



การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



ปาริชาติ ชื่นเจริญ

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
ปีการศึกษา 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4



วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร  
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต  
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา  
ปีการศึกษา 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 "

ของ ปารีชาต ชื่นเจริญ

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา

### คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สิทธิชัย วิชัยดิษฐ)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน  
(ดร.สุรียา ชาปุ)

อนุมัติ

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

<b>ชื่อเรื่อง</b>	การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4
<b>ผู้วิจัย</b>	ปาริชาติ ชื่นเจริญ
<b>ประธานที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรียพร สว่างเมฆ
<b>กรรมการที่ปรึกษา</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด
<b>ประเภทสารนิพนธ์</b>	วิทยานิพนธ์ กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2564
<b>คำสำคัญ</b>	ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ, กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็น ฐาน

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 2) เพื่อศึกษาผลของการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่มีต่อความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 38 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จำนวน 3 เรื่อง ประกอบด้วย บอร์ดเกม Con (Choice of natural) สำหรับการจัดการเรียนรู้เรื่อง ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บอร์ดเกม Ni-na-do-nil สำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ และบอร์ดเกม Kheper สำหรับการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร 2) แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และ 3) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศทั้งหมดได้รับการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับมากที่สุด และมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 77.82/79.89 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 2) ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนหลังเรียนด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสูงกว่า

ก่อนเรียนและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ (ร้อยละ 75) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนมีความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด



<b>Title</b>	DEVELOPMENT OF BOARD GAME-BASED LEARNING ACTIVITY FOR ECOLITERACY PROMOTION IN GRADE 10 <sup>TH</sup> STUDENTS
<b>Author</b>	PHARICHAT CHINCHAROEN
<b>Advisor</b>	Assistant Professor Sureeporn Sawangmek, Ed.D
<b>Co-Advisor</b>	Assistant Professor Maliwan Nakkuntod, Ph.D.
<b>Academic Paper</b>	M.Ed. Thesis in Science Education, Naresuan University, 2021
<b>Keywords</b>	Ecoliteracy, Board game-based learning activity

### ABSTRACT

The purposes of this research were to 1) generate and evaluate effecton of board game-based learning activity which promote ecoliteracy for 10<sup>th</sup> grade student with the criteria 75/75, 2) study the effect of the implementation of the board game-based learning activity on students' ecoliteracy, and 3) study students' opinions towards learning with the board game-based learning activity for ecoliteracy promotion. The sample was 38 grade 10<sup>th</sup> students from one of the large secondary schools in Nakhon Sawan province in the 2020 academic year which were selected by cluster sampling. The research instruments consist of plans of 1) learning activity and three board games promoted ecoliteracy consists of the Con (Choice of natural) board game related to biomes and humans with natural resources and the environment, the Ni-na-do-nil board game related to an ecological succession, and the Kheper board game related to a population transformation, 2) ecoliteracy test, and 3) questionnaires of students' opinions towards learning with the board game-based learning activity for ecoliteracy promotion. The data analysis were the mean, standard deviation, and t-test. The results showed that: 1) all the plans of learning activity and board games in term of promoting ecoliteracy for 10<sup>th</sup> grade students was at the highest level of appropriateness by validity checking from experts. The board games efficacy of application was 77.82/79.89 through the specified criteria, 2) after implementation of the board games, the 10<sup>th</sup> grade students' ecoliteracy score was significantly higher than the prior scor

and the standard criteria (75%) at  $p$  – value  $< 0.05$ , and 3) the overall score of students' opinions towards learning with the board game-based learning activity for ecoliteracy promotion was in highest level.



## ประกาศคุณูปการ

การวิจัยและพัฒนาบอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรีย์พร สว่างเมฆ ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มลิวรรณ นาคขุนทด กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ เป็นอย่างดี จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ดร. ศุภพัชรี ธนสารไพบูลย์ ดร.สุรียา ซาปู้ และนางชุตติมา หาญลำยวง ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือวิจัยในการวิจัย ทำให้การวิจัยครั้งนี้มีความถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียน หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คุณครูวารัตริ วนาภาณุเบศ ผู้เป็นครูที่ปรึกษา คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกแก่ผู้วิจัย เป็นอย่างดีจนทำให้การวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกคนของผู้วิจัยที่ให้กำลังใจ และให้การสนับสนุนเป็นอย่างดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ทั้งปวงอันพึงได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

ปาริชาติ ชื่นเจริญ



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
ประกาศคุณูปการ.....	ช
สารบัญ.....	ซ
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฒ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการศึกษา.....	4
ขอบเขตของงานวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	5
สมมติฐานของการวิจัย.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดกลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560).....	9
1.1 วิสัยทัศน์.....	9
1.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์.....	11
1.3 หลักสูตรและเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	11
1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์.....	13

1.5	คุณภาพผู้เรียน .....	14
1.6	ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง .....	17
1.7	คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชา .....	19
2.	ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	21
2.1	ความหมายและความสำคัญความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy).....	21
2.2	แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy).....	22
2.3	แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ .....	28
2.4	แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	33
3.	แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม (Board Game).....	37
3.1	ความสำคัญของการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้ .....	37
3.2	การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning).....	37
3.3	บอร์ดเกม (Board Game) .....	39
3.4	การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา .....	42
4.	การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม .....	54
4.1	ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ .....	54
4.2	ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ .....	54
4.3	การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ.....	55
4.4	การคำนวณหาประสิทธิภาพ .....	56
4.5	ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ.....	56
5.	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	57
5.1	งานวิจัยภายในประเทศ .....	57
5.2	งานวิจัยต่างประเทศ.....	59

6. กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	60
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย .....	61
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม เป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75.....	61
ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริม ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	71
ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน.....	73
สถิติที่ใช้ในการวิจัย .....	74
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	78
ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็น ฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	78
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังที่ได้รับการจัด กิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	83
ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรม การเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	86
บทที่ 5 บทสรุป .....	87
สรุปผลการวิจัย.....	87
อภิปรายผล .....	88
ข้อเสนอแนะ .....	91
บรรณานุกรม.....	92

ภาคผนวก.....98

ประวัติผู้วิจัย ..... 185



## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1.....	17
ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 31102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	20
ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	27
ตาราง 4 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	62
ตาราง 5 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน.....	65
ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	67
ตาราง 7 แสดงเนื้อหาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	81
ตาราง 8 แสดงผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	81
ตาราง 9 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75.....	83
ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศรายตัวบ่งชี้ของนักเรียน ก่อน และหลังที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	84

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ร้อยละ 75 .....	85
ตาราง 12 แสดงผลการศึกษาค้นคว้าคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	86
ตาราง 13 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	109
ตาราง 14 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	111
ตาราง 15 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร โดยผู้เชี่ยวชาญ .....	113
ตาราง 16 แสดงผลการหาประเมินภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน .....	115
ตาราง 17 แสดงผลการหาประเมินภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน.....	115
ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	128

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าเชื่อมั่น (KR – 20) รายข้อของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	129
ตาราง 20 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 .....	131
ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศรายตัวบ่งชี้ของนักเรียนก่อน และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ..	133
ตาราง 22 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75 .....	134
ตาราง 23 แสดงผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	140
ตาราง 24 แสดงผลความคิดเห็นของนักเรียนต่อผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน.....	142

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการของ Ecoliteracy ตามกรอบแนวคิดของ Bryan.....	24
ภาพ 2 ตัวอย่างแบบวัดระดับเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม .....	35
ภาพ 3 ตัวอย่างแบบวัดการเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม .....	35
ภาพ 4 ตัวอย่างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับการบริการของระบบนิเวศ และการจัดการป่าชุมชน .....	36
ภาพ 5 ตัวอย่างแบบวัดการอนุรักษ์ทางชีววิทยาและการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวัน.....	36
ภาพ 6 ประสบการณ์จากการเล่นเกม.....	49
ภาพ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.....	60
ภาพ 8 บอร์ดเกม Con (Choice of natural).....	79
ภาพ 9 บอร์ดเกม Ni-na-do-nil.....	79
ภาพ 10 บอร์ดเกม Kheper.....	80
ภาพ 11 การทำแบบประเมินวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ.....	181
ภาพ 12 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องไปโอม .....	182
ภาพ 13 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ .....	183
ภาพ 14 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร.....	184



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาของปัญหา

ในธรรมชาติทุกสรรพชีวิตมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและต้องพึ่งพาการทำงานที่สมดุลของระบบนิเวศและทรัพยากรธรรมชาติที่สมบูรณ์เพื่อความอยู่รอด โดยทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นปัจจัยที่มีอยู่อย่างจำกัดในระบบนิเวศ ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญในการดำรงชีวิต (คัตคณัฐ ชื่นวงศ์อรุณ, 2562) อย่างไรก็ตามพบว่าในปัจจุบันทุกประเทศทั่วโลก รวมถึงประเทศไทยต้องประสบปัญหาด้านระบบนิเวศ ทั้งในส่วนของพื้นที่ป่าถูกทำลายทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลงอย่างมาก ทรัพยากรดินเกิดความเสื่อมโทรม ความหลากหลายทางชีวภาพถูกคุกคาม สภาวะโลกร้อนที่ก่อให้เกิดภัยธรรมชาติที่มีความรุนแรงเพิ่มมากขึ้น ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศปัญหาน้ำเสีย ปัญหาขยะมูลฝอยและปัญหาการกักเก็บเสียจากภาคอุตสาหกรรมที่สร้างมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน และเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้มีแนวโน้มว่าจะมีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ทำให้ระบบนิเวศเกิดความเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว (สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561, น. 3)

การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ โดยเฉพาะความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศและการสูญเสียแหล่งที่อยู่อาศัยตามธรรมชาตินั้น มีปัจจัยหลักมาจากการพัฒนาและการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติอย่างเกินขีดจำกัดกำลังเป็นปัญหาด้านระบบนิเวศที่สำคัญของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2559) ซึ่งนักวิทยาศาสตร์เตือนว่า ภายในปีค.ศ 2050 โลกอาจไม่สามารถดำรงประชากรมนุษย์ได้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Graham, 2018) แม้ว่ามนุษย์ถูกจัดว่าเป็นสิ่งมีชีวิตบนโลกที่มีความฉลาดกว่าสิ่งมีชีวิตอื่นในหลาย ๆ เรื่อง แต่ส่วนใหญ่กลับไม่เข้าใจธรรมชาติและระบบนิเวศมีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่ออำนวยความสะดวกของตนเอง จนทำให้เกิดการทำลายสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ส่งผลให้เกิดความไม่สมดุลในระบบนิเวศ และเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในธรรมชาติ (วิทยากร เชียงกุล, 2563)

ในขณะเดียวกัน แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ของประเทศไทยกล่าวว่า ปัจจุบันทรัพยากรธรรมชาติและคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยนั้น กำลังเกิดความเสื่อมโทรม เนื่องจากการใช้ประโยชน์เกินกว่าศักยภาพในการฟื้นตัวของระบบนิเวศ กลายเป็นจุดอ่อนในการรักษาพื้นฐานของการผลิต บริการ และการใช้ชีวิตอย่างยั่งยืน และหากไม่สามารถแก้ไขปัญหาและปฏิรูปให้สัมฤทธิ์ผลได้ในระยะ 4-5 ปีต่อจากนี้ ประเทศไทยต้องพบกับ ปัญหาทรัพยากรเสื่อมโทรมรุนแรงยิ่งขึ้นในที่สุดการพัฒนาประเทศจะไม่สามารถยั่งยืนไปได้ ในระยะยาว ดังนั้นการสร้างสังคมที่ยั่งยืนจึงเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งในปัจจุบัน ซึ่งสามารถทำได้ โดยการเรียนรู้บทเรียนอันมีค่าจากระบบนิเวศ และเพื่อให้เข้าใจระบบนิเวศจำเป็นต้องเรียนรู้พื้นฐาน ของนิเวศวิทยา ภาษาแห่งธรรมชาติ หรือที่เรียกว่าความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) การศึกษาในศตวรรษที่ 21 จึงมีบทบาทในการส่งเสริมความเข้าใจหลักการของการจัดระเบียบชุมชน ทางนิเวศวิทยา และการใช้หลักการเหล่านั้นเพื่อสร้างชุมชนมนุษย์ที่ยั่งยืน โดยความหวังสำหรับ การสร้างอนาคตที่ยั่งยืนของมนุษย์เป็นไปได้ โดยการส่งเสริมให้เยาวชนรู้จัก และใช้ระบบความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) อย่างตื่นตัว (หัสชัย สิทธิรักษ์, 2555)

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า การจัดการศึกษาของไทยได้มีการให้ ความสำคัญกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยในปีพ.ศ. 2563 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา ขั้นพื้นฐาน ร่วมกับกระทรวงศึกษาธิการ ได้กำหนดนโยบายการศึกษาที่สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติ (พ.ศ. 2561-2580) และแผนปฏิรูปประเทศด้านการศึกษา แผนพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ได้แก่ นโยบายด้านการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิต ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2563, น. 27)

แม้ว่าประเทศไทยจะมีการดำเนินการภายใต้เป้าหมายของการพัฒนาที่ยั่งยืนมาตั้งแต่ แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544) ซึ่งผ่านมาเป็นเวลา เกือบสามทศวรรษ ในปัจจุบันกลับพบว่าในทางปฏิบัติของกระบวนการพัฒนานั้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเป็นรูปธรรม เนื่องจากการพัฒนาดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการตระหนักถึงปัญหา ในเชิงฐานความคิด และไม่เข้าใจความเป็นองค์รวมของทุกสรรพสิ่งอย่างแท้จริง ส่งผลให้การพัฒนา ที่ยั่งยืนนั้นไม่ได้มอง “มนุษย์” ในฐานะที่เป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกับ “ระบบนิเวศ” (จิตติมา เจือไทย, 2561)

นักการศึกษาจึงได้ให้ข้อเสนอแนะถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการส่งเสริม ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดย Graham (2018) ได้เสนอการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศนั้น ไม่เป็นเพียงการนำเสนอข้อเท็จจริง หรือเนื้อหาการเรียนรู้เท่านั้น แต่การศึกษา ด้านสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศนั้นผู้เรียนต้องได้ลงมือปฏิบัติด้วย สอดคล้องกับ Goleman,

Bennett, and Barlow (2013) และ Sly (2015) ที่ได้เสนอว่าการเรียนรู้จากประสบการณ์นั้นมีความสำคัญต่อการเรียนเพื่อความยั่งยืน โดยผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริงที่นำไปสู่ชุมชนและสังคมที่ยั่งยืน

นอกจากนี้การศึกษาในช่วงศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนการสอนแบบเชิงรุก (active Learning) นับเป็นสิ่งที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุด เพราะเป็นแนวการจัดการเรียนการสอนเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ และผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติ (จิรพัฒน์ พวงจำปา, 2562) ซึ่งบอร์ดเกม (Board Game) เป็นสื่อวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุกรูปแบบหนึ่ง ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมถึงผู้เรียนนั้นได้ลงมือปฏิบัติ ทำให้เกิดการเรียนรู้จากประสบการณ์ (ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ, 2562; จิรพัฒน์ พวงจำปา, 2562) อีกทั้งการใช้เกมเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนการสอนถือเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสุขกับการเรียน ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ความสำเร็จหรือรางวัลจากเกมเป็นตัวกระตุ้นให้การเรียนการสอนมีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เป็นการนำจิตวิทยาและแรงจูงใจจากเกมมาใช้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนการสอน (เสฐียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย, 2562)

ดังนั้นจึงมีการศึกษาการใช้บอร์ดเกม ในการพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยง และสัมพันธ์กันของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่เกี่ยวข้องมาจากการดำรงชีวิต สภาพแวดล้อม และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก ดังเช่นงานวิจัยของ Tsai, Cheng, Liu, and Chang (2019, pp. 634-645) ที่ได้ทำการศึกษาการใช้บอร์ดเกมเพื่อสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทางชีวภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวัน พบว่านักเรียนในโรงเรียนมัธยมมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้นสามารถสะท้อนคุณค่าของสัตว์ และแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายเกี่ยวกับการอนุรักษ์สัตว์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Callahan, Echeverri, Ng, Zhao, and Satterfield (2019) ที่ได้ทำการศึกษาวิจัยการใช้เกมการ์ด Phylo Trading Card Game หรือ เกม Phylo เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในยุคของ Pokémon โดยเกมนี้เป็นเกมการแข่งขันและการสื่อสารระหว่างกัน เพื่อให้ผู้เล่นทราบถึง สปีชีส์ระบบนิเวศ และเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อม เชิงลบ ผลการวิจัยพบว่าความฉลาดรู้ทางนิเวศวิทยาเพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม และกระตุ้นพฤติกรรม ให้เกิดการป้องกันเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกมการ์ด

Phylo ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แรงจูงใจ และการกระทำที่จำเป็น เพื่อตอบสนองความท้าทายทางนิเวศวิทยา

จากความสำเร็จและสภาพปัญหา รวมทั้งผลของตัวอย่างงานวิจัย ดังที่ได้กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่อาศัยการร่วมมือกัน ของสมาชิกภายในกลุ่ม เพื่อช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

### จุดมุ่งหมายของการศึกษา

- เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75
- เพื่อศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้
  - 2.1 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม
  - 2.2 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75
- เพื่อศึกษาคำความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

### ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

1. ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง
  - 1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียน 260 คน
  - 1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 38 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม
2. ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เป็นเวลา 3 ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน 6 สัปดาห์ รวม 18 ชั่วโมง

### 3. ตัวแปรที่ศึกษา

3.1 ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

4. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเนื้อหาที่ใช้ในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้เลือกใช้นี้เนื้อหา สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ ดังนี้ ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ และการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน หมายถึง แนวทางในการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นสื่อการสอน ซึ่งมีการออกแบบมาให้มีความสนุกสนาน และสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการเรียนนักเรียนเกิดการเรียนรู้ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

- 1) ขั้นนำ คือ ขั้นชี้แจงวิธีการเล่นบอร์ดเกม และกติกาการเล่นบอร์ดเกม
- 2) ขั้นสอน คือ ขั้นที่นักเรียนจะเล่นตามกติกาบอร์ดเกม โดยการเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน
- 3) ขั้นสรุป คือ ขั้นที่มีการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับความรู้ หรือสาระที่นักเรียนได้รับจากการเล่นบอร์ดเกม

4) ขั้นประเมิน คือ ขั้นการประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

2. บอร์ดเกม (Board Game) หมายถึง บอร์ดเกมประเภทวางแผนที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ที่ภายในบอร์ดเกมเป็นการจำลองสถานการณ์ในระบบนิเวศที่เกี่ยวกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต สภาพแวดล้อม และสถานการณ์ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางการป้องกันและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติรวมถึงแนวทางการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงสัมพันธ์สิ่งมีชีวิตและความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยในงานวิจัยนี้ประกอบด้วยบอร์ดเกมจำนวน 3 บอร์ดเกม ได้แก่ บอร์ดเกม Con (Choice of natural) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บอร์ดเกม Ni-na-do-nil สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

เรื่อง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ และบอร์ดเกม Kheper สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร

3. ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) หมายถึง ความเข้าใจระบบธรรมชาติว่าทุกสรรพสิ่งบนโลกมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและพึ่งพากันเพื่อความอยู่รอด รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการป้องกัน ฟื้นฟู และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ เพื่อสร้างชุมชนและสังคมที่ยั่งยืน ประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ด้าน ได้แก่

- 1) ความคิด/แนวคิด หมายถึง ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา
- 2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่ หมายถึง ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับโลก รวมถึงความเข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ
- 3) เคารพผู้อื่น หมายถึง การให้ความสำคัญกับการดำรงอยู่และต้องพยายามพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และคนรุ่นหลัง
- 4) สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน และการกำกับตนเองในการเรียน โดยสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ทำให้ผู้เรียนมีความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสูงขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด 75/75 ดังนี้

75 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียน ระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ภายหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 75

4. ความคิดเห็นของนักเรียน หมายถึง การแสดงความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม มีความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้นกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม มีความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ร้อยละ 75



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าจากแนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยนำเสนอรายละเอียดตามลำดับหัวข้อ ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
  - 1.1 วิสัยทัศน์ หลักการ จุดมุ่งหมาย และสมรรถนะสำคัญของผู้เรียน
  - 1.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์
  - 1.3 หลักสูตรและเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
  - 1.5 คุณภาพผู้เรียน
  - 1.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง
  - 1.7 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชา
2. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy)
  - 2.1 ความหมายและความสำคัญความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
  - 2.2 กรอบแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
  - 2.3 แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
  - 2.4 แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม (Board Game)
  - 3.1 ความสำคัญของการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้
  - 3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning)
  - 3.3 บอร์ดเกม (Board Game)
  - 3.4 การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา
4. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม
  - 4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ
  - 4.2 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ
  - 4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ



- 4.4 การคำนวณหาประสิทธิภาพ
- 4.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ
  - 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ
6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

## 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการเรียนการสอนตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ครอบคลุม ดังนี้

### 1.1 วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4)

#### หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 4)

- 1) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
- 2) เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพ
- 3) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น
- 4) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้
- 5) เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6) เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดมุ่งหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมาย เพื่อให้เกิดกับ ผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 5)

1) มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตนตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญา ของเศรษฐกิจพอเพียง

2) มีความรู้อันเป็นสากลและมีความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3) มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย

4) มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5) จิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนา สิ่งแวดล้อม มีจิตสำนึกที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่าง มีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐาน การเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนาผู้เรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้ผู้เรียน เกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 6)

1) ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสารมีวัฒนธรรม ในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเอง เพื่อแลกเปลี่ยน ข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจา ต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อ ตนเองและสังคม

2) ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิด อย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบเพื่อนำไปสู่การสร้าง องค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3) ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4) ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้องเหมาะสม และมีคุณธรรม

## 1.2 คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุข ในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 7)

1.2.1 รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์

1.2.2 ซื่อสัตย์สุจริต

1.2.3 มีวินัย

1.2.4 ใฝ่เรียนรู้

1.2.5 อยู่อย่างพอเพียง

1.2.6 มุ่งมั่นในการทำงาน

1.2.7 รักความเป็นไทย

1.2.8 มีจิตสาธารณะ

## 1.3 หลักสูตรและเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานศาสตร์

หลักสูตรและเนื้อหาหลักสูตรการเรียนรู้อุทยานศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 3)

### 1.3.1 เป้าหมายของวิทยาศาสตร์

ในการเรียนการรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุด เพื่อให้ได้ทั้งกระบวนการและความรู้ จากวิธีการสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การทดลอง แล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบเป็นหลักการ แนวคิด และองค์ความรู้ การจัดการเรียนรู้อุวิชาศาสตร์ จึงมีเป้าหมายที่สำคัญ ดังนี้

- 1) เพื่อให้เข้าใจหลักการ ทฤษฎี และกฎที่เป็นพื้นฐานในวิชาวิทยาศาสตร์
- 2) เพื่อให้เข้าใจขอบเขตของธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และข้อจำกัดในการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์
- 3) เพื่อให้มีทักษะที่สำคัญในการศึกษาค้นคว้าและคิดค้นทางเทคโนโลยี
- 4) เพื่อให้ตระหนักถึงความสัมพันธ์ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี มวลมนุษย์ และสภาพแวดล้อมในเชิงที่มีอิทธิพลและผลกระทบซึ่งกันและกัน
- 5) เพื่อนำความรู้ ความเข้าใจ ในวิชาวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและการดำรงชีวิต
- 6) เพื่อพัฒนากระบวนการคิดและจินตนาการ ความสามารถในการแก้ปัญหา และการจัดการ ทักษะในการสื่อสาร และความสามารถในการตัดสินใจ
- 7) เพื่อให้เป็นผู้ที่มีจิตวิทยาศาสตร์ มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์

### 1.3.2 เรียนรู้อะไรในวิทยาศาสตร์

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อุวิชาศาสตร์ที่เน้นการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับระดับชั้น โดยกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้

- 1) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ชีวิตในสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์การดำรงชีวิตของพืช พันธุกรรม ความหลากหลายทางชีวภาพ และวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- 2) วิทยาศาสตร์กายภาพ เรียนรู้เกี่ยวกับ ธรรมชาติของสาร การเปลี่ยนแปลงของสาร การเคลื่อนที่ พลังงาน และคลื่น
- 3) วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ เรียนรู้เกี่ยวกับ องค์ประกอบของเอกภพ ปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะ เทคโนโลยีอวกาศ ระบบโลก การเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ และผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

#### 4) เทคโนโลยี

- การออกแบบและเทคโนโลยีเรียนรู้เกี่ยวกับ เทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสมโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

- วิทยาการคำนวณ เรียนรู้เกี่ยวกับ การคิดเชิงคำนวณ การคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ประยุกต์ใช้ความรู้ด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร ในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### 1.4 สารและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กำหนดไว้ 4 สาร ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 7)

##### สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจสมบัติของสิ่งมีชีวิต หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต การลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของระบบต่าง ๆ ของสัตว์ และมนุษย์ที่ทำงานสัมพันธ์กัน ความสัมพันธ์ของโครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ ของพืชที่ทำงานสัมพันธ์กัน รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว ๑.๓ เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสารพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมที่มีผลต่อสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

##### สาระที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสมบัติของสสาร องค์ประกอบของสสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสสารกับโครงสร้างและแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค หลักและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสสาร การเกิดสารละลาย และการเกิดปฏิกิริยาเคมี

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจธรรมชาติของแรงในชีวิตประจำวัน ผลของแรงที่กระทำต่อวัตถุ ลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.3 เข้าใจความหมายของพลังงาน การเปลี่ยนแปลงและการถ่ายโอนพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสสารและพลังงาน พลังงานในชีวิตประจำวัน ธรรมชาติของคลื่นปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง แสง และคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจองค์ประกอบ ลักษณะ กระบวนการเกิด และวิวัฒนาการของเอกภพ กาแล็กซี ดาวฤกษ์และระบบสุริยะ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะที่ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิต และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจองค์ประกอบและความสัมพันธ์ของระบบโลก กระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกและบนผิวโลก ธรณีพิบัติภัย กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศโลก รวมทั้งผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 4 เทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจแนวคิดหลักของเทคโนโลยีเพื่อการดำรงชีวิตในสังคมที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ใช้ความรู้และทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์และศาสตร์อื่น ๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนางานอย่างมีความคิดสร้างสรรค์ด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม เลือกใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการเรียนรู้ การทำงาน และการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ รู้เท่าทัน และมีจริยธรรม

#### 1.5 คุณภาพผู้เรียน

คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 กำหนดไว้ ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 9-12)

1.5.1 เข้าใจการลำเลียงสารเข้าและออกจากเซลล์กลไกการรักษาคุณภาพของมนุษย์ ภูมิคุ้มกันในร่างกายของมนุษย์และความผิดปกติของระบบภูมิคุ้มกัน การใช้ประโยชน์จากสารต่าง ๆ ที่พืชสร้างขึ้น การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม วิวัฒนาการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ความสำคัญและผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อม

1.5.2 เข้าใจความหลากหลายของไบโอมในเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ ของโลกการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

1.5.3 เข้าใจชนิดของอนุภาคสำคัญที่เป็นส่วนประกอบในโครงสร้างอะตอม สมบัติบางประการของธาตุ การจัดเรียงธาตุในตารางธาตุ ชนิดของแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาคและสมบัติต่าง ๆ ของสารที่มีความสัมพันธ์กับแรงยึดเหนี่ยว พันธะเคมีโครงสร้างและสมบัติของพอลิเมอร์ การเกิดปฏิกิริยาเคมีปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีและการเขียนสมการเคมี

1.5.4 เข้าใจปริมาณที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ ความสัมพันธ์ระหว่างแรง มวล และความเร่ง ผลของความเร่งที่มีต่อการเคลื่อนที่แบบต่าง ๆ ของวัตถุ แรงโน้มถ่วง แรงแม่เหล็ก ความสัมพันธ์ระหว่างสนามแม่เหล็กและกระแสไฟฟ้า และแรงภายในนิวเคลียส

1.5.5 เข้าใจพลังงานนิวเคลียร์ความสัมพันธ์ระหว่างมวลและพลังงาน การเปลี่ยนแปลงพลังงานทดแทนเป็นพลังงานไฟฟ้า เทคโนโลยีด้านพลังงาน การสะท้อน การหักเห การเลี้ยวเบน และการรวมคลื่น การได้ยิน ปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับเสียง สึกกับการมองเห็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และประโยชน์ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

1.5.6 เข้าใจการแบ่งชั้นและสมบัติของโครงสร้างโลก สาเหตุ และรูปแบบการเคลื่อนที่ของแผ่นธรณีที่สัมพันธ์กับการเกิดลักษณะธรณีสัณฐาน สาเหตุกระบวนการเกิดแผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิผลกระทบ แนวทางการเฝ้าระวัง และการปฏิบัติตนให้ปลอดภัย

1.5.7 เข้าใจผลของแรงเนื่องจากความแตกต่างของความกดอากาศ แรงคอริโอลิสที่มีต่อการหมุนเวียนของอากาศ การหมุนเวียนของอากาศตามเขตละติจูด และผลที่มีต่อภูมิอากาศ ความสัมพันธ์ของการหมุนเวียนของอากาศ และการหมุนเวียนของกระแสน้ำผิวหน้าในมหาสมุทร และผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศ สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก และแนวปฏิบัติเพื่อลดกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก รวมทั้งการแปลความหมายสัญลักษณ์ลมฟ้าอากาศที่สำคัญจากแผนที่อากาศ และข้อมูลสารสนเทศ

1.5.8 เข้าใจการกำเนิดและการเปลี่ยนแปลงพลังงาน สสาร ขนาด อุณหภูมิของเอกภพ หลักฐานที่สนับสนุนทฤษฎีบิกแบง ประเภทของกาแล็กซีโครงสร้างและองค์ประกอบของกาแล็กซีทางช้างเผือก กระบวนการเกิดและการสร้างพลังงาน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความส่องสว่างของดาวฤกษ์และความสัมพันธ์ระหว่างความส่องสว่างกับโชติมาตรของดาวฤกษ์ความสัมพันธ์ระหว่างสปีดของดาวฤกษ์และสเปกตรัมของดาวฤกษ์วิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงสมบัติบางประการของดาวฤกษ์กระบวนการเกิดระบบสุริยะ การแบ่งเขตบริวารของดวงอาทิตย์ลักษณะของดาวเคราะห์ที่เอื้อต่อการดำรงชีวิต การเกิดลมสุริยะ พายุสุริยะและผลที่มีต่อโลก รวมทั้งการสำรวจอวกาศ และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอวกาศ

1.5.9 ระบุปัญหา ตั้งคำถามที่จะสำรวจตรวจสอบ โดยมีการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลจากหลายแหล่ง ตั้งสมมติฐานที่เป็นไปได้หลายแนวทาง ตัดสินใจเลือก ตรวจสอบสมมติฐานที่เป็นไปได้

1.5.10 ตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาที่อยู่บนพื้นฐานของความรู้และความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ ที่แสดงให้เห็นถึงการใช้ความคิดระดับสูงที่สามารถสำรวจตรวจสอบหรือศึกษาค้นคว้าได้อย่างครอบคลุมและเชื่อถือได้สร้างสมมติฐานที่มีทฤษฎีรองรับหรือคาดการณ์สิ่งที่จะพบเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบตามสมมติฐานที่กำหนดไว้ได้อย่างเหมาะสมมีหลักฐานเชิงประจักษ์ เลือกว่าวัสดุ อุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการในการสำรวจตรวจสอบอย่างถูกต้องทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพ และบันทึกผลการสำรวจตรวจสอบอย่างเป็นระบบ

1.5.11 วิเคราะห์แปลความหมายข้อมูล และประเมินความสอดคล้องของข้อสรุปเพื่อตรวจสอบกับสมมติฐานที่ตั้งไว้ให้ข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงวิธีการสำรวจตรวจสอบ จัดกระทำข้อมูลและนำเสนอข้อมูลด้วยเทคนิควิธีที่เหมาะสม สื่อสารแนวคิด ความรู้จากผลการสำรวจตรวจสอบโดยการพูด เขียน จัดแสดงหรือใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจโดยมีหลักฐานอ้างอิงหรือมีทฤษฎีรองรับ

1.5.12 แสดงถึงความสนใจ มุ่งมั่น รับผิดชอบ รอบคอบ และซื่อสัตย์ใน การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เครื่องมือและวิธีการที่ให้ได้ผลถูกต้อง เชื่อถือได้มีเหตุผลและยอมรับได้ว่าความรู้ทางวิทยาศาสตร์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้

1.5.13 แสดงถึงความพอใจและเห็นคุณค่าในการค้นพบความรู้พบคำตอบหรือแก้ปัญหาได้ทำงานร่วมกับผู้อื่นอย่างสร้างสรรค์แสดงความคิดเห็นโดยมีข้อมูลอ้างอิง และเหตุผลประกอบเกี่ยวกับผลของการพัฒนาและการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม และยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

1.5.14 เข้าใจความสัมพันธ์ของความรู้วิทยาศาสตร์ที่มีผลต่อการพัฒนาเทคโนโลยีประเภทต่าง ๆ และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ส่งผลให้มีการคิดค้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ก้าวหน้าผลของเทคโนโลยีต่อชีวิต สังคม และสิ่งแวดล้อม

1.5.15 ตระหนักถึงความสำคัญและเห็นคุณค่าของความรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ใช้ในชีวิตประจำวัน ใช้ความรู้และกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการดำรงชีวิตและการประกอบอาชีพ แสดงความชื่นชม ภูมิใจ ยกย่อง อ้างอิงผลงาน ชิ้นงานที่เป็นผลมาจากภูมิปัญญาท้องถิ่น และการพัฒนาเทคโนโลยีที่ทันสมัย ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมทำโครงการหรือสร้างชิ้นงานตามความสนใจ

1.5.16 แสดงความซาบซึ้ง ห่วงใย มีพฤติกรรมเกี่ยวกับการใช้และรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอย่างรู้คุณค่า เสนอตัวเองร่วมมือปฏิบัติกับชุมชนในการป้องกันดูแลทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น

1.5.17 วิเคราะห์แนวคิดหลักของเทคโนโลยีได้แก่ ระบบทางเทคโนโลยีที่ซับซ้อน การเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีความสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยีกับศาสตร์อื่น โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์



หรือคณิตศาสตร์วิเคราะห์ เปรียบเทียบ และตัดสินใจเพื่อเลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ประยุกต์ใช้ความรู้ทักษะ ทักษะการเพื่อออกแบบสร้างหรือพัฒนาผลงาน สำหรับแก้ปัญหาที่มีผลกระทบต่อสังคม โดยใช้กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ใช้ซอฟต์แวร์ช่วยในการออกแบบและนำเสนอผลงาน เลือกใช้วัสดุ อุปกรณ์และเครื่องมือได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ปลอดภัย รวมทั้งคำนึงถึงทรัพย์สินทางปัญญา

1.5.18 ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาการคอมพิวเตอร์สื่อดิจิทัล เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสาร เพื่อรวบรวมข้อมูลในชีวิตจริงจากแหล่งต่าง ๆ และความรู้จากศาสตร์อื่นมาประยุกต์ใช้สร้างความรู้ใหม่ เข้าใจการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีผลต่อการดำเนินชีวิต อาชีพ สังคมวัฒนธรรม และใช้อย่างปลอดภัย มีจริยธรรม

#### 1.6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศการถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 16)

#### ตาราง 1 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ	- บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม
2. สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	- การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศเกิดขึ้นได้ตลอดเวลาทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และเกิดจากการกระทำของมนุษย์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
	<p>- การเปลี่ยนแปลงแทนที่เป็นการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นอย่างช้า ๆ เป็นเวลานาน ซึ่งเป็นผลจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบทางกายภาพ และทางชีวภาพ ส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไปสู่สมดุลจนเกิดสังคมสมบูรณ์ได้</p>
<p>3. สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่าง เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</p>	<p>- การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ทั้งทางกายภาพและทางชีวภาพมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร</p>
<p>4. สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม</p>	<p>- มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</p> <p>- ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับประเทศ และบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับโลก</p> <p>- การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นตัวอย่างของแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน</p>

### 1.7 คำอธิบายรายวิชาและโครงสร้างรายวิชา

รายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 31102 กลุ่มสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เวลา 40 ชั่วโมง/ปีการศึกษา

#### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปสู่ลูก และรุ่นต่อไป ซึ่งมีรูปแบบการถ่ายทอดที่หลากหลาย ทั้งรูปแบบตามพันธุศาสตร์เมนเดล หรือรูปแบบที่เป็นส่วนขยายของพันธุศาสตร์เมนเดล อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีนซึ่งเป็นช่วง DNA ที่อยู่บนโครโมโซมกับการกำหนดโปรตีนสังเคราะห์ขึ้น จากยีนที่แต่กันนี้จะผลลักษณะทางพันธุกรรม เกิดความหลากหลาย อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ซึ่งจัดเป็นมิวเทชัน ทั้งในระดับยีนและโครโมโซมซึ่งมีผลต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต ยกตัวอย่างการนำความรู้ เทคโนโลยีทางดีเอ็นเอมาประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ สืบค้นข้อมูลและอธิบายสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกแต่ละบริเวณตามเขตสภาพภูมิอากาศ เกิดเป็นความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ อธิบายและยกตัวอย่างความแตกต่างของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ อภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ และระดับโลกพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสังเกต การสำรวจ ตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูล การทดลอง การอภิปราย การสร้างความคิดรวบยอด การฝึกปฏิบัติ การจัดการ การทำงานกลุ่ม การเสริมสร้างค่านิยม การสื่อความ และการตั้งคำถาม

เพื่อให้รักการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ มีจิตวิทยาศาสตร์ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ สามารถตัดสินใจ มีทักษะในการดำรงชีวิต และนำความรู้วิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้วิชาอื่น และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

#### รหัสตัวชี้วัด/ผลการเรียนรู้

ว 1.1 ม. 4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ

ว 1.1 ม. 4-6/2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

ว 1.1 ม. 4-6/3 สืบค้นข้อมูลอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ว 1.1 ม. 4-6/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

ว 1.3 ม. 4-6/1 อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างยีน การสังเคราะห์โปรตีน และลักษณะทางพันธุกรรม

ว 1.3 ม. 4-6/2 อธิบายหลักการถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนที่อยู่บนโครโมโซมเพศและมัลติเปิล แอลลีล

ว 1.3 ม. 4-6/3 อธิบายผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงลำดับนิวคลีโอไทด์ในดีเอ็นเอต่อการแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิต

ว 1.3 ม. 4-6/4 สืบค้นข้อมูลและยกตัวอย่างการนำมิวแทนต์ไปใช้ประโยชน์

ว 1.3 ม. 4-6/5 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายผลของเทคโนโลยีทางดีเอ็นเอที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ว 1.3 ม. 4-6/6 สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งเป็นผลมาจากวิวัฒนาการ

โครงสร้างรายวิชา

โครงสร้างรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 31102 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 แสดงโครงสร้างรายวิชาและจำนวนชั่วโมงเรียนในรายวิชา วิทยาศาสตร์พื้นฐาน รหัสวิชา ว 31102 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	รหัสตัวชีวิต / ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนักคะแนน
1	พันธุกรรม และวิวัฒนาการ	ว 1.3 ม. 4-6/6	1. วิวัฒนาการและความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต 1.1 ความหลากหลายทางพันธุกรรม 1.2 การคัดเลือกโดยธรรมชาติ	18	30

ลำดับที่	หน่วยการเรียนรู้	รหัสตัวชีวิต / ผลการเรียนรู้	สาระสำคัญ	เวลา (ชั่วโมง)	น้ำหนัก คะแนน
		ประเมินผล (สอบกลางภาคเรียน)		2	20
2	ชีวิตในสิ่งแวดล้อม	ว 1.1 ม. 4-6/1	1. ระบบนิเวศ	18	30
		ว 1.1 ม. 4-6/2	1.1 ไบโอม		
		ว 1.1 ม. 4-6/3	1.2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่		
		ว 1.1 ม. 4-6/4	ของระบบนิเวศ		
			1.3 การเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากร		
			2. มนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		
			2.1 ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		
			2.2 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม		
		ประเมินผล (สอบปลายภาคเรียน)		2	20
		รวม		40	100

## 2. ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ครอบคลุม ดังนี้

### 2.1 ความหมายและความสำคัญความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy)

ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ มาจากภาษาอังกฤษคำว่า Ecoliteracy โดยมีผู้ให้คำนิยามความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศไว้ ดังนี้

Graham (2018) ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ หมายถึง ความสามารถในการเข้าใจระบบธรรมชาติที่ทำให้ชีวิตบนโลกเป็นไป การทำความเข้าใจหลักการจัดระเบียบชุมชนเชิงนิเวศการทำงานร่วมกันและการใช้หลักการเหล่านี้ เพื่อสร้างชุมชนมนุษย์ที่ยั่งยืน

