

การพัฒนาเกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์

เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

ศกล มงคลเนตร์*, ญาณานุช มงคลเนตร์

หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล

25/25 ถนนพุทธมณฑลสาย 4 ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170

Development of Gamification Based on Outcome-Based Education to

Enhance Environmental Learning

Sakol Mongkolnate*, Yadanuch Mongkolnate

Mahidol University Library and Knowledge Center

25/25 Phutthamonthon Sai 4 Road, Salaya Subdistrict,

Phutthamonthon District, Nakhon Pathom Province 73170

E-mail: sakol.mon@mahidol.ac.th

DOI: 10.66692/pulinet.13.2.2730

► รับบทความ 19 มีนาคม 2569 ► แก้ไขบทความ 16 มิถุนายน 2569 ► ตอบรับบทความ 18 มิถุนายน 2569

บทคัดย่อ

การศึกษานี้วิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน (Gamification) ภายใต้แนวคิดของการศึกษาที่มุ่งเน้นไปที่ผลลัพธ์การเรียนรู้ (OBE) มีวัตถุประสงค์ (1) เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันที่สังเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับกรอบสมรรถนะ KSA ในด้านสิ่งแวดล้อม (2) เพื่อออกแบบและพัฒนาเกมต้นแบบ โดยประยุกต์ใช้กลไกเกมส่งเสริมความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม (3) เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพเชิงเทคนิค และประเมินความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของเกมต้นแบบในการสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ มีวิธีดำเนินการ คือ วิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ กำหนดกลไกของเกมที่จะนำมาใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาใน 4 หัวข้อ คือ (1) การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า (2) การบริหารจัดการน้ำและทรัพยากร (3) การจัดการขยะและเศรษฐกิจหมุนเวียน และ (4) ก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ผลการศึกษา พบว่า มิติที่ได้รับการพัฒนามากที่สุด คือ มิติด้านความรู้ (Knowledge) จำนวน 10 รายการ (ร้อยละ 38.46) รองลงมา คือ มิติด้านทักษะ (Skill) มี 9 รายการ (ร้อยละ 34.62) ส่วนมิติด้านเจตคติ (Attitude) มี 7 รายการ (ร้อยละ 26.92) เป็นมิติที่มีการพัฒนาในระดับน้อยที่สุด ผลลัพธ์นี้แสดงให้เห็นโอกาสในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งสร้างความตระหนักรู้ ตลอดจนส่งเสริมให้ผู้เรียนปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืนมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ

เกมมิฟิเคชัน, การศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์, หอสมุดสีเขียว, สำนักงานสีเขียว

Abstract

This study aims to analyze and synthesize gamification components within the Outcome-Based Education (OBE) framework. The objectives are: (1) to examine gamification components that integrate expected learning outcomes aligned with the KSA (Knowledge, Skills, Attitudes) competency framework in environmental education; (2) to design and develop a prototype system applying game mechanics to promote environmental knowledge; and (3) to assess technical efficiency and evaluate structural validity of the prototype system in reflecting learning outcomes. The methodology involved analyzing learning outcomes and determining game mechanics aligned with four content topics: electrical energy conservation, water and resource management, waste management and circular economy, and greenhouse gases and climate change. The findings revealed that Knowledge was the most developed dimension with 10 items (38.46%), followed by Skills with 9 items (34.62%), while Attitudes comprising 7 items (26.92%) was the least developed dimension. These results highlight opportunities for developing learning activities aimed at fostering environmental awareness and promoting sustainable pro-environmental behavior change among learners.

Keywords

Gamification, Outcome-Based Education, Green Library, Green Office

บทนำ (Introduction)

แนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (Outcome-Based Education: OBE) เป็นแนวทางการจัดการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ผู้เรียนควรบรรลุเป้าหมายเป็นหลัก โดยมุ่งพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนให้บรรลุผลลัพธ์ที่กำหนดไว้อย่างชัดเจน แนวคิดนี้เพิ่มโอกาสในการเรียนรู้โดยผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้แนะนำ ฝึกอบรม และให้คำปรึกษา เพื่อให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองจนบรรลุผลลัพธ์การเรียนรู้ตามที่กำหนดได้ แนวคิด OBE พัฒนาโดย William G. Spady นักวิชาการและนักจิตวิทยาทางการศึกษา ใน ค.ศ. 1994 โดยเน้นการออกแบบการเรียนการสอนย้อนกลับ (Backward Design) จากผลลัพธ์ที่คาดหวัง (Spady, 1994)

ผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 มีความสนใจรูปแบบการเรียนรู้และความต้องการที่แตกต่างจากอดีต เพราะเทคโนโลยีที่เข้ามามีอิทธิพลต่อการดำเนินชีวิต ผู้เรียนจึงมีความคุ้นเคยกับการใช้เทคโนโลยี และมีความคาดหวังต่อการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความสนุกสนาน และการมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ดังนั้น เกมมิฟิเคชัน (Gamification) จึงได้รับความนิยมมากขึ้น ในฐานะแนวทางการจัดการเรียนรู้ โดยประยุกต์ใช้แนวคิดและกลไกของเกมในบริบทที่ไม่ใช่เกม เพื่อเสริมสร้างแรงจูงใจ กระตุ้นการมีส่วนร่วม และส่งเสริมปฏิสัมพันธ์ในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (ดวงดาว รุ่งเจริญเกียรติ, 2566)

ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ฯ เป็นห้องสมุดในสังกัดหอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล ให้บริการสนับสนุนการเรียนการสอนและวิจัย เป็นแหล่งเรียนรู้เฉพาะทางด้านสิ่งแวดล้อม ตามนโยบาย “Mahidol Eco University and Sustainability Policy” ในการสนับสนุนการดำเนินงานเพื่อขับเคลื่อนมหาวิทยาลัยสู่ความเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ โดยการดำเนินงานตามมาตรฐานสำนักงานสีเขียว (Green Office) มาตรฐานห้องสมุดสีเขียว (Green Library) ให้มีความสำคัญกับการจัดการทรัพยากรสารสนเทศอย่างคุ้มค่า เพื่อสร้างสภาพแวดล้อมที่ดีให้แก่ผู้ใช้บริการ สร้างจิตสำนึกด้านสิ่งแวดล้อมผ่านบริการวิชาการ เพื่อปลูกฝังความตระหนักด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะทางวิชาการ

รูปแบบการจัดการเรียนรู้และการให้บริการสารสนเทศแบบเดิม มีข้อจำกัดในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน เนื่องจากมีเนื้อหาหนักเกินไปและขาดความน่าสนใจ (Wee & Choong, 2019) ส่งผลให้การสร้างความรู้และความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไม่สัมฤทธิ์ผล แม้ผู้เรียนจะมีความสนใจ แต่ขาดแรงจูงใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง และการนำไปปฏิบัติในชีวิตประจำวัน นอกจากนี้ การวัดและประเมินผลแบบเดิมที่เน้นปริมาณเนื้อหา (Content-Based) มากกว่าสมรรถนะ (Competency-Based) ไม่อาจสะท้อนทัศนคติและพฤติกรรมความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมได้อย่างเป็นรูปธรรม ผู้วิจัยจึงนำกรอบแนวคิดการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์ (Outcome-Based Education: OBE) มาประยุกต์ใช้เป็นฐานในการออกแบบนวัตกรรม เพื่อกำหนดเป้าหมายการเรียนรู้ที่ชัดเจนและวัดผลสัมฤทธิ์ได้อย่างเป็นระบบ

การวิจัยนี้มุ่งพัฒนานวัตกรรม “เกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์” โดยบูรณาการกลไกของเกมบัตรคำ เกมจำลองสถานการณ์ และเกมกลยุทธ์ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall (Syamsiyah & Ma'rifatulloh, 2023) ร่วมกับทฤษฎีแรงจูงใจ Self-Determination Theory (SDT) สอดคล้องกับ Aguilar-Cruz and Olaya-Marin (2025) ว่าเกมมิฟิเคชันช่วยเปลี่ยนเนื้อหาที่ซับซ้อนให้น่าสนใจ กระตุ้นการมีส่วนร่วมอย่างตื่นตัว (Active Engagement) ผลการศึกษาของ Miao et al. (2022) ยังยืนยันศักยภาพของเกมว่าเปลี่ยนพฤติกรรมได้

วัตถุประสงค์ (Objective)

1. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ตามกรอบสมรรถนะ (KSA)
2. เพื่อพัฒนาเกมต้นแบบด้านสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชัน
3. เพื่อดำเนินการตรวจสอบการทำงานของเกมด้วย การทดสอบเชิงหน้าที่ (Functional Testing) เพื่อประเมินความถูกต้องของการทำงานตามการออกแบบ และเตรียมความพร้อมสำหรับการนำไปใช้งาน

