

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร ด้วยการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนักศึกษา ปวส.

Developing Structural Drawing Reading Skills Through Game-Based Learning for High Vocational Certificate Students

ปกรณ์ พัฒนานุโรจน์^{1*} และ ภาณุพงศ์ จันฤไชย¹

Pakorn Pattananurot^{1*} and Panupong Janruechai¹

¹สาขาวิศวกรรมโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสกลนคร

¹Department of Civil Engineering, Faculty of Industry and Technology, Rajamangala University of Technology Isan
Sakon Nakhon Campus

*Corresponding author: Pakorn Pattananurot

วันที่รับบทความ (Received)	วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised)	วันที่ตอบรับบทความ (Accepted)
5 สิงหาคม 2568	22 สิงหาคม 2568	10 กันยายน 2568

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ (1) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ด้วยรูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน และ (2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยเกม กลุ่มตัวอย่างคือ นักศึกษาสาขาช่างโยธา จำนวน 22 คน ที่ได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย เกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร แบบทดสอบก่อนและหลังเรียน แบบประเมินทักษะการอ่านแบบ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent Sample t-test) ค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิจัยพบว่า (1) นักศึกษามีคะแนนทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอยู่ในระดับสูง (Mean = 89.60, S.D. = 2.30) และไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่ม ($p > 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมด้วยเกมช่วยยกระดับความเข้าใจเชิงโครงสร้างได้อย่างต่อเนื่อง (2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดกิจกรรมสูงกว่าก่อนการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (Mean = 17.19, S.D. = 0.98 เทียบกับ Mean = 12.76, S.D. = 1.55; $t = 15.31$, $p = 0.000$) (3) ความพึงพอใจของนักศึกษาต่อกิจกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.49) โดยผู้เรียนเห็นว่ากิจกรรมเกมช่วยสร้างแรงจูงใจและการเชื่อมโยงข้อมูลจากแบบสองมิติไปสู่การสร้างหุ่นจำลองได้อย่างถูกต้อง สรุปได้ว่า การใช้เกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารเป็นการปรับวิธีการเรียนรู้ที่ช่วยส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดความรู้ความเข้าใจองค์ประกอบของโครงสร้างอาคาร ช่วยพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างสามารถนำวิธีการไปประยุกต์ใช้กับการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไปได้

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบใช้เกมเป็นฐาน, ทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร, หุ่นจำลองโครงสร้าง

Abstract

This study had objectives: (1) to develop higher vocational certificate (Diploma) students' skills in interpreting structural drawings through game-based learning (GBL), and (2) to compare students' learning achievement before and after participating in the GBL activities. The sample group consisted of 22 civil engineering students, selected through purposive sampling. The research instruments included a structural model-building game, pre- and post-tests, a structural drawing interpretation skill assessment, and a student satisfaction questionnaire. Data were analyzed using the Dependent Sample t-test, mean, and standard deviation. The research findings indicated that (1) students achieved a high level of performance in structural drawing interpretation (Mean = 89.60, S.D. = 2.30), with no significant differences across groups ($p > 0.05$). This result demonstrates that the game-based activity consistently enhanced students' understanding of structural concepts. (2) Students' learning achievement after the activity was significantly higher than before the activity at the .05 level (Mean = 17.19, S.D. = 0.98 compared with Mean = 12.76, S.D. = 1.55; $t = 15.31$, $p = 0.000$). (3) Student satisfaction toward the activity was at the highest level ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.49). Students indicated that the game-based activity enhanced their motivation and supported the accurate transfer of information from two-dimensional drawings to structural model. In summary, the use of a structural model-building game represents an instructional innovation that fosters students' understanding of building components and improves their structural drawing interpretation skills. This approach not only promotes active and meaningful learning but can also be adapted for use in other related courses, thereby contributing to more effective teaching and learning practices in vocational education.

Keywords: Game-Based Learning, Structural Drawing Reading Skills, Structural Model

บทนำ

ในบริบทของการพัฒนากำลังแรงงานด้านเทคนิคในประเทศไทย การผลิตบุคลากรที่มีทักษะเชิงช่างที่ตรงตามความต้องการของภาคอุตสาหกรรมก่อสร้างถือเป็นภารกิจหลักของสถาบันอาชีวศึกษา โดยเฉพาะในสาขาช่างโยธา ซึ่งเป็นสาขาวิชาที่ต้องอาศัยทั้งความรู้เชิงทฤษฎีและทักษะเชิงปฏิบัติ หนึ่งในทักษะสำคัญพื้นฐานที่จำเป็นต่อการทำงานจริง คือ “ทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร” ซึ่งหมายถึงความสามารถในการแปลความหมายจากแบบก่อสร้างซึ่งมีมุมมองเป็นสองมิติ ไปสู่ความเข้าใจในลักษณะโครงสร้างอาคารแบบสามมิติได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ [1] ทักษะนี้มีบทบาทสำคัญในการวางแผนก่อสร้าง การสื่อสารในพื้นที่ก่อสร้าง และความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตาม จากการเรียนการสอนในชั้นเรียนรายวิชาพื้นฐานการเขียนแบบ พบว่านักศึกษาจำนวนไม่น้อยยังมีปัญหาในการตีความแบบก่อสร้างและไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทางเทคนิคได้อย่างถูกต้อง [2] ทำให้การเรียนรู้ในรายวิชานี้ยังไม่บรรลุเป้าหมายที่ควรจะเป็นสาเหตุสำคัญของปัญหาข้างต้นคือ วิธีการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐานยังคงเน้นการสอนแบบบรรยาย การให้ฝึกเขียนแบบหรืออ่านแบบตามคำสั่งมากกว่าการฝึกวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ความรู้ในสถานการณ์จริง ซึ่งไม่สอดคล้องกับธรรมชาติของนักศึกษาอาชีวศึกษาที่เรียนรู้ได้ดีจากการลงมือทำ (learning by doing) มากกว่าการฟังหรือท่องจำ [3] แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 จึงควรเป็นรูปแบบที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมและได้ฝึกฝนผ่านสถานการณ์จำลองที่เสมือนจริง หนึ่งในรูปแบบที่ตอบโจทย์ดังกล่าว คือ “การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน” (Game-Based Learning: GBL) ซึ่งเป็นแนวทางการเรียนรู้แบบสร้างสรรค์ที่ผสมผสานเกมเข้ากับเนื้อหาวิชาชีพ สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ และกระตุ้นการคิดเชิงระบบของผู้เรียน [4]

