

รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต
เพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

THE IMAGINEERING LEARNING OF TECHNOLOGY MODEL WITH METAVERSE
STORYTELLING TO ENHANCE ENGINEERING DESIGN SKILLS

สุพัตรา เสกย์ยันต์* และพินันตา ฉัตรวัฒนา
Suputtra Sapliyan* and Pinanta Chatwattana
E-mail: Sapliyan.s@gmail.com* and pinnanta.c@cit.kmutnb.ac.th

Received: December 27, 2022

Revised: January 10, 2023

Accepted: February 28, 2023

ABSTRACT

The imagineering learning of technology model with metaverse storytelling is a model that can be employed to promote limitless self-learning by means of active learning, which encourages learners to the creation of new bodies of knowledge to enhance engineering design skills. This model can also be applied in other contexts, which can be done by integrating the concepts of technologies and new platforms of instruction to create new concepts of instruction designs. Not only that, the model can be utilized in the new normal instruction management that usually focuses on continuous learning, which can be conducted anywhere and anytime, with the aid of technology. The sample group is five experts in design and development of teaching and learning models from various institutions in higher education based on purposive sampling. The data collecting tools are 1) the imagineering learning of technology model with metaverse storytelling, 2) the imagineering learning of technology process with metaverse storytelling, 3) the suitability assessment form of the imagineering learning of technology model with metaverse storytelling, and 4) the suitability assessment form of the imagineering learning of technology process with metaverse storytelling. The statistics utilized for data analysis were mean and standard deviation. According to the results, it is found that the imagineering learning of technology model with metaverse storytelling and the imagineering learning of technology process with metaverse storytelling were appropriate to enhance engineering design skills at the highest level, which is in compliance with the established research hypothesis.

Keywords: Imagineering learning of technology, Metaverse storytelling, Digital media, Engineering design skills.

*Corresponding author E-mail: Sapliyan.s@gmail.com

สถาบันวิจัยพัฒนาและสาธิตการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ นครนายก จ.นครนายก 26120

Educational Research Development and Demonstration Institute, Srinakharinwirot University, Nakhon Nayok 10800 Thailand

บทคัดย่อ

รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต เป็นเครื่องมือในการส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองอย่างไร้ขีดจำกัดด้วยการลงมือปฏิบัติ ในการก่อให้เกิดองค์ความรู้ใหม่สำหรับเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมด้วยการนำแนวคิดของเทคโนโลยีและแพลตฟอร์มการเรียนการสอนรูปแบบใหม่มาผสมผสานกันเพื่อให้เกิดแนวคิดใหม่ ในการออกแบบการเรียนการสอนที่สามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในยุควิถีใหม่ที่มีแนวโน้มให้เกิดการเรียนรู้อย่างต่อเนื่องในทุกที่ ทุกเวลาด้วยการนำเทคโนโลยีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนาารูปแบบและระบบการเรียนการสอนที่มาจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา จำนวน 5 ท่าน มาจากการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม 2) กระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม 3) แบบประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม และ 4) แบบประเมินกระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น และกระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในการเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมุติฐานการวิจัยที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยี, การเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต, สื่อดิจิทัล, ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

1. บทนำ

การใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในปัจจุบันมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก นวัตกรรมที่ทันสมัยจะช่วยพัฒนาประเทศและเกิดเป็นบริการในรูปแบบใหม่ในยุคดิจิทัล โครงสร้างและรูปแบบของกิจกรรมทั้งทางด้านเศรษฐกิจ กระบวนการทางสังคม การเรียนรู้และปฏิสัมพันธ์ระหว่างบุคคลเปลี่ยนแปลงไป จึงต้องมีการเตรียมความพร้อมให้คนไทยมีความฉลาดทางดิจิทัล เพื่อสามารถใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีได้เต็มศักยภาพ เพื่อเป็นกำลังสำคัญในการขับเคลื่อนในการพัฒนาเศรษฐกิจสู่ความมั่นคง โดยเฉพาะเด็กและเยาวชนที่ต้องได้รับการชี้แนะปกป้องดูแลจากครู ครูจึงมีบทบาทสำคัญที่ต้องเลือกใช้สร้างสื่อเทคโนโลยีดิจิทัลให้เหมาะสมกับองค์ความรู้ และสอดคล้องความเป็นพลเมืองดิจิทัลที่ดีด้วย (Office of the Education Council, 2019, p. 1)

เทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อการศึกษาในประเทศไทยได้เข้ามามีบทบาทในการช่วยจัดการศึกษาให้บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ได้อย่างครบถ้วนตามนโยบายการศึกษาของรัฐซึ่งจะต้องจัดการศึกษาตลอดชีวิตสำหรับทุกคน ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างไม่มีขีดจำกัด การเรียนรู้บนเทคโนโลยีดิจิทัลสามารถพัฒนาให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนทำหน้าที่ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีสถานการณ์ให้ผู้เรียนสามารถใช้เทคโนโลยีดิจิทัลในการเรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรมโดยทำหน้าที่เป็นโค้ช ให้คำแนะนำ ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ (Wongyai & Patphol, 2019, pp. 1-11) สำหรับเตรียมความพร้อมผู้เรียนให้เข้าสู่การทำงานในศตวรรษที่ 21 โดยมีทักษะด้านความรู้และทักษะด้านการแก้ปัญหา อีกทั้งยังต้องสามารถสร้างความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วยตนเองเพื่อให้การทำงานเกิดนวัตกรรมสิ่งใหม่ ๆ และประสบความสำเร็จ การศึกษาจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างยิ่งที่จะเสริมสร้างความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาผู้เรียน เพื่อให้เป็นบุคลากรที่มีทั้งความคิดสร้างสรรค์และคุณภาพซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาชาติต่อไป ดังนั้นความคิดเชิงสร้างสรรค์ต้องได้รับการส่งเสริมเพื่อให้เกิดมุมมองและการพัฒนาในด้านต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน (Ministry of Education, 2017, Online)

