

นวัตกรรมเรือแพชุมชนต้นแบบ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

นางสาวศุภรรัตน์ วนิชย์มณีบุษย์



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2557

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ARCHITECTURAL PROTOTYPE OF INNOVATIVE FLOATING SALA
IN TAMBON BANPOH, AMPHOE SENA, PHRANAKHON SRI AYUTTHAYA

Miss Suponrat Wanichmaneebut



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2014

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

นวัตกรรมเรือนแพชุมชนต้นแบบ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอ

เสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

โดย

นางสาวศุภรรัตน์ วนิชย์มณีบุษย์

สาขาวิชา

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. ปิ่นรัชฎ์ กาญจนะจันทริน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์กิตติคุณ ผุสดี ทิพทัส)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริชา วงศ์พยัต)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ชลธิ อิมอุตม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ อรศิริ ปาณินท์)

ศุภรัตน์ วณิชย์มณีบุษย์ : นวัตกรรมเรือนแพชุมชนต้นแบบ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอสена จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (ARCHITECTURAL PROTOTYPE OF INNOVATIVE FLOATING SALA IN TAMBON BANPOH, AMPHOE SENA, PHRANAKHON SRI AYUTTHAYA) อ.ที่ปริกษาวิทยาพนธ์หลัก: ผศ. ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจจจร, 127 หน้า.

เรือนแพเป็นมรดกภูมิปัญญาทางสถาปัตยกรรมในด้านการก่อสร้างที่อยู่อาศัยบริเวณที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึงของไทย ที่สืบทอดมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงศักยภาพของเรือนแพที่จะสามารถพัฒนาเป็นสถาปัตยกรรมสะท้อนน้ำสะท้อนบกได้ จึงได้ทำการศึกษาร่วมกับหน่วยงาน อบต.บ้านโพธิ์ ตำบลเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในการก่อสร้างเรือนแพเพื่อใช้สำหรับสาธารณะประโยชน์ของชุมชน และเป็นต้นแบบอาคารหนีน้ำสำหรับพื้นที่บริเวณโดยรอบ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ประเด็นสำคัญที่ได้จากการศึกษากระบวนการก่อสร้าง และเพื่อสังเคราะห์ข้อมูลแนวทางการปรับปรุงเรือนแพต้นแบบ โดยบูรณาการองค์ความรู้ด้านลักษณะทางกายภาพของเรือนแพทรงไทย และเทคนิคการก่อสร้างในยุคสมัยปัจจุบัน เพื่อออกแบบ และทดลองก่อสร้าง ตลอดจนประเมินผลหลังการก่อสร้างอาคารเรือนแพต้นแบบ สำหรับชุมชนบ้านโพธิ์ อำเภอสена จังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยประยุกต์ใช้ไม้ไผ่เป็นวัสดุหลักของอาคารควบคู่ไปกับการทดลองใช้โฟม EPS เป็นทุ่นลอย ซึ่งถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมก่อสร้างเรือนแพที่ยังไม่ปรากฏการศึกษาใดได้ทำการทดลองและก่อสร้างจริง

จากการศึกษาพบว่าระบบโครงสร้างคานแพคือองค์ประกอบหลัก ที่ทำหน้าที่กระจายแรงจากส่วนอาคารให้ลงสู่ทุ่นลอยอย่างสม่ำเสมอ เพื่อช่วยรักษาสมดุลการลอยตัวของอาคาร โดยองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปต่อยอดงานออกแบบ และพัฒนาศักยภาพโครงสร้างอาคารในรูปแบบของนวัตกรรมก่อสร้างเรือนแพสะท้อนน้ำสะท้อนบกต่อไปได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อวิถีชีวิตที่เชื่อมโยงสายน้ำของผู้คนในพื้นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำ ตามลักษณะภูมิประเทศ

ในกระบวนการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริงนั้นมีเงื่อนไขและข้อจำกัดบางประการ จึงเกิดการคลาดเคลื่อนในบางขั้นตอนของแผนที่คาดการณ์ไว้ แต่อย่างไรก็ตามอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบที่สร้างเสร็จแล้วมีลักษณะโครงสร้างอาคาร และเสถียรภาพในการลอยที่สามารถรองรับการใช้งานจริงได้เป็นอย่างดี ซึ่งหากมีการก่อสร้างในโอกาสต่อไปควรปรับใช้ระบบการประสานโครงสร้างคานแพอย่างเต็มรูปแบบ เพื่อให้เกิดการกระจายแรงอย่างสมบูรณ์

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ.ที่ปริกษาหลัก

ปีการศึกษา 2557

5573376925 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS: RAFT HOUSE / AYUTTHAYA / AMPHIBIOUS ARCHITECTURE / ARCHITECTURAL PROTOTYPE / BAMBOO ARCHITECTURE / FLOATING HOUSE / ARCHITECTURAL CONSERVATION

SUPONRAT WANICHMANEEBUT: ARCHITECTURAL PROTOTYPE OF INNOVATIVE FLOATING SALA IN TAMBON BANPOH, AMPHOE SENA, PHRANAKHON SRI AYUTTHAYA. ADVISOR: ASST. PROF. TERDSAK TACHAKITKACHORN, Ph.D., 127 pp.

Floating house is an architectural intellectual heritage of habitat construction in floodplain area of Thailand which is inherited since the Ayutthaya era. Due to its potential to develop floating house into Amphibian Architecture, researcher coordinates with Subdistrict Administrative Organization of Tambon Banpoh, Amphoe Sena, Phranakhon Sri Ayutthaya to construct floating Sala for public use and to be an architectural prototype for surrounding area.

The purpose of this thesis is to analyze the constructing process and find the way to develop the prototype by integrating Thai traditional floating house structure and modern construction technique in order to design, build and evaluate the prototype of floating Sala after the construction is completed. Bamboos are key materials for a structure combined with Expanded Polystyrene Foam (EPS) which is used as buoy. This is an innovative floating Sala which has never been experimented and constructed before.

According to the study, unique beam structure is the main component to evenly distribute loads from a building to buoy in order to balance floating. There are some constraints during construction process resulting in variance from plan. However, building structure and floating stability of the prototype is applicable for using. Researcher recommends adopting complete beam grid structure to improve load distribution for further construction.

Department: Architecture

Student's Signature

Field of Study: Architecture

Advisor's Signature

Academic Year: 2014

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินไปโดยมี ผศ.ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร ให้เกียรติเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นบุคคลหลักที่คอยให้การชี้แนะ ช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาตลอดกระบวนการศึกษาจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

รวมถึงได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานองค์การบริหารส่วนตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เล็งเห็นถึงประโยชน์ของงานวิจัย และได้ให้การสนับสนุนทั้งด้านงบประมาณ ตลอดจนให้ความร่วมมือในงานก่อสร้าง

นอกจากนี้ยังประกอบด้วยบุคคลในครอบครัว คณาจารย์ เพื่อนนิสิตจุฬาฯ และท่านอื่นๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุน ทั้งในด้านความรู้ แรงกาย และแรงใจ ผลักดันจนการศึกษาครั้งนี้สำเร็จลุล่วง ซึ่งผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.3.1 ขอบเขตทางด้านเนื้อหา.....	2
1.3.2 ขอบเขตทางด้านที่ตั้ง.....	2
1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา.....	3
1.4.1 การนำเสนอแบบสถาปัตยกรรม.....	3
1.4.2 การรวบรวมข้อมูล.....	3
1.4.3 การวิเคราะห์ (Analysis).....	4
1.4.5 การสรุปผล (Conclusion).....	5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
1.6 ข้อจำกัดในการศึกษา.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับเรือนแพ.....	7
2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการใช้ไม้ไผ่ในงานสถาปัตยกรรม.....	14

2.3	น้ำหนักบรรทุกทุกครั้งที่ และน้ำหนักจร	20
2.4	ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเสถียรภาพการลอยตัวของวัตถุในน้ำ.....	20
บทที่3	ผลการศึกษา	26
3.1	ข้อมูลพื้นฐานของชุมชน.....	26
3.2	การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติทุ่นลอย	26
3.3	การออกแบบสถาปัตยกรรม.....	27
3.3.1	ลำดับที่ 1 เรือนแพทรงไทย.....	27
3.3.2	ลำดับที่ 2 เรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์.....	30
3.3.3	ลำดับที่ 3 เรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	33
3.4	กระบวนการก่อสร้าง	37
3.4.1	ช่วงก่อนการก่อสร้าง	37
3.4.1.1	จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์.....	37
3.4.1.2	สร้างแบบจำลองขนาด 1:1	38
3.4.2	ช่วงระหว่างการก่อสร้าง	39
3.4.2.1	โครงสร้างทุ่นลอย.....	39
3.4.2.2	คานทุ่นลอย	40
3.4.2.3	ขนย้ายไปยังที่ก่อสร้าง	41
3.4.2.4	บรรจุทุ่นโฟม EPS.....	42
3.4.2.5	เสริมไม้ล๊อคทุ่นโฟม.....	43
3.4.2.6	ขนย้ายทุ่นลอยลงน้ำ	44
3.4.2.7	จัดเรียงตำแหน่งทุ่น.....	45
3.4.2.8	ปักหลักยึดชั่วคราว.....	46
3.4.2.9	เสริมโฟม EPS.....	47

3.4.2.10 คานแพ	48
3.4.2.11 เสาอาคาร	49
3.4.2.12 ราวกันตก.....	50
3.4.2.13 ชี้อ.....	51
3.4.2.14 อะเส	52
3.4.2.15 ดั้ง และอกไก่.....	53
3.4.2.16 จันทัน	54
3.4.2.17 โครงหลังคาชั้นสาม	55
3.4.2.18 คานแพเสริม	56
3.4.2.19 พื้นไม้จริง	57
3.4.2.20 โครงคร่าผนัง.....	58
3.4.2.21 พื้นไม้ไผ่	59
3.4.2.22 มุงหลังคา.....	60
3.4.2.23 ครอบสันหลังคา	61
3.4.2.24 ผนังภายนอก.....	62
3.4.2.25 ผนังภายใน.....	63
3.4.2.26 ผนังจั่วภายใน.....	64
3.4.2.27 ประตูหน้าต่าง	65
3.4.3 ช่วงหลังก่อสร้าง	66
3.4.3.1 ติดตั้งทางเดินลงแพ.....	66
3.4.3.2 ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และประปา.....	66
3.4.3.3 ตรวจสอบอาคาร.....	68
3.5 ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกตที่พบในขั้นตอนการก่อสร้าง	68

บทที่ 4 บทวิเคราะห์การศึกษา.....	81
4.1 กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ	82
4.2 ลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	85
4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคาร.....	86
4.2.1.1 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของอาคาร.....	87
4.2.2 ลักษณะทางกายภาพของฐานแพ.....	90
4.2.2.1 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของฐานแพ	91
4.2.3 การประสานกันระหว่างอาคารและฐานแพ.....	92
4.2.3.1 น้ำหนักคงที่ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ (Dead Loads).....	93
4.2.3.2 น้ำหนักจรของเรือนแพชุมชนต้นแบบ (Live Loads)	93
4.2.3.3 ความสามารถในการรับน้ำหนักของทุ่นโฟม EPS.....	93
4.3 เสถียรภาพการลอยของเรือนแพชุมชนต้นแบบ	95
4.3.1 เปรียบเทียบลักษณะอาคารที่นำเสนอ และอาคารที่ก่อสร้างจริง.....	95
4.3.1.1 รูปทรงของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	95
4.3.1.2 ลักษณะฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคาร	96
4.3.1.3 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะอาคารตั้งอยู่บนบก	97
4.3.1.4 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะอาคารลอยอยู่ในน้ำ.....	98
4.3.2 ลักษณะการลอยตัวของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ	99
4.3.3 พฤติกรรมการถ่ายเทน้ำหนักของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ	101
4.3.4 ระบบคานแพ	103
4.3.5 การปักเสาหลักสี่มุม	105
4.3.6 การแอนตัวของคานทุ่นลอย	105
4.4 ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ.....	107

4.4.1 ขนาดของหุ่นโพน EPS	107
4.4.2 ความเสื่อมสภาพที่ระดับปริ่มน้ำ.....	107
4.4.3 การเลือกใช้ขนาดไม้ไผ่	108
4.4.4 เทคนิคการเข้าไม้.....	109
4.4.5 กระบวนการรักษาเนื้อไม้.....	111
บทที่ 5 บทสรุป.....	114
5.1 กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ	114
5.1.1 ช่วงก่อนการก่อสร้าง	114
5.1.2 ช่วงระหว่างการก่อสร้าง	116
5.1.3 ช่วงหลังการก่อสร้าง.....	118
5.2 ประสิทธิภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ	119
5.2.1 แนวทางการปรับปรุงระบบฐานแพ.....	120
5.2.2 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของฐานแพ	121
5.2.3 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาคาร	122
5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป	123
รายการอ้างอิง	124
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	127

สารบัญตาราง

บทที่ 2

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของไม้ไฟชนิดต่างๆที่พบได้มากบริเวณที่ราบในประเทศไทย	15
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ไฟชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน ..	17
ตารางที่ 2.3 น้ำหนักคงที่ของวัสดุ	20

บทที่ 3

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบราคา และคุณสมบัติของวัสดุที่นําลอยชนิดต่างๆ	27
ตารางที่ 3.2 ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต ที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการก่อสร้าง	79
ตารางที่ 3.3 ช่วงเวลาที่พบประเด็นปัญหา และข้อสังเกตหลังการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ ...	80

บทที่ 4

ตารางที่ 4.1 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงก่อนการก่อสร้าง (มิถุนายน-กันยายน 2557)	83
ตารางที่ 4.2 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงระหว่างการก่อสร้าง (มิถุนายน-กันยายน 2557)	84
ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงหลังการก่อสร้าง (กันยายน 2557-เมษายน 2558)	85
ตารางที่ 4.4 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของอาคาร	89
ตารางที่ 4.5 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของฐานแพ	91
ตารางที่ 4.6 น้ำหนักคงที่รวมของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ	93
ตารางที่ 4.7 น้ำหนักคงที่รวมของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ	93
ตารางที่ 4.8 ความสามารถในการรับน้ำหนักของทุ่นโฟม EPS	93
ตารางที่ 4.9 น้ำหนักกระทำต่อทุ่นลอยแต่ละชิ้น แยกตามประเภทของการถ่ายแรง	101
ตารางที่ 4.10 ปริมาตรของทุ่นโฟม EPS ที่จำเป็นต้องใช้จริง และระยะจมน้ำที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ	101

บทที่ 5

ตารางที่ 5.1 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงก่อนการก่อสร้าง	115
ตารางที่ 5.2 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง	117
ตารางที่ 5.3 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงหลังการก่อสร้าง	118



สารบัญรูปภาพ

บทที่ 1

รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของเรือนแพชุมชนต้นแบบ	2
รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของคลองหัวโพธิ์ (ซ้าย) และทำนน้ำโรงเรียนพิบูลประสิทธิ์ (ขวา)	3
รูปที่ 1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	6

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 รายละเอียดส่วนช่วยลดยประเททังเรือโครงสร้างไม้ฉาบปูน.....	9
รูปที่ 2.2 คานแพ เสาเรือนแพ และรายละเอียดส่วนเชื่อมต่อระหว่างดินเสาและคานแพ.....	10
รูปที่ 2.3 ภาพจำลองรูปแบบเรือนแพทรงไทยในชุมชนหัวเวียง	10
รูปที่ 2.4 ภาพจำลองรูปแบบเรือนแพทรงไทยในชุมชนหัวเวียง	10
รูปที่ 2.5 ผังรูปตัดตามยาวและขวาง จำลองรูปแบบลักษณะเรือนแพทรงไทยเดิมกรณีศึกษา.....	12
รูปที่ 2.6 รูปแสดงกรอบเสาเรือนแพและคานแพ องค์ประกอบที่สร้างสมดุลทางโครงสร้างเรือนแพ.....	12
รูปที่ 2.7 แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักกับแรงลอยตัวในน้ำของวัสดุชนิดต่างๆในการทำหุ่นลอย.....	13
รูปที่ 2.8 วัตถุ 1 และวัตถุ 2 ออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันด้วยขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงกันข้าม	21
รูปที่ 2.9 ทอร์กของการหมุนรอบจุด O เนื่องจากมีแรงภายนอกกระทำ	21
รูปที่ 2.10 ทอร์กของแรงภายนอกสองแรงรอบจุดหมุน O.....	22
รูปที่ 2.11 สมดุลของวัตถุแข็งเกร็งเนื่องจากแรงลัพธ์ที่กระทำเท่ากับศูนย์	23
รูปที่ 2.12 วัตถุทรงลูกบาศก์จมในของเหลว	24
รูปที่ 2.13 แสดงทิศของความเร่งของวัตถุที่จมในของเหลว (a) วัตถุลอยขึ้น และ (b) วัตถุจมลงด้วยความเร่ง	25

บทที่ 3

รูปที่ 3.1	ผังพื้นที่ของเรือนแพทรงไทย	28
รูปที่ 3.2	รูปตัดตามขวางของเรือนแพทรงไทย	28
รูปที่ 3.3	รูปด้านยาวของเรือนแพทรงไทย.....	29
รูปที่ 3.4	ภาพจำลองสามมิติของเรือนแพทรงไทย	29
รูปที่ 3.5	ผังพื้นที่ของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์	30
รูปที่ 3.6	รูปตัดตามขวางของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์.....	31
รูปที่ 3.7	รูปตัดตามยาวของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์	31
รูปที่ 3.8	ผังแสดงลำดับการก่อสร้างทุ่นลอย.....	32
รูปที่ 3.9	ภาพจำลองสามมิติของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์	32
รูปที่ 3.10	ผังพื้นที่ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ	33
รูปที่ 3.11	ผังหลังคาของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	34
รูปที่ 3.12	รูปตัด 1 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	35
รูปที่ 3.13	รูปด้าน 1 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	35
รูปที่ 3.14	รูปด้าน 2 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	35
รูปที่ 3.15	รูปด้าน 3 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	36
รูปที่ 3.16	รูปด้าน 4 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ.....	36
รูปที่ 3.17	ขั้นตอนการเผาไม้ไผ่.....	37
รูปที่ 3.18	ขั้นตอนการขนส่งโฟม EPS.....	38
รูปที่ 3.19	ขั้นตอนการประกอบโมเดลจำลองที่ลานหน้าที่ทำการ อบต.บ้านโพธิ์.....	38
รูปที่ 3.20	ขั้นตอนงานประกอบโครงทุ่นลอย	39
รูปที่ 3.21	ขั้นตอนงานประกอบคานทุ่นลอย	40
รูปที่ 3.22	ขั้นตอนการขนย้ายวัสดุและโครงทุ่นลอยไปยังสถานที่ก่อสร้าง	41
รูปที่ 3.23	ขั้นตอนการบรรจุโฟม EPS เข้าในโครงทุ่น	42

รูปที่ 3.24	ขั้นตอนการเสริมไม้ล๊อคหุ่นโพน	43
รูปที่ 3.25	ขั้นตอนการขนย้ายหุ่นลอยลงน้ำ	44
รูปที่ 3.26	ขั้นตอนการจัดเรียงตำแหน่งหุ่น	45
รูปที่ 3.27	ขั้นตอนการปักหลักยึดชั่วคราว	46
รูปที่ 3.28	ขั้นตอนการเสริมโพน EPS	47
รูปที่ 3.29	ขั้นตอนการติดตั้งคานแพ	48
รูปที่ 3.30	ขั้นตอนการติดตั้งเสาอาคาร	49
รูปที่ 3.31	ขั้นตอนการติดตั้งราวกันตก	50
รูปที่ 3.32	ขั้นตอนการติดตั้งข้อ	51
รูปที่ 3.33	ขั้นตอนการติดตั้งอะเส	52
รูปที่ 3.34	ขั้นตอนการติดตั้งตั้ง และอกไก่	53
รูปที่ 3.35	ขั้นตอนการติดตั้งจันทัน	54
รูปที่ 3.36	ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาบ้าน	55
รูปที่ 3.37	ขั้นตอนการติดตั้งคานแพเสริม	56
รูปที่ 3.38	งานติดตั้งพื้นไม้จริง	57
รูปที่ 3.39	ขั้นตอนการติดตั้งโครงเคร่าผนัง	58
รูปที่ 3.40	ขั้นตอนการปูพื้นไม้ไผ่	59
รูปที่ 3.41	ขั้นตอนการมุงหลังคา	60
รูปที่ 3.42	ขั้นตอนการติดตั้งครอบสันหลังคา	61
รูปที่ 3.43	ขั้นตอนการติดตั้งผนังภายนอก	62
รูปที่ 3.44	ขั้นตอนการติดตั้งผนังภายใน	63
รูปที่ 3.45	ขั้นตอนการติดตั้งผนังजूภายใน	64
รูปที่ 3.46	ขั้นตอนการติดตั้งประตู-หน้าต่าง	65
รูปที่ 3.47	ทางเดินลงแพ	66

รูปที่ 3.48 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร	67
รูปที่ 3.49 ระบบประปาภายในอาคาร	67
รูปที่ 3.50 ทำการตรวจสอบอาคารโดยละเอียด	68
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการกระบวนกรวิเคราะห์เรือนแพชุมชนต้นแบบ	81
รูปที่ 4.2 องค์ประกอบอาคารตั้งแต่พื้นจนถึงหลังคา.....	86
รูปที่ 4.3 องค์ประกอบส่วนฐานแพ ตั้งแต่โครงหุ่นลอยจนถึงคานแพ	90
รูปที่ 4.4 ลักษณะการประสานกันระหว่างอาคารและฐานแพ	92
รูปที่ 4.5 ระดับการจมน้ำโดยประมาณของหุ่นโพน EPS ในขณะไม่มีน้ำหนักจร	94
รูปที่ 4.6 ระดับการจมน้ำโดยประมาณของหุ่นโพน EPS ขณะมีน้ำหนักจรสูงสุด (1 คน/ตร.ม.).....	94
รูปที่ 4.7 รูปทรง และสมดุการถ่ายเทน้ำหนักของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ	95
รูปที่ 4.8 รูปทรงและสมดุการถ่ายเทน้ำหนักของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้างจริง	95
รูปที่ 4.9 ระบบ Grid ฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคารที่ผู้วิจัยนำเสนอ.....	96
รูปที่ 4.10 ระบบ Grid ฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคารที่ถูกสร้างจริง.....	96
รูปที่ 4.11 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะตั้งอยู่บนบกที่เกิดขึ้นตามแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ	97
รูปที่ 4.12 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะตั้งอยู่บนบกของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้าง จริง.....	97
รูปที่ 4.13 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะลอยอยู่ในน้ำที่เกิดขึ้นตามแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ	98
รูปที่ 4.14 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะลอยอยู่ในน้ำของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้าง จริง.....	98
รูปที่ 4.15ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งประตูทางเข้าอาคาร	99
รูปที่ 4.16 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งด้านสกัด	100
รูปที่ 4.17 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งระเบียงนอกชาน	100
รูปที่ 4.18 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งด้านสกัด	100
รูปที่ 4.19 น้ำหนักฐานแพ.....	102

รูปที่ 4.20	น้ำหนักรที่ถ่ายผ่านเสาตงสู่ท่นลอยโดยตรง	102
รูปที่ 4.21	น้ำหนักรที่กระจายผ่านคานแพ	103
รูปที่ 4.22	คานแพแบบวางสลับนว (ระบบ grid)	103
รูปที่ 4.23	เปรียบเทียบลักษณะการจรมของท่นในกรณีที่มีคานแพ และไม่มีคานแพ	104
รูปที่ 4.24	คานแพอ่อนลงตามระดับท่นลอย เนื่องจากมีขนาดเล็กรนไป	104
รูปที่ 4.25	เสาหลักสี่มุมที่มีขนาดใหญและแข็งแรง ช่วยรักษาเสถียรภาพการลอยให้เรื่อนแพ.....	105
รูปที่ 4.26	คานท่นลอยเกิดการอ่อนตัวตามแรงโน้มถ่วงจนกดทับปลายท่นโพน EPS	106
รูปที่ 4.27	การจัดเรียงคานท่นลอยที่ไม่ได้ทำการสลับท่าง ปลาย-โคน ไม้ไผ่	106
รูปที่ 4.28	ปัญหาความเสื่อมสภาพตามแนวปริมน้ำ	107
รูปที่ 4.29	อะเสและจันทั้นอ่อนตัวเล็กน้อย	108
รูปที่ 4.30	เสาในส่วนชานยัดนอตเข้ากับคานแพที่มีขนาดเล็ก	109
รูปที่ 4.31	นอตและตะปูบริเวณโครงท่นขึ้นสนิม	110
รูปที่ 4.32	ค้ำยันที่ตอกตะปูเข้ากับเสาอาคาร ทำหน้าที่รับน้ำหนักโครงสร้างกันสาด	110
รูปที่ 4.33	ไม้ไผ่แตกตามแนวยาวบริเวณจุดยัดนอต	111
รูปที่ 4.34	แมลงกัดกินเนื้อไม้บริเวณหลังเส้นพากเนื่องจากการติดตั้งผนังก่อนทาเคลือบน้ำยากันแมลง.....	112
รูปที่ 4.35	หัวนอตโผล่ขึ้นมาจากไม้ไผ่แห้งและหดตัวตามธรรมชาติ.....	112
รูปที่ 4.36	พื้นปูพากไม้ไผ่มีระดับสม่าเสมอ และพบปัญหาวัสดุอ่อนน้อยกว่าพื้นไม้ไผ่เต็มลำ	113
รูปที่ 4.37	พื้นไม้จริงกระดก และบิตตัว.....	113
บทที่ 5		
รูปที่ 5.1	ลักษณะการกระจายแรงของคานแพที่เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูน (ไม่ครบทิศทาง)	119
รูปที่ 5.2	แนวทางการปรับปรุงระบบฐานแพให้เกิดการกระจายแรงโดยสมบูน	120
รูปที่ 5.3	แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของฐานแพ	121
รูปที่ 5.4	แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาคาร	122

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากการลงพื้นที่เพื่อทำการศึกษารูปแบบทางกายภาพของเรือนแพทรงไทยในตำบลหัวเวียง อำเภอสวน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา (อารยา เรื่องคงเกียรติ 2554) จึงได้มีการศึกษาต่อ ยอดงานวิจัยเพื่อทำการอนุรักษ์เรือนแพทรงไทยซึ่งขณะนี้ตั้งอยู่บนเสาสูงกลับมาลอยอยู่ในน้ำตามลักษณะดั้งเดิม เพื่อใช้เป็นพิพิธภัณฑ์สำหรับให้ความรู้ด้านภูมิปัญญาการก่อสร้างเรือนลอยน้ำที่มีเอกลักษณ์ทางสถาปัตยกรรมเฉพาะตัว ที่ช่วยให้ผู้คนสามารถอาศัยอยู่กับน้ำอย่างมีประสิทธิภาพมานานกว่า 300 ปี ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา โดยทำการศึกษารายละเอียดที่จำเป็นสำหรับก่อสร้าง กลไกการลอยตัวของเรือนแพ วิธีการถ่ายเทน้ำหนัก ตลอดจนเปรียบเทียบวัสดุที่ลอยที่มีคุณสมบัติดีกว่ามาใช้แทนแท่งคอนกรีตแบบเดิมที่มีข้อเสียคือชำรุดง่าย มีค่าใช้จ่ายสูงในการซ่อมแซมทุกปี โดยในผลสรุปการเปรียบเทียบเบื้องต้นจะทดลองนำฟอง EPS มาใช้เป็นฟองลอยเพื่อเพิ่มเสถียรภาพ และประสิทธิภาพของเรือนแพ

ต่อมาเมื่อโครงการนี้จำเป็นต้องล้มเลิกไปเพราะไม่สามารถเจรจาต่อรองกับเจ้าของบ้านเรือนแพทรงไทยได้สำเร็จ ทาง อบต.บ้านโพธิ์ ซึ่งดูแลพื้นที่ใกล้เคียงได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการศึกษานี้ ประกอบกับต้องการสร้างเรือนแพเพื่อเป็นต้นแบบอาคารหนีน้ำสำหรับพื้นที่บริเวณโดยรอบ จึงได้ให้การสนับสนุนงานก่อสร้างเรือนแพ 2 หลัง โดยหลังแรกสร้างที่คลองหัวโพธิ์ บริเวณใกล้กับที่ทำการ อบต. และหลังที่สองสร้างที่คลองรางจรเข้ บริเวณทำน้ำโรงเรียนพิบูลประสิทธิ์

