

**การพัฒนาภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผา
เพื่อสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาที่มีการติดตั้งเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์**
The Development of Local Wisdom Clay Roof Tiles by Installation of PV-Cells

มาริสา หิรัญติยะกุล¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภูมิปัญญา รูปแบบของกระเบื้องหลังคาดินเผาชุมชนด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา เพื่อออกแบบและสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ด้วยกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ทางสถาปัตยกรรมที่แสดงออกถึงเอกลักษณ์ท้องถิ่นโดยมีกระบวนการวิจัย คือ 1) การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเอกสารเกี่ยวกับภูมิปัญญา รูปแบบและคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาดินเผา 2) การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ปราชญ์ภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผา ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลแบบละเอียดโดยผู้วิจัยเป็นผู้สัมภาษณ์ร่วมกับนักศึกษาในรายวิชา 555231 การศึกษาพัฒนาภูมิปัญญาและเทคโนโลยีท้องถิ่น สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา 3) การดำเนินการออกแบบ และทดสอบหาประสิทธิภาพพลังงานกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร จากผลการวิจัยพบว่า กระเบื้องหลังคาดินเผาประเภทกระเบื้องสุโขทัย มีรูปร่างลักษณะขนาดหน้ากว้างมากที่สุดคือ 18.5 x 31 เซนติเมตร เหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) 12 โวลต์ 1.5 วัตต์ ขนาด 8.5 x 11.5 เซนติเมตร อีกทั้งยังมีน้ำหนักเบา เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องชนิดอื่น และจากการทดสอบหาประสิทธิภาพพลังงาน ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร เริ่มทำการทดลอง 08.00-16.00 น. เป็นเวลา 8 ชั่วโมง โดยทำการทดลองซ้ำ 3 วัน ด้วยหลอดไฟฟ้า LED 12V 9W พบว่าสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าให้พลังงานหลอดไฟ จำนวน 5 หลอดซึ่งวัสดุผนังหลังคาประเภทนี้จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในตอนกลางวัน ไม่ต้องมีแบตเตอรี่เหมาะสมกับอาคารที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันและประหยัดงบประมาณในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

คำสำคัญ: ภูมิปัญญา กระเบื้องหลังคาดินเผา พลังงานแสงอาทิตย์ ด่านเกวียน

Abstract

The objective of this research is to study and develop local wisdom clay roof tiles in Dan Kwian, Chok Chai, Nakhon Ratchasima, Thailand, to design and build solar clay roof tiles that can add more value to the local products by architectural design processes. The research processes are 1) to study and collect the data about the styles and features of local wisdom clay roof tiles, 2) to collect and interview philosophers of clay roof tiles by the researcher and students in 555231 class (The subject is study and develop in local wisdom and technology course), and 3) to design and test the solar clay roof tiles of 1 square meter. The results show that the Sukhothai tile is suitable for development because the maximum width of this tile is 18.5 x 31 centimeter. The energy efficiency test with LED 12V 9W from 8.00 AM to 4.00 PM for 8 hours was repeated for 3 days. It was found that this tile can produce electricity for 5 bulbs. These types of roofing materials will be able to supply electricity during the daytime without the battery. Thus, this

¹ โปรแกรมวิชาสถาปัตยกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา

tile is appropriate for the buildings that use the electricity during daylight hours and save the budget to install of solar systems.

Keywords: Local Wisdom, Clay Roof Tiles, Solar Energy, Dan Kwian

1. บทนำ

ภูมิปัญญาเป็นสิ่งสะท้อนให้เห็นถึงคุณค่าวิถีชีวิตที่ชุมชนและท้องถิ่นต่างๆ ได้พัฒนาและสร้างสรรค์ขึ้น เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการเลี้ยงชีพ หรือประโยชน์ด้านอื่นๆ ในการปรับตัวและการดำรงชีวิตที่สัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ สังคมและวัฒนธรรม อีกทั้งความหลากหลายทางวัฒนธรรมเป็นตัวกำหนดรากฐานทางภูมิปัญญาดั้งเดิมที่สืบทอดมา สะท้อนความคิด ความเชื่อ ความสัมพันธ์ระหว่างคนในครอบครัวและคนในชุมชน ให้สอดคล้องกับสภาพสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ในแต่ละยุคแต่ละสมัยเพื่อให้บุคคลดำเนินชีวิตร่วมกันอย่างสันติสุข การสั่งสมองค์ความรู้ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของกลุ่มคนที่อาศัยร่วมกันเป็นชุมชนโดยเฉพาะอย่างยิ่งความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติและมีการแลกเปลี่ยนความรู้จากชุมชนหนึ่งไปยังอีกชุมชนหนึ่งอยู่เสมอโดยไม่มีการหวงกันความรู้นั้นไว้เพื่อประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ (นันทน์ อินทนนท์, 2546)

