

การคิดเชิงออกแบบเพื่อพัฒนาศาลาไฝ่ขนาดเล็ก

Design Thinking for Developing Small-Bamboo hut

รัชบุพ्रรณ คำสิงห์ศรี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนิทรรศการ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขาหมื่นเรือง อ.กันทรลักษย จ.มหาสารคาม 44150

Rutchanoophan Kumsingsree

Assistant Professor, Faculty of Architecture, Urban Design and Creative Arts
Mahasarakham University, Kantarawichai District,
Maha Sarakham, Thailand, 44150
Email: rutchanoophan.k@msu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัยเรื่อง “การออกแบบและก่อสร้างศาลาไฝ่ โดยการใช้เรตอร์ และข้อต่อแบบสอดประกอบ” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนารูปทรงศาลาไฝ่ นำไปสู่การก่อสร้างศาลาไฝ่ โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบในขั้นตอนทั้งหมด และใช้ระบบเบี้ยนร่วมกับวิธีวิจัยเชิงปฏิบัติการในการพัฒนาแบบและการลงพื้นที่ก่อสร้าง ร่วมกับช่างท้องถิ่น เพื่อค้นหาต้นแบบที่พัฒนาจากศาลาเดิม บนพื้นฐานการก่อสร้างโดยการใช้เรตอร์และข้อต่อแบบสอดประกอบซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งในการเชื่อมต่อลำไฝ่แบบประเพณีหรือแบบพื้นถิ่นเข้าด้วยกัน

วิจัยนี้แบ่งเครื่องมือในการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) เครื่องมือสำหรับการออกแบบ ใช้วิธีการขีดรูปสามมิติด้วยโปรแกรม SketchUp ร่วมกับการจัดทำหุ่นจำลอง และ (2) เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม ใช้แบบสังเกตการณ์การแบบ มีส่วนร่วม ร่วมกับแบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งมีโครงสร้างสำหรับบันทึกข้อมูลในระหว่างการพัฒนาแบบร่วมกับช่าง จำนวน 3 ครั้ง ซึ่งแบบศาลาขึ้นสุดท้ายก่อนนำไปก่อสร้างมีขนาดอยู่ที่ $1.20 \times 1.80 \times 2.85$ เมตร สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

ประเด็นที่ 1 “แนวความคิดในการออกแบบ” เกิดจากการใช้โครงสร้างแบบเฟรมในระนาบสองทิศทาง ร่วมกับโครงสร้างสามเหลี่ยมที่มีเส้นยี่รภาพของซิงช้าไฝ่ โดยเลือกระบบโครงสร้างที่เหมาะสมกับขนาดของศาลา คือ โครงสร้างแบบเฟรม ซึ่งพับได้ในสถาปัตยกรรมไฝ่ขนาดเล็กแบบเสาและคาน

ประเด็นที่ 2 “การพัฒnarูปทรงที่เป็นไปได้” เกิดจากการทบทวนวรรณกรรม พบร่องรอยสถาปัตยกรรมไฝ่ขนาดเล็กในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานมาจากรูปสามเหลี่ยม รูปแบบโครงสร้างมีความสมมาตรและเป็นอาคารที่เกิดจากการอุปโภคสร้างที่ซ้ำกัน โดยซ้ำกัน 2

ลักษณะ คือ ซ้ำกันในแนวราบ และซ้ำกันในแนวรัศมีวงกลม โดยคำนึงถึง (1) มุมองศาที่ล้ำไฝ่ออกจากกัน (2) สัดส่วนของชั้นส่วนโครงสร้าง โดยผู้วิจัยได้พัฒนาแบบศาลาให้มีมุมองศาของเสาหลักและเสารองเอียงออกจากกัน 30 องศา และมีสัดส่วนของชั้นส่วนโครงสร้างระหว่างความสูงเสาหลักเท่ากับ “h” และความสูงเสารองเท่ากับ “ $2/3h$ ”

โดยทั้งสองประเด็นนั้นมีปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบและพัฒnarูปทรงคือ (1) ระยะสำหรับการขันส่ง และบรรทุกศาลาโดยรถบรรทุก (2) แรงลมที่กระทำกับสัดส่วนของศาลา (3) ความหลากหลายของขนาดหน้าตัดลำไฝ่ ทำให้เกิดเทคนิคการสอดไฝ่ขนาดเล็กเข้าไปประกอบกับไฝ่ที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่กว่าหรือที่เรียกว่า ข้อต่อแบบสอดประกอบ (Positive Fitting Joint)

ສົ່ງຜົດຕ່ອງກາຮົມມູນຫຼືອງກາຮະຫວ່າງລໍາໄຟ ຈຶ່ງເປັນລັກຄະນະເພີ່ມພະອຍ່າງທີ່ຂອງຮອຍຕ່ອງທີ່ມີກາຮົມແຮງແບບໄໝຮ່ວມສູນຍໍ
(Eccentricities of load transfer) ເນື່ອຈາກໄໝສາມາດຄອກແບບກາຮື່ອມຕ່ອງໄຟ່ທ່າຍລຳໃນຈຸດເດືອນໄດ້

ຄໍາສຳຄັນ: ກາຮົມເຊີ້ງອອກແບບ, ກ່າວສ້າງດ້ວຍໄຟ, ຂ້ອຕ່ອງແບບສອດປະກອບ, ເຮາເຕອັນ, ສາລາໄຟ

Abstract

This article is a part of the research “Bamboo Hut Design and Construction using Router and Positive Fitting Joint”. The purpose of this research is to study design process and design development of a bamboo hut. This research is conducted in “Design Thinking” process in all step and apply the “Action Research” method on design development. Onsite survey has been collaborated with local technicians in order to discover the prototype of original bamboo hut on fundamental construction using Router and positive fitting joint which is one of vernacular or traditional bamboo joint techniques.

This is an experimental research. This research is divided into two parts. (1) creating a 3d model of bamboo hut using SketchUp (2) observing and interviewing participants regarding collaborative work with local technicians. The result of a case study revealed that the final design size of our proposed bamboo hut is 1.20 m x 1.80 m x 2.85m. This research can be concluded as follows.

1) “Developing Conceptual Design” use of two-way plane frame structure with the stable triangular structure that local technicians build for bamboo swings. The skeleton frame structure is chosen because it is a proper structure for our proposed bamboo hut and size. Column and beam is a skeleton frame structure that mostly used to construct bamboo hut.

2) “Mass Development” based on the previous research, it is found that a basic of small size bamboo architecture in Southeast Asia based on triangle structure. Two types of such duplication consist of horizontal duplication and circle-radius duplication. The following issues are concerned in the design process. (1) The angle which bamboo tilted apart from each other (2) Proportion of two main columns were designed by tilting 30 degrees apart each other. The primary column height is “h” and the secondary column height is “2 / 3h”.

As mentioned above, there are two factors that affect the process and the design development as follows (1) transporting and loading distance between construction site of bamboo hut and truck (2) the wind load strikes on the figure of bamboo hut so the total height of the structure should not over 3 m. 3) the varieties of bamboo diameter create technique for inserting a smaller bamboo pole into a larger one, also known as positive fitting joint. This joint affects the angle between the bamboo poles which is the eccentricities of load transfer.

Keywords: Design Thinking, Bamboo Construction, Positive Fitting Joint, Router, Bamboo Hut

Received: August 9, 2019; **Revised:** August 28, 2019; **Accepted:** September 2, 2019

1. บทนำ

ในประเทศไทยได้จัดเป็นพิชที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจทั้งในระดับชุมชนและระดับประเทศ โดยใช้เป็นวัสดุในทางสถาปัตยกรรมและอุตสาหกรรมเพื่อทนทานแทนการใช้ไม้ ลดการนำเข้าไม้ มีมูลค่าการส่งออกไม่ต่ำกว่าปีละ 1,000 ล้านบาท (ภัทรรัตน์ พงศ์ธนา, 2557) จากคุณสมบัติทางกายภาพของความเป็นข้อ ปล้อง และท่อวงของไฝ พบรการนำไฟไปใช้งาน ในโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม 2 รูปแบบคือ (1) Skeleton Structure (2) Surface Structure และจากคุณสมบัติดังกล่าวมีการนำไปใช้รับแรงในโครงสร้างทั้งแบบต้มลำ (Bamboo Pole) และแบบผ่าซีก (Bamboo Split) ซึ่งสามารถพบรได้ในการก่อสร้างไฝแบบประเพณีหรือแบบพื้นถิ่น (Vernacular or Traditional Bamboo Construction) และการก่อสร้างโดยมีฐานทางวิศวกรรม (Engineered Conventional or Modernized Bamboo Construction; Andry, 2012)

การพัฒนาสถาปัตยกรรมไฝในภาคใต้ที่ผ่านมา ถูกพัฒนาและมีพิเศษทางที่ชัดเจน ส่วนหนึ่งเกิดจากความร่วมมือทางด้านวิชาการและวิชาชีพ ระหว่างผู้ผลิต สถาปนิก วิศวกร ผู้รับเหมา และช่าง ปัจจุบันการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมไฝได้รับการการยอมรับจากสาธารณะมากขึ้น โดยเฉพาะกับสถาปนิกเอง เมื่อมีการเผยแพร่โครงการที่ประสบความสำเร็จ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงมุมมอง และยกระดับไฝในฐานะที่ไฝสามารถใช้เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างอาคารได้ ในกระบวนการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมไฝนั้นความมีการค้นหาวิธีการอื่นๆ ที่จะเป็นการแลกเปลี่ยนและถ่ายทอดองค์ความรู้ในเรื่องของเทคนิคและการก่อสร้างสถาปัตยกรรมไฝให้คงอยู่ในพื้นที่ โดยเฉพาะกับช่างท้องถิ่น (Anastasia, 2014) เนื่องจากการก่อสร้างด้วยไฝนั้นถือเป็นงานเชิงทดลอง จึงต้องมีการค้นหาและบันทึกองค์ความรู้ที่มาจากการก่อสร้างทั้งแบบที่เห็นได้ชัดเจน (Explicit Knowledge) และแบบที่ซ่อนเร้นไม่เปิดเผย (Tacit Knowledge) อันเป็นองค์ความรู้ที่ฝังลึกอยู่ในตัวตนซึ่งเกิดจากการสั่งสมทักษะ (Skills) เป็นเวลาหลายปี (ประทักษ์ คุณทอง, 2562 อ้างถึง RNA อุทัยภัตรกร, 2559)