จากแนวทางข้างต้น คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตวิศกรรมทั้ง 6 ด้าน ประกอบด้วย ด้านการจินตนาการ ด้านการออกแบบ ด้านการพัฒนา ด้านการนำเสนอ ด้านการปรับปรุง และด้านการประเมินผล ที่มีแนวโน้มให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยเป็นการทำสิ่งที่จินตนาการมาสู่สิ่งที่จริงได้ในทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดเป็นสิ่งประดิษฐ์ ผลงานหรือนวัตกรรมที่สามารถจับต้องได้ (Nilsook et al., 2014, pp. 14-20) มาผสมผสานการเรียนรู้และการทำกิจกรรมผ่านเมตาเวิร์สในรูปแบบอวตาร 3 มิติ ผสมผสานกับการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัลที่มีการนำเสนอผลงานการออกแบบเชิงวิศวกรรมอย่างเป็นลำดับขั้นตอน

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น คณะผู้วิจัยมีแนวคิดในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนมิติเพื่อเป็นแนวทางในการเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมของนักเรียนในยุคดิจิทัล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนมิติที่พัฒนาขึ้นจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนารูปแบบและระบบการเรียนการสอนที่มาจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนมิติที่จะเกิดขึ้นในอนาคตต่อไป

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย 1) การเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรม (Imagineering learning) เป็นกระบวนการเรียนรู้ในการจัดความคิด และแรงบันดาลใจ จุดประกายเชิงกลยุทธ์ และกรอบความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้มีความริเริ่มจินตนาการและความฝันที่ยังไม่มีอยู่ในปัจจุบัน กลายเป็นความจริงด้วยการลงมือปฏิบัติ หรือประดิษฐ์ เพื่อนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ซึ่งอาจเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม (Nilsook et al., 2014, pp. 14-20) การเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมเป็นแนวคิดใหม่ในการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับการพัฒนาคุณลักษณะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21 เน้นผู้เรียนให้เรียนรู้ด้วยตนเอง มีความคิดสร้างสรรค์และสร้างนวัตกรรมได้ (Chatwattana & Nilsook, 2017, pp. 4-22) โดย Nilsook et al. (2014, pp. 14-20) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมสรุปไว้ 6 ด้านดังนี้ ด้านการจินตนาการ ด้านการออกแบบ ด้านการพัฒนา ด้านการนำเสนอ ด้านการปรับปรุง และด้านการประเมินผล โดยแนวคิดทั้ง 6 ด้านนี้ มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองโดยเป็นการทำสิ่งที่จินตนาการมาสู่สิ่งที่เกิดขึ้นจริงได้ในทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดเป็นสิ่งที่ประดิษฐ์ ผลงานหรือนวัตกรรมที่สามารถจับต้องได้ 2) การเรียนแบบสะเต็ม (STEAM education) เป็นการสอนที่เป็นที่นิยมสำหรับพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียน ทักษะการแก้ปัญหา เพิ่มทักษะของผู้เรียนในด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ ศิลปะ และคณิตศาสตร์เพื่อวัตถุประสงค์ในการปรับปรุงการมีส่วนร่วมของนักเรียน ส่งเสริมการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์นวัตกรรม ทักษะการแก้ปัญหา และประโยชน์ด้านความรู้ความเข้าใจให้เกิดเป็นนวัตกรรม และนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาได้ในชีวิตจริง (Kummanee et al., 2020, pp. 533-539) เป้าหมายของการสร้างทรัพยากรมนุษย์ที่จะรองรับทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21 ของประเทศไทยขึ้นอยู่กับคุณภาพการศึกษา โดยเฉพาะความสามารถพื้นฐานด้าน “คณิตศาสตร์” “วิทยาศาสตร์” “เทคโนโลยี” ซึ่งเป็นภาษาสากลที่เข้าใจกันทั่วโลกเป็นจุดเชื่อมต่อสำหรับแนวทางการเรียน การค้นหาและการคิดเชิงวิพากษ์ และนักเรียนจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทักษะการมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรง มีการแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน และทำงานผ่านกระบวนการคิดสร้างสรรค์เป็นผู้สร้างนวัตกรรม (Chanintarapum et al., 2021, pp. 118-131) 3) การเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัล (Storytelling) เป็นการใช้เทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือการนำเสนอเรื่องราวผ่านสื่อดิจิทัล โดยใช้ภาพนิ่งหรือภาพวาด ภาพวิดีโอ บทบรรยาย เสียงประกอบ และเทคนิคพิเศษ ในหัวข้อที่หลากหลาย น่าสนใจดึงดูดความสนใจ และอารมณ์จากผู้เข้าชมได้ผ่านมุมมองการเล่าเรื่องของผู้อ่าน (Petit, 2020, pp. 137-166) การเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัลเป็นเทคนิคที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการเรียนการสอน โดยผู้สอนสามารถใช้การเล่าเรื่องแบบดิจิทัลเพื่อกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจและสนุกสนานในการเรียนรู้มากกว่าการอ่านจากตำรา ทักษะที่ผู้เรียนได้รับเมื่อมีส่วนร่วมในการเล่าเรื่องดิจิทัล ได้แก่ ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ทักษะการวิจัยข้อมูล ทักษะการคิดเชิงวิพากษ์และการวิเคราะห์ ทักษะการแก้ปัญหาและการตัดสินใจ ทักษะด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ทักษะการสื่อสารและการสร้างเครือข่ายกลุ่ม และทักษะการรู้หนังสือดิจิทัล (Chujitarom & Wannapiroon, 2018, pp. 55-62; Songkram, 2011, pp. 44-49) 4) จักรวาลอนมิติ (Metaverse) เป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในพื้นที่ดิจิทัลได้ถูกสร้างขึ้นเพื่อเปิดให้ผู้คนได้เข้ามาสัมผัสและมีปฏิสัมพันธ์ และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ร่วมกันได้ ไม่ว่าจะเป็นการประชุม พบปะพูดคุย ติดต่อกัน ท่องเที่ยว บ้านหลัง หรือซื้อสินค้าเสมือนอยู่ในโลกจริงผ่านตัวตนที่เป็นอวตาร (Avatar) ซึ่งเป็นกราฟิก 3 มิติ ในการทำกิจกรรมในโลกจักรวาลอนมิติโดยใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์เสริมผ่านชุมชนด้วยการเรียนรู้ผ่านชุมชนเสมือนจริง (Virtual community) (Suzuki et al., 2020, pp. 2125-2132) โดย Binance Academy (2022, Online) ได้กล่าวว่า บริษัทด้านเทคโนโลยีต่าง ๆ พยายามใช้เทคโนโลยีล้ำสมัยเพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาโลก 3 มิติ ทั้งนี้เพื่อนำเสนอประสบการณ์เสมือนจริงแบบปรับสัมผัสในจักรวาลอนมิติ ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวประกอบด้วย บล็อกเชน (Blockchain) ความจริงเสริม (Augmented Reality: AR) ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality: VR) การสร้างภาพ 3 มิติ (3D reconstruction) ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) และอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) และ 5) กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design process)