แบบสถาปัตยกรรมที่ผู้วิจัยนำเสนอเพื่อใช้ก่อสร้างเรือนแพต้นแบบ เริ่มต้นจากรูปลักษณะดั้งเดิมของเรือนแพทรงไทย แต่ด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณจึงได้มีการปรับปรุง และได้ซื้อสรุปให้เป็นเรือนแพไม้ไผ่ที่มีรูปแบบประยุกต์ ซึ่งในท้ายที่สุดกลับเกิดปัญหาเรื่องความไม่คุ้นเคยในรูปแบบสถาปัตยกรรมของช่างในท้องถิ่น เมื่อถึงขั้นตอนเตรียมการก่อสร้างจริง อบต.บ้านโพธิ์ จึงได้เปลี่ยนให้เป็นเรือนแพไม้ไผ่ที่จำลองรูปแบบสถาปัตยกรรมมาจากบ้านทรงไทยในพื้นที่

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ
2. เพื่อวิเคราะห์ประเด็นสำคัญจากกระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ
3. เพื่อสังเคราะห์ข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางการปรับปรุงเรือนแพชุมชนต้นแบบ

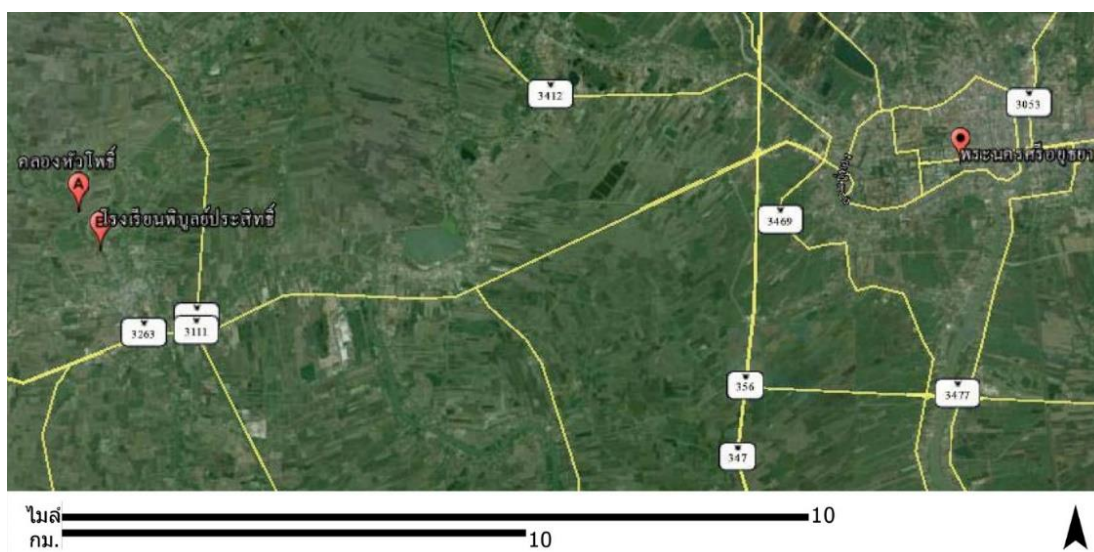
1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ขอบเขตทางด้านเนื้อหา

- 1) การศึกษากระบวนการก่อสร้างเรือนแพต้นแบบแบ่งออกเป็นสามช่วง ได้แก่ ช่วงเตรียมงานก่อสร้าง ช่วงระหว่างการก่อสร้าง และช่วงหลังการก่อสร้าง
- 2) การศึกษารูปแบบทางสถาปัตยกรรมแบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่
 - (1) ส่วนอาคารเรือนแพ ศึกษารายละเอียดที่จำเป็นสำหรับการก่อสร้าง จำแนกชิ้นส่วน ขนาด จำนวน และปริมาณวัสดุ และคำนวณหาน้ำหนักบรรทุก
 - (2) ส่วนทุ่นลอย ศึกษาหลักการลอย ระบบโครงสร้างฐานแพ ความสามารถในการลอยตัวของทุ่น และความสัมพันธ์ระหว่างอาคารและฐานแพ

1.3.2 ขอบเขตทางด้านที่ตั้ง

ทำการศึกษากระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ คลองหัวโพธิ์ และคลอง-รางจรเข้ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา



รูปที่ 1.1 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



รูปที่ 1.2 แผนที่แสดงตำแหน่งที่ตั้งของคลองหัวโพธิ์ (ซ้าย) และทำนน้ำโรงเรียนพิบูลประสิทธิ์ (ขวา)

1.4 ระเบียบวิธีการศึกษา

ใช้วิธีวิจัยเชิงคุณภาพ โดยศึกษาจากข้อมูลพื้นฐานของชุมชน การมีส่วนร่วมให้คำปรึกษา การสังเกตการณ์ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง และการเก็บข้อมูลหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ

1.4.1 การนำเสนอแบบสถาปัตยกรรม

การออกแบบเรือนแพแบ่งออกเป็นสองส่วนสำคัญ ได้แก่

- 1) ส่วนอาคาร - ทำการออกแบบเรือนแพชุมชนต้นแบบสำหรับชุมชนบ้านโพธิ์ โดยเมื่อได้ข้อสรุปแบบแล้วจึงจัดทำแบบก่อสร้าง และจำแนกปริมาณวัสดุ เพื่อใช้สำหรับประเมินราคา จัดซื้อวัสดุ และคำนวณน้ำหนักอาคาร
- 2) ส่วนทุ่นลอย - ทำการคำนวณหาปริมาณ ตำแหน่งการจัดเรียงทุ่นโฟม EPS และออกแบบโครงสร้างฐานแพที่เหมาะสม เพื่อนำมาใช้เป็นทุ่นลอยแทนแท่งเรื่อคอนกรีตและลูกบวบไม้ไผ่แบบเดิมที่ชำรุดง่าย และมีค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมสูงทุกปี เพื่อเพิ่มเสถียรภาพ และประสิทธิภาพของเรือนแพ

1.4.2 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลทำด้วยวิธีการเก็บข้อมูลภาคสนาม (Field Survey) โดยแบ่งออกเป็นสามช่วงตามขั้นตอนการก่อสร้าง คือ ช่วงเตรียมงานก่อสร้าง ช่วงระหว่าง การก่อสร้าง และช่วงหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งในแต่ละช่วงจะใช้วิธีการเก็บข้อมูลที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

ช่วงที่ 1 ช่วงเตรียมงานก่อสร้าง

ทำการศึกษาวิธีการใช้ไม้ไฟในงานสถาปัตยกรรม จัดทำแผนการก่อสร้าง และทำการเก็บข้อมูลโดยการสังเกตการเตรียมพื้นที่ การจัดซื้อและขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ การจัดจ้างช่าง และการทำแบบจำลอง

ช่วงที่ 2 ช่วงระหว่างการก่อสร้าง

เก็บข้อมูลโดยการสังเกต โดยการมีส่วนร่วมให้คำปรึกษา และควบคุมงาน ตลอดระยะเวลาการก่อสร้าง จดบันทึกเหตุการณ์ ความก้าวหน้า และถ่ายภาพ เพื่อทำความเข้าใจในขั้นตอน และเทคนิคการก่อสร้าง ตลอดจนปัญหา และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

ช่วงที่ 3 ช่วงหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ

เก็บข้อมูลโดยการสังเกต โดยการตรวจสอบสภาพความเปลี่ยนแปลง และลักษณะการเสื่อมสภาพของอาคารเป็นระยะๆ จดบันทึก และถ่ายภาพ เพื่อทำการวิเคราะห์ประสิทธิภาพ และเสถียรภาพการลอยของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

1.4.3 การวิเคราะห์ (Analysis)

การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ เพื่อให้รู้ถึงผลกระทบจากปัจจัยด้านต่างๆ ที่มีต่อเรือนแพต้นแบบ และกระบวนการก่อสร้างในแต่ละช่วง โดยกำหนดประเด็นหลักในการวิเคราะห์ 4 ประเด็น ได้แก่

- 1) กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ
ทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบลำดับกระบวนการก่อสร้าง และเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ระหว่างแผนการก่อสร้างที่คาดการณ์ไว้ และกระบวนการที่เกิดขึ้นจริง
- 2) ลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ
ทำการศึกษาลักษณะโครงสร้าง และองค์ประกอบทั้งหมดของอาคาร ตลอดจนคำนวณหาน้ำหนักบรรทุก โดยแยกออกเป็นส่วนอาคาร และทุ่นลอย จากนั้นจึงทำการวิเคราะห์กลไกการประสานกันของทั้งสองส่วน
- 3) เสถียรภาพการลอยของเรือนแพชุมชนต้นแบบ
ทำการวิเคราะห์หาปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพการลอยของอาคาร เช่น ลักษณะรูปทรงอาคาร ลักษณะโครงสร้าง ความสามารถการรับน้ำหนักของฐานแพ และพฤติกรรมการถ่ายแรง เป็นต้น

- 4) ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ
ทำการวิเคราะห์ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ ที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของ
เรือนแพชุมชนต้นแบบ ที่พบในระหว่างทำการศึกษา

1.4.5 การสรุปผล (Conclusion)

การสรุปผลการศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นได้แก่

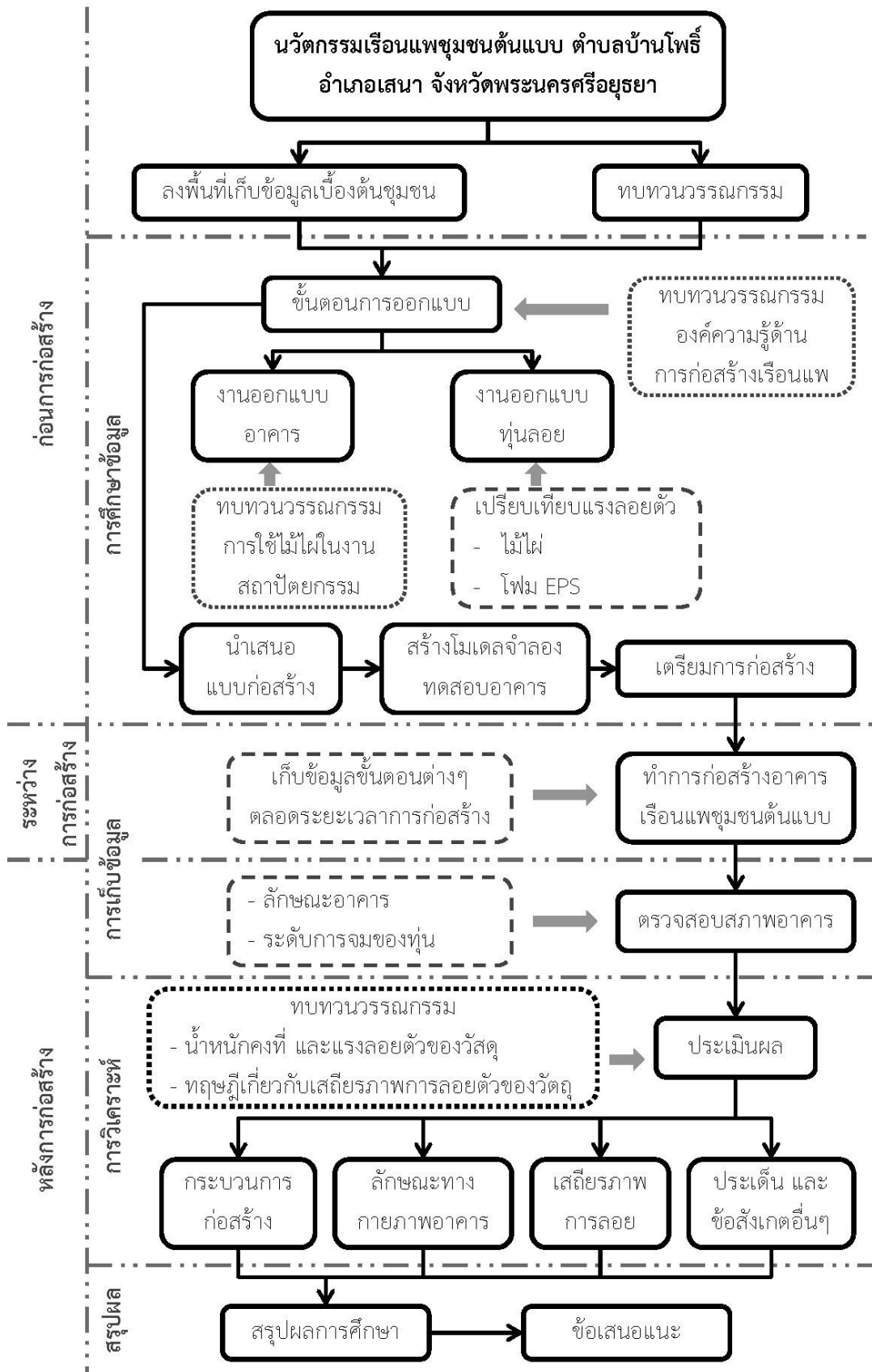
- 1) กระบวนการก่อสร้างที่เกิดขึ้น และสาเหตุของประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นใน
ระหว่างกระบวนการก่อสร้าง
- 2) ประสิทธิภาพของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ
- 3) ลักษณะทางกายภาพที่ควรแก้ไข เพื่อนำไปสู่แนวทางการปรับปรุง และพัฒนา
เรือนแพต้นแบบให้มีความเหมาะสม และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไปใน
อนาคต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงกระบวนการก่อสร้างที่เหมาะสมในการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ
2. ได้ข้อมูลสรุปประเด็นสำคัญ เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาสถาปัตยกรรมเรือนแพชุมชน
ต้นแบบให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น
3. ได้แนวทางการใช้วัสดุทดแทน เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับทุ่นลอยแบบดั้งเดิม

1.6 ข้อจำกัดในการศึกษา

1. การศึกษานี้เป็นการลงพื้นที่ทำงานร่วมกับชุมชน จึงมีปัจจัยหลายประการที่ไม่สามารถ
ควบคุมได้ในระหว่างขั้นตอนการศึกษา
2. โครงการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากองค์การบริหาร
ส่วนจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จึงมีตัวแปรควบคุมเป็นงบประมาณ และระยะเวลาใน
การก่อสร้างที่จำกัด
3. เนื่องจากระยะเวลาที่จำกัดในการศึกษา การเก็บข้อมูลหลังจึงสามารถทำได้เพียง 8
เดือนหลังจากการก่อสร้างแล้วเสร็จ ซึ่งอาจมีความเสื่อมสภาพอื่นๆของอาคารเกิดขึ้นใน
ภายหลัง



รูปที่ 1.3 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับเรือนแพ

เรือนแพ

ในหนังสือลักษณะไทย เรื่องภูมิหลัง ภาคที่ 3 บทที่ 4 “สถาปัตยกรรมบนน้ำ” ซึ่งเขียนโดย ดร.สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา ได้กล่าวถึงบทบาทและความสำคัญของเรือนแพในอดีตไว้ดังนี้

ในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลางในบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง มีเรือนอีกประเภทหนึ่งซึ่งเมื่อไม่นานมานี้เคยอยู่ปะปนกับเรือนใต้ถุนสูงและเคยมีจำนวนมากพอๆกัน ที่กล่าวถึงนี้คือเรือนแพซึ่งในสมัยนี้ยังพอหลงเหลืออยู่บ้างแต่ก็มีน้อยมาก และที่เหลืออยู่ต่างก็กำลังทยอยกันย้ายขึ้นบกโดยยกพื้นใส่เสาเข้าไป ถ้าพูดถึงรูปร่างทั่วไป เรือนแพตั้งแต่พื้นจรดหลังคาก็มีลักษณะเหมือนกับเรือนปลูกบนเสา จะแตกต่างกันก็ตรงที่สร้างบนแพไม้ไผ่หรือโอ๊ะ และผูกเสาจอดอยู่ในแม่น้ำลำคลอง เรือนแพนี้ปรากฏอยู่เป็นจำนวนมากในกรุง ตั้งแต่สมัยธนบุรีและสมัยต้นรัตนโกสินทร์ถึงจนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้ ดังหลักฐานที่ปรากฏในรูปถ่ายและผังเมืองเก่าๆ นอกจากเรือนแพแล้วผู้คนซึ่งได้อาศัยอยู่ในเรือก็มีเป็นจำนวนมากเหมือนกัน และรู้สึกว่าจะมีสภาพเป็นเช่นนี้มาตั้งแต่สมัยอยุธยาแล้ว

ลักษณะเรือนแพส่วนใหญ่ประกอบด้วยห้องซ้อนกัน ๓ ห้อง ห้องด้านหน้าหันออกลำน้ำมีฝาขัดแตะค้ำเปิดและปิดได้ แต่มักจะเปิดทิ้งไว้ตลอดวันเพื่อรับลม ระเบียงด้านหน้ามีรั้วกันมิให้เด็กตกน้ำ และใช้เป็นที่อาบน้ำตอนเช้าและเย็น แต่ตอนกลางวันบริเวณนี้ใช้เป็นร้านค้า ห้องซึ่งอยู่ตรงกลางใช้เป็นที่พักนอน และห้องด้านหลังซึ่งหันเข้าหาฝั่งใช้เป็นครัวและสำหรับกินข้าว ในกรุงเทพฯ สมัยก่อนเรือเหล่านี้มีโซ่ลำนหรือมีเชือกผูกติดกับเสาซึ่งปักลงไปในลำน้ำและจอดอยู่แนบตามริมฝั่ง จนแทบจะไม่มีที่เว้นว่างเหลืออยู่เลย ทศนิยมภาพของเมืองหลวงจากแม่น้ำในสมัยนั้นเต็มไปด้วย “เรือนแพทาสีอย่างประณีตงดงามลอยเป็นแถวซ้อนกันสองถึงสามแถว...”¹

การที่บ้านเรือนลอยอยู่ในน้ำย่อมทำให้ภูมิลำเนาสามารถเคลื่อนย้ายไปมาได้ง่าย ซึ่งก็เป็นเช่นนั้นอยู่ประจำ ฝรั่งที่เดินทางมาถึงกรุงเทพฯ ในครั้งนั้นเห็นเข้าแล้ว รู้สึกประทับใจถึงกับได้พรรณนาไว้ในหนังสือว่า “ภูมิลำเนาที่เคลื่อนย้ายได้นี้เป็นสิ่งที่น่าพิศวงอย่างยิ่ง บางครั้งเรือนแพหลายๆ ลำถูกปลดจากเสาที่เชือกโยงไว้ แล้วลอยกันไปเป็นฝูงเพื่อไปหาถิ่นใหม่ตามแต่เจ้าของจะพึง

¹ หนังสือ Narrative of a Residence in Siam โดย เฟรเดริก อาร์เธอร์ นีล (Frederick Arthur Neale) ลอนดอน ค.ศ. 1852
หน้า 29

พอใจ”² ฝรั่งเศสเดียวกันที่พรรณนาเรื่องนี้ไว้ ได้เล่าต่อไปว่า มีอยู่ครั้งหนึ่งเขาเห็นเรือกลไฟแล่นเฉียดเข้าไปเกี่ยวเรือแพที่จอดอยู่ ทำให้เรือแพหลายลำหลุดออกจากเสาที่ผูกไว้ “ในตอนนั้นกระแสน้ำกำลังไหลเชี่ยว พอเรือกลไฟดึงตัวหลุดออกมาได้จากกลุ่มเรือแพ ก็พอดีเรือแพทั้งหลายหลุดลอยตามออกมาท่ามกลางเสียงตะโกนโห่ร้องของผู้อาศัย อีกไม่กี่นาทีต่อมาเรือแพก็หายลับไปทางคู้งแม่น้ำ ลอยไปติดฝั่งตรงกันข้ามแต่ก็ไม่เห็นมีอะไรเสียหาย เพราะการลอยย้ายที่อยู่หรือร้านค้าขึ้นล่องไปๆ มาๆ เป็นเรื่องธรรมดาอยู่แล้ว เพียงแต่ในครั้งนี้อ้ายบ้านเรือนเป็นไปอย่างไม่มีใครตั้งใจ สมมุติว่านางแย้มและพวกลูกๆ เพื่อที่จะอยู่ต่อไปในย่านธุรกิจอันจอแจและอยากจะทำมาหากินในถิ่นผู้ดีมีสกุลใกล้ๆ กับพระบรมมหาราชวัง แยกก็จะคอยให้น้ำขึ้นแล้วก็ปล่อยเชือกที่ผูกอยู่กับเสา ให้แพลอยขึ้นไปเองตามกระแสน้ำจนถึงจุดหมายปลายทางที่ต้องการ เวลาย้ายบ้านเรือนก็จะมีพวกผู้ชายมาช่วยกันถ่อแพประคองมิให้เข้าไปปะทะกับเรือซึ่งทอดสมออยู่ตามทาง ทุกแห่งหนที่แพลอยผ่านไปคนจะตะโกนโห่ร้องขานกันไปขานกันมา เหมือนกับว่าเกิดเรื่องราวใหญ่โต และเหมือนกับว่าคนทั้งประเทศจะอยู่รอดได้หรือไม่ก็ด้วยการประคองเรือแพเล็กๆ ลำนี้”³

กรุงเทพฯ ที่ฝรั่งผู้นี้กล่าวถึงตรงกับปลายสมัยรัชกาลที่ ๓ เขาบอกว่าในสมัยนั้น เมืองทั้งเมืองมีเรือแพและร้านค้าบนแพมากถึง ๗๐,๐๐๐ หลัง ทำให้มีประชากรอาศัยในน้ำถึง ๓๕๐,๐๐๐ คน การที่บ้านเรือนมีลักษณะการใช้สอยคล่องตัวหรือเคลื่อนย้ายไปมาได้สะดวก ไม่ว่าจะเป็เรือแพที่ลอยไปมาตามกระแสน้ำ หรือบ้านแบบสะเทินน้ำสะเทินบก กล่าวคือเรือในไต้ถุนโล่ง จำเป็นที่จะต้องจัดให้เล็กกะทัดรัด เรือที่ลอยอยู่ในน้ำก็ดี หรือเรือสร้างบนขานซึ่ง “ลอย” อยู่บนเสาไม้ก็ดี จะสร้างด้วยอะไรที่หนักและตายตัวไม่ได้ ทุกอย่างต้องพอดีตัวไม่มีส่วนขาดส่วนเกิน ชาวยุโรปที่เดินทางมาเห็นกรุงศรีอยุธยาในสมัยคริสต์ศตวรรษที่ ๑๗ ต่างก็ประหลาดใจเมื่อได้เห็นคุณลักษณะของบ้านเรือนดังกล่าว

² หนังสือโดย นิล อ่างถึงแล้ว หน้า 14

³ เล่มเติม หน้า 29-30

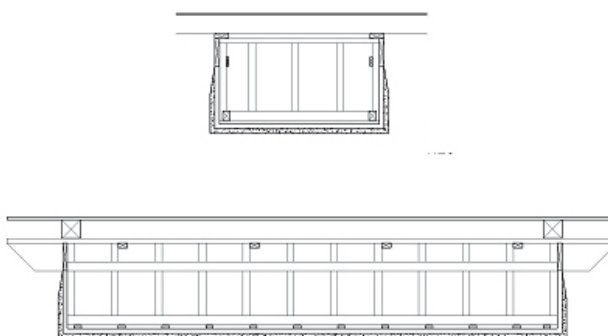
รูปแบบทางกายภาพของเรือนแพทรงไทย

ในการศึกษารูปแบบทางกายภาพของเรือนแพทรงไทย กรณีศึกษาชุมชนหัวเวียง อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งเขียนโดยอารยา เรืองคงเกียรติ ได้อธิบายรูปแบบทางกายภาพของเรือนแพทรงไทยในชุมชนพื้นที่ใกล้เคียงไว้ดังนี้

ชุมชนหลายแห่งในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและพื้นที่ใกล้เคียงเคยเป็นชุมชนเรือนแพทรงไทย หรือเป็นตลาดแพมาก่อน โดยปัจจุบันยังสามารถพบเห็นเรือนแพทรงไทยที่ถูกยกขึ้นตั้งบนเสาได้ประมาณ 10 หลังในชุมชนหัวเวียง อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา แต่มีการเปลี่ยนแปลงหรือต่อเติมไปจากสภาพเดิม เช่น การทำหลังคาคลุมชานด้านหน้าเรือนแพ การเปลี่ยนรางน้ำฝนเป็นสังกะสี การเปลี่ยนรูปทรงหลังคา และการขยายพื้นที่ใช้สอย เป็นต้น

เรือนแพทรงไทยที่พบในชุมชนหัวเวียงนิยมใช้ไม้สัก ไม้ทุ้ม หลังคาแฝก ซึ่งภายหลังถูกเปลี่ยนเป็นสังกะสี แต่หลังมีความแตกต่างกันไปในแง่ของลักษณะหลังคา ขนาด และลักษณะพื้นที่ภายใน รวมไปถึงการเพิ่มพื้นที่ในส่วนของพ่วงและโป่งโง้ง โดยรูปทรงของเรือนแพมักมีความสมมาตร และหลังคาไม่สูงชันเพื่อความเสถียรของการลอยตัวในน้ำ โครงสร้างหลังคาของเรือนแพมีลักษณะคล้ายคลึงกับบ้านเรือนไทย รางน้ำทั้งหมดของอาคารเรือนแพจะถ่ายผ่านเสาไม้สี่เหลี่ยมขนาดเล็ก ซึ่งเสียบเข้ากับคานแพด้วยเทคนิคแบบสลักเดียว ก่อนจะถ่ายน้ำหนักลงสู่ทุ่นลอยที่เป็นเรือโป๊ะหรือลูกบวบไม้ไผ่ และมีเสาหลักที่ปักไว้โดยรอบเพื่อไม่ให้เรือนแพหลุดลอยไปกับกระแสน้ำ

หน้าตัดของคานแพค่อนข้างลาดชันเพื่อระบายน้ำจืด รางน้ำจากด้านหน้าไปจนถึงด้านหลังของเรือนแพ โดยมีคานขนาด 2x6 นิ้ว อยู่ระหว่างคานแพในบางช่วงเสา เพื่อทำหน้าที่เป็นตงสำหรับวางพื้นไม้ในแนวขวาง โดยที่พื้นบางส่วนยื่นออกมาด้านนอกของพริ้ง เพื่อพาดไม้กระดานสำหรับเป็นทางเดินด้านข้างเรือนแพ ส่วนชานด้านหน้าลดระดับลงประมาณ 1 คืบ จากพื้นเรือนแพ



รูปที่ 2.1 รายละเอียดส่วนช่วยลอยประเภทแท่งเรือโครงสร้างไม้ฉาบปูน

ที่มา: อารยา เรืองคงเกียรติ, 2554



รูปที่ 2.2 คานแพ เสาเรือนแพ และรายละเอียดส่วนเชื่อมต่อระหว่างดินเสาและคานแพ
ที่มา: อารยา เรืองคงเกียรติ, 2554



รูปที่ 2.3 ภาพจำลองรูปแบบเรือนแพทรงไทยในชุมชนหัวเวียง
ที่มา: อารยา เรืองคงเกียรติ, 2554



รูปที่ 2.4 ภาพจำลองรูปแบบเรือนแพทรงไทยในชุมชนหัวเวียง
ที่มา: อารยา เรืองคงเกียรติ, 2554

ลักษณะพิเศษบางประการของเรือนแพทรงไทย

ในบทความวิชาการเรื่องภูมิปัญญาในการก่อสร้างเรือนแพทรงไทย เพื่อประยุกต์สู่การออกแบบสถาปัตยกรรมลอยน้ำ ซึ่งเขียนโดย ผศ.สุรียน ศิริธรรมปิติ และ ผศ. ดร.เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร ได้อธิบายถึงลักษณะพิเศษบางประการของเรือนแพทรงไทย กรณีศึกษาชุมชนหัวเวียง อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยาไว้ว่า