นิยามศัพท์

การจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (Outcome-Based Education) คือ แนวทางการศึกษาที่เน้นการออกแบบ การเรียนการสอนโดยกำหนดผลลัพธ์การเรียนรู้ หรือสมรรถนะเป้าหมายของผู้เรียนอย่างชัดเจน และมุ่งให้ผู้เรียนแสดงผลลัพธ์นั้นได้ โดยการวัดความสำเร็จจากสิ่งที่ผู้เรียนสามารถทำได้จริง นอกเหนือจากการเรียนครบเนื้อหาหรือเวลาเรียน

เกมมิฟิเคชัน (Gamification) คือ กระบวนการในการนำเอาองค์ประกอบ กลไก และหลักการออกแบบเกม (Game Design Elements) มาประยุกต์ใช้ในบริบทที่ไม่ใช่เกม มีเป้าหมายหลัก คือ การกระตุ้นแรงจูงใจ เพิ่มการมีส่วนร่วม และผลักดันให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม หรือการบรรลุเป้าหมายที่ต้องการในหัวข้อการเรียนรู้

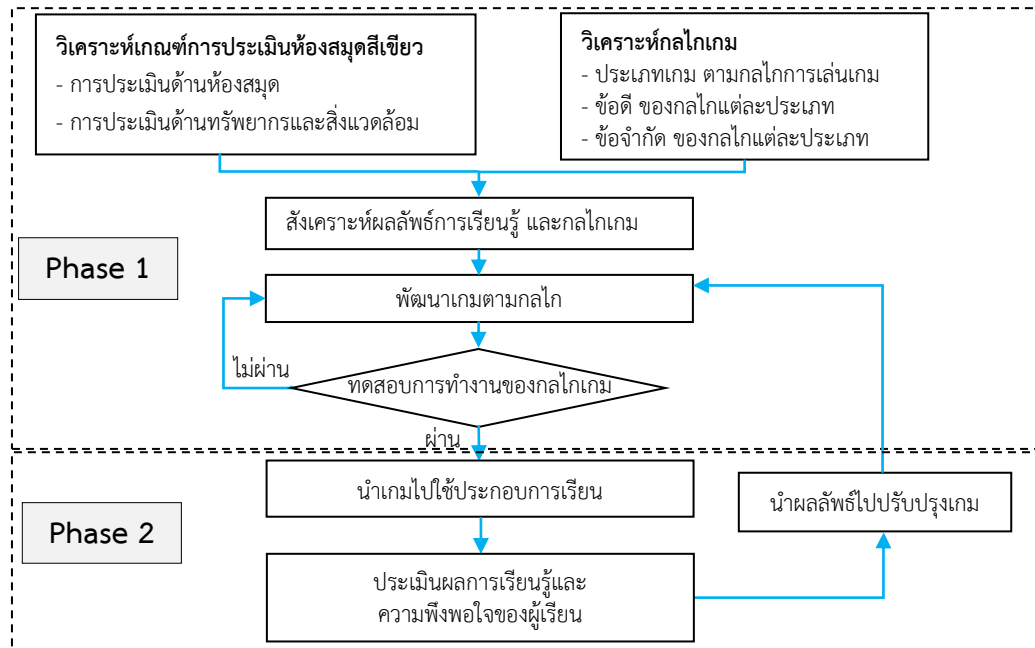
ห้องสมุดสีเขียว (Green Library) คือ ห้องสมุดที่ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ทรัพยากร สิ่งแวดล้อม โดยมุ่งเน้นการสร้างความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อมให้แก่บุคลากร ผู้รับบริการ และผู้มีส่วนเกี่ยวข้องควบคู่ไปกับการบริหารจัดการองค์กรที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สำนักงานสีเขียว (Green Office) คือ สำนักงานที่มีกระบวนการบริหารจัดการเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยส่งเสริมการใช้พลังงานและทรัพยากรอย่างรู้คุณค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด มีระบบจัดการของเสียอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนเลือกใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อขับเคลื่อนองค์กรสู่ความยั่งยืน

วิธีดำเนินการวิจัย (Methodology)

การวิจัยครั้งนี้ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development: R&D) ในการศึกษา ออกแบบ และพัฒนาเกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงาน 6 ขั้นตอน ได้แก่ (1) ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และบริบทที่เกี่ยวข้อง (R 1 = Research) (2) ออกแบบและสร้างต้นแบบ (D 1 = Development) (3) ตรวจสอบประสิทธิภาพกับกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก (R 2 = Research) (4) ปรับปรุง

ต้นแบบ (D 2 = Development) (5) ทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างภาคสนาม (R 3 = Research) และ (6) ได้นวัตกรรมที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดพร้อมสำหรับใช้งานจริง (ตามธรรม จินากุล, 2565) โดยการพัฒนาเกมต้นแบบในครั้งนี้ จะแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ระยะ คือ ในระยะที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ ออกแบบ และพัฒนาเกมการเรียนรู้ รวมถึงการตรวจสอบการทำงานของเกม (R1, D1) สำหรับระยะที่ 2 เป็นการนำเกมที่พัฒนาแล้วไปใช้กับกลุ่มผู้เรียน เพื่อติดตามผลการเรียนรู้ และนำไปปรับปรุงเกม (R2, D2, R3) ซึ่งงานวิจัยนี้เสนอผลการดำเนินงานในระยะที่ 1 (Phase 1) เท่านั้น



ภาพที่ 1 วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยในระยะนี้เป็นการศึกษา สังเคราะห์องค์ประกอบ และพัฒนาเครื่องมือต้นแบบเกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ (OBE) โดยกำหนดเนื้อหาตามกรอบสมรรถนะ KSA คือ ความรู้ (Knowledge) ทักษะ (Skills) และเจตคติ (Attitudes) ในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม จากเกณฑ์การประเมินห้องสมุดสีเขียว พ.ศ. 2566 ของสมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี และกำหนดขอบเขตด้านเครื่องมือและนวัตกรรม โดยศึกษาโครงสร้างการเชื่อมโยงและคัดเลือกกลไกเกม (Game Mechanics) ที่สอดคล้องเหมาะสม เพื่อออกแบบและสร้างเป็นเกมต้นแบบ ที่มีความพร้อมเชิงเทคนิคและโครงสร้างสำหรับการนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพในลำดับต่อไป

การพัฒนาเกมในงานวิจัยนี้ ดำเนินการตามกระบวนการพัฒนาระบบ (System Development Life Cycle: SDLC) มี 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การค้นหาปัญหา (Problem Recognition) จากการเรียนรู้แบบดั้งเดิมมีข้อจำกัดในการกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน มีเนื้อหาหนักและขาดความน่าสนใจ ส่งผลให้กระบวนการสร้างความตระหนักด้านสิ่งแวดล้อมและการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไม่สัมฤทธิ์ผล จึงนำแนวคิดการพัฒนาเกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์นี้
2. การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study) ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรอบแนวคิด OBE กลไกของเกม ทฤษฎีแรงจูงใจ และมาตรฐานด้านสีเขียว รวมถึงศึกษาประเภทของเกมตามกลไกการเล่นเพื่อประเมินความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้

3. การวิเคราะห์ (Analysis) ผู้วิจัยวิเคราะห์เกณฑ์มาตรฐานห้องสมุดสีเขียว พ.ศ. 2566 และมาตรฐานสำนักงานสีเขียว พ.ศ. 2568 เพื่อสังเคราะห์เป็นผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมใน 4 หัวข้อ ได้แก่ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า การบริหารจัดการน้ำและทรัพยากร การจัดการขยะและเศรษฐกิจหมุนเวียน และก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ควบคู่กับการวิเคราะห์กลไกเกมแต่ละประเภทเพื่อจับคู่กับกรอบสมรรถนะ KSA

4. การออกแบบ (Design) ผู้วิจัยออกแบบสถาปัตยกรรมและประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI) โดยบูรณาการกรอบสมรรถนะ KSA เข้ากับทฤษฎีแรงจูงใจและกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall รวมถึงออกแบบองค์ประกอบเกม ได้แก่ ระบบคะแนน กระดานผู้นำ ภารกิจ รางวัล และการเล่าเรื่อง เพื่อสร้างแรงจูงใจและส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

5. การพัฒนาและทดสอบ (Development & Testing) ผู้วิจัยพัฒนาเกมต้นแบบ จำนวน 6 เกม โดยใช้กลไกของเกม 3 รูปแบบ คือ เกมบัตรคำ (Flashcard) เกมจำลองสถานการณ์ (Simulation) และเกมกลยุทธ์ (Strategy) จากนั้นทดสอบการทำงานเชิงหน้าที่ ตามรายการตรวจสอบ (Checklist) เพื่อประเมินความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องของกลไกทุกส่วนในเกม

6. การติดตั้งและนำไปใช้งาน (Implementation) ผู้วิจัยเตรียมนำเกมที่ผ่านการตรวจสอบแล้วไปใช้ประกอบการเรียนการสอนจริงกับกลุ่มผู้เรียน เพื่อประเมินผลการเรียนรู้และความพึงพอใจ ซึ่งเป็นแผนดำเนินงานในระยะที่ 2 ของงานวิจัย