เป็นขั้นตอนที่นำมาใช้ในการดำเนินการเพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการ (Institute of Academic Development, 2020, pp. 17-26) ได้สรุปกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ ระบุปัญหา รวบรวมข้อมูลและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ออกแบบวิธีการแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา ทดสอบ ประเมินผลและปรับปรุงแก้ไข และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

งานวิจัย เรื่องรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยได้ทำการกำหนดสมมติฐานการวิจัย ประกอบด้วย 1) ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก 2) ผลการประเมินกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน และระบบการเรียนการสอนที่มาจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา และกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบและพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนและระบบการเรียนการสอนที่มาจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา จำนวน 5 ท่าน ที่ได้มาจากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่มแล้วสุ่มอย่างง่าย

ขอบเขตด้านตัวแปรที่ศึกษา ได้แก่ ความเหมาะสมของรูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม
2. กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม
3. แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ
4. แบบประเมินความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นแบบประเมินมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

ขั้นตอนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนา การดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

ระยะที่ 1 สังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ระยะที่ 2 พัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในระยะนี้เป็นการสังเคราะห์กระบวนการเรียนแบบจินตวิศวกรรม ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนแบบจินตวิศวกรรมทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เผยแพร่ระหว่างปี ค.ศ. 2014-2021 เพื่อให้ได้กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรม ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) จินตนาการ 2) ออกแบบ 3) ทดสอบและพัฒนา 4) เผยแพร่สู่สาธารณะ 5) ปรับปรุง 6) ประเมิน

ระยะที่ 3 พัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในระยะนี้เป็นการสังเคราะห์กระบวนการเรียนแบบเทคโนโลยี (สะเต็ม) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเรียนแบบเทคโนโลยี (สะเต็ม) ทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เผยแพร่ระหว่างปี ค.ศ. 2017-2021 เพื่อให้ได้กระบวนการเรียนรู้สะเต็มทางเทคโนโลยี ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ระบุปัญหาและที่มาของการสร้างนวัตกรรม 2) ค้นคว้าและออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหาที่นำมาใช้เป็นฐานการสร้างนวัตกรรม 3) วางแผนและพัฒนานวัตกรรมโดยบูรณาการองค์ความรู้ 4) สร้าง/นำไปใช้ 5) การทดสอบ ประเมิน และปรับปรุง 6) นำเสนอผลงาน/นวัตกรรม

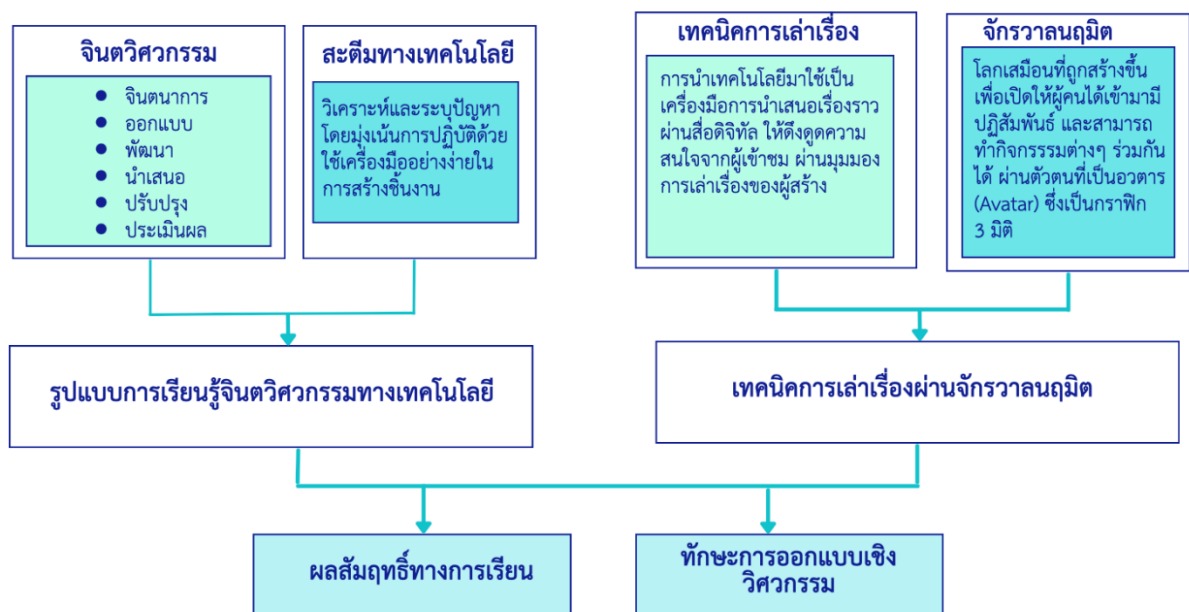
ระยะที่ 4 ศึกษาผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ในระยะนี้เป็นการประเมินความเหมาะสมในการออกแบบและพัฒนา รูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยเทคนิคการเล่าเรื่องแบบจักรวาลนฤมิตผ่านสื่อดิจิทัลที่พัฒนาขึ้น ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมที่มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ

4. ผลการวิจัย

จากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งออกเป็น 4 ระยะ ตามวัตถุประสงค์การวิจัย สรุปดังนี้

4.1 ผลจากการสังเคราะห์กรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องนำมาสังเคราะห์องค์ประกอบของการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งสามารถแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัยได้ดังรูปที่ 1

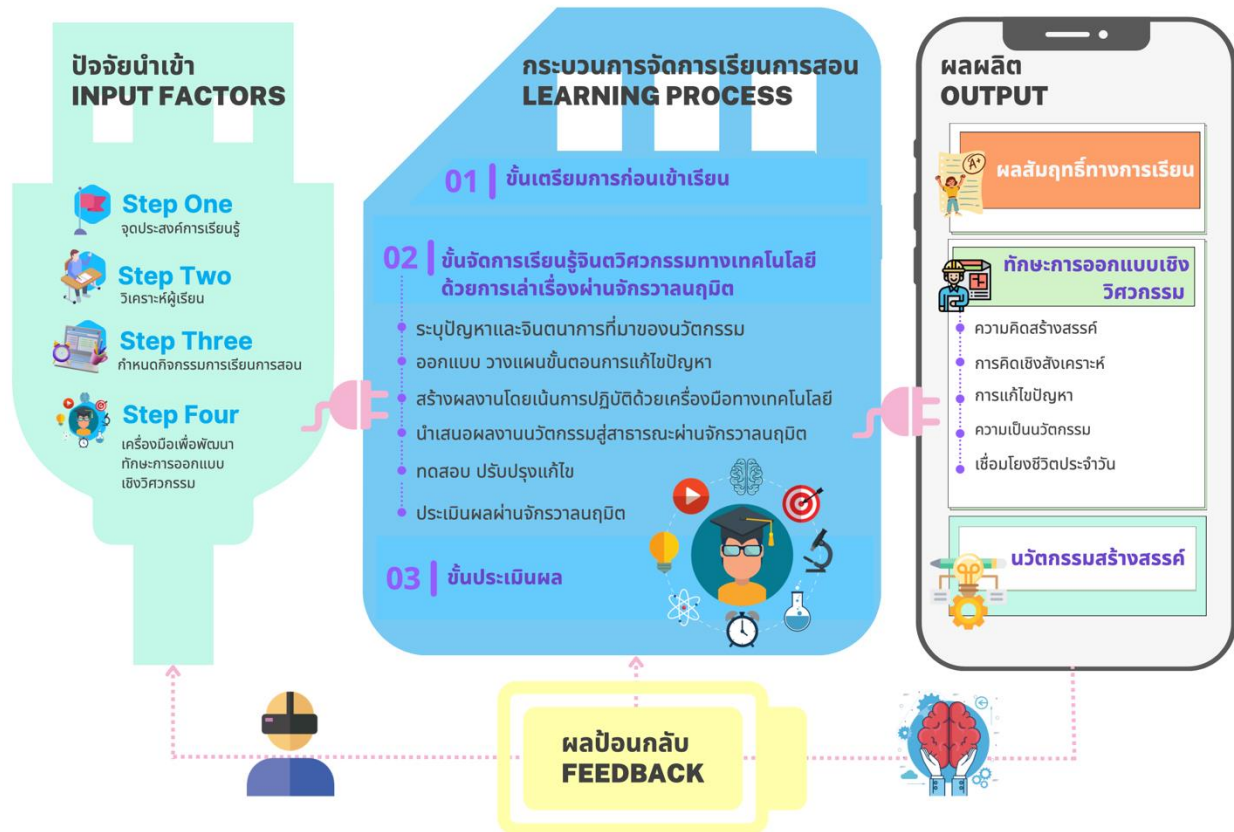


รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากรูปที่ 1 แสดงถึงกรอบแนวคิดของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา วิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสารงานวิจัย ประกอบด้วย ทฤษฎีจินตวิศวกรรม ทฤษฎีสเต็มทางเทคโนโลยี ทฤษฎีการเล่าเรื่องผ่านสื่อดิจิทัล ทฤษฎีจักรวาลนฤมิต ทฤษฎีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทฤษฎีการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นต้น

4.2 ผลการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยใช้แนวคิดในการออกแบบรูปแบบการเรียนการสอนโดยนำกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้สเต็มทางเทคโนโลยีมาใช้ในการพัฒนารูปแบบการเรียนรู้ แสดงดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการเรียนรู้จินตนาการทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนุมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากรูปที่ 2 เป็นการแสดงรูปแบบการเรียนรู้จินตนาการทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนุมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ที่ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลัก แต่ละองค์ประกอบสามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ปัจจัยนำเข้า (Input factors) รูปแบบการเรียนรู้จินตนาการทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนุมิต ที่พัฒนาขึ้น มีปัจจัยนำเข้างดังนี้ 1) กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ทราบถึงความรู้ ทักษะ และพฤติกรรม การเรียนรู้ของผู้เรียนที่คาดหวัง 2) วิเคราะห์ผู้เรียน เป็นการวิเคราะห์ ความรู้พื้นฐาน ทักษะพื้นฐานของผู้เรียนเพื่อนำไปสู่ การออกแบบรูปแบบการเรียนรู้ที่เหมาะสมและตรงตามความต้องการของผู้เรียน 3) กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นการ จัดกิจกรรมในการเรียนการสอนให้เหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาแต่ละบทเรียน และ 4) เตรียมเครื่องมือเพื่อเสริมสร้างทักษะการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นการเตรียมเครื่องมือที่ส่งเสริมการเรียนรู้ที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพเพื่อสนับสนุนให้ผู้ใช้งาน ประสบความสำเร็จในการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดได้