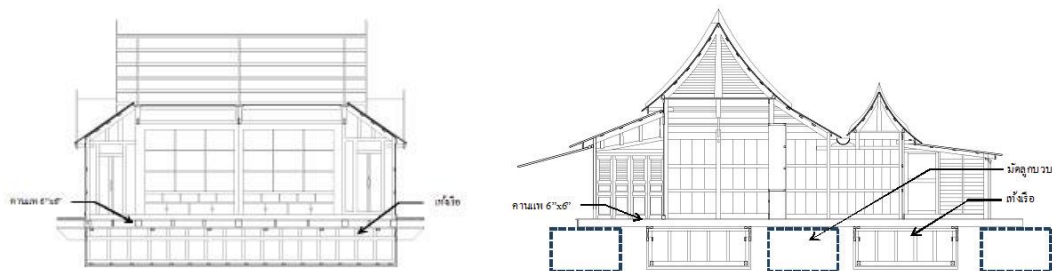
เรือนแพทรงไทยได้รับการออกแบบด้วยกลไกทางโครงสร้างในลักษณะเฉพาะตัว เพื่อให้สามารถตอบโจทย์การลอยตัวในน้ำด้วยจำนวนแพลูกบวบและเพ็งเรือที่เหมาะสม เช่นเดียวกับกลไกความสัมพันธ์ของวัสดุโครงสร้าง ได้แก่ เสาเรือนแพและคานแพ ที่ตอบโจทย์ความกะทัดรัด น้ำหนักเบาแต่ยังคงความแข็งแรงทั้งภาพรวมทางกลศาสตร์ ด้วยทิศทางการวางแนวเสาและแนวคานแพ ตลอดจนการจัดการตอบโจทย์ของจุดเชื่อมต่อเสาเรือนแพและคานแพ แนวแรงที่ขวางขวางกันของคานแพและส่วนช่วยลอย ยังอาจเป็นหนึ่งในคำตอบของการรักษาสมดุลการลอยน้ำของเรือนแพทรงไทยเดิม อย่างไรก็ตาม เรือนแพยังจำเป็นต้องมีเสาปักรอบเรือนแพเพื่อรักษาระดับพื้นให้เสถียรและไม่โคลงตัวเมื่อมีการรับน้ำหนักจรที่เปลี่ยนแปลงนอกเหนือไปจากการช่วยไม่ให้เรือนแพถูกพัดไปตามกระแส

1. สมดุลของน้ำหนักบนเรือนแพ และแรงลอยตัว

- น้ำหนักรวมของเรือนแพทรงไทยที่ทำการศึกษา คือ 24,808 ก.ก. และ น้ำหนักลอยตัวของเรือนแพ คือ $10,560 + 15,280 = 25,840$ ก.ก. สามารถกล่าวได้ว่าส่วนช่วยลอยถูกออกแบบให้สมดุลพอดีกับน้ำหนักรวมของเรือนแพ

2. ลักษณะเชิงโครงสร้างของคานแพ

- คานแพ ถูกออกแบบมาด้วยหน้าตัดทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด $6'' \times 6''$ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าหน้าตัดเสาเรือนแพ (เพื่อให้มีบารองรับดินเสาได้) เนื่องจากถือเป็นส่วนรับน้ำหนักตัวเรือนแพทั้งหมดลงไปสู่ส่วนช่วยลอย ทั้งนี้ หากหน้าตัดของคานแพเป็นเช่นระบบคานไม้แปรรูปทั่วไปคือ คานคู่ ขนาด $2'' \times 6''$ อาจเกิดการบิดตัวได้ แม้จะมีพุกยึดเป็นช่วงๆก็ตาม
- คานแพ ซึ่งมีภาระในการรับน้ำหนักตัวเรือนแพทั้งหมดลงไปสู่ส่วนช่วยลอย จำเป็นต้องมีความยาวต่อเนื่อง จึงสังเกตได้ว่า พื้นภายในของเรือนแพจะไม่มีภาระระดับ เพื่อให้การรับน้ำหนักทำได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด

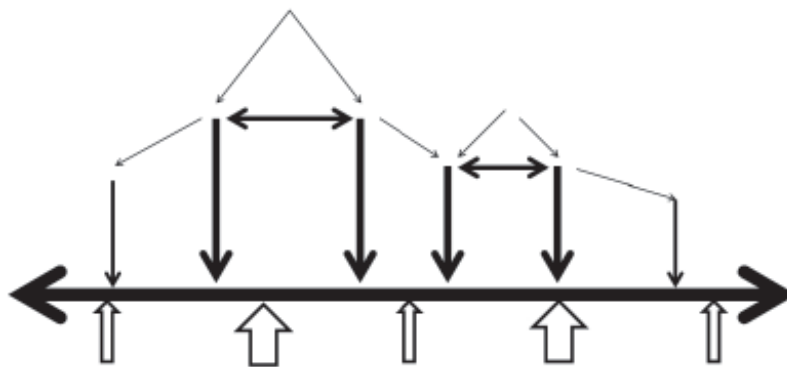


รูปที่ 2.5 ผังรูปตัดตามยาวและขวาง จำลองรูปแบบลักษณะเรือนแพทรงไทยเดิมกรณีศึกษา

ที่มา: ผศ.สุรียน ศิริธรรมปิติ, ผศ. ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจจจร, 2556

3. ลักษณะเชิงโครงสร้างของเสาเรือนแพ

- เสาเรือนแพ มีขนาดหน้าตัดค่อนข้างเล็ก 4"×4" หรือ 5"×5" แต่ต้องรับภาระแรงถีบหัวเสาด้วยน้ำหนักของส่วนเครื่องบนที่ถ่ายลงมาในแต่ละแถวของเสา โดยเฉลี่ย คือ 184 ก.ก. ซึ่งเมื่อรวมคาน้ำหนักจากเสาถ่ายลงสู่คานแพ คือ 250 ก.ก. ดังนั้นในส่วนจุดเชื่อมต่อกับคานแพจึงต้องมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ ดังที่ปรากฏคือ การบากตีนเสาที่เชื่อมต่อกับคานแพออกเป็นขาเสียบสองข้าง ที่สามารถสอดลงไปร่องคูที่บากบนคานแพ
- เสาเรือนแพจะถ่ายแรงถีบหัวเสาด้วยน้ำหนักของส่วนโครงสร้างหลังคาลงมาสู่ตีนเสา แต่ด้วยแนวการวางคานแพที่ยาวตลอดตามแนวแรงถีบตีนเสา จึงทำให้เกิดสมดุลโดยรวมของกรอบแรงกระทำของคานยึดหัวเสา เสาเรือนแพ และคานแพ



รูปที่ 2.6 รูปแสดงกรอบเสาเรือนแพและคานแพ องค์ประกอบที่สร้างสมดุลทางโครงสร้างเรือนแพ

ที่มา: ผศ.สุรียน ศิริธรรมปิติ, ผศ. ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจจจร, 2556

4. เสาปีกกรอบเรือนแพ

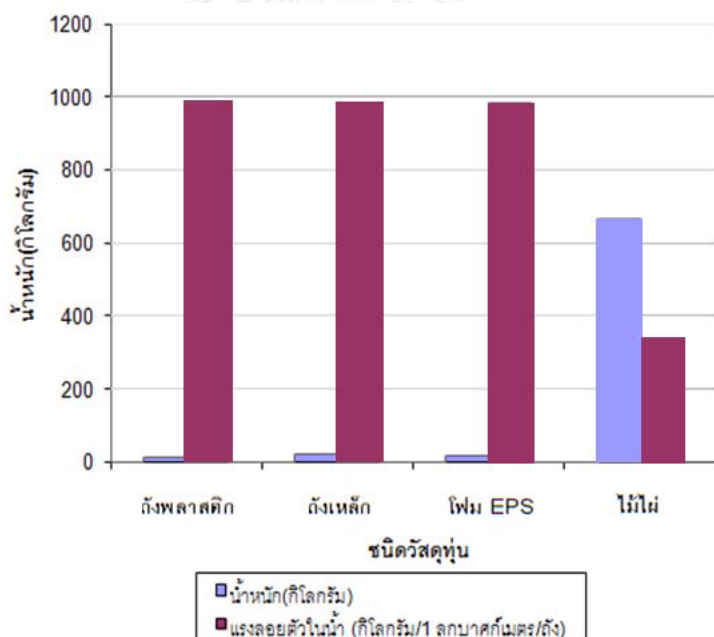
- เสาปีกกรอบเรือนแพ เป็นเสาไม้ขนาดหน้าตัดกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 4" ทุกร้อยเอื้องหรือโซ่ เข้ากับคานแพ ทั้งสองฝั่งด้านข้างของเรือนแพ ไล่มาจากด้านหน้า ตรงกลาง และด้านหลัง รวมหกต้น สามารถช่วยในการบังคับให้เรือนแพไม่ขยับในทางแนวนอน

เพื่อรักษาสมดุลแรงลอยตัวทางตั้ง เมื่อต้องรับแรงจากน้ำหนักจรที่เปลี่ยนแปลงไป ตลอดเวลาตามน้ำหนักที่ถูกถ่ายลงมาเมื่อมีน้ำหนักจรกระทำบนเรือแพในด้านต่างๆ และยังเป็นโครงสร้างที่ช่วยรักษาแนวการขึ้นลงทางแนวดิ่งของเรือแพตามการเปลี่ยนแปลงของน้ำขึ้นน้ำลง ตลอดจนเป็นโครงสร้างยึดไม่ให้เรือแพไหลหลุดออกไปตามกระแสน้ำ

การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุทุ่นลอย

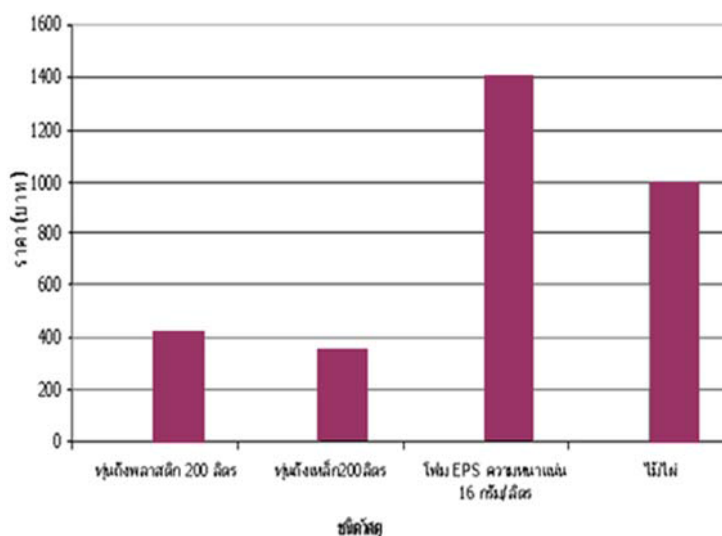
ในการศึกษานวัตกรรมการออกแบบและก่อสร้างบ้านลอยน้ำ ซึ่งเขียนโดยอภิชาติ กมลสันติสุข ได้ทำการเปรียบเทียบวัสดุทุ่นลอยไว้ดังนี้

การศึกษาเปรียบเทียบวัสดุ ในด้านแรงลอยตัวในน้ำ และราคา โดยเปรียบเทียบวัสดุในการทำทุ่นลอยในปัจจุบัน เช่น ไม้ไผ่ ถังพลาสติก 200 ลิตร ถังเหล็ก 200 ลิตร และโฟม EPS



รูปที่ 2.7 แผนภูมิเปรียบเทียบน้ำหนักกับแรงลอยตัวในน้ำของวัสดุชนิดต่างๆในการทำทุ่นลอย

ที่มา: อภิชาติ กมลสันติสุข, 2554



แผนภูมิเปรียบเทียบราคาต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ของวัสดุชนิดต่างๆในการทำท่อนลอย

ที่มา: อภิชาติ กมลสันติสุข, 2554

2.2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวกับการใช้ไม้ไผ่ในงานสถาปัตยกรรม

ไม้ไผ่

ในรายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาวิจัยเคหะพื้นถิ่นแบบบูรณาการเพื่อการพึ่งพาตนเอง บทที่ 6 เรื่องวัสดุพื้นถิ่นและการประยุกต์ ซึ่งเขียนโดยศรัณย์ สมันตรัฐ ได้กล่าวถึงคุณสมบัติของไม้ไผ่และการรักษาเนื้อไม้ไว้ดังนี้

1. ไม้ไผ่ในประเทศไทย

ประเทศไทยมีไม้ไผ่ชนิดต่างๆประมาณ 15 สกุล 82 ชนิด ขึ้นกระจายอยู่ทั่วไปในทุกภาคของประเทศ แต่ส่วนมากพบในป่าผลัดใบผสม โดยในพื้นที่ป่าทั้งหมด 92.875 ล้านไร่ (148,600 ตารางกิโลเมตร) เป็นพื้นที่ป่าไผ่ประมาณ 5.062 ล้านไร่ (8,100 ตารางกิโลเมตร) หรือร้อยละ 5.5 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด (ลูทัศน์, 2544)

ชนิด	ความสูง (ม.)	ขนาดลำปล้อง (ซม.)	บริเวณที่พบได้มาก	ประโยชน์ใช้สอย
1. ไม้ข้าวหลาม	8-12	5-9 (ลำปล้องบาง)	ภาคเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ทำฝาหรือเพดานบ้าน
2. ไม้โจด	5 (ขนาดเล็ก)	7-10	ขึ้นอยู่ในประเทศไทยและกัมพูชาเท่านั้น	ทำรั้ว หรือตกแต่งบ้าน
3. ไม้ซาง	6-18	3-9	ประเทศอินเดีย พม่า ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย (เป็นไม้โตเร็ว)	ทำรั้ว ฝ้า ฝ้า ฝ้า และทำหลังคา มุงหลังคา

4. ไม้ซางดอย	20-22	12 (หนาถึง 1 ซม.)	ประเทศไทย พม่า อินเดีย (อยู่ในป่า เบญจพรรณผสมขึ้นและแล้ง เป็นไม้ โตเร็วและมีลำต้นแยกกัน)	สามารถใช้ประโยชน์ได้ ทุกส่วนของลำต้น
5. ไม้ป่า	10-24	5-15 (มีหนามมาก)	ประเทศไทยพบกระจายขึ้นอยู่ ทั่วไปตามริมห้วย ริมแม่น้ำ ใน บริเวณที่ชุ่มชื้น	ลำใช้ทำบ้านได้ขึ้นต้นตาล ทำบ้านเรือน ทำฟากปู พื้น ทำรั้ว
6. ไม้เปาะ	25-30	20-25 (หนามาก 1-3 ซม.)	ประเทศพม่า อินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย และไทย (ต้องการ ความชื้นและดินดี จึงมีการปลูกอยู่ ในพื้นที่ค่อนข้างจำกัด)	ก่อสร้างบ้านในชนบท ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องจักรสาน
7. ไม้รวก	7-15	2-6 (ขนาดเล็ก)	ภาคเหนือ ภาคตะวันตก ภาค ตะวันออกเฉียงเหนือ และภาค ตะวันออกบางส่วน	ตบแต่งบ้าน ทำรั้ว ทำ คั้นเบ็ด ทำเครื่องจักสาน
8. ไม้รวกดำ	10-25	5-8	ภาคเหนือ และภาคตะวันตก (อยู่ใน ป่าเบญจพรรณขึ้น)	ตบแต่งสวนหรือบริเวณ บ้าน ลำใช้สร้างบ้านใน ชนบท
9. ไม้ไร่	7-10	1.5-3 (ขนาดเล็ก)	ประเทศไทยพม่า ขึ้นอยู่ในป่าดงดิบ แล้ง และป่าเบญจพรรณผสม)	ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่อง จักสาน
10. ไม้สีสุก	10-18	8-12	พบได้ทั่วไปตามที่ราบลุ่มริมห้วย แม่น้ำ หรือปลูกไว้รอบบ้าน เกษตรกรในชนบท	สร้างบ้านในชนบทได้ ทนทาน ทำเครื่องจัก สาน
11. ไม้ทก	15-20 (อาจถึง 25)	10-18	ประเทศอินเดีย พม่า ลาว เวียดนาม และไทย (ขึ้นอยู่ในระดับสูง ใน บริเวณที่ชุ่มชื้น ดินดี ในป่าดงดิบ ชื้น)	สร้างบ้านในชนบท ทำ เครื่องจักสาน
12. ไม้เหี้ยะ	6-12	4-6 (ลำปล้องบาง)	ในประเทศไทยไม้ชนิดนี้จะขึ้นอยู่ริม ห้วย และในป่าที่ชื้นเท่านั้น	สานทำฝา ปูพื้น ทำ เพดาน
13. ไม้ตง	20	8-18	พบได้ทั่วไป	ก่อสร้างบ้านในชนบท ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ เครื่องจักรสาน

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของไม้ไม้ชนิดต่างๆที่พบได้มากบริเวณที่ราบในประเทศไทย

ที่มา : ไม้ (Bamboo), กรมป่าไม้, แหล่งที่มา <http://www.forest.go.th>

2. คุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่

คุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ค่อนข้างสูง เนื่องจากการเรียงตัวของเซลล์ที่เป็นระเบียบ และลักษณะพิเศษของผนังเซลล์ชั้นทุติยภูมิ (secondary wall : S) มีอยู่ถึง 9 ชั้น (S0-S8) (Higuchi, 1996) ซึ่งแต่ละชั้นมีการเรียงตัวของไมโครไฟบริล (microfibrils) ในองศาที่ต่างกัน โดยเฉพาะการเรียงตัวที่ไปในแนวเดียวกับลำมีปริมาณมาก เป็นผลให้สามารถรับแรงดัดสถิตย และแรงดึงขนานเสี้ยนได้สูงเป็นพิเศษ ซึ่งคุณสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ประกอบด้วย

- ความชื้น (moisture content) ความชื้นของไม้ไผ่มีผลกระทบต่อสมบัติเชิงกลของไม้ไผ่ ความชื้นสดของไม้ไผ่จะอยู่ในช่วง 50-99% แต่ถ้าไม้ไผ่โตไม่เต็มที่ จะมีความชื้นสดอยู่ระหว่าง 80-150% ส่วนความชื้นของไม้ไผ่แห้งจะอยู่ระหว่าง 12-18% ความชื้นของไม้ไผ่จะบอกถึงปริมาณน้ำที่มีอยู่ในเนื้อไม้ไผ่นั้น หาได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความชื้นของไม้ไผ่} = \frac{(\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักอบแห้ง}) \times 100}{\text{น้ำหนักอบแห้ง}}$$

ความชื้นจะเพิ่มขึ้นจากโคนไปยอด ในช่วงอายุ 1-3 ปี หลังจากอายุมากกว่า 3 ปีไปแล้ว ความชื้นจะเป็นไปในทางกลับกัน คือ ลดลงจากโคนไปยอด ในฤดูฝนไม้ไผ่มีความชื้นสูงกว่าในฤดูแล้ง (Dransfield and Widjaja, 1995)

- ความแน่น (density) ความแน่นหรือความถ่วงจำเพาะของวัสดุเป็นค่าแสดงถึงปริมาณมวลสารในหนึ่งหน่วยปริมาตร ความแน่น คือ มวลหรือน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร (หน่วยเป็น kg/m³, g/cm³ หรือ lb/in³) ความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) คือ อัตราส่วนระหว่างความแน่นของวัสดุต่อความแน่นของน้ำ (ไม่มีหน่วย) ทั้งสองค่านี้ใช้กับวัสดุทุกชนิดโดยคำนวณจากน้ำหนักและปริมาตรที่สภาวะเดียวกัน แต่เมื่อใช้กับไม้มักเกิดความสับสน เพราะไม้ต่างจากวัสดุอื่น ๆ กล่าวคือไม้หนึ่งชิ้นประกอบด้วยมวลของเนื้อไม้ อากาศ (อยู่ตามช่องว่าง) และความชื้น เมื่อคำนวณความแน่นหรือความถ่วงจำเพาะของไม้ที่สภาพสด และสภาพแห้งจึงมีค่าไม่เท่ากัน การคำนวณเกี่ยวกับไม้จึงนิยมใช้ความถ่วงจำเพาะมากกว่าความแน่น เพราะใช้น้ำหนักอบแห้งเท่านั้นและไม่มีหน่วย อีกทั้งได้ถือปฏิบัติมานานแล้ว ความถ่วงจำเพาะของไม้จึงมีค่านิยาม คือ อัตราส่วนระหว่างความแน่นของไม้ (คำนวณจากน้ำหนักอบแห้งและปริมาตรที่ความชื้นขณะทดสอบ) ต่อความแน่นของน้ำที่ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งมีสูตรคำนวณดังนี้ (บุญนำ และมยุรี, 2542)

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{มวลลอบแห้ง} / \text{ปริมาตรขนาดทดสอบ}}{\text{ความแน่นของน้ำ}}$$

เมื่อ ความแน่นของน้ำ = 1 g/cm³, 1000 kg/m³ หรือ 62.4 lb/ft³ ความถ่วงจำเพาะของไม้ในระบบเมตริกจึงไม่มีหน่วยและมีสูตรดังนี้

$$\text{ความถ่วงจำเพาะ} = \frac{\text{มวลลอบแห้ง}}{\text{ความแน่นของน้ำ}}$$

ไม้ไผ่ชางนวล (*Dendrocalamus strictus* Nees) ซึ่งมีความหนาแน่นอยู่ระหว่าง 600-900 kg/m³ ที่ความชื้น 12% (*Dransfield and Widjaja, 1995*) เมื่อแบ่งผนังปล้องของไม้ไผ่ชางนวลออกเป็นสี่ส่วนเท่า ๆ กันตามแนวรัศมีหรือความหนาของผนังปล้อง และหาความถ่วงจำเพาะของแต่ละส่วนพบว่าส่วนนอกสุดมีความถ่วงจำเพาะสูงสุด (0.961) และค่อย ๆ ลดลงจากด้านนอกเข้าไปข้างใน คือ 0.827 และ 0.748 ตามลำดับ

คุณสมบัติ	ไม้ไผ่หก	ไม้ไผ่ตง	ไม้ไผ่ทั่วไป	ไม้ยาง (เนื้ออ่อน)	ไม้เต็ง (เนื้อแข็ง)
1. ความเค้นอัดขนานเสี้ยน (MPa)	50.78	72	21.6 – 49.9	38.63	70.9
2. ความเค้นเฉือนขนานเสี้ยน (MPa)	8.39	14	0.6 – 12.6	16.08	14.02
3. ความเค้นดิ่งขนานเสี้ยน (MPa)	126.22	314	N/A	N/A	N/A
4. การตัดสถิติ					
- ค่าโมดูลัสแตกหัก (MPa)	125.98	135	72 – 120	87.08	169.85
- ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น (MPa)	11,421.45	13,115	9,000 – 20,000	8,845.74	17,171.71
- ค่าความเหนียว (KPa)	327.67	676	N/A	N/A	N/A
5. ปริมาณความชื้นสมดุล (%) ไม้ไผ่แห้ง	10.75	N/A	12-18%	13%	12%
6. ความถ่วงจำเพาะ (สภาพอบแห้ง)	0.79	0.8	0.60 – 0.90	0.7	1.05

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของไม้ไผ่ชนิดต่างๆเปรียบเทียบกับไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน

ที่มา : กรมป่าไม้, 2549

3. การป้องกันและรักษาเนื้อไม้

แม้ไม้จะเป็นวัสดุที่แข็งแรง แต่การใช้ไม้ก็ประสบปัญหาเกี่ยวกับการเสื่อมสภาพทางธรรมชาติ เช่นปัญหาการถูกศัตรูทำลายไม้ พวกเชื้อราและแมลงเข้าทำลายไม้

ศัตรูทำลายไม้สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

- 1) เชื้อรา ที่เกิดจากความชื้นในไม้ที่ตัดมาภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมงเชื้อราก็จะเข้าทำลายได้ เชื้อราที่พบในไม้แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่
 - (1) เชื้อราผิวไม้ เกิดกับผิวไม้ที่มีความชื้น หรือผิวไม้แตก
 - (2) เชื้อราเสี้ยนสี ไม้ทำลายเนื้อไม้แต่ทำให้ไม้มีสีดำ
 - (3) เชื้อราทำลายไม้ เชื้อราจะเข้าตามรอยแผลทำให้ไม้เปื่อยยุ่ย ตัวอย่างเช่น ไม้เสาทำรั้ว เป็นต้น
- 2) แมลงทำลายไม้ สำหรับในภูมิภาคเขตร้อนแล้วถือว่าเป็นแมลงที่ทำความเสียหายได้มากที่สุดซึ่งสามารถแบ่งแยกตามลักษณะการดำรงชีวิตได้เป็น ปลวกดิน และปลวกไม้ ส่วนความเสียหายเนื่องจากมอดถือว่ามีน้อยกว่าการทำลายของเชื้อราและปลวก

ความเสียหายจากสาเหตุทางชีวภาพนั้นสามารถป้องกันได้ โดยใช้ตัวยารักษาเนื้อไม้ ซึ่งมีความเป็นพิษต่อศัตรูทำลายไม้ไฟ ทำให้ยืดอายุการใช้งานออกไปได้ตราบเท่าที่ศัตรูทำลายไม้ไม่สามารถเจาะทำลายเนื้อไม้หรือใช้ไม้เป็นสารอาหารได้ โดยทั่วไปไม้ไฟจะมีอายุการใช้งานเพียง 1-2 ปี เท่านั้น ถ้าใช้ในพื้นที่โล่งและสัมผัสกับดินแต่ถ้าใช้ในร่มอาจอยู่ได้นานถึง 5 ปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงคุณภาพก่อนที่จะนำไม้ไฟมาใช้ประโยชน์เพื่อยืดอายุการใช้งานให้นานมากขึ้นกว่าเดิม ซึ่งหากได้มีการดำเนินการตามกรรมวิธีการรักษาไม้ไฟ จะช่วยยืดอายุความทนทานของไม้ไฟออกไปได้อีก 3-5 เท่าของอายุความทนทานของไม้ (ไพวรรณ, 2547)

4. วิธีการรักษาคุณภาพของไฟ

ไม้ไฟเป็นวัสดุที่สนองวัตถุประสงค์พื้นฐานของมนุษย์ ในการใช้เป็นที่อยู่อาศัย อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ภาชนะใส่ของ ตลอดจนใช้เป็นอาหาร เป็นวัสดุที่หาง่าย ราคาถูก มีความแข็งแรงพอสมควร ปลวก มอด เชื้อรา จะเป็นตัวการที่ทำให้ไม้ไฟเสียหาย ถ้าใช้ในที่โล่งและปักดินจะทนได้เพียง 6- 24 เดือนเท่านั้น แต่ถ้าใช้ในที่ร่มไม่สัมผัสกับดินจะอยู่ได้นานถึง 7 ปี ไม้ไฟแต่ละชนิดมีความทนทานต่างกัน ไม้ที่อ่อนจะเร็วกว่าไม้ที่แก่ ไม้ที่ผ่าจะเร็วกว่าไม้เป็นลำ

- แช่น้ำ เป็นวิธีป้องกันมอดเจาะไซ วิธีนี้มีใช้กันนอกจากประเทศไทยแล้ว ก็มีที่ อินเดีย พิจิ พม่า จาไมก้า และที่อื่นๆ ในการแช่น้ำนั้นจะทำให้แป้ง น้ำตาล และสารละลายน้ำอื่นๆ ซึ่งเป็นอาหารของแมลงถูกชะล้างออกมา ทำให้พ้นจากการทำลายของแมลงได้บ้าง วิธีนี้ใช้กับไม้สด โดยแช่ให้จม ใช้เวลาดังตั้ง 1-3 เดือน แล้วแต่เวลาที่มียู่ ถ้าเป็นไม้แห้งที่เกือบแห้งจะต้องใช้เวลาเพิ่มขึ้นอีก การแช่ไม้ใฝ่ในน้ำจะเพิ่มการต้านทานต่อมอดได้ แต่จะไม่ต้านทานปลวกและแมลงอื่นๆ ได้
- การใช้ปูนขาว น้ำมันดินทา ในบางประเทศ เช่น อินโดนีเซีย ใช้ น้ำมันดินทา หรือใช้ปูนขาวผสมน้ำทาไม้ใฝ่ที่ใช้ทำบ้านเรือน แต่จะต้องทำให้ทั่วตามรอยต่อ รอยแตก รอยตัด มิฉะนั้นการป้องกันจะไม่ได้ผลเลย
- ทา ฟัน จุ่ม ด้วยสารเคมี วิธีการเหล่านี้เป็นการป้องกันผิวนอกของไม้ใฝ่ เป็นการป้องกันชั่วคราว หรือใช้กับไม้ที่ใช้ในที่ๆ ไม่มีอันตรายจากแมลงหรือเชื้อรามากนัก เช่น ทำของใช้ในบ้าน
- การอาบน้ำยาไม้ใฝ่ การอาบน้ำยาเพื่อให้ไม้มีความทนทานเพิ่มขึ้น โดยการใช้สารเคมีที่เหมาะสมใส่เข้าไปในเนื้อไม้ วิธีการดังกล่าวนี้นอกจากจะทำให้ไม้ที่มีคุณภาพที่ดีมีความทนทานเพิ่มขึ้นแล้ว ยังทำให้ไม้ที่มีคุณภาพที่เลวมีความทนทานเท่าๆ กับไม้ที่ดีที่ไม่ได้อาบน้ำยา มีอายุการใช้งานเพิ่มขึ้น เป็นการประหยัดการใช้ไม้และมีชนิดไม้ที่จะให้เลือกใช้มากขึ้น คุณภาพของไม้อาบน้ำยาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ การเตรียมไม้ก่อนอาบน้ำยาชนิดยาที่ใช้และกรรมวิธีในการอาบน้ำยา แต่ละอย่างมีความสำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากัน การอาบน้ำยาไม้จะได้รับผลดีที่สุดก็ต่อเมื่อมีการเตรียมสภาพไม้ให้ถูกต้องตามวิธีการก่อนการอาบน้ำยา เพื่อให้ให้น้ำยาแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดีที่สุด กรรมวิธีอาบน้ำยาบางอย่างต้องทำให้ไม้แห้งเสียก่อน ในขณะที่บางกรรมวิธีต้องควบคุมให้ไม้อยู่ในสภาพสด จึงจะได้รับผลเต็มที่บางวิธีต้องเตรียมไม้ด้วยการพ่น อบไอน้ำ หรือต้ม การเจาะ บาก ไส ให้ใกล้เคียงกับสภาพที่จะนำไปใช้งาน ล้วนแต่เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องกระทำก่อนอาบน้ำยาเช่นกัน (อภิย, 2528)

