Research article

นวัตกรรมอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม: แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจเพื่อการพัฒนาวัสดุสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนในบริบทมรดกโลก

CULTURAL HERITAGE-DRIVEN BRICK INNOVATION: AN EXPLORATORY FACTOR ANALYSIS APPROACH FOR SUSTAINABLE ARCHITECTURAL MATERIALS DEVELOPMENT IN UNESCO WORLD HERITAGE CONTEXTS

จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง*
Chaturong Louhapensang*
Chaturong.lo@kmitl.ac.th

***Corresponding author E-mail: Chaturong.lo@kmitl.ac.th**

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 ประเทศไทย
Department of Architectural education and design School of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bamgkok 10520 Thailand

Journal of Industrial Education. 2026, Vol. 25 (No. 1), **https://doi.org/10.55003/JIE.25112**

Received: March 5, 2026 | **Revised:** April 20, 2026 | **Accepted:** April 27, 2026

Citation reference :
Chaturong, L. (2026). Cultural Heritage-Driven Brick Innovation: An Exploratory Factor Analysis Approach to Sustainable Architectural Materials Development in UNESCO World Heritage Context. **Journal of Industrial Education, 25**(1), 113–131.

ABSTRACT

This study addresses the critical gap between cultural heritage preservation and contemporary construction needs by developing a systematic methodology for integrating intangible cultural capital into sustainable brick design. Using Kamphaeng Phet Province, Thailand—a UNESCO World Heritage site—as a case study, we employed Exploratory Factor Analysis (EFA) to identify key design factors and applied an "8 Thai Ways" screening framework to extract cultural elements for architectural material innovation. The EFA (n=250) revealed six distinct design dimensions explaining 56.0% of total variance with acceptable model fit (RMSEA=0.0575, TLI=0.903): Physical Characteristics (11.89%), Aesthetics and Design Expression (10.29%), Utility and Performance (9.65%), Context and Environmental Suitability (8.49%), Construction and Economic Aspects (7.96%), and Innovation and Sustainability (7.72%). Cultural capital emerged as crucial for product identity establishment, leading to textile pattern-inspired brick prototypes. Performance testing according to ASTM C67 standards demonstrated exceptional results: 26.90 MPa compressive strength (784% above minimum requirements) and 11.04% water absorption (56% below maximum thresholds). User satisfaction evaluation (n=55) achieved 3.99/5.0 overall rating, with strengths in local uniqueness (4.01), handling suitability (4.09), and design appeal (3.90). This research provides a context-sensitive framework for transforming cultural heritage into high-performance architectural materials while maintaining authenticity. The methodology demonstrates that systematic cultural capital integration enhances both traditional knowledge preservation and market acceptance, particularly among quality-conscious consumers. Findings offer significant implications for heritage-based sustainable architecture

development applicable within Thai UNESCO World Heritage sites, contributing to both cultural preservation and construction industry innovation.

Keywords: Cultural heritage, Brick innovation, Exploratory factor analysis, Cultural capital, Architectural material sustainability

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งแก้ไขช่องว่างที่สำคัญ ระหว่างการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรมกับความต้องการด้านการก่อสร้างร่วมสมัย โดยพัฒนาระเบียบวิธีที่เป็นระบบ สำหรับการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้เข้ากับการออกแบบอิฐที่ยั่งยืน โดยใช้จังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นแหล่งมรดกโลกขององค์การยูเนสโกเป็นกรณีศึกษา ผู้วิจัยได้ใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เพื่อระบุปัจจัยหลักในการออกแบบ และประยุกต์ใช้กรอบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อสกัดองค์ประกอบทางวัฒนธรรมสำหรับการพัฒนานวัตกรรมวัสดุในงานสถาปัตยกรรม การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (จำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 250 คน) แสดงให้เห็นมิติการออกแบบที่แตกต่างกัน 6 มิติ ซึ่งสามารถอธิบายความแปรปรวนรวม 56.0% โดยมีค่าความเหมาะสมของแบบจำลองที่ยอมรับได้ (RMSEA=0.0575, TLI=0.903) ได้แก่ ลักษณะทางกายภาพ (11.89%) สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ (10.29%) ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ (9.65%) บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม (8.49%) ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ (7.96%) และนวัตกรรมและความยั่งยืน (7.72%) ทุนทางวัฒนธรรมปรากฏเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ นำไปสู่ต้นแบบอิฐที่ได้แรงบันดาลใจจากลายผ้าทอ จ.กำแพงเพชร การทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐาน ASTM C67 แสดงผลลัพธ์ที่โดดเด่น คือ กำลังรับแรงอัด 26.90 MPa (สูงกว่าข้อกำหนดขั้นต่ำ 784%) และการดูดซับน้ำ 11.04% (ต่ำกว่าเกณฑ์สูงสุด 56%) การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ (จำนวน 55 คน) ได้คะแนนโดยรวม 3.99 จาก 5.0 โดยมีจุดเด่นในด้านความเป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.01) ความเหมาะสมในการจับถือ (4.09) และความน่าสนใจในการออกแบบ (3.90) ผลการวิจัยนำเสนอกรอบแนวคิด ที่สามารถนำไปใช้ซ้ำได้ สำหรับการแปลงมรดกทางวัฒนธรรม ให้เป็นวัสดุสถาปัตยกรรมที่มีสมรรถนะสูง ในขณะที่รักษาความแท้จริง ระเบียบวิธีดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมอย่างเป็นระบบช่วยเสริมทั้งการอนุรักษ์ภูมิปัญญาท้องถิ่นและการยอมรับในตลาด โดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ให้ความสำคัญกับคุณภาพ ผลการวิจัยมีนัยสำคัญต่อการพัฒนาสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนซึ่งมีพื้นฐานมาจากมรดกทางวัฒนธรรมในระดับสากล โดยมีส่วนช่วยทั้งการอนุรักษ์วัฒนธรรมและนวัตกรรมอุตสาหกรรมก่อสร้าง

คำสำคัญ: มรดกทางวัฒนธรรม, นวัตกรรมอิฐ, การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ, ทุนทางวัฒนธรรม, ความยั่งยืนของวัสดุสถาปัตยกรรม

1. บทนำ

อิฐในฐานะวัสดุก่อสร้างดั้งเดิมของไทย ไม่ได้เป็นเพียงวัตถุที่มีประโยชน์ใช้สอย แต่ยังสะท้อนให้เห็นทุนทางวัฒนธรรมที่มีรากฐานลึกซึ้งทั้งด้านประวัติศาสตร์ สังคม เศรษฐกิจ และสุนทรียศาสตร์ สถาปัตยกรรมไทยในแต่ละยุคสมัย ตั้งแต่ทวาราวดี สุโขทัย อยุธยา จนถึงรัตนโกสินทร์ ต่างใช้ “อิฐ” เป็นตัวกลางในการบอกเล่าภูมิปัญญา ความเชื่อ และอัตลักษณ์ทางศิลปวัฒนธรรม อิฐจึงมิใช่เพียงวัสดุ แต่เป็นสัญลักษณ์ของการปรับตัวและการอยู่ร่วมกับสิ่งแวดล้อมผ่านภูมิปัญญาท้องถิ่นอย่างไรก็ตาม อิฐดั้งเดิมกำลังเผชิญข้อจำกัดเมื่อเทียบกับความต้องการในสังคมสมัยใหม่ ทั้งด้านสิ่งแวดล้อม (การเผาที่ก่อมลพิษ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติสูง) ด้านคุณภาพ (ไม่สม่ำเสมอ หนัก ดูดซับน้ำสูง) และด้านเศรษฐกิจ (แรงงานขาดแคลน รายได้ไม่มั่นคง) สิ่งเหล่านี้ทำให้อิฐดั้งเดิมไม่อาจตอบโจทย์อุตสาหกรรมก่อสร้างและมาตรฐานสากลได้เต็มที่ อีกทั้งความรู้และทักษะของช่างอิฐก็เสี่ยงจะสูญหายไปพร้อมกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม

ในอีกด้านหนึ่ง แนวโน้มสถาปัตยกรรมยั่งยืน เศรษฐกิจหมุนเวียน และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี กลับเปิดโอกาสให้การพัฒนา “นวัตกรรมอิฐ” เป็นไปได้มากขึ้น วัสดุทดแทนและการผลิตที่สะอาดกว่า สามารถยกระดับคุณภาพ ขณะเดียวกันการเชื่อมโยงนวัตกรรมกับทุนทางวัฒนธรรมก็เป็นหัวใจสำคัญ เพราะช่วยรักษาภูมิปัญญา สร้างมูลค่าเพิ่ม และสร้างเอกลักษณ์ที่แตกต่างจากวัสดุสากล การพัฒนาอิฐในยุคใหม่จึงไม่ควรมองเพียงแค่การแก้ปัญหาทางเทคนิคหรือสิ่งแวดล้อม แต่ต้องมองถึงการอนุรักษ์วัฒนธรรม การสร้าง Soft power และการยกระดับเศรษฐกิจท้องถิ่นไปพร้อมกัน การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

จึงมุ่งวิจัยพัฒนาอิฐในบริบทไทยมีคุณค่าที่มากกว่าการเป็นวัสดุก่อสร้าง หากแต่เป็นตัวแทนของประวัติศาสตร์ ภูมิปัญญา และอัตลักษณ์ การพัฒนานวัตกรรมอิฐที่ต่อยอดจากมรดกทางวัฒนธรรม จึงไม่เพียงช่วยแก้ข้อจำกัดของอิฐดั้งเดิม แต่ยังเป็นการสร้างสะพานเชื่อมระหว่างอดีตกับอนาคต ให้ภูมิปัญญาท้องถิ่นไทยมีบทบาทในโลกสมัยใหม่อย่างยั่งยืน และทรงคุณค่าสอดคล้องกับ รัฐบาลได้กำหนดยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) (Office of the Nation Economic and Social Development Board, 2023, p. 3-3) เป็นแนวทางการพัฒนาระยะยาวของประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยบรรลุวิสัยทัศน์ "ประเทศไทยมีความมั่นคง มั่งคั่ง ยั่งยืน เป็นประเทศพัฒนาแล้ว โดยการพัฒนาตามปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง" จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ายังไม่มีงานวิจัยใดที่บูรณาการ EFA เข้ากับทุนวัฒนธรรมเพื่อออกแบบวัสดุก่อสร้างในบริบทมรดกโลกอย่างเป็นระบบ