สภาพปัญหาดังกล่าวสอดคล้องกับลักษณะผู้เรียนในระดับอาชีวศึกษา ที่โดยธรรมชาติมักเรียนรู้ได้ดีจากการลงมือทำ (learning by doing) และการเผชิญสถานการณ์จริง มากกว่าการฟังหรือท่องจำเพียงอย่างเดียว [5] ในบริบทของศตวรรษที่ 21 การจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพควรมุ่งเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียน การพัฒนาทักษะการคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา และการสร้างจินตภาพเชิงโครงสร้าง [6] แนวทางการเรียนรู้ที่ตอบโจทย์ดังกล่าวคือ “การเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน” (Game-Based Learning: GBL) ซึ่งเป็นการออกแบบกิจกรรมที่ผสานความรู้ทางวิชาการเข้ากับรูปแบบการเล่นเกมที่กระตุ้นความสนใจและแรงจูงใจของผู้เรียน แนวคิดนี้ได้รับการยอมรับว่าเป็นวิธีการเรียนรู้เชิงสร้างสรรค์ที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการมีส่วนร่วม (engagement) และการเรียนรู้อย่างลึกซึ้ง [7] ที่สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเฉพาะในสาขาวิชาที่มีความซับซ้อนด้านโครงสร้างและงานเขียนแบบโยธา เมื่อพิจารณาถึงความสำคัญของทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การตีความสัญลักษณ์ ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ และลำดับการประกอบโครงสร้าง การออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ผ่าน “เกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร” จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม โดยกิจกรรมนี้เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้ฝึกเชื่อมโยงข้อมูลจากแบบก่อสร้างสองมิติกับการสร้างหุ่นจำลองสามมิติในมาตราส่วนที่เหมาะสม พร้อมทั้งฝึกการวิเคราะห์ขนาด ตำแหน่ง และหน้าที่ขององค์ประกอบโครงสร้าง ได้แก่ ฐานราก เสา คาน และโครงสร้างหลังคา กิจกรรมดังกล่าวช่วยเสริมสร้างทักษะเชิงจินตภาพและการคิดเชิงระบบ อีกทั้งยังส่งเสริมการเรียนรู้เชิงรุก (active learning) และการเรียนรู้ร่วมกัน (collaborative learning) ซึ่งเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับหลักสูตรอาชีวศึกษาและทิศทางการพัฒนาการเรียนรู้ในระดับสากล

ด้วยเหตุที่ทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารเป็นพื้นฐานสำคัญของการปฏิบัติงานในสาขาช่างโยธา การส่งเสริมให้นักศึกษาสามารถตีความแบบก่อสร้างเป็นมุมมองภาพสองมิติไปสู่จินตภาพสามมิติได้อย่างถูกต้องจึงเป็นสิ่งจำเป็น อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธาแต่เดิมที่เน้นการบรรยายและฝึกเขียนแบบสองมิติเป็นหลัก อาจยังไม่สอดคล้องกับลักษณะการเรียนรู้ของนักศึกษาในระดับอาชีวศึกษา งานวิจัยนี้จึงมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาทักษะการอ่านแบบโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ผ่านกิจกรรมการเล่นเกมนการสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร ซึ่งผลการวิจัยสามารถใช้เป็นต้นแบบการพัฒนาวัตกรรมการเรียนการสอนในรายวิชาอื่น ๆ สามารถช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทัศนคติเชิงบวกต่อการเรียนรู้ สร้างประสบการณ์ที่สนุกและใช้เป็นแนวทางยกระดับคุณภาพการเรียนการสอนในระดับอาชีวศึกษาต่อไปในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. พัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารของนักศึกษาโดยใช้การเรียนรู้แบบใช้เกมเป็นฐาน
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยเกม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานเพื่อเสริมทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องใน 4 ประเด็นหลัก ได้แก่

1.1 ทักษะการอ่านแบบและความเข้าใจโครงสร้างอาคาร ถือเป็นทักษะพื้นฐานที่สำคัญของนักศึกษาในสาขาช่างโยธา ต้องสามารถถอดความหมายจากแบบก่อสร้างสองมิติไปสู่จินตภาพสามมิติของโครงสร้างได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ การพัฒนาทักษะนี้จำเป็นต้องใช้การฝึกฝนผ่านการลงมือปฏิบัติจริงจากการสร้างหุ่นจำลอง โดยเน้นให้ผู้เรียนเข้าใจองค์ประกอบหลักของโครงสร้าง ได้แก่ ฐานราก เสา คาน และโครงสร้างหลังคา อย่างเป็นระบบ [8]

