



Received: 5 January 2026

Revised: 23 April 2026

Accepted: 24 April 2026

DEVELOPING A PROACTIVE VIRTUAL REALITY PLATFORM TO ENHANCE UNDERGRADUATES' SELF-DIRECTED LEARNING SKILLS

Tossaporn DITSIRI¹, Polpracha MONRATTANACHAI^{1*} and Ziwapon CHAROENWONG²

1 Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, Thailand; polpracha.m@rmutsb.ac.th (P. M.) (Corresponding Author)

2 Police Nursing College, Thailand

Handling Editor:

Dr.Puthisat NAMDECH

North Bangkok University, Thailand

(This article belongs to Theme 1: Humanities & Social Sciences for Sustainability)

Reviewers:

1) Associate Professor Dr.Chanchai BUNCHAPATTANASAKDA STIU, Thailand

2) Associate Professor Dr.Supot INGARD Ramkhamhaeng University, Thailand

Abstract

This study aims to develop and evaluate the effectiveness of a proactive digital platform that uses virtual reality (VR) to enhance undergraduate students' self-directed learning skills. Employing a quantitative approach, the research engaged a sample of 120 first-year students from Rajamangala University of Technology Suvarnabhumi, carefully selected through stratified random sampling. The primary research instruments consisted of the developed VR digital platform, a self-directed learning skills assessment, and a comprehensive student satisfaction evaluation form. Data were rigorously analyzed using descriptive statistics, efficiency criteria (E1/E2), and t-tests. The empirical findings reveal that the proactive VR platform achieved an exceptional quality rating and an efficiency score of 80.33/85.17, effectively surpassing the established 80/80 criterion. Furthermore, the students' self-directed learning skills significantly improved after the VR intervention at the .05 statistical level. Overall student satisfaction with the innovation was at its highest, particularly regarding audiovisual clarity and the facilitation of independent learning. Conclusively, this high-quality VR educational innovation serves as a sustainable, active-learning tool perfectly aligned with the demands of modern digital-era education, ultimately fostering essential lifelong learning competencies for future success.

Keywords: Virtual Reality Environment, Self-Directed Learning Skills, Active Learning, Digital Innovation, Higher Education

Citation Information: Ditsiri, T., Monrattanachai, P., & Charoenwong, Z. (2026). Developing a Proactive Virtual Reality Platform to Enhance Undergraduates' Self-Directed Learning Skills. *Thai Interdisciplinary and Sustainability Review*, 15(1), Article 17. <https://doi.org/10.14456/tisr.2026.17>

การพัฒนาแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงเชิงรุกเพื่อยกระดับทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา

ทศพร ดิษฐ์ศิริ¹, พลปชา มณรัตน์ชัย^{1*} และ สิวาภรณ์ เจริญวงศ์²

1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ; polpracha.m@rmutsb.ac.th (พลปชา) (ผู้ประพันธ์บรรณกิจ)

2 วิทยาลัยพยาบาลตำรวจ

บรรณาธิการผู้รับผิดชอบบทความ:

อาจารย์ ดร.พุทธิสัจย์ นามเดช

มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ

(บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของหัวเรื่องที่ 1: มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์เพื่อความยั่งยืน)

ผู้ทรงคุณวุฒิผู้พิจารณาบทความ:

1) รองศาสตราจารย์ ดร.ชาญชัย ปัญญาพัฒน์ศักดิ์ดา

มหาวิทยาลัยนานาชาติแสตมฟอร์ด

2) รองศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ อิงอาจ

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเชิงรุกที่ใช้เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (VR) เพื่อยกระดับทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี งานวิจัยเชิงปริมาณนี้ใช้ตัวอย่างนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จำนวน 120 คน จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ซึ่งได้รับการคัดเลือกอย่างเป็นระบบผ่านการสุ่มแบบแบ่งชั้นภูมิ เครื่องมือวิจัยหลักประกอบด้วยนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์ม VR แบบวัดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแบบประเมินความพึงพอใจของนักศึกษาอย่างครอบคลุม ข้อมูลถูกนำมาวิเคราะห์อย่างเคร่งครัดด้วยสถิติเชิงพรรณนา เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E1/E2) และการทดสอบค่าที ผลการค้นพบเชิงประจักษ์เผยให้เห็นว่าแพลตฟอร์ม VR เชิงรุกที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพในระดับดีเยี่ยมและบรรลุประสิทธิภาพที่ 80.33/85.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาได้รับการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ภายหลังการแทรกแซงด้วย VR ความพึงพอใจโดยรวมของนักศึกษาที่มีต่อนวัตกรรมอยู่ในระดับมากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านความคมชัดของภาพและเสียง ตลอดจนการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้อย่างอิสระ ท้ายที่สุด นวัตกรรมทางการศึกษา VR คุณภาพสูงนี้ถือเป็นเครื่องมือการเรียนรู้เชิงรุกที่ยั่งยืน ซึ่งสอดคล้องอย่างสมบูรณ์กับความต้องการด้านการศึกษาในยุคดิจิทัลสมัยใหม่ และช่วยบ่มเพาะสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตที่จำเป็นสำหรับความสำเร็จในอนาคตได้อย่างแท้จริง

