

การพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง

The Development of an Electronic Science and Technology Exhibition Model Using Virtual Reality Technology

สุดาสวรรค์ งามมงคลวงศ์¹ *

สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์บางกอก

นันทรัตน์ กลิ่นหอม²

สาขาวิชา 멀티มีเดียและอีสปอร์ต คณะเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม

มหาวิทยาลัยเซาท์อีสต์บางกอก

*e-mail: Lukmoonoy_ping@hotmail.com

Sudasawan Ngammongkolwong¹

Department of Information Technology, Faculty of Digital Technology and Innovation,
Southeast Bangkok University.

Nantarat Klinhom²

Department of Multimedia and e-Sport, Faculty of Digital Technology and Innovation,
Southeast Bangkok University

Received: April 30, 2024, Revised: July 15, 2024, Accepted: July 31, 2024

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงหรือ VR คือ สภาพแวดล้อมจำลองสามมิติ (3D) ที่ช่วยให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมเสมือนจริงในลักษณะที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริง งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง เป็นการวิจัยแบบผสมผสาน โดยคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 19 คน ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ในการจัดนิทรรศการจำนวน 7 คน ผู้ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเสมือนจริง 7 คน อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ในการพัฒนางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 5 คน การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ จากเอกสาร ข้อมูลพื้นฐาน และการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ฐานนิยม ผลต่างระหว่างฐานนิยมกับมัธยฐาน และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ของเทคนิคเดลฟาย

ผลการวิจัย พบว่า รูปแบบการพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ระยะ 6 องค์ประกอบ ดังนี้ (1) ระยะก่อนการพัฒนา ประกอบด้วย ขั้นตอนการวางแผน และขั้นตอนการเตรียมงาน (2) ระยะการพัฒนา ประกอบด้วย ขั้นตอนการผลิต และขั้นตอนการนำเสนอ และ (3) ระยะหลังการพัฒนา ประกอบด้วย ขั้นตอนการประเมินผล และขั้นตอนการประเมินผลกระทบ ซึ่งภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า รูปแบบมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุดและมีความเห็นที่สอดคล้องกัน

ในระดับมาก (Mdn. = 4.76, IQR = 0.40) ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบ ระดับความคิดเห็นด้านระยะเวลาการดำเนินการ ภาพรวมระยะเวลาการดำเนินการอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.42, S.D.=0.6) ส่วนระดับความคิดเห็นรายองค์ประกอบภาพรวมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.28, S.D.=0.45) โดยงานวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นรูปแบบในการพัฒนาระบบสำหรับการจัดแสดงผลงานด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อช่วยในการเผยแพร่ผลงานจะส่งผลให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงผู้ชมได้ทั่วโลกโดยไม่ต้องเดินทางไปสถานที่จริง ไม่มีข้อจำกัดด้านเวลาหรือสถานที่ และสามารถลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานได้

คำสำคัญ: การพัฒนารูปแบบ นิทรรศการ เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง

Abstract

Virtual Reality (VR) computer technology is a three-dimensional (3D) simulated environment that allows users to interact with the virtual environment in a way that closely resembles reality. This research aims to develop an electronic science and technology exhibition model using virtual reality technology. It is a mixed-methods research study. The sample group of 19 experts was selected, including 7 individuals with experience in organizing exhibitions, 7 individuals with knowledge in virtual reality technology, and 5 lecturers with experience in developing science and technology research. The collected data obtained from in-depth interviews, documents, basic information, and in-depth interviews with experts were analysed. Descriptive statistics was conducted in data analysis including mean, standard deviation, median, mode, difference between mode and median, and the interquartile range of the Delphi Technique.

Results revealed that the development model for showcasing science and electronic technology by applying virtual computer technology consists of 3 operational phases with 6 components. It starts with the pre-development phase, which includes planning and preparation components. Next is the development phase, which includes production and presentation components. Then, the last one is called the post-development phase, which includes evaluation and impact assessment components. Overall, experts found that the model was highly appropriate and feasible and have a consistent opinion at a high level (Mdn. = 4.76, IQR = 0.40). The overall processing time was rated as "high" ($\bar{X}$ = 4.42, S.D. = 0.6). Similarly, the overall opinion on each individual component was also rated as "high" ($\bar{X}$ = 4.28, S.D. = 0.45). This research can be used as a model for developing a virtual reality display system to help disseminate works. This will allow viewers worldwide to access the work without having to travel to the actual location. There are no time or location constraints, and it can also reduce operating costs.

Keyword: Development of the Model; Exhibition; Virtual Reality Technology

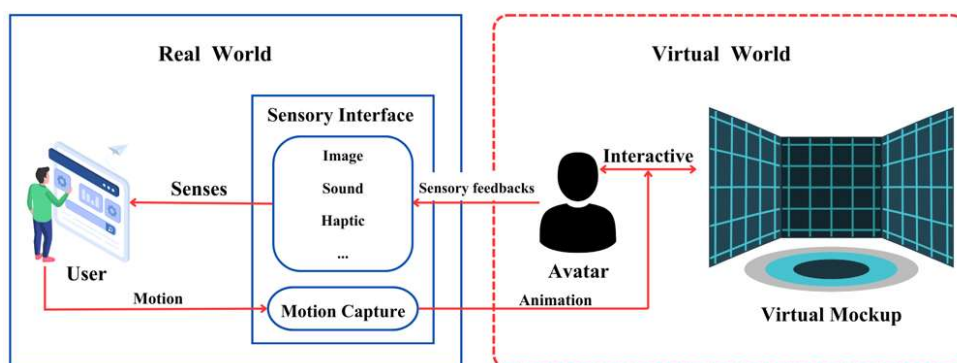
บทนำ

ในปี 2560 ประเทศไทยได้เริ่มพัฒนาอย่างจริงจังเข้าสู่ระบบเศรษฐกิจดิจิทัล โดยมีแนวนโยบายด้านดิจิทัลของรัฐบาลที่ชัดเจนในการส่งเสริมการพัฒนาและการใช้นวัตกรรมเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้ประเทศหลุดพ้นจากกับดักการพัฒนาทั้งในเชิงเศรษฐกิจและสังคม นอกจากนี้ พระราชบัญญัติการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม พ.ศ. 2560 ยังชี้ประเด็นสำคัญในการส่งเสริมไปสู่เป้าหมายดังกล่าว ทั้งในเรื่องของการส่งเสริมอุตสาหกรรม และนวัตกรรม การลงทุน การนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งเชิงเศรษฐกิจและสังคม รวมไปถึงการพัฒนากำลังคนดิจิทัลของประเทศ (Digital Economy Promotion Agency, 2021) สถานการณ์โลกในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วและสลับซับซ้อนมากกว่าในอดีต

ผลกระทบที่กำลังเกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวเข้าสู่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ครั้งที่ 4 หรือ Industry 4.0 ได้นำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงในทุกมิติทั้งด้านธุรกิจ การลงทุนและการใช้ชีวิต ดังนั้นการปรับตัวเพื่อให้สามารถรับมือกับความท้าทายที่เกิดขึ้นจึงถือเป็นโจทย์ที่หลายประเทศทั่วโลกกำลังเผชิญเหมือนกัน การผลักดันนโยบายประเทศไทย 4.0 (Thailand 4.0) เพื่อใช้เป็นโมเดลในการยกระดับขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ไปสู่การแข่งขันด้วยฐานขององค์ความรู้ การใช้นวัตกรรมสามารถกระจายโอกาสในการพัฒนาอย่างทั่วถึง และคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน (Secretariat of the Prime Minister, 2017)

Joseph Schumpeter ได้อธิบายนวัตกรรมด้วยองค์ประกอบแห่งความใหม่ 5 ประการ นั่นคือ ผลผลิตอันใหม่ กระบวนการใหม่ ตลาดใหม่ การปรับเปลี่ยนองค์กรใหม่ และการพัฒนาแหล่งวัตถุดิบหรือปัจจัยนำเข้าใหม่ ซึ่งนวัตกรรมจะต้องแสดงถึงลักษณะเด่น 2 ประการ นั่นคือ หนึ่ง ความใหม่ (Degree of Novelty) และสอง คุณค่า/มูลค่าที่เกิดขึ้น (Value/Benefits) โดยอาจเกิดได้จากเทคโนโลยี (Technological Innovation) หรือไม่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี (Non-technological Innovation) (Ziemnowicz, 2013)