7. การบำรุงรักษา (System Maintenance) ผู้วิจัยวางแผนติดตามผลการใช้งาน นำผลลัพธ์จากการประเมินและข้อเสนอแนะของผู้เรียนไปปรับปรุงเกม โดยเฉพาะการพัฒนากิจกรรมเพื่อยกระดับมิติด้านเจตคติ (Attitude) ซึ่งมีสัดส่วนน้อยที่สุดในกรอบสมรรถนะ KSA ให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้นต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินงานและการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การวิเคราะห์

1.1 เกณฑ์การประเมินห้องสมุดสีเขียว พ.ศ. 2566 ของสมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (ชมรมห้องสมุดสีเขียว, 2566) ประกอบด้วย

- การประเมินด้านห้องสมุด ใช้เกณฑ์การประเมินของชมรมห้องสมุดสีเขียว

- การประเมินด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม ใช้เกณฑ์มาตรฐานสำนักงานสีเขียว พ.ศ. 2568 ของกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

1.2 องค์ประกอบของเกม ได้แก่ ประเภทเกมที่แบ่งตามกลไกการเล่น เกม ข้อดีและข้อจำกัดของเกมแต่ละประเภท และองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน

2. สังเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้และกลไกเกม

2.1 ศึกษาเนื้อหาเกณฑ์การประเมินห้องสมุดสีเขียว สังเคราะห์ออกมาเป็นผลลัพธ์การเรียนรู้

2.2 เลือกประเภทและประยุกต์ใช้กลไกเกม ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาสมรรถนะตามผลลัพธ์การเรียนรู้ที่มุ่งหวัง

3. พัฒนาเกมต้นแบบตามกลไก

3.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมและประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI Design) เน้นความทันสมัยและการใช้งานที่ตอบสนองความต้องการและพฤติกรรม

3.2 การออกแบบระบบ ยึดตามกรอบสมรรถนะ KSA โดยบูรณาการร่วมกับทฤษฎีแรงจูงใจในการกำหนดตนเอง และกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall เพื่อส่งเสริมความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

3.3 การพัฒนาเนื้อหาตามกรอบ OBE สร้างชุดบัตรคำ ข้อคำถาม เนื้อหาของสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

3.4 การพัฒนาทางเทคนิค พัฒนาระบบเกมให้ครอบคลุมระบบสมาชิก กลไกเกม และระบบแสดงความก้าวหน้า

4. ทดสอบการทำงานของกลไกเกม โดยการทดสอบเชิงหน้าที่ เป็นกระบวนการตรวจสอบการทำงานของระบบเกมตามข้อกำหนดและฟังก์ชันที่ได้ออกแบบไว้ โดยดำเนินการตรวจสอบตามรายการตรวจสอบ (Checklist) เพื่อประเมินความถูกต้อง ความครบถ้วน และความสอดคล้องของการทำงานในแต่ละส่วนของเกม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบวิเคราะห์เนื้อหา เกี่ยวกับแนวคิด OBE สมรรถนะด้านสิ่งแวดล้อม จัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft Word ในรูปแบบตาราง โดยมีข้อมูล คือ หัวข้อ เกณฑ์การประเมิน รายละเอียดของเกณฑ์ และแหล่งที่มาของข้อมูล
2. แบบการออกแบบเกม ใช้บันทึกรายละเอียด กลไกเกม และความเชื่อมโยงกับผลลัพธ์การเรียนรู้ จัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft Word ในรูปแบบตาราง โดยมีข้อมูล ดังนี้ ประเภทเกม คำอธิบายกลไกของเกม ข้อดีและข้อจำกัด ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง ความสอดคล้องกับกรอบสมรรถนะ KSA
3. แบบบันทึกการทดสอบเชิงหน้าที่จัดทำด้วยโปรแกรม Microsoft Excel โดยมีข้อมูล ดังนี้ ประเด็นการทดสอบ รายการตรวจสอบ และสถานะการทดสอบ

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย (Result and Discussion)

1. องค์ประกอบของเกมมีพิเคชั่นที่สอดคล้องกับการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์ตามกรอบสมรรถนะ (KSA) ประกอบด้วย การสังเคราะห์ใน 4 ประเด็น ดังนี้

1.1 การสังเคราะห์เกณฑ์มาตรฐานห้องสมุดสีเขียว พ.ศ. 2566 สรุปได้ 4 ด้าน คือ (1) การอนุรักษ์ไฟฟ้า (2) การจัดการน้ำและทรัพยากร (3) การจัดการขยะและเศรษฐกิจหมุนเวียน และ (4) ก๊าซเรือนกระจกและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาผลลัพธ์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม (Behavioral Learning Outcomes) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์ความเชื่อมโยงผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมตามเกณฑ์การประเมินที่เกี่ยวข้อง

ที่	หัวข้อ	เกณฑ์การประเมิน	รายละเอียด	Green Library	Green Office
1	พลังงานและการประหยัดไฟฟ้า	ส่งเสริมการเรียนรู้การประหยัดไฟฟ้า และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้	มีความรู้และความตระหนักในการใช้ไฟฟ้า การเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดไฟฟ้า การใช้พลังงานทดแทน	✓	✓
2	การอนุรักษ์น้ำและทรัพยากร	ส่งเสริมการเรียนรู้ด้านการประหยัดน้ำ และการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	มีความรู้ความเข้าใจการประหยัดน้ำและการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า	✓	✓
3	การจัดการขยะ/ของเสีย	ส่งเสริมการเรียนรู้ การคัดแยกและใช้ประโยชน์จากขยะหรือวัสดุเหลือใช้ การจัดการของเสียและมลพิษ	ใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ การจัดการขยะอย่างยั่งยืน และเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy)	✓	✓
4	ก๊าซเรือนกระจก/การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	ส่งเสริมการเรียนรู้ ก๊าซเรือนกระจก และการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ	มีความรู้ความเข้าใจการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เป็นต้น	✓	✓

1.2 การสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับประเภทของเกมตามกลไกเกม การศึกษาของ Neendoor (2025) เรื่อง Your Complete Guide to Game-Based Learning and Its Scope in Education แบ่งประเภทของกลไกเกมเพื่อการเรียนรู้ได้ 4 กลุ่ม คือ (1) เกมเนื้อเรื่อง (2) เกมไขปริศนาห้องหลบหนี (3) เกมเชิงโต้ตอบแบบออนไลน์ และ (4) เกมสวมบทบาทจำลองสถานการณ์ และการศึกษาของ Dimitra et al. (2020) จำแนกประเภทเกมตามกลไกการเล่นออกเป็น 7 ประเภท ได้แก่ (1) เกมประเภทบัตรคำ (2) เกมความจำ (3) เกมจำลองสถานการณ์ (4) เกมเชิงโต้ตอบ (5) เกมตอบคำถามหรือเกมปริศนา (6) เกมกลยุทธ์ (7) เกมโลกเสมือนจริง พร้อมทั้งเปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของกลไกเกมแต่ละประเภท

ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์หลักการออกแบบเกม บูรณาการทฤษฎี การกำหนดตนเองและกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall ที่มุ่งเน้นการนำข้อมูลมาใช้ เข้ากับกลไกเกม ที่เน้นความสอดคล้องเชิงระบบ (Constructive Alignment) ระหว่างวัตถุประสงค์ กิจกรรม และการประเมินผล จากการศึกษา ผู้วิจัยจึงจัดหมวดหมู่เกม 7 ประเภท ของ Dimitra et al. (2020) กลไกหลักของเกม มุ่งเน้นการสร้างแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียน ส่วนเกมมิฟิเคชัน คือ การประยุกต์ใช้กลไกของเกม เช่น การให้คะแนน การแข่งขัน เพื่อแก้ปัญหาหรือส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงประเภทเกมจำแนกตามกลไกเกม