Wahl (2017) ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ หมายถึง ความสามารถในการทำความเข้าใจองค์กรของระบบธรรมชาติและกระบวนการที่รักษาการทำงานของระบบสิ่งมีชีวิตและดำรงชีวิตบนโลก สามารถนำความเข้าใจไปใช้ในการออกแบบ และการจัดระเบียบชุมชนมนุษย์ของเราและการสร้างวัฒนธรรมใหม่

Orr (1992) and Capra (1997) ให้ความหมายความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ หมายถึง ความเข้าใจระบบธรรมชาติที่ทำให้ชีวิตบนโลกเป็นไปได้ ความเข้าใจว่าผู้คนและสังคม มีความสัมพันธ์ระหว่างกันและระบบธรรมชาติอย่างไร และการเป็น ecoliterate คือ การทำความเข้าใจหลักการจัดระเบียบของชุมชนนิเวศวิทยา (ระบบนิเวศ) และใช้หลักการเหล่านั้น เพื่อสร้างชุมชนมนุษย์ที่ยั่งยืน

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช (2562) ใช้คำว่า ภาษาระบบนิเวศ หมายถึง ความสัมพันธ์ของสรรพสิ่งที่ส่งผลต่อชีวิต ที่ดูแลระบบ ที่ขับเคลื่อนระบบหมุนเวียนแร่ธาตุ สภาพแวดล้อมที่เราดำรงอยู่ และที่เอื้อต่อการมีชีวิตของเราได้

จากการศึกษาความหมายของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าความเข้าใจระบบธรรมชาติว่าทุกสรรพสิ่งบนโลกมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงและพึ่งพากันเพื่อความอยู่รอด รวมทั้งการมีส่วนร่วมในการป้องกัน ฟื้นฟู และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศ เพื่อสร้างชุมชนและสังคมที่ยั่งยืนของมนุษย์

## 2.2 แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy)

แนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักการศึกษาและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (McBride et al, 2013, pp.1-20) ดังนี้

Bryan (2010) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความคิด/แนวคิด การกำหนดความรู้ด้านสิ่งแวดล้อมหรือวิทยาศาสตร์ การมีฐานความรู้ที่สำคัญ นั่นคือการศึกษาแบบดั้งเดิมได้เน้นเนื้อหาหรือขอบเขตความรู้และยังคงทำในบริบททางการศึกษาส่วนใหญ่ เราต้องรู้และเข้าใจอะไรเพื่อรักษาคุณภาพชีวิตของเรา ความรู้ อะไรที่ “จำเป็น” หลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยาเป็นสิ่งสำคัญ แต่ในการเรียนรู้จากอดีตและปรับตัวให้เข้ากับอนาคตสิ่งสำคัญคือต้องมีความเข้าใจทั่วไปเกี่ยวกับประวัติศาสตร์ของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อ เกี่ยวข้องกับความสำเร็จหรือความล้มเหลวของสังคมในการปรับตัวให้เข้ากับการทำลายด้านสิ่งแวดล้อมของตนเอง (2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่ ขอบเขตนี้พยายามรวบรวมองค์ประกอบบางอย่างที่มีอิทธิพลต่อการใช้ชีวิตและการคิดเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมของเราทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลก รวมถึงการรับรู้พื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นในขณะนี้ ผู้คนต้องรู้สึกเชื่อมโยงกับสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น และระดับโลกของเรา และโลกเทคโนโลยีที่เคลื่อนที่ได้ องค์ประกอบสุดท้ายของความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่เรารับรู้ต่อสถานที่ที่เราอาศัยอยู่ แม้ว่าจะมีการให้ความสำคัญกับผลกระทบเชิงลบของเรามาก แต่สิ่งสำคัญ คือ เราารู้สึกว่าเราสามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเราได้ ซึ่งเป็นสาระสำคัญของการรับรู้ความสามารถของตนเอง และสิ่งสำคัญของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศที่จำเป็น คือ การตระหนักว่าเราสามารถสร้างผลกระทบเชิงบวกได้ การเพิ่มขีดความสามารถแบบนี้มีความสำคัญในระดับบุคคล และชุมชน

(3) เคารพผู้อื่น (ความแตกต่าง) คือ สิ่งที่รวมความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และวัฒนธรรม คุณภาพชีวิตที่จำเป็นต้องอาศัยความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศไม่ใช่แค่ของคุณเท่านั้น แต่ยังใช้ได้กับบุคคลอื่น ชุมชนอื่น วัฒนธรรมอื่น และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ขอบเขตนี้พูดถึงความ ยุติธรรมทางสังคม และสิ่งแวดล้อม ต้องใช้ทักษะความรู้ความเข้าใจที่สำคัญสองประการดังกล่าวไว้ ก่อนหน้านั้น และทักษะด้านจริยธรรมในทางปฏิบัติ เพื่อค้นหาการประนีประนอมเมื่อเราแบ่งปัน ทรัพยากร อีกสองประการที่ต้องได้รับการพิจารณาด้วยเช่นกัน ประการแรก คือ การพิจารณา แบบองค์รวมเกี่ยวกับระบบนิเวศ คือ ระบบนิเวศไม่ใช่เฉพาะสิ่งมีชีวิต การขัดแย้งกันระหว่างสิทธิ ส่วนบุคคล มนุษย์ แต่จะมีความเกี่ยวข้องกันมากขึ้นเมื่อเราถูกบังคับให้พิจารณาว่าระบบนิเวศ และสายพันธุ์ใดควรค่าแก่การเลี้ยงดูในโลกที่กำลังหดตัว ระบบนิเวศจะต้องปรับตัวเพื่อที่จะ เจริญเติบโตเช่นเดียวกับที่เราต้องการ คนรุ่นหลัง คือ บุตรหลานของเราเป็นหัวใจสำคัญของคำจำกัด ความส่วนใหญ่ของความยั่งยืน และมีสิ่งดึงดูดความสนใจมากมายต่อคุณภาพชีวิตของคนรุ่นต่อไป การศึกษา ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ที่จำเป็นนั้นต้องการความเคารพขั้นพื้นฐานสำหรับ ความเป็นอยู่ที่ดีของคนรุ่นต่อไปในอนาคต เราต้องพิจารณาคูณภาพชีวิตที่อยู่ นอกเหนือจากการเติบโต ทางเศรษฐกิจหรือวัฏจักรการเมืองในอนาคต (4) สมรรถนะ คือ ทักษะทาง ประกอบด้วย ความสามารถในเชิง ปฏิบัติและวิธีการในการคิดที่หลากหลาย รวมถึงการใช้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ จริยธรรมในทางปฏิบัติ และทักษะทางสังคมการเมือง ซึ่งแตกต่างกันไปตามวัฒนธรรม เนื่องจากทักษะเหล่านี้ล้วนต้องการการฝึกฝนและการพัฒนาจิตใจ เมื่อได้รับการฝึกฝนพวกเขา จึงมีส่วนช่วยในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาที่ซับซ้อน และมีโครงสร้างที่ไม่ดี ซึ่งมักจะเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อม การผสมผสานการวิจัยสมัยใหม่เกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจขอบเขต สมรรถนะยังรวมถึงการเรียนรู้ที่จะควบคุมตนเอง ซึ่งรวมถึงอภิปัญญา แรงจูงใจ และการดำเนินการ เชิงกลยุทธ์ จากมุมมองของระบบนิเวศ ผู้เรียนที่ควบคุมตนเองอาจได้รับการพิจารณาว่าสามารถ ปรับตัวทางปัญญาได้ พวกเขาสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้ในแง่การศึกษามักเป็นผู้เรียน ที่มีประสิทธิภาพตลอดชีวิต เพื่อรักษาคุณภาพชีวิตของพวกเขา บุคคล และชุมชนจะต้องปรับตัวเข้ากับ ความรู้ใหม่หรือเงื่อนไขที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการของ Ecoliteracy ตามกรอบแนวคิดของ Bryan (2010) สามารถสรุปได้ ดังนี้



ภาพ 1 องค์ประกอบสำคัญ 4 ประการของ Ecoliteracy ตามกรอบแนวคิดของ Bryan



Capra (1997) and Center for Ecoliteracy (2013) กล่าวว่า สมรรถนะสำหรับ ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความคิด/ความรู้ความเข้าใจ หมายถึง ความเข้าใจประเด็นปัญหาจากมุมมองของระบบ เข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา คิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์และนี่ก็ถึงผล ที่จะเกิดขึ้นในระยะยาว (2) จิตใจ/อารมณ์ หมายถึง ความรู้สึกห่วงใยความสามารถในการเข้าใจ ความรู้สึกของผู้อื่นและเคารพสิ่งมีชีวิต และผู้อื่น ชื่นชมมุมมองที่หลากหลายเพื่อความเสมอภาค และความยุติธรรมสำหรับทุกคน (3) ลงมือทำ/สร้าง ความสามารถในการสร้างและใช้เครื่องมือ และกระบวนการที่นำไปสู่ชุมชนและสังคมที่ยั่งยืนอย่างมีประสิทธิภาพ ประเมินและปรับการใช้พลังงาน และทรัพยากร และ (4) ความรู้สึก/ความสัมพันธ์มีประสบการณ์ที่ดีและไม่ดีต่อธรรมชาติ รู้สึกเคารพ โลก และทุกสิ่งมีชีวิตรู้สึกผูกพันและเห็นคุณค่าทุกสถานที่ รู้สึกถึงความเป็นเครือญาติกับธรรมชาติ และทำให้เกิดความรู้สึกนั้นกับผู้อื่น

Cutter-Mackenzie and Smith (2003) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ประกอบด้วย 4 ระดับ ได้แก่ (1) ความเข้าใจเชิงนิเวศเพียงเล็กน้อยและความเข้าใจผิดมากมาย เกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อม (2) ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศเล็กน้อยและการใช้คำศัพท์พื้นฐานบางคำ ที่ใช้ในการสื่อสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมโดยเริ่มระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมและประเด็นปัญหาที่เสนอแนว ทางแก้ไข (3) ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศเชิงหน้าที่/การดำเนินงาน ความเข้าใจในองค์กรและหน้าที่ (การทำงาน) ของระบบสิ่งแวดล้อมและการมีปฏิสัมพันธ์กับระบบความรู้และทักษะของมนุษย์ และ (4) ความเข้าใจ อย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศมีวิวัฒนาการสูงว่าผู้คนที่ และสังคม และระบบธรรมชาติมีความสัมพันธ์กันอย่างไรและจะอย่างไรให้เกิดความเข้าใจอย่าง ถ่องแท้เกี่ยวกับวิกฤตสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน การทำความเข้าใจรูปแบบของการพัฒนาอย่างยั่งยืน สามารถสังเคราะห์ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและดำเนินการในลักษณะที่นำไปสู่ความยั่งยืนของ สิ่งแวดล้อม

Orr (1992) กล่าวว่า พื้นฐานของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ คือ ความรู้ความเข้าใจใน และความสามารถในการปฏิบัติความเข้าใจอย่างกว้างว่าผู้คนและสังคมและระบบธรรมชาติมี ความสัมพันธ์กันอย่างไร และจะอย่างไรให้ยั่งยืนความเข้าใจเกี่ยวกับความเร็วของวิกฤตสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้น ความเข้าใจในแนวคิดในการควบคุมธรรมชาติ และวิธีการที่ผู้คนและสังคมทั้งหมดได้ กลายเป็นผู้ทำลาย การพัฒนาจิตสำนึกต่อระบบนิเวศ และการมีส่วนร่วมในความยั่งยืน

Wooltorton (2006) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศมีทั้งหมด 6 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความรู้สึกของความเชื่อมโยงระหว่างกันในระบบนิเวศกับวงจรชีวิตบนพื้นฐานของการเอาใจ ใส่และความเห็นอกเห็นใจ ความกว้างขวางของความคิด และเคารพผู้อื่นบนพื้นฐานของการเคารพใน ความแตกต่าง (2) ความสำนึกในสถานที่และการมีส่วนร่วมในการเป็นพลเมืองในวัฒนธรรมท้องถิ่น

ประวัติศาสตร์และชุมชนอินทรีร่วมกับระบบนิเวศ (3) ความคิดเชิงระบบและความสัมพันธ์ ความรู้สึกของความสัมพันธ์ความเชื่อมโยงและบริบท (4) การศึกษากระบวนการทัศน์ระบบนิเวศใน ภาพรวมความสัมพันธ์และเครือข่ายการให้ความสำคัญกับความรู้อตามบริบทการพิจารณาคุณภาพ ความสนใจในกระบวนการศึกษารูปแบบ (5) การเรียนการรู้เพื่อความยั่งยืนเป็นประสบการณ์แบบมี ส่วนร่วมและสหวิชาชีพโดยเน้นที่กระบวนการเรียนรู้ และ (6) การอ่านโลกแห่งธรรมชาติ และวัฒนธรรม การมีส่วนร่วมกับธรรมชาติในช่วงต้นของชีวิตโดยมีความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศเป็น การอ่านออกเขียนได้ครั้งแรก



จากแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักการศึกษาและองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปองค์ประกอบได้ดังตาราง 3

**ตาราง 3 แสดงการเปรียบเทียบกรอบแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ**

ปี	ผู้ศึกษา	ความรู้					พฤติกรรม ที่รับผิดชอบต่อ ต่อสิ่งแวดล้อม
		ผลกระทบ	นิเวศวิทยา	สังคม-การเมือง	ปัญหาสิ่งแวดล้อม	ทักษะการเรียนรู้	
1992	Orr	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1997/2002/2013	Capra, Cfe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2003	C.M. and S.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2006	Wooltorton	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2010	Bryan	✓	✓	✓	✓	✓	✓

หมายเหตุ: Cfe คือ Center for Ecoliteracy, C.M. and S. คือ Cutter-Mackenzie and Smith

เมื่อพิจารณากรอบแนวคิดเกี่ยวกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ พบว่าองค์ประกอบของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักการศึกษาและองค์กรต่าง ๆ มีลักษณะคล้ายคลึงกันโดยในงานวิจัยผู้วิจัยสนใจศึกษาองค์ประกอบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของ Bryan เพื่อพัฒนาบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ (1) ความคิด/แนวคิด (2) ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่ (3) เคารพผู้อื่น และ (4) สมรรถนะ

### 2.3 แนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

Goleman, Bennett, and Barlow (2013) ได้ระบุแนวทางปฏิบัติในการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ 5 ประการ ดังนี้

#### 1. การพัฒนาความเห็นอกเห็นใจสำหรับทุกรูปแบบของชีวิต

เด็กส่วนใหญ่แสดงความเอาใจใส่และความเมตตาต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ นี่เป็นตัวบ่งชี้หลายประการที่แสดงให้เห็นว่ามนุษย์เชื่อมโยงกับความรู้สึกเอาใจใส่และห่วงใยต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ผู้สอนสามารถพัฒนาความรู้สึกนี้ได้ ดังนี้

1.1 สร้างบทเรียนในชั้นเรียนที่เน้นบทบาทสำคัญของพืชและสัตว์ในการดำรงชีวิต

1.2 ให้ผู้เรียนสัมผัสโดยตรงกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

1.3 การทัศนศึกษาพื้นที่ธรรมชาติ สวนสัตว์ สวนพฤกษศาสตร์ และศูนย์ช่วยเหลือ

สัตว์

1.4 ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในโครงการภาคสนาม เช่น ฟื้นฟูที่อยู่อาศัย

1.5 การศึกษาวัฒนธรรมพื้นเมือง

โดยให้ผู้เรียนมองว่าตนเองมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับพืช สัตว์ แผ่นดิน และวัฏจักรของชีวิต โลกทัศน์ของการพึ่งพาซึ่งกันและกัน ชี้นำการใช้ชีวิตประจำวันและช่วยให้สังคมเหล่านี้ดำรงอยู่ได้ ซึ่งการพัฒนาในรูปแบบต่าง ๆ เน้นที่ความสัมพันธ์กับสิ่งรอบตัวผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ว่าสังคมดำรงชีวิตอย่างไร เมื่อให้สำคัญกับชีวิตในรูปแบบอื่น

#### 2. การยึดความยั่งยืนเป็นแนวทางปฏิบัติของชุมชน

สิ่งมีชีวิตไม่สามารถอยู่รอดได้อย่างโดดเดี่ยว แต่สายใยแห่งความสัมพันธ์ภายในชุมชนนั้น สิ่งมีชีวิตจะกำหนดความสามารถโดยรวมในการอยู่รอดและเติบโต การเรียนรู้วิธีมีทัศนคติที่พืช สัตว์ และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ พึ่งพาซึ่งกันและกัน ผู้เรียนจะได้รับแรงบันดาลใจให้พิจารณาบทบาทของความเชื่อมโยงระหว่างกันภายในชุมชนของพวกเขา และเห็นคุณค่าในการเสริมสร้างความสัมพันธ์เหล่านั้น โดยการคิดและการแสดงความร่วมมือ ผู้เรียนสามารถพิจารณาได้ว่าการปฏิบัติในชีวิตประจำวันของพวกเขาให้ความสำคัญกับประโยชน์ส่วนรวมหรือไม่

### 3. การทำให้มองไม่เห็น

ในอดีตและบางวัฒนธรรมที่ยังคงดำรงอยู่ถึงในปัจจุบันเส้นทางระหว่างการเดินทางตัดสินใจ และผลที่ตามมาที่นั่นและมองเห็นได้ ตัวอย่างเช่น หากครอบครัวที่อยู่อาศัยได้ทำลายพื้นที่ของ ต้นไม้ในไม่ช้าอาจประสบปัญหา น้ำท่วม การพังทลายของดิน การขาดร่มเงาและความหลากหลาย ทางชีวภาพลดลงอย่างมาก

แต่เศรษฐกิจโลกได้สร้างคนตาบอดที่ป้องกันพวกเราหลายคนจากการประสบกับ ผลกระทบอันกว้างขวางของการกระทำของมนุษย์ ตัวอย่างเช่น ในขณะที่เราใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเพิ่มขึ้น จึงเป็นเรื่องยาก (และยังคงเป็นเรื่องยากสำหรับหลาย ๆ คน) ที่จะเชื่อว่ามนุษย์เรากำลังขัดขวางบาง สิ่งบางอย่างของสภาพอากาศของโลก แม้ว่าสถานที่บางแห่งบนโลกจะเริ่มเห็นหลักฐาน การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ แต่พวกเราส่วนใหญ่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เราอาจสังเกตเห็น สภาพอากาศที่ผิดปกติ แต่สภาพอากาศในแต่ละวันไม่เหมือนกับสภาพอากาศที่แปรปรวน เมื่อเวลา ผ่านไปหากมุ่งมั่นที่จะพัฒนาวิธีการดำเนินชีวิตที่สอดคล้องกับชีวิตมากขึ้นเราต้องหาวิธีที่จะทำให้ มองเห็นสิ่งที่ดูเหมือนมองไม่เห็น

นักการศึกษาสามารถช่วยได้ด้วยกลยุทธ์หลายประการ สามารถใช้เครื่องมือบนเว็บไซต์ เช่น Google Earth เพื่อให้ผู้เรียนสามารถ "เดินทาง" แบบเสมือนจริง และดูภูมิภาคในภูมิภาค และประเทศอื่น ๆ นอกจากนี้ยังสามารถแนะนำผู้เรียนให้รู้จักกับแอปพลิเคชันทางเทคโนโลยี เช่น Good Guide และ Fooducate ซึ่งคัดสรรมาจากงานวิจัยจำนวนมากในรูปแบบที่เข้าใจง่าย ซึ่งเปิดเผยผลกระทบของผลิตภัณฑ์ในครัวเรือนบางชนิดที่มีต่อสุขภาพสิ่งแวดล้อม และความยุติธรรม ทางสังคม ผ่านเว็บไซต์เครือข่ายสังคมผู้เรียนยังสามารถสื่อสารโดยตรงกับพลเมืองในพื้นที่ห่างไกล และเรียนรู้โดยตรงถึงสิ่งที่คนอื่น ๆ กำลังประสบซึ่งผู้เรียนส่วนใหญ่มองไม่เห็น ในบางกรณีผู้สามารถ จัดทัศนศึกษาเพื่อสังเกตสถานที่ที่ถูกทำลายอย่างเจ็บปวด ๆ ได้โดยตรงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบ ที่ให้พลังงานแก่พวกเรา

### 4. การคาดการณ์ผลลัพธ์ที่ไม่ได้ตั้งใจ

วิกฤตสิ่งแวดล้อมหลายอย่างที่เผชิญอยู่ในปัจจุบันเป็นผลจากพฤติกรรมของมนุษย์ โดยไม่ได้ตั้งใจ เช่น ผลกระทบร้ายแรงมากมายที่เกิดจากการพัฒนาความสามารถทางเทคโนโลยีใน การเข้าถึงการผลิตและใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ความสามารถทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ เหล่านี้ส่วนใหญ่ถูก มองว่าเป็นความก้าวหน้าสำหรับสังคม เมื่อไม่นานมานี้สาธารณชนได้ตระหนักถึงข้อเสียของการพึ่งพา เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น มลพิษการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ผู้สอนสามารถสอนกลยุทธ์ที่สำคัญ สำหรับการคาดการณ์ผลลัพธ์ที่ไม่ได้ตั้งใจ ดังนี้

- หลักการป้องกัน เมื่อกิจกรรมคุกคามคาดการณ์ว่าจะส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อมหรือสุขภาพของมนุษย์ ควรดำเนินการป้องกันโดยไม่คำนึงว่าความสัมพันธ์ของเหตุ

และผลนั้นเป็นไปตามหลักวิทยาศาสตร์หรือไม่ (ซึ่งปัจจุบันมีผลบังคับใช้ในหลายประเทศและบางแห่งในสหรัฐอเมริกา)

- การเปลี่ยนจากการวิเคราะห์ปัญหา การใช้มุมมองการคิดเชิงระบบที่ตรวจสอบความเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของปัญหา ผู้ที่สามารถประยุกต์ใช้การคิดเชิงระบบได้มักจะทำนายผลที่เป็นไปได้ของการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยที่ดูเหมือนจะเป็นส่วนหนึ่งของระบบซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทั้งระบบได้ดี

ไม่ว่าจะใช้หลักการป้องกันและการคิดเชิงระบบอย่างเชี่ยวชาญเพียงใดก็ยังคงพบกับผลที่ไม่คาดคิดจากการกระทำของมนุษย์ การสร้างความยืดหยุ่น เช่น โดยการย้ายออกจากการเกษตรพืชเชิงเดี่ยว หรือโดยการสร้างระบบอาหารหรือเครือข่ายพลังงานจากส่วนกลางในท้องถิ่นเป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์ที่สำคัญในการอยู่รอดในสถานการณ์เหล่านี้

#### 5. การเข้าใจว่าธรรมชาติดำรงชีวิตอย่างไร

หลักการที่สำคัญ 3 ประการที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตแบบผู้รู้ระบบนิเวศ (Ecoliterate) ประกอบด้วย

ประการที่หนึ่ง ผู้รู้ระบบนิเวศวิทยาได้เรียนรู้จากธรรมชาติว่าสิ่งมีชีวิตทั้งหมดเป็นสมาชิกของสายใยแห่งชีวิตที่ซับซ้อนและเชื่อมโยงกันและสมาชิกเหล่านั้นที่อาศัยอยู่ในสถานที่แห่งใดแห่งหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับความเชื่อมโยงระหว่างกันเพื่อความอยู่รอด ผู้สอนสามารถเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่หลากหลายภายในสถานที่ตั้งโดยให้นักเรียนศึกษาสถานที่นั้นเป็นระบบ

ประการที่สอง ผู้รู้ระบบนิเวศวิทยามักตระหนักมากขึ้นว่าระบบมีอยู่ในระดับต่าง ๆ โดยธรรมชาติแล้วสิ่งมีชีวิตเป็นสมาชิกของระบบที่ซ้อนอยู่ภายในระบบอื่น ๆ ตั้งแต่ระดับจุลภาคไปจนถึงระดับมหภาค แต่ระดับสนับสนุนคนอื่น ๆ ในการดำรงชีวิต เมื่อผู้เรียนเริ่มเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างกันที่สลับซับซ้อนที่ค้ำจุนระบบนิเวศพวกเขา ผู้เรียนจะสามารถเข้าใจถึงผลกระทบของการอยู่รอดที่แม้จะมีความวุ่นวายเล็กน้อยหรือความสำคัญของการเสริมสร้างความสัมพันธ์ที่ช่วยให้ระบบตอบสนองต่อการรบกวน

ประการที่สาม ผู้รู้ระบบนิเวศวิทยาจะรวมตัวกันปฏิบัติวิถีชีวิตที่ตอบสนองความต้องการของคนรุ่นปัจจุบัน ในขณะเดียวกันก็สนับสนุนความสามารถโดยธรรมชาติของธรรมชาติในการดำรงชีวิตไปสู่นาคต พวกเขาได้เรียนรู้จากธรรมชาติว่าสมาชิกของระบบนิเวศที่ดีไม่ละเมิดทรัพยากรที่พวกเขาต้องการเพื่อการอยู่รอด พวกเขายังได้เรียนรู้จากธรรมชาติเพื่อรับเฉพาะสิ่งที่ต้องการและปรับพฤติกรรม สิ่งนี้ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้ที่จะมีมุมมองที่ยาวนานเมื่อต้องตัดสินใจว่าจะดำเนินชีวิตอย่างไร

Sly (2015) ได้ระบุกลยุทธ์การสอนที่หลากหลายโดยอาศัยการปฏิบัติที่ตรงกับระดับการพัฒนาของผู้เรียนและการวิจัยโดยใช้สมอง เพื่อส่งเสริมความรู้ทักษะและคุณค่าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน ดังนี้

### 1. การเรียนรู้ตามสถานที่

การเรียนรู้ตามสถานที่เริ่มต้นด้วยการถามคำถาม เช่น "ฉันอยู่ที่ไหนประวัติศาสตร์ ธรรมชาติ และสังคมของสถานที่นี้เป็นอย่างไร สถานที่นี้เข้ากับโลกได้อย่างไร" ซึ่งการเรียนรู้ตามสถานที่ประสบความสำเร็จเกี่ยวข้องกับผู้เรียนในฐานะผู้มีส่วนร่วมในชีวิตของชุมชนของพวกเขา โดยแสดงให้เห็นถึงลักษณะต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- การเรียนรู้จะพาผู้เรียนออกจากห้องเรียนและเข้าไปในชุมชน และสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ

- การมีส่วนร่วมของผู้เรียนสร้างความแตกต่างให้กับคุณภาพสิ่งแวดล้อมและความเป็นอยู่ที่ดีของชุมชน

- โครงการตามสถานที่จะรวมกลับเข้าสู่บทเรียนในห้องเรียน

- ผู้เรียนต้องการเรียนรู้เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง

- ผู้เรียนมีบทบาทอย่างแข็งขันในการกำหนด และกำหนดรูปแบบโครงการ

- ผู้เรียนทำงานร่วมกับประชาชนในพื้นที่องค์กรหน่วยงานธุรกิจ และรัฐบาล การทำงานร่วมกับสมาชิกในชุมชนนักเรียนช่วยวางแผนที่กำหนดอนาคตของสภาพแวดล้อมทางสังคมกายภาพและเศรษฐกิจของพวกเขา

- ผู้เรียนจะได้รับการสนับสนุนให้มองว่าชุมชนของพวกเขาเป็นระบบนิเวศ และเข้าใจความสัมพันธ์และกระบวนการที่จำเป็นในการสนับสนุนการดำรงชีวิตอย่างมีสุขภาพดี

- การทำแผนที่โรงเรียนและชุมชนโดยรอบนักเรียนจะสร้างการแสดงผลของระบบที่ซ่อนอยู่ภายในระบบขนาดใหญ่ซึ่งประกอบเป็นสถานที่ในท้องถิ่นของพวกเขาอย่างสมบูรณ์

ศูนย์ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) สนับสนุนการเรียนรู้ตามสถานที่ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่นการทำแผนที่สภาพแวดล้อมในท้องถิ่น เพื่อเรียนรู้หลักการทางนิเวศวิทยาและวัฒนธรรมที่สำคัญ การศึกษาการมีส่วนร่วมระหว่างสังคมท้องถิ่น และสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนโครงการฟื้นฟูที่อยู่อาศัยและทำงานร่วมกับประชาชนในพื้นที่ เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตในชุมชนของพวกเขา

### 2. การเรียนรู้ตามโครงการ

การเรียนรู้แบบโครงการมักเป็นแบบสหวิทยาการ โดยแต่ละโครงการมีความยาวแตกต่างกันไปตั้งแต่สองสามสัปดาห์ไปจนถึงทั้งปีการศึกษา และผู้เรียนต้องใช้ทรัพยากรที่หลากหลาย

รวมถึงชุมชน เทคโนโลยี ผู้เชี่ยวชาญจากภายนอก แหล่งข้อมูลที่เป็นลายลักษณ์อักษร และเว็บอื่น ๆ แทนที่จะเป็น ผู้สอนทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้

ศูนย์ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) สนับสนุนผู้สอนในการออกแบบ ประสบการณ์การเรียนรู้ตามโครงการ เช่น การฟื้นฟูที่อยู่อาศัย การสร้างแบบจำลองวิวัฒนาการของการเกษตร และการเปลี่ยนอาหารในโรงเรียน

### 3. การสอบสวนทางสังคม

การสอบสวนทางสังคม (Socratic Inquiry) ได้รับการตั้งชื่อตามโสกราตีส (Socrates) นักปรัชญาชาวกรีกซึ่งเชื่อว่าคำถาม เป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ แทนที่จะสอนข้อเท็จจริงและข้อมูล โสกราตีสกระตุ้นให้คนหนุ่มสาวตั้งคำถามกับสมมติฐานค่านิยมและอคติของตน กระบวนการนี้ผู้เรียนจะค้นพบความเชื่อ ความเข้าใจผิด และค่านิยมของพวกเขา และในที่สุดจะนำไปสู่การชี้แจงความคิดของพวกเขาที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อที่กำลังสนทนา ด้วยการมีส่วนร่วมในการอภิปราย ผู้เรียนจะสามารถเชี่ยวชาญในการคิดวิเคราะห์ พัฒนาทักษะการฟัง เรียนรู้ที่จะสื่อสารความคิด ความคิดได้ดีขึ้น และอดทนต่อความคิดเห็นที่หลากหลาย

ในการสอบถามเชิงสังคมบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากการสอนโดยตรงเป็นการอำนวยความสะดวกในการอภิปราย ผ่านการซักถามอย่างมีทักษะ ผู้สอนให้ผู้เรียนชี้แจงข้อความระบุดก่อนในการโต้แย้งและแสดงหลักฐานสำหรับการให้เหตุผล

ศูนย์ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) ได้มีการพัฒนาหลักสูตรเหตุผลในการสอบถามเสวนา เช่น คู่มือครูสำหรับภาพยนตร์ประชาสัมพันธ์อาหาร ผู้เรียนมัธยมจะได้พูดคุยและถกเถียงประเด็นต่าง ๆ เช่น สวัสดิภาพสัตว์ สิทธิของคน สัตว์ สิทธิในการรู้ว่ามียาอะไรอยู่ในอาหารของเรา และลิขสิทธิ์ของพืชตัดแปลงพันธุกรรม โดยการถกเถียงประเด็นขัดแย้งผู้เรียนจะเข้าใจซับซ้อนมากขึ้นเกี่ยวกับความซับซ้อนของตน

### 4. การเรียนรู้จากประสบการณ์

การเรียนรู้จากประสบการณ์ตระหนักดีว่าการเรียนรู้เป็นกระบวนการที่กระตือรือร้น ซึ่งการเรียนแบบดั้งเดิมผู้สอนและข้อความเป็นผู้เชี่ยวชาญ และผู้เรียนเป็นผู้รับความเชี่ยวชาญนั้น ในทางตรงกันข้ามการเรียนรู้จากประสบการณ์ส่งเสริมการมีส่วนร่วมในโลกแห่งความเป็นจริง และกำหนดบทบาทของผู้สอนในฐานะผู้อำนวยการความสะดวกในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้มีความสำคัญเหนือผลลัพธ์ทางพฤติกรรมและตั้งอยู่บนสมมติฐานที่ว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ต่อเนื่องโดยมีประสบการณ์เป็นรากฐาน

การเรียนรู้จากประสบการณ์มีความสำคัญต่อการเรียนเพื่อความยั่งยืน โดยผู้เรียนจะพัฒนาความเข้าใจเชิงลึกเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา การทำงานร่วมกับผู้อื่น เพื่อแก้ปัญหาในโลกแห่งความเป็นจริง พวกเขาจะพัฒนาทักษะที่เป็นหัวใจของการใช้ชีวิตอย่างยั่งยืน



ศูนย์ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ (Ecoliteracy) ส่งเสริมการเรียนรู้จากประสบการณ์ โดยเน้นที่สวนของโรงเรียน อาหาร และการปรุงอาหาร การมีส่วนร่วมของพลเมือง และสนามโรงเรียนเป็นห้องปฏิบัติการการเรียนรู้

#### 5. การเรียนรู้แบบสหวิทยาการ

การเรียนรู้แบบสหวิทยาการเน้นการเชื่อมโยงระหว่างสาขาวิชาที่ไม่ต่อเนื่องแบบดั้งเดิม เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ และศิลปะภาษา แทนที่จะจำกัดการเรียนรู้ไว้ที่เนื้อหาเดียวในแต่ละครั้ง เมื่อมีการจัดการเรียนรู้ตามประเด็นปัญหาหรือประเด็นต่าง ๆ ผู้เรียนจะแสวงหาความรู้ และทักษะจากหลากหลายสาขาวิชา เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่กว้างขวางและซับซ้อนยิ่งขึ้น เกี่ยวกับหัวข้อที่กำลังศึกษาอยู่

จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ มีแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นเรื่องของการแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงสัมพันธ์ของทุกสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิต สภาพแวดล้อม และสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก รวมถึงการเรียนรู้ประสบการณ์ เพื่อให้ผู้เรียนมีมุมมองที่กว้างและหลากหลาย เข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา ความสำคัญ และความเชื่อมโยงกันของสิ่งมีชีวิต การรับรู้ปัญหา และผลกระทบที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งแนวทางในการป้องกันแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อม เพื่อนำไปสู่ชุมชนและสังคมที่ยั่งยืน

#### 2.4 แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

แนวทางการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ มีแนวทางจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ดังนี้

Dunlop and Van (2000, pp.425-442) นักสังคมศาสตร์ได้พัฒนาแบบวัด New Ecological Paradigm Scale หรือ NEP จากแบบวัดระดับเจตคติด้านสิ่งแวดล้อมที่ชื่อว่า New Environmental Paradigm โดยแบบวัดที่พัฒนาขึ้นนี้มีความครอบคลุมถึงแง่มุมที่กว้างขึ้นของโลกทัศน์ทางนิเวศวิทยา ซึ่งสะท้อนการปรับเปลี่ยนกระบวนทัศน์ของโลกตะวันตกจากเดิมที่มองว่ามนุษย์เป็นศูนย์กลางของโลก และแยกตนเองออกจากกฎทางธรรมชาติ รวมทั้งเชื่อว่าตนเองสามารถเก็บเกี่ยวผลประโยชน์จากธรรมชาติได้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด คุณค่าของธรรมชาตินั้นจึงมาจากภายนอก ซึ่งหมายถึงประโยชน์ที่มีต่อมวลมนุษย์ ไปสู่มุมมองที่ใส่ใจกับระบบธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ผนวกกับการนำจริยธรรมและคุณค่าของความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์กับสิ่งแวดล้อมเข้าไว้ด้วยกัน คุณค่าของธรรมชาติจึงมาจากภายใน ทั้งยังสะท้อนถึงภาพความเสียหายของสมดุลธรรมชาติ ข้อจำกัดทางการเติบโตของเศรษฐกิจ และโอกาสที่จะเกิดวิกฤตการณ์ต่าง ๆ ทางนิเวศวิทยาในอนาคต โดยแบบวัด New Ecological Paradigm Scale ประกอบด้วยแบบสอบถามมาตรฐานค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) ประกอบด้วย ระดับความคิดเห็น 5 หมายถึงเห็นด้วยอย่างยิ่ง

ระดับความคิดเห็น 4 หมายถึงเห็นด้วย ระดับความคิดเห็น 3 หมายถึงไม่แน่ใจ ระดับความคิดเห็น 2 หมายถึงไม่เห็นด้วย และระดับความคิดเห็น 1 หมายถึงไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

Tsai et al. (2019, pp.634-645) ใช้แบบสอบถาม สำหรับการวัดประเมินความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศที่ประกอบด้วย 1) คำถามปลายปิดเกี่ยวกับการระบุแนวคิดทั่วไปของนักเรียน ในเรื่องความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ สิ่งมีชีวิตต่างถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ กับธรรมชาติ และสถานการณ์ในท้องถิ่น และ 2) คำถามปลายเปิด เพื่อกระตุ้นความคิดของนักเรียน เกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ ชีวิตประจำวันการอนุรักษ์ทางชีวภาพ และการพัฒนาเศรษฐกิจ ในการประเมินผลการใช้บอร์ดเกมเพื่อสอนประเด็นทางสังคมศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทางชีววิทยา และการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

กิริติ วานิช (2559, หน้า 148) ใช้แบบทดสอบรูปแบบปรนัย สำหรับการวัดประเมิน ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ประกอบด้วย 1) คำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลง การใช้ประโยชน์ที่ดิน 2) คำถามเกี่ยวกับปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ 3) คำถาม เกี่ยวกับทรัพยากรที่สำคัญในชุมชนในการประเมินผลการเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการใช้เกมเศรษฐีสังฆิงพระ

ก้องเขต ปี่เสนาะ (2561, หน้า 8) ใช้แบบทดสอบ สำหรับการวัดประเมินความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศรูปแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ประกอบด้วย แบบทดสอบความรู้เกี่ยวกับการบริการ ของระบบนิเวศ และการจัดการป่าชุมชนในการประเมินผลการใช้แบบจำลองเชิงบูรณาการ เพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ในจังหวัดน่าน

จากการสืบค้นเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ประกอบด้วย แบบทดสอบรูปแบบปรนัย และแบบสอบถาม โดยตัวอย่างคำถามของ Dunlop and Van (2000) แสดงดังภาพ

ข้อ	รายการ	ระดับความคิดเห็น				
		เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1	เรากำลังใกล้ถึงขีดจำกัดของจำนวนมนุษย์ที่โลกรองรับได้					
2	เมื่อใดที่มนุษย์เข้าไปยุ่งเกี่ยวกับธรรมชาติมักก่อให้เกิดหายนะตามมา					
3	มนุษย์กำลังทำร้ายสิ่งแวดล้อมอย่างร้ายแรง					
4	พืชและสัตว์มีสิทธิเท่าเทียมกับมนุษย์					
5	หากสิ่งต่าง ๆ ดำเนินต่อไปในปัจจุบันเราจะพบกับความหายนะทางระบบนิเวศครั้งใหญ่ในไม่ช้า					

ภาพ 2 ตัวอย่างแบบวัดระดับเจตคติด้านสิ่งแวดล้อม

แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จากงานวิจัยของ กิรติ วานิช (2559) ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดการเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังภาพ 3

ข้อ	รายละเอียด	ใช่	ไม่ใช่
1	การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม		
2	มนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดิน		
3	ปัญหาน้ำเสียมีสาเหตุมาจากมนุษย์มากที่สุด		
4	ปัญหาการจราจรติดขัดทำให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศและสิ่งแวดล้อม		
5	การขยายตัวของชุมชนเมืองไม่ส่งผลให้เกิดภาวะโลกร้อน		

ภาพ 3 ตัวอย่างแบบวัดการเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จากงานวิจัยของ ก้องเขต ปี่เสนาะ (2561) ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้เกี่ยวกับการบริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชน ดังภาพ 4

1. ข้อใดคือความหมายของ "บริการของระบบนิเวศ (ecosystem service)"	
ก. ประโยชน์ที่ระบบนิเวศให้กับมนุษย์	ข. การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ
ค. การกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อระบบนิเวศ	ง. ความหลากหลายรูปแบบของระบบนิเวศ
2. การช่วยลดภัยพิบัติโดยป่าชุมชน จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด	
ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
3. ข้อใดคือวิธีการเก็บของป่าที่ <b>ไม่</b> ทำลายป่าชุมชน	
ก. เก็บไข่มดแดงโดยการเผาไล่มดออกจากรัง	ข. เก็บเห็ดโดยใช้วิธีแวกคู้หาเห็ด
ค. เก็บไข่มดแดงโดยการสอยรังมดแดง	ง. เก็บเห็ดโดยเผาใบไม้บนพื้นเพื่อให้พบเห็ดมากขึ้น
4. ข้อใด <b>ไม่</b> ใช้วิธีการอนุรักษ์ป่าชุมชน	
ก. การทำพิธีบวชป่า	ข. การปลูกสวนยาง
ค. การทำแนวกันไฟ	ง. การกำหนดเขตต่อภัยทาน
5. การอนุรักษ์ป่าไม้เป็นหน้าที่ของใคร	
ก. ผู้ใหญ่บ้าน	ข. ทุกคนในชุมชน
ค. ครูและนักเรียน	ง. คณะกรรมการป่าชุมชน

ภาพ 4 ตัวอย่างแบบวัดความรู้เกี่ยวกับการบริการของระบบนิเวศ และการจัดการป่าชุมชน

แนวทางการวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จากงานวิจัยของ Tsai et al. (2019) ที่สร้างขึ้นเพื่อวัดการอนุรักษ์ทางชีววิทยาและการพัฒนาเศรษฐกิจในได้หวันดังภาพ 5

