวของสัตว์บก</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อุณหภูมิและออกซิเจน 2. อุณหภูมิและน้ำ 3. ออกซิเจนและแสงสว่าง 4. น้ำและคุณภาพ <p>18. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตแบบใดที่สิ่งมีชีวิตทั้งคู่เสียประโยชน์</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ปรสิต 2. ภาวะแข่งขันกัน 3. ลำเหยื้อ 4. ถูกทุกข้อ 	<p>19. ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตคู่ใดที่มีความสัมพันธ์แบบเป็นกลาง</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตือ – สิงโต 2. กบ – แมลง 3. ไคเคนส์ 4. แมงมุม – กระจ่า <p>20. ข้อใดเป็นความสัมพันธ์แบบแข่งขันกัน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. กวาง – เตือ 2. สิงโต – ชีตาร์ 3. หมู – กระจ่า 4. ปลาการ์ตูน – ดอกไม้ทะเล <p>21. ข้อใดต่อไปนี้เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศแบบภาวะเกื้อกูล</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. นกเอี้ยงกับควาย 2. จระเข้กับนกกระสา 3. กาฝากกับต้นไม้ใหญ่ 4. กลั้วไม้กับต้นไม้ใหญ่ <p>22. “สาหร่ายชนิดหนึ่งอาศัยอยู่ในเซลล์ปะการัง ทำให้ปะการังสร้างหินปูนห่อหุ้มร่างกายได้เร็วกว่าปกติและสาหร่ายได้รับแอมโมเนียจากปะการัง” การดำรงชีวิตร่วมกันของสิ่งมีชีวิต 2 ชนิดนี้ เป็นความสัมพันธ์แบบ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. การได้ประโยชน์ร่วมกัน 2. ภาวะพึ่งพากัน 3. ภาวะอิงอาศัย 4. ภาวะปรสิต
--	--

<p>23. ถ้าการสำรวจระบบนิเวศในท้องถิ่นแห่งหนึ่งพบสิ่งมีชีวิตหลากหลายชนิดมาก การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศท้องถิ่นนั้นน่าจะมีลักษณะเป็นอย่างไรมากที่สุด</p> <p>1. สายใยอาหารในบริเวณนั้นส่วนใหญ่เริ่มต้นจากผู้สลายสารอินทรีย์</p> <p>2. โชนอาหารในบริเวณนั้นส่วนใหญ่เริ่มต้นจากผู้สลายอินทรีย์</p> <p>3. พลังงานความร้อนถูกใช้หมุนเวียนอยู่ระบบนิเวศท้องถิ่นนั้นเป็นเวลานาน</p> <p>4. โชนอาหารในบริเวณนั้นส่วนใหญ่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตมากกว่า 5 ชนิด</p> <p>24. ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิต การอยู่แบบล่าเหยื่อ เปรียบได้กับข้อใด</p> <p>1. เสือกับกวาง 2. หนอนกับต้นคะน้า</p> <p>3. เหากับคน 4. ยุงกับสุนัข</p> <p>25. โชนอาหารมีลำดับขั้นการกินเริ่มจากพืชตั้งแต่นก กูเหลือม และเหยี่ยว ตามลำดับถ้าพืชมีพลังงานสะสมอยู่ 35,000 Kcal กูเหลือมจะได้รับพลังงานจากการกินต่อกันเท่าใด (วิเคราะห์)</p> <p>1. 17.5 Kcal 2. 35 Kcal</p> <p>3. 350 Kcal 4. 3,500 Kcal</p> <p>26. เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มสิ่งมีชีวิต A และกลุ่มสิ่งมีชีวิต B ซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตของระบบนิเวศแบบเดียวกัน แต่อยู่คนละที่ สิ่งที่มีโอกาสพบได้มากที่สุด คืออะไร</p> <p>1. จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตใน A เท่ากับ B</p> <p>2. ผู้ผลิต A และ B เป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกัน</p>	<p>3. โยอาหารของ A และ B มีรูปแบบเหมือนกันทุกประการ</p> <p>4. สังคมสมบูรณ์ของ A และ B ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่เหมือนกันทุกชนิด</p> <p>27. ปัจจัยใดที่ส่งผลต่อคุณภาพชีวิตที่ดีแบบยั่งยืนของบุคลากรในชุมชน</p> <p>1. เศรษฐกิจ 2. สิ่งแวดล้อม</p> <p>3. ธรรมชาติ 4. เทคโนโลยี</p> <p>28. การวางท่อ PVC ในทะเลเพื่อเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปะการังเป็นการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืนอย่างไร</p> <p>1. การฟื้นฟู 2. การเก็บกัก</p> <p>3. การรักษาซ่อมแซม 4. การใช้แบบยั่งยืน</p> <p>29. การใช้น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วเป็นน้ำดีสำหรับรดต้นไม้ เปรียบได้กับการกระทำในข้อใด</p> <p>1. ต่อมปลูกผักบนพื้นที่ว่างเปล่า</p> <p>2. ปอยนำถุงผ้าไปใส่ของที่ร้านสะดวกซื้อ</p> <p>3. ฟางเดิมครีมาบน้ำในขวดแชมพูที่หมดแล้ว</p> <p>4. กู้ยน้ำขวดน้ำดื่มมาทำเป็นกล่องดินสอ</p> <p>30. ถ้าต้องการปรับปรุงให้ดินมีประสิทธิภาพสามารถดูดยึดธาตุอาหารพืชไว้ได้มากขึ้น ควรทำตามข้อใดจึงจะเหมาะสมที่สุด</p> <p>1. ปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนกับพืชชนิดอื่น ๆ ในพื้นที่เดียวกัน</p> <p>2. เติมปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมัก หรือปุ๋ยคอก เพื่อช่วยให้ดินสามารถสามารถอุ้มน้ำได้ดี</p> <p>3. เติมปูนขาว หินปูนบด เปลือกหอยป่น คบควูปอกับอินทรีย์วัตถุ</p> <p>4. ไถพรวนดินเพื่อให้ดินร่วนซุย เกิดช่องว่างในดิน และลดความแน่นทึบของดิน</p>
--	---