นวัตกรรม คือ กระบวนการของการนำสิ่งที่มีอยู่แล้วมาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น นวัตกรรมมักเกี่ยวข้องกับความคิดสร้างสรรค์และการรับความเสี่ยงเสมอ นวัตกรรมสามารถเป็นตัวขับเคลื่อนที่สำคัญของการเติบโตทางเศรษฐกิจ และธุรกิจที่สามารถสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ ได้อย่างต่อเนื่องมักจะประสบความสำเร็จมากกว่าธุรกิจที่ไม่มีการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ (Drucker, 1955) ในส่วนของสำนักนวัตกรรมแห่งชาติได้ให้ความหมายว่า นวัตกรรม คือ สิ่งใหม่ที่เกิดจากการใช้ความรู้และความคิดสร้างสรรค์ที่มีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และหมายความรวมถึงสิ่งที่เกิดขึ้นจากความสามารถในการใช้ความรู้ ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะ และประสบการณ์ทางเทคโนโลยีหรือการจัดการมาพัฒนาให้เกิดผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการผลิต หรือบริการใหม่ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดตลอดจนการปรับปรุงเทคโนโลยี การแพร่กระจายเทคโนโลยี การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการฝึกอบรมที่นำมาใช้เพื่อเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจและก่อให้เกิดประโยชน์สาธารณะในรูปแบบของการเกิดธุรกิจ การลงทุนผู้ประกอบการ หรือตลาดใหม่หรือรายได้แหล่งใหม่ รวมทั้งการจ้างงานใหม่ (National Innovation Agency, 2021) และ Henderson, Rebecca, & Kim (1990) ได้ร่วมกันนำเสนอ Henderson-Clark Innovation Model อธิบายนวัตกรรมจากการเปลี่ยนแปลงใน 2 มิติ คือ องค์ประกอบของนวัตกรรม และระบบของนวัตกรรม ซึ่งทำให้เกิดลักษณะของนวัตกรรมใน 4 ประเภท ได้แก่ 1) Radical Innovation นวัตกรรมอย่างสิ้นเชิงหรือนวัตกรรมก้าวกระโดด 2) Incremental Innovation นวัตกรรมแบบค่อยเป็นค่อยไปหรือนวัตกรรมส่วนเพิ่ม 3) Modular Innovation นวัตกรรมลำดับชั้น และ 4) Architectural Innovation นวัตกรรมเชิงสถาปัตยกรรมหรือนวัตกรรมเปลี่ยนแปลงรูปแบบ Virtual Reality (VR) หรือ ความจริงเสมือน ประกอบด้วยเทคโนโลยีซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่โต้ตอบกับผู้ใช้เพื่อให้เขาดำรงกับโลกเสมือนสิ่งแวดล้อม หลักการ คือ การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้และสภาพแวดล้อมเสมือนจริง ด้วยเหตุนี้ เทคโนโลยีซอฟต์แวร์ รวมถึงเทคโนโลยีเป็นสิ่งจำเป็น ภาพรวมของความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างผู้ใช้กับสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Mérieune, 2018)

ความเป็นจริงเสมือน (Virtual Reality หรือ VR) หมายถึง สภาพแวดล้อมจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถดื่มด่ำและมีประสบการณ์กับโลกสามมิติ (3D) ได้ โดยปกติแล้ว การใช้งาน VR จะต้องใช้ชุดหูฟัง VR และอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถโต้ตอบกับสภาพแวดล้อมในโลกเสมือนได้ ความเป็นจริงเสมือนมีการนำไปใช้ในหลากหลายสาขา เช่น ความบันเทิงและเกม การศึกษา การดูแลสุขภาพ และการออกแบบในอุตสาหกรรมต่าง ๆ (Freeman et al., 2017) โดยหลักสำคัญของการวางแผนนิทรรศการ จะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบของผู้ชมและทัศนคติ จะเป็นเครื่องพิจารณา คุณสมบัติ คุณภาพ ขนาด ระยะเวลา การแสดง การจัด และการนำเสนอว่าควรจะเป็นอย่างไร ซึ่งในปัจจุบัน ปัญหาที่พบสาเหตุที่ทำให้การจัดนิทรรศการ ไม่ได้ผล หรือจัดแสดงแล้วไม่ได้ผลตามจุดมุ่งหมาย ประกอบด้วย ไม่มีงบประมาณเพียงพอหรือมีค่าใช้จ่ายดำเนินการสูง ไม่มีสถานที่ที่จะจัดแสดงหรือสถานที่ที่ไม่เหมาะสม มีอุปกรณ์ไม่เพียงพอต่อการจัดนิทรรศการ มีข้อจำกัดด้านเวลาและจำกัดผู้เข้าชม การนำเทคโนโลยีเสมือนจริงมาช่วยในการเผยแพร่ผลงานและส่งผลให้ผู้ชมสามารถเข้าถึงผู้ชมได้ทั่วโลกไม่จำกัดด้านเวลา สถานที่และลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ สำหรับข้อดีของการเยี่ยมชมนิทรรศการเสมือนจริง (Jinjuttha, 2021) ประกอบด้วย 1) การดึงดูดผู้ชม กิจกรรมเสมือนจริงสามารถดึงดูดความสนใจของผู้เยี่ยมชมได้ด้วยฟีเจอร์ที่สามารถโต้ตอบได้ ซึ่งช่วยให้ผู้เข้าชมได้รับประสบการณ์ใหม่ที่แตกต่างจากการเข้าชมแบบปกติ เช่น นิทรรศการเสมือนจริงที่เป็นผลงานทางด้านการศึกษา ซึ่งสามารถจัดแสดงผลงานจากมหาวิทยาลัยหรือโรงเรียนได้ในรูปแบบที่น่าสนใจและมีความน่าสนใจ 2) การโต้ตอบกับผู้เยี่ยมชมทางออนไลน์ สิ่งสำคัญในการจัดงานออนไลน์คือการมีปฏิสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมจากผู้เข้าชม เมื่อกิจกรรมดำเนินการในรูปแบบออนไลน์ ผู้เข้าร่วมจากทั่วโลกสามารถเข้าถึงกิจกรรมได้สะดวก ผู้เยี่ยมชมสามารถเยี่ยมชมบูธต่างๆ ได้อย่างง่ายดายโดยการคลิก หรือสามารถใช้ฟีเจอร์แชทเพื่อถามคำถามเพิ่มเติมกับผู้จัดงานได้ในทันที และ 3) การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล การเก็บข้อมูลและข้อมูลเชิงลึกถือเป็นสิ่งสำคัญสำหรับผู้จัดงานที่ต้องการปรับปรุงประสิทธิภาพในการจัดงานในครั้งต่อไป การเก็บข้อมูลจากการจัดงานเสมือนจริงมีความสะดวกและง่ายดายมากกว่าการจัดงานในรูปแบบจริง โดยผู้จัดงานสามารถติดตามข้อมูลต่าง ๆ เช่น ระยะเวลาที่ผู้เยี่ยมชมใช้ในแต่ละบูธ หรือจำนวนผู้เยี่ยมชมที่เข้าร่วมกิจกรรมเสมือนจริง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงและพัฒนางานในอนาคต จากความสามารถและความนิยมของเทคโนโลยีเสมือนจริงในปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการนำหลักการและแนวคิดดังกล่าวมาพัฒนาแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โดยใช้ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และระบบอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อหลักมีเดียหรือสื่อผสม เน้นการสร้างภาพแบบสามมิติ เพื่อให้ผู้ชมรู้สึกเหมือนได้เดินชมภายในศูนย์แสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในรูปแบบเสมือนจริง

วัตถุประสงค์งานวิจัย

เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง

ทบทวนวรรณกรรม

นิทรรศการ (Exhibition)

นิทรรศการ คือ อะไร คำว่านิทรรศการตรงกับภาษาอังกฤษว่า "Exhibition" มีความหมายใกล้เคียงกับภาษาอังกฤษว่า Display แบ่งออกได้เป็นหลายระดับ ตั้งแต่ขนาดเล็กไปขนาดปานกลาง จนถึงขนาดใหญ่ แต่ถ้าเป็นงานขนาดใหญ่ระดับชาติเรียกว่า Exposition งานนิทรรศการ คือ การสร้างความสนใจให้เกิดขึ้นกับผู้ที่ผ่านมาให้ข้อมูลเกี่ยวกับความรู้และความคิดเราให้เกิดความสนใจในเนื้อหา ซึ่งเสนอและกระตุ้นให้มีการกระทำบางอย่าง เปิดโอกาสให้ผู้เข้าชมได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้น (Sawatworachiphon, 1993)

1. นิทรรศการช่วยรวมสิ่งแสดงต่าง ๆ มาไว้ในที่แห่งเดียว เช่น ป้ายนิเทศ รูปภาพ ของจริง เป็นต้น ทำให้สะดวกในการศึกษาหาความรู้

2. นิทรรศการช่วยนำความคิดและข้อมูลที่กระจัดกระจาย อยู่ในที่ต่าง ๆ มารวมเข้าด้วยกัน

3. นิทรรศการสามารถแสดงสิ่งที่อยู่ในลักษณะนามธรรม ซึ่งเข้าใจยากให้ออกมาในลักษณะของรูปธรรมที่เข้าใจได้ง่าย

4. นิทรรศการช่วยกระตุ้นความสนใจในสิ่งที่แปลก ๆ ใหม่ ๆ ซึ่งจะนำไปสู่การค้นคว้าหาความรู้ได้จากแหล่งวิทยาการอื่น ๆ ได้ทดลองนำไปปฏิบัติต่อไป

5. นิทรรศการช่วยส่งเสริมการแสดงออกในลักษณะของการร่วมมือกันจัดแสดงระหว่างหน่วยงานต่าง ๆ

นิทรรศการเป็นสื่อการเรียนการสอน ที่ให้ประสบการณ์รูปธรรมขั้นที่ 6 ของกรวยประสบการณ์ (Cone of Experience) ทั้งนี้ต้องเป็นนิทรรศการที่จัดแสดงอย่างมีความหมาย อาจจัดเป็นชุดของรูปถ่าย หรือ รูปถ่าย ผสมผสานกับแผนภูมิ และภาพโฆษณา บางครั้งอาจจะมีการสาธิต หรือฉายภาพยนตร์ประกอบ แต่อย่างไรก็ตาม ทุกนิทรรศการมีลักษณะอย่างหนึ่งที่เหมือนกัน คือ นิทรรศการเป็นการขมวดความรู้ ความสนใจของผู้อื่นให้มุ่งไปยังวัตถุประสงค์ โดยการควบคุมเงื่อนไข (Dale, 1969)

