



โครงการ  
การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ แบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน  
Integrative model for learning on community forest ecosystem services

ชื่อนิสิต นายก้องเขต ปี่เสนาะ เลขประจำตัว 5832007923

ภาควิชา ชีววิทยา

ปีการศึกษา 2561

คณะวิทยาศาสตร์ จฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของโครงการทางวิชาการที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของโครงการทางวิชาการที่ส่งผ่านทางคณะที่สังกัด

The abstract and full text of senior projects in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)  
are the senior project authors' files submitted through the faculty.

แบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน

Integrative model for learning on community forest ecosystem services

นายก้องเขต ปี่เสนาะ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา

โครงการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

โครงการวิทยาศาสตร์ฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก

โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อโครงการ : แบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน  
นิสิตผู้ดำเนินโครงการ : นายก้องเขต ปี่เสนาะ  
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา  
ภาควิชา : ชีววิทยา

---

### บทคัดย่อ

ปัจจุบันระบบนิเวศป่าไม้มีความเสื่อมโทรมและสูญเสียความสามารถในการให้บริการของระบบนิเวศ (ecosystem services) แต่ความรู้ความเข้าใจของเยาวชนและบุคคลทั่วไปเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศยังมีอยู่จำกัดและพบว่ายังขาดการสร้างเครื่องมือในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้เรื่องบริการของระบบนิเวศ ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองเชิงบูรณาการในรูปแบบเกมและสถานการณ์จำลองสำหรับแลกเปลี่ยนเรียนรู้บริการของระบบนิเวศป่าชุมชน โดยเลือกจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากประสบปัญหาป่าไม้ลดลงอย่างรวดเร็ว การศึกษาทำโดยใช้ข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชนตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา มาประกอบการสร้างเกมและสถานการณ์จำลองในรูปแบบการ์ดเกมที่ประกอบด้วยสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ (การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน และการใช้ประโยชน์ที่มากเกินไป ร่วมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน) แต่ละสถานการณ์มีการให้บริการของระบบนิเวศ 4 ด้าน ได้แก่ บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต บริการด้านการควบคุมมลพิษของระบบ บริการด้านวัฒนธรรม และบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ จากนั้นทำการปรับแก้แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพโดยให้ผู้เล่นทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง ผลการนำเกมไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมตอนปลายในจังหวัดน่าน จำนวน 315 คน รวม 11 รอบ (gaming sessions) พบว่าผู้เล่นเข้าใจวิธีการเล่นเกมและทำให้ผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการในแต่ละสถานการณ์ต่างกันเมื่อเล่นเกมผ่านไป 3 รอบ (หรือเทียบเท่า 3 ปี ในชีวิตจริง) โดยสถานการณ์การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชนมีทรัพยากรธรรมชาติสูงสุดและไม่มีหนี้ นอกจากนี้ผู้เล่นยังได้เห็นผลที่เกิดขึ้นจากการจัดการที่แตกต่างกัน สำหรับประสิทธิภาพของแบบจำลองพบว่าผู้ใช้แบบจำลองมีคะแนนหลังการใช้แบบจำลอง ( $8.81 \pm 1.93$ ) สูงกว่าคะแนนก่อนการใช้แบบจำลอง ( $6.89 \pm 2.05$ ) อย่างมีนัยสำคัญ ( $n=209, p=0.05$ ) ซึ่งสรุปได้ว่าแบบจำลองนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนได้ นอกจากนี้ได้นำแบบจำลองไปขยายผล (out-scaling) ร่วมกับชาวบ้าน เจ้าหน้าที่ป่าไม้ และเจ้าหน้าที่ในโครงการศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดราชบุรี ซึ่งได้รับความสนใจในการนำไปประยุกต์ให้เข้ากับพื้นที่แห่งนี้

**คำสำคัญ:** การจัดการ, ของป่า, น่าน, บริการทางระบบนิเวศ, แบบจำลอง, ป่าชุมชน

Research Title : Integrative model for learning on community forest ecosystem services  
Student name : Mr. Kongkhet Pesanou  
Advisor : Assistant Professor Pongchai Dumrongrojwattana, Ph.D.  
Department of : Biology

---

### Abstract

Forest degradation and forest loss create negative impacts to ecosystem services. Despite its significance, the concept of ecosystem services is not well-known in youths and publics. Moreover, there is a lack of learning tool on ecosystem services. Therefore, the aims of this study were to create an integrative model in form of gaming and simulation, and to test its effectiveness for improving users' knowledge on ecosystem services. The study area was located in Nan province, Northern Thailand, which the forest area is rapidly decreasing. Previous studies in Lainan subdistrict, Wiang Sa district were used to create a gaming and simulation in the card game format. The game contained 3 scenarios (business as usual, collaborative management, and overharvesting with the encroachment of outsiders and capitalists). In each scenario, there were 4 main type of ecosystem services, including provisioning service, regulating service, cultural service, and supporting service. The game was calibrated and tested in 11 gaming sessions with 315 high school students, so called players, in Nan province. Pretest and posttest were used to assess the effectiveness of the game. The results showed that players understood the model resulted in different results in each scenario after played for 3 rounds (simulate 3 years). At the end of the gaming session, the collaborative management scenario remained highest natural resources compared with the other scenarios and all players did not in debt. Moreover, players learned the different results of the 3 scenarios. In term of effectiveness, the results showed that player's posttest score ( $8.81 \pm 1.93$ ) was significantly higher than the pretest. ( $6.89 \pm 2.05$ ) ( $n=209$ ,  $p=0.05$ ). We concluded that this model could be used as a tool to promote learning community forest ecosystem services. Moreover, this model was out-scaling used with villagers, forest ranger, and land development officers at the Development Project for the Deteriorated Area of Khao Cha-ngum, Ratchaburi Province. Participants interested to adapt this game with their forest management context.

**Keywords:** community forest, ecosystem services, management, model, Nan

## กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ ดร.พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความกรุณาในการให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือ ทั้งในด้านการติดต่อขอจัดกิจกรรมทดสอบ แบบจำลอง ณ โรงเรียนสา อําเภอเวียงสา จังหวัดน่าน การวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูล ทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณครูพวงทอง ชมพูนมิ่ง, คุณครูอลงกรณ์ วีระพันธ์, คุณครูแสงระวี มาลี, คุณครูวัชรพร มาลี และคุณครูธัญวัฒน์ กาบคำ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ให้จัดกิจกรรมทดสอบแบบจำลอง กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2, 4 และ 5 ณ โรงเรียนสา

ขอขอบคุณนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายและคุณครูจากโรงเรียนในจังหวัดน่านที่ เข้าร่วมกิจกรรมการใช้แบบจำลอง

ขอขอบคุณโครงการค่ายชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งที่ 13 และศูนย์การเรียนรู้ และบริการวิชาการเครือข่ายแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จังหวัดน่าน ที่เอื้อเฟื้อเวลาและสถานที่ในการจัดกิจกรรมการใช้แบบจำลองกับนักเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

ขอขอบคุณนายกฤษณ์นัท ฆะมะประสิทธิ์, นางสาวกานตวรรณ พรหมบุตร, นางสาว กิตติกา สุวรรณ, นางสาวภัทราพร ต้นติวชราชัย, นางสาววิศรา อีพานิช, นางสาวพัฒนศรีลัญฐ์ เดชมา, นายภานุกันต์ สกฤกฤต, นางสาวสุจิตรา เพชรชนะ, นายวรรณัย เสถียรวงศา, นางสาวศุภรัสมิ์ เย็นดี และนางสาวกรกมล นันทวิสิทธิ์ ที่อาสาเป็นผู้นำเกมในการใช้แบบจำลอง จนทำให้กิจกรรมดังกล่าว ดำเนินไปอย่างราบรื่น

ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.จันทร์เพ็ญ จันทร์เจ้า, ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนะกุล วรรณประเสริฐ และอาจารย์ ดร.เกรียง กาญจนวดี อาจารย์ผู้ประสานงานรายวิชา โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์ ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2561 ที่ให้คำแนะนำในองค์ประกอบของเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงการ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเขตร้อนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ รวมถึงวัสดุและ อุปกรณ์ ในการจัดทำแบบจำลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริม ประสบการณ์ ภาควิชาชีววิทยา และคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุน สำหรับการทำให้โครงการในครั้งนี้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ.....	ข
Abstract.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ.....	1
1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	3
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม.....	4
2.1. บริการของระบบนิเวศ (ecosystem service).....	4
2.2. ป่าชุมชนและบริการของป่าชุมชน.....	5
2.3. การสื่อสารวิทยาศาสตร์.....	5
2.4. พื้นที่ศึกษา.....	6
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....	7
3.1. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบจำลองและรวบรวมข้อมูล.....	7
3.1.1. กำหนดจุดประสงค์ของแบบจำลองป่าชุมชน.....	7
3.1.2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชน.....	7
3.2. การสร้างแบบจำลอง.....	7
3.2.1. วิเคราะห์ระบบป่าชุมชน.....	7
3.2.2. กำหนดองค์ประกอบของแบบจำลอง.....	7
3.2.3. จัดทำแบบจำลอง.....	8
3.2.4. กำหนดวิธีใช้แบบจำลอง.....	8
3.2.5. ทดลองแบบจำลองใช้ก่อนนำไปใช้จริง.....	8
3.3. นำแบบจำลองไปใช้จริง.....	9
3.3.1. วิเคราะห์การตัดสินใจของผู้เล่นและผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง.....	9
3.3.1.1. การตัดสินใจของผู้เล่น.....	9
3.3.1.2. ผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง.....	9
3.4. วิเคราะห์ความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง.....	13

บทที่ 4 ผลการศึกษา.....	14
4.1. ผลการสร้างแบบจำลอง .....	14
4.1.1. องค์ประกอบของแบบจำลอง .....	14
4.1.2. วิธีการใช้งาน .....	21
4.2. ผลการนำแบบจำลองไปใช้จริง .....	23
4.2.1. บรรยากาศการใช้แบบจำลอง .....	23
4.2.2. การตัดสินใจของผู้เล่นและผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง .....	24
4.2.2.1. การตัดสินใจของผู้เล่น .....	24
4.2.2.2. ผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง .....	30
4.3. ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง.....	32
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา .....	33
5.1. การตัดสินใจของผู้เล่น .....	33
5.2. ความเข้าใจเรื่องบริการของระบบนิเวศโดยการใช้แบบจำลอง .....	34
5.3. ข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง .....	34
5.4. การขยายผล (out-scaling) แบบจำลอง .....	35
บทที่ 6 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ .....	36
6.1. สรุปผลการศึกษา .....	36
6.2. ประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต .....	36
เอกสารอ้างอิง .....	37
ภาคผนวก.....	40
ภาคผนวกที่ 1 แบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลอง.....	41
ภาคผนวกที่ 2 แบบทดสอบความรู้หลังใช้แบบจำลอง .....	42
ภาคผนวกที่ 3 การ์ดพื้นที่.....	43
ภาคผนวกที่ 4 การ์ดทำงานและบริการของระบบนิเวศ .....	47
ภาคผนวกที่ 5 การ์ดเหตุการณ์.....	51
ภาคผนวกที่ 6 การ์ดภัยพิบัติ.....	52
ภาคผนวกที่ 7 ขั้นตอนและกติกาการเล่นเกม.....	53

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 4-1	การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ .....	25
ตารางที่ 4-2	การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ .....	26
ตารางที่ 4-3	การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านวัฒนธรรมที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ .....	27
ตารางที่ 4-4	การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ ที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ .....	28



## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 3-1 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่น .....	10
ภาพที่ 3-2 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม (หน้าที่ 1).....	11
ภาพที่ 3-3 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม (หน้าที่ 2).....	12
ภาพที่ 4-1 (a) การ์ดพื้นที่และสัญลักษณ์ที่ใช้ทั้ง 8 สัญลักษณ์ (b) การ์ดพื้นที่ทั้ง 9 แบบ (จาก ซ้ายไปขวา) ได้แก่ (แถวบน) การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 การ์ดป่าที่มี ความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 (แถวกลาง) การ์ดแม่น้ำ การ์ดชุมชน การ์ดสวนยาง (แถวล่าง) การ์ดสวนป่า การ์ดโฮมสเตย์ และการ์ดบ่อเก็บน้ำ .....	15
ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างแบบย่อย A ถึง E ของการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 แต่ละแบบย่อย จะมีสัญลักษณ์ต่างกันไป .....	16
ภาพที่ 4-3 กระดานพื้นที่ (a) ในแต่ละช่องตารางมีหมายเลขระบุ บางช่องมีการกำหนดชนิดของ การ์ดพื้นที่ลงบนกระดานพื้นที่และมีสัญลักษณ์พระธาตุ (b) กระดานพื้นที่หลังจัด การ์ดพื้นที่.....	16
ภาพที่ 4-4 ลักษณะและส่วนประกอบของการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ.....	17
ภาพที่ 4-5 (a) การ์ดภารกิจทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ (จากซ้ายไปขวา) การ์ดภารกิจ A, ภารกิจ B และภารกิจ C ตามลำดับ และ (b) การ์ดภารกิจเมื่อพับขึ้นและวางบนโต๊ะ.....	18
ภาพที่ 4-6 ลักษณะและส่วนประกอบของการ์ดเหตุการณ์.....	19
ภาพที่ 4-7 ส่วนประกอบของการ์ดภัยพิบัติและการ์ดภัยพิบัติทั้ง 4 แบบ ได้แก่ (จากซ้ายไปขวา และ บนลงล่าง) การ์ดภัยแล้งหนัก การ์ดน้ำป่าไหลหลาก การ์ดดินถล่ม และ การ์ด ปลาในแหล่งน้ำตาย .....	19
ภาพที่ 4-8 กองทุนป่าชุมชนและรายการใช้จ่ายกองทุนป่าชุมชน .....	20
ภาพที่ 4-9 สัญลักษณ์อื่น ๆ อันได้แก่ (a) กระดุม (b) ถ้วยกระดาษ (c) ลวดเสียบกระดาษสีขณะ ใช้งาน และ (d) ใบแจ้งหนี้ .....	21
ภาพที่ 4-10 บรรยากาศในการใช้แบบจำลอง .....	23
ภาพที่ 4-11 สัดส่วนการเลือกการ์ดพื้นที่เพื่อเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของทั้งสามภารกิจ จะ พบว่าสัดส่วนการสัดส่วนของการเลือกเล่นบนการ์ดแม่น้ำ (สีฟ้า) ของภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มีสัดส่วนสูงกว่า ภารกิจอื่น ๆ.....	29

ภาพที่ 4-12	สัดส่วนของการ์ดพื้นที่บนกระดานพื้นที่หลังการเล่นปีที่ 3 ของแต่ละภารกิจ .....	30
ภาพที่ 4-13	จำนวนทรัพยากรเฉลี่ย จำนวนเงินเฉลี่ย และ จำนวนหนี้เฉลี่ยในแต่ละภารกิจ ....	31
ภาพที่ 4-14	คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังใช้แบบจำลองของผู้ใช้แบบจำลองจำนวน 209 คน .....	32

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1. ความเป็นมาและมูลเหตุจูงใจในการเสนอโครงการ

บริการของระบบนิเวศ (ecosystem services) คือ ประโยชน์ที่ระบบนิเวศมอบให้กับมนุษย์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม สามารถจำแนกออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1) บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (provisioning service) คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับในรูปของวัสดุต่าง ๆ เช่น อาหาร น้ำ เป็นต้น, 2) บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ (regulating service) คือ ประโยชน์ที่ได้รับจากกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในระบบนิเวศ เช่น ควบคุมสภาพอากาศ การหมุนเวียนน้ำ เป็นต้น, 3) บริการด้านวัฒนธรรม (cultural service) คือ ประโยชน์ที่ได้รับในรูปข้อมูลต่าง ๆ เช่น แหล่งเรียนรู้ แหล่งท่องเที่ยว เป็นต้น และ 4) บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ (supporting service) คือ ประโยชน์ทางอ้อมที่มนุษย์ได้รับผ่านการสนับสนุนบริการด้านอื่น เช่น วัฏจักรสารอาหาร การกำเนิดดิน เป็นต้น (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) ปัจจุบันมีการศึกษาเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศอย่างกว้างขวางทั้งในระบบนิเวศเมืองและระบบนิเวศธรรมชาติ (Bolund and Hunhammar, 1999; Maltby and Acreman, 2011) เพื่อสร้างความเข้าใจถึงความสำคัญของระบบนิเวศที่มีต่อระบบเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ซึ่งเป็นแนวคิดเชิงบูรณาการอันจะนำไปสู่การวางแผนการจัดการระบบนิเวศ ทำให้เกิดความยั่งยืนของสังคมมนุษย์

ป่าไม้เป็นหนึ่งในระบบนิเวศที่สามารถให้บริการของระบบนิเวศได้ครบทุกด้าน (Xie et al., 2010) แต่ปัจจุบันระบบนิเวศป่าไม้มีพื้นที่ลดลงทั่วโลก โดยมีสาเหตุหลักจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ประเทศไทยประสบปัญหาการสูญเสียพื้นที่ป่าเช่นเดียวกัน โดยในปีพ.ศ. 2516 ที่มีพื้นที่ป่าร้อยละ 43.21 ของพื้นที่ประเทศ แต่ในปี พ.ศ. 2560 เหลือพื้นที่ป่าเพียงร้อยละ 31.58 เท่านั้น (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, 2561) ซึ่งส่งผลให้บริการของระบบนิเวศป่าเปลี่ยนไป ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาได้เริ่มมีการวิจัยเกี่ยวกับการประเมินบริการของระบบนิเวศ เช่น การศึกษาของ ทีฆา โยธา ภัคคี และคณะ (2560) เพื่อประเมินมูลค่าบริการระบบนิเวศป่าเบญจพรรณเพื่อการเกษตรที่สูงในลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่ พบว่าพื้นที่ดังกล่าวมีมูลค่าการบริการทางตรงของระบบนิเวศ 69,795บาท/ไร่ การศึกษาการประเมินบริการของระบบนิเวศด้านความหลากหลายทางชีวภาพ การเก็บกักคาร์บอน และปริมาณน้ำท่าของ ยงยุทธ ไตรสุรัตน์ (2555) โดยใช้แบบจำลองเชิงพื้นที่ร่วมกับแผนที่ใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชและพื้นที่ใกล้เคียง พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต ให้บริการของระบบนิเวศทั้ง 3 ด้านที่กล่าวมาน้อยกว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบันและอนาคต นอกจากนี้ภาพเหตุการณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินผสมผสานในอนาคต สามารถให้คุณค่าบริการของระบบนิเวศมากกว่า แต่มีบริการด้านการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

น้อยกว่า และ การศึกษาการประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์บริเวณลุ่มน้ำคลองชุมพร จังหวัดระนอง และจังหวัดชุมพร อันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินของচারงศ์ รื่นสุคนธ์ และคณะ (2559) โดยการใช้แบบจำลอง พบว่าการใช้ที่ดินแบบอนุรักษ์เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับลุ่มน้ำคลองชุมพร เนื่องจากมีปริมาณตะกอนและมูลค่าการสูญเสียธาตุอาหารของดินน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับการใช้ที่ดินตามแนวโน้มการใช้ที่ดินในอดีตและการใช้ที่ดินแบบพัฒนา อย่างไรก็ตาม จากการสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศของประเทศไทยในปัจจุบัน พบว่ามีรายงานการศึกษาวิจัยในระบบนิเวศธรรมชาติดังกล่าวข้างต้นและมีบทความเกี่ยวกับความหมาย (อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์, ม.ป.ป.; สฤณี อาชวานันทกุล, 2553; รพีพัฒน์ อิงคสิทธิ์, 2559) แต่ยังคงขาดการสร้างเครื่องมือในการเผยแพร่ความรู้เกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศในรูปแบบที่มีปฏิสัมพันธ์ (interactive learning tool) ให้แก่เยาวชนและบุคคลทั่วไป