แบบสอบถาม

ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ชีวภาพโดยใช้แนวคิดสะเต็มศึกษา (STEAM Education) ร่วมกับโครงการเป็นฐาน

คำชี้แจง : แบบสอบถามฉบับนี้ เป็นแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายของระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จึงขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามตามความเป็นจริง ซึ่งไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อผู้เรียนทั้งสิ้น ทั้งนี้เพื่อนำผลกา
รสอบถามเป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนการสอนต่อไป
แบบสอบถามชุดนี้แบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้
ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง สิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

ตอนที่ 1 ข้อมูลสภาพทั่วไป โปรดทำเครื่องหมาย / ลงในช่องที่ตรงกับความจริง

1. เพศ ชาย หญิง

2. อายุ ปี

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความหลากหลายของระบบนิเวศ

แบบสอบถามมี 5 ระดับดังนี้

5 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง พึงพอใจมาก

3 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ข้อที่	รายการประเมิน	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรม ได้คิดวิเคราะห์ลงมือปฏิบัติกิจกรรมจริง					
2	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความหลากหลายเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่เรียน					
3	กิจกรรมการเรียนการสอนมีความเหมาะสมกับเวลา					
4	มีการใช้สื่อและเทคโนโลยี หรือนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้					
5	มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการค้นคว้าและแสวงหาความรู้อย่างต่อเนื่อง					
6	เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต					
7	เนื้อหาความรู้ในรายวิชาที่เรียนส่งเสริมสอดแทรกกิจกรรมการเรียนรู้					
8	เนื้อหา มีความกะทัดรัด ชัดเจน เป็นลำดับขั้นตอน ง่ายต่อการทำความเข้าใจ เชื่อมโยงความรู้เดิมกับความรู้ใหม่					
9	เครื่องมือวัดและประเมินผล / การให้คะแนนมีความเหมาะสม					
10	การประเมินผลมีความหลากหลายและเหมาะสม					
11	ห้องเรียนมีพื้นที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมในการเรียนการสอน					
12	ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ มีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติกิจกรรมอย่างเพียงพอ					
13	ผู้สอนอธิบายเนื้อหาได้ชัดเจน เข้าใจง่าย					
14	ผู้สอนมีความเป็นกันเอง ให้คำแนะนำและรับฟังความคิดเห็น					
15	ผู้สอนมีความรู้ในเนื้อหาวิชาที่สอนเป็นอย่างดี					



รูปภาพกิจกรรมการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 สวนสวยด้วยมือเรา

ใบบันทึกกิจกรรม

รายปทุมทรา

นี่เป็นสิ่งที่น่าสนใจ ซึ่งมีบริเวณพื้นที่รอบบ้านที่บอบบาง และมีอากาศที่หนาวเย็น ทำให้รู้สึกไม่สบายใจ ในบางครั้งก็รู้สึกหนาวๆ ขอบน้ำแข็งในคืนหนาวๆ ไม่มีน้ำที่เพียงพอ ต้นไม้ไม่รอดตายหลายต้นก็อยู่ จึงสนใจที่จะขอต้นไม้มาปลูกที่บ้าน แต่เนื่องจากบ้านมีพื้นที่มีจำกัด น้ำที่พึ่งจะเป็นมาจืดจางกันจน เพื่อให้อากาศมีสีเขียว น้ำที่พึ่งจะเป็นมาจืดจางกันจน สภาพอากาศรอบๆบ้าน และวัตถุประสงค์ในการปลูกต้นไม้เพื่อประดับสวนสวย และเมื่อกลั่นใจบ้านนี้จึงเลือกมาปลูกต้นไม้ต่าง ๆ ที่อยู่ในบ้านมาประดับสวนสวย มีความประณีตและสวยงาม

1. จากการศึกษาสถานการณ์ปัญหาเกี่ยวกับความสวยงามได้ดังนี้

1. ดินปลูกไม่อุ้มน้ำ
2. ต้นไม้บางต้นตาย
3. ต้นไม้บางต้นไม่โต

2. เพื่อจุดเน้นในการสร้างสวนสวยที่สวยงาม

1. ใช้ดินปลูกที่อุ้มน้ำ
2. ใช้พันธุ์ไม้ที่ทนแล้ง
3. ใช้ปุ๋ยบำรุงดิน

รวบรวมข้อมูลและบันทึก

คำชี้แจง : ให้นักเรียนสืบค้นและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระบบนิเวศและการจัดการสวนสวยด้วยมือเรา

www.sites.google.com

ก. ขั้นที่ 1 การระบุปัญหา

ข. ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูล



ค. ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา

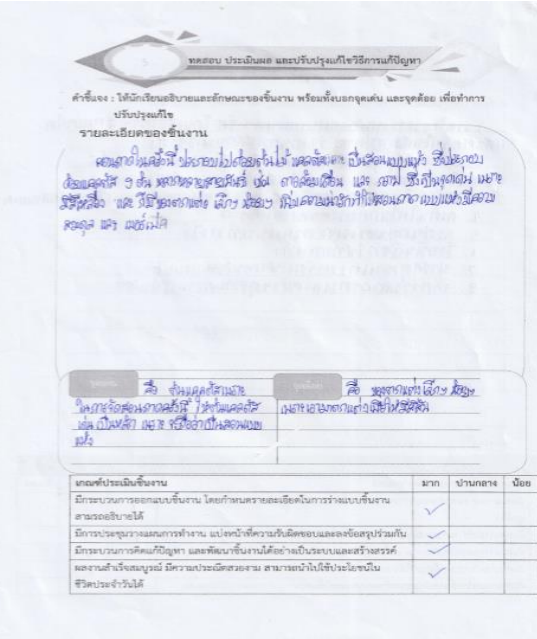
คำชี้แจง : ให้นักเรียนสืบค้นวิธีการดำเนินการและบันทึกขั้นตอนการแก้ปัญหา

