Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS) Vol.19(1).2022
DOI: 10.14456/jars.2022.8

# แนวทางการออกแบบเพื่อนำเสนอรูปแบบการจักสานของไทยเพื่อประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย

# The Guideline of Application of Thai Weaving Wisdom with Uses of Rubberwood in the Design of Contemporary Thai Architecture

ปานวาด วรเสถียร[1]* และ ภูมิชาย พันธุ์ไพโรจน์[2]
Panwad Worasathian[1]* and Poomchai Punpairoj[2]

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ จังหวัดปทุมธานี 12121
Faculty of Architecture and Planning, Thammasat University, Pathumthani 12121, Thailand
* Corresponding author e-mail: pw.panwad@gmail.com[1]*, poomchaipp@yahoo.com[2]

Received 4/8/2020 Revised 17/10/2020 Accepted 26/10/2020

**บทคัดย่อ**

การศึกษารูปแบบการจักสานของไทย สำหรับประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราเป็นองค์ประกอบและโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม ที่เหมาะสมกับรูปแบบและรูปทรงสมัยใหม่ของสถาปัตยกรรมไทย โดยศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไม้ยางพารา ได้แก่ ข้อมูลเชิงคุณสมบัติ และลักษณะการแปรรูปไม้ ซึ่งมีผลมาจากเทคโนโลยีในปัจจุบัน พบว่า ในการใช้งานไม้ยางพาราจะต้องคำนึงถึงปัญหาด้านความชื้น ความแข็งแรง รวมถึงขนาดและรูปแบบที่เหมาะสม ไม้ที่ผ่านกระบวนการอัดน้ำยาและอบเพื่อลดความชื้น เพื่อป้องกันความเสียหายจากแมลง มอด และ เชื้อรา จะเกิดการบิดงอ ทำให้ได้ไม้ท่อนตรงที่มีขนาดสั้น ในการนำมาใช้งานเป็นองค์ประกอบหรือโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม จะต้องนำมาพัฒนาประสิทธิภาพเพื่อให้ได้ขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมกับการใช้งาน ในลักษณะของโครงสร้างไม้องค์ประกอบ (Structural Composite Lumber: SCL) โดยใช้ไม้ซ้อนกันหลายชั้นและใช้กาวเป็นตัวประสาน เพื่อให้ได้รูปแบบและขนาดที่เหมาะสมกับงานสถาปัตยกรรม พบว่า วิธีการประกับไม้โครงสร้าง (Glued Laminate Timber หรือ Glulam) สามารถนำไปสู่รูปทรงโค้ง ได้แก่ โครงสร้างระบบกริดเชลล์ (Grid-Shell Structure) ซึ่งสอดคล้องกับรูปแบบการจักสานของไทย โดยบริเวณพื้นผิวที่มีลักษณะโค้งจะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลัก กระจายน้ำหนักไปยังส่วนต่าง ๆ โดยมีวงแหวนรัดเพื่อช่วยยึดโครงสร้างไว้ด้วยกัน ภายหลังการสร้างแบบจำลองศาลาไม้ยางพาราจำนวน 1 หลัง พบปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบ ได้แก่ 1.รัศมีความโค้งของไม้ 2.ขนาดและความยาว 3.การเสียรูปภายหลังถอดออกจากแม่แบบ ผลการประเมินภายหลังผ่านไปเป็นเวลา 1 ปี พบว่า โครงสร้างโดยรวมยังคงแข็งแรงสามารถเข้าใช้งานได้ แต่พบปัญหาเชื้อราบริเวณเนื้อไม้ โดยเฉพาะบริเวณที่โดนฝนและเปียกชื้น

**คำสำคัญ**
ไม้ยางพารา
ภูมิปัญญา
การจักสาน
การประยุกต์ใช้
สถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย

**Abstract**

This research aims to study Thai weaving patterns for the application of rubberwood as an architectural element and structure that suitable for the modern style and outline of Thai architecture. By studying the feasibility of using rubberwood, including qualitative data and the nature of wood processing which is the result of current technology, it was found that problems with moisture, strength, and suitable size and shape must be taken into account to prevent damage from insects, weevils, and fungi which can cause warping and get short straight pieces of wood. In order to be used as an architectural element or structure, it must be developed to acquire the size and shape suitable for use in the form of a Structural Composite Lumber (SCL). By stacking several layers of wood and using glue as a binder to obtain suitable form and size for architecture, it was found that Glued Laminate Timber (Glulam) method can lead to curved shapes such as the Grid-Shell Structure, which is consistent with the pattern of Thai basketry. The curved surface area works as the main structure. The weight is distributed over various parts with a band to help for holding the structure together. After the construction of a model of a rubberwood pavilion, problems and limitations were found in the design, consisting of 1. The radius of the wood curvature; 2. Size and length; 3. Deformation after removing from the template. The results of the evaluation after 1 year showed that the overall structure was still strong and accessible but there was a mold problem in the wood, especially in the area that was exposed to rain and wet.

**Keywords**

Rubberwood

Wisdom

Woven Pattern

Knowledge Application

Contemporary Thai Architecture

## 1. บทนำ

ไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยที่มีอัตราการผลิตเป็นอันดับหนึ่ง คือ ไม้ยางพารา เนื่องจากเป็นไม้ที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรม ใช้งานได้ทุกส่วนตั้งแต่น้ำยางไปจนถึงลำต้น นอกจากนั้นยังเป็นไม้ที่ไม่ทำลายหน้าดิน (Forest Industry Organization, 2017) แต่ปัจจุบันการใช้งานยังอยู่ในวงแคบ เช่น เฟอร์นิเจอร์ แผ่นไม้อัด และไม้แบบก่อสร้าง เป็นต้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้งาน ได้แก่ ขนาดของไม้แปรรูปที่ได้ ความคงทนแข็งแรง และปัญหาความชื้นในเนื้อไม้ ทำให้ไม้ยางพารามีมูลค่าต่ำอย่างต่อเนื่อง หากสามารถนำมาพัฒนาคุณภาพ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นองค์ประกอบและโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม โดยผนวกกับเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความคงทนแข็งแรง และมีขนาดที่เหมาะสมกับการใช้งาน จะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับไม้ยางพาราได้

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยใหม่ สามารถพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของไม้โตเร็ว จนสามารถใช้เป็นโครงสร้างหลักทางสถาปัตยกรรมตั้งแต่อาคารขนาดเล็กไปจนถึงอาคารขนาดใหญ่ เพื่อทดแทนวัสดุก่อสร้าง เช่น เหล็กและคอนกรีต ได้ เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่ยั่งยืนและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หากมีการจัดการที่ดี โดยเป็นไม้จากป่าปลูกหรือป่าเศรษฐกิจ ทางศูนย์วิจัยไม้ของมหาวิทยาลัยบริทิชโคลัมเบีย ประเทศแคนาดา ได้เปรียบเทียบไม้ที่ใช้ในอาคารสูง 18 ชั้น พบว่าการใช้ไม้แทนคอนกรีตในการก่อสร้างอาคาร สามารถลดก๊าซคาร์บอนได้มากถึง 2,432 ตัน เทียบเท่ากับการลดการใช้รถยนต์ 500 คัน บนท้องถนนเป็นเวลาหนึ่งปี (Alister & Barbara, 2017)

การออกแบบสถาปัตยกรรมไม้ในประเทศไทย จะต้องคำนึงถึง “อัตลักษณ์” (Identity) และความเหมาะสมในเชิงบริบท ในอดีตไม้เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้างที่ช่างหรือสถาปนิกไทยมีความเชี่ยวชาญมาอย่างยาวนาน แต่ปัจจุบันสถาปัตยกรรมไม้ขาดการดัดแปลงต่อยอดเพื่อปรับให้เข้ากับยุคสมัย ไม่สอดคล้องกับการใช้งาน และสภาพสังคมปัจจุบัน รูปแบบสถาปัตยกรรมที่เหมาะสมจะต้องสอดคล้องกับระบบเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมรวมถึงเทคโนโลยีที่ทันสมัย (Horayangkura, 2012)

ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา รูปแบบการจักสานไทยในอดีตควบคู่ไปกับการเสริมความแข็งแรงให้กับไม้ยางพาราด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย ที่มีความเหมาะสมทั้งด้านการสร้างรูปทรงและความแข็งแรงคงทน โดยผนวกเทคนิคการเสริมความแข็งแรงจากเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วย การศึกษานี้จะช่วยลดปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและปัญหาสิ่งแวดล้อม ที่กำลังเป็นปัญหาอยู่ในปัจจุบัน เนื่องจากไม้เป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นโครงสร้างเบา นำไปสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมแบบสำเร็จรูป (Prefabrication) ซึ่งปัจจุบันนี้สามารถควบคุมการผลิตชิ้นส่วนในโรงงาน เพื่อความแม่นยำในการประกอบชิ้นส่วน รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง

## 2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 ศึกษารูปแบบการจักสาน ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบทอดมาจากในอดีต เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย

2.2 ศึกษาคุณสมบัติของไม้ยางพารา และแนวทางการออกแบบเพื่อนำเสนอรูปแบบการเสริมความแข็งแรงสำหรับใช้เป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม

2.3 ประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราในการออกแบบสถาปัตย-กรรมไทยร่วมสมัย ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน

## 3. ขั้นตอนการศึกษา

3.1 ศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ไม้ยางพาราในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย ได้แก่ ข้อมูลเชิงคุณสมบัติ ลักษณะการแปรรูปไม้ในปัจจุบัน จากบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์สำหรับใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ

3.2 ศึกษารูปแบบสถาปัตยกรรมไม้ในปัจจุบันที่มีผลมาจากเทคโนโลยีสมัยใหม่ จากกรณีศึกษาในต่างประเทศของทั้งตะวันตก และตะวันออก จำนวน 20 แห่ง โดยศึกษาแนวคิดสากลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้โตเร็วหรือไม้เนื้ออ่อน รูปแบบ ลักษณะของโครงสร้างสถาปัตยกรรม และเทคโนโลยีการใช้ไม้ในปัจจุบัน

3.3 ศึกษารูปแบบภูมิปัญญาที่มีคุณค่าในเชิงอัตลักษณ์ไทยที่มีการสืบต่อกันมา โดยเน้นรูปแบบภูมิปัญญาหัตถกรรมจักสาน

3.4 สำรวจเครื่องจักสานในประเทศไทย ภายในพื้นที่ที่ยังคงมีการสืบทอดภูมิปัญญาการ จักสาน และมีการใช้งานเครื่องจักสานอย่างต่อเนื่อง ภายในจังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งออกเป็น 2 ชุมชน ได้แก่ ชุมชนดอยขุนแปะ อำเภอจอมทอง และกลุ่มจักสานไม้ไผ่ ชุมชนป่าบง อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล เพื่อนำไปสู่แนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมรูปแบบใหม่ จากไม้ยางพาราได้อย่างเหมาะสม ทั้งในด้านการสร้างรูปทรงและยังคงอัตลักษณ์ไทย ผลการออกแบบนำไปสู่การสร้างแบบจำลองศาลาพักคอย จำนวน 1 หลัง เพื่อทดสอบการใช้งาน

## 4. แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### *4.1 ความเป็นไปได้ในการใช้ไม้ยางพาราเป็นองค์-ประกอบทางสถาปัตยกรรม*

ไม้มีคุณสมบัติเฉพาะตัว ได้แก่ อัตราส่วนระหว่างความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง มีความเหนียว (Toughness) ยากต่อการเสียรูป หรือเรียกว่าความแข็งตึง (Stiffness) ทำให้สามารถรับแรงกระแทก (Shock Absorbance) และมีคุณสมบัติด้านการสั่นสะเทือน (Damping Capacity) อีกทั้งยังสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนและฉนวนกันไฟฟ้าที่ดี (Kaewkong & Doungpe, 1999)

ไม้ยางพารา จัดอยู่ในกลุ่มไม้เนื้อแข็ง ปานกลาง เป็นไม้ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพหลายประการใกล้เคียงกับไม้สัก ได้แก่ ความหนาแน่น ความถ่วงจำเพาะ น้ำหนักเบา คุณสมบัติทางกล มีลวดลายที่สวยงาม รวมทั้งยังมีราคาถูก (Soodsa-nguan, 1997) แต่ไม้ยางพารามีองค์ประกอบของสารโฮโลเซลลูโลส และมีการดูดและคายความชื้นสูง ทำให้ปัญหาเชื้อราและการคงรูปของไม้ยางพารา ยังเป็นข้อจำกัดในการใช้งาน ก่อนการนำไปใช้งานจึงจะต้องผ่านกระบวนการแปรรูป ได้แก่

การอัดน้ำยาเข้าไปในเนื้อไม้โดยใช้ความดัน โดยสารเคมีที่ไม่เป็นอันตราย ได้แก่ โซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) ที่ความเข้มข้น 15% โดยแช่ 24 ชั่วโมง (Soodsa-nguan, 1997) จากนั้นจึงนำมาอบด้วยความร้อน (Klin Drying) เพื่อลดความชื้น จะช่วยฆ่าเชื้อราและแบคทีเรียในเนื้อไม้ สำหรับการใช้งานในประเทศไทย ที่อุณหภูมิประมาณ 28–20 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 77–78 ปริมาณความชื้นในเนื้อไม้ที่เหมาะสมจึงอยู่ที่ร้อยละ 15 (Puvanant, 1999)