การเผยแพร่ความรู้และสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปมีความจำเป็น เนื่องจากเป็นเรื่องใกล้ตัวและเป็นช่วงเวลาที่เหมาะสมการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอยู่ในความสนใจของสังคม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับการสื่อสารวิทยาศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการเผยแพร่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้กับสาธารณชน มีส่วนช่วยให้ประชาชนสามารถเข้าใจและสามารถคิดวิเคราะห์ได้อย่างมีเหตุผล (จุฬพล เหมะศิรินทร์, 2552) เครื่องมือที่ใช้ในการสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้มีหลายรูปแบบ แต่เครื่องมือที่สามารถทำให้เกิดการมีปฏิสัมพันธ์ในการสื่อสารชนิดหนึ่งคือแบบจำลองเชิงบูรณาการในรูปแบบเกมและสถานการณ์จำลอง (gaming and simulation) โดยเกมและสถานการณ์จำลองได้มีการนำมาใช้ในการเป็นเครื่องมือสื่อสารและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ได้หลากหลายบริบท เช่น ฤทธิ์พัส สุภัทรชัยวงศ์ และคณะ (2558) ได้นำแบบจำลองมาใช้เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่องโครงสร้างอะตอมของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่าการใช้แบบจำลองช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดและความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบบจำลองที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น หรือการศึกษาของอารยา คิวฒน์กุล และคณะ (2558) ได้นำแบบจำลองมาใช้ในการสอนเรื่องสารชีวโมเลกุลแก่นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 พบว่านักเรียนที่ใช้แบบจำลองมีองค์ความรู้สูงกว่านักเรียนที่ศึกษาแบบทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้เกี่ยวกับระบบนิเวศและการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น “เกมตรวจดิน” ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างความรู้ในการใช้ปุ๋ยอย่างถูกวิธี และชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการตรวจดิน (Pruksakorn and Dumrongrojwatthana, 2016) “เกมเศรษฐกิจสีทอง” แบบจำลองเพื่อสร้างความตระหนักในปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น (Wanich and Dumrongrojwatthana, 2016) และ “เกมหลังคาเขียว” แบบจำลองเพื่อนำเสนอบริการของระบบนิเวศหลังคาเขียว (จารุมน อรรถพิพัฒน์, 2560) เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การศึกษาครั้งนี้จึงต้องการสร้างและทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองเชิงบูรณาการในรูปแบบเกมและสถานการณ์จำลองเพื่อเป็นเครื่องมือสำหรับสื่อสารความรู้ทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศ โดยเน้นกลุ่มเป้าหมายไปที่เยาวชน และได้เลือกจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ศึกษา เนื่องจากจังหวัดน่านประสบปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติ ประกอบกับการส่งเสริมการอนุรักษ์อย่างมีส่วนร่วมจากภาครัฐ ผ่านการประกาศพระราชบัญญัติป่าชุมชน ทำให้ในจังหวัดน่านมีการจัดตั้งป่าชุมชนขึ้นหลายแห่ง เช่น ป่าชุมชนบ้านแดนพนาในอำเภอปัว ป่าชุมชนบ้านบุญเรืองในอำเภอเวียงสา และมีการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการประเมินระบบนิเวศป่าชุมชน โดยเฉพาะในพื้นที่ตำบลไหล่น่าน อำเภอเวียงสา ทั้งการศึกษาด้านบริการของระบบนิเวศ (นภัทสร พวงจันทร์, 2560) และด้านมูลค่าของป่าชุมชน (พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา และคณะ, 2559) แต่ยังไม่ได้มีการเผยแพร่ความรู้ดังกล่าวสู่สังคม ผลการศึกษาครั้งนี้จะนำไปสู่การสร้างความตระหนักและสร้างความยั่งยืนในการอนุรักษ์ สอดคล้องกับความต้องการพัฒนาคนโดยเฉพาะเด็กและเยาวชน ภายใต้โครงการรักษ์ป่า่าน (ธนาคารกสิกรไทย, 2558) เพื่ออนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ป่าจังหวัดน่านให้คงอยู่ต่อไป

## 1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 สร้างแบบจำลองเชิงบูรณาการที่สามารถแสดงถึงบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนและการจัดการป่าชุมชน
- 1.2.2 ทดสอบแบบจำลองเชิงบูรณาการกับเยาวชนในพื้นที่จังหวัดน่าน

## บทที่ 2

### ทบทวนวรรณกรรม

#### 2.1. บริการของระบบนิเวศ (ecosystem service)

บริการของระบบนิเวศ (ecosystem services) ในความหมายของ Millennium Ecosystem Assessment, 2005 คือ ประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับจากระบบนิเวศ โดยเกิดจากการรวมค่าจำกัดความของ Costanza และคณะ (ส่วนที่กล่าวถึงระบบนิเวศธรรมชาติหรือระบบนิเวศที่มนุษย์สร้างขึ้นสามารถให้บริการของระบบนิเวศได้) และ Daily (ส่วนที่ใช้คำว่า “บริการ (service)” เพื่อสื่อถึงประโยชน์ที่เป็นรูปธรรมและนามธรรม) โดยบริการของระบบนิเวศ แบ่งออกเป็น 4 ด้าน ได้แก่

1. ด้านการเป็นแหล่งผลิต (provisioning services) เป็นประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับในรูปวัสดุต่าง ๆ ได้แก่ อาหารและเส้นใย (food and fiber) เชื้อเพลิง (fuel) สารพันธุกรรม (genetic resources) สารชีวโมเลกุล สมุนไพร และ ยารักษาโรค (biochemicals, natural medicines, and pharmaceuticals) วัสดุตกแต่ง (ornamental resources) น้ำจืด (fresh water)
2. ด้านการควบคุมกลไกของระบบ (regulating services) คือประโยชน์ที่มนุษย์ได้รับผ่านกระบวนการของระบบนิเวศ ได้แก่ การรักษาคุณภาพอากาศ (air quality maintenance) การควบคุมสภาพอากาศ (climate regulation) การควบคุมกลไกน้ำ (water regulation) การป้องกันการกัดเซาะ (erosion control) การบำบัดน้ำเสีย (water purification and waste treatment) การควบคุมโรคในมนุษย์ (regulation of human diseases) การควบคุมชีววิธี (biological control) การผสมเกสร (pollination) การลดความรุนแรงของพายุ (storm protection)
3. ด้านวัฒนธรรม (cultural services) คือ ประโยชน์ทางนามธรรมที่มนุษย์ได้รับผ่านการรับรู้ทางจิตวิญญาณ การเรียนรู้ ได้แก่ ก่อให้เกิดความหลากหลายทางวัฒนธรรม (cultural diversity) ความเชื่อและศาสนา (spiritual and religious values) ระบบเรียนรู้ (knowledge systems) แหล่งศึกษาเรียนรู้ (educational values) แหล่งแรงบันดาลใจ (inspiration) ความสวยงาม (aesthetic values) กำหนดความสัมพันธ์ทางสังคม (social relations) การสำนึกในถิ่นที่ (sense of place) แหล่งมรดกทางวัฒนธรรม (cultural heritage values) แหล่งพักผ่อนและท่องเที่ยวเชิงนิเวศ (recreation and ecotourism)
4. ด้านการสนับสนุนบริการด้านอื่น ๆ (supporting services) คือ ประโยชน์ทางอ้อมที่มนุษย์ได้รับผ่านการสนับสนุนบริการด้านอื่น ๆ โดยต่างจากบริการทั้งสามด้านที่กล่าวมาที่ส่งผลทางอ้อมและส่งผลระยะยาวนาน เช่น การกำเนิดดิน (soil formation and retention) แหล่งแก๊สออกซิเจน (production of atmospheric oxygen) การผลิตขั้นปฐมภูมิ (primary production) การ

หมุนเวียนสารอาหาร (nutrient cycling) วัฏจักรน้ำ (water cycling) แหล่งที่อยู่อาศัย (provisioning of habitat)

## 2.2. ป่าชุมชนและบริการของป่าชุมชน

ป่าชุมชน ตามความหมายในร่างพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. .... (สำนักจัดการป่าชุมชน, 2561) คือ ป่านอกเขตป่าอนุรักษ์หรือพื้นที่อื่นของรัฐนอกเขตอนุรักษ์ที่ได้รับอนุมัติให้จัดตั้งเป็นป่าชุมชน โดยชุมชนร่วมกับรัฐในการอนุรักษ์ ฟื้นฟู จัดการ บำรุงรักษาตลอดใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายทางชีวภาพในป่าชุมชนอย่างสมดุลและยั่งยืน โดยมีจุดประสงค์เพื่อ

1. อนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ความหลากหลายทางชีวภาพ และสภาวะแวดล้อม
2. ฟื้นฟูพื้นที่ป่าในเขตป่าชุมชนโดยการปลูกป่าทดแทน
3. เสริมสร้างความร่วมมือทุกภาคส่วนในการจัดการป่าชุมชน
4. ส่งเสริมวัฒนธรรมประเพณีที่หลากหลายของชุมชนในการอนุรักษ์ การฟื้นฟูการพัฒนา การควบคุมดูแล และการใช้ทรัพยากรธรรมชาติในป่าชุมชน
5. ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติในป่าชุมชนอย่างสมดุลและยั่งยืน

ป่าชุมชนในประเทศไทยมีการจัดตั้งครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2542 และมีการจัดตั้งป่าชุมชนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี จนทำให้ในปัจจุบันมีโครงการป่าชุมชนทั้งสิ้น 2,353 โครงการ โดยมีทั้งสิ้น 2,765 หมู่บ้าน มีพื้นที่ป่าชุมชนทั้งสิ้น 1,914,619 ไร่ (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, 2562)

ป่าชุมชนเป็นหนึ่งในระบบนิเวศที่สามารถให้บริการของระบบนิเวศได้ครบทุกด้าน ได้แก่ ด้านการเป็นแหล่งผลิต เช่น เป็นแหล่งอาหาร แหล่งไม้ใช้สอย แหล่งสมุนไพร ด้านการควบคุมกลไกของระบบ เช่น ตรึงคาร์บอนไว้ในมวลชีวภาพ เป็นแหล่งต้นน้ำ ด้านวัฒนธรรม เช่น เป็นแหล่งเรียนรู้ เป็นแหล่งปฏิบัติธรรม และด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ เช่น แหล่งที่อยู่ของสัตว์

## 2.3. การสื่อสารวิทยาศาสตร์

การสื่อสารวิทยาศาสตร์ คือ เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมไปถึงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยากแก่การเข้าใจ ให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายกับสาธารณชน เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์อย่างมีเหตุผล และตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ (จุมพล เหมะศรีรินทร์, 2552) ซึ่งการสื่อสารวิทยาศาสตร์มีส่วนช่วยให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจวิทยาศาสตร์มากขึ้นและช่วยลดช่องว่างระหว่างประชาชนและนักวิทยาศาสตร์ ซึ่งส่งผลต่อการปรับตัวและประยุกต์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อนำไปพัฒนาประเทศต่อไป

ในปัจจุบัน ประเทศไทยยังคงพบช่องว่างระหว่างนักวิทยาศาสตร์กับประชาชน เนื่องจากยังไม่เห็นถึงความสำคัญในการสื่อสารวิทยาศาสตร์ หรืออาจมีแนวคิดเรื่องการสื่อสารเป็นหน้าที่ของนักสื่อสารมวลชน ซึ่งในความเป็นจริง การที่นักวิทยาศาสตร์เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์

และเทคโนโลยีโดยตรงนั้น จะช่วยให้การสื่อสารข้อมูลมีความครบถ้วน และลดความคลาดเคลื่อนของการสื่อสารได้ (ปฐมสุตา อินทุประภา, 2559)

#### 2.4. พื้นที่ศึกษา

จังหวัดน่านมีสภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่น พื้นที่ลาดชันเกิน 30 องศา มีพื้นที่ประมาณร้อยละ 85 ของพื้นที่ พื้นที่ราบอยู่ระหว่างหุบเขาตามแนวยาวของกลุ่มน้ำน่าน สา ว้า และปัว จังหวัดน่านมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 7,170,045 ไร่ (11,472.07 ตารางกิโลเมตร) (สำนักงานจังหวัดน่าน, ม.ป.ป.) อุณหภูมิโดยเฉลี่ยทั้งปี 25.9 องศาเซลเซียส (สูงสุดเฉลี่ย 33.0 องศาเซลเซียสและต่ำสุดเฉลี่ย 20.3 องศาเซลเซียส) จังหวัดน่านมีฤดูกาล 3 ฤดู ตามลักษณะลมฟ้าอากาศของประเทศไทย ได้แก่ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป อาจมีพายุฝนฟ้าคะนองและลมกระโชกแรงและลูกเห็บตกได้ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม อากาศจะชุ่มชื้นและมีฝนตกชุก ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ อากาศโดยทั่วไปจะหนาวเย็นและแห้งแล้ง (ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุทยานวิทยา, 2560)

จังหวัดน่านเป็นหนึ่งในจังหวัดในภาคเหนือที่เผชิญปัญหาการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ พบว่าในปี พ.ศ. 2551 มีพื้นที่ป่า 5,103,551.85 ไร่ (ร้อยละ 71.18 ของพื้นที่จังหวัด) แต่ในปี พ.ศ. 2560 กลับเหลือพื้นที่เพียง 4,653,943.16 ไร่ (ร้อยละ 61.39 ของพื้นที่จังหวัด) (สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้, 2561ค) จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เกิดโครงการรักษูป่านานในปี พ.ศ. 2557 มีจุดประสงค์เพื่อรักษาและฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ของจังหวัดน่าน ผ่านร่วมมือระหว่างหลายหน่วยงาน หนึ่งในนั้นคือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยร่วมกันฟื้นฟูสภาพป่า ป้องกันและปราบปรามการบุกรุกป่า สร้างเครือข่ายความร่วมมือกับชุมชนจังหวัดน่าน รวมไปถึงพัฒนาคนโดยเฉพาะเด็กและเยาวชนให้มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (ธนาคารกสิกรไทย, 2558)



### บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

#### 3.1. กำหนดวัตถุประสงค์ของแบบจำลองและรวบรวมข้อมูล

##### 3.1.1. กำหนดจุดประสงค์ของแบบจำลองป่าชุมชน

จุดประสงค์ของแบบจำลองมี 2 ประการ ได้แก่

1. ผู้ใช้แบบจำลองเข้าใจความหมายของบริการของระบบนิเวศทั้ง 4 ด้าน ได้แก่ บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต บริการด้านการควบคุมสมดุลกลไกของระบบ บริการด้านวัฒนธรรม และบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ

2. ผู้ใช้แบบจำลองสามารถเห็นผลการจัดการป่าชุมชนรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ การช่วยกันดูแลป่าชุมชน และการใช้ทรัพยากรจากป่าชุมชนอย่างสิ้นเปลือง

##### 3.1.2. รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับป่าชุมชน

รวบรวมข้อมูลจากการศึกษาของพงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา (2556) พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา และคณะ (2559) และ นภัทสร พวงจันทร์ (2560) แล้วคัดเลือกบริการของป่าชุมชนเพื่อใช้เป็นตัวแทนบริการของระบบนิเวศทั้ง 4 ด้านมาสร้างแบบจำลอง

#### 3.2. การสร้างแบบจำลอง

##### 3.2.1. วิเคราะห์ระบบป่าชุมชน

นำข้อมูลที่รวบรวมจากการศึกษาอื่น มาวิเคราะห์ระบบป่าชุมชน และหาความสัมพันธ์ของผู้เกี่ยวข้องในระบบของป่าชุมชน หลังจากนั้นสร้างแบบจำลองทางความคิด (conceptual model) และเลือกองค์ประกอบที่สำคัญจากแบบจำลองทางความคิดดังกล่าว

##### 3.2.2. กำหนดองค์ประกอบของแบบจำลอง

หลังจากวิเคราะห์ระบบป่าชุมชนแล้ว แบ่งองค์ประกอบของแบบจำลองเป็น 9 ส่วน ได้แก่ ผู้เล่น (กำหนดให้เป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย) ผู้นำเกม การ์ดพื้นที่ (แทนลักษณะพื้นที่และทรัพยากรในพื้นที่บริเวณรอบข้างป่าชุมชน) กระดานพื้นที่ (แทนขอบเขตพื้นที่บริเวณป่าชุมชน) การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ (แทนบริการของระบบนิเวศด้านต่าง ๆ) การ์ดภารกิจ (แทนรูปแบบการจัดการป่าชุมชน) การ์ดเหตุการณ์ (แทนเหตุการณ์ส่งผลต่อป่าชุมชนที่มีโอกาสเกิดขึ้น) กองทุนป่าชุมชน (แทนการจัดการป่าชุมชนรูปแบบหนึ่ง) สัญลักษณ์อื่น ๆ (แทนเงินและหนี้)

### 3.2.3. จัดทำแบบจำลอง

นำข้อมูลบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนและองค์ประกอบที่กำหนดขึ้นนำมาสร้างเป็นแบบจำลองในรูปแบบการ์ดเกม โดยออกแบบการ์ดพื้นที่ การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ การ์ดภารกิจ การ์ดเหตุการณ์ในคอมพิวเตอร์แล้วพิมพ์ลงกระดาษแข็ง และทำกระดาษพื้นที่โดยใช้แผ่นพลาสติกฟูกขนาดใหญ่ ส่วนสัญลักษณ์อื่น ๆ จะใช้อุปกรณ์อื่นที่ไม่ใช่กระดาษ เช่น กระดุม คลิปหนีบกระดาษ

### 3.2.4. กำหนดวิธีใช้แบบจำลอง

กำหนดวิธีใช้แบบจำลองและวิธีการเล่นแบบจำลอง โดย

1. แบ่งผู้เล่นเป็น 3-4 กลุ่มใหญ่ แต่ละกลุ่มจำลองรูปแบบการจัดการป่าชุมชน (ในแบบจำลองจะใช้คำว่า “ภารกิจ” เป็นตัวแทนของรูปแบบการจัดการป่าชุมชน) ได้แก่ การใช้ประโยชน์ตามปกติ (1 กลุ่ม) การช่วยกันดูแลป่าชุมชน (1-2 กลุ่ม) และการใช้ทรัพยากรจากป่าชุมชนอย่างสิ้นเปลือง (1 กลุ่ม) แต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 4 คู่ คู่ละ 2-3 คน (รวม 8-10 ต่อกลุ่ม)

2. ทำแบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลองเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชน โดยแบบทดสอบเป็นรูปแบบปรนัย มีทั้งสิ้น 12 ข้อ ข้อที่ 1-5 เกี่ยวข้องกับบริการของระบบนิเวศ และข้อ 6-12 เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าชุมชน (ตัวอย่างอยู่ในภาคผนวกที่ 1 แบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลอง)

3. อธิบายอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแบบจำลอง และวิธีการเล่น

4. เริ่มใช้แบบจำลองกับผู้เล่นในแต่ละกลุ่ม โดยเล่นเกม 3 รอบ (แทนระยะเวลา 3 ปี) แต่ละรอบผู้เล่นแต่ละกลุ่มตัดสินใจเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศตามรูปแบบการจัดการ (หรือ “ภารกิจ”) ที่กำหนดให้ ซึ่งแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 10 นาที

5. ผู้นำเกมสรุปความรู้ (debriefing) เรื่องบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนแก่ผู้เล่น

6. ทำแบบทดสอบความรู้หลังใช้แบบจำลองเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศ โดยแบบทดสอบมีความคล้ายคลึงกับแบบจำลองก่อนการใช้แบบจำลอง แต่มีการปรับเปลี่ยนคำตอบหรือสลับลำดับโจทย์ (ตัวอย่างอยู่ในภาคผนวกที่ 2 แบบทดสอบความรู้หลังใช้แบบจำลอง)

### 3.2.5. ทดลองแบบจำลองใช้ก่อนนำไปใช้จริง

ทดสอบแบบจำลองเพื่อตรวจหาข้อบกพร่องและปรับแก้แบบจำลองให้มีความสมบูรณ์ขึ้น โดยทดสอบแบบจำลองจำนวน 4 รอบ ดังนี้

**รอบที่ 1** ทดสอบแบบจำลองกับนิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 8 คน

**รอบที่ 2** ทดสอบแบบจำลองกับสมาชิกในห้องปฏิบัติการนิเวศวิทยาเขตร้อนและการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ จำนวน 7 คน

**รอบที่ 3** ทดสอบแบบจำลองกับระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2, 4 และ 5 จำนวนรวม 90 คน  
ณ โรงเรียนสา อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน

**รอบที่ 4** ทดสอบแบบจำลองกับผู้นำเกม จำนวน 11 คน

### 3.3. นำแบบจำลองไปใช้จริง

นำแบบจำลองไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่เข้าร่วมค่ายชีววิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ครั้งที่ 13 ในวันที่ 14-16 ม.ค. 2562 จำนวน 350 คน ซึ่งมาจาก 19 โรงเรียนในจังหวัดน่าน โดยแบ่งออกเป็น 12 รอบ (วันละ 4 รอบ) มีผู้เล่นแบบจำลองในวันที่ 14 ม.ค. 2562 (รอบที่ 1-4) จำนวน 24 คนต่อรอบ และ วันที่ 15 และ 16 ม.ค. 2562 (รอบที่ 5-12) จำนวน 30-32 คนต่อรอบ และสังเกตบรรยากาศการใช้แบบจำลอง พร้อมทั้งรวบรวมความคิดเห็น ผ่านการสัมภาษณ์และกระดาษแสดงความคิดเห็น

#### 3.3.1. วิเคราะห์การตัดสินใจของผู้เล่นและผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

##### 3.3.1.1. การตัดสินใจของผู้เล่น

รวบรวมข้อมูลการตัดสินใจเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศและการเลือกการ์ดพื้นที่เพื่อใช้การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศจากแบบบันทึกข้อมูลของผู้เล่น โดยแบบบันทึกดังกล่าว อาศัยผู้เล่นในการจดบันทึกข้อมูลชื่อ-นามสกุล รูปแบบการจัดการ (หรือ “ภารกิจ”) ชื่อผู้นำเกม ชื่อการ์ดเหตุการณ์ การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศที่เล่น หมายเลขและชนิดการ์ดพื้นที่ที่ใช้ในการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ พร้อมจำนวนเงินที่ได้รับจากการเล่นการ์ดดังกล่าวด้วยดังภาพที่ 3-1

เปรียบเทียบจำนวนการ์ดที่เล่นสูงสุด 3 อันดับแรกของบริการของระบบนิเวศแต่ละด้าน และเปรียบเทียบสัดส่วนการเลือกการ์ดพื้นที่เพื่อใช้การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศภายในรูปแบบการจัดการป่าชุมชนเดียวกัน และรูปแบบการจัดการป่าชุมชนที่ต่างกันทั้ง 3 แบบ

##### 3.3.1.2. ผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

คำนวณจำนวนทรัพยากรเฉลี่ย จำนวนเงินเฉลี่ย หนี้เฉลี่ย และกำไร (กำไรคำนวณจากจำนวนเงินเฉลี่ย - หนี้เฉลี่ย) ของแต่ละกลุ่มจากข้อมูลในแบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่นและแบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม (ภาพที่ 3-2 และ ภาพที่ 3-3) ซึ่งอาศัยผู้นำเกมในการจดบันทึกการ์ดเหตุการณ์ในแต่ละรอบ หมายเลขและชนิดการ์ดพื้นที่บนกระดานพื้นที่ในแต่ละรอบปี ภัยพิบัติที่เกิดขึ้น และหนี้ของผู้เล่น และเปรียบเทียบความแตกต่างทรัพยากรเฉลี่ย จำนวนเงินเฉลี่ย หนี้เฉลี่ย และกำไรของแต่ละรูปแบบการจัดการ (หรือ “ภารกิจ”)

แบบบันทึกข้อมูล "เกมปาชุมชนไหล่น่าน" ภารกิจ.....ที่กลุ่ม.....