1. ออกแบบสวนสวย
2. ขุดดินปลูก
3. ใช้ปุ๋ยบำรุงดิน
4. ใช้พันธุ์ไม้ที่ทนแล้ง
5. ใช้ดินปลูกที่อุ้มน้ำ
6. ใช้ปุ๋ยบำรุงดิน
7. ใช้พันธุ์ไม้ที่ทนแล้ง
8. ใช้ดินปลูกที่อุ้มน้ำ
9. ใช้ปุ๋ยบำรุงดิน

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	เป้าหมาย	บางครั้ง	ไม่เคย
1. สามารถออกแบบและสร้างสวนสวยได้	✓		
2. สามารถอธิบายความหมายและวิธีการแก้ปัญหาได้	✓		
3. สามารถออกแบบสวนสวยได้	✓	✓	
4. สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้และการแก้ปัญหาได้	✓	✓	
5. สามารถอธิบายความหมายและวิธีการแก้ปัญหาได้	✓		

ง. ขั้นที่ 4 การวางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา

ภาพที่ 39 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สวนสวยด้วยมือเรา



ทศสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้มีนักเรียนและผู้เกี่ยวข้องของชิ้นงาน หรือทั้งบุคคลผู้สอน และจุดติง เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไข

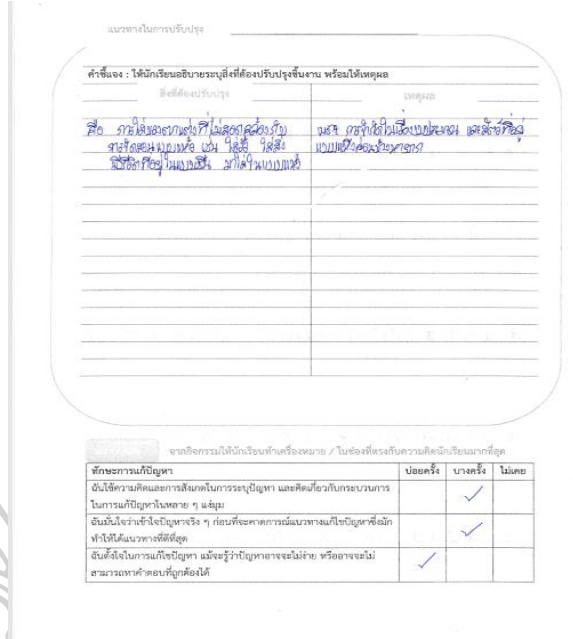
รายละเอียดของชิ้นงาน

ผลงานชิ้นนี้ มีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับครูผู้สอนและผู้เรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการพัฒนาทักษะการคิดและการแก้ปัญหา

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ : ผอ.สว., วิทยากร, ครู, อาจารย์, เจ้าหน้าที่

ชื่อผู้สัมภาษณ์ : ผอ.สว., วิทยากร, ครู, อาจารย์, เจ้าหน้าที่

เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน	มาก	ปานกลาง	น้อย
มีการบูรณาการของชิ้นงาน โดยกำหนดรายละเอียดในการกำหนดชิ้นงานสามารถอธิบายได้	✓		
มีการบูรณาการและการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและจัดอุปกรณ์	✓		
มีการบูรณาการคิดแก้ปัญหา และพัฒนาชิ้นงานได้อย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์	✓		
ผลงานสำเร็จสมบูรณ์ มีความประณีตสวยงาม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	✓		



ทศสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา


คำชี้แจง : ให้มีนักเรียนและผู้เกี่ยวข้องของชิ้นงาน หรือทั้งบุคคลผู้สอน

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์ : ผอ.สว., วิทยากร, ครู, อาจารย์, เจ้าหน้าที่

ชื่อผู้สัมภาษณ์ : ผอ.สว., วิทยากร, ครู, อาจารย์, เจ้าหน้าที่

ทักษะการแก้ปัญหา	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย
ใช้วิเคราะห์และสรุปผลการสังเกตในการแก้ปัญหา และคิดต่อยอดกับกระบวนการในการแก้ปัญหาที่หลาย ๆ อย่าง		✓	
อันนี้ไม่จำเป็นจริง ๆ สอนที่จะหาการค้นคว้าหาแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องทำได้ในระดับที่ดี	✓		
อันนี้ไม่จำเป็นจริง ๆ สอนที่จะหาการค้นคว้าหาแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องทำได้ในระดับที่ดี	✓		
อันนี้ไม่จำเป็นจริง ๆ สอนที่จะหาการค้นคว้าหาแนวทางแก้ปัญหาที่ถูกต้องทำได้ในระดับที่ดี	✓		

จ. ขั้นที่ 5 ทศสอบ ประเมินผล ละปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา



นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

แนวคิดหลัก

วิชาศาสตร์
คือ วิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน

ศติศาสตร์
คือ วิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน

เทคโนโลยี
คือ วิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน

ศิลปะ
คือ วิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน

งานช่าง
คือ วิชาที่เกี่ยวกับการแก้ปัญหา ซึ่งมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวัน

ฉ. ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ภาพที่ 39 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สวนสวยด้วยมือเรา (ต่อ)

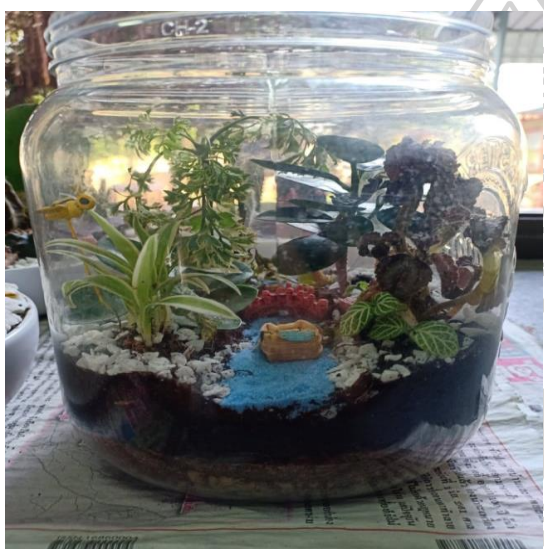


ก. การสืบค้นและเก็บรวบรวมข้อมูล

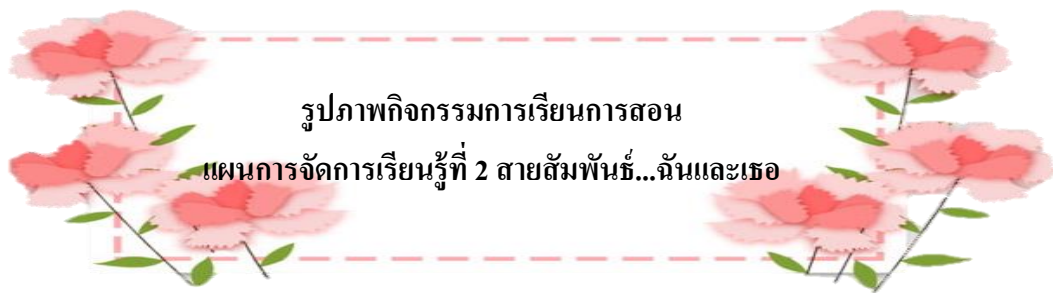


ข. การลงมือปฏิบัติกิจกรรม

ภาพที่ 40 การลงมือปฏิบัติ กิจกรรมกรรมสวนสวยด้วยมือเรา



ภาพที่ 41 ผลงานนักเรียน “กิจกรรมสวนสวนด้วยมือเรา”



แบบบันทึกกิจกรรม

ระบุปัญหา

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำความรู้อันได้จากการเรียนบทที่ 2 มาออกแบบอินโฟกราฟิก เรื่องสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

สมมติว่านักเรียนเป็นตัวแทนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เข้าร่วมกิจกรรมวันพฤกษศาสตร์ที่สวนพฤกษศาสตร์เมือง โดยคุณครูได้มอบหมายให้นักเรียนทำอินโฟกราฟิกเกี่ยวกับสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

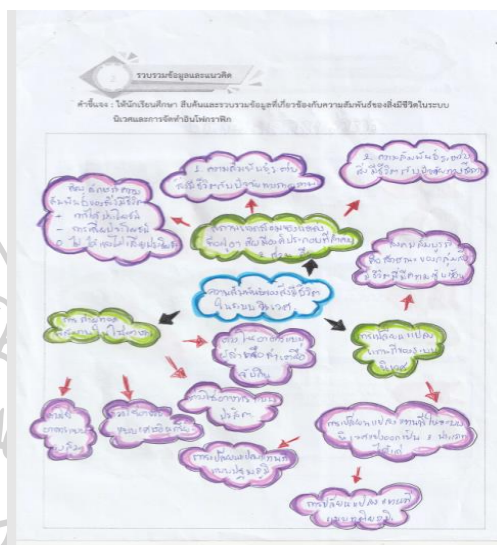
1. เป็นตัวแทนที่นำเสนอความรู้เกี่ยวกับสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ
2. เป็นตัวแทนที่นำเสนอความรู้เกี่ยวกับสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ
3. เป็นตัวแทนที่นำเสนอความรู้เกี่ยวกับสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

หลังจากวิเคราะห์สถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือความท้าทายได้ดังนี้

ใช้แนวคิด : **เส้นทางสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ**

คำสั่ง : ให้นักเรียนนำความรู้อันได้จากการเรียนบทที่ 2 มาออกแบบอินโฟกราฟิก เรื่องสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

1. จุดเริ่มต้นของสายสัมพันธ์...
2. จุดจบของสายสัมพันธ์...
3. ความสัมพันธ์...
4. หน้าที่ของสายสัมพันธ์...



ก. ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ข. ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูล

ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ออกแบบอินโฟกราฟิก เรื่องสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

ค. ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายวิธีการดำเนินงานและเมื่อปฏิบัติตามขั้นตอนที่ออกแบบไว้

- ค้นหาข้อมูล
- วิเคราะห์ข้อมูล
- สรุปข้อมูล
- นำข้อมูลไปใช้ประโยชน์

ข้อคิดเห็น : จากกิจกรรมให้นักเรียนทำเรื่องสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่ค่อย
ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเชื่อมโยงข้อมูล	✓		
ความสามารถในการสื่อสารและอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้		✓	
ความสามารถในการสังเกตและบันทึกข้อมูล		✓	
ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล		✓	
ความสามารถในการทำงานอย่างเป็นระบบ		✓	

ง. ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ภาพที่ 42 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สายสัมพันธ์...ฉันและเธอ

ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

คำชี้แจง : ให้นักเรียนอธิบายรายละเอียดของชิ้นงาน ทดสอบและประเมินผลชิ้นงาน พร้อมทั้งอธิบายจุดเด่นจุดด้อย และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขชิ้นงาน ให้สวยงาม