1. นักเรียนคิดว่าความหลากหลายทางชีวภาพเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือไม่
2. นักเรียนคิดว่ามีความขัดแย้งระหว่างการอนุรักษ์ทางชีวภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจหรือไม่

ภาพ 5 ตัวอย่างแบบวัดการอนุรักษ์ทางชีววิทยาและการพัฒนาเศรษฐกิจในได้หวัน

งานวิจัยนี้มีการสร้างแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยการพัฒนาจากแนวทางการประเมินของ Dunlop and Van, 2000; กิรติ วาณิช, 2559; ก้องเขต ปี่เสนาะ, 2561; Tsai et al., 2019) ที่มีลักษณะเป็นคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบ ตามตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศและสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ เรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม

### 3. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับบอร์ดเกม (Board Game)

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ครอบคลุม ดังนี้

#### 3.1 ความสำคัญของการใช้เกมในการจัดการเรียนรู้

บอร์ดเกมถูกใช้ในการเป็นสื่อนวัตกรรมในการจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) รูปแบบหนึ่งที่มีความนิยมอย่างมาก เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่นำไปใช้ได้ง่ายในการเรียนรู้ ซึ่งการนำเกมมาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ หรือกระบวนการเรียนรู้อื่น ๆ นั้นจะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดที่หลากหลาย และสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น (ศิริพร ศรีจันทร์ และคณะ, 2562)

การใช้เกมเข้ามามีบทบาทในการจัดการเรียนรู้ ถือเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่ และกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนุกกับการเรียน ซึ่งเป็นนวัตกรรมที่มีความน่าสนใจอย่างหนึ่งในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ความสำเร็จหรือรางวัลจากเกมเป็นตัวกระตุ้นให้การเรียนการรู้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น เป็นการนำจิตวิทยาและแรงจูงใจจากเกมมาใช้เป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ (เสฐียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย, 2562, หน้า 25-30) ซึ่งการศึกษาช่วงศตวรรษที่ 21 นี้การจัดการเรียนรู้แบบเชิงรุก (Active Learning) ที่นับเป็นสิ่งที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุดเพราะเป็นแนวการจัดการเรียนรู้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (จิรพัฒน์ พวงจำปา, 2562)

#### 3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-based Learning)

##### 3.2.1 ความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

Franco-Mariscal (2014) ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง การเรียนรู้ผ่านการเล่นเกมที่มีกฎกติกาไม่ยุ่งยากซับซ้อน มีความสนุกสนาน มีจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้สอนใช้คำถามเพื่อนำสู่การอภิปรายเกี่ยวกับวิธีการเล่น กติกาการเล่น และผลของการเล่นเกม เพื่อเชื่อมโยงถึงสาระการเรียนรู้ และจุดประสงค์การเรียนรู้

นรรจ์ชาติ ผืนเชียร (2563) ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง แนวทางการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อ ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้โดยผสมผสานความสนุกสนานจากการเล่นเกมไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งช่วยดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

วรรตต์ อินทสระ (2562) ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง สื่อในการเรียนรู้รูปแบบหนึ่ง ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนานไปพร้อม ๆ กับการได้รับความรู้ โดยสอดแทรกเนื้อหาทั้งหมดในการเรียนรู้นั้น ๆ เอาไว้ภายในเกม ให้ผู้เรียนได้ลงมือเล่นเกม

สุรศักดิ์ แซ่ลิ่ม (2564) ให้ความหมายการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน หมายถึง การสอนผ่านเกม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนโดยผสมผสานระหว่างเกมกับเนื้อหาสาระอย่างลงตัว

จากการศึกษาความหมายของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นแนวทางในการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นสื่อ ซึ่งมีการออกแบบมาให้มีความสนุกสนานและสอดคล้องกับเนื้อหาสาระที่ต้องการเรียนผู้เรียนเกิดการเรียนรู้

### 3.2.2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

ทิตินา แคมมณี (2543) และ วัฒนาพร ระวังบุกษ์ (2552) ได้เสนอขั้นตอนของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นนำเสนอเกม หมายถึง ขั้นชี้แจงวิธีการเล่นเกม และกติกาการเล่น โดยผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาเกมให้เข้าใจ ทดลองเล่นก่อน เพื่อให้เห็นถึงประเด็นและข้อขัดข้องต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น เพื่อเป็นการเตรียมการป้องกันและแก้ไขปัญหาล่วงหน้า ซึ่งในการนำเสนอเกมควรจัดลำดับขั้นตอนการเล่น และชี้แจงรายละเอียดกติกาการเล่นอย่างชัดเจนโดยอาจต้องใช้สื่อเข้าช่วย หรืออาจมีการให้ผู้เรียนได้ซ้อมเล่นเกมก่อน

2. ขั้นเล่นเกม หมายถึง ขั้นที่ผู้เรียนจะเล่นตามกติกา โดยการเล่นควรเป็นไปตามลำดับขั้นตอน และอาจต้องมีการควบคุมเวลาในการเล่น ขณะที่ผู้เรียนเล่นเกม ผู้สอนควรติดตามพฤติกรรม จดบันทึกข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อนำไปใช้ในการอภิปรายหลังการเล่น หรืออาจมอบหมายให้ผู้เรียนบางคนทำหน้าที่สังเกต และจดบันทึก หรือควบคุมกติกาการเล่น และผู้สอนควรตรวจสอบสภาพแวดล้อมของการเล่นให้อยู่ในสภาพที่เอื้อต่อการเล่นเกม เช่น การจัดโต๊ะเรียน เก้าอี้ ไม่เช่นนั้นอาจทำให้เกิดการติดขัด และเสียเวลาในขณะที่นักเรียนกำลังเล่นเกม

3. ขั้นอภิปรายหลังการเล่น หมายถึง ขั้นที่ผู้สอนมีการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การอภิปรายเกี่ยวกับความรู้หรือสาระที่นักเรียนได้รับ และต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของเกม

### 3.2.3 บทบาทของผู้สอนในการพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

บทบาทของผู้สอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานจะเปลี่ยนจากผู้สอนไปเป็นหลากหลายบทบาทตลอดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ (วรรัตน์ อินทสระ, 2562)

1. ผู้กระตุ้น (Motivator) ต้องรับบทบาทเป็นผู้ที่คอยกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ทดลองทำ ได้ฝึกฝน และชมเชย เมื่อผู้เรียนทำถูกต้อง เพื่อเป็นการสร้างขวัญและกำลังใจให้กับผู้เรียน

2. ผู้ควบคุมการเรียนรู้ (Content Structurer) ต้องเป็นผู้ควบคุมให้การเรียนนั้นมีเนื้อหาตามที่วางหัวข้อไว้ และไปถึงจุด Learning Point ตามที่ตั้งใจ

3. ผู้ให้ความรู้ (Debriefed) ต้องเป็นผู้ให้ความรู้ สรุปประเด็นต่าง ๆ ที่สำคัญ และเป็นผู้ถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4. ผู้อำนวยการความสะดวก (Facilitator) ต้องเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ สามารถแนะนำ บอกกฎกติกาการเล่น และข้อคิดต่าง ๆ ได้ เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ผ่านไปได้อย่างราบรื่น แต่จะต้องไม่บอกถึงวิธีการเล่นทั้งหมด ต้องเน้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

### 3.3 บอร์ดเกม (Board Game)

3.3.1 ความหมายของบอร์ดเกม หรือในภาษาไทยบางครั้งเรียกกันว่า เกมกระดาน มีผู้ให้คำนิยามไว้ ดังนี้

ROBMULLARKY (2560) ให้ความหมายบอร์ดเกม หมายถึง เกมที่มีลักษณะเป็นอนาสล็อก ไม่ใช่เกมที่มีรูปแบบเป็นดิจิทัล โดยเกมเหล่านี้ต้องเล่นบนกระดานเกมของแต่ละเกมเท่านั้น รวมทั้งต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ มากมาย ผู้เล่นจะต้องนั่งล้อมวงกัน และระหว่างการเล่นได้ฝึกทักษะการคิดวางแผน เพราะบอร์ดเกมส่วนใหญ่มักเป็นเกมประเภทที่ต้องใช้ความคิด ซึ่งไหวพริบกับผู้เล่นคนอื่น ๆ

ฐิติพล ขำประถม (2558) ให้ความหมายบอร์ดเกม หมายถึง เกมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อความบันเทิงมีหลากหลายประเภท และหลากหลายรูปแบบเป็นเกมที่ใช้การ์ดหรือชิ้นส่วนตัวหมาก วางไว้บนพื้นที่เล่น มีการเคลื่อนที่บนพื้นที่เล่น หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น ซึ่งมีทั้งแบบที่มีกติกาง่าย ๆ ไปจนถึงเกมที่มีกติกาซับซ้อน ต้องใช้แผนการหรือกลยุทธ์วิธีการเข้าช่วย โดยพื้นที่เล่นเปรียบได้กับกระดาน ที่มีรูปภาพหรือรูปแบบเฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ

มงคล ศุภอำพันวงศ์ (2562) ให้ความหมายบอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทหนึ่ง โดยมีการเล่นบนโต๊ะ และมีอุปกรณ์สำหรับประกอบการเล่น หรือเรียกอีกอย่างว่า “เกมกระดาน” ซึ่งสามารถเล่นเป็นคู่ เล่นเป็นกลุ่ม และบางเกมสามารถเล่นได้สูงสุดมากกว่า 10 คน โดยแต่ละเกมจะมีเอกลักษณ์เฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะสำคัญของเกมนั้น ๆ

รักชน พุทธรังสี (2560) ให้ความหมายบอร์ดเกม หมายถึง เกมประเภทที่เล่นบนโต๊ะทั้งหมด โดยการเล่นบนบอร์ดหรือกระดาน หรือไม้ก็ได้ เพราะพื้นที่ในการเล่นเปรียบได้กับกระดานอยู่แล้ว ซึ่งเป็นเกมที่ต้องเล่นโดยมีปฏิสัมพันธ์อย่างเผชิญหน้า มีอุปกรณ์การเล่นที่ออกแบบมาเป็นลักษณะรูปแบบเฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ บรรจุมาในกล่อง

วารสาร ลี้มเปรมวัฒนา และ กันตภณ ธรรมวัฒนา (2560) ให้ความหมายบอร์ดเกม หมายถึง เกมที่ต้องใช้ชิ้นส่วนหรือตัวหมากในการเล่นบนพื้นที่เล่นในการเคลื่อนที่หรือหยิบออกจากพื้นที่เล่น ซึ่งพื้นที่เล่น คือ กระดาน ซึ่งจะมีผิวหน้าหรือรูปภาพเฉพาะสำหรับเกมนั้น ๆ

จากการศึกษาความหมายของบอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บอร์ดเกมคือเกมประเภทหนึ่งที่มีลักษณะ การเล่นบนโต๊ะ โดยพื้นที่เล่นเปรียบได้กับกระดาน ซึ่งเกมประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ และในระหว่างการเล่นผู้เล่นจะได้ฝึกทักษะและเกิดกระบวนการเรียนรู้ใหม่ ๆ

### 3.3.2 ประเภทของบอร์ดเกม

Silverman (2013) จำแนกประเภทของบอร์ดออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่

1. เกมครอบครัว หรือบอร์ดเกมแบบดั้งเดิม (Family Games and Classic Board Games) เป็นบอร์ดเกมรุ่นแรก ๆ ที่มีกติกาการเล่นไม่ซับซ้อน มักเริ่มต้นเดินจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด โดยมีเรื่องของคะแนน และเรื่องโชคเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งยังไม่เน้นในเรื่องการวางแผนหรือกระบวนการคิดที่ซับซ้อน อาจใช้เป็นกิจกรรมหนึ่งในการสร้างความสัมพันธ์กับคนในครอบครัวหรือเพื่อน เพื่อใช้เวลาว่างร่วมกัน

2. เกมแบบยุโรป (Euro-style Games) เป็นเกมกระดานที่ใช้เวลาเล่นไม่เกิน 1 ชั่วโมง กฎและกติกาไม่ซับซ้อน เน้นการมีปฏิสัมพันธ์กัน ไม่สร้างความขัดแย้ง หรือไม่มีการกำจัดผู้เล่นคนหนึ่งคนใดออกจากเกม เป็นเกมที่ต้องหาข้อมูลและเลือกวิธีของแต่ละคนในการเล่น หรือแก้ปัญหาที่มีคะแนนในการเล่นแต่ละรอบ อุปกรณ์ภายในเกมมีไม่มาก โดยทั่วไปจะไม่ใช้ลูกเต๋า

3. เกมสร้างชุดไพ่ (Deck-Building Games) เป็นเกมที่เล่นในลักษณะเกมไพ่ (Card game) ผู้เล่นแต่ละคนจะมีไพ่ในมือของตนเองจำนวนหนึ่ง และจะมีไพ่กองกลางทั้งหมด โดยที่ผู้เล่นแต่ละคนจะต้องออกแบบวางแผนในสร้างไพ่ของตัวเองให้มีคะแนนมากที่สุด ซึ่งไพ่แต่ละใบจะมีคำสั่ง หน้าที หรือคะแนนแตกต่างกันไป โดยเกมจะยุติลงเมื่อไพ่กองกลางที่ต้องการหมดลง หรือมีคำสั่งพิเศษที่เกิดขึ้น

4. เกมวางแผนเชิงนามธรรม (Abstract Strategy Games) เป็นบอร์ดเกมประเภทหนึ่งที่มีกแบ่งผู้เล่นเป็น 2 ฝ่าย โดยต้องใช้ความคิดในการวางแผน หรือกลยุทธ์ที่จะเอาชนะผู้เล่นอีกฝ่าย เป็นเกมที่เล่นโดยไม่ต้องใช้ลูกเต๋า หรือการ์ดใด ๆ รวมทั้งไม่จำเป็นต้องใช้การสื่อสารกับผู้เล่นฝ่ายตรงข้าม เกมนี้จะสิ้นสุดลงเมื่อผู้เล่นฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งชนะ

5. เกมวางแผน (Strategy Games) เป็นบอร์ดเกมที่ค่อนข้างได้รับความนิยมในปัจจุบัน เพราะเป็นเกมที่อาศัยความร่วมมือของผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป บางเกมสามารถเล่นได้ถึง 10 คน



ซึ่งมีทั้งเกมประเภทที่ต้องร่วมมือกัน หรือเกมที่ต้องแข่งขันกัน กำจัดกัน มีทั้งแบบที่ต้องใช้ลูกเต๋า และไม้ใช้ โดยส่วนใหญ่เป็นเกมที่ใช้เวลาค่อนข้างนาน เพราะต้องให้ผู้เล่นแต่ละคน หรือแต่ละฝ่าย คิดวางแผน หากกลยุทธ์หรือเจราจาต่อรอง หรือหาแนวทางร่วมกันในเกม

6. เกมวางแผนที่ใช้ไพ่ (Card-Based Strategy Games) เป็นบอร์ดเกมแนววางแผนอีก ประเภทหนึ่งที่เน้นการใช้ไพ่ในการวางแผน โดยเป็นการสุ่มและใช้โชคที่จะได้ไพ่ ไพ่จะนำมาซึ่งโอกาส ต่าง ๆ และความสามารถที่เพิ่มขึ้น ที่ช่วยให้เราเข้าใจเป้าหมายของเกมมากขึ้น โดยที่สามารถร่วมมือ หรือกำจัดคู่แข่งผ่านการใช้ไพ่ได้ ตัวอย่างบอร์ดเกมประเภทนี้ ได้แก่ เกมสร้างอารยธรรม

สฤณี อาชวานันทกุล (2559, หน้า 34-35) จำแนกประเภทของบอร์ดออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เกมครอบครัว (Family Games) เกมที่มีกฎกติกาที่ไม่ซับซ้อน สามารถอธิบายให้ ผู้เล่นที่ไม่เคยเล่นเข้าใจได้ภายในเวลา 5-10 นาที แต่ไม่ง่ายจนผู้เล่นที่เป็นผู้ใหญ่รู้สึกไม่ท้าทาย เป็นบอร์ดเกมที่ออกแบบมาให้ทั้งเด็กและผู้เล่นได้ บอร์ดเกมแนวครอบครัวจึงมักมีสีสันสวยงาม เน้นให้ผู้เล่นมีการพูดคุย ถกเถียง หรือหาโอกาสแก่งัดกันค่อนข้างมากระหว่างการเล่น ไม่มีความรุนแรงหรือประเด็นหนัก ๆ สามารถเล่นให้จบเกมได้ภายในเวลา 15-60 นาที

2. เกมวางแผน (Strategy Games) เป็นเกมที่ต้องใช้ความคิดในการวางแผนมากกว่า เกมครอบครัว เหมาะสำหรับผู้เล่นที่อยากเล่นเกมที่มีความท้าทายยิ่งขึ้น จำเป็นต้องใช้ความคิด ที่ซับซ้อน อาจมีการใช้โชคหรือดวงบางเล็กน้อย เกมวางแผนเป็นเกมกลุ่มเก่าแก่ที่สุดเริ่มถูกใช้ เพื่อจำลองสถานการณ์สงครามก่อนรบจริง รายละเอียดบนกระดานจึงสมจริง ครอบคลุมความเป็นไป ได้ทั้งหมดที่ฝ่ายตรงข้ามอาจตัดสินใจ การเล่นเกมประเภทนี้จึงต้องอาศัยการวางแผน และใช้เวลานาน ปัจจุบันเกมวางแผนแข่งกันที่ “ความเรียบง่าย” ของกติกา เทียบกับ “ความท้าทาย” ต้องคิดระหว่าง เล่น และ “ความซับซ้อน” ของผลลัพธ์การเล่น ยิ่งกติกาของเกมมีความเรียบง่ายแต่ตัวเกม มีความท้าทายให้ผลลัพธ์ที่ซับซ้อน คนเล่นจะยิ่งรู้สึก สนุก และไม่ซ้ำซาก

3. ปาร์ตี้เกม (Party Games) เป็นเกมที่ออกแบบมาสำหรับการเล่นเป็นหมู่คณะ ประมาณ 8-20 คน หรือมากกว่า งานสังสรรค์เกมที่สนุกต้องมิกติกาที่ไม่ซับซ้อน ใช้เวลาไม่นาน และมีอุปกรณ์ไม่มาก เกมกลุ่มนี้ส่วนใหญ่มักบรรจุกล่องขนาดเล็ก พกพาง่าย เพื่อนำไปเล่นกับกลุ่ม เพื่อนในงานเลี้ยงต่าง ๆ ในการเล่นเกมอาจมีเรื่องตลกเข้ามาเกี่ยวข้องเล็กน้อย แต่ส่วนใหญ่ เน้นที่มนุษย์สัมพันธ์และปฏิภาณไหวพริบ ความสนุกของปาร์ตี้เกมจะเหมือนความสนุกของ งานสังสรรค์ คือ ได้สังสรรค์กับผู้อื่นจำนวนมาก มีการแก่งัดกัน ในประเด็นที่หนักกว่าเกมครอบครัว

จากการศึกษาประเภทของบอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า บอร์ดเกมมีการแบ่ง หรือจัดกลุ่มไว้หลายรูปแบบ โดยส่วนใหญ่ใช้วัตถุประสงค์ของเกมเป็นหลักในการแบ่ง เช่น ผู้เล่นจะต้องใช้ความรู้ หรือฝึกทักษะใดในการเล่นเกมนั้น ๆ และแบ่งตามจำนวนผู้เล่น รวมทั้งแบ่งตามอุปกรณ์ที่ต้องใช้ใน เกม

### 3.4 การออกแบบและพัฒนาบอร์ดเกมเพื่อการศึกษา

Silverman (2013) กล่าวว่า การออกแบบบอร์ดเกมที่ช่วยผู้ออกแบบในการตอบ วัตถุประสงค์ที่ต้องการได้นั้น ผู้ออกแบบต้องไม่ละเลยในการตอบคำถามที่สำคัญก่อนดำเนินการ พัฒนาบอร์ดเกม เพื่อช่วยให้วิเคราะห์แนวทางการออกแบบเกมกระดานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น ซึ่งคำถามที่สำคัญที่ผู้ออกแบบบอร์ดเกมควรถามเพื่อใช้สำหรับพัฒนา บอร์ดเกม มีดังนี้

1. ผู้เล่นบอร์ดเกมมีจำนวนทั้งหมดเท่าไร
2. ระยะเวลาในการเล่นบอร์ดเกมใช้เวลานานเท่าใด
3. มีทางเลือกอะไรให้แก่ผู้เล่นบ้าง และเมื่อใดที่ผู้เล่นจะมีโอกาสใช้ทางเลือกเหล่านั้น
4. ผู้เล่นจะเลือกทางเลือกนั้นได้อย่างไร
5. การเลือกทางเลือกของผู้เล่นหนึ่งคนจะส่งผลกระทบต่อผู้เล่นคนอื่น ๆ อย่างไร
6. ผู้เล่นบอร์ดเกมจะมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่นคนอื่น ๆ อย่างไร
7. ทางเลือกใดบ้างที่ผู้เล่นสามารถกระทำได้ แต่ผู้เล่นอื่นไม่สามารถกระทำได้
8. ความคืบหน้าของเกมเป็นอย่างไร เป็นการสลับตากันเดินหรือเป็นไปตามตำแหน่ง

การนั่งในการเล่นเกมแต่ละครั้ง

9. การแสดงออกใดบ้างที่ผู้เล่นสามารถกระทำได้ระหว่างการเล่น
10. มีการกำหนดผลลัพธ์ของการแสดงออกนั้นอย่างไร
11. เป้าหมายของเกมและผู้เล่นคืออะไร
12. ผู้เล่นจะสามารถเป็นผู้ชนะได้อย่างไร

วิกิซาร (2562) ได้อธิบายถึงวิธีการออกแบบและสร้างบอร์ดเกม ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ดังนี้

ส่วนที่ 1 ออกแบบเกม

1. เขียนไอเดีย

ผู้สร้างเกมไม่สามารถรู้ได้ว่าแรงบันดาลใจจะโดนเมื่อไหร่ อาจมีไอเดียที่แยกจากกัน แต่เมื่อนำมารวมกันกลับสามารถสร้างเกมดี ๆ ขึ้นได้ ให้ทำการบันทึกไอเดียต่าง ๆ ไว้เสมอ

- จะมีประโยชน์อย่างยิ่งหากเก็บอุปกรณ์ที่ใช้ในการบันทึกไว้ข้างกายตลอดเวลา ตอนเล่นเกม การเล่นเกมอาจดูจู่ๆ ไอเดียเกมขึ้นมาได้

- เวลาเล่นเกมที่มีผู้อื่นสร้างขึ้นมาแล้วเป็นแรงบันดาลใจ ให้ถามตนเองว่า “ฉันจะทำอย่างไรถึงพัฒนาเกมนี้ให้ดีขึ้นไปอีก” คำถามนี้มักนำไปสู่การคิดสิ่งใหม่ ๆ ที่แตกต่างและน่าสนใจ

## 2. เลือกแนวทางว่าจะเน้นตรงลักษณะสำคัญหรือตรงกลไก

แนวทางพื้นฐานในการเริ่มออกแบบเกม คือ ลักษณะสำคัญนั้นจะเป็น “อารมณ์” ของเกมและสามารถอ้างอิงว่าเป็น “แนว หรือ รูปแบบ” ของเกม โดยกลไกนั้นเป็นวิธีที่ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์กับเกมหรือกับผู้เล่นคนอื่น ๆ ซึ่งสองแนวคิดนี้คือพื้นฐานของบอร์ดเกมทุกเกม

## 3. คำนึงช่วงอายุของผู้เล่น

ช่วงอายุของผู้เล่นมีผลต่อความซับซ้อนของเกม และกฎกติกาการเล่น หากเป็นเกมสำหรับเด็ก การออกแบบเกมต้องให้เรียบง่าย เข้าใจง่าย และเน้นความสนุกสนาน ส่วนเกมสำหรับผู้ใหญ่อาจออกแบบให้มีความซับซ้อน และตื่นเต้นมากยิ่งขึ้นได้ ต้องคำนึงถึงลักษณะของเกมตลอดเวลาตัดสินใจช่วงอายุผู้เล่น

## 4. กำหนดข้อจำกัดทางผู้เล่น เวลาและขนาดของเกม

บางบอร์ดเกมจำกัดโดยใช้ขนาดของกระดาน จำนวนผู้เล่น หรือจำนวนการ์ด ซึ่งขนาด กับจำนวนการ์ดยังมีผลว่าทำให้ผู้เล่นต้องใช้เวลาแค่ไหนในการทำภารกิจให้สำเร็จ ในการกำหนดข้อจำกัดให้คำนึง ดังนี้

- จำนวนผู้เล่นที่เกมสามารถรองรับได้ พิจารณาว่าหากเล่นกันแค่สองคนจะสนุกหรือไม่ และสามารถเล่นได้สูงสุดจำนวนกี่คน

- ความยาวโดยเฉลี่ยของเกม ช่วงแรกมักใช้เวลานานกว่า เพราะผู้เล่นต้องการเวลาในการทำความเข้าใจกติกา และวิธีการเล่น

- ขนาดของเกม กระดานขนาดใหญ่หรือการ์ดจำนวนมากมักเพิ่มความซับซ้อน และความยาวของเวลาในการเล่น แต่มักอาจทำให้เกมพกติดตัวได้ยาก

## 5. เลือกว่าผู้เล่นจะชนะเกมได้อย่างไร

เมื่อมีไอเดียพื้นฐานของเกมแล้ว ให้ถามตนเองว่า “ฉันอยากให้คนเล่นเกมได้พบประสบการณ์แบบไหน สภาวะไหนถึงจะถือว่าชนะเกม” ลองคิดวิธีต่าง ๆ ที่ผู้เล่นสามารถเอาชนะได้ และจดบันทึกไว้เวลาพัฒนาเกม

- เกมประชันความเร็วให้ผู้เล่นไปให้สุดกระดานให้เร็วที่สุด ในเกมประเภทนี้ผู้เล่นคนใดถึงก่อนก็เป็นฝ่ายชนะ

- เกมสะสมแต้มให้ผู้เล่นสะสมรางวัลหรือคะแนน อย่างแต้มชนะหรือการ์ดพิเศษ ในตอนท้ายของเกมผู้เล่นคนใดมีแต้มสูงที่สุดเป็นฝ่ายชนะ

- เกมร่วมมือผู้เล่นต้องร่วมมือกันไปให้ถึงเป้าหมาย
- เกมสร้างสื่อบ้างต้องฟังพาร์ตในการเล่น ผู้เล่นได้รับการ์ด ถูกขโมยการ์ด หรือซื้อขายการ์ดเหล่านั้น เพื่อให้การ์ดของตนเองแข็งแกร่งที่สุดเพื่อใช้ในการทำภารกิจให้สำเร็จ

#### 6. เขียนกฎกติกาพื้นฐานออกมา

ส่วนนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อทำการพัฒนาเกมไปเรื่อย ๆ แต่กติกาพื้นฐานจะช่วยให้ทดสอบและทดลองเล่นได้เร็วยิ่งขึ้น ในการเขียนกติกาต้องจำไว้ว่า

- ผู้เล่นคนแรก หลายเกมมักเลือกผู้เล่นโดยการให้ทุกคนทอยลูกเต๋าหรือหยิบการ์ด ใครได้แต้มสูงสุดได้เริ่มเล่นก่อน

- ขั้นตอนของผู้เล่น ผู้เล่นสามารถทำอะไรได้บ้างในตาการเล่นของตนเอง เพื่อให้เวลาเปลี่ยนตาเกิดความสมดุล

- ปฏิสัมพันธ์ของผู้เล่น ผู้เล่นมีอิทธิพลส่งผลต่อกันและกันอย่างไร เช่น ผู้เล่นที่มาตกอยู่ในตาเดียวกันอาจต้อง “ดวล” โดยการทอยลูกเต๋าให้ได้แต้มสูงกว่าอีกฝ่าย

- ขั้นตอนที่ไม่ใช่ผู้เล่น อาจมีศัตรูในเกมที่ไม่ใช่ผู้เล่นหรืออุปสรรคในกระดาน เช่น ไฟไหม้ น้ำท่วม จำเป็นต้องกำหนดเวลาเกิดในระหว่างการเล่นเกม

- วิธีการตัดสินผลที่ออกมา ผลที่ออกมาอาจตัดสินได้จากแค่การทอยลูกเต๋าดูตาพิเศษอาจต้องใช้การ์ดพิเศษหรือทอยแต้มพิเศษ เช่น การออกแต้มคู่

#### ส่วนที่ 2 ทำเกมต้นแบบ

##### 1. ใช้เกมต้นแบบในการพัฒนาเกม

สร้างเกมต้นแบบคร่าว ๆ (เกมทดสอบ) เพื่อสามารถใช้ในการลองเล่นกลไกต่าง ๆ ไม่จำเป็นต้องออกมาสวย แต่การได้ลองจะช่วยดูว่ากติกาพื้นฐานต่าง ๆ ออกมาอย่างที่คิดไว้หรือไม่

- เกมต้นแบบเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการสร้างเกม เนื่องจากการนำเกม จากความคิดออกสู่โลกแห่งความจริงที่สามารถพัฒนามันร่วมกับผู้เล่นคนอื่น

- หยุดความคิดที่จะเติมรายละเอียดด้านศิลป์ไว้จนกว่าจะเริ่มสร้างเกตัวสำเร็ว บอร์ดเกมกับการ์ดง่าย ๆ วาดด้วยดินสอจะช่วยให้ลบและปรับแต่งตามจำเป็นได้ง่าย

## 2. ร่างแบบของกระดาน

ร่างแบบของกระดานจะช่วยให้ทราบได้ว่ากระดานใหญ่หรือเล็ก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับริม และกลไกของเกมแต่ละเกม กระดานอาจมีหรือไม่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เส้นทางเดิน เกมเรียบง่ายจะมีเพียงทางเดินเส้นทางเดียวสู่จุดหลายเกมที่ซับซ้อน กว่าอาจมีทางแยกหรือทางวนย้อนกลับอยู่ในเส้นทางเดินด้วย

## 3. รวบรวมชิ้นส่วนเกมต้นแบบ

ของชิ้นเล็ก เหมาะสำหรับการนำมาเป็นชิ้นส่วนของเกมต้นแบบ หลีกเลี้ยงการใช้ของ ที่ใหญ่มาเป็นหมากในเกมต้นแบบ เพราะทำให้ยากต่อการอ่านข้อมูลที่เขียนบนกระดาน

- ของเหล่านี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ ในการพัฒนาเกม จึงเน้นความเรียบง่าย

## 4. ใช้การ์ดเพื่อเพิ่มความหลากหลาย

การ์ดที่มีสีอย่างมั่ว ๆ ช่วยเพิ่มผลที่คาดเดาไม่ได้ต่อผู้เล่นบอร์ดเกม บนการ์ด จะมีการบอกเหตุผลที่ผู้เล่นคนที่จั่วการ์ดจะโดน เช่น เปลี่ยนแต้ม เปลี่ยนตำแหน่ง หรือเปลี่ยนของ ที่สะสมไว้

- สำหรับจะมีการ์ดเกมที่ส่งผลแตกต่างกันประมาณ 15-20 ใบ เช่น การ์ดอุปกรณ ตัวช่วย การ์ดขยับตำแหน่ง การ์ดกับดัก เป็นต้น การ์ดประเภทนี้มักจำกัดประมาณ 10 ใบในสำหรับ เพื่อให้สามารถควบคุมขนาดสำหรับได้

- การ์ดสามารถมีข้อบังคับนอกเกมได้ เช่น การ์ดใบหนึ่งอาจทำให้ผู้เล่น ต้องทำบางอย่างก่อนจึงจะได้รางวัล หากทำตามที่ทำไม่ได้จะถูกลงโทษ

## ส่วนที่ 3 ทดสอบเกมต้นแบบ

### 1. ทดสอบเกมต้นแบบด้วยตัวเอง

เมื่อรวบรวมชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเกมต้นแบบแล้ว เริ่มทดสอบดูว่าเกมเล่นอย่างไร ก่อนจะลองเป็นกลุ่มให้ทำการลองเล่นด้วยตนเอง ให้เล่นเหมือนเป็นผู้เล่นแต่ละคนแล้วบันทึก จุดดีจุดด้อยที่สังเกตได้จากการเล่นเกม

- ทดสอบโดยการเล่นคนเดียวหลาย ๆ หน ปรับเปลี่ยนจำนวน “ผู้เล่น” เพื่อดูว่าเกมสามารถรองรับจำนวนผู้เล่นมากที่สุดและน้อยสุดเท่าไร

- หาข้อบกพร่องในเกมโดยพยายามเล่นแบบต่าง ๆ ระหว่างทดสอบ ดูว่าเป็นไปได้ไหมที่ผู้เล่นสักคนจะชนะตลอดเมื่อใช้กลยุทธ์บางอย่าง หรือเกิดช่องว่างในกติกาที่ทำให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบ

## 2. เล่นทดสอบเกมกับเพื่อนและครอบครัว

หลังจากลองเล่นเกมคนเดียวจนพอมองเห็นข้อผิดพลาดทั้งหมดแล้ว ก็ได้เวลาลองทดสอบเล่นจริง โดยหาเพื่อนหรือคนในครอบครัวแล้วอธิบายว่าจะทดสอบเกม ให้พวกเขาเห็นว่านี่เป็นงานที่กำลังอยู่ในขั้นพัฒนา และยินดีรับฟังเสียงตอบรับ

- ระหว่างทดสอบการเล่น เลี่ยงการให้คำอธิบายเพิ่มเติม เนื่องจากผู้สร้างไม่สามารถไปนั่งแจกแจกกติกาให้กับผู้เล่นจนชัดเจนได้ทุกครั้ง จึงจำเป็นที่กติกาต้องชัดเจนพอที่ผู้เล่นจะรู้ได้ด้วยตนเอง

- จุดบั้นที่ระหว่างเล่นเกม จับตาดูเวลาที่ผู้เล่นเหมือนไม่สนุกหรือเวลาที่กติกาดูสับสน นี่คือส่วนที่ยังต้องนำกลับมาปรับปรุง

- ใส่ใจกับตำแหน่งสุดท้ายของผู้เล่น หากมีผู้เล่นคนหนึ่งเดินนำหน้าผู้เล่นคนอื่นอย่างต่อเนื่อง ความมั่นใจแบบนั้นได้อย่างไร บอร์ดเกมจะยิ่งตื่นเต้นเวลาที่การแข่งขันสูสีเสมอกัน

## 3. เปลี่ยนผู้ทำการทดสอบเพื่อมุมมองต่อเกมที่ดีขึ้น

ผู้เล่นแต่ละคนเล่นเกมต่างกันไป บางคนอาจเห็นในสิ่งที่ขาดหายที่ผู้สร้างไม่เคยนึกได้มาก่อน ยังมีผู้ทดสอบเกมมากขึ้นก็ยังมีโอกาสหาข้อบกพร่องหรือจุดอ่อนมาปรับปรุงแก้ไขมากขึ้น

## 4. ปรับแต่งเกมต้นแบบตลอดช่วงการทดสอบ

หลังจบการทดสอบแต่ละครั้ง ปรับเปลี่ยนแก้ไขเกม ทั้งในส่วนของกติกาและองค์ประกอบอื่น ๆ เมื่อทดสอบต่อจงติดตามดูสิ่งที่ปรับเปลี่ยนลงไป “พัฒนาการ” บางอย่างอาจทำให้แย่ยิ่งกว่าเก่า ส่วนที่ 4 สร้างเกมขั้นตอนสุดท้าย

### 1. รวบรวมวัสดุอุปกรณ์

เมื่อเสร็จกระบวนการทดสอบและพอใจกับผลที่ได้ จากนั้นเริ่มทำเกมขั้นสุดท้าย โดยแต่ละเกมจะมีความต้องการเฉพาะตัว ดังนั้นวัสดุที่ใช้จึงอาจหลากหลาย เริ่มจากการทำรายการชิ้นส่วนต่าง ๆ ทั้งหมดที่เกมต้องใช้เพื่อไม่ให้เกิดการหลงลืม

- บอร์ดเกมปกติจะประกบติดกับแผ่นกระดานหรือแผ่นยึดปกหนังสือเพื่อเพิ่มความทนทานและสัมผัสเหมือนมืออาชีพ

- สามารถใช้กระดานเกมเก่ามาใช้หากไม่ต้องการซื้อ เอากระดานทากาวหรือระบายสีทับเพื่อไม่ให้เห็นหน้าตาของเกมเดิม

- กระดาษทำนามบัตรนำมาใช้ได้ทั้งสำหรับปิดกระดานเกมและทำเป็นการ์ด การ์ดเกม เปล่า อาจมีวางจำหน่ายตามร้านขายของเล่น

- เหยี่ยูหรือตัวคะแนนสามารถทำได้โดยใช้กระดาษทำนามบัตรมาตัดได้

## 2. วาดภาพประกอบบนกระดานเกม

กระดานเกมเป็นจุดศูนย์รวมหลักของบอร์ดเกม ดังนั้นสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์ ออกแบบได้ตามอิสระ โดยให้แน่ใจว่าเส้นทางเดินหรือสนามประลองนั้นมีการระบุอย่างชัดเจน และอ่านวิธีการเล่นได้ง่าย

- การตกแต่งกระดานเกมมีข้อจำกัดเดียว คือ จินตนาการของผู้สร้างเท่านั้น สามารถใช้กระดาษลวดลาย ระบายสี ตัดภาพจากนิตยสาร และอื่น ๆ ที่จะทำให้กระดานเกมดูน่าสนใจ

- การออกแบบที่มีสีสันทันจะช่วยสะดวกตาผู้เล่น ซึ่งสีสันทันยังเป็นอีกทางที่จะช่วยคุณอารมณ์เกม

- กระดานเกมนั้นต้องถูกนำไปไหนมาไหนบ่อยครั้ง และเมื่อเวลาผ่านไปจะเก่าเร็ว ให้ป้องกัน โดยการนำกระดานเกมไปเคลือบมันถ้าเป็นไปได้

## 3. ทำตัวหมาก

การทำตัวหมากวิธีที่ง่ายที่สุด คือ วาดหรือพิมพ์ภาพลงบนกระดาษแล้วติดเทปหรือกาว ยึดไว้กับฐานรองที่ทำจากกระดาษแข็งอย่างเช่นกระดาษนามบัตร

- หากต้องการตัวหมากที่ดูประณีตขึ้น สามารถนำแบบไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระดับมืออาชีพโดยใช้กระดาษหนาคุณภาพสูง

- ใส่กระดาษตัวหมากในฐานพลาสติกเกมกระดานเพื่อให้สามารถตั้งได้ฐานพลาสติกหาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์เกม

- ลองทำตัวหมากrukด้วยหัวน็อต ปั้นหุ่นด้วยดินน้ำมัน หรือพับกระดาษรูปสัตว์สำหรับใช้เป็นตัวหมาก

## 4. นำลูกเต๋าหรือวงล้อเก่ามาใช้หรือทำขึ้นเอง

หากเกมต้องใช้ลูกเต๋าหรือวงล้อ สามารถใช้จากเกมสำเร็จรูปได้ หรือจะทำวงล้อ โดยใช้เข็มหมุดปักลงบนฐานของลูกศรที่ทำจากกระดาษนามบัตรและยึดกับฐานกระดาษแข็งที่ตัดเป็นวงกลม จากนั้นวาดตัวเลขต่าง ๆ ที่จะอยู่บนวงล้อนั้น

- ลูกเต๋ามีหลายแบบให้เลือก ซึ่งลูกเต๋าที่มีหลายหน้าจะลดโอกาสการขึ้นเลขซ้อน
- วงล้อมักใช้สีในการบอกการเดินหมาก เช่น หากหมุนลูกศรลงช่องเหลืองตัวหมากอาจขยับขึ้นหน้าไปที่ช่องสีเหลืองในตาถัดไป

- วงล้อใช้ได้ดีกับรอบการแจกรางวัล หากผู้เล่นจั่วการ์ดรางวัลหรือตกลงบนตาพิเศษ พวกเขาสามารถไขวงล้อในการดูว่าได้รับรางวัลอะไร

#### 5. ตกแต่งการ์ด

การ์ดเปล่าทำให้ไม่ดึงดูดความสนใจผู้เล่น ใช้กราฟฟิก ลูกเล่น หรือคำคมมาเพิ่มรสชาติ ความสนใจให้การ์ด เช่น การ์ดที่ทำให้ผู้เล่นต้องอดเล่นตาถัดไปอาจใช้คำประเภท “เรามองข้ามฉันไป ไกลแค่ไหนก็ไกลอยู่ดี...”