2. กระบวนการจัดการเรียนการสอน (Learning process) รูปแบบการเรียนรู้จินตนาการทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่อง ผ่านจักรวาลอนุมิตที่พัฒนาขึ้น มีกระบวนการเรียนการสอน 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นตอนการก่อนเข้าเรียน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (1.1) ชี้แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ (1.2) แนะนำกิจกรรมที่ใช้ในการเรียนรู้ (1.3) ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2) ขั้นตอนการเรียนรู้แบบจินตนาการทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลอนุมิต ในขั้นนี้ คณะผู้วิจัยได้นำหลักการของทฤษฎี การเรียนรู้แบบจินตนาการมาประยุกต์ใช้กับสื่อดิจิทัลและเทคโนโลยีและการเล่าเรื่องดิจิทัล ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ (2.1) ระบุ ปัญหาและจินตนาการที่มาของนวัตกรรม (2.2) ออกแบบ วางแผนขั้นตอนการแก้ปัญหา (2.3) สร้างผลงานโดยเน้นการปฏิบัติด้วย เครื่องมือทางเทคโนโลยี (2.4) นำเสนอผลงานนวัตกรรมสู่สาธารณะผ่านจักรวาลอนุมิต (2.5) ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข และ (2.6) ประเมินผลผ่านจักรวาลอนุมิต และ 3) ขั้นตอนประเมินผล เป็นขั้นตอนการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทักษะการ ออกแบบเชิงวิศวกรรม ซึ่งวัดจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีลักษณะของข้อสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก และแบบวัดทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

3. ผลผลิต (Output) รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น มีผลผลิต 2 ส่วน ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม สรุปได้ดังนี้

3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องผ่านเกณฑ์การประเมินผลตามกำหนดไว้

3.2 ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม (Engineering design skills) เป็นทักษะความเข้าใจและใช้เทคโนโลยีดิจิทัล ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตก่อให้เกิดสังคมแห่งการเรียนรู้ด้วยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เกิดประโยชน์ โดยเป็นหนึ่งในทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่ผู้เรียนจำเป็นต้องเรียนรู้ ความสามารถสำหรับทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม แบ่งออกเป็น 5 ส่วนที่สำคัญ ได้แก่ ความคิดสร้างสรรค์ การคิดเชิงสังเคราะห์ การแก้ไขปัญหา ความเป็นนวัตกรรม และเชื่อมโยงชีวิตประจำวัน

3.3 นวัตกรรมสร้างสรรค์ เป็นการใช้ความคิดสร้างสรรค์จินตนาการเพื่อผลิตเป็นสิ่งใหม่มาใช้ในการแก้ไขปัญหาอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการรวบรวมข้อมูลที่เป็นนามาสู่การออกแบบขั้นตอนการแก้ไขปัญหาโดยใช้เทคโนโลยี เริ่มวางแผนในการดำเนินการแก้ไขปัญหาและดำเนินการอย่างเป็นระบบ ไปจนถึงเผยแพร่กระบวนการสู่สาธารณะ โดยผ่านขั้นตอนการทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุงแก้ไขจนได้เป็นผลงานที่น่าไปสู่การเปลี่ยนแปลงสู่สิ่งใหม่ โดยสรุปคุณลักษณะที่ต้องการจากทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ดังตารางที่ 1

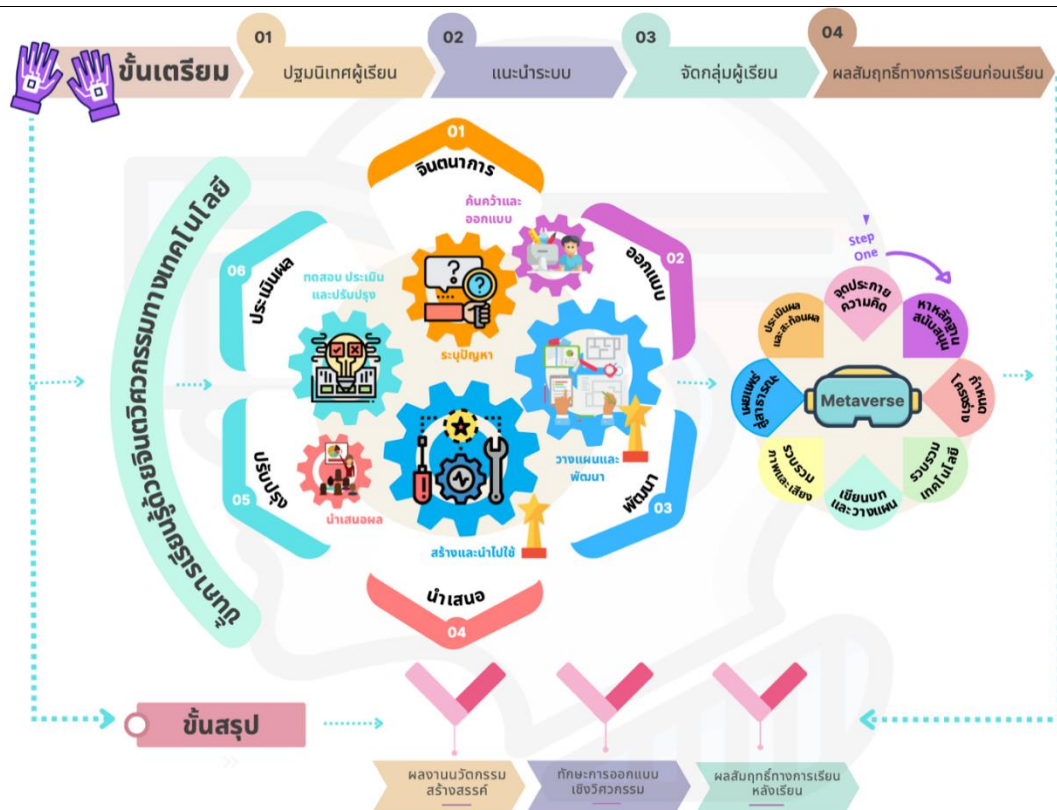
ตารางที่ 1 คุณลักษณะที่ต้องการจากทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	คำอธิบาย	สมรรถนะย่อย
1. ความคิดสร้างสรรค์ ความสามารถทางสมองที่คิดนำไปสู่การคิดค้นพบสิ่งแปลกใหม่ ด้วยการคิดดัดแปลงผสมผสานกันให้เกิดสิ่งใหม่	1.1 จินตนาการ	จินตนาการ
	1.2 สังเกตและระบุปัญหา	ระบุปัญหาที่เกิดขึ้น
2. การคิดเชิงสังเคราะห์ ความสามารถในการคิดที่ดึงองค์ประกอบต่าง ๆ มาหลอมรวม ภายใต้โครงสร้างใหม่อย่างเหมาะสมตรงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้	2.1 หาหลักฐานสนับสนุน	หาข้อมูลเพื่อสนับสนุนแนวคิด
	2.2 รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ไข	รวบรวมข้อมูลที่เป็น
	2.3 ออกแบบวิธีการแก้ไขปัญหา	ออกแบบขั้นตอนการแก้ปัญหา
	2.4 รวบรวมเทคโนโลยีและสื่อ	เลือกใช้เทคโนโลยีในการแก้ปัญหา
3. การแก้ไขปัญหา ความสามารถในการคิด รวบรวม หรือเชื่อมโยงประสบการณ์เดิมกับสถานการณ์ที่เป็นปัญหาเข้าด้วยกัน เพื่อหาทางแก้ไขอุปสรรค ที่เกิดขึ้นให้บรรลุจุดมุ่งหมาย	3.1 วางแผน	วางแผนการแก้ปัญหา
	3.2 ดำเนินการแก้ไขปัญหา	ดำเนินการตามแผน
4. ความเป็นนวัตกรรม การนำสิ่งใหม่ ๆ อาจเป็นแนวความคิด หรือสิ่งประดิษฐ์ใหม่ ๆ ที่ยังไม่เคยมีใช้มาก่อน หรือเป็นการพัฒนาดัดแปลงจากของเดิมที่มีอยู่แล้วให้ทันสมัย และได้ผลดีมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงกว่าเดิม	4.1 นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	- นำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา - เผยแพร่แนวทางสู่สาธารณะ
5. เชื่อมโยงชีวิตประจำวัน การนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการทำงาน ด้านต่าง ๆ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่ดี ลดความซ้ำซ้อนของงาน เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน	5.1 ทดสอบ	ทดสอบแนวทางการแก้ปัญหา
	5.2 ประเมินผล	ประเมินผลแนวทางการแก้ปัญหา
	5.3 ปรับปรุง	ปรับปรุงแนวทางการแก้ปัญหา