รายละเอียดของชิ้นงาน

ภาพอินโฟกราฟิก เรื่อง สายสัมพันธ์ นิน และเธอ

ที่เส้นทาง ๑ เส้นทาง ๑ คือแต่ละเส้นทางจะแตกต่างกัน ซึ่งตรงเส้นที่ ๑ แต่ละเส้นทาง แยกได้ คือ เส้นทางที่ 1 จะมีการผสมผสานแบบระเกะ ระพาว่าเกิดจากเส้นทางที่ 2 จะมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสายสัมพันธ์เส้นทางที่ 3 จะเป็นการถ่ายทอดผลงานในภาพนิเวศของสัตว์ชนิดต่างๆ

จุดเด่น	จุดด้อย
- ภาพประกอบสีสันสวยงาม	- ตัวหนังสือเล็กเกินไป
- สีสันประกอบสวยงามและเข้าใจง่าย	อาจทำให้อ่านไม่ชัด และ
- ใช้น้ำหนักสีที่ตัดกัน	ไม่เน้นตัวอักษร

เกณฑ์ประเมินชิ้นงาน	3	2	1
มีกระบวนการออกแบบชิ้นงาน โดยกำหนดรายละเอียดในการร่างแบบชิ้นงาน สามารถอธิบายได้			✓
มีการประชุมวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและองค์ประกอบร่วมกัน	✓		
มีกระบวนการคิดแก้ปัญหา และพัฒนาชิ้นงานได้อย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์	✓		
ผลงานสำเร็จสมบูรณ์ มีความประณีตสวยงาม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	✓		

แนวทางการปรับปรุง

สิ่งที่ต้องปรับปรุง	เหตุผล
- ตัวหนังสือที่เล็กเกินไป	- จะใช้ตัวหนังสือที่โตขึ้นที่ 14-16 และ 18-20

ผลการประเมิน: ๑๖ คะแนน (16/20) คะแนนเต็ม

ทักษะการแก้ปัญหา	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคย
ฉันได้วางแผนและการจัดการในการแก้ปัญหา และคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาในหลาย ๆ ด้าน		✓		
ฉันมีใจรักที่จะแก้ปัญหาจริง ๆ ก่อนที่จะคาดการณ์ว่าผมจะมีปัญหาซึ่งมีค่าไม่ได้ในเวลาที่สั้นที่สุด	✓			
ฉันมีใจรักในการแก้ปัญหา แม้จะรู้ว่าปัญหาอาจจะไม่ง่าย หรืออาจจะไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้	✓			

จ. ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหา

นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

แนวคิดหลัก

วิทยาศาสตร์

รวมเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิต ทั้ง ๑ ส่วน คือ ส่วนสายสัมพันธ์ และ สัตว์ นานาชาติ

คณิตศาสตร์

การคำนวณ สัดส่วน ค่าเฉลี่ย ของข้อความ รูปภาพ สิ่งต่างต่าง ในที่ที่มีความสัมพันธ์กัน

เทคโนโลยี

การใช้ Program Canva ในทำออกแบบ อินโฟกราฟิก เรื่อง สายสัมพันธ์ นิน และเธอ

ศิลปะ

การตกแต่ง รูปภาพ ที่เกี่ยวข้องกับ ทำออกแบบชิ้นงาน เพื่อให้มีความสวยงามและสร้างสรรค์

งานเกษตร

เขียนชวนให้คนมาอนุรักษ์ สืบพันธุ์สัตว์เผ่าพันธุ์กันอนุรักษ์ ศึกษารวมชาติ

ฉ. ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ภาพที่ 42 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง สายสัมพันธ์...นินและเธอ (ต่อ)

สายสัมพันธ์ฉันและเธอ

Route 1 ก่อนร่างเป็นบันทึก นักทำสื่อจะเดินไปเพื่อทำร่างและสัตว์หลายชนิดอาศัยบนต้นไม้ใหญ่

ภาวะปรสิต (parasitism, 0 / 0)
เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีฝ่ายหนึ่งเป็นผู้ยึดเกาะเรียกว่า ปรสิต (parasite) และอีกฝ่ายหนึ่งเป็นเจ้าของบ้าน (host)

ภาวะเกื้อกูล หรือภาวะอิงอาศัย (commensalism, + / 0)
เป็นความสัมพันธ์ที่การอยู่ร่วมกัน โดยที่ฝ่ายหนึ่งได้รับประโยชน์ ส่วนอีกฝ่ายหนึ่งไม่ได้รับประโยชน์ แต่ ไม่เสียประโยชน์



Route 2 เป็นทุ่งหญ้าสีเขียวและดินที่ไม้ใหญ่มีใบปรปราย

การเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ (secondary succession)
เมื่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตเดิมถูกทำลาย แต่ยังมีสิ่งมีชีวิตบางชนิดและสารอินทรีย์ที่สิ่งมีชีวิตต้องการเหลืออยู่จึงเกิดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตใหม่



Route 3 เป็นเส้นทางที่มีลำธารเป็นสายยาวมากกำลังจืดกับปลา และ กวางกำลังจับน้ำที่ลำธาร

การถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
ในระบบนิเวศมีการถ่ายทอดพลังงานจากสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตหนึ่ง เริ่มจากผู้ผลิตได้รับจากแสงอาทิตย์นี้และเคลื่อนที่รอบๆ ออกซิเจนเป็นวัฏจักร ซึ่งจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง พลังงานจากดวงอาทิตย์เปลี่ยนไปอยู่ในรูปของสารอาหารและถ่ายทอดไปยังผู้บริโภครุ่นที่ 1 สัตว์กินพืช