นอกจากนั้น ไม้ยังมีคุณสมบัติในการเป็นฉนวน สามารถต้านทานเพลิงไหม้ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง โดยจะเริ่มลุกไหม้ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส และไหม้เป็นถ่านที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส แต่ในไม้ขนาดใหญ่เมื่อเกิดการลุกไหม้ จะเกิดความเสียหายบริเวณผิว โดยภายในจะยังไม่เกิดความเสียหาย และยังสามารถรับน้ำหนักได้ การทำให้ไม้มีความทนทานเพลิงไหม้ หรือชะลอระยะเวลาในการติดไฟ สามารถอัดสารเคมีรักษาเนื้อไม้ ที่มีส่วนผสมของสารประกอบแอมโมเนีย ได้แก่ อะลูมินัมซัลเฟต แอมโมเนียโบรไมด์ แอมโมเนียมคลอไล์ กรดบอริก โซเดียมฟอสเฟต เป็นต้น (Puvanant, 1999)

### *4.2 รูปแบบและเทคนิคการก่อสร้างสถาปัตยกรรมไม้*

ไม้เป็นที่นิยมในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือนมาตั้งแต่ในอดีต โดยได้มีการพัฒนารูปแบบโครงสร้าง เพื่อดัดแปลงให้เข้ากับยุคสมัย ตามทรัพยากรที่มีอยู่ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม เศรษฐกิจ และเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยมีรูปแบบดังต่อไปนี้ การก่อสร้างด้วยซุง (Log Construction) การก่อสร้างด้วยโครงไม้ (Wood Frame Construction) โครงสร้างบัลลูนเฟรม (Balloon Framing) (Charunpat Puvanant, 1999) บ้านสำเร็จรูป (Modular House) ปัจจุบันรูปแบบการใช้พื้นที่ของมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงไป นำไปสู่รูปแบบโครงสร้างกริดเชลล์ (Timber Grid-Shell Structure) เป็นระบบโครงสร้างชนิดพิเศษที่รวมประสิทธิภาพโครงสร้าง เข้ากับรูปลักษณ์สมัยใหม่ เนื่องจากรูปแบบโครงสร้างประเภทนี้มีประสิทธิภาพในการถ่ายเทแรงลงบนพื้นผิวที่โค้งของโครงสร้าง เหมาะสำหรับอาคารที่ต้องการช่วงพาดกว้าง แต่ใช้วัสดุในการก่อสร้างน้อย ช่วยลดผลกระทบต่อทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม สามารถสร้างขึ้นในเวลาอันรวดเร็ว (Kuijvenhoven, 2009)

นอกจากนั้น ยังสามารถออกแบบอาคารไม้ในรูปแบบของโครงสร้างไดอะกริด (Timber Diagrid Structure) โดยมักใช้เป็นโครงสร้างหลักหรือโครงหลังคา ลักษณะการถ่ายแรงจะกระทำในแนวทแยงมุมภายในชิ้นส่วนแต่ละชิ้น โดยจุดต่อเป็นส่วนสำคัญในออกแบบโดยจะต้องออกแบบเพื่อรับแรงในแนวดิ่งและแรงเฉือน ข้อดีของระบบโครงสร้างนี้ คือ ใช้วัสดุในการก่อสร้างน้อย ช่วยลดค่าใช้จ่าย และสามารถออกแบบรูปทรงได้หลากหลาย

### *4.3 แนวคิดสากลและความก้าวหน้าในอุตสาหกรรมการแปรรูปไม้องค์ประกอบเพื่อใช้ในการก่อสร้าง*

ปัจจุบันไม้ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการก่อสร้างส่วนใหญ่ เป็นไม้ประกอบชิ้นส่วนโครงสร้าง หรือไม้องค์ประกอบ (Structural Composite Lumber: SCL) โดยใช้กาวหรืออุปกรณ์ยึดไม้ (Fastener) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของไม้ ทำให้สามารถออกแบบรูปร่างรูปทรงและขนาดได้อย่างอิสระ สามารถพาดช่วงได้กว้างขึ้นจากในอดีต อีกทั้งยังประหยัดวัสดุ และมีราคาถูกกว่าโครงสร้างไม้จริง (Solid

Wood) โดยเฉพาะในช่วงคริสต์ศตวรรษที่ 20 เทคโนโลยีนี้ได้พัฒนาขึ้นเป็นอย่างมาก ส่วนใหญ่ใช้ไม้โตเร็วและไม้เนื้ออ่อนเป็นหลัก เช่น ไม้เฟอร์ดักลาส (Douglas-fir) ไม้สปรูซ (Spruce) และไม้สน (Pine) โดยได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีจนเกิดเป็นวัสดุไม้ที่หลากหลายมาจนถึงปัจจุบัน ได้แก่

*1) โครงสร้างไม้ประกับ (Glued Laminate Timber หรือ Glulam)* ประกอบด้วยไม้แปรรูปหนาประมาณ 1–2 นิ้ว มาประกบติดกันด้วยกาว วางซ้อนหลายชั้นโดยให้เสี้ยนไม้เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกันโครงสร้างขนาดใหญ่ของไม้ประกับทำให้มีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ดี ไม่เป็นสื่อนำไฟฟ้า และมีความทนทานต่อเพลิงไหม้ ทำให้การเผาไหม้เกิดช้าลง

โครงสร้างไม้ประกับนิยมใช้เป็นคาน จันทัน โครงแข็งเกร็ง (Portal Frame) และสามารถออกแบบให้มีรูปร่างโค้ง (Curve Laminated Wood หรือ Arch Rib) ได้

โดยไม้ที่มาซ้อนกันนั้นจะต้องบางน้อยกว่า 1 นิ้ว หรืออาจใช้ไม้แผ่นที่บางถึง 1/8 นิ้ว เพื่อความสะดวกในการดัดโค้ง จากคุณสมบัติที่กล่าวมา ทำให้ไม้ประกับสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโครงสร้างได้เกือบทุกชนิด (Puvanant, 1999)

2) แผ่นไม้อัดบางประกับ (Laminated Veneer Lumber หรือ LVL) ประกอบไปด้วยแผ่นไม้อัดบางซ้อนกันโดยที่วางเสี้ยนไม้ให้เรียงตัวไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจนสามารถใช้ทดแทนแผ่นคอนกรีตได้ นิยมใช้ทำโครงสร้าง เช่น คาน ตง และจันทัน (Vlosky, Smith, Blankenhorn & Haas, 1994)

3) ไม้ครอสลามิเนต (Cross-Laminated Timber หรือ CLT) นำไม้ชิ้นเล็กมาซ้อนกันในทิศทางสลับเสี้ยนไม้และใช้กาวเป็นตัวประสาน ทำให้สามารถออกแบบรูปร่างรูปทรงและขนาดได้ตามความต้องการ เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีประสิทธิภาพ และสามารถคาดการณ์พฤติกรรมของโครงสร้างได้ ทั้งยังเป็นฉนวนป้องกันเสียงและสามารถต้านทานไฟได้ดี สถาปนิกอย่าง รัสเซล แอคตัน ที่ออกแบบอาคารบล็อก คอมมอน (Brock Commons) ได้กล่าวว่าอาคารไม้ ครอสลามิเนต หรือไม้ CLT สามารถต้านทานไฟได้ดีเนื่องจากหากเกิดเพลิงไหม้ผิวชั้นนอกจะกลายเป็นชั้นของถ่านสามารถปกป้องผิวชั้นใน ไม่ให้ไฟลามลึกลงไปได้ นำไปสู่รูปแบบการใช้ไม้เป็นโครงสร้างสำหรับอาคารสูง (Wood Skyscraper) (Oregon Best, 2017)

### *4.4 ประเภทโครงสร้างและเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้จากกรณีศึกษา ในต่างประเทศ*

จากกรณีศึกษา ทั้งหมด 20 แห่ง แบ่งออกเป็นสถาปัตยกรรมไม้ในประเทศตะวันตก จำนวน 13 แห่ง และสถาปัตยกรรมไม้ในประเทศตะวันออก จำนวน 7 แห่ง โดยมุ่งศึกษาไปที่สถาปัตยกรรมไม้ที่มีการใช้ไม้องค์ประกอบเพื่อศึกษาประเภทเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้ และลักษณะรูปแบบโครงสร้าง โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

### *4.5 แนวทางการสร้างสรรค์อัตลักษณ์ไทยในงานสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย*

รูปแบบของสถาปัตยกรรมที่มีอัตลักษณ์ไทยที่มีการใช้อยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ สถาปัตยกรรมไทยประเพณี สถาปัตยกรรมไทยประยุกต์ และสถาปัตยกรรมไทยเชิงสุนทรีย์ ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพสังคมปัจจุบัน เนื่องจากมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ และขัดแย้งกับบริบททางสังคมปัจจุบัน โดยรูปแบบสถาปัตยกรรมที่เหมาะสม จะต้องสอดคล้องกับระบบเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ตามมาตรฐานสากล ท่ามกลางกระแสโลกาภิวัฒน์

การสร้างสรรค์และพัฒนารูปแบบสถาปัตยกรรมที่มีอัตลักษณ์ไทย จำเป็นต้องนำทั้ง ปัจจัยเดิม เกี่ยวกับภูมิปัญญา และปัจจัยใหม่จากบริบททางสังคมที่เปลี่ยน-แปลงไป ตามกระแสการเปลี่ยนแปลงของโลก ได้แก่ เศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และเทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยจะต้องมีการสร้างสรรค์และพัฒนาอย่างต่อเนื่องไม่ตายตัว (Horayangkura, 2012)

### *4.6 ภูมิปัญญาหัตถกรรมจักสานของไทย*

เครื่องจักสานเป็นงานศิลปหัตถกรรมพื้นบ้านที่มีการสืบต่อกันมาตั้งแต่อดีต เกิดจากการสานด้วยมือเป็นหลัก และมีขั้นตอนที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สร้างขึ้นอย่างตรงไปตรงมา “จากสมองไปสู่มือ” สะท้อนให้เห็นถึงความรู้สึกนึกคิด ความสามารถและรสนิยมความงามของช่างอย่างซื่อตรง ดันนั้นคุณค่าของเครื่องจักสานจึงอยู่ที่ภูมิปัญญาของช่าง ที่สร้างสรรค์ให้มีความสวยงาม รวมถึงยังเหมาะสมกับลักษณะการใช้สอย พบในทุกภูมิภาคของประเทศ ส่วนใหญ่มักจะใช้วัสดุธรรมชาติที่หาได้ในท้องถิ่น เช่น ไม้ไผ่ หวาย ใบลาน กระจูด เป็นต้น มาผลิตเป็นเครื่องมือหรือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ตะกร้า กระบุง กระจาด

**ตารางที่ 1** แสดงระบบโครงสร้างและเทคโนโลยีการแปรรูปไม้ จากกรณีศึกษาในต่างประเทศ (The structural system and wood processing technology from case studies)

| | ชื่อโครงการ และสถาปนิกที่ออกแบบ | ประเทศ | ปี | ประเภทอาคาร | จำนวนชั้น | ระบบโครงสร้าง | เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สถาปัตยกรรมในตะวันตก | Melta Forest Research Institute, SARC | ฟินแลนด์ | 2004 | สำนักงาน | 3 ชั้น | เสาโค้ง (Verticle Ribs) และคาน | เสาและคาน Glulam |
| | Pedestrian Bridge, Enrique Browne | ชิลี | 2008 | สะพาน | 1 ชั้น | คานขนาดใหญ่ | คาน Glulam |
| | Centre Pompiduo-Metz, Shigeru Ban | ฝรั่งเศส | 2010 | อาคารแสดงงาน | 1 ชั้น | Grid shell | Glulam สานเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม |
| | Tamedia Office Building, Shigeru Ban | สวิตเซอร์แลนด์ | 2013 | สำนักงาน | 7 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคาน Glulam |
| | Pathé Fondation, Renzo Piano | ฝรั่งเศส | 2014 | อาคารสำนักงาน | 5 ชั้น | เสาและคานโค้ง (Arch) | Glulam 32 ชิ้น สูง 9.5 เมตร เป็นโครงสร้างหลังคา |
| | Foundation Louis Vitton, Frank Gahry | ฝรั่งเศส | 2014 | อาคารแสดงงาน | 5 ชั้น | เสาและคานโค้ง | เสาและคาน Glulam ผสมผสานกับเหล็ก |
| | Believe in Better Building, Arup | อังกฤษ | 2014 | สถานศึกษา | 4 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคาน Glulam / พื้น ฝ้า และแกนอาคาร CLT |
| | The Cube Building, Hawkins Brown | อังกฤษ | 2015 | ที่พักอาศัย | 10 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคานเหล็ก / พื้น ฝ้า CLT |
| | Puukuokka Housing Block, OOPEAA | ฟินแลนด์ | 2015 | ที่พักอาศัย | 8 ชั้น | ผนังรับแรง | แผ่นไม้สนสปรูซ CLT เป็น Module |
| | Maggie's Centres, Foster+Partners | อังกฤษ | 2016 | ที่พักอาศัย | 1 ชั้น | โครงถัก ( tapered truss) | เสาและคาน LVL โครงถัก ( tapered truss) |
| | Brock Commons, Acton Ostry | แคนาดา | 2017 | ที่พักอาศัย | 18 ชั้น | เสาและคานไม้ | เสาและคาน Glulam / พื้น ฝ้า และแกนอาคาร CLT |
| | Framework Building, LEVER Architect | สหรัฐอเมริกา | 2018 | ที่พักอาศัย | 12 ชั้น | เสาและคานไม้ | เสาและคาน Glulam / พื้น ฝ้า และแกนอาคาร CLT |
| | Terrace House, Shigeru Ban | แคนาดา | 2020 | ที่พักอาศัย | 19 ชั้น | เสาและคานไม้ | CLT จากไม้ดักลาสเฟอร์ (Douglas fir) |