ที่	ประเภทเกม	กลไก/คำอธิบาย	ข้อดี	ข้อจำกัด
1	เกมประเภทบัตรคำ (Flashcard Type Games) เกมความจำ (Memory Games)	เน้นพฤติกรรมกรรมการจำ, ค้นหา, หรือเชื่อมโยงข้อมูล เช่น Flip Card /Card Matching, Memory Sequence	- การเรียนรู้เฉพาะบุคคล: ฝึกฝนและมุ่งเน้นตามความต้องการของตนเอง - เพิ่มประสิทธิภาพด้านความจำ: ช่วยเสริมสร้างการจำและความจำระยะสั้น - ต้นทุนต่ำ: ประดิษฐ์เองได้ เช่น กระดาษ (Mahdi Mutar, 2024)	- ไม่เหมาะกับทักษะที่ซับซ้อน: ไม่เหมาะสำหรับการสอนแนวคิดที่ซับซ้อน หรือทักษะที่ต้องใช้การลงมือปฏิบัติเชิงลึก - เน้นการท่องจำ: เสริมความจำมากกว่าความเข้าใจเชิงวิเคราะห์ (Mahdi Mutar, 2024)
2	เกมจำลองสถานการณ์ (Simulation Games)	การตัดสินใจ/รับบทบาทในสถานการณ์จำลอง (Role-Play, Scenario Simulation, Virtual Lab)	- สภาพแวดล้อมที่ปลอดภัย: ทดลองและเสี่ยงโดยไม่ผลกระทบในโลกจริง (เช่น การทดลองเคมี การผ่าตัด) - การนำไปใช้จริง: เห็นความสัมพันธ์ของเหตุและผลในชีวิตจริง (Mikrouli et al., 2015)	- ความท้าทายในการประเมิน: การวัดผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ซับซ้อน (เช่น ทักษะการบริหารจัดการ) อาจทำได้ยาก - ทรัพยากรสูง: การพัฒนา/บำรุงรักษาซอฟต์แวร์จำลองใช้ทุนและเวลามาก (Mikrouli et al., 2015)
3	เกมเชิงโต้ตอบ (Interactives)	เน้นการโต้ตอบที่มีการวัดผลและมีส่วนร่วมของผู้เรียน ทั้งรูปแบบการแข่งขัน (Leaderboard, PvP Quiz), การร่วมมือ การโต้ตอบกับสื่อดิจิทัล/กายภาพ	- ส่งเสริมทักษะทางสังคม: มีการโต้ตอบ ช่วยฝึกการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม และการแก้ไขความขัดแย้ง - ความยืดหยุ่นในการปรับใช้: ปรับให้เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนรู้และระดับความสามารถที่แตกต่างกันของผู้เรียนได้ดี (Bigdeli & Kaufman, 2017)	- ความเหลื่อมล้ำทางดิจิทัล: ผู้เรียนบางคนอาจขาดความพร้อมด้านอุปกรณ์หรือความรู้ดิจิทัลในการเข้าถึงสื่อแบบโต้ตอบ (Bigdeli & Kaufman, 2017)
4	เกมตอบคำถาม (Quiz Games)	เทคนิคที่ใช้การตอบคำถามเป็นหลัก เช่น Multiple Choice, Speed Quiz, Elimination Quiz	- การมีส่วนร่วมสูง: ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าร่วมกิจกรรมอย่างกระตือรือร้น - เหมาะสำหรับประเมินความรู้พื้นฐาน: ใช้เป็นเครื่องมือประเมินความรู้ความเข้าใจพื้นฐานได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (Özdemir & Seçkin, 2024)	- เน้นความเร็วมากกว่าความเข้าใจ: การจำกัดเวลาหรือการเน้นที่ความเร็วในการตอบ อาจทำให้ผู้เรียนมุ่งเน้นไปที่การเดาคำตอบแทนการคิดวิเคราะห์อย่างรอบคอบ (Özdemir & Seçkin, 2024)
5	เกมปริศนา (Puzzles)	เน้นการคิด วิเคราะห์ แก้ไข (Jigsaw, Logic Puzzle, Maze) การใช้คำและตัวอักษรเป็นโจทย์ (Word Scramble, Crossword, Hangman)	- พัฒนาการคิดเชิงตรรกะ: ฝึกการแก้ปัญหามาตรฐานขั้นตอน พัฒนาทักษะการวางแผนและการใช้เหตุผลเชิงตรรกะ - เสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์: กระตุ้นให้ผู้เรียนหาวิธีแก้ปัญหาและมุมมองที่หลากหลาย (Strukova et al., 2025)	- ใช้เวลานานเกินไป: ปริศนาที่ซับซ้อนอาจใช้เวลานานในการแก้ไข - ระดับความยากของปริศนา: หากปริศนายากเกินไป อาจทำให้ผู้เรียนท้อแท้และสูญเสียแรงจูงใจในการเรียนรู้ (Strukova et al., 2025)

ที่	ประเภทเกม	กลไก/คำอธิบาย	ข้อดี	ข้อจำกัด
6	เกมกลยุทธ์ (Strategy Games)	ใช้การวางแผน, การจัดการ, การตัดสินใจเชิงลำดับขั้นตอน, หรือการวางกลยุทธ์ในการเคลื่อนที่/สะสมทรัพยากรเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย	- การบูรณาการความรู้: ผู้เรียนต้องใช้ความรู้และทักษะหลายด้านพร้อมกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของเกม - พัฒนาการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์: ช่วยเสริมทักษะการมองภาพรวม การวางแผนเชิงพื้นที่ และการคาดการณ์ผลลัพธ์ในอนาคต (Olayvar, 2023)	- ความเสี่ยงในการหมกมุ่น: เกมที่ซับซ้อนและมีความน่าสนใจสูง อาจนำไปสู่การหมกมุ่นและใช้เวลาหน้าจอนานเกินไป - การนำไปใช้ในหลักสูตร: เกมบางเกมอาจมีเนื้อหาที่ยากที่จะเชื่อมโยงเข้ากับหลักสูตรการเรียนรู้ในชั้นเรียนได้โดยตรง (Olayvar, 2023)
7	เกมโลกเสมือนจริง (Reality Testing Games) (VR Games)	ให้ผู้เรียน มองเห็นและโต้ตอบกับโลกเสมือนจริงที่จินตนาการขึ้นหรือเป็นของจริง	- การเรียนรู้แบบสมจริง: การเรียนรู้ในโลกเสมือนจริงช่วยเพิ่มความเข้าใจในเนื้อหา - การลงมือปฏิบัติอย่างกระตือรือร้น: ผู้เรียนมีส่วนร่วมโดยตรงกับเนื้อหา ทำให้การเรียนรู้เป็นเหตุการณ์เชิงโต้ตอบ (Luaran et al., 2025)	- ต้นทุนสูง: งบประมาณสูงในการจัดซื้ออุปกรณ์ และซอฟต์แวร์ - ปัญหาทางเทคนิคและร่างกาย: อาจเกิดปัญหาทางเทคนิคหรือเวียนศีรษะจากการเคลื่อนไหว (Motion Sickness) กับผู้เรียนบางคน (Luaran et al., 2025)

1.3 การสังเคราะห์วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง จำแนกองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันได้ ดังนี้

Zainuddin et al. (2020) ศึกษาการใช้เกมมิฟิเคชันในหลายแพลตฟอร์ม พบว่า องค์ประกอบพื้นฐานที่ปรากฏร่วมกันในทุกแพลตฟอร์ม ได้แก่ คะแนน (Points) และกระดานผู้นำ (Leaderboards) นอกจากนี้ ยังพบองค์ประกอบเพิ่มเติมที่แตกต่างกันตามแพลตฟอร์ม ได้แก่ การแข่งขันเชิงสัญลักษณ์ (SpaceRace) การใช้ตัวแทนผู้เล่น (Avatars) ดนตรีประกอบ (Music) และมีม (Memes) เพื่อสร้างบรรยากาศที่สนุกสนาน ตลอดจนการใช้ตราสัญลักษณ์ (Badges) และประกาศนียบัตร (Certificates) เพื่อรับรองความสำเร็จของผู้เรียน

เกษกานดา สุวรรณ์ (2565) ศึกษาองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชันในบริบทวิชาวิทยาศาสตร์ พบว่า โครงสร้างหลัก ได้แก่ คะแนน ตราสัญลักษณ์ (Badges) และกระดานผู้นำ หรือโครงสร้าง PBL ทำหน้าที่กระตุ้นแรงจูงใจทั้งภายในและภายนอก แบ่งระดับเนื้อหา (Levels) เพื่อสร้างความรู้สึกรู้ว่าก้าวหน้า ระบบการตอบสนอง (Feedback) เพื่อให้ผู้เรียนประเมินตนเองได้ทันที และการออกแบบความท้าทาย (Challenges) เพื่อส่งเสริมความมุ่งมั่นในการเรียนรู้

Jaskari and Syrjälä (2023) กล่าวถึงความสัมพันธ์ขององค์ประกอบหลักของเกมมิฟิเคชัน ได้แก่ การเล่าเรื่อง (Storytelling) ทำหน้าที่เป็นบริบทขับเคลื่อนระบบเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของเหตุการณ์ การมีเรื่องราวที่น่าสนใจจะช่วยเชื่อมโยงองค์ประกอบอื่น ได้แก่ เป้าหมาย (Clear Goals) และรางวัลและความสำเร็จ (Rewards & Achievement) ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการแก้ปัญหาภายใต้ข้อจำกัด

ในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงได้สังเคราะห์องค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน คือ (1) คะแนนและกระดานผู้นำ (2) ภารกิจ (3) รางวัล (4) การแข่งขันทางสังคม (Social Competition) และ (5) การเล่าเรื่อง ซึ่งเป็นองค์ประกอบเสริมที่มุ่งเน้นความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์การเรียนรู้และการมีส่วนร่วมของผู้เรียน เพื่อสร้างแรงจูงใจส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียน

1.4 การสังเคราะห์เนื้อหาของหลักสูตร และรูปแบบการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาเป็นผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcome) ที่มีลักษณะเฉพาะเจาะจง วัดและประเมินได้ และสะท้อนพฤติกรรมที่แสดงออกของผู้เรียนได้เป็นรูปธรรม โดยใช้กรอบสมรรถนะ KSA จำนวน 12 ข้อ ดังนี้ (1) ผู้เรียนระบุแหล่งพลังงานทดแทน (2) ผู้เรียนประยุกต์ใช้มาตรการและเทคนิคในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านได้ (3) ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของพลังงานไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าอย่างรู้คุณค่า (4) ผู้เรียนระบุกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่สิ้นเปลืองน้ำในชีวิตประจำวันได้ (5) ผู้เรียนประยุกต์ใช้มาตรการและเทคนิคในการลดการใช้น้ำได้ (6) ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรน้ำและการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า (7) ผู้เรียนจำแนกประเภทขยะและวัสดุเหลือใช้ลงในภาชนะที่เหมาะสมตามมาตรฐานสากลได้ถูกต้อง (8) ผู้เรียนประยุกต์ใช้แนวคิด Upcycling เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่ม

จากวัสดุเหลือใช้แทนการทิ้งเป็นขยะ (9) ผู้เรียนสนับสนุนแนวทางการลดขยะ (Reduce) และมีทัศนคติเชิงลบต่อพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง (10) ผู้เรียนเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (11) ผู้เรียนคำนวณปริมาณคาร์บอนส่วนบุคคล เลือกวิธีชดเชย (Offset) ที่เหมาะสมได้ และ (12) ผู้เรียนมุ่งมั่นลดภาวะโลกร้อนด้วยการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

“เกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์” ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้กลไกเกมเพื่อการศึกษา (Educational Game Mechanics) ที่เหมาะสำหรับการพัฒนาสมรรถนะของผู้เรียนในด้าน KSA ดังนี้

1) เกมประเภทบัตรคำ (Flashcard Type Games) ในรูปแบบการจับคู่ เพื่อส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall ในการจดจำและทำความเข้าใจเนื้อหา

2) เกมจำลองสถานการณ์ (Scenario Simulation) เพื่อฝึกทักษะการแก้ปัญหาและการประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริงที่เกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า นวัตกรรมรู้คุณค่า มีความเข้าใจและตระหนักถึงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิ

3) เกมกลยุทธ์ (Strategy Games) ในรูปแบบการบริหารทรัพยากร (Resource Management) ร่วมกับเกมตอบคำถามแบบแข่งกับเวลา (Speed Quiz) เพื่อผู้เรียนเกิดความจำที่แม่นยำจากการดึงข้อมูลที่มีออกมาใช้ซ้ำ ๆ ส่งผลให้ตัดสินใจแยกขยะได้เร็วยิ่งขึ้นในชีวิตจริง และเป็นการบูรณาการความรู้เรื่องประเภทของขยะ ผลกระทบของขยะแต่ละประเภทต่อระบบนิเวศ กับทักษะการตัดสินใจภายใต้แรงกดดัน สร้างจิตสำนึกในการมีความรับผิดชอบต่อสังคม

4) บูรณาการกับระบบสิ่งจูงใจ (Incentive System) ได้แก่ ระบบคะแนน (Points) เหรียญตรา (Badges) และกระดานผู้นำ (Leaderboards) เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานทางจิตวิทยาตามทฤษฎีแรงจูงใจในการกำหนดตนเอง

ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้อง

จากผลการวิเคราะห์จำนวนมิติด้านสมรรถนะ KSA ที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนด พบว่า มิติที่ได้รับการพัฒนาและพบมากที่สุด คือ มิติด้านความรู้ ทั้งหมดจำนวน 10 รายการ (ร้อยละ 38.46) ของผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้งหมด แสดงถึงการมุ่งเน้นด้านการถ่ายทอดเนื้อหา ความเข้าใจ และข้อมูลพื้นฐานด้านพลังงาน น้ำ การจัดการขยะ และคาร์บอนฟุตพริ้นท์

รองลงมา คือ มิติด้านทักษะ พบจำนวน 9 รายการ (ร้อยละ 34.62) สะท้อนถึงการออกแบบที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหา และการประยุกต์ใช้ความรู้ผ่านกิจกรรมที่มีเป็นการจำลองสถานการณ์และการลงมือปฏิบัติจริง

ส่วน มิติด้านเจตคติ พบจำนวน 7 รายการ (ร้อยละ 26.92) เป็นมิติที่มีการพัฒนาในระดับน้อย แม้ว่า ยังอยู่ในระดับที่สอดคล้องกับภาพรวมของเนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อม แต่ผลลัพธ์ดังกล่าวชี้ให้เห็นโอกาสในการเพิ่มกิจกรรมที่มุ่งสร้างทัศนคติและการตระหนักรู้ ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความตั้งใจปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ตารางความสอดคล้องผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวังกับกรอบสมรรถนะ KSA

ที่	ผลลัพธ์การเรียนรู้ที่คาดหวัง	Knowledge	Skill	Attitude	ประเภทเกม
1	ผู้เรียนระบุแหล่งพลังงานทดแทนได้	1	1		Flashcard Type Games
2	ผู้เรียนประยุกต์ใช้มาตรการและเทคนิคการลดใช้ไฟฟ้าภายในบ้านได้	1	1	1	Simulation Games
3	ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของไฟฟ้าและการใช้ไฟฟ้าอย่างรู้คุณค่า			1	
4	ผู้เรียนระบุกิจกรรมหรือพฤติกรรมที่สิ้นเปลืองน้ำในชีวิตประจำวันได้	1	1		Simulation Games
5	ผู้เรียนประยุกต์ใช้มาตรการและเทคนิคในการลดการใช้น้ำได้	1	1	1	
6	ผู้เรียนตระหนักถึงคุณค่าของทรัพยากรน้ำและการใช้น้ำอย่างรู้คุณค่า			1	
7	ผู้เรียนจำแนกประเภทขยะได้ถูกต้อง	1	1		Strategy Games ร่วมกับ เกมตอบคำถามแบบแข่งกับเวลา
8	ผู้เรียนประยุกต์ใช้แนวคิด Upcycling ได้	1	1	1	
9	ผู้เรียนสนับสนุนแนวทางการลดขยะ (Reduce)	1	1	1	Flashcard type games
10	ผู้เรียนเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมได้	1			
11	ผู้เรียนคำนวณและประเมินปริมาณคาร์บอนส่วนบุคคล	1	1		
12	ผู้เรียนมุ่งมั่นปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	1	1	1	Simulation Games
	จำนวน (N = 26)	10	9	7	
	ร้อยละ	38.46	34.62	26.92	

เกมการเรียนรู้ในรูปแบบ “เกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์” ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเพื่อตอบสนองผลลัพธ์การเรียนรู้ทั้ง 12 ข้อ ประกอบด้วยเกม 6 เกม แบ่งเป็นเกมจับคู่ที่ใช้ข้อมูลจากการตัดคำ จำนวน 2 เกม เกมจำลองสถานการณ์ จำนวน 3 เกม และเกมกลยุทธ์การจัดการทรัพยากร จำนวน 1 เกม มีรายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ตารางแสดงรายละเอียดเกม

ที่	ประเภทเกม/ กลไก	ชื่อเกม	คำอธิบายเกม
1	Flashcard Type Games	Energy En-ner-joy	เกมจับคู่ที่ใช้ข้อมูลจากการตัดคำ ผู้เรียนต้องจับคู่ภาพที่แสดงแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่ถูกต้องให้ครบทุกคู่ ผู้เรียนชนะเมื่อจับคู่ครบทุกคู่โดยใช้จำนวนครั้งในการพลิกเลือกน้อยที่สุด
2	Simulation Games	Watt Watcher	เกมจำลองสถานการณ์ ผู้เรียนต้องเฝ้าระวังการใช้ไฟฟ้าของบ้าน จากมาตรวัด โดยใช้กลไกการปรับการใช้ไฟ เพื่อรักษาระดับค่าไฟสะสมให้อยู่ภายใต้งบประมาณจำกัด
3	Simulation Games	Water Wise	เกมจำลองสถานการณ์แข่งกับเวลา ผู้เรียนต้องทำภารกิจในชีวิตประจำวัน ทุกวินาทีที่ใช้น้ำจะถูกหักคะแนน ผู้เรียนต้องทำภารกิจให้สำเร็จโดยมีเปอร์เซ็นต์น้ำคงเหลือเยอะที่สุด
4	Strategy Games เกม ตอบคำถามแบบ แข่งกับเวลา (Speed Quiz)	Upcycle Evolution	เกมกลยุทธ์การจัดการทรัพยากรเพื่อเพิ่มมูลค่าของขยะ และเลิกใช้พลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง ผู้เรียนต้องเข้าสู่ มินิเกม Truck & Trash ภารกิจในการคัดแยกขยะ ควบคุมรถขยะแยกสี ให้เคลื่อนที่ไปรับขยะให้ตรงกับประเภทของขยะที่ตกลงมา ขยะที่แยกถูกต้อง จะถูกส่งไปยังคลังวัตถุดิบ Upcycle จึงเข้าสู่การนำขยะที่คัดแยกได้มาใช้เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ผู้เรียนที่เก็บขยะพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้งมา จะถูกหักคะแนนตามจำนวนพลาสติกที่เก็บมา
5	Flashcard Type Games	มิตร Green Thailand	เกมจับคู่ที่ใช้ข้อมูลจากการตัดคำ ต้องจับคู่ภาพผลาก/สัญลักษณ์ผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ถูกตัดให้ครบทุกคู่ ผู้เรียนชนะเมื่อจับคู่ครบทุกคู่โดยใช้จำนวนครั้งในการพลิกเลือกน้อยที่สุด
6	Simulation Games	Choice 2 Change: Net Zero Green Land	เกมจำลองสถานการณ์แบบทางเลือกสู่การไปท่องเที่ยว ต้องตัดสินใจเลือกทำกิจกรรมในแต่ละช่วงของการเดินทาง โดยทางเลือกแต่ละข้อจะมีค่าคะแนน ตามปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แตกต่างกัน เมื่อจบเกมระบบจะประมวลผลคะแนนรวมเพื่อจัดระดับผู้เรียนว่าบรรลุเป้าหมาย Net Zero Life ในระดับใด