คำสำคัญ: สภาพแวดล้อมเสมือนจริง, ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง, การจัดการเรียนรู้เชิงรุก, นวัตกรรมดิจิทัล, การศึกษาระดับอุดมศึกษา

ข้อมูลการอ้างอิง: ทศพร ดิษฐ์ศิริ, พลปชา มณรัตน์ชัย และ สิวาภรณ์ เจริญวงศ์. (2569). การพัฒนาแพลตฟอร์มโลกเสมือนจริงเชิงรุกเพื่อยกระดับทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับอุดมศึกษา. *สหวิทยาการและความยั่งยืนปริทัศน์ไทย*, 15(1), บทความที่ 17. <https://doi.org/10.14456/tisr.2026.17>

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

บทนำ

การขับเคลื่อนประเทศไทยภายใต้กรอบยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ.2561-2580) มุ่งเน้นการยกระดับประเทศสู่ความ "มั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืน" โดยให้ความสำคัญในการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ เพื่อให้เป็นกลไกหลักในการพัฒนาประเทศ ท่ามกลางกระแสการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีและนวัตกรรมที่รวดเร็วในศตวรรษที่ 21 การพัฒนาคนจึงไม่ได้จำกัดเพียงแค่การมอบความรู้ แต่ต้องเป็นการเตรียมความพร้อมให้บุคคลสามารถปรับตัว รับความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงเชิงโครงสร้างทางเศรษฐกิจและสังคมได้อย่างเท่าทัน (Office of the National Economic and Social Development Council, 2018) การเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21 ถูกขับเคลื่อนอย่างรวดเร็วด้วยเทคโนโลยี ดิจิทัล โดยเฉพาะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ซึ่งส่งผลให้โลกก้าวเข้าสู่สังคมเครือข่าย และเศรษฐกิจ มูลค่าทางเศรษฐกิจจึงมิได้เกิดจากปัจจัยการผลิตแบบดั้งเดิม หากแต่เกิดจากความสามารถในการผลิต การประมวลผล และการจัดการข้อมูลและองค์ความรู้ โดยสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับสังคมดิจิทัลและบทบาทของความรู้ในเศรษฐกิจยุคใหม่ (Bates, 2015) ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีดิจิทัล ระบบอัตโนมัติ และปัญญาประดิษฐ์ ได้เปลี่ยนโครงสร้างเศรษฐกิจและตลาดแรงงานอย่างมีนัยสำคัญ ทำให้งานที่ใช้ทักษะซ้ำๆ ถูกทดแทนด้วยเทคโนโลยี และเพิ่มความต้องการแรงงานที่มีทักษะขั้นสูง เช่น การคิดเชิงวิพากษ์ ความคิดสร้างสรรค์ และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับผลกระทบของเทคโนโลยีดิจิทัลต่อโครงสร้างแรงงาน (Brynjolfsson & McAfee, 2014) ภายใต้บริบทดังกล่าว ทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะ ทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning) จึงกลายเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learning) การเรียนรู้ด้วยตนเองช่วยให้ผู้เรียนสามารถสะท้อนการเรียนรู้ของตนเอง กำหนดเป้าหมาย วางแผน ควบคุม และประเมินผลการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเผชิญกับความเปลี่ยนแปลงและความไม่แน่นอนของสังคมยุคใหม่ (Knowles, 1975; Trilling & Fadel, 2009; Bates, 2015) สถาบันอุดมศึกษาจึงต้องปรับเปลี่ยนบทบาทจากผู้ถ่ายทอดความรู้ ไปสู่ผู้สร้างและผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ โดยเน้นการจัดการเรียนรู้เชิงรุก (Active Learning)

สถาบันอุดมศึกษาต้องเผชิญกับความท้าทายในการปรับเปลี่ยนรูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่รวดเร็ว โดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลและเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น เทคโนโลยีเสมือนจริง (VR) มาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มของการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล (Noppakhunwong et al., 2025) ดังนั้นเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (VR) มีบทบาทในการเชื่อมโยงความรู้เชิงทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติ ทำให้การเรียนรู้มีความหมายและจดจำได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การเรียนรู้เชิงโต้ตอบยังเน้นการมีส่วนร่วมของผู้เรียนมากกว่าการรับสารแบบเชิงรับ โดยผู้เรียนสามารถฝึกทักษะผ่านสถานการณ์จำลองในสภาพแวดล้อมที่ปลอดภัยและควบคุมได้ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มของการใช้ VR ในการศึกษา (Hudak, n.d.)