ในขณะที่ไฝเป็นวัสดุที่หาได้ยากในท้องถิ่นแต่ยังขาดการออกแบบและพัฒนาในระดับท้องถิ่น โดยเฉพาะในภูมิภาคที่มีไฝเป็นพืชท้องถิ่น จากรากน้ำจิจี้เรื่อง ความสมมั่นคงขององค์ประกอบศala พันธุ์ไฝ และวัสดุประกอบในการก่อสร้างศala ไฝ จำกัดด้วยวัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่น จึงหัดมหานาค ของผู้จัดในปี 2559 นั้น พบรเทคนิคที่ช่างท้องถิ่นใช้ในการก่อสร้างสองลักษณะคือ (1) ข้อต่อแบบสอดประกอบ (Positive Fitting Joint) เป็นการสอดล้าไฝที่มีขนาดหน้าตัดเล็กกว่า เข้าไปในลำไฝที่มีขนาดหน้าตัดใหญ่กว่า (2) วัสดุประกอบสำหรับยึดลำไฝเข้าด้วยกัน ได้แก่ ตะปุตอกไม้ ตะปุลมหรือลูกแม็กกลม และลวด ซึ่งเป็นเทคนิคที่ถูกพัฒนาจากความเชี่ยวชาญของช่าง ในการใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เรารเตอร์ (Router) ซึ่งเป็นเครื่องมือเชาะร่องสำหรับงานไม้ มีลักษณะคล้ายสว่านไฟฟ้า สามารถเปลี่ยนดอกเรารเตอร์ที่ใช้สำหรับเจาะรูกลมขนาดต่างๆ ได้ ทำให้การก่อสร้างศala ไฝสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังพบรูปแบบของศala ที่เรียกว่า ทรงเลียงนา หรือ ทรงกระท่อม ซึ่งมีขนาดมาตรฐานอยู่ที่ 2.00×2.00 เมตร อันเป็นผลมาจากการปัจจัยทางการชนส่งและรูปทรงที่รับแรงลมได้เท่ากันทุกทิศทาง มีการปรับขนาดให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน ความต้องการของลูกค้า และราคาที่เหมาะสม ซึ่งขนาดและรูปทรงดังกล่าวในนี้มีลักษณะที่เหมือนกันทุกร้าน ทำให้ขาดความแตกต่างและหลากหลาย แม้ว่าช่างจะมีความชำนาญและทักษะในการใช้เครื่องมือ แต่ยังขาดทักษะในการออกแบบและก่อสร้างศala ให้มีรูปทรงที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

จากการสัมภาษณ์ช่างท้องถิ่น พบร่วมกันว่า ช่างมีความพร้อมและสนใจในการพัฒนาศala ในรูปทรงอื่น ๆ ที่แตกต่างกันออกไป หากแต่ขาดทักษะทางด้านการออกแบบ เนื่องจากช่างเองไม่มีเวลาเพียงพอที่จะทำการออกแบบและทดลองการก่อสร้างศala ในรูปทรงใหม่ จึงเกิดการผลิตและทำข้ามแบบเดิมตามความชำนาญและองค์ความรู้ที่มีอยู่

ดังนั้น วิจัยนี้จึงเกิดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและพัฒนารูปทรงศala ไฝ (ซึ่งจะกล่าวถึงในบทความนี้) บนพื้นฐานความเชี่ยวชาญของช่างที่ใช้เครื่องมือที่มีอยู่เดิม คือ เรารเตอร์ (Router) ร่วมกับเทคนิคการสอดประกอบ (Positive Fitting Joint) เพื่อเป็นการสร้างความหลากหลายให้กับกลุ่มร้านเฟอร์นิเจอร์ไฝ รวมถึงเป็นการกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาการก่อสร้างศala ไฝในระดับท้องถิ่นต่อไป

2. วิธีการศึกษาและเครื่องมือในการศึกษา

1) ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ทำการศึกษาข้อมูลทุกมิติภูมิ (Secondary Data) โดยการทบทวนวรรณกรรมใน 3 เรื่องคือ 1) แนวคิดและทฤษฎีการคิดเชิงออกแบบ (2) การออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรมไฝ (3) งานวิจัย วิทยานิพนธ์ และบทความ ส่วนการศึกษา

ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) เป็นเข้าร่วมสัมมนาเชิงปฏิบัติการสองเรื่องคือ 1) การสัมมนาโครงการจัดการรักษายาพืชด้วยวัสดุธรรมชาติ (ไผ่) โดยหน่วยนวัตกรรมเพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรมจากไผ่และวัสดุท้องถิ่น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2) จากการเข้าร่วมการอบรมเชิงปฏิบัติการ Bamboo of your life โดยมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จากการศึกษาทั้งสองส่วนนี้นำไปสู่การสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual Framework) ในลำดับถัดไป

2) ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) และงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ซึ่งเป็นกระบวนการวิจัยประภาคหนึ่งของการวิจัยเชิงคุณภาพ โดยขั้นตอนการวิจัยทั้งหมดใช้กระบวนการการคิดเชิงออกแบบ ดังภาพที่ 2 เพื่อพัฒนาแบบและทำงานร่วมกับช่างในการค้นหาต้นแบบ (Prototype) ของศาลาไผ่ ดังภาพที่ 1 ส่วนช่วง การพัฒนาแบบใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (เป็นการสร้างโจทย์—ออกแบบ—ประเมินผล) แบ่งเครื่องมือในการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน คือ 1) เครื่องมือสำหรับการออกแบบ (Design Tools) ใช้วิธีการเขียนรูปสามมิติด้วยโปรแกรม Sketch Up ร่วม กับการจัดทำหุ่นจำลอง 2) เครื่องมือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม (Research Tools) ใช้แบบสังเกตการณ์แบบมีส่วนร่วม ร่วมกับแบบสอบถามที่นิยมกึ่งมีโครงสร้างสำหรับบันทึกข้อมูลในระหว่างการพัฒนาแบบร่วมกับช่าง จำนวน 3 ครั้ง

3) ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

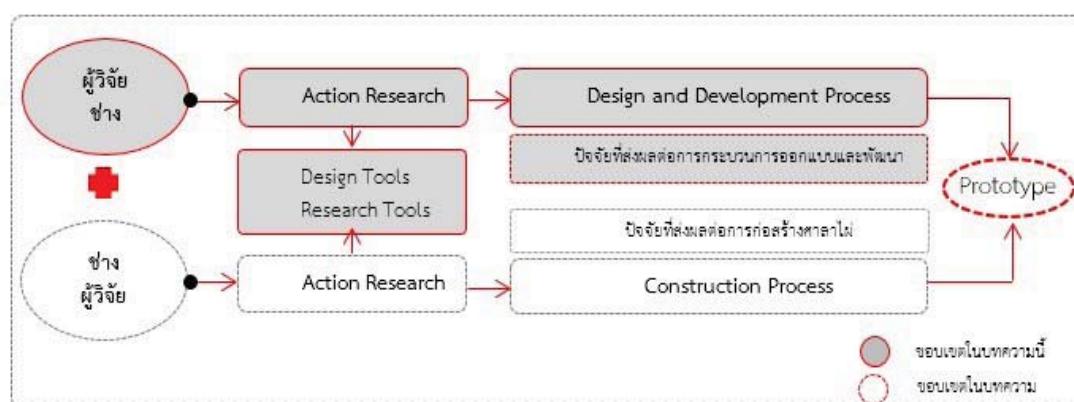
นำข้อมูลจากขั้นตอนการศึกษาข้อมูลร่วมกับขั้นตอนการสร้างเครื่องมือและผลการออกแบบ มาวิเคราะห์กระบวนการออกแบบศาลาไผ่ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

4) ขั้นตอนการสรุปผล

เป็นการสรุปผลการออกแบบและพัฒนาแบบทั้งสามครั้ง ในสองเดือนคือ 1) แนวความคิดในการออกแบบ 2) การพัฒนารูปทรงที่เป็นไปได้ 3) ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบ

5) ขั้นตอนการเสนอแนะ

สรุปข้อค้นพบและเสนอแนะแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบการออกแบบศาลาไผ่



ภาพที่ 1 ขั้นตอนทำงานร่วมกับช่างท้องถิ่นเพื่อค้นหาต้นแบบศาลาไผ่ (Prototype)

ที่มา: ผู้นิพนธ์

3. การบนหน้าจอกระบวนการ

การคิดเชิงออกแบบ หรือ Design thinking เป็นการนำกระบวนการคิดที่ให้ความสำคัญกับบุคคล ประกอบกับการใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่เหมาะสม ในการแก้ไขปัญหาและสร้างสรรค์นวัตกรรมต่าง ๆ โดยไม่จำเป็นต้องใช้สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือสินค้าเท่านั้น แต่ปัญหาต่าง ๆ ที่เผชิญอยู่ สามารถนำหลักการนี้มาปรับใช้ในการแก้ปัญหาได้ โดยแนวคิดที่เป็นที่นิยมนำมาใช้งานและถูกอ้างอิงอยู่ เช่น แนวคิดของ Standford D.School ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้นตอน (พสุ เดชะรินทร์, 2557) ดังนี้