2. พัฒนาเกมต้นแบบด้านสิ่งแวดล้อม โดยประยุกต์ใช้เกมมิฟิเคชัน

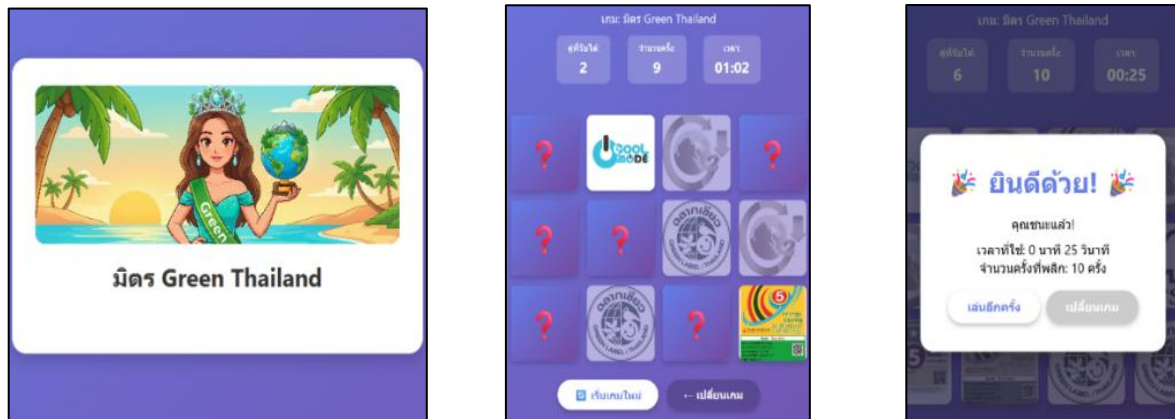
การออกแบบและพัฒนาเกมต้นแบบ (Prototype Design and Development) ดำเนินการสร้าง “เกมมิฟิเคชันตามแนวคิดการจัดการศึกษาที่มุ่งผลลัพธ์” ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมและประสบการณ์ผู้ใช้ (UX/UI Design) เน้นความทันสมัยและการใช้งานที่ตอบสนองความต้องการและพฤติกรรมของผู้เรียน

2.2 การพัฒนาเนื้อหาตามกรอบ OBE สร้างชุดบัตรคำ เนื้อหาของสถานการณ์จำลองที่สอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.3 การพัฒนาทางเทคนิคพัฒนาระบบเกมให้สมบูรณ์ คือ กลไกเกม และระบบแสดงผล

3. ดำเนินการตรวจสอบการทำงานของเกมด้วย การทดสอบเชิงหน้าที่ (Functional Testing) เพื่อประเมินความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานและการตอบสนองของระบบโดยใช้ตารางรายการตรวจสอบ ผลการตรวจสอบปรากฏ ดังนี้

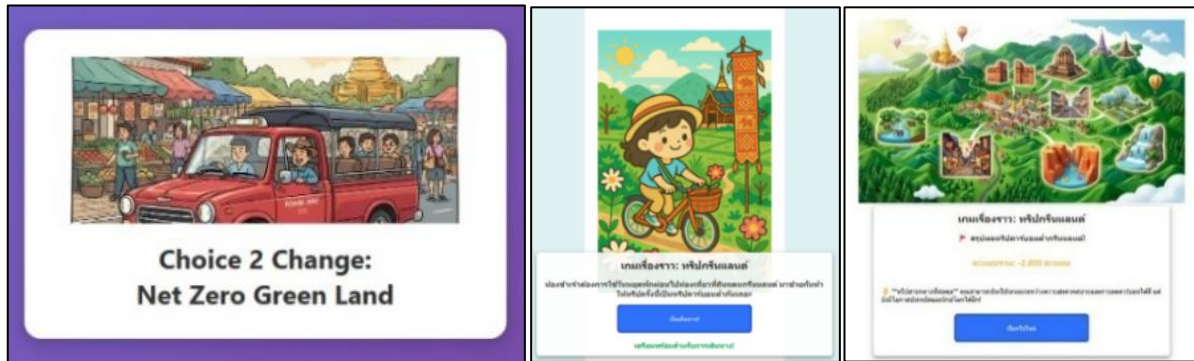


ภาพที่ 2 เกมมิตร Green Thailand

ผลการตรวจสอบการทำงานเชิงหน้าที่เกมมิตร Green Thailand พบว่า รายการทดสอบทั้ง 18 รายการ ประกอบด้วย การตรวจสอบการจัดการข้อมูลการ์ดภาพ, การทำงานของกลไกการจับคู่ การนับจำนวนครั้งในการเลือก ระบบจับเวลา การตัดสินผล และความพร้อมในการใช้งาน ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าเกมมีประสิทธิภาพเชิงหน้าที่ สมบูรณ์ พร้อมสำหรับการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในเรียนการสอนต่อไป

ตารางที่ 5 รายการตรวจสอบการทดสอบเชิงหน้าที่เกมมิตร Green Thailand

ลำดับ	ประเด็นการทดสอบ	รายการตรวจสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	การจัดการข้อมูลการ์ดภาพ	ระบบแสดงการ์ดภาพได้ครบถ้วน	✓	
2		การ์ดภาพแต่ละคู่มีความถูกต้อง	✓	
3		ตำแหน่งการ์ดภาพมีการสุ่มใหม่ทุกครั้งเมื่อเริ่มเกม	✓	
4		ไม่พบการ์ดภาพซ้ำหรือการ์ดผิดประเภทในระบบ	✓	
5	การทำงานของกลไกการจับคู่	ผู้เรียนเลือกพลิกการ์ดได้ครั้งละไม่เกิน 2 ใบ	✓	
6		ระบบตรวจสอบความถูกต้องของคู่การ์ดที่เลือกได้	✓	
7		เมื่อจับคู่ถูกต้อง การ์ดจะคงสถานะเปิดและเลือกซ้ำไม่ได้	✓	
8		เมื่อจับคู่ไม่ถูกต้อง การ์ดจะกลับสู่สถานะเดิม	✓	
9	การนับจำนวนครั้งในการเลือก	ระบบนับจำนวนครั้งในการพลิกเลือกการ์ดได้ถูกต้อง	✓	
10		จำนวนครั้งในการเลือกแสดงผลให้ผู้เรียนเห็นอย่างชัดเจน	✓	
11	ระบบจับเวลา	ระบบเริ่มจับเวลาอัตโนมัติเมื่อเริ่มเกม	✓	
12		เวลาในการเล่นแสดงผลอย่างต่อเนื่องและถูกต้อง	✓	
13		ระบบหยุดจับเวลาเมื่อผู้เรียนจับคู่ครบทุกคู่	✓	
14	การตัดสินผล	ระบบตรวจสอบการจับคู่ครบทุกคู่ได้ถูกต้อง	✓	
15		ระบบแสดงผลการชนะเมื่อผู้เรียนจับคู่ครบทุกคู่	✓	
16	ความพร้อมในการใช้งาน	ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อผิดพลาด	✓	
17		ระบบตอบสนองต่อการโต้ตอบของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม	✓	
18		เกมมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้จริง	✓	



ภาพที่ 3 เกม Choice 2 Change: Net Zero Green

ผลการตรวจสอบการทำงานเชิงหน้าที่เกม Choice 2 Change: Net Zero Green Land พบว่า รายการทดสอบ ทั้ง 12 รายการ ประกอบด้วย การตรวจสอบโครงสร้างสถานการณ์เกม การแสดงทางเลือก การตัดสินใจของผู้เรียน ระบบคะแนน การประมวลผลผลลัพธ์ และความพร้อมในการใช้งาน ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าเกมมีประสิทธิภาพเชิงหน้าที่ สมบูรณ์ พร้อมสำหรับการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนต่อไป

ตารางที่ 6 รายการตรวจสอบการทดสอบเชิงหน้าที่เกม Choice 2 Change: Net Zero Green Land