1.2 แนวคิดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง รูปแบบการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เน้นการพัฒนาทักษะผู้เรียนให้สามารถคิดวิเคราะห์ แก้ปัญหา และเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่อง [9] การจัดการเรียนรู้แบบ Active Learning และ Constructivist Learning จึงถูกนำมาใช้เป็นแนวทางในการกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหาทางวิชาการกับประสบการณ์จริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ [10]

1.3 แนวคิดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน (Game-Based Learning: GBL) เป็นแนวทางการเรียนรู้ที่นำเกมมาเป็นเครื่องมือกระตุ้นแรงจูงใจ เกมสามารถสร้างสถานการณ์จำลองที่ช่วยให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเนื้อหา ฝึกวิเคราะห์ และพัฒนาทักษะผ่านการลงมือทำจริง [11] สำหรับการเรียนรู้ด้านช่างโยธา การใช้เกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมความเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้าง การคิดเชิงพื้นที่ และความแม่นยำในการอ่านแบบ

1.4 หลักการออกแบบเกมหุ่นจำลองโครงสร้าง องค์ประกอบของเกมต้องมีความสอดคล้องกับสภาพจริงทั้งในด้านวัสดุ ขนาด และสี เพื่อให้ผู้เรียนเชื่อมโยงกับโครงสร้างอาคารได้ง่ายขึ้น [12] วัสดุที่ใช้ควรมีความแข็งแรงพอเหมาะ น้ำหนักเบา ประกอบง่าย และมีความปลอดภัย ส่วนสีของชิ้นส่วนควรแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างองค์ประกอบโครงสร้าง ได้แก่ ฐานราก เสา คาน และโครงสร้างหลังคา เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจดจำและเข้าใจบทบาทของแต่ละส่วนได้ง่ายขึ้น โดยควรคำนึงถึงต้นทุนที่ไม่สูงมากเพื่อให้สามารถขยายผลการใช้งานในวงกว้าง [13]



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

2. ดำเนินการทดสอบผลสัมฤทธิ์การวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

2.1 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ปีที่ 1 สาขาวิชาช่างโยธา คณะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี จำนวน 22 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ในรายวิชา 50-207-025-102 พื้นฐานการเขียนแบบโยธา

2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 3 ประเภทหลัก ดังนี้

1) แบบทดสอบพัฒนาทักษะการอ่านแบบจากเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ใช้แบบทดสอบจำนวน 8 หัวข้อ ประกอบด้วย 1) ความถูกต้องในการประกอบแบบ 2) ความครบถ้วนขององค์ประกอบ 3) การอ่านแบบและตีความได้ถูกต้อง 4) สัดส่วนถูกต้อง 5) ความรวดเร็วในการประกอบ 6) การวางแผนและการทำงานเป็นขั้นตอน 7) ความสวยงาม และ 8) การมีส่วนร่วมและความตั้งใจ คะแนนรวม 100 คะแนน

2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังการเรียนรู้เป็นรายบุคคล แบบทดสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ 20 คะแนน แบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ (1) การระบุองค์ประกอบโครงสร้าง (2) การอ่านระยะและสัญลักษณ์ และ (3) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์โครงสร้างอาคาร

3) แบบสอบถามความพึงพอใจ มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (Likert scale) จำนวน 12 ข้อแบ่งเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหา 2) ความน่าสนใจและการมีส่วนร่วม และ 3) ผลต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ

2.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1) นักศึกษาทำแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เพื่อวัดความรู้การอ่านแบบโครงสร้าง

2) กิจกรรมการเล่นเกสรสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร กำหนดให้ใช้มาตราส่วน 1:25 โดยใช้วัสดุและอุปกรณ์ที่เตรียมไว้ให้ กิจกรรมมีขั้นตอนดังนี้ (1) แบ่งนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ประกอบด้วย กลุ่ม A มีจำนวน 4 คน กลุ่ม B มีจำนวน 4 คน กลุ่ม C มีจำนวน 4 คน กลุ่ม D มีจำนวน 5 คน และ กลุ่ม E มีจำนวน 5 คน (2) แจกแบบโครงสร้างอาคารสองมิติ ได้แก่ ผังแสดงโครงสร้างฐานราก เสา คาน และโครงสร้างหลังคา (ภาพที่ 2-5) (3) ทำการประกอบหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารให้แล้วเสร็จภายในเวลา 3 ชั่วโมง (ภาพที่ 6) และ (4) ตรวจให้คะแนนโดยใช้แบบพัฒนาทักษะการอ่านแบบ

3) นักศึกษาทำแบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ

2.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) ผลการพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร จากเกสรสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร

$$\text{จากสูตร } S.D. = \sqrt{[(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + (x_4 - \bar{x})^2 + (x_5 - \bar{x})^2] / (5-1)} \quad (1)$$

คำอธิบายสัญลักษณ์:

S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\bar{x}$ = ค่าเฉลี่ยรวม (89.60)

x_i = คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ i n = จำนวนกลุ่ม (5)

2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ เปรียบเทียบคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยเกม โดยใช้สถิติ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent Samples t-test) เพื่อวิเคราะห์ความแตกต่าง

$$\text{จากสูตร } t = (\sum d / n) / (\sqrt{[\sum (d - \bar{d})^2 / (n-1)]} / \sqrt{n}) \quad (2)$$