1) Empathize คือ การทำความเข้าใจต่อกลุ่มเป้าหมายให้มากที่สุด เนื่องจากการแก้ไขปัญหารือการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ มักจะเกิดขึ้นเพื่อบุคคลอื่นเสมอ ดังนั้นก่อนที่จะแก้ไขปัญหารือสร้างสรรค์สิ่งใดก็ตาม จึงต้องทำความเข้าใจกลุ่มเป้าหมายให้ถ่องแท้ ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้วิธีการสัมภาษณ์ การสังเกต หรือ การจำลองตัวเองเข้าไปอยู่ในสถานการณ์นั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลที่ถูกต้อง

2) Define คือ การวิเคราะห์และกำหนดปัญหา เพื่อที่จะเลือกและสรุปแนวทางให้ชัดเจน

3) Ideate คือ การระดมความคิดใหม่ ๆ หรือการสร้างความคิดต่าง ๆ ให้เกิดขึ้น โดยเน้นการหาแนวคิดและแนวทางในการแก้ไขปัญหาให้มากที่สุด หลากหลายที่สุด โดยความคิดและแนวทางต่าง ๆ ที่คิดขึ้นมา นั้นก็เพื่อตอบโจทย์ปัญหาที่เกิดขึ้นในขั้น Define

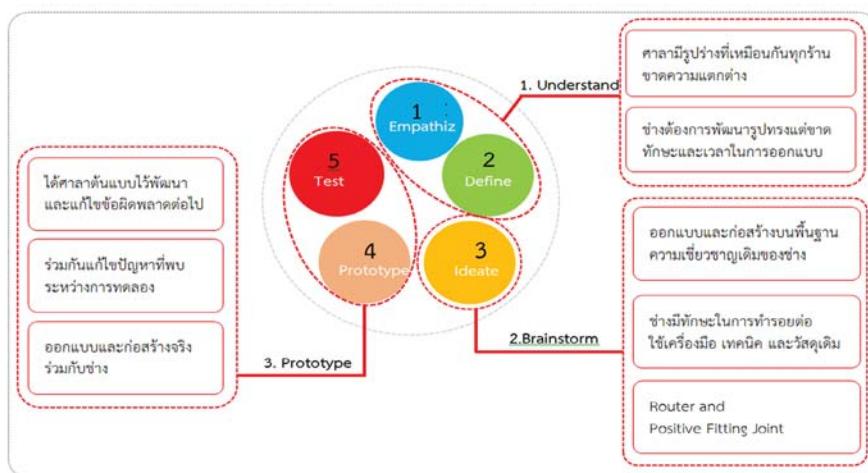
4) Prototype การสร้างแบบจำลอง หรือการสร้างต้นแบบขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้สามารถทดสอบและตอบคำถามหรือกระตุ้นให้เกิดการพิจารณา เพื่อจะได้เข้าใจสิ่งที่อยากรู้มากยิ่งขึ้น

5) Test หรือการทดสอบ โดยเรานำแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาทดสอบกับผู้ใช้ หรือกลุ่มเป้าหมาย เพื่อสังเกตประสิทธิภาพการใช้งาน โดยนำผลตอบรับ ข้อเสนอแนะต่าง ๆ ตลอดจนคำแนะนำมาใช้ในการพัฒนา และปรับปรุงต่อไป จากแนวคิดของ Standford D.School นั้น สามารถสรุปเป็นกระบวนการการสร้างสรรค์โดย 3 กระบวนการ คือ

1) Understand (การเข้าใจปัญหาให้ถูกต้อง) คือ การใช้เวลาทำความเข้าใจปัญหาอย่างลึกซึ้ง

2) Brainstorm (การคิดแบบไม่มีกรอบ) คือ การแยกกระบวนการสร้างสรรค์ไอเดีย (Idea Generation) ออกจากประเมิน (Idea evaluation)

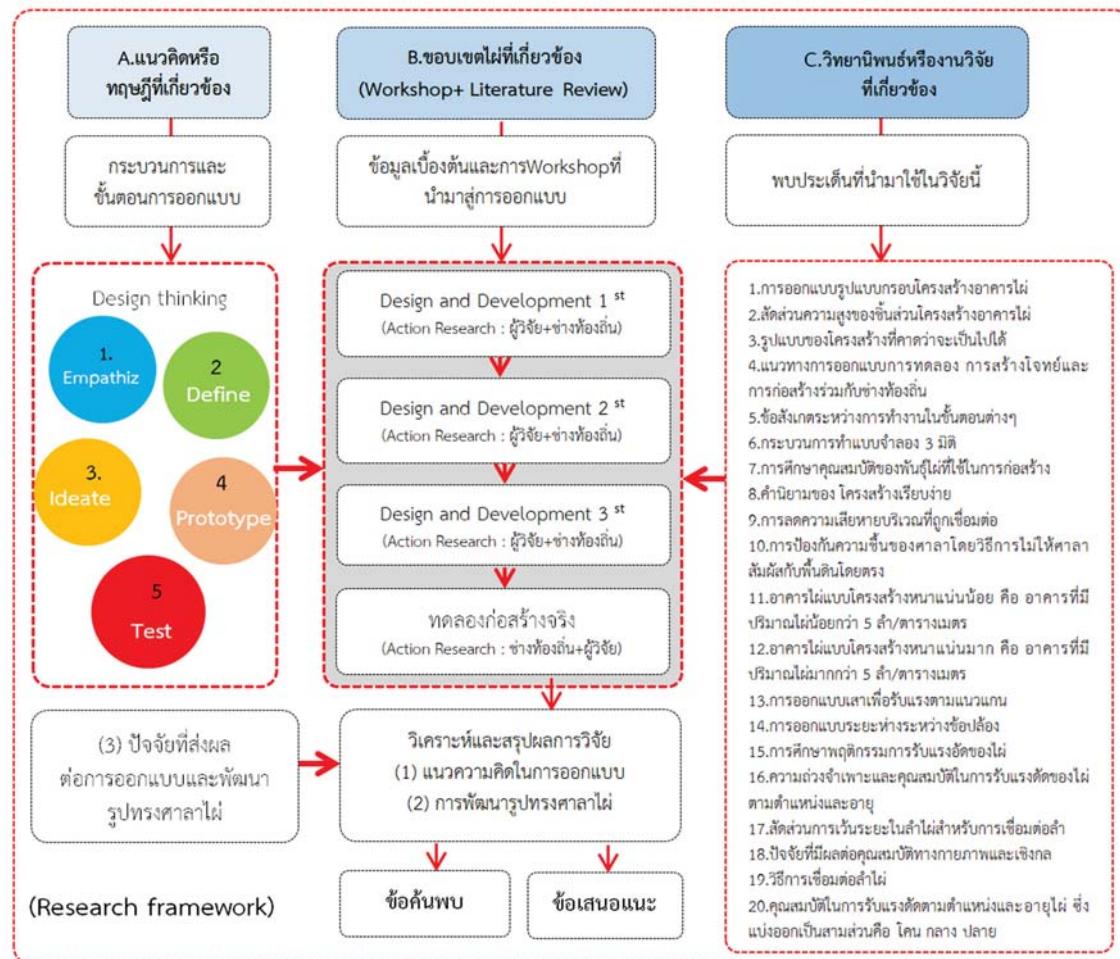
3) Prototype (การเรียนรู้ผ่านการลงมือทำ) คือ การเปลี่ยนไอเดีย ให้เกิดเป็นรูปร่าง ด้วยการสร้างต้นแบบหรือแบบจำลองง่ายๆ เพื่อสื่อสารแนวคิด การสร้างต้นแบบคือการลงมือทำที่ทำให้เกิดการเรียนรู้ ทำให้เราเห็นขั้นตอนว่า ไอเดียที่เราคิดนั้นจะตอบโจทย์ที่ตั้งไว้หรือไม่



ภาพที่ 2 สรุปขั้นตอนและกระบวนการของ Design thinking สู่กระบวนการออกแบบและก่อสร้างศาลาไม้ไผ่
ที่มา: ผู้นิพนธ์

4. สรุปประเด็นเพื่อสร้างกรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบการวิจัยเกิดจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องร่วมกับการเข้าร่วมอบรมปฏิบัติการตามที่กล่าวมาแล้วนั้น นำมาสู่การสรุปประเด็นในการออกแบบกรอบแนวคิดการวิจัย (Research framework) ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กรอบแนวคิดในการวิจัย (Research framework)