ลำดับ	ประเด็นการทดสอบ	รายการตรวจสอบ	ผ่าน	ไม่ผ่าน
1	โครงสร้างสถานการณ์เกม	ระบบแสดงสถานการณ์การเดินทางเป็นลำดับช่วงได้ครบถ้วนตามที่ออกแบบ	✓	
2		แต่ละช่วงของการเดินทางมีคำอธิบายสถานการณ์ที่ชัดเจนและอ่านง่าย	✓	
3	การแสดงทางเลือก	ระบบแสดงตัวเลือกกิจกรรมในแต่ละช่วงได้ครบถ้วน	✓	
4	การตัดสินใจของผู้เรียน	ผู้เรียนเลือกกิจกรรมได้เพียง 1 ทางเลือกต่อ 1 สถานการณ์	✓	
5		ระบบบันทึกการตัดสินใจของผู้เรียนได้ถูกต้องในแต่ละช่วง	✓	
6	ระบบคะแนน	ทางเลือกแต่ละข้อมีคะแนนถูกต้องตามที่กำหนด	✓	
7		ระบบคำนวณค่าคะแนนคาร์บอนของแต่ละทางเลือกได้ถูกต้อง	✓	
8		คะแนนสะสมถูกบันทึกถูกต้องครบถ้วน	✓	
9	การประมวลผลผลลัพธ์	ระบบประมวลผลคะแนนรวมเมื่อสิ้นสุดเกมได้ถูกต้อง	✓	
10		ระบบจัดระดับผลลัพธ์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้	✓	
11	ความพร้อมในการใช้งาน	ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่เกิดข้อผิดพลาด	✓	
12		ระบบตอบสนองต่อการโต้ตอบของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม	✓	

อภิปรายผลการวิจัย (Discussion)

การอภิปรายผลการวิจัยมุ่งเน้นการวิเคราะห์นัยสำคัญทางการศึกษา ที่ได้จากการพัฒนาการเรียนรู้ในรูปแบบ OBE-Based Gamification เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ด้านความยั่งยืนของผู้เรียน ซึ่งผลการศึกษาที่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การวิจัยและกรอบผลลัพธ์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้ สังเคราะห์ประเด็นสำคัญที่อธิบายกลไกความสำเร็จของนวัตกรรมดังกล่าว ได้ 3 ประเด็น ดังนี้

1. การลดช่องว่างระหว่างความรู้และการปฏิบัติ ผ่านกระบวนการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning) ผลการวิจัยพบว่า กลไกของเกมที่เสริมสร้างสมรรถนะด้านความรู้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall ตามแนวคิดของ Syamsiyah and Ma'rifatulloh (2023) ที่เสนอว่าประสิทธิภาพการเรียนรู้จะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อสมองถูกกระตุ้นให้ดึงข้อมูลออกมาใช้งานผ่านกระบวนการทางปัญญา ในบริบทของการจัดการเรียนรู้ การเรียนการสอนแบบบรรยายมักมีข้อจำกัดเรื่องช่องว่างระหว่างความรู้และการปฏิบัติ (Knowing-Doing Gap) ทั้งนี้ การพัฒนาการเรียนรู้ในรูปแบบ OBE-Based Gamification ได้เปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้แบบเดิม โดยประยุกต์ใช้กลไกเกมต่าง ๆ เช่น แบบทดสอบความเร็วแบบจำกัดเวลา บังคับให้ผู้เรียนต้องประมวลผลข้อมูลและตัดสินใจภายใต้ข้อจำกัดของเวลา กระบวนการทำซ้ำในสภาวะที่มีความท้าทายนี้

ช่วยตรวจสอบความถูกต้องขององค์ความรู้ และทำหน้าที่เปลี่ยนความจำระยะสั้น (Short-Term Memory) ให้กลายเป็นการจดจำระยะยาว (Long-Term Retention) ที่พร้อมนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์จริง สอดคล้องกับการศึกษาของ Jusas et al. (2022) ว่าเกมมิฟิเคชันช่วยเสริมสร้างการถ่ายทอดความรู้โดยการเชื่อมโยงแนวคิดทางทฤษฎีกับสถานการณ์ของความเป็นจริง องค์ประกอบที่เน้นการรู้คิดประกอบกับแนวคิดของเกมมิฟิเคชันมีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มผลลัพธ์ทางปัญญาของนักศึกษาทั้งในด้านความรู้ความเข้าใจและการประยุกต์ใช้จริง

2. การออกแบบระบบในส่วนที่มุ่งรองรับสมรรถนะด้านเจตคติตามกรอบ KSA อิงหลักการของทฤษฎีการกำหนดตนเอง (Self-Determination Theory: SDT) ซึ่ง Ryan and Deci (2000) เสนอว่าแรงจูงใจที่ยั่งยืนเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อความต้องการพื้นฐานทางจิตวิทยาสามประการได้รับการตอบสนองครบถ้วน ได้แก่ ความต้องการความสามารถ ความต้องการความสัมพันธ์ และความต้องการความเป็นอิสระ

ในด้านความต้องการความสามารถ (Competence) ระบบได้รับการออกแบบให้มีกลไกการให้ข้อมูลย้อนกลับแบบทันทีและระบบคะแนน เพื่อให้ผู้เรียนรับรู้สมรรถนะและความก้าวหน้าของตนเองได้อย่างต่อเนื่อง ซึ่ง Ryan and Deci (2000) ระบุว่าปัจจัยสำคัญในการเพิ่มพูนแรงจูงใจภายใน ในด้านความต้องการความสัมพันธ์ (Relatedness) กระดานผู้นำได้รับการออกแบบเพื่อสร้างบรรยากาศการแข่งขันเชิงสร้างสรรค์ที่กระตุ้นการเปรียบเทียบทางสังคมในเชิงบวก เสริมสร้างอัตลักษณ์ของผู้เรียนในฐานะสมาชิกชุมชนที่ใส่ใจสิ่งแวดล้อม และในด้านความต้องการความเป็นอิสระ (Autonomy) ระบบได้รับการออกแบบให้ผู้เรียนควบคุมทิศทางของเกมด้วยตนเอง เพื่อให้เกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของต่อการกระทำและผลลัพธ์

การออกแบบที่ตอบสนองความต้องการทั้ง 3 ประการอย่างบูรณาการกันนี้ มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นกระบวนการภายในที่เปลี่ยนแรงจูงใจภายนอกให้กลายเป็นแรงจูงใจภายในที่มีรากฐานจากค่านิยมส่วนบุคคล Li et al. (2024) อันเป็นเงื่อนไขเชิงออกแบบที่คาดหวังให้นำไปสู่ความรู้สึกเป็นเจ้าของต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมและความพร้อมในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม สอดคล้องกับเป้าหมายของการศึกษาเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน (Education for Sustainable Development: ESD)

3. ผลการทดสอบเชิงหน้าที่แสดงให้เห็นความสอดคล้องเชิงโครงสร้างของเกมทั้งสองชื่อตามกรอบแนวคิด OBE ได้แก่ เกมมิตร Green Thailand และเกม Choice 2 Change: Net Zero Green Land โดยรายการทดสอบทุกรายการผ่านเกณฑ์การประเมินครบถ้วน แสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพเชิงหน้าที่และมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการเรียนการสอนจริง ทั้งนี้ (1) เกมมิตร Green Thailand ผ่านการทดสอบทั้ง 18 รายการ ครอบคลุมกลไกการจัดการข้อมูลการรศภาพ การจับคู่ ระบบจับเวลา และการตัดสินผล กลไกดังกล่าวรองรับสมรรถนะด้านความรู้ในกรอบ KSA ผ่านกระบวนการจดจำและเชื่อมโยงแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม และ (2) เกม Choice 2 Change: Net Zero Green Land ผ่านการทดสอบทั้ง 12 รายการ ครอบคลุมโครงสร้างสถานการณ์ การแสดงทางเลือก ระบบคะแนน และการประมวลผลผลลัพธ์ กลไกการตัดสินใจที่สะท้อนค่าการบอรองรับสมรรถนะด้านทักษะและเจตคติ โดยผู้เรียนเผชิญการตัดสินใจในบริบทความยั่งยืนอย่างเป็นรูปธรรม

ระบบเกมทั้งสองทำหน้าที่เป็นเครื่องมือประเมินผลระหว่างเรียน (Formative Assessment) ที่ให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันที ผู้เรียนจึงกำกับการเรียนรู้ของตนเองและพัฒนาสมรรถนะได้อย่างต่อเนื่อง อันสอดคล้องกับหลักการจัดการศึกษาแบบมุ่งเน้นผลลัพธ์ที่ให้ความสำคัญกับการบรรลุสมรรถนะของผู้เรียนอย่างเป็นรูปธรรมมากกว่าการวัดผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการเพียงอย่างเดียว

สรุปผลการวิจัย (Conclusion)

การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการพัฒนาและประยุกต์ใช้นวัตกรรม “OBE-Based Gamification” เพื่อยกระดับการจัดการเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อม โดยบูรณาการกลไกเกมเข้ากับกรอบแนวคิดการศึกษาที่เน้นผลลัพธ์ (Outcome-Based Education) ผลการพัฒนา พบว่า การออกแบบระบบการเรียนรู้ที่มีความสอดคล้องเชิงระบบ ระหว่างวัตถุประสงค์