| | ชื่อโครงการ และสถาปนิกที่ออกแบบ | ประเทศ | ปี | ประเภทอาคาร | จำนวนชั้น | ระบบโครงสร้าง | เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| สถาปัตยกรรมในตะวันออก | Japan Pavilion World Expo, Ando | ญี่ปุ่น | 1991 | อาคารแสดงงาน | 3 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคาน Glulam |
| | Sea-Folk Museum, Naito Architect | ญี่ปุ่น | 1992 | อาคารแสดงงาน | 1 ชั้น | โครงถัก (Truss) | โครงถัก Glulam |
| | Komyoji Temple, Ando | ญี่ปุ่น | 2000 | อาคารศาสนา | 3 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคาน Glulam |
| | Lake Hills Suncheon Golf Resort, SKM | เกาหลี | 2008 | อาคารแสดงงาน | 2 ชั้น | เสาและคานโค้ง | เสาและคาน Glulam |
| | Haesley Nine Bridges, Shigeru Ban | เกาหลี | 2009 | ที่พักอาศัย | 3 ชั้น | Grid Shell | Glulam สานเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม |
| | China Pavillion World Expo, He Jingtang, | จีน | 2010 | อาคารแสดงงาน | 6 ชั้น | เสาและคาน | เสาและคาน Glulam |
| | Yusuhura Wooden Bridge, Kuma | ญี่ปุ่น | 2011 | สะพาน | 1 ชั้น | เสาและคานยื่น (Cantilever) | เสาเหล็กและคาน Glulam |

**ตารางที่ 2** สรุปเทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปสัมพันธ์กับรูปแบบโครงสร้าง (Summary of processing technology in relation to structural form)

| เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูป | ระบบโครงสร้างที่ใช้ |
|---|---|
| แผ่นไม้อัดบางประกับ (Laminated Veneer Lumber: LVL) | สามารถใช้ในระบบโครงถัก ในอาคารที่ต้องการช่วงพาดที่กว้างได้ |
| โครงสร้างไม้ประกับ (Glued Laminate Timber หรือ Glulam) | ใช้เป็นโครงสร้างได้หลากหลาย ได้แก่ เสาและคาน โครงถัก ทั้งยังสามารถเป็นรูปทรงโค้งได้ จึงสามารถพัฒนาไปสู่ระบบโครงสร้าง กริดเชลล์ สำหรับอาคารที่ต้องการช่วงพาดกว้าง เช่น อาคารแสดงผลงานศิลปะ หรือห้องโถงขนาดใหญ่ |
| ไม้ครอสลามิเนต (Cross-Laminated Timber หรือ CLT) | มีความแข็งแรงทนทานกว่าไม้ประกับทั่วไป และทนทานต่ออัคคีภัย นิยมใช้กับโครงสร้างที่ต้องรับภาระน้ำหนักที่สูง เช่น โครงสร้างแผ่นพื้นร่วมกับระบบเสาคานไม้ประกับเพื่อทดแทนแผ่นพื้นคอนกรีต และยังสามารถใช้เป็นโครงสร้างผนังรับแรงสร้างสำหรับอาคารขนาดใหญ่ได้ |

ดังนั้นเครื่องจักสานจึงเป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิต และมีการสร้างสรรค์ พัฒนาสืบต่อมาจนถึงปัจจุบัน เป็นภูมิปัญญาที่มองไม่เห็นหรือมรดกทางวัฒนธรรมที่จับต้องไม่ได้ (Intangible Cultural Heritage) แฝงไปด้วยภูมิปัญญา ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบรูปทรง ลวดลาย โครงสร้าง รวมถึงการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม เป็นวัตถุทางวัฒนธรรมที่สะท้อนถึงวิถีชีวิตและสภาพสังคมในพื้นที่นั้น ๆ

โดยแต่ละท้องถิ่นก็มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะภูมิศาสตร์ ได้แก่ วัตถุดิบเฉพาะถิ่น ลักษณะทางสังคม วัฒนธรรม ขนบประเพณี และความเชื่อที่แตกต่างกัน สิ่งเหล่านี้เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้เครื่องจักสานมีลักษณะเฉพาะที่สอดคล้องกับลักษณะทางวัฒนธรรมของกลุ่มชนและกลุ่มชาติพันธุ์ (Leesuwan, 1981)

### *4.7 รูปแบบและประเภทโครงสร้างเครื่องจักสาน ที่นำไปสู่แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย*

เครื่องจักสานอยู่ในประเภท “โครงสร้างเปลือกบาง” (Shell Structure) มีผนังเป็นรูปโค้ง (Curve Structure) ซึ่งอาจเป็นรูปทรงกระบอก (Cylinder) หรือรูปพาลาโบลาร์ (Parabola) ความโค้งจะเป็นตัวตรึงให้รูปทรงมีกำลังเทียบเท่ากับการม้วนตัวของกระดาษเป็นทรงกระบอก (Leesuwan,

1981) โดยโครงสร้างของเครื่องจักสานมีพื้นผิวเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ทำหน้าที่เป็นทั้งส่วนที่ห่อหุ้มและยังเป็นโครงสร้างในตัวเอง ซึ่งรูปทรงของงานจักสานส่วนใหญ่เกิดจากการดัด เพื่อให้เกิดรูปทรงที่ต้องการ แต่บางชนิดจำเป็นจะต้องอาศัย "โครง" ในการคงรูปทรง (Srisoawanut, 2012)

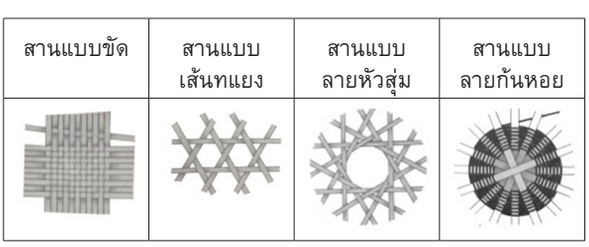
โดยประเภทของโครงสร้างพื้นผิวหรือลวดลายแบ่งออกเป็น 4 ประเภท (รูปที่ 1) ดังนี้

*1) โครงสร้างการสานแบบขัด (Twining & Wickerwork)* หรือโครงสร้างแบบโครงแข็ง (Skeleton Structure) โดย เส้นตั้ง (Vertical) จะทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักของเครื่องจักสาน แล้วจึงนำเส้นนอน (Horizontal) มาสานขัดกันสลับขึ้นและลง นิยมสานให้เพื่อให้แน่นไม่มีช่องว่าง เนื่องจากแรงที่กระทำต่อกันระหว่างโครงสร้างทางตั้งและโครงสร้างทางนอนมีผลโดยตรงต่อกัน

*2) โครงสร้างการสานแบบเส้นทแยง (Diagonal)* เส้นวัสดุสานทั้งหมดจะทำหน้าที่เดียวกัน ไม่แบ่งส่วนโครงและส่วนที่นำมาขัด เรียกได้ว่าเป็นโครงสร้างแบบเปลือกบาง (Shell Structure) หรือโครงสร้างแบบพื้นผิว (Surface Structure) โดยสามารถสานแบบไม่มีช่องว่าง หรือมีช่องว่าง เล็ก ใหญ่ ได้ตามต้องการ สามารถกำหนดความแข็งแรงของพื้นผิวได้จาก ความหนา และความห่างชิดของวัสดุที่ใช้สาน (Srisoawanut, 2012)

*3) โครงสร้างการสานแบบลายหัวสุ่ม* สานบรรจบกันเป็นรูปวงกลม โดยเว้นช่องว่างตรงกลาง

*4) โครงสร้างการสานแบบลายก้นหอย* ประกอบด้วยเส้นตอกจำนวนหลายเส้นวางพาดทับกันตรงกลาง แล้วกระจายรัศมีออกเป็นวงกลม โดยมีเส้นตอกหรือวัสดุอื่นที่มีความเหนียวสานขัด (Department of Industrial Promotion, n.d)




**ที่มา:** Leesuwan, 1981

**รูปที่ 1** แสดงรูปแบบโครงสร้างการสานแบบต่าง ๆ (Different types of weaving structures)

### *4.8 ลักษณะการกระจายแรงที่กระทำบนพื้นผิวของเครื่องจักสาน*

นอกจากพื้นผิวจะเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อโครงสร้างแล้ว สามารถพิจารณา ตำแหน่งของเครื่องจักสานที่ทำหน้าที่ในการรับแรงที่ต่างกัน โดยแบ่งเป็นสามส่วน ได้แก่

*1) ส่วนฐาน* จำเป็นจะต้องแข็งแรง ทนทาน เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน เนื่องจากเป็นส่วนที่รับน้ำหนักและสัมผัสกับภายนอกอยู่ตลอดเวลา

*2) ส่วนกลาง* หรือส่วนผนังของเครื่องจักสาน เป็นส่วนที่กำหนดรูปทรง โดยสามารถกำหนดความถี่ห่างของพื้นผิว ที่จะส่งผลต่อความโปร่งหรือทึบ

*3) ส่วนของขอบบน* เป็นโครงสร้างส่วนสุดท้าย อาจใช้ตัวผนังมาพับเก็บขอบในตัวเอง หรืออาจใช้วัสดุอื่นมาเสริมเพื่อจบขอบ โครงสร้างส่วนนี้ทำหน้าที่เหมือนเป็นหลังคาที่รัดโครงสร้างไว้ด้วยกัน เพื่อให้คงรูปทรงอยู่ได้ (Srisoawanut, 2012)

## 5. ผลการศึกษา

### *5.1 ความเป็นไปได้ในการนำไม้ยางพาราไปใช้เป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม*

ผลจากการสำรวจโรงงานและผู้ประกอบการ พบว่าไม้ยางพาราแปรรูปที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป จะผ่านการอบเพื่อลดความชื้นออกจากเนื้อไม้ ทำให้มีสีครีมอ่อน โดยภายหลังการอบ ไม้จะเกิดการบิดงอซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและความชื้น ทำให้ไม้ที่มีท่อนตรงมีขนาดความยาวเพียง 0.25–1.30 เมตร ในการนำไม้ยางพารามาใช้งาน จึงจะต้องผ่านการอัดประสานด้วยกาวเพื่อให้ได้ขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมต่อการใช้งาน หรือเรียกว่า "ไม้แปรรูปองค์ประกอบ" โดยประเภทที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป จะเป็นไม้ประกับ (Glued Laminate Timber หรือ Glulam) โดยจะมีขนาดมาตราฐานที่แตกต่างกันตามการใช้งาน โดยทั่วไปที่มีจำหน่ายสามารถแบ่งประเภทได้ดังนี้

*1) ไม้จอยท์ หรือไม้ประสาน* ต่อกันด้วยข้อต่อฟิงเกอร์จอยท์ (Finger Joints) โดยใช้กาวเป็นตัว ประสานเพื่อให้ได้ความยาวที่ต้องการ มักใช้งานเป็นโครงเคร่าขนาดโดยทั่วไป (รูปที่ 2) คือ ขนาดหน้าตัด 1–2 x 1 นิ้ว ความยาว 2.40 เมตร

2) ไม้ประกับชนิดท่อน เป็นไม้จอยท์ (Joints) มาซ้อนกันตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป และอาจประกบทางด้านข้างเพื่อให้หน้ากว้างขึ้นด้วย (รูปที่ 2) มีขนาดตั้งแต่ 1½ x 1½ นิ้ว, 2 x 2 นิ้ว, 2 x 4 นิ้ว, 2½ x 2½ นิ้ว และ 3 x 3 นิ้ว และยาว 0.80 – 2.40 เมตร

*3) ไม้ประกับชนิดแผ่น* ไม้จอยท์ประกับต่อกันด้านข้างในแนวเสี้ยน จนเป็นแผ่น (รูปที่ 3) ขนาด 1.20 x 2.40 เมตร หรือขนาดเทียบเท่ากับขนาดมาตรฐานของแผ่นไม้อัด และมีความหนาตั้งแต่ 5 – 30 มิลลิเมตร

**รูปที่ 2** ไม้จอยท์ และไม้ประกับชนิดท่อน
(Finger joint timber and glulam)

**รูปที่ 3** ไม้ประกับชนิดแผ่น (Glulam timber)

โดยไม้แปรรูปองค์ประกอบเหล่านี้มีข้อจำกัดในการใช้งาน เนื่องจาก ขนาดของเครื่องจักรที่ใช้ในการอัดประสาน รวมถึงความสะดวกในการขนส่ง ในการนำไม้เหล่านี้มาใช้เป็นองค์ประกอบและโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม จำเป็นต้องคำนึงถึงขนาด รวมถึงการเชื่อมต่อไม้เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานด้วย