- ทำการ์ดในเกม โดยใช้การ์ดเกมเปล่าที่สามารถหาซื้อได้ตามร้านขายอุปกรณ์เกม เพื่อให้เกมมีคุณภาพสูงขึ้น

- การ์ดทำเองอาจทำจากกระดาษนามบัตร โดยใช้การ์ดเกมทั่วไปมาใช้เป็นหลัก ในการตัดกระดาษเพื่อให้ทุกแผ่นมีขนาดเท่ากัน

#### 6. มองหาเครื่องพิมพ์สามมิติเพื่อเพิ่มความน่าสนใจ

หากต้องการให้เกมโดดเด่น มองหาการทำตัวหมาก เหรียญรางวัล หรือกระดานให้พิมพ์เป็นสามมิติ อาจต้องทำโมเดลสามมิติเป็นแบบเพื่อให้ร้านพิมพ์ ซึ่งผลที่ได้ทำให้ดูเหมือนเกมสำเร็จรูป

จากการศึกษาหลักการออกแบบบอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเมื่อทำการออกแบบบอร์ดเกม ได้แก่ (1) เป้าหมายของบอร์ดเกมและผู้เล่น (2) ช่วงอายุของผู้เล่น (3) จำนวนผู้เล่น (4) ระยะเวลาในการเล่น (5) อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในบอร์ดเกม (6) กฎและกติกาของบอร์ดเกม (7) กลยุทธ์และวิธีการเล่นรูปแบบต่าง ๆ และ (8) วิธีการชนะของผู้เล่น

แม้ว่าการนำบอร์ดเกมที่มีอยู่แล้วมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนจะช่วยลดภาระการออกแบบสื่อการสอนด้วยตนเอง แต่การออกแบบเกมเพื่อการศึกษาที่เฉพาะเจาะจงกับเนื้อหาในหลักสูตรที่ครูสอนนั้นจะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด (Klanpoomsri et al., 2017, pp.5-28) บอร์ดเกมเพื่อการศึกษาใช้ต้นทุนไม่สูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับการพัฒนาวิดีโอเกมหรือเกมดิจิทัลเพื่อการศึกษาที่ต้องลงทุนทรัพยากรมากมาย เช่น คอมพิวเตอร์และบุคลากร (ในกรณีนี้



ครูไม่สามารถออกแบบ หรือ เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เองได้) ซึ่งบอร์ดเกม ครูใช้ทรัพยากรอย่างน้อยที่สุดเพียงแค่ปากกาและกระดาษเท่านั้น



ภาพ 6 ประสบการณ์จากการเล่นเกม

ที่มา: Hawkinson, 2013

การเริ่มต้นในการออกแบบเกมหนึ่งไม่ได้เริ่มด้วยการคิดว่าเกมนั้นจะเล่นอย่างไรมีอุปกรณ์อะไรบ้าง แต่ต้องเริ่มด้วยการวางเป้าหมายว่าผู้เล่นจะได้ประสบการณ์อะไรไปจากการเล่นเกม (Hawkinson, 2013, pp. 318-326) ซึ่งประสบการณ์จากการเล่นเกมถูกขับเคลื่อนให้เกิดขึ้นจากผลวัตของผู้เล่นและเกม ในสภาพแวดล้อมของการเล่นเกมผู้เล่นจะถูกบีบจากแก่นเรื่อง เรื่องราว กฎ และกติกา ของเกมที่กำหนดไว้ให้ว่าต้องใช้ทักษะและความรู้ในการเล่น มีการคิดวางแผนกลยุทธ์ เพื่อใช้ตัดสินใจในระหว่างที่เล่น รวมถึงฟังพาโชคด้วยในบางครั้ง เรื่องราวของเกมทำให้ผู้เล่นได้เกิดจินตนาการและรู้สึกจมดิ่งเข้าไปในเกม โดยเรื่องราวกับกลไกการเล่นสามารถออกแบบให้มีความเกี่ยวข้องกันและช่วยขับเคลื่อนการเล่นให้ดำเนินไปได้ (วรพล ยวงเงิน, 2563)

ขั้นที่ 1 กำหนดแก่นเรื่อง (Theme) หรือแนวคิด (Concept) เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องกำหนดเป็นลำดับแรกและเป็นตัวกำหนดทิศทางการออกแบบเกมต่อไปว่าควรมีองค์ประกอบอย่างไร เพื่อให้ประสบการณ์จากการเล่นเกมเกิดขึ้นเป็นไปตามที่นักออกแบบเกมคาดหวังในการออกแบบเกม เพื่อการศึกษา ก็คือการกำหนดจุดมุ่งหมายการเรียนรู้ ในขณะที่แก่นเรื่องของเกมเพื่อความบันเทิงจะเป็น ซอมบี้ สงครามอวกาศ เวทมนต์ ฯลฯ แก่นเรื่องของเกม เพื่อการศึกษา คือ ภาษา สังคม คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ความรู้รอบตัว เป็นต้น แก่นเรื่องจะเป็นตัวกำหนดเรื่องราวระบบเกม และการกระทำต่างๆ ของผู้เล่นให้มีความหมาย เมื่อกำหนดแก่นเรื่องได้แล้ว ในขั้นต่อไปคือการแต่งเรื่องราวออกแบบระบบ กลไก และกติกาต่าง ๆ ให้รายล้อม และเชื่อมโยงกับแก่นเรื่องที่ตั้งไว้

ขั้นที่ 2 ออกแบบกลไก (Mechanic) ครูผู้สอนมีความรู้ในเรื่องที่สอนเป็นอย่างดีอยู่แล้ว การถ่ายทอดเนื้อหาจากตำราเข้าไปอยู่ในเกมจึงไม่ใช่เรื่องลำบากสำหรับครูแต่อย่างใดแต่ครูที่เป็นมือใหม่ในเรื่องของการเล่นเกมจะมีความกังวลในเรื่องของการออกแบบระบบ และกลไกการเล่น

ถ้าหากไม่ต้องการจ้างนักออกแบบเกมหรือปรึกษานักเล่นเกม สามารถนำระบบหรือกลไกวิธีการเล่นเกมที่มีอยู่แล้วมาปรับให้เป็นเกมของตนเองได้ซึ่งไม่ถือว่าเป็นการละเมิดลิขสิทธิ์ทางปัญญา ซึ่งระบบของเกมต่าง ๆ เช่น การทอยลูกเต๋า การใช้หมากตัวเดิน การใช้กระดานที่เป็นช่อง ฯลฯ ถือเป็นสาธารณสมบัติที่ไม่ว่าใครก็สามารถนำไปใช้ได้ トラบเท่าที่ครูหลีกเลี่ยงการใช้ชื่อที่มีการจดทะเบียนทางการค้า เช่น Monopoly และหลีกเลี่ยงสิ่งที่ถูกคุ้มครองลิขสิทธิ์ ได้แก่ ภาพประกอบงานออกแบบเรขศิลป์ และเรื่องแต่งที่ปรากฏอยู่ในเกม (Bolstad, 2018, pp. 4-11) เมื่อครูมีประสบการณ์และรู้จักบอร์ดเกมมากเพียงพอแล้ว ครูสามารถประยุกต์นำระบบของเกมต่าง ๆ มาผสมผสานกันจนเกิดเป็นเกมที่มีวิธีการเล่นใหม่อันเป็นเอกลักษณ์และมอบประสบการณ์การเล่นให้เกิดขึ้นตรงกับการเป้าหมายการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยที่ผู้เขียนขอยกตัวอย่างมาดังนี้ (Hawkinson, 2013, pp. 318-326; Mayer & Harris, 2010, pp.113-116)

1. การสุ่มตัวเลข ผู้เล่นต้องทอยลูกเต๋า หมุนวงล้อ หรือสุ่มตัวเลขด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อกำหนดผลลัพธ์ที่ได้ เช่น ผลลัพธ์จริงหรือเท็จ จำนวนที่ต้องเดินไปข้างหน้า ค่าพลังโจมตี เป็นต้น ซึ่งเป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับดวงของผู้เล่นเป็นหลัก เกมที่มีการใช้ดวงอย่างมากจะทำให้ผู้เล่นไม่ได้พุ่มพุกกับการใช้ทักษะและความรู้ในการเล่น แต่เกมที่ไม่มีการใช้ดวงเลยก็เป็นการปิดโอกาสชนะสำหรับผู้เล่นที่อ่อนกว่าด้วยเช่นกัน

2. การตอบคำถาม ผู้เล่นจะต้องตอบคำถามให้ถูกต้องเพื่อที่จะได้รางวัลหรือหลีกเลี่ยงการถูกลงโทษถ้าหากตอบผิด ซึ่งเป็นระบบที่ง่าย ที่ทำให้ครูแน่ใจว่าเด็กจะได้ใช้ความจำความเข้าใจและความรู้จากเรื่องที่สอนด้วยการตอบคำถาม

3. การแข่งเข้าเส้นชัย ผู้เล่นจะมีเบี้ยที่เป็นแทนตัวแทนและต้องแข่งกันเพื่อเข้าเส้นชัย วิธีการมุ่งไปยังเส้นชัย ซึ่งสามารถใช้ระบบอื่น ๆ ของเกมเข้ามาบูรณาการด้วย เช่น การสุ่มตัวเลขหรือการตอบคำถามให้ถูกต้องระหว่างทางการแข่งขันสามารถเพิ่มความสนุกสนาน และท้าทายให้กับเกม และทำให้ผู้เล่นได้รู้สึกว่าการแข่งขันสนุกอยู่จริง ๆ

4. แด้มช่วยชนะ เป็นระบบการติดตามคะแนนของผู้เล่นแต่ละคน หรือแต่ละกลุ่มเมื่อเกมดำเนินไปด้วยวิธีการได้มาของคะแนนที่แตกต่างกันแล้วแต่วิธีและแนวทางในการเล่นของผู้เล่นที่แตกต่างกัน ทำให้ผู้เล่นทุกประเภทมีส่วนร่วมในเกมอย่างสนุกสนาน และจะไม่มีผู้เล่นคนใดที่ถูกคัดออกไประหว่างที่เล่นจนกระทั่งจบเกม ตัดสินด้วยคะแนนที่ผู้เล่นสะสมมาในระหว่างเล่นเกม ระบบแด้มช่วยชนะเป็นวิธีการที่ดีที่สามารถประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบเกมมิฟิเคชัน ผู้เรียนทั้งกลุ่มสามารถเรียนด้วยกันจนจบในเวลาพร้อมกัน

5. การควบคุมพื้นที่ ผู้เล่นต้องเข้าควบคุมพื้นที่ในเกมให้ได้มากที่สุดเพื่อการเอาชนะ หรือได้รับคะแนนในระหว่างที่เล่น เกมประเภทนี้ที่รู้จักกันดี คือ โกะ เป็นเกมที่ส่งเสริมให้ผู้เล่นได้ใช้ การคิดเชิงวิพากษ์และสามารถประยุกต์นำไปพัฒนาให้ใช้ทักษะการวางแผนได้

6. การจัดการทรัพยากร เป็นชุดของระบบเกมที่ให้ผู้เล่นได้ควบคุมและจัดการทรัพยากร ตามที่เกมกำหนดไว้ ซึ่งส่งผลในการเล่นต่างกันไป เกมลักษณะนี้ช่วยทำให้นักเรียนได้เรียนรู้แนวคิด ทางเศรษฐกิจ เช่น อุปสงค์อุปทาน ระบบเศรษฐกิจ การค้าเสรี และความขาดแคลน

7. การวางแผนงาน ระบบนี้จะให้เบี่ยงแก่ผู้เล่นจำนวนหนึ่ง ซึ่งผู้เล่นต้องนำเบี่ยงไปวาง เพื่อได้มาซึ่งโอกาสหรือทรัพยากรที่จำเป็นในเกม ระบบนี้มีความสัมพันธ์กับระบบการจัดการ ทรัพยากร เกมที่ออกแบบมาดีต้องมีการจำกัดจำนวนเบี่ยง ทำให้ผู้เล่นไม่สามารถได้ทุกอย่างที่ปรารถนา ช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การจลลาคับความสำคัญ และใส่ใจกับการใช้ทรัพยากรที่จำกัดให้มี ประสิทธิภาพมากที่สุด

8. การเล่นเกมร่วมมือ ผู้เล่นต้องเล่นเกมด้วยกัน โดยมีเป้าหมายอย่างหนึ่งร่วมกัน ผู้เล่นมักจะได้รับบทบาทและความสามารถที่แตกต่างกัน ทำให้แต่ละคนได้มีส่วนช่วยในเวลาและวิธีที่ แตกต่างกันไปตามแต่กลยุทธ์ที่วางเอาไว้ เกมที่เล่นแบบร่วมมือกันจะช่วยส่งเสริมให้ผู้เล่นได้ทำงาน เป็นทีม เห็นคุณค่าต่อความหลากหลาย ทักษะคิด และความเห็นที่แตกต่างกัน

9. การเจรจา แตกต่างกับความร่วมมือ ผู้เล่นแต่ละคนต่างมีจุดมุ่งหมายแตกต่างกันใน การเอาชนะซึ่งกันและกัน แต่บางครั้งเมื่อทรัพยากรแต่ละอย่างมีจำกัด หรือมีผลประโยชน์ที่ลงตัวผู้ เล่นต้องทำการตกลงซื้อขายเพื่อแลกเปลี่ยนกัน เกมที่มีองค์ประกอบนี้ช่วยทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะ การสื่อสารและโน้มน้าวให้ผู้เล่นอื่นได้ทำข้อตกลงกับตนเอง ในขณะที่ผู้เล่นที่ได้รับข้อเสนอ จะได้ใช้การวิเคราะห์อย่างเป็นเหตุเป็นผลเพื่อชั่งน้ำหนักถึงข้อดีและข้อเสียจากข้อตกลงนั้น ก่อนทำการตัดสินใจ

10. ผู้ทรยศ เป็นระบบที่พบได้ทั่วไปในเกมประเภทที่ผู้เล่นต้องเล่นแบบร่วมมือกันแต่จะ มีบทบาทลับที่สร้างความแคลงใจในกลุ่มผู้เล่น ซึ่งทำให้เกมมีความยากขึ้น นักเรียนที่ได้ประสบการณ์ ในการรับบทบาทนี้จะได้ฝึกทักษะในการพูดโน้มน้าว และพัฒนาวิธีการเข้าสังคมปัจจุบันที่มี ความซับซ้อน ใส่หน้ากากเข้าหากัน

11. ข้อมูลสมบูรณ์ ผู้เล่นทุกคนสามารถเข้าถึง และเห็นข้อมูลทั้งหมดในระหว่างที่เล่น เกมได้ ทำให้สามารถวางแผนและตัดสินใจอย่างเป็นเหตุเป็นผล

12. ข้อมูลที่ไม่สมบูรณ์ผู้เล่นจะไม่ทราบหรือไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลบางอย่างของเกม หรือข้อมูลของผู้เล่นฝ่ายตรงข้ามได้ เช่น การที่ไม่ทราบไฟที่ผู้เล่นถืออยู่บนมือคืออะไร หรือไม่ทราบว่า ข้อมูลใดที่เป็นจริงหรือเป็นเท็จ การที่ผู้เล่นไม่ทราบข้อมูลทั้งหมดทำให้ผู้เล่นจำเป็นต้องหาข้อสรุปจาก ข้อมูลเท่าที่มีและเลือกวิธีการที่ดีที่สุดเมื่อต้องตัดสินใจหรือวางแผนการเล่น

13. ลองเสียงอีก เป็นระบบที่ยอมให้ผู้เล่นสามารถกระทำการหนึ่งซ้ำ ๆ ได้ (เช่น หยิบเหรียญ) จนกว่าจะพอใจหยุดเอง หรือกระตุ้นสิ่งหนึ่งเข้าเสียก่อนทำให้ต้องถูกบังคับหยุด และต้องถูกลงโทษอย่างหนัก โดยทั่วไปความเสี่ยงที่จะถูกบังคับหยุดและโดนลงโทษมักจะเพิ่มขึ้น เรื่อย ๆ ทุกครั้งที่ผู้เล่นกระทำซ้ำและไม่ยอมหยุดเอง ระบบนี้เป็นทางที่ดีที่จะแนะนำนักเรียน ในเรื่องของการจัดการรับความเสี่ยงและความเป็นไปได้

14. การเลือกบทบาท ผู้เล่นจะได้เลือกบทบาทหนึ่งหรือมากกว่าในการเล่นแต่ละรอบ บทบาทแต่ละบทบาทจะให้ผลประโยชน์ที่มีความแตกต่างกัน ลำดับการได้เลือกบทบาทมีผลอย่างมาก ต่อการวางแผนกลยุทธ์ เนื่องจากบทบาทที่ถูกเลือกไปแล้วจะไม่สามารถถูกเลือกซ้ำโดย ผู้เล่นถัดไปได้ ทำให้ผู้เล่นต้องมองการณ์ไกลไม่ใช่มองแค่ผลประโยชน์ที่ได้ในขณะนั้น แต่เพื่อเป็นการขัดขวาง การเล่นของฝ่ายตรงข้ามด้วย

15. การวางไถ่ เป็นระบบที่ให้ผู้เล่นได้จั่วไถ่ (ไพ่แข็งหรือแผ่นกระดาน) และต้องนำมา วางต่อกันให้ถูกต้องตามกฎเพื่อทำให้เกมมีการดำเนินต่อไป เป็นระบบที่ดีที่ช่วยพัฒนาทักษะมิติ สัมพันธ์ของผู้เรียน

ขั้นที่ 3 ทดลองเล่น (Prototyping) เมื่อมีการกำหนดแก่นเรื่องและวิธีการเล่นแล้ว ในขั้นต่อไป คือ การทดลองทำตัวต้นแบบของเกม ไม่จำเป็นต้องมีภาพประกอบสวย ๆ หรือตัวเบาะ ที่สมบูรณ์แบบ แต่เพียงพอที่จะนำไปทดลองเล่นได้เพื่อให้แน่ใจว่าเกมสามารถมอบประสบการณ์ และนำผู้เล่นไปถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังได้ ครูต้องให้นักเรียนหรืออาสาสมัครทดลองเล่นตัวต้นแบบ ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง และนำผลตอบรับที่ได้ไปปรับปรุงพัฒนาตัวต้นแบบต่อไป จากนั้นทดลองเล่นซ้ำ อีกครั้ง กระบวนการนี้อาจใช้เวลานานแต่จำเป็น จนเมื่อครูมั่นใจในประสิทธิภาพของเกมแล้วจึงนำไป ผลิตจริง (Hawkinson, 2013, pp. 318-326; LilScribbyB, 2015)

ขั้นที่ 4 ผลิตจริง (Publishing) ถ้าหากมีงบประมาณสูง สามารถจ้างนักออกแบบเรขศิลป์ และนักวาดภาพประกอบเพื่อสร้างสรรค์ภาพที่อยู่ในความคิดให้ออกมาภายในบอร์ดเกมที่สวยงาม และส่งโรงพิมพ์เพื่อผลิตชิ้นงานหรือสื่อที่มีคุณภาพสูงได้ ไม่เช่นนั้นแล้วครูสามารถผลิตงานได้เองด้วย คอมพิวเตอร์และเครื่องปริ้นเตอร์ ทรัพยากรต่าง ๆ เช่นภาพประกอบสามารถหาได้จากอินเทอร์เน็ต

ซึ่งอนุญาตให้นำไปใช้เพื่อการศึกษาโดยไม่ผิดลิขสิทธิ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด (Soetendorp & Meletti, n.d.) ส่วนลูกเต๋าหรือตัวเบี้ยนั้นสามารถหาซื้อแยกต่างหากได้ในร้านค้าออนไลน์ทั่วไป

จากการศึกษาหลักการออกแบบบอร์ดเกม ผู้วิจัยสรุปได้ว่า สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาเมื่อทำการออกแบบบอร์ดเกม ได้แก่ (1) เป้าหมายของบอร์ดเกมและผู้เล่น (2) ช่วงอายุของผู้เล่น (3) จำนวนผู้เล่น (4) ระยะเวลาในการเล่น (5) กฎและกติกาของบอร์ดเกม (6) กลยุทธ์และวิธีการเล่นรูปแบบต่าง ๆ (7) วิธีการชนะของผู้เล่น และ (8) อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในบอร์ดเกม

#### การคัดสรรบอร์ดเกมเข้าสู่โรงเรียน

ในการเรียนรู้ของเด็กควรต้องมีควบคู่ไปกับการเล่น แต่ไม่ใช่เป็นการลดเวลาเรียนหรือหาเวลาเพิ่มเพื่อให้เด็กมีเวลาเล่นมากขึ้น แต่ต้องเป็นการบูรณาการการเรียนกับการเล่นเข้าด้วยกัน บอร์ดเกมเพื่อการศึกษาที่มีคุณสมบัติทั้งความบันเทิงและการเรียนรู้ (Hawkinson, 2013, pp. 318-326; Taspinar et al., 2016; Koehler et al., 2016, pp. 567-572) ช่วยในการสร้างความผ่อนคลายและแรงจูงใจในการเรียน (Klanpoomsri et al., 2017, pp. 5-28) มีบอร์ดเกมที่ฝึกทักษะและสร้างโอกาสในการสำรวจความรู้ใหม่ ๆ จากแก่นเรื่องที่หลากหลายของบอร์ดเกม เช่น ปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ วิทยาศาสตร์ ประวัติศาสตร์ หรือสังคม (Bolstad, 2018, pp. 4-11; Mayer & Harris, 2010, p.21; Promsri, 2016, pp.265-279)

ครูหรือบุคลากรที่มีหน้าที่ในการจัดหาทรัพยากร สื่อการสอน และอุปกรณ์สนับสนุนการต้องคัดเลือกเกมที่ขายในท้องตลาดเข้าสู่ห้องเรียนหรือห้องสมุดของโรงเรียน เบื้องต้นนั้นครูจำเป็นต้องกำหนดทักษะที่ต้องการพัฒนาหรือเนื้อหาความรู้ที่ต้องการก่อน จากนั้นจึงค้นหาเกมที่มีการออกแบบหรือแก่นของเรื่องที่ตรงกับวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ครูบรรณารักษ์ที่เคยมีประสบการณ์การนำหนังสือการ์ตูนเข้าห้องสมุดเพื่อเป็นหนังสือที่ผ่อนคลายสำหรับเด็กแต่เจอกับปัญหาการถูกตำหนิจากผู้บริหารของโรงเรียนหรือผู้ปกครองอาจมีความกังวลในการนำเกมเข้ามา การทำให้เกมถูกยอมรับว่าเป็นเครื่องมือทางการศึกษาหรือสื่อการสอนประเภทหนึ่งถือว่าเป็นความท้าทายอย่างมาก (Mayer & Harris, 2010, p. 21; Hill, 2016, pp. 34-42) โดยเบื้องต้นครูบรรณารักษ์ควรเลือกเกมที่มีแก่นของเรื่องหรือวิธีการเล่นที่สอดคล้องกับเนื้อหาที่สอนในห้องเรียนและส่งเสริมทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 (Mayer & Harris, 2010, p. 71)

การนำบอร์ดเกมที่มีวางขายในท้องตลาดซึ่งถูกแนะนำจากเว็บไซต์หรือแฟนเพจวิวบอร์ดเกมต่าง ๆ ว่าเป็นเกมที่มีองค์ประกอบ “เพื่อการศึกษา” มาใช้ในการเรียนการสอนนั้นถึงแม้ว่าจะช่วยแบ่งเบาภาระของครูให้ไม่ต้องเสียเวลาคิดออกแบบสื่อการสอนด้วยตนเอง เพราะเกมเหล่านี้ถูกออกแบบมาอย่างดีและมีความสนุกสนาน แต่ความผิดพลาดของการปล่อยให้เด็กเล่นเกมเหล่านี้

ด้วยตนเอง คือ เด็กอาจไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้จากเกมกับความรู้จริงได้ เพราะเกมเหล่านี้ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการศึกษาโดยเฉพาะ จุดประสงค์ของเกมที่ขายในท้องตลาดเหล่านี้คือเพื่อความ หากนำเกมเหล่านี้มาใช้ในการเรียนการสอนครูต้องเข้าใจทั้งระบบและแก่นเรื่องของเกมเป็นอย่างดีเพื่อมองหาความรู้ ลักษณะ องค์ประกอบ และศักยภาพบางอย่างที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือช่วยสอนได้ จากนั้นจึงวางแผนและออกแบบหลักสูตรรวมถึงวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ควบคู่ไปกับการใช้เกม การนำเกมมาเล่นเพื่อใช้ในการเรียนรู้ต้องมีครูหรือผู้ใหญ่คอยกำกับ แนะนำ และสอนความรู้ที่แท้จริงเสริมนอกเหนือจากการเล่นเกมเพื่อให้ผลการเรียนรู้เป็นไปตามที่คาดหวัง (Klanpoomsri et al., 2017, pp. 5-28; Laski & Siegler, 2014, pp. 853-864; Shaenfield, 2019, pp. 103-107, Siegler & Ramani, 2009, pp. 545-560)

#### 4. การหาประสิทธิภาพของนวัตกรรม

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับแนวคิดการหาประสิทธิภาพของสื่อหรือนวัตกรรมจัดการการเรียนรู้ ดังนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 5-20)

##### 4.1 ความหมายของการทดสอบประสิทธิภาพ

การทดสอบประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน หมายถึง การหาคุณภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยพิจารณาตามขั้นตอนในการพัฒนาสื่อหรือชุดการสอนแต่ละขั้น ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Developmental Testing” เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแต่ละองค์ประกอบของต้นแบบชิ้นงานให้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ

##### 4.2 ความจำเป็นที่ต้องทดสอบประสิทธิภาพ

ในการผลิตระบบการดำเนินงานทุกประเภท จำเป็นต้องมีการตรวจสอบระบบ เพื่อเป็นการประกันว่ามีประสิทธิภาพจริงตามที่มุ่งหวังหรือไม่ ซึ่งการทดสอบประสิทธิภาพมีความจำเป็นด้วยเหตุผล 3 ประการ ดังนี้

4.2.1 สำหรับหน่วยงานที่ผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพช่วยประกันคุณภาพของสื่อการสอนว่าอยู่ในขั้นสูง เหมาะในการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก หากไม่มีการทดสอบประสิทธิภาพเสียก่อน เมื่อผลิตออกมาพบว่าใช้ประโยชน์ไม่ได้ดี ต้องมีการผลิตหรือทำขึ้นใหม่เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลา แรงงาน และเงินทอง

4.2.2 สำหรับผู้ใช้สื่อการสอน ที่ผ่านการทดสอบประสิทธิภาพจะทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่ใช้ช่วยสอนได้ดี ในการสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง บางครั้งสื่อการสอนทำหน้าที่ช่วยครูสอนและบางครั้งต้องทำหน้าที่สอนแทนครู ดังนั้น ก่อนนำสื่อการสอนไปใช้ควรมั่นใจก่อนว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนจริง การหาประสิทธิภาพตามลำดับช่วยให้เราได้สื่อการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนด

4.2.3 สำหรับผู้ผลิต การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้มั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อการสอนนั้นมีความเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ ซึ่งช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูง เป็นการประหยัดแรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นแบบ

โดยสรุป การทดสอบประสิทธิภาพสื่อการสอน มีความจำเป็นเพื่อเป็นการประกันคุณภาพว่าอยู่ขั้นสูง สามารถใช้ในการสอนได้ดีทั้งในแง่ของอุปกรณ์ช่วยสอนและเครื่องมือในการสอนแทน โดยผู้สอนเกิดความมั่นใจในเนื้อหาสาระของสื่อการเรียนรู้

#### 4.3 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของสื่อการสอนจะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตสื่อพึงพอใจว่าหากสื่อการสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับที่กำหนดแล้ว แสดงว่าสื่อการสอนนั้นมีคุณค่าในการนำไปสอน และคุ้มค่ากับการลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก โดยการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนกระทำได้โดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E1 = \text{Efficiency of Process}$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) กำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E2 = \text{Efficiency of Product}$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

4.3.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือ การประเมินผลต่อเนื่อง ประกอบด้วยพฤติกรรมย่อย ๆ ของผู้เรียน เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) อันเกิดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม ได้แก่ การทำรายงานของกลุ่ม และรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

4.3.2 ประเมินพฤติกรรมสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียนและการสอบไล่

ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการประเมินหลังเรียน คือ  $E1/E2 =$  ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์  $E1/E2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้น ผู้สอนต้องเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจ โดยเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักตั้งไว้สูงสุดแล้วลดต่ำลง คือ 90/90 85/85 80/80 ส่วนเนื้อหาที่เป็นจิตพิสัย หรือทักษะ ต้องใช้เวลาฝึกฝนและพัฒนาการตั้งไว้ต่ำลง เช่น 75/75 เป็นต้น อย่างไรก็ตามในการตั้งเกณฑ์ไม่ควรตั้งไว้ต่ำ เนื่องจากตั้งเกณฑ์ไว้เท่าใดก็มักได้ผลเท่านั้น ในทำนองเดียวกัน รัตนะ บัวสนธ์ (2554) ได้เสนอแนวทางการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน คือ การพิจารณาวัตรกรรมการศึกษานั้น ๆ หากมุ่งแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อน หรือมีเนื้อหาสาระที่ค่อนข้างยากให้ใช้เกณฑ์

ประสิทธิภาพ 75/75 หากเนื้อหาสาระไม่ยากมากนักนิยมใช้เกณฑ์ 80/80 และหากเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90

โดยสรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน เป็นการกำหนดระดับประสิทธิภาพที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยมีการประเมินพฤติกรรมของนักเรียนทั้งพฤติกรรมต่อเนื่องที่เป็นกระบวนการ (E1) และพฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่เป็นผลลัพธ์ (E2)

#### 4.4 การคำนวณหาประสิทธิภาพ

การคำนวณหาประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอน โดยมีวิธีการคำนวณตามสูตร E1/E2 ดังนี้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	คือ	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	คือ	คะแนนรวมของแบบฝึกหัดหรืองานทั้งหมดที่ได้
	A	คือ	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดหรืองานทั้งหมดรวมกัน
	N	คือ	จำนวนนักเรียน

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	คือ	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ	คะแนนรวมแบบทดสอบหลังเรียนทั้งหมดที่ได้
	B	คือ	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน
	N	คือ	จำนวนนักเรียน

#### 4.5 ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตสื่อการสอนแล้วต้องนำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน (รัตนะ บัวสนธิ, 2554) ดังนี้

4.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยวหรือแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (One to one Testing) คือ ทดลองกับผู้เรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน คำนวณหาประสิทธิภาพ เพื่อศึกษาข้อบกพร่องและนำไปปรับปรุงแก้ไข โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองแบบเดี่ยวจะได้คะแนนต่ำกว่าเกณฑ์มาก

4.5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบภาคสนามหรือกลุ่มใหญ่ (Field Testing) คือ การทดลองกับผู้เรียนทั้งชั้น ควรเลือกห้องเรียนที่ผู้เรียนมีระดับผลการเรียนคละกัน คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงแก้ไข



ในการพัฒนาบอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 เนื่องจากงานวิจัยนี้มุ่งพัฒนา ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อน ตามแนวทางการกำหนดเกณฑ์ ประสิทธิภาพของ รัตนะ บัวสนธ์ (2554)

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยภายในประเทศ

กิริติ วาณิช (2559) ได้ทำการศึกษาการเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยการใช้เกมเศรษฐีสังฆราช ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เกม เศรษฐีสังฆราชในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และเสริมสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของชาวเกษตรกรในพื้นที่ตำบลท่าหิน และตำบลวัดจันทร์ อำเภอกิ่งพระ จังหวัดสงขลา โดยการใช้เกมเศรษฐีที่มีผู้เล่นจำนวนทั้งสิ้น 20 คน ประกอบไปด้วย ผู้เล่นจากตำบลท่าหิน จำนวน 10 คน และผู้เล่นจากตำบลวัดจันทร์ จำนวน 10 คน และเยาวชน ได้แก่ เยาวชนบ้านบ่อदान จำนวน 23 คน บ้านคูขุนจำนวน 16 คน บ้านโตนดรอบ จำนวน 13 คน โรงเรียนวัดท่าหิน จำนวน 10 คน และโรงเรียนบ้านแหลมวัง จำนวน 11 คน พบว่า ผู้เล่นจาก ตำบลท่าหิน และตำบลวัดจันทร์มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหลัง การเล่นเกมเพิ่มขึ้น และการใช้แบบจำลองเกมเศรษฐีสังฆราชเพื่อการเรียนรู้ปัญหาสิ่งแวดล้อม จากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าการจัดกิจกรรมของทั้ง 5 กลุ่ม ผู้เข้าร่วมมีความรู้ ความเข้าใจด้านปัญหาสิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเกมเศรษฐีสามารถ เพิ่มความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ ที่ดินได้

ก้องเขต ปี่เสนาะ (2561) ได้วิจัยและพัฒนาแบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้ บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง เชิงบูรณาการในรูปแบบของเกมและสถานการณ์จำลองสำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้บริการของ ระบบนิเวศป่าชุมชน โดยการศึกษาใช้ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชนตำบลไหล่นาน อำเภอยางชุมน้อย มาประกอบการสร้างเกมและสถานการณ์จำลองในรูปแบบการ์ดเกมที่ประกอบด้วย สถานการณ์ทั้งหมดจำนวน 3 สถานการณ์ ได้แก่ “การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน และการใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปร่วมกับกรรมผู้บุกรุกจากภายนอก และนายทุน” โดยแต่ละสถานการณ์มีการบริการของระบบนิเวศด้วยกัน 4 ด้าน คือ การบริการ ด้านการเป็นแหล่งผลิต การบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ การบริการด้านวัฒนธรรม และการบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ จากนั้นทำการปรับแก้ไขและนำไปทดสอบประสิทธิภาพ

โดยให้ผู้เล่น ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมตอนปลายในจังหวัดน่าน จำนวน 315 คน รวมทั้งสิ้น 11 รอบ ซึ่งให้ผู้เล่นทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง พบว่า ผู้เล่นเข้าใจวิธีการเล่นเกม และทำให้ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการในแต่ละสถานการณ์แตกต่างกันเมื่อเล่นเกมผ่านไป 3 รอบ (เทียบเท่า 3 ปี ในชีวิตจริง) โดยสถานการณ์การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชนมีทรัพยากรธรรมชาติสูงสุด และไม่มีหนี้ นอกจากนี้ผู้เล่นยังเห็นถึงผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการที่แตกต่างกัน สำหรับประสิทธิภาพของแบบจำลองพบว่าผู้ใช้แบบจำลองมีคะแนนหลังการใช้แบบจำลอง ( $8.81 \pm 1.93$ ) ซึ่งสูงกว่าคะแนนก่อนการใช้แบบจำลอง ( $6.89 \pm 2.05$ ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $n=209$ ,  $p=0.05$ ) สรุปได้ว่าแบบจำลองสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนได้ นอกจากนี้มีการนำแบบจำลองไปขยายผล (out-scaling) ร่วมกับคนในชุมชน เจ้าหน้าที่ป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ในโครงการศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี ซึ่งแบบจำลองได้รับความสนใจในการนำไปประยุกต์ให้เข้ากับพื้นที่แห่งนี้

พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา (2556) ได้ทำการศึกษาการใช้แบบจำลองเพื่อนำมาคิดเพื่อส่งเสริมศักยภาพของชุมชนท้องถิ่น ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้และพันธุ์พืชอย่างยั่งยืน (ปีที่ 2) ซึ่งเป็นโครงการอนุรักษ์พันธุ์พืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในปีที่ 1 ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน การเปลี่ยนแปลงศักยภาพการสะสมธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการเปลี่ยนแปลงปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน การศึกษาดำเนินการในพื้นที่ป่าผลัดใบลุ่มน้ำย่อยน้ำว่า อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน ที่มีระบบของการรบกวนแตกต่างกัน อันเนื่องมาจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยในปีที่ 2 ทำการศึกษาเพิ่มเติม มีงานหลัก 3 ส่วน คือ “1) การศึกษาศักยภาพการสะสมธาตุคาร์บอนในพื้นที่ป่าผลัดใบ 3 แห่งดังกล่าวข้างต้น และเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในพื้นที่ป่าผลัดใบอยู่ภายใต้การดูแลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน 2) การศึกษารูปแบบการใช้ประโยชน์ทรัพยากรป่าไม้ และของป่าในพื้นที่ป่าชุมชนของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในพื้นที่ศึกษา และ 3) การสร้าง และใช้แบบจำลองอย่างมีส่วนร่วมเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เรื่องป่าชุมชนและการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าชุมชนในระดับตำบล” เมื่อนำความรู้ที่ได้จากการศึกษามาสร้างเป็นแบบจำลองภาคีในรูปแบบเกมสวมบทบาทสมมติและนำไปใช้กับตัวแทนหมู่บ้านจาก 8 หมู่บ้าน จำนวน 19 คนและตัวแทนจาก อบต. ไทล่อนาน 4 คน พบว่าเกมสามารถทำให้ผู้เล่นได้เรียนรู้หลายด้าน เช่น เข้าใจเกี่ยวกับสภาพป่าชุมชนในภาพรวมระดับตำบล เข้าใจถึงความสำคัญของป่าชุมชนโดยเฉพาะการเป็นแหล่งความมั่นคงทางอาหารและได้มีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตป่าชุมชน ตลอดจนร่วมกันหาแนวทางจัดการป่าชุมชนในระดับตำบล ซึ่งสรุปได้ว่าการใช้แบบจำลองสามารถช่วยให้ชุมชนได้เข้าใจตนเองและเรียนรู้เกี่ยวกับการจัดการทรัพยากรป่าไม้ได้ยิ่งมากขึ้น

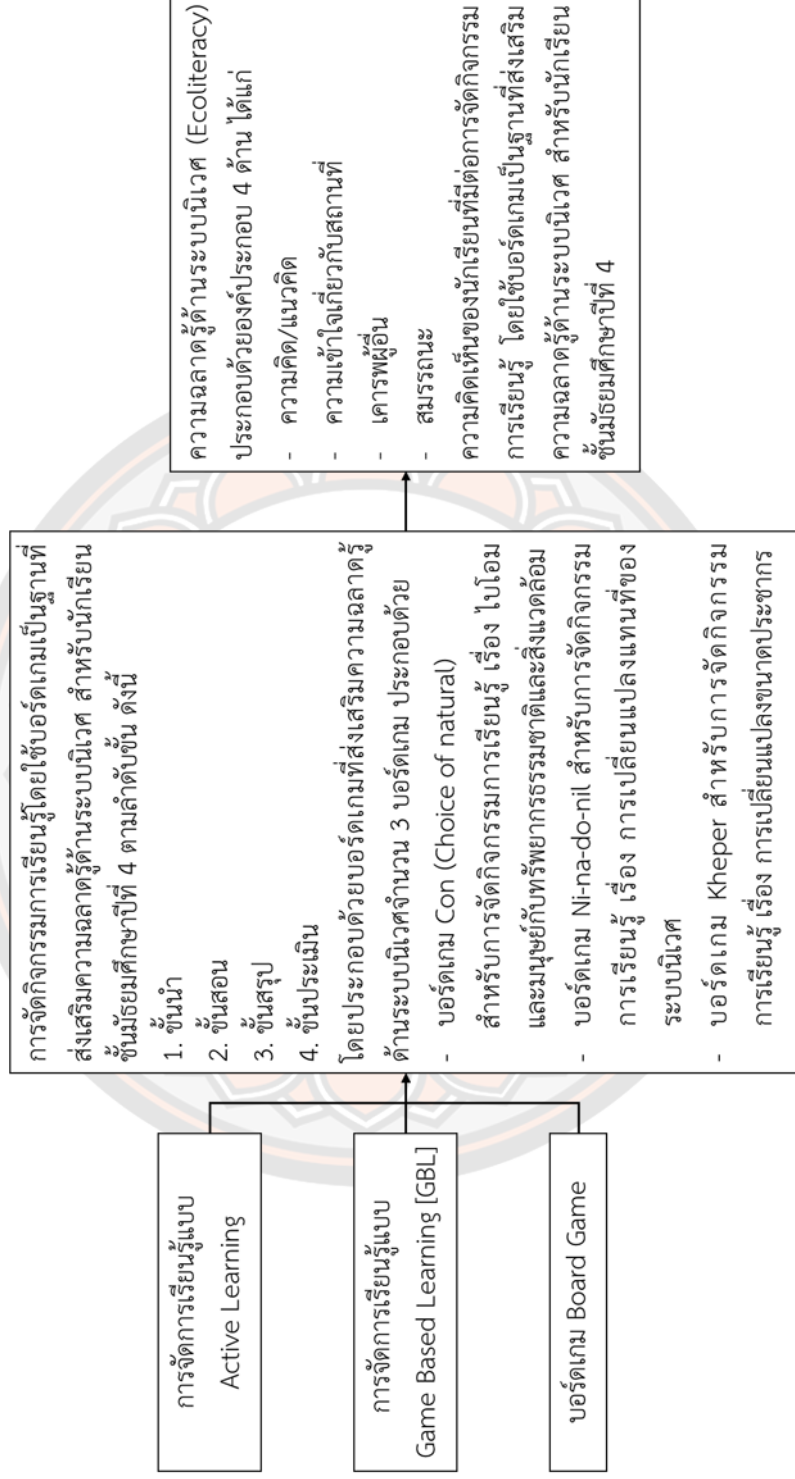
## 5.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Callahan et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการใช้เกมการ์ด Phylo เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในยุคของโปเกมอน ได้รับแรงบันดาลใจจากเกมโปเกมอน เป็นเกมการแข่งขันและการสื่อสารระหว่างกันเพื่อให้ผู้เล่นทราบถึงสปีชีส์ระบบนิเวศและเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบ ผลการวิจัยพบว่าการรู้ทางนิเวศวิทยา เช่น ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับระบบนิเวศ และความรู้เกี่ยวกับสปีชีส์เพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม รวมทั้งยังกระตุ้นพฤติกรรมให้เกิดการป้องกันเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบ ซึ่งให้เห็นว่าเกม Phylo ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แรงจูงใจ และการกระทำที่จำเป็นเพื่อตอบสนองความท้าทายทางนิเวศวิทยา