คำอธิบายสัญลักษณ์:

t = ค่าสถิติ t

sd = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลต่าง

d = ผลต่างระหว่างคะแนน Post-test และ Pre-test ของแต่ละคน

n = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (22 คน)

$\bar{d}$ = ค่าเฉลี่ยของผลต่าง

Σ = สัญลักษณ์การรวม

3) ความพึงพอใจของผู้เรียน วิเคราะห์ค่าคะแนนจากแบบสอบถามโดยใช้ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่อสรุปแนวโน้มความคิดเห็น

$$\text{หาค่าเฉลี่ย (Mean) จากสูตร } \bar{x}_{\text{total}} = \Sigma (\bar{x}_a \times n_a) / \Sigma n_a \quad (3)$$

คำอธิบายสัญลักษณ์:

$\bar{x}_i$ = ค่าเฉลี่ยของข้อคำถามที่ i

$\bar{x}_a$ = ค่าเฉลี่ยของด้าน a

x_{ij} = คะแนนของผู้ตอบคนที่ j ในข้อคำถามที่ i

n_a = จำนวนข้อคำถามในด้าน a

n = จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม (22 คน)

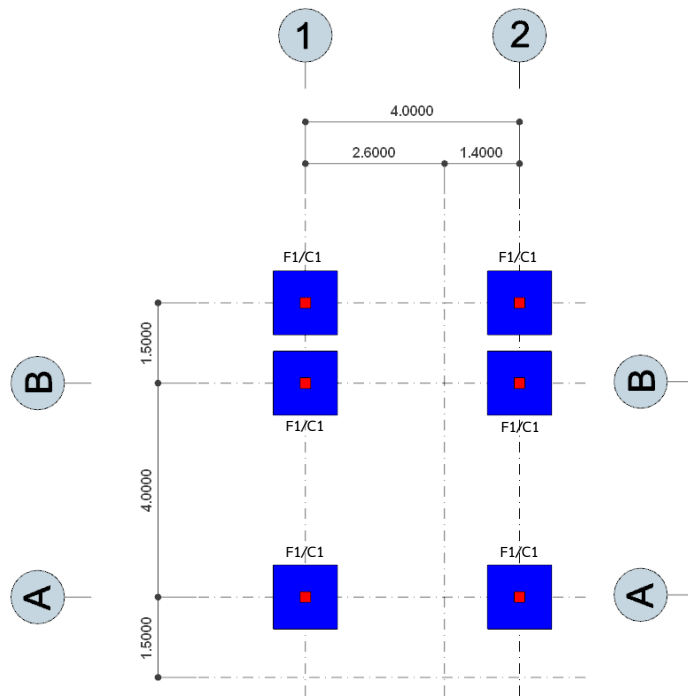
$$\text{หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.) จากสูตร } SD_a = \sqrt{[\Sigma_j (x_{ij} / n_a - \bar{x}_a)^2 / (n-1)]} \quad (4)$$

คำอธิบายสัญลักษณ์:

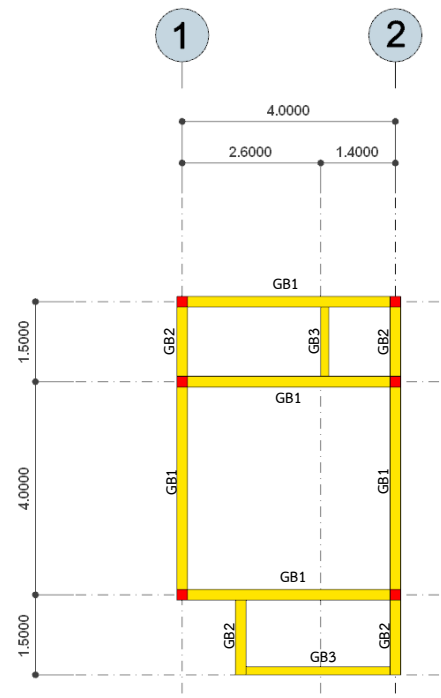
SD_i = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อคำถามที่ i

SD_a = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของด้าน a

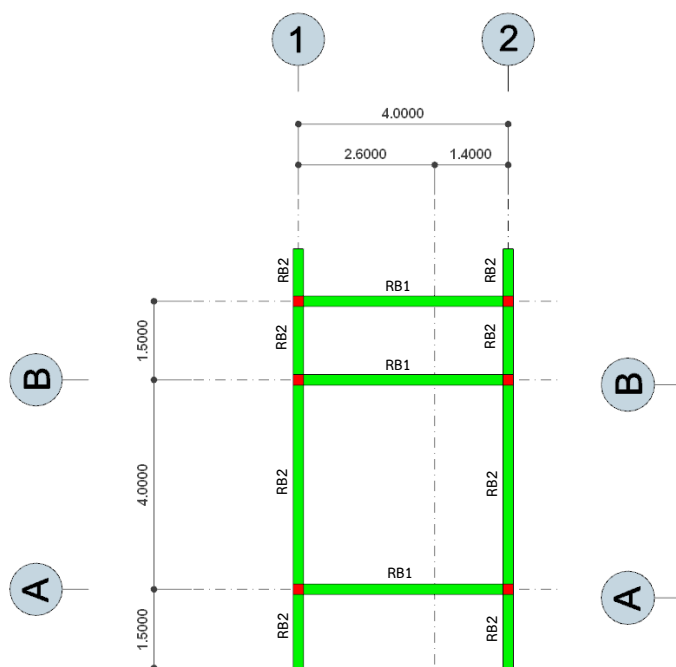
n-1 = องศาอิสระ (21)