หัวใจสำคัญของการศึกษาระดับปริญญาตรีในปัจจุบันคือการบ่มเพาะทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning: SDL) ซึ่งถือเป็นทักษะที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ตลอดชีวิตและการปรับตัวในโลกยุคดิจิทัล (Noppakhunwong et al., 2025) โดยการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนริเริ่มการเรียนรู้ตามความสนใจและความต้องการของตนเอง ตั้งแต่การกำหนดเป้าหมาย การแสวงหาแหล่งความรู้ การเลือกวิธีการเรียนรู้ ไปจนถึงการประเมินความก้าวหน้าของตนเอง Knowles (1975) และ Candy (1991)

จากการสำรวจปัญหาและความต้องการของนักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ พบว่า นักศึกษาจำนวนมากไม่ทราบอาณาเขตและที่ตั้งของอาคารสถานที่ภายในมหาวิทยาลัย เนื่องจากมหาวิทยาลัยมีพื้นที่กระจายอยู่ใน 4 ศูนย์ ส่งผลให้เกิดปัญหาทั้งด้านการเรียน เช่น การมาเรียนสาย การเข้าถึงทรัพยากรทางการเรียน และด้านจิตใจและสังคม เช่น ความเครียด ความวิตกกังวล และความรู้สึกโดดเดี่ยว โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาใหม่ ด้วยเหตุผลและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิแบบเชิงรุก เพื่อใช้เป็นแนวทางสำคัญในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ควบคุม

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

กับการส่งเสริมทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรี ให้สามารถเรียนรู้ ปรับตัว และพัฒนาตนเอง ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับบริบทของสังคมและเศรษฐกิจในศตวรรษที่ 21

การทบทวนวรรณกรรม

งานวิจัยนี้มุ่งพัฒนานวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบเชิงรุก เพื่อยกระดับทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ โดยกรอบแนวคิดการวิจัยประกอบด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ 1) เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง 2) การเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) การจัดการศึกษาเชิงรุก รายละเอียดดังนี้

เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยสามารถแบ่งลักษณะของเทคโนโลยีออกเป็น 3 ประการ ได้แก่ 1) มีรูปแบบเป็น Immersive VR โดยการใช้แว่น HMD (Head-mounted Display) เพื่อสร้างความรู้สึกร่วม "จมนิ่ง" (Immersion) ในโลกเสมือนจริง 360 องศา ซึ่งใช้ในการจำลองสถานการณ์ที่อันตรายหรือเข้าถึงยาก 2) Desktop/Web-based VR แพลตฟอร์มที่เข้าถึงผ่านเบราว์เซอร์หรือหน้าจอคอมพิวเตอร์ทั่วไป แม้ความสมจริงจะน้อยกว่าแบบ Immersive แต่มีความยืดหยุ่นสูงและเข้าถึงง่ายสำหรับนักศึกษาจำนวนมาก และ 3) Metaverse Enabled Learning การบูรณาการสภาพแวดล้อมเสมือนเข้ากับระบบสังคมออนไลน์ ทำให้นักศึกษาสามารถมีปฏิสัมพันธ์ (Interaction) กับเพื่อนและอาจารย์ในรูปแบบอวตารได้แบบ Real time (Hsu & Lee, 2026; Wu et al., 2023; de Bem Machado et al., 2024)

การเรียนรู้ด้วยตนเอง (Self-directed Learning: SDL) ในบริบทของการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลและสภาพแวดล้อมเสมือนจริง สรุปประเด็นสำคัญได้ว่า คือ กระบวนการเชิงรุก (Proactive Process) ที่ผู้เรียนใช้เพื่อจัดการกับความเครียด ความรู้สึก และพฤติกรรมของตนเองเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการเรียนรู้ โดยมีองค์ประกอบ 3 ด้านที่สำคัญคือ 1) ด้านพุทธิปัญญา (Metacognition) มีการวางแผน ตั้งเป้าหมาย ตรวจสอบความก้าวหน้า และประเมินผลตนเอง 2) ด้านแรงจูงใจ (Motivation) ความเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง (Self-efficacy) และความสนใจในเนื้อหา และ 3) ด้านพฤติกรรม (Behavior) การเลือกสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและการแสวงหาความช่วยเหลือเมื่อจำเป็น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการกำกับตนเองในการเรียนรู้ (Self-regulated Learning) (Hsu & Lee, 2026; Wu et al., 2023; Shen & Li, 2022)

การจัดการศึกษาเชิงรุก (Active Learning) สรุปประเด็นสำคัญได้ว่า เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้เรียน "มีบทบาทหลัก" ในการสร้างความหมายและองค์ความรู้ด้วยตนเอง ผ่านการอ่าน การเขียน การพูดคุย และการแก้ปัญหา โดยมุ่งเน้นที่การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง เช่น การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถสังเคราะห์รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญได้ โดยใช้รูปแบบการใช้ปัญหาเป็นตัวขับเคลื่อนการเรียนรู้ การเรียนรู้ผ่านการทำโครงการ ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาพื้นฐานด้วยตนเองผ่านแพลตฟอร์มดิจิทัล ก่อนเข้าชั้นเรียน เพื่อใช้เวลาในห้องเรียนไปกับการอภิปรายและทำกิจกรรมเชิงปฏิบัติ (Hsu & Lee, 2026; Wu et al., 2023; Shen & Li, 2022; Tanashur et al., 2025)