Tsai et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการใช้บอร์ดเกม เพื่อสอนประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทางชีวภาพและการพัฒนาเศรษฐกิจในไต้หวัน โดยโครงสร้างของบอร์ดเกมประกอบด้วยระบบมุมมอง 4 แบบ ได้แก่ ระบบนิเวศ เศรษฐกิจ วัฒนธรรม และการเมือง ซึ่งนักเรียนต้องพิจารณาและทำความเข้าใจตำแหน่งของผู้เล่นที่มีบทบาทแตกต่างกัน และต้องพบกับภารกิจที่เกี่ยวข้องกับความขัดแย้งทางเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม การสอนโดยใช้บอร์ดเกมเป็นสื่อการสอนนั้นได้รับการทดสอบภาคสนามกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 38 คน จากโรงเรียนมัธยม 2 แห่ง เวลาในการเล่นเกมนักเรียนรวม 200 นาที สำหรับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพ (ปลายปิด) และมุมมองเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมและวิทยาศาสตร์ (ปลายเปิด) ได้รับการประเมินก่อนและหลังบทเรียนโดยการใช้บอร์ดเกม พบว่า นักเรียนในโรงเรียนมัธยมทั้งสองแห่งมีความเข้าใจในแนวคิดเรื่องความหลากหลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญและในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้างพบว่า นักเรียนที่ถูกสัมภาษณ์สามารถสะท้อนคุณค่าของสัตว์ และแสดงความคิดเห็นที่หลากหลายเกี่ยวกับการอนุรักษ์สัตว์และการพัฒนาเศรษฐกิจ

## 6. กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำมาสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ ดังแสดงตามภาพ 7



ภาพ 7 กรอบแนวคิดในการวิจัย เรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งขั้นตอนการดำเนินการออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

**ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75**

การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียด ดังนี้

#### 1. แหล่งข้อมูล

ผู้ให้ข้อมูลในขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ประกอบด้วย

1.1 ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยาจำนวน 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาและนิเวศวิทยาจำนวน 1 ท่าน

1.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่ แห่งหนึ่ง ในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563

2. การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนดังนี้

2.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบอร์ดเกม ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และเนื้อหาสาระเรื่อง ชีวิตในสิ่งแวดล้อม โดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2561) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 ดังตาราง 4

**ตาราง 4 แสดงมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4**

มาตรฐานการเรียนรู้	ตัวชี้วัด
ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์	<ol style="list-style-type: none"> <li>สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลก กับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ</li> <li>สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุ และยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ</li> <li>สืบค้นข้อมูล อธิบาย และยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพ และทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ</li> <li>สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม พร้อมนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม</li> </ol>

จากตาราง 4 ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 นำมาพัฒนาบอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ได้แก่

สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 จำนวน 4 ตัวชีวิต ได้แก่

ตัวชีวิตที่ 1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ

ตัวชีวิตที่ 2 สืบค้นข้อมูล อภิปรายสาเหตุและยกตัวอย่างการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ

ตัวชีวิตที่ 3 สืบค้นข้อมูล อธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางกายภาพและทางชีวภาพที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของประชากรสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ

ตัวชีวิตที่ 4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหา และผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

2.3 วิเคราะห์และกำหนดเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน และกำหนดจำนวนบอร์ดเกม

2.4 เขียนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ดังนี้

2.4.1 กำหนดแนวคิดและสาระสำคัญ นำเนื้อหาที่วิเคราะห์มาสรุปสาระสำคัญของแต่ละเรื่อง

2.4.2 กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ในงานวิจัยครั้งนี้มีลำดับขั้นตามรูปแบบของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน (Game-based Learning) ดังนี้ (1) ขั้นนำ (2) ขั้นสอน (3) ขั้นสรุป และ (4) ขั้นประเมิน

2.4.3 กำหนดแนวทางการประเมิน

2.4.4 จัดทำเนื้อหาสาระในบอร์ดเกม ประกอบด้วย คำอธิบายหรือข้อความ

2.4.5 จัดทำบอร์ดเกมของแต่ละเรื่อง ซึ่งเป็นบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ เป็นบอร์ดเกมประเภทวางแผนที่ใช้การ์ด (Card-Based Strategy Games) ออกแบบตามแนวทางวิธีการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมของ Silverman (2013) และวรพล ยวงเงิน (2563) ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการพิจารณาถึงสิ่งสำคัญในการออกแบบบอร์ดเกม ได้แก่ (1) เป้าหมายของบอร์ดเกมและผู้เล่น (2) ช่วงอายุของผู้เล่น (3) จำนวนผู้เล่น (4) ระยะเวลาในการเล่น (5) กฎและกติกาของบอร์ดเกม (6) กลยุทธ์และวิธีการเล่นรูปแบบต่าง ๆ (7) วิธีการชนะของผู้เล่น และ (8) อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในบอร์ดเกม

2.4.6 ทำการออกแบบและสร้างบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ จำนวน 3 บอร์ดเกม ได้แก่ (1) บอร์ดเกม Con (Choice of natural) สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2) บอร์ดเกมNi-na-do-nil สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ และ (3) บอร์ดเกม Kheper สำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร ประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับบอร์ดเกม หนังสือคู่มือ ใบงาน และแบบทดสอบย่อยแต่ละเรื่อง โดยผู้วิจัยสร้างบอร์ดเกมตามขั้นตอนดังนี้

- 1) กำหนดเป้าหมายในการสร้างบอร์ดเกม และช่วงอายุของผู้เล่น ทำการเขียนแนวทาง ในการสร้างเกมของแต่ละเรื่อง รวมถึงออกแบบสถานการณ์หรือเนื้อหาของเกม เป็นการจำลองเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศ ซึ่งมีการคำนึงถึงกระบวนการที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
- 2) กำหนดจำนวนของผู้เล่น โดยคำนึงถึงจำนวนนักเรียนในชั้นเรียน และรูปแบบของบอร์ดเกม
- 3) กำหนดระยะเวลาในการเล่นแต่ละบอร์ดเกมให้เหมาะสมกับเนื้อหาสาระตัวชี้วัดที่กำหนด และกระบวนการเรียนรู้
- 4) กำหนดกลไกหลักของบอร์ดเกม ได้แก่ การกำหนดกฎและกติกาของบอร์ดเกม มีการคำนึงถึงช่วงอายุของผู้เล่น จำนวนผู้เล่น ระยะเวลาในการเล่นเกม วิธีการเล่นเกม และการได้รับชัยชนะในบอร์ดเกม โดยกำหนดให้บอร์ดเกมมีรูปแบบการเล่นแบบเทิร์นเบส คือ นักเรียนต้องผลัดกันเล่น ซึ่งเป็นการออกแบบที่ครอบคลุมเนื้อหาสาระ ตัวชี้วัดที่กำหนด และกระบวนการที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ รวมถึงมีการใช้ภาษาและเนื้อหาที่เข้าใจง่าย
- 5) กำหนดกลยุทธ์และวิธีการเล่นเกมที่นักเรียนสามารถมีวิธีการเล่นได้หลากหลายรูปแบบ หลากหลายแนวทางในการได้รับชัยชนะ
- 6) กำหนดวิธีการชนะในการเล่นเกมที่นักเรียนจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือกันในการได้รับชัยชนะ
- 7) ทำรายการวัสดุที่ต้องการใช้ภายในบอร์ดเกม ตามวิธีการเล่นเกม กฎ กติกา และรูปแบบของบอร์ดเกม
- 8) สร้างเกมต้นแบบ เพื่อใช้ในการทดลองเล่นบอร์ดเกมตามกลไกต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ โดยการร่างแบบของกระดาน และรวบรวมอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการเล่นเกม รวมถึงสร้างการ์ดต่าง ๆ ภายในบอร์ดเกม
- 9) ทดสอบเกมต้นแบบ ทำการทดลองเล่นเกมเพื่อหาข้อบกพร่องในเกม โดยนำไปทดลองเล่นกับคนอื่น ๆ ระหว่างทดสอบ ดูว่าเป็นไปได้หรือไม่ที่ผู้เล่นสักคนจะชนะตลอดเมื่อใช้



กลยุทธ์บางอย่าง หรือเกิดช่องว่างในกติกาที่ทำให้เกิดความได้เปรียบเสียเปรียบ และจัดบันทึกสิ่งที่เกิดขึ้นระหว่างการทดลองเล่นเกม หากมีส่วนไหนที่ผู้เล่นสับสนนำกลับมาปรับปรุง

10) จัดพิมพ์เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

#### ตาราง 5 แสดงกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน

เรื่อง	บอร์ดเกม	เวลาเรียน
1 ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม	Con (Choice of natural)	6 ชั่วโมง
2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ	Ni-na-do-nil	6 ชั่วโมง
3 การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร	Kheper	6 ชั่วโมง
รวมเวลาเรียน		18 ชั่วโมง

2.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะ

2.6 ปรับปรุงและแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานตามข้อเสนอแนะของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

2.7 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อพิจารณาตรวจสอบความเหมาะสมด้านภาษา และความครอบคลุมเนื้อหาของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน โดยใช้มาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าเฉลี่ย ใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยแล้วนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558 หน้า 196) ดังนี้

4.50 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
3.50 – 4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
2.50 – 3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง

1.50 – 2.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1.00 – 1.49 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

2.8 ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานตามข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ

2.9 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ซึ่งไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง รายละเอียดดังนี้

2.9.1 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ภาษา และเวลาที่ใช้

2.9.2 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน เพื่อหาประสิทธิภาพแบบภาคสนาม

2.10 หาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 คำนวณได้จากสูตรการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน โดยใช้เกณฑ์ E1/E2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 10)

2.11 ปรับปรุงแก้ไขกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานตามข้อมูลที่ได้จากการหาประสิทธิภาพ หลังจากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษาจัดทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

3. การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาตำรา เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบประเมิน และเนื้อหาที่ใช้สร้างแบบประเมิน รวมถึงความหมายของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบของแบบประเมิน และกำหนดพฤติกรรมบ่งชี้

3.2 กำหนดรูปแบบของแบบประเมิน ประกอบด้วยข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก และแบบเขียนตอบ

3.3 สร้างแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยการพัฒนาจากแนวทางการประเมินของ Dunlop and Van, 2000; กิรติ วาณิช, 2559; ก้องเขต ปี่เสนาะ, 2561; Tsai et al., 2019) ที่มีลักษณะเป็นคำถามตามตัวบ่งชี้ของความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ คือ ส่วนที่ 1 แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 12 ข้อ และแบบเขียนตอบจำนวน 9 ข้อ ดังแสดงในตาราง 6

ตาราง 6 แสดงการวิเคราะห์แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	จำนวนแบบประเมิน (ข้อ)	
	เลือกตอบ	เขียนตอบ
<b>เรื่องที่ 1 ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</b>		
<b>1. ความคิด/แนวคิด</b>		
1.1 ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา	1	
<b>2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่</b>		
2.1 ความเข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ	2	
2.2 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับโลก	1	
<b>3. เคารพผู้อื่น</b>		
3.1 การให้ความสำคัญกับการดำรงอยู่และต้องพยายามที่จะพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต		1
<b>4. สมรรถนะ</b>		
4.1 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน โดยสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผนการกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ		2
<b>รวม</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
2.1 ความเข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ	2	
2.2 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับโลก	1	
<b>3. เคารพผู้อื่น</b>		
3.1 การให้ความสำคัญกับการดำรงอยู่และต้องพยายามที่จะพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต		1

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	จำนวนแบบประเมิน (ข้อ)	
	เลือกตอบ	เขียนตอบ
<b>4. สมรรถนะ</b>		
4.1 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน โดยสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผนการกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ		2
<b>รวม</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>เรื่องที่ 3 การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร</b>		
<b>1. ความคิด/แนวคิด</b>		
1.1 ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา	1	
<b>2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่</b>		
2.1 ความเข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ	2	
2.2 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับโลก	1	
<b>3. เคารพผู้อื่น</b>		
3.1 การให้ความสำคัญกับการดำรงอยู่และต้องพยายามที่จะพัฒนาชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้องคำนึงถึงความแตกต่างของบุคคล วัฒนธรรมสิ่งมีชีวิต		1
<b>4. สมรรถนะ</b>		
4.1 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน โดยสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผนการกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ		2
<b>รวม</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>รวมทั้งหมด</b>	<b>12</b>	<b>9</b>

3.4 นำแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านนิเวศวิทยา จำนวน 1 ท่าน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนชีววิทยาและนิเวศวิทยา จำนวน 1 ท่าน

เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องของตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศกับแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 3 ระดับ เพื่อนำไปหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-objective congruence: IOC) ที่มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา (มาเรียม นิลพันธุ์, 2555, หน้า 177) ดังนี้

+1 หมายถึง มีความเห็นด้วยว่ามีความสอดคล้อง

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องสัมพันธ์

-1 หมายถึง มีความเห็นว่ามีไม่มีความสอดคล้อง

3.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินตามข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ

3.7 ทดลองใช้แบบประเมิน นำแบบประเมินที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน เพื่อหาค่าความยากง่าย (Difficult) และวิเคราะห์ความเชื่อมั่น (Reliability) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 238)

3.8 นำกระดาษคำตอบมาตรวจให้คะแนน จากนั้นนำผลการตรวจให้คะแนนของแบบประเมิน มาคำนวณหาค่าความยากง่าย (Difficult) และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) ของแบบทดสอบ โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ข้อสอบแบบอิงกลุ่ม และคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรการคำนวณของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (KR-20) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของปกรณัม ประจันบาน (2552)

3.9 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และจัดทำแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศฉบับสมบูรณ์ เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

4. การสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน มีขั้นตอนดังนี้

4.1 ศึกษาเอกสารและตำราที่เกี่ยวกับการสร้างแบบสอบถาม วิธีการ และเครื่องมือในการสร้างแบบสอบถาม

4.2 กำหนดสิ่งที่จะสอบถามเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ประกอบด้วย 2 ตอน คือ 1) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) ข้อเสนอแนะ

4.3 กำหนดรูปแบบที่จะใช้จะเป็นแบบสอบถามความคิดเห็น คือ ตอนที่ 1 เป็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) และตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับบอร์ดเกมแบบเขียนตอบ

4.4 สร้างแบบสอบถาม ผู้วิจัยสร้างแบบสอบถามความคิดเห็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อคำถาม และข้อเสนอแนะเพิ่มเติม แบบเขียนตอบจำนวน 1 ข้อ ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบสอบถามแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) ในแต่ละข้อคำถามมีน้ำหนักคะแนนของความคิดเห็น ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5	หมายถึงมี	ความเหมาะสมมากที่สุด
ระดับความคิดเห็น 4	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ระดับความคิดเห็น 3	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ระดับความคิดเห็น 2	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ระดับความคิดเห็น 1	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ตอนที่ 2 แบบสอบถามความคิดเห็นแบบเขียนตอบ ได้แก่ ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.5 นำแบบสอบถามความคิดเห็นที่สร้างขึ้นเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไข

4.6 นำเสนอแบบสอบถามความคิดเห็นต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Rating Scale) โดยมีการกำหนดเกณฑ์ ดังนี้

ระดับความคิดเห็น 5	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
ระดับความคิดเห็น 4	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมาก
ระดับความคิดเห็น 3	หมายถึง	เห็นด้วยระดับปานกลาง
ระดับความคิดเห็น 2	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อย
ระดับความคิดเห็น 1	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

เกณฑ์ในการพิจารณาค่าเฉลี่ย ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2558)

ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00	หมายถึง	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49	หมายถึง	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย 2.50-3.49	หมายถึง	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย 1.50-2.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49	หมายถึง	เห็นด้วยน้อยที่สุด

4.7 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถามความคิดเห็นตามข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของผู้เชี่ยวชาญ

4.8 ทดลองใช้แบบสอบถาม นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทำการทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 37 คน โดยสอบถามนักเรียนเกี่ยวกับภาษาที่ใช้ และความชัดเจนของข้อคำถาม

4.9 ปรับปรุงแก้ไขแบบสอบถาม และจัดพิมพ์แบบสอบถามฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

## ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ภายหลังจากได้นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานไปประเมินความสอดคล้องและความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ และทำการทดลองใช้ (Tryout) เพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 เป็นที่เรียบร้อยแล้วการดำเนินการมีรายละเอียด ดังนี้

### 1. แหล่งข้อมูล

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียน 260 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 38 คน โดยการสุ่มแบบกลุ่ม

### 2. แบบแผนการทดลอง

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ One group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538, หน้า 248-249) ซึ่งมีลักษณะ ดังนี้

$T_1$       X       $T_2$

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

X หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม (Treatment)

$T_1$  หมายถึง การสอบก่อนได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม (Pretest)

$T_2$  หมายถึง การสอบหลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม (Posttest)

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยในขั้นตอนนี้ แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

### 4. วิธีดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานทั้ง 3 เรื่องใช้จริงกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ดังนี้

4.1 ผู้วิจัยทำการประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ได้แก่ ข้อสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือกจำนวน 12 ข้อ และแบบเขียนตอบจำนวน 9 ข้อ

4.2 ดำเนินการทดลองโดยจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ดังนี้

เรื่องที่ 1 ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จำนวน 6 ชั่วโมง

เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ จำนวน 6 ชั่วโมง

เรื่องที่ 3 การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร จำนวน 6 ชั่วโมง

รวมเวลา จำนวน 18 ชั่วโมง

4.3 หลังจากเสร็จการทดลอง ผู้วิจัยทำการประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยแบบทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศฉบับเดิม

### 5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีขั้นตอน ดังนี้

5.1 ผู้วิจัยนำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลองใช้จริงมาตรวจให้คะแนน

5.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่อิสระ (t-test dependent sample) (ปรกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 239)

5.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เป็นกลุ่มทดลองภายหลังการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม



เป็นฐาน ร้อยละ 75 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (t-test one Sample) (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 238)

### **ขั้นตอนที่ 3 การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน**

การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 38 คน ที่เป็นกลุ่มทดลองในขั้นตอนที่ 2 โดยการดำเนินการมีรายละเอียด ดังนี้

#### **1. แหล่งข้อมูล**

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 8 ห้อง จำนวนนักเรียน 260 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวนนักเรียน 38 คน

#### **2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย**

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

#### **3. การเก็บรวบรวมข้อมูล**

1. หลังจากการทดลองการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรียบร้อยแล้ว ให้นักเรียนทุกคนทำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน

2. นำแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มาตรวจให้คะแนน และทำการวิเคราะห์ข้อมูล

#### **4. การวิเคราะห์ข้อมูล**

ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยเก็บแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ผ่านการประเมินความคิดเห็นที่มีต่อบอร์ดเกม นำมาตรวจให้คะแนน

2. รวมคะแนนของนักเรียนทุกคนแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) ของข้อคำถามในภาพรวมและรายข้อ (ปกรณัม ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

3. นำค่าเฉลี่ยที่คำนวณได้มาเทียบกับเกณฑ์แปลผลคะแนน ดังนี้
- ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในระดับมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในระดับมาก
- ค่าเฉลี่ย 2.50-2.49 หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในระดับปานกลาง
- ค่าเฉลี่ย 1.50-1.49 หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในระดับน้อย
- ค่าเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง ความคิดเห็นของนักเรียนในระดับน้อยที่สุด

### สถิติที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

- 1.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ์ ประจักษ์บาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

- 1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ์ ประจักษ์บาน, 2552, หน้า 228)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

เมื่อ	S.D.	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนนแต่ละชุด
	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	n	แทน	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

## 2. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

2.1 การทดสอบหาความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยใช้สูตรดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 164)

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

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องของข้อคำถามนั้น ๆ  
 $\sum R$  แทน การรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ  
 N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 การหาค่าความยาก (Difficulty) แบบทดสอบรายข้อ มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 166)

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

เมื่อ P แทน ค่าความยาก  
 R แทน จำนวนผู้ตอบถูก  
 N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

2.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบด้วยวิธี Brennan มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 171)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ  
 U แทน จำนวนผู้สอบตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์  
 L แทน จำนวนผู้สอบตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์  
 $n_1$  แทน จำนวนผู้ที่สอบผ่านเกณฑ์  
 $n_2$  แทน จำนวนผู้ที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

2.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินสมรรถนะ ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ด้วยวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ของครอนบาร์ค (Cronbach) มีสูตรดังนี้ (ปกรณ ประจันบาน, 2552, หน้า 179)

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left[ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน สัมประสิทธิ์ความเที่ยงตรง

$n$	แทน	จำนวนข้อคำถาม
$S_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรายข้อ
$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ

2.5 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของบอร์ดเกม โดยการหาประสิทธิภาพของบอร์ดเกม ตามเกณฑ์ 75/75 โดยใช้สูตร  $E_1/E_2$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556, หน้า 10)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน
	$A$	แทน	คะแนนเต็มของกิจกรรมระหว่างเรียน
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ	$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของแบบทดสอบหลังเรียน
	$B$	แทน	คะแนนเต็มของการทำแบบทดสอบหลังเรียน
	$N$	แทน	จำนวนผู้เรียน

### 3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ บอร์ดเกม (ปกรณั ประจันบาน, 2552, หน้า 239)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}, df = n-1$$

เมื่อ	$t$	แทน	ค่าสถิติที
	$D$	แทน	ความแตกต่างของคะแนนแต่ละคน
	$n$	แทน	จำนวนนักเรียน
	$\sum D^2$	แทน	ผลรวมของ $D$ แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของ $D$ ทั้งหมดยกกำลังสอง
	$Df$	แทน	องศาหรือชั้นความอิสระ

3.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75 (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 238)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}, df - 1$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของข้อมูล
	$\mu$	แทน	ค่าคะแนนของกลุ่มตัวอย่าง
	S	แทน	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล
	n	แทน	จำนวนข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่ม
	df	แทน	องศาหรือชั้นความอิสระ

3.3 การวิเคราะห์ความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม การวิเคราะห์ห้ใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) (ปกรณ์ ประจันบาน, 2552, หน้า 214)

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ย
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนที่กำหนด
	N	แทน	จำนวนนักเรียน

การวิเคราะห์แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม กำหนดช่วงของค่าเฉลี่ย ดังนี้ (Best & Kahn 1986)

ค่าเฉลี่ย	4.50-5.00	แปลผลเป็น	เห็นด้วยมากที่สุด
ค่าเฉลี่ย	3.50-4.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยมาก
ค่าเฉลี่ย	2.50-3.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยปานกลาง
ค่าเฉลี่ย	1.50-2.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยน้อย
ค่าเฉลี่ย	1.00-1.49	แปลผลเป็น	เห็นด้วยน้อยที่สุด

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการสร้างและตรวจสอบคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการสร้างบอร์ดเกมประเภทวางแผน โดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

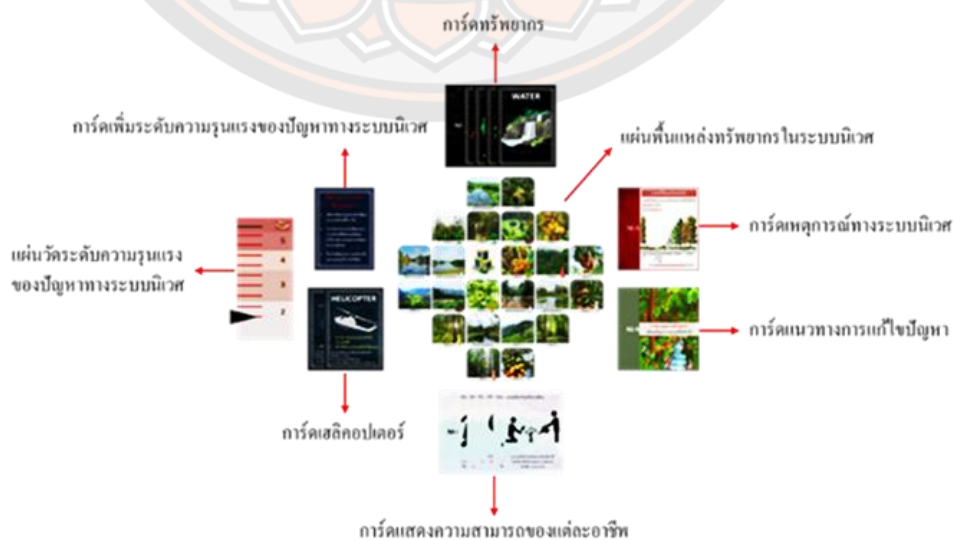
1.1 ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 และวิเคราะห์ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ เพื่อดำเนินการสร้างบอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยบอร์ดเกม ประเภทวางแผน จำนวน 3 บอร์ดเกม ดังนี้

1.1.1 การสร้างบอร์ดเกม Con (Choice of natural) ผู้วิจัยดำเนินการโดยการเขียนแนวทางของเกมที่ต้องการสร้าง ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนด ได้แก่ เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม รวมถึงให้มีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยการออกแบบบอร์ดเกมมีการคำนึงถึงอายุของผู้เล่นเกม จำนวนผู้เล่น และเวลาในการเล่นบอร์ดเกม เพื่อกำหนดความซับซ้อนของเกม และกฎกติกาในการเล่น โดยในบอร์ดเกม Con (Choice of natural) จะมีปัญหาทางระบบนิเวศและผลกระทบที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ซึ่งยังไม่มีมีการแก้ไขปัญหานั้น และปัญหาทางระบบนิเวศจะเกิดขึ้นในบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก นักเรียนจะได้รับบทบาทเป็นผู้ช่วยในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น และหลังจากเขียนแนวทางของบอร์ดเกมแล้วผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และรวบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของบอร์ดเกมตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้



ภาพ 8 บอร์ดเกม Con (Choice of natural)

1.1.2 การสร้างบอร์ดเกม Ni-na-do-nil ผู้วิจัยดำเนินการโดยการเขียนแนวทางในการสร้างเกมให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ และสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยการออกแบบบอร์ดเกมมีการคำนึงถึงอายุของผู้เล่นเกม จำนวนผู้เล่น และเวลาในการเล่นบอร์ดเกม เพื่อกำหนดความซับซ้อนของเกม และกฎกติกาในการเล่น เช่นเดียวกับการสร้างบอร์ดเกม Con (Choice of natural) โดยบอร์ดเกม Ni-na-do-nil นักเรียนจะต้องช่วยกันแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศ ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสังคมสมบูรณ์หรือความสมดุลในระบบนิเวศ และนักเรียนจะต้องสะสมทรัพยากรให้ครบตามที่กำหนด ก่อนที่จะเกิดการสูญเสียความสมดุลในระบบนิเวศจากปัญหาที่เกิดขึ้น หลังจากรวบรวมแนวทางของบอร์ดเกมที่ต้องการสร้างแล้วผู้วิจัยดำเนินการสร้าง และรวบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของบอร์ดเกม ตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้



ภาพ 9 บอร์ดเกม Ni-na-do-nil

1.1.3 การสร้างบอร์ดเกม Kheper ผู้วิจัยดำเนินการโดยการเขียนแนวทางในการสร้างเกม โดยการออกแบบบอร์ดเกมมีการคำนึงถึงอายุของผู้เล่นเกม จำนวนผู้เล่น และเวลาในการเล่นบอร์ดเกม เพื่อกำหนดความซับซ้อนของเกม และกฎกติกาในการเล่น เช่นเดียวกับการสร้างบอร์ดเกม Con (Choice of natural) และบอร์ดเกม Ni-na-do-nil แต่ให้มีความสอดคล้องกับเนื้อหาเรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร และตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ โดยบอร์ดเกม Kheper นักเรียนต้องสะสมทรัพยากรให้ครบตามที่กำหนดเพื่อการขยายขนาดประชากรของตนเองตามบทบาทที่ได้รับ ซึ่งนักเรียนต้องช่วยกันแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้น เนื่องจากปัญหาทางระบบนิเวศเหล่านั้นส่งผลกระทบต่อทรัพยากรที่ใช้ในการดำรงชีวิต และการขยายขนาดประชากร หลังจากกำหนดแนวทางของบอร์ดเกมแล้วผู้วิจัยดำเนินการสร้างและรวบรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ ของบอร์ดเกมตามแนวทางที่ได้กำหนดไว้



ภาพ 10 บอร์ดเกม Kheper

1.1.4 การสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีเนื้อหาและจำนวนเวลา จำนวน 3 แผน แผนละ 6 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียด ดังตารางต่อไปนี้



ตาราง 7 แสดงเนื้อหาของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผน การจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	บอร์ดเกม	เวลาเรียน
1	ไบโอม และมนุษย์กับ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	Con (Choice of natural)	6 ชั่วโมง
2	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ ของระบบนิเวศ	Ni-na-do-nil	6 ชั่วโมง
3	การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร	Kheper	6 ชั่วโมง
<b>รวมเวลาเรียน</b>			<b>18 ชั่วโมง</b>

1.2 ผลการตรวจสอบคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริม  
ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้วิจัยได้นำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ  
เพื่อทำการประเมินความเหมาะสมของบอร์ดเกม แบ่งออกเป็น 3 บอร์ดเกม ดังตาราง 8

ตาราง 8 แสดงผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
<b>เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</b>				
1	ด้านลักษณะของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	4.44	0.69	มาก
2	ด้านการใช้ภาษา	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ด้านเนื้อหา	4.61	0.54	มากที่สุด
4	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.39	0.77	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>		<b>4.52</b>	<b>0.64</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ</b>				
1	ด้านลักษณะของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	4.67	0.58	มากที่สุด
2	ด้านการใช้ภาษา	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ด้านเนื้อหา	4.61	0.54	มากที่สุด

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
4	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.44	0.82	มาก
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.64</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร</b>				
1	ด้านลักษณะของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	4.56	0.51	มากที่สุด
2	ด้านการใช้ภาษา	4.67	0.58	มากที่สุด
3	ด้านเนื้อหา	4.61	0.54	มากที่สุด
4	ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้	4.50	0.58	มากที่สุด
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.57</b>	<b>0.55</b>	<b>มากที่สุด</b>
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	<b>4.55</b>	<b>0.64</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตาราง 8 พบว่า ผลการประเมินคุณภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องไปโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยภาพรวมมีคุณภาพระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.52, S.D. = 0.64) เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ โดยภาพรวมมีคุณภาพระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.57, S.D. = 0.64) และเรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร โดยภาพรวมมีคุณภาพระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.57, S.D. = 0.55)

2. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้จัดทำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน เพื่อใช้จัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 3 เรื่อง โดยผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานทั้ง 3 เรื่องมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด และเมื่อนำไปทดลองจัดกิจกรรมการเรียนรู้กับนักเรียนกลุ่มทดลองจำนวน 3 คน พบข้อบกพร่อง คือ ขนาดของบอร์ดเกม เรื่องไปโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมีขนาดเล็กหากจำนวนผู้เล่นมีมากกว่า 3 คน จากนั้นทำการแก้ไขข้อบกพร่องโดยการขยายขนาดของบอร์ดเกมให้มีขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนของผู้เล่นตามที่กำหนดไว้และนำไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 37 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลปรากฏดังตาราง 9 ดังนี้

ตาราง 9 แสดงผลการหาหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ตามเกณฑ์ 75/75

จำนวน	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			ประสิทธิภาพ ระหว่างเรียน	ประสิทธิภาพ หลังเรียน
	Con (Choice of natural)	Ni-na-do-nil	Kheper	(E <sub>1</sub> )	(E <sub>2</sub> )
คะแนนเต็ม	32	32	32	96	42
คะแนนเฉลี่ย	24.59	24.16	24.35	73.11	33.38
คะแนนร้อยละ	76.86	75.51	76.10	76.15	79.47
				(E <sub>1</sub> ) = 76.15	(E <sub>2</sub> ) = 79.47

จากตาราง 9 พบว่า ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีประสิทธิภาพ 76.15/79.47 สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน 75/75 ที่ตั้งไว้ ดังนั้น บอร์ดเกมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนก่อนและหลังที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศรายตัวบ่งชี้ของนักเรียนก่อนและหลัง ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏดังตาราง 10 ดังนี้

ตาราง 10 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศรายตัวบ่งชี้ของนักเรียนก่อน และหลังที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวบ่งชี้สมรรถนะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		คะแนนเฉลี่ย		ความต่างของคะแนน	Sig. <i>t-test</i>	Sig. (1-tailed)
		ก่อนเรียน		หลังเรียน				
		$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.			
1. ความคิด/แนวคิด	4	2.71	0.84	3.24	0.68	0.53	3.64*	.0004
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่	8	4.76	1.36	6.37	0.88	1.61	5.87*	.0000
3. เคารพผู้อื่น	18	6.03	3.76	14.05	1.87	8.03	13.09*	.0000
4. สมรรถนะ	12	7.16	2.22	10.11	2.13	2.95	6.63*	.0000
<b>รวม</b>	<b>42</b>	<b>20.50</b>	<b>5.03</b>	<b>33.55</b>	<b>3.18</b>	<b>13.05</b>	<b>16.41*</b>	<b>.0000</b>

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 10 พบว่า การทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 20.50 คะแนน และ 33.55 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน พบว่า คะแนนหลังเรียน ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลการทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวบ่งชี้ที่ 1, 2, 3 และ 4 เมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานของนักเรียน มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75 ผลปรากฏดังตาราง 11 ดังนี้

ตาราง 11 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75

ตัวบ่งชี้สมรรถนะ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย		ร้อยละ	t-test	Sig. (1-tailed)
		หลังเรียน				
		$\bar{X}$	S.D.			
1. ความคิด/แนวคิด	4	3.24	0.68	80.92	2.16*	.0186
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่	8	6.37	0.88	79.61	2.57*	.0071
3. เคารพผู้อื่น	18	14.05	1.87	78.07	1.82*	.0386
4. สมรรถนะ	12	10.11	2.13	84.21	3.20*	.0014
<b>รวม</b>	<b>42</b>	<b>33.55</b>	<b>3.18</b>	<b>79.89</b>	<b>3.98 *</b>	<b>.0002</b>

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 11 พบว่า การทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตัวบ่งชี้ที่ 4 สมรรถนะ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 84.21 ตัวบ่งชี้ที่ 1 ความคิด/แนวคิด มีคะแนนเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 80.92 ตัวบ่งชี้ที่ 2 ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่ที่มีคะแนนเฉลี่ยเป็นลำดับที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 79.61 ตัวบ่งชี้ที่ 3 เคารพผู้อื่นมีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุด คิดเป็นร้อยละ 78.07 และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนหลังเรียนของนักเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ พบว่า การทดสอบวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 79.89 สูงกว่าคะแนนมาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตอนที่ 3 ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ**

ผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลปรากฏดังตาราง 12 ดังนี้

**ตาราง 12 แสดงผลการศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ**

ด้านที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1	ด้านกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.83	0.21	มากที่สุด
2	ด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	4.74	0.22	มากที่สุด
	<b>ค่าเฉลี่ย</b>	<b>4.78</b>	<b>0.19</b>	<b>มากที่สุด</b>

จากตาราง 12 พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมของความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}= 4.78$ , S.D. = 0.19) เมื่อพิจารณา แต่ละด้าน พบว่าด้านกิจกรรมการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}= 4.83$ , S.D. = 0.21) และด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ มีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{x}= 4.74$ , S.D. = 0.22)

## บทที่ 5

### บทสรุป

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบอร์ดเกมที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ที่กำหนด 2) เพื่อศึกษาผลการใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และ 3) การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในจังหวัดนครสวรรค์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้อง จำนวนนักเรียน 38 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 2) บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และ 3) แบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ 4) แบบสอบถาม ความคิดเห็นนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่า t – test แบบ dependent ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพของของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ( $\bar{X}$  = 4.52, S.D. = 0.64) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ( $\bar{X}$  = 4.57, S.D. = 0.64) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร

( $\bar{X}$  = 4.57, S.D. = 0.55) และเมื่อนำไปทดลองใช้ พบว่า มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 76.15/79.47 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

2. ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยมีคะแนนหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.89 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ คือ ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X}$  = 4.78, S.D. = 0.19)

### อภิปรายผล

จากผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาอภิปราย ดังนี้

1. การสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.15/79.47 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดได้ คือ 75/75 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาบอร์ดเกมด้วยกระบวนการตามลำดับขั้นตอนอย่างเป็นระบบโดยได้ศึกษาดำราเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบอร์ดเกมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ และเนื้อหาสาระโดยศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ มาตรฐาน ว 1.1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากนั้นทำการวิเคราะห์ กำหนดเนื้อหากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน รวมถึงกำหนดจำนวนกิจกรรมการเรียนรู้และบอร์ดเกม เขียนแนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน จำนวน 3 เรื่อง 18 ชั่วโมง อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำการเขียนโครงสร้างและรวมองค์ประกอบของบอร์ดเกม พร้อมทั้งกำหนดกติกา โดยบอร์ดเกมในการวิจัยครั้งนี้เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ใช้บอร์ดเกมประเภทวางแผนที่อาศัยความร่วมมือของผู้เล่นตั้งแต่ 2 คนขึ้นไป ซึ่งนักเรียนต้องหาแนวทางร่วมกันในหาทางออกให้กับสถานการณ์ทางระบบนิเวศที่พบในบอร์ดเกมแต่ละเรื่อง และต้องตัดสินใจทำอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งอาจมีผลออกมาในรูปของการแพ้-ชนะ ทั้งนี้การกำหนดสถานการณ์ และวิธีการแพ้-ชนะของเกมนั้นมีการคำนึงถึงช่วงอายุของผู้เล่น



รวมทั้งคำนึงถึงกระบวนการที่จะช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ ซึ่งสอดคล้องกับ Silverman (2013) ที่กล่าวว่า การออกแบบบอร์ดเกมที่ช่วยผู้ออกแบบตอบวัตถุประสงค์ที่ต้องการได้นั้น ผู้ออกแบบต้องไม่ละเลยในการตอบคำถามที่สำคัญก่อนดำเนินการพัฒนาบอร์ดเกม เพื่อช่วยให้วิเคราะห์แนวทางการออกแบบบอร์ดเกมได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากยิ่งขึ้น

จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานตามแนวทางที่กำหนดไว้ และทำการทดลองเล่นบอร์ดเกมเพื่อหาข้อบกพร่องในการปรับปรุงแก้ไขให้การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน และบอร์ดเกมมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แล้วนำไปผ่านการประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญ และปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ แล้วผู้วิจัยได้ดำเนินการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน โดยนำไปทดลองใช้ (Try - Out) หาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบ 1:1 จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความชัดเจนของภาษา ความยากง่ายของเนื้อหา ความเหมาะสมของกิจกรรม และระยะเวลาที่ใช้ และได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง คือ ขนาดของบอร์ดเกม เรื่อง ไปโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จากนั้นนำไปหาประสิทธิภาพกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบบ 1:100 จำนวน 37 คนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อบกพร่องต่าง ๆ จากการทดลองก่อนนำไปใช้จริงมาปรับปรุงแก้ไข และพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่มีขั้นตอนตามหลักเกณฑ์ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า บอร์ดเกมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 76.15/79.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ 75/75 สอดคล้องกับรัตนะ บัวสนธ์ (2554) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพตามลำดับ และเป็นระบบจะช่วยให้ได้สื่อ หรือชุดการสอนที่มีคุณค่าทางการสอนจริงตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จากผลการวิจัยจึงสรุปได้ว่า บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพนำไปใช้จัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนานักเรียนได้

2. ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่ามีคะแนนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าคะแนนมาตรฐานที่ตั้งไว้ คือร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานวิธีการเล่น กฎ และกติกาของบอร์ดเกมประกอบไปด้วยการ์ดปัญหาทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่มีลักษณะเป็นปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของสภาพสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น ภาวะภัย อุทกภัย ความแห้งแล้ง และจากการกระทำของมนุษย์ที่นักเรียนต้อง

ร่วมกันแก้ไขปัญหา เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่าง ๆ ต่อระบบนิเวศภายในเกม โดยนักเรียนได้รับบทบาทที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งนักเรียนจะต้องเป็นผู้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยต้องร่วมมือกันในการแก้ไขปัญหา และการแก้ไขปัญหาจำเป็นต้องคำนึงถึงวิธีการที่เหมาะสมหากนักเรียนไม่สามารถแก้ไขปัญหา หรือป้องกันการเกิดปัญหาทางระบบนิเวศได้ เกมจะจบลงด้วยการแพ้ ทั้งนี้กลไกหลักของบอร์ดเกมนักเรียนได้พบกับความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันของระบบนิเวศทั้งด้านการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม ด้านปัญหาทางระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในระดับท้องถิ่นและระดับโลกที่เกิดขึ้นจริง สอดคล้องกับงานวิจัยของนภาศรี สงสัย (2563) ได้ทำการศึกษาผลการใช้บอร์ดเกมประกอบการสอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบนิเวศ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ระบบนิเวศหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 อีกทั้งนักเรียนจะได้รับบทบาทเป็นสิ่งมีชีวิตอื่นจึงช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา เข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้ทั้งผลกระทบเชิงบวก เชิงลบ และเคารพผู้อื่น รวมถึงช่วยให้นักเรียนมีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาทางระบบนิเวศ เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Callahan et al. (2019) ได้ทำการศึกษาการใช้เกมการ์ด Phyllo เพื่อพัฒนาการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพในยุคของไปเกมอน ผลการวิจัยพบว่าการรู้ทางนิเวศวิทยา เช่น ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับระบบนิเวศ และความรู้เกี่ยวกับสปีชีส์เพิ่มขึ้นหลังจากเล่นเกม รวมทั้งยังกระตุ้นพฤติกรรมให้เกิดการป้องกันเหตุการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมเชิงลบ ชี้ให้เห็นว่าเกมช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แรงจูงใจ และการกระทำที่จำเป็น เพื่อตอบสนองความท้าทายทางนิเวศวิทยา อย่างไรก็ตามพบว่า Sly (2015) ได้ระบุว่าหนึ่งในกลยุทธ์การสอนเพื่อส่งเสริมความรู้ทักษะและคุณค่าที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตอย่างยั่งยืน คือ การเรียนรู้ตามสถานที่ผ่านกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การทำแผนที่สภาพแวดล้อมในท้องถิ่นเพื่อเรียนรู้หลักการทางนิเวศวิทยา และวัฒนธรรมที่สำคัญ การศึกษาการมีส่วนร่วมระหว่างสังคมท้องถิ่น และสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนโครงการฟื้นฟูที่อยู่อาศัย และทำงานร่วมกับประชาชนในพื้นที่เพื่อปรับปรุงคุณภาพของชีวิตในชุมชนของพวกเขา

3. การศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.78$ , S.D. = 0.19) ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน มีความน่าสนใจ เนื้อหาที่กำหนดภายในกิจกรรมการเรียนรู้

โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน และบอร์ดเกมนั้นมีความเหมาะสมชัดเจน มีการใช้ภาพ และภาษาง่ายต่อการทำความเข้าใจช่วยให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และนักเรียนได้พูดคุยทำการปรึกษากันในกลุ่มเพื่อนระหว่างการเรียนรู้จากการเล่นเกมบอร์ดเกม รวมถึงนักเรียนได้พบกับความท้าทายในการเล่นแต่ละครั้ง นักเรียนจึงเกิดความสนใจ ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายเป็นการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่แปลกใหม่กระตุ้นให้นักเรียนมีความสุขกับการเรียน ช่วยให้นักเรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจึงมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถเศรษฐ์ ปรีดาภรณ์ (2557) ได้ทำการศึกษาผลการออกแบบบอร์ดเกมการศึกษา เรื่องวงสี่ธรรมชาติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบอร์ดเกม พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด

### **ข้อเสนอแนะ**

#### **ข้อเสนอแนะทั่วไป**

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ครูผู้สอนควรศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้และวิธีการเล่นเกมให้เข้าใจอย่างชัดเจน และก่อนเริ่มทำกิจกรรมในช่วงแรกผู้สอน ควรอธิบายวิธีการเล่นเกมในแต่ละขั้นให้ผู้เรียนได้ทราบโดยละเอียดค่านึงถึงเวลาที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เพียงพอสำหรับการเล่นเกม และการให้ความช่วยเหลือในระหว่างการเล่นบอร์ดเกมให้ทั่วถึง

#### **ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป**

ควรศึกษารูปแบบหรือความสัมพันธ์ของความสามารถในการแก้ปัญหาแบบร่วมมือของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ เพื่อให้ผู้เรียนได้แก้ไขปัญหาด้านระบบนิเวศได้อย่างลึกซึ้ง

# บรรณานุกรม



## บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กীরติ วานิช. (2559). การเรียนรู้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการใช้เกมเศรษฐกิจสี่สิ่งพระ. *ThaiSim Journal: Learning Development*, 1(2), 1-22.
- ก้องเขต ปี่เสนาะ. (2561). *แบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน*. วิทยานิพนธ์ วท.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร
- คัดคนัฐ ชื่นวงศ์อรุณ. (11 ตุลาคม 2562). หน้าที่ของระบบนิเวศ (Ecosystem Function). *NATIONAL GEOGRAPHIC ฉบับภาษาไทย*. สืบค้นจาก <https://ngthai.com/science/25312/ecosystem-function>
- จิรพัฒน์ พวงจำปา. (7 พฤศจิกายน 2562). การประยุกต์ใช้ ACTIVE LEARNING ในการเรียนการสอน. *NSRU BLOG*. สืบค้นเมื่อ 17 กันยายน 2563, จาก <https://blog.nsruc.ac.th/60111806048/5616>
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน. *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย*, 5(1), 5-20.
- ฐิติพล ขำประถม. (2558). บอร์ดเกม ธุรกิจแนวใหม่ที่กำลังเติบโต. *คมชัดลึก*. สืบค้นจาก <http://www.komchadluek.net/news/kom-kid/204681>
- ทศนา แคมมณี. (2543). *14 วิธีสอนสำหรับครูมืออาชีพ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรรีชต์ ฝันเชียร. 15 กันยายน 2563. *Games Based Learning หรือ GBL คืออะไร*. สืบค้นจาก <https://www.truepllookpanya.com/blog/content/84436/-blog-teamet->
- ปกรณ ประจันบาน. (2552). *ระเบียบวิธีวิจัยทางสังคมศาสตร์*. พิษณุโลก: รัตนสุวรรณาการพิมพ์.
- พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา. (2556). การศึกษาการใช้แบบจำลองเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมศักยภาพของชุมชนท้องถิ่น ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้และพันธุ์พืชอย่างยั่งยืน (ปีที่ 2). *รายงานวิจัยทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน 2556*., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

- มาเรียม นิลพันธุ์. (2555). *วิธีวิจัยทางการศึกษา*. (พิมพ์ครั้งที่5). นครปฐม: โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร.
- มงคล ศุภอำพันวงษ์. (2562). *การออกแบบบอร์ดเกมส่งเสริมปลูกฝังการอนุรักษ์สัตว์ป่าสงวน*. จุฬนิพนธ์ วท.บ., มหาวิทยาลัยสยาม, กรุงเทพมหานคร
- ยศินทร์ กิติจันทร์โรภาส. (27 กันยายน 2562). วิทยาศาสตร์จากหนังสือสู่เกมกระดาน. *Deschooling Game*. สืบค้นเมื่อ 10 สิงหาคม 2563, จาก
- รักชน พุทธรังษี. (2560). *การประยุกต์ใช้บอร์ดเกมเพื่อพัฒนาทักษะสื่อสารการแสดง*. วิทยานิพนธ์ นศ.ม., จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร
- รัตนะ บัวสนธ์. (2554). *การวิจัยและพัฒนาวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครสวรรค์. หจก.ริมปิงการพิมพ์.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2552). *แผนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: แอล ที เพรส.
- วราภรณ์ ศรีวิโรจน์. (2558). *เทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ*. สืบค้นจาก <http://edu.pbru.ac.th/e-media/12.pdf>
- วราภรณ์ ลิ้มเปรมวัฒนา และกัณตถณ ธรรมวัฒนา. (2560). พฤติกรรมในการเล่นเกมกระดาน และองค์ประกอบของปัจจัยทางด้านผลกระทบต่อการเล่นของวัยรุ่นในเขต กรุงเทพมหานคร. *วารสารวิจัยสังคม*, 40(2), 107-132.
- วรรตต์ อินทสระ. 2562. *เอกสารประกอบการอบรมและปฏิบัติการ “เปลี่ยนห้องเรียนเป็นห้องเล่น” [Game Based Learning]*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสวนดุสิต.
- วิกิฮาว. (2562). *วิธีการ ทำเกมกระดานเอง*. สืบค้นเมื่อ 20 กันยายน 2563, จาก <https://th.wikihow.com/ทำเกมกระดานเอง>
- วิทยากร เชียงกุล. (2563). *ทำไมเราจึงควรรู้เรื่องระบบนิเวศสภาพแวดล้อม*. กรุงเทพฯธุรกิจ. สืบค้น จาก <https://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/649195>
- ศิริพร ศรีจันทร์. (2562). *การสร้างและใช้เกม เพื่อการเรียนรู้แบบ Active Learning สู่ชั้นเรียน : สร้างห้องเรียนยุคใหม่ให้เปี่ยมไปด้วยความสุข*. EDUCA. สืบค้นจาก <https://www.educathai.com/events/2019/44>
- สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช. (22 พฤษภาคม 2562). สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิช: PUBLIC SPACE ควรมีไว้เล่น สัมผัส และสุดท้ายใจเข้าเต็มปอด [นิชากร ศรีเพชรดี, ผู้สัมภาษณ์]. *THE POTENTIAL*. สืบค้นจาก <https://thepotential.org/creative-learning/eco-literacy>

- สถนี อาชวานันทกุล. (2559). *BOARD | GAME | UNIVERSE จักรวาลกระดานเดียว*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แชนลอน.
- สุรศักดิ์ แซ่ลิ้ม. (2564). *Game-based Learning เรียนแบบสนุก เข้าใจแบบสบาย*. สืบค้นจาก <https://www.educathai.com/knowledge/articles/520>
- เสถียรพงษ์ ดวงรัตน์เอกชัย. (2562). Game-based learning ทางเลือกสำหรับการศึกษาวិทยาศาสตร์ยุคใหม่. *นิตยสาร สสวท*. 47(216), 25-30.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2563). *นโยบายสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีงบประมาณ พ.ศ. 2563*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- สำนักงานเลขาธิการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. (13 ตุลาคม 2561). *ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศราชกิจจานุเบกษา*. 135 (82). หน้า 1-61.
- สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- หัสชัย สิทธิรักษ์. (2012). แนวคิดองค์รวมเชิงนิเวศ. *GotoKnow*. สืบค้นจาก <https://www.gotoknow.org/posts/165084>
- Best, J. W. and Kahn, J. V. (1986). *Research in education* (5<sup>th</sup> ed.). New Jersey: Prentice-Hall.
- Bryan H. N. ( 2010). Essential Ecoliteracy, or “earth smarts”: Defining and validating a pragmatic educational construct based on quality of life. *Journal of Sustainability Education*. Retrieved from [http://www.susted.com/wordpress/content/essential-ecoliteracy-or-“earthsmarts”-defining-and-validating-a-pragmatic-educational-construct-based-on-quality-of-life\\_2010\\_05](http://www.susted.com/wordpress/content/essential-ecoliteracy-or-“earthsmarts”-defining-and-validating-a-pragmatic-educational-construct-based-on-quality-of-life_2010_05)
- Bolstad, R. (2018). Researching game-based learning practices in Aotearoa New Zealand. Set: Research Information for Teachers, 3, 4-11.
- Capra, F. (1997). *The web of life: a new scientific understanding of living systems*. New York: Anchor Books.
- Capra, F. (2002). *The hidden connections: a science for sustainable living*. New York: Anchor Books.

- Callahan, M. M., Echeverri, A., Ng, D., Zhao, J., and Satterfield, T. (2019). Using the Phylo Card Game to advance biodiversity conservation in an era of Pokémon. *Palgrave Communication*. Retrieved from <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0287-9>
- Center for Ecoliteracy. (2013). *competencies*. Retrieved from <http://www.ecoliteracy.org/taxonomy/term/84>
- Crews A. (2011). Using Games to Support the Curriculum: Getting Teachers on "Board". *Knowledge Quest*. 40(1), 10-13.
- Cutter-Mackenzie, A. and Smith, R. (2003). Ecological literacy: the 'missing paradigm' in environmental education (part one). *Environmental Education Research*. 9, 497– 524.
- Dunlap, R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., and Jones, R. E. (2000). Measuring endorsement of the new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues*, 56(3), 425–442.
- Franco-Mariscal. 2014. Students' perceptions about the use of educational games as a tool for teaching the periodic table of elements at the high school level. *Journal of Chemical Education*, 92(2), 278-285.
- Graham B. (2018). What Is Ecoliteracy?. *Nature's Web Of Life*. Retrieved from [http://www.freshvista.com/2018/what\\_is\\_ecoliteracy](http://www.freshvista.com/2018/what_is_ecoliteracy)
- Goleman D., Bennett, L., and Barlow, Z. (2013). Five Ways to Develop "Ecoliteracy". *Greater Good Magazine*. Retrieved from [https://greatergood.berkeley.edu/article/item/five\\_ways\\_to\\_develop\\_ecoliteracy](https://greatergood.berkeley.edu/article/item/five_ways_to_develop_ecoliteracy)
- Hawkinson, E. (2013). Board game design and implementation for specific learning goals. *The Asian Conference on Language Learning 2013* (pp. 317-326). Osaka, Japan: International Academic Forum.
- Klanpoomsri, Y., Watanapa, A., Ruayruay, E., and Wiyarat, W. (2017). Changing classroom to active learning by facilitator approach in industrial engineering subject. *Walailak Journal of Learning Innovations*, 3(1), 5-28. [in Thai]



- Koehler, M. J., Greenhalgh, S.P., and Boltz, L. O. (2016). Here we are, now entertain us! a comparison of educational and non-educational board games. In G. Chamblee & L. Langub (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 567-572). Savannah, GA, United States: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Laski, E.V., & Siegler, R.S. (2014). Learning from number board games: You learn what you encode. *Developmental Psychology*, 50(3), 853–864
- McBride, B.B., Brewer C.A., Berkowitz, A.R., and Borrie, W.T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here?. *Ecosphere*, 4(5):67, 1-20.
- Merriam-Webster. (2020). *Board game*. Retrieved from <https://www.merriam-webster.com/dictionary/board%20game>
- Orr, D. (1992). *Ecological Literacy: Education and the Transition to a Postmodern World*. New York: State University of New York.
- Promsri, C. (2016). Using board games for developing natural disaster preparedness awareness. *Panyapiwat Journal*, 8(3), 265-279. [in Thai]
- ROBMULLARKY. (2560). ความรู้เพื่อคนพันธ์เกม : อะไรกัน Board Game, Board Game café และ Board game master. *More Than a Game*. สืบค้นจาก <https://www.morethanagamecafe.com/th/ความรู้เพื่อคนพันธ์เกม>
- Roll Your Dice. (2560). การเรียนรู้ด้วยบอร์ดเกม การเรียนแบบผสมผสานได้ความรู้พร้อมความสนุก. สืบค้นจาก <https://rollyourdice.co/2017/11/learning-via-boardgame-article>
- Shaenfield, D. (2019). Chutes and ladder. In K. Schrier (Ed.), *Learning, Education & Games, Volume 3* (pp.103-107). Pittsburgh, PA, Carnegie Mellon University: ETC Press.
- Siegler, R.S., & Ramani, G.B. (2009). Playing linear number board games but not circular ones improves low-income preschoolers' numerical understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 545-560
- Silverman, D. (2013). *How to learn board game design and development*. Retrieved From <http://gamedevelopment.tutsplus.com/articles/how-to-learn-board-game-design-and-development--gamedev-11607>

- Sly C. (2015). TEACHING STRATEGIES. *Center for Ecoliteracy*. Retrieved from <https://www.ecoliteracy.org/article/teaching-strategies>
- Tsai, J. C., Cheng, P. H., Liu, S. Y., & Chang, C. (2019). Using board games to teach socioscientific issues on biological conservation and economic development in Taiwan. *Journal of Baltic Science Education*, 18(4), 634-645.
- Taspinar, B., Schidt, W., & Schuhbauer, H. (2016). Gamification in education: A board game approach to knowledge. *Procedia Computer Science*, 99, 101-116.
- Wahl, D. C. (2017). *Ecoliteracy: Learning from living systems*. AGE OF AWARENESS. Retrieved from <https://medium.com/age-of-awareness/ecoliteracy-learning-from-living-systems-e162df608981>
- Wooltorton, S. (2006). *Ecological literacy "basic" for a sustainable future*. Retrieved From [http://www.afsse.asn.au/seaa/conf2006/wooltorton\\_s.pdf](http://www.afsse.asn.au/seaa/conf2006/wooltorton_s.pdf)





### ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบบอร์ดเกม และแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

1. ดร.สุรียา ซาปู้

ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

2. ดร. ศุภพัชรี ธนสารไพบูลย์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

3. นางชุตีมา หาญล้ำวง

ครูประจำการที่มีประสบการณ์ทางการสอนชีววิทยา (ครูชำนาญการพิเศษ)

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่ง

ในจังหวัดนครสวรรค์



ภาคผนวก ข แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แบ่งค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม มากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม มาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม ปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1** โปรดพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมด้านต่าง ๆ เพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน การพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
1. การจัดทำต้นแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ชัดเจนและน่าสนใจ					
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย					
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา					
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>					
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ					
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกมมีความเหมาะสม					
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกมมีความสัมพันธ์กัน					
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>					
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น					
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้เล่น					
14. ความยาวของเนื้อหามีความเหมาะสม					
15. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
16. เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์					
17. เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)



**แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับ ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แบ่งค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม มากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม มาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม ปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



**ส่วนที่ 1** โปรดพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมด้านต่าง ๆ เพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน การพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
1. การจัดทำต้นแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ชัดเจนและน่าสนใจ					
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย					
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา					
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>					
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ					
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกมมีความเหมาะสม					
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกมมีความสัมพันธ์กัน					
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>					
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น					
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้เล่น					
14. ความยาวของเนื้อหามีความเหมาะสม					
15. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
16. เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์					
17. เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)



**แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)**

**คำชี้แจง**

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 นี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แบ่งค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม มากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม มาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม ปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1** โปรดพิจารณาว่ากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมด้านต่าง ๆ เพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน การพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
1. การจัดทำต้นแบบขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ชัดเจนและน่าสนใจ					
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย					
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา					
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้					
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>					
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ					
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกมมีความเหมาะสม					
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกมมีความสัมพันธ์กัน					
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>					
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น					
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย					
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้เล่น					
14. ความยาวของเนื้อหามีความเหมาะสม					
15. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้					
16. เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์					
17. เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ					

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

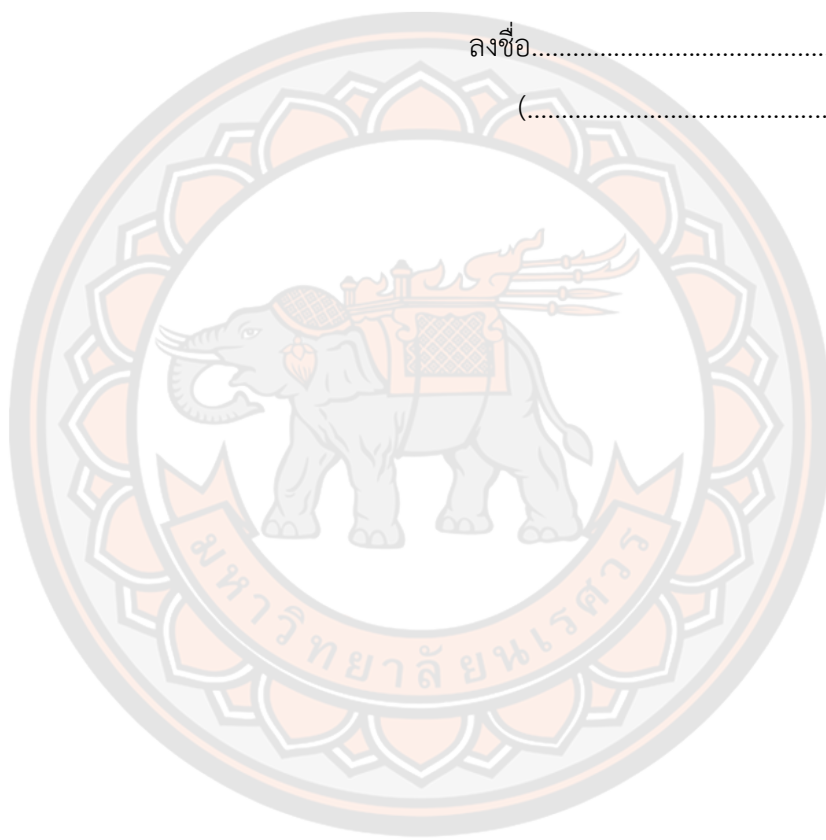
.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)



ภาคผนวก ค ผลการประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 13 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่องไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคน			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	ที่					
	1	2	3			
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
1. การจัดทำระดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ชัดเจนและน่าสนใจ	4	3	5	4.00	1.00	มาก
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	5	3	4	4.00	1.00	มาก
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ที่นักเรียน สามารถนำไปปรับใช้ในชีวิตประจำวันได้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.39</b>	<b>0.77</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>						
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกม มีความเหมาะสม	4	3	5	4.00	1.00	มาก
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกมมี ความสัมพันธ์กัน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.44</b>	<b>0.69</b>	<b>มาก</b>

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคน			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	ที่					
	1	2	3			
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>						
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.67</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
14. ความยาวของเนื้อหามีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
15. เนื้อหามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
16. เนื้อหามีความถูกต้องและสมบูรณ์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
17. เนื้อหามีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.61</b>	<b>0.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เฉลี่ยรวม</b>				<b>4.52</b>	<b>0.64</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตาราง 14 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
1. การจัดลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ชัดเจนและน่าสนใจ	5	3	5	4.33	1.15	มาก
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้อง กับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	5	3	4	4.00	1.00	มาก
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ ที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.44</b>	<b>0.82</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>						
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกม มีความเหมาะสม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกม มีความสัมพันธ์กัน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.67</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>						
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ	5	3	5	4.33	1.15	มาก



รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.67</b>	<b>0.58</b>	<b>มาก</b>
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัยและประสบการณ์ของผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
14. ความยาวของเนื้อหาที่มีความเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
15. เนื้อหาที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
16. เนื้อหาที่มีความถูกต้องและสมบูรณ์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
17. เนื้อหาที่มีความชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.61</b>	<b>0.54</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>เฉลี่ยรวม</b>				<b>4.57</b>	<b>0.64</b>	<b>มากที่สุด</b>

ตาราง 15 แสดงผลการประเมินคุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
เรื่อง การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
<b>ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>						
1. การจัดลำดับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ ชัดเจนและน่าสนใจ	4	3	5	4.00	1.00	มาก
2. การจัดกิจกรรมมีความสอดคล้องกับ จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมน่าสนใจ และเหมาะสมกับวัย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
4. กิจกรรมมีความเหมาะสมกับเวลา	5	4	4	4.33	0.58	มาก
5. กิจกรรมส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
6. กิจกรรมมีความครบถ้วนสมบูรณ์ ที่นักเรียนสามารถนำไปปรับใช้ใน ชีวิตประจำวันได้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.50</b>	<b>0.58</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านลักษณะบอร์ดเกม</b>						
7. บอร์ดเกมสวยงาม น่าสนใจ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8. ขนาดของการ์ดและบอร์ดเกม มีความเหมาะสม	4	4	5	4.33	0.58	มาก
9. ภาพและเนื้อหาภายในบอร์ดเกม มีความสัมพันธ์กัน	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.56</b>	<b>0.51</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ด้านการใช้ภาษา</b>						
10. ภาษาที่ใช้มีความเหมาะสมกับผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11. ภาษาที่ใช้มีความชัดเจนเข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
12. ตัวอักษรมีความเป็นระเบียบ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับคุณภาพ
	1	2	3			
เฉลี่ย				4.67	0.58	มากที่สุด
<b>ด้านเนื้อหา</b>						
13. เนื้อหาเหมาะสมกับวัย และประสบการณ์ของผู้เล่น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
14. ความยาวของเนื้อหาเหมาะสม	5	4	4	4.33	0.58	มาก
15. เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์ การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
16. เนื้อหาถูกต้องและสมบูรณ์	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
17. เนื้อหาชัดเจน เข้าใจง่าย	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
18. เนื้อหาช่วยส่งเสริมความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
เฉลี่ย				4.61	0.54	มากที่สุด
เฉลี่ยรวม				4.57	0.55	มากที่สุด

ภาคผนวก ง ผลการหาประเมินภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 16 แสดงผลการหาประเมินภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนกลุ่มทดลอง จำนวน 37 คน

รายการ	คะแนนระหว่างการจัดกิจกรรม การเรียนรู้			รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3		
คะแนนเต็ม	32	32	32	96	42
จำนวนนักเรียน	37	37	37	-	-
คะแนนรวมทุกคน	910	894	901	2,705	1,235
คะแนนเฉลี่ย	24.59	24.16	24.35	73.11	33.38
คะแนนร้อยละ	76.86	75.51	76.10	76.15	79.47
<b>E1/E2</b>	<b>76.15</b>				<b>79.47</b>

ตาราง 17 แสดงผลการหาประเมินภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 38 คน

รายการ	คะแนนระหว่างการจัดการเรียนรู้			รวม	ผลการสอบ หลังเรียน
	แผนที่ 1	แผนที่ 2	แผนที่ 3		
คะแนนเต็ม	32	32	32	96	42
จำนวนนักเรียน	38	38	38	-	-
คะแนนรวมทุกคน	956	942	941	2839	1275
คะแนนเฉลี่ย	25.16	24.79	24.76	74.71	33.55
คะแนนร้อยละ	78.62	77.47	77.38	77.82	79.89
<b>E1/E2</b>	<b>77.82</b>				<b>79.89</b>

ภาคผนวก จ ตัวอย่างแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4

แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านสถานการณ์ต่อไปนี้แล้วตอบคำถามข้อ 1-7

**สหประชาชาติเผย ธรรมชาติทุกที่ในโลกกำลังเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็ว**

ตั้งแต่ปี 1970 เป็นต้นมา ประชากรมนุษย์มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นอย่างมาก ส่งผลให้มีการถางป่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ป่าดิบชื้น และปรับพื้นที่ป่าเป็นทุ่งหญ้าเพื่อใช้เป็นพื้นที่ในการทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาใต้เพื่อตอบสนองต่อความต้องการจากการที่ประชากรมนุษย์เพิ่มขึ้น ทำให้พื้นที่ชุ่มน้ำของโลกเหลือแค่ 13 เปอร์เซ็นต์ และมีก๊าซเรือนกระจกในโลกเพิ่มมากขึ้น ทำให้โลกเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การประเมินการในครั้งนี้ยังพบว่า สภาพดินเสื่อมโทรมอย่างไม่เคยเป็นมาก่อนจากการกระทำดังกล่าวส่งผลให้สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก ปลา สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่มีอยู่ลดลงอย่างมาก รวมถึงเกิดการเปลี่ยนแปลงของทุ่งหญ้า ทุ่งสะวันนา และที่อยู่อาศัยในพื้นที่ชุ่มน้ำ ซึ่งการใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่ามากเกินไป และการนำสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมืองเข้าระบบนิเวศ แต่อย่างไรก็ตามประเทศส่วนใหญ่ในทวีปอเมริกาใต้ได้จัดตั้งกองทุน เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศที่เกิดขึ้นจากการทำปศุสัตว์ (GEF) และได้มีการประชุมเจรจาด้านอนุสัญญาสหประชาชาติ ว่าด้วยการทำปศุสัตว์ หลายประเทศได้ตกลงที่จะลดอัตราการทำลายพื้นที่ป่าแอมะซอน และลดอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

**ส่วนที่ 1** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงบนข้อที่ถูกต้อง

1. จากสถานการณ์ข้างต้นข้อใดคือสาเหตุหลักที่เกิดที่ทำให้เกิดปัญหาในไบโอมต่าง ๆ
  - ก. การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์
  - ข. การใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่ามากเกินไป
  - ค. การนำสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมืองเข้าระบบนิเวศ
  - ง. การทิ้งขยะมูลฝอย
2. การกระทำใดของมนุษย์ในสถานการณ์ข้างต้นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ
  - ก. การปลูกป่า เพื่อช่วยลดก๊าซซอกซิเจนของโลก
  - ข. การทำไร่ปศุสัตว์ เพื่อให้อาหารเพียงพอต่อประชากรมนุษย์
  - ค. การจัดตั้งกองทุน GEF เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศ
  - ง. การเพาะปลูกปาล์มน้ำ เพื่อแปรรูปเป็นอาหารและผลิตเชื้อเพลิง
3. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นการทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาใต้จำนวนมากส่งผลกระทบต่อไบโอม และสิ่งมีชีวิตบริเวณใดบ้าง
 

A. ช้าง ในสะวันนา	B. มนุษย์ ในอเมริกาใต้
C. กวางมูส ในป่าสน	D. ปลา ในแหล่งน้ำ

  - ก. A เท่านั้น
  - ข. A และ D
  - ค. B และ C
  - ง. C และ D
4. การทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาใต้ทำให้มีการถางป่าดิบชื้นจำนวนมาก จะส่งผลกระทบต่อไบโอมอื่นในโลกอย่างไร
  - ก. สัตว์ในสะวันนาลดลงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
  - ข. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่าสนลดลงจากการขาดแหล่งที่อยู่อาศัย
  - ค. ป่าผลัดใบเขตอบอุ่นมีสัตว์เพิ่มขึ้นจากการอพยพของสัตว์ในป่าเขตร้อน
  - ง. พืชหญ้าเขตอบอุ่นมีนกเพิ่มขึ้นจากการอพยพของนกในป่าเขตร้อน

ส่วนที่ 2 ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย ✓ ลงในข้อที่ถูกต้อง และเขียนคำตอบลงในช่องว่างที่กำหนดให้

5. จากสถานการณ์ข้างต้นการทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาใต้ มีการคำนึงถึงผลกระทบ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่ เพราะเหตุใด

- บุคคลอื่น สิ่งมีชีวิตอื่น และคนรุ่นหลัง  คำนึงถึง  ไม่คำนึงถึง

เพราะ.....

.....

- วัฒนธรรมอื่น ๆ  คำนึงถึง  ไม่คำนึงถึง

เพราะ.....

.....

- ระบบนิเวศ  คำนึงถึง  ไม่คำนึงถึง

เพราะ.....

.....

6. หากนักเรียนต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำไร่ปศุสัตว์ในสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะให้คำแนะนำว่าอย่างไรบ้างที่จะทำให้แนวโน้มของปัญหาดีขึ้น พร้อมบอกเหตุผลที่นักเรียนให้คำแนะนำนั้น

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. จากสถานการณ์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าการทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาใต้นั้น ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อไป้อมต่าง ๆ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างไร และการทำไร่ปศุสัตว์ควรคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง เพราะเหตุใด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ฉ แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้  
ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แบบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ  
กับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4  
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แบ่งตามระดับค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ดังนี้

+1	หมายถึง	แน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินมีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ
-1	หมายถึง	แน่ใจว่าแบบประเมินไม่มีความสอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศโปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ ตรง

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



ส่วนที่ 1 โปรดพิจารณาว่าข้อคำถามแต่ละข้อต่อไปนี้ สอดคล้องกับตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศที่ระบุไว้หรือไม่ และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
<b>เรื่องที่ 1 ไบโอม และการเปลี่ยนแปลงแทนที่</b>				
<b>1. ความคิด/แนวคิด</b> 1.1 ความเข้าใจ หลักการพื้นฐานทาง นิเวศวิทยา	1. จากสถานการณ์ข้างต้นข้อใดคือสาเหตุหลักที่เกิดที่ทำให้ เกิดปัญหาในไบโอมต่าง ๆ ก. การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ ข. การทิ้งขยะมูลฝอย ค. การใช้ประโยชน์จากสัตว์ป่ามากเกินไป ง. การนำสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช่พันธุ์พื้นเมืองเข้าระบบนิเวศ			
<b>2. ความเข้าใจ เกี่ยวกับสถานที่</b> 2.1 ความเข้าใจว่า มนุษย์สามารถส่งผล กระทบต่อ สิ่งแวดล้อมได้ทั้ง ผลกระทบเชิงบวก และเชิงลบ	2. การกระทำใดของมนุษย์ในสถานการณ์ข้างต้นที่ส่งผล กระทบเชิงบวกต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ก. การปลูกป่า เพื่อช่วยลดก๊าซออกซิเจนของโลก ข. การทำไร่ปศุสัตว์ เพื่อให้อาหารเพียงพอต่อ ประชากรมนุษย์ ค. การจัดตั้งกองทุน GEF เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบ นิเวศ ง. การเพาะปลูกปาล์มน้ำ เพื่อแปรรูปเป็นอาหาร และผลิตเชื้อเพลิง			
	3. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นการทำไร่ปศุสัตว์ใน อเมริกาใต้จำนวนมากส่งผลกระทบต่อไบโอม และสิ่งมีชีวิตบริเวณใดบ้าง A. ช้าง ในสะวันนา B. มนุษย์ ในอเมริกาใต้ C. กวางมูส ในป่าสน D. ปลา ในแหล่งน้ำ			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
	ก. A เท่านั้น ข. A และ D ค. B และ C ง. C และ			
2.2 ความเข้าใจ พื้นฐานเกี่ยวกับ ความเชื่อมโยงกัน ของสิ่งแวดล้อม และปัญหาด้าน สิ่งแวดล้อมทั้งใน ท้องถิ่นและระดับโลก	4. การทำไร่ปุ๋ยสัตว์ในอเมริกาใต้ทำให้มีการถางป่าดิบชื้น จำนวนมาก จะส่งผลกระทบต่อไบโอมอื่นในโลกอย่างไร <b>ก. สัตว์ในสะวันนาลดลงจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ</b> ข. สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในป่าสนลดลงจากการขาด แหล่งที่อยู่อาศัย ค. ป่าผลัดใบเขตอบอุ่นมีสัตว์เพิ่มขึ้นจากการอพยพ ของสัตว์ในป่าเขตร้อน ง. พืชหญ้าเขตอบอุ่นมีนกเพิ่มขึ้นจากการอพยพของ นกในป่าเขตร้อน			
<b>3. เคารพผู้อื่น</b> 3.1 การให้ ความสำคัญกับ การดำรงอยู่และต้อง พยายามที่จะพัฒนา ชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้อง คำนึงถึงความ แตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และคน รุ่นหลัง	5. จากสถานการณ์ข้างต้นการทำไร่ปุ๋ยสัตว์ในอเมริกาใต้ มีการคำนึงถึงผลกระทบ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับสิ่ง ต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่ เพราะเหตุใด 5.1 บุคคลอื่น สิ่งมีชีวิตอื่น และคนรุ่นหลัง <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 5.2 วัฒนธรรมอื่น ๆ <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 5.3 ระบบนิเวศ <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ.....			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
<b>4. สมรรถนะ</b> 4.1 ความสามารถในการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ซับซ้อน โดยสามารถเลือกกลวิธีในการวางแผน การกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการเชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้อย่างมีประสิทธิภาพ	6. หากนักเรียนต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทำไร่ปศุสัตว์ในสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะให้คำแนะนำว่าอย่างไรบ้างที่จะทำให้แนวโน้มของปัญหาดีขึ้น พร้อมบอกเหตุผลที่นักเรียนให้คำแนะนำนั้น			
	7. จากสถานการณ์ข้างต้นจะเห็นได้ว่าการทำไร่ปศุสัตว์ในอเมริกาได้นั้น ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อไบโอมต่าง ๆ นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นอย่างไร และการทำไร่ปศุสัตว์ควรคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง เพราะเหตุใด			
<b>เรื่องที่ 2 การเปลี่ยนแปลงแทนที่</b>				
<b>1. ความคิด/แนวคิด</b> 1.1 ความเข้าใจหลักการพื้นฐานทางนิเวศวิทยา	8. จากสถานการณ์ข้างต้นข้อใดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ ก. การปลูกพืชเชิงเดี่ยว ข. การที่ตะกอนดินไหลลงแหล่งน้ำ ค. การเกิดภาวะโลกร้อน <b>ง. ถูกทุกข้อ</b>			
	9. การปลูกพืชเชิงเดี่ยวในสถานการณ์ข้างต้น สิ่งใดบ้างที่ได้รับผลกระทบจากการกระทำดังกล่าว ก. มนุษย์ และสัตว์ป่า <b>ข. มนุษย์ เนื้อทราย ดิน และป่าไม้</b> ค. กวางป่า เก้ง กระตัง และน้ำ ง. กวางป่า เนื้อทราย นก และไก่ฟ้า			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
<p><b>2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่</b></p> <p>2.1 ความเข้าใจว่ามนุษย์สามารถส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ</p>	<p>10. จากสถานการณ์ปัญหาข้างต้นการกระทำใดของมนุษย์ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการกระทำใดส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมกับสังคมสมบูรณ์</p> <p>A. การปลูกพืชเชิงเดี่ยว B. การบวชต้นไม้ C. การรักษาต้นน้ำลำธาร D. การปลูกข้าวโพด</p> <p>ก. A ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ B, C, D ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ข. A-B ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ C-D ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ค. A-C ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ B-D ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ง. A-D ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ B-C ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p>			
<p>2.2 ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับความเชื่อมโยงกันของสิ่งแวดล้อมและปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมทั้งในท้องถิ่นและระดับโลก</p>	<p>11. การปลูกพืชเชิงเดี่ยวในสถานการณ์ข้างต้น จะส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่บริเวณอื่นของโลกอย่างไร</p> <p>ก. ทำให้เกิดการถางที่เป็นปัจจัยของการเกิดภาวะโลกร้อนส่งผลให้ทั่วโลกเกิดไฟป่ามากขึ้น ข. ทำให้เกิดดินเสื่อมโทรมจึงมีการย้ายพื้นที่เพาะปลูกพืชเชิงเดี่ยวไปยังบริเวณอื่นของโลก ค. ทำให้สัตว์ที่อาศัยอยู่ก่อนที่จะทำเป็นพื้นที่ทางการเกษตรต้องอพยพไปยังบริเวณอื่นของโลก ง. ทำให้แหล่งน้ำทั่วโลกเกิดสิ่งมีชีวิตใหม่ทดแทนจากการปรับตัวให้ทนต่อเคมีภัณฑ์ทางการเกษตร</p>			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
<b>3. เคารพผู้อื่น</b> 3.1 การให้ความสำคัญกับ การดำรงอยู่และต้อง พยายามที่จะพัฒนา ชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้อง คำนึงถึงความ แตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และคน รุ่นหลัง	12. จากสถานการณ์ข้างต้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยวในจังหวัด เพชรบูรณ์ มีการคำนึงถึงผลกระทบ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้นกับ สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่ 12.1 บุคคลอื่น สิ่งมีชีวิตอื่น และคนรุ่นหลัง <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 12.2 วัฒนธรรมอื่น ๆ <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 12.3 ระบบนิเวศ <input type="radio"/> คำนึงถึง <input type="radio"/> ไม่คำนึงถึง เพราะ.....			
<b>4. สมรรถนะ</b> 4.1 ความสามารถในการ ตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ ซับซ้อน โดยสามารถ เลือกกลวิธีในการ วางแผน การกำกับ ควบคุม รวมถึงการ ดำเนินการเชิงกลยุทธ์ เพื่อแก้ไขปัญหาทาง ระบบนิเวศได้อย่างมี	13. หากนักเรียนต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการปลูกพืช เชิงเดี่ยวในสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะให้คำแนะนำว่า อย่างไรบ้างที่จะทำให้แนวโน้มของปัญหาดีขึ้น พร้อมบอก เหตุผลที่นักเรียนให้คำแนะนำนั้น 14. จากสถานการณ์ข้างต้นการปลูกพืชเชิงเดี่ยวทำให้เกิด ทำให้เกิดปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสังคมสมบูรณ์ นักเรียน จะมีวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นอย่างไร และการปลูกพืช เชิงเดี่ยวควรคำนึงถึงสิ่งใดบ้าง เพราะเหตุใด			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของ การพิจารณา		
		+1	0	-1
ประสิทธิภาพ				
<b>เรื่องที่ 3 การเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร</b>				
<b>1. ความคิด/แนวคิด</b> 1.1 ความเข้าใจ หลักการพื้นฐานทาง นิเวศวิทยา	15. จากสถานการณ์ข้างต้นการกระทำของชาวอเมริกา ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากรอย่างไร ก. ทำให้ประชากรสัตว์กินขยะเป็นอาหารส่งผลให้ เกิดการตายในประชากรสิ่งมีชีวิต ข. ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยถูกทับถมไปด้วยขยะส่งผล ให้เกิดการอพยพของประชากรสิ่งมีชีวิต <b>ค. ทำให้เกิดมลพิษต่าง ๆ ที่ส่งผลให้เกิดอันตราย            และเกิดการตายในประชากรสิ่งมีชีวิต</b> ง. ทำให้เกิดเชื้อไวรัสและแบคทีเรียมากขึ้นก่อให้เกิด โรคระบาดในประชากรสิ่งมีชีวิต			
<b>2. ความเข้าใจ            เกี่ยวกับสถานที่</b> 2.1 ความเข้าใจว่า มนุษย์สามารถส่งผล กระทบต่อ สิ่งแวดล้อมได้ทั้ง ผลกระทบเชิงบวก และเชิงลบ	16. การกระทำใดในสถานการณ์ข้างต้น ที่จะส่งผลกระทบ เชิงบวกต่อประชากรสิ่งมีชีวิต ก. การรณรงค์ให้เผาขยะสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เพื่อลด ปริมาณขยะ ข. การสำรวจขยะในชุมชน เพื่อสอดส่องการทิ้งขยะ ของแต่ละครัวเรือน <b>ค. การใช้เทคโนโลยีกำจัดขยะ เพื่อลดการเกิดมลพิษ            หรือสารพิษที่เป็นอันตราย</b> ง. การให้ประชาชนขายขยะ เพื่อสร้างรายได้ให้แก่ ประชาชน และช่วยลดปริมาณขยะ			
	17. จากสถานการณ์ข้างต้นการทิ้งขยะของชาวอเมริกา ส่งผลกระทบเชิงลบต่อประชากรสิ่งมีชีวิตใดมากที่สุด ก. ประชากรนก และประชากรปลา ข. <b>ประชากรสัตว์น้ำ และประชากรปูแสม</b> ค. ประชากรมนุษย์ และประชากรสัตว์น้ำ			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของการพิจารณา		
		+1	0	-1
	ง. ประชากรสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ และประชากรสัตว์น้ำ			
2.2 ความเข้าใจ พื้นฐานเกี่ยวกับ ความเชื่อมโยงกัน ของสิ่งแวดล้อม และปัญหาด้าน สิ่งแวดล้อมทั้งใน ท้องถิ่นและระดับโลก	18. จากสถานการณ์ข้างต้นการกระทำของชาว สหรัฐอเมริกา จะส่งผลกระทบต่อขนาดประชากรสิ่งมีชีวิต ที่อาศัยอยู่บริเวณอื่นของโลกอย่างไร ก. ประชากรนกทั่วโลกลดลง จากการตายในระหว่าง การอพยพเพิ่มขึ้น ข. ประชากรพืชทั่วโลกลดลง จากการเกิดโรคระบาด จากเชื้อจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น ค. ประชากรสัตว์เลื้อยคลานทั่วโลกลดลง จากแหล่งที่อยู่อาศัยลดลง ง. ประชากรสัตว์ทะเลทั่วโลกลดลง จากทรัพยากรที่ใช้ในการดำรงชีวิตลดลง			
3. เคารพผู้อื่น 3.1 การให้ ความสำคัญกับ การดำรงอยู่และต้อง พยายามที่จะพัฒนา ชีวิตให้ดีขึ้น โดยต้อง คำนึงถึงความ แตกต่างของบุคคล วัฒนธรรม สิ่งมีชีวิต ระบบนิเวศ และคน รุ่นหลัง	19. จากสถานการณ์การทิ้งขยะในชีวิตประจำวันของชาว อเมริกันมีการคำนึงถึงผลกระทบ หรือสิ่งที่จะเกิดขึ้น กับสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้หรือไม่ 19.1 บุคคลอื่น สิ่งมีชีวิตอื่น และคนรุ่นหลัง ○ คำนึงถึง ○ ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 19.2 วัฒนธรรมอื่น ๆ ○ คำนึงถึง ○ ไม่คำนึงถึง เพราะ..... 19.3 ระบบนิเวศ ○ คำนึงถึง ○ ไม่คำนึงถึง			

ตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้ ด้านระบบนิเวศ	ข้อคำถาม	ระดับของ การพิจารณา		
		+1	0	-1
	เพราะ.....			
<b>4. สมรรถนะ</b> 4.1 ความสามารถในการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับ ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ ซับซ้อน โดยสามารถ เลือกกลวิธีใน การวางแผน การกำกับควบคุม รวมถึงการดำเนินการ เชิงกลยุทธ์เพื่อแก้ไข ปัญหาทาง ระบบนิเวศได้อย่างมี ประสิทธิภาพ	20. หากนักเรียนต้องให้คำแนะนำเกี่ยวกับการทิ้งขยะของ ชาวอเมริกันในสถานการณ์ข้างต้น นักเรียนจะให้คำแนะนำ ว่าอย่างไรบ้างที่จะทำให้แนวโน้มของปัญหาดีขึ้น พร้อมบอกเหตุผลที่นักเรียนให้คำแนะนำนั้น			
	21. จากสถานการณ์ข้างต้นการทิ้งขยะในชีวิตประจำวัน ของชาวอเมริกันส่งผลกระทบต่อประชากรสิ่งมีชีวิตจำนวนมาก นักเรียนจะมีวิธีการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้นอย่างไร และการทิ้งขยะควรคำนึงถึงสิ่งใดบ้างเพราะเหตุใด			

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ  
(.....)