2.3 น้ำหนักบรรทุกคงที่ และน้ำหนักจร

น้ำหนักบรรทุกคงที่ (Dead Load : DL) หมายถึงน้ำหนักบรรทุกที่กระทำอยู่กับที่ คงที่ตายตัว ไม่มีการเคลื่อนย้ายหรือเปลี่ยนแปลงขนาดของน้ำหนัก ซึ่งหมายถึงชิ้นส่วนต่างๆของโครงสร้างของอาคาร ได้แก่ เสา คาน พื้น หลังคา ผนัง บันได เป็นต้น ซึ่งน้ำหนักคงที่ของวัสดุต่างๆ มีข้อมูลน้ำหนักต่อหน่วยโดยประมาณ ดังแสดงไว้ในตารางต่อไปนี้ (Civil Club 2553), (กรมป่าไม้ 2542)

วัสดุ	น้ำหนักบรรทุกคงที่ โดยประมาณ (กก./ลบ.ม.)
คอนกรีตเสริมเหล็ก	2,300 - 2,400
เหล็ก	7,700 - 7,900
ไม้	460 - 480
ไม้ไผ่	600 - 900
โฟม EPS (1.25lbs/ft ³)	21

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักคงที่ของวัสดุ

น้ำหนักบรรทุกจร (Live Load : LL) หมายถึง น้ำหนักบรรทุกที่เป็นลักษณะมีการเคลื่อนย้าย เคลื่อนที่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงขนาดน้ำหนักอยู่ตลอดเวลา หรืออยู่ชั่วคราว เช่น รถยนต์ แรงลม ผู้คนที่ใช้อาคาร วัสดุอุปกรณ์สำนักงาน เป็นต้น ซึ่งเป็นแรงกระทำที่เกิดขึ้นเป็นครั้งคราว และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายออกไป ก็จะไม่มีความกระทำค้าง

2.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับเสถียรภาพการลอยตัวของวัตถุในน้ำ

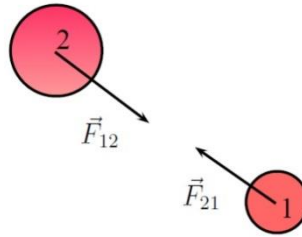
กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 3 ของนิวตัน (Newton's third law of motion)

(ฟิสิกส์ทั่วไป / General Physics 1, ดร. ศรีประจักษ์ ครอบสุข, มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

กฎข้อที่ 3 ของนิวตัน กล่าวว่าถ้าวัตถุสองอันมีอันตรกิริยาต่อกัน แรงที่วัตถุ 1 กระทำต่อวัตถุ-2 (\vec{F}_{12}) มีขนาดเท่ากับแรงที่วัตถุ 2 กระทำต่อวัตถุ 1 (\vec{F}_{21}) แต่มีทิศตรงกันข้าม นั่นคือ

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

เมื่อ \vec{F}_{12} เป็นแรงกิริยา (Action force) และ \vec{F}_{21} เป็นแรงปฏิกิริยา (Reaction force) แรงสองแรงนี้เป็นแรงคู่กิริยาซึ่งกระทำที่วัตถุคนละอัน



รูปที่ 2.8 วัตถุ 1 และวัตถุ 2 ออกแรงดึงดูดซึ่งกันและกันด้วยขนาดเท่ากันแต่ทิศตรงกันข้าม
ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ทอร์ก (Torque)

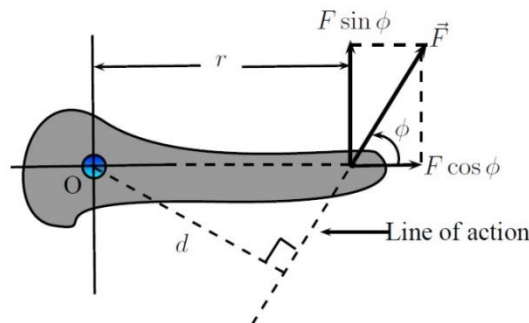
(พิสิทธ์ทั่วไป / General Physics 1, ดร. ศรีประจักษ์ ครองสุข, มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ทอร์ก คือ ปริมาณที่บ่งบอกถึงแนวโน้มของการหมุนรอบจุดหมุนใดๆ ซึ่งมีนิยาม ดังนี้คือ

$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

ทอร์ก เป็นปริมาณเวกเตอร์มีทิศที่ตั้งฉากกับเวกเตอร์ \vec{r} และ \vec{F} โดยขนาดของทอร์ก คือ

$$\tau = rF \sin \phi$$



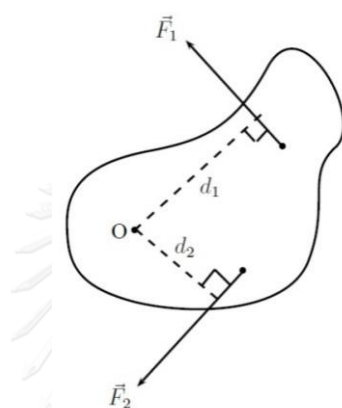
รูปที่ 2.9 ทอร์กของการหมุนรอบจุด O เนื่องจากมีแรงภายนอกกระทำ
ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จากสมการ ขนาดของทอร์ก คือ ผลคูณของระยะทางจากจุดหมุนถึงตำแหน่งที่แรงกระทำกับขนาดของแรงนั้นในแนวตั้งฉากกับระยะทาง ระยะทางจากจุดหมุนถึงแนวของแรงที่กระทำในแนวตั้งฉาก d ซึ่งเรียกว่า moment arm ของแรง \vec{F} เมื่อวัตถุมีแรงจากภายนอกหลายแรงกระทำต่อวัตถุ ทอร์กลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุรอบจุดหมุนใดๆ จะมีค่าเท่ากับผลรวมแบบเวกเตอร์ของทอร์กย่อยๆ ดังนี้

$$\vec{\tau}_{net} = \sum_{i=1}^n \vec{\tau}_i = \vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \dots + \vec{\tau}_n$$

ลองพิจารณากรณีที่มีแรงสองแรง คือ แรง \vec{F}_1 และ \vec{F}_2 กระทำต่อวัตถุให้หมุนรอบจุด O ทอร์ก เนื่องจากแรง \vec{F}_1 จะหมุนวัตถุในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาให้เป็นบวก (+) ส่วนทอร์กเนื่องจากแรง \vec{F}_2 ทำให้วัตถุหมุนตามเข็มนาฬิกาให้เป็นลบ (-) ดังนั้นขนาดของทอร์กลัพธ์คือ

$$\sum \tau = \tau_1 + \tau_2 = F_1 d_1 - F_2 d_2$$



รูปที่ 2.10 ทอร์กของแรงภายนอกสองแรงรอบจุดหมุน O

ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

จะเห็นว่าเมื่อขนาดของทอร์กลัพธ์ไม่เป็นศูนย์ วัตถุจะหมุนด้วยด้วยความเร่งเชิงมุมซึ่งเกี่ยวข้องกับโมเมนต์ความเฉื่อยของวัตถุรอบแกนหมุนนั้น ดังนี้

$$\vec{\tau}_{net} = \sum \tau = I\vec{\alpha}$$

สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง (Equilibrium of rigid bodies)

(พิสิทธ์ทั่วไป / General Physics 1, ดร. ศรีประจักษ์ ครองสุข, มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

เมื่อมีแรงจากภายนอกหลายๆแรงกระทำต่อวัตถุ วัตถุจะอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่ง เมื่อแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุมีค่าเป็นศูนย์ ($\sum \vec{F} = 0$) และสมดุลต่อการหมุนเมื่อทอร์กลัพธ์รอบจุดหมุนใดๆ มีค่าเท่ากับศูนย์ ($\sum \vec{\tau} = 0$) นั่นคือเราได้เงื่อนไขสมดุลสถิต (Static equilibrium) ดังนี้

$$\Sigma \vec{F} = 0 \text{ และ } \Sigma \vec{\tau} = 0$$

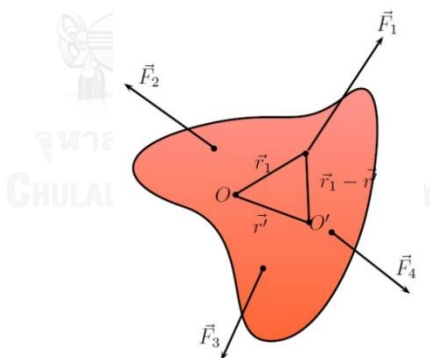
พิจารณาแรงที่กระทำต่อวัตถุ เมื่อแรงลัพธ์กระทำมีค่าเป็นศูนย์ $\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 = 0$ ตำแหน่งที่แรง \vec{F}_1 กระทำต่อวัตถุโดยมีเวกเตอร์บอกตำแหน่งเทียบกับจุด O เป็น \vec{r}_1 ในทำนองเดียวกัน ตำแหน่งที่แรง \vec{F}_2, \vec{F}_3 และ \vec{F}_4 มีเวกเตอร์บอกตำแหน่งเป็น \vec{r}_2, \vec{r}_3 และ \vec{r}_4 ตามลำดับ (ไม่แสดงในรูป) ดังนั้นทอร์คัลที่รอบจุด O คือ

$$\Sigma \vec{\tau}_O = \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 + \vec{r}_3 \times \vec{F}_3 + \vec{r}_4 \times \vec{F}_4$$

พิจารณาที่จุดหมุนอื่นเช่นจุด O' ซึ่งมีเวกเตอร์บอกตำแหน่งเป็น \vec{r}' เทียบกับจุด O ตำแหน่งที่แรง \vec{F}_1 กระทำซึ่งเทียบกับจุด O' ระบุด้วยเวกเตอร์บอกตำแหน่ง $\vec{r}_1 - \vec{r}'$ และทำนองเดียวกันสำหรับตำแหน่งที่แรงอื่นๆ กระทำ ดังนั้นทอร์คัลที่รอบจุด O' คือ

$$\begin{aligned} \Sigma \vec{\tau}_{O'} &= (\vec{r}_1 - \vec{r}') \times \vec{F}_1 + (\vec{r}_2 - \vec{r}') \times \vec{F}_2 + (\vec{r}_3 - \vec{r}') \times \vec{F}_3 + (\vec{r}_4 - \vec{r}') \times \vec{F}_4 \\ &= \vec{r}_1 \times \vec{F}_1 + \vec{r}_2 \times \vec{F}_2 + \vec{r}_3 \times \vec{F}_3 + \vec{r}_4 \times \vec{F}_4 - \vec{r}' \times (\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4) \end{aligned}$$

เนื่องจากแรงลัพธ์มีค่าเป็นศูนย์นั่นคือ ถ้าวัตถุอยู่ในสภาพสมดุลต่อการเลื่อนตำแหน่งและทอร์คัลที่รอบจุดใดจุดหนึ่งมีค่าเป็นศูนย์แล้วทอร์คัลที่รอบจุดอื่นๆ ก็จะมีค่าเป็นศูนย์ด้วย

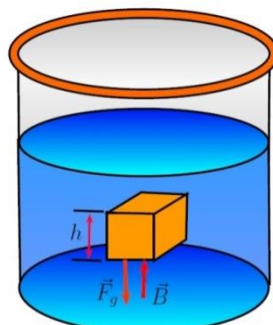


รูปที่ 2.11 สมดุลของวัตถุแข็งเกร็งเนื่องจากแรงลัพธ์ที่กระทำเท่ากับศูนย์

ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

แรงลอยตัวและหลักของอาร์คิมิดีส

หลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes's principle) กล่าวว่า เมื่อวัตถุจมในของเหลวทั้งก้อนหรือบางส่วนของไหลจะออกแรงดันขึ้นต่อวัตถุเท่ากับน้ำหนักของไหลส่วนที่ถูกแทนที่ เราเรียกแรงดังกล่าวว่า แรงลอยตัว (Buoyant force, \vec{B}) มีค่าเท่ากับน้ำหนักของเหลวที่ถูกแทนที่ (\vec{F}_g)



รูปที่ 2.12 วัตถุทรงลูกบาศก์จมในของเหลว

ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิจารณาวัตถุทรงลูกบาศก์ที่มีความหนาแน่น ρ_0 จมในของเหลวที่มีความหนาแน่น ρ เมื่อวัตถุจมทั้งก้อนจะเห็นว่าผลต่างของความดันที่ผิวด้านล่างกับผิวด้านบน (ΔP) เท่ากับ ρgh เมื่อ h คือความยาวของลูกบาศก์ และความดันที่ผิวด้านล่างมีขนาดเท่ากับอัตราส่วนของแรงลอยตัว (B) กับพื้นที่ผิว (A)

$$\Delta P = \frac{B}{A} = \rho gh$$

$$B = (\rho gh)A = \rho gV$$

$$\vec{B} = \rho \vec{g}V = M\vec{g} = \vec{F}_g$$

เมื่อ V และ M คือ ปริมาตรและมวลของเหลวที่ถูกแทนที่ ในกรณีที่วัตถุจมไปในของเหลวทั้งก้อนจะพบว่าปริมาตรของเหลวที่ถูกแทนที่จะเท่ากับปริมาตรของวัตถุทั้งก้อน นั่นคือทำให้ได้ว่า ขนาดของแรงลอยตัวเท่ากับ $\rho \vec{g}V_0$ เมื่อปล่อยให้วัตถุเคลื่อนที่อย่างอิสระแรงลัพธ์ที่กระทำต่อวัตถุในแนวตั้งคือ

$$\vec{B} - \vec{F}_g = (\rho - \rho_0)V_0\vec{g} = m\vec{a}$$

เมื่อ m คือมวลของวัตถุและ \vec{a} คือความเร่งของวัตถุ จะเห็นว่าวัตถุจะลอยขึ้นด้วยความเร่ง \vec{a} ถ้าหากว่า $\rho > \rho_0$ และวัตถุจะจมลงไปในของเหลวด้วยความเร่งเมื่อ $\rho < \rho_0$ สำหรับกรณีที่วัตถุลอยในของเหลวซึ่งมีบางส่วนจมในของเหลว เมื่อวัตถุอยู่ในสมดุล ดังนั้น

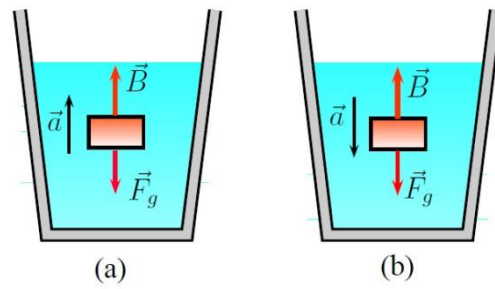
$$\vec{B} = \vec{F}_g$$

$$\vec{B} = \rho_f V_f \vec{g}$$

$$\vec{F}_g = \rho_0 V_0 \vec{g}$$

นั่นคือเราจะได้อัตราส่วนระหว่างความหนาแน่นของวัตถุกับความหนาแน่นของไหลเป็น
ดังนี้

$$\frac{\rho_o}{\rho_f} = \frac{V_f}{V_o}$$



รูปที่ 2.13 แสดงทิศของความเร่งของวัตถุที่จมในของเหลว (a) วัตถุลอยขึ้น และ (b) วัตถุจมลงด้วยความเร่ง
ที่มา : General Physics 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทที่ 3

ผลการศึกษา

3.1 ข้อมูลพื้นฐานของชุมชน

จากการลงพื้นที่สำรวจชุมชนบ้านโพธิ์ ตำบลบ้านโพธิ์ อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ได้ข้อมูลว่าชาวบ้านในชุมชนยังคงมีความเป็นอยู่ใกล้ชิดกับสายน้ำ มีการใช้เรือเพื่อคมนาคมทางน้ำในฤดูน้ำหลาก ซึ่งจะเกิดน้ำท่วมขังในช่วงเดือนกันยายน - พฤศจิกายน ของทุกปี และยังคงมีประเพณีทางน้ำที่รักษาไว้มาแต่โบราณ ชาวบ้านในชุมชนนิยมประกอบอาชีพทำนา จับสัตว์น้ำ ค้าขาย ฯลฯ ส่วนช่างในชุมชนมีความถนัดทางด้านการต่อเรือ และปรุจเรือไทย รูปแบบสถาปัตยกรรมบ้านเรือนมีทั้งเรือนไทย เรือนปูน และเรือนไม้ ซึ่งนิยมยกเสาสูง และยังมีเรือนแพลูกบวบไม้ไผ่ในแม่น้ำน้อย จำนวน 3 หลัง

ที่ตั้งเรือนแพชุมชนต้นแบบหลังแรก อยู่ที่คลองหัวโพธิ์ (บ้านปลายนาเหนือ) ห่างจากที่ทำการอบต.บ้านโพธิ์ 500 เมตร ลักษณะตลิ่งเป็นคันดินลาดชัน มีการจับปลา และใช้เรือพายสัญจรทางน้ำ ส่วนที่ตั้งเรือนแพชุมชนต้นแบบหลังที่สอง อยู่ที่คลองรางจระเข้ บริเวณทำน้ำโรงเรียนพิบูลประสิทธิ์ (วัดกระโตงทอง) ลักษณะตลิ่งเป็นคอนกรีต มีการปลูกเตย และกระชังปลาในบริเวณใกล้เคียง ชาวบ้านนิยมสัญจรด้วยเรือยนต์

3.2 การศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติฟุนลอย

จากการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติวัสดุแต่ละประเภทเพื่อเลือกใช้เป็นฟุนลอย พบว่าวัสดุประเภทโฟม EPS มีความน่าสนใจเนื่องจากมีแรงลอยตัวเฉลี่ยสูงถึง 980 กก./ลบ.ม. สามารถส่งผลิตจากโรงงานได้ในราคาประมาณ 1,500 บาท/ลบ.ม. และคาดการณ์ว่าจะมีอายุการใช้งานได้ถึง 5 ปี ในขณะที่แท่งเรือคอนกรีต และลูกบวบไม้ไผ่ต้องมีภาระค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมทุกปี ส่วนการใช้คอนกรีตหุ้มผิวโฟมนั้นอาจยืดอายุการใช้งานได้ถึง 10 ปี แต่มีราคาวัสดุสูงมากถึง 10,000 บาท/ลบ.ม. จึงได้ทดลองประยุกต์ใช้โฟม EPS เป็นวัสดุฟุนลอยในการศึกษานี้

	ราคาโดยประมาณ (บาท / ลบ.ม.)	แรงลอยตัวเฉลี่ย (กก. / ลบ.ม.)	อายุการใช้งาน	การจัดหาวัสดุ
แท่งเรื่อคอนกรีต	N/A	800	ยาแนวรอยรั่วทุกปี	จ้างช่างต่อเรือ
ลูกบวบไม้ไผ่	300	300	เปลี่ยนทุก 3-5 ปี (ซ่อมแซมทุกปี)	หาซื้อได้ในท้องที่
ฟุนโฟม EPS (Polystyrene)	1,500	980	เปลี่ยนทุก 5 ปี	สั่งผลิตจากโรงงาน
ฟุนโฟม EPS หุ้มคอนกรีต	10,000	650	10 ปี	สั่งซื้อสำเร็จรูปจาก บริษัท

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบราคา และคุณสมบัติของวัสดุฟุนลอยชนิดต่างๆ

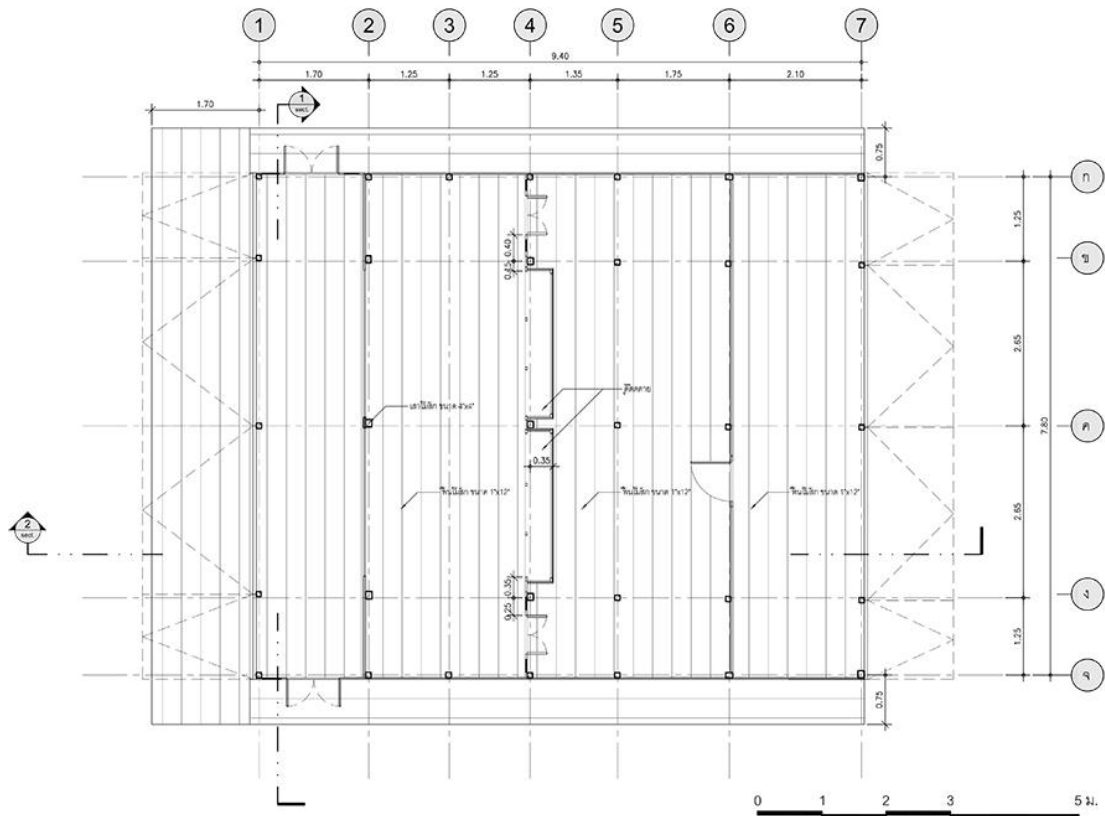
3.3 การออกแบบสถาปัตยกรรม

ในเบื้องต้นมีแบบสถาปัตยกรรมของเรือนแพชุมชนต้นแบบทั้งสิ้น 3 รูปแบบ โดยผู้วิจัยได้ทำการนำเสนอ 2 รูปแบบ ได้แก่ เรือนแพทรงไทย และเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์ ตามลำดับ ซึ่งในท้ายที่สุดแบบสรุปที่ถูกลำเอียงมาใช้เป็นเรือนแพชุมชนต้นแบบได้ถูกปรับแก้โดย อบต. บ้านโพธิ์ ให้เป็นเรือนแพไม้ไผ่ที่มีลักษณะจำลองมาจากบ้านทรงไทยในพื้นที่ โดยในส่วนของฟุนลอยใช้โครงไม้ไผ่บรรจุฟุนโฟม EPS แทนฟุนลอยแบบดั้งเดิมของเรือนแพที่นิยมใช้แท่งคอนกรีต และลูกบวบไม้ไผ่

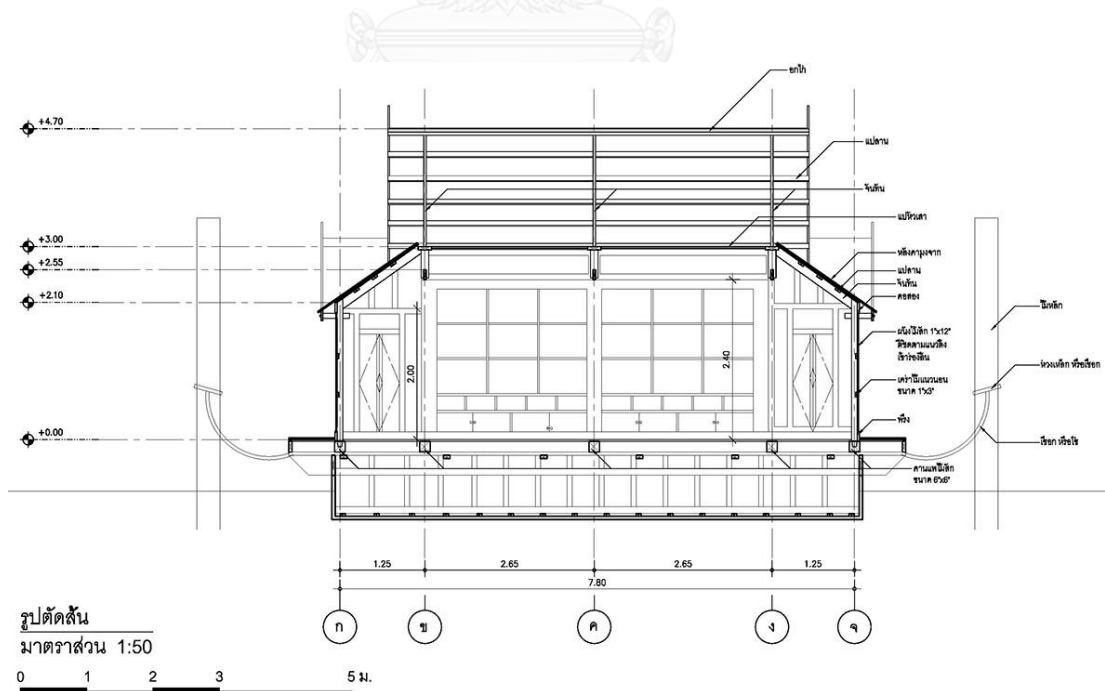
3.3.1 ลำดับที่ 1 เรือนแพทรงไทย

ในลำดับแรกได้เสนอให้นำเรือนแพทรงไทยหลังเดิม ขนาดประมาณ 11 x 9 เมตร จากกรณีศึกษาที่ชุมชนหัวเวียง ตำบลหัวเวียง อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งในปัจจุบันได้ถูกยกขึ้นตั้งบนเสาสูงกลับมาลอยอยู่ในน้ำตามเดิม

รูปแบบนี้ไม่สามารถทำได้เนื่องจากไม่สามารถเจรจาตกลงกับเจ้าของบ้านได้สำเร็จ ประกอบกับการสร้างเรือนแพทรงไทยหลังใหม่มีราคาค่าก่อสร้างสูงเกินกว่างบประมาณที่ทาง อบต.บ้านโพธิ์ตั้งไว้ ซึ่งเป็นข้อจำกัดของงานวิจัยนี้