Conceptual Framework

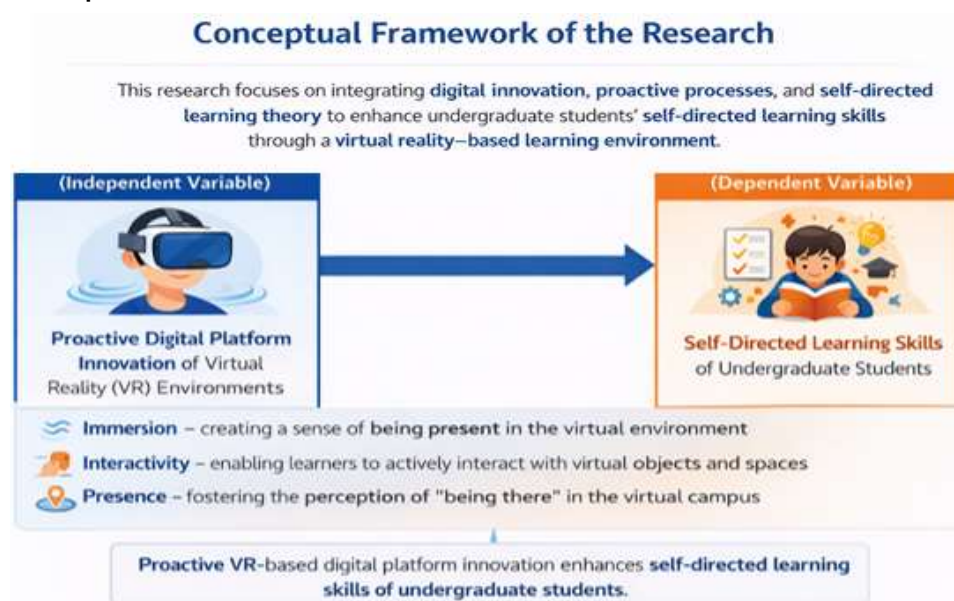


Figure 1 Research Conceptual Framework

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2568 จำนวนทั้งสิ้น 5,093 คน

ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ปีการศึกษา 2568 คัดเลือกตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบชั้นภูมิ (Stratified Random Sampling) จากนักศึกษาทั้ง 4 ศูนย์ ได้แก่ ศูนย์พระนครศรีอยุธยา (หันตรา) ศูนย์พระนครศรีอยุธยา (วาสุกรี) ศูนย์สุพรรณบุรี และศูนย์นนทบุรี ศูนย์ละ 30 คน รวมทั้งสิ้น 120 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) นวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบเชิงรุกผู้วิจัยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ E1/E2 เกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ตามแนวคิดของ Yamkasikorn (2008) 2) แบบประเมินคุณภาพนวัตกรรม เป็นมาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ด้านเทคโนโลยีการศึกษา 2 ท่าน ด้านเนื้อหา 1 ท่าน ตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาได้ค่า IOC = 0.80 จากนั้นผู้เชี่ยวชาญประเมินคุณภาพของนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($M = 4.75$, $SD = 0.70$) หลังจากนั้น นำไปทดลองใช้กับนักศึกษาที่ไม่ใช่ตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อยืนยันว่าข้อคำถามสื่อความหมายไปในทิศทางเดียวกัน 3) แบบวัดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองก่อนเรียนและหลังเรียน โดยแบบวัดนี้พัฒนาขึ้นโดยอ้างอิงแนวคิดการเรียนรู้ด้วยตนเองของ Knowles (1975) เพื่อประเมินพฤติกรรมและความพร้อมในการเรียนรู้ด้วยตนเองผ่านนวัตกรรม VR ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์องค์ประกอบออกเป็น 5 ด้าน ซึ่งแต่ละด้านจะสะท้อนความสามารถในการแก้ปัญหาเรื่องอาณาเขตและสถานที่ของมหาวิทยาลัย ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 20 ข้อ (ด้านละ 4 ข้อ) โดยวัดก่อนเรียนและหลังเรียนเพื่อนำผลการมีทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเองมาเปรียบเทียบกัน 4) แบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์ม ประกอบด้วยข้อคำถามจำนวน 10 ข้อ (3 ด้าน)

ผู้วิจัยกำหนดเกณฑ์การแปลความหมายค่าเฉลี่ยของระดับความคิดเห็น โดยประยุกต์ตามแนวคิดของของ Best (1977) ดังนี้ ค่าเฉลี่ย 4.50-5.00 (มากที่สุด) 3.50-4.49 (มาก) 2.50-3.49 (ปานกลาง) 1.50-2.49 (น้อย) และ 1.00-1.49 (น้อยที่สุด) นำแบบวัดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้เรียน เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินค่า IOC เพื่อประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับนิยามปฏิบัติการและวัตถุประสงค์การวิจัย ได้ค่า