กระเบื้องหลังคาดินเผา เป็นมรดกภูมิปัญญาทางวัฒนธรรมของคนไทยที่สืบทอดต่อกันมาจากรุ่นสู่รุ่นจนถึงปัจจุบัน ตามหลักฐานทางโบราณคดีสมัยทวารวดี ในช่วงพุทธศตวรรษที่ 12-16 หรือราว 1,450-1,050 ปีมาแล้ว พบว่าแหล่งที่ขุดพบก่อนอิฐและกระเบื้องหลังคาดินเผาส่วนใหญ่ คือ อาคารประเภทศาสนสถาน (สถูปเจดีย์ พิงค์ ขุนทรง, 2556) โดยกระเบื้องหลังคาดินเผาถูกออกแบบมาให้เหมาะกับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น จัดอยู่ประเภทมวลสารและค่าสะสมความร้อนปานกลาง (วิฑูรย์ เหลียวรุ่งเรือง และคณะ, 2548) ซึ่งวัสดุผลิตหลักเป็นวัสดุจากธรรมชาติในท้องถิ่น คือ การนำดินเหนียวมาขึ้นรูปเป็นแผ่นแล้วนำไปเผาในเตาเผา เพื่อให้คงรูปและมีความทนทานมากขึ้น มีอยู่หลายรูปแบบ เช่น กระเบื้องหางมน กระเบื้องหางเหี่ยว กระเบื้องหางว่าว กระเบื้องกบกล้วย เป็นต้น ซึ่งกระเบื้องหลังคาดินเผาให้รูปลักษณะและความรู้สึกดูเป็นธรรมชาติ อีกทั้งเมื่อมองหลังคาจะมีช่องว่างระบายอากาศได้ดี นิยมนำไปมุงหลังคาของวิหาร อุโบสถ บ้านเรือนไทย การผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาจึงเป็นภูมิปัญญาที่แสดงออกถึงพัฒนาการด้านวัสดุทางสถาปัตยกรรม รวมทั้งแสดงออกถึงวิถีชีวิตการอยู่อาศัยของคนในอดีตจนถึงปัจจุบัน

ชุมชนด่านเกวียน เป็นหมู่บ้านที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำมูล ชาวบ้านส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำนาและปั้นโอ่ง แต่เดิมนั้นเป็นทำเลที่ตั้งของชุมชนเหมาะสมเป็นพื้นที่ทำการซื้อขายแลกเปลี่ยนสินค้าและที่พักของกองเกวียนบรรทุกสินค้าต่างๆ ที่จะเดินทางค้าขายระหว่างโคราชกับเขมร จึงได้ชื่อหมู่บ้านว่า “บ้านด่านเกวียน” การผลิตเครื่องปั้นดินเผาของชาวด่านเกวียนได้รับแบบอย่างมาจากชาวข่าที่อพยพมาตั้งหลักแหล่งหมู่บ้านท่าอ่าง ที่ได้ริเริ่มในการนำดินจากลำน้ำมูล (ชน ยี่นาง, 2544) ซึ่งดินด่านเกวียนนี้เป็นดินที่มีลักษณะพิเศษ คือ มีความเหนียว มีแร่เหล็กเจือปนอยู่สูง เนื้อดินมีความละเอียดสูง เมื่อเผาแล้วจะออกมาเป็นสีน้ำตาลคล้ำปนแดง และขึ้นเถ้าระหว่างการเผาจะมีสีเขียวเจือปนด้วย ซึ่งมีความแตกต่างจากลักษณะดินที่พบโดยทั่วไป (สุรพล กาญจนพิงคะ, 2515) เดิมจะมีเพียงการผลิตโอ่ง ครก และตะโพนตามแบบทั่วๆ ไป ต่อมาอาจารย์วิโรจน์ ศรีสุโร เสนอแนะให้ชุมชนผลิตกระเบื้อง กระถางและเครื่องปั้นดินเผาอื่นๆ ขึ้นเพื่อให้มีประเภทเครื่องปั้นดินเผาที่มีความหลากหลาย ชุมชนจึงมีการผลิตกระเบื้องหลังคาดินขึ้น แต่ในปัจจุบันผู้ผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาลดจำนวนลง เนื่องจากมีกรรมวิธีในการผลิตที่ใช้ต้นทุนสูงและใช้ระยะเวลาในการผลิตนาน ชุมชนจึงหันไปผลิตเครื่องปั้นดินเผาที่ใช้ระยะเวลาในการผลิตน้อยได้จำนวนมาก

การพัฒนาภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผาเพื่อสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์นี้ ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงคุณค่าความสำคัญของภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผาที่มีความสวยงามและแสดงออกถึงความเป็นพื้นถิ่นเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของไทย ด้วยการที่จะนำมาต่อยอดและสืบสานภูมิปัญญาพื้นถิ่นในงานสถาปัตยกรรม อันจะนำไปสู่การพัฒนาภูมิปัญญาผสมผสานเทคโนโลยี รวมทั้งเป็นวัสดุทางเลือกสำหรับที่อยู่อาศัยในการประหยัดพลังงานและสามารถนำพลังงานที่ได้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาเศรษฐกิจเชิงสร้างสรรค์ต่อไป

2. วัตถุประสงค์ในการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาภูมิปัญญา รูปแบบและคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาดินเผา
- 2.2 เพื่อออกแบบและพัฒนากระเบื้องหลังคาดินเผาที่มีการติดตั้งเซลล์พลังงานแสงอาทิตย์

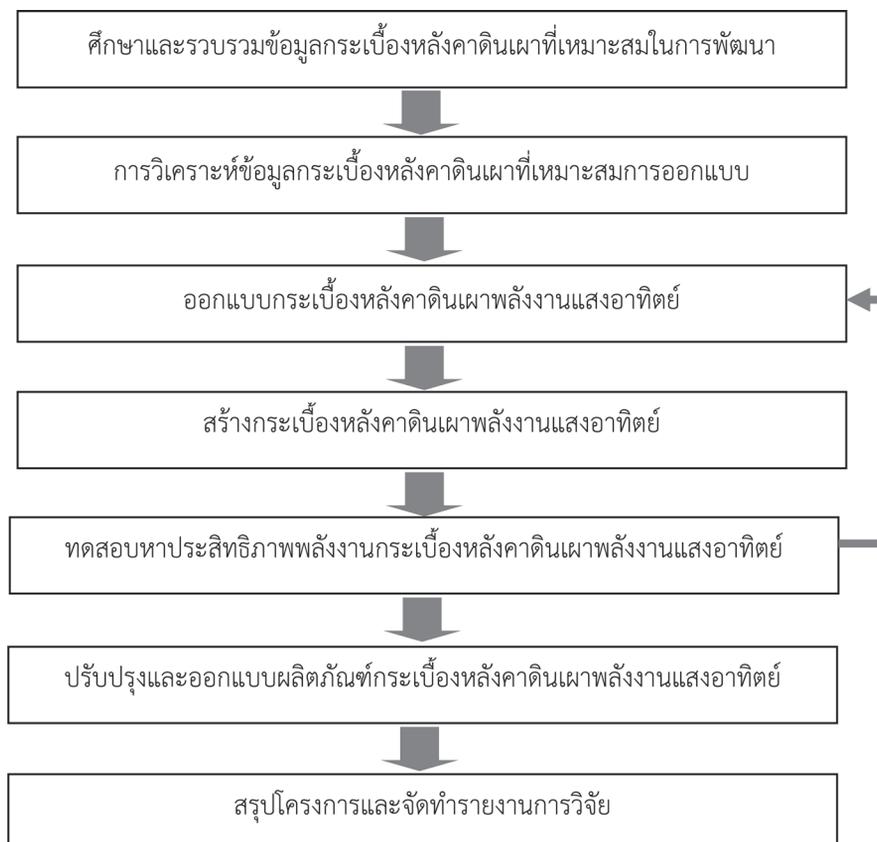
3. ขอบเขตการวิจัย

โครงการนี้เป็นการพัฒนาภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผาเพื่อสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ มีขอบเขตของโครงการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตพื้นที่การทำวิจัยคือ ชุมชนด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา
2. ขอบเขตการศึกษา คือ กระเบื้องหลังคาดินเผาชุมชนด่านเกวียนจำนวน 5 ชนิด ซึ่งเป็นกระเบื้องหลังคาดินเผาที่มีการผลิตในพื้นที่ชุมชนด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา
3. พัฒนาระเบียงหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

การพัฒนาภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผาเพื่อสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ มีกระบวนการประกอบไปด้วย การเก็บรวบรวมข้อมูล การวางแผนทดลอง การเก็บข้อมูล ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ในการดำเนินงาน ดังนี้