ภาคผนวก ข ผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้  
ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 18 แสดงผลการประเมินความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างตัวบ่งชี้ความฉลาดรู้  
ด้านระบบนิเวศกับข้อคำถามของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
1	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
2	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
3	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
4	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
5	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
6	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
7	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
8	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
9	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
10	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
11	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
12	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
13	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
14	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
15	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
16	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
17	1	0	1	0.67	สอดคล้อง
18	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
19	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3		
20	1	1	1	1.00	สอดคล้อง
21	1	1	1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยาก (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าเชื่อมั่น (KR - 20) รายข้อของแบบประเมินความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	ความยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผลคุณภาพข้อสอบ
1	0.73	ใช้ได้	0.42*	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
2	0.65	ใช้ได้	0.45 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
3	0.54	ใช้ได้	0.48 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
4	0.51	ใช้ได้	0.35 *	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
5	0.65	ใช้ได้	0.44 *	0.01	ใช้ได้	ใช้ได้
6	0.62	ใช้ได้	0.61 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
7	0.68	ใช้ได้	0.50 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
8	0.62	ใช้ได้	0.36 *	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
9	0.65	ใช้ได้	0.60 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
10	0.76	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
11	0.57	ใช้ได้	0.36 *	0.03	ใช้ได้	ใช้ได้
12	0.65	ใช้ได้	0.34 *	0.04	ใช้ได้	ใช้ได้
13	0.70	ใช้ได้	0.63 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
14	0.62	ใช้ได้	0.80 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
15	0.68	ใช้ได้	0.55 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
16	0.65	ใช้ได้	0.58 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
17	0.65	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
18	0.68	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้

ข้อที่	ความ ยาก	แปลผล	อำนาจจำแนก	Sig.	แปลผล	แปลผล คุณภาพข้อสอบ
19	0.65	ใช้ได้	0.38 *	0.02	ใช้ได้	ใช้ได้
20	0.76	ใช้ได้	0.67 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้
21	0.68	ใช้ได้	0.49 *	0.00	ใช้ได้	ใช้ได้

ค่าความเที่ยง (Reliability) KR - 20 = 0.88



ภาคผนวก ข ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 20 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนนหลังเรียน (Post-test)	คะแนนผลต่าง D
1	15	34	19
2	28	32	4
3	28	33	5
4	21	30	9
5	13	31	18
6	33	38	5
7	15	32	17
8	32	38	6
9	24	33	9
10	22	32	10
11	14	36	22
12	20	26	6
13	19	29	10
14	23	36	13
15	24	37	13
16	22	32	10
17	22	36	14
18	18	34	16
19	19	29	10
20	19	36	17

นักเรียนคนที่	คะแนนก่อนเรียน (Pre-test)	คะแนนหลังเรียน (Post-test)	คะแนนผลต่าง D
21	23	31	8
22	10	29	19
23	18	37	19
24	16	34	18
25	22	36	14
26	25	35	10
27	16	35	19
28	21	35	14
29	12	31	19
30	21	33	12
31	20	26	6
32	17	35	18
33	19	37	18
34	17	32	15
35	20	37	17
36	23	34	11
37	26	38	12
38	22	36	14
N	38	38	38
Sum	779	1275	496
Mean	20.50	33.55	13.05
S.D.	5.03	3.18	4.90

t - test

## Paired Sample Statistics

	Mean	N	Std. Deviation
Pair 1 Pre - test	20.50	38	5.03
Post - test	33.55	38	3.18

## Paired Sample Test

	Paired Differences			t	df	Sig. (2- tailed)	Sig. (1- tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean				
Pair 1 Pre - test Post - test	13.05	4.90	0.80	16.4067	37	0.0000	0.0000

ตาราง 21 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศรายตัวบ่งชี้ของนักเรียน ก่อน และหลังที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม เป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตัวบ่งชี้สมรรถนะ	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ย		ความ ต่าง ของ คะแนน	Sig. (1- tailed)			
		ก่อนเรียน $\bar{X}$	หลังเรียน S.D.					
1. ความคิด/แนวคิด	4	2.71	0.84	3.24	0.68	0.53	3.64*	.0004
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับ สถานที่	8	4.76	1.36	6.37	0.88	1.61	5.87*	.0000
3. เคารพผู้อื่น	18	6.03	3.76	14.05	1.87	8.03	13.09*	.0000
4. สมรรถนะ	12	7.16	2.22	10.11	2.13	2.95	6.63*	.0000
รวม	42	20.50	5.03	33.55	3.18	13.05	16.41*	.0000

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ตาราง 22 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศของนักเรียนที่ได้รับการ  
การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
หลังเรียนกับเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ร้อยละ 75

ตัวบ่งชี้สมรรถนะ	คะแนน เต็ม	คะแนนเฉลี่ยหลัง		ร้อยละ	t-test	Sig. (1- tailed)
		เรียน				
		$\bar{X}$	S.D.			
1. ความคิด/แนวคิด	4	3.24	0.68	80.92	2.16*	.0186
2. ความเข้าใจเกี่ยวกับสถานที่	8	6.37	0.88	79.61	2.57*	.0071
3. เคารพผู้อื่น	18	14.05	1.87	78.07	1.82*	.0386
4. สมรรถนะ	12	10.11	2.13	84.21	3.20*	.0014
<b>รวม</b>	<b>42</b>	<b>33.55</b>	<b>3.18</b>	<b>79.89</b>	<b>3.98 *</b>	<b>.0002</b>

\*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาคผนวก ฅ แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

แบบประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง

1. แบบประเมินฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เพื่อนำไปปรับปรุงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

2. แบบประเมินความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศนี้ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 รายการประเมินเกี่ยวกับความเหมาะสมของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ แบ่งค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ ดังนี้

5	หมายถึง	มีความเหมาะสม มากที่สุด
4	หมายถึง	มีความเหมาะสม มาก
3	หมายถึง	มีความเหมาะสม ปานกลาง
2	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อย
1	หมายถึง	มีความเหมาะสม น้อยที่สุด

ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม



**ส่วนที่ 1** โปรดพิจารณาว่าแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความเหมาะสมเพียงใด และทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนนการพิจารณาตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้</b>					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น					
2. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ด้านระบบนิเวศมากขึ้น					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ด้านระบบนิเวศซึ่งกันและกัน					
5. การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับระบบนิเวศมากขึ้น					
6. นักเรียนชอบเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้					
<b>ด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ</b>					
7. บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น					
8. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงของปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบที่เกิดขึ้น					
9. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ					
10. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม					
11. ขั้นตอนและวิธีการเล่นของบอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้					
12. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนช่วยให้นักเรียนมีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาทางระบบนิเวศ					
13. การเล่นเกมทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียน					

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม				
	5	4	3	2	1
14. การเล่นเกมทำให้เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของระบบนิเวศ					
15. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและการเล่นเกมไปใช้แก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศในชีวิตประจำวันได้					

ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ  
(.....)

**แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ**

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนพิจารณาข้อความคำถาม และเลือกตอบโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องคะแนน การพิจารณาตามความคิดเห็นของนักเรียน ดังนี้

- |   |         |                      |
|---|---------|----------------------|
| 5 | หมายถึง | เห็นด้วยอย่างยิ่ง    |
| 4 | หมายถึง | เห็นด้วย             |
| 3 | หมายถึง | ไม่แน่ใจ             |
| 2 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วย          |
| 1 | หมายถึง | ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง |

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
<b>ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้</b>					
1. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น					
2. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ด้านระบบนิเวศมากขึ้น					
3. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน					
4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ด้านระบบนิเวศซึ่งกันและกัน					
5. การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับระบบนิเวศมากขึ้น					
6. นักเรียนชอบเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้					
<b>ด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ</b>					
7. บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น					
8. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงของปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบที่เกิดขึ้น					
9. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
10. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม					
11. ขั้นตอนและวิธีการเล่นของบอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้					
12. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนช่วยให้นักเรียนมีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาทางระบบนิเวศ					
13. การเล่นเกมทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียน					
14. การเล่นเกมทำให้เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของระบบนิเวศ					
15. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและการเล่นเกมไปใช้แก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศในชีวิตประจำวันได้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ญ ผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียน  
ต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้าน  
ระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตาราง 23 แสดงผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของแบบสอบถามความคิดเห็น  
ของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐานที่ส่งเสริมความฉลาดรู้  
ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
<b>ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้</b>						
1. กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศ เพิ่มขึ้น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
2. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียน สนใจในการเรียนรู้ด้านระบบนิเวศ มากขึ้น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
3. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมี ส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมกัน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมี การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับ ความรู้ด้านระบบนิเวศซึ่งกันและกัน	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ เข้าใจเนื้อหาสาระเกี่ยวกับระบบนิเวศ มากขึ้น	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
6. นักเรียนชอบเรียนด้วยกิจกรรม การเรียนรู้	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
<b>เฉลี่ย</b>				<b>4.83</b>	<b>0.29</b>	<b>มากที่สุด</b>

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
<b>ด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ</b>						
7. บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
8. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงของปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบที่เกิดขึ้น	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
9. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
10. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
11. ขั้นตอนและวิธีการเล่นเกมช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาระบบนิเวศได้	5	3	5	4.33	1.15	มาก
12. บอร์ดเกมทำให้นักเรียนช่วยให้นักเรียนมีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาทางระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
13. การเล่นเกมทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียน	5	5	5	5.00	1.15	มากที่สุด
14. การเล่นเกมทำให้เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของระบบนิเวศ	5	4	5	4.67	0.58	มากที่สุด
15. นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จาก	5	3	5	4.33	1.15	มาก

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			$\bar{X}$	S.D.	ระดับ คุณภาพ
	1	2	3			
การทำกิจกรรมและการเล่นเกม ไปใช้แก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศใน ชีวิตประจำวันได้						
<b>เฉลี่ย</b>				4.70	0.51	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวม</b>				4.76	0.42	มากที่สุด

ตาราง 24 แสดงผลความคิดเห็นของนักเรียนต่อผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของ  
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยใช้  
บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 38 คน

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
<b>ด้านกิจกรรมการจัดการเรียนรู้</b>				
1.	กิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจ ด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น	4.68	0.47	มากที่สุด
2.	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนสนใจในการเรียนรู้ ด้านระบบนิเวศมากขึ้น	4.81	0.40	มากที่สุด
3.	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการทำ กิจกรรมร่วมกัน	4.84	0.37	มากที่สุด
4.	กิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน ความคิดเห็นเกี่ยวกับความรู้ด้านระบบนิเวศซึ่งกันและกัน	4.84	0.37	มากที่สุด
5.	การสรุปกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจเนื้อหาสาระ เกี่ยวกับระบบนิเวศมากขึ้น	4.89	0.31	มากที่สุด
6.	นักเรียนชอบเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้	4.89	0.31	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>		<b>4.83</b>	<b>0.21</b>	<b>มากที่สุด</b>

ที่	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ ความพึง พอใจ
<b>ด้านองค์ประกอบของบอร์ดเกมที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ</b>				
7.	บอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจด้านระบบนิเวศเพิ่มขึ้น	4.78	0.42	มากที่สุด
8.	บอร์ดเกมทำให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงของปัญหาสิ่งแวดล้อมกับผลกระทบที่เกิดขึ้น	4.65	0.48	มากที่สุด
9.	บอร์ดเกมทำให้นักเรียนเข้าใจว่ามนุษย์สามารถสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศได้ทั้งผลกระทบเชิงบวกและเชิงลบ	4.76	0.43	มากที่สุด
10.	บอร์ดเกมทำให้นักเรียนรู้วิธีการแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม	4.81	0.40	มากที่สุด
11.	ขั้นตอนและวิธีการเล่นของบอร์ดเกมช่วยให้นักเรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศได้	4.76	0.43	มากที่สุด
12.	บอร์ดเกมทำให้นักเรียนช่วยให้นักเรียนมีการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาทางระบบนิเวศ	4.46	0.51	มาก
13.	การเล่นบอร์ดเกมทำให้นักเรียนรู้สึกสนุกสนานในการเรียน	4.92	0.28	มากที่สุด
14.	การเล่นบอร์ดเกมทำให้เข้าใจความเชื่อมโยงสัมพันธ์กันของระบบนิเวศ	4.84	0.37	มากที่สุด
15.	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการทำกิจกรรมและการเล่นบอร์ดเกมไปใช้แก้ไขปัญหาทางระบบนิเวศในชีวิตประจำวันได้	4.65	0.48	มากที่สุด
<b>ค่าเฉลี่ย</b>		<b>4.74</b>	<b>0.22</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>		<b>4.78</b>	<b>0.19</b>	<b>มากที่สุด</b>



ภาคผนวก ก แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้ผลความเหมาะสมขององค์ประกอบของ  
แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกม  
เป็นฐาน ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 4

### แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

มัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชา ว31102 วิทยาศาสตร์พื้นฐาน

เวลาเรียน 6 ชั่วโมง

เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## 1. มาตรฐานการเรียนรู้ /ตัวชี้วัด

### 1.1 มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจความหลากหลายของระบบนิเวศ ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งไม่มีชีวิตกับ  
สิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ การถ่ายทอดพลังงาน  
การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหมายของประชากร ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหา  
สิ่งแวดล้อมรวมทั้งนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

### 1.2 ตัวชี้วัด

ว 1.1 ม.4/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความ  
ความหลากหลายของไบโอม และยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ

ว 1.1 ม.4/4 สืบค้นข้อมูลและอภิปรายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ  
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ  
และการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม

## 2. จุดประสงค์การเรียนรู้

### 1. ด้านความรู้ (K)

- ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลาย  
ของ ไบโอมได้

- ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและ  
สิ่งแวดล้อมได้

- ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

- ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ ได้

## 2. ด้านทักษะ (P)

- ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมได้

- ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

- ผู้เรียนสามารถตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้

- ผู้เรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

- ผู้เรียนสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสมในการดำเนินการแก้ไขและป้องกันปัญหาทางระบบนิเวศได้

## 3. ด้านจิตพิสัย (A)

- ผู้เรียนเข้าเรียนและทำงานตรงตามเวลาที่กำหนด รวมทั้งปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน

### 3. สารสำคัญ/ความคิดรวบยอด

โลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย และเกิดเป็นความหลากหลายของไบโอม

ประชากรมนุษย์มีการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวังและมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ซึ่งอาจส่งผลให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติการกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อม และการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน

#### 4. สาธารณการเรียนรู้

บริเวณของโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศและปริมาณน้ำฝน ทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลายซึ่งส่งผลให้เกิดความหลากหลายของไบโอม

มนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ๆ เพื่อช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ แก่มนุษย์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบางปัญหาส่งผลกระทบต่อในระดับประเทศและบางปัญหาส่งผลกระทบต่อในระดับโลก

การลดปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ การกำจัดของเสียที่เป็นสาเหตุของปัญหาสิ่งแวดล้อมและการวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นตัวช่วยของแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน

#### 5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา

#### 6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีวินัย
2. ใฝ่เรียนรู้
3. มุ่งมั่นในการทำงาน

#### 7. ชิ้นงาน/ภาระงาน

- การเล่นเกม เพื่อนำเสนอและแลกเปลี่ยนประสบการณ์กับเพื่อนในชั้นเรียน
- การตอบคำถาม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ใบกิจกรรม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

#### 8. สื่อการเรียนรู้

1. Power Point นำเสนอบอร์ดเกม Con (Choice of natural)
2. บอร์ดเกม Con (Choice of natural)
3. ใบกิจกรรม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

## 9. การวัดและประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ การประเมิน
<p><b>ด้านความรู้ (K)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของ ไบโอมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถอธิบายเกี่ยวกับแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถยกตัวอย่างไบโอมชนิดต่าง ๆ ได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจ</li> <li>ใบกิจกรรม / แบบทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบกิจกรรม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- แบบทดสอบ เรื่องไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป</li> </ul>
<p><b>ด้านทักษะ (P)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลเกี่ยวกับปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ตรวจ</li> <li>ใบกิจกรรม / แบบทดสอบ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใบกิจกรรม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> <li>- แบบทดสอบ เรื่องไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผ่านเกณฑ์การประเมินร้อยละ 70 ขึ้นไป</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ผู้เรียนสามารถวางแผนเกี่ยวกับวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้</li> <li>- ผู้เรียนสามารถเลือกใช้กลยุทธ์ที่เหมาะสม</li> </ul>			

จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์ การประเมิน
ในการดำเนินการแก้ไขและป้องกันปัญหาทางระบบนิเวศได้			
<b>ด้านจิตพิสัย (A)</b> - ผู้เรียนเข้าเรียนและทำงานตรงตามเวลาที่กำหนด รวมทั้งปฏิบัติตามข้อตกลง กฎเกณฑ์ ระเบียบต่าง ๆ รวมทั้งมีมารยาทในการเรียน	- สังเกตพฤติกรรมระหว่างเรียน	- แบบสังเกตพฤติกรรม	- ผ่านในระดับดีขึ้นไป

## 10. กิจกรรมการเรียนรู้

### ขั้นที่ 1 ชี้นำเข้าสู่บทเรียน (30 นาที)

- ครูแจ้งเรื่องที่จะเรียน และแจ้งผลการเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ
- ครูแจ้งให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับบอร์ดเกม Con (Choice of natural) ที่ใช้ในการเรียนรู้เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อนำเข้าสู่บทเรียน
- ครูนำเสนอบอร์ดเกม Con (Choice of natural) โดยอธิบายกฎและกติกาของบอร์ดเกม ดังนี้
  - นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องช่วยกันสะสมคะแนนจากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสภาพทางภูมิศาสตร์บนโลกกับความหลากหลายของไบโอมและปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่กลุ่มของตนเองได้รับ กลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุดจะได้เริ่มเล่นเกมเป็นกลุ่มแรก
  - นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มต้องช่วยกันหาแนวทางอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสังแวดล้อมให้ได้ครบทั้ง 4 ปัญหา เพื่อเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสังแวดล้อมที่เกิดขึ้น
  - นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มต้องช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสังแวดล้อม หากเกิดปัญหาและผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจนทั่วโลก (ทั่วกระดาน) และเกิดการบุกรุกไปยังบริเวณอื่น ๆ จนถึงระดับสุดท้ายรวมทั้งกองการ์ดผู้เล่นหมด เกมจะจบลงด้วยการแพ้ทันที

- นักเรียนกลุ่มใดที่สามารถจบเกมได้ก่อนด้วยหาแนวทางอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างแวล้อมให้ได้ครบทั้ง 4 ปัญหา ก่อน จะถือว่ากลุ่มนั้นเป็นผู้ชนะ
4. ครูแบ่งกลุ่มให้นักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 8 คน โดยในแต่ละกลุ่มมีนักเรียนที่มีผลการเรียนคละกัน

## ขั้นที่ 2 ขั้นสอน (270 นาที)

1. ครูแจกการ์ดคำถามที่ 1 กระจายคำตอบ เรื่อง ไบโอม และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยมีแนวคำถาม ดังนี้

- ระบบนิเวศ คืออะไร

2. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ

- ระบบนิเวศ คืออะไร

(แนวคำตอบ ระบบนิเวศ คือ ระบบที่ประกอบด้วยกลุ่มสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งมีความสัมพันธ์กันมีการถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบ)

3. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำตอบของคำถามที่ 1 มาส่ง และรับบัตรสะสมคะแนน พร้อมทั้งรับการ์ดคำถามที่ 2 โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ไบโอมต่างกับระบบนิเวศอย่างไร

4. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ โดยมีแนวคำตอบดังนี้

- ไบโอมต่างกับระบบนิเวศอย่างไร

(แนวคำตอบ ระบบนิเวศอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดขอบเขตในการศึกษา ในขณะที่ไบโอมจะมีขนาดใหญ่เป็นการศึกษาระบบนิเวศที่อยู่ในแต่ละบริเวณของโลกซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย)

5. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำตอบของคำถามที่ 2 มาส่ง และรับบัตรสะสมคะแนน พร้อมทั้งรับการ์ดคำถามที่ 3 โดยมีแนวคำถามดังนี้

- เพราะเหตุใดในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันจึงอาจมีไบโอมที่หลากหลาย

6. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ โดยมีแนวคำตอบดังนี้

- เพราะเหตุใดในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันจึงอาจมีไบโอมที่หลากหลาย

(แนวคำตอบ คำตอบอาจมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน เช่น เกิดจากภูมิอากาศที่แตกต่างกันโดยมีหลายสาเหตุ เช่น ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาเป็นแนวบังฝน กระแสน้ำ กระแสลม ซึ่งส่งผลให้แต่ละบริเวณในเขตอุณหภูมิเดียวกันมีอุณหภูมิและปริมาณหยาดน้ำ ฟ้าที่แตกต่างกัน ทำให้ชนิดของพืชและสัตว์ที่สามารถดำรงชีวิตแตกต่างกันออกไป รวมถึงลักษณะภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น ลักษณะทางกายภาพของดินจึงอาจมีไบโอมที่หลากหลายในเขตภูมิอากาศเดียวกันในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกัน)

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำตอบของคำถามที่ 3 มาส่ง และรับบัตรสะสมคะแนน พร้อมทั้งรับการ์ดคำถามที่ 4 และกระดาษคำตอบ โดยมีแนวคำถามดังนี้

- จงอธิบายข้อมูลสถานที่และยกตัวอย่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมต่อไปนี้ (นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ไบโอมที่แตกต่างกัน)

ชนิดไบโอม ได้แก่ ทะเลทราย สะวันนา ป่าเขตร้อน พุ่มหญ้าเขตอบอุ่น ป่าผลัดใบ เขตอบอุ่น ป่าสน ทุนดรา

8. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ และนำคำตอบมาส่ง พร้อมทั้งรับบัตรสะสมคะแนน โดยมีแนวคำตอบดังนี้

- จงอธิบายข้อมูลสถานที่และยกตัวอย่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมบนบกชนิดต่าง ๆ (นักเรียนแต่ละกลุ่มจะได้ไบโอมที่แตกต่างกัน)

#### 1. ทะเลทราย

- มีอุณหภูมิแตกต่างกันมากในแต่ละฤดู และในระหว่างกลางวันและกลางคืน มีปริมาณน้ำฝนต่ำ
  - พืชส่วนมากมีขนาดเล็กไม่ใหญ่ มีจำนวนน้อยขึ้นกระจัดกระจาย และมีการปรับตัวเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ
- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เช่น กระบองเพชร อีกัวนา สุนัขจิ้งจอกทะเลทราย อูฐ

#### 2. สะวันนา

- อุณหภูมิค่อนข้างสูงตลอดปีฤดูแล้งยาวนาน
- พืชกลุ่มเด่น คือ หญ้า และมีต้นไม้ขึ้นกระจัดกระจายแทรกอยู่

- ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต หญ้า ม้าลาย ช้าง ไฮยีนา
3. ป่าเขตร้อน
- อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25-29 องศาเซลเซียส อุณหภูมิและความชื้นไม่เปลี่ยนแปลงมากตลอดปี
  - มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตสูง
  - พืชขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น สามารถแบ่งชั้นตามระดับความสูงของพืชได้หลายชั้น
  - ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เฟิร์น กล้วย สัก ช้าง
4. ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น
- ฤดูหนาวอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 30 องศาเซลเซียส
  - พืชกลุ่มเด่น คือ หญ้า
  - ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต หญ้า ไบซัน ม้า แพรร์ด็อก
5. ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น
- ฤดูหนาวอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 0 องศาเซลเซียส ในฤดูร้อนอากาศร้อนและชื้นโดย อุณหภูมิอาจสูงถึง 35 องศาเซลเซียส
  - มีพืชพรรณที่มีใบกว้าง
  - สามารถแบ่งเป็น 4 ฤดูได้ชัดเจน คือ ฤดูร้อน ฤดูใบไม้ร่วง ฤดูหนาว ฤดูใบไม้ผลิ
  - ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต เมเปิล พีช ไอล์
6. ป่าสน
- มีอากาศหนาวเย็น มีฤดูหนาวยาวนาน อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส
  - มีพืชพรรณที่ใบมีลักษณะคล้ายเข็ม พืชส่วนใหญ่ไม่ผลัดใบ
  - ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต สน เฮมล็อก มูส หมีสีน้ำตาล
7. ทุนดรา
- มีช่วงฤดูหนาวยาวนาน มีฤดูร้อนช่วงสั้น ๆ ประมาณ 2 เดือน
  - ไม่มีต้นไม้ขนาดใหญ่
  - น้ำใต้ผิวดินจับตัวแข็งอยู่ตลอดเวลา
  - ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต ไลเคน มอส หญ้า ไม้พุ่มเตี้ย หมิวา



9. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำคำตอบของคำถามที่ 3 มาส่ง และรับบัตรสะสมคะแนน พร้อมทั้งรับการ์ดคำถามที่ 4 และกระดาษคำตอบ โดยมีแนวคำถามดังนี้

- การจำแนกไบโอมบนบกมักจะใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ รวมทั้งชนิดพืชเด่นที่พบในไบโอมนั้น ๆ ในการระบุชนิดของไบโอม ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำจะไม่ใช้ลักษณะดังกล่าวจึงไม่นิยมจำแนกไบโอมในน้ำแต่จะจำแนกเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยระบบนิเวศแหล่งน้ำแบ่งออกเป็นกี่แบบและแบ่งออกเป็นกี่บริเวณ อะไรบ้าง

10. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ และนำคำตอบมาส่ง พร้อมทั้งรับบัตรสะสมคะแนน โดยมีแนวคำตอบดังนี้

- การจำแนกไบโอมบนบกมักจะใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ รวมทั้งชนิดพืชเด่นที่พบในไบโอมนั้น ๆ ในการระบุชนิดของไบโอม ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำจะไม่ใช้ลักษณะดังกล่าวจึงไม่นิยมจำแนกไบโอมในน้ำแต่จะจำแนกเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยระบบนิเวศแหล่งน้ำแบ่งออกเป็นกี่แบบและแบ่งออกเป็นกี่บริเวณ อะไรบ้าง

(แนวคำตอบ ระบบนิเวศแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ ระบบนิเวศแหล่งน้ำจืดซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือน้อยกว่าร้อยละ 0.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็มซึ่งมีความเข้มข้นของเกลือประมาณร้อยละ 3 และระบบนิเวศแหล่งน้ำกร่อยซึ่งความเข้มข้นของเกลือมีความแปรผันในรอบวัน ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำอาจแบ่งออกเป็น 2 บริเวณตามปริมาณแสง ได้แก่ บริเวณที่แสงส่องถึง (photic zone) ซึ่งมีแสงเพียงพอสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารและทำหน้าที่ผู้ผลิตได้เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น, บริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) จึงไม่มีสิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ชนิดของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้จะแตกต่างจากบริเวณที่แสงส่องถึง)

11. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงคำตอบของข้อคำถามจากการ์ดคำถามที่นักเรียนได้รับ และนักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอคำตอบของไบโอมชนิดต่าง ๆ ที่กลุ่มของตนเองได้รับ

12. ครูสรุปว่าระบบนิเวศอาจมีขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ได้ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดขอบเขตในการศึกษา ในขณะที่ไบโอมจะมีขนาดใหญ่เป็นการศึกษาระบบนิเวศที่อยู่ในแต่ละบริเวณของโลก ซึ่งมีลักษณะทางภูมิศาสตร์ที่หลากหลาย ซึ่งบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันอาจมีไบโอมที่หลากหลาย โดยการจำแนกไบโอมมักจะใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ รวมทั้งชนิดพืชเด่นที่พบใน ไบโอมนั้น ๆ ในการระบุชนิดของไบโอม ซึ่งระบบนิเวศแหล่งน้ำจะไม่ใช้

ลักษณะดังกล่าวจึงไม่นิยมจำแนกเป็นไบโอมในน้ำ แต่จะจำแนกเป็นระบบนิเวศแหล่งน้ำ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น 2 บริเวณตามปริมาณแสง ได้แก่ บริเวณที่แสงส่องถึง (photic zone) ซึ่งมีแสงเพียงพอสำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงมีสิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารและทำ หน้าที่ผู้ผลิตได้ เช่น สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช และสิ่งมีชีวิตที่กินสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น และบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (aphotic zone) จึงไม่มีสิ่งมีชีวิตที่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ชนิดของสิ่งมีชีวิตและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้จะแตกต่างจากบริเวณที่แสงส่องถึง

13. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยใช้ถกถามคำถาม ดังนี้

- นักเรียนคิดว่าการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรมนุษย์จะส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบในระบบนิเวศหรือไม่ อย่างไร

(แนวคำตอบ การเพิ่มขึ้นของประชากรมนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่มากขึ้นและส่งผลกระทบต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศมากขึ้นด้วย)

14. ครูแจกการ์ดคำถามที่ 6 และกระดาษคำตอบ เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้นักเรียนแต่ละกลุ่ม โดยมีแนวคำถามดังนี้

- ทรัพยากรธรรมชาติคืออะไร แบ่งเป็นกี่ประเภทได้แก่อะไรบ้าง และจงยกตัวอย่างชนิดของทรัพยากรแต่ละประเภท

15. นักเรียนแต่ละกลุ่มสืบค้นข้อมูล เพื่อตอบคำถามในการ์ดคำถามที่ตนเองได้รับลงในกระดาษคำตอบ และนำคำตอบมาส่ง พร้อมทั้งรับบัตรสะสมคะแนน โดยมีแนวคำตอบดังนี้

- ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งเป็นกี่ประเภท ได้แก่อะไรบ้าง และจงยกตัวอย่างชนิดของทรัพยากรแต่ละประเภท

(แนวคำตอบ ทรัพยากรธรรมชาติ คือ สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ดิน น้ำ ป่าไม้ พืชหญ้า สัตว์ป่า แร่ธาตุ และพลังงานโดยทรัพยากรธรรมชาติสามารถแบ่งประเภทตามความยาวนานในแง่ของการใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น (non-exhausting natural resource) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ (renewable natural resource) และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดสิ้น (exhausting natural resource) โดยตัวอย่างของทรัพยากรแต่ละประเภทอาจมีได้หลากหลายขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน และข้อมูลที่นักเรียนสืบค้นได้)

16. นักเรียนแต่ละกลุ่มรวบรวมคะแนนของตนเอง และดูว่ากลุ่มใดได้คะแนนมากที่สุด

17. ครูสรุปว่าทรัพยากรธรรมชาติ คือ สิ่งต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ เช่น ดิน น้ำ ป่าไม้ ทุ่งหญ้า สัตว์ป่า แร่ธาตุ และพลังงาน โดยทรัพยากรธรรมชาติสามารถแบ่งประเภทตามความยาวนานในแง่ของการใช้ประโยชน์ ทรัพยากรธรรมชาติแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วไม่หมดสิ้น (non-exhausting natural resource) ทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วเกิดทดแทนได้ (renewable natural resource) และทรัพยากรธรรมชาติที่ใช้แล้วหมดสิ้น (exhausting natural resource) โดยการดำรงชีวิตของประชากรมนุษย์ส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและส่งผลต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศทั้งทางบก และทางล

18. ครูแจกอุปกรณ์บอร์ดเกมที่ใช้สำหรับการเล่นเกมให้กับนักเรียนแต่ละกลุ่ม

19. ครูนำเสนออุปกรณ์ภายในบอร์ดเกม ให้นักเรียนทราบ ดังนี้

- การ์ดอาชีพ การ์ดอาชีพ (Role cards) 7 ใบ
- การ์ดสำหรับผู้เล่น (Player cards) 59 ใบ (การ์ดปกเขียว) จะประกอบไปด้วย
  - การ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา (Conservation cards) 48 ใบ
  - การ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขั้นรุนแรง (Severe problem cards) 6 ใบ
  - การ์ดเหตุการณ์ (Event cards) 5 ใบ
- การ์ดการกระทำ 4 ใบ
- การ์ดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ (Problems cards) 48 ใบ (การ์ดดำ)
- เบี้ยแทนการเกิดปัญหาและผลกระทบ จำนวน 96 ชิ้น มี 4 สี
- เบี้ยแทนการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา จำนวน 4 ชิ้น
- เบี้ยจำนวนบริเวณที่เกิดปัญหาและได้รับผลกระทบ 1 ชิ้น
- เบี้ยชี้ระดับการบุกรุก 1 ชิ้น
- เบี้ยศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม 6 ชิ้น
- เบี้ยแทนตัวผู้เล่น 7 ชิ้น (นักเรียนแต่ละกลุ่มจะยังไม่ได้รับโมเดลคนจนกว่าครูจะแจกให้ถึงจะเริ่มเกมได้)

20. ครูอธิบายวิธีการจัดวางแผ่นกระดาน ว่านักเรียนจะได้เล่นเกมด้วยกันทั้งหมด 3 ระดับ ซึ่งการจัดวางกระดานและวิธีการเล่นของระดับที่ 1 ตามขั้นตอนดังนี้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำกระดานหลักมาวางไว้ตรงกลางพื้นที่เล่น วางเบี้ยศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และเบี้ยแทนการเกิดปัญหาและผลกระทบจากการกระทำของมนุษย์สีต่าง ๆ ไว้ใกล้ ๆ จากนั้นวางเบี้ยศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไว้ที่

Yellowstone National Park รัฐไวโอมิง ประเทศสหรัฐอเมริกา 1 ชั้น  
 ซึ่งจะเป็นจุดเริ่มต้น และเป็นศูนย์กลางของศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมของโลก



- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำใบ้สำหรับชี้ระดับการบุกรุกวางบนกระดานบริเวณระดับการเกิดปัญหาและผลกระทบที่ตำแหน่ง 0 และนำใบ้สำหรับชี้จำนวนอัตราการเกิดปัญหาและได้รับผลกระทบวางบนกระดานตรงตำแหน่งซ้ายสุดในแถบจำนวนบริเวณที่เกิดปัญหาและได้รับผลกระทบ



- นักเรียนแต่ละกลุ่มนำการ์ดปัญหาและผลกระทบวางบนกระดานบริเวณช่องการ์ดปัญหาและผลกระทบ และเริ่มสุ่มบริเวณที่เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและได้รับผลกระทบ โดยสับการ์ดปัญหาและผลกระทบ (การ์ดปกดำ) และทำตามขั้นตอนดังนี้
  - จั่ว 3 ใบ นำใบ้แทนการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่ตรงกับสี 3 ชั้นไปวางที่บริเวณที่จั่วได้ ยกตัวอย่างเช่น จั่วได้การ์ด การทิ้งขยะโดยไม่แยกชนิด ที่อุทยานแห่งชาติ Ordesa y Monte Perdido

National Park ประเทศสเปน, การเผาป่าเพื่อเก็บของป่า ที่อุทยานแห่งชาติ Changbaishan National Park มณฑลเหลียวหนิง และจีหลิน ประเทศจีน และ การเกิดมลพิษทางน้ำจากการปล่อยกากของเสียลงแหล่งน้ำของอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่มแปรรูปที่อุทยานแห่งชาติ Parque Nacional Galápagos ประเทศเอกวาดอร์



- จั๋วอีก 3 ใบ นำเข้าเขียนแทนการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบที่ตรงกับสี่และบริเวณที่จั๋วได้ไปวาง 2 ชิ้น
- สูดท้ายจั๋วมาอีก 3 ใบ ทำเหมือนกัน แต่คราวนี้ให้วางชิ้นเข้าเขียนแทนการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ 1 ชิ้น
- การ์ดที่จั๋วทั้ง 9 ใบให้วางไว้ในกองทิ้งของการ์ดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ



- นักเรียนแต่ละกลุ่มแจกการ์ดการกระทำให้เพื่อนคนละใบ จากนั้นนำการ์ดตัวละครมาสับและสุ่มแจกให้เพื่อน โดยให้นักเรียนแจกการ์ดตัวละครเพียง 4 ใบ นักเรียนอาจจับคู่กันภายในกลุ่มเพื่อช่วยกันวางแผนและวิเคราะห์ความสามารถของตัวละครที่ตนเองได้รับ และแจกเบี้ยแทนตัวผู้เล่นที่มีสีตรงกับการ์ด



- นักเรียนแยกการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขึ้นรุนแรงแยกออกมาตั้งไว้ จากนั้นเอาการ์ดที่เหลือ (การ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา กับการ์ดเหตุการณ์) มาสับรวมกัน และแจกให้เพื่อนที่ถือการ์ดตัวละคร 2 ใบ จากนั้นทำการสับกอง โดยนำการ์ดมาแบ่งเป็นจำนวน 4 กองเท่า ๆ กัน และนำการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขึ้นรุนแรงมาสับรวมด้วย กองละ 1 ใบ แล้วจึงนำกองมาซ้อนรวมกันโดยไม่ต้องสับอีก

**ปัญหาและผลกระทบรุนแรง**

1. เพิ่มระดับ  
เลือกเบี้ยกับอัตราการเกิดปัญหาไป 1 ช่อง
2. เกิดปัญหาและได้รับผลกระทบ  
จักรกลจากได้ออกการ์ดปัญหาและวางเบี้ยปัญหา 3 อันในชุดยานั้น และทิ้งการ์ดลงกองทิ้ง
3. หมดความรุนแรง  
สับการ์ดทั้งหมดในกองทิ้งการ์ดปัญหาและนำกลับไปวางบนกองการ์ดปัญหา

การใช้กิจกรรมพัฒนาทักษะการอ่านและการเขียน กระบวนการคิดเพื่อวิเคราะห์การอ่านโดยอิงกับนโยบายภาคการศึกษา