1. ผู้อาหาร (food chain) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการถ่ายทอดพลังงานซึ่งกันและกันที่มีความสัมพันธ์กันหลายๆ โซ่อาหาร


2. สายใยอาหาร (food web) เป็นความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตที่มีการถ่ายทอดพลังงานซึ่งกันและกันที่มีความสัมพันธ์กันหลายๆ โซ่อาหาร



สายสัมพันธ์ ฉันและเธอ

ความสัมพันธ์ในระบบนิเวศ คือ สภาพแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัย มีองค์ประกอบที่สำคัญ อยู่ 2 ส่วน ได้แก่

1. ความสัมพันธ์ทางกายภาพ



ต้นแห้งแล้ง เริ่มมีต้น ไม้ชื้น

2. ความสัมพันธ์ทางชีวภาพ

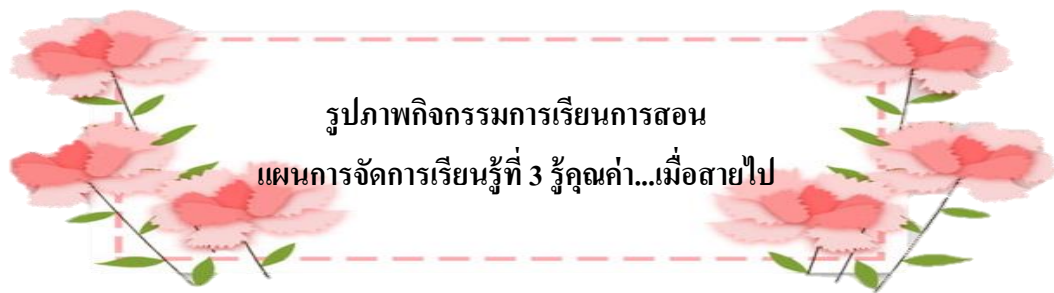
โดยมีลักษณะดังนี้

- + สถานะ คือได้ประโยชน์ - สถานะ คือเสียประโยชน์ 0 สถานะ คือไม่ได้และไม่ได้เสียประโยชน์

- 1.ภาวะพึ่งพา สถานะ ++ เช่น ไคเคนส์ กับสาหร่ายสีเขียว
- 2.ภาวะได้ประโยชน์ร่วมกัน สถานะ ++ เช่น นกเอี้ยง กับ คอวย
- 3.ภาวะอิงอาศัยหรือเกื้อกูล สถานะ +,0 เช่น ปลาฉลาม กับ เหาดลาม
- 4.ภาวะปรสิต สถานะ +,- เช่น เหงา กับ มนุษย์
- 5.ภาวะแก่งแย่งแข่งขัน สถานะ -,- เช่น เสือ กับ สิงโต
- 6.การต่อต้าน สถานะ 0,- เช่น ราเหนืซิลเลียม กับ แบคทีเรีย
- 7.การอยู่ร่วมกันเป็นกลาง สถานะ 0,0 เช่น นก กับ กระต่าย



ภาพที่ 43 ผลงานนักเรียน “กิจกรรมสายสัมพันธ์...ฉันและเธอ”



รูปภาพกิจกรรมการเรียนการสอน แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 รู้คุณค่า...เมื่อสายไป

ใบบันทึกกิจกรรม

1. ระบุปัญหา

สถานการณ์

มีสื่อวิดีโอเกี่ยวกับนักเรียนคนหนึ่งที่ไปเที่ยวพักผ่อนที่ต่างประเทศ แต่พ่อกับแม่กลับมามีอาการอาเจียน ปวดท้อง และมีไข้สูงอย่างหนัก เพราะไม่ได้ทานยาป้องกันโรคท้องร่วงที่ซื้อไว้ที่ร้านขายยา และหลังจากที่กลับมาแล้วมีอาการท้องเสียอย่างรุนแรง ปวดท้องอย่างหนัก และไข้สูงถึง 38.5 องศาเซลเซียส แพทย์แนะนำให้รับประทานยาฆ่าเชื้อและยาแก้ปวด แต่อาการยังไม่ดีขึ้น แพทย์จึงแนะนำให้เข้าโรงพยาบาลเพื่อรับการรักษาที่ถูกต้อง

2. ปัญหาของการเรียนการสอน

1. จากกรณีการขาดการมีอุปกรณ์ป้องกันโรคหรือขาดการได้เรียนรู้เกี่ยวกับโรคท้องร่วงที่รุนแรง เช่น ไข้ไทฟอยด์ ไข้ฉี่หนู ไข้มาลาเรีย และไข้สมองอักเสบ

2. เมื่อเรียนสถานการณ์การระบาดของโรคท้องร่วง เช่น ไข้ไทฟอยด์ ไข้ฉี่หนู ไข้มาลาเรีย และไข้สมองอักเสบ

2. รวบรวมข้อมูลและแนวคิด

ทิวไรชาชงไข่

- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้

ก. ขั้นที่ 1 ระบุปัญหา

ข. ขั้นที่ 2 เก็บรวบรวมข้อมูล

3. ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ทิวไรชาชงไข่

- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้

4. วางแผนการดำเนินการแก้ปัญหา

- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้
- ไข่ไก่สด ต้องล้างให้สะอาดก่อนนำมาใช้

ข้อตกลง	จากกิจกรรมได้ดำเนินการแก้ปัญหา / ใบข้อเท็จจริง/รวบรวมข้อมูลเรียบร้อยแล้ว	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่เคย
ผู้เรียนสามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาได้			✓	
ผู้เรียนสามารถอธิบายความหมายและขั้นตอนเกี่ยวกับวิธีการป้องกันโรคได้		✓		
ผู้เรียนสามารถออกแบบกิจกรรม ละคร/ปฏิทิน และใบกิจกรรมการศึกษาให้ครบถ้วนสมบูรณ์		✓		
ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้ไปใช้ในการทำงานและอธิบายผลการทดลอง				✓
ผู้เรียนสามารถทำงานได้อย่างสร้างสรรค์ และมีขั้นตอนการทำงานอย่างเป็นระบบ		✓		