4. ผลป้อนกลับ (Feedback) เป็นการนำข้อมูลจากขั้นผลผลิต (Output) นำกลับไปเป็นข้อมูลป้อนกลับไปสู่การปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและปัจจัยนำเข้า ประกอบด้วย คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม และความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ มาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนและปัจจัยนำเข้าให้มีความเหมาะสมตามแต่ละขั้นตอนให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

4.3 ผลการพัฒนากระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยทำการกำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้โดยสังเคราะห์จากกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้สะเต็มทางเทคโนโลยี แสดงรูปที่ 3



รูปที่ 3 กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลสมมติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

จากรูปที่ 3 แสดงถึงกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลสมมติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยทำการกำหนดขั้นตอนในการเรียนรู้ สรุปได้ 4 ขั้นตอนดังนี้

1. **ขั้นเตรียมการก่อนการเรียนการสอน** ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ ปฐมนิเทศผู้เรียน แนะนำระบบ จัดกลุ่มผู้เรียน และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน แต่ละขั้นตอนอธิบายได้ดังนี้

1.1 ปฐมนิเทศผู้เรียน โดยให้ครูผู้สอนอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ของการเรียนรู้ก่อนที่จะเริ่มลงมือปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ

1.2 แนะนำระบบ โดยครูผู้สอนอธิบายกิจกรรมหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ที่จะใช้กับนักเรียน

1.3 จัดกลุ่มผู้เรียน โดยวัดความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน

1.4 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน เป็นการวัดความรู้พื้นฐานของผู้เรียนก่อนเรียน

2. **ขั้นการเรียนรู้ด้วยจินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลสมมติ** ในขั้นนี้คณะผู้วิจัยได้นำหลักการของทฤษฎีการเรียนรู้แบบจินตวิศวกรรมเป็นฐานมาประยุกต์ใช้กับระบบทางเทคโนโลยีและการเล่าเรื่องดิจิทัล ประกอบด้วย 6 ขั้นตอน สรุปดังนี้

2.1 ขั้นจินตนาการ ในขั้นนี้ครูผู้สอนกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในปัญหาสิ่งแวดล้อมรอบตัวและให้ผู้เรียนจินตนาการผลงานที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยผ่านการระดมสมองจากสมาชิกในกลุ่มที่ร่วมกันแสดงความคิดเห็นอย่างหลากหลาย

2.2 ขั้นออกแบบ เป็นการให้ผู้เรียนได้ร่างขั้นตอนต้นแบบที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาจากจินตนาการให้เป็นรูปธรรม โดยมีการวางแผนอย่างเป็นขั้นตอนและสร้างแบบจำลองวิธีการแก้ไขปัญหาด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ให้เห็นภาพรวมอย่างชัดเจนง่ายต่อความเข้าใจ

2.3 ขั้นพัฒนา ในขั้นนี้จะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนนำสิ่งที่วางแผนสู่การพัฒนาสร้างสรรค์ชิ้นงานให้เป็นรูปธรรม

2.4 ขั้นนำเสนอ เป็นขั้นตอนการเผยแพร่ผลงานสู่สาธารณชนผ่านสื่อดิจิทัลเพื่อรับข้อเสนอแนะ

2.5 ขั้นปรับปรุง เป็นการระดมความคิดเห็นนำข้อเสนอแนะมาทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมให้ผลงานมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