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

IOC = 0.75, 0.80 ตามลำดับ หลังแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ นำแบบวัดที่ปรับปรุงแล้ว ไปใช้กับ นักศึกษาจำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่ตัวอย่าง แล้วจึงนำคะแนนมาวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค มีค่า = 0.75, 0.80 ตามลำดับ

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ เลขที่โครงการ: IRB-RUS-2568-114 โดยยึดหลักจริยธรรมสากลและมีการดำเนินการพิทักษ์สิทธิ ตัวอย่างอย่างเคร่งครัด ดังนี้ 1) การให้ข้อมูลและความสมัครใจ ผู้วิจัยมอบหมายให้ผู้ช่วยวิจัย ซึ่งไม่มีส่วนได้ส่วนเสีย หรืออิทธิพลต่อคะแนนและการตัดสินใจผลการเรียนของนักศึกษา เป็นผู้ชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ความเสี่ยงและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยดำเนินการประสานงานผ่านระบบออนไลน์ เพื่อให้ศึกษามีอิสระในการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการวิจัยโดยปราศจากการบังคับหรือการใช้ผลการเรียนเป็นเงื่อนไขในการกดดัน 2) สิทธิในการถอนตัว ผู้วิจัยชี้แจงอย่างชัดเจนว่าผู้เข้าร่วมวิจัยมีสิทธิในการปฏิเสธการเข้าร่วมหรือถอนตัวออกจากโครงการวิจัยได้ ทุกเมื่อตามความประสงค์ โดยไม่ต้องแจ้งให้ทราบล่วงหน้า และการถอนตัวดังกล่าวจะไม่ส่งผลกระทบต่อคะแนน การเรียน หรือความสัมพันธ์ระหว่างนักศึกษากับผู้วิจัยและมหาวิทยาลัย 3) การรักษาความลับและสิทธิส่วนบุคคล ข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลที่ได้รับการวิจัยจะถูกเก็บรักษาไว้เป็นความลับขั้นสูงสุด โดยจะนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวม เพื่อการพัฒนาทางวิชาการเท่านั้น จะไม่มีการระบุชื่อ-นามสกุล หรือข้อมูลที่สามารถระบุตัวตนของตัวอย่าง เป็นรายบุคคลในรายงานการวิจัยหรือเอกสารเผยแพร่ใดๆ 4) การจัดเก็บข้อมูล ผู้วิจัยกำหนดให้มีการเข้าถึงข้อมูลผลการทดสอบเฉพาะผู้วิจัยหลักเท่านั้น โดยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลจะถูกเข้ารหัสผ่านระบบคอมพิวเตอร์ที่ปลอดภัย และข้อมูลที่เป็นเอกสารจะถูกทำลายทิ้งภายในระยะเวลา 2 ปี หลังจากการวิจัยเสร็จสิ้นสมบูรณ์

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยแบบกึ่งทดลอง (Quasi-experimental Research) โดยมีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้
ระยะที่ 1 การเตรียมการ ผู้วิจัยประสานงานและนัดหมายตัวอย่างผ่านระบบออนไลน์ พร้อมทั้งชี้แจงวัตถุประสงค์ ขอบเขตการวิจัย และประโยชน์ที่ผู้เรียนจะได้รับ ลงนามในใบยินยอมโดยสมัครใจผ่านระบบออนไลน์

ระยะที่ 2 การวัดก่อนเรียน ให้ตัวอย่างทำ แบบวัดทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านระบบออนไลน์ เพื่อประเมินระดับ ทักษะพื้นฐานก่อนใช้งานนวัตกรรม

ขั้นที่ 3 การดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้เชิงรุกผ่านนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์ม VR โดยให้นักศึกษา เข้าสู่สภาพแวดล้อมเสมือนจริงเพื่อสำรวจพื้นที่อาคารและแหล่งเรียนรู้ในทั้ง 4 ศูนย์พื้นที่

ระยะที่ 4 การวัดหลังเรียน หลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลหลังการทดลอง กับตัวอย่างเดิม ด้วยเครื่องมือชุดเดิม

ระยะที่ 5 ให้ตัวอย่างทำแบบประเมินความพึงพอใจ และตอบคำถามปลายเปิดเกี่ยวกับประสบการณ์การใช้งาน

รวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่ได้รับ ตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าประสิทธิภาพ 80.33/85.17 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้ และมีความแตกต่างระหว่าง E1 และ E2 ร้อยละ 4.84

Table 1 Efficiency of the Digital VR Platform Innovation (E1/E2)

Efficiency Measures	Full Score	M	Percentage
Efficiency of the Process (E1)	20	16.07	80.33
Efficiency of the Product (E2)	20	17.03	85.17
Total Efficiency (E1/E2)	80.33/85.17		