ค. ขั้นที่ 3 ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา

ง. ขั้นที่ 4 วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา

ภาพที่ 44 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป (1)

5
ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขวิธีการแก้ปัญหา

รายละเอียดของชิ้นงาน

- สืบค้นข้อมูลจากแหล่ง ๑-๑ วิธี
- นำข้อมูลเขียนลงใน กอข
- เขียน วิเคราะห์ของที่ได้
- ส่งเอกสารไปให้
- ส่งในแฟ้มของที่ได้
- ของคู่กันที่ได้
- วิเคราะห์ผล และ สรุปผลเขียนวิธี ในนี้คือประเมินผล

จุดเด่น

- ความ
- การไปของวิธี
- วิธีการ การวิเคราะห์
- การ นำไปใช้

จุดด้อย

- ขั้นตอนไม่ไป และ ผลที่ได้
- ไม่ชัดเจน

เกณฑ์ประเมินชิ้นงานของชิ้น	3	2	1
มีการรวบรวมการออกแบบชิ้นงาน โดยกำหนดรายละเอียดในการดำเนินงาน สามารถอธิบายได้	✓		
มีการประสานวางแผนการทำงาน แบ่งหน้าที่ความรับผิดชอบและสื่อสารสัมพันธ์กัน	✓		
มีการรวบรวมการค้นคว้าปัญหา และพัฒนาชิ้นงานได้อย่างเป็นระบบและสร้างสรรค์		✓	
ผลงานสำเร็จสมบูรณ์ มีความประณีตสวยงาม สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้			✓

แนวทางการปรับปรุง

สิ่งที่ต้องปรับปรุง	เหตุผล
- สืบค้นข้อมูล จาก สื่อที่ตรงผล	- เพราะ สื่อที่เลือกมาเขียนยังไม่ละเอียด
- ผลที่ได้ยังไม่ชัดเจน	- เพราะ ส่งเอกสาร ไปยังไม่เรียบร้อย
- ขั้นตอนไม่ไป	- ขั้นตอนการเขียนยังไม่ละเอียด

จากกิจกรรมให้นักเรียนด้านชื่อเสียงมา / ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นนักเรียนมากที่สุด

กิจกรรมแก้ปัญหา	บ่อยครั้ง	บางครั้ง	ไม่บ่อย
ใช้ความคิดและการสังเกตในการระบุปัญหา และคิดเกี่ยวกับกระบวนการในการแก้ปัญหาในหลาย ๆ อย่าง		✓	
ยืนยันใจว่าเข้าใจปัญหาจริง ๆ ก่อนที่จะคาดการณ์แนวทางแก้ไขปัญหามีหลักฐานได้จนกระทั่งดีที่สุด		✓	
ยืนยันใจในการแก้ปัญหา แม้จะรู้ว่าปัญหาอาจจะไม่ง่าย หรืออาจจะไม่สามารถหาคำตอบที่ถูกต้องได้	✓		

จ. ชั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหา

6
นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

แนวคิดหลัก

วิทยาศาสตร์

หลักการทางวิทยาศาสตร์ มาใช้จริง

คณิตศาสตร์

งานวิจัย และ ข้อมูลที่ได้มาช่วย ประเมินผล

เทคโนโลยี

นำเทคโนโลยีมาช่วยในการแก้ปัญหา ในการติดต่อ ส่งงานให้คนอื่น

ศิลปะ

วิธีการที่ง่าย ๆ ของงาน วิธีดีที่ช่วยงาน

ฉ. ชั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ภาพที่ 44 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป (1)

5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงกระบวนการแก้ปัญหา

รายละเอียดของชิ้นงาน

- ผู้คิดใช้ความทรงจำระยะสั้น - ยาก
- ใช้สิ่งของนอกห้องเรียน
- เนื้อหาคือ ความหมายของคำ ประโยคที่ผู้เรียน ประโยคที่ผู้เรียน ประโยคที่ผู้เรียน
- ใช้สื่อที่แปลกใหม่และเริ่มเก็บไว้ใช้ความทรงจำ

จุดเด่น	จุดด้อย
- สื่อช่วยสอน	- ผู้เรียนบางคน
- ความเป็นกันเอง	- สอนเร็วเกินไป
- ใช้สื่อที่นักเรียนสนใจ	- เนื้อหา
- มีสื่อและสื่อที่ช่วยสอน	

เกณฑ์ประเมินชิ้นงานของชิ้น	3	2	1
มีการเตรียมการก่อนเรียนการสอน โดยกำหนดรายละเอียดในการวางแผนชิ้นงาน สามารถใช้งานได้			✓
มีการปรับรูปร่างและการทำงาน เมื่อมีความจำเป็นของเนื้อหาหรือผู้เรียน	✓		
มีการรวบรวมการแก้ปัญหา และคิดวิเคราะห์ปัญหาและสร้างองค์ความรู้	✓		
ผลงานชิ้นงานของผู้เรียนมีการประเมินผลตามเกณฑ์ที่กำหนด			✓

แนวทางการปรับปรุง

สิ่งที่ต้องปรับปรุง	เหตุผล
ผู้คิดเนื้อหา ต้องอ่านเสียง	ผู้เรียนบางคน และ ผู้ที่คิดเอง
ตัวหนังสือ ที่เล็กเกินไป	ใช้สีที่ชัดเจนกว่า