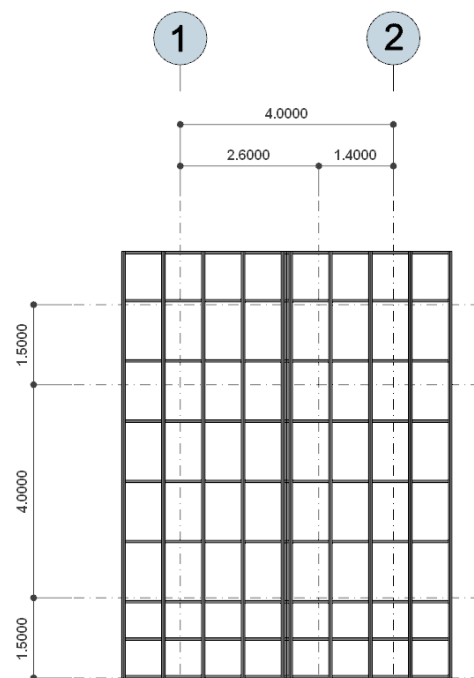
ภาพที่ 2 แปลนโครงสร้างฐานราก ตอม่อ



ภาพที่ 3 แปลนโครงสร้างเสา คาน



ภาพที่ 4 แปลนโครงสร้างคานหลังคา



ภาพที่ 5 แปลนโครงสร้าง โครงหลังคา



ภาพที่ 6 ชุดเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร ฐานราก เสา คาน คานหลังคา และโครงสร้างหลังคา

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 2 ข้อ คือ 1) เพื่อพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารของนักศึกษาโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานและ 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน ผลการวิจัยสามารถนำเสนอแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ดังนี้

1. ผลการพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารโดยใช้เกมเป็นฐาน

การทดสอบทักษะการอ่านแบบ โดยได้แบ่งนักศึกษาออกเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน ใช้แบบทดสอบจำนวน 8 หัวข้อ คะแนนรวม 100 คะแนน ซึ่งคะแนน 5 กลุ่มจะถูกใช้คำนวณค่าเฉลี่ยรวม (Mean = 89.60) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คำนวณจากทั้ง 5 ค่าได้ 2.30 ดังคะแนนในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลคะแนนการทดสอบทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคาร

กลุ่ม	คะแนน	t-test (เปรียบเทียบกับ 89.60)	p-value
A	89	-0.23	0.827
B	86	-2.49	0.073
C	91	0.61	0.580
D	90	0.18	0.866
E	92	1.04	0.367

จากตารางที่ 1 การพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารจากการเรียนรู้ด้วยเกมสร้างหุ่นจำลองผลการวิเคราะห์พบว่าคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 89.60 (S.D. = 2.30) ซึ่งสะท้อนว่านักศึกษามีระดับทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอยู่ในระดับสูง เมื่อเปรียบเทียบคะแนนของแต่ละกลุ่มกับค่าเฉลี่ยรวมโดยใช้สถิติ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กล่าวคือ กลุ่ม A (89 คะแนน), B (86 คะแนน), C (91 คะแนน), D (90 คะแนน) และ E (92 คะแนน) ล้วนอยู่ในช่วงคะแนนที่สอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรวม ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผลลัพธ์ที่สม่ำเสมอและไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มผู้เรียน

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยเกม

จากการเปรียบเทียบคะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) จำนวนนักศึกษา 22 คน แบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติ t-test แบบ Dependent Sample

ตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยเกม

รายการ	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน S.D.	t-value	p-value
คะแนนก่อนทดสอบการเรียนรู้	12.76	1.55	15.31	0.000*
คะแนนหลังทดสอบการเรียนรู้	17.19	0.98		

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ t-test แบบกลุ่มสัมพันธ์ (Dependent Sample) แสดงให้เห็นว่า นักศึกษามีคะแนนเฉลี่ยหลังการเรียนรู้ด้วยเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร (Mean = 17.19, SD = 0.98) สูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการเรียนรู้ (Mean = 12.76, SD = 1.55) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่า $t = 15.31$ และ $p = 0.000$ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมเกมสร้างหุ่นจำลองมีประสิทธิภาพในการพัฒนาทักษะด้านการอ่านแบบโครงสร้างอาคารของนักศึกษาได้อย่างชัดเจน ผู้เรียนสามารถเข้าใจองค์ประกอบของแบบโครงสร้าง ได้แก่ ฐานราก เสา คาน และ โครงสร้างหลังคา ได้อย่างถูกต้อง รวมถึงสามารถวิเคราะห์สัญลักษณ์ ขนาด และตำแหน่งขององค์ประกอบได้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น การเรียนรู้ผ่านการลงมือปฏิบัติจริงนี้ช่วยเสริมสร้างการเชื่อมโยงระหว่างข้อมูลจากแบบ ก่อสร้างสองมิติกับชิ้นส่วน โครงสร้างที่เป็นรูปธรรม ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด Constructivism ที่เน้นการเรียนรู้โดยการสร้างองค์ความรู้ผ่านประสบการณ์ และแนวคิด Active Learning ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้น ซึ่งช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเชิงลึกใน องค์ประกอบของโครงสร้างอาคาร ลดข้อผิดพลาดในการอ่านแบบ และเพิ่มความมั่นใจในการนำไปประยุกต์ใช้ในการ ปฏิบัติงานจริงในอนาคต

3. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยเกม

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลความพึงพอใจของนักศึกษาหลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมสร้าง หุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร โดยใช้แบบสอบถามมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านความเข้าใจเนื้อหา 2) ความน่าสนใจและการมีส่วนร่วม และ 3) ผลต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ ผลการวิเคราะห์ สรุปได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าคะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจของนักศึกษา

ด้าน	ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D.	ระดับความคิดเห็น
1. ด้านความเข้าใจเนื้อหา	4.55	0.51	มากที่สุด
2. ด้านความน่าสนใจและการมีส่วนร่วม	4.70	0.46	มากที่สุด
3. ผลต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ	4.60	0.50	มากที่สุด
รวม	4.62	0.49	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 ผลการประเมินพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานในระดับ "มากที่สุด" ($\bar{X} = 4.62$, S.D. = 0.49) โดยเฉพาะในด้านความน่าสนใจของกิจกรรม ($\bar{X} = 4.70$) และผลต่อการเรียนรู้ ($\bar{X} = 4.60$) แสดงให้เห็นว่าเกมมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นความสนใจและสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ

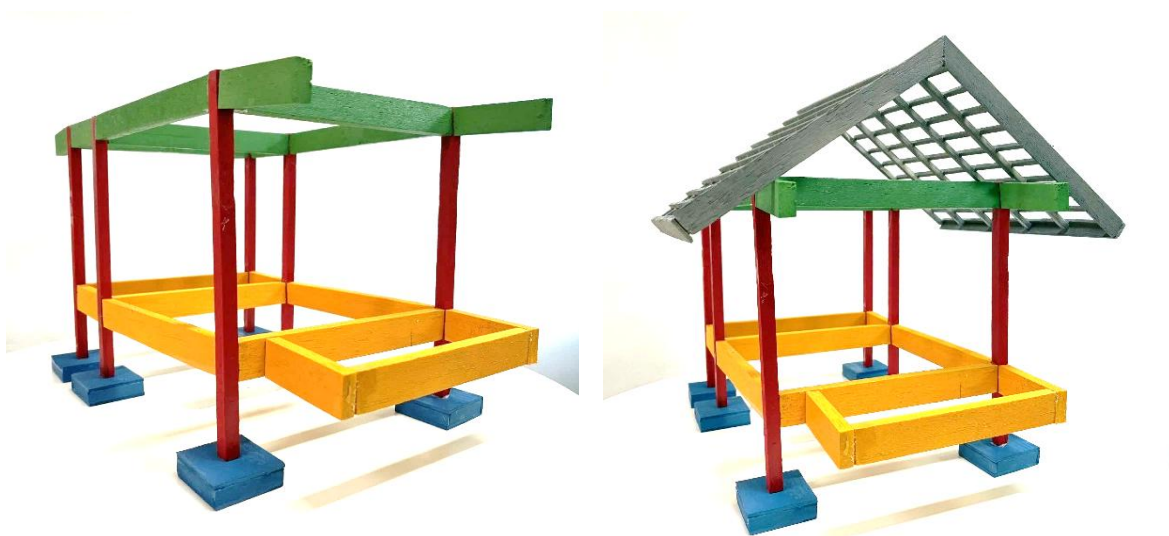
สรุปผลการวิจัย

1. สรุปผลการประเมินทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารโดยใช้เกมเป็นฐาน

จากผลการวิจัยพบว่า นักศึกษาทุกกลุ่มมีทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารได้ในระดับใกล้เคียงกัน หลังจากเข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร โดยมีคะแนนเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับสูง (Mean = 89.60, S.D. = 2.30) การวิเคราะห์คะแนนแต่ละกลุ่มด้วยสถิติ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างกลุ่มใดกลุ่มหนึ่ง ซึ่งแสดงให้เห็นว่า เกมมีบทบาทในการส่งเสริมการเรียนรู้อย่างทั่วถึง โดยไม่ขึ้นอยู่กับระดับความสามารถเริ่มต้นของผู้เรียน กิจกรรมการเล่นเกมนำให้นักศึกษาเข้าใจองค์ประกอบโครงสร้างอาคาร ได้แก่ ฐาน ราก เสา คาน และโครงหลังคา ได้อย่างเป็นระบบ

2. สรุปผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยเกม

จากผลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ว่า การเรียนรู้ด้วยเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างชัดเจน (Mean ก่อนเรียน = 12.76, Mean หลังเรียน = 17.19, $p = 0.000$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงช่วยเสริมสร้างความเข้าใจเรื่ององค์ประกอบโครงสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงข้อมูลจากแบบก่อสร้างสองมิติสู่การสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างได้ถูกต้อง เข้าใจหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ ได้แก่ ฐาน ราก เสา คาน และโครงหลังคา อย่างเป็นระบบ พร้อมทั้งระบุตำแหน่งและความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเหล่านั้นได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ผลการของคะแนนที่เพิ่มขึ้นหลังเรียนรู้ ยังบ่งชี้ว่ารูปแบบการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถกระตุ้นการมีส่วนร่วมและแรงจูงใจภายในของผู้เรียนได้อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านการทดลองและแก้ปัญหาในสถานการณ์จำลอง และแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเกมในการเป็นเครื่องมือทางการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยเฉพาะในรายวิชาที่ต้องอาศัยทักษะการอ่านแบบและการวิเคราะห์โครงสร้างอาคาร



ภาพที่ 7 หุ่นจำลองโครงสร้างอาคารจากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน

3. ผลการประเมินความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยเกม

จากผลการประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคาร พบว่า นักศึกษามีระดับความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับ “มากที่สุด” (ค่าเฉลี่ยรวม = 4.62, S.D. = 0.49) โดยเฉพาะด้านความน่าสนใจและการมีส่วนร่วมของกิจกรรม ($\bar{X}$ = 4.70) และผลต่อการเรียนรู้และพัฒนาทักษะ ($\bar{X}$ = 4.60) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเกมมีศักยภาพในการดึงดูดความสนใจผู้เรียน และเสริมสร้างความเข้าใจในเนื้อหาทางเทคนิคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วม รู้สึกสนุกสนาน และเกิดแรงจูงใจ ในการเรียนรู้ผ่านเกมอย่างชัดเจน

อภิปรายผล

1. การพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารโดยใช้เกมเป็นฐาน ผลวิจัยพบว่า นักศึกษาทุกกลุ่มมีคะแนนทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารในระดับใกล้เคียงกัน โดยไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่าเกมสร้างหุ่นจำลองโครงสร้างอาคารสามารถส่งเสริมทักษะของผู้เรียนได้อย่างทั่วถึง ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Vygotsky, L. S. [9] ที่ชี้ว่า การร่วมมือกันในกลุ่ม การลงมือปฏิบัติ และการสนทนาเชิงเทคนิคกับเพื่อนร่วมกลุ่ม การฝึกอ่านแบบผ่านกิจกรรมสร้างหุ่นจำลอง ยังสะท้อนถึงหลักการของ Kolb, D. A. [3] ที่เสนอว่า การเรียนรู้ผ่านประสบการณ์ตรง (experiential learning) เป็นกระบวนการที่ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง โดยเฉพาะในรายวิชาที่เน้นทักษะเชิงปฏิบัติ นอกจากนี้ Barab, J. G., et al. [11] ยังยืนยันว่า การใช้เกมที่ออกแบบเพื่อฝึกทักษะการอ่านแบบทางวิศวกรรม ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจลำดับความสัมพันธ์ขององค์ประกอบโครงสร้างได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งช่วยพัฒนา “การคิดเชิงพื้นที่” ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในการทำงานเชิงช่างและการวางแผนก่อสร้าง Barab, J. G., et al. [11] กล่าวถึงการเรียนรู้ผ่านเกมว่าเป็นการบูรณาการ “ความสนุก” กับ “การเรียนรู้” ซึ่งสามารถช่วยกระตุ้นแรงจูงใจภายในของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกับกิจกรรมได้อย่างต่อเนื่อง ขณะที่ Kim, H., et al. [8] พบว่า การให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ผ่านการอ่านแบบก่อสร้างสองมิติไปสู่การจำลองโครงสร้าง ช่วยเพิ่มความเข้าใจในรายละเอียดทางเทคนิคได้อย่างชัดเจน ผลการศึกษานี้ยังสอดคล้องกับแนวทางของสำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา [6] ที่ส่งเสริมให้สถานศึกษาพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเน้นให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ผ่านการลงมือทำจริง ฝึกคิด วิเคราะห์ และแก้ปัญหาได้ด้วยตนเอง ซึ่งเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการพัฒนาทักษะด้านการอ่านแบบก่อสร้างของนักศึกษาช่างโยธา

2. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานมีผลต่อการเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาอย่างชัดเจน โดยคะแนนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าแนวทางการเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติจริงสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาได้อย่างลึกซึ้งมากกว่าการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ทั้งนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Kolb, D. A. [3] ที่เสนอว่า “การเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง” (experiential learning) มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาทักษะและองค์ความรู้ทางวิชาชีพของผู้เรียน นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังสอดคล้องกับ Bonwell, C. C., & Eison, J. A. [10] ที่กล่าวว่า ผู้เรียนสามารถพัฒนาองค์ความรู้ใหม่ได้ดีขึ้นเมื่อได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมที่กระตุ้นการคิด วิเคราะห์และการเชื่อมโยงข้อมูลจากสื่อหรือเครื่องมือที่มีความหมาย ซึ่งในกรณีนี้คือการใช้ “เกมสร้างหุ่นจำลอง” เป็นเครื่องมือการเรียนรู้ โดยผู้เรียนได้วิเคราะห์แบบโครงสร้าง แปลความหมายของสัญลักษณ์ และลงมือประกอบโครงสร้างอย่างมีระบบ Barab, J. G., et al. [11] ยังสนับสนุนว่าเกมที่ผสานแนวคิดการจำลองทางวิศวกรรมช่วยให้ผู้เรียนพัฒนาทักษะด้านการอ่านแบบทางเทคนิค และมีความแม่นยำในการวิเคราะห์ข้อมูลมากขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาสายช่าง ซึ่งมีลักษณะการเรียนรู้ที่ตอบสนองได้ดีต่อสื่อที่มีลักษณะเป็นภาพและการปฏิบัติจริง นอกจากนี้ งานวิจัยของ Williams, B. W., & Anderson, S. L. [7] พบว่า นักเรียนที่ผ่านการเรียนรู้ผ่านแบบจำลองเสมือนจริงมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น และสามารถอธิบายความเชื่อมโยงขององค์ประกอบโครงสร้างได้ชัดเจนขึ้น จากทั้งหมดนี้ชี้ให้เห็นว่า เกมเป็นฐานไม่เพียงแต่เพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เท่านั้น แต่ยังช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย เสริมสร้างทักษะการคิดเชิงโครงสร้าง ความมั่นใจในการอ่านแบบ และการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง

3. ความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ พบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจในระดับ “มากที่สุด” สะท้อนให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐานสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งในด้านเนื้อหา กิจกรรม และผลต่อการเรียนรู้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Kim, Y. S., et al. [4] ที่ระบุว่าเกมเพื่อการเรียนรู้สามารถสร้างแรงจูงใจภายใน และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของผู้เรียนผ่านสถานการณ์ที่มีความหมาย รวมถึงแนวคิดที่ว่าความสนใจ (Attention) และความเกี่ยวข้อง (Relevance) คือ ปัจจัยสำคัญในการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสนับสนุนงานวิจัยของ Williams, B. W., & Anderson, S. L. [7] ที่พบว่า เกมสามารถเพิ่มแรงจูงใจและการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในเนื้อหาทางเทคนิคได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงกล่าวได้ว่า การใช้เกมสร้างหุ่นจำลองไม่เพียงแต่ช่วยพัฒนาทักษะเชิงเทคนิค แต่ยังส่งเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ที่น่าสนใจ

สรุปและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลจากงานวิจัยนี้ยืนยันได้ว่า การพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารโดยใช้เกมเป็นฐาน พบว่า เกมได้ช่วยยกระดับการเรียนรู้ได้อย่างเป็นรูปธรรม นักศึกษาได้ลงมือปฏิบัติจริงทำให้เกิดการพัฒนาทักษะการอ่านแบบช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบพื้นฐานของโครงสร้างของอาคารได้ดีขึ้น และช่วยปรับเปลี่ยนทัศนคติของนักศึกษาที่มีต่อการเรียนวิชาเขียนแบบพื้นฐานโยธาให้กลายเป็นเรื่องที่สนุกและน่าสนใจ ควรนำแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้ในรายวิชาอื่น ๆ ที่มีความซับซ้อน เพื่อเพิ่มคุณภาพการเรียนการสอน

2. ข้อเสนอแนะควรต่อยอดการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่หลากหลาย พัฒนาเป็นเกมคอมพิวเตอร์โดยเพิ่มรายละเอียดการเสริมหลักและการวิเคราะห์โครงสร้าง ใช้เชื่อมโยงการเรียนรู้เข้ากับรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิชาประมาณราคา ภาษี วิศวกรรม เป็นต้น รวมถึงพัฒนาเกมในรูปแบบดิจิทัลหรือเสมือนจริงและติดตามผลในระยะยาว

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะกรรมการและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ที่ได้สนับสนุนทุนให้ดำเนินโครงการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2568 เรื่อง การพัฒนาทักษะการอ่านแบบโครงสร้างอาคารด้วยการเรียนรู้โดยใช้เกมเป็นฐาน สำหรับนักศึกษา ปวส. ในรายวิชาพื้นฐานการเขียนแบบโยธา

เอกสารอ้างอิง

- 1 Tumkor, S., & de Vries, R. H. Enhancing spatial visualization skills in engineering drawing course. Global Journal of Engineering Education, 17(3), 109–115. 2015. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/283128239>
- 2 O'Brien, J. G., & O'Brien, E. D. W. G. Compendium of civil engineering education strategies: Case studies and examples. Routledge. 2020. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://www.routledge.com/Compendium-of-Civil-Engineering-Education-Strategies-Case-Studies-and-Examples/O'Brien-O'Brien/p/book/9781032549226>
- 3 Kolb, D. A. Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice Hall. 1984. Retrieved from https://www.google.com/search?q=https://books.google.co.th/books%3Fid%3Df_qFmQ_S39UC

- 4 Jääskä, E., & Ruokamo, H. Game-based learning and students' motivation in project work. *Heliyon*, 8(2), e08965. 2022. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08965>
- 5 Smith, P. S., & Wilson, P. C. Improving Engineering Drawing Skills Through Concrete Learning and Mindset Theory. *CDIO Conference Proceedings*. 2016. Retrieved from https://www.cdio.org/sites/default/documents/79_Final_PDF.pdf
- 6 สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. กรอบทักษะในศตวรรษที่ 21 สำหรับการศึกษาไทย. กระทรวงศึกษาธิการ. [อินเทอร์เน็ต]. 2563. เข้าถึงได้จาก https://www.google.com/search?q=https://www.onec.go.th/images/Skill21_final.pdf
- 7 Williams, B. W., & Anderson, S. L. Evaluating the Impact of Problem-Based Learning and Digital Models on Civil Engineering Education. University of Cambridge. 2017. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/275371>
- 8 Kim, H., Park, C., & Park, D. Development of an educational module for understanding architectural structures using 3D printed models. *Journal of Architectural Engineering*. 2018. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000305>
- 9 Vygotsky, L. S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. 1978. Retrieved from https://www.google.com/search?q=https://books.google.com/books/about/Mind_in_Society.html?id=o45qAAAAIAAJ
- 10 Bonwell, C. C., & Eison, J. A. *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Jossey-Bass. 1991. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://eric.ed.gov/?id=ED340272>
- 11 Barab, J. G., Smith, S. J., & Lee, H. B. A Systematic Review of Game-Based Learning in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*. 2022. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://ieeexplore.ieee.org/document/9885885>
- 12 Forsythe, P. The construction game-Using physical model making to simulate realism in construction education. *Journal for Education in the Built Environment*, 4(1), 57–74. 2009. Retrieved from <https://doi.org/10.11120/jebe.2009.04010057>
- 13 Smith, R. W., Green, S. A., & Baker, J. W. Designing Low-Cost Prototypes for STEM Education. *International Journal of STEM Education*. 2019. Retrieved from <https://www.google.com/search?q=https://stemeducationjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-019-0182-3>