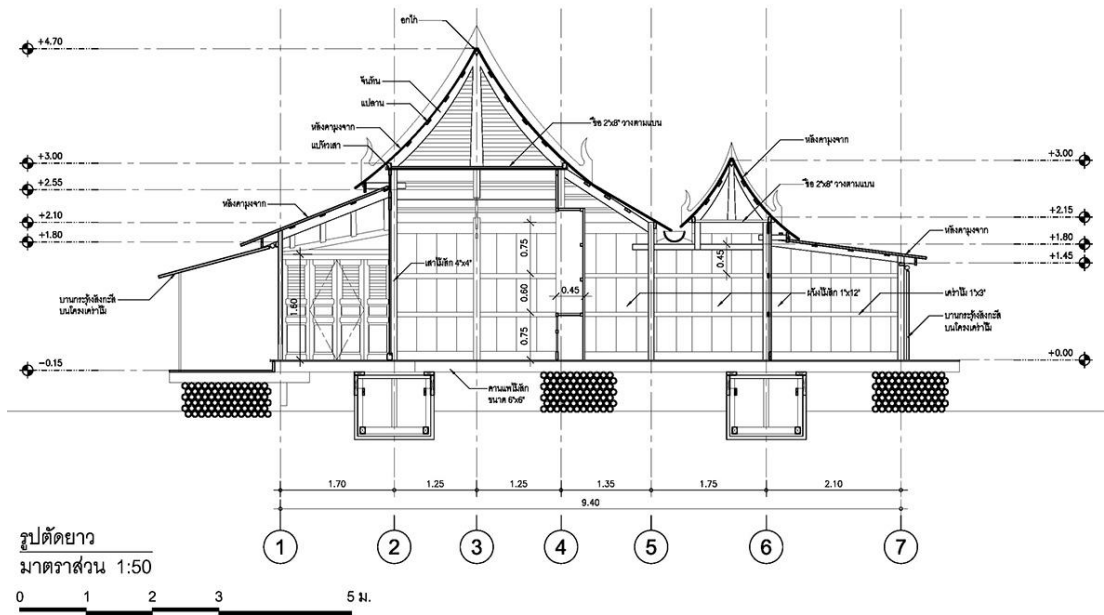


รูปที่ 3.1 ผังพื้นของเรือนแพทรงไทย
 ที่มา : อารยา เรืองคงเกียรติ, 2554

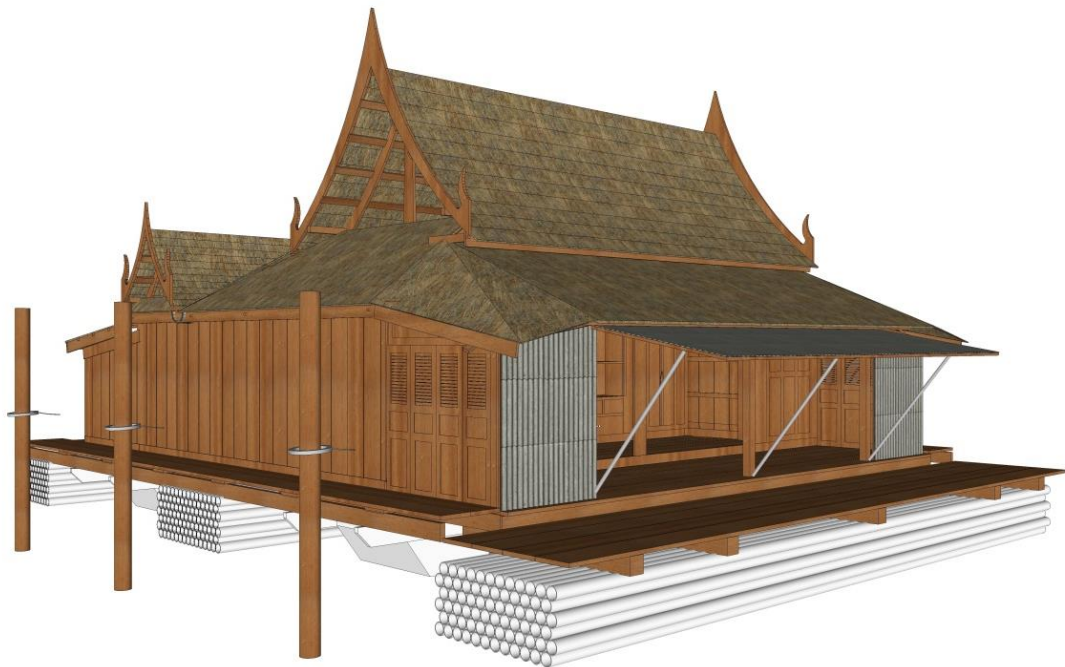


รูปตัดสั้น
 มาตรฐาน 1:50

รูปที่ 3.2 รูปตัดตามขวางของเรือนแพทรงไทย
 ที่มา : ดัดแปลงจากอารยา เรืองคงเกียรติ, 2554



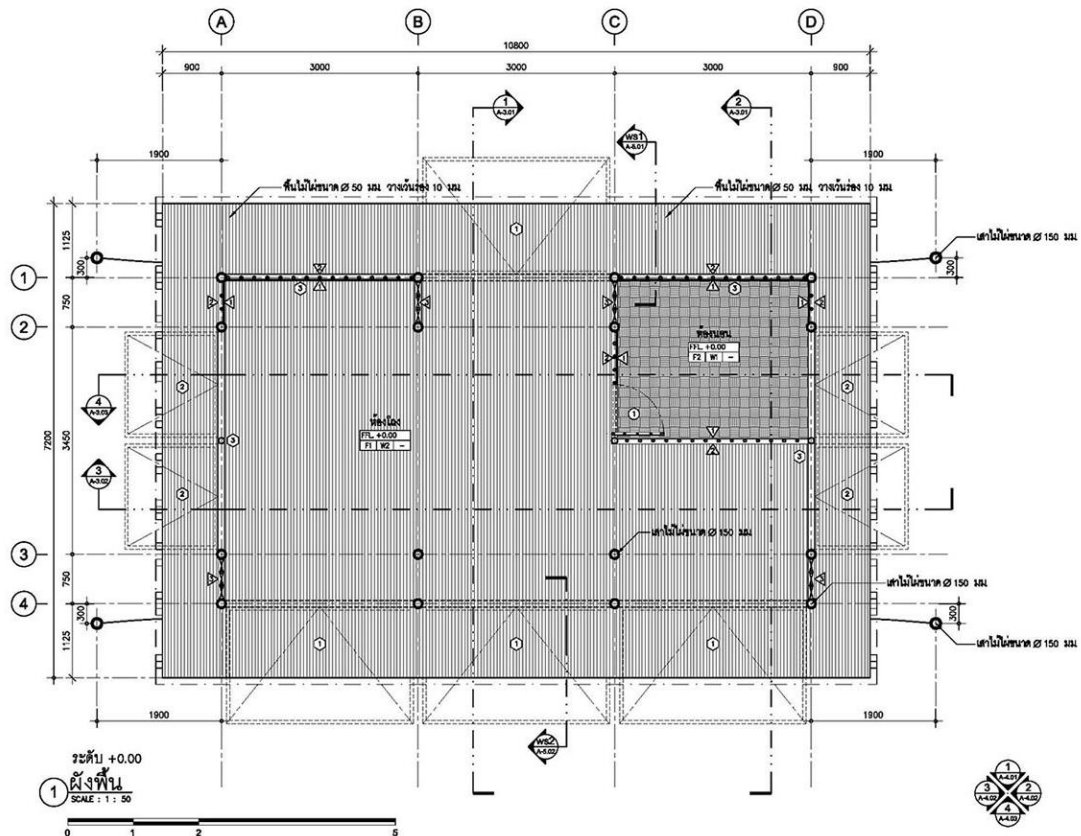
รูปที่ 3.3 รูปด้านยาวของเรือนแพทรงไทย
 ที่มา : ดัดแปลงจากอารยา เรืองคงเกียรติ, 2554



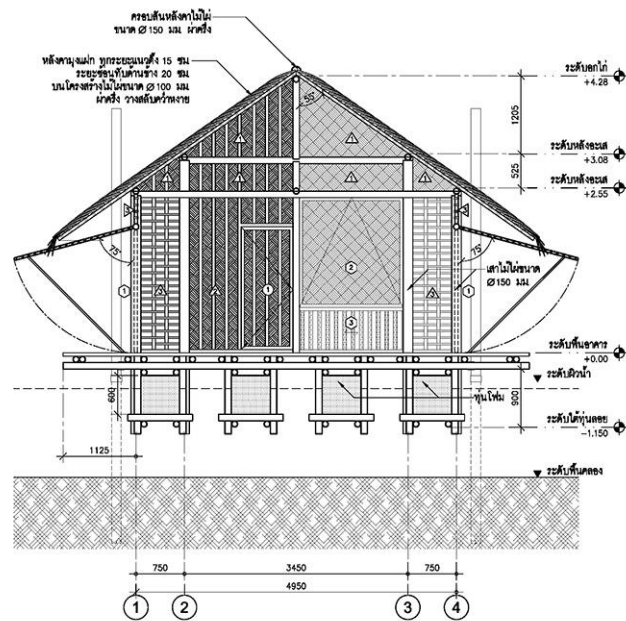
รูปที่ 3.4 ภาพจำลองสามมิติของเรือนแพทรงไทย

3.3.2 ลำดับที่ 2 เรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์

ผู้วิจัยได้ทำการปรับเปลี่ยนวัสดุก่อสร้างเรือนแพเป็นไม้ไผ่ ซึ่งหาซื้อได้ง่าย และมีราคาถูก เพื่อปรับลดค่าก่อสร้างให้อยู่ในราคาที่เหมาะสมและพื้นที่ใกล้เคียงสามารถสร้างตามได้ มีลักษณะเป็นอาคารไม้ไผ่ ขนาด 11 x 7 เมตร รูปทรงสมมาตร หลังคาจั่วโครงไม้ไผ่วางสลับลำหวาย มุงทับด้วยหญ้าแฝก ผนังโปร่ง บานเปิดกระทุ้งรอบด้าน ช่องลมฝาไหล ส่วนท่อนลอยใช้โครงไม้ไผ่ บรรจุโพน EPS ขนาด 0.6 x 0.6 x 11 เมตร จำนวน 4 ท่อน ติดตั้งในระยะห่างเท่ากัน โดยรูปแบบนี้ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากช่างก่อสร้างในพื้นที่ไม่ชำนาญคุ้นเคยในรูปแบบสถาปัตยกรรมของอาคาร และรายละเอียดการก่อสร้างที่กำหนดไว้



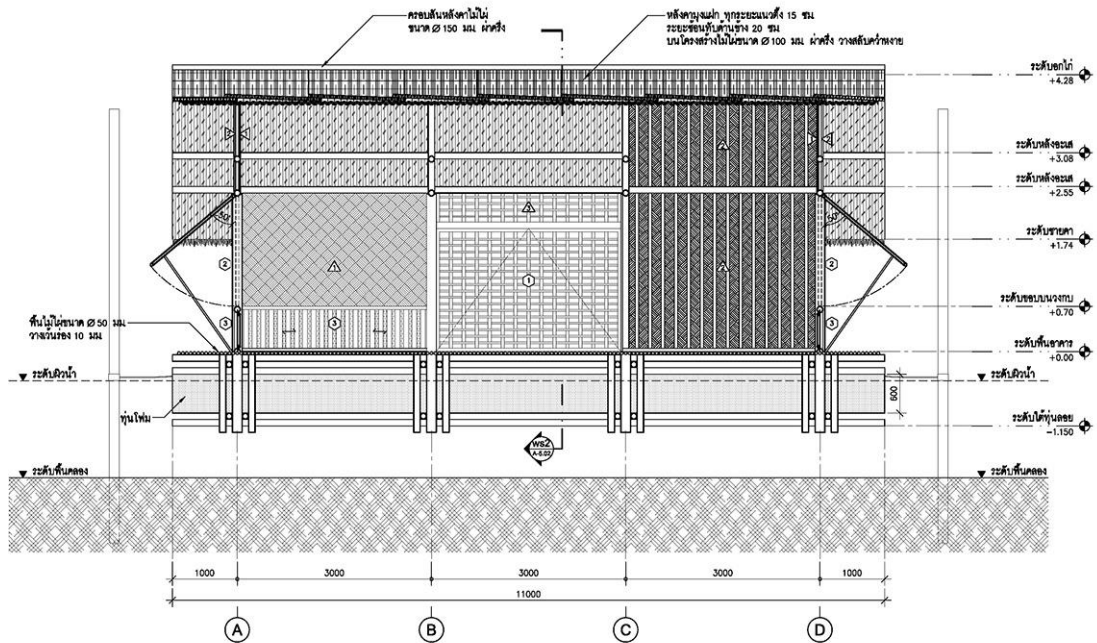
รูปที่ 3.5 ผังพื้นของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์



รูปตัด 1
SCALE : 1 : 50



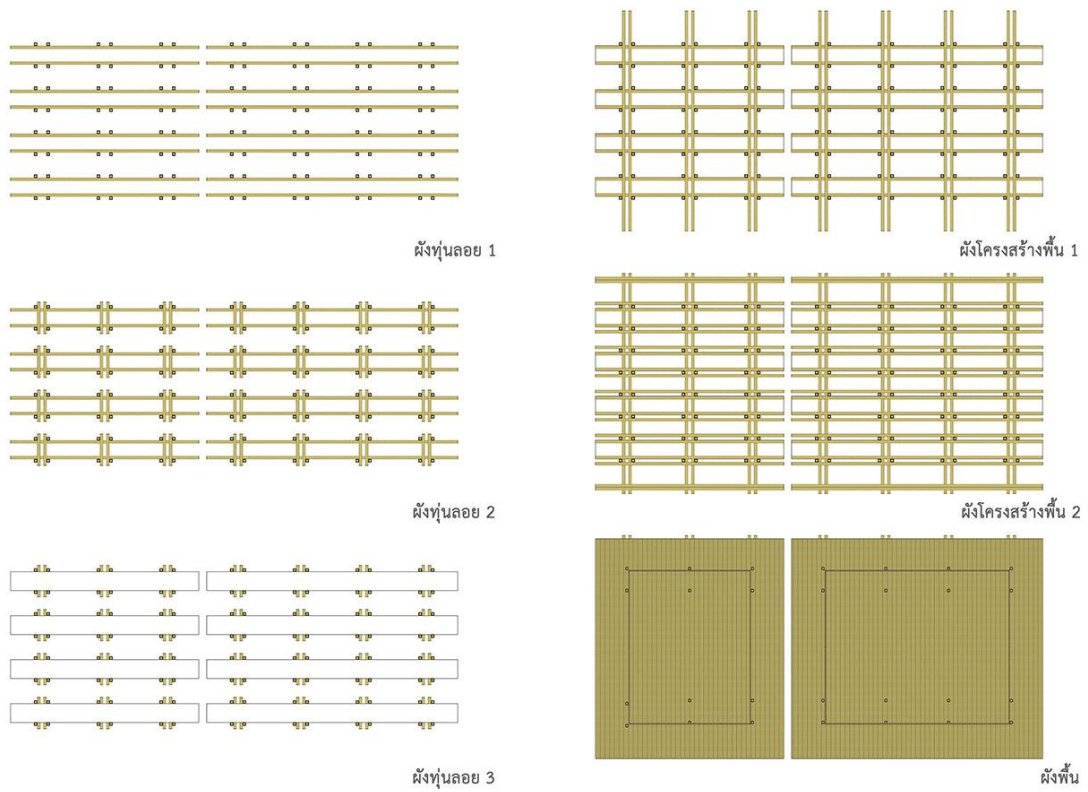
รูปที่ 3.6 รูปตัดตามขวางของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์



รูปตัด 3
SCALE : 1 : 50



รูปที่ 3.7 รูปตัดตามยาวของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์



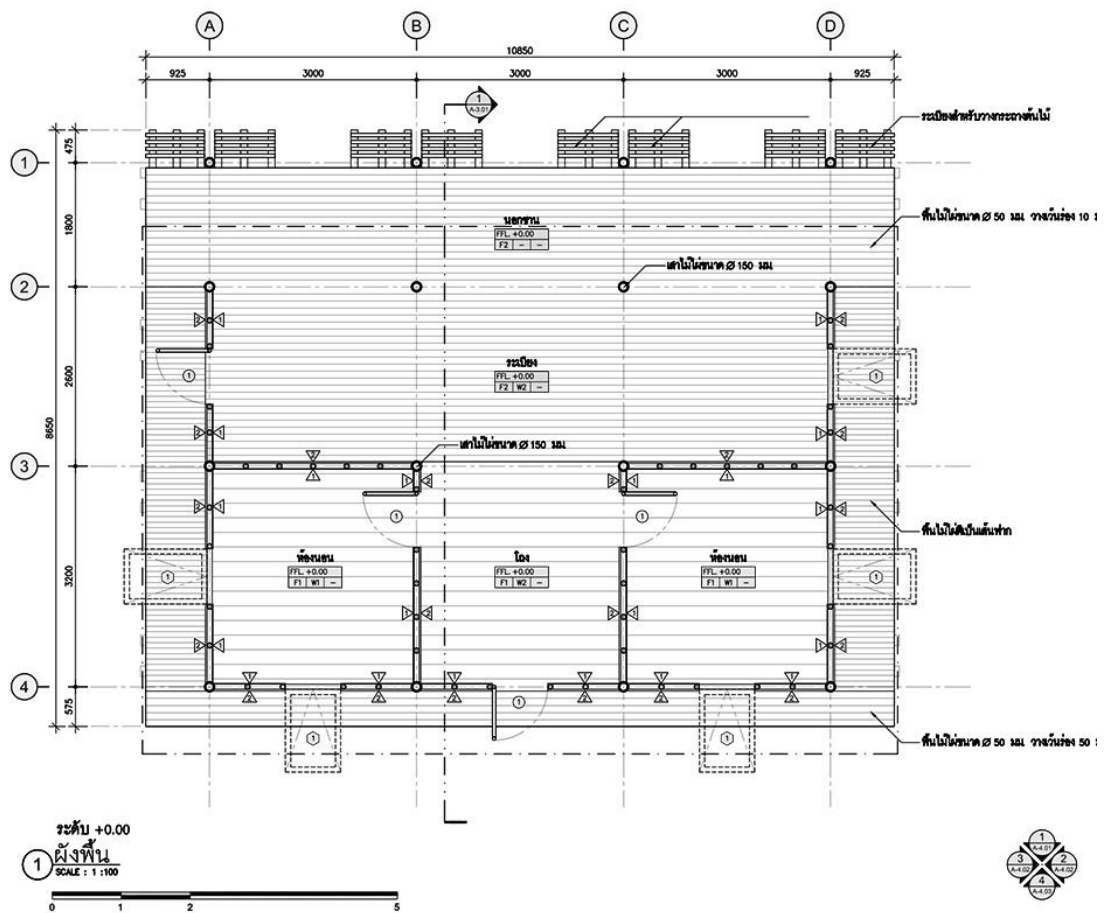
รูปที่ 3.8 ผังแสดงลำดับการก่อสร้างท่อนลอย



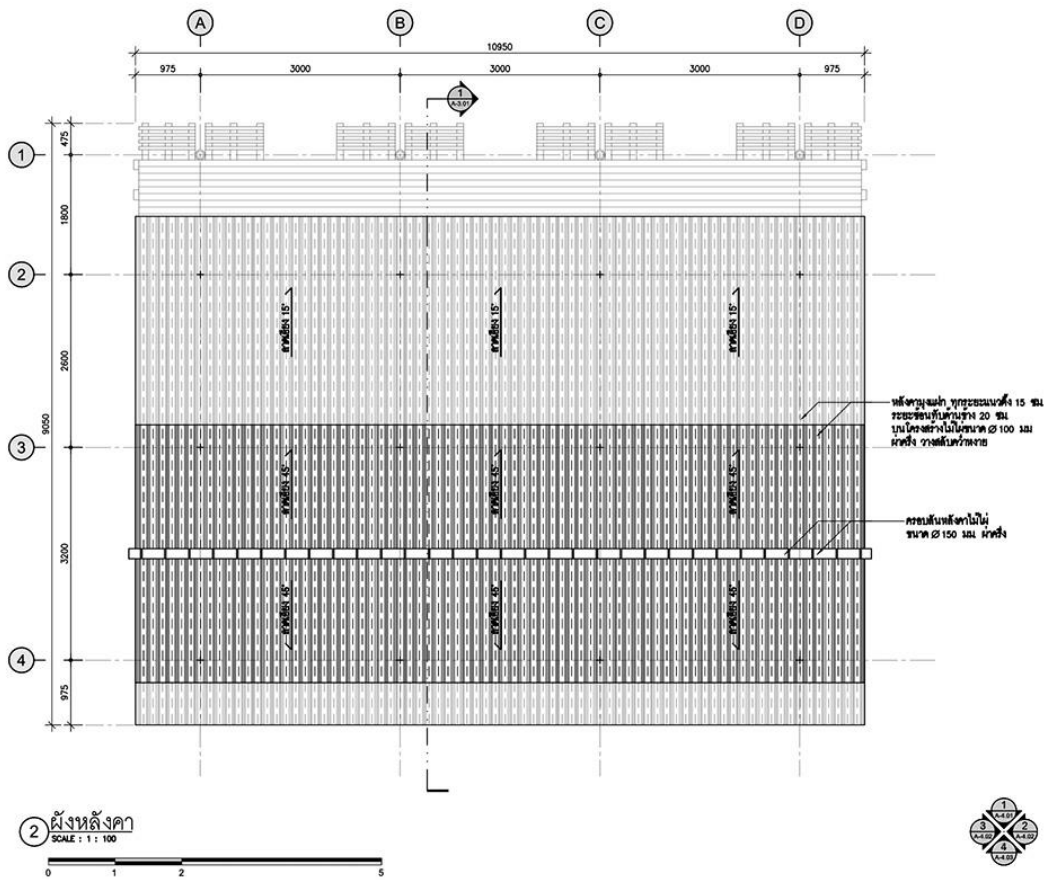
รูปที่ 3.9 ภาพจำลองสามมิติของเรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์

3.3.3 ลำดับที่ 3 เรือนแพชุมชนต้นแบบ

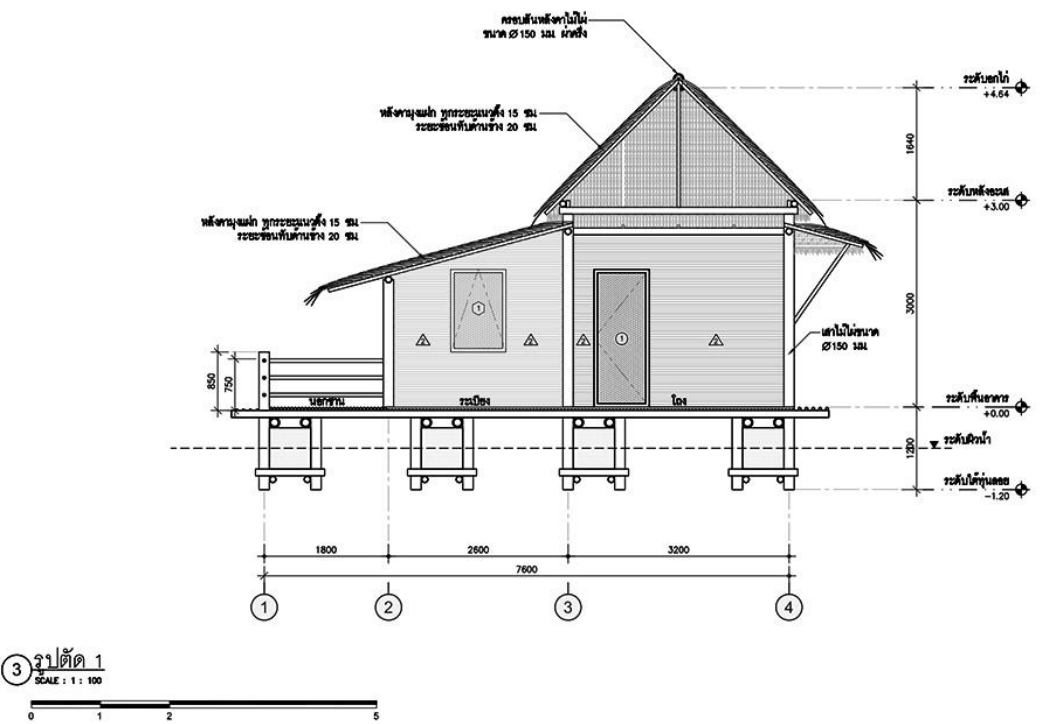
อาคารเรือนแพไม้ไผ่ ที่จำลองรูปแบบมาจากบ้านทรงไทยในพื้นที่ โครงท่อนลอยไม้ไผ่ บรรจุโฟม EPS จำนวน 4 แกว รูปแบบอาคารเป็นไปตามความถนัดของช่างชุมชน ที่มีความรู้ความสามารถในงานก่อสร้างบ้านทรงไทย



รูปที่ 3.10 ผังพื้นของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

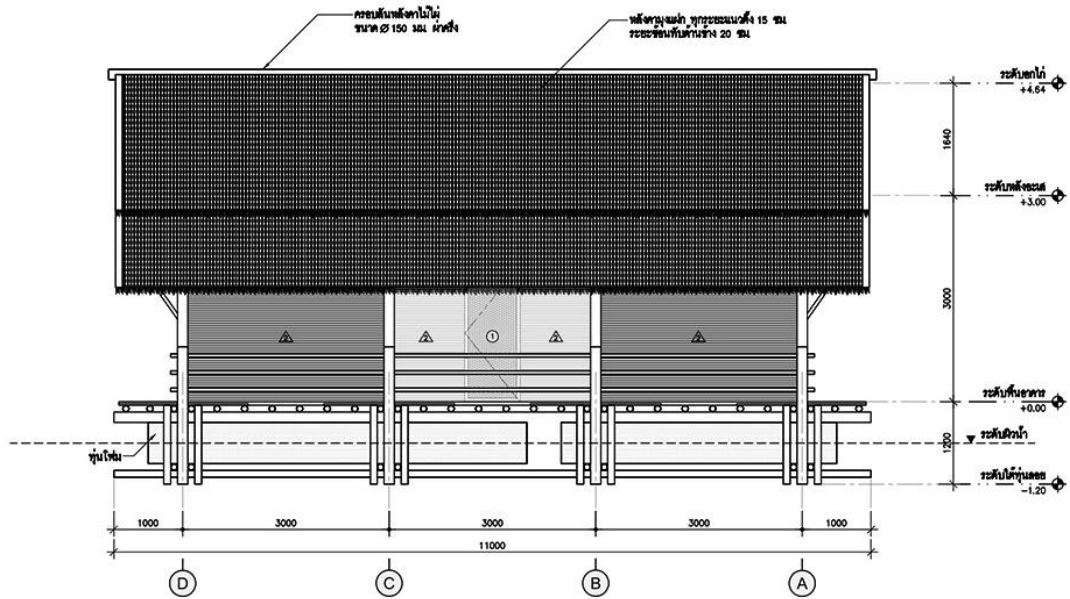


รูปที่ 3.11 ผนังหลังคาของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



รูปที่ 3.12 ผนังตัด 1

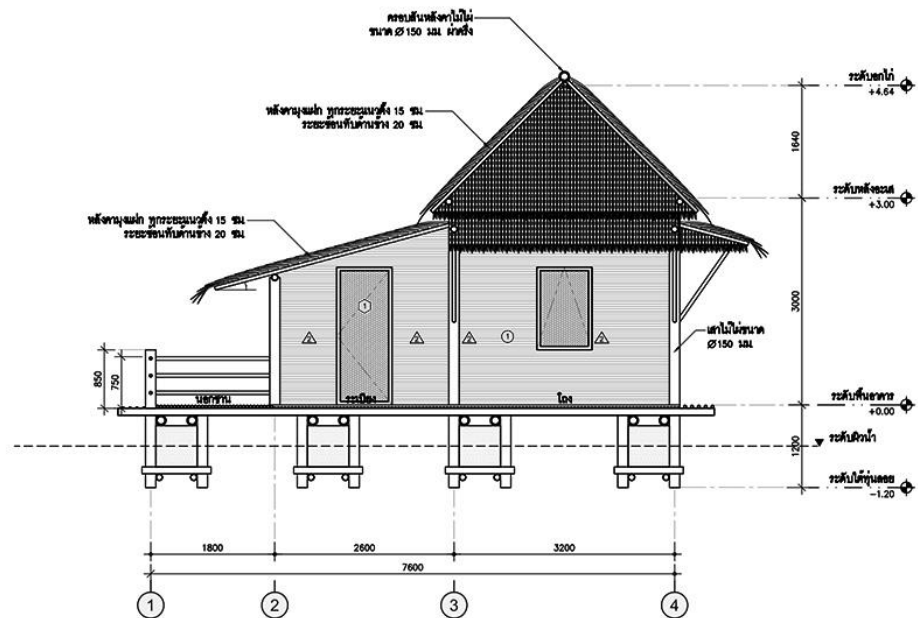
รูปที่ 3.12 รูปตัด 1 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