พิพิธภัณฑ์มีหลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำเสนอ เช่น ศิลปะ วัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ หรือวิทยาศาสตร์ และอื่น ๆ อีกมากมาย ซึ่งแต่ละรูปแบบของพิพิธภัณฑ์มีการนำเสนอเนื้อหาที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นคำจำกัดความของ "พิพิธภัณฑ์" จึงหมายถึง ลักษณะทั่วไปที่พิพิธภัณฑ์ทุกแห่งมีเหมือนกัน (Dale, 1969) คือ พิพิธภัณฑ์เป็นสถาบันที่ไม่แสวงหาผลกำไรที่มีหน้าที่ในการรวบรวม อนุรักษ์ และจัดแสดงวัตถุต่าง ๆ เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาหรือสุนทรียศาสตร์ ซึ่งในปัจจุบันพิพิธภัณฑ์ได้มีการพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานในลักษณะต่าง ๆ เช่น นิทรรศการเสมือนจริงที่สามารถให้ผู้ชมได้สัมผัสประสบการณ์การเรียนรู้ในรูปแบบใหม่โดยไม่ต้องเดินทางไปยังพิพิธภัณฑ์จริง การจัดแสดงผลงานในรูปแบบนี้ยังคงมีเป้าหมายหลักในการสื่อสารและเผยแพร่ความรู้เหมือนกับพิพิธภัณฑ์ทั่วไป แต่เพิ่มเติมด้วยการใช้เทคโนโลยีในการสร้างประสบการณ์ที่หลากหลายและน่าสนใจยิ่งขึ้นสำหรับผู้ชม (Waidacher, 1993)

ขั้นตอนและการดำเนินงานจัดนิทรรศการ การจัดนิทรรศการมีขั้นตอนโดยสรุป (Sirirat, 1988) ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นวางแผน

ขั้นวางแผนเป็นขั้นของการคิด ในการที่จะดำเนินการจัดนิทรรศการทั้งหมด เริ่มตั้งแต่การหาชื่อเรื่อง ของนิทรรศการ การตั้งจุดมุ่งหมาย งบประมาณ สถานที่ ไปจนถึงขั้นสุดท้ายของการจัดนิทรรศการ คือ การสรุปผล ซึ่งในขั้นของการวางแผนอาจจะเขียนในรูปของโครงการจัดนิทรรศการก็ได้

ขั้นที่ 2 ขั้นเตรียมการและออกแบบ

เมื่อได้กำหนดโครงการการจัดนิทรรศการเรียบร้อยแล้ว ก็ถึงขั้นการเตรียมการและออกแบบ ในการเตรียมการนั้นเริ่มตั้งแต่เนื้อหา รวบรวมวัตถุสิ่งของหรือเอกสารต่าง ๆ ที่จะนำออกแสดง จัดแบ่งประเภท หมวดหมู่ และความสำคัญตามลำดับ แล้วจัดทำชื้อทะเบียนประจำวัตถุ คำบรรยายของสิ่งต่าง ๆ แล้วสำรวจดูให้แน่ใจว่า มีครบและพอเพียงตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้หรือไม่ เมื่อรวบรวมวัตถุสิ่งของต่าง ๆ ที่จัดแสดงได้ครบแล้ว จะทำให้ทราบขนาดของนิทรรศการที่จะจัดแสดง ว่ามีขนาดใหญ่เท่าไร โดยคำนึงถึงความสำคัญว่า สิ่งใดที่ต้องการเน้นเป็นจุดเด่นของเรื่อง สิ่งใดเป็นจุดรองในการออกแบบควรคำนึงถึงเส้นทางจราจร และเส้นทางเดินของผู้ชมนิทรรศการด้วย

ขั้นที่ 3 ขั้นการจัดทำ

เมื่อได้เตรียมการและออกแบบแล้ว ก็ถึงขั้นลงมือจัดทำ ในขั้นนี้ต้องใช้บุคลากรฝ่ายต่าง ๆ มากมาย เช่น นักวิชาการ ช่างเทคนิคและช่างศิลป์มาร่วมมือกันปฏิบัติงาน ตามลักษณะงานที่ตนเองถนัดและชำนาญ โดยเริ่มตั้งแต่

การจัดทำแผน การทำฐานตั้ง การทำตู้กระจก การเขียนตัวอักษร การจัดไฟ การประดับตกแต่งห้อง การจัดวางหรือติดตั้ง
แขวนวัตถุสิ่งของที่จัดแสดง ทั้งนี้แล้วแต่ความสะดวกของผู้จัด

ขั้นที่ 4 ขั้นการประชาสัมพันธ์

การประชาสัมพันธ์เป็นการโฆษณา เพื่อเชิญชวนหรือชักจูงหรือแจ้งข่าวสารต่าง ๆ ให้แก่ประชาชน เพื่อให้ทราบ
ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับงานนิทรรศการ เช่น งานนิทรรศการจัดระหว่างวันที่ เดือน ปีอะไร ภายในงานมีการจัดแสดงอะไรไว้บ้าง
รายการใดที่มีความสำคัญ หรือมีคุณค่ามาก เก็บเงินค่าผ่านประตูหรือไม่ เป็นต้น ในการประชาสัมพันธ์นั้นควรมีการ
ประชาสัมพันธ์ล่วงหน้าก่อนวันงานประมาณอย่างน้อย 1 เดือน และถ้าเป็นนิทรรศการ ขนาดใหญ่มาก การประชาสัมพันธ์
ควรทำล่วงหน้าให้นานกว่านี้ สำหรับสื่อที่จะใช้ในการประชาสัมพันธ์นั้น มีอยู่มากมาย เช่น การประชาสัมพันธ์ทางวิทยุ
โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ เป็นต้น ผู้จัดควรเลือกใช้สื่อและวิธีการประชาสัมพันธ์หลาย ๆ รูปแบบ

ขั้นที่ 5 ขั้นการนำเสนอ

การนำเสนอ คือ การให้ประชาชนเข้าชมและเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผู้จัดนิทรรศการจัดทำขึ้น ซึ่งในขั้นของการ
นำเสนอนี้ มีกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้ คือ พิธีเปิดนิทรรศการ การสาธิต การจัดกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การอภิปราย การได้วาที่
การฉายภาพยนตร์ การฉายสไลด์ การอธิบายและตอบคำถามของผู้ชม การประชาสัมพันธ์ในงาน เป็นต้น การอำนวยความสะดวก
สะดวกต่าง ๆ เช่น การชี้แจงเส้นทางจราจร การแนะนำสถานที่ที่จะไปชมนิทรรศการว่า ที่ใดจัดแสดงเรื่อง อะไร การรักษา
ความปลอดภัย การปฐมพยาบาล เป็นต้น ดังนั้นในขั้นนี้ผู้จัดนิทรรศการจะต้องจัดเตรียมบุคคล ต่าง ๆ ประจำที่ที่มีการ
จัดแสดงให้พร้อมเพียง

ขั้นที่ 6 ขั้นการประเมินผล

ในการจัดนิทรรศการนั้น ควรมีการประเมินผลไว้ เพื่อให้ทราบว่า นิทรรศการที่จัดขึ้นนั้น บรรลุตามวัตถุประสงค์
ที่ตั้งไว้หรือไม่ มีข้อดีและข้อควรปรับปรุงอะไรบ้าง เพื่อจะได้นำไปใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณา ปรับปรุงแก้ไขการจัด
นิทรรศการครั้งต่อไป สำหรับกรรมวิธีในการเก็บข้อมูลการประเมินผลนั้น อาจทำได้โดยการแจกแบบสอบถามแล้วให้
ผู้เข้าชมตอบคำถามในแบบสอบถามนั้น หรืออาจจะใช้วิธีการสัมภาษณ์ผู้เข้าชมนิทรรศการก็ได้

ขั้นที่ 7 ขั้นการสรุปผล

หลังจากจัดนิทรรศการผ่านพ้นไปแล้วประมาณ 1 สัปดาห์ ควรมีการประชุมคณะกรรมการฝ่ายต่าง ๆ ที่ร่วมจัด
นิทรรศการเพื่อประเมินผล ผลการจัดนิทรรศการในส่วนที่คณะกรรมการชุดนั้น ๆ รับผิดชอบ ว่าผลการจัด นิทรรศการนั้น
เป็นอย่างไร มีปัญหาอุปสรรค ข้อดีและข้อเสียอย่างไรบ้าง มีสิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขหรือข้อเสนอแนะอย่างไร เมื่อฝ่าย
ต่าง ๆ เสนอครบหมดทุกฝ่ายแล้ว ก็นำมารวมสรุปเป็นผลของการจัดนิทรรศการ ซึ่งการสรุปผลอาจทำในรูปของรายงานก็ได้
เทคโนโลยีเสมือนจริง (Virtual Reality)

“Immersive Technology” หรือเรียกกันโดยทั่วไปว่า “เทคโนโลยีเสมือนจริง” ซึ่งเป็นกลุ่มของเทคโนโลยีที่มี
ความสามารถในการจำลองวัตถุหรือสภาพแวดล้อมรูปแบบสามมิติที่มีความเสมือนจริง และทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกมีส่วนร่วม
อย่างลึกซึ้งกับสิ่งเสมือนจริงที่ระบบคอมพิวเตอร์ได้จำลองขึ้น โดยผู้ใช้งานสามารถใช้งานผ่านอุปกรณ์รูปแบบต่าง ๆ
ที่อาศัยการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัสของมนุษย์ เช่น การมองเห็น การรับฟังและการสัมผัสได้ถึงสิ่งเสมือนจริงดังกล่าว เป็น
(National Science Museum Organization, 2021)