ซึ่งในการวิเคราะห์ สังเคราะห์แนวทางการวิจัยในอดีต และปัจจุบัน ส่งผลให้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาผลงานที่สะท้อนไปถึงศักยภาพของการสร้างนวัตกรรม โดยเชื่อมโยงไปกับประเด็นยุทธศาสตร์ในการสร้างความสามารถในการแข่งขันและมีแผนแม่บทภายใต้ยุทธศาสตร์ชาติ คือ การท่องเที่ยว สอดคล้องกับจังหวัดกำแพงเพชร มีต้นทุนการท่องเที่ยวทางวัฒนธรรมระดับนานาชาติ คือ แหล่งมรดกโลก ที่เป็นตัวแทนในบริบทสากล โดยแนวคิดเรื่องการพัฒนาอย่างยั่งยืนของยูเนสโก้เน้นความสัมพันธ์ระหว่าง “การอนุรักษ์” และ “การสร้างนวัตกรรม” เพื่อให้วัฒนธรรมยังคงมีชีวิตและตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลง อิฐไทยในมิตินี้จึงไม่ใช่วัตถุที่หยุดนิ่งในอดีต แต่เป็นพลังสร้างสรรค์ที่สามารถขับเคลื่อนเศรษฐกิจชุมชน เสริมสร้างอัตลักษณ์ และยกระดับความภาคภูมิใจของชาติ (Kosintharanon, 2023, pp. 90-125) หากสามารถบูรณาการภูมิปัญญาดั้งเดิมเข้ากับเทคโนโลยีและแนวคิดด้านความยั่งยืน อิฐไทยก็จะไม่เพียงคงอยู่ในฐานะร่องรอยทางประวัติศาสตร์ แต่ยังเป็นทุนวัฒนธรรมที่มีชีวิตและคุณค่าต่ออนาคต

จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีคำถามการวิจัยว่า มรดกทางวัฒนธรรมจากกำแพงเพชร เมืองมรดกโลก สำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอิฐเพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม ที่มีคุณภาพเป็นอย่างไร ซึ่งจะนำไปสู่การเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันและการกระจายรายได้อย่างยั่งยืน โดยกำหนดเป็นวัตถุประสงค์ในการวิจัยดังนี้ 1. วิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอิฐ จากทุนทางวัฒนธรรม 2. พัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอิฐเพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย 3. ประเมินความพึงพอใจของต้นแบบวัสดุก่อสร้างอิฐในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร ประเทศไทย และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากกรอบแนวคิดของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 13 (ปีพุทธศักราช 2566-2570) ในหลักการพัฒนาเศรษฐกิจชีวภาพ เศรษฐกิจหมุนเวียน เศรษฐกิจสีเขียว โดยให้ความสำคัญกับ การประยุกต์ใช้องค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสมัยใหม่ และความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้าง มูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ ควบคู่กับการรักษาความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และการใช้ประโยชน์จาก ฐานทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการปรับเปลี่ยนรูปแบบการผลิต การให้บริการ และการบริโภคเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่ง (Office of the Nation Economic and Social Development Board, 2023, p. 3-3) ได้กำหนดขอบเขตของเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative economy) และจัดประเภทของกิจกรรม โดยยึดหลักตามกรอบของสหประชาชาติว่าด้วยการค้าและการพัฒนา (United Nations Conference on Trade and Development : UNCTAD) และนำมาผสมผสานกับเอกลักษณ์ ทุนทางวัฒนธรรม และภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย โดยสามารถจัดแบ่งเศรษฐกิจสร้างสรรค์ (Creative economy)ในประเทศไทยได้เป็น 4 กลุ่ม หลัก ได้แก่ (1) มรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติ ประกอบด้วย งานฝีมือและหัตถกรรมการท่องเที่ยวเชิงวัฒนธรรม/ความหลากหลายทางชีวภาพ การแพทย์แผนไทย และอาหารไทย (2) ศิลปะประกอบด้วย ศิลปะการแสดงและทัศนศิลป์ (3) สื่อสมัยใหม่ ประกอบด้วย ภาพยนตร์และวิดิทัศน์ การพิมพ์และ สื่อการพิมพ์ การกระจายเสียงและดนตรี (4) งานสร้างสรรค์และการออกแบบ ประกอบด้วย การออกแบบ แฟชั่น สถาปัตยกรรม การโฆษณา และซอฟท์แวร์ เศรษฐกิจสร้างสรรค์เกิดจาก 2 ปัจจัยหลักคือ ทุนทางปัญญา ร่วมกับทักษะความสร้างสรรค์ โดยเชื่อมโยงกับทุนวัฒนธรรมซึ่งจะปรากฏตัวใน 3 รูปแบบ คือ 1) เป็นสิ่งที่ฝังอยู่ในตัวคนหรือกลุ่มคน เช่น ความคิด จินตนาการ ความคิดริเริ่ม ความเชื่อ 2) เป็นสิ่งที่เป็นรูปลักษณ์และเป็นตัวตน เช่น ภาพวาด เครื่องมือ อุปกรณ์ สิ่งก่อสร้าง สถานที่ที่เป็นมรดกโลก 3) ความเป็นสถาบัน เช่น กติกา การยอมรับที่หลาย ๆ คนเห็นร่วมกัน เช่น การยอมรับในสถาบันกษัตริย์ วัด โรงเรียน ทำให้เกิดความสามัคคี ประเพณี หรือกิจกรรมร่วมกันของสังคม โดยวัฒนธรรมถือเป็นทุนและต้นทุนที่สำคัญการประเมินสถานการณ์ทุนทางวัฒนธรรมของประเทศไทย พบว่า วัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่นจำนวนมากมีความหลากหลาย มีคุณค่า มีเอกลักษณ์โดดเด่นเฉพาะ

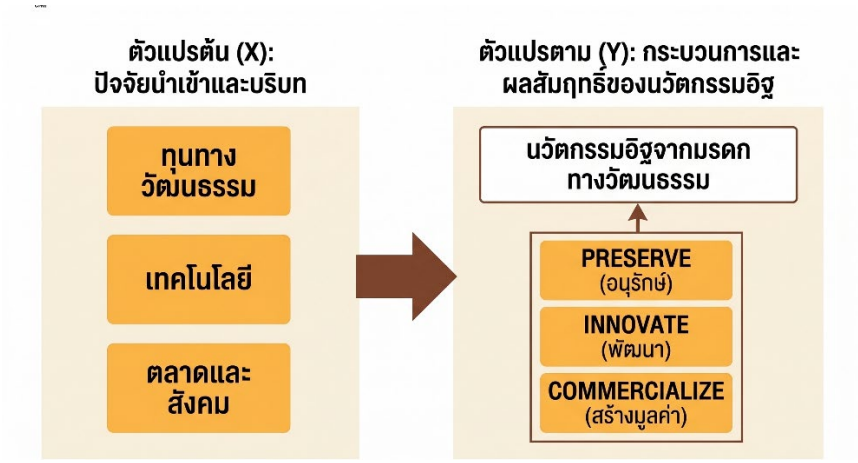
ท้องถิ่นซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาประเทศ ได้มากมาย หากแต่ยังขาดการอนุรักษ์ฟื้นฟูพัฒนาต่อยอดอย่างเป็นระบบอย่างจริงจัง อีกทั้งยังขาดการบริหารจัดการที่ดี ซึ่งส่งผลต่อวิถีชีวิ ตและความเจริญรุ่งเรืองของสังคมไทย