4 รูปตัด 1



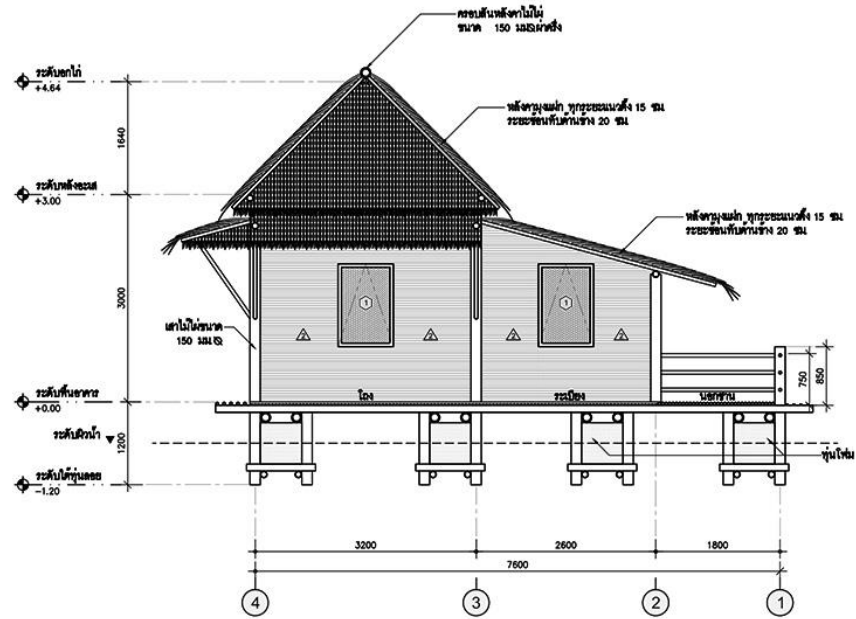
รูปที่ 3.13 รูปด้าน 1 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



5 รูปด้าน 2



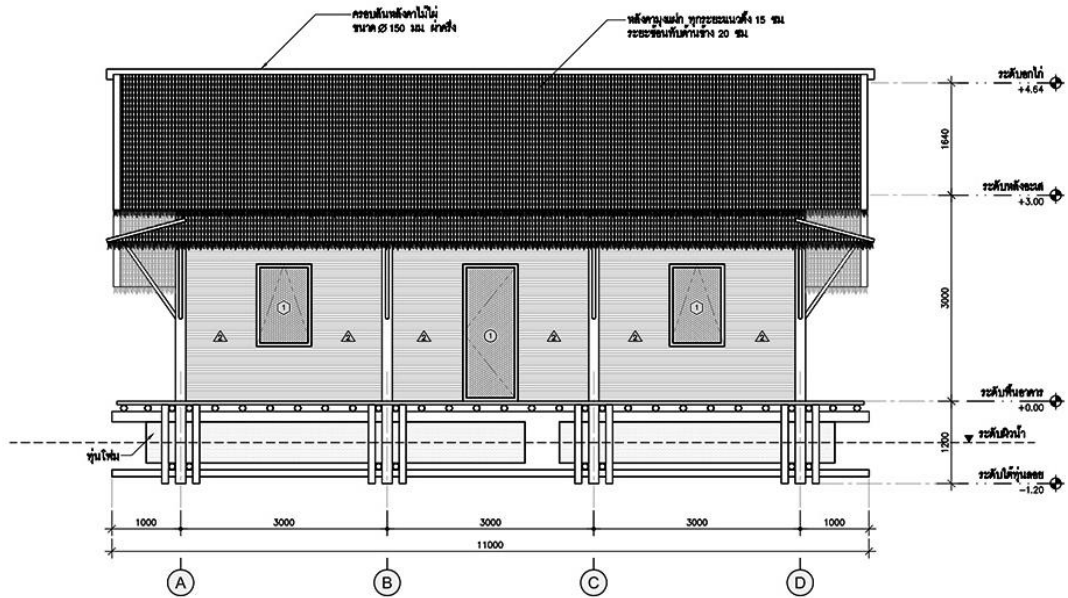
รูปที่ 3.14 รูปด้าน 2 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



6 รูปด้าน 3
SCALE : 1 : 100



รูปที่ 3.15 รูปด้าน 3 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ



7 รูปด้าน 4
SCALE : 1 : 100



รูปที่ 3.16 รูปด้าน 4 ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

3.4 กระบวนการก่อสร้าง

3.4.1 ช่วงก่อนการก่อสร้าง

3.4.1.1 จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์

ไม้ไผ่

ไม้ไผ่ขนาดยาวท่อนละ 12 เมตร ขนส่งมาจาก จ.ปราจีนบุรี โดยรถบรรทุก หักลื้อ นำมากองพักไว้ ก่อนที่จะนำไปเผาไฟเพื่อรักษาเนื้อไม้ กระบวนการสั่งซื้อไม้ไผ่ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์ โดยราคาขึ้นอยู่กับชนิด และขนาดของลำไผ่

ไม้ไผ่จะถูกตัดให้เป็นท่อนขนาดใกล้เคียงกับที่จะใช้จริง ก่อนที่จะนำไปเผาบนลาดเหล็กขนาด 0.9 x 2.0 เมตร จำนวนสองลาด ภายในบรรจุถ่าน ในระหว่างเผาต้องคอยหมุนเพื่อให้ไม้แห้งเท่ากัน ขั้นตอนนี้หากให้ความร้อนต่อเนื่องนานเกินไป ไม้ไผ่จะระเบิดกลางปล้อง



รูปที่ 3.17 ขั้นตอนการเผาไม้ไผ่

โฟม EPS

ท่อนโฟม EPS สั่งผลิตจากโรงงาน จ.สมุทรปราการ ขนาด 0.60 x 0.60 ม. ยาว 3.75 และ 5.50 ม. ความหนาแน่น 1.25 lbs/ft³ ใช้เวลาสั่งผลิต 1 สัปดาห์ ราคาประมาณ 1,500.-/ลบ.ม. โดยท่อนโฟมขนาด 3.70 ม. ขนส่งด้วยรถขยะ 6 ล้อ และรถกระบะ ส่วนท่อนโฟมขนาด 5.50 ม. ขนส่งโดยรถ 6 ล้อตู้ ในขั้นตอนนี้พบว่า โฟมบางส่วนเกิดการกะเทาะจากการขนส่ง



รูปที่ 3.18 ขั้นตอนการขนส่งโฟม EPS

3.4.1.2 สร้างแบบจำลองขนาด 1:1

ทดลองประกอบโครงสร้างอาคารตามขนาดจริงให้ครบทั้งหลัง โดยใช้เชือกผูกยึดโครงสร้างแต่ละส่วนไว้ชั่วคราว การทำโมเดลจำลองมีจุดประสงค์เพื่อทดสอบความเป็นไปได้ เพื่อให้ช่างทำความเข้าใจในลำดับ และเทคนิคการก่อสร้าง ซึ่งทำเฉพาะโครงสร้างหลักตั้งแต่ฐานแพไปจนถึงอกไก่เท่านั้น ไม่มีส่วนจันทัน หลังคารอง และองค์ประกอบอาคารอื่นๆ



รูปที่ 3.19 ขั้นตอนการประกอบโมเดลจำลองที่ลานหน้าที่ทำการ อบต.บ้านโพธิ์

3.4.2 ช่วงระหว่างการก่อสร้าง

3.4.2.1 โครงสร้างทุ่นลอย

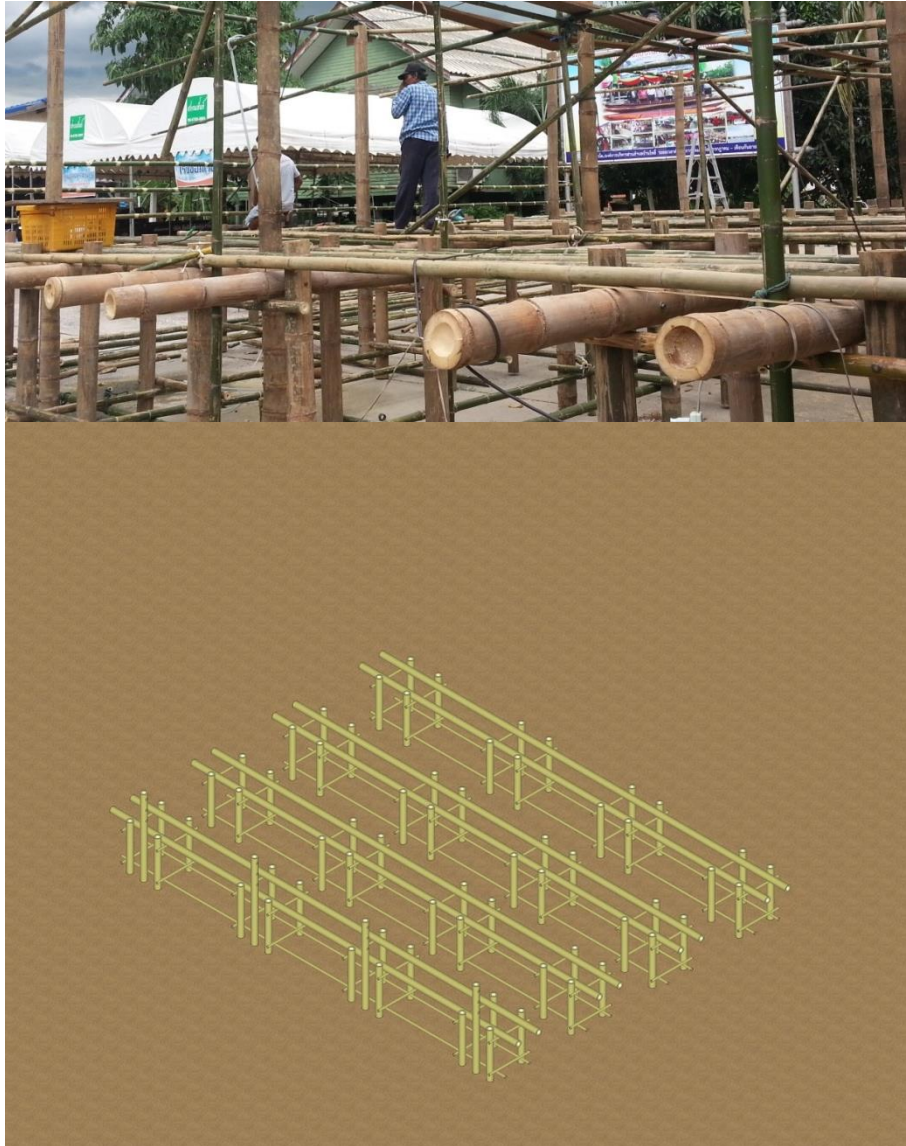
โครงไม้ไผ่ทำหน้าที่เป็นฐานอาคาร และเป็นกรอบบรรจุที่ช่วยถือตำแหน่ง โฟม EPS ให้อยู่กับที่ในขณะที่อาคารลอยน้ำ และเป็นฐานให้อาคารสามารถตั้งบน พื้นดินได้ในขณะน้ำลด โดยที่มีโครงแนวตั้ง (ขาแพ) ช่วยให้อาคารตั้งได้เสถียรขึ้น



รูปที่ 3.20 ขั้นตอนงานประกอบโครงทุ่นลอย

3.4.2.2 คานท่อนลอย

พาดคานตามแนวยาวเพื่อกระจายน้ำหนักที่กดลงให้สม่ำเสมอ ลักษณะตามธรรมชาติของไม้ไผ่มีขนาดลำไม้เท่ากัน จึงต้องคัดเลือกไม้ที่มีขนาดใกล้เคียงกันมาใช้



รูปที่ 3.21 ขั้นตอนงานประกอบคานท่อนลอย

3.4.2.3 ขนย้ายไปยังที่ก่อสร้าง

โครงท่อนลอย รวมถึงไม้ไผ่ และอุปกรณ์ทั้งหมดถูกขนย้ายจาก ที่ทำการ อบต. ไปยังสถานที่ก่อสร้างบริเวณคลองหัวโพธิ์ ซึ่งอยู่ห่างออกไปประมาณ 500 เมตร การขนย้ายฐานแพใช้แรงงานคนยกขึ้นรถลากไปยังสถานที่ก่อสร้าง ไม้ไผ่ที่เหลือบรรทุกขึ้นหลังรถขยะ 6 ล้อของ อบต. ส่วนอุปกรณ์การก่อสร้างอื่นๆ ขนย้ายโดยใช้รถกระบะ



รูปที่ 3.22 ขั้นตอนการขนย้ายวัสดุและโครงท่อนลอยไปยังสถานที่ก่อสร้าง

3.4.2.4 บรรจุฟุ้งโพน EPS

บรรจุฟุ้งโพน EPS เข้าในโครงฟุ้ง จำนวน 4 แถว เพื่อใช้เป็นฟุ้งลอย โดยในขั้นตอนนี้พบว่ามีการลดปริมาณโพนลงจากที่ระบุไว้ในแบบ จากเดิมใช้โพนแถวละ 5.5 ม. สองชั้นต่อกัน เหลือเพียง 5.5 + 3.75 ม. และมีการตัดโพนด้วยเลื่อยเพื่อลดขนาดก่อนบรรจุเข้าในฟุ้ง



รูปที่ 3.23 ขั้นตอนการบรรจุฟุ้งโพน EPS เข้าในโครงฟุ้ง

3.4.2.5 เสริมไม้ล๊อคทุ่นโฟม

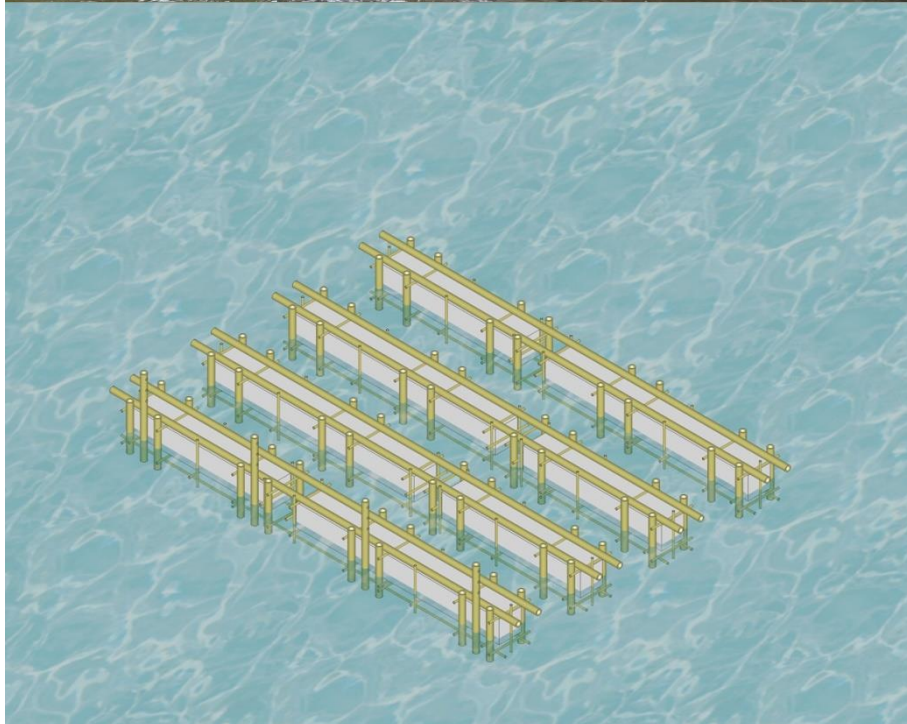
เสริมไม้รวกขนาด $\varnothing = 5$ ซม. เข้าใต้ทุ่นโฟม EPS แถวละ 5 จุด เพื่อยกให้ทุ่นโฟมลอยขึ้นชิดโครงด้านบน และบริเวณด้านข้างทั้ง 4 ด้าน เพื่อหนีบ EPS ให้อยู่กับที่ในขณะที่ลอยบนผิวน้ำ



รูปที่ 3.24 ขั้นตอนการเสริมไม้ล๊อคทุ่นโฟม

3.4.2.6 ขนย้ายทุ่นลอยลงน้ำ

ทำการขนย้ายทุ่นทั้งหมดลงในน้ำ โดยใช้แรงงานชาวบ้าน 8 คนช่วยกันผลักทุ่นให้กลิ้งลงน้ำทีละชั้น ยกเว้นทุ่นชั้นหน้าสุดที่มีเสายึดขึ้นมา ต้องใช้วิธียกลงน้ำ โดยบริเวณพื้นที่ที่ลาดลงเชื่อมต่อกับน้ำ สามารถกลิ้งทุ่นลงน้ำได้เลย แต่พื้นที่ที่เป็นตลิ่งปูน ต้องวางไม้กระดานพาดเป็นรางเพื่อให้ทุ่นเลื่อนลงน้ำ



รูปที่ 3.25 ขั้นตอนการขนย้ายทุ่นลอยลงน้ำ

3.4.2.7 จัดเรียงตำแหน่งท่อน

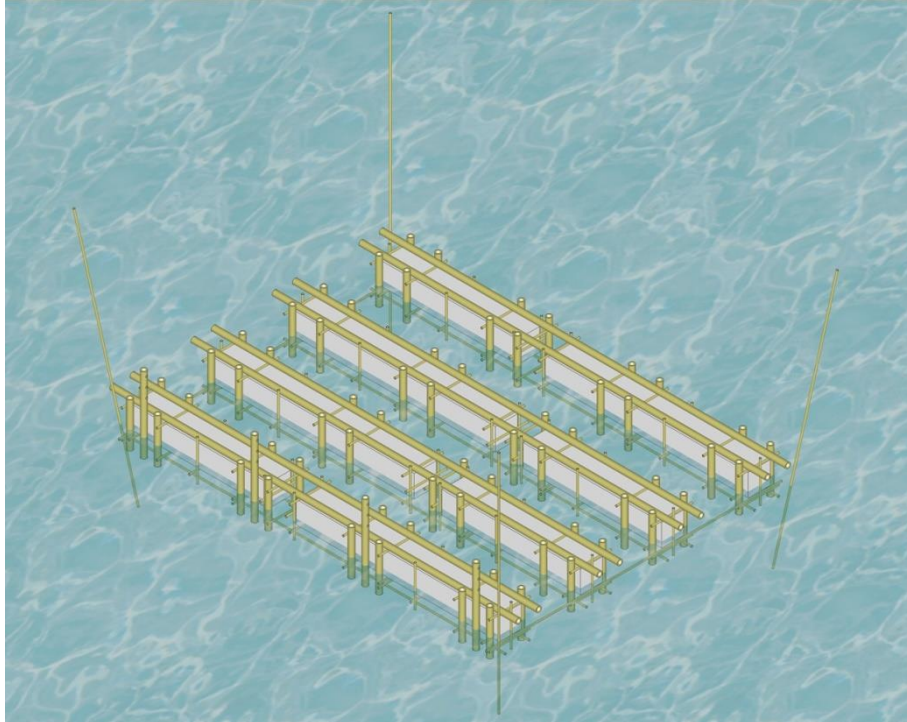
ยึดท่อนทั้งหมดเข้าด้วยกัน ให้อยู่ในตำแหน่ง และระยะที่ถูกต้อง โดยใช้แรงงานช่าง 4 คนลงไปลากท่อนให้จัดเรียงตัวตามลำดับที่ถูกต้อง แล้วจึงยึดท่อนทั้งหมดเข้าด้วยกัน โดยใช้ไม้ไผ่รวกที่เจาะรูระบุตำแหน่งเตรียมไว้ล่วงหน้าเป็นตัวกำหนดระยะห่างระหว่างท่อน



รูปที่ 3.26 ขั้นตอนการจัดเรียงตำแหน่งท่อน

3.4.2.8 ปักหลักยึดชั่วคราว

ปักไม้รวกขนาด $\varnothing=5$ ซม. ผูกยึดไว้ด้วยเชือกทั้งสี่มุมของแพ เพื่อยึดฐานแพให้อยู่กับที่ไม่ลอยไปตามกระแสน้ำ โดยขนาดของหลักยึดที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับปัจจัยสภาพแวดล้อม และกระแสน้ำในสถานที่ก่อสร้าง ส่วนความสูงของหลักยึดสัมพันธ์กับความลึกของน้ำ และความสูงของระดับน้ำขึ้น-น้ำลง และต้องปักไม้ให้จมลงในชั้นดินมากกว่า 1 เมตร เพื่อความมั่นคง



รูปที่ 3.27 ขั้นตอนการปักหลักยึดชั่วคราว

3.4.2.9 เสริมโฟม EPS

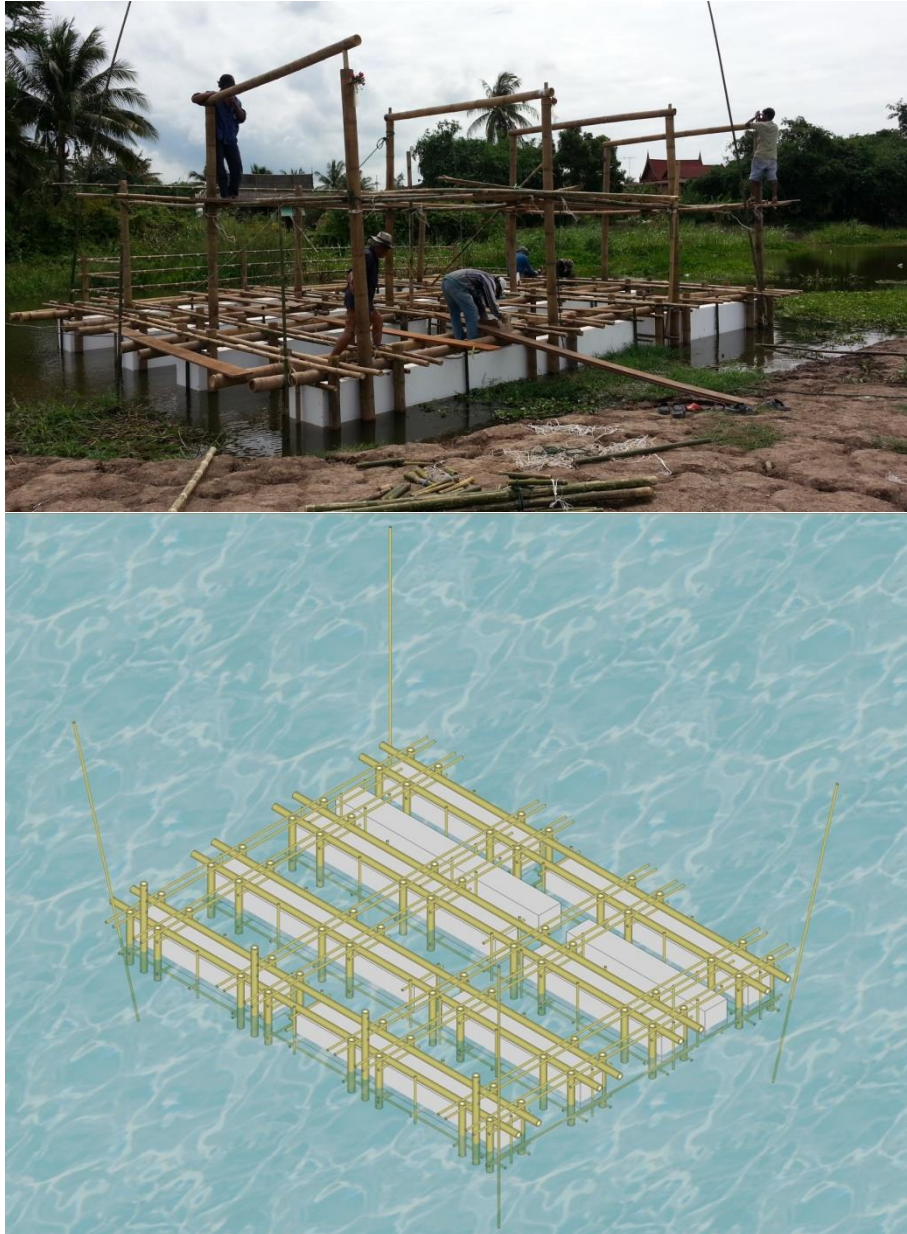
เสริมท่อนโฟม EPS ขนาด 3.75 + 5.5 ม. เข้าไปบริเวณช่วงเสาสุดท้าย แล้วยึดไว้โดยการเสริมโครงไม้ไผ่หนีบด้านบน และด้านข้าง เนื่องจากสถาปัตยกรรมมีรูปร่างไม่สมมาตร จึงต้องมีการหนุนโฟมเพิ่มด้านที่มีน้ำหนักมาก เพื่อช่วยรองรับน้ำหนัก และแก้ปัญหาการเอียงตัวของแพ



รูปที่ 3.28 ขั้นตอนการเสริมโฟม EPS

3.4.2.10 คานแพ

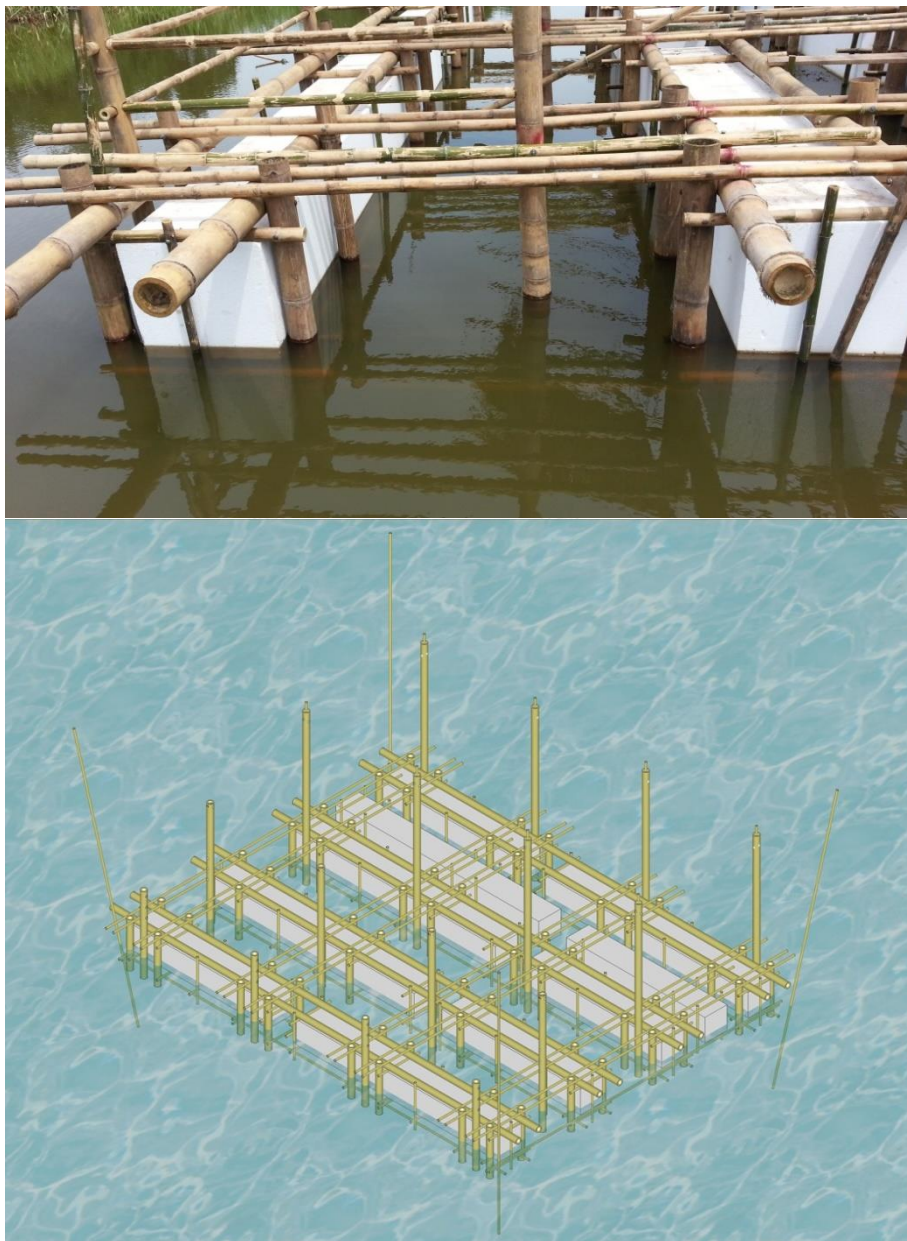
คานไม้ไผ่ ขนาด $\varnothing=5$ ซม. วางพาดตามแนวขวาง เพื่อทำหน้าที่เป็นคานแพ ยึดเข้ากับฐานแพด้วยนอตเพื่อยึดกลุ่มฐานแพให้มั่นคง และสามารถพาดไม้กระดาน สำหรับเป็นทางเดินบนแพในขณะที่ทำการก่อสร้างได้ โดยพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงขนาดของคานแพให้เล็กลงกว่าที่ระบุในแบบ