รูปที่ 1 แสดงแผนผังการดำเนินการวิจัย

ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

5. ผลการวิจัย

จากวัตถุประสงค์การวิจัยที่กำหนดไว้ข้างต้นสามารถสรุปผลการวิจัยได้ 2 ส่วน ดังนี้

5.1 รูปแบบและคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาดินเผา

จากการสัมภาษณ์ปราชญ์ นายชนัดสร รั้งสีแสนโบราณ ซึ่งเป็นผู้มีประสบการณ์ด้านการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผา ในพื้นที่ชุมชนด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา มาเป็นเวลา 13 ปี เล่าว่าการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาในชุมชนนี้ ได้รับการถ่ายทอดมาจากครอบครัวที่ประกอบกิจการกระเบื้องหลังคาดินเผาจากภาคกลาง ซึ่งส่วนใหญ่จะผลิตกระเบื้องหลังคาในเขตพื้นที่จังหวัดอยุธยาและอ่างทอง ในการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาจะมีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงแต่สิ่งที่แตกต่างกัน คือ ดิน ซึ่งเป็นวัสดุดิบที่สำคัญ กล่าวคือดินด่านเกวียนเป็นดินเหนียวเนื้อละเอียดขุดขึ้นจากริมฝั่งแม่น้ำมูล ในบริเวณพื้นที่ที่ชาวบ้านเรียกว่า กุด หรือแม่น้ำต่วน ลักษณะลำน้ำที่คดเคี้ยว กัดเซาะตลิ่งจนขาดและเกิดลำน้ำต่วนขึ้น ส่วนที่เป็นแนวกัดเซาะจะกลายเป็นแหล่งทับถมดิน ดินจึงมีคุณสมบัติพิเศษ ง่ายต่อการขึ้นรูปทนทานต่อการเผา ไม่บิดเบี้ยวหรือแตกหักง่ายและเมื่อถูกเผาจะให้สีแดงธรรมชาติ สันนิษฐานว่าน่าจะเกิดจากธาตุเหล็กหรือสนิมเหล็กที่มีอยู่จำนวนมากในดินและจากการสำรวจชนิดของการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาในพื้นที่ชุมชนด่านเกวียนได้ 5 ชนิด ดังตารางที่ 1 แสดงสรุปชนิดของการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาในชุมชนด่านเกวียน โดยมีรายละเอียดดังนี้กระเบื้องชนิดที่ 1 กระเบื้องสุโขทัย ลักษณะรูปร่างแผ่นคล้ายใบโพธิ์ มีขนาดกระเบื้อง คือ 18.5 x 31 เซนติเมตร ระยะระแนงที่เหมาะสม คือ 13 เซนติเมตร กระเบื้องชนิดที่ 2 กระเบื้องสุโขทัยแบบเคลือบ มีลักษณะรูปร่าง ขนาด ระยะระแนงเหมือนกระเบื้องสุโขทัย มีความแตกต่างคือมีการเคลือบผิวหน้าจนเกิดความมันวาวซึ่งเป็นที่นิยมของตลาดเนื่องจากมีความสวยงาม ทำความสะอาดง่าย กระเบื้องชนิดที่ 3 กระเบื้องเกล็ดปลา ลักษณะรูปร่างแผ่นคล้ายไม้มุงหลังคาแบนเกล็ด มีขนาดกระเบื้องคือ 14 x 25 เซนติเมตร ระยะระแนงที่เหมาะสมคือ 12.5 เซนติเมตร กระเบื้องชนิดที่ 4 กระเบื้องปลายแหลมลักษณะรูปร่างแผ่นคล้ายลายข้าวหลามตัด มีขนาดกระเบื้องคือ 13 x 24 เซนติเมตร ระยะระแนงที่เหมาะสมคือ 12.5 เซนติเมตร กระเบื้องชนิดที่ 5 กระเบื้องหม่อม ลักษณะรูปร่างแผ่นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในภาคเหนือเรียกกระเบื้องชนิดนี้ว่ากระเบื้องดินขอ มีขนาดกระเบื้องคือ 13 x 22 เซนติเมตร ระยะระแนงที่เหมาะสมคือ 10 เซนติเมตร

ตารางที่ 1 แสดงสรุปชนิดของการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาในชุมชนด่านเกวียน

ชนิดกระเบื้อง	รูปแบบ	ขนาดกระเบื้อง กว้าง x ยาว (ซ.ม.)	ลักษณะรูปร่าง	ระยะระแนง (ซ.ม.)
กระเบื้องสุโขทัย		18.5 x 31	รูปร่างแผ่นคล้าย ใบโพธิ์	13
กระเบื้องสุโขทัยแบบเคลือบ		18.5 x 31	รูปร่างแผ่นคล้าย ใบโพธิ์ เคลือบสีแดง	13
กระเบื้องเกล็ดปลา		14 x 25	รูปร่างแผ่นคล้ายไม้มุงหลังคา แบนเกล็ด	12.5
กระเบื้องปลายแหลม		13 x 24	รูปร่างแผ่นคล้ายลายข้าวหลามตัด	12.5
กระเบื้องหม่อม		13 x 22	รูปร่างแผ่นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า	10

ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

5.2 ออกแบบและสร้างกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์

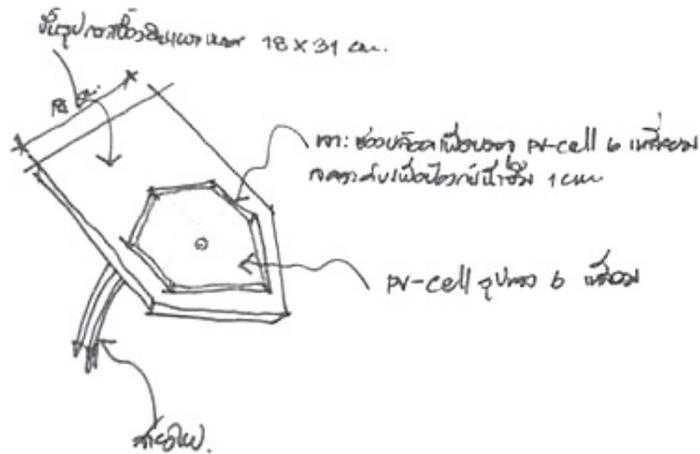
ในการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบรูปแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาในรูปแบบใหม่ดังรูปที่ 2 แสดงการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น แต่มีข้อจำกัดในการกระบวนการผลิตตัวกระเบื้องดินเผาที่ต้องขึ้นแม่พิมพ์ใหม่ใช้เวลา 5-6 เดือน รวมทั้งงบประมาณในการขึ้นแบบแม่พิมพ์ค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงนำรูปแบบของกระเบื้องดินเผาที่มีการผลิตในชุมชนและมีรูปแบบขนาดที่สามารถพัฒนาได้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการออกแบบ เปรียบเทียบคุณสมบัติในการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาที่เหมาะสมเพื่อนำมาการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์โดยแบ่งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ คือ รูปแบบการมุงหลังคา ปริมาณพื้นผิวหน้ากว้างในติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ น้ำหนักต่อแผ่น รวมทั้งจำนวนที่ใช้ต่อตารางเมตร ซึ่งสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2 รวมทั้งประยุกต์หลักการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ 10 ประการที่นิยมใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสร้างสรรค์ผลงานเชิงอุตสาหกรรม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค (วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร, 2548) เช่น หน้าที่ใช้สอยสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอย ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่ วัสดุที่มีคุณสมบัติทนทานเหมาะกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์ดูแลรักษาง่าย กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรง รวมทั้งออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม

ตารางที่ 2 แสดงชนิดเปรียบเทียบคุณสมบัติในการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาที่เหมาะสมในการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์

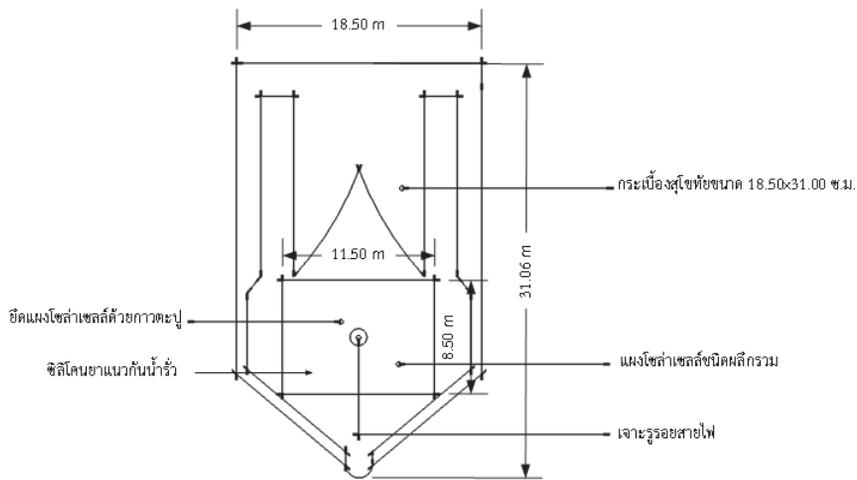
ประเภทกระเบื้อง	รูปแบบการมุงหลังคา	ปริมาณพื้นผิวหน้ากว้างในติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์	น้ำหนักต่อแผ่น (กิโลกรัม)	จำนวนใช้ (แผ่น/ตร.ม.)
กระเบื้องสุโขทัย	มุงแบบ 1 ชั้น	18.5x31	0.85	40
กระเบื้องสุโขทัยแบบเคลือบ	มุงแบบ 1 ชั้น	18.5x31	0.85	40
กระเบื้องเกล็ดปลา	มุงแบบ 2 ชั้น	14x25	0.60	50
กระเบื้องปลายแหลม	มุงแบบ 2 ชั้น	13x24	0.50	50
กระเบื้องหม่อม	มุงได้ทั้งแบบ 1 ชั้น และ 2 ชั้น	13x22	0.70	50

ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

จากตารางที่ 2 ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาดินเผาแต่ละประเภทพบว่า กระเบื้องสุโขทัยมีรูปร่างลักษณะขนาดหน้ากว้างมากที่สุดคือ 18.5 x 31 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับกระเบื้องเกล็ดปลา กระเบื้องปลายแหลม และกระเบื้องหม่อม ตามลำดับ และมีปริมาณพื้นผิวหน้ากว้างในติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งทำให้มีพื้นที่หน้ากว้างในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกทั้งตัวกระเบื้องมีน้ำหนักเบาและเป็นชนิดกระเบื้องที่มีความนิยมในการใช้งาน เพราะรูปทรงสวยงาม ราคาถูกและเมื่อนำกระเบื้องสุโขทัยมาทำการออกแบบเพื่อติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์จะได้รูปแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ดังรูปที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ กระเบื้อง 1 แผ่นสามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาด 8.5 x 11.5 เซนติเมตร ได้ 1 ชั้น โดยตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์คือ บริเวณปลายแผ่นกระเบื้องซึ่งมีพื้นที่หน้ากว้างมากที่สุดและเมื่อวางแผ่นกระเบื้องซ้อนทับกันตามรูปแบบการติดตั้งหลังคาจะไม่เกิดการซ้อนทับของตัวแผงโซลาร์เซลล์ที่ต้องใช้พื้นที่เพื่อให้แสงตกกระทบ ดังรูปที่ 3



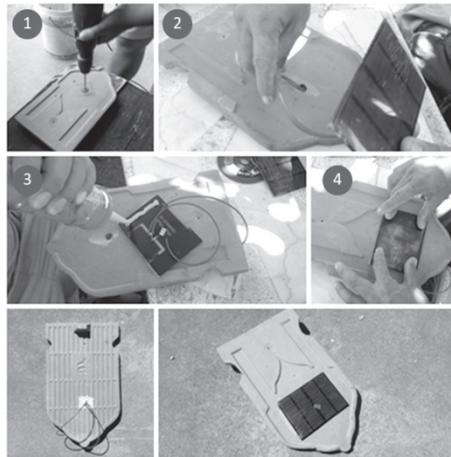
รูปที่ 2 แสดงการออกแบบกระเบื้องหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์เบื้องต้น
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)



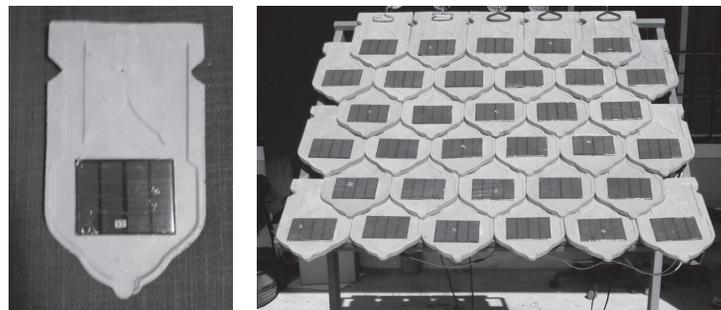
รูปที่ 3 แสดงรูปแบบกระเบื้องหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

5.3 ด้านกรรมวิธีการผลิต

ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ต้นแบบกระเบื้องหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้ 1) กระเบื้องหลังคาดินเผา ประเภท กระเบื้องสุโขทัย ขนาด 18.5 x 31 เซนติเมตร 2) แผงโซลาร์เซลล์ชนิดผลึกรวม (Polycrystalline Silicon Solar Cell) 12 โวลต์ 1.5 วัตต์ ขนาด 8.5 x 11.5 เซนติเมตร 3) กาวตะปู เพื่อยึดติดวัสดุ 4) ซีลกันน้ำเพื่ออุดกันน้ำรั่ว และ 5) สายไฟขนาด 2 x 0.5 วิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 4 คือ 1) เจาะรูเพื่อร้อยสายไฟ ด้วยสว่านในตำแหน่งที่ต้องการ 2) ร้อยสายไฟที่เชื่อมวงจรถูกแผงโซลาร์เซลล์แล้ว 3) ฉีดกาวตะปูด้วยปืนยิงกาวลงบนพื้นผิวกระเบื้องในแบบเส้นตรงแนวตั้ง หลังจากนั้นกดแผงโซลาร์เซลล์ให้แน่นกับพื้นผิวกระเบื้องใช้ค้อนทุบเพื่อให้อากาศออกจากช่องว่าง 4) ใช้ซีลกันน้ำอุดกันน้ำรั่วซึม ในการอุดกันน้ำที่เจาะเพื่อร้อยสายไฟหลังจากนั้นปล่อยให้แห้ง รูปที่ 5 แสดงกระเบื้องหลังคาติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อติดตั้งเรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4 แสดงขั้นตอนกระบวนการผลิตกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