งานวิจัยเชิงประจักษ์ด้านนวัตกรรมอิฐและเซรามิกส์ในทศวรรษที่ผ่านมาให้ความสนใจอย่างมากต่อแนวทางการปรับปรุงคุณภาพวัสดุ เช่นการรีไซเคิลของเสียอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาวัสดุก่อสร้างที่มีความยั่งยืน (Gencel et al., 2021, pp. 30425-30438) ซึ่งสะท้อนถึงพัฒนาการของ "เซรามิกส์หมุนเวียน" (Circular ceramics) ที่กำลังเป็นทิศทางหลักของอุตสาหกรรมวัสดุก่อสร้างระดับโลก และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) ได้รับการนำมาประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลายในการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการรับรู้และความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เชิงวัฒนธรรม (Tu et al., 2019, pp. 1-23); (Li et al., 2021, pp. 1-19) ได้นำ EFA มาใช้ร่วมกับ CFA และ SEM เพื่อสำรวจมิติ "มูลค่าการรับรู้" (Perceived value) ของผู้บริโภคที่ส่งผลต่อความตั้งใจซื้อผลิตภัณฑ์สร้างสรรค์วัฒนธรรม ผลการวิเคราะห์ชี้ให้เห็นว่ามูลค่าการรับรู้สามารถแยกออกเป็นองค์ประกอบที่วัดได้หลายมิติ และมูลค่าเชิงนวัตกรรม (Innovative value) มีบทบาทสำคัญในการพยากรณ์ความตั้งใจซื้อ ยิ่งไปกว่านั้น งานวิจัยนี้ยังตั้งข้อสังเกตว่าผู้บริโภคที่รับรู้ถึงความเป็นนวัตกรรมของผลิตภัณฑ์จะแสดงความตั้งใจซื้อสูงกว่ากลุ่มที่ไม่รับรู้เช่นนั้น งานวิจัยทั้งสองชิ้นจึงแสดงให้เห็นว่า EFA เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการค้นหาโครงสร้างแฝงของแบบสอบถามที่พัฒนาขึ้นใหม่สำหรับบริบทผลิตภัณฑ์วัฒนธรรม โดยช่วยให้นักวิจัยสามารถตรวจสอบและยืนยันความตรงเชิงโครงสร้าง ก่อนนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์เชิงยืนยัน (CFA) ในขั้นตอนถัดไปได้ จากบริบทดังกล่าวจึงส่งผลต่อแนวคิดการสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทย (Kosintharanon, 2023, pp. 90-125) โดยการผสมผสานภูมิปัญญาดั้งเดิมกับเทคโนโลยีและความคิดสร้างสรรค์ร่วมสมัย เพื่อใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ประกอบด้วยปัจจัยสำคัญหลายประการ ประการแรกคือการมีส่วนร่วมของชุมชน ตั้งแต่ต้นจนจบ ชุมชนต้องเป็นเจ้าของและมีอำนาจในการตัดสินใจ ไม่ใช่เพียงแค่แรงงานหรือแหล่งข้อมูล การพัฒนาที่แท้จริงต้องเกิดจากภายในชุมชน ภายนอกเพียงแค่เป็นตัวเสริมและอำนวยความสะดวก ประการที่สองคือความสมดุลระหว่างการอนุรักษ์และนวัตกรรม การพัฒนาที่มากเกินไปอาจทำลายแก่นแท้ของภูมิปัญญา ในขณะที่การยึดติดกับรูปแบบเดิมมากเกินไปอาจทำให้ไม่สามารถแข่งขันได้ ความสำเร็จอยู่ที่การหาจุดสมดุลที่เหมาะสม โดยรักษาสิ่งที่เป็นแก่นไว้และปรับเปลี่ยนในส่วนที่จำเป็น ประการที่สามคือการบูรณาการความรู้และทักษะที่หลากหลาย การทำงานร่วมกันระหว่างผู้รู้ภูมิปัญญา นักออกแบบ นักเทคโนโลยี นักการตลาดและผู้ประกอบการ จะช่วยให้ได้นวัตกรรมที่มีทั้งคุณค่าทางวัฒนธรรมและความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจ ประการที่สี่คือการมองระยะยาว การสร้างนวัตกรรมจากภูมิปัญญาไม่ใช่โครงการระยะสั้นที่คาดหวังผลตอบแทนทันที แต่เป็นการลงทุนระยะยาวในการสร้างระบบที่ยั่งยืน ต้องใช้เวลาในการสร้างความไว้วางใจพัฒนาทักษะสร้างตลาดและสร้างชื่อเสียง ทุนทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งที่มีมูลค่าและให้คุณค่าต่อวิถีชีวิตของสังคมดังที่กล่าวมาแล้ว แต่ทุนทางวัฒนธรรมหลายเรื่องมีความเป็นนามธรรมสูง เช่นวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้เป็นพลวัตร (Dynamic) สามารถเปลี่ยนแปลงและถ่ายทอดข้ามสังคม กลุ่มคน สถานที่ และเวลาได้ตลอด (Boourdieu, 1986, pp. 241-258) การนำทุนทางวัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทยมาพัฒนาและใช้ประโยชน์ในการพัฒนา เศรษฐกิจและสังคมประเทศต้องมีการบริหารจัดการที่ดีและตั้งอยู่บนหลักการที่สำคัญ คือการเคารพความหลากหลายทางวัฒนธรรม การพัฒนาวัฒนธรรมอย่างเป็นองค์รวม จะเป็นการสร้างความสมดุล ความยั่งยืน และการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน เนื่องจากทุนทางวัฒนธรรมมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ซึ่งอาจมีผลมาจากเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร การมีปฏิสัมพันธ์ของสังคมโลก การเลื่อนไหลหรือการกระจายทางวัฒนธรรม จึงก่อให้เกิดการการผสมผสานทางวัฒนธรรม การปลูกฝังให้ประชาชนได้ตระหนักถึงวัฒนธรรมที่ดีงามของชุมชนและของท้องถิ่นจึงเป็นสิ่งจำเป็นและเร่งด่วนที่จะต้องอาศัยระบบการศึกษาและรูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่มีความเหมาะสมรวมถึงสถาบันทางสังคม และทุกภาคส่วนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการควบคุม เฝ้าระวังทางวัฒนธรรมปลูกฝังและส่งเสริมให้มีให้เกิดขึ้น แนวทางดังกล่าวจึงเป็นสมมติฐานที่สำคัญเพื่อพัฒนาในการวิจัยครั้งนี้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้จึงเกิดขึ้นเพื่อเป็นแนวคิดในการพัฒนานวัตกรรมอิฐที่มีรากฐานจากทุนทางวัฒนธรรมบนพื้นฐานของการบูรณาการ 3 มิติหลัก (Csikszentmihalyi, 1999, pp. 313-338) ประกอบด้วย มิติที่ 1: การอนุรักษ์ (Preservation) มิติที่ 2: การพัฒนานวัตกรรม (Innovation) และมิติที่ 3: การสร้างมูลค่า (Commercialization) จากกรอบแนวคิดข้างต้น สามารถกำหนดแกนการวิจัยหลักได้ 5 แกน: คือ 1. การศึกษาและจัดการทุนทางวัฒนธรรม 2. การพัฒนาเทคโนโลยีและวัสดุศาสตร์ 3. การออกแบบและสถาปัตยกรรม 4. เศรษฐกิจและการตลาด 5. สังคมและความยั่งยืน



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัยพัฒนานวัตกรรม

3.2 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตด้านประชากรในการวิจัย นักศึกษาด้านการออกแบบ อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 762 คน (ข้อมูล ณ วันที่ 23 มกราคม 2568)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักศึกษาด้านการออกแบบ อาจารย์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มีผลงาน แสดงในงาน KMITL Innovation Expo ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ที่สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์การวิจัย ตามข้อเสนอของ (Viratchai, 2012, pp. 1-20) ; (Hair et al., 2017, pp. 1-39) กำหนดไว้ว่าหาก ต้องการผลการวิจัยที่มีความแกร่ง ควรใช้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 5- 20 ตัวอย่างต่อหน่วยการคำนวณหนึ่ง พารามิเตอร์ ในการวิจัยนี้มีหน่วยพารามิเตอร์ที่ต้องคำนวณ 27 พารามิเตอร์ ดังนั้นจำเป็นต้องใช้กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 135- 540 ตัวอย่าง และเพื่อให้งานวิจัยมีความแกร่งอย่างเหมาะสม ผู้เชี่ยวชาญและผู้วิจัยสรุปเลือกใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 250 ตัวอย่าง

ขอบเขตด้านเนื้อหา คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบและพัฒนาอิฐ ได้แก่ปัจจัยที่ 1) ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของวัสดุ ปัจจัยที่ 2) สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ ปัจจัยที่ 3) ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ ปัจจัยที่ 4) บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม ปัจจัยที่ 5) ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ ปัจจัยที่ 6) นวัตกรรมและความยั่งยืน

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์อิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร

ตัวแปรตาม คือ ประเมินผลจากการพัฒนาอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร (1.ผลการทดสอบอิฐตามมาตรฐานวัดโดยแรงอัด (MPa) และการดูดซึมน้ำ (%) ตามมาตรฐาน ASTM C67 2.ค่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภควัดโดยแบบสอบถาม Likert 5 ระดับ ด้านอัตลักษณ์วัฒนธรรม วัดโดยระดับความสอดคล้องกับ '8 วิถีไทย' 3.การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย)

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาการพัฒนา ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบและพัฒนา และผ่านการประเมินคุณภาพและความเหมาะสมของสื่อจากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (5 คน) และด้านการออกแบบและวัสดุ (5 คน) ประกอบด้วยเครื่องมือ ดังนี้ 1) สื่อแบบสอบถามการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) ปัจจัยในการออกแบบอิฐ ด้วยแบบประเมินความเหมาะสมมาตรฐานแบบประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scale) ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่าง 0.81 - 1.00 จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 5 คน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและวัสดุ (5 คน) 2) ผลการทดสอบคุณภาพของอิฐที่พัฒนาขึ้น 3) แบบประเมินความพึงพอใจ กลุ่มตัวอย่างจำนวน 55 คน ซึ่งผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นเพื่อวัดและประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค โดยแบ่งเป็น 4 ด้าน ได้แก่ 1 .ด้านเป็นสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น 2. ด้านการดึงดูดใจจากการออกแบบ 3. ด้านขนาด รูปร่างและน้ำหนักที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำพาหรือขนส่ง 4. ด้านราคา ซึ่งแบบประเมินได้รับค่าความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.81 - 1.00 จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านวัดและประเมินผลจำนวน 5 คน

3.4 เก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 (ม.ค. 2568)

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้หลังจากผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดแล้ว จึงนำข้อมูลดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม
2. ผลการทดสอบอิฐตามมาตรฐาน ASTM C67
3. หาค่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค ที่มีต่อการออกแบบอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม จ.กำแพงเพชร ด้วยสถิติพื้นฐานที่ ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
4. การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพหุตัวแปร ได้แก่ การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis)

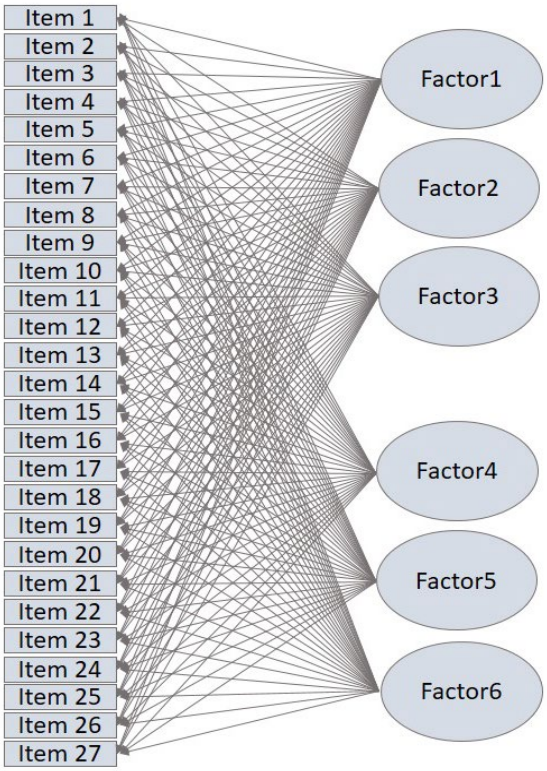
สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) และ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: SD)

4. ผลการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง "นวัตกรรมอิฐจากมรดกทางวัฒนธรรม: แนวทางการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจเพื่อการพัฒนาวัสดุสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนในบริบทมรดกโลก" ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน (Hair et al., 2017, pp.1-39) ; (Gorsuch, 1997, pp. 532-560) ; (Fornell et al., 1981, pp. 39-50) ดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เกี่ยวกับปัจจัยในการออกแบบอิฐ จากทุนทางวัฒนธรรม