ที่มา: ผู้นิพนธ์

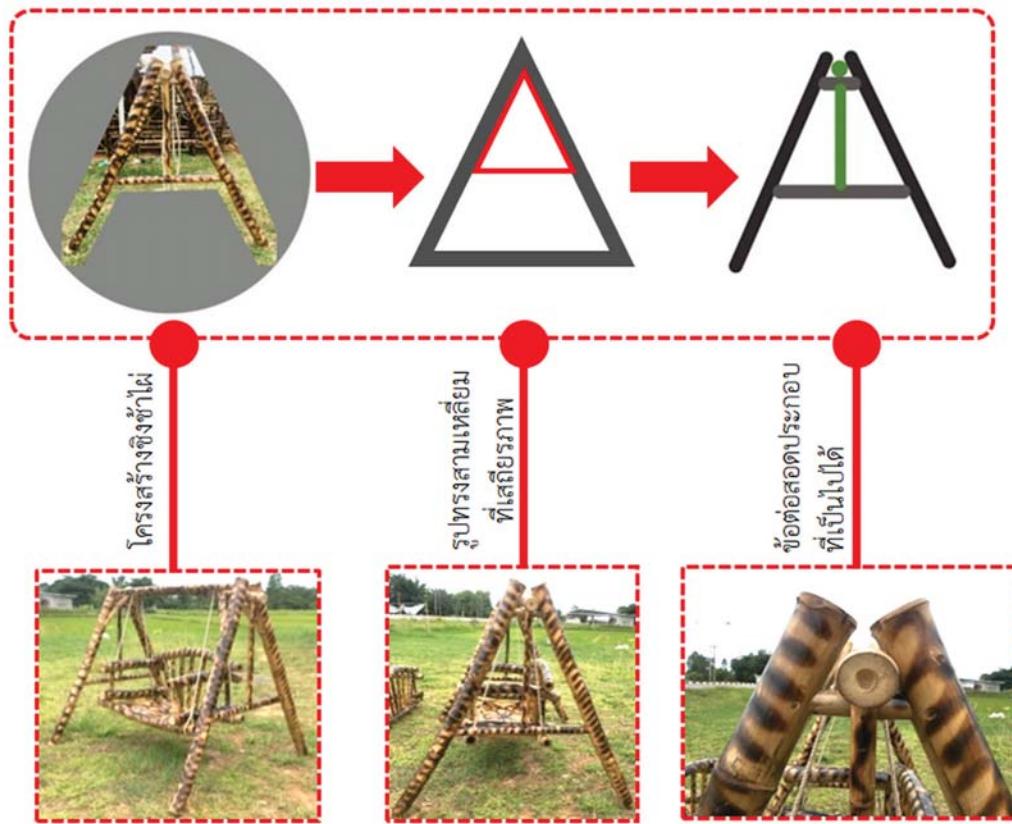
5. กระบวนการออกแบบและพัฒนารูปทรงศาลาໄฟ

ขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนารูปทรงศาลาໄฟนั้น ทำร่วมกับช่าง เนื่องจากช่างมีทักษะความชำนาญและประสบการณ์ในการทำงานໄ่ สามารถพัฒนาแบบให้ไปสู่การก่อสร้างได้ โดยคำนึงถึงความบดบังทางกายภาพของໄ่เป็นหลัก และพัฒนาแบบให้สอดคล้องกับคุณสมบัติดังกล่าว บนปัจจัยต่าง ๆ ที่มากำหนดการก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นปัจจัยทางด้านการขนส่ง โดยรถบรรทุก ปัจจัยทางด้าน สัดส่วนที่เหมาะสมสมกับแรงลม ปัจจัยการใช้เราเตอร์ที่ต้องเจาะรูเพื่อเชื่อมต่อໄไฟที่ทำมุ่งเมือง ปัจจัยทางด้านกายภาพของໄไฟที่มีความเป็นข้อหรือปล้องตลอดลำໄไฟ เป็นต้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1) แนวความคิดในการออกแบบ (Conceptual design)

ในเบื้องต้นผู้วิจัยได้ศึกษาแนวความคิดในการออกแบบพื้นฐานของความเข้าใจเรื่องข้อต่อแบบสอดประกอบ (Positive Fitting Joint) ซึ่งเป็นรอยต่อที่ช่างห้องถีนนิยมใช้ในการต่อไฟเข้าด้วยกัน (ภาพที่ 4) ช่างจึงมีความชำนาญ และมีประสบการณ์ในการใช้เครื่องมือเช่นผ่าไม้ไผ่ที่เรียกว่า เรอาเตอร์ ในงานวิจัยนี้เป็นการใช้เครื่องมือเดิมในการก่อสร้าง

ส่วนแนวคิดหลักที่ใช้คือ รอยต่อแบบสอดประกอบนี้ สามารถใช้งานได้กับการออกแบบและก่อสร้างชิงช้าขนาดใหญ่ ดังได้อธิบายไว้แล้วนั้น ทำให้ผู้วิจัยนำเทคนิคในการต่อไม้และรูปทรงของชิงช้าที่ช่างทำการก่อสร้างอยู่แล้วมาพัฒนาต่อ บนพื้นฐานปัจจัยการพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารด้วยไฟ (Integrated bamboo building) โดยคำนึงถึงปัจจัยสามส่วนดังนี้ 1) การคำนึงถึงองค์ความรู้เดิม (Bamboo knowledge base) การก่อสร้างอาคารไฟ ความมีการพัฒนาและปรับปรุงอันเกิดจากการพัฒนาขององค์ความรู้เดิมที่มีอยู่ ซึ่งเทคนิคการก่อสร้างสามารถติดตั้งได้จ่ายโดยช่างทั่วไปในชนบท 2) การพัฒนาอันเกิดจากความต้องการของผู้อยู่อาศัย (User Requirements) ซึ่งเปลี่ยนไปตามความเป็นอยู่และความต้องการในปัจจุบัน 3) การนำปัญหาและความต้องการในปัจจุบันมาทำการพัฒนาและออกแบบ โดยอยู่บนพื้นฐานของ องค์ความรู้เดิมที่สามารถเข้าใจได้จ่าย และช่างห้องถีนสามารถก่อสร้างได้ (Design decision support system) (สุทธิชชา บรรจงรัตน์, 2557 อ้างถึง วิวัฒน์ เตเมียพันธ์, 2541)

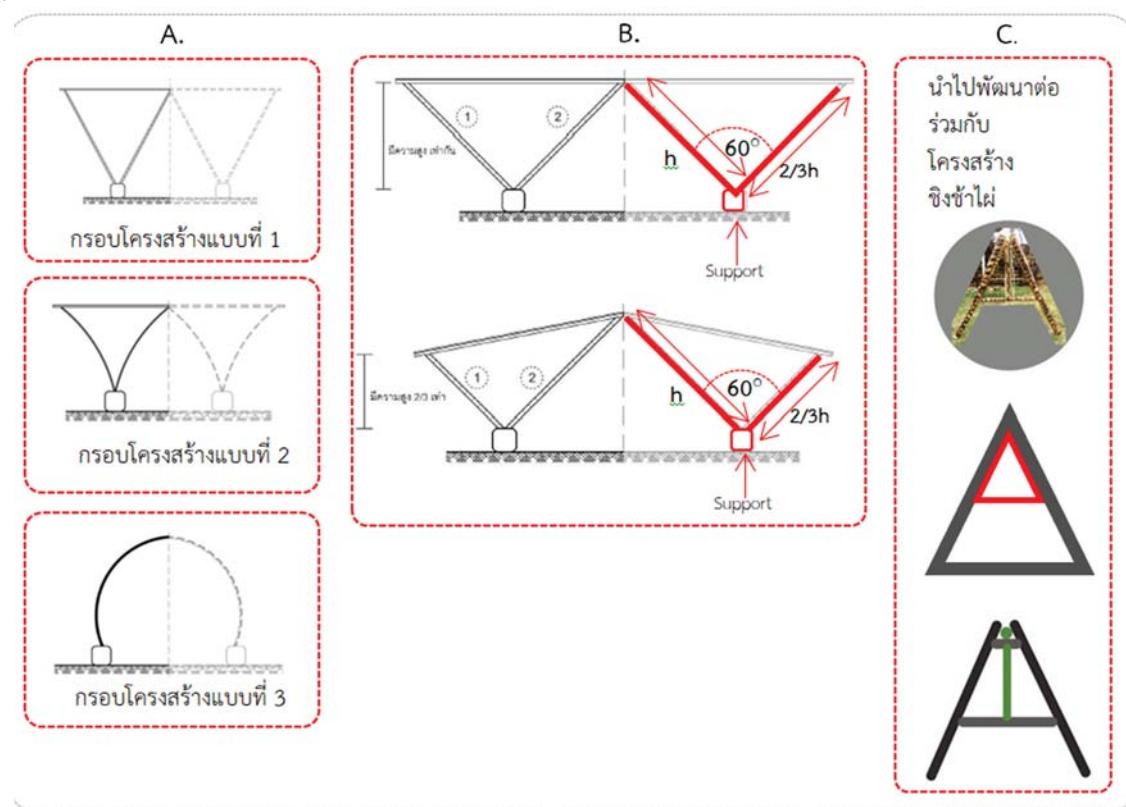


ภาพที่ 4 การพัฒนารูปแบบและข้อต่อของโครงสร้างชิงช้าไฟ

ที่มา: ผู้นิพนธ์

2) การพัฒนารูปทรงที่เป็นไปได้ (Mass Development)

การพัฒนารูปทรงที่เป็นไปได้ของคลาไฟน์ เกิดจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบรูปทรงของสถาปัตยกรรมไม่โดยสุกสูญญาลักษณ์ จันทร์วงศ์ (2557) ได้สรุปว่า สถาปัตยกรรมไม่ขนาดเล็กในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีลักษณะโครงสร้างพื้นฐานมาจากรูปสามเหลี่ยม เกิดการสนับสนุนของโครงสร้าง รูปแบบโครงสร้าง มีความสมมาตรและเป็นอาคารที่เกิดจากกรอบโครงสร้างที่ซ้ำกัน ประกอบเป็นโครงสร้างของอาคาร โดยมีลักษณะการซ้ำกันของโครงสร้าง 2 ลักษณะ คือ ซ้ำกันในแนวราบ และซ้ำกันในแนวรัศมีวงกลม จากงานวิจัยดังกล่าว นักวิจัยได้สรุปกรอบโครงสร้างที่จะใช้ในการจำลองอาคารไม่และประเมินความแข็งแรงของของโครงอาคารไว้ 3 รูปแบบ (กรอบโครงสร้าง)