2.6 ชั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนในการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ หลังการทำการกิจกรรมการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตโดยให้ผู้เรียนประเมินผลการเรียนรู้ด้วยตนเองว่าสามารถเกิดองค์ความรู้ใหม่อะไรบ้างจากการทำการกิจกรรม โดยการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม ผลงานนวัตกรรมสร้างสรรค์

3. **ขั้นสรุป** เป็นขั้นในการสรุปผลที่ได้จากการเรียนรู้ด้วยจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยเทคนิคการเล่าเรื่องแบบจักรวาลนฤมิตผ่านสื่อดิจิทัล

4.4 ศึกษาผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม

การศึกษาผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสมในพัฒนารูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่คณะผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น ก่อนนำมาใช้เป็นแนวทางในการนำมาพัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม เกณฑ์การประเมินและการแปลผล แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงคะแนนเฉลี่ยและความหมายการแปลผล

ช่วงคะแนนเฉลี่ย	ความหมายการแปลผล
4.50 – 5.00	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด
3.50 – 4.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก
2.50 – 3.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 – 2.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 – 1.49	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด

ที่มา: Kanasutra (1995, p. 117)

การศึกษาผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม คณะผู้วิจัยได้นำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยไปดำเนินการศึกษาผลการใช้งานกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและพัฒนารูปแบบและระบบการเรียนการสอนที่มาจากหลากหลายสถาบันในระดับอุดมศึกษา จำนวน 5 ท่าน สรุปผลได้ดังนี้

4.4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม (องค์ประกอบรวม) แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น (องค์ประกอบรวม)

รายการประเมิน	$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. รูปแบบการเรียนรู้ด้วยจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นสอดคล้องกับหลักการแนวคิดที่เป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน	4.80	0.45	มากที่สุด
2. องค์ประกอบของรูปแบบการเรียนรู้ด้วยจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น มีความครอบคลุมตามองค์ประกอบหลักของรูปแบบการเรียนการสอน	4.60	0.55	มากที่สุด
3. การจัดลำดับองค์ประกอบในการออกแบบจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมีความชัดเจนต่อเนื่อง	4.60	0.55	มากที่สุด
4. การเรียบเรียงลำดับขององค์ประกอบในจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสม ทำให้เข้าใจง่าย	4.80	0.45	มากที่สุด
5. ภาพรวมขององค์ประกอบของจินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีที่สร้างขึ้น มีความสมบูรณ์ ครอบคลุมความต้องการและตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย	4.80	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม	4.72	0.06	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น (องค์ประกอบรวม) มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.72$, $SD = 0.06$) เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า ในการประเมินทุกด้านมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดเช่นกัน ซึ่งอาจสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบครบถ้วนสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้

4.4.2 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาล นกมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม (แยกตามองค์ประกอบ) แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติที่พัฒนาขึ้น (แยกตามองค์ประกอบ)

รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ด้านปัจจัยนำเข้า	1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.2 วิเคราะห์ผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.3 กำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน	5.00	0.00	มากที่สุด
	1.4 เตรียมเครื่องมือเพื่อพัฒนาทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ด้านกระบวนการจัดการเรียนการสอน	2.1 ขึ้นเตรียมการก่อนเข้าเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.2 ขั้นการเรียนรู้ด้วยจินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติ	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.3 ขึ้นประเมินผล	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ด้านประเมินผลผลิต	3.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	3.2 ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
4. ด้านข้อมูลป้อนกลับ	4.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.20	0.84	มาก
	4.2 ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
	4.3 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	4.40	0.55	มาก
ภาพรวม		4.70	0.23	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.70$, $SD = 0.23$) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดเป็นระบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมได้เป็นอย่างดีเนื่องจากมีการออกแบบที่ชัดเจนตามหลักการวิธีการเชิงระบบ (System approach) (Khamanee, 2016, p. 200) และมีองค์ประกอบที่ครบถ้วน

4.4.3 ผลการประเมินความเหมาะสมกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาล นกมิติเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลประเมินความเหมาะสมกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติที่พัฒนาขึ้น

รายการประเมิน		$\bar{x}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ขึ้นเตรียมการก่อนการสอน	1.1 ปฐมนิเทศผู้เรียน	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.2 แนะนำระบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
	1.3 จัดกลุ่มผู้เรียน	4.80	0.45	มากที่สุด
	1.4 วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียน	4.40	0.89	มาก
2. ขั้นการเรียนรู้ด้วยจินต วิศวกรรมทางเทคโนโลยี ด้วยการเล่าเรื่องผ่าน จักรวาลนกมิติ	2.1 ขึ้นจินตนาการ	5.00	0.00	มากที่สุด
	2.2 ขึ้นออกแบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.3 ขึ้นพัฒนา	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.4 ขึ้นนำเสนอ	4.80	0.45	มากที่สุด
	2.5 ขึ้นปรับปรุง	4.60	0.55	มากที่สุด
	2.6 ขึ้นประเมินผล	4.60	0.55	มากที่สุด
3. ขึ้นสรุป	3.1 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	4.40	0.89	มาก
	3.2 ทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
ภาพรวม		4.65	0.23	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการประเมินกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนกมิติที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{x} = 4.65$, $SD = 0.23$) ซึ่งอาจสรุปได้ว่ากระบวนการเรียนการสอนที่พัฒนาขึ้นสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

4.4.4 ผลการประเมินความเหมาะสมรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม (นำไปใช้งาน) แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น (นำไปใช้งาน)

รายการประเมิน	$\bar{X}$	SD	ระดับความเหมาะสม
1. ความเหมาะสมของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.80	0.45	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.40	0.55	มาก
3. ความเป็นไปได้ของรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม	4.60	0.55	มากที่สุด
ภาพรวม	4.60	0.06	มากที่สุด

จากตารางที่ 6 พบว่า ผลการประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้นในการนำไปใช้งาน มีความเหมาะสมในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$, $SD = 0.06$) ซึ่งอาจสรุปได้ว่า รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่พัฒนาขึ้นมีองค์ประกอบ ขั้นตอน และกระบวนการที่เหมาะสมสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนา

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม เป็นเครื่องมือต้นแบบสำหรับใช้ในการจัดการเรียนการสอนในยุคดิจิทัล โดยเป็นการบูรณาการกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมร่วมกับกระบวนการเรียนรู้สเต็มทางเทคโนโลยีมาพัฒนาเป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอน อีกทั้งมีการบูรณาการจักรวาลนฤมิต (Metaverse) ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในพื้นที่ดิจิทัลในการให้ผู้เรียนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการปฏิสัมพันธ์และทำกิจกรรมผ่านตัวตนที่เป็นอวตาร (Avatar) ซึ่งเป็นกราฟิก 3 มิติ โดยใช้เทคโนโลยีและอุปกรณ์เสริมผ่านชุมชนด้วยการเรียนรู้ผ่านชุมชนเสมือนจริง (Virtual community)

ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาประกอบด้วย 4 องค์ประกอบหลักดังนี้ ปัจจัยนำเข้า กระบวนการจัดการเรียนการสอน ผลผลิต และผลป้อนกลับ 2) กระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นเตรียมการก่อนการเรียนการสอน ขั้นการเรียนรู้ด้วยจินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต และขั้นสรุป และ 3) ผลการพัฒนารูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตเพื่อเสริมสร้างทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chatwattana and Nilsook (2017, pp. 4-22) ที่กล่าวไว้ว่า การนำกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมมาบูรณาการในการออกแบบการเรียนการสอนสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น และเกิดทักษะการเรียนรู้แบบร่วมมือ (Cooperative skills) อันเป็นทักษะที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และการจัดการเรียนการสอนในอนาคต อีกทั้งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Wattanasin et al. (2021, pp. 232-237) ที่กล่าวไว้ว่า การนำกระบวนการเรียนรู้แบบโครงงานเป็นฐาน (Project-based learning) ผสมผสานเทคโนโลยีการเรียนรู้เสมือนจริงสามารถส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการ เกิดความสนใจในการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดทักษะวิศวกรรมและนวัตกรรมที่สูงขึ้น

6. ข้อเสนอแนะ

การประเมินรูปแบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิต เป็นการประเมินความเหมาะสมในการออกแบบและพัฒนาเบื้องต้นสำหรับใช้เป็นแนวทางในพัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตในอนาคต ดังนั้น หากมีการพัฒนาระบบการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตในอนาคต ควรมีการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรม รวมทั้งความพึงพอใจเพิ่มเติมเพื่อสะท้อนให้เห็นว่า รูปแบบและกระบวนการเรียนรู้จินตวิศวกรรมทางเทคโนโลยีด้วยการเล่าเรื่องผ่านจักรวาลนฤมิตที่พัฒนาขึ้น มีความเหมาะสมจริงสามารถนำไปใช้ในการส่งเสริมให้เกิดทักษะการออกแบบเชิงวิศวกรรมและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะผู้วิจัย ขอบพระคุณโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ ที่ให้การสนับสนุนการเก็บข้อมูล การวิจัย ขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ให้การสนับสนุนการวิจัย และขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญ สำหรับการให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- Binance Academy. (2022). *Top 7 technologies that power the metaverse*.
<https://academy.binance.com/en/articles/top-7-technologies-that-power-the-metaverse>
- Chanintarapum, A., Nillapan, M., Satimon, A., & PoNgern, W. (2021). The development of instructional model base on STEAM to enhance technological innovation creativity skills of secondary students. *Journal of Research and Curriculum Development*, 11(1), 118-131. (in Thai)
- Chatwattana, P., & Nilsook, P. (2017). A web-based learning system using project-based learning and imagineering. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 12(5), 4-22.
- Chujitarom, W., & Wannapiroon, P. (2018). Development of STEAM digital storytelling model to create digital economy innovation for art education. *The International Journal of Design Education*, 12(4), 55-62.
- Institute of Academic Development. (2020). *Technology and engineering design process*. Institute of Academic Development. (in Thai)
- Kanasutra, P. (1995). *Statistics for research in the behavioral sciences*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Khamanee, T. (2016). *Pedagogical sciences: Knowledge for organizing effective learning processes* (20th ed.). Chulalongkorn University Printing House. (in Thai)
- Kummanee, J., Nilsook, P., & Wannapiroon, P. (2020). Digital learning ecosystem involving steam gamification for a vocational innovator. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(7), 533-539.
- Ministry of Education. (2017). *The preparing students for work in the 21st century*. <https://www.moe.go.th>.
- Nilsook, P., Utakrit, N., & Clayden, J. (2014). Imagineering in education: A framework to enhance students' learning performance and creativity in thinking. *Educational Technology*, 54(1), 14-20.
- Office of the Education Council. (2019). *Guidelines for creating and promoting digital literacy for teachers*. (Research Report). Bangkok: Office of the Education Council. (in Thai)
- Petit, E. (2020). Digital storytelling for developing students' agency through the process of design: A case study. In B. Dupuy and M. Grosbois (Eds.), *Language learning and professionalization in higher education: Pathways to preparing learners and teachers in/for the 21st century* (pp. 137-166). Research-publishing.net.
- Songkram, N. (2011). *Creating digital video and digital storytelling for instruction in the digital age*. Chulalongkorn University Press. (in Thai)
- Suzuki, S., Kanematsu, H., Barry, D.M., Ogawa, N., Yajima, K., Nakahira, K.T., Shirai, T., Kawaguchi, M., Kobayashi, T., & Yoshitake, M. (2020). Virtual experiments in metaverse and their applications to collaborative projects: The framework and its significance. *Procedia Computer Science*, 176, 2125-2132.
- Wattanasin, W., Chatwattana, P., & Piriyaasurawong, P. (2021). Engineering project-based learning using a virtual laboratory and mixed reality to enhance engineering and innovation skills. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 19(2), 232-237.
- Wongyai, W., & Patphol, M. (2019). *Digital learning*. Innovative Leaders Center of Curriculum and Learning. (in Thai)