Virtual Reality (VR) เป็นสิ่งที่ทำให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในโลกแห่งจินตนาการหรือโลกจำลอง เช่น วิดีโอเกม
ภาพยนตร์ การจำลองการบิน หรือการจำลองสถานการณ์ในโลกของความเป็นจริง เป็นต้น การชมการถ่ายทอดสด
การแข่งขันกีฬา และได้ยกตัวอย่างผู้ผลิตอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ของเทคโนโลยี VR เช่น Oculus, Sony PlayStation VR, HTC
Vive และ Samsung Gear VR เป็นต้น (The Goldman Sachs Group, Inc., 2016)

Oculus ผู้ผลิตอุปกรณ์ Virtual Reality ในเครือบริษัท Meta ได้อธิบายลักษณะของ VR โดยสรุปได้ว่า VR เป็นฮาร์ดแวร์ที่ใช้กราฟิกที่ล้ำสมัยในการสร้างสภาพแวดล้อมที่จำลองขึ้นโดยระบบคอมพิวเตอร์ ฮาร์ดแวร์ดังกล่าวเป็นอุปกรณ์ที่มีรูปแบบการใช้งานโดยการสวมศีรษะ (VR Headset) ซึ่งจะแสดงภาพในลักษณะสามมิติและสามารถติดตามตำแหน่งของผู้ใช้งานเพื่อปรับมุมมองของการแสดงผล ทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกเหมือนอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ปรากฏขึ้นที่หน้าจอแสดงผลโดยแท้จริง นอกจากนี้ แม้การใช้งานอุปกรณ์ VR จะใช้กับกิจกรรมที่เกี่ยวกับเกมเป็นส่วนใหญ่ แต่ปัจจุบันได้มีการนำมาใช้สนับสนุนกิจกรรมด้านการศึกษา การฝึกฝนสภาพการทำงานจริงการเดินทางเคลื่อนย้ายอย่างไม่มีข้อจำกัด (Teleport) การทดลองออกแบบรถยนต์สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์และการใช้เทคโนโลยี VR สำหรับกิจกรรมทางการค้า เช่น การเสนอขายโดยให้ผู้บริโภคทดลองสวมใส่เสื้อผ้าและเครื่องประดับในรูปแบบเสมือนจริงโดยใช้อุปกรณ์ VR เป็นต้น (Oculus, 2022)

ความจริงเสมือน (VR) คือ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์และคอมพิวเตอร์ขั้นสูงที่จำลองสภาพแวดล้อมที่สมจริง ผู้เข้าร่วมสามารถเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ ในโลกเสมือนจริง สามารถมองเห็นมันจากมุมที่แตกต่างกัน ไซเบอร์สเปซ หรือพื้นที่ในจินตนาการถือเป็นสภาพแวดล้อมเสมือนจริงขั้นสูงสุด โดยถูกนำมาใช้งานในสาขาวิศวกรรมและการแพทย์ (Zheng, Chan, & Gibson, 1998) “เทคโนโลยีที่สร้างความจริงเสมือน หรือ Virtual Reality (VR)” นั้น คนส่วนมากอาจนึกถึงชุดอุปกรณ์สวมศีรษะที่มีลักษณะเป็นแว่นปิดที่รูปทรงขนาดใหญ่ หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า แว่น VR อย่างไรก็ดีจากการค้นคว้าความหมายของคำว่า Virtual Reality ตามพจนานุกรมภาษาอังกฤษได้มีการให้ความหมายของคำดังกล่าวไว้หลากหลาย (LaValle, 2023) เช่น

- Oxford Dictionary: Virtual Reality หมายความว่า ภาพและเสียงที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งทำให้ผู้ใช้งานสามารถรับรู้ภาพและเสียงเสมือนจริงและสามารถสื่อสารระหว่างกันได้

- Cambridge Dictionary: Virtual Reality หมายความว่า ชุดของภาพและเสียงที่ผลิตขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ซึ่งแสดงสถานที่หรือสถานการณ์เสมือนจริงที่บุคคลสามารถมีส่วนร่วมได้

- Merriam Webster: Virtual Reality หมายความว่า สภาพแวดล้อมที่ประดิษฐ์ขึ้นโดยคอมพิวเตอร์โดยผู้ใช้งานสามารถรับรู้ภาพและเสียงผ่านการใส่ประสาทสัมผัส และอีกความหมายหนึ่ง คือ เทคโนโลยีที่ใช้สร้างหรือเข้าถึงความสมจริงจากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า Virtual Reality (VR) เป็นเทคโนโลยีที่จำลองสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงโดยอาศัยเทคนิคทางคอมพิวเตอร์ซึ่งผู้ใช้งานสามารถมีส่วนร่วมรับรู้สภาพแวดล้อมดังกล่าวด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ทั้งภาพ และเสียง รับประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้านผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งการใช้อุปกรณ์นำเข้ามาตรฐาน เช่น แป้นพิมพ์ หรือเมาส์ สภาพแวดล้อมจำลองยังสามารถทำให้คล้ายกับโลกจริงได้ เป็นต้น

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง โดยใช้เทคนิค เดลฟาย (Delphi Technique) เพื่อให้ได้รูปแบบที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ให้กับทุกหน่วยงานที่สนใจ โดยมีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วิธีการวิจัย

การพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง ใช้การวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยที่ผสมผสานระหว่างวิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) และวิธีการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) เพื่อให้ได้

ข้อมูลที่ครอบคลุมทั้งในเชิงลึกและในเชิงตัวเลข สามารถสะท้อนภาพรวมและรายละเอียดของการพัฒนาในด้านดังกล่าวได้อย่างครบถ้วน โดยมีวิธีการวิจัยดังต่อไปนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-Depth Interview) โดยการกำหนดกลุ่มผู้เชี่ยวชาญจำนวน 7 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (Palys, 2008)

2. กลุ่มผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย จำนวน 19 คน ใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง ถือว่าเป็นจำนวนที่เหมาะสมในการทำวิจัยด้วยเทคนิคเดลฟาย กรณีผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 17 ท่านขึ้นไป ความคลาดเคลื่อนจะลดลงน้อยมาก และจะลดลงอย่างคงที่ประมาณ 0.02 (Macmillan, 1971) ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ในการจัดนิทรรศการจำนวน 7 คน ผู้ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเสมือนจริง 7 คน อาจารย์ผู้มีความรู้ประสบการณ์ในการพัฒนางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 5 คน โดยการใช้เทคนิคนี้จะให้ผู้เชี่ยวชาญที่ได้รับการคัดเลือกไว้แล้วได้ตอบแบบสอบถามเป็นจำนวน 3 รอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เชิงลึก ใช้วิธีสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi-structured Interview) ผู้สัมภาษณ์จัดเตรียมประเด็นสัมภาษณ์ไว้แบบกว้าง ๆ ที่ได้จากการศึกษาเอกสาร แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในการสัมภาษณ์สามารถแทรก หรือเพิ่มเติมประเด็นเพื่อซักถามให้ได้ข้อมูลในเชิงลึกเพิ่มขึ้น การวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เป็นวิธีการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (Content Analysis) การตรวจสอบข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ใช้การตรวจสอบข้อมูลเพื่อการสร้างความน่าเชื่อถือ โดยจะใช้วิธีการตรวจสอบข้อมูลเชิงคุณภาพ ได้แก่ การตรวจสอบแบบสามเส้า (Triangulation) วิธีการตรวจสอบแหล่งที่มา 3 แหล่งได้แก่ เวลา สถานที่ และบุคคล โดยการตรวจสอบแหล่งเวลา หมายถึง การตรวจสอบข้อมูลในช่วงเวลาที่ต่างกันเพื่อให้ทราบว่าข้อมูลที่ได้รับในช่วงเวลาต่าง ๆ นั้นเหมือนกันหรือไม่ การตรวจสอบสถานที่ หมายถึง ถ้าข้อมูลต่างสถานที่ที่กันจะเหมือนกันหรือไม่ และการตรวจสอบบุคคล หมายถึง ถ้าบุคคลผู้ให้ข้อมูลเปลี่ยนไปข้อมูลจะเหมือนเดิมหรือไม่ (Olsen, Michael, & Holborn, 2004)

2. วิเคราะห์ค่าความสอดคล้องของความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญตามหลักการวิเคราะห์เนื้อหา (Contents Analysis) เพื่อให้ได้แบบสอบถามที่มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Rovinelli, & Hambleton, 1977) ตามสูตรหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากการรวบรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญโดยใช้เทคนิคเดลฟาย ที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลของแบบสอบถามในรอบที่ 2 และรอบที่ 3 ซึ่งเป็นแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ โดยพิจารณาจากการหาค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range: IR) (Adler, & Ziglio, 1996)

โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการแปลผลค่ามัธยฐาน (Wongrattana, 2007) มีดังนี้

4.50 - 5.00 เห็นด้วยในระดับมากที่สุด

3.50 - 4.49 เห็นด้วยในระดับมาก

2.50 - 3.49 เห็นด้วยในระดับปานกลาง

1.50 - 2.49 เห็นด้วยในระดับน้อย

1.00 - 1.49 เห็นด้วยในระดับน้อยที่สุด

เมื่อพิจารณาข้อความเพื่อนำไปกำหนดเป็นรูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ที่เหมาะสมจะใช้ข้อความที่มีค่ามัธยฐาน (Mdn.) ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป ผู้วิจัยพิจารณาข้อความเพื่อนำไปกำหนดเป็นองค์ประกอบของรูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่เหมาะสมจะใช้ข้อความที่มีค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (IQR) ระหว่าง 0.51 - 1.00 ซึ่งถือว่าข้อความนั้นมีความสอดคล้องกันสูง