ในการศึกษานี้ ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) เป็นวิธีการทางสถิติพื้นฐานเพื่อทำความเข้าใจและจัดโครงสร้างข้อพิจารณาที่ซับซ้อนในการออกแบบอิฐอย่างเป็นระบบ เป้าหมายหลักคือการก้าวข้ามสมมติฐานและระบุมิติหลักที่มีอิทธิพลต่อการรับรู้ การเลือก และการประยุกต์ใช้อิฐในสถาปัตยกรรม การวิเคราะห์ EFA สามารถระบุปัจจัยที่แตกต่างกัน 6 ปัจจัยที่คิดเป็นสัดส่วนที่สำคัญของความแปรปรวนในข้อมูล เนื่องจากใช้ Varimax rotation (Orthogonal) ปัจจัยทั้ง 6 จึงถูกกำหนดให้ไม่สัมพันธ์กัน ดังที่แสดงโดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเท่ากับ 0.00 ทุกคู่ โดยรวมแล้ว ปัจจัยทั้งหก 6 นี้อธิบายความแปรปรวนรวม 56.0% ค่าไอเก้นวาลู (Eigenvalue) ยังสนับสนุนการแก้ปัญหาด้วย 6 ปัจจัย ความเหมาะสมของแบบจำลองและการตรวจสอบสมมติฐานค่าวัดความเหมาะสมของแบบจำลอง: แบบจำลองแสดงความเหมาะสมที่ดีกับข้อมูล ค่า Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) อยู่ที่ 0.0575 โดยมีช่วงความเชื่อมั่น 90% อยู่ระหว่าง 0.0484 ถึง 0.0669 ซึ่งอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (โดยทั่วไป <0.08) ค่า Tucker-Lewis Index (TLI) อยู่ที่ 0.903 แสดงถึงความเหมาะสมที่ยอมรับได้ (โดยทั่วไปต้องการ >0.90)



รูปที่ 2 โมเดลการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA model)

ตารางที่ 1 Factor loadings

Item (หัวข้อ)	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Uniqueness
1.3 Size and shape (ขนาดและรูปทรง)	0.886						0.2032
1.5 Weight (น้ำหนัก)	-0.879						0.2209
1.1 Color (สี)	0.77						0.3909
1.2 Texture (ผิวสัมผัส)	0.766						0.3842
1.4 Strength (ความแข็งแรง)	0.637						0.5733
2.3 Concept/Identity (แนวคิด/เอกลักษณ์)							0.9830
3.4 Humidity control (การควบคุมความชื้น)		0.968					0.0564
3.5 Weight bearing (การรับน้ำหนัก)		00.767					0.3958
3.3 Ventilation (การระบายอากาศ)		0.736					0.4364
3.1 Heat protection (การกันความร้อน)		-0.685					0.5207
3.2 Soundproofing (การกันเสียง)		0.419					0.8135
6.3 Reuse (การนำกลับมาใช้ใหม่)			1.001				-0.0138
6.2 Production process (กระบวนการผลิต)			0.95				0.0874
6.4 Technology (เทคโนโลยี)			0.61				0.6189
6.1 Recycle (การรีไซเคิล)			-0.55				0.69

ตารางที่ 1 (ต่อ) Factor loadings

Item (หัวข้อ)	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Uniqueness
2.2 Light and shadow (แสงและเงา)				0.878			0.2069
2.4 Other materials (วัสดุอื่น ๆ)				0.793			0.3561
2.5 Atmosphere (บรรยากาศ)				-0.703			0.4938
2.1 Pattern (ลวดลาย)				-0.589			0.6411
4.1 Building context (บริบทของอาคาร)					0.793		0.3589
4.3 Climate (สภาพภูมิอากาศ)					0.724		0.4693
4.2 Local culture (วัฒนธรรมท้องถิ่น)					0.705		0.4802
4.4 Local (ความเป็นท้องถิ่น)					-0.656		0.5527
5.4 Maintenance costs (ค่าบำรุงรักษา)						0.944	0.1031
5.2 Simplicity (ความเรียบง่าย)						0.858	0.2541
5.1 Price (ราคา)						-0.445	0.7994
5.3 Labor skills (ทักษะแรงงาน)						-0.431	0.8062

หมายเหตุ: ใช้วิธีการสกัดปัจจัยแบบ Principal axis factoring ร่วมกับการหมุนแกนแบบ Varimax (โดยหมายเลขหน้า หัวข้อที่ไม่เรียงกันแสดงให้เห็นถึงการสลับจัดกลุ่มจากกระบวนการทางสถิติ)

ตารางที่ 2 ตารางเกณฑ์การวัดความสอดคล้องของโมเดล (Fit measures model)

ดัชนีชี้วัด (Measures)	RMSEA	RMSEA 90% CI: Lower (ขีดจำกัดล่าง)	RMSEA 90% CI: Upper (ขีดจำกัดบน)	TLI	BIC	Model Test: χ^2 (ไคสแควร์)	Model Test: df (องศาอิสระ)	Model Test: p (ค่าความเชื่อมั่น)
ค่าสถิติ (Value)	0.0575	0.0484	0.0669	0.903	-753	373	204	< .001

-RMSEA: ดัชนีรากที่สองของค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า
-RMSEA 90% CI (Lower/Upper): ช่วงความเชื่อมั่นที่ระดับ 90% ของค่า RMSEA (ขีดจำกัดล่าง และ ขีดจำกัดบน)
-TLI: ดัชนี Tucker-Lewis
-BIC (Bayesian Information Criterion): เกณฑ์สารสนเทศแบบเบย์
-Model Test: การทดสอบโมเดลด้วยค่าสถิติไคสแควร์
-df (Degrees of Freedom): ค่าองศาอิสระ
-p (p-value): ค่าระดับนัยสำคัญทางสถิติ

การทดสอบทรงกลมของบาร์ทเล็ตต์: การทดสอบนี้มีนัยสำคัญ ($\chi^2 = 3418$, df = 351, $p < .001$) ยืนยันว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะดำเนินการ EFA ได้

ตารางที่ 3 ตารางการตรวจสอบข้อตกลงเบื้องต้น (Assumption checks) การทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร (Bartlett's test of sphericity)

สถิติทดสอบ (Test)	χ^2 (ไคสแควร์)	df (องศาอิสระ)	p (ค่า p)
Bartlett's test of sphericity	3418	351	< .001

*Bartlett's test: เป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลมีความสัมพันธ์กันเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis) ได้หรือไม่ ซึ่งค่า $p < .001$ แสดงว่าข้อมูลมีความเหมาะสม

ค่าวัดความเพียงพอในการสุ่มตัวอย่าง (MSA): ค่า MSA โดยรวมอยู่ที่ 0.728 ซึ่งถือว่าดี (>0.5 เป็นที่ยอมรับได้) ค่า MSA ของรายการส่วนใหญ่อยู่เหนือ 0.6 แสดงถึงความเพียงพอในการสุ่มตัวอย่างที่ดี อย่างไรก็ตาม ควรสังเกตว่ารายการ "2.3 แนวคิด/เอกลักษณ์" มีค่า MSA ที่ต่ำมากที่ 0.2862 และมีค่าความเป็นเอกลักษณ์สูงมากที่ 0.98301โดยจะตัดตัวชี้วัดนี้ออกจากการวิเคราะห์ EFA รอบสุดท้าย รายการ “6.3 Reuse” ที่มี Factor loading = 1.001 เกิดจาก Heywood case โดยนำข้อคำถามนั้นไปรวมกับปัจจัยที่เหมาะสม

ตารางที่ 4 ตารางดัชนีความเหมาะสมของกลุ่มตัวอย่าง (KMO measure of sampling adequacy)

รายการตัวแปร (Item/Variable)	MSA (ดัชนีความเหมาะสม)
1.1 Color (สี)	0.804
1.2 Texture (ผิวสัมผัส)	0.792
1.3 Size and shape (ขนาดและรูปทรง)	0.797
1.4 Strength (ความแข็งแรง)	0.841
1.5 Weight (น้ำหนัก)	0.814
2.1 Pattern (ลวดลาย)	0.777
2.2 Light and shadow (แสงและเงา)	0.689
2.3 Concept/Identity (แนวคิด/เอกลักษณ์)	0.286
2.4 Other materials (วัสดุอื่น ๆ)	0.714
2.5 Atmosphere (บรรยากาศ)	0.753
3.1 Heat protection (การกันความร้อน)	0.814
3.2 Soundproofing (การกันเสียง)	0.753
3.3 Ventilation (การระบายอากาศ)	0.729
3.4 Humidity control (การควบคุมความชื้น)	0.697
3.5 Weight bearing (การรับน้ำหนัก)	0.846
4.1 Building context (บริบทของอาคาร)	0.737
4.2 Local culture (วัฒนธรรมท้องถิ่น)	0.761
4.3 Climate (สภาพภูมิอากาศ)	0.739
4.4 Local (ความเป็นท้องถิ่น)	0.726
5.1 Price (ราคา)	0.737
5.2 Simplicity (ความเรียบง่าย)	0.563
5.3 Labor skills (ทักษะแรงงาน)	0.617
5.4 Maintenance costs (ค่าบำรุงรักษา)	0.559
6.1 Recycle (การรีไซเคิล)	0.729
6.2 Production process (กระบวนการผลิต)	0.662
6.3 Reuse (การนำกลับมาใช้ใหม่)	0.641
6.4 Technology (เทคโนโลยี)	0.816
Overall (ค่าเฉลี่ยภาพรวม)	0.728

*KMO (Overall): ค่า 0.728 อยู่ในเกณฑ์ดี (Good) เหมาะสำหรับการวิเคราะห์องค์ประกอบ (Factor analysis)

การวิเคราะห์ สังเคราะห์ทั้ง 6 ปัจจัย

ปัจจัยที่ 1: ลักษณะทางกายภาพและคุณสมบัติของวัสดุ (11.89% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้ครอบคลุมคุณลักษณะทางกายภาพและคุณภาพที่แท้จริงของอิฐ รวมถึง ขนาดและรูปร่าง (0.886) น้ำหนัก (-0.879) สี (0.770) เนื้อสัมผัส (0.766) และความแข็งแรง (0.637)

ปัจจัยที่ 2: สุนทรียศาสตร์และการแสดงออกทางการออกแบบ (10.29% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เกี่ยวข้องกับศักยภาพทางศิลปะและภาพของอิฐในการออกแบบสถาปัตยกรรม รวมถึง แสงและเงา (0.878) วัสดุอื่นๆ (0.793) บรรยากาศ (-0.703) และลวดลาย (-0.589)