จากกิจกรรมให้นักเรียนช่วยกันตรวจสอบ / ในข้อนี้ตรวจสอบความพึงพอใจของนักเรียน

ทักษะการแก้ปัญหา	ปกติดี	บางครั้ง	ไม่เคย
ใช้ความคิดและการสังเกตในการแก้ปัญหา และคิดวิเคราะห์ปัญหา		✓	
มีการแก้ปัญหาในหลาย ๆ แนวทาง	✓		
นักเรียนมีความสนใจใฝ่รู้หาความรู้ ๆ ก่อนที่จะทำการค้นคว้าหาความรู้	✓		
นักเรียนมีความตั้งใจใฝ่รู้	✓		
นักเรียนมีความตั้งใจใฝ่รู้หาความรู้	✓		

จ. ขั้นที่ 5 ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไข วิธีการแก้ปัญหา

6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

แนวคิดว่าออก

วิทยาศาสตร์
ภาควิชาชีววิทยา เป็นภาควิชาในสังกัดคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

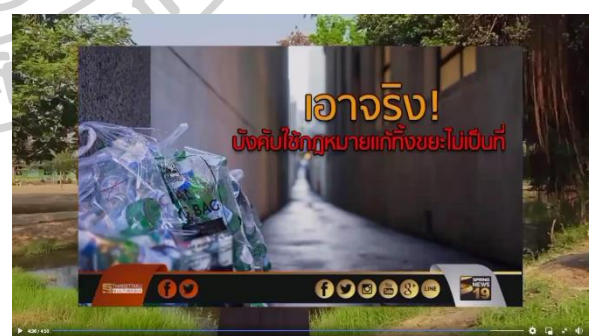
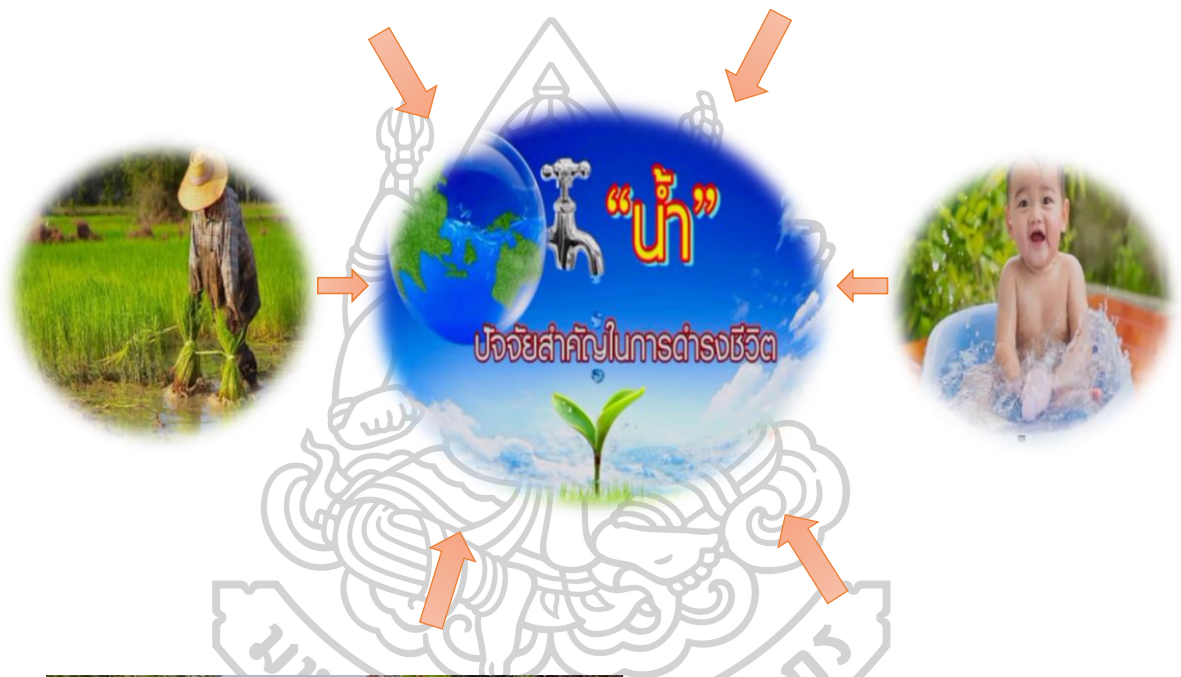
คณิตศาสตร์
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์

เทคโนโลยี
ใช้โปรแกรม Capcut ในการตัดต่อวิดีโอ มอนูมิย์ที่พิมพ์จากมหาวิทยาลัย

ศิลปะ
ปรับภาพแต่ง ตกแต่งวิดีโอให้ดูน่าสนใจและสวยงาม

จ. ขั้นที่ 6 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

ภาพที่ 45 แบบบันทึกกิจกรรม เรื่อง รู้คุณค่า...เมื่อสายไป (2)



ภาพที่ 46 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรน้ำ”

<https://www.facebook.com/wanida.khomloy/videos/1333824276989204>



ภาพที่ 47 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรอากาศ”

<https://www.facebook.com/phaeophan.chanmon.52/videos/893883011399440>



ทรัพยากร
ป่าไม้



ภาพที่ 48 ผลงานนักเรียน “ทรัพยากรป่าไม้”

<https://www.facebook.com/yutt87t78/videos/2908595842793030/>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวจินตหรา คำภาพักตร์
วัน เดือน ปี เกิด	8 มิถุนายน 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดอุทัยธานี
วุฒิการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขา ชีววิทยาประยุกต์
ที่อยู่ปัจจุบัน	31/1 หมู่ 3 ตำบลเขาบางแกรก อำเภอหนองฉาง จ.อุทัยธานี 61170