ขั้นตอนการออกแบบรูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รอบที่ 1 เป็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 19 ท่าน ได้แก่ ผู้มีประสบการณ์ในการจัดนิทรรศการจำนวน 7 คน ผู้ที่มีความรู้ด้านเทคโนโลยีเสมือนจริง 7 คน อาจารย์ผู้มีประสบการณ์ในการพัฒนางานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวน 5 คน สอบถามความคิดเห็นโดยเป็นคำถามที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหาจากการสัมภาษณ์เชิงลึก การวิเคราะห์เนื้อหาจากเอกสาร แนวคิด และงานวิจัยต่าง ๆ โดยจะเป็นการสอบถามในประเด็นอย่างกว้าง ๆ ครอบคลุมประเด็นองค์ประกอบหลัก ดังนี้

ระยะ 1 การเตรียมงาน (Pre-Production)

ระยะ 2 ขั้นตอนการผลิตสื่อ (Productions)

ระยะ 3 ขั้นตอนหลังการผลิตสื่อ (Post-Production)

รอบที่ 2 เป็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งข้อคำถามได้มาจากคำตอบของผู้เชี่ยวชาญในรอบที่ 1 มีการปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญในบางประเด็น โครงสร้างของแบบสอบถามประกอบด้วยข้อมูลขององค์ประกอบหลักของรูปแบบการพัฒนา รูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

รอบที่ 3 เป็นการสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แต่แสดงคำถามพื้นฐานที่เป็นกลุ่มคำตอบของผู้เชี่ยวชาญ และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ ที่แสดงความสอดคล้องกันของคำตอบพร้อมทั้งแสดงคำตอบของผู้เชี่ยวชาญของแต่ละท่านจากรอบที่ 2 เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญได้เห็นว่า คำตอบของกลุ่มมีความสอดคล้องกันอย่างไร หากไม่ตรงกับความคิดเห็นของตนก็สามารถเปลี่ยนแปลงคำตอบหรือยืนยันคำตอบเดิมของตนได้ การยืนยันความคิดเห็นเดิมที่ไม่ตรงกับความคิดเห็นของกลุ่มนั้น ผู้วิจัยจะเปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็นพร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบท้ายตาราง ซึ่งถ้าผู้เชี่ยวชาญท่านใดมีความคิดเห็นไม่ตรงกับกลุ่ม แต่ไม่มีเหตุผลอธิบายประกอบความคิดเห็นของตน ถือว่าเป็นการยอมรับและเห็นด้วยกับความคิดเห็นของกลุ่ม

ผลการทดลอง

ผู้วิจัยนำคำตอบแต่ละข้อของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านมาหาค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอร์ไทล์ (Interquartile Range, IQR) เพื่อนำผลสรุปที่ได้ไปปรับแก้รูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความเหมาะสม ความถูกต้อง และความเป็นไปได้ในการนำรูปแบบ ไปใช้งานโดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ซึ่งการพิจารณาความถูกต้องสมบูรณ์ของรูปแบบการที่เหมาะสมจะมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.50 ขึ้นไป และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้

ค่ามากกว่า 1.00 แสดงว่า ความคิดเห็นไม่มีความสอดคล้องกัน

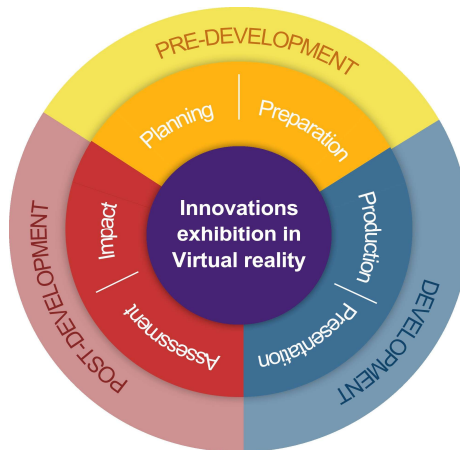
ค่าน้อยกว่า 1.00 แสดงว่า ความคิดเห็นมีความสอดคล้องกัน

ตารางที่ 1 ค่ามัธยฐาน (Median) และค่าพิสัยระหว่างควอไทล์ (Interquartile Range) ที่แสดงความสอดคล้องกันของคำตอบ

รายการประเมิน	Median and Interquartile Range (IR)		ความเหมาะสม	ความสอดคล้อง
	Mdn.	IQR		
1. องค์ประกอบขั้นการวางแผน (P: Planning)				
1.1 Man	5.00	1.00	มากที่สุด	มาก
1.2 Money	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
1.3 Material	5.00	1.00	มากที่สุด	มาก
1.4 Management	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
1.5 Technology	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
1.6 Network	4.00	1.00	มาก	มาก
2. องค์ประกอบขั้นการเตรียมงาน (P: Preparation)				
2.1 Content	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
2.2 Database	4.00	0.50	มาก	มากที่สุด
2.3 Public Relations	5.00	1.00	มากที่สุด	มาก
2.4 Co-Ordinator	5.00	1.00	มากที่สุด	มาก
3. องค์ประกอบขั้นการผลิต (P: Production)				
3.1 Zone	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
3.2 Virtual Reality	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
3.3 Details of Research and Innovation	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
3.4 Media Design	4.00	0.50	มาก	มากที่สุด
3.5 Exhibition Period	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
3.6 Information System Security	4.00	1.00	มาก	มาก
4. องค์ประกอบขั้นการนำเสนอ (P: Presentation)				
4.1 Website	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
4.2 Register	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
4.3 Navigation	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
4.4 Activity	5.00	1.00	มากที่สุด	มาก
4.5 Interactive	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
5. องค์ประกอบขั้นการประเมินผล (Evaluation)				
5.1 Formative	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด
5.2 Summative	4.00	1.00	มาก	มาก
6. องค์ประกอบขั้นการประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation)				
6.1 Social Impact	4.00	1.00	มาก	มาก
6.2 Economic Impact	5.00	0.00	มากที่สุด	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 การศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากความเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคเดลฟาย ทำให้ได้รูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงที่มีองค์ประกอบหลักสำคัญ 4 องค์ประกอบ ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ระยะ 6 องค์ประกอบ ดังนี้ 1) ระยะก่อนการพัฒนา (Pre-Development) ประกอบด้วย องค์ประกอบขั้นการวางแผน (Planning) และองค์ประกอบขั้นการเตรียมงาน (Preparation) 2) ระยะการพัฒนา (Development) ประกอบด้วย ขั้นการผลิต (Production) ขั้นการนำเสนอ (Presentation) และ 3) ระยะหลังการพัฒนา (Post-Development) ประกอบด้วย ขั้นการประเมินผล (Evaluation) และ ขั้น

การประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation) ซึ่งภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ารูปแบบมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุดและมีความเห็นที่สอดคล้องกันในระดับมาก ($Mdn. = 4.76$, $IQR = 0.40$) ซึ่งได้นำข้อมูลที่ผ่านกระบวนการวิเคราะห์มาแล้วข้างต้นมาพัฒนาเป็นการพัฒนารูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงที่สมบูรณ์



รูปที่ 2 รูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงาน ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์
โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง (Ngammomgkolwong, 2023)

โดยรูปแบบการพัฒนาการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงสามารถอธิบายได้ด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ระยะ 6 องค์ประกอบ (รูปที่ 2) ดังนี้

ระยะก่อนการพัฒนา (Pre-Development) เป็นขั้นตอนการเตรียมการก่อนการเริ่มการพัฒนาระบบ โดยแบ่งออกเป็น 2 องค์ประกอบ คือ

1. ขั้นการวางแผน (Planning) ขั้นวางแผนเป็นขั้นของการคิดในการที่จะดำเนินการจัดนิทรรศการทั้งหมด นับเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวของงานที่จัดได้ การวางแผนในการจัดนิทรรศการ ได้แก่ 4M (Man, Money, Material, Management) เทคโนโลยี (Technology) และเครือข่ายสำหรับการจัดนิทรรศการ (Network)

1.1 Man ประกอบด้วยการวางแผนเกี่ยวกับผู้ชม ผู้นำเสนอผลงานนิทรรศการ กลุ่มเป้าหมายผู้เข้าชมนิทรรศการ ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดนิทรรศการ

1.2 Money ประกอบด้วยงบประมาณที่ใช้ในการดำเนินการทั้งหมด

1.3 Material ประกอบด้วยการจัดวัสดุประสงค์ของการจัดนิทรรศการ การออกแบบนิทรรศการ ระยะเวลาในการจัดงาน และการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์

1.4 Management การบริหารจัดการต่าง ๆ เช่น การกำหนดหน้าที่รับผิดชอบและการประชาสัมพันธ์กิจกรรมที่จะจัดการติดตามกำกับ ผลักดัน และดูแลความก้าวหน้า รวมถึงการประเมินผลโครงการ เป็นต้น

1.5 Technology การวางแผนในการนำเทคโนโลยีสำหรับสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Reality) ทดสอบความถูกต้อง ความสวยงาม การเคลื่อนที่ รวมถึงระบบปฏิสัมพันธ์ภายในโปรแกรม

1.6 Network เครือข่ายของผู้ร่วมจัดงานในฐานะเจ้าภาพ

2. ขั้นการเตรียมงาน (Preparation) เป็นการคัดเลือกผลงานและกำหนดรูปแบบการนำเสนอผลงานประเภทต่าง ๆ แผนผังห้องจัดแสดงผลงาน การแบ่งโซน (Zone) จัดเตรียมรายละเอียดของผลงาน (ชื่อผลงาน ข้อมูลผู้จัดทำ เทคนิค ช่องทางการติดต่อ) ได้แก่