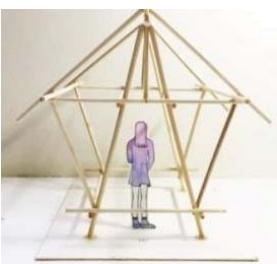
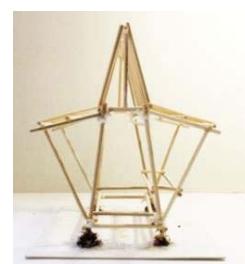


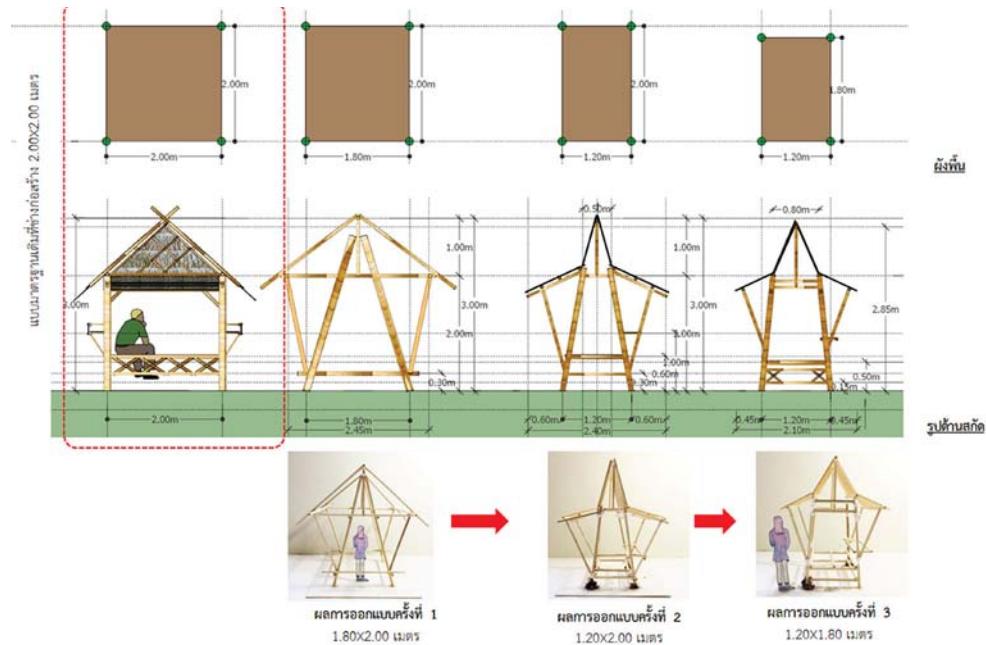
ภาพที่ 5 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสถาปัตยกรรมไม่ขนาดเล็ก

ที่มา: ตัดเปล่งมากจาก สุกัญญาลักษณ์ จันทร์วงศ์ (2557)

จากแนวความคิดในการออกแบบและการพัฒนารูปทรงที่เป็นไปได้นั้น นำไปสู่กระบวนการพัฒนาแบบโดยผ่านการใช้เครื่องมือในการออกแบบคือ (1) การขีดรูปสามมิติด้วยโปรแกรม SketchUp และ (2) การตัดหุ่นจำลอง โดยมีรายละเอียดในการพัฒนาแบบแต่ละครั้งรวมถึงการวิเคราะห์ผลการพัฒนาแบบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ผลการออกแบบและพัฒนาแบบในแต่ละครั้ง

วิเคราะห์ผลการออกแบบ ครั้งที่ 1	วิเคราะห์ผลการออกแบบ ครั้งที่ 2	วิเคราะห์ผลการออกแบบ ครั้งที่ 3
<p>ในการออกแบบครั้งที่ 1 เป็นการร่างแบบตามแนวความคิดและการทบทวนวรรณกรรมที่ศึกษามา การทำความเข้าใจแบบและการออกแบบนั้นยังไม่เดียว เนื่องจากเมื่อ拿出แบบไปปรึกษากับช่างท้องถิ่น พบร่วมกันว่าแบบมีขนาดที่ใหญ่เกินไป เมื่อร่วมระยะยื่นของขาตัวแล้วนั้น ทำให้มีขนาดที่มีระยะด้านสักดิ้นกว่าขนาดของรถกระเบน ประกอบกับการอ้างอิงเสาที่มีระยะห่างของไม้คอกเสาบนด้านสักดิ้นที่น้อยกว่า (เสาน้ำหลักอ้างอิงประชิดกัน) ส่งผลให้ระยะห่างที่เสาห่างออกจากกันมีระยะที่มากตามไปด้วย ช่างแนะนำให้แยกชุดโครงสร้างหลังคา กับโครงสร้างเสาศาลาออกจากกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากเรื่องไฝสีสุก เนื่องจากเป็นไฝที่ช่างเคยซื้อไว้แบบเหมือนรถแต่ยังใช้ไม่หมดจึงยังไม่ได้สั่งไฝใหม่ ไฝที่เหลือจึงค่อนข้างคงอยู่ น้อยลงที่จะตรงจนมีระยะ 3.00 เมตร ตลอดทั้งลำผู้รับภาระชั่วโมงจึงตัดสินใจพัฒนาแบบโดยการลดความสูงของเสาไฝสีสุกลง แม้ว่าเสาไฝสีสุกที่มีนั้นจะมีความคงอย่างมาก ช่างได้แจ้งว่า เมื่อก่อสร้างหน้างานแล้วจะต้องคัดเลือกไฝที่มีความตรงใกล้เคียงกัน หรือคัดของน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้</p> 	<p>เมื่อพัฒนาแบบร่างครั้งที่ 2 พบร่วมกันว่า แบบมีขนาดที่ใหญ่เกินไป เมื่อร่วมระยะยื่นของขาตัวแล้วนั้น ทำให้มีขนาดที่มีระยะด้านสักดิ้นกว่าขนาดของรถกระเบน ประกอบกับการอ้างอิงเสาที่มีระยะห่างของไม้คอกเสาบนด้านสักดิ้นที่น้อยกว่า (เสาน้ำหลักอ้างอิงประชิดกัน) ส่งผลให้ระยะห่างที่เสาห่างออกจากกันมีระยะที่มากตามไปด้วย ช่างแนะนำให้แยกชุดโครงสร้างหลังคา กับโครงสร้างเสาศาลาออกจากกัน ทั้งนี้เป็นผลมาจากเรื่องไฝสีสุก เนื่องจากเป็นไฝที่ช่างเคยซื้อไว้แบบเหมือนรถแต่ยังใช้ไม่หมดจึงยังไม่ได้สั่งไฝใหม่ ไฝที่เหลือจึงค่อนข้างคงอยู่ น้อยลงที่จะตรงจนมีระยะ 3.00 เมตร ตลอดทั้งลำผู้รับภาระชั่วโมงจึงตัดสินใจพัฒนาแบบโดยการลดความสูงของเสาไฝสีสุกลง แม้ว่าเสาไฝสีสุกที่มีนั้นจะมีความคงอย่างมาก ช่างได้แจ้งว่า เมื่อก่อสร้างหน้างานแล้วจะต้องคัดเลือกไฝที่มีความตรงใกล้เคียงกัน หรือคัดของน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้</p> 	<p>การพัฒนาแบบครั้งสุดท้ายเป็นการปรับเปลี่ยนต่าง ๆ ให้เข้าที่ เพื่อที่จะให้สามารถนำไปก่อสร้างได้ ส่วนรูปทรงนั้นได้ถูกพัฒนาตามระยะเวลาและความเป็นไปได้ในด้านต่าง ๆ ประกอบกัน ในครั้งนี้ช่างได้ให้คำแนะนำว่า การทำแบบที่สมบูรณ์ไม่ได้หมายความว่าจะก่อสร้างได้สมบูรณ์ ตามแบบที่ทำมาทั้งหมด เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพของไฝ ที่มีธรรมชาติความเป็นข้อหรือปล้องตลอดทั้งลำ ดังนั้นแม้ว่าแบบจะมีระยะการเชื่อมต่อ หรือตำแหน่ง การเจาะรูต่างๆ ที่ลงตัวมาแล้ว แต่เมื่อถึงการก่อสร้างหน้าจริง บางตำแหน่งอาจจะเจาะรูไม่ได้ ต้องมีการปรับระยะต่าง ๆ ที่หน้างานจริงด้วย</p> 



ภาพที่ 6 การออกแบบและการพัฒนาแบบทั้ง 3 ครั้ง
ที่มา: รัชฎาพร ธรรมคำสิงห์

6. สรุปกระบวนการออกแบบและการพัฒนาฐานรากทั้ง 3 ชั้น

1) แนวความคิดในการออกแบบ (Conceptual design)

รูปแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมไม่ใช่นิยมในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตามการทบทวนวรรณกรรมนั้นพบว่ามี 2 รูปแบบ สามารถแบ่งตามประเภทโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม คือ (1) โครงสร้างแบบแบบแผ่นผืน (Surface Structure) (2) โครงสร้างแบบเสาและคาน (Skeleton Structure) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการพัฒนารูปทรงศาลาไผ่บนพื้นฐานคุณลักษณะ ความสามารถในการรับแรงและน้ำหนักบรรทุกแบบโครงเฟรม (Skeleton Structure) ขึ้นมาจากรูปทรงของซิงช้าไไฟซึ่งเป็นโครงเฟรมสามเหลี่ยมที่มีความเสถียรภาพ การทบทวนวรรณกรรมจากกรณีศึกษา รวมถึงรูปทรงเดิมของศาลาไไฟที่เรียกว่า ทรงกระท่อม หรือทรงถียงนา โดยใช้กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design thinking) ในขั้นตอนทั้งหมด และใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action research) ในการพัฒนาแบบร่าง เพื่อสะท้อนผลการออกแบบร่วมกับช่างท้องถิ่น ซึ่งทั้งสองกระบวนการนำไปสู่การค้นหาต้นแบบ (Prototype) ศาลาไไฟ