ปัจจัยที่ 3: ประโยชน์ใช้สอยและสมรรถนะ (9.65% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้มุ่งเน้นไปที่ประโยชน์เชิงหน้าที่และประสิทธิภาพของอิฐในอาคาร รวมถึงการควบคุมความชื้น (0.968) การรับน้ำหนัก (0.767) การระบายอากาศ (0.736) การป้องกันความร้อน (-0.685) และการป้องกันเสียง (0.419)

ปัจจัยที่ 4: บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม (8.49% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้อธิบายว่าอิฐบูรณาการกับสภาพแวดล้อมและสภาวะสิ่งแวดล้อมอย่างไร รวมถึง บริบทของอาคาร (0.793) สภาพภูมิอากาศ (0.724) วัฒนธรรมท้องถิ่น (0.705) และท้องถิ่น (-0.656)

ปัจจัยที่ 5: ด้านการก่อสร้างและเศรษฐกิจ (7.96% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เน้นไปที่ความเป็นจริงเชิงปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการก่อสร้างและผลกระทบทางเศรษฐกิจของการใช้อิฐ รวมถึง ต้นทุนการบำรุงรักษา (0.944) ความเรียบง่าย (0.858) ราคา (-0.445) และทักษะแรงงาน (-0.431)

ปัจจัยที่ 6: นวัตกรรมและความยั่งยืน (7.72% ของความแปรปรวน) ปัจจัยนี้เน้นการพิจารณาสมัยใหม่เกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม การนำกลับมาใช้ใหม่ และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการออกแบบและการผลิตอิฐ รวมถึง การนำกลับมาใช้ใหม่ (1.001) กระบวนการผลิต (0.950) เทคโนโลยี (0.610) และการรีไซเคิล (-0.550)

การตรวจสอบความสำคัญของทุนทางวัฒนธรรม การวิเคราะห์สังเคราะห์ปัจจัยข้างต้นให้หลักฐานเชิงประจักษ์สำหรับความสำคัญขององค์ประกอบทางวัฒนธรรมในการออกแบบอิฐ โดยปัจจัย "บริบทและความเหมาะสมกับสิ่งแวดล้อม" รวมถึง "วัฒนธรรมท้องถิ่น" เป็นตัวแปรสำคัญ กว้างกว่านั้น ผลการวิจัยยืนยันว่า "ทุนทางวัฒนธรรม" เป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์เฉพาะของผลิตภัณฑ์

จากผลการสังเคราะห์ข้อมูลข้างต้นส่งผลถึงการชี้นำแรงบันดาลใจและการพัฒนาแนวคิด เพื่อทำการยืนยันว่าทุนทางวัฒนธรรมเป็นสิ่งสำคัญสำหรับเอกลักษณ์ผลิตภัณฑ์นำผู้วิจัยไปสู่ขั้นตอนถัดไปของระเบียบวิธีวิจัย โดยใช้ระบบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อวิเคราะห์มรดกทางวัฒนธรรมของจังหวัดกำแพงเพชรอย่างเป็นระบบ กระบวนการนี้นำไปสู่การค้นพบเฉพาะว่าลายผ้าและเครื่องแต่งกายประกอบการแสดง ของจังหวัดกำแพงเพชร เป็นแหล่งที่เหมาะสมและสร้างแรงบันดาลใจมากที่สุดสำหรับแนวคิดการออกแบบอิฐใหม่

4.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างอิฐเพื่อใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

จากการวิเคราะห์ปัจจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 พบว่ามีปัจจัยหลัก 6 ประการที่มีผลต่อการออกแบบ และองค์ประกอบสำคัญที่จะสร้างเอกลักษณ์ของการออกแบบอิฐคือทุนทางวัฒนธรรม ในส่วนนี้จึงได้มีการสังเคราะห์ทุนทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชรเพื่อใช้ในการออกแบบ โดยมีกระบวนการดังนี้

4.2.1 ผลการศึกษาจากส่วนเอกสารและการประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ

สามารถสรุปองค์ประกอบของทุนทางวัฒนธรรมไทยตามแนวทางของกระทรวงวัฒนธรรม ในฐานข้อมูลhttp://www.thaiculture.in.th/ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (Louhapensang & Saengratwatchara, 2018, pp. 52-60) และ (Louhapensang et al., 2025, pp 7-34); (Central Cultural Information Center, 2025, pp. 1-16)

เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้กรอบการคัดกรอง "8 วิถีไทย" ประกอบด้วย:

1. อาหารและโภชนาการ
2. การแต่งกายและผ้าทอ
3. ที่อยู่อาศัยและสถาปัตยกรรม
4. ภาษาและวรรณกรรม
5. ศิลปะและหัตถกรรม
6. พิธีกรรมและประเพณี
7. นันทนาการและกีฬา
8. ค่านิยมและความเชื่อ



รูปที่ 3 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบระบบคัดกรอง 8 วิถีไทย

4.2.2 ผลการศึกษาแนวทางและการพัฒนารูปแบบ กระบวนการ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และ การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมีค่าดัชนีความสอดคล้องเฉลี่ย 0.89 กระบวนการประกอบด้วย 3 กระบวนการ:

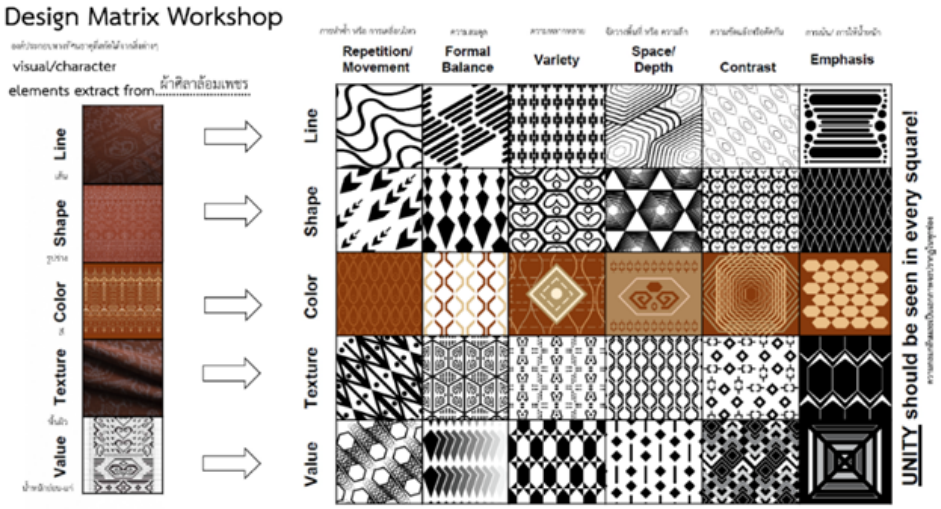
1. กระบวนการเตรียมการและการยอมรับ มี 2 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
   - การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยการทบทวนวรรณกรรมและศึกษาข้อมูลจากภาคสนาม และเน้นกระบวนการมีส่วนร่วมโดยการจัดประชุมกลุ่มย่อยกับเครือข่ายพันธมิตร จังหวัดกำแพงเพชร
   - การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการออกแบบทางวิศวกรรมและความคิดสร้างสรรค์
2. กระบวนการออกแบบ มี 3 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
   - การใช้ระบบคัดกรอง (8 วิถีไทย) กับมรดกทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชรในการสร้างแรงบันดาลใจและแนวคิดการออกแบบ การศึกษาพบว่า ลายผ้าทอและเครื่องแต่งกายจากจังหวัดกำแพงเพชร เป็นทุนมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้รับการประเมินว่าสร้างแรงบันดาลใจและเหมาะสมที่สุดสำหรับแนวคิดการออกแบบ
   - การพัฒนาและออกแบบร่าง
   - การสร้างแบบจำลองทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C67
3. กระบวนการวัดและประเมินผล มี 2 ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่:
   - การประเมินสมรรถนะ (ตามมาตรฐาน ASTM C67 ใน 2 การทดสอบ: กำลังรับแรงอัด และการทดสอบการดูดซับน้ำ)
   - การประเมินความพึงพอใจ
4. กระบวนการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย ได้แก่:
   - การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย



รูปที่ 4 แนวทางและการพัฒนารูปแบบ กระบวนการ การออกแบบผลิตภัณฑ์ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัย

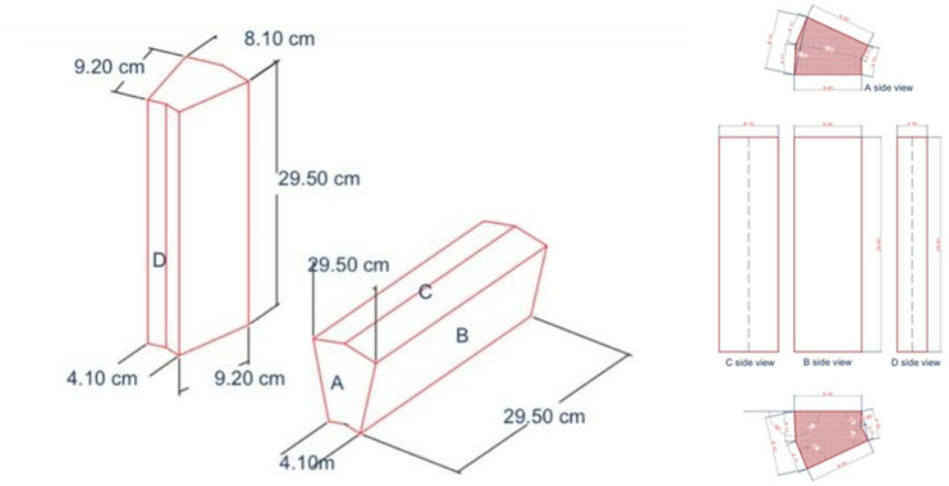
การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากทุนทางวัฒนธรรมจังหวัดกำแพงเพชร

การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบโดยใช้เทคนิค Design matrix จากลายผ้าทอและเครื่องแต่งกายในจังหวัดกำแพงเพชร ซึ่งเป็นกองทุนมรดกทางวัฒนธรรมที่ได้รับการประเมินว่าสร้างแรงบันดาลใจและเหมาะสมที่จะใช้เป็นแนวคิดการออกแบบ โดยเฉพาะจากลายผ้าศิลาล้อมเพชร