รูปที่ 3.29 ขั้นตอนการติดตั้งคานแพ

3.4.2.11 เสาอาคาร

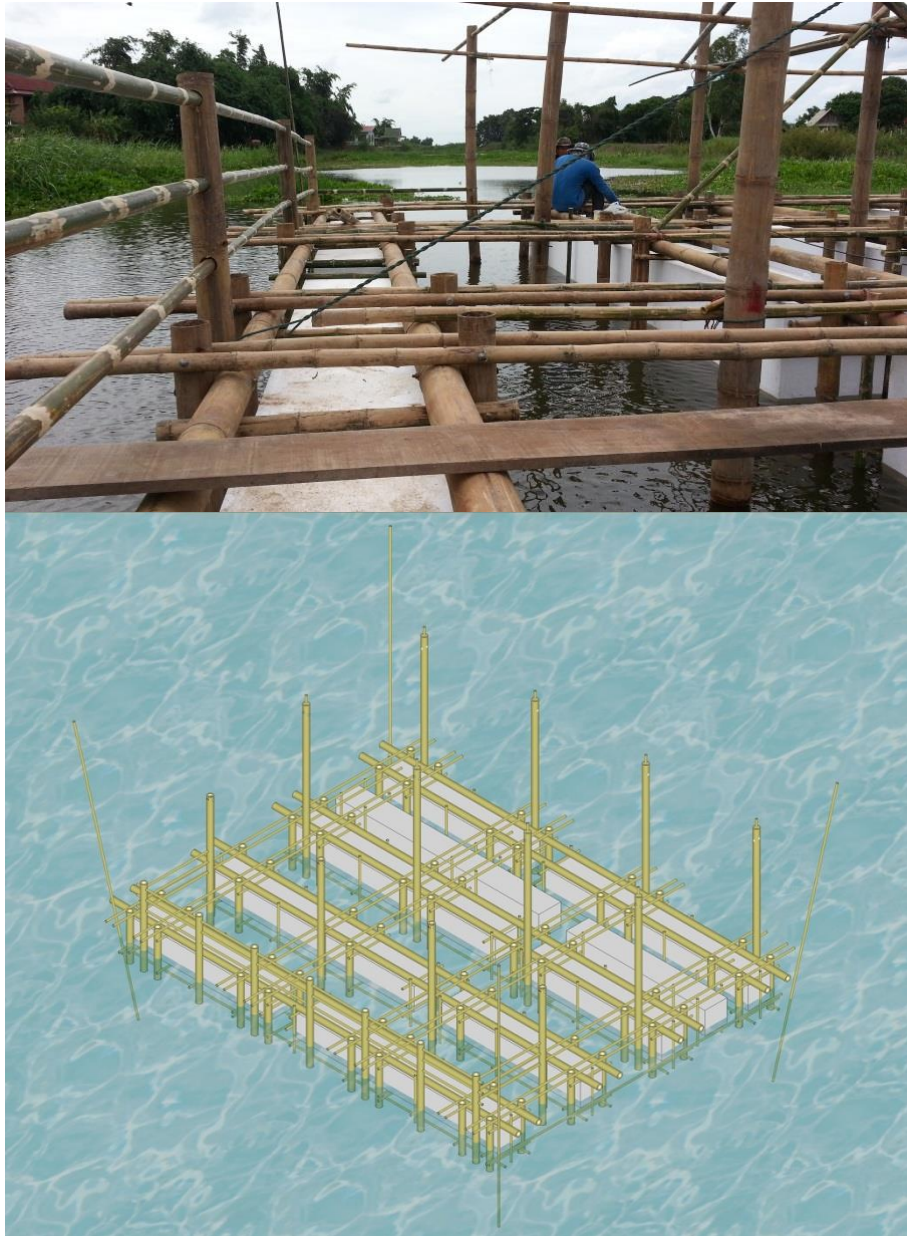
เสาไม้ตงขนาด $\varnothing=15$ ซม. ยาวเสมอระดับพื้นเพื่อให้อาคารสามารถตั้งอยู่บนพื้นดินในช่วงน้ำลดได้ โดยการเลือกขนาดเสาไม้ไม่ต้องมีขนาดใหญ่ และแข็งแรงมากพอที่จะรับน้ำหนักอาคารทั้ง dead load และ live load ขณะตั้งอยู่บนพื้นดินได้ ซึ่งในขั้นตอนนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงความกว้างช่วงเสา ทำให้เสาในส่วนชานไม้ได้ยึดติดอยู่กับฐานแพ แต่กลับตั้งลอยอยู่ระหว่างฐานแล้วใช้ขี้นอตยึดเข้ากับคานแพที่มีขนาดเล็ก



รูปที่ 3.30 ขั้นตอนการติดตั้งเสาอาคาร

3.4.2.12 รวากันตก

รวากันตกส่วนระเบียงใช้ไม้ไผ่ขนาด $\varnothing=15$ ซม. เป็นเสาตั้ง และขนาด $\varnothing=5$ ซม. เป็นรวากันตก สอดเข้าตามช่องกลางเสาที่เจาะรูเตรียมไว้ โดยขาสายาวถึงพื้น ช่วยเพิ่มความเสถียรให้กับอาคารขณะตั้งอยู่บนพื้นดิน



รูปที่ 3.31 ขั้นตอนการติดตั้งรวากันตก

3.4.2.13 ซื่อ

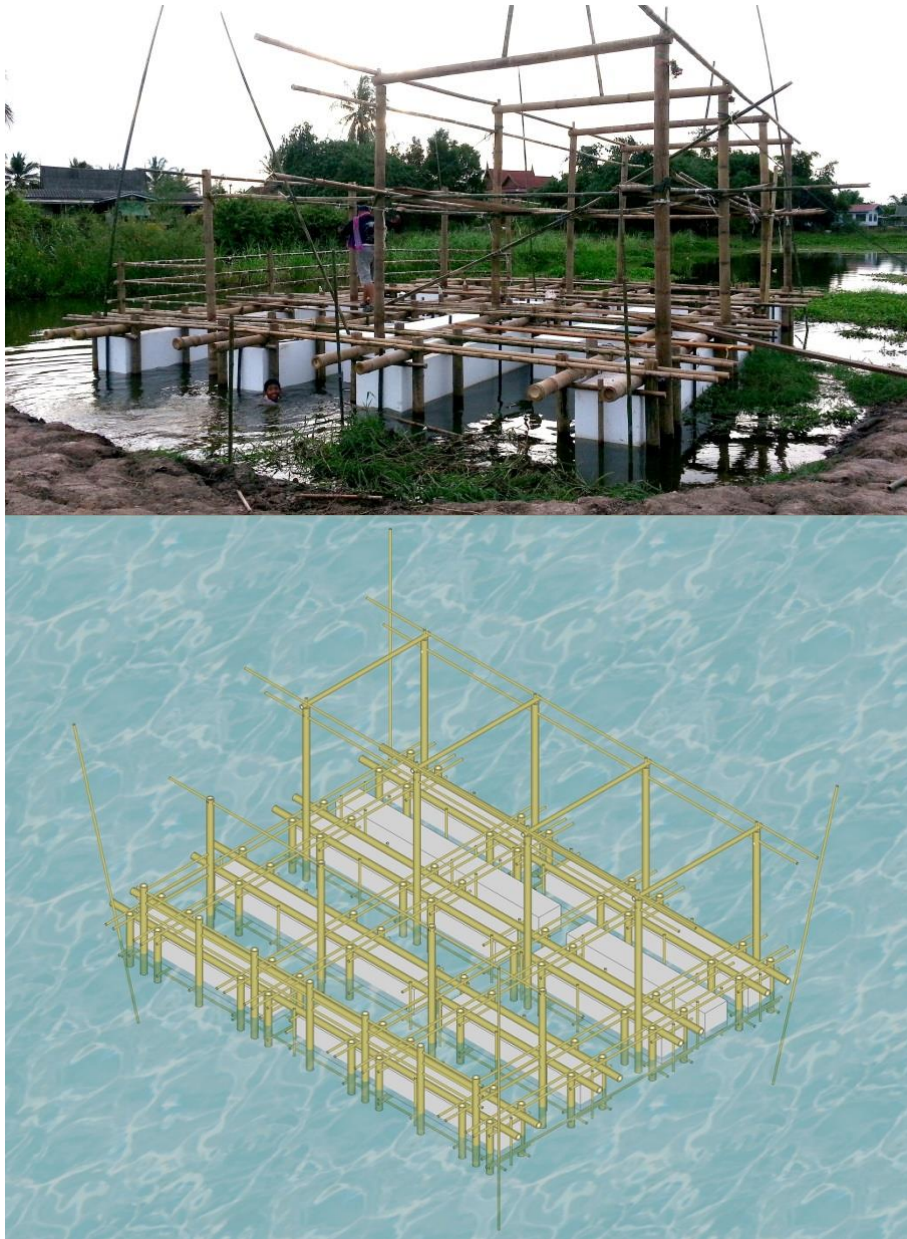
ซื่อไม้ไผ่เส้นขนาด $\varnothing=10$ ซม. ตั้งบนหัวเสาทางด้านสกัด ใช้วิธีเข้าไม้โดยการเจาะรูแล้วเสียบเข้ากับเดือยหัวเสา ซึ่งการตัดและเจาะรูไม้ไผ่ไว้ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมไม้ ช่วยให้การประกอบเรือนแพเป็นไปได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น



รูปที่ 3.32 ขั้นตอนการติดตั้งซื่อ

3.4.2.14 อะเส

อะเสไม้ไผ่รวมขนาด $\varnothing=5$ ซม. สอดบนหัวเสา โดยวิธีเจาะรู



รูปที่ 3.33 ขั้นตอนการติดตั้งอะเส

3.4.2.15 ตั้ง และออกไถ่

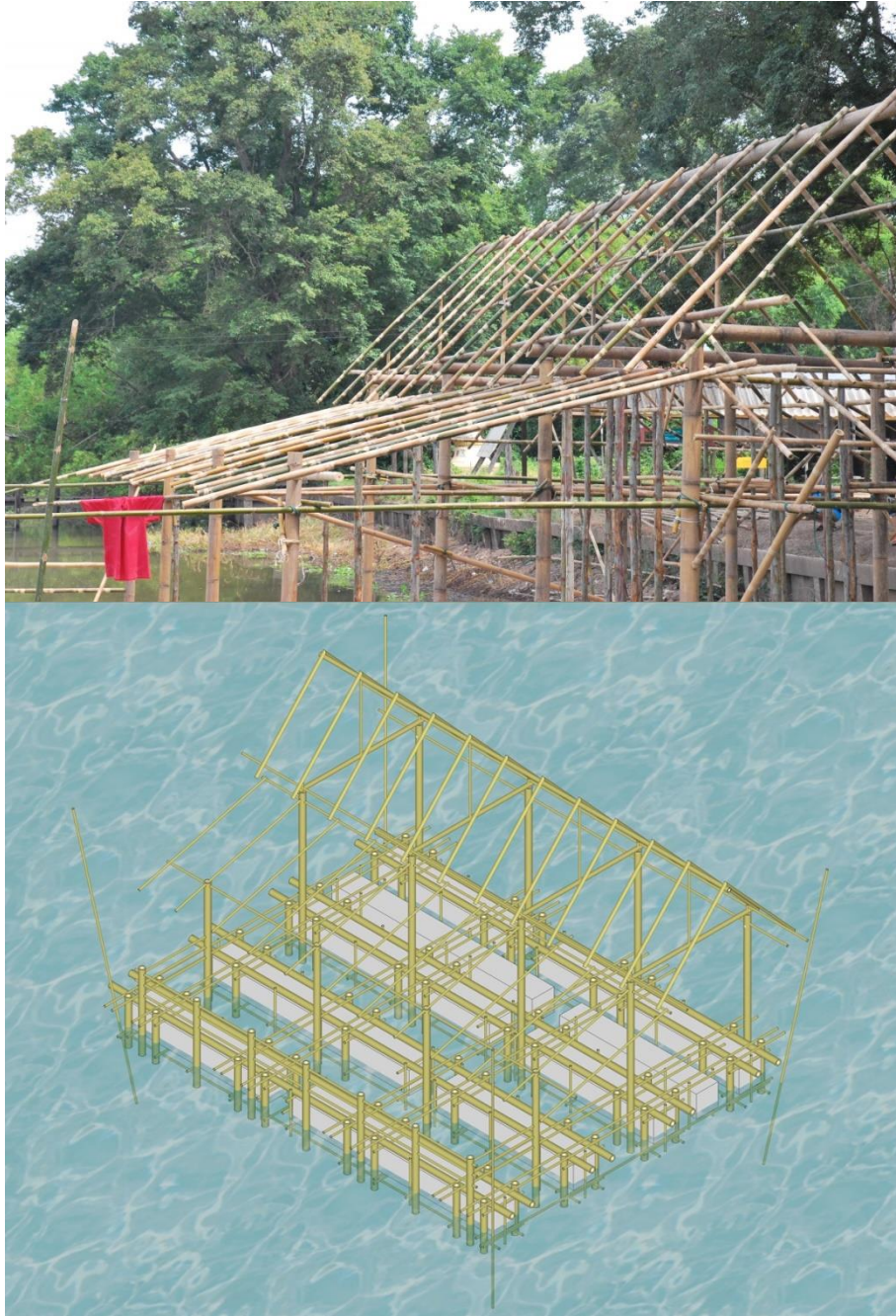
เรือนแพบริเวณคลองหัวโพธิ์ ใช้เอกไถ่ไม้ไผ่รวกขนาด $\varnothing=5$ ซม. จำนวน 2 ท่อนวางประกบตั้งขนาด $\varnothing=5$ ซม. สูง 1.8 เมตร ยึดติดด้วยการตอกตะปู และได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบโครงสร้างออกไถ่ของเรือนแพบริเวณท่าน้ำวัดกระโตงทอง เป็นเอกไถ่ไม้ไผ่เลี้ยง ขนาด $\varnothing=10$ ซม. ตั้งเสียบบนตั้งขนาด $\varnothing=5$ ซม. สูง 1.8 เมตร ด้วยวิธีเจาะรู



รูปที่ 3.34 ขั้นตอนการติดตั้งตั้ง และออกไถ่

3.4.2.16 จันทัน

จันทันไม้ไผ่รวก ขนาด $\varnothing=5$ ซม. ติดตั้งทุกระยะ 1 เมตร โดยไม่มีแป และ พุก ยึดติดด้วยการตอกตะปู



รูปที่ 3.35 ขั้นตอนการติดตั้งจันทัน

3.4.2.17 โครงหลังคาบ้านสาด

โครงหลังคาบ้านสาดไม้ไผ่รวก ขนาด $\varnothing=5$ ซม. วางพาดบนค้ำยันที่เชื่อมต่อกับเสา ตัดตั้งจันทันทุกระยะ 0.75 เมตร ทั้งหมดยึดติดด้วยการตอกตะปู



รูปที่ 3.36 ขั้นตอนการติดตั้งโครงหลังคาบ้านสาด

3.4.2.18 คานแพเสริม

เสริมคานแพไม้ไผ่ขนาด $\varnothing=5$ ซม. ทุกระยะ 0.4 เมตร ยึดติดด้วยการตอกตะปู เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายน้ำหนักที่กดลงฐานแพแต่ละกลุ่มให้สม่ำเสมอ และทำหน้าที่เป็นตงพื้นไปในตัว โดยในขั้นตอนนี้พบว่าการเปลี่ยนแปลงขนาดของคานแพให้เล็กลงกว่าที่ระบุในแบบ



รูปที่ 3.37 ขั้นตอนการติดตั้งคานแพเสริม

3.4.2.19 พื้นไม้จริง

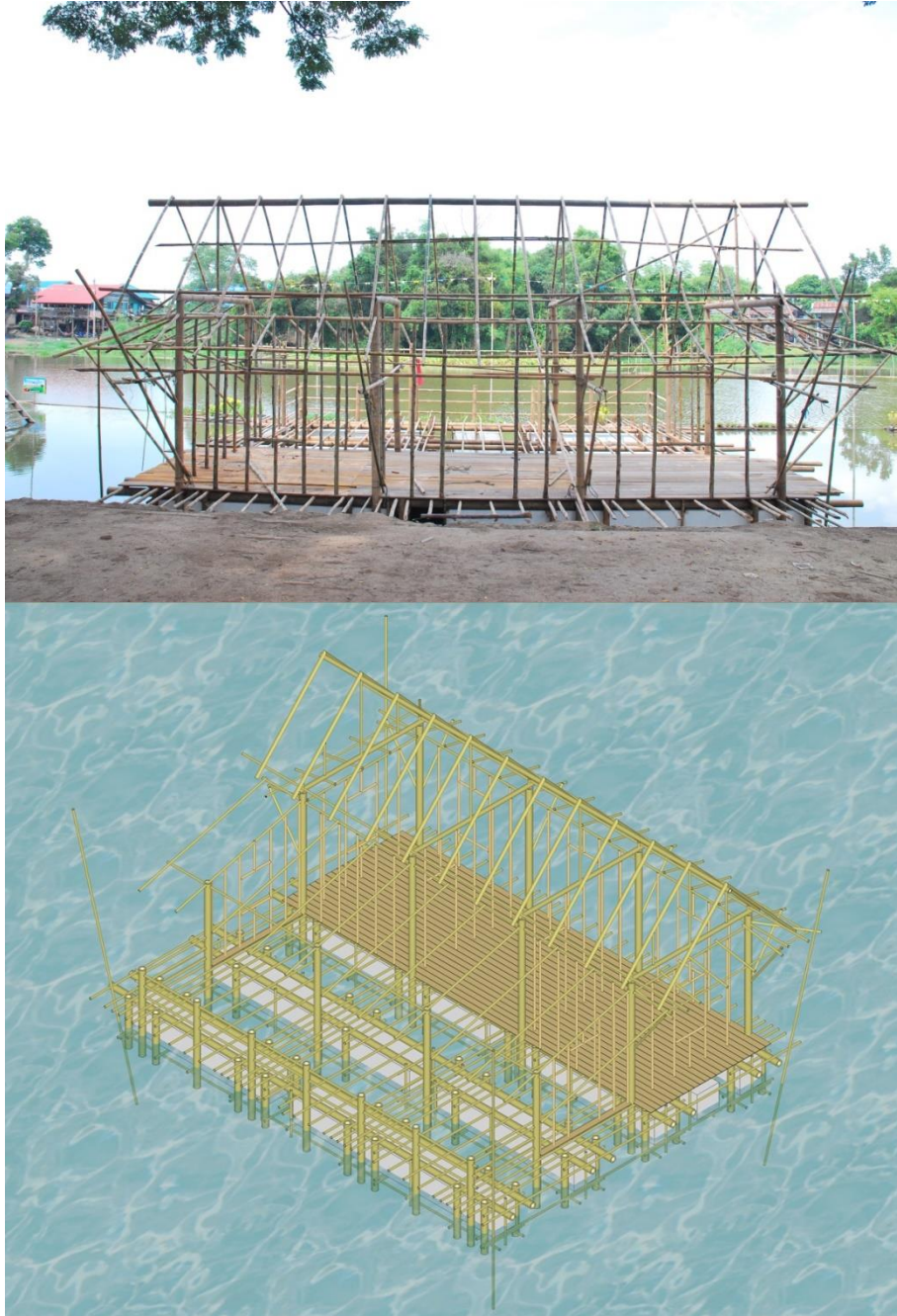
พื้นไม้จริงขนาด $\frac{1}{2}$ " x 6" ปูเว้นร่อง 1 ซม. ในบริเวณที่กั้นห้อง และรองใต้บริเวณที่จะติดตั้งผนังชาน โดยไม่ทาเคลือบผิว หรือเคลือบสารป้องกันแมลง ปล่อยให้บริเวณทางเดินด้านข้าง



รูปที่ 3.38 งานติดตั้งพื้นไม้จริง

3.4.2.20 โครงคร่าวผนัง

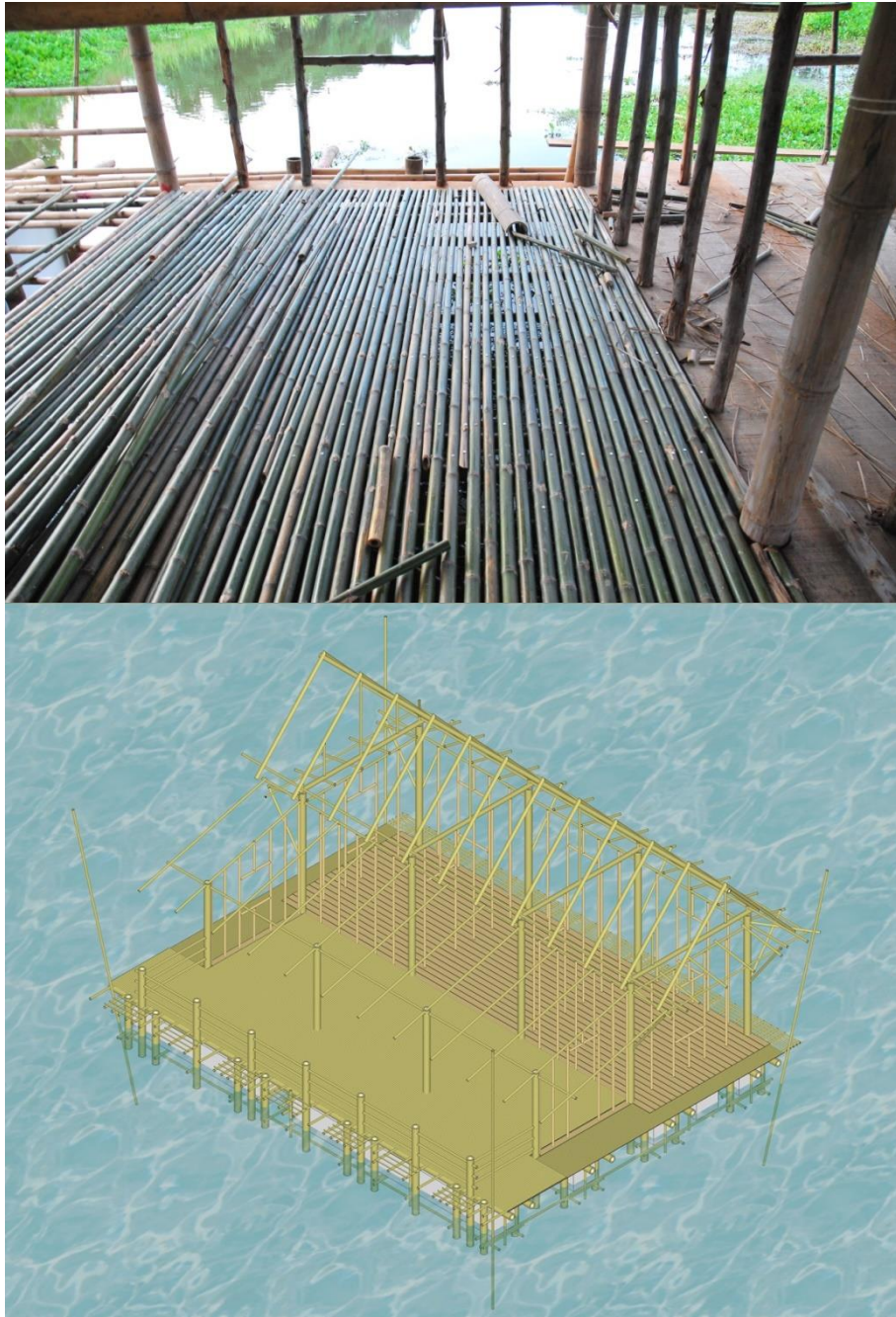
เนื่องจากช่างเลือกใช้เทคนิคการเข้าไม้แบบตอกตะปู จึงเปลี่ยนโครงคร่าวผนังจากไม้ไผ่เป็นไม้ยูคาลิปตัส ขนาด $\varnothing=5$ ซม. เพื่อให้สามารถตอกตะปูได้แน่น วางโครงคร่าวแนวตั้งทุกระยะ 0.60 เมตร และเพิ่มโครงคร่าวแนวนอนตามบริเวณช่องเปิดที่ความสูง 0.80 เมตร และ 2.00 เมตร



รูปที่ 3.39 ขั้นตอนการติดตั้งโครงคร่าวผนัง

3.4.2.21 พื้นไม้ไผ่

พื้นบริเวณภายนอกใช้ไม้ไผ่สดเต็มลำขนาด $\varnothing=3.5$ ซม. ปูเต็มพื้นที่ ส่วนบริเวณทางเดินด้านข้างทั้งสองฝั่ง ใช้ฟากไม้ไผ่ปูพื้น ยึดเข้ากับคานแพด้วยการตอกตะปู



รูปที่ 3.40 ขั้นตอนการปูพื้นไม้ไผ่

3.4.2.22 มุงหลังคา

หลังคามุงหญ้าคา ระยะซ้อนทับแนวนอน 30 ซม. ระยะซ้อนทับแนวตั้ง
ทุกๆ 15 ซม. สำหรับหลังคาหลัก และ ทุกๆ 10 ซม. สำหรับหลังคาชาน และหลังคา
กันสาด



รูปที่ 3.41 ขั้นตอนการมุงหลังคา

3.4.2.23 ครอบสันหลังคา

ครอบสันหลังคาใช้ไม้ไผ่ขนาด $\varnothing=15$ ซม. ฝาครึ่ง ตีซิงฟากไม้ไผ่เพื่อประดับ ลวดลายหน้าจั่ว เฉพาะครอบสันส่วนหน้าจั่ว และฟากประดับลายหน้าจั่ว มีการทาสี และเคลือบเงาเสร็จเรียบร้อยก่อนการติดตั้ง ส่วนครอบสันหลังคาด้านบนและส่วน ชาน ถูกนำขึ้นไปติดตั้งก่อนการทาสี



รูปที่ 3.42 ขั้นตอนการติดตั้งครอบสันหลังคา

3.4.2.24 ผนังภายนอก

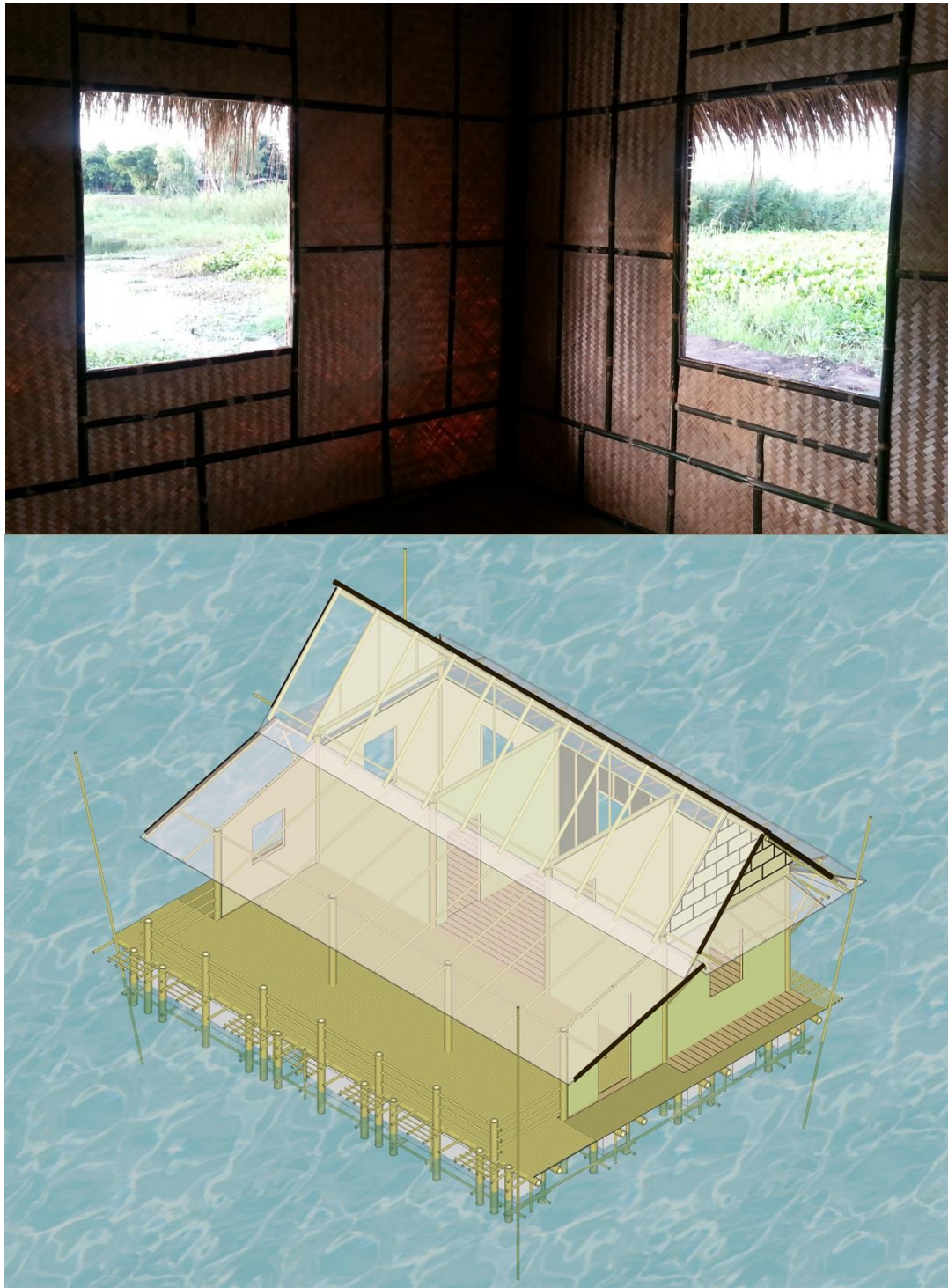
ผนังภายนอกใช้เส้นฟากขนาด 1” กรุแนวอนบนโครงเคร่า ตั้งแต่ระดับพื้นไปจนระดับช่อ และอะเส โดยไม้ไผ่ที่นำมาตีเป็นฟากเป็นไม้สดที่ยังไม่แห้งสนิท และไม่ได้ผ่านการเผาไฟก่อนนำมาใช้งานเนื่องจากระยะเวลาที่จำกัด