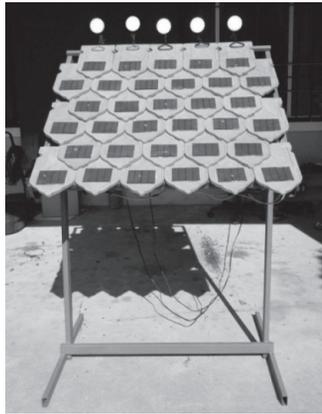


รูปที่ 5 แสดงกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดำเนินการสร้างเสร็จแล้ว
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

6. วิธีการทดสอบกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์

หลังจากออกแบบกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ผู้วิจัยได้นำกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ มาทดสอบซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการทำงานของกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วย 1) กระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ 2) หลอดไฟฟ้า LED 12V 9W 3) สวิตช์ 4) สายไฟโซลาร์เซลล์ DC ติดตั้งกระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์บนโครงหลังคาจำนวน 34 แผ่น ระยะห่างระแนง 13 เซนติเมตร ความลาดเอียง 45 องศา บนพื้นที่ 1 ตารางเมตรโดยมีรายละเอียดการดำเนินการทดสอบ 2 ขั้นตอน คือ

6.1 ทดสอบประสิทธิภาพด้านการให้พลังงานทดสอบเมื่อวันที่ 26-28 ธันวาคม พ.ศ. 2559 เป็นเวลา 3 วัน เริ่มทำการทดลองเวลา 08.00-16.00 น. ณ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ระบบนี้สามารถใช้งานได้เฉพาะในเวลากลางวันที่มีแสงแดดมาก ไม่มีสิ่งกีดขวางในการรับแสงแดดซึ่งทดสอบด้วยหลอดไฟฟ้า LED 12V 9W เนื่องจากทันทาน มีความร้อนของลำแสงน้อย และประหยัดไฟฟ้า (ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล, 2551) ทำการทดสอบด้วยการเปิดใช้งาน 8 ชั่วโมง บนโครงหลังคาเหล็กสูงจากพื้น 1.8 เมตร ผลการทดสอบพบว่ากระเบื้องหลังคาตินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ พื้นที่ 1 ตารางเมตร สามารถให้พลังงานไฟฟ้า ประเภทหลอดไฟ ได้จำนวน 5 หลอดดังรูปที่ 6 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพด้านการให้พลังงาน



รูปที่ 6 แสดงการทดสอบประสิทธิภาพด้านการให้พลังงาน
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

6.2 ทดสอบการรั่วซึมทดสอบด้วยการปล่อยน้ำบนแผ่นกระเบื้องระยะเวลา 2 ชั่วโมงโดยสังเกตหยดน้ำใต้แผ่นกระเบื้อง ผลการทดสอบพบว่าปรากฏรอยคราบน้ำที่แผ่นกระเบื้อง ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงการทดสอบการรั่วซึม
ที่มา: ผู้วิจัย (2559)

7. อภิปรายผลการวิจัย

กระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์สามารถสรุปประเด็นที่สำคัญในการอภิปรายได้ดังนี้

การศึกษาและรวบรวมข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับภูมิปัญญา รูปแบบและคุณสมบัติของกระเบื้องหลังคาดินเผา จากการศึกษาสัมภาษณ์ปราชญ์ภูมิปัญญากระเบื้องหลังคาดินเผา พบว่ามีการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผาในพื้นที่ชุมชนด้านเกวียน จำนวน 5 ชนิดคือ กระเบื้องสุโขทัย กระเบื้องสุโขทัยแบบเคลือบ กระเบื้องเกล็ดปลา กระเบื้องปลายแหลม กระเบื้องชนิดที่ 5 กระเบื้องหม่อม ซึ่งได้รับการถ่ายทอดมาจากบรรพบุรุษที่ประกอบกิจการกระเบื้องหลังคาดินเผาในพื้นที่ภาคกลาง ในการผลิตกระเบื้องหลังคาดินเผามีกระบวนการผลิตที่คล้ายคลึงแต่สิ่งที่แตกต่างกัน คือ ดิน ซึ่งมีคุณสมบัติง่ายต่อการขึ้นรูป ทนทานต่อการเผา และเมื่อถูกเผาจะให้สีแดงธรรมชาติ

การดำเนินการออกแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ ขนาดพื้นที่ 1 ตารางเมตร เป็นการออกแบบที่เป็นนวัตกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ มอร์ดัน (Morton, 1971, p. 17) กล่าวไว้ว่า “นวัตกรรมไม่ใช่การจัดหรือล้มนั้งสิ่งเก่าให้หมดไป แต่จะเป็นการปรับปรุงเสริมแต่งและพัฒนาเพื่อความอยู่รอดของระบบ” ซึ่งจากผลการวิจัยการทำงานของกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์พบว่ามีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า ให้พลังงานหลอดไฟจำนวน 5 หลอดในพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งวัสดุของหลังคาประเภทนี้จะสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในตอนกลางวัน ไม่ต้องมี

แบตเตอรี่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงเหมาะสมกับอาคารที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลากลางวันในพื้นที่ห่างไกลที่ไฟฟ้าเข้าไม่ถึง ลดการพึ่งพาไฟฟ้า อีกทั้งยังประหยัดงบประมาณในการติดตั้งอุปกรณ์ระบบพลังงานแสงอาทิตย์

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยสามารถสรุปได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. เนื่องจากกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์จำเป็นต้องเจาะรูที่แผ่นกระเบื้องหลังคาเมื่อผู้วิจัยทดสอบการรั่วซึมยังพบปัญหาการซึมของน้ำอยู่บนแผ่นกระเบื้อง หากมีการพัฒนารูปแบบกระเบื้องหลังคาดินเผาพลังงานแสงอาทิตย์ในขั้นต้นแรกของการผลิตกระเบื้องดินเผาซึ่งเป็นรูปแบบของแม่พิมพ์ชนิดใหม่ ซึ่งจะเป็นการลดปัญหาการรั่วซึมหลังจากติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ลงไป ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยติดปัญหาทางด้านงบประมาณและระยะเวลาในการผลิตเนื่องจากระยะเวลาของการจัดทำแม่พิมพ์ชนิดใหม่ต้องใช้เวลา 5-6 เดือน รวมทั้งต้องใช้งบประมาณในการขึ้นแบบแม่พิมพ์ค่อนข้างสูง จึงเป็นข้อจำกัดในการทำวิจัย
2. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ลงบนแผ่นกระเบื้องหลังคาแต่ละแผ่น ผู้วิจัยพบปัญหาในการติดตั้ง คือ พื้นผิวของแผ่นกระเบื้องบางแผ่นไม่เรียบ บางแผ่นนูนบริเวณกลางแผ่นซึ่งเกิดจากกระบวนการผลิต เนื่องจากเป็นงานฝีมือที่ผลิตขึ้นด้วยช่างฝีมือ

เอกสารอ้างอิง

- ชน ยี่นาง. (2544). **แม่พระ** (วิทยานิพนธ์ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องเคลือบดินเผา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ชาญวิทย์ ตั้งสิริวรกุล. (2551). **การศึกษาสมรรถนะการออกแบบส่องสว่างโดยใช้แอลอีดีกำลังสูง**. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- นันทน อินทนนท์. (2546). **ความตกลงระหว่างประเทศว่าด้วยทรัพย์สินทางปัญญาและผลกระทบต่อภูมิปัญญาท้องถิ่น**. เข้าถึงได้จาก: <http://people.su.se/~nain4031/ipandtk.htm>.
- วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. (2548). **หลักการและแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพมหานคร: แอปเปิ้ล พรินติ้ง กรุ๊ป จำกัด.
- วิฑูรย์ เหลียวรุ่งเรือง และคณะ. (2548). **ภูมิปัญญาพื้นถิ่นในการปรับตัวทางสถาปัตยกรรมเพื่อความน่าสบายในการอยู่อาศัยของอาคารประเภทต่างๆ ของเชียงใหม่และหลวงพระบาง**. วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรมและการผังเมือง. 2(3), หน้า 51-68.
- สฤกษ์พิงศ์ ขุนทรง. (2556). **กระเบื้องดินเผาสมัยทราวดี: ข้อมูลใหม่จากการขุดค้นที่เมืองนครปฐมโบราณ**. วารสารหน้าจั่วว่าด้วยประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมและสถาปัตยกรรมไทย. 7(9), หน้า 303-311.
- สุรพล กาญจนพิงคะ. (2515). **การทำเครื่องปั้นดินเผาที่ด่านเกวียน**. (สารนิพนธ์ภาควิชาโบราณคดี: มหาวิทยาลัยศิลปากร).
- ธันตศร รังสีแสนโบราณ. (วันที่ 23 สิงหาคม 2559). **สัมภาษณ์โดย มาริสา หิรัญดียะกุล. การผลิตกระเบื้องดินเผาของชุมชนด่านเกวียน**. ส. ดินเผาด่านเกวียน ตำบลด่านเกวียน อำเภอโชคชัย จังหวัดนครราชสีมา.
- J. A., Morton. (1971). **Organizing for Innovation a Systems Approach to Technical Management**. New York: McGraw-hill.