รูปที่ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากลวดลายผ้า “ศิลาล้อมเพชร”

การสังเคราะห์องค์ประกอบการออกแบบจากความคิดเห็นที่เป็นเอกฉันท์ของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 10 ท่าน ได้ผลเป็นรูปร่างและรูปแบบของแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์อิฐต้นแบบ ซึ่งได้สรุปรูปแบบ เพื่อผลิตเป็นต้นแบบสำหรับการทดสอบสมรรถนะในขั้นตอนต่อไป

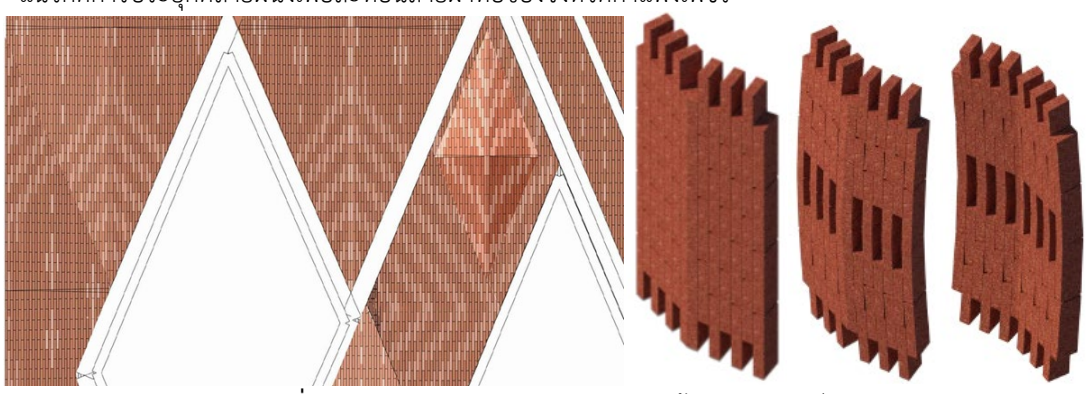


รูปที่ 6 การออกแบบร่างเพื่อการผลิตต้นแบบ

แนวคิดการออกแบบ

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบได้รับแรงบันดาลใจจาก:

- ลายสถาปัตยกรรมโบราณจังหวัดกำแพงเพชร
- ลายผ้าทอของจังหวัดกำแพงเพชร
- แนวคิดการประยุกต์ลายผนังเพื่อสะท้อนลายผ้าทอของจังหวัดกำแพงเพชร



รูปที่ 7 การจำลองและทดสอบจัดวางลวดลายด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 8 การทดลองก่อผนังอิฐได้ทำการทดลองทั้งการวางอิฐแนวตั้งและแนวนอน โดยใช้อิฐที่มี 4 รู ประกอบเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างและรูปแบบลวดลายที่เกิดขึ้น

กระบวนการผลิตต้นแบบอิฐ

วัตถุดิบ:

1. ดินที่ใช้คือดินบอลเคลย์ ซึ่งเป็นดินเหนียวที่มีเม็ดละเอียดมากและมีความเหนียว สามารถขึ้นรูปได้ง่าย
2. ทรายละเอียด
3. สารละลายเร่ง สารเติมแต่ง ผสมให้เข้ากับดิน (Calcium stearate/Calcium lignite sulfonate สารกันซึมของ TVH cement)
4. อิฐแตกและเสียหายเป็นส่วนผสมหลักที่ทำให้อิฐแข็งแรงและแตกหักน้อย
5. น้ำ

วิธีการผลิต:

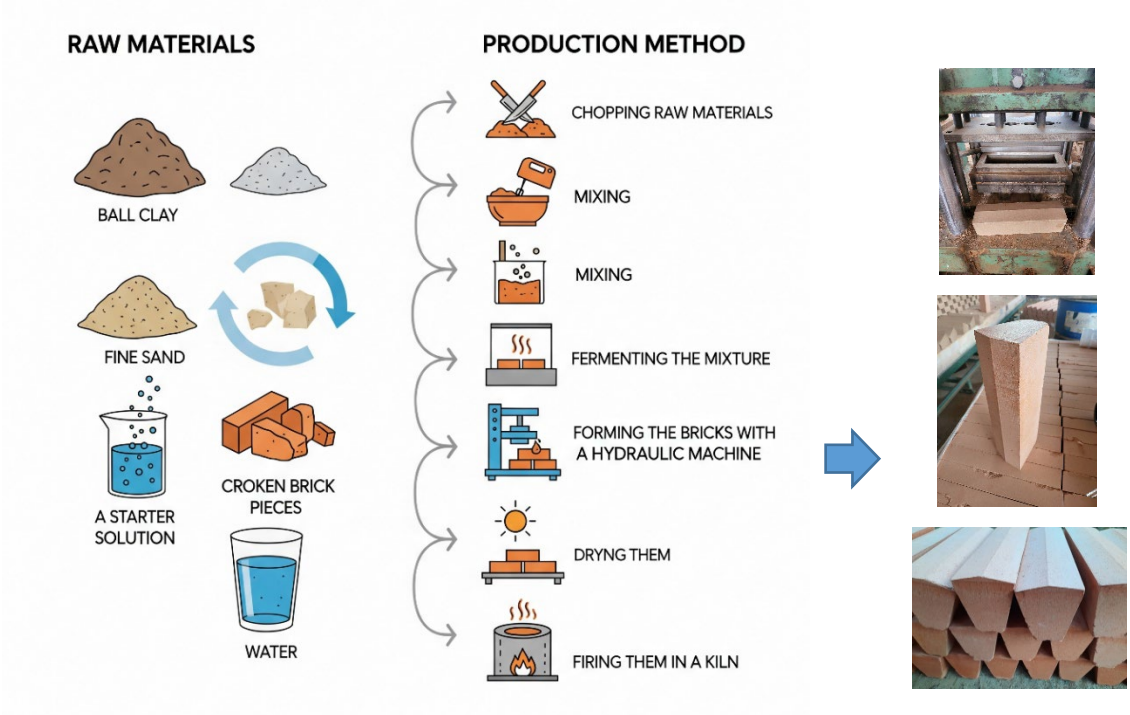
1. นำแร่ดินบอลเคลย์และอิฐแตกมาตำด้วยชุดค้อน (Hammer mill) ร่อนด้วยตะแกรง 3-4 มม.
2. นำดินที่เตรียมไว้ อิฐแตก ทราย น้ำยา และน้ำมาผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วน ทิ้งไว้หมักข้ามคืนหนึ่งคืนเพื่อให้น้ำยาทำปฏิกิริยาและทำให้ส่วนผสมเป็นมวลที่สม่ำเสมอ

สูตรดินที่ใช้:

1. สัดส่วน ดินเบา+ดินบอลล์เคลย์+อิฐแตกบดละเอียด 45-50-5)
2. สัดส่วน ดินเบา+ดินบอลล์เคลย์+ทราย 45-45-10

อัตราส่วนการหมักน้ำยากันซึม 2.5 ลิตร ต่อดิน 1 บ่อ (1,800 กิโลกรัม) ต่อน้ำ 1,000 ลิตร ได้อิฐประมาณ 3,000 ก้อน

3. นำส่วนผสมที่หมักแล้วขึ้นรูปด้วยเครื่องไฮโดรริก กับแม่พิมพ์ที่ได้ออกแบบ
4. วางชั้นตาก ตากให้แห้งจนดินกลายเป็นสีขาว
5. นำเข้าเตาเผาโดย เริ่มจุดไฟ เป็นการอบเพื่อไล่ไอน้ำเนื้อดินปั้นออก เริ่มจาก 30 องศา จนถึง 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 คืน 2 วัน และทำการเร่งไฟ คือรักษาอุณหภูมิในเตาให้อยู่ระดับ 1200 องศา เป็นเวลา 4 ชม. การวัดอุณหภูมิวัดจากห้องเผา
6. ทำการอบ (อุณภูมิลดต่ำลง) โดยไม่ได้เติมเชื้อเพลิง ใช้ความร้อนจากตัวอิฐอบตัวเองไว้ เป็นเวลา 36 ชั่วโมง
7. เปิดเตา รอจนอิฐเย็น สามารถนำไปใช้งานได้



รูปที่ 9 แสดงกระบวนการผลิตต้นแบบอิฐ

ผลการทดสอบอิฐตามมาตรฐาน ASTM C67

ตารางที่ 5 ขนาดของอิฐ

ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			หมายเหตุ
	กว้าง	ยาว	หนา		กว้าง	ยาว	หนา	
1	92.11	295.11	81.11	6	92.21	295.21	81.21	
2	92.21	295.21	81.21	7	92.14	295.11	81.22	
3	92.12	295.11	81.11	8	92.11	295.11	81.21	
4	92.21	295.11	81.11	9	92.21	295.11	81.21	
5	92.12	295.11	81.11	10	92.11	295.11	81.22	
ค่าเฉลี่ยจากตัวอย่าง 10 ก้อน					92.155	295.13	81.172	

ตารางที่ 6 กำลังรับแรงอัด

ลำดับ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)			แรงอัดสูงสูด(N)	ความต้านทานแรงอัด (Mpa)		หมายเหตุ
	กว้าง	ยาว	หนา		แต่ละก้อน	เฉลี่ยห้าก้อน	
1	92.12	295.12	81.12	780,771	35.35	26.90	1 Mpa = 10.197 กก./ตร.ซม. ความต้านทานแรงอัด (กก/ตร.ซม.) เฉลี่ย 5 ก้อน = 274.29 ผ่านการทดสอบ
2	92.22	295.21	81.21	606,383	25.84		
3	92.11	295.12	81.13	527,702	22.92		
4	92.21	295.14	81.11	586,738	25.32		
5	92.11	295.13	81.13	573,138	25.10		
							มาตรฐานการทานแรงอัดสูงสุดได้ไม่น้อยกว่า 100 กก./ตร.ซม.

หมายเหตุ: 1 MPa = 10.197 กก./ตร.ซม.