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

จากตารางที่ 2 ผลการประเมินคุณภาพของนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน พบว่าในภาพรวมนวัตกรรมมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.67$, $SD = 0.49$) เมื่อพิจารณารายข้อ พบว่าข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ ความคมชัดของภาพและเสียงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Clarity of images and sounds) อยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 5.00$, $SD = 0.00$) รองลงมาคือ การตอบสนองของระบบต่อการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ (System responsiveness) และความเสถียรของระบบ (System stability) ซึ่งมีคุณภาพอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นเดียวกัน ($M = 4.67$, $SD = 0.58$) ส่วนข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ ความสมจริงของสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Realism of the virtual environment) โดยมีคุณภาพอยู่ในระดับมาก ($M = 4.33$, $SD = 0.58$) ผลการประเมินคุณภาพในทุกรายการผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แสดงให้เห็นว่านวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นมีคุณภาพเพียงพอและมีความพร้อมสำหรับการนำไปทดลองใช้กับตัวอย่าง

Table 2 Results of the Quality Evaluation of the Proactive Digital Platform Innovation in Virtual Reality Environments by Experts

Evaluation Items	Quality Evaluation			M	SD	Quality Level
	by Experts					
	1 st	2 nd	3 rd			
Clarity of images and sounds in the virtual environment	5	5	5	5.00	0.00	Very High
System responsiveness to user movements	5	5	4	4.67	0.58	Very High
System stability	5	4	5	4.67	0.58	Very High
Realism of the virtual environment	4	4	5	4.33	0.58	High
Overall	4.75	4.50	4.75	4.67	0.49	Very High

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการเปรียบเทียบคะแนนความรู้ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (Post-test) มีค่าเท่ากับ 26.50 ($SD = 0.32$) ซึ่งสูงกว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน (Pre-test) ที่มีค่าเท่ากับ 22.80 ($SD = 0.55$) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนน พบว่าค่า $t = 5.63$ และค่า $p = .00$ ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Table 3 Comparison of Knowledge Scores Before and After Learning with Digital VR Platform Innovation

Mean Score	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>P</i>
Pre-test	22.80	0.55	5.63	.00*
Post-test	26.50	0.32		

Note: Significant at the .05 level

จากตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักศึกษาที่มีต่อนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พบว่าในภาพรวมผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด ($M = 4.55$, $SD = 0.63$) เมื่อพิจารณารายด้านพบรายละเอียดที่สำคัญดังนี้ ด้านคุณภาพและการใช้งานของแพลตฟอร์ม มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ($M = 4.57$, $SD = 0.61$) โดยประเด็นที่นักศึกษาให้ความสำคัญสูงสุดคือ ความชัดเจนของภาพและเสียงในสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ($M = 4.65$, $SD = 0.52$) รองลงมาคือ ความเสถียรของระบบ ($M = 4.58$, $SD = 0.60$)

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

ด้านประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุดเช่นกัน ($M = 4.52$, $SD = 0.64$) โดยนักศึกษาเห็นว่าแพลตฟอร์มนี้ช่วยให้ สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างอิสระ มากที่สุด ($M = 4.60$, $SD = 0.55$) รองลงมาคือ ช่วยกระตุ้นให้อยากเรียนรู้และสำรวจเนื้อหาเพิ่มเติม ($M = 4.55$, $SD = 0.62$)

Table 4 Analysis of Student Satisfaction towards the Proactive Digital VR Platform for Enhancing Self-Directed Learning

Items	M	SD	Satisfaction Level
1.1) Clarity of images and sounds in the virtual environment	4.65	0.52	Very High
1.2) System stability (no lag or crashes during use)	4.58	0.60	Very High
1.3) Realism of the virtual environment (graphics and models)	4.55	0.61	Very High
1.4) Navigation and control are convenient	4.55	0.61	Very High
1.5) Usage instructions are clear and easy to understand	4.52	0.69	Very High
Total	4.57	0.61	Very High
2.1) Enables learners to engage in learning independently	4.60	0.55	Very High
2.2) Motivates learners to explore and pursue further learning	4.55	0.62	Very High
2.3) Helps learners set goals and plan their own learning	4.50	0.65	Very High
2.4) Helps learners better understand complex content	4.50	0.65	Very High
2.5) Provides an effective tool for reviewing lessons	4.45	0.72	Very High
Total	4.52	0.64	Very High
Overall Satisfaction	4.55	0.63	Very High