2.1 Content : การกำหนดเนื้อหา (เนื้อหาด้านเทคนิค การถ่ายภาพ การถ่ายวิดีโอ)

2.2 Database : การเตรียมพื้นที่ระบบสำหรับการนำเสนอผลงานที่เหมาะสม ประกอบด้วยขนาดของชิ้นงาน จำนวนชิ้นงาน ลักษณะของงาน ประเภทของผลงานมีระยะการชมผลงานที่เหมาะสม เช่น ระยะการมอง 1-2 เมตร เป็นต้น

2.3 Public Relations : การประชาสัมพันธ์ การกระตุ้นให้ผู้ชมสนใจ การออกแบบโปสเตอร์ให้ตรงกับรูปแบบงานและการเผยแพร่สื่อประชาสัมพันธ์ โดยมีการประชาสัมพันธ์ด้วยช่องทางออนไลน์

2.4 Co-Ordinator : การเตรียมบุคลากรในการดูแลดำเนินงาน

ระยะการพัฒนา (Development) เป็นขั้นตอนการพัฒนาแบบจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงโดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนการผลิต (Production) ในขั้นนี้เป็นการผลิตโครงสร้างของระบบสารสนเทศสำหรับการนำเสนอ นิทรรศการเสมือนจริงและการตรวจสอบความถูกต้องก่อนนำเสนอ เป็นการแสดงผลงานและเนื้อหาข้อมูลต่าง ๆ ให้ผู้ชมได้รับรู้ทดลองหรือเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่วางแผนการออกแบบและการจัดวางผลงานที่นำเสนอเป็นหัวใจสำคัญในการจัดนิทรรศการช่วยให้งานดูโดดเด่นกระตุ้นความสนใจ ได้แก่

1.1 Zone: แผนผังห้องจัดแสดงผลงานการแบ่งโซน หรือประเภทของผลงานและการจัดทำแผนที่ (Navigation)

1.2 Virtual Reality: การจัดทำภาพจำลองเสมือนจริง การจัดทำส่วนของเว็บไซต์ (Website) ในการเข้าถึงผลงาน

1.3 Details of Research and Innovation: ผลงานที่สมบูรณ์ประกอบด้วยรายละเอียดของผลงาน (ชื่อผลงาน ข้อมูลผู้จัดทำ เทคนิค ช่องทางการติดต่อ)

1.4 Media Design: การออกแบบสื่อกิจกรรมเป็นสื่อการแสดงผลที่เปิดโอกาสให้ผู้ชมมีส่วนร่วมในการสร้างสรรค์ และการนำเสนอ

1.5 Exhibition Period: การกำหนดช่วงเวลาจัดนิทรรศการ การกำหนดช่วงเวลางานกิจกรรม

1.6 Information System Security: การควบคุมดูแลความปลอดภัยของระบบสารสนเทศ โดยประเภทผลงานที่สามารถจัดแสดงนิทรรศการแบ่งเป็น 2 ส่วน (1) พิพิธภัณฑ์ (Museum) การจัดแสดงผลงานระยะยาวมีความคงที่ ผลงานที่ถูกคัดเลือก ผลงานที่ได้รับรางวัล ผลงานที่ได้รับความนิยม (2) งานกิจกรรม (Event) การจัดแสดงผลงานระยะสั้น การแสดงแบบหมุนเวียนผลงานตามธีมงาน มีเวลาเปิด-ปิดกิจกรรม เพื่อให้ดึงดูดให้ผู้ชมสนใจและมีกิจกรรมหลากหลาย

2. ขั้นตอนการนำเสนอ (Presentation) ในขั้นนี้เป็นการนำเสนอเนื้อหาข้อมูลของผลงานที่นำเสนอ ให้ผู้ชมได้รับรู้ ทดลอง หรือเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่วางแผนออกแบบไว้ โดยทั่วไปประกอบด้วยการนำชมกิจกรรมและการเข้าร่วมกิจกรรมภายในงาน เป็นการผลิตผลงานตามแบบด้วยใช้โปรแกรมสามมิติเป็นส่วนประกอบหลักของงานและภาพที่สร้างขึ้นเข้าโปรแกรมสำหรับสร้างสภาพแวดล้อมเสมือนจริง (Virtual Reality) ทดสอบความถูกต้อง ความสวยงาม การเคลื่อนที่ รวมถึงระบบปฏิสัมพันธ์ภายในโปรแกรม ได้แก่

2.1 Website: การเข้าถึงการจัดแสดงนิทรรศการ การเข้าเว็บไซต์ (ควรมีลักษณะเชิญชวน)

2.2 Register: การลงทะเบียน เอกสารสูจิบัตร คำแนะนำ และรายละเอียดการชมนิทรรศการ

2.3 Navigation: ตัวนำทางการเยี่ยมชม

2.4 Activity: เข้าชมผลงานและเข้าร่วมกิจกรรม

2.5 Interactive: การตอบโต้ ตอบคำถาม และให้คำแนะนำข้อสงสัยเกี่ยวกับรายละเอียดของผลงานกับผู้เข้าชม (Interactive)

2.6 Scope of System Development:ขอบเขตของการพัฒนาระบบ

ตารางที่ 2 ขอบเขตการทำงานของระบบจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง

	ขอบเขตการทำงาน
1. ความสามารถของระบบ	1.1 สามารถเปิด-ปิดการนำเสนอผลงาน 1.2 สามารถออกเอกสารสู่จอรับชมให้กับผู้เข้าชมเมื่อลงทะเบียน 1.3 สามารถเลือกขนาดของห้องจัดแสดงผลงานที่เหมาะสมจากจำนวนผลงาน 1.4 การจัดระยะของการแสดงชิ้นงานตามจำนวนที่เหมาะสม 1.5 แสดงรูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัตถุ และรายละเอียดของชิ้นงานในนิทรรศการ 1.6 แสดงชิ้นงานวัตถุ 3D มุมมอง 360 องศา และรายละเอียดของชิ้นงานในนิทรรศการ 1.7 สามารถนับสถิติการเข้าชมผลงานในการจัดแสดง 1.8 สามารถนับผลคะแนนโหวตของชิ้นงาน 1.9 ตัวนำทางในการเยี่ยมชมการจัดแสดง 1.10 ให้ประกาศนียบัตรผู้เข้าชม ที่มีการสะสมแต้มจากการเข้าร่วมกิจกรรม 1.11 คู่มือการช่วยเหลือแก่ผู้เข้าชม
2. ผู้นำเสนอผลงาน	2.1 สามารถลงทะเบียน และลงชื่อเข้าใช้งาน 2.2 สามารถสร้างนิทรรศการ 2.3 สามารถเลือกรูปแบบของห้องจัดนิทรรศการ 2.4 สามารถระบุหัวข้อนิทรรศการ 2.5 สามารถระบุจำนวนชิ้นงาน 2.6 สามารถกำหนดธีมของนิทรรศการ 2.7 สามารถนำเสนอชิ้นงาน 2.8 สามารถระบุข้อมูลรายละเอียดชิ้นงาน 2.9 สามารถกำหนดประเภทของชิ้นงานเพื่อแบ่งส่วนจัดแสดง 2.10 สามารถประชาสัมพันธ์นิทรรศการ 2.11 สามารถโต้ตอบ ตอบคำถาม และให้คำแนะนำข้อสงสัยกับผู้ชมได้ 2.12 สามารถสร้างกิจกรรม เพื่อให้ผู้ชมสะสมแต้ม 2.13 สามารถดูผลสถิติการเข้าชม 2.14 สามารถดูผลคะแนนโหวตของแต่ละชิ้นงานได้ 2.15 สามารถให้คะแนนสะสมเต็มกิจกรรมกับผู้เข้าชม 2.16 สามารถกำหนดระยะเวลาของนิทรรศการ 2.17 สามารถดูรายงานผลการประเมินนิทรรศการ
3. ผู้ชมนิทรรศการ	3.1 ลงทะเบียนเพื่อเข้าชมนิทรรศการ 3.2 สามารถเลือกชมนิทรรศการได้ 3.3 สามารถเลือกดูรายละเอียดชิ้นงาน ขยาย ย่อ หมุน ภาพ วัตถุได้ 3.4 สามารถดูข้อมูลรายละเอียดของชิ้นงาน 3.5 สามารถติดต่อกับเจ้าของชิ้นงานได้ 3.6 สามารถสอบถามข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับชิ้นงานเพิ่มเติมได้ 3.7 สามารถให้คะแนนชิ้นงานที่สนใจได้

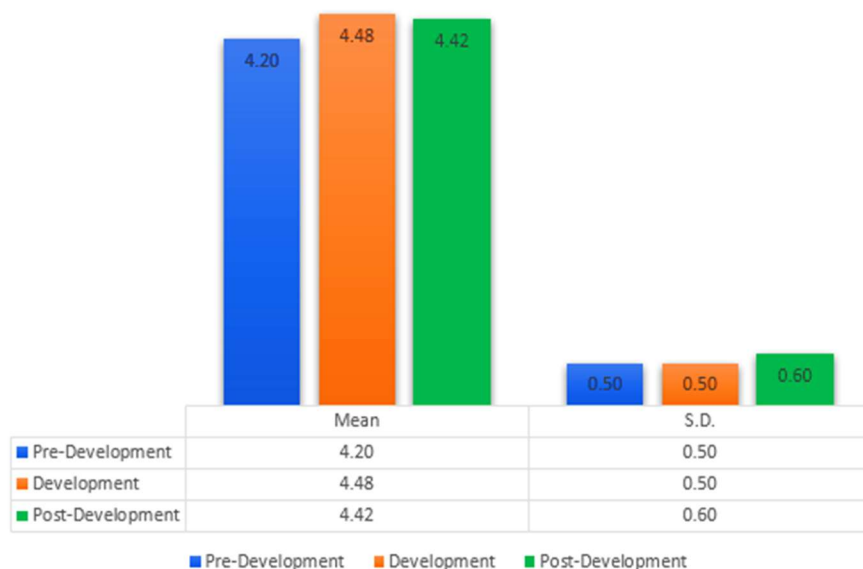
ระยะหลังการพัฒนา (Post-Development) เป็นขั้นตอนหลังจากมีการจัดการนิทรรศการแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย

1. ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) การประเมินผลเป็นงานสุดท้ายที่มีความสำคัญที่สุดของการปฏิบัติงานทุกชนิด เพราะสามารถสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการทำงาน การประเมินผล เพื่อนำมาปรับปรุงระบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และกิจกรรมที่ใช้ในการจัดการนิทรรศการให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น ประกอบด้วยการประเมินผลจากกลุ่มผู้ชมหรือกลุ่มเป้าหมายแนวทางการจัดการนิทรรศการที่ดีความน่าสนใจของกิจกรรมในส่วนของผลงาน ประเมินผลส่วนของระบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง แบ่งการประเมินเป็น 2 ระยะ คือ (1) Formative การประเมินความก้าวหน้าของโครงการ เมื่อดำเนินโครงการไประยะหนึ่ง เพื่อนำผลไปใช้แก้ไขปรับปรุงโครงการ และ (2) Summative การประเมินผลสรุปหลังโครงการสิ้นสุดเพื่อนำไปประกอบการตัดสินใจว่า ควรปรับปรุงแก้ไข ดำเนินการเพื่อตัดสินคุณภาพของกิจกรรมในการจัดการนิทรรศการและระบบที่นำมาใช้ในการจัดการนิทรรศการเสมือนจริง

2. ขั้นตอนการประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation) การวัดผลประโยชน์ (Benefit) ที่พึงจะได้รับจากความสำเร็จของโครงการในเชิงปริมาณและคุณภาพในทางที่ดีที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยตรงและโดยอ้อม โดยประเมิน 2 ด้าน ได้แก่ (1) Social Impact ผลกระทบด้านสังคม เป็นการวัดการรับรู้ของผู้เข้าชมนิทรรศการความพึงพอใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดการนิทรรศการที่มีส่วนเกี่ยวข้องทางตรงหรือทางอ้อม และ (2) Economic Impact ผลกระทบด้านเศรษฐกิจ เป็นการวัดผลจากการให้ความสนใจในผลงาน รวมถึงการซื้อผลงานหรือการซื้อลิขสิทธิ์ สิทธิบัตร อนุสิทธิบัตร ของผลงานที่จัดแสดงนิทรรศการ

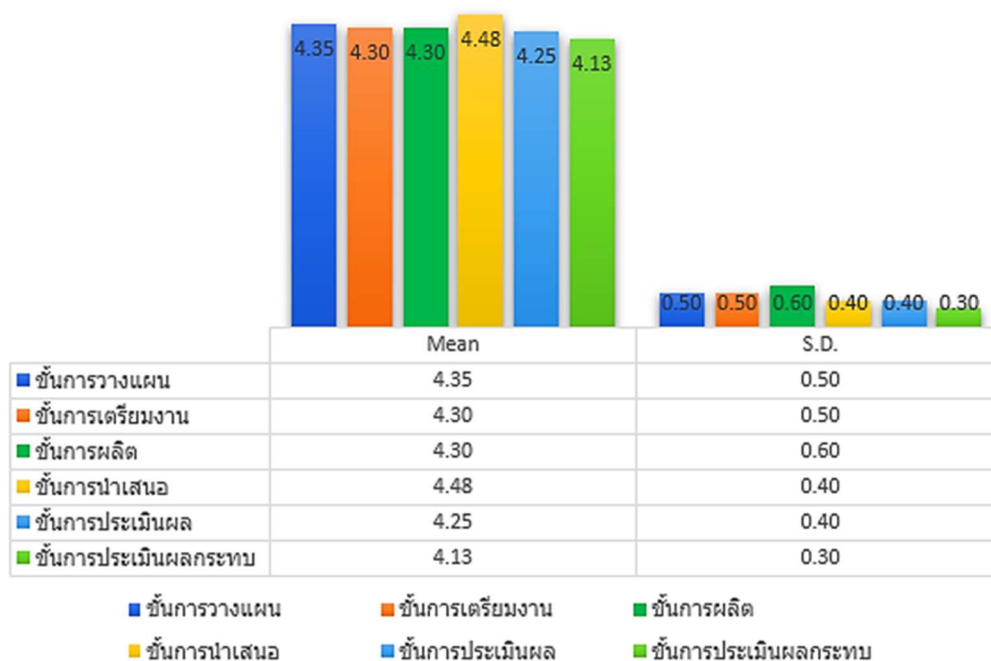
ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงโดยผู้ทรงคุณวุฒิ

ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านระยะเวลาการดำเนินการ และ ส่วนที่ 2 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านรายองค์ประกอบ (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านระยะเวลาการดำเนินการ

ระดับความคิดเห็นผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านระยะเวลาการดำเนินการ ซึ่งภาพรวมผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระยะเวลาการดำเนินการอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.60) โดยระยะเวลาดำเนินงานช่วงการพัฒนา (Development) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.48$, S.D.=0.50) มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับแรก รองลงมา ได้แก่ ระยะเวลาหลังการพัฒนา (Post-Development) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.60) ส่วนระยะเวลาก่อนพัฒนา (Pre-Development) ($\bar{X}=4.20$, S.D.=0.50) มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับสุดท้าย



รูปที่ 4 ผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านรายองค์ประกอบ

ระดับความคิดเห็นผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบด้านรายองค์ประกอบซึ่งภาพรวมผู้ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.28$, S.D.=0.45) โดยขั้นการนำเสนอ (Presentation) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.48$, S.D.=0.40) มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับแรก รองลงมา ได้แก่ ขั้นการวางแผน (Planning) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.35$, S.D.=0.50) ขั้นการเตรียมงาน (Preparation) ($\bar{X}=4.3$, S.D.=0.50) อยู่ในระดับมาก และ ขั้นการผลิต (Production) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.30$, S.D.=0.60) อยู่ระดับเดียวกัน ขั้นการประเมินผล (Evaluation) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.25$, S.D.=0.40) ส่วนขั้นการประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.13$, S.D.=0.30) มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับสุดท้าย (รูปที่ 4)

อภิปรายผลการวิจัย

สำหรับผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบระดับความคิดเห็นด้านระยะเวลาการดำเนินการ ซึ่งภาพรวมผู้ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระยะเวลาการดำเนินการอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.42$, S.D.=0.60) โดยระยะเวลาดำเนินงานช่วงการพัฒนา (Development) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.48$, S.D.=0.50) มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับแรก สอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง Systems Development in Information Systems Research (Nunamaker, Chen, & Purdin, 1990) สร้างผลการวิจัยที่ประสบผลสำเร็จ หลักฐาน คือ การมีส่วนร่วมในการวิจัยเป็นผลมาจากการพัฒนาระบบ ส่วนระดับความคิดเห็นรายองค์ประกอบ ซึ่งภาพรวมผู้ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}=4.28$, S.D.=0.45) โดยขั้นการนำเสนอ

(Presentation) อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.48$, S.D.=0.50) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Swathi (2015) การนำเสนอ คือ การแสดงและอธิบายเนื้อหาให้ผู้ฟังหรือผู้เรียนฟัง การนำเสนอด้วยวาจาที่ดีต้องมีโครงสร้างที่ดี ทำให้ผู้ฟังติดตามได้ง่ายขึ้น และการนำเสนอแบบออนไลน์ เช่น ภาพนิ่ง วิดีโอที่ไม่มีคำบรรยาย วิดีโอพร้อมคำบรรยาย และประสบการณ์ผลิตภัณฑ์เสมือนจริง (VPE) ซึ่งผู้บริโภคสามารถสัมผัส และลองใช้ผลิตภัณฑ์ได้เสมือนจริง Zhenhui, & Izak, (2007) พบว่า มีระดับความคิดเห็นอยู่ในลำดับแรก รองลงมา ได้แก่ องค์ประกอบขึ้นการวางแผน (Planning) อยู่ในระดับมาก ($\bar{x}=4.35$, S.D.=0.50) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Jeseviciute-Ufartiene (2014) ความสำคัญของการวางแผนและการวางแผนที่มีประสิทธิผลในการจัดโครงสร้างกระบวนการสอนที่มีประสิทธิผล สภาพแวดล้อมการเรียนรู้ออนไลน์ที่มีประสิทธิภาพ ทำให้สถาบันการศึกษาปรับตัวได้อย่างรวดเร็ว และ เมื่อพิจารณาองค์ประกอบขึ้นการวางแผน (P:Planning) นับเป็น ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลถึงความสำเร็จหรือความล้มเหลวของงานที่จัด การวางแผนในการจัดนิทรรศการ ประกอบด้วย 4M (Man, Money, Material, Management) เทคโนโลยี (Technology) และเครือข่ายสำหรับการจัดนิทรรศการ (Network) สอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง หลักการบริหารงานที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงานบริษัท อาร์ วี คอนเน็กซ์ จำกัด Kunavetchakij, Uankaew, & Nakkaew (2021) พบว่า หลักการบริหารงานที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของพนักงาน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ด้านการวางแผน (Planning) ด้านการจัดโครงสร้างองค์กร (Organizing) ด้านการนำ (Leading) ด้านการควบคุม (Controlling) ด้านการบริหารทรัพยากรมนุษย์ (Man) ด้านการบริหารคุณธรรม (Morality) ด้านการประสานงาน (Mediation) ในส่วนขององค์ประกอบขึ้นการนำเสนอ (Presentation) ขึ้นนี้เป็นการแสดงเนื้อหาข้อมูลของผลงานที่นำเสนอให้ผู้ชมได้รับรู้ ทดลอง หรือเข้าร่วมกิจกรรมต่าง ๆ ตามที่วางแผนออกแบบไว้ โดยการสร้างระบบ Navigation ผลการวิจัย พบว่า ค่า Mdn. =5.0 และ IQR = 5.0 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และความสอดคล้องมากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย เรื่อง A Literature Review: Website Design and User Engagement (Garett, Chiu, Zhang, & Young, 2016) การออกแบบที่เหมาะสมได้ กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จำเป็นในการดึงดูดผู้ใช้เว็บไซต์และแอปพลิเคชัน องค์ประกอบการออกแบบที่ดี ได้แก่ การนำทาง การแสดงภาพกราฟิก การจัดองค์ประกอบ โอรดประ โยชน์เนื้อหา วัตถุประสงค์ ความเรียบง่าย และความสามารถในการอ่าน และสอดคล้องกับงานวิจัยเรื่อง The Impact of Online Product Presentation on Consumers' Perceptions: An Experimental Analysis (Flavian, Gurrea, & Orús, 2009) การออกแบบเว็บไซต์เน้นความเรียบง่ายและเสถียรภาพในการนำทางให้ข้อมูลที่ชัดเจน ทันเวลา และถูกต้องในเนื้อหาทั้งหมดและรูปแบบที่เรียกร้องความสนใจของผู้ใช้