- กำลังรับแรงอัดเฉลี่ย = 274.29 กก./ตร.ซม.
- มาตรฐานกำลังรับแรงอัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 กก./ตร.ซม.
- ผลการทดสอบสูงกว่ามาตรฐาน 784%

ตารางที่ 7 การดูดซับน้ำ

ลำดับ	รายการ	ข้อมูลตัวอย่างการทดสอบ (มม.)					หมายเหตุ
		ตัวอย่างที่ 1	ตัวอย่างที่ 2	ตัวอย่างที่ 3	ตัวอย่างที่ 4	ตัวอย่างที่ 5	
1	น้ำหนักตัวอย่างแห้ง(กรัม)	1895.32	1871.68	1889.57	1862.98	1887.56	ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำ(%) 11.04 ผ่านการทดสอบ
2	น้ำหนักตัวอย่างอิ่มน้ำ(กรัม)	2117.84	2048.50	2051.35	2145.75	2082.55	
3	ค่าการดูดกลืนน้ำ(%)	11.7	9.4	8.6	15.2	10.3	
ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนน้ำ(%)		11.04					มาตรฐานการดูดกลืนน้ำไม่เกิน 25 %

*ค่าเฉลี่ยการดูดซับน้ำ: 11.04%

4.3 การประเมินความพึงพอใจของต้นแบบวัสดุก่อสร้างอิฐในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากทุนทางวัฒนธรรม จังหวัดกำแพงเพชร

ผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่ประเมินผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาโดยผู้วิจัยมีความพึงพอใจในระดับดี

ตารางที่ 8 คะแนนเฉลี่ยความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภค (n=55)

จำนวน	ค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ ($\bar{X}$)	ค่าแสดงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD)
1 .ด้านเป็นสินค้าที่เป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น	4.01	0.40
2. ด้านการดึงดูดใจจากการออกแบบ	3.90	0.51
3. ด้านขนาด รูปร่างและน้ำหนักที่ไม่เป็นอุปสรรคต่อการนำพาหรือขนส่ง	4.09	0.29
4. ด้านราคา	3.96	0.47
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.99**	**0.42**

จากตารางค่าเฉลี่ยความพึงพอใจโดยรวมของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่ประเมินผลิตภัณฑ์ ($\bar{X}$ = 3.99) อยู่ในระดับดี

4.4 การนำผลการวิจัยไปใช้ในการถ่ายทอดเทคโนโลยีและประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการต่อองค์ความรู้และการใช้ประโยชน์จากงานวิจัย

งานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่มุ่งเน้นการพัฒนานวัตกรรมอิฐจากทุนทางวัฒนธรรมเท่านั้น แต่ยังมีเป้าหมายสำคัญในการนำองค์ความรู้ที่ได้ไปสู่การใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์อย่างยั่งยืน การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ผู้ประกอบการจึงเป็นกระบวนการสำคัญที่จะทำให้งานวิจัยสร้างผลกระทบที่เป็นรูปธรรมต่อชุมชน เศรษฐกิจท้องถิ่น และการอนุรักษ์มรดกทางวัฒนธรรม การถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัยไปสู่ผู้ประกอบการในพื้นที่จึงเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการวิจัยครั้งนี้

กลุ่มเป้าหมาย การถ่ายทอดเทคโนโลยีนวัตกรรมอิฐจากทุนทางวัฒนธรรมดำเนินการเป็นระยะเวลา 6 เดือน โดยมีผู้ประกอบการเข้าร่วม 15 ราย ประกอบด้วยโรงงานอิฐขนาดเล็ก 8 ราย ขนาดกลาง 4 ราย และวิสาหกิจชุมชน 3 ราย กระบวนการถ่ายทอดประกอบด้วย 4 ระยะหลัก คือ การเตรียมการและสร้างความเข้าใจ การอบรมเชิงทฤษฎี การฝึกปฏิบัติเชิงลึก และการติดตามผลการผลิตเชิงพาณิชย์ โดยมีผลการประเมินดังนี้

1. ประสิทธิผลของการถ่ายทอดเทคโนโลยี

ผลการประเมินแสดงความพึงพอใจโดยรวมอยู่ในระดับดี-ดีเยี่ยม (4.45-4.61) สอดคล้องกับอัตราความสำเร็จ 100% ในการผลิตตามมาตรฐาน ปัจจัยสำคัญประกอบด้วย (1) การเน้นการปฏิบัติจริงในสัดส่วน 70:30 ต่อทฤษฎี ทำให้ผู้เข้าร่วมสามารถนำไปใช้ได้ทันที(2) การติดตามและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดช่วยแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและ (3) การใช้กรอบ "8 วิถีไทย" ช่วยให้ผู้ประกอบการสามารถคัดกรององค์ประกอบทางวัฒนธรรมได้อย่างเป็นระบบ

2. ผลกระทบทางเศรษฐกิจ

ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเกินเป้าหมายที่ตั้งไว้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะ (1) ราคาขายเพิ่มขึ้น 105.2% เนื่องจากผลิตภัณฑ์มีเอกลักษณ์และเรื่องราวที่โดดเด่น (2) อัตรากำไรเพิ่มขึ้นเกือบเท่าตัว เนื่องจากสามารถขายในราคาสูงขึ้นโดยต้นทุนเพิ่มขึ้นไม่มากนัก และ (3) การสร้าง ROI 1,888.5% แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของการลงทุนในการถ่ายทอดเทคโนโลยี

3. การบูรณาการทุนทางวัฒนธรรม

ผลการวิจัยยืนยันว่าการบูรณาการทุนทางวัฒนธรรมสร้างมูลค่าเพิ่มได้จริง โดยเฉพาะ (1) สร้างความแตกต่างจากคู่แข่ง (4.73/5.00) (2) ลูกค้ายอมจ่ายในราคาสูงขึ้น และ (3) สร้างความภาคภูมิใจในเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.87/5.00) ซึ่งสูงสุดในทุกมิติที่ประเมิน

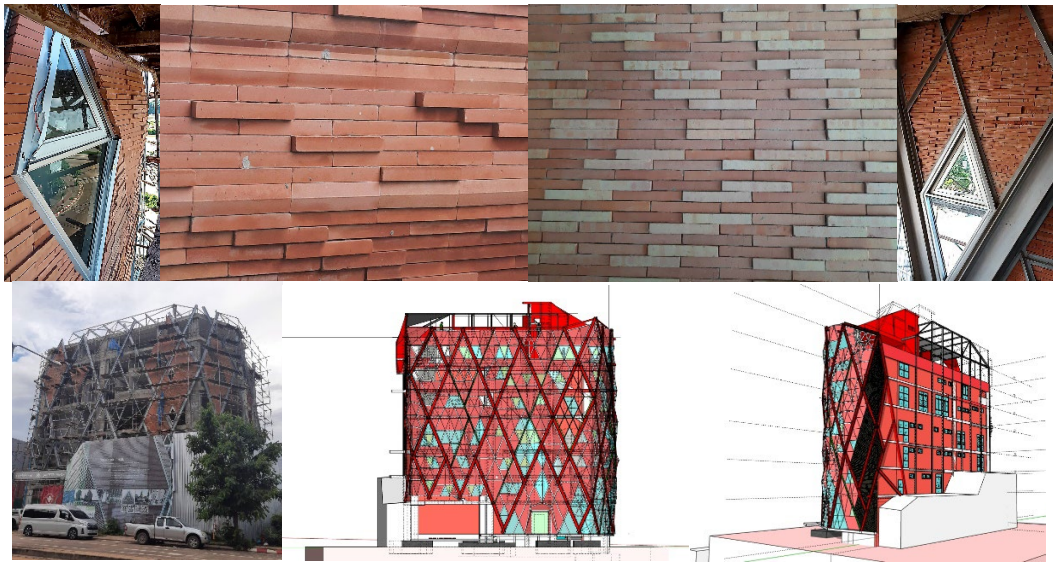
4. ความยั่งยืนและการขยายผล

โครงการสร้างผลกระทบที่ยั่งยืนทั้งในมิติ (1) เศรษฐกิจ: สร้างงาน 37 ตำแหน่ง รายได้เพิ่ม 34.8 ล้านบาท/ปี (2) สังคม: ลดการอพยพแรงงาน สร้างความเข้มแข็งชุมชน และ (3) วัฒนธรรม: อนุรักษ์ลายผ้าท้องถิ่น การผลิตอิฐ ถ่ายทอดภูมิปัญญาสู่คนรุ่นใหม่

5. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

แม้ว่าโครงการจะประสบความสำเร็จ แต่ยังมีข้อจำกัด (1) ระยะเวลาติดตาม 6 เดือนอาจไม่เพียงพอในการประเมินความยั่งยืนระยะยาว (2) กลุ่มตัวอย่างจำกัดเฉพาะจังหวัดกำแพงเพชร และ (3) ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นเพื่อยืนยันความสามารถในการขยายผลการประเมินการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการเป็นกระบวนการสำคัญที่ทำให้งานวิจัยสามารถสร้างผลกระทบที่เป็นรูปธรรมต่อสังคมและเศรษฐกิจได้ การดำเนินงานที่ประสบความสำเร็จต้องอาศัยความมุ่งมั่นจากทุกฝ่าย ทั้งผู้วิจัย ผู้ประกอบการ และหน่วยงานสนับสนุน องค์ความรู้จากงานวิจัยนี้ไม่

เพียงแต่ช่วยพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและมีเอกลักษณ์เท่านั้น แต่ยังเป็นเครื่องมือในการอนุรักษ์และสืบทอดทุนทางวัฒนธรรมอย่างยั่งยืน ผ่านการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจที่จับต้องได้ การประเมินผลที่เป็นระบบและต่อเนื่องจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงและพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง นำไปสู่ความสำเร็จที่ยั่งยืนและเป็นแบบอย่างที่ดีสำหรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในโครงการอื่น ๆ ต่อไป



รูปที่ 10 แนวปฏิบัติที่ดี (Best practice) แสดงโครงการก่อสร้างที่ใช้อิฐที่ออกแบบโดยผู้ประกอบการที่ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากการวิจัยและนำไปผลิตจริง

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยประสบความสำเร็จในการพัฒนาวัสดุก่อสร้างอิฐโดยการสังเคราะห์ทุนทางวัฒนธรรมจากจังหวัดกำแพงเพชร โดยมีแนวทางจากการวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (EFA) ซึ่งระบุปัจจัยหลัก 6 ประการที่มีอิทธิพลต่อการออกแบบอิฐ โดยทุนทางวัฒนธรรมเป็นองค์ประกอบสำคัญสำหรับการสร้างเอกลักษณ์ ระเบียบวิธีการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประกอบด้วยขั้นตอนที่ครอบคลุม รวมถึงการทบทวนข้อมูลเบื้องต้น การประชุมกลุ่มย่อยผู้เชี่ยวชาญ การวิเคราะห์โดยใช้เทคนิคการออกแบบทางวิศวกรรมและความคิดสร้างสรรค์ และการประยุกต์ใช้ระบบคัดกรอง "8 วิถีไทย" เพื่อหาแรงบันดาลใจในการออกแบบ โดยจากการสังเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญระบุว่าลายผ้าทอ “ศิลาล้อมเพชร” ของ จ.กำแพงเพชรเป็นแหล่งที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาพัฒนาแบบร่างอิฐต้นแบบได้รับการทดสอบสมรรถนะตามมาตรฐาน ASTM C67 ซึ่งประสบความสำเร็จตามเกณฑ์ที่กำหนดสำหรับกำลังรับแรงอัด (เกิน 35 กก./ตร.ซม.) และการดูดซับน้ำ (น้อยกว่า 25%) โดยเฉพาะ ต้นแบบที่ทดสอบได้กำลังรับแรงอัดเฉลี่ย 26.90 MPa (274.29 กก./ตร.ซม.) และการดูดซับน้ำ 11.04% ความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคต่อต้นแบบได้คะแนนโดยรวมเป็น "ดี" โดยมีคะแนนเฉลี่ย 3.99 ด้านความพึงพอใจที่สำคัญ ได้แก่ ความเป็นเอกลักษณ์ท้องถิ่น (4.01) ความน่าสนใจของการออกแบบ (3.90) ความเหมาะสมของขนาด/รูปร่าง/น้ำหนักสำหรับการจัดการ (4.09) และราคา (3.96) ผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นใหม่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคมากกว่าและสร้างความน่าเชื่อถือมากกว่าเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน่าสนใจสำหรับกลุ่มรายได้สูงที่อาจมีความคาดหวังสูงกว่า ในทางตรงกันข้าม กลุ่มรายได้ต่ำถึงปานกลางอาจชอบผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิม

งานวิจัยนี้เสนอแนวทางให้มีการบูรณาการเทคนิคการผลิตแบบดั้งเดิมเข้ากับการควบคุมคุณภาพสมัยใหม่ การพัฒนาโปรโตคอลการทดสอบมาตรฐานสำหรับวัสดุแบบดั้งเดิม การบันทึกและอนุรักษ์ความรู้ด้านการผลิตในอดีต และการส่งเสริมการใช้วัสดุท้องถิ่นที่ยั่งยืนในสถาปัตยกรรมร่วมสมัยการพัฒนานี้สอดคล้องกับแนวคิด "Performative architectural skins" ตามที่ (Kassem et al., 2024, pp. 89-107) ; (Villazón et al., 2020, pp. 81-100) กล่าวว่า พื้นผิวสองมิติสามารถถูกสื่อสาร เนื้อหาและการอ้างอิงทางวัฒนธรรม โดยการผสมผสานลวดลายทางวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ อิฐที่พัฒนาขึ้น ก้าวข้ามหน้าที่เพียงอย่างเดียว กลายเป็นองค์ประกอบที่มีความหมายและสื่อถึงเอกลักษณ์และภูมิปัญญาท้องถิ่นของกำแพงเพชรบริบทอื่นที่ให้โดย (Brick Development Association, 2024, pp. 1-19) ; (Jati et al., 2023, pp. 232-247) ได้แสดงความสัมพันธ์ เกี่ยวกับวิวัฒนาการของการก่อสร้างอิฐดินเผาสู่มุมมองเมืองสีเขียว โดยใช้ผนังสมัยใหม่ และศักยภาพในอนาคตของ "Relative robotics" ที่จะเข้ามามีส่วนในการยกระดับอุตสาหกรรมการผลิตแบบดั้งเดิม เน้นย้ำถึงความจำเป็นในการสร้างนวัตกรรม และการปรับตัว

ภายในอุตสาหกรรม ซึ่งการสร้างแบบจำลองดิจิทัลสามารถลดของเสียและเพิ่มประสิทธิภาพการในการผลิตและการขนส่ง การเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ใหม่กับผลิตภัณฑ์แบบดั้งเดิมแสดงให้เห็นว่าแนวทางในการแก้ปัญหาที่พัฒนาขึ้นใหม่ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้ดีกว่า และสร้างความน่าเชื่อถือ โดยเฉพาะสำหรับกลุ่มรายได้สูง ในอนาคตมีความจำเป็นในการพัฒนากลยุทธ์การตลาดแบบแบ่งกลุ่ม

6. ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องที่ยั่งยืนของเทคนิคการทำอิฐแบบดั้งเดิมจากกำแพงเพชร โดยเน้นว่าทุนทางวัฒนธรรมสามารถให้ข้อมูลและเสริมสร้างแนวปฏิบัติทางสถาปัตยกรรมสมัยใหม่ได้อย่างไร โดยเสนอแนวทางการก่อสร้างที่ยั่งยืนและเหมาะสมทางวัฒนธรรม อิฐแบบดั้งเดิมจากภูมิภาค ดังนั้นควรนำผลวิจัยไปสนับสนุนนโยบาย Soft power และ พัฒนามาตรฐานวัสดุก่อสร้างจากมรดกโลก ที่มีลักษณะเฉพาะด้วยส่วนผสมของดินเหนียวท้องถิ่น เพื่อส่งเสริมการค้าและเศรษฐกิจชุมชน ในส่วนข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป ควรขยายกลุ่มตัวอย่างไปยังหลายสถาบัน โดยเพิ่มการทดสอบอิฐในรูปแบบอื่นและมีการ ติดตามผลในระยะยาวมากกว่า 6 เดือน

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเครื่องมือที่ใช้การวิจัย ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยทุกคนที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี ทั้งนี้ผู้วิจัย ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หมายเลข 2567-02-03-006 และผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังรับรองเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม 2567

เอกสารอ้างอิง

Brick Development Association. (2024). *Brickwork and modern methods of construction*. https://www.brick.org.uk, pp. 1-19.

Bourdieu, P. (1986). 'The Forms of Capital' in John Richardson (ed.) Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education. New York. Greenwood Press, pp. 241-258.

Csikszentmihalyi, M. (1999). *Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity in Robert Sternberg (ed).* Handbook of Creativity. Cambridge. Cambridge University Press, pp. 313-338.

Central Cultural Information Center. (2025). 9 Cultural Heritages and 8 Thai Ways of Life. Ministry of Culture Online, pp. 1-16. http://www.thaiculture.in.th/.

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), pp. 39-50. https://doi.org/10.1177/00222437810180 0104.

Gencel, O., Munir, M. J., Kazmi, S. M. S., Sutcu, M., Erdogmus, E., Velasco, P. M., & Eliche Quesada, D. (2021). Recycling industrial slags in production of fired clay bricks for sustainable manufacturing. *Ceramics International, 47*(21), pp. 30425–30438. https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2021.07.222.

Gorsuch, R. L. (1997). Exploratory factor analysis: Its role in item analysis. *Journal of Personality Assessment, 68*(3), pp. 532–560.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications, pp. 1-39.

Jati, W. R., Syahid, C. N., Lissandhi, A. N., & Maulana, Y. (2023). Assessing the Implementation of a City for All within the New Indonesian Capital City: Smart and Green City Perspective. *Journal of Regional and City Planning, 34*(3), pp. 232-247. https://doi.org/10.5614/jpwk.2023.34.3.1.

Kassem, A., Danaf El, T., Awad, J., & Ibrahim, D. (2024). Performative Architectural Skins: Towards a

Performance-Oriented Theory. *Journal of Design and Built Environment, 24*(3), pp. 89-107. https://doi.org/10.22452/jdbe.vol24no3.6.

Kosintharanon, J. (2023). *A critique on creative economy as a potential tool for promotion of Thailand's sustainable development policy* [Master's thesis]. Chulalongkorn University. (in Thai)

Li, Z., Shu, S., Shao, J., Booth, E., & Morrison, A. M. (2021). Innovative or not? The effects of consumer perceived value on purchase intentions for the palace museum's cultural and creative products. *Sustainability*, *13*(4), Article 2412. pp. 1-19. https://doi.org/10.3390/su13042412.

Louhapensang, C., & Saengratwatchara, S. (2018). Product development from cultural capital of the ancient market, Si Satchanalai District, Sukhothai Province. *Journal of Industrial Education, 17*(1), pp. 52–60.

Louhapensang, C., Noobanjong, K., & Sindhuphak, A. (2025). THE BALTIC RECOLLECTIONS: Reflections of Scholarly Visits to Finland, Estonia, Sweden & Denmark in 2024. First Edition. Book Chapter Published by HANUMAN Academic Research Centre, a sub-division of Heritage by ASIA Research Community (HARC): School of Industrial Education and Technology, KMITL, Bangkok, Thailand. pp. 7-34.

Nonglak, V. (2012). *Determining sample size in hypothesis testing: Lecture notes for "Accurate and modern methods for determining sample size"*. Research Zone Project, Research Learning Center, National Research Council of Thailand (NRCT), 26 January 2012, 9:00–12:00, pp. 1-25.

Office of the National Economic and Social Development Council and Creative Economy Agency (Public Organization). (2023). *Report on the Future Scenario of the Creative Industries*. Bangkok: Bolliger & Company (Thailand) Ltd, p. 3-3.

Tu, J. C., Liu, L. X., & Cui, Y. (2019). A study on consumers' preferences for the palace museum's cultural and creative products from the perspective of cultural sustainability. *Sustainability*, *11*(13), Article 3502. pp. 1-23. https://doi.org/10.3390/su11133502.

Villazón, R. E., Medina, J. M., Parra, N., Ramos, D., & Murillo, L. D. (2020). A Detailed Look at Ceramic Façade Systems in Bogotá Searching Innovation Opportunities. *Journal of Facade Design and Engineering, 8*(2), pp. 81–100. https://doi.org/10.7480/jfde.2020.2.4210.

"ข้อคิดเห็น เนื้อหา รวมทั้งการใช้ภาษาในบทความถือเป็นความรับผิดชอบของผู้เขียน"