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์มเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริง พบว่ามีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 80.33/85.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่า การเรียนรู้ผ่านสภาพแวดล้อมเสมือนจริงแบบเชิงรุก (Proactive VR Environment) ช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Yamkasikorn (2008) ที่ให้ความสำคัญกับความสมดุลระหว่างกิจกรรมและการวัดผล นอกจากนี้ การที่ส่วนต่างระหว่าง E1 และ E2 เพียงร้อยละ 4.84 ยืนยันว่า แพลตฟอร์มนี้ถูกออกแบบมาอย่างเป็นระบบ มีเนื้อหาและภารกิจที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ส่งผลให้นักศึกษาสามารถนำประสบการณ์ที่ได้รับจากโลกเสมือนจริงไปประยุกต์ใช้ในการทำแบบทดสอบได้ นอกจากนี้ยังสนับสนุนงานวิจัยของ Kotheeranurak et al. (2022) ที่ศึกษาการนำเทคโนโลยีเปลี่ยนแปลงมาใช้ในสถาบันอุดมศึกษาไทย โดยพบว่าเทคโนโลยีต่าง ๆ รวมถึง VR ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนและการบริหารจัดการในมหาวิทยาลัย ซึ่งสะท้อนถึงแนวโน้มของการบูรณาการเทคโนโลยีเพื่อรองรับการเปลี่ยนแปลงในยุคดิจิทัล

จากคะแนนการเรียนรู้ด้วยตนเองหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t = 5.63$) ซึ่งเป็นการยืนยันว่าแพลตฟอร์ม VR มีส่วนช่วยพัฒนาทักษะย่อยในการวางแผน การกำกับตนเอง และการประเมินผลตามแนวคิดของ Knowles (1975) และ Candy (1991) นอกจากนี้ ความสามารถในการนำเสนอเนื้อหาที่ซับซ้อนให้เห็นเป็นรูปธรรมผ่านเทคโนโลยีเสมือนจริงยังช่วยส่งเสริมความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Jiang & Fryer (2024)

ผลการเปรียบเทียบคะแนนทักษะก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่าคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสะท้อนว่าการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเกิดจากกระบวนการเรียนรู้ผ่านนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์ม

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

เทคโนโลยีสภาพแวดล้อมเสมือนจริงโดยตรง ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับแนวคิดของ Knowles (1975) และ Candy (1991) ที่ระบุว่าการเรียนรู้ด้วยตนเองต้องอาศัยความริเริ่มและการรับผิดชอบของผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยแพลตฟอร์ม VR ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถวางแผน จัดการ และประเมินการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างเป็นระบบ เมื่อพิจารณา ร่วมกับแนวคิดของ Burdea & Coiffet (2024) ที่โดยเน้นบทบาทของการโต้ตอบ (interaction) ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีเสมือนจริง

โดยภาพรวม คณะที่เพิ่มขึ้นสะท้อนถึงการพัฒนาทักษะ การกำกับตนเอง (Self-Regulation) และ การแสวงหาความรู้ (Information Seeking) โดยสภาพแวดล้อม VR ทำหน้าที่เป็น "Scaffolding" ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทดลองและตัดสินใจในสถานการณ์จำลองของศูนย์พื้นที่ต่างๆ ได้อย่างไร้ความเสี่ยง สอดคล้องกับแนวคิดของ Knowles (1975) คือ การให้ผู้เรียนมีอำนาจในการตัดสินใจ VR เข้ามาลดข้อจำกัดทางกายภาพ (Physical Constraints) ของมหาวิทยาลัยที่มีหลายศูนย์พื้นที่ โดยใช้หลักการ Telepresence ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเหมือนอยู่ในสถานที่จริง ส่งผลให้เกิด ความจำเชิงประสบการณ์ (Episodic Memory) ซึ่งทรงพลังกว่าการเรียนรู้แบบบรรยายเพียงอย่างเดียว

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้เรียนพบว่า นักศึกษามีความพึงพอใจต่อแพลตฟอร์มทั้งด้านคุณภาพและการใช้งาน รวมถึงด้านประโยชน์ต่อการเรียนรู้ด้วยตนเอง อยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาแพลตฟอร์มในลักษณะเชิงรุกสามารถตอบสนองความต้องการของผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม ความพึงพอใจในระดับมากที่สุด ทั้งด้านประสบการณ์การใช้งาน และด้านการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Knowles (1975) และ Candy (1991) ที่เน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้และสามารถควบคุมทิศทางการเรียนรู้ของตนเองได้อย่างอิสระ แพลตฟอร์ม VR จึงทำหน้าที่เป็นเครื่องมือที่ช่วยเปลี่ยนบทบาทของผู้เรียนให้เป็นผู้เรียนรู้ตลอดชีวิต (Lifelong Learners) อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะที่ได้รับการวิจัย ประกอบด้วย 1) สถาบันควรนำนวัตกรรมดิจิทัลแพลตฟอร์ม VR นี้ไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมปฐมนิเทศนักศึกษาใหม่ เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายสามารถทำความรู้จักและสำรวจศูนย์พื้นที่ต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยได้ล่วงหน้าอย่างอิสระ ซึ่งจะช่วยลดความวิตกกังวลและสร้างความคุ้นเคยกับสถานที่จริง 2) ผู้สอนควรใช้แพลตฟอร์มนี้เป็นสื่อเสริมร่วมกับการเรียนในชั้นเรียนปกติ โดยมอบหมายภารกิจใน VR เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ก่อนเข้าเรียน (Flipped Classroom) เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนฝึกการวางแผนและแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง และ 3) ควรติดตั้งจุดให้บริการอุปกรณ์ VR (VR Stations) ในห้องสมุดหรือพื้นที่ส่วนกลางที่นักศึกษาสามารถเข้าถึงและใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าตามความสนใจ สอดคล้องกับแนวทางการเรียนรู้ที่ยืดหยุ่น (Flexibility)