2) การพัฒนาฐานรากที่เป็นไปได้ (Mass Development)

การพัฒนาฐานรากที่เป็นไปได้เพื่อนำไปสู่การก่อสร้างนั้น เกิดจากการออกแบบและพัฒนาแบบร่วมกับช่าง บนพื้นฐานการศึกษาและการออกแบบแนวความคิดดังที่กล่าวมาเบื้องต้น ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรมการออกแบบสถาปัตยกรรมไไฟ จำนวนใช้เครื่องมือในการออกแบบ (Design Tools) เพื่อเป็นสื่อกลางในสร้างความเข้าใจให้ตรงกับช่าง คือ

2.1) การขึ้นรูปสามมิติ โดยการใช้โปรแกรม SketchUp เพื่อนำเสนอแบบในแต่ละครั้ง

2.2) การสร้างทุนจำลอง (Mass study) เพื่อใช้ดูระยะต่างๆ ที่จะเป็นไปได้ บนปัจจัยทางด้านการขนส่งโดยรถบรรทุก ซึ่งศาลาต้องมีขนาดความกว้างด้านหลังไม่เกิน 2.10 เมตร ยาวไม่เกิน 3.00 เมตร และสูงไม่เกิน 5.00 เมตร โดยใช้วัสดุ อุปกรณ์สำหรับทำทุนจำลองได้แก่ ไม้ลูกชิ้น การร้อน เชือก กระดาษชนอ้อย ซึ่งเทคนิคการสร้างทุนจำลองในการสื่อสาร ร่วมกับช่างนี้ เป็นสิ่งสำคัญมากในการออกแบบและก่อสร้างศาลาไไฟ เนื่องจากช่างจะมีความสามารถในการทำความเข้าใจจากทุนจำลองได้ดีกว่าแบบสามมิติจากโปรแกรม SketchUp ประกอบกับคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลของไไฟ ที่มีลักษณะไม่คงที่ตลอดทั้งลำ

ทำให้ห้องเห็นภาพรวมและสามารถเปรียบเทียบกับลำไส้จริงได้ดีกว่า (ธนา อุทัยภัตรากุล, 2559)

จากการออกแบบและพัฒนาแบบร่วมกับช่าง 3 ครั้ง จนสามารถปรับเปลี่ยนที่เหมาะสมกับการนำไปก่อสร้างจริง ช่างให้คำนิยามศala ที่ออกแบบใหม่นี้ว่า ศala ทรงกระโจน โดยลักษณะของรูปทรงความเป็นกระโจนนี้ แตกต่างจากความเป็นทรงกระท่อม คือ (1) สัดส่วนความกว้าง X ยาว X สูง (2) การยืนขยายชาติที่ยาวขึ้น (3) การใช้เสาเลียง (4) การใช้งานที่เหมาะสมกับพุทธิกรรม ส่วนการออกแบบสถาปัตยกรรมไม่สิ่งที่ผู้ออกแบบควรทราบเพื่อการออกแบบโครงสร้างไม่ใช่เหมาะสม และเกิดประสิทธิภาพมี ดังนี้

1) ไม่สามารถทนต่อแรงดึงและฝนได้ เนื่องจากเดดและฝนในบริเวณที่มากเกินไปจะไปทำลายเนื้อไม้ ส่งผลต่อความแข็งแรงของไม้ ดังนั้นในการออกแบบควรให้โครงสร้างสัมผัสกับడเคน้อยที่สุด และเมื่อโครงสร้างหลังคาที่ปักคลุมโครงสร้างทั้งหมดเอาไว้เพื่อป้องกันฝน

2) ไม่គ่อให้เสารือขึ้นส่วนโครงสร้างไม้สัมผัสกับดินโดยตรง เพื่อป้องกันแมลงที่จะมาทำลายไม้ โดยควรมี ตอม่อวางสัมผัสกับพื้นดิน เพื่อยืดอายุการใช้งานของโครงสร้าง

3) ควรใช้ไม้ผ่านกระบวนการเผาเพื่อช่วยป้องกันแมลงนำทำลายเนื้อไม้

4) ไม่มีความสามารถในการรับแรงดึง (Tension) หรือแรงที่กระทำในลักษณะของการดึงไม้ออกจากกันได้ดีกว่า แรงอัด (Compression) หรือแรงในแนวตั้งที่กระทำลงบนไม้ (สุรศรี ฤทธิรงค์, 2554)

จากข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนารูปทรงศala ไม้ให้มีขนาดที่เหมาะสมกับลักษณะของโครงสร้างทั้งหมด ของศala เพื่อป้องกันแรงดึงและฝนอันเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานศala ไม้ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พัฒนาประโยชน์ ให้สอยร่วมกับความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirements) โดยการเพิ่มชั้นวางของที่อยู่ในระดับการใช้งานที่มี ความเหมาะสมกับสัดส่วนมนุษย์ (Human Scale) ซึ่งสามารถใช้อ่านหนังสือ นั่งทำงาน หรือวางคอมพิวเตอร์ได้ ดังภาพที่ 9

3) ปัจจัยที่ส่งผลในระหว่างกระบวนการออกแบบและพัฒnaroo ปัจจัยที่ส่งผลในระหว่างกระบวนการออกแบบ

3.1) การออกแบบและพัฒnaroo เป็นไปตามการทบทวนวรรณกรรมบนพื้นฐานปัจจัยการพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารด้วยไม้ (Integrated bamboo building) (สุธิชา บรรจงรัตน์, 2557 อ้างถึง วิวัฒน์ เมมีพันธ์, 2541) ทำให้ต้องศึกษาพื้นฐานการออกแบบและก่อสร้างจากช่างมาก่อน ก่อนที่จะนำมาออกแบบใหม่ ทำให้ผู้วิจัยใช้เวลาในการพัฒนาแบบแต่ละครั้ง เนื่องจากต้องใช้การเขียนรูปสามมิติด้วยโปรแกรม SketchUp และการสร้างที่นุ่มนวล ไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ ถือเป็นเครื่องมือหลักในการแสดงแบบเพื่อใช้สื่อสารกับช่างได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องใช้เวลาลงมือทำทั้งแบบและทุนจำลองเพื่อการสื่อสารกับช่างอย่างมีประสิทธิภาพและสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

3.2) กระบวนการพัฒนาแบบแต่ละครั้งนั้นผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ออกแบบ (Designer) โดยมีช่างท้องถิ่นเป็นผู้ให้คำปรึกษา ตั้งแต่รูปทรงที่ออกแบบในครั้งแรกว่าจะนำไปสู่การก่อสร้างได้อย่างไร โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

3.2.1) พื้นที่ที่ต้องคำนึงถึง ขนาดหน้าตัด เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวของไม้ ส่งผลให้เสาหลักมีความสูงอยู่ที่ 2.00 เมตร (กำหนดค่าเท่ากับ h ตามการทบทวนวรรณกรรม) และมีเสาอันที่ทำหน้าที่รับชายคาอยู่ที่ 1.33 เมตร โดยมาจากระยะ 2/3 ของเสาหลัก (2/3h) ซึ่งเป็นความสูงที่ลดลงจากแบบครั้งที่ 1 เนื่องจากแบบร่างครั้งที่ 1 นั้นใช้เสาไฟที่สูงถึง 3.00 เมตร (h) ดังนี้ จึงนำไปเป็นโครงสร้างหลังคา มีเสารองอยู่ที่ 2.00 เมตร (2/3h) ซึ่งทำให้ขอเสนอแนะว่า หากทำใช้เสาไฟสูงขนาด 3.00 เมตร จึงจะสูงกว่าที่ออกแบบมา จึงต้องเพิ่มเสาอีกตัวเพื่อให้คงที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับไฟสีสุกที่ช่างมี ณ เวลานั้น มีจำนวนจำกัดต้องลดลงมา 3.00 เมตร เพียงลำเดียว ดังนั้นจึงตัดสินใจลดขนาดความสูงของเสาไฟสูงลงตามคำแนะนำ และได้แยกชุดโครงสร้างหลังคาออกจากการก่อสร้างศala

3.2.2) สัดส่วนที่เหมาะสมกับการต้านทานแรงลม ปัจจัยข้อนี้ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประดิษฐ์ จากการสัมภาษณ์ช่างได้อธิบายว่า คำว่ามาตรฐานศala ขนาด 2.00×2.00 เมตร หรือสี่เหลี่ยมด้านเท่า นี้ เกิดขึ้นจากการใช้งานของศala ไม้ที่ต้องดึงด้วยแรงลมที่มีความเร็วและแรง ส่งผลให้ผังพื้นหรือรูปทรงที่เป็นสี่เหลี่ยมด้านเท่า สามารถรับแรงลมได้เท่ากันทุก ๆ ด้าน ลดความเสี่ยงต่อการนำไปใช้งานในที่โล่งแจ้งที่อาจเกิดการพลิกคว่ำของศala อันเนื่องมาจากแรงลมได้ ดังนั้นหากศala มีความสูงมาก และมีขนาดความกว้างคุณภาพที่เล็กและแคบเกินไป จะส่งผลต่อการต้านทานแรงลม เนื่องจากการใช้งานศala ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดการพลิกคว่ำ (Overturning collapse) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องปรับลดขนาดของศala ลงเพื่อให้เกิดสมดุลและสัดส่วนที่เหมาะสมต่อปัจจัยดังกล่าวด้วย โดยทำการปรับลดขนาดความกว้างคุณภาพและความสูงของศala ดังนี้