กิจกรรม และการวัดผล เปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้แบบเดิมให้มีความน่าสนใจและตอบสนองต่อผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยมหิดล ในการมุ่งสู่การเป็นมหาวิทยาลัยเชิงนิเวศ

ด้านองค์ประกอบของเกมมิฟิเคชัน ผู้วิจัย พบว่า การใช้สื่อ คะแนนและกระดานผู้นำ ภารกิจ รางวัล การแข่งขันทางสังคม และการเล่าเรื่อง ควบคู่กับกลไกเกมที่เลือก จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องกับผลลัพธ์การเรียนรู้ด้านสิ่งแวดล้อมตามกรอบสมรรถนะ KSA พบว่า ครบคลุมทั้ง 3 มิติ โดยด้านความรู้มีความสอดคล้องมากที่สุด ร้อยละ 38.46 รองลงมา คือ ด้านทักษะ ร้อยละ 34.62 และด้านเจตคติ ร้อยละ 26.92 ตามลำดับ ทั้งนี้ กลไกบัตรคำดิจิทัลและสถานการณ์จำลองทำหน้าที่เป็นเครื่องมือสำคัญในการกระตุ้นกระบวนการเรียนรู้เชิงรุกแบบ Active Recall ทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในเนื้อหาและประยุกต์ใช้องค์ความรู้ได้จริง อย่างไรก็ตาม มิติด้านเจตคติ ซึ่งมีสัดส่วนน้อยที่สุด ถือเป็นความท้าทายสำคัญที่ควรได้รับการพัฒนาในการวิจัยระยะต่อไป

ด้านการพัฒนาเกมต้นแบบ ผู้วิจัยได้พัฒนาเกม จำนวน 6 เกม ใน 3 รูปแบบตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่แตกต่างกัน ได้แก่ เกมแนวบัตรคำและการจับคู่เพื่อส่งเสริมการจดจำและสร้างความตระหนัก เกมจำลองสถานการณ์เพื่อฝึกทักษะการคำนวณและการแก้ปัญหา และเกมแนวกลยุทธ์เพื่อฝึกทักษะการจัดการและคัดแยกขยะ

ด้านการตรวจสอบการทำงาน พบว่า เกมต้นแบบทั้งหมดผ่านเกณฑ์การทดสอบเชิงหน้าที่ในทุกด้าน ทั้งระบบสมาชิก การสะสมคะแนน และการแสดงผลอันดับ รวมถึงกลไกภายในเกมสะท้อนผลลัพธ์การเรียนรู้ที่ตั้งไว้ได้จริง และมีความพร้อมทางเทคนิคในการนำไปใช้เป็นการเรียนรู้ต่อไป

การวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการนำเทคนิคเกมมิฟิเคชันมาบูรณาการกับแนวทางการจัดการศึกษาที่มุ่งเน้นผลลัพธ์สร้างแรงจูงใจและกระตุ้นผู้เรียนให้บรรลุสมรรถนะที่พึงประสงค์ได้อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งนี้ มีข้อเสนอแนะว่าการวิจัยในระยะต่อไป ควรเพิ่มกลไกการสะท้อนคิดและกิจกรรมเชิงสังคมเพื่อยกระดับมิติด้านเจตคติให้เด่นชัดยิ่งขึ้น นอกจากนี้ องค์ความรู้ที่ได้ยังนำไปขยายผลสู่การออกแบบหลักสูตรฝึกอบรมในหัวข้ออื่น ๆ เพื่อสร้างสังคมแห่งการเรียนรู้ที่ยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

การศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ สมานชื่น รองผู้อำนวยการฝ่ายเทคโนโลยีดิจิทัล หอสมุดและคลังความรู้มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง

รายการอ้างอิง (References)

- เกษกานดา สุรัตน์. (2565). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมมิฟิเคชันแบบออนไลน์ เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแรงจูงใจในการเรียน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 [วิทยานิพนธ์ปริญญาโท]. มหาวิทยาลัยมหิดล. NU Intellectual Repository. <http://nuir.lib.nu.ac.th/dspace/handle/123456789/5646>
- ชมรมห้องสมุดสีเขียว. (2566). เกณฑ์การประเมินห้องสมุดสีเขียว. สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. <https://www.greenlibnet.in.th/wp-content/uploads/2023/08/criteria-GreenLibNew2023-final-send20230615-use.pdf>
- ดวงดาว รุ่งเจริญเกียรติ. (2566). แนวทางการจัดการเรียนรู้ออนไลน์ตามแนวคิดเกมมิฟิเคชันสำหรับครูประถมศึกษา. วารสารสังคมศาสตร์วิจัย, 14(2), 74-92. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/ssr/article/view/265547/178548>

- ตามธรรม จินากุล. (2565, 11 สิงหาคม). *Research & development* [PowerPoint slide]. หลักสูตรอบรมการวิจัยสถาบัน, สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. https://web.sut.ac.th/dpn/document/ir/2565/6-R_D-Research-Mart-IRD-SUT-3.pdf
- Aguilar-Cruz, P. J., & Olaya-Marin, E. J. (2025). Gamification and eco-literacy: A bibliometric analysis of research trends. *International Journal of Serious Games*, 12(3), 29–46. <https://doi.org/10.17083/8mzab045>
- Bigdeli, S., & Kaufman, D. (2017). Digital games in health professions education: Advantages, disadvantages, and game engagement factors. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 31, 117. <https://doi.org/10.14196/mjiri.31.117>
- Dimitra, K., Konstantinos, K., Christina, Z., & Katerina, T. (2020). Types of game-based learning in education: A brief state of the art and the implementation in Greece. *The European Educational Researcher*, 3(2), 87–100. <https://doi.org/10.31757/euer.324>
- Jaskari, M. -M., & Syrjälä, H. (2023). A mixed-methods study of marketing students' game-playing motivations and gamification elements. *Journal of Marketing Education*, 45(1), 38–54. <https://doi.org/10.1177/02734753221083220>
- Jusas, V., Barisas, D., & Jančiukas, M. (2022). Game elements towards more sustainable learning in object-oriented programming course. *Sustainability*, 14(4), 2325. <https://doi.org/10.3390/su14042325>
- Li, L., Hew, K. F., & Du, J. (2024). Gamification enhances student intrinsic motivation, perceptions of autonomy and relatedness, but minimal impact on competency: A meta-analysis and systematic review. *Education Tech Research Dev*, 72, 765–796. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10337-7>
- Luaran, J. E., Jamal, K. A. B., & Jain, J. (2025). Immersive learning environment: Investigating student engagement, retention and learning outcomes in using virtual reality (VR) and augmented reality (AR) in teaching and learning. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*, 9(4), 3119–3125. <https://doi.org/10.47772/IJRISS.2025.90400231>
- Mahdi Mutar, Q. (2024). Flashcard strategy role in teaching English vocabulary: A systematic review. *International Journal of Social Science Research and Review*, 7(4), 37-53. <https://doi.org/10.47814/ijssrr.v7i4.1979>
- Miao, H., Mohamad S., Mohamad S., & Zolkepli, I. (2022). Gamification as a learning tool for pro-environmental behavior: A systematic review. *Malaysian Journal of Social Sciences and Humanities (MJSSH)*, 7(12), e001881. <https://doi.org/10.47405/mjssh.v7i12.1881>
- Mikrouli, P., Tzafilkou, K., & Protogeris, N. (2024). Applications and learning outcomes of game based learning in education. *International Educational Review*, 2(1), 25-54. <https://doi.org/10.58693/ier.212>
- Neendoor, S. (2025, March 31). *Your complete guide to game-based learning and its scope in education*. Hurix Digital. <https://www.hurix.com/blogs/your-complete-guide-to-game-based-learning-and-its-scope-in-education/>

- Olayvar, S. R. (2023). Integration of game-based learning approach as an innovative teaching tool in improving students' academic Performance in English. *International Journal of Instruction*, 16(3), 677–690. <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/101>
- Özdemir, O., & Seçkin, H. (2024). Quantifying cognitive and affective impacts of Quizlet on learning outcomes: A systematic review and comprehensive meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 15, 1349835. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1349835>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Spady, W. G. (1994). *Outcome-based education: Critical issues and answers*. American Association of School Administrators.
- Strukova, S., Gomez, M. J., & Ruipérez-Valiente, J. A. (2025). Shaping creativity: Exploring creative solutions in serious digital puzzle games. *Journal of Learning Analytics*, 12(2), 50-66. <https://doi.org/10.18608/jla.2025.8809>
- Syamsiyah, N., & Ma'rifatulloh, S. (2023). The effectiveness of using flashcard to improve students' vocabulary mastery. *Journal of Science and Education Research*, 2(2), 25–30. <https://doi.org/10.62759/jsr.v2i2.37>
- Wee, S. -C., & Choong, W. -W. (2019). Gamification: Predicting the effectiveness of variety game design elements to intrinsically motivate users' energy conservation behaviour. *Journal of Environmental Management*, 233, 97–106. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.127>
- Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H., & Chu, S. K. W. (2020). The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system. *Computers & Education*, 145, 103729. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103729>