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ได้แก่ 1) ควรมีการติดตามผลความคงทนของความรู้และทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง (Retention and Transfer of Learning) หลังจากผู้เรียนเสร็จสิ้นการใช้แพลตฟอร์ม VR ไปแล้ว 1-3 เดือน เพื่อประเมินว่าทักษะการเรียนรู้ด้วยตนเอง ที่เกิดขึ้นนั้นกลายเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ถาวรของนักศึกษาหรือไม่ 2) ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแพลตฟอร์ม VR (Virtual Reality) กับ AR (Augmented Reality) หรือ MR (Mixed Reality) ในเนื้อหาเดียวกัน เพื่อหาข้อสรุปว่าเทคโนโลยีประเภทใดมีความเหมาะสมและคุ้มค่าที่สุดในการส่งเสริมทักษะย่อยด้านต่าง ๆ ของการเรียนรู้ด้วยตนเอง และ 3) ควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อผนวกระบบปัญญาประดิษฐ์ (AI) เข้ากับแพลตฟอร์ม VR เพื่อให้ระบบสามารถปรับระดับความยากของภารกิจ หรือให้คำแนะนำ (Feedback) ที่สอดคล้องกับระดับความสามารถและสไตล์การเรียนรู้ (Learning Styles) ของนักศึกษาแต่ละบุคคลได้แบบเรียลไทม์

References

- Bates, A. (2015). *Teaching in a digital age: Guidelines for designing teaching and learning*. British Columbia: Tony Bates Associates Ltd.
- Best, J. (1977). *Research in education* (3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall.

- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York: W. W. Norton & Company.
- Burdea, G., & Coiffet, P. (2024). *Virtual reality technology* (3rd ed.). New Jersey: Wiley.
- Candy, P. (1991). *Self-direction for lifelong learning: A comprehensive guide to theory and practice*. California: Jossey-Bass Publishers.
- de Bem Machado, A., Sousa, M., & Domingos, L. (2024). Creating a Metaverse-based Innovative Digital Learning Environment. In S. Baroudi, & M. Lytras. (eds.). *Transformative Leadership and Sustainable Innovation in Education: Interdisciplinary Perspectives* (pp. 59-72). Leeds: Emerald Publishing Limited.
- Hsu, Y., & Lee, S. (2026). Support for self-regulated learning in immersive virtual reality – An experimental design for science learning. *Education and Information Technologies*, 31, 269-300.
- Hudak, B. (n.d.). *Revolutionizing education: The power of VR and interactive learning*. Retrieved from <https://optimaxr.ai/revolutionizing-education-the-power-of-vr-and-interactive-learning/>.
- Jiang, J., & Fryer, L. (2024). The effect of virtual reality learning on students' motivation: A scoping review. *Journal of Computer Assisted Learning*, 40(1), 360-373.
- Knowles, M. (1975). *Self-Directed Learning: A Guide for Learners and Teachers*. New York: Association Press.
- Kotheeranurak, S., Koolnaphadol, T., & Songbundit, A. (2022). The development of implementing disruptive technologies in Thai higher educational institutions. *Journal of Buddhist Anthropology*, 7(2), 102-119.
- Noppakhunwong, T., Kantathanawat, T., & Pimdee, P. (2025). Enhancing digital literacy in Thai higher education: A strategic imperative. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(5), 1832-1837.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2018). *The National Strategy (2018-2037)*. Bangkok: Office of the Secretary of the National Strategy Committee.
- Shen, H., & Li, L. (2022). Influence of Self-Regulated Strategy Development on the Performance of Virtual Reality-Based Teaching in Online Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(11), 312-324.
- Tanashur, P., Oktavia, S., & Aprianto, D. (2025). Examining the impacts of Virtual Reality (VR) on self-directed learning in EFL: A mixed-methods study. *Journal of Languages and Language Teaching*, 13(3), 1101-1116.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. New Jersey: Jossey-Bass.
- Wu, W., Hsu, Y., Yang, Q., Chen, J., & Jong, M. (2023). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2244-2267.
- Yamkasikorn, M. (2008). How to Use Efficiency Criteria in Media Research and Development: The Difference Between 90/90 Standard and E1/E2. *Journal of Education*, 19(1), 1-16.

Data Availability Statement: The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors, without undue reservation.

Conflicts of Interest: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

ปีที่ 15 ฉบับที่ 1 (มกราคม-มิถุนายน 2569)

Publisher's Note: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors, and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or that its manufacturer may claim, is not guaranteed or endorsed by the publisher.



Copyright: © 2026 by the authors. This is a fully open-access article distributed under the terms of the Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).