1) ไม่สามารถทนต่อแรงกดและผ่อนได้ เนื่องจากแัดและผ่อนในบริมาณที่มากเกินไปจะไปทำลายเนื้อไผ่ ส่งผลต่อความแข็งแรงของไผ่ ดังนั้นในการออกแบบควรให้โครงสร้างสัมผัสกับเด่นอยู่ที่สุด และมีโครงสร้างหลังคาที่ปักคลุมโครงสร้างทั้งหมดเอาไว้เพื่อป้องกันฝน

2) ไม่ควรให้เสาหรือข้อต่อส่วนโครงสร้างไผ่สัมผัสกับบันไดโดยตรง เพื่อป้องกันแมลงที่จะมาทำลายไผ่ โดยควรมีตอม่อวางสัมผัสกับพื้นดิน เพื่อยืดอายุการใช้งานของโครงสร้าง

3) ควรใช้ไผ่ที่ผ่านกรรมวิธีอนุมัติ เพราะการอนุมัติจะช่วยป้องกันแมลงมาทำลายเนื้อไผ่

4) ไม่มีความสามารถในการรับแรงดึง (Tension) หรือแรงที่กระทำในลักษณะของการดึงไผ่ออกจากกันได้ดีกว่าแรงอัด (Compression) หรือแรงในแนวตั้งที่กระทำลงบนไผ่ (สูบเรด ถูกธิรังค์, 2554)

จากข้อสรุปดังกล่าว ผู้วิจัยได้พัฒนารูปทรงศาลาไผ่ให้มีข่ายคาดที่ยืนยาวอกรอบคลุมโครงสร้างทั้งหมดของศาลา เพื่อป้องกันแรงกดและผ่อนอันเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่ออายุการใช้งานศาลาไผ่ นอกจากนี้ผู้วิจัยยังได้พัฒนาประโยชน์ใช้สอยร่วมกับความต้องการของผู้ใช้งาน (User Requirements) โดยการเพิ่มชั้นวางของที่อยู่ในระดับการใช้งานที่มีความเหมาะสมกับสัดส่วนมนุษย์ (Human Scale) ซึ่งสามารถใช้อ่านหนังสือ นั่งทำงาน หรือวางคอมพิวเตอร์ได้ ดังภาพที่ 9

3) ปัจจัยที่ส่งผลในระหว่างกระบวนการออกแบบและพัฒนารูปทรงศาลาไผ่

3.1) การออกแบบและพัฒนารูปทรงนั้น เป็นไปตามการทบทวนวรรณกรรมบนพื้นฐานปัจจัยการพัฒนาระบบการก่อสร้างอาคารตัวยิ่งไผ่ (Integrated bamboo building) (สุทธิชา บรรจงรัตน์, 2557 ยังคง วิวัฒน์ เมเมียพันธ์, 2541) ทำให้ต้องศึกษาพื้นฐานการออกแบบและก่อสร้างจากช่างมาก่อน ก่อนที่จะนำมาออกแบบใหม่ ทำให้ผู้วิจัยใช้เวลานานในการพัฒนาแบบแต่ละครั้ง เนื่องจากต้องใช้การเขียนรูปสามมิติด้วยโปรแกรม SketchUp และการสร้างหุ่นจำลองไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งทั้งสองอย่างนี้ ถือเป็นเครื่องมือหลักในการแสดงแบบเพื่อใช้สื่อสารกับช่างได้เป็นอย่างดี ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องใช้เวลาลงมือทำทั้งแบบและหุ่นจำลองเพื่อการสื่อสารกับช่างมีประสิทธิภาพและสร้างความเข้าใจที่ตรงกัน

3.2) กระบวนการพัฒนาแบบแต่ละครั้งนั้นผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ออกแบบ (Designer) โดยมีช่างห้องถินเป็นผู้ให้คำปรึกษา ตั้งแต่รูปทรงที่ออกแบบในครั้งแรกว่าจะนำไปสู่การก่อสร้างได้อย่างไร โดยมีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

3.2.1) พื้นที่ไผ่ ขนาดหน้าตัด เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวของไผ่ ส่งผลให้เสาหลักมีความสูงอยู่ที่ 2.00 เมตร (กำหนดค่าเท่ากับ h ตามการทบทวนวรรณกรรม) มีเสารองที่ทำหน้าที่รับชายคาอยู่ที่ 1.33 เมตร โดยมาจาก roughly 2/3 ของเสาหลัก (2/3h) ซึ่งเป็นความสูงที่ลดลงจากแบบครั้งที่ 1 เนื่องจากแบบร่างครั้งที่ 1 นั้นใช้เสาไผ่ที่สูงถึง 3.00 เมตร (h) ดังนี้ เนื่องจากเป็นโครงสร้างหลังคา มีเสารองอยู่ที่ 2.00 เมตร (2/3h) ช่างให้ข้อเสนอแนะว่า หากทำใช้เสาไผ่สีสุกขนาด 3.00 เมตร ขึ้นไปเป็นโครงสร้างหลังคาเป็นชุดเดียว กันจะส่งผลให้ศาลมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ประกอบกับปั้นไสสีสุกที่ช่างมี ณ เวลานั้น มีจำนวนลำที่มีขนาดตรงตลอดลำไปถึง 3.00 เมตร เพียงลำเดียว ดังนั้นจึงตัดสินใจลดขนาดความสูงของเสาไผ่สีสุกลงตามคำแนะนำ และได้แยกชุดโครงสร้างหลังคาออกจากโครงสร้างศาลา

3.2.2) สัดส่วนที่เหมาะสมกับการต้านทานแรงลม ปัจจัยข้อนี้ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกประดิษฐ์หนึ่งจากการสัมภาษณ์ช่างได้อธิบายว่า ความกว้างมาตรฐานศาลมีขนาด 2.00×2.00 เมตร หรือสี่เหลี่ยมด้านเท่ากัน เกิดขึ้นจากการใช้งานของศาลาไผ่ดังนี้ เนื่องจากขนาดของช่องทางเดินและชานชาลาเลือกที่จะตั้งอยู่ที่มุมของศาลา ลักษณะที่มีมุมแหลมและสี่เหลี่ยมด้านเท่ากัน สามารถรับแรงลมได้ดีกว่ากันทุกๆ ด้าน ลดความเสี่ยงต่อการน้ำท่วมในที่โล่งแจ้งที่อาจเกิดการพลิกคว่ำของศาลมีความสูงมาก และมีขนาดความกว้างคุณภาพที่เล็กและแคบเกินไป จะส่งผลต่อการต้านทานแรงลม เนื่องจากการใช้งานศาลมีความสูงกว่าคุณภาพที่เล็กและแคบเกินไป อาจทำให้ศาลมีความเสี่ยงต่อการพลิกคว่ำ (Overturning collapse) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงต้องปรับลดขนาดของศาลมเพื่อให้เกิดสมดุลและสัดส่วนที่เหมาะสมต่อปัจจัยดังกล่าวด้วย โดยทำการปรับลดขนาดความกว้างคุณภาพและความสูงของศาลา ดังนี้

- แบบร่างครั้งที่ 1 ศาลมีขนาด 1.80×2.00 เมตร สูง 3.00 เมตร

- แบบร่างครั้งที่ 2 ศาลมีขนาด 1.20×2.00 เมตร สูง 3.00 เมตร

- แบบร่างครั้งที่ 3 ศาลมีขนาด 1.20×1.80 เมตร สูง 2.85 เมตร

- แบบร่างครั้งที่ 3 องศาระหว่างเสาหลักกับเสารอง 30 องศา ระยะด้านสั้น 2.10 เมตร ดังนั้น จึงต้องทำการปรับองศา ดังนี้

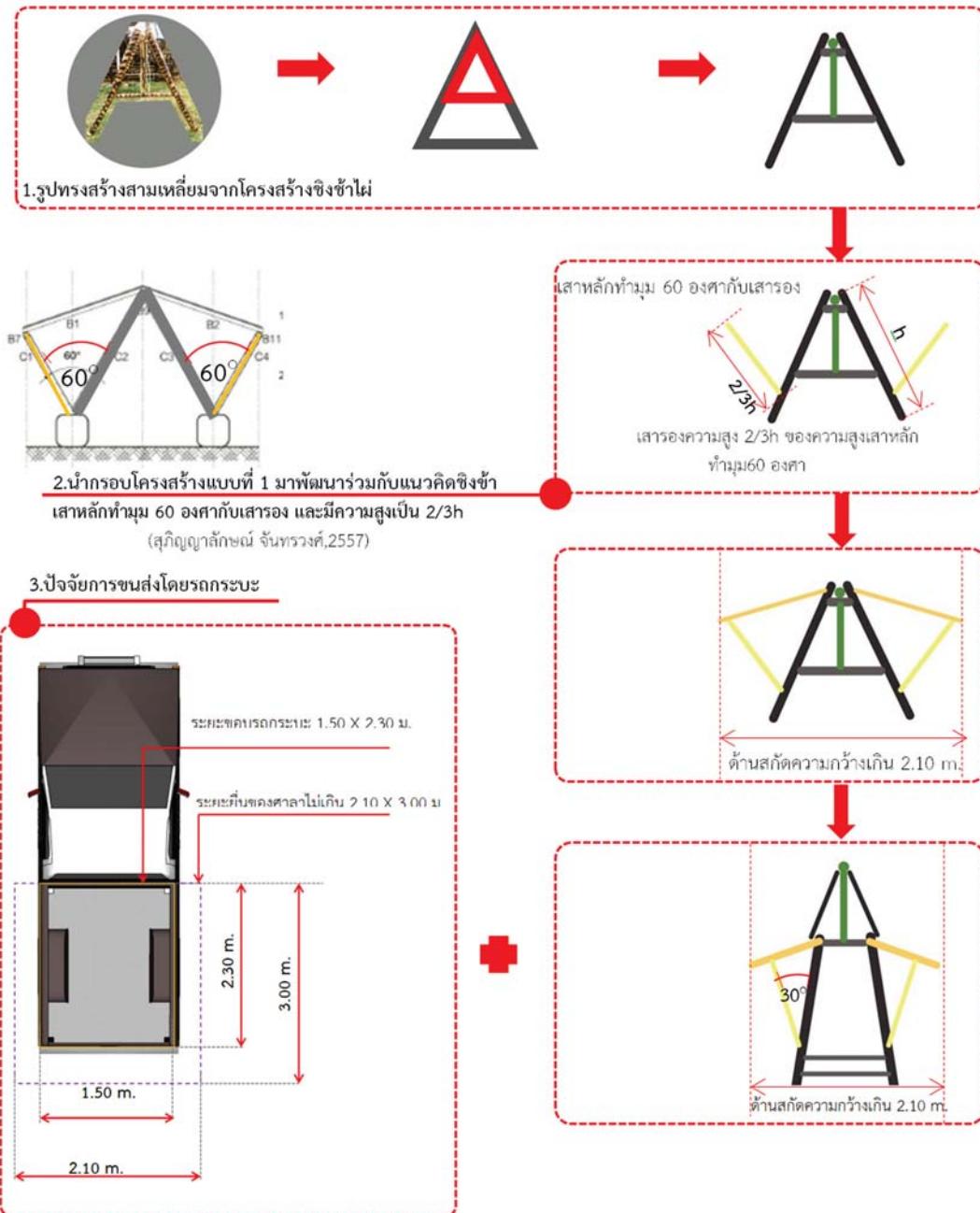
- แบบร่างครั้งที่ 1 องศาระหว่างเสาหลักกับเสารอง 60 องศา ระยะด้านสกัด 3.40 เมตร
- แบบร่างครั้งที่ 2 องศาระหว่างเสาหลักกับเสารอง 30 องศา ระยะด้านสกัด 2.40 เมตร
- แบบร่างครั้งที่ 3 องศาระหว่างเสาหลักกับเสารอง 30 องศา ระยะด้านสกัด 2.10 เมตร