ชื่อ-สกุล.....โรงเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....คนจด

ชื่อ-สกุล.....โรงเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....คนจด

ปีที่ 1: เหตุการณ์.....และ.....เงินตั้งต้น.....

ลำดับ	รหัสการ์ด	หมวด	ระบุช่องที่เลือก							เลขช่อง	เงินที่ได้
			LV 1	LV 2	LV 3	แม่น้ำ	ที่ว่าง	บ่อเก็บน้ำ	สวนป่า		
คย.	P25	P						/		1	0
1											
2											
3											
4											
5											
รวม											

มีเงิน.....(เงินตั้งต้น) + .....(รายรับรวม) - .....(รายจ่าย) = .....

ปีที่ 2: เหตุการณ์.....และ.....เงินตั้งต้น.....

ลำดับ	รหัสการ์ด	หมวด	ระบุช่องที่เลือก							เลขช่อง	เงินที่ได้
			LV 1	LV 2	LV 3	แม่น้ำ	ที่ว่าง	บ่อเก็บน้ำ	สวนป่า		
1											
2											
3											
4											
5											
รวม											

มีเงิน.....(เงินตั้งต้น) + .....(รายรับรวม) - .....(รายจ่าย) = .....

ปีที่ 3: เหตุการณ์.....และ.....เงินตั้งต้น.....

ลำดับ	รหัสการ์ด	หมวด	ระบุช่องที่เลือก							เลขช่อง	เงินที่ได้
			LV 1	LV 2	LV 3	แม่น้ำ	ที่ว่าง	บ่อเก็บน้ำ	สวนป่า		
1											
2											
3											
4											
5											
รวม											

มีเงิน.....(เงินตั้งต้น) + .....(รายรับรวม) - .....(รายจ่าย) = .....

ภาพที่ 3-1 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่น

A  B  C ที่กลุ่ม.....

แบบบันทึกข้อมูลสำหรับที่กลุ่ม

ปีที่ 1: รหัสเหตุการณ์..... (ระบุ ระดับป่า/สวนป่า/บ่อเก็บน้ำ/สวนยาง ลงในบริเวณที่ระบุไว้)

LV.....	LV..... 1B	LV..... 1C+2B	LV..... 1D+2A	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1A	LV..... 1E+2D+พระราชฯ	LV..... 1B+2E+3D	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1E+2E	LV..... 1A	LV..... 1C	แม่น้ำ
ชุมชน	LV.....	LV.....	แม่น้ำ	LV.....

ภัยพิบัติ

D1	D2	D3	D4

หมี

หมี 1	หมี 2	หมี 3	หมี 4

ปีที่ 2: รหัสเหตุการณ์..... (ระบุ ระดับป่า/สวนป่า/บ่อเก็บน้ำ/สวนยาง ลงในบริเวณที่ระบุไว้)

LV.....	LV..... 1B	LV..... 1C+2B	LV..... 1D+2A	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1A	LV..... 1E+2D+พระราชฯ	LV..... 1B+2E+3D	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1E+2E	LV..... 1A	LV..... 1C	แม่น้ำ
ชุมชน	LV.....	LV.....	แม่น้ำ	LV.....

ภัยพิบัติ

D1	D2	D3	D4

หมี

หมี 1	หมี 2	หมี 3	หมี 4

ภาพที่ 3-2 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม (หน้าที่ 1)

A  B  C ที่กลุ่ม.....

ปีที่ 3: รหัสเหตุการณ์..... (ระบุ ระดับป่า/สวนป่า/บ่อเก็บน้ำ/สวนยาง ลงในบริเวณที่ระบุไว้)

LV.....	LV..... 1B	LV..... 1C+2B	LV..... 1D+2A	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1A	LV..... 1E+2D+พระธาตุ	LV..... 1B+2E+3D	แม่น้ำ
LV.....	LV..... 1E+2E	LV..... 1A	LV..... 1C	แม่น้ำ
ชุมชน	LV.....	LV.....	แม่น้ำ	LV.....

ภัยพิบัติ

D1	D2	D3	D4

หนี

คู 1	คู 2	คู 3	คู 4

สรุป ป่าระดับ LV1..... ป่าระดับ LV2..... ป่าระดับ LV3.....

ทรัพยากรทั้งหมด (นับจากสัญลักษณ์ในการตัดพื้นที่).....

เงินรวมทั้งกลุ่ม..... - หนีรวม.....

ภาพที่ 3-3 แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม (หน้าที่ 2)

### 3.4. วิเคราะห์ความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง

คำนวณหาค่าเฉลี่ยคะแนนก่อนการใช้แบบจำลอง ค่าเฉลี่ยหลังการใช้แบบจำลอง จากคะแนนแบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลอง และ คะแนนแบบทดสอบความรู้หลังใช้แบบจำลองของผู้ใช้แบบจำลองจำนวน 209 คน ในการใช้แบบจำลองรอบที่ 1-8 (รอบที่ 9-12 ไม่มีการทำแบบทดสอบเนื่องจากเวลาในการจัดกิจกรรมการใช้แบบจำลองไม่เพียงพอ) และเปรียบเทียบด้วย paired sample *t*-test ด้วยโปรแกรม IBM SPSS Statistics 22

## บทที่ 4 ผลการศึกษา

ผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อหลัก ดังนี้

**ส่วนที่ 4.1 ผลการสร้างแบบจำลอง** นำเสนอผลการสร้างแบบจำลอง โดยกล่าวถึงองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลอง และวิธีการใช้งานแบบจำลอง

**ส่วนที่ 4.2 ผลการนำแบบจำลองไปใช้จริง** นำเสนอเกี่ยวกับการนำแบบจำลองไปใช้ โดยนำเสนอบรรยากาศการใช้งานแบบจำลอง ผลการวิเคราะห์การตัดสินใจของผู้เล่นและผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

**ส่วนที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง** นำเสนอเกี่ยวกับผลการประเมินความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง ผ่านการทำแบบทดสอบก่อนและหลังการใช้แบบจำลอง

### 4.1. ผลการสร้างแบบจำลอง

#### 4.1.1. องค์ประกอบของแบบจำลอง

แบบจำลองหลังพัฒนาและปรับแก้หลังการทดสอบ มีองค์ประกอบของแบบจำลอง มีดังนี้

**ผู้เล่น** แบ่งออกเป็นกลุ่มตามรูปแบบการจัดการป่าชุมชนหรือ “ภารกิจ” แต่ละกลุ่มแบ่งผู้เล่นออกเป็น 4 คู่ ในแต่ละคู่ประกอบด้วยผู้จัดบันทึก 1 คนและผู้เล่นการ์ด 1-2 คน โดยผู้เล่นทั้ง 4 คู่ นั้นจะต้องสวมบทบาทชาวบ้านในชุมชนที่จัดตั้งป่าชุมชน ยกเว้น กลุ่มที่ได้รับภารกิจ C ซึ่งมีเพียง 2 คู่ เท่านั้นที่สวมบทบาทชาวบ้านในชุมชน อีก 2 คู่จะได้สวมบทบาทผู้บุกรุกจากภายนอก (outsider) ที่เข้ามาให้ประโยชน์จากป่าชุมชน และนายทุน (investor) ที่บุกรุกพื้นที่ป่าชุมชนเพื่อสร้างสวนยางตามลำดับ (คำอธิบายเพิ่มเติมสำหรับภารกิจ C อยู่ในส่วน **การ์ดภารกิจ**)

**ผู้นำเกม** ทำหน้าที่อธิบายองค์ประกอบต่าง ๆ ของแบบจำลอง ขั้นตอนและกติกาในการเล่น วิธีการใช้แบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่น และ อำนวยความสะดวกให้กับผู้เล่นขณะใช้แบบจำลอง รวมไปถึงบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องลงในแบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้นำเกม ในการศึกษาครั้งนี้มีผู้นำเกมจำนวน 11 คน ซึ่งเป็นนิสิตชั้นปีที่ 4 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ



การ์ดพื้นที่ ลักษณะเป็นแผ่นกระดาษขนาด A6 (10.5x14.8 เซนติเมตร) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนทรัพยากรและส่วนสำหรับเล่นเกมการ์ด โดยส่วนทรัพยากรมีสัญลักษณ์ใช้เป็นตัวแทนของการทรัพยากรในพื้นที่นั้น สัญลักษณ์ที่ใช้ทั้งหมด 8 สัญลักษณ์ ได้แก่ เห็ดกินได้ เห็ดกินไม่ได้ ผักหวาน สมุนไพร รังมดแดง หนอนไม้ และปลาน้ำจืด ดังภาพที่ 4-1a โดยการ์ดพื้นที่ที่สามารถแบ่งออกเป็น 9 แบบ ได้แก่ การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 การ์ดแม่น้ำ การ์ดชุมชน การ์ดสวนยาง การ์ดสวนป่า การ์ดโฮมสเตย์ และการ์ดบ่อเก็บน้ำ ดังภาพที่ 4-1b โดยการ์ดพื้นที่ทุกแบบจะมีทั้งสองส่วน ยกเว้นการ์ดชุมชน ที่ไม่มีทั้ง 2 ส่วน และ การ์ดสวนยางกับการ์ดโฮมสเตย์ จะไม่มีส่วนทรัพยากรแต่มีส่วนสำหรับเล่นเกมการ์ด



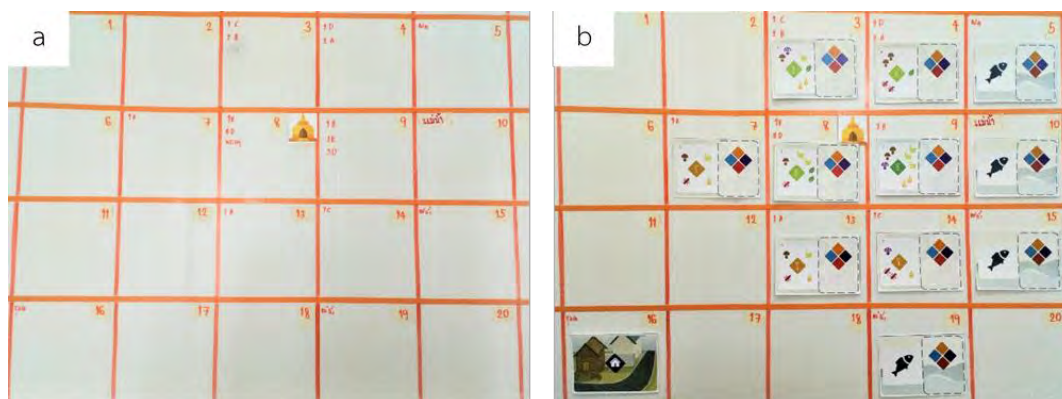
ภาพที่ 4-1 (a) การ์ดพื้นที่และสัญลักษณ์ที่ใช้ทั้ง 8 สัญลักษณ์ (b) การ์ดพื้นที่ทั้ง 9 แบบ (จากซ้ายไปขวา) ได้แก่ (แถวบน) การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 (แถวกลาง) การ์ดแม่น้ำ การ์ดชุมชน การ์ดสวนยาง (แถวล่าง) การ์ดสวนป่า การ์ดโฮมสเตย์ และการ์ดบ่อเก็บน้ำ

นอกจากนี้การ์ดพื้นที่ป่าทุกระดับความสมบูรณ์นั้นจะประกอบไปด้วย 5 แบบย่อย และใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตั้งแต่ A ถึง E ในการจำแนกแบบย่อย (ตัวอย่างดังภาพที่ 4-2) โดยแบบย่อยต่าง ๆ จะมีสัญลักษณ์ต่างรูปแบบกัน (การ์ดเหตุการณ์ทุกแบบอยู่ในภาคผนวกที่ 3 การ์ดพื้นที่)



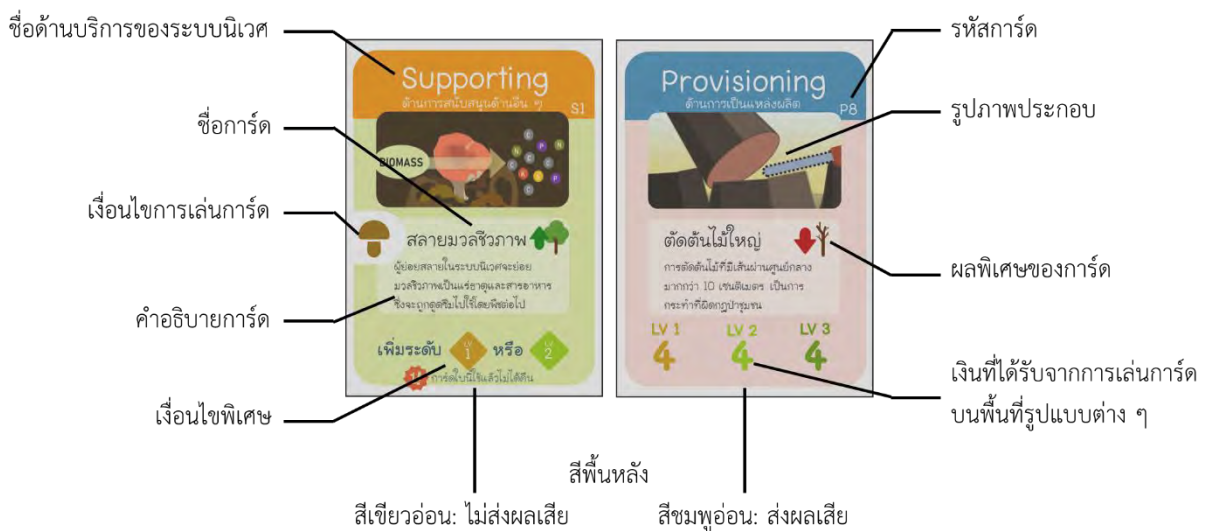
ภาพที่ 4-2 ตัวอย่างแบบย่อย A ถึง E ของการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 แต่ละแบบย่อยจะมีสัญลักษณ์ต่างกันไป

**กระดานพื้นที่** ลักษณะเป็นแผ่นพลาสติกลูกฟูกที่มีเส้นตาราง ขนาด 4x5 ช่อง โดยแต่ละช่องกำหนดหมายเลขตั้งแต่ 1-20 และมีการกำหนดชนิดของการ์ดพื้นที่ต่าง ๆ ไว้พร้อมกำหนดบริเวณที่มีสัญลักษณ์พระธาตุ ดังภาพที่ 4-3a ซึ่งเมื่อจัดการ์ดพื้นที่ลงในกระดานพื้นที่ตามที่กำหนดไว้จะมีการ์ดพื้นที่ ดังนี้ ช่องหมายเลข 9 มีการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 อยู่ด้านบนและการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 และ 1 อยู่ด้านล่าง ช่องหมายเลข 3, 4 และ 8 มีการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 อยู่ด้านบนและการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 อยู่ด้านล่าง ส่วนช่องหมายเลข 7, 13 และ 14 มีการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 เท่านั้น ช่องหมายเลข 5, 10, 15 และ 19 มีการ์ดแม่น้ำ และช่องหมายเลข 16 มีการ์ดชุมชน ซึ่งเมื่อจัดการ์ดพื้นที่ลงในกระดานพื้นที่จะมีลักษณะดังภาพที่ 4-3b



ภาพที่ 4-3 กระดานพื้นที่ (a) ในแต่ละช่องตารางมีหมายเลขระบุ บางช่องมีการกำหนดชนิดของการ์ดพื้นที่ลงในกระดานพื้นที่และมีสัญลักษณ์พระธาตุ (b) กระดานพื้นที่หลังจัดการ์ดพื้นที่

**การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ** ลักษณะเป็นกระดาษขนาด A7 (7.4x10.5 เซนติเมตร) ส่วนบนสุดของการ์ดระบุชื่อด้านบริการของระบบนิเวศและรหัสการ์ดเพื่อใช้ในการจดบันทึก ส่วนด้านล่างการ์ดประกอบไปด้วยส่วนรูปภาพประกอบ ด้านล่างของรูปภาพมีชื่อการ์ด เงื่อนไขการเล่น ผลพิเศษของการ์ด (เช่น เพิ่มระดับความอุดมสมบูรณ์ของป่า ลดระดับความอุดมสมบูรณ์ของป่า) และคำอธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับบริการของระบบนิเวศ ส่วนด้านล่างสุดของการ์ดระบุเงินที่ได้รับจากการเล่นการ์ดบนพื้นที่รูปแบบต่าง ๆ และเงื่อนไขพิเศษ นอกจากนี้ยังมีส่วนพื้นหลังของการ์ดที่มีสีแตกต่างกัน โดยการ์ดที่ไม่ส่งผลเสียจะมีสีพื้นหลังเป็นสีเขียวอ่อน ส่วนการ์ดที่ส่งผลเสียจะมีสีพื้นหลังเป็นสีชมพูอ่อน (ภาพที่ 4-4)



**ภาพที่ 4-4** ลักษณะและส่วนประกอบของการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ

การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศมีทั้งหมด 27 แบบ แบ่งออกเป็น 4 ด้านตามบริการของระบบนิเวศ ได้แก่ ด้านการเป็นแหล่งผลิตจำนวน 11 แบบ ด้านการควบคุมกลไกของระบบจำนวน 5 แบบ ด้านวัฒนธรรมจำนวน 6 แบบ และด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ จำนวน 5 แบบ และสามารถแบ่งตามการที่ส่งผลต่อระบบนิเวศได้ 2 กลุ่ม ได้แก่ ไม่ส่งผลเสียจำนวน 22 แบบ และการ์ดที่ส่งผลเสียจำนวน 5 แบบ (รายละเอียดของแต่ละการ์ดอยู่ในภาคผนวกที่ 4 การ์ดทำงานและบริการของระบบนิเวศ)