### *5.2 รูปแบบสถาปัตยกรรม และแนวคิดสากลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการใช้ไม้กับสถาปัตยกรรม*

จากกรณีศึกษาสถาปัตยกรรมไม้ในต่างประเทศ ได้แก่ สถาปัตยกรรมในตะวันตก และสถาปัตยกรรมในตะวันออก จำนวน 20 แห่ง พบว่า เทคโนโลยีที่ใช้ในการแปรรูปไม้องค์ประกอบ จะใช้การประสานไม้เนื้ออ่อนหรือไม้โตเร็วที่มีอยู่ภายในท้องถิ่น ซึ่งจะมีขนาดเล็กมาอัดประสานด้วยกาว เพื่อให้มีขนาดและรูปแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม จนสามารถใช้เป็นโครงสร้างหลักในอาคารขนาดใหญ่ที่มีช่วงพาดกว้างได้ นอกจากนั้นยังมีการเสริมความแข็งแรงด้วยอุปกรณ์ยึดกลบริเวณข้อต่อ เช่น เหล็ก เป็นต้น ระบบโครงสร้างที่พบ ได้แก่

*1) ระบบเสาคานไม้* ใช้ไม้แปรรูปประกอบที่มีขนาดหน้าตัดขนาดใหญ่ เพื่อเสริมความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก โดยสามารถออกแบบให้มีรูปทรงทั้งตรงและโค้ง รวมถึงยังออกแบบให้มีขนาดได้ตามความเหมาะสมในการใช้งาน ผ่านการคำนวณโครงสร้างทางวิศวกรรม

*2) ผนังรับน้ำหนัก* ใช้การประกับไม้หลายชั้นเพื่อให้ได้ความหนา โดยแต่ละชั้นจะวางไม้ในแนวสลับเสี้ยน หรือเรียกว่าไม้ครอสลามิเนต (Cross-Laminated Timber หรือ CLT) ทำให้ไม้มีความแข็งแรงเหมาะสำหรับใช้เป็นแผ่นพื้นหรือโครงสร้างผนังรับน้ำหนักในอาคารสูง

3) โครงสร้างไม้ระบบกริดเชลล์ (Grid-Shell Structure) ใช้ไม้ประกับที่มีขนาดหน้าตัดเล็ก เชื่อมต่อกันเหมาะสำหรับโครงสร้างที่ต้องการช่วงพาดกว้าง โดยแต่ละชิ้นส่วนจะทำหน้าที่ในการกระจายบริเวณพื้นผิว

4) ระบบโครงสร้างไม้โครงถัก (Truss) ใช้ไม้อัดบางประกับ (Laminated Veneer Lumber) ทำให้สามารถออกแบบสถาปัตยกรรมที่มีช่วงพาดกว้าง ได้เช่นเดียวกันกับระบบกริดเชลล์

### *5.3 รูปแบบภูมิปัญญาที่อาจนำไปสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมไม้รูปแบบใหม่*

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีสมัยใหม่เป็นผลมาจากการบริบททางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ส่งผลให้รูปแบบการใช้งานสถาปัตยกรรมที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีต นำไปสู่การออกแบบอาคารไม้ขนาดใหญ่ ที่มีช่วงพาดกว้าง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในปัจจุบัน ทำให้เกิดการพัฒนารูปแบบการใช้ไม้กับองค์ประกอบอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ผ่านการจัดการและการเลือกใช้ไม้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ไม้ที่มีการปลูกทดแทนภายในเวลา

อันรวดเร็ว ทำให้ปัจจุบันสามารถใช้งานไม้โตเร็วหรือไม้เนื้ออ่อน เพื่อเป็นโครงสร้างหลักในสถาปัตยกรรมได้

รูปแบบสถาปัตยกรรมไทยแบบเดิม ไม่สอดคล้องกับสภาพสังคมปัจจุบัน เนื่องจากมีข้อจำกัดในการนำไปใช้ การสร้างสรรค์และออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัยจึงต้องคำนึงถึงภูมิปัญญา และเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อให้สอดคล้องกับบริบททางสังคม ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาภูมิปัญญาการจักสานของไทยเพื่อประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมรูปแบบใหม่

### *5.4 ผลการสำรวจรูปแบบเครื่องจักสาน และแนวทางการประยุกต์ใช้ในการออกแบบ*

ในงานวิจัยนี้ ได้มีการลงพื้นที่เพื่อสำรวจรูปแบบและประเภทโครงสร้างของเครื่องจักสาน ภายในพื้นที่ที่ยังคงมีการใช้งานเครื่องจักสานหลงเหลืออยู่ และมีการสืบต่อภูมิปัญญามาอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ ภายในจังหวัดเชียงใหม่ โดยทำการสำรวจภายในชุมชน จำนวน 2 ชุมชน ได้แก่ กลุ่มจักสานไม้ไผ่ ชุมชนบ้านป่าบง อำเภอเมือง และชุมชนดอยขุนแปะ อำเภอจอมทอง พบรูปแบบและลักษณะโครงสร้างเครื่องจักสาน ดังรูปที่ 4 และ 5

**รูปที่ 4** ตัวอย่างเครื่องจักสานที่พบภายในชุมชนดอยขุนแปะ (Examples of basketry found in Doi Khun Pae village)

**รูปที่ 5** ตัวอย่างเครื่องจักสานที่พบภายในกลุ่มจักสานไม้ไผ่ ชุมชนบ้านป่าบง (Examples of basketry found in Ban Pa Bong village)

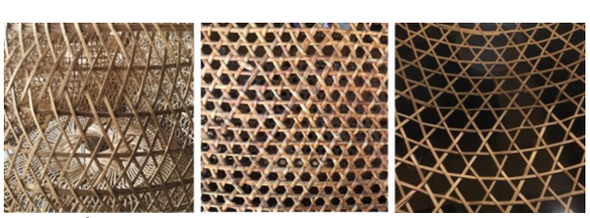
ผลการสำรวจรูปแบบโครงสร้างของเครื่องจักสานพบลักษณะที่สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย ได้แก่

*5.4.1 ลักษณะและรูปแบบโครงสร้าง* พื้นผิวที่เกิดการสานดัดขึ้นลงของไม้ จะทำหน้าที่เป็นทั้งผนังและโครงสร้าง โดยจะกระจายน้ำหนักไปทั่วบริเวณพื้นผิว สามารถแบ่งหมวดหมู่ตามรูปแบบโครงสร้างเป็น 2 ประเภท ดังตารางที่ 3 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) รูปแบบการจักสานแบบมีโครงสร้างหลัก (Semi-Monocoque) คือโครงสร้างที่ผสมผสานการใช้โครงสร้างหลักและพื้นผิว เพื่อทำหน้าที่รับแรงกระทำ โดยเส้นตั้งจะมีขนาดใหญ่กว่าเส้นนอนทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักและกำหนดรูปทรง ส่วนเส้นนอนจะถูกนำมาสานขึ้นลงขัดกันกับเส้นตั้ง จนเกิดเป็นพื้นผิว โดยประเภทของลายสานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ลายสานขัดแตะ ลายสานขัดแตะสลับ เป็นต้น โดยลายสานประเภทนี้เป็นพื้นฐานของลายจักสานนำไปสู่การพัฒนาลวดลายในรูปแบบอื่น เนื่องจากสามารถทำได้อย่างง่าย ไม่ซับซ้อน ตั้งแต่ใช้งานในชีวิตประจำวันไปจนถึงรูปแบบที่ละเอียดประณีตสำหรับเพื่อใช้สำหรับงานพิธีกรรม จึงสามารถพบได้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน (รูปที่ 6)

**รูปที่ 6** การจักสานแบบมีโครงสร้างหลัก (Semi-Monoque)

*2) รูปแบบการจักสานแบบเป็นโครงสร้างในตัว (Monoque)* โครงสร้างประเภทนี้ เป็นการสานขัดกัน โดยที่เส้นตั้งและเส้นนอนน้ำหนักจะถูกกระจายลงอย่างเท่าเทียมบริเวณพื้นผิว ทำหน้าที่เป็นทั้งผนังห่อหุ้มและเป็นโครงสร้างในตัวเอง ลักษณะการสานสามารถออกแบบให้มีลักษณะโปร่ง เพื่อการระบายอากาศได้ โดยการสานให้ห่างกัน โดยลายสานที่มักพบโครงสร้างรูปแบบนี้ ได้แก่ ลายสานขัดทแยง ลายขัดข้าวหลามตัด ลายชะลอม เป็นต้น (รูปที่ 7)



**รูปที่ 7** การจักสานแบบเป็นโครงสร้างในตัว (Monoque)

**ตารางที่ 3** เปรียบเทียบรูปแบบการจักสาน (Comparison of basketry patterns)

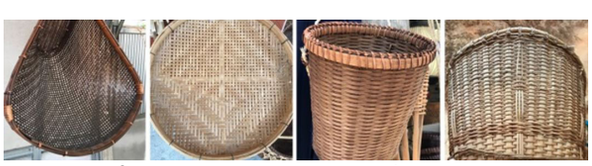
| ประเภทโครงสร้าง | รูปแบบการจักสานแบบมีโครงสร้างหลัก (Semi-monocoque) | รูปแบบการจักสานแบบเป็นโครงสร้างในตัว (Monocoque) |
|---|---|---|
| 1. ระบบโครงสร้าง | มีโครงสร้างหลักและโครงสร้างรองที่ชัดเจน | ไม่มีการแบ่งระบบโครงสร้าง |
| 2.การรับแรง | เส้นตั้งทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลัก ทำหน้าที่ยึดโครงและกำหนดรูปทรง | ทั้งเส้นตั้งและเส้นนอนทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างและพื้นผิว กระจายน้ำหนักอย่างเท่า ๆ กัน |
| 3.รูปแบบการสานตามแกน | ลักษณะการสานส่วนใหญ่มักจะสานในแนวแกน X และ แกน Y เท่านั้น | ลักษณะการสานสามารถสานทั้งแนวแกน X แกน Y และในแนวทแยง |
| 4.ลักษณะการสาน | ส่วนมากจะสานให้มีลักษณะชิด และถี่ติดกัน | สามารถสานให้แต่ละเส้นห่างกัน เพื่อให้มีลักษณะโปร่งได้ |

*5.4.2 การกำหนดรูปทรงด้วยขอบ* โดยขอบของเครื่องจักสานเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดรูปทรงและช่วยยึดทำหน้าที่เสมือนเป็นส่วนรัดโครงสร้างไว้ด้วยกัน โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การพับหรือขดเพื่อเก็บขอบ ส่วนปลายของพื้นผิวที่เกิดการสาน ในบริเวณนี้จะมีการสานที่ถี่กว่าส่วนอื่นเพื่อให้คงรูปอยู่ได้ และใช้ส่วนปลายของผนังพับหรือขดเพื่อเก็บขอบ อาจมีใช้วัสดุอื่นหรือวัสดุแบบเดียวกันมาช่วยมัดเพื่อเก็บขอบให้เรียบร้อย (รูปที่ 8)

**รูปที่ 8** ตัวอย่างการพับหรือขดเพื่อเก็บขอบ
(Example of folding or curling to hold the edges)

2) การเสริมด้วยวัสดุที่มีขนาดใหญ่หรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรง สามารถใช้วัสดุเดียวกันหรือวัสดุอื่นที่มีความแข็งแรงกว่า มาช่วยรัดหรือเก็บขอบ นอกจากนั้นยังช่วยในการเสริมความแข็งแรง เพื่อให้โครงสร้างสามารถคงรูปทรงอยู่ได้ (รูปที่ 9)



**รูปที่ 9** ตัวอย่างการเสริมด้วยวัสดุที่มีขนาดใหญ่
(Examples of reinforcement with large materials)

### *5.5 ผลการวิเคราะห์ การทดสอบ และแบบจำลอง*

*5.5.1 การทดสอบประสิทธิภาพการดัดโค้งไม้ยางพารา ที่อาจนำไปสู่แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัยรูปแบบใหม่*

สถาปัตยกรรมไม้ที่พบเห็นในอดีต ส่วนใหญ่มักจะเป็นอาคารขนาดเล็ก ระบบโครงสร้างเสาคาน เนื่องจากข้อจำกัดของขนาดหน้าตัด และรูปร่างของไม้ แต่ปัจจุบันเทคโนโลยีสมัยพัฒนาประสิทธิภาพและรูปแบบการใช้งานของไม้ จนสามารถนำไม้โตเร็วหรือไม้เนื้ออ่อน มาใช้งานเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมหรือโครงสร้างได้อย่างไม่จำกัดรูปแบบ และสามารถใช้ได้กับระบบโครงสร้างที่หลากหลายมากขึ้น