สรุป

รูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริง ประกอบด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน 3 ระยะ 6 องค์ประกอบ ดังนี้ ระยะก่อนการพัฒนา (Pre-Development) ประกอบด้วย 1) ขึ้นการวางแผน (P:Planning) 2) ขึ้นการเตรียมงาน (Preparation) ระยะการพัฒนา (Development) ประกอบด้วย 1) ขึ้นการผลิต (P:Production) 2) ขึ้นการนำเสนอ (Presentation) และ ระยะหลังการพัฒนา (Post-Development) ประกอบด้วย 1) ขึ้นการประเมินผล (Evaluation) 2) ขึ้นการประเมินผลกระทบ (Impact Evaluation) ซึ่งภาพรวมผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่า รูปแบบมีความเหมาะสมและความเป็นไปได้เห็นได้อยู่ในระดับมากที่สุด และมีความเห็นที่สอดคล้องกันในระดับมาก สำหรับผลการประเมินความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของรูปแบบระดับความคิดเห็นด้านระยะเวลาการดำเนินการ ในภาพรวมผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ระยะเวลาการดำเนินการเห็นด้วยอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอในการนำผลวิจัยไปใช้

1. การนำรูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงไปใช้พิจารณาถึงการรับชมได้หลายอุปกรณ์ที่สามารถผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ โทรศัพท์มือถือ และแท็บเล็ต เป็นต้น
2. การนำรูปแบบการจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงไปใช้ในส่วนของผู้นำเสนอผลงานควรทราบถึงความสามารถและข้อจำกัดของระบบ รวมถึงนโยบาย กิจกรรมต่าง ๆ ในการนำเสนออินเทอร์สการ
3. การจัดแสดงผลงานด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์โดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เสมือนจริงพิจารณาการจัดแสดงให้มีสภาพแวดล้อมที่เสมือนจริงยิ่งขึ้น โดยการปรับมุมมองให้กว้างกว่าเดิม เพิ่มคนเดินหรือมีสิ่งเคลื่อนไหวอื่น ๆ และเพิ่มในส่วนของฟังก์ชันการขยายภาพเพื่อให้เห็นชัดยิ่งขึ้น

References

- Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *Gazing into the Oracle: The Delphi Method and Its Application to Social Policy and Public Health*. Jessica Kingsley Publishers.
- Dale, E. (1969). *Audio-Visual Methods in Teaching* (3rd ed.). Holt, Rinehart & Winston, New York: Dryden Press.
- Digital Economy Promotion Agency. (2021). *An Analysis of Thailand's Digital Economy Situation*. Retrieved February 3, 2021, from <http://onzonde.multiply.com/journal/item/61>. [in Thai]
- Drucker, P.F. (1955). *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*. University of Illinois at Urbana-Champaign's Academy for Entrepreneurial Leadership Historical Research Reference in Entrepreneurship, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1496169>.
- Flavian, C., Gurrea, R., & Orús, C. (2009). Web design: a key factor for the website success. *Journal of Systems and Information Technology*, 11(2), 168-184. <https://doi.org/10.1108/13287260910955129>.
- Freeman, D., et al. (2017). Virtual reality in the treatment of mental health problems: A systematic review of recent evidence. *Psychological Medicine*, 47(14), 2412-2423. <https://doi.org/10.1017/S0033291717000453>
- Garett, R., Chiu, J., Zhang, L., & Young, S. D. (2016). A literature review: website design and user engagement. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 6(3), 1-14. <https://doi.org/10.29333/ojcm/2556>.
- Henderson, R.M., & Clark, K. (1990). Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative Science Quarterly*, 35, (1), 9-30. <https://doi.org/10.2307/2393549>.
- Jeseviciute-Ufartiene, L. (2014). Importance of planning in management developing organization. *Journal of Advanced Management Science*, 2(3), 176-180.
- Jinjutha, P. (2021). *3 Reasons why Virtual Exhibition is Now a Trend that you Shouldn't Miss out*. Retrieved March 21, 2022, from <https://www.zipeventapp.com/blog/2021/03/22/3-reasons-why-virtual-exhibition-is-now-a-trend-that-you-shouldnt-miss-out/>. [In Thai]
- Kunavetchakij, B., Uankaew, J., & Nakkaew, K. (2021). Management principles influencing the performance of employees of R V Connex Co., Ltd. *Journal of Management Science Pibulsongkram Rajabhat University*, 3(1), 109-119. [In Thai]
- LaValle, S. M. (2023). *Virtual Reality*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Macmillan, T. T. (1971). *The Delphi technique*. Paper presented at the annual meeting of the California Junior College Associations Committee on Research and Development, Monterey, California.
- Mérienne, F. (2018). Virtual reality: Principles and applications. In *Encyclopedia of Computer Science and Technology* (pp. 1-11). Taylor and Francis. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01728062>.
- National Innovation Agency [Public Organization]. (2021). *Meaning of Innovation*. Retrieved February 3, 2021, from <https://www.nia.or.th/>. [in Thai]
- National Science Museum Organization, Ministry of Higher Education, Science, Research and Innovation. (2021). *Immersive Technology (IMT)*. Retrieved October 5, 2021 from <https://www.nsm.or.th/nsm/th/node/5815/>. [in Thai]
- Ngammomgkolwong, S. (2023). *The development of an electronic science and technology exhibition model using virtual reality technology (Research report)*. Southeast Bangkok University, Bangkok. [in Thai]
- Nunamaker, J. F., Chen, M., & Purdin, T. D. M. (1990). Systems development in information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 7(3), 89-106. <https://doi.org/10.1080/07421222.1990.11517898>
- Oculus. (2022). *What Is Virtual Reality All About?*. Retrieved March 21, 2022, from <https://www.oculus.com/blog/what-is-virtual-reality-all-about/>.
- Olsen, W. K., Haralambos, M. (Ed.), & Holborn, M. (Ed.). (2004). Triangulation in social research: Qualitative and quantitative methods can really be mixed. In M. Haralambos & M. Holborn (Eds.), *Developments in Sociology*. Causeway Press Ltd.
- Leck Sirirat, P. (1988). *Teaching Media Design* (1st ed.). Bangkok: Odyssey Store. [in Thai]
- Palys, T. (2008). Purposive sampling. In L.M. Given (Ed.) *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. (vol.2). Sage: Los Angeles, pp. 697-698.
- Rovinelli, R.J., & Hambleton, R.K. (1977). On the use of content specialists in the assessment of criterion-referenced test item validity. *Tijdschrift Voor Onderwijs Research*, 2, 49-60.
- Secretariat of the Prime Minister. (2017). Thailand 4.0 drives the future towards security, prosperity, sustainability. *Thai Koo Fah Journal*, 33, 1-5. [in Thai]
- Swathi, T. V. S. S. (2015). The importance of effective presentation for organizational success. *The IUP Journal of Soft Skills*, 9(2), 7-21.
- The Goldman Sachs Group, Inc. (2016). *Virtual and Augmented Reality*. Retrieved March 21, 2022, from <https://www.goldmansachs.com/insights/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf>.
- Waidacher, F. (1993). *Handbuch der allgemeinen Museologie* [Handbook of general museology] (Vol. 3). Böhlau.
- Wongrattana, C. (2007). *Statistical Techniques for Research*. Bangkok: Faculty of Education. Srinakharinwirot University, 382. [in Thai]
- Zheng, J. M., Chan, K. W., & Gibson, I. (1998). A new approach for direct manipulation of free-form Curve. *Computer Graphics Forum*, 17(3), 327-334. <https://doi.org/10.1111/1467-8659.00279>
- Ziennowicz, C. (2013). Joseph A. Schumpeter and innovation. In E. G. Carayannis (Ed.), *Encyclopedia of creativity, invention, innovation and entrepreneurship*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3858-8_476.