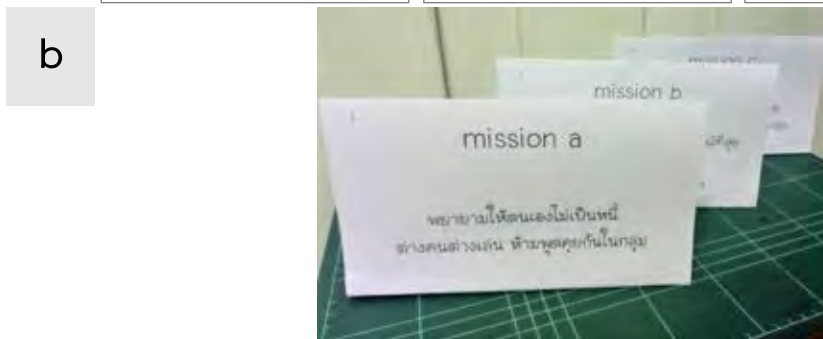
**การ์ดภารกิจ** ใช้ในการจำลองรูปแบบการจัดการป่าชุมชน ลักษณะเป็นแผ่นกระดาษขนาด A4 (21.0x29.7 เซนติเมตร) ระบุ “ภารกิจ (mission)” ในการเล่นแบบจำลองของแต่ละกลุ่ม (ภาพที่ 4-5a) และสามารถพับขึ้นมาเพื่อให้ตั้งบนโต๊ะได้ (ภาพที่ 4-5b) แต่ละกลุ่มจะได้รับการ์ดภารกิจเพียง 1 ใบต่อกลุ่มเท่านั้น โดยมีภารกิจดังนี้

ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual) ผู้เล่นทุกคู่จะต้องพยายามทำให้ตนเองไม่เป็นหนี้ (รายละเอียดเพิ่มเติมในภาคผนวกที่ 7 ขั้นตอนและกติกาการเล่นเกม) และ ไม่สามารถปรึกษาระหว่างคู่ได้

ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) ผู้เล่นทุกคู่จะต้องพยายามทำให้ตนเองไม่เป็นหนี้ และ ต้องช่วยกันรักษาไม่ให้ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 ลดลง

ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปร่วมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) ผู้เล่นทุกคู่จะต้องทำให้ตนเองมีเงินมากที่สุด และ ไม่สามารถปรึกษาระหว่างคู่ได้

a	<p>1 mission a</p> <p>พยายามให้ตนเองไม่เป็นหนี้ ต่างคนต่างเล่น ห้ามพูดคุยกันในกลุ่ม</p>	<p>3 mission b</p> <p>ให้ทุกคนช่วยกันทำป่าอุดมสมบูรณ์ที่สุด และไม่เป็นหนี้ และห้ามไม่ให้ป่า LV 3 ลดลง</p>	<p>5 mission c</p> <p>ทำอย่างไรก็ได้ให้ตนเองรวยที่สุด ต่างคนต่างเล่น ห้ามพูดคุยกันในกลุ่ม</p>
---	---	---	---



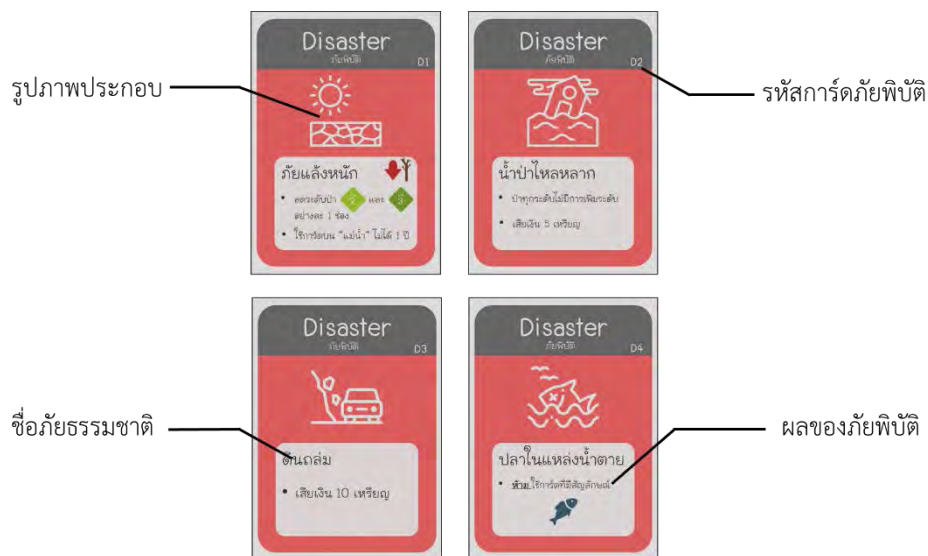
ภาพที่ 4-5 (a) การ์ดภารกิจทั้ง 3 รูปแบบ ได้แก่ (จากซ้ายไปขวา) การ์ดภารกิจ A, ภารกิจ B และ ภารกิจ C ตามลำดับ และ (b) การ์ดภารกิจเมื่อพับขึ้นและวางบนโต๊ะ

**การ์ดเหตุการณ์** ลักษณะเป็นกระดาษขนาด A6 (10.5x14.8 เซนติเมตร) ประกอบไปด้วย เหตุการณ์ที่ส่งผลดีต่อผู้เล่นและเหตุการณ์ที่ส่งผลเสียต่อผู้เล่นอย่างละ 1 เหตุการณ์ภายใน การ์ดใบเดียวกัน ภายในการ์ดจะระบุชื่อเหตุการณ์ (บริเวณพื้นหลังสีน้ำเงินและแดง) และระบุ คำอธิบายและผลของเหตุการณ์ (บริเวณพื้นหลังสีขาว) นอกจากนี้ยังระบุรหัสการ์ดเหตุการณ์เพื่อใช้ในการจดบันทึกด้วย ดังภาพที่ 4-6 (การ์ดเหตุการณ์ทุกรูปแบบอยู่ในภาคผนวกที่ 5 การ์ดเหตุการณ์)



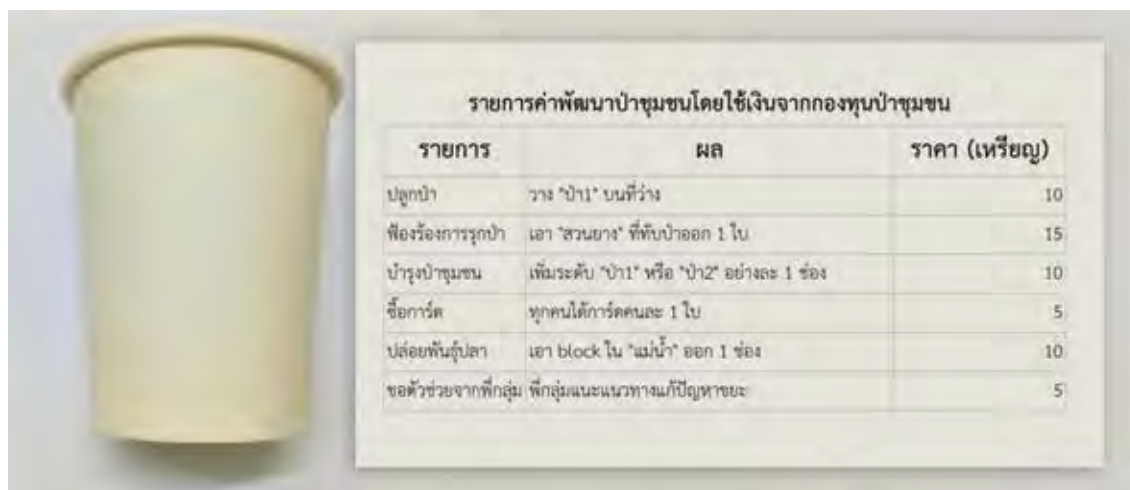
ภาพที่ 4-6 ลักษณะและส่วนประกอบของการ์ดเหตุการณ์

**การ์ดภัยพิบัติ** ลักษณะเป็นกระดาษขนาด A7 (7.4x10.5 เซนติเมตร) ภายในการ์ดมีรูปภาพประกอบ และระบุชื่อภัยธรรมชาติและผลของภัยพิบัติซึ่งส่งผลเสียต่อผู้เล่นทุกคู่ การ์ดภัยพิบัติ จะถูกใช้เมื่อมีการทำลายการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 ที่วางอยู่ในกระดานพื้นที่ตั้งแต่ เริ่มเล่นเกมเท่านั้น แบ่งออกเป็น 4 แบบ ได้แก่ การ์ดภัยแล้งหนัก การ์ดน้ำป่าไหลหลาก การ์ดดินถล่ม การ์ดปลาในแหล่งน้ำตาย ดังภาพที่ 4.7



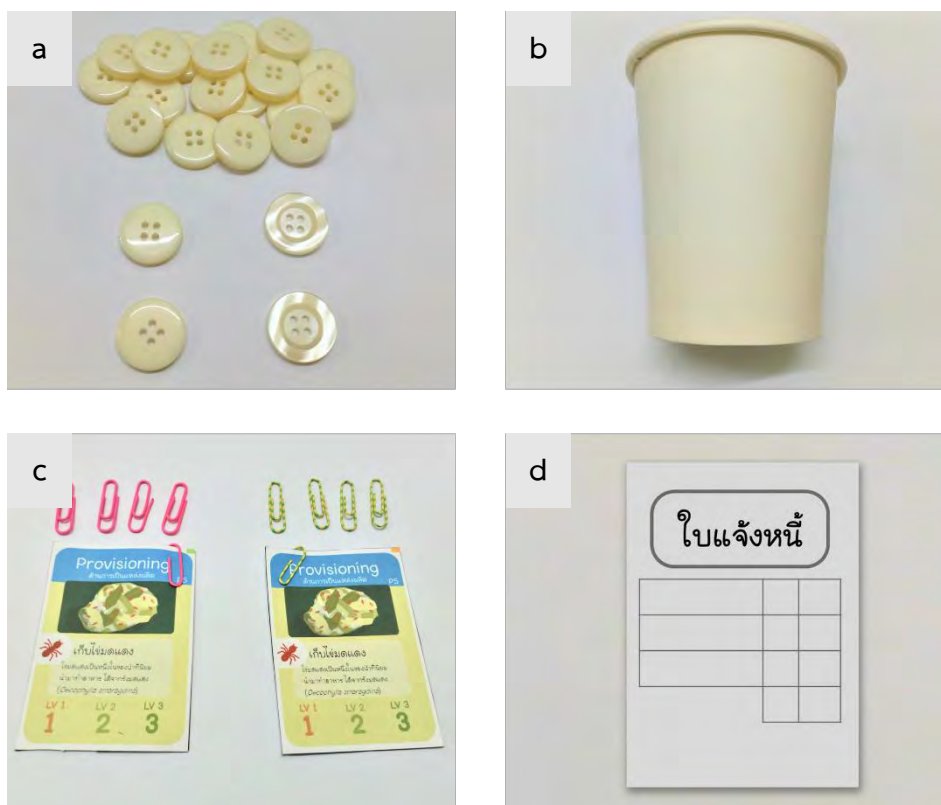
ภาพที่ 4-7 ส่วนประกอบของการ์ดภัยพิบัติและการ์ดภัยพิบัติทั้ง 4 แบบ ได้แก่ (จากซ้ายไปขวา และ บนลงล่าง) การ์ดภัยแล้งหนัก การ์ดน้ำป่าไหลหลาก การ์ดดินถล่ม และ การ์ดปลาในแหล่งน้ำตาย

**กองทุนป่าชุมชน** ประกอบไปด้วยถ้วยกระดาษ สำหรับใส่เงินที่ได้รับบริจาคจากผู้เล่นเพื่อใช้ในการพัฒนาป่าชุมชน และรายการค่าพัฒนาป่าชุมชนโดยใช้เงินจากกองทุนป่าชุมชน สำหรับแจ้งค่าใช้จ่ายเงินดังกล่าวให้ผู้เล่นทุกคู่ทราบ (ภาพที่ 4-8)



ภาพที่ 4-8 กองทุนป่าชุมชนและรายการใช้จ่ายกองทุนป่าชุมชน

**สัญลักษณ์อื่น ๆ** ใช้เป็นตัวแทนของสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับบทบาทชาวบ้านที่ผู้เล่นได้รับ หรือ ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในการใช้แบบจำลอง ซึ่งสัญลักษณ์อื่น ๆ ที่ใช้ มีดังนี้ กระดุมใช้แทนเงินในแบบจำลอง ถ้วยกระดาษใส่ใส่เงินในแบบจำลอง ลวดเสียบกระดาษใช้ในการแยกการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศของแต่ละทีม และใบแจ้งหนี้ใช้ระบุหนี้ของผู้เล่น (ภาพที่ 4-9)



ภาพที่ 4-9 สัญลักษณ์อื่น ๆ อันได้แก่ (a) กระดุม (b) ถ้วยกระดาษ  
(c) ลวดเสียบกระดาษสีขณะใช้งาน และ (d) ใบแจ้งหนี้

#### 4.1.2. วิธีการใช้งาน

1. แบ่งผู้เล่นเป็นกลุ่มละ 6–8 คน จำนวน 3 กลุ่ม และแบ่งผู้เล่นในแต่ละกลุ่มมี 4 คู่ ทุกกลุ่มมีผู้นำเกมจำนวน 1–2 คน
2. ผู้นำเกมจัดอุปกรณ์สำหรับใช้แบบจำลอง โดยวางการ์ดพื้นที่ลงบนกระดานพื้นที่ตามที่กำหนดไว้บนกระดาน พร้อมวางการ์ดภัยพิบัติ คำนวณไว้ด้านล่างของการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 ทุกใบบนกระดานพื้นที่ หลังจากนั้นแจกเงินและแผ่นบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่นให้กับผู้เล่นทุกคู่
3. ผู้นำเกมประกาศภารกิจของกลุ่มและชี้แจงรายละเอียดต่าง ๆ ที่ผู้เล่นควรทราบ เช่น ขั้นตอนการเล่นและกติกา วิธีใช้แบบบันทึกข้อมูล
4. เริ่มเล่นเกม โดยเริ่มจากสุ่มเลือกการ์ดเหตุการณ์จำนวน 1 ใบและให้ผู้เล่นทุกคู่ทำตามเงื่อนไขของการ์ดเหตุการณ์ จากนั้นผู้เล่นทุกคู่เล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศลงบนการ์ดพื้นที่บนกระดานพื้นที่ภายในเวลาที่กำหนด โดยผู้เล่นแต่ละคู่สามารถเล่นการ์ดได้สูงสุด 5 ใบ (ยกเว้น ผู้เล่นที่ได้รับบทบาทนายทุนที่สามารถเล่นการ์ดสวนยางได้เพียง 2 ใบเท่านั้น) ในระหว่างนี้ผู้เล่นสามารถเปลี่ยนแปลงการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ

เมื่อหมดเวลาผู้เล่นจะไม่สามารถเล่นการ์ดเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงการเล่นการ์ดได้ และผู้เล่นทุกคนต้องจดบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูล

5. เมื่อหมดเวลาการเล่น ผู้นำเกมจะเปลี่ยนแปลงการ์ดพื้นที่บนกระดานตามการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศที่เล่นบนการ์ดพื้นที่นั้น หากบนการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 และระดับ 2 ไตที่ไม่มีการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศเลย ให้เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ไปสู่ระดับ 2 และ 3 ตามลำดับ (โดยการนำการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 หรือ 3 วางทับการ์ดนั้น) แต่ถ้ามีการเล่นการ์ดตั้งแต่ 3 ใบขึ้นไปบนการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 และระดับ 2 ให้ลดความอุดมสมบูรณ์ลงสู่ระดับ 2 และ 1 ตามลำดับ หากเล่นการ์ดจำนวนตั้งแต่ 3 ใบขึ้นไป บนการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 จะถือว่าป่าถูกทำลายและให้หงายหน้าการ์ดภัยพิบัติที่คว่ำหน้าอยู่ ผู้เล่นทุกคนต้องทำตามผลของการ์ดภัยพิบัตินั้น หลังจากนั้นคืนการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศที่เล่นทั้งหมดให้กับผู้เล่นทุกคน
6. ผู้เล่นแต่ละคู่คำนวณเงินที่ได้รับจากการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ และคำนวณเงินที่ต้องจ่ายจากค่าครองชีพและภัยพิบัติ (ถ้ามี) จดบันทึกข้อมูลเงินลงในแบบบันทึกข้อมูล หลังจากนั้นผู้นำเกมแจกเงินให้แก่ผู้เล่นทุกคน
7. ผู้นำเกมขายการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศให้แก่ผู้เล่นในราคาที่กำหนด (แต่ละรอบอาจมีการเปลี่ยนแปลงราคา) โดยการ์ดที่ขายนั้นจะถูกสุ่มให้ผู้เล่น
8. ผู้นำเกมจดบันทึกการ์ดพื้นที่บนกระดานพื้นที่ลงในแบบบันทึกข้อมูลของผู้นำเกม
9. ดำเนินตามข้อ 4-7 จนครบ 3 รอบ หลังจากนั้นให้ผู้นำเกมตรวจนับเงินที่เหลือและหนี้ของผู้เล่นแต่ละคู่ และอธิบายสรุปให้กับผู้เล่นทุกคน



## 4.2. ผลการนำแบบจำลองไปใช้จริง

### 4.2.1. บรรยายภาคการใช้แบบจำลอง

จากการนำแบบจำลองไปใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่าใช้เวลาประมาณ 55 นาที แบ่งออกเป็นระยะเวลาทำแบบทดสอบความรู้ก่อนการใช้แบบจำลอง 4 นาที อธิบายกติกา 10 นาที เล่นเกมทั้ง 3 รอบ 30 นาที สรุปการใช้แบบจำลอง 7 นาที และทำแบบทดสอบความรู้หลังการใช้แบบจำลอง 4 นาที และพบว่าการใช้แบบจำลองดำเนินไปด้วยดี ผู้เล่นให้ความสนใจในแบบจำลองและเล่นด้วยความสนุกสนาน (ภาพที่ 4-10) อย่างไรก็ตามยังมีบางจุดที่ผู้เล่นไม่เข้าใจในแบบจำลอง เช่น การบันทึกข้อมูลลงในแบบบันทึกข้อมูลสำหรับผู้เล่น คำอธิบายของการดักกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ ส่งผลให้ผู้เล่นเกมจำเป็นต้องอธิบายเพิ่มเติมให้กับผู้เล่น นอกจากนี้ผู้เล่นได้เรียนรู้ถึงผลของการกระทำของมนุษย์ทั้งการใช้ประโยชน์มากเกินไปและการอนุรักษ์ได้อย่างชัดเจน และยังได้เรียนรู้ผลของการร่วมมือกันเพื่ออนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติด้วย

นอกจากนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายที่ให้ความสนใจแล้ว พบว่าครูที่เข้าร่วมสังเกตการณ์แสดงความสนใจในแบบจำลองด้วย โดยให้ความเห็นว่าแบบจำลองสามารถเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นเมื่ออนุรักษ์ป่าชุมชนกับผลที่เกิดขึ้นเมื่อใช้ประโยชน์อย่างสิ้นเปลืองได้ดี และสามารถนำไปใช้เพื่อปลูกฝังการอนุรักษ์ให้กับนักเรียนได้



ภาพที่ 4-10 บรรยายภาคในการใช้แบบจำลอง

## 4.2.2. การตัดสินใจของผู้เล่นและผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

### 4.2.2.1. การตัดสินใจของผู้เล่น

แบบจำลองได้ให้ผู้เล่นตัดสินใจเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศลงบนการ์ดพื้นที่ที่มีรูปแบบต่างกัน โดยการตัดสินใจดังกล่าวจะได้รับผลจากการกำหนดการ์ดภารกิจของแต่ละกลุ่ม อันได้แก่ ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual) ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) และ ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไป มีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) จึงส่งผลให้แต่ละภารกิจมีการตัดสินใจเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศต่างกันไป ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการตัดสินใจของผู้เล่นในสองประเด็น ได้แก่ การเลือกเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ และการเลือกพื้นที่เพื่อเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ

#### การเลือกเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ

จากข้อมูลการใช้แบบจำลองจำนวน 12 รอบ รอบละ 4 กลุ่ม (ภารกิจ A และภารกิจ C อย่างละ 1 กลุ่ม ภารกิจ B จำนวน 2 กลุ่ม) ยกเว้น รอบที่ 1-4 และรอบที่ 9 รอบละ 3 กลุ่ม (ภารกิจ A, B, และ C อย่างละ 1 กลุ่ม) สามารถสรุปการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศจำแนกตามด้านของบริการของระบบนิเวศ ได้ดังนี้

#### บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (provisioning service)

ทั้งสามภารกิจมีการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับ (ตารางที่ 4-1) ดังนี้

**ภารกิจ A)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดเก็บสมุนไพรป่า (p7) อันดับ 2 การ์ดเก็บเห็ดป่า (p2) และอันดับ 3 การ์ดเก็บไข่มดแดง (p5) และการ์ดเก็บผักหวานป่า (p6)

**ภารกิจ B)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดทอดแหจับปลา (p3) อันดับ 2 การ์ดเก็บไข่มดแดง (p5) และอันดับ 3 การ์ดเก็บเห็ดป่า (p2)

**ภารกิจ C)** การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปร่วมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดทอดแหจับปลา (p3) อันดับ 2 การ์ดเก็บเห็ดป่า (p2) และอันดับ 3 การ์ดเก็บสมุนไพรป่า (p7)

ตารางที่ 4-1 การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ

อันดับ	ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual)		ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management)		ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปและมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting)	
	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)
1	เก็บสมุนไพรป่า (p7)	108	ทอดแหจับปลา (p3)	194	ทอดแหจับปลา (p3)	64
2	เก็บเห็ดป่า (p2)	95	เก็บไข่มดแดง (p5)	160	เก็บเห็ดป่า (p2)	60
3	เก็บไข่มดแดง (p5) เก็บผักหวานป่า (p6)	91	เก็บเห็ดป่า (p2)	154	เก็บสมุนไพรป่า (p7)	60

ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปรวมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุนมีจำนวนการ์ดที่เล่นน้อยกว่าภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ และภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชนอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 4-1) เนื่องจากมีผู้เล่นได้รับบทบาทนายทุนซึ่งไม่มีการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศแต่สามารถเล่นการ์ดสวนยางที่เป็นการ์ดพื้นที่ได้แทน

นอกจากการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศแล้ว ในภารกิจ C ยังมีการเล่นการ์ดสวนยางถึง 72 ครั้ง (โดยผู้เล่นที่ได้รับบทบาทนายทุน) ซึ่งหากนำไปพิจารณาร่วมกับการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศจะพบว่าในภารกิจ C การ์ดสวนยางมีการเล่นมากที่สุด

บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ (regulating service)

ทั้งสามภารกิจมีการดักกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับ (ตารางที่ 4-2) ดังนี้

**ภารกิจ A)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดนกและแมลงผสมเกสร (r6) อันดับ 2 การ์ดไม้เบิกนำเจริญเติบโต (r5) และการ์ดควบคุมศัตรูพืช (r3) และอันดับ 3 การ์ดลดการกัดเซาะดิน (r2) และการ์ดดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> (r4)

**ภารกิจ B)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดนกและแมลงผสมเกสร (r6) อันดับ 2 การ์ดควบคุมศัตรูพืช (r3) และการ์ดลดการกัดเซาะดิน (r2) และอันดับ 3 การ์ดไม้เบิกนำเจริญเติบโต (r5)

**ภารกิจ C)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> (r4) การ์ดลดการกัดเซาะดิน (r2) และการ์ดควบคุมศัตรูพืช (r3) อันดับ 2 การ์ดนกและแมลงผสมเกสร (r6)

**ตารางที่ 4-2** การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ

อันดับ	ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual)		ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management)		ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปและมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting)	
	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)
1	นกและแมลงผสมเกสร (r6)	5	นกและแมลงผสมเกสร (r6)	5	ดูดซับแก๊ส CO <sub>2</sub> (r4) ลดการกัดเซาะดิน (r2) ควบคุมศัตรูพืช (r3)	2
2	ไม้เบิกนำเจริญเติบโต (r5) ควบคุมศัตรูพืช (r3)	2	ควบคุมศัตรูพืช (r3) ลดการกัดเซาะดิน (r2)	3	นกและแมลงผสมเกสร(r6)	1
3	ลดการกัดเซาะดิน (r2) ดูดซับแก๊ส CO <sub>2</sub> (r4)	1	ไม้เบิกนำเจริญเติบโต (r5)	1	-	0

บริการด้านวัฒนธรรม (cultural service)

ทั้งสามภารกิจมีการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการบริการด้านวัฒนธรรมที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับ (ตารางที่ 4-3) ดังนี้

**ภารกิจ A** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดพาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1) และการ์ดสร้างโฮมสเตย์ (c3) อันดับ 2 การ์ดจับคน “ตัดต้นไม้ใหญ่” (c5) และอันดับ 3 การ์ดประกาศเขตอภัยทาน (c4)

**ภารกิจ B** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดสร้างโฮมสเตย์ (c3) อันดับ 2 การ์ดพาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1) และอันดับ 3 การ์ดจับคน “เผาไปไม่หาเห็ด” (c6)

**ภารกิจ C** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดสร้างโฮมสเตย์ (c3) อันดับ 2 การ์ดจับคน “ตัดต้นไม้ใหญ่” (c5) และอันดับ 3 การ์ดพาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1) การ์ดประกาศเขตอภัยทาน (c4) และการ์ดจับคน “จับปลาฤดูน้ำแดง” (c8)

**ตารางที่ 4-3** การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านวัฒนธรรมที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ

อันดับ	ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual)		ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management)		ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปและมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting)	
	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)
1	พาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1) สร้างโฮมสเตย์ (c3)	4	สร้างโฮมสเตย์ (c3)	8	สร้างโฮมสเตย์ (c3)	3
2	จับคน “ตัดต้นไม้ใหญ่” (c5)	3	พาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1)	5	จับคน “ตัดต้นไม้ใหญ่” (c5)	2
3	ประกาศเขตอภัยทาน (c4)	1	จับคน “เผาไปไม่หาเห็ด” (c6)	1	พาเที่ยวพระธาตุและดุนก (c1) ประกาศเขตอภัยทาน (c4) จับคน “จับปลาฤดูน้ำแดง” (c8)	1

บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ (supporting service)

ทั้งสามภารกิจมีการจัดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ ที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับ (ตารางที่ 4-4) ดังนี้

**ภารกิจ A)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดสลายมวลชีวภาพ (s1) อันดับ 2 การ์ดนกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6) และการ์ดสร้างเศษซากอินทรีย์ (s3) และอันดับ 3 การ์ดนกช่วยกระจายพันธุ์พืช (s4)

**ภารกิจ B)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดนกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6) อันดับ 2 การ์ดสลายมวลชีวภาพ (s1) และการ์ดช่วยกำเนิดดิน (s5) และอันดับ 3 การ์ดสร้างเศษซากอินทรีย์ (s3)

**ภารกิจ C)** ได้แก่ อันดับ 1 การ์ดนกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6) อันดับ 2 การ์ดสร้างเศษซากอินทรีย์ (s3) และอันดับ 3 การ์ดนกช่วยกระจายพันธุ์พืช (s4) และการ์ดช่วยกำเนิดดิน (s5)

**ตารางที่ 4-4** การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ ที่มีการเล่นมากที่สุด 3 อันดับแรกของแต่ละภารกิจ

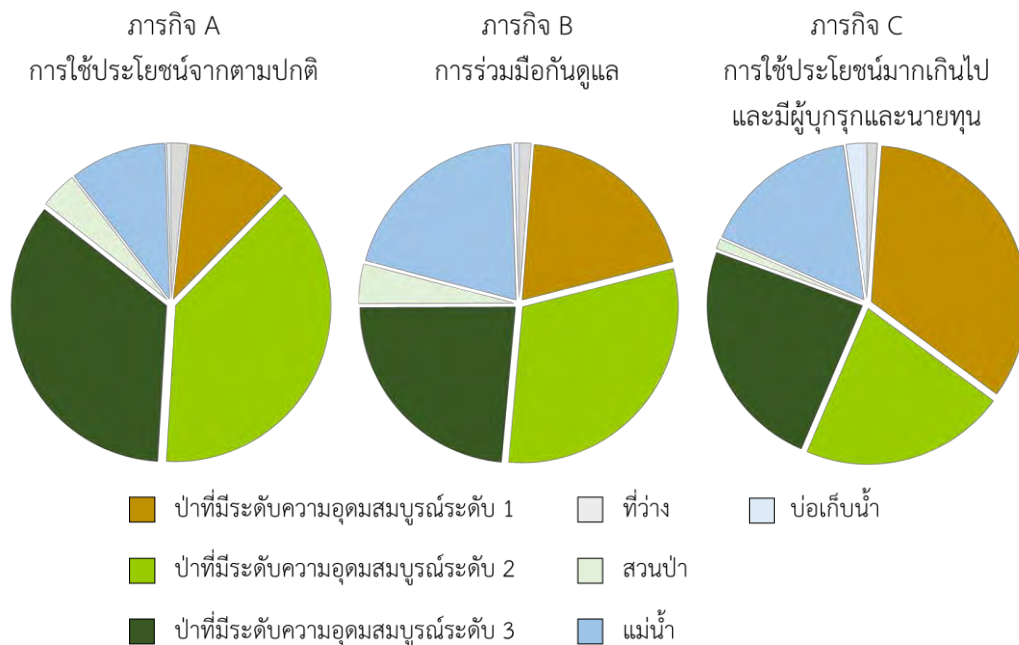
อันดับ	ภารกิจ A) การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual)		ภารกิจ B) การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management)		ภารกิจ C) การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปและมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting)	
	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)	ชื่อการ์ด (รหัสการ์ด)	จำนวน (ครั้ง)
1	สลายมวลชีวภาพ (s1)	9	นกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6)	9	นกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6)	6
2	นกอพยพมาใช้ประโยชน์ (s6) สร้างเศษซากอินทรีย์ (s3)	8	สลายมวลชีวภาพ (s1) ช่วยกำเนิดดิน (s5)	7	สร้างเศษซากอินทรีย์ (s3)	5
3	นกช่วยกระจายพันธุ์พืช (s4)	3	สร้างเศษซากอินทรีย์ (s3)	5	นกช่วยกระจายพันธุ์พืช (s4) ช่วยกำเนิดดิน (s5)	2

หากพิจารณาจำนวนการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศทุกด้านแล้ว จะพบว่าการ์ดในบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตจะมีจำนวนครั้งที่เล่นมากกว่าการเล่นการ์ดในบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ ด้านวัฒนธรรม และด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ เนื่องจากการ์ดในบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตนี้ จะได้รับตั้งแต่เริ่มเล่นเกม ส่วนการ์ดในบริการด้านอื่น ๆ จะได้มาจากการซื้อการ์ดเพิ่ม

### การเลือกพื้นที่เพื่อเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ

การเลือกการ์ดพื้นที่ในการเล่นการ์ดกิจกรรมของแต่ละภารกิจมีสัดส่วนที่แตกต่างกัน โดยภารกิจ A การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual) มีสัดส่วนการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 สูงสุด (ร้อยละ 38.54) รองลงมาได้แก่ การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 (ร้อยละ 34.67) และ การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 (ร้อยละ 10.68) ตามลำดับ ในขณะที่ภารกิจ B การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มีสัดส่วนการเล่นการ์ดบนการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 สูงสุด (ร้อยละ 30.39) รองลงมา ได้แก่ การ์ดพื้นที่ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 (ร้อยละ 23.51) และการ์ดแม่น้ำ (ร้อยละ 20.43) ส่วนภารกิจ C การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) มีสัดส่วนการเล่นการ์ดบนการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1 สูงสุด (ร้อยละ 34.04) รองลงมา ได้แก่ การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3 (ร้อยละ 24.10) และการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 (ร้อยละ 21.35) ตามลำดับ

เมื่อนำข้อมูลการเลือกการ์ดพื้นที่เพื่อเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของทั้งสามภารกิจเปรียบเทียบกัน พบว่าภารกิจ B การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มีสัดส่วนของการเลือกเล่นบนการ์ดแม่น้ำสูงกว่าในภารกิจอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ (ภาพที่ 4-11)



ภาพที่ 4-11 สัดส่วนการเลือกการ์ดพื้นที่เพื่อเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของทั้งสามภารกิจ จะพบว่าสัดส่วนการเลือกเล่นบนการ์ดแม่น้ำ (สีฟ้า) ของภารกิจ B การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มีสัดส่วนสูงกว่าภารกิจอื่น ๆ

#### 4.2.2.2. ผลที่เกิดขึ้นในแบบจำลอง

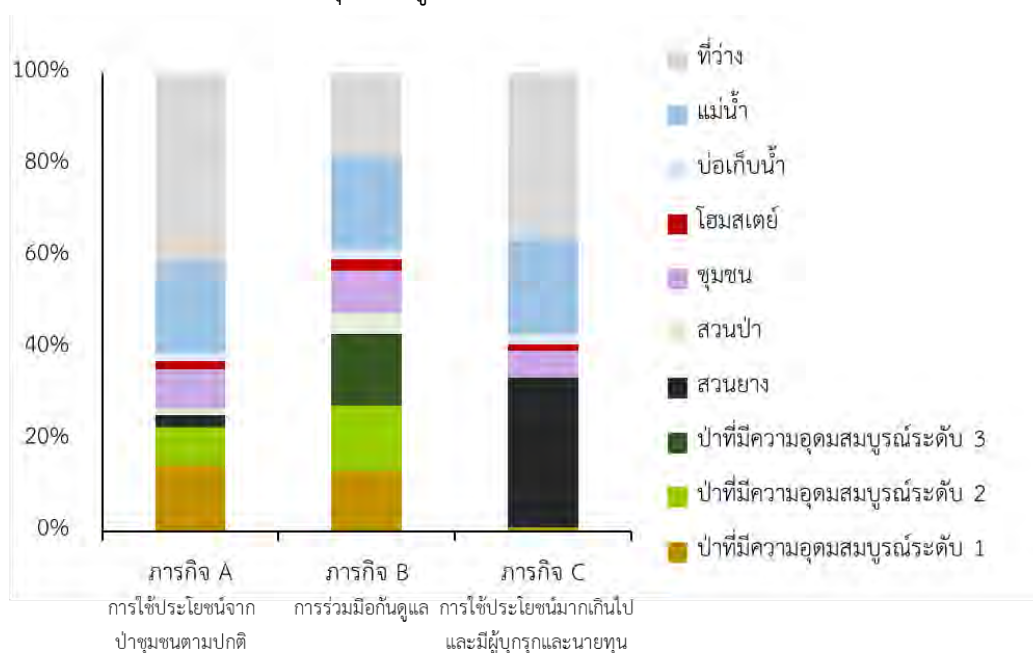
จากการตัดสินใจเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศในช่องต่าง ๆ ของผู้เล่น ทำให้ในแต่ละภารกิจนั้นมีจำนวนการ์ดพื้นที่แต่ละรูปแบบต่างกันไปตามแต่ละภารกิจ (ดังภาพที่ 4-12) ดังนี้

**ภารกิจ A)** การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual) พบว่ามีสัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 1 บนกระดานเฉลี่ยร้อยละ 15 สัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 2 เฉลี่ยร้อยละ 8 และไม่มีการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 3 เลย

**ภารกิจ B)** การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) พบว่ามีสัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 1 บนกระดานเฉลี่ย ร้อยละ 13 สัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 2 บนกระดานเฉลี่ยร้อยละ 14 และสัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 3 บนกระดานเฉลี่ยร้อยละ 15

**ภารกิจ C)** การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปร่วมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) พบว่ามีสัดส่วนการ์ดป่าที่มีความสมบูรณ์ระดับ 1 บนกระดานเฉลี่ย ร้อยละ 1 และไม่มีการ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2 และ 3 เลย แต่มีสัดส่วนของการ์ดสวนยางบนกระดานเฉลี่ยถึงร้อยละ 33

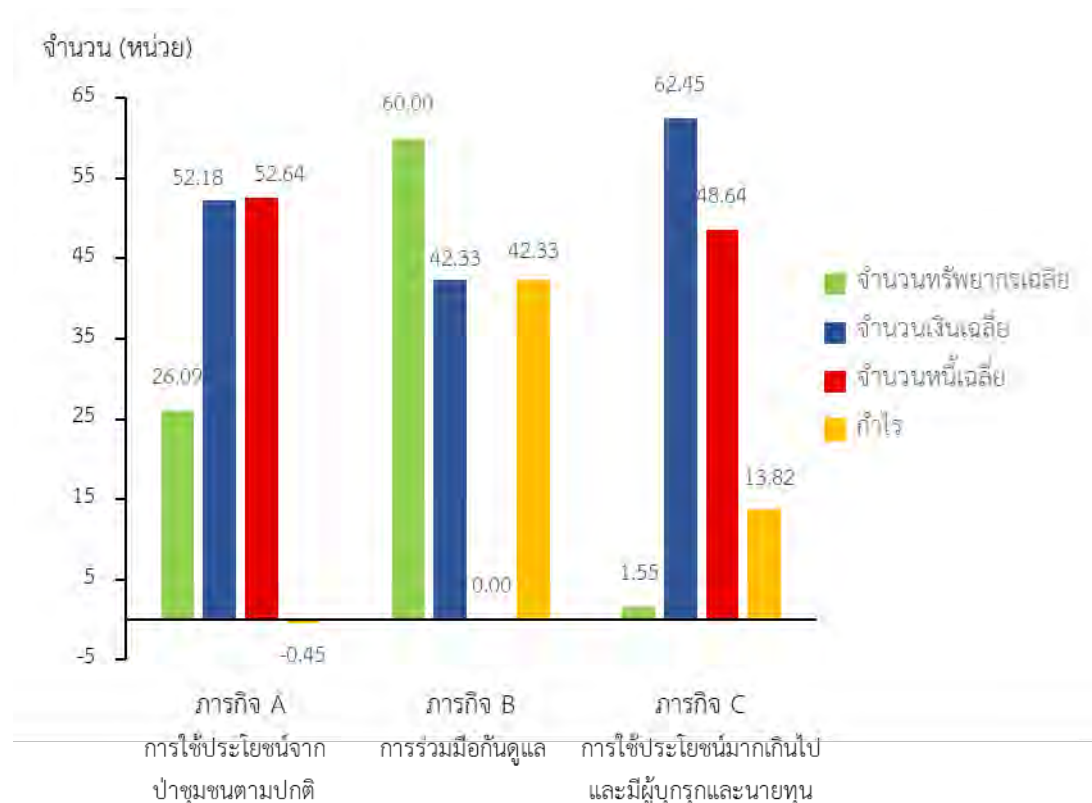
ส่วนการ์ดพื้นที่รูปแบบอื่น ๆ (การ์ดสวนป่า การ์ดโฮมสเตย์ การ์ดแม่น้ำ การ์ดบ่อเก็บน้ำ การ์ดชุมชน) ไม่มีความแตกต่างกันมากนัก จากสัดส่วนการ์ดพื้นที่ดังกล่าวมาพบว่าภารกิจ B จะมีสัดส่วนของการ์ดพื้นที่ป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ทั้งสามระดับ มากกว่า ภารกิจ C อย่างชัดเจน



ภาพที่ 4-12 สัดส่วนของการ์ดพื้นที่บนกระดานพื้นที่หลังการเล่นปีที่ 3 ของแต่ละภารกิจ