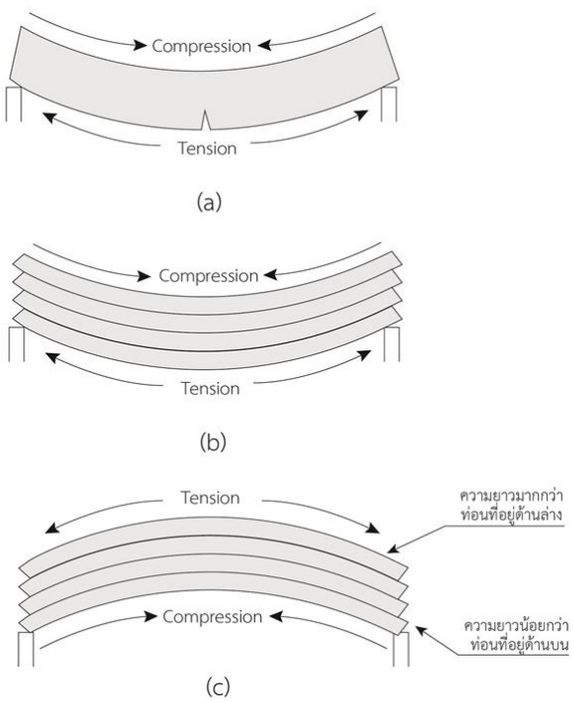
ในงานวิจัยนี้ได้มีการทดสอบประสิทธิภาพการดัดโค้งไม้ยางพารา เพื่อศึกษาปัญหาและข้อกำจัดในการใช้ไม้ยางพาราในรูปแบบใหม่ โดยไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดสอบเป็นไม้ประกับต่อกันด้วยข้อต่อแบบฟิงเกอร์ (Finger joints)

การจะนำไม้ที่มีความหนามาดัดไม่สามารถทำได้ ไม้จะเกิดการแตกหักจากแรงอัดและแรงดึง โดยเฉพาะบริเวณจุดต่อ การจะนำไม้มาใช้ในรูปแบบของคานโค้ง จะต้องใช้ไม้ที่มีลักษณะแผ่นบางเพื่อให้สามารถดัดโค้งได้ โดยผิวไม้ด้านบนจะเกิดแรงดึงสูงจึงต้องใช้ไม้ที่มีความยาวมากกว่าไม้ที่อยู่ด้านล่าง และนำไม้ มาซ้อนกันหลายชั้นและอัดประสานกันด้วยกาวจนได้ขนาดที่ต้องการ เป็นไม้ประกับโครงสร้างโค้ง (รูปที่ 10–13)

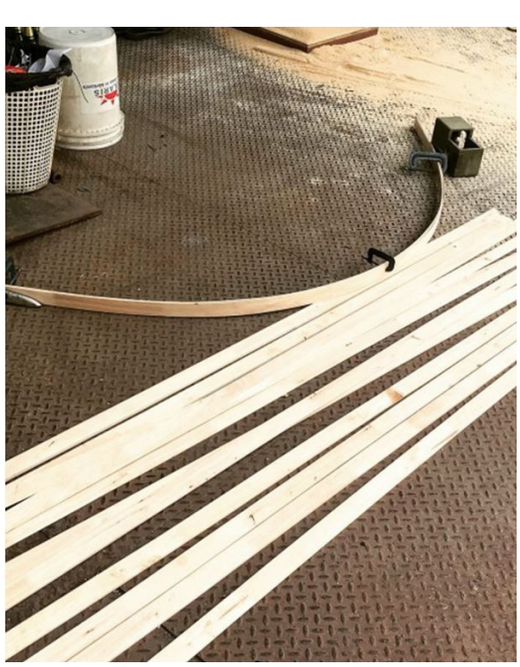
ภายหลังถอดออกจากแม่แบบ พบว่าไม้ยางพาราที่ทำการดัดโค้งสามารถคงรูปทรงอยู่ได้ โดยยังมีความคงทนแข็งแรง โดยมีปัญหาและข้อจำกัดที่พบจากการดัดโค้ง ได้แก่

1) ไม้ที่ใช้จะต้องมีความหนาเพียง 3 – 5 มิลลิเมตร เพื่อให้สามารถดัดโค้งได้ ยิ่งไม้ที่มีความหนาน้อยจะสามารถดัดโค้งได้ง่าย หากใช้ไม้ที่มีความหนามากจะทำให้ไม้มีโอกาสหักหรือไม่สามารถดัดโค้งได้เลย นอกจากนั้นไม้ที่อยู่ส่วนบนจะต้องใช้ไม้มีความยาวมากกว่าส่วนที่อยู่ด้านล่าง จากนั้นนำมาอัดประสานกันด้วยกาวที่มีคุณภาพ

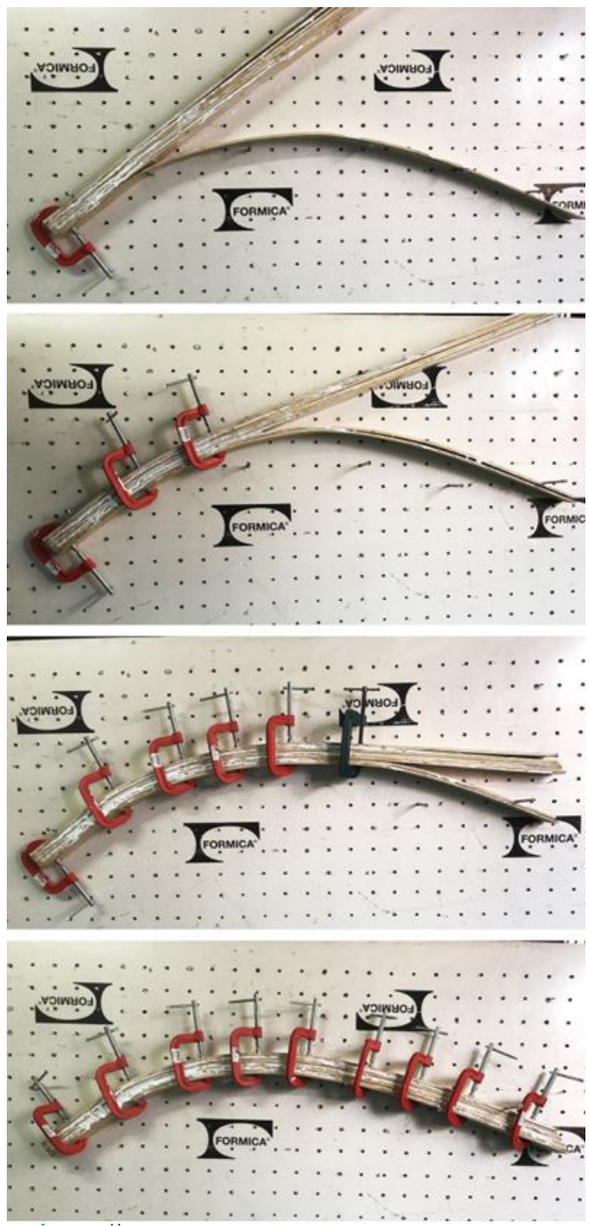
มีแรงยึดเหนี่ยวสูง และไม่ละลายน้ำ โดยจะต้องซ้อนกันหลายชั้น เพื่อให้ได้ขนาดและความหนาที่เหมาะสมกับการใช้งาน




**รูปที่ 10** ลักษณะการรับแรงดึงและแรงอัดของโครงสร้างไม้
(Tension and compression characteristics of wooden structure)



**รูปที่ 11** ไม้ที่ใช้ในการดัดโค้ง ความหนา 3 – 5 มิลลิเมตร
(Wood (3-5 mm. thickness) for curvy bending)




**รูปที่ 12** ขั้นตอนการทดสอบการดัดโค้งไม้ยางพารา
(The process of bending the rubberwood)

**รูปที่ 13** ไม้ยางพาราประกับโค้งหลังถอดออกจากแม่แบบ
(The rubber glulam after removed from the template)

2) ไม้ที่ใช้จะต้องไม่มีตา ไม่ปริแตก และต้องไสผิวไม้ให้เรียบเสมอกัน เพื่อให้สามารถประสานกาวได้แนบสนิท ทำให้ภายหลังถอดออกจากแม่แบบไม้จะยังคงความแข็งแรงโดยไม่คืนรูปกลับเป็นท่อนตรง

3) เนื่องจากไม้ยางพาราที่ใช้ที่ใช้เป็นไม้ประสานประกอบไปด้วยไม้ท่อนขนาดสั้น ต่อกันด้วยข้อต่อแบบนิ้วมือ หรือฟิงเกอร์จอยท์ (Finger Joints) ทำให้ต้องกำหนดจุดต่อเหล่านั้นให้ซ้อนเหลื่อมกัน เพื่อป้องกันการหักจากการดีดตัวบริเวณจุดต่อ

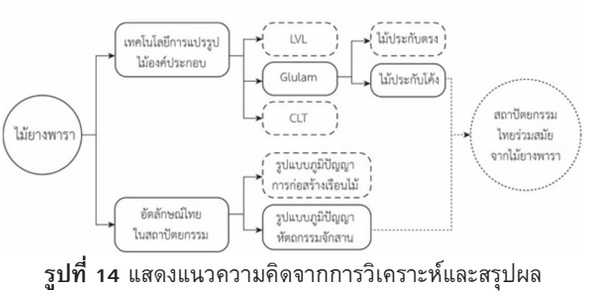
จากการทดสอบประสิทธิภาพการดัดโค้งของไม้ยางพบว่า ไม้ยางพาราสามารถนำมาใช้งานในรูปแบบของไม้ประกับโค้งได้ และอาจนำไปสู่แนวทางการออกแบบสถาปัตยกรรมไม้รูปแบบใหม่ โดยพบว่าลักษณะการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจักสานตามภูมิปัญญาของไทย สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบโครงสร้างที่เหมาะสมกับการใช้งานสมัยใหม่ได้ เช่น โครงสร้างระบบกริดเชลล์ (Grid-Shell Structure) หรือไดอะกริด (Diagrid Structure)

*5.5.2 วิเคราะห์และสรุปผลจากการทดสอบและลงพื้นที่*

ผลวิจัยจากการศึกษาบทความและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (รูปที่ 14) การทดสอบไม้ยางพารา และการออกแบบขั้นต้นนำไปสู่แนวทางการประยุกต์ใช้ไม้ยางพารากับสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร โดยผลการวิจัยสามารถสรุปได้เป็นสองประเด็น ได้แก่

1) เทคโนโลยีการแปรรูปไม้ พบว่า ไม้ประกับ หรือไม้กลูแลม (Glulam) มีความเหมาะสมในการนำมาใช้งาน เนื่องจากสามารถนำไม้ยางพาราที่มีขนาดท่อนสั้นมาประกับในรูปแบบของไม้ประกับโค้ง สำหรับใช้งานโครงสร้างสถาปัตยกรรมได้ ทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงกว่าไม้จริง (Solid Wood)

2) อัตลักษณ์ไทยในสถาปัตยกรรม พบว่า รูปแบบภูมิปัญญาหัตถกรรมจักสาน สามารถนำไปสู่รูปแบบสถาปัตยกรรมในระบบโครงสร้างแบบกริดเชลล์ (Grid-Shell Structures) หรือ ไดอะกริด (Diagrid Structures)



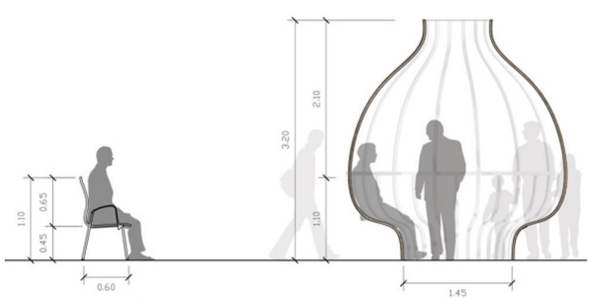

**รูปที่ 14** แสดงแนวความคิดจากการวิเคราะห์และสรุปผล
(Show ideas from analysis and conclusions).

## 6. ผลการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัยจากไม้ยางพารา

### *6.1 แนวความคิดในการออกแบบ*

ผลการวิเคราะห์ประเด็นปัญหาและข้อจำกัดที่พบนำไปสู่แนวทางการประยุกต์ใช้ไม้ยางพารา ในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย และสร้างแบบจำลองสถาปัตยกรรม ศาลาพักคอยสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร ขนาดกว้าง 4.40 เมตร ยาว 3.10 เมตร และสูง 4.30 เมตร สำหรับใช้งานภายนอกอาคาร ติดตั้งภายในโรงเรียนประถมศึกษาธรรมศาสตร์ เพื่อทดสอบการใช้งานไม้ยางพารา

ลักษณะที่สำคัญของโครงสร้างเครื่องจักสาน ได้แก่ การถ่ายเทน้ำหนักลงบนพื้นผิวของโครงสร้าง โดยพื้นผิวเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างและส่วนห่อหุ้มหรือผนังของอาคารไปในตัว เป็นรูปทรงโค้ง สามารถใช้งานสอดคล้องกับระยะการนั่งของผู้ใช้งาน เพื่อเป็นที่สำหรับนั่งพักผ่อน รวมถึงโครงสร้างโค้งดังกล่าว จะทำหน้าที่เป็นส่วนห่อหุ้มหรือผนังของศาลา โดยระดับความสูงของที่นั่งประมาณ 0.45 เมตร และลึกประมาณ 0.60 เมตร เพื่อสอดคล้องกับสรีระมนุษย์ (รูปที่ 15)