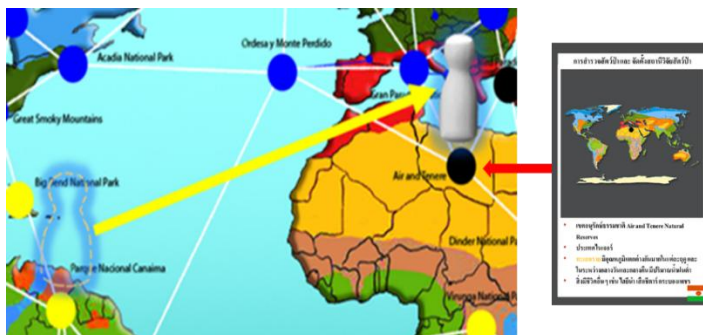




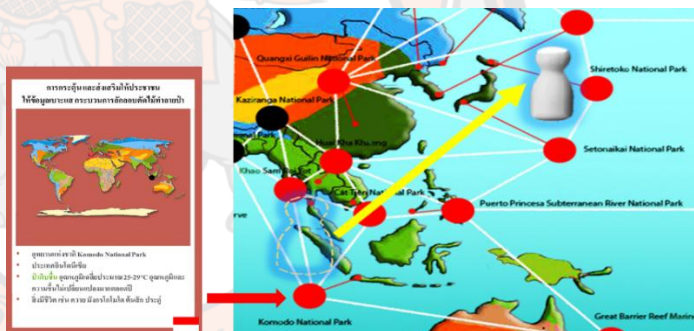
- ครูอธิบายว่าถึงแม้ตัวละครในการเล่นจะมีเพียง 4 ตัวละคร แต่นักเรียนทุกคนภายในกลุ่มต้องช่วยกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่เกิดขึ้นภายในเกม เพื่อให้กลุ่มของตนเองชนะ หากนักเรียนไม่ร่วมมือกันกลุ่มของนักเรียนอาจจบลงด้วยการแพ้
- วิธีการเล่นเกม คือ ในการเล่นเกมตัวละครแต่ละคนจะสามารถทำได้คนละ 4 การกระทำ โดยการกระทำที่สามารถทำได้จะประกอบไปด้วย
  - การเดินทาง: นักเรียนสามารถเดินทางจากบริเวณหนึ่งไปอีกบริเวณหนึ่งได้ทั้งหมด 4 วิธี โดยแต่ละวิธีจะถือว่าเป็น 1 การกระทำ ดังนี้
  - การขับรถ หรือ ขับเรือ: นักเรียนสามารถใช้ 1 การกระทำ เพื่อเดินทางไปยังบริเวณที่ติดกันผ่านทางเส้นการเดินทาง



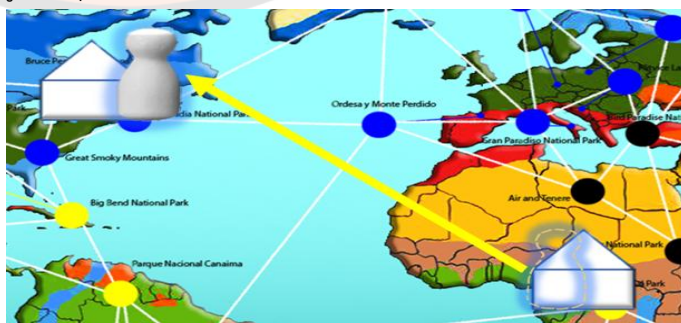
- การขึ้นเครื่องบินตรง: นักเรียนสามารถบินตรงไปยังบริเวณที่ผู้เล่นถือการ์ดอยู่ได้ โดยให้ทั้งการ์ดลงกองทิ้งไปหลังจากใช้แล้ว เช่น มีการ์ดเขตอนุรักษ์ธรรมชาติ Air and Tenere Natural Reserves ประเทศไนเจอร์ ไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็สามารถย้ายไปยังบริเวณนั้นได้



- การขึ้นเครื่องบินเช่าเหมาลำ: ถ้านักเรียนมีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามีชื่อสถานที่ตรงกับบริเวณที่นักเรียนอยู่ในปัจจุบันนักเรียนสามารถเช่าเครื่องบินเหมาลำ เพื่อเดินทางไปยังบริเวณใด ๆ ก็ได้ โดยนักเรียนจะเสียการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาลงกองทิ้งไป เช่น อยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติ Komodo National Park ประเทศอินโดนีเซีย ให้ทิ้งการ์ดที่มีชื่อตรงกับตรงกับบริเวณที่อยู่และย้ายไปที่บริเวณต้องการไป



- การขึ้นเครื่องบินลำเลียง: ถ้าบริเวณที่นักเรียนอยู่มีศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม นักเรียนสามารถเดินทางจากบริเวณนั้นไปบริเวณไหนก็ได้ที่มีศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกัน



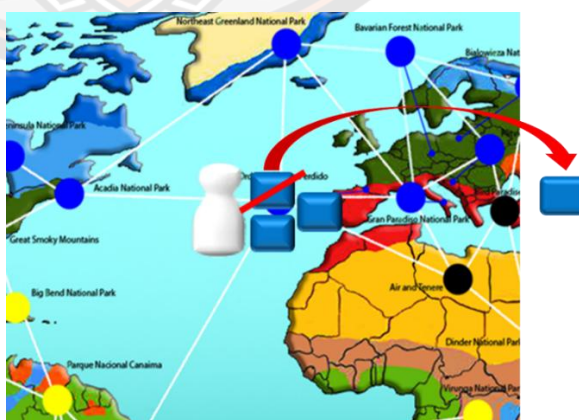
- การสร้างศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม: ถ้านักเรียนมีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามีชื่อสถานที่ตรงกับบริเวณที่ตนเองกำลังยืนอยู่ นักเรียนสามารถที่จะเลือกสร้างศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมที่บริเวณนั้นได้



โดยให้ทั้งการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาที่มีชื่อบริเวณนั้น ๆ ที่ถืออยู่ ไป จากนั้นให้เอาเบี้ยศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมาวางตรงบริเวณที่ทำการสร้าง ส่วนในกรณีที่ถ้านักเรียนได้สร้างศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไปจนเบี้ยศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมหมดกล่องแล้ว และต้องการสร้างอีก นักเรียนจะต้องเอาศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมนอกจากบริเวณอื่นมาวางแทน เช่น อยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติ Nagarhole National Park And Tiger Reserve รัฐกรณาฏกะ ประเทศอินเดีย และต้องการสร้างศูนย์อนุรักษ์จะต้องทั้งการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาที่มีชื่อบริเวณตรงกับบริเวณนั้นเพื่อสร้างศูนย์อนุรักษ์

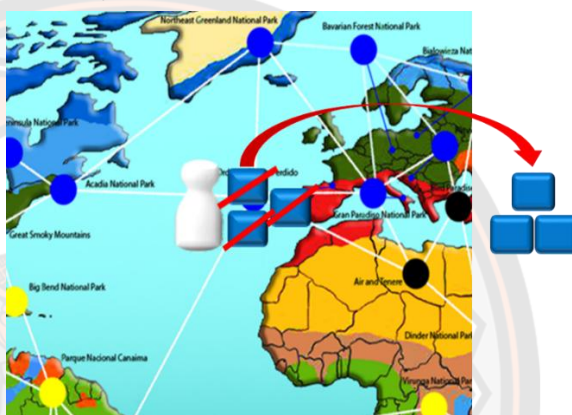


- การอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาเบื้องต้น: ในกรณีที่นักเรียนเลือกที่จะอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา นักเรียนจะสามารถหยิบเบี้ยปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบออกไปจากบริเวณที่ยื่นอยู่ได้ 1 ชิ้น เท่ากับ 1 การกระทำ



แต่ถ้าปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบนั้นถูกค้นพบการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเรียบร้อยแล้ว นักเรียนสามารถหยิบเอาเบี้ยปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบนั้น

ออกไปได้ทั้งหมด (นับเป็น 1 การกระทำ) จากบริเวณที่ทำการอนุรักษ์ และแก้ไขปัญหา และถ้าเมื่อใดก็ตามที่ปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบใด ๆ ถูกแก้ไขปัญหานั้นหมดกระดาน และมีหาวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อมของปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบนั้นได้แล้ว ให้ทำการพลิกเบี้ยแทนการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหานั้นในด้านที่มีเครื่องหมายห้ามอยู่ แปลว่าปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบนั้นได้มีการป้องกันและแก้ไขปัญหาลแล้วและจะไม่กลับมาเกิดอีก



- การหาวิธีอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อม: นักเรียนจะสามารถทำการหาวิธีอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อมได้เมื่ออยู่ในบริเวณที่มีศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่เท่านั้น โดยนักเรียนจะต้องมีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา 5 ใบที่เป็นการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหเดียวกันทั้งหมด (การ์ดสีเดียวกัน) ถึงจะสามารถทำการอนุรักษ์ และแก้ไขปัญหได้ โดยทั้ง 5 ใบต้องรวมอยู่ที่คนเดียว เช่น หาวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสีงแวดล้อมจากมลพิษทางอากาศและมลพิษแหล่งน้ำ ต้องมีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา 5 ใบ (สีเหลือง)

ก	การเพิ่มโอกาส	ก	การปรับแก้	การช่วยกันเฝ้าระวัง สอดส่องดูแลร่วมกับภาครัฐ ไม่ให้มีการระบายน้ำเสียลงในบริเวณที่เกิดปัญหา
<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุทยานรัฐคดี</li> <li>• ปิงตง</li> <li>• ต้ากวี่</li> <li>• ดิมมีซี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุทยานปราสาท</li> <li>• ตององ</li> <li>• ระหวี่</li> <li>• ดิมมีซี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุทยานคังตง</li> <li>• สะโรบ</li> <li>• ดิมมีซี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mada</li> <li>• ปราสาท</li> <li>• ปี่โน</li> <li>• ความ</li> <li>• ดิมมีซี</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุทยานแห่งชาติ Tierra del Fuego National Park</li> <li>• ปราสาทร่อนเตินา</li> <li>• สะโรบ</li> <li>• อุทยานมรดกโลกเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า</li> <li>• ดิมมีซี</li> </ul>

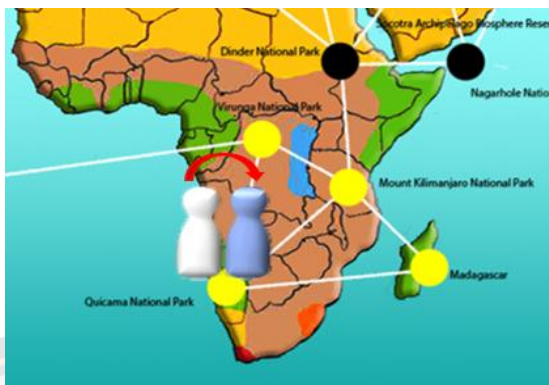
จากนั้นให้นำเบี้ยแทนการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามาวางในช่องของปัญหาที่ทำการหาวิธีในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างแวล้อมได้แล้ว เช่น มีการหาวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างแวล้อมจากมลพิษทางอากาศและมลพิษแหล่งน้ำได้แล้ว ให้นำเบี้ยไปทางทับที่รูปโรงงานอุตสาหกรรม



ครูอธิบายว่าในกรณีที่มีหลายปัญหาอยู่ในบริเวณเดียวกัน ถ้านักเรียนจะอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาเบื้องต้น จะสามารถทำได้ทีละปัญหา (หยิบออกได้เพียงทีละสี) และหลังจากที่นักเรียนหาวิธีอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างแวล้อมได้สำเร็จ การเกิดปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจะยังคงเกิดขึ้นได้ แต่การอนุรักษ์และแก้ไขปัญหาเบื้องต้นจะทำให้ง่ายขึ้น โดยสามารถหยิบเอาเบี้ยปัญหาล้างแวล้อมและผลกระทบนั้นออกไปได้ทั้งหมดในการกระทำเดียว

- **การแลกเปลี่ยนความรู้:** นักเรียนสามารถทำการกระทำนี้ได้ โดยนักเรียนที่มีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามีชื่อสถานที่ตรงกับบริเวณที่ตนเองกำลังยืนอยู่ สามารถนำการ์ดนั้นส่งให้เพื่อนคนอื่นในบริเวณเดียวกันได้ หรือนักเรียนสามารถขอการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามาจากเพื่อนคนอื่นที่ยืนอยู่ในบริเวณเดียวกันได้ นักเรียนที่จะแลกเปลี่ยนกันจะต้องเห็นพ้องร่วมกัน และถ้านักเรียนที่ได้รับการ์ดไปทำให้การ์ดในมือมีจำนวนมากกว่า 7 ใบ นักเรียนจะต้องเลือกทิ้งการ์ดทันทีที่ถึงรอบการเล่นของตนเอง หรือนักเรียนจะเลือกต้องใช้การ์ดเหตุการณ์ในมือก็ได้ เพื่อที่จะทำให้การ์ดลดลงเหลืออย่างมากแค่ 7 ใบ เช่น อยู่บริเวณอุทยานแห่งชาติ Quicama National

Park ประเทศแองโกลา และมีการ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหามีชื่อสถานที่ตรงนี้ สามารถแลกให้เพื่อนที่อยู่บริเวณเดียวกัน



- ในขณะที่รอบการเล่น นักเรียนสามารถใช้การ์ดเหตุการณ์ได้โดยไม่เสียการกระทำ (ไม่นับเป็น 1 การกระทำ) การ์ดเหตุการณ์สามารถใช้ได้ตลอดเวลาในระหว่างรอบการเล่น แต่จะต้องใช้ก่อนที่จะเปิดการ์ดผู้เล่น หรือเปิดการ์ดปัญหาและผลกระทบ

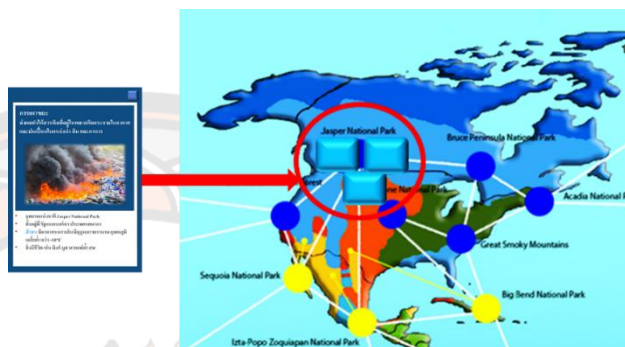


- หลังจากทีนักเรียนแต่ละคนเล่นจบตา ต้องทำตามขั้นตอนดังนี้
- หลังจากทีนักเรียนทำการกระทำของตนเองครบทั้ง 4 การกระทำแล้ว จะต้องจั่วการ์ด 2 ใบจากกองการ์ดสำหรับผู้เล่น ถ้าการ์ดในกองการ์ดสำหรับผู้เล่นเหลือไม่ถึง 2 ใบ เกมจะจบลงทันทีโดยผู้เล่นเป็นฝ่ายแพ้
- ในกรณีที่นักเรียนจั่วการ์ดมาได้เป็นการจัดการเกิดปัญหา และผลกระทบขั้นรุนแรง ให้ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้ทันที
- นำเอาเบี้ยซื้ออัตราการเกิดปัญหาและได้รับผลกระทบเลื่อนไปทางขวา 1 ช่อง

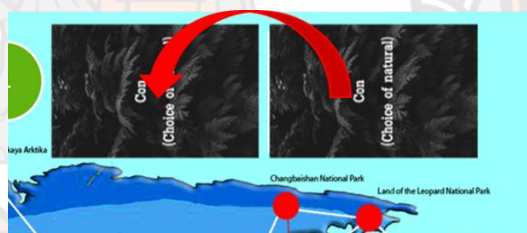


- จั่วการ์ดใบล่างสุดออกมาจากกองการ์ดปัญหาสิ่งแวดล้อม และผลกระทบ (การ์ดดำ) ถ้าการ์ดที่หยิบออกมาเป็นปัญหาที่ยังไม่สามารถป้องกันและแก้ไขได้ ให้นำเบี้ยปัญหาและผลกระทบ

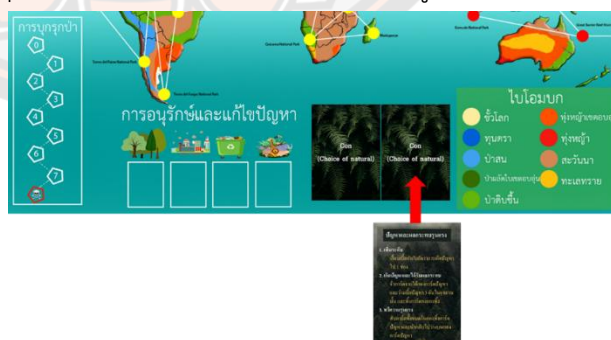
สีนั้น 3 ชั้น วางไปบนบริเวณที่กำหนดในการ์ด ถ้าวางแล้วทำให้มีเบี้ย ปัญหาและผลกระทบสีนั้นเกิน 3 ชั้น ให้วางแค่ 3 ชั้น ที่เหลือ ให้คืนกล่องแล้วดำเนินขั้นตอนของการบุกรุกต่อไป เช่น จั่วได้ปัญหา การเผาขยะ บริเวณอุทยานแห่งชาติ Jasper National Park รัฐแอลเบอร์ตา ประเทศแคนาดา ให้นำเบี้ยไปวางบริเวณอุทยานแห่งชาติ Jasper National Park บนกระดาน



- นำการ์ดที่อยู่ในกองทิ้งของการ์ดปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบ มาสับแล้ววางทับกองเดิม (กองที่ยังไม่ได้ใช้)



- หลังจากที่ทำขั้นตอนแล้ว ให้ทิ้งการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบ ชั้นรุนแรงที่ใช้แล้วลงกองทิ้งการ์ดสำหรับผู้เล่น



- ในกรณีที่จะต้องนำขึ้นเบี้ยปัญหาและผลกระทบวางลงบนกระดาน แต่พบว่าไม่มีเบี้ยไม่พอวาง จะถือว่าผู้เล่นแพ้เกมทันที
- หลังจากที่จั่วการ์ดในกองผู้เล่นมาสองใบแล้ว ให้จั่วการ์ดปัญหา สิ่งแวดล้อมและผลกระทบเป็นขั้นตอนต่อไป ผู้เล่นจะต้องจั่วการ์ด ปัญหาสิ่งแวดล้อมและผลกระทบเป็นจำนวนเท่ากับค่าที่ซื้อโดยเบี้ยซื้อ

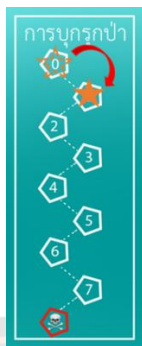
อัตราเกิดปัญหาและได้รับผลกระทบบนกระดานหลัก การจั่วการ์ดให้  
 จั่วมาที่ละใบ และเปิดขึ้นดู การ์ดจะมีสี ปัญหาและผลกระทบที่มีต่อ  
 ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และชื่อของสถานที่ระบอบอยู่  
 ถ้าปัญหาและผลกระทบสีนั้นยังไม่สามารถหาวิธีอนุรักษ์และแก้ไข  
 ปัญหาได้ ให้ผู้เล่นนำเบี้ยการเกิดปัญหาและผลกระทบสีที่กำหนด  
 ในการ์ดไปวางเพิ่มที่บริเวณนั้น ๆ ถ้าบริเวณดังกล่าวมีปัญหา  
 และผลกระทบสีเดียวกันอยู่ 3 ชั้นแล้ว ไม่ต้องนำชั้นที่ 4 ไปวาง  
 แต่ให้เกิดการบุกรุก ชั้นแทน เช่น อัตราการเกิดปัญหา คือ 2 จั่ว 2 ใบ  
 จั่วได้การ์ดการเกิดมลพิษทางอากาศจากการทำอุตสาหกรรม  
 ซีเมนต์ อุทยานแห่งชาติ Parque Nacional Canaima รัฐโบลิวาร์  
 ประเทศบราซิล และการจัดการบุกรุกป่าเพื่อปลูกพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ  
 อุทยานแห่งชาติ Seoraksan National Park ประเทศเกาหลีใต้  
 ให้นำเบี้ยไปวางบริเวณละ 1 อัน



- เมื่อนักเรียนทำตามขั้นตอนต่าง ๆ แล้วให้นักเรียนส่งให้เพื่อนที่อยู่ทาง  
 ซ้ายมือเป็นผู้เล่นคนต่อไป

### ขั้นตอนการเกิดการบุกรุก ให้นักเรียนทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

- เลื่อนเบี้ยชี้ระดับการบุกรุก 1 ระดับ

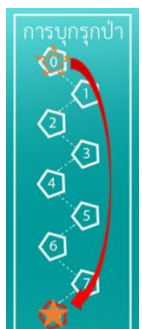


- เพิ่มขึ้นเบี้ยการเกิดปัญหาและผลกระทบที่เกิดบุกรุก 1 ชั้น ไปยังทุก ๆ บริเวณที่ติดกับบริเวณที่บุกรุก และถ้าบริเวณที่บุกรุกไปนั้นมีเบี้ยการเกิดปัญหาและผลกระทบสั้่น้อยอยู่แล้ว 3 ชั้น ไม่ต้องเพิ่มเบี้ยชั้นที่ 4 แต่บริเวณนั้นจะเกิดการบุกรุกต่อเนื่องเป็นลูกโซ่ การบุกรุกต่อเนื่องจะเกิดขึ้นหลังจากการบุกรุกแรกดำเนินไปครบขั้นตอนแล้ว

เช่น เกิดการบุกรุกบริเวณอุทยานแห่งชาติ Komodo National Park ประเทศอินโดนีเซีย จะต้องวางเบี้ยไปยังบริเวณที่มีเส้นสีขาวเชื่อมต่อกับบริเวณนั้น



- ในกรณีที่เป็นการบุกรุกต่อเนื่อง จะบุกรุกไปยังบริเวณอื่น ๆ เท่านั้น ไม่กลับไปบุกรุกในบริเวณที่ผ่านมาแล้ว
- ถ้าเบี้ยชี้ระดับการบุกรุกลงมาถึงช่องสุดท้ายของระดับการบุกรุกในกระดานหลัก เกมจะจบลงโดยผู้เล่นเป็นฝ่ายแพ้



### การจบเกมของนักเรียน นักเรียนสามารถจบเกมดังนี้

- การจบเกมโดยนักเรียนเป็นฝ่ายชนะจะเกิดขึ้นต่อเมื่อสามารถหาวิธีอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ครบทั้ง 4 ปัญหา (นักเรียนไม่จำเป็นต้องกำจัดปัญหาและผลกระทบที่มีต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั้งหมดบนกระดาน เกมจะจบทันทีที่สามารถอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ครบ)



- การจบเกมโดยนักเรียนเป็นฝ่ายแพ้จะเกิดขึ้นเมื่อครูอธิบายว่าถ้าระบบนิเวศเกิดความไม่สมดุลหรือศูนย์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมถูกบุกรุกเมื่อใดกลุ่มของนักเรียนจะถือว่าแพ้ทันที ดังนี้
  - เบี้ยชี้ระดับการบุกรุก เลื่อนไปสุดแถบ
  - ผู้เล่นไม่สามารถวางเบี้ยการเกิดปัญหาและผลกระทบเพิ่มได้ เนื่องจากเบี้ยหมด หรือเต็มกระดาน
  - กองการ์ดผู้เล่น หมด

20. ครูแจกโมเดลคนให้นักเรียนแต่ละกลุ่มตามลำดับคะแนนที่ได้จากการตอบคำถามเพื่อเริ่มเล่นเกม

21. นักเรียนลงมือเล่นเกมตามกติกาและวิธีการเล่น โดยมีครูคอยให้คำปรึกษาและเสนอแนะวิธีการเล่นที่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในวิธีการเล่นเกม

22. ครูสรุปว่าในการเล่นเกมนักเรียนจะพบกับปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ซึ่งมีผลต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ ซึ่งเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นทั่วโลก ทั้งบริเวณที่มีไบโอมชนิดเดียวกันและบริเวณที่มีไบโอมต่างชนิดกัน และจากบอร์ดเกมที่เป็นแผนที่โลกนักเรียนจะสามารถเห็นได้ว่าในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันอาจมีไบโอมที่หลากหลายซึ่งบริเวณที่มีไบโอมชนิดเดียวกันบริเวณนั้นจะมีสีเดียวกัน ได้แก่ สีเหลือง คือ ทะเลทราย สีน้ำตาล คือ สะวันนา สีเขียว คือ ป่าดิบชื้น สีส้ม คือ ทุ่งหญ้าเขตอบอุ่น สีเขียวเข้ม คือ ป่าผลัดใบเขตอบอุ่น สีฟ้า คือ ป่าสน สีน้ำเงิน คือ ทุนดรา



23. ครูนำเสนอใบกิจกรรม โดยการชี้แจงคำสั่งในการทำใบกิจกรรม ดังนี้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องร่วมกันจัดบันทึกปัญหา และแนวทางอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างมือที่กลุ่มของตนเองพบ พร้อมทั้งตอบคำถามให้ครบถ้วนสมบูรณ์

24. นักเรียนแต่ละกลุ่มส่งตัวแทนมารับใบกิจกรรม

25. ครูอธิบายวิธีการจัดวางแผ่นกระดานและวิธีการเล่นเกมระดับที่ 2 ดังนี้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวางแผ่นกระดานและมีวิธีการเล่นเช่นเดียวกับระดับที่ 1
- **ยกเว้น** ในขั้นตอนการจัดวางการ์ดสำหรับผู้เล่น (การ์ดปกน้ำเงิน) นักเรียนจะได้นำการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขั้นรุนแรง แยกออกมาตั้งไว้ จากนั้นเอาการ์ดที่เหลือ (การ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหากับการ์ดเหตุการณ์) มาสับรวมกัน และแจกให้ผู้เล่น เช่นเดียวกับในระดับที่ 1 แต่เมื่อแจกการ์ดแล้ว ให้ทำการสับกอง โดยนำการ์ดมาแบ่งเป็นจำนวนกองเท่า ๆ กัน **จำนวน 5 กอง** จากนั้นนำการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขั้นรุนแรงมาสับรวมด้วย กองละ 1 ใบ แล้วจึงนำกองมาซ้อนรวมกันโดยไม่ต้องสับอีก

26. นักเรียนลงมือเล่นเกมตามกฎกติกาและวิธีการเล่น ซึ่งแต่ละกลุ่มจะต้องทำการบันทึกปัญหา และแนวทางอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างมือที่กลุ่มของตนเองพบ ระหว่างการเล่นลงใบบันทึกกิจกรรม โดยมีครูคอยให้คำปรึกษา และเสนอแนะวิธีการเล่นที่ถูกต้อง เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัยในวิธีการเล่นเกม

27. นักเรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอปัญหา และแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและแก้ไขปัญหาล้างมือที่กลุ่มของตนเองพบระหว่างการเล่นเกม

28. ครูสรุปมนุษย์มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ จึงทำให้เกิดปัญหาทางระบบนิเวศที่ส่งผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น บางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับบริเวณ และบางปัญหาก็ส่งผลกระทบในระดับโลก ซึ่งแนวทางการป้องกัน และแก้ไขปัญหามหาทางระบบนิเวศ อาจมีได้หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่นแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหามหาทางระบบนิเวศที่นักเรียนได้พบจากการเล่นเกม และนอกจากนี้ยังมีปัญหามหาทางระบบนิเวศและมีวิธีการป้องกันและแก้ไขปัญหามหาทางต่าง ๆ อีกมากมายที่เกิดขึ้นบนโลกของเรา

29. ครูอธิบายวิธีการจัดวางแผ่นกระดานระดับที่ 3 ดังนี้

- นักเรียนแต่ละกลุ่มจัดวางแผ่นกระดานและมีวิธีการเล่นเช่นเดียวกับระดับที่ 1
- **ยกเว้น** ในขั้นตอนการจัดวางการ์ดสำหรับผู้เล่น (การ์ดปกน้ำเงิน) นักเรียนจะได้นำการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขั้นรุนแรง แยกออกมาตั้งไว้

จากนั้นเอาการ์ดที่เหลือ (การ์ดการอนุรักษ์และแก้ไขปัญหา กับการ์ดเหตุการณ์) มาสับรวมกัน และแจกให้ผู้เล่น เช่นเดียวกับในระดับที่ 1 แต่เมื่อแจกการ์ดแล้ว ให้ทำการสับกอง โดยนำการ์ดมาแบ่งเป็นจำนวนกองเท่า ๆ กัน **จำนวน 5 กอง** จากนั้นนำการ์ดการเกิดปัญหาและผลกระทบขั้นรุนแรงมาสับรวมด้วย กองละ 1 ใบ แล้วจึงนำกองมาซ้อนรวมกันโดยไม่ต้องสับอีก

30. นักเรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ตอบคำถามในใบกิจกรรมให้ครบถ้วนสมบูรณ์

### ขั้นที่ 3 ขั้นสรุป (60 นาที)

1. ครูและนักเรียนร่วมกับอภิปราย โดยใช้คำถามต่อไปนี้

- จากการเล่นเกมนักเรียนพบว่าประเทศที่อยู่ที่เส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันมีไบโอมชนิดเดียวกันทั้งหมดหรือไม่  
(แนวการอภิปราย บริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกัน อาจมีไบโอมที่หลากหลาย เช่น ภูมิประเทศที่เป็นภูเขาเป็นแนวบังฝน กระแสน้ำกระแสลม ซึ่งส่งผลให้แต่ละบริเวณในเขตอุณหภูมิต่างกันมีอุณหภูมิ และปริมาณหยาดน้ำ ฟ้าที่แตกต่างกัน ทำให้ชนิดของพืชและสัตว์ที่สามารถดำรงชีวิตแตกต่างกันออกไป รวมถึงลักษณะภูมิประเทศอื่น ๆ เช่น ลักษณะทางกายภาพของดิน จึงอาจมีไบโอมที่หลากหลายในเขตภูมิอากาศเดียวกัน ในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกัน)
- จากการเล่นเกมนักเรียนคิดว่ามนุษย์มีผลทำให้เกิดปัญหาทางระบบนิเวศอย่างไรบ้าง  
(แนวการอภิปราย อาจมีได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับความรู้เดิมของนักเรียน และข้อมูลที่นักเรียนได้พบระหว่างการเล่นเกม)
- จากการเล่นเกมนักเรียนคิดว่าหากมนุษย์ใช้ทรัพยากรธรรมชาติโดยปราศจากความระมัดระวัง และมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกของตนเอง สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ บนโลกจะยังสามารถดำรงอยู่ต่อไปได้อย่างยั่งยืนหรือไม่ หากไม่มีแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมเลย  
(แนวการอภิปราย สิ่งมีชีวิตบางชนิดอาจสูญพันธุ์ไปในที่สุด และเกิดการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่าง ๆ ในระบบนิเวศ เช่น ป่าไม้อาจหมดไปทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมา ซึ่งอาจส่งผลให้ระบบนิเวศเกิดความไม่สมดุลได้)

2. ครูสรุปว่าโลกแต่ละบริเวณมีสภาพทางภูมิศาสตร์ที่แตกต่างกัน แบ่งออกได้เป็นหลายเขตตามสภาพภูมิอากาศทำให้มีระบบนิเวศที่หลากหลาย ซึ่งไปโอบมบมักจะใช้เกณฑ์ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ รวมทั้งชนิดพืชเด่นที่พบในไปโอบมนั้น ๆ และระบบนิเวศแหล่งน้ำแบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ ระบบนิเวศแหล่งน้ำ ระบบนิเวศแหล่งน้ำเค็ม และระบบนิเวศแหล่งน้ำกร่อย ซึ่งสิ่งมีชีวิตทุกชนิดบนโลกของเรามีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน ไม่ได้มีเพียงมนุษย์เท่านั้นที่เป็นสิ่งมีชีวิตเดียวบนโลก ปัญหาที่เกิดกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บางปัญหาส่งผลกระทบในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศ หรือระดับโลก การวางแผนจัดการทรัพยากรธรรมชาติที่ดีเป็นแนวทางในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและลดปัญหาสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ที่ยั่งยืน



## ใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่.....จำนวนสมาชิก.....

- 1.....ชั้น.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น.....เลขที่.....
- 5.....ชั้น.....เลขที่.....
- 6.....ชั้น.....เลขที่.....
- 7.....ชั้น.....เลขที่.....
- 8.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

1. ระบบนิเวศ คืออะไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ไบโอมต่างกับระบบนิเวศอย่างไร

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. เพราะเหตุใดในบริเวณเส้นละติจูดเดียวกันและอยู่ในเขตภูมิอากาศเดียวกันจึงอาจมีไบโอมที่หลากหลาย

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงอธิบายข้อมูลสถานที่และยกตัวอย่างองค์ประกอบทางกายภาพและองค์ประกอบทางชีวภาพของไบโอมที่กลุ่มของตนเองได้รับ

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 1

### เรื่อง ไปโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่.....จำนวนสมาชิก.....

- 1.....ชั้น.....เลขที่.....  
 2.....ชั้น.....เลขที่.....  
 3.....ชั้น.....เลขที่.....  
 4.....ชั้น.....เลขที่.....  
 5.....ชั้น.....เลขที่.....  
 6.....ชั้น.....เลขที่.....  
 7.....ชั้น.....เลขที่.....  
 8.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนประเมินใบกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓  
 ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความครบถ้วนสมบูรณ์				
2	ความถูกต้อง สอดคล้องกับประเด็นที่กำหนด				
3	ความมุ่งมั่นในการทำงาน				
	รวม				

### เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน โดยใช้เกณฑ์เป็นระดับคุณภาพ 4, 3, 2, 1 ดังนี้

ระดับ 4	หมายถึงระดับคุณภาพ	ดีมาก	ช่วงคะแนน	10 - 12
ระดับ 3	หมายถึงระดับคุณภาพ	ดี	ช่วงคะแนน	7 - 9
ระดับ 2	หมายถึงระดับคุณภาพ	พอใช้	ช่วงคะแนน	4 - 6
ระดับ 1	หมายถึงระดับคุณภาพ	ปรับปรุง	ช่วงคะแนน	1 - 3

**เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 1**  
เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประเด็น การประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
<b>1. ความครบถ้วน สมบูรณ์</b>	ตอบคำถามได้ ครบทั้ง 4 ข้อ	ตอบคำถามได้ เพียง 3 ข้อ	ตอบคำถามได้ เพียง 2 ข้อ	ตอบคำถามได้ เพียง 1 ข้อ
<b>2. ความถูกต้อง สอดคล้องกับ ประเด็นที่กำหนด</b>	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ครบทุกข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ได้ 3 ข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ได้ 1-2 ข้อ	ตอบคำถามไม่ ถูกต้อง ไม่ สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด
<b>3. ความมุ่งมั่นใน การทำงาน</b>	มีความมุ่งมั่นต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย ทำงานเสร็จ และส่งตามเวลา ทุกครั้ง	มีความมุ่งมั่นต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย ทำงานเสร็จ แต่ส่งเข้าไป 5 นาท	ทำงานเสร็จ ผลงานไม่มี คุณภาพ แต่ส่งตามเวลา ทุกครั้ง	ทำงานไม่เสร็จ และส่งไม่ทันเวลา

## ใบกิจกรรมที่ 2 เรื่อง ไปโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่.....จำนวนสมาชิก.....

- 1.....ชั้น.....เลขที่.....
- 2.....ชั้น.....เลขที่.....
- 3.....ชั้น.....เลขที่.....
- 4.....ชั้น.....เลขที่.....
- 5.....ชั้น.....เลขที่.....
- 6.....ชั้น.....เลขที่.....
- 7.....ชั้น.....เลขที่.....
- 8.....ชั้น.....เลขที่.....

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ดังต่อไปนี้

1. จงยกตัวอย่างปัญหาทางระบบนิเวศหรือสิ่งแวดล้อมที่นักเรียนพบในระหว่างการเล่นเกมที่นักเรียนคิดว่าการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนมีส่วนทำให้เกิดปัญหาเหล่านั้น 3 ปัญหา พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหา

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. นักเรียนคิดว่าปัญหาทางระบบนิเวศที่เกิดจากการใช้ชีวิตประจำวันของนักเรียนจะส่งผลกระทบต่อระดับประเทศและระดับโลกหรือไม่ อย่างไร

.....

.....

.....

.....



3. สรุปความรู้ที่ได้จากการเล่นเกม เรื่อง ไบโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติ  
และสิ่งแวดล้อม ตามความเข้าใจของนักเรียน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## แบบประเมินใบกิจกรรมที่ 2

### เรื่อง ไปโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กลุ่มที่.....จำนวนสมาชิก.....

- 1.....ชั้น.....เลขที่.....  
 2.....ชั้น.....เลขที่.....  
 3.....ชั้น.....เลขที่.....  
 4.....ชั้น.....เลขที่.....  
 5.....ชั้น.....เลขที่.....  
 6.....ชั้น.....เลขที่.....  
 7.....ชั้น.....เลขที่.....  
 8.....ชั้น.....เลขที่.....

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนประเมินใบกิจกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓  
 ลงในช่องที่ตรงกับระดับคะแนน

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
		4	3	2	1
1	ความถูกต้อง สอดคล้องกับประเด็นที่กำหนด				
2	ความมุ่งมั่นในการทำงาน				
	รวม				

### เกณฑ์การประเมิน

นักเรียนได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ถือว่าผ่าน โดยใช้เกณฑ์เป็นระดับคุณภาพ 4, 3, 2, 1 ดังนี้

ระดับ 4	หมายถึงระดับคุณภาพ	ดีมาก	ช่วงคะแนน	7 - 8
ระดับ 3	หมายถึงระดับคุณภาพ	ดี	ช่วงคะแนน	5 - 6
ระดับ 2	หมายถึงระดับคุณภาพ	พอใช้	ช่วงคะแนน	3 - 4
ระดับ 1	หมายถึงระดับคุณภาพ	ปรับปรุง	ช่วงคะแนน	1 - 2

**เกณฑ์การประเมินใบกิจกรรมที่ 2**  
เรื่อง ไปโอมและมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ประเด็น การประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
<b>1. ความถูกต้อง สอดคล้องกับ ประเด็นที่กำหนด</b>	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ครบทุกข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ได้ 2 ข้อ	ตอบคำถาม ถูกต้อง สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด ได้ 1 ข้อ	ตอบคำถามไม่ ถูกต้อง ไม่ สอดคล้องตรงกับ ประเด็นที่กำหนด
<b>2. ความมุ่งมั่นใน การทำงาน</b>	มีความมุ่งมั่นต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย ทำงานเสร็จ และ ส่งตามเวลาทุก ครั้ง	มีความมุ่งมั่นต่อ งานที่ได้รับ มอบหมาย ทำงานเสร็จ แต่ ส่งช้าไป 5 นาที	ทำงานเสร็จ ผลงานไม่มี คุณภาพ แต่ส่ง ตามเวลาทุกครั้ง	ทำงานไม่เสร็จ และส่งไม่ทันเวลา

### แบบสังเกตพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคล

คำชี้แจง ให้ครูผู้สอนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนตามรายการที่กำหนด แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลง  
ในช่องที่ตรงกับคะแนน

เลขที่	ระดับพฤติกรรม												รวม	
	ความสนใจในการเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การยอมรับฟังผู้อื่น					
	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1		12

#### เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ ให้ 4 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง ให้ 3 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง ให้ 2 คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมน้อยครั้ง ให้ 1 คะแนน

#### เกณฑ์การตัดสินคุณภาพ

ช่วงคะแนน	ระดับคุณภาพ
12 - 10	ดีมาก
9 - 7	ดี
4 - 6	พอใช้
1 - 3	ปรับปรุง

## เกณฑ์การประเมินพฤติกรรมนักเรียนรายบุคคล

ประเด็น การประเมิน	ระดับคุณภาพ			
	ดีมาก (4)	ดี (3)	พอใช้ (2)	ปรับปรุง (1)
1. ความสนใจใน การเรียน	มีความสนใจ และกระตือรือร้น ในการเรียน ตลอดเวลา	มีความสนใจ และกระตือรือร้น ในบางเวลา พูดคุยนอก เรื่อง บ้าง 1 -2 ครั้ง	มีความสนใจ และกระตือรือร้น ในบางเวลา พูดคุยนอก เรื่อง บ้าง 3 ครั้งขึ้นไป	ไม่ให้ความสนใจ และไม่ กระตือรือร้นใน เรียน พูดคุยนอก เรื่องตลอดเวลา
2. การแสดง ความคิดเห็น	มีส่วนร่วมใน การแสดง ความ คิดเห็น สม่ำเสมอ ตลอดคาบ	มีส่วนร่วมใน การแสดง ความ คิดเห็นมากกว่า 1 ครั้ง	มีส่วนร่วมใน การแสดง ความ คิดเห็น 1 ครั้ง	ไม่มีส่วนร่วมใน การแสดง ความคิดเห็น ตลอดคาบ
3. การยอมรับฟัง ผู้อื่น	ยอมรับฟัง ความคิดเห็น ของผู้อื่นทุกครั้ง	ยอมรับฟัง ความ คิดเห็นของ ผู้อื่น มากกว่า 1 ครั้ง	ยอมรับฟังความ คิดเห็นของผู้อื่น 1 ครั้ง	ไม่ยอมรับฟัง ความคิดเห็นของ ผู้อื่น

ภาคผนวก ฎ ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน ที่ส่งเสริม  
ความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ

ตัวอย่างภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บอร์ดเกมเป็นฐาน  
ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ



ภาพ 11 การทำแบบประเมินวัดความฉลาดรู้ด้านระบบนิเวศ



ภาพ 12 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องไปโอม  
และมนุษย์กับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



ภาพ 13 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของระบบนิเวศ





ภาพ 14 การทำกิจกรรมเล่นบอร์ดเกม เรื่องการเปลี่ยนแปลงขนาดประชากร

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	ปาริชาติ ชื่นเจริญ
วัน เดือน ปี เกิด	31 ธันวาคม 2538
ที่อยู่ปัจจุบัน	110/2 ถ.แสงสวรรค์เหนือ ต.ชุมแสง อ.ชุมแสง จ.นครสวรรค์
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2561 วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยศิลปากร