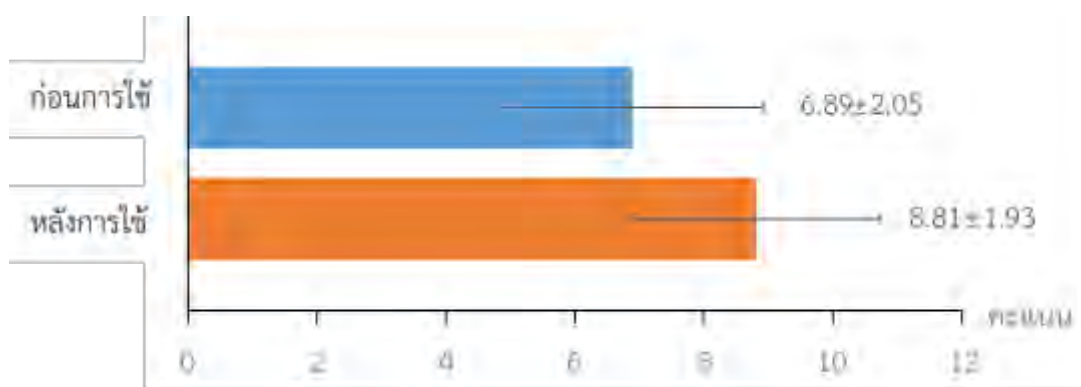
นอกจากนี้ยังมีจำนวนทรัพยากรเฉลี่ย จำนวนเงินเฉลี่ย และ หนี้เฉลี่ยของแต่ละภารกิจต่างกันด้วย พบว่าจำนวนทรัพยากรเฉลี่ยของภารกิจ B การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มากที่สุด (60.0 หน่วย) รองลงมาได้แก่ ภารกิจ A การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ (business as usual) (26.1 หน่วย) และภารกิจ C การใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปร่วมกับการมีผู้บุกรุกจากภายนอกและนายทุน (overharvesting) (1.5 หน่วย) ส่วนจำนวนเงินเฉลี่ยพบว่าภารกิจ C มีค่ามากที่สุด (62.5 หน่วย) รองลงมาได้แก่ ภารกิจ A (52.2 หน่วย) และ ภารกิจ B (42.3 หน่วย) ตามลำดับ และพบว่าจำนวนหนี้เฉลี่ยของภารกิจ A มีค่ามากที่สุด (52.6 หน่วย) รองลงมาได้แก่ ภารกิจ C (48.6 หน่วย) และ ภารกิจ B ไม่มีหนี้ ตามลำดับ เมื่อคำนวณหากำไร (กำไร = จำนวนเงินเฉลี่ย - จำนวนหนี้เฉลี่ย) ของแต่ละภารกิจควบคู่กับจำนวนทรัพยากรเฉลี่ย จะพบว่าภารกิจ B การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน (collaborative management) มีกำไรและทรัพยากรมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าภารกิจดังกล่าวมีการจัดการที่ดีที่สุด สามารถใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนและรักษาทรัพยากรไว้ได้ ดังภาพที่ 4-11



ภาพที่ 4-13 จำนวนทรัพยากรเฉลี่ย จำนวนเงินเฉลี่ย จำนวนหนี้เฉลี่ย และกำไรในแต่ละภารกิจ

#### 4.3.ผลการวิเคราะห์ความเข้าใจของผู้ใช้แบบจำลอง

เปรียบเทียบผลคะแนนแบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลองและหลังใช้แบบจำลอง (n = 209) โดยมีคะแนนก่อนใช้แบบจำลองเฉลี่ย  $6.89 \pm 2.05$  คะแนน คะแนนเฉลี่ยหลังใช้แบบจำลองเฉลี่ย  $8.81 \pm 1.93$  คะแนน (จากคะแนนเต็ม 12 คะแนน) ดังภาพที่ 4-14 ซึ่งผลทดสอบทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยทั้งสองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองนี้สามารถส่งเสริมการเรียนรู้เกี่ยวกับป่าชุมชนได้



ภาพที่ 4-14 คะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังใช้แบบจำลองของผู้ใช้แบบจำลองจำนวน 209 คน

## บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา

### 5.1. การตัดสินใจของผู้เล่น

แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีการกำหนดภารกิจให้แต่ละกลุ่มต่างกัน เพื่อสะท้อนถึงสถานการณ์สมมติ (scenario) ของการจัดการป่าชุมชนในรูปแบบที่ต่างกัน 3 รูปแบบ (การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ การร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน และการใช้ประโยชน์ที่มากเกินไป) ซึ่งการกำหนดภารกิจนี้เป็นปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการตัดสินใจที่แตกต่างกันของแต่ละภารกิจ ตัวอย่าง ในภารกิจร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน พบว่าเกิดการร่วมมือกันบริจาคเงินของผู้เล่นเพื่อนำเงินดังกล่าวไปใช้พัฒนาป่าชุมชนให้มีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้น ในขณะที่ภารกิจใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติและภารกิจใช้ประโยชน์ที่มากเกินไปไม่เกิดเหตุการณ์ดังกล่าว ซึ่งการกระทำนี้ส่งผลให้พื้นที่ป่าชุมชนในแบบจำลองของการจัดการรูปแบบช่วยกันรักษาป่าชุมชนมีความอุดมสมบูรณ์กว่ารูปแบบอื่น นอกจากนี้การกำหนดการจัดการที่ต่างกันยังส่งผลให้ผู้เล่นแบบจำลองตัดสินใจใช้ทรัพยากรในพื้นที่เดียวกันมากกว่ากระจายพื้นที่ใช้ทรัพยากร โดยในภารกิจใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติและภารกิจใช้ประโยชน์ที่มากเกินไป ผู้เล่นจะเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศหลาย ๆ ใบในช่องเดียวกันมากกว่า ส่งผลให้พื้นที่ป่าชุมชนในแบบจำลองลดลง แต่ภารกิจร่วมมือกันดูแลป่าชุมชน ผู้เล่นจะเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศเพียง 1-2 ใบต่อช่องเท่านั้น ส่งผลให้พื้นที่ป่าชุมชนในแบบจำลองไม่เปลี่ยนแปลง

ปัจจัยอื่นที่ส่งผลต่อการตัดสินใจนอกเหนือจากการกำหนดภารกิจ ได้แก่ ปัจจัยแรก ระยะเวลาในการเล่นแต่ละรอบ โดยในการศึกษาครั้งนี้ มีการปรับระยะเวลาในการเล่นในแต่ละรอบเพื่อควบคุมการใช้แบบจำลองให้อยู่ในระยะเวลาที่กำหนดไว้ ซึ่งพบว่าหากระยะเวลาในการเล่นสั้นลง ผู้ใช้แบบจำลองจะตัดสินใจใช้ทรัพยากรในพื้นที่เดียวกันมากกว่ากระจายพื้นที่ใช้ทรัพยากร และปัจจัยที่สอง ตำแหน่งที่นั่งของผู้เล่น โดยผู้เล่นจะตัดสินใจเลือกใช้ทรัพยากรในพื้นที่ที่ใกล้กับตำแหน่งที่ตนนั่งมากกว่าพื้นที่ที่ไกลจากตำแหน่งที่นั่ง ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตัดสินใจทั้งสองนี้สามารถแก้ไขโดยควบคุมระยะเวลาในการเล่นทุกรอบให้เท่ากัน และจัดสถานที่ในการใช้แบบจำลองให้ผู้เล่นสามารถใช้แบบจำลองได้สะดวกมากขึ้น

## 5.2. ความเข้าใจเรื่องบริการของระบบนิเวศโดยการใช้แบบจำลอง

การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองที่แสดงบริการของระบบนิเวศผ่านการเล่นการ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ อย่างไรก็ตามการ์ดในบริการของระบบนิเวศแต่ละด้านนั้นไม่ได้เล่นในจำนวนที่ใกล้เคียงกัน โดยบริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ ด้านวัฒนธรรม และด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ มีจำนวนครั้งการเล่นน้อยมากเมื่อเทียบกับบริการด้านการเป็นแหล่งผลิต ซึ่งอาจส่งผลให้ผู้ที่ใช้แบบจำลองไม่ได้พัฒนาการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศครบทุกด้านเพื่อแก้ปัญหา จึงได้นำการสรุปการใช้แบบจำลอง (debrief) เข้ามา เพื่อเน้นย้ำบริการของระบบนิเวศในด้านที่มีจำนวนครั้งการเล่นน้อย (ด้านการควบคุมกลไกของระบบ ด้านวัฒนธรรม และด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ) ซึ่งการสรุปความรู้มีส่วนสำคัญในการเรียนรู้ของผู้ใช้แบบจำลอง และมีส่วนช่วยในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างผู้ใช้แบบจำลองด้วยกัน (Crookall, 2010) ยิ่งไปกว่านั้นการสรุปยังช่วยให้ผู้ใช้แบบจำลองได้เห็นผลของการจัดการที่แตกต่างกันทั้ง 3 รูปแบบได้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกเหนือจากการสรุปแล้ว การศึกษาครั้งนี้ยังได้แจกใบความรู้เรื่อง “บริการของระบบนิเวศ” ให้แก่ผู้ใช้แบบจำลองเพื่อใช้ทบทวนความรู้เรื่องบริการของระบบนิเวศอีกด้วย

## 5.3. ข้อดีและข้อจำกัดของแบบจำลอง

แบบจำลองที่สร้างขึ้นในการศึกษานี้ มีข้อดีหลายประการ ได้แก่ ประการแรก สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ได้ โดยแบบจำลองนี้ใช้เวลาในการเล่นใช้เวลาประมาณ 47 นาที (อธิบายกติกา 10 นาที เล่นเกมทั้ง 3 รอบ 30 นาที และสรุปการใช้แบบจำลอง 7 นาที) ซึ่งเป็นระยะเวลาไม่เกินระยะเวลา 1 คาบเรียน หรือประมาณ 50 นาที ถึง 1 ชั่วโมง ประการที่สองคือ สามารถเปรียบเทียบผลจัดการป่าชุมชนในรูปแบบการใช้ทรัพยากรตามปกติ การอนุรักษ์ทรัพยากรและการใช้ทรัพยากรอย่างสิ้นเปลือง ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้แบบจำลองได้เกิดความตระหนักในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติ และประการสุดท้าย แบบจำลองนี้ช่วยให้ผู้ใช้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและติดตามผลการกระทำที่ส่งผลต่อแบบจำลอง

อย่างไรก็ตามแบบจำลองนี้ยังคงมีข้อจำกัดหลายประการ ได้แก่ ประการแรก แบบจำลองมีรายละเอียดมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้ผู้ใช้แบบจำลองเกิดความซับซ้อนได้ ประการที่สองแบบจำลองไม่ช่วยส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันภายในกลุ่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจำลองสถานการณ์ที่ผู้เล่นต้องช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ ส่งผลให้อาจมีโอกาสนี้ที่ไม่สามารถจำลองสถานการณ์ดังกล่าวได้

#### 5.4.การขยายผล (out-scaling) แบบจำลอง

นอกเหนือจากการนำแบบจำลองนี้ไปใช้กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในจังหวัดน่าน ยังได้นำแบบจำลองไปขยายผล ณ โครงการศูนย์ศึกษาวิธีการฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมเขาชะงุ้ม อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี โดยนำแบบจำลองไปใช้กับชาวบ้าน เกษตรกร เจ้าหน้าที่ป่าไม้ เจ้าหน้าที่ศูนย์ศึกษาฟื้นฟูที่ดินเสื่อมโทรมฯ พบว่าผู้ใช้แบบจำลองมีความเข้าใจแบบจำลองเป็นอย่างดี สามารถจำลองสถานการณ์การจัดการป่าชุมชนทั้งสามรูปแบบได้ชัดเจน และให้ความสนใจในแบบจำลองและต้องการนำแบบจำลองนี้ไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่ใกล้เคียง

## บทที่ 6

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 6.1. สรุปผลการศึกษา

จากผลการสร้างแบบจำลอง สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถถ่ายทอดบริการของระบบนิเวศของป่าชุมชนได้ครบทุกด้าน ได้แก่ บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต (provisioning services) บริการด้านควบคุมกลไกของระบบ (regulating services) บริการด้านวัฒนธรรม (cultural services) และบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ (supporting services) และยิ่งไปกว่านั้นสามารถแสดงให้เห็นถึงผลของการจัดการป่าชุมชนในรูปแบบที่ต่างกัน 3 รูปแบบ ได้แก่ การใช้ประโยชน์จากป่าชุมชนตามปกติ การช่วยกันดูแลรักษาป่าชุมชน และการใช้ทรัพยากรจากป่าชุมชนมากเกินไป นอกจากนี้จากผลการวิเคราะห์คะแนนก่อนและหลังการใช้แบบจำลองของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาในจังหวัดน่าน สามารถสรุปได้ว่าแบบจำลองทดสอบสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจในเรื่องบริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชนได้

#### 6.2. ประเด็นที่ควรศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต

การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับแบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชนในอนาคต ควรศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ประการที่หนึ่ง คือ สร้างแบบจำลองเพื่อการเรียนรู้สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาหรือมัธยมศึกษาตอนต้น ด้วยการสร้างแบบจำลองที่มีความเรียบง่าย สะดวกต่อการใช้งาน แต่ยังคงความสามารถในการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องบริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชนของผู้ใช้ได้ ประการที่สอง คือ การสร้างแบบจำลองที่สามารถส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้แบบจำลองเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ร่วมกัน และประเด็นสุดท้าย คือ การนำแบบจำลองที่สร้างขึ้นในการศึกษานี้ไปใช้กับพื้นที่อื่น ๆ ที่นอกเหนือพื้นที่จังหวัดน่าน เพื่อตรวจสอบว่าแบบจำลองนี้ยังสามารถส่งเสริมการเรียนรู้บริการของระบบนิเวศและการจัดการป่าชุมชนได้หรือไม่

## เอกสารอ้างอิง

### ภาษาไทย

- จารุมน อรรถพิพัฒน์. 2560. แบบจำลองเชิงบูรณาการเพื่อการเรียนรู้บริการทางนิเวศของ  
หลังคาเขียว. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชาชีววิทยา  
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุมพล เหมะศิรินทร์. 2552. ความสำคัญของการสื่อสารวิทยาศาสตร์. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:  
[https://www.nstda.or.th/sci2pub/thaismc/factsheet/document/2552/26august-  
scicom2.pdf](https://www.nstda.or.th/sci2pub/thaismc/factsheet/document/2552/26august-scicom2.pdf) [28 ธันวาคม 2561].
- ทีฆา โยธาทักดี, วันวสา วิโรจนารมย์, รัชนิวรรณ คำตัน, ธนากร ลัทธิดีระสุวรรณ, วรณา มังกิตะ  
และ แผลมไทย อาชานอก. 2560. การประเมินมูลค่าการบริการทางตรงของระบบนิเวศป่า  
เบญจพรรณเพื่อการเกษตรที่สูงในพื้นที่ ลุ่มน้ำแม่คำมี จังหวัดแพร่. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:  
[http://www.en.mahidol.ac.th/t-fern/day01/006\\_theka.pdf](http://www.en.mahidol.ac.th/t-fern/day01/006_theka.pdf) [20 มกราคม 2562].
- ธนาคารกสิกรไทย. 2558. โครงการรักษ์ป่านาน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [https://  
www.kasikornbank.com/th/sustainable-development/project/Pages/Raks-Pa-  
Nan.aspx](https://www.kasikornbank.com/th/sustainable-development/project/Pages/Raks-Pa-Nan.aspx) [29 ธันวาคม 2561].
- อัครังค์ รื่นสุคนธ์, ยงยุทธ ไตรสุรัตน์, นิพนธ์ ตั้งธรรม และ เรืองโร โตกฤษณะ. 2559. การประเมิน  
มูลค่าบริการของระบบนิเวศ บริเวณลุ่มน้ำคลองชุมพร จังหวัดระนอง และจังหวัดชุมพร.  
วารสารวนศาสตร์. 35(1): 62–73.
- ปฐมสุดา อินทุประภา. 2559. การสื่อสารวิทยาศาสตร์ในบริบทนักวิทยาศาสตร์ไทย. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา:  
<https://www.tistr.or.th/tistrblog/?p=3618> [26 พฤษภาคม 2562].
- นภัทสร พวงจันทร์. 2560. การประเมินบริการของระบบนิเวศป่าชุมชนในตำบลไหล่นาน  
อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. โครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์. ภาควิชา  
ชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา. 2556. การใช้แบบจำลองเพื่อนคู่คิดเพื่อส่งเสริมศักยภาพของชุมชนท้องถิ่น  
ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรป่าไม้และพันธุ์พืชอย่างยั่งยืน (ปีที่ 2). รายงานวิจัย.  
คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พงษ์ชัย ดำรงโรจน์วัฒนา, วุฒิวรงค์ วิมลศักดิ์เจริญ, กัลย์ชฎารัตน์ ปัญญาวงศ์ และ อิศราวัลย์  
ห้วยหงษ์ทอง. 2559. การประเมินมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของผลผลิตจากป่าที่ไม่ใช่เนื้อไม้ใน  
พื้นที่ อพ. สธ. อำเภอเวียงสา จังหวัดน่าน. รายงานวิจัย. คณะวิทยาศาสตร์.  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ภรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์, ชาตรี ฝ้ายคำตา และ พจนารถ สุวรรณรุจิ. 2558. การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดเรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติของแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้. 1(1): 97–124.
- ยงยุทธ ไตรสุรรัตน์. 2555. การประเมินบริการของระบบนิเวศ บริเวณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วารสารการจัดการป่าไม้. 6(12): 1–17.
- รพีพัฒน์ อิงคสิทธิ์. 2559. BIOFIN: ผสานสองศาสตร์เพื่อความหลากหลายทางชีวภาพ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.salforest.com/blog/biofin> [20 มกราคม 2562].
- สฤณี อาชวานันทกุล. 2553. “นิเวศบริการ” กับการพัฒนาเศรษฐกิจ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.web.greenworld.or.th/columnist/ecosaveworld/1058> [20 มกราคม 2562].
- สำนักงานจังหวัดน่าน. ม.ป.ป. ลักษณะภูมิประเทศ. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.nan.go.th/webjo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2&Itemid=23](http://www.nan.go.th/webjo/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=23) [26 พฤษภาคม 2562].
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2561ก. พื้นที่ป่าของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2516 – 2560. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://forestinfo.forest.go.th/Content/file/stat2560/Table%201.pdf> [28 ธันวาคม 2561].
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2561ข. เนื้อที่ป่าไม้ของประเทศไทย แยกรายจังหวัด ปี พ.ศ. 2551 – 2560. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://forestinfo.forest.go.th/55/Content.aspx?id=80> [26 พฤษภาคม 2562].
- สำนักจัดการที่ดินป่าไม้ กรมป่าไม้. 2562. สรุปการจัดตั้งโครงการป่าชุมชน รายปี. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://forestinfo.forest.go.th/fCom\\_Year.aspx](http://forestinfo.forest.go.th/fCom_Year.aspx) [26 พฤษภาคม 2562].
- สำนักจัดการป่าชุมชน. 2561. บันทึกหลักการและเหตุผลประกอบร่างพระราชบัญญัติป่าชุมชน พ.ศ. ..... [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.forest.go.th/community/wp-content/uploads/sites/16/2018/01/ร่างพระราชบัญญัติป่าชุมชน-พ.ศ.-.....pdf> [26 พฤษภาคม 2562].
- ศูนย์ภูมิอากาศ สำนักพัฒนาอุตุนิยมวิทยา. 2560. ภูมิอากาศจังหวัดน่าน. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://climate.tmd.go.th/data/province/เหนือ/ภูมิอากาศน่าน.pdf> [26 พฤษภาคม 2562].
- อรพรรณ ศรีเสาวลักษณ์. ม.ป.ป. มูลค่าทางเศรษฐกิจของประโยชน์จากระบบนิเวศ (Economics Value of Ecosystem Services). [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec/Lom21/03-01-2.html> [20 มกราคม 2562].



อารยา ควัฒน์กุล, จันทร์พร พรหมมาศ และ ภัทรภร ชัยประเสริฐ. 2558. ผลการจัดการเรียนรู้วิชาเคมี เรื่อง สารชีวโมเลกุล ด้วยการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วารสารศึกษาศาสตร์. 26(2): 42–55.

### ภาษาอังกฤษ

- Bolund P., and Hunhammar S. 1999. Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics. 29(2): 293–301.
- Crookall D. 2010. Serious Games, Debriefing, and Simulation/Gaming as a Discipline. Simulation & Gaming. 41(6): 898–920.
- Maltby E., and Acreman M.C. 2011. Ecosystem services of wetlands: pathfinder for a new paradigm. Hydrological Sciences Journal. 56(8): 1341–1359.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Their Services. [Online]. Available from: <https://millenniumassessment.org/documents/document.300.aspx.pdf>. [28 December 2018].
- Pruksakorn S., and Dumrongrojwatthana P. 2016. Using a role-playing game for collective learning on soil quality improvement in 3 villages located in Phu Kao-Phu Phan Kham National Park, Thailand. The 8th International ThaiSim Conference: Power of games, simulations, and debriefing to teach more in less time. Sripatum University. 28–29 July 2016.
- Wanich K., and Dumrongrojwatthana P. 2016. Sathing Phra Millionaire Game for collective learning on environmental problems and management at Sathing Phra District, southern Thailand. The 8th International ThaiSim Conference: Power of games, simulations, and debriefing to teach more in less time. Sripatum University, Chonburi Campus, Chonburi, Thailand. 28–29 July 2016.
- Xie G., Li W., Xiao Y., Zhang B., Lu C., An K., Wang J., Xu K., and Wang J. 2010. Forest ecosystem services and their values in Beijing. Chinese Geographical Science. 20(1): 51–58.

ภาคผนวก

## ภาคผนวกที่ 1 แบบทดสอบความรู้ก่อนใช้แบบจำลอง

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

### แบบทดสอบหลังเล่น “เกมป่าชุมชนไหล่น่าน”

**ตอนที่ 1:** จงทำเครื่องหมายกากบาท ลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดคือความหมายของ “บริการของระบบนิเวศ (ecosystem service)”
 

ก. ประโยชน์ที่ระบบนิเวศให้กับมนุษย์	ข. การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ
ค. การกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อระบบนิเวศ	ง. ความหลากหลายรูปแบบของระบบนิเวศ
2. การช่วยลดผลกระทบจากภัยพิบัติโดยป่าชุมชน จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
3. การใช้ป่าชุมชนเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
4. ป่าชุมชนเป็นที่อยู่อาศัยของมดแดง จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
5. การตัดไม้จากป่าชุมชนมาใช้ จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
6. ข้อใดคือวิธีการเก็บของป่าที่ **ไม่** ทำลายป่าชุมชน
 

ก. เก็บไข่มดแดงโดยการเผาไล่มดออกจากรัง	ข. เก็บเห็ดโดยใช้แวกค้ำหาเห็ด
ค. เก็บไข่มดแดงโดยการสอยรังมดแดง	ง. เก็บเห็ดโดยเผาใบไม้บนพื้นเพื่อให้พบเห็ดมากขึ้น
7. ข้อใด **ไม่ใช่** วิธีการอนุรักษ์ป่าชุมชน
 

ก. การทำพิธีบวงสรวงป่า	ข. การปลูกสวนยาง	ค. การทำแนวกันไฟ	ง. การกำหนดเขตอภัยทาน
------------------------	------------------	------------------	-----------------------
8. การจับปลาในข้อใดที่ทำลายระบบนิเวศมากที่สุด
 

ก. เหยื่อแหจับปลา	ข. ใช้เบ็ดตกปลา	ค. ใช้คอนโดดักปลา	ง. จับปลาช่วงฤดูน้ำแดง
-------------------	-----------------	-------------------	------------------------
9. การกระทำของใครส่งผลให้ป่าชุมชนเสื่อมโทรมมากที่สุด
 

ก. เจ็บปวดหลุมฝังขยะในป่า	ข. คุณก็ร์พานักเรียนไปดูสมุนไพรรูปในป่า
ค. พี่กุลเก็บเห็ดไปทำอาหารโดยใช้มือเด็ด	ง. หนูพลอยนำรังมดแดงเทียมไปล้อมดแดงในป่า
10. วิธีในข้อใดเหมาะสมในการแก้ปัญหาคนบุกรุกพื้นที่ป่าชุมชนมากที่สุด
 

ก. ตัดตั้งรั้วลวดหนามรอบป่าชุมชน	ข. ทำลายสิ่งก่อสร้างที่รุกล้ำเข้ามา
ค. ปลอ่ยสัตว์ดุร้ายในป่าชุมชน	ง. ช่วยกันตรวจตราป่าชุมชน
11. การกระทำในข้อใดที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้คนเข้ามาอาศัยอยู่ในป่าชุมชน
 

ก. การเก็บของป่า	ข. การไม่เข้ารบกวนป่า	ค. การตัดไม้ในป่า	ง. การให้อาหารนก
------------------	-----------------------	-------------------	------------------
12. การอนุรักษ์ป่าชุมชนเป็นหน้าที่ของใคร
 

ก. ผู้ใหญ่บ้าน	ข. ทุกคนในชุมชน	ค. ครูและนักเรียน	ง. คณะกรรมการป่าชุมชน
----------------	-----------------	-------------------	-----------------------

## ภาคผนวกที่ 2 แบบทดสอบความรู้หลังใช้แบบจำลอง

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

### แบบทดสอบก่อนเล่น “เกมป่าชุมชนไหล่น่าน”

**ตอนที่ 1:** จงทำเครื่องหมายกากบาท ลงบนตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อใดคือความหมายของ “บริการของระบบนิเวศ (ecosystem service)”
 

ก. การกระทำของมนุษย์ที่มีผลต่อระบบนิเวศ	ข. การเปลี่ยนแปลงของการทำงานในระบบนิเวศ
ค. ความหลากหลายของระบบนิเวศ	ง. ประโยชน์ของระบบนิเวศ
2. การใช้ป่าชุมชนเป็นแหล่งศึกษาเรียนรู้ จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
3. การเก็บของป่าในป่าชุมชนมาขาย จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
4. การช่วยดูดซับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศของป่าชุมชน จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
5. การมีนกอพยพเข้ามาอาศัยอยู่ในป่าชุมชน จัดเป็นบริการของระบบนิเวศรูปแบบใด
 

ก. บริการด้านการเป็นแหล่งผลิต	ข. บริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ
ค. บริการด้านการควบคุมกลไกของระบบ	ง. บริการด้านวัฒนธรรม
6. ข้อใดคือวิธีการเก็บของป่าที่ ไม่ ทำลายป่าชุมชน
 

ก. เก็บไข่มดแดงโดยการเผาไล่มดออกจากรัง	ข. เก็บไข่มดแดงโดยการสอยรังมดแดง
ค. เก็บเห็ดโดยใช้แวกคู้หาเห็ด	ง. เก็บเห็ดโดยเผาใบไม้บนพื้นเพื่อให้พบเห็ดมากขึ้น
7. ข้อใด ไม่ใช่ วิธีการอนุรักษ์ป่าชุมชน
 

ก. การไม่รบกวนป่า	ข. การสร้างฝาย	ค. การเก็บของป่าให้ถูกวิธี	ง. การสร้างโฮมสเตย์ในป่า
-------------------	----------------	----------------------------	--------------------------
8. การจับปลาในข้อใดที่ทำลายระบบนิเวศมากที่สุด
 

ก. จับปลาในฤดูน้ำแดง	ข. ใช้คอนโดดักปลา	ค. ใช้เบ็ดตกปลา	ง. ทอดแหจับปลา
----------------------	-------------------	-----------------	----------------
9. การกระทำของใครส่งผลให้ป่าชุมชนเสื่อมโทรมมากที่สุด
 

ก. เจ็บป่วยเพื่อนไปทำแนวกันไฟ	ข. คุณกีร์พานักท่องเที่ยวไปดูนกในป่า
ค. พี่กุลเก็บผักหวานป่าอย่างพอดี ๆ	ง. หนูพลอยเผาไร่ร้างมดแดงเพื่อเก็บไข่
10. วิธีในข้อใดเหมาะสมในการแก้ปัญหาคนบุกรุกพื้นที่ป่าชุมชนมากที่สุด
 

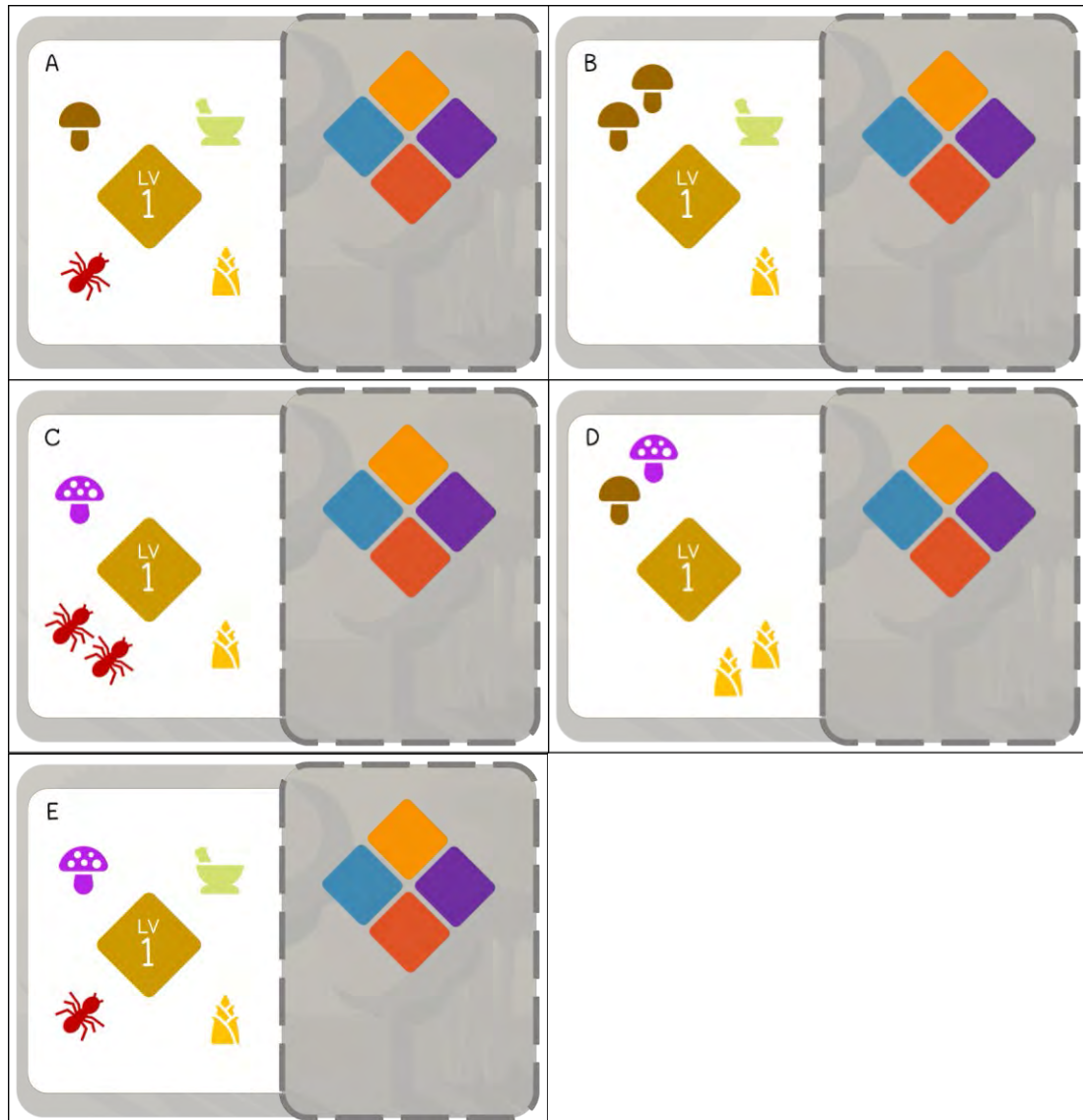
ก. ทุกคนช่วยกันตรวจตราป่าชุมชน	ข. ให้กรรมการป่าชุมชนคอยตรวจตราป่าชุมชน
ค. ให้ อบต. ตรวจตราป่าชุมชน	ง. ติดตั้งป้ายแนวเขตป่าชุมชน
11. การกระทำในข้อใดที่เหมาะสมในการส่งเสริมให้นักเข้ามาอาศัยอยู่ในป่าชุมชน
 

ก. การส่งเสียงดังในป่า	ข. การเผาใบไหม้	ค. อนุรักษ์พืชอาหารนก	ง. การดักจับนก
------------------------	-----------------	-----------------------	----------------
12. การอนุรักษ์ป่าชุมชนเป็นหน้าที่ของใคร
 

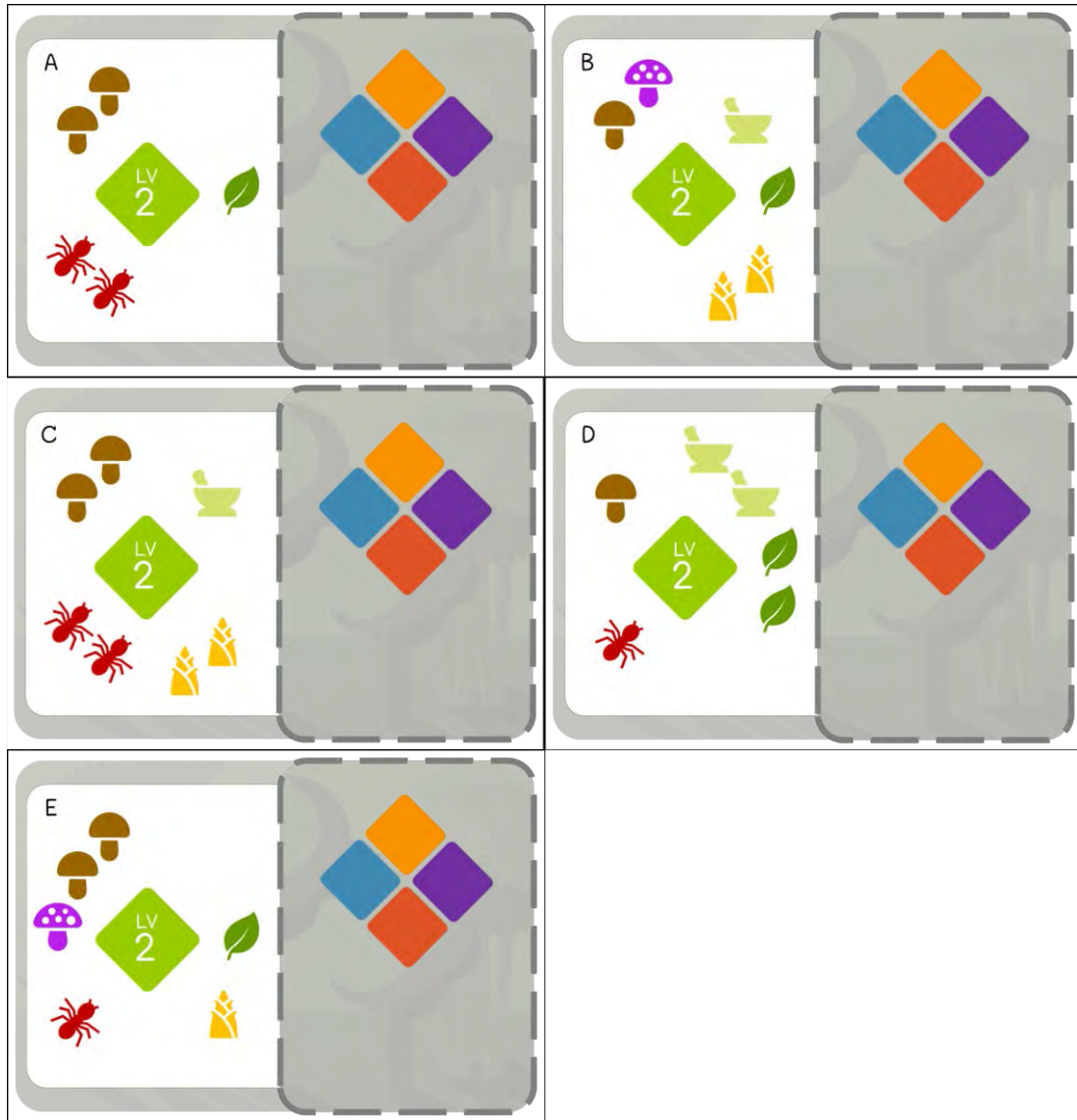
ก. ทุกคนในชุมชน	ข. ครูและนักเรียน	ค. ผู้ใหญ่บ้าน	ง. อบต.
-----------------	-------------------	----------------	---------

ภาคผนวกที่ 3 การ์ดพื้นที่

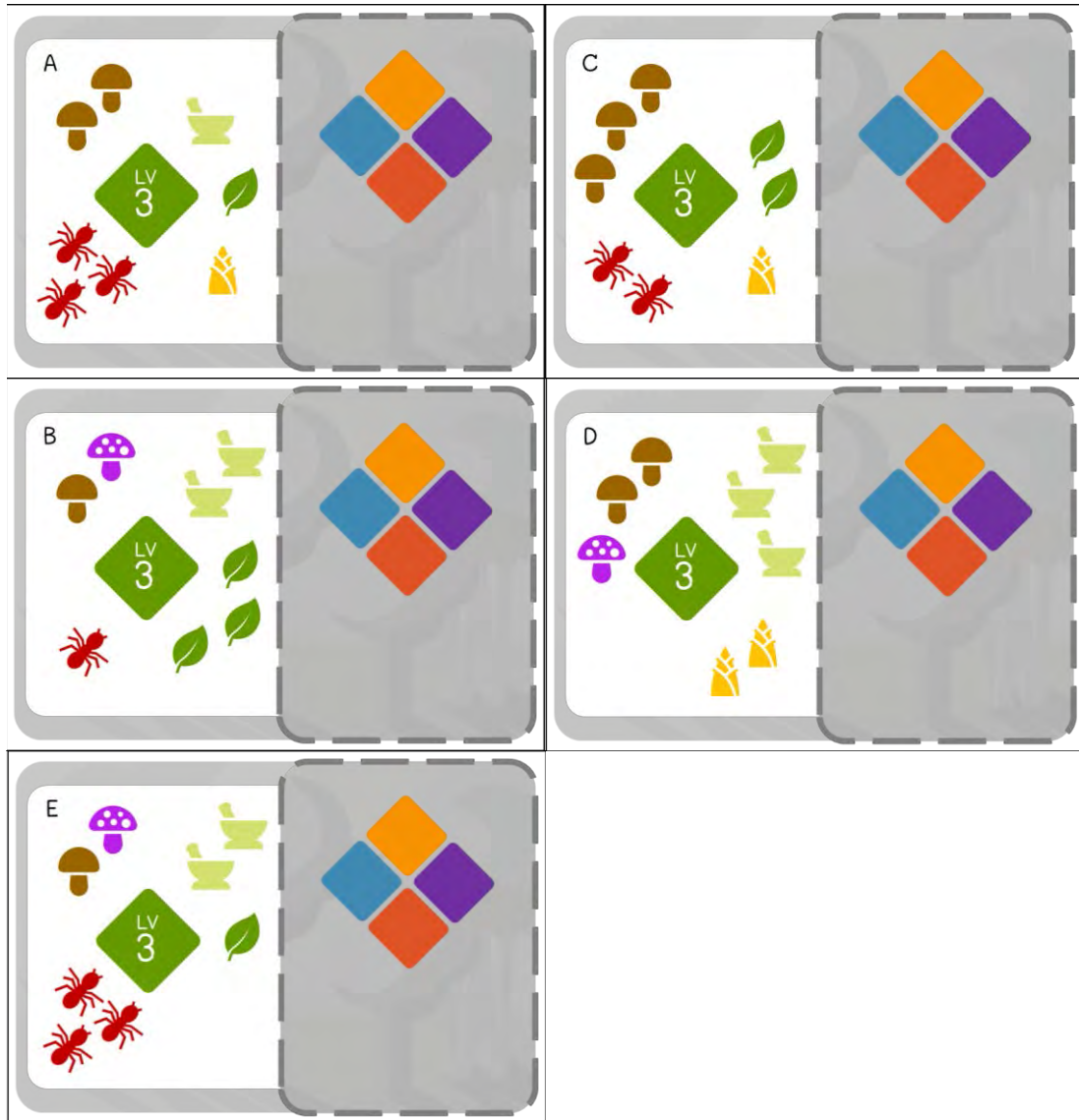
การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 1



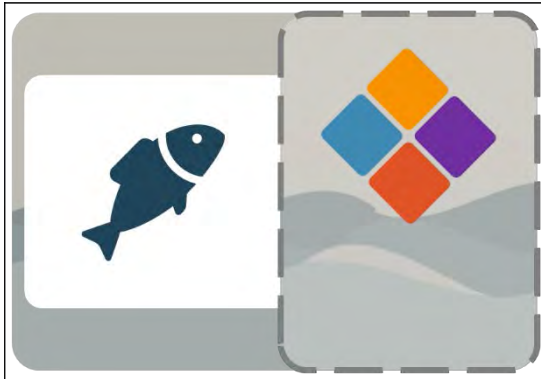
การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 2



การ์ดป่าที่มีความอุดมสมบูรณ์ระดับ 3



การ์ดแม่น้ำ



การ์ดชุมชน



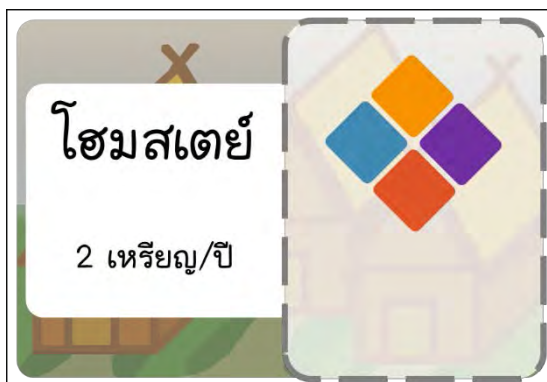
การ์ดสวนยาง



การ์ดสวนป่า



การ์ดโฮมสเตย์



การ์ดบ่อเก็บน้ำ





ภาคผนวกที่ 4 การ์ดทำงานและบริการของระบบนิเวศ  
ด้านการเป็นแหล่งผลิต จำนวน 11 แบบ

<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P1</p>  <p><b>เก็บหน่อไม้</b> หน่อไม้ คือ หน่ออ่อนของต้นไม้ที่งอกออกมาจากลำต้นใต้ดิน นิยมนำมาทำเป็นอาหาร</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>1 2 2</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P2</p>  <p><b>เก็บเห็ดป่า</b> เห็ดเป็นของป่าที่นิยมนำมาทำอาหาร เช่น เห็ดถ่าน (<i>Pusula virescens</i>) เห็ดโคน (<i>Termitomyces spp.</i>)</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>1 2 3</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P3</p>  <p><b>ทอดแหจับปลา</b> แหเป็นเครื่องมือหนึ่งที่นิยมใช้ในการจับปลา มีลักษณะเป็นตาข่ายที่โยงน้ำหนักโดยตะกริว</p> <p><b>2</b></p>
<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P5</p>  <p><b>เก็บไข่มดแดง</b> ไข่มดแดงเป็นหนึ่งในของป่าที่นิยมนำมาทำอาหาร ได้จากจิ้งมดแดง (<i>Decopnylia smaragdina</i>)</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>1 2 3</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P6</p>  <p><b>เก็บผักหวานป่า</b> ผักหวาน (<i>Melientha suavis</i>) เป็นไม้ยืนต้นนิยมนำส่วนใบอ่อนและยอดมาทำอาหาร</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>0 2 3</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P7</p>  <p><b>เก็บสมุนไพรป่า</b> สมุนไพรในป่ามีหลายชนิด เช่น บิดขี้แตง (<i>Piptropogon indicus</i>) โหระพา (<i>Zingiber montanum</i>)</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>2 2 3</b></p>
<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P8</p>  <p><b>ตัดต้นไม้ใหญ่</b> ↓⚡ การตัดต้นไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10 เซนติเมตร เป็นการกระทำที่ผิดกฎหมาย</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>4 4 4</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P9</p>  <p><b>ใช้แนวหาเห็ด</b> ⚡ แนวเป็นเครื่องมือตัดที่คมคล้ายค้อน ใช้การนำขวานไปหาเห็ดในป่า ส่งผลให้เห็ดในป่าลดลง</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>2 3 3</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P10</p>  <p><b>เผาใบไม้หาเห็ด</b> ↓⚡ การเผาใบไม้เป็นวิธีที่เชื่อว่าทำให้เห็ดเติบโตจำนวน แต่ทราบเป็นจริงแค่ทำให้พบเห็ดง่ายขึ้น และส่งผลให้เกิดไฟป่า</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>2 3 4</b></p>

ด้านการเป็นแหล่งผลิต จำนวน 11 แบบ (ต่อ)

<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P12</p>  <p><b>ใช้คอนโดดักปลา</b> </p> <p>คอนโดดักปลาเป็นเครื่องมือที่ใช้ดักปลาบริเวณทางน้ำไหลที่ไม่ลึกมากนัก สามารถจับปลาได้ในจำนวนมาก</p> <p><b>3</b></p>	<p><b>Provisioning</b> ด้านการเป็นแหล่งผลิต P13</p>  <p><b>จับปลาฤดูน้ำแดง</b> </p> <p>ฤดูน้ำแดง (16 พ.ค.-15 ส.ค.) เป็นช่วงวางไข่ของปลาในแม่น้ำ การจับปลาในช่วงนี้ทำให้ปลาตายจำนวนมาก</p> <p><b>2</b></p>
---	--

ด้านการควบคุมกลไกของระบบจำนวน 5 แบบ

<p><b>Regulating</b> ด้านการควบคุมกลไกของระบบ R2</p>  <p><b>ลดการกัดเซาะดิน</b> </p> <p>ป่าชุมชนช่วยในการรักษาหน้าดินไว้ไม่ให้ถูกชะล้างไปบนน้ำตามธรรมชาติ ช่วยรักษาดินและสารอาหารให้คงอยู่</p> <p>เพิ่มระดับ  หรือ </p>	<p><b>Regulating</b> ด้านการควบคุมกลไกของระบบ R3</p>  <p><b>ควบคุมศัตรูพืช</b></p> <p>นกและแมลงต่าง ๆ เช่น นกกินแมลง และผีเสื้อ สามารถควบคุมจำนวนของแมลงศัตรูพืชได้</p> <p>LV 1 <b>1</b>    LV 2 <b>2</b>    LV 3 <b>3</b></p>	<p><b>Regulating</b> ด้านการควบคุมกลไกของระบบ R4</p>  <p><b>ดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub></b> </p> <p>ป่าชุมชนเป็นระบบนิเวศหนึ่งที่จะช่วยดูดซับแก๊ส CO<sub>2</sub> ซึ่งช่วยลดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศ (climate change)</p> <p>เพิ่มระดับ  หรือ </p>
<p><b>Regulating</b> ด้านการควบคุมกลไกของระบบ R5</p>  <p><b>ไม่เบิกน้ำเจริญเติบโต</b></p> <p>ไม่เบิกน้ำเป็นพืชโตเร็วและมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม แต่อาจขึ้น เช่น พืชแพะ ประยูป่า กระบก</p> <p>วางป่า  บนที่ว่าง</p>	<p><b>Regulating</b> ด้านการควบคุมกลไกของระบบ R6</p>  <p><b>นกและแมลงผสมเกสร</b> </p> <p>นกและแมลงที่กินน้ำหวานเป็นอาหารช่วยผสมเกสรพืชได้ เช่น นกกินปลีตัววง นกกินปลีอกเหลือง ผีเสื้อ เป็นต้น</p> <p>เพิ่มระดับ  หรือ </p>	

ด้านวัฒนธรรมจำนวน 6 แบบ

<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C1</p>  <p><b>พายุพระธาตุและตุง</b> การพายุพระธาตุและตุง การพายุพระธาตุและตุง เป็นสิริมงคล ส่งเสริมการรักษามรดก</p> <p>LV 1 LV 2 LV 3 <b>1 2 3</b></p>	<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C3</p>  <p><b>สร้างโฮมสเตย์</b> การสร้างโฮมสเตย์เป็นอีกหนึ่งใน การสร้างรายได้ในปัจจุบัน "วางการเดินบนที่ว่างได้"</p> <p>วาง "โฮมสเตย์" บนที่ว่าง</p> <p><b>!</b> การเดินในนี้แล้วไม่ได้ดิน</p>	<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C4</p>  <p><b>ประกาศเขตภัยทาน</b> การประกาศเขตภัยทานเป็นอีกวิธี หนึ่งที่จะช่วยในการอนุรักษ์ธรรมชาติ ช่วยให้ปลาในท้องที่ไม่สูญพันธุ์ไป</p> <p>นำ <b>!</b> ใน "แม่น้ำ" ออกทั้งหมด แต่ให้คาร์บอน "แม่น้ำ" นั้นไม่ได้</p> <p><b>!</b> การเดินในนี้แล้วไม่ได้ดิน</p>
<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C5</p>  <p><b>จับคน</b> "ตัดต้นไม้ใหญ่"</p> <p>การช่วยกันตรวจตราป่าชุมชนและบังคับ ใช้กฎป่าชุมชนเป็นสิริมงคลที่จะช่วยลดการ ทำลายป่าชุมชนได้</p> <p>การตัด "ตัดต้นไม้ใหญ่" ในช่องนี้จะมีผล เจ้าของการ์ดสีเขียว 5 เหรียญให้ต่อชุมชนป่าชุมชน</p>	<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C6</p>  <p><b>จับคน</b> "เผาใบไม้หาเห็ด"</p> <p>การช่วยกันตรวจตราป่าชุมชนและบังคับ ใช้กฎป่าชุมชนเป็นสิริมงคลที่จะช่วยลดการ ทำลายป่าชุมชนได้</p> <p>การตัด "เผาใบไม้หาเห็ด" ในช่องนี้จะมีผล เจ้าของการ์ดสีเขียว 5 เหรียญให้ต่อชุมชนป่าชุมชน</p>	<p><b>Cultural</b> ด้านวัฒนธรรม C8</p>  <p><b>จับคน</b> "จับปลาฤดูน้ำแดง"</p> <p>การช่วยกันตรวจตราป่าชุมชนและบังคับ ใช้กฎป่าชุมชนเป็นสิริมงคลที่จะช่วยลดการ ทำลายป่าชุมชนได้</p> <p>การตัด "จับปลาฤดูน้ำแดง" ในช่องนี้จะมีผล เจ้าของการ์ดสีเขียว 5 เหรียญให้ต่อชุมชนป่าชุมชน</p>

ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ จำนวน 5 แบบ

<p><b>Supporting</b> ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ S1</p>  <p><b>BIOMASS</b></p> <p><b>สลایมวลชีวภาพ</b></p> <p>ผู้ย่อยสลายในระบบนิเวศจะย่อย มวลชีวภาพเป็นแร่ธาตุและสารอาหาร ซึ่งจะถูกดูดซึมไปใช้โดยพืชต่อไป</p> <p>เพิ่มระดับ <span>LV 1</span> หรือ <span>LV 2</span></p> <p><b>!</b> การโต้ป้อนใช้แล้วไม่ได้คืน</p>	<p><b>Supporting</b> ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ S3</p>  <p><b>สร้างเศษซากอินทรีย์</b></p> <p>พืชจะมีการทิ้งเศษซากอินทรีย์ในรูปของ กิ่งไม้และใบลงสู่พื้นดิน ซึ่งมีส่วนช่วยใน การหมุนเวียนสารอาหารในระบบนิเวศ</p> <p>LV 1 <b>1</b>    LV 2 <b>2</b>    LV 3 <b>3</b></p>	<p><b>Supporting</b> ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ S4</p>  <p><b>นกช่วยกระจายพันธุ์พืช</b></p> <p>ป่าชุมชนเป็นแหล่งที่อยู่ของสัตว์ต่าง ๆ ระบะไปถึงนก ซึ่งนกก็อยู่อาศัยในป่ามี ส่วนช่วยในการกระจายพันธุ์พืช</p> <p>วางป่า <b>!</b> บนที่ว่าง</p>
<p><b>Supporting</b> ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ S5</p>  <p><b>ช่วยกำเนิดดิน</b></p> <p>การย่อยสลายของสารอินทรีย์และ สารอินทรีย์ช่วยให้เกิดดินขึ้นมา ซึ่งใช้เป็น แหล่งสารอาหารแก่สิ่งมีชีวิตได้</p> <p>เพิ่มระดับ <span>LV 1</span> หรือ <span>LV 2</span></p> <p><b>!</b> การโต้ป้อนใช้แล้วไม่ได้คืน</p>	<p><b>Supporting</b> ด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ S6</p>  <p><b>นกอพยพเข้าใช้ประโยชน์</b></p> <p>นกอพยพสามารถเข้ามาหาที่และหาอาหาร ในป่าชุมชนได้ ช่วยป่าชุมชนหลายด้าน เช่น ควบคุมแมลง กระจายพันธุ์พืช</p> <p>LV 1 <b>2</b>    LV 2 <b>2</b>    LV 3 <b>3</b></p>	

## ภาคผนวกที่ 5 การ์ดเหตุการณ์

<p><b>คนนอกลักลอบจับปลาฤดูน้ำแดง</b></p> <p>คนนอกลักลอบจับปลาฤดูน้ำแดง ทำให้ปลาแม่น้ำลดจำนวนลงและมีบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตลดลง</p> <p><b>ห้าม</b> ใช้การ์ดบน "แม่น้ำ" ได้ทีได้ 1 ช่อง</p> <p>หน่วยงานด้านป่าไม้จัดกิจกรรม "ปลูกป่าวันพอ" เพื่อส่งเสริมบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ</p> <p>วางป่า  1 ช่อง บนที่ว่าง</p> <p><b>ปลูกป่าวันพอ</b></p>	<p><b>คนเยอะ ขยายชุมชน</b></p> <p>คนจากที่อื่นย้ายบ้านเข้ามาอยู่อาศัยในหมู่บ้านมากขึ้น ทำให้ต้องขยายชุมชน</p> <p>วาง "ชุมชน" 2 ช่อง ทีใดก็ได้</p> <p>คนในชุมชนเสียสละนาไร่มาปลูกไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ เช่น สัก จิงจัน พะยุง ตามนโยบายใหม่ของรัฐบาล</p> <p>วาง "สวนป่า" ลงบนที่ว่าง 2 ช่อง</p> <p><b>เปลี่ยนนาไร่ เป็นสวนป่า</b></p>
<p><b>คนนอกหมู่บ้านลักลอบเผาป่า</b></p> <p>คนนอกหมู่บ้านเข้ามาหาของป่าและเผาป่า ทำให้ป่าชุมชนมีบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ เปลี่ยนไป</p> <p>ลดระดับป่าได้ทีได้ 1 ช่อง</p> <p><b>ยกเว้น</b> </p> <p>คนในชุมชนรวบรวมเงินมาบริจาคให้กองทุนป่าชุมชนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ป่าชุมชนต่อไป</p> <p>กองทุนป่าชุมชน ได้รับเงิน 10 เหรียญ</p> <p><b>คนในชุมชนบริจาคเงินให้กองทุนป่าชุมชน</b></p>	<p><b>พายุเข้า</b></p> <p>ลมพายุพัดถล่มทำให้ต้นไม้ในป่าล้มลง</p> <p>ลดระดับป่า  1 ช่อง</p> <p>โครงการ IS ของนักเรียนประสบความสำเร็จ ทำให้ได้วีททำงานและเรียนรู้บริการของระบบนิเวศใหม่</p> <p>ทุกคนได้รับ "การ์ดทำงานและบริการของระบบนิเวศ" คนละ 1 ใบ</p> <p><b>โครงการ IS สำเร็จ</b></p>
<p><b>เห็ดหายไ้</b></p> <p>ปีนี้เห็ดป่ามีจำนวนน้อยกว่าในปีก่อน ๆ ส่งผลให้บริการด้านการเป็นแหล่งผลิตลดลง</p> <p><b>ห้าม</b> เก็บเห็ดในป่า </p> <p>อบต. ให้การสนับสนุนสร้างฝายและชุดบ่อเก็บน้ำ เพื่อส่งเสริมบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ</p> <p>เพิ่มระดับ  และ  อย่างละ 1 ช่อง และวาง "บ่อเก็บน้ำ" บนที่ว่าง</p> <p><b>อบต. สนับสนุนการสร้างฝายและชุดบ่อเก็บน้ำ</b></p>	<p><b>นายทุนบุกรุกสร้างสวนยาง</b></p> <p>นายทุนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงรุกล้ำพื้นที่เพื่อไปปลูกต้นยาง ส่งผลเสียต่อบริการด้านการสนับสนุนด้านอื่น ๆ</p> <p>วาง "สวนยาง" บนป่าได้ทีได้ 1 ช่อง</p> <p>ชาวบ้านมาร่วมทำแนวกันไฟในวันสิ่งแวดล้อมโลก (5 มิถุนายนของทุกปี)</p> <p>เพิ่มระดับ  2 ช่อง</p> <p><b>ทำแนวกันไฟวันสิ่งแวดล้อมโลก</b></p>
<p><b>แล้ง</b></p> <p>ปีนี้แล้งรุนแรงกว่าปีก่อน ๆ ทำให้ระดับน้ำลดจนจับปลาไม่ได้ และมีบริการด้านการเป็นแหล่งผลิตลดลง</p> <p><b>ห้าม</b> ใช้การ์ดบน "แม่น้ำ" ได้ทีได้ 1 ช่อง</p> <p>ชาวบ้านจัดพิธีบวชป่า</p> <p>เพิ่มระดับ  และ  อย่างละ 1 ช่อง และ <b>ห้าม</b> "ตัดต้นไม้ใหญ่" ในช่องดังกล่าว</p> <p><b>กรมป่าไม้จัดพิธีบวชป่า</b></p>	

## ภาคผนวกที่ 6 การ์ดภัยพิบัติ



## ภาคผนวกที่ 7 ขั้นตอนและกติกาการเล่นเกม

1. ผู้นำเกมแบ่งผู้เล่นเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8-10 คน แต่ละกลุ่มแบ่งเป็น 4 ทีม ทีมละ 2-3 คน
2. ให้ผู้เล่นจัดพื้นที่เล่นเกม โดยวาง "การ์ดพื้นที่" (ขนาดใหญ่ 9 ซม. x 13 ซม.) ดังรูป

1	2 1B	3 1C+2B	4 1D+2A	5
6	7 1A	8 1E+2D+พรรคฯ	9 1A+1B+3B	10
11	12 1E+2E	13 1A	14 1C	15
16	17	18	19	20

คำอธิบาย

- ชุมชน
- แม่น้ำ
- ป่า LV1
- ป่า LV2
- ป่า LV3

3. ผู้นำเกมแจกกระดาษ (เงิน) ทีมละ 2 เม็ด (ยกเว้นนักลงทุน (investor) จะได้ 10 เม็ด)
4. ผู้นำเกมแจก "การ์ดกิจกรรม" พร้อมคลิปหนีบกระดาษสี ให้หนีบคลิปกับการ์ดตัวเองทุกใบ (อยู่ในถุงซิปล็อค)
5. ผู้นำเกมบอกภารกิจ (mission) ในการเล่น โดยแต่ละคนต้องหาเงินให้ได้ขั้นต่ำ 5 เม็ด/ปี โดยใช้การ์ดกิจกรรมที่มีในมือ และ...
  - ภารกิจ a. : พยายามให้ตนเองไม่เป็นหนี้ ต่างคนต่างเล่น ห้ามพูดคุยกันในกลุ่ม
  - ภารกิจ b. : ให้ทุกคนช่วยกันทำให้ป่าอุดมสมบูรณ์ที่สุดและไม่เป็นหนี้ และห้ามไม่ให้ป่า LV 3 ลดลง
  - ภารกิจ c. : ทำอย่างไรก็ได้ให้ตนเองรวยที่สุด ต่างคนต่างเล่น ห้ามพูดคุยกันในกลุ่ม
6. เริ่มเล่นเกม (เล่นเกม 3 ปี แต่ละปีมีขั้นตอน ดังนี้)
  - a. ผู้นำเกมเปิด "การ์ดเหตุการณ์" อ่านและให้ผู้เล่นปรับสภาพ (update) พื้นที่ป่าตามที่กำหนด
  - b. ทำกิจกรรมแต่ละปี
    - i. ผู้เล่นแต่ละคนเล่น "การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ" โดยวางลงบนการ์ดพื้นที่ช่องที่สอดคล้องกับการ์ดกิจกรรม เช่น "เก็บไข่มดแดง" จะต้องใช้บนพื้นที่ที่มี รูปมดแดงเท่านั้น (จำกัดจำนวนการ์ดสูงสุด 5 ใบต่อคู่ วางซ้ำกันได้ในพื้นที่ป่าช่องเดียวกัน การ์ดกิจกรรมจะไต่กลับคืนในปีถัดไป ยกเว้นการ์ดปลูกป่า การสร้างโฮมสเตย์ การปลูกทุเรียนสร้างโฮมสเตย์ และผู้เล่นซื้อเพิ่มได้ในปีถัดไป)
    - ii. นักลงทุน (investor) วางการ์ดพื้นที่ "สวนยาง" 2 ใบ ลงบนกระดาน (ช่องใดก็ได้ที่ว่าง หรือวางทับป่าระดับใดก็ได้)
    - iii. แจกเงินตาม "การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ" ที่เล่น และ "สวนยาง" ที่มีในพื้นที่
    - iv. ผู้เล่น update พื้นที่ป่าที่ละช่อง โดยเริ่มจากช่องที่ไม่มีใครทำกิจกรรมก่อน + จัดบันทึกข้อมูลต่าง ๆ + รับการ์ดคืน
  - c. จ่ายค่าครองชีพ คนละ 5 เม็ด ถ้าไม่พอให้แจก "ใบแจ้งหนี้" พร้อมเขียนจำนวนหนี้ที่ติดไว้
  - d. ชื่อ "การ์ดกิจกรรมและบริการของระบบนิเวศ" เพิ่มจากผู้นำเกมประจำกลุ่ม
7. เมื่อเล่นครบ 3 ปี ผู้นำเกมจัดบันทึกระดับป่าแต่ละระดับที่เหลือ จำนวนเงินและหนี้ของแต่ละทีม
8. ผู้นำเกมสรุปกิจกรรม (บริการของระบบนิเวศ, รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ต่างกัน 3 แบบ และการอนุรักษ์ป่าชุมชน)