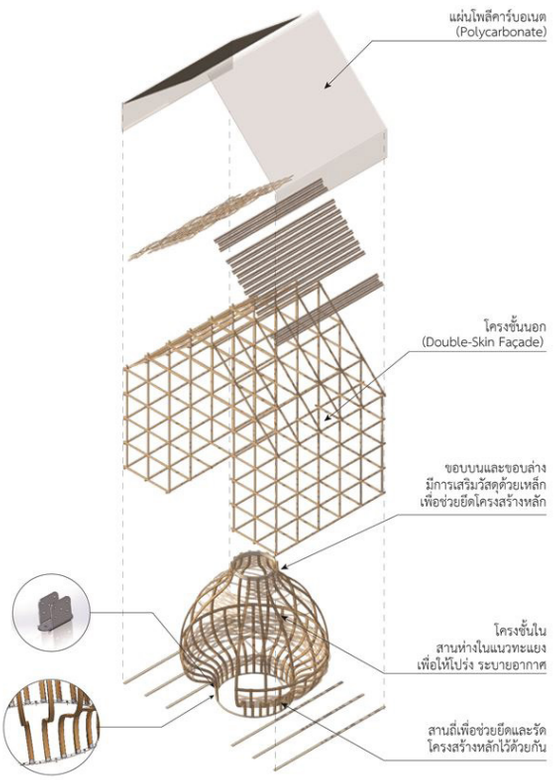



**รูปที่ 15** แสดงระยะที่สอดคล้องกับการใช้งาน
(Show dimension consistent with the user)

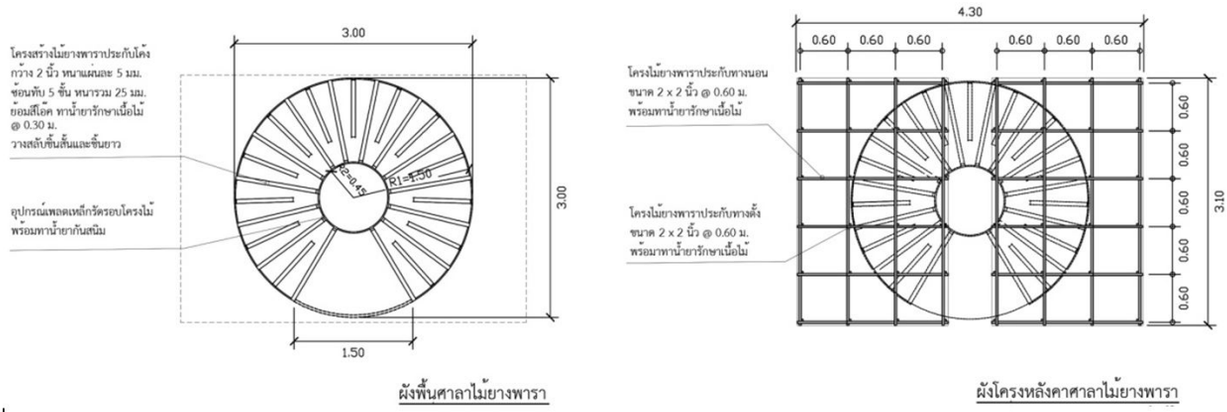
1) การออกแบบรูปทรงหลักเป็นทรงโค้งและใช้รูปแบบโครงสร้างระบบถักสาน โดยโครงไม้ทางตั้งเป็นไม้ยางพาราประกับดัดโค้ง จำนวนทั้งหมด 27 ชิ้น แบ่งเป็นชิ้นยาวความสูง 3.20 เมตร จำนวน 14 ชิ้น และชิ้นสั้นความสูง 1.10 เมตร จำนวน 13 ชิ้น วางสลับกันทุกระยะ 30 เซนติเมตร ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลัก ส่วนไม้ทางนอนที่นำมาสานขัดกันบริเวณส่วนขอบบนและขอบล่างของศาลา ช่วยทำหน้าที่ยึดและรัดโครงสร้างไว้ด้วยกัน โดยจะถักในลักษณะถี่ชิดกันจนเกิดเป็นพื้นผิว แต่พื้นผิวบริเวณส่วนกลางของศาลาได้ออกแบบให้สานห่างในแนวทแยง เพื่อให้มีลักษณะโปร่งสำหรับระบายอากาศ

2) บริเวณขอบบนและขอบล่างของศาลามีการเสริมวัสดุเพื่อช่วยยึดและรัดโครงสร้างหลัก อีกทั้งช่วยเสริมความแข็งแรง โดยมีการออกแบบเหล็กแผ่นเรียบแบนความหนา 8 มิลลิเมตร ทำหน้าที่เสมือนเป็นแหวนรัดโครงสร้างหลักให้คงรูปทรงกลม และติดตั้งอุปกรณ์ยึดกลรูปตัวยูเพื่อช่วยหนีบชิ้นไม้และป้องกันการดีดตัว แล้วจึงติดตั้งเหล็กแผ่นเข้ากับฐานราก

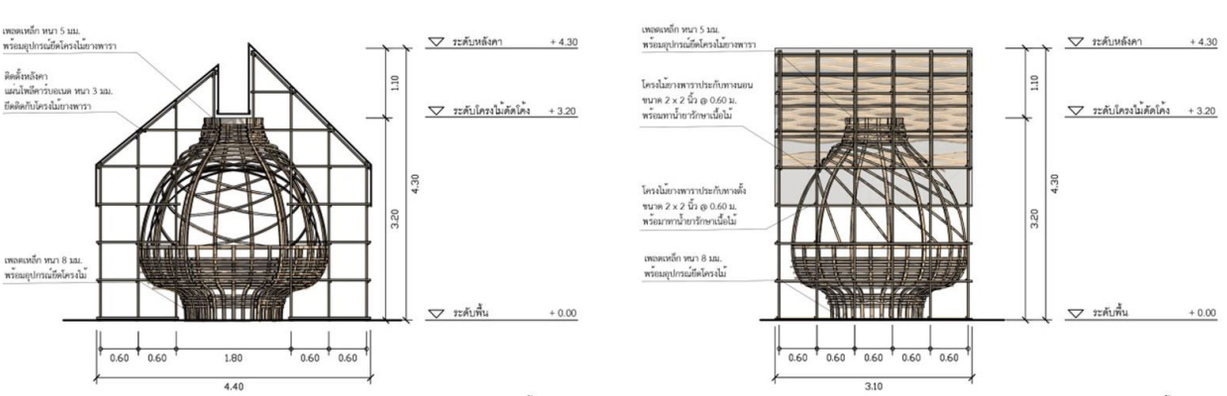
3) ในกรณีอาคารขนาดใหญ่สามารถดัดโค้งวัสดุปิดผิวตามรูปทรงโค้งได้ แต่สำหรับอาคารขนาดเล็ก การเลือกใช้วัสดุปิดผิวมีข้อจำกัดเนื่องจากการดัดโค้งวัสดุปิดผิวอาจทำได้ยาก ทำให้ต้องมีการออกแบบผนังสองชั้น (Double-Skin Façade) เพื่อปิดผิววัสดุในลักษณะแผ่นตรงในระบบอุตสาหกรรม จึงมีการออกแบบรูปทรงเสริมเป็นเปลือกนอกเพื่อติดตั้งวัสดุปิดผิว ป้องกันแดดและฝนด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนตอีกชั้นหนึ่ง เป็นโครงไม้ยางพาราประกับขนาดหน้าตัด 2 x 2 นิ้ว ติดตั้งเป็นโครงเคร่า ขนาด 0.60 x 0.60 เมตร ในลักษณะขัดประกบกันทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ยึดด้วยสกรู (รูปที่ 16–19)




**รูปที่ 16** ไดอะแกรมแสดงแนวความคิดในการออกแบบ
(Diagram shows the concept of design)

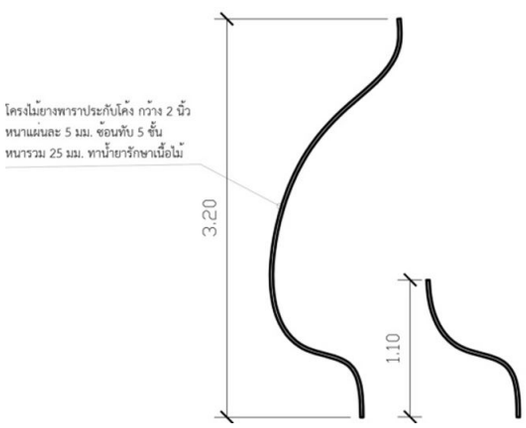



**รูปที่ 17** แสดงผังพื้นและผังหลังคาศาลาพักคอยจากไม้ยางพารา
(Floor plan and Roof plan of rubber wood pavilion)




**รูปที่ 18** แสดงรูปด้านศาลาพักคอยจากไม้ยางพารา
(Elevation of rubber wood pavilion)

**รูปที่ 19** ทัศนียภาพศาลาพักคอยจากไม้ยางพารา
(Perspective of rubberwood pavilion)




**รูปที่ 20** ขนาดชิ้นส่วนโครงไม้ชิ้นส่วนยาวและชิ้นส่วนสั้น
(Sizing of wooden parts)

### *6.2 การจัดเตรียมวัสดุและการก่อสร้าง*

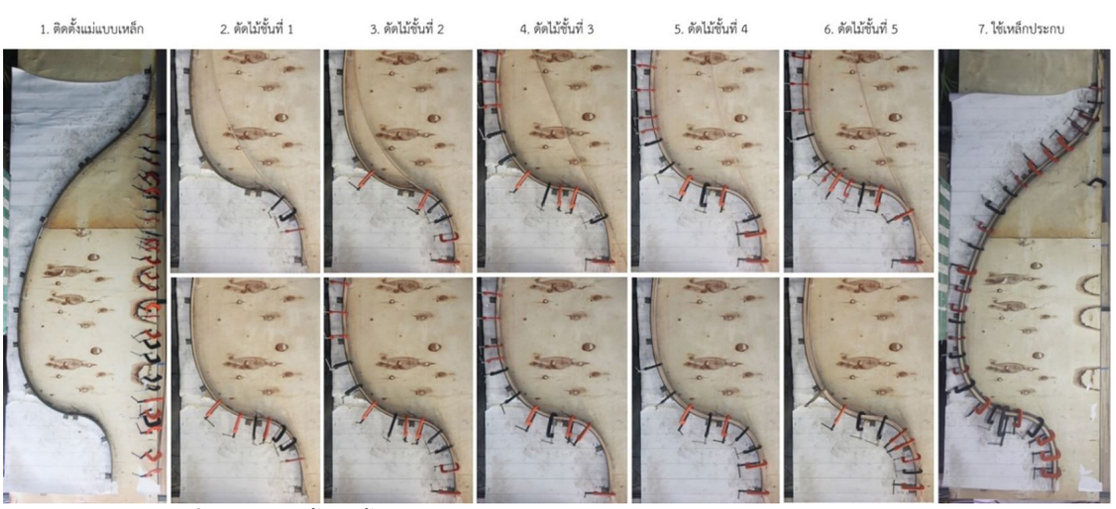
ชิ้นส่วนที่ทำการดัดขึ้นรูป แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) การดัดขึ้นรูปชิ้นส่วนไม้ด้วยปากกาจับเหล็กตัวซี จำนวนทั้งหมด 27 ชิ้น แบ่งออกเป็น ชิ้นส่วนยาว จำนวน 14 ชิ้น สูง 3.20 เมตร และชิ้นส่วนสั้น จำนวน 13 ชิ้น สูง 1.10 เมตร (รูปที่ 20–21)

ในการดัดขึ้นรูปไม้ยางพาราประกับโค้ง จะต้องจัดทำแม่แบบเหล็กเพื่อใช้ในการดัดโค้งไม้ให้เป็นไปตามแบบ และใช้ปากกาจับเหล็กตัวซี (C-Clamp) ยึดไม้เข้ากับแม่แบบทุกระยะ 10 เซนติเมตร เพื่อให้ชิ้นไม้แต่ละชั้นแนบสนิทกัน

ภายหลังกาวประสานแห้งตัวหรือประมาณ 8–10 ชั่วโมง จะต้องยิงตะปูลมเพื่อช่วยยึดรูปทรงและป้องกันไม้ให้ไม่ดีดตัวจนเสียรูป ก่อนจะถอดออกจากแม่แบบ

2) การดัดขึ้นรูปชิ้นส่วนไม้ด้วยเครื่องกดไฮโดรลิค ในกรณีของชิ้นส่วนไม้ตามขวาง ซึ่งมีความยาว 0.60 เมตร สามารถใช้เครื่องกดไฮโดรลิค (Hydraulic Pressure) ในการกดอัดประสานไม้ยางพาราเพื่อขึ้นรูปให้เป็นไปตามแบบ (รูปที่ 22) วิธีการนี้จะทำให้ไม้แนบสนิทกว่าการใช้ปากกาจับเหล็กตัวซี หรือ ซีแคมป์ (C-Clamp)




**รูปที่ 21** การดัดขึ้นรูปชิ้นส่วนไม้ด้วยปากกาจับเหล็กตัวซี (Forming wood by C-Clamps)

**รูปที่ 22** การขึ้นรูปไม้ด้วยเครื่องกดไฮดรอลิค (Forming wood by hydraulic press)

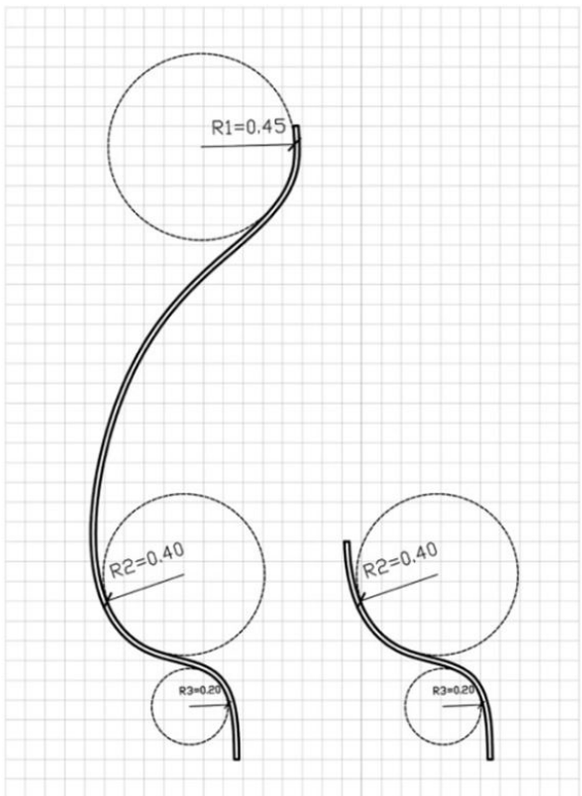
### 6.3 ปัญหาและข้อจำกัดในการออกแบบและการก่อสร้าง

ไม้ยางพาราที่ทำการทดสอบดัดโค้งขึ้นรูป จำนวนทั้งหมด 28 ชิ้น มีเพียง 1 ชิ้น ที่ภายหลังถอดออกจากแม่แบบแล้วเกิดการปริและเสียรูป ซึ่งได้แก่ ไม้ชิ้นแรกที่ทำการทดสอบ โดยสาเหตุเกิดจากการที่ทากาวประสานบนเนื้อไม้เพียงด้านเดียวทำให้ปริมาณกาวที่ใช้ในการประสานไม่เพียงพอต่อการยึดเหนี่ยวเนื้อไม้แต่ละชั้น ส่วนไม้อีก 27 ชิ้น ภายหลังการถอดออกจากแม่แบบพบว่า ไม่เกิดปัญหาการปริหรือเสียรูป และยังคงรูปทรงตามแบบ เนื่องจากภายหลังมีการแก้ไข ดังต่อไปนี้

1) ข้อจำกัดเกี่ยวกับรัศมีความโค้งของไม้ยางพารา เนื่องจากบริเวณจุด R3 มีรัศมีความโค้งที่ค่อนข้างแคบประมาณ 0.20 เมตร ทำให้มีลักษณะโค้งหักเกือบเป็นมุมฉาก ไม้บริเวณนี้จึงง่ายต่อการปริแตกหรือหัก เนื่องมาจากแรงดึงและแรงอัด โดยเฉพาะไม้ชั้นที่ 1 และไม้ชั้นที่ 2 จึงจะต้องระวังบริเวณส่วนนี้เป็นพิเศษ และจะต้องเลือกใช้ไม้ส่วนที่ไม่มีตาหรือตรงกับจุดต่อ ส่วนในบริเวณจุด R1 และ R2 สามารถดัดโค้งได้ไม่เกิดปัญหา เนื่องจากรัศมีความโค้งกว้างถึง 0.40 และ 0.45 ตามลำดับ (รูปที่ 23–24)

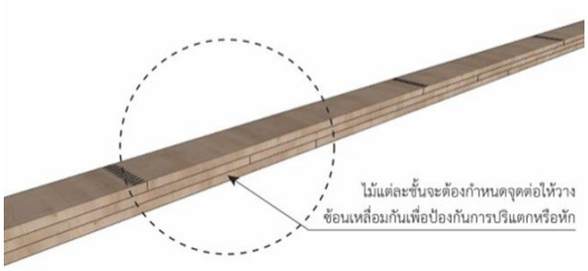
2) ขนาดและความยาวของไม้ยางพารา ในการออกแบบและใช้งานสถาปัตยกรรม ไม้ประสานและไม้ประกับจะมีขนาดมาตรฐาน ซึ่งมีความยาว 2.40 เมตร ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน ทำให้ต้องมีการต่อไม้เพื่อให้ได้ความยาวตามแบบ โดยชิ้นส่วนโครงสร้างหลักของศาลาพักคอย มีความยาวรวมก่อนการดัด 3.90 เมตร ทำให้ต้องมีการต่อไม้เพื่อให้ได้ความยาวตามแบบ ดังนั้นการต่อไม้จะต้องกำหนดจุดต่อให้ซ้อนเหลื่อมกันในแต่ละชั้น และจะต้องตัดปลายไม้ให้เป็นมุม 45 องศา ก่อนจะนำไม้ทั้งสองชิ้นมาเชื่อมต่อกันเพื่อเพิ่มความยาว วิธีการนี้จะป้องกันการแตกหักบริเวณจุดต่อจากแรงอัดและแรงดึง (รูปที่ 25–26)

3) การเสียรูปภายหลังถอดออกจากแม่แบบ ปริมาณของกาวที่ใช้ในการประสานมีผลต่อการคืนรูปของไม้ยางพาราประกับโค้ง จึงจำเป็นจะต้องทากาวประสานทั้งสองด้านของเนื้อไม้ เพื่อให้ปริมาณของกาวประสานเพียงพอและกระจายทั่วกัน หากทากาวประสานเพียงด้านเดียว จะทำให้ภายหลังการถอดออกจากแม่แบบ ไม้มีการคืนรูปจนเสียรูปไม่เป็นไปตามแบบ ซึ่งปัญหานี้ ในงานวิจัยนี้ได้มีแก้ไขโดยการทากาวประสานทั้งสองด้านของเนื้อไม้ให้กระจายอย่างทั่วถึง และเสริมการยิงปืนลมในรูปแบบของตะปูแนวตั้งฉากกับชิ้นไม้ บริเวณจุดต่อรับ




**รูปที่ 23** แสดงรัศมีความโค้งของชิ้นส่วนโครงสร้างหลักบริเวณ R1 R2 และ R3 (The radius of curvature of the main structural at R1, R2 and R3)

**รูปที่ 24** แสดงการปริแตกและหักของไม้ยางพาราบริเวณที่ตรงกับตาไม้ (Splitting and breaking of rubberwood around gnarl)




**รูปที่ 25** แสดงการกำหนดจุดต่อของไม้ให้ซ้อนเหลื่อมกัน (Show the connection points of the timber to overlap each other)

**รูปที่ 26** การต่อไม้เพื่อเพิ่มความยาว โดยตัดปลายไม้ลักษณะเอียง 45 องศา (Joining the timber by cutting the end of timber at a 45°)

แรงเฉือน (Shear Connectors) ทุกระยะ 5 เซนติเมตร ป้องกันแรงเฉือนที่กระทำระหว่างไม้แต่ละชั้น และช่วยให้ไม้แต่ละชิ้น ไม่แยกออกจากกัน (รูปที่ 27– 28)

### *6.4 กระบวนการก่อสร้าง และการติดตั้งโครงสร้าง*

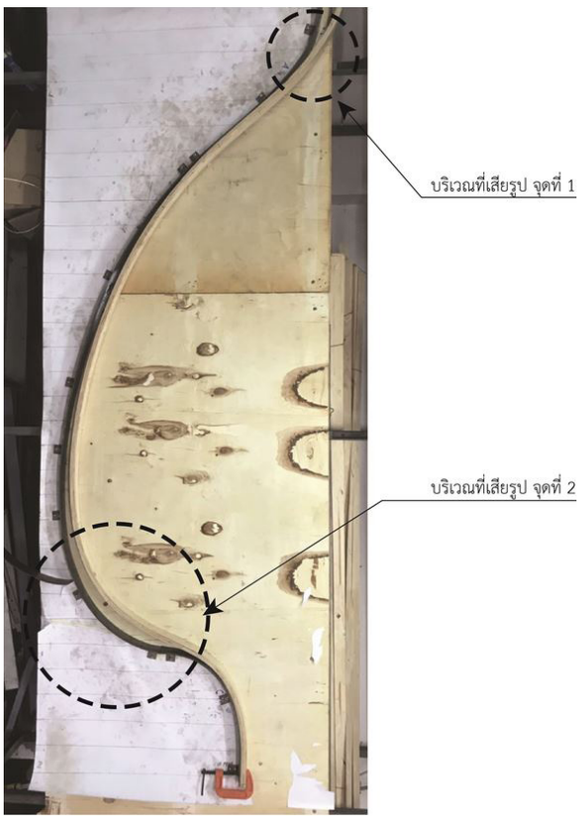
(ดังรูปที่ 29–36)

### *6.5 ผลการใช้งานสถาปัตยกรรม และผลการประเมิน*

ภายหลังที่มีการใช้งานไปเป็นเวลา 1 ปี พบว่าโครงสร้างสถาปัตยกรรมโดยรวมยังคงแข็งแรง และยังสามารถเข้าไปใช้งานได้ แต่พบปัญหาเชื้อราผุขาวที่บริเวณเนื้อไม้ โดยเฉพาะบริเวณหน้าตัดไม้ และข้อต่อต่าง ๆ จะพบมากเป็นพิเศษ นอกจากนั้น ยังพบว่าโครงสร้างส่วนที่อยู่ชั้นนอกสุด ที่มักจะโดนน้ำฝนมากกว่าส่วนอื่น ๆ จะพบเชื้อรามากกว่าส่วนที่อยู่ภายในและไม่โดนฝนสาด

เนื่องจากตัวอย่างไม้ยางพาราที่นำมาใช้ในการทดสอบการดัดโค้ง เป็นไม้แปรรูปที่มีขายทั่วไปในท้องตลาด ไม่ได้ผ่านการอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ และอบเพื่อลดความชื้น ตามหลักการที่เหมาะสมสำหรับใช้งานเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมสำหรับใช้งานภายนอก ทำให้เกิดปัญหาเชื้อราดังที่ปรากฏให้เห็นในภาพ

อีกปัจจัยหนึ่งคือ วัสดุที่ใช้ปิดผิวก็เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยปกป้องสถาปัตยกรรมจากแดดและฝน ส่งผลต่ออายุการใช้งานไม้ ในกรณีที่ใช้ไม้ยางพาราสำหรับอาคารพื้นที่ปิด มีลักษณะการปิดผิวอาคาร จะช่วยแก้ปัญหาฝนสาดและความชื้นที่กระทำต่อโครงสร้างถักสานได้ดีกว่าอาคารแบบเปิด (รูปที่ 37–40)



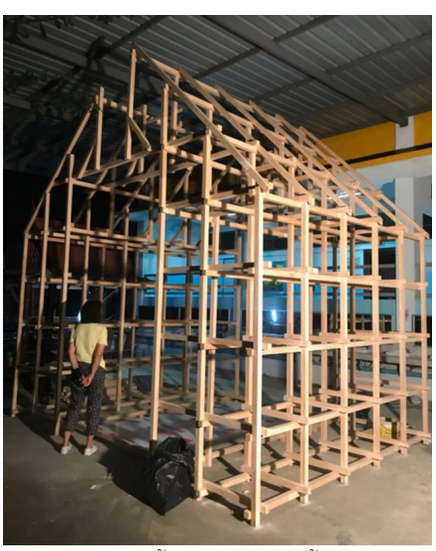

**รูปที่ 27** ไม้ที่ภายหลังถอดออกจากแบบเกิดการเสียรูป (After removed from the template was deformed)

**รูปที่ 28** แสดงการยิงปืนลมชนิดตะปูเพื่อให้ไม้แนบสนิท (Shoot a nail-type air gun to the timber)

**รูปที่ 29** ไม้ที่ดัดขึ้นรูปภายหลังถอดออกจากแม่แบบ (The bent glulam timber after removed from the template)

**รูปที่ 30** ชิ้นส่วนไม้ที่ผ่านกระบวนการไส (The bent glulam timber after shaved)

**รูปที่ 31** ระหว่างประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างชั้นใน (The assembly of the inner part)

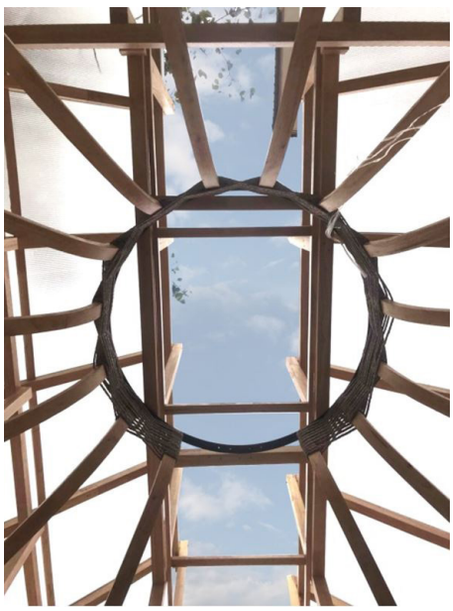


**รูปที่ 32** ระหว่างประกอบชิ้นส่วนโครงสร้างชั้นนอก (The assembly of the outer parts)

**รูปที่ 33** ระหว่างติดตั้ง (Installation)

**รูปที่ 34** ภายหลังการก่อสร้างศาลาไม้ยางพารา (Rubberwood pavilion)

**รูปที่ 35** บรรยากาศศาลาไม้ยางพารา (Rubberwood pavilion)



**รูปที่ 36** บริเวณขอบบนของโครงสร้าง (At the top edge of structure)

**รูปที่ 37** สภาพไม้ยางพาราภายหลังจากการใช้งานภายนอกเป็นเวลา 1 ปี (The Rubberwood pavilion after 1 year of outdoor use)

**รูปที่ 38** เชื้อราที่เกิดขึ้น พบมากบริเวณหน้าตัดไม้และข้อต่อ (The fungus, found in the cross-section area and joints)

**รูปที่ 39** บริเวณด้านในของโครงสร้างยังคงสภาพเดิม (The inside of structure remains intact)

**รูปที่ 40** สีของเนื้อไม้เปลี่ยนเป็นสีไปบางส่วนโดยเฉพาะด้านนอกสุด (The color of timber has partially change especially the outermost)

## 7. การอภิปราย สรุปผล และข้อเสนอแนะ

### *7.1 แนวทางการออกแบบเพื่อนำเสนอรูปแบบการจักสานของไทย เพื่อประยุกต์ใช้ไม้ยางพารา ในการออกแบบสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย*

รูปแบบอัตลักษณ์ไทยที่ได้มีการศึกษาในงานวิจัยนี้ มุ่งเป้าไปที่รูปแบบการจักสาน เนื่องจาก รูปแบบเรือนไทยแบบดั้งเดิมไม่เหมาะสมกับการใช้งานในยุคปัจจุบัน ในงานวิจัย จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษารูปแบบหัตถกรรมจักสาน

ซึ่งเป็นภูมิปัญญาที่สืบต่อกันมาตั้งแต่อดีต เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมร่วมสมัย โดยลักษณะโครงสร้างและพื้นผิวของเครื่องจักสาน สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรมโครงสร้างในระบบกริดเชลล์ (Grid-Shell Structures) หรือระบบโครงสร้างแบบไดอะกริด (Diagrid Structures) ได้ โดยรูปแบบโครงสร้างเครื่องจักสาน เกิดจากการดัดขึ้นลงของไม้มาสานขัดกันจนเกิดเป็นพื้นผิว โดยจะทำหน้าที่เป็นทั้งโครงสร้างและพื้นผิวของอาคาร โดยรูปแบบโครงสร้างสามารถนำมาใช้งาน ได้แก่ รูปแบบการจักสานแบบมีโครงสร้างหลัก (Semi-monocoque) และ รูปแบบการจักสานแบบเป็นโครงสร้างในตัว (Monocoque) นอกจากนั้นยังสามารถกำหนดรูปทรงด้วยขอบโดยการเสริมวัสดุที่มีความแข็งแรง เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม หรือสแตนเลส เพื่อช่วยคงรูปทรง และช่วยยึดหรือรัดโครงสร้างไว้ด้วยกัน

### *7.2 คุณสมบัติของไม้ยางพารา และแนวทางการออกแบบเพื่อนำเสนอรูปแบบการเสริมความแข็งแรงสำหรับใช้เป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม*

ไม้ยางพาราที่ตัดจากต้น ง่ายต่อการทำลายจากแมลง มอด หรือปลวก รวมถึงความชื้นในเนื้อไม้อาจทำให้เกิดเชื้อราได้ง่าย ส่งผลให้ไม้ยางพาราสดมีอายุการใช้งานสั้น ดังนั้นการนำไม้ยางพารามาใช้เป็นองค์ประกอบสถาปัตยกรรม จึงจะต้องผ่านกระบวนการแปรรูป ได้แก่ การอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ และอบเพื่อรีดความชื้นออกจากเนื้อไม้ จะช่วยยืดอายุการใช้งานของไม้ จนสามารถนำมาใช้งานเป็นองค์ประกอบหลักทางสถาปัตยกรรมได้

ไม้ที่ผ่านการแปรรูป อาจเกิดการบิดงอ จึงจำเป็นต้องเลือกใช้ไม้ขนาดท่อนสั้น ประมาณ 0.25 – 1.30 เมตร เพื่อลดโอกาสในการบิดงอและเสียรูป ดังนั้น การนำมาใช้เป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม จึงจำเป็นต้องมีการอัดประสานกันด้วยกาวเพื่อให้ได้รูปแบบและขนาดที่เหมาะสม ดังนั้น แนวทางการเสริมความแข็งแรงให้กับไม้ยางพาราสำหรับเป็นโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม ในงานวิจัยได้เลือกใช้วิธีการประกับ (Glued Laminate Timber หรือ Glulam) โดยทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1) ไม้ประกับตรง เมื่อนำมาใช้ในงานโครงสร้างสถาปัตยกรรมในระบบเสาคาน จะต้องนำไม้ยางพารามาประสานเพื่อให้ได้เป็นไม้ประกับที่มีขนาดหน้าตัดขนาดใหญ่ โดยเฉพาะอาคารที่มีช่วงพาดกว้าง

2) ไม้ประกับโค้ง สามารถใช้ในระบบโครงสร้างเสาคานโค้ง นอกจากนั้น ไม้ประกับโค้งยังนำไปสู่รูปแบบโครงสร้างอาคารแบบ กริดเชลล์ (Grid-Shell Structures) และไดอะกริด (Diagrid Structures) โดยสามารถใช้ไม้หน้าตัดขนาดเล็ก แต่วางช่วงพาดถี่เพื่อให้สามารถถ่ายเทน้ำหนักไปยังพื้นผิวโครงสร้าง ทำให้สามารถใช้ในโครงสร้างช่วงพาดกว้างได้

ผลการทดสอบในงานวิจัย พบว่า ไม้ยางพารามีข้อจำกัดเกี่ยวกับรัศมีความโค้ง ซึ่งเกิดจากประสิทธิภาพการดัดโค้งของไม้ยางพารา ซึ่งส่งผลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรม เนื่องจากหากความโค้งรัศมีต่ำ จะต้องใช้ไม้ที่มีความหนาน้อย โดยอาจต้องรีดไม้ให้มีความหนาเพียง 3 มิลลิเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการดัด แล้วจึงนำมาซ้อนกันหลายชั้นเพื่อให้ได้ความหนาที่เหมาะสม จากนั้นนำมาประสานด้วยกาวเป็นไม้ประกับโค้ง หากใช้ไม้ที่มีความหนามากอาจเกิดการปริแตกระหว่างที่ทำการดัดโค้งขึ้นรูป เนื่องจากแรงอัดและดึงที่กระทำบนผิวไม้ ดังนั้น ในการออกแบบสถาปัตยกรรมจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความสามารถในการดัดโค้งของไม้ยางพาราด้วย โดยประเด็นที่ควรคำนึงถึง ได้แก่ ขนาด รัศมีความโค้งที่เหมาะสมกับใช้งาน หากมีการออกแบบรูปแบบสถาปัตยกรรมที่มีรัศมีความโค้งที่แคบจนเกินไป การใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นชนิดอื่นอาจมีความเหมาะสมกว่า

### *7.3 ประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราในการออกแบบสถาปัตย-กรรมไทยร่วมสมัย ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน*

จากผลการวิจัย นำไปสู่แนวทางการประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราในการออกแบบสถาปัตยกรรมสำหรับใช้งานภายนอกอาคาร ซึ่งรูปทรงโครงสร้างหลักเป็นทรงโค้ง ใช้รูปแบบโครงสร้างระบบถักสาน บริเวณพื้นผิวที่เกิดจากการสานขัดกันของไม้จะทำหน้าที่เป็นทั้งผนังและโครงสร้าง โดยบริเวณช่วงที่ดัดโค้งขนาดเล็กหรือรับแรงกระทำมากต้องสานให้ถี่ และมีแหวนสำหรับช่วยยึดหรือรัดโครงสร้างไว้ด้วยกัน การออกแบบรูปทรงเสริมเป็นเปลือกนอกในลักษณะการสานขัดกันเป็นโครงผนังสองชั้น (Double-Skin Façade) เพื่อติดตั้งวัสดุปิดผิวลักษณะตรงในระบบอุตสาหกรรมทั่วไป เช่น แผ่นโพลีคาร์บอเนต สำหรับป้องกันแดดและฝน ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อความคงทนของการใช้งานสถาปัตยกรรม

ผลการวิจัยสามารถพัฒนาประสิทธิภาพไม้ยางพาราเพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้ในการออกแบบสถาปัตยกรรม สำหรับเป็นทางเลือกในการนำไปใช้งานและช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับไม้ยางพารา ซึ่งเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผลวิจัยสามารถนำไปสู่การออกแบบสถาปัตยกรรมแบบสำเร็จรูป (Prefabricated) ซึ่งมาจากโรงงานเพื่อความแม่นยำในการประกอบชิ้นส่วน รวมถึงช่วยลดระยะเวลาในการก่อสร้าง และสามารถนำเอาเทคนิคการออกแบบ ที่เกิดจากภูมิปัญญาของช่างไม้ไทยในอดีตมาประยุกต์ใช้กับสถาปัตยกรรมรูปแบบใหม่ได้

## 8. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต

### *8.1 ด้านสถาปัตยกรรม*

หากมีการศึกษาต่อเกี่ยวกับน้ำยารักษาเนื้อไม้ ประเภท และปริมาณที่เหมาะสม เพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานสถาปัตยกรรมให้เกิดความคงทนถาวรขึ้น นอกจากนั้น ควรมีศึกษาเกี่ยวกับกระบวนขึ้นรูปในระบบอุตสาหกรรม สำหรับการผลิตชิ้นส่วนจำนวนมาก โดยเฉพาะในโครงสร้างของอาคารขนาดใหญ่ ซึ่งจะส่งผลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมในรูปแบบอื่น ๆ ต่อไป

### *8.2 ด้านอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง*

การประยุกต์ใช้ไม้ยางพาราเพื่อเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมอย่างสมบูรณ์และยั่งยืน จะต้องผนวกองค์ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญหลากสาขา โดยแนวทางการศึกษาต่อในงานวิจัยด้านอื่น มีประเด็นดังต่อไปนี้

1) วิศวกรรม ได้แก่ การคำนวณคาดการณ์พฤติกรรมการรับแรงในโครงสร้างอาคาร จะช่วยให้สามารถพัฒนารูปแบบการใช้ไม้ยางพาราเป็นโครงสร้างสถาปัตยกรรมในลักษณะอาคารขนาดใหญ่ ในรูปแบบโครงสร้างต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2) เศรษฐกิจ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจ เพื่อต่อยอดองค์ความรู้ สำหรับการพัฒนาต่อในเชิงธุรกิจ การผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสถาปัตย-กรรมจากไม้ยางพารา ในกระบวนการผลิตระบบอุตสาหกรรม เพื่อความแม่นยำ มีมาตรฐานการผลิต อีกทั้งลดภาระค่าใช้จ่ายและลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ โดยเฉพาะในอาคารขนาดใหญ่

3) ด้านความยั่งยืน การตื่นตัวต่อวิกฤตการณ์โลกร้อนหรือภาวะเรือนกระจก การเลือกใช้วัสดุธรรมชาติที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถปลูกทดแทนได้ เป็นหนึ่งวิธีที่ช่วยลดผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศ หากมีการศึกษาต่อเกี่ยวกับคาร์บอนฟุตพริ้นต์ (Carbon Footprint) หรือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตั้งแต่กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้งาน ตลอดจนการกำจัดเมื่อหมดอายุการใช้งาน ผลการวิจัยนำไปสู่แนวทางการออกแบบและพัฒนาสถาปัตยกรรมที่มีความยั่งยืน

## 9. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ TUGG 29/2562 ชื่องานวิจัย “การศึกษาการประยุกต์ใช้ไม้ยางพารากับสถาปัตยกรรมไทยร่วมสมัย”

**References**


Alister, D., & Barbara, L. (2017). *Wooden 'Plyscrapers' Challenge Concrete and Steel. Reuters.* Retrieved from https://www.reuters.com/

Department of Industrial Promotion. (n.d). *Weaving Pattern*. Bangkok: Department of Industrial Promotion.

Forest Industry Organization. (2017). *Wood quantity data.* Retrieved from http://forestinfo.forest.go.th/

Horayangkura, V. (2012). The Creation of Cultural Heritage Towards the Development of a Modern Thai Architectural Identity. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS), 8*(1), 1-19.

Kaewkong, B., & Doungpe, M. (1999). *Handbook for Mechanical Testing of Wood*. Bangkok: Kasetsart University.

Kuijvenhoven, M. T. (2009). *A design method for timber grid shells*. (MSc Thesis). Civil Engineering, Delft University of Technology.

Leesuwan, V. (1981). *Research Report of Wickerwork in Thailand.* Bangkok: National Research Council of Thailand.

Oregon Best. (2017). *Advanced Wood Product Manufacturing Study for Cross-Laminated Timber Acceleration in Oregon & SW Washington.* Retrieved from http://oregonbest.org/fileadmin/media/Mass_Timber/Accelerating_CLT_Manufacturing_in_Oregon___SW_Washington__2017__Oregon_BEST_.pdf

Puvanant, C. (1999). *Pre-feasibility study of introducing the Canadian 2 x 4 constructions into Thailand*. Bangkok: E.T Publishing.

Soodsa-nguan, M. (1997). *Basic Woodworking Techniques.* Bangkok: King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.

Srisoawanut, A. (2012). Loa-Song, Wickerwork appliances and Change. Bangkok: u-sa-kha-ne.

Vlosky, P. R., Smith, M. P., Blankenhorn, R. P., & Haas, P. M. (1994). Laminated Veneer Lumber: A United State Market Overview. *Wood and Fiber Science, 26*(4), 456-466.