ภาพที่ 7 ผลการออกแบบและพัฒนารูปทรงศาลาไฟจนนำไปสู่การก่อสร้างจริง
ที่มา: ผู้นิพนธ์

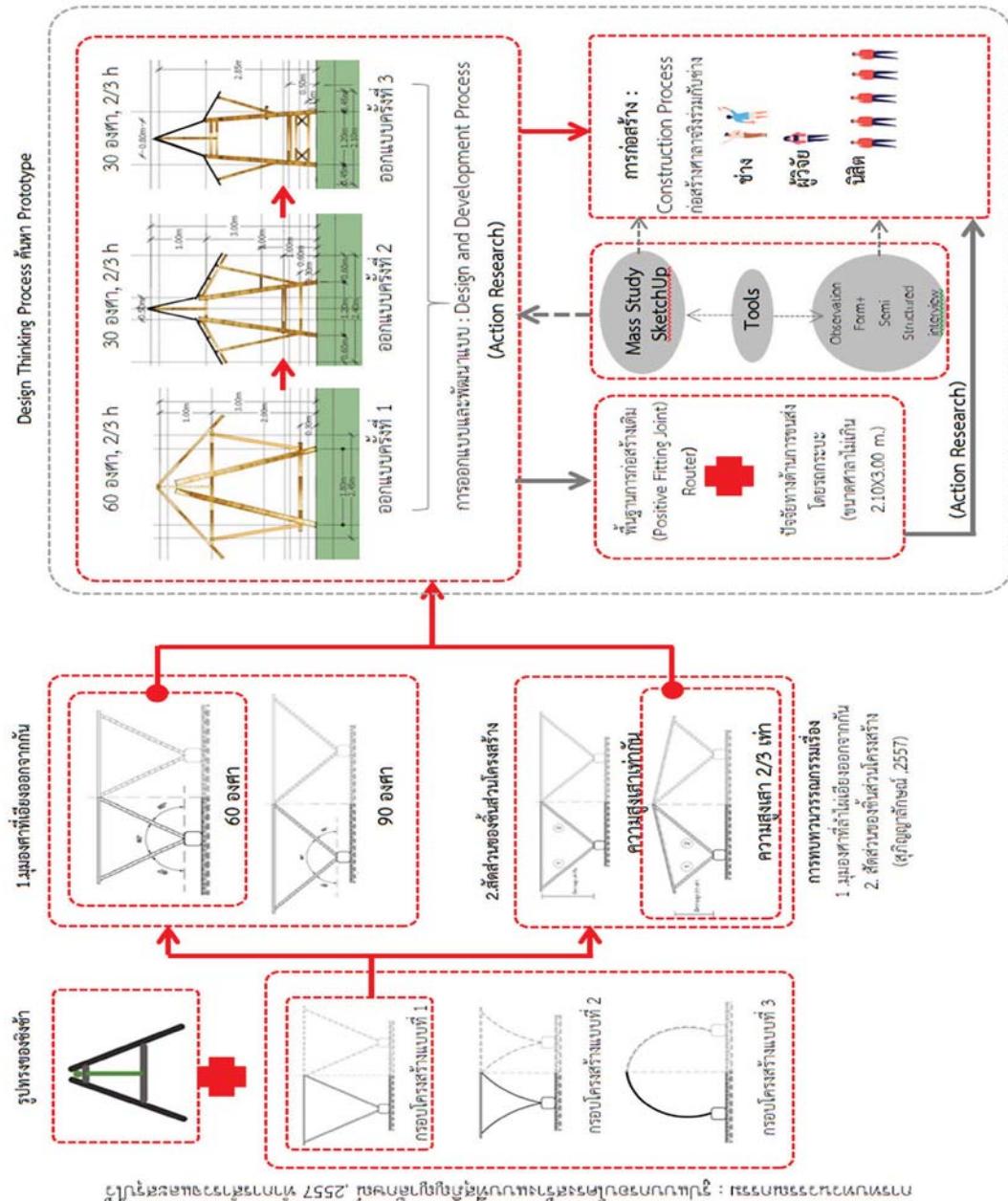


ภาพที่ 8 กระบวนการทำงานร่วมกับช่างท้องถิ่น
ที่มา: ผู้นิพนธ์



ภาพที่ 9 สรุปแนวความคิดในการออกแบบและการพัฒนารูปทรงศาลาไฝ

ที่มา: ผู้นิพนธ์



ภาพที่ 10 การทบทวนวรรณกรรมที่นำไปสู่กระบวนการออกแบบ

ที่มา: ผู้นิพนธ์

7. ข้อค้นพบ

8. ຂ້າສົບອານະ

ในกระบวนการออกแบบและพัฒนาแบบที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำมูเสียงระหว่างไฟส่องลำ ความมีการทดลองทำขึ้นส่วนจริงขึ้นมา ก่อนที่จะพัฒนาไปสู่การก่อสร้างหน้างาน เพื่อถูกความเป็นไปได้ของระบบการเชื่อมต่อที่เกิดขึ้น นอกจากนี้หากต้องอธิบายองค์กรระหว่างไฟส่องลำ ความมีการตัดปล่อยลำที่นำมาสอดประกอบไปให้ด้องศ่าที่ต้องการ ก่อนจะนำมาสอดประกอบกับเสาหลัก เพื่อลดขนาดความกว้างของรากเสาหลักถูกเจาะลง

9. กิจกรรมประจำ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจาก คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมืองและนิยมศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ 2561

10. ເອກສາຣອ້າງອີງ

- การต คำแก้ว. (2546). ไฝ่กับสถาปัตยกรรมที่เลื่อนหาย : การออกแบบศาลาประชาคม. บริณญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ไชยภพ เกตุพิชช. (2557). การศึกษาปัจจัยการเลือกใช้ระบบการก่อสร้างอาคารไฝ่ : กรณีศึกษาอาคารศาลาไฝ่ 4 หลัง ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ธนา อุทัยภัตราชรูร. (2559). โครงการออกแบบและก่อสร้างหอคิลปไม้ไฝ่. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม สถาบันอาชรมศิลป์.

ประทักษิณ ทองคุณ. (2561). การพัฒนาชุดอุปกรณ์ ต่อ-ประกอบไม้ เพื่อเพิ่มความปลอดภัย สำหรับฝึกปฏิบัติการทำงานไม้. วารสารสถาปัตยกรรมการออกแบบ และการก่อสร้าง. 1(1), 38-47.

พสุ เดชะรินทร์. (2557). *Design Thinking*. [ออนไลน์]. ได้จาก: <http://www.bangkokbiznews.com/blog/detail/591915> [สืบค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2561].

ภัทฐิตา พงศ์ธนา. (2557). การศึกษาความสามารถการรับน้ำหนักของโครงสร้างไฝ่ โดยวิธีการรับจำเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรม. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

รุ่งพรรชา น้อยจันทร์. (2557). การพัฒนาข้อต่อโครงถักไฝ่สำหรับโครงสร้างสถาปัตยกรรม. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุทธิชา บรรจงรัตน์. (2557). การศึกษาคุณสมบัติทางกลของพันธุ์ไม้ไทยในงานโครงสร้างเรียบง่าย. ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุปรีดี ฤทธิรงค์. (2554). การประยุกต์ใช้งานโครงสร้างลำห้บของการสาระ楠 (Thai Bamboo: Material Explored). (พิมพ์ครั้งที่ 1). ปริญญาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

Andry Widjowijatnoko. (2012). *Conventional vs. Substitutive Bamboo Construction: The classification of Bamboo Construction.* Ph.D Thesis. Faculty of Architecture RWTH Aachen, Germany.