รูปที่ 3.43 ขั้นตอนการติดตั้งผนังภายนอก

3.4.2.25 ผนังภายใน

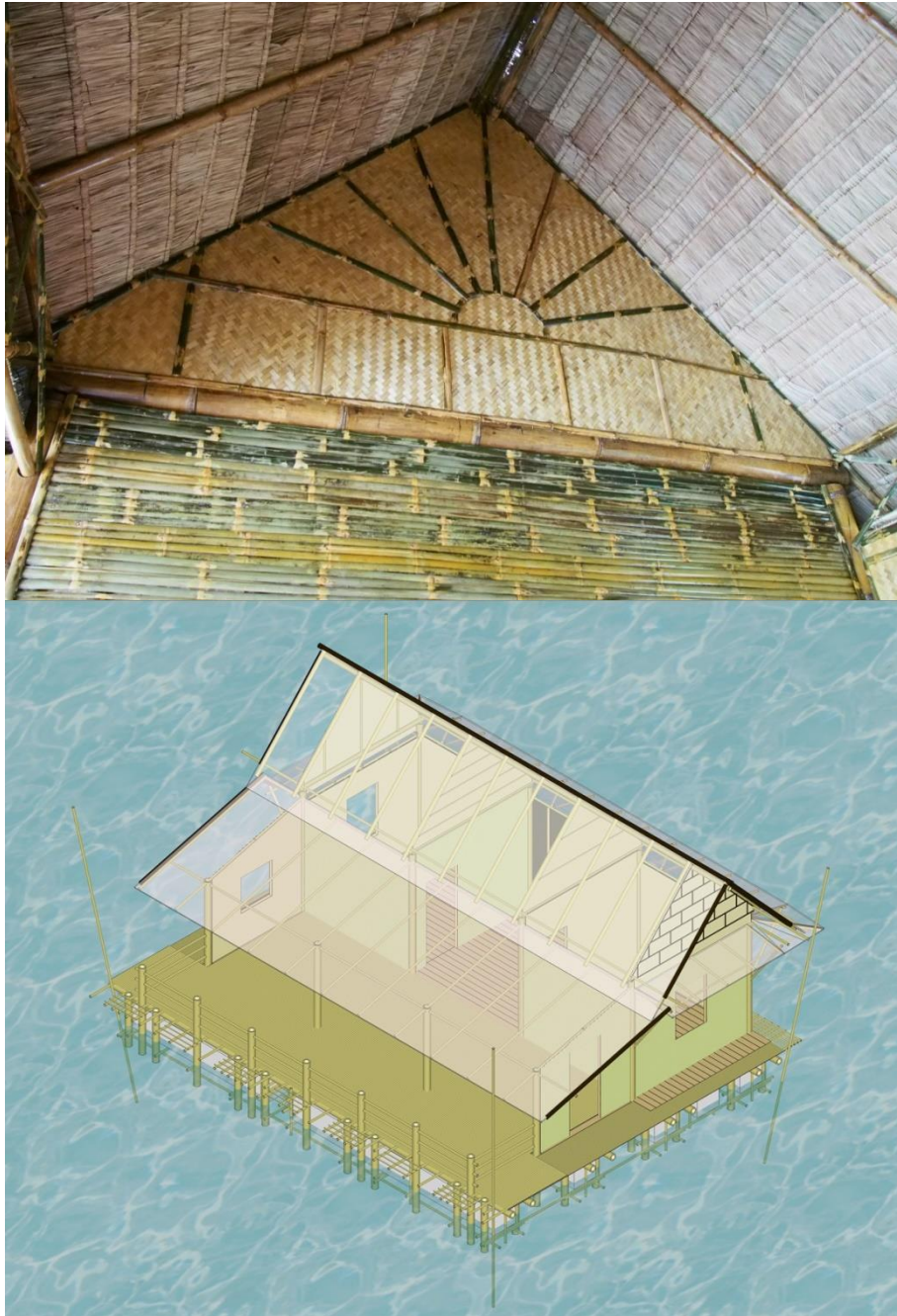
ผนังภายในใช้แผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป ขนาดความหนา 1 มม. กรอบโครงคร่ำ ยึดด้วยตะปู กรูทับด้วยเส้นฟากเพื่อช่วยยึดแผ่นไม้ไผ่อัดให้ตั้ง



รูปที่ 3.44 ขั้นตอนการติดตั้งผนังภายใน

3.4.2.26 ผนังจั่วภายใน

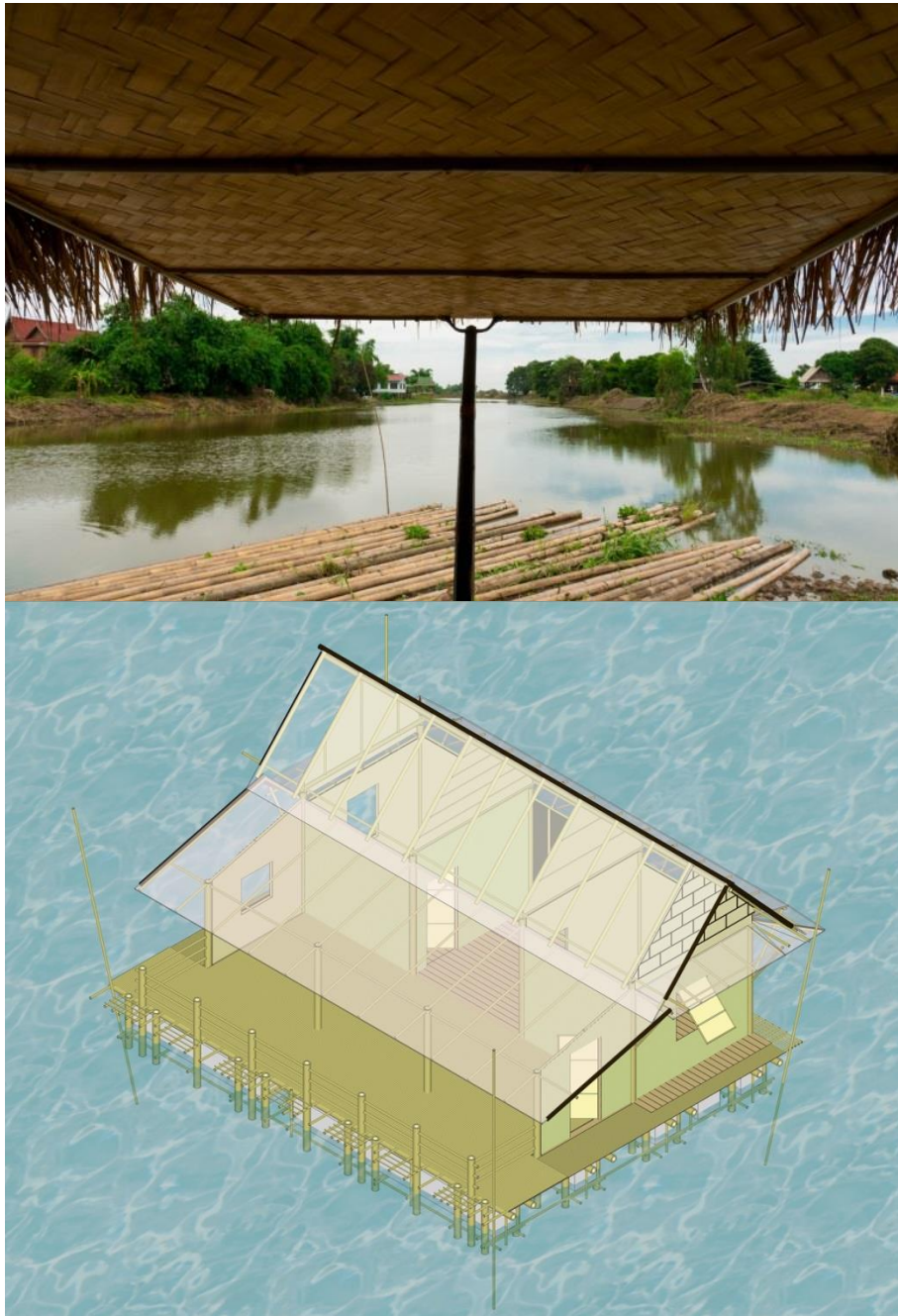
ผนังจั่วภายในใช้แผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป ชนิดความหนา 1 มม. กรอบโครงเคร่า ยึดด้วยตะปู กรูทับด้วยเส้นฟากเพื่อสร้างลวดลาย และยึดให้แผ่นผนังตั้ง เช่นเดียวกับผนังภายในด้านล่าง



รูปที่ 3.45 ขั้นตอนการติดตั้งผนังจั่วภายใน

3.4.2.27 ประตูหน้าต่าง

ประตูบานเปิด และหน้าต่างบานกระทุ้ง โครงไม้ไผ่ ขนาด $\varnothing=2.5$ ซม. กรูผิวด้วยแผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป ชนิดความหนา 1 มม. ยึดด้วยตะปู กรูทับด้วยเส้นฟาก ใช้ hinge สแตนเลส ค้ำยันด้วยไม้ไผ่ขนาด $\varnothing=2.5$ ซม. กรูเส้นฟากเพื่อสร้างลวดลาย และยึดให้แผ่นผนังตึง เช่นเดียวกับผนังภายใน



รูปที่ 3.46 ขั้นตอนการติดตั้งประตู-หน้าต่าง

3.4.3 ช่วงหลังก่อสร้าง

3.4.3.1 ติดตั้งทางเดินลงแพ

นำสะพานไม้จริงมาวางพาดระหว่างตลิ่งกับเรือนแพเพื่อใช้เป็นทางเดิน โดยสะพานจะถูยกออกหากไม่มีความจำเป็น หรือไม่มีการใช้งานเรือนแพ และจะถูกนำกลับไปพาดไว้ใหม่เมื่อต้องการใช้งาน



รูปที่ 3.47 ทางเดินลงแพ

3.4.3.2 ติดตั้งงานระบบไฟฟ้า และประปา

มีการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเดินสายไฟเชื่อมต่อดวงโคมทั้งหมดไว้ เมื่อต้องการใช้งานจึงต่อสายเข้าเครื่องปั่นไฟ ส่วนงานระบบประปาใช้วิธีตั้งหัวก๊อกต่อท่อ PVC ไว้บริเวณหน้าชานเรือน เมื่อต้องการใช้งานจึงต่อสายยางเข้ากับระบบประปาหลักบนบก



รูปที่ 3.48 ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร



รูปที่ 3.49 ระบบประปาภายในอาคาร

3.4.3.3 ตรวจสอบอาคาร

เข้าทำการตรวจสอบอาคารทุกระยะ โดยตรวจสอบทั้งด้านความสมบูรณ์ แข็งแรงของงานสถาปัตยกรรม ระดับการลอยตัวของทุ่นลอย และพฤติกรรมการลอยตัวของอาคาร



รูปที่ 3.50 ทำการตรวจสอบอาคารโดยละเอียด

3.5 ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกตที่พบในขั้นตอนการก่อสร้าง

จากการเก็บข้อมูลและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม การลงพื้นที่ การร่วมออกแบบ และการสังเกตการณ์ ทำให้ทราบถึงจุดเด่น และปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ จึงนำข้อมูลที่ได้มาเรียบเรียงประเด็น ปัญหา และข้อสังเกตที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์กระบวนการก่อสร้าง และลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบดังนี้

ขั้นตอน	ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
A-1 การ ออกแบบ	A-1.1 เรือนแพทรงไทย	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างในพื้นที่มีความรู้ความสามารถในการปรุงเรือนไทย และการต่อเรือ • ทุ่นลอยแบบแท่งเรือ และลูกบวบไม้ไผ่ มีปัญหาเรื่องอายุการใช้งานสั้น และมีค่าใช้จ่ายมากในการดูแลรักษา • ราคาค่าก่อสร้างสูงเนื่องจากใช้วัสดุไม้จริงทั้งหมด
A. ก่อนการก่อสร้าง	A-1.2 เรือนแพไม้ไผ่ ประยุกต์	<ul style="list-style-type: none"> • ใช้วัสดุหาง่ายในพื้นที่ ราคาค่าก่อสร้างถูก • โฟม EPS มีคุณสมบัติการลอยตัวสูง สามารถสั่งซื้อได้ง่ายและมีอายุการใช้งานยาวกว่าลูกบวบไม้ไผ่ และแท่งคอนกรีต • เป็นนวัตกรรมการก่อสร้างเรือนแพไม้ไผ่ ควบคู่กับทุ่นโฟม EPS ที่ยังไม่เคยปรากฏการศึกษาวิจัยมาก่อน • ทำการระบุรายละเอียดโครงสร้าง คำนวมน้ำหนักให้สัมพันธ์กับปริมาณทุ่นลอยก่อนเริ่มกระบวนการก่อสร้าง • เกิดปัญหาเรื่องช่างในท้องถิ่นไม่ชำนาญคุ้นเคยในรูปแบบสถาปัตยกรรม
	A-1.3 เรือนแพไม้ไผ่ที่จำลอง รูปแบบจากบ้านทรง ไทยในพื้นที่	<ul style="list-style-type: none"> • มีรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ช่างและชาวบ้านในพื้นที่คุ้นเคย • ช่างในพื้นที่คุ้นเคยกับรูปแบบสถาปัตยกรรม จึงทำความเข้าใจได้ง่าย ใช้เวลาในการก่อสร้างน้อย • ใช้วัสดุหาง่ายในพื้นที่ โครงสร้างไม่ซับซ้อน ราคาค่าก่อสร้างถูก • เป็นนวัตกรรมการก่อสร้างเรือนแพไม้ไผ่ ควบคู่กับทุ่นโฟม EPS ที่ยังไม่เคยปรากฏการศึกษาวิจัยมาก่อน • รูปทรงอาคารไม่สมมาตร และมีปริมาณน้ำหนักส่วนชานด้านหน้า และส่วนเรือนด้านหลังแตกต่างกันมาก ทำให้พฤติกรรมการถ่ายเทแรงไม่สมดุล

A. ก่อนการก่อสร้าง			<ul style="list-style-type: none"> • แบบสถาปัตยกรรมถูกปรับเปลี่ยนที่หน้างาน โดย อบต.บ้านโพธิ์ จึงมีรายละเอียดโครงสร้าง ตำแหน่ง และขนาดท่อนลอยที่เกิดจากการกะประมาณ โดยไม่ได้มีการคำนวณน้ำหนัก และพฤติกรรมการถ่ายแรงไว้ก่อน 	
	A-2	การจัดการช่าง	A-2.1 จัดจ้างช่างในพื้นที่	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างในพื้นที่เป็นช่างปรุงเรือนไทย ไม่เคยมีประสบการณ์ทำงานไม้ไผ่ จึงเกิดการลองผิดลองถูกในกระบวนการก่อสร้าง
	A-3	การเตรียมพื้นที่	A-3.1 คลองหัวโพธิ์	<ul style="list-style-type: none"> • การขุดลอกพื้นคลอง ช่วยให้ผิวดินได้น้ำเรียบ เพื่อช่วยให้อาคารสามารถตั้งบนพื้นดินได้อย่างเสถียรในช่วงน้ำลด
			A-3.2 คลองรางจรเข้	<ul style="list-style-type: none"> • ควรทำการขุดลอกพื้นผิวใต้น้ำบริเวณที่ตั้งอาคารให้เรียบไว้ก่อนที่จะตั้งเรือนแพ เนื่องจากการปรับพื้นผิวภายหลังทำได้ยาก
A-4	การจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์	A-4.1 ไม้ไผ่	<ul style="list-style-type: none"> • ไม้ไผ่ทุกชนิดที่ใช้สามารถสั่งซื้อจากร้านค้าในพื้นที่ได้ แต่การสั่งซื้อจำนวนมากจากแหล่งค้าไม้ไผ่ อ.ประจันตคาม จ.ปราจีนบุรี สามารถต่อรองราคาได้มากกว่าร้านค้าในพื้นที่ โดยใช้เวลาในการสั่งซื้อประมาณ 1 สัปดาห์เท่านั้น • ไม้ไผ่ที่สั่งซื้อมีความยาวล้าละ 12 เมตร จำเป็นต้องใช้รถบรรทุกทุกหลั้อในการขนส่ง และไม่สามารถขนส่งไปยังบริเวณที่ถนน หรือซอยแคบได้ • ในการเผาครั้งแรกๆ ช่างยังไม่ชำนาญ ไม้ไผ่เกิดการระเบิดกลางปล้อง เสียหายไปบางส่วน แต่เมื่อช่างเกิดการเรียนรู้และปรับปรุงวิธีการ จึงเกิดความเสียหายน้อยลง • ไม้ไผ่ที่ถูกนำมาเผาเฉพาะส่วนโครงสร้างหลักเท่านั้น แต่ส่วนที่เป็นวัสดุปิดผิวเช่นพื้น และผนังเป็นไม้ไผ่สดที่ยังไม่แห้ง และไม่ได้ผ่านการเผาไฟ ไม้จึงยังมีความชื้นอยู่ • ไม้ไผ่ที่นำมาใช้ไม่ได้ผ่านกระบวนการแช่น้ำ เพื่อเพื่อป้องกันแมลงตามแผนที่คาดการณ์ไว้ เนื่องจากเวลาในการก่อสร้างที่จำกัด จึงเสี่ยงต่อปัญหาแมลงกัดกินเนื้อไม้ 	

A. ก่อนการก่อสร้าง		A-4.2 โฟม EPS	<ul style="list-style-type: none"> • โฟม EPS มีราคาเฉลี่ย 1,500.- บาท/ลบ.ม. และใช้เวลาในการสั่งผลิต 1 สัปดาห์ • โฟมที่มีขนาดยาวเกิน 4 เมตร จำเป็นต้องมีค่าใช้จ่ายในการจ้างรถหกล้อใหญ่เพื่อทำการขนส่ง • ขนาดหน้าตัดของโฟมไม่สัมพันธ์กับพื้นที่บรรทุกของรถหกล้อตู้ ทำให้ต้องขนส่งหลายรอบ
		A-4.3 หลังคาหญ้าแฝก	<ul style="list-style-type: none"> • สามารถสั่งซื้อจากร้านค้าในพื้นที่ได้ในราคา 18 บาท/ชิ้น
		A-4.4 แผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป	<ul style="list-style-type: none"> • วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือก่อสร้างทั้งหมดสามารถหาซื้อได้จากร้านค้าในพื้นที่
		A-4.5 ไม้ยูคาลิปตัส	
		A-4.6 ไม้กระดาน	
		A-4.7 วัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือก่อสร้างอื่นๆ	
		A-5 แบบจำลอง	A-5.1 สร้างแบบจำลองขนาด 1:1
B. ระหว่างการก่อสร้าง	B-1 งานฐานแพ	B-1.1 โครงสร้างทุ่นลอย	<ul style="list-style-type: none"> • โครงทุ่นลอยนอกจากใช้เป็นกรอบบรรจุโฟมให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดแล้ว ยังมีวัตถุประสงค์เพื่อปกป้องผิวโฟมขณะลอยอยู่ในน้ำด้วย • ช่องใส่ทุ่นโฟม EPS มีความกว้างและสูงกว่าขนาดโฟม 10 ซม. เพื่อให้ทำการบรรจุโฟมได้ง่าย • ขาทุ่นแนวตั้งมีน้ำขังในปล้องไม้ไผ่

B. ระหว่างการก่อสร้าง		<ul style="list-style-type: none"> • โครงแนวนอนอาจเกิดการแอ่นตัว เมื่อไม่มีแรงลอยตัวช่วยพยุงจากการกดทับของน้ำหนักอาคาร ในขณะที่น้ำลด
	B-1.2 คานหุ่นลอย	<ul style="list-style-type: none"> • คานหุ่นลอยช่วยกระจายแรงที่เกิดลงจากคานแพให้สม่ำเสมอตลอดแนวยาว • ไม่ให้เกิดการแอ่นตัวกดทับปลายหุ่นโฟม EPS จนเอียงอย่างเห็นได้ชัด บริเวณทางเดินข้างอาคารที่ยื่นออกมาโดยไม่มีหุ่นรองรับ • ลักษณะตามธรรมชาติของไม้ไม่มีขนาดหน้าตัดส่วนปลายเล็กกว่าส่วนโคน โดยที่ส่วนปลายไม้ไม่เกิดการแอ่นตัวได้ง่ายกว่า เมื่อไม่ได้ทำการเรียงสลับส่วนปลาย-โคน จึงพบว่าทางเดินข้างอาคารแอ่นตัวมากเพียงฝั่งเดียว • นอตที่ใช้ยึดคานหุ่นลอยบริเวณกึ่งเปียกกึ่งแห้งใกล้ผิวหน้า ขึ้นสนิมเร็วกว่าส่วนอื่น
	B-1.3 ขนย้ายไปยังสถานที่ก่อสร้าง	<ul style="list-style-type: none"> • ที่ทำการ อบต.บ้านโพธิ์ อยู่ห่างจากคลองหัวโพธิ์ 500 เมตร จึงต้องมีขั้นตอนการขนย้ายโครงหุ่นลอยหลังประกอบเสร็จ ส่วนโครงสร้างหุ่นลอยของเรือนแพคลองรางจรเข้ ทำการประกอบที่ริมทำน้ำวัดกระโดงทอง จึงไม่ต้องทำการขนย้าย
	B-1.4 หุ่นโฟม EPS	<ul style="list-style-type: none"> • โฟม EPS ชนิดความหนาแน่น 1.25 lbs/ft³ มีน้ำหนักประมาณ 20 กก./ลบ.ม. และมีแรงลอยตัวสูงถึงประมาณ 1 ตัน /ลบ.ม. • การกะประมาณทำให้ใช้ปริมาณโฟมมากเกินไปจนถึง 5 ลบ.ม. • บริเวณที่ถูกเสียดด้วยโฟมมีผิวหน้าตัดไม่เรียบ แต่ไม่พบว่ามีผลกระทบต่ออายุการใช้งานของโฟมเมื่อเทียบกับพื้นผิวที่ตัดมาจากโรงงาน • ผิวโฟมบางส่วนเกิดการกะเทาะในขณะขนส่งและขณะก่อสร้าง • เกิดคราบตะไคร่ และวัชพืชเกาะบนผิวโฟมตลอดแนวปริ่มน้ำ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อหุ่นโฟม

B. ระหว่างการก่อสร้าง	B-1.5	เสริมไม้ล๊อคท่อน โฟม	<ul style="list-style-type: none"> • ไม่ควรเสริมไม้ไผ่ไว้ใต้ท่อนโฟม EPS เนื่องจากคุณสมบัติตามธรรมชาติของโฟมจะลอยตัวขึ้น ด้านบนขณะอยู่ในน้ำอยู่แล้ว ไม้รองใต้ท่อนโฟมจะทำให้โฟมเกิดความเสียหายจากน้ำหนักกดทับของอาคารในขณะที่ตั้งอยู่บนพื้นดิน และต้องแกะออกเมื่อต้องการเปลี่ยนท่อนโฟม
	B-1.6	ขนย้ายท่อนลอยลงน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> • ท่อนสามารถยกได้ด้วยแรงงานชาวบ้าน 8 คน ใช้วิธีการกลิ้งท่อน และวิธีการวางท่อนให้เลื่อนลงไปตามรางแผ่นไม้กระดาน
	B-1.7	จัดเรียงตำแหน่งท่อน	<ul style="list-style-type: none"> • ไม้ยึดท่อนที่ทำการวัดระยะระบุตำแหน่งไว้ล่วงหน้า ช่วยให้สามารถจัดเรียงระยะท่อนในน้ำได้ง่ายและถูกต้อง • ตำแหน่งของไม้ยึดท่อนจมอยู่ใต้น้ำ ทำให้ช่างตอกตะปูลำบาก
	B-1.8	ปักหลักยึดชั่วคราว	<ul style="list-style-type: none"> • หลักยึดจำเป็นต้องปักก่อนเริ่มกระบวนการก่อสร้างบนน้ำ เพื่อให้แพลอยอยู่กับที่ • ขนาดของหลักยึดขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม สภาพอากาศ และความแรงของกระแส • ไม้หลักขนาดเล็กไม่สามารถทนต่อลมพายุ หรือกระแสน้ำรุนแรงได้ เมื่อทำการก่อสร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วควรเปลี่ยนเป็นเสาขนาดใหญ่ • หลังจากปักไม้หลักยึดแล้ว ฐานแพมีความเสถียรสูงมาก
	B-1.9	คานแพ	<ul style="list-style-type: none"> • คานแพถูกปรับเปลี่ยนให้มีขนาดเล็ก จึงเกิดการแอ่นตัวบริเวณช่วงพาดที่มีระยะกว้าง และเกิดรอยแตกตามเส้นบริเวณที่มีน้ำหนักกดทับ และอาจฉีกขาดบริเวณจุดที่รับน้ำหนักจากเสาในอนาคต • คานแพทำหน้าที่ยึดกลุ่มฐานแพให้มั่นคง และกระจายน้ำหนักบรรทุกลงสู่ฐานแพ ทำให้ท่อนมีความเสถียรในการลอยสูง • เมื่อติดตั้งคานแพแล้ว ช่างจึงสามารถเริ่มงานก่อสร้างบนฐานแพได้ โดยวางพาดไม้กระดานไปตามคานแพเพื่อเป็นทางเดินชั่วคราว

B. ระหว่างการก่อสร้าง		B-1.10 เสริมโฟม EPS	<ul style="list-style-type: none"> • โฟม EPS ขนาด 3.75 และ 5.50 ม. ที่เสริมเข้าไปบริเวณช่วงเสาสุดท้าย ช่วยเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักเรือนแพ แต่ไม่ช่วยป้องกันปัญหาเรื่องสมดุลการลอยตัวของอาคาร • โฟมถูกเติมเข้ามาภายหลัง ช่างจึงทำโครงไม้ไผ่รวกยึดไว้กับโครงท่อนลอยเดิม เพื่อช่วยหนีบโฟมไว้ไม่ให้เลื่อนหลุด
	B-2 งานโครงสร้าง	B-2.1 เสาอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> • การเจาะรูขึ้นนอตจำเป็นต้องทำเตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนนำไปติดตั้ง • เสามีความยาวเสมอรระดับพื้น มีขนาดใหญ่ และแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักบรรทุกขณะตั้งอยู่บนพื้นดินในช่วงน้ำลดได้ • เสาในส่วนขานยึดเข้ากับคานแพขนาดเล็กด้วยนอต อาจส่งผลให้คานแพแอ่น และฉีกขาดได้ในอนาคต • มีเพียงเสาในส่วนขานเพียงแนวเดียวที่ถ่ายน้ำหนักลงสู่คานแพ เสาอาคารแนวอื่นถูกยึดเข้ากับโครงท่อนลอย ทำให้เกิดการถ่ายน้ำหนักจากโครงสร้างอาคารผ่านเสาสูงสู่ด้านข้างของท่อนลอยโดยตรง
		B-2.2 รวากันตก	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างทำการการตัดและเจาะรูไม้ไผ่ไว้ล่วงหน้าตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมไม้ ช่วยให้การประกอบเรือนแพเป็นไปได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น • เสารวากันตกขนาดใหญ่ มีความยาวเสมอรระดับพื้น ช่วยเพิ่มความเสถียรให้กับอาคาร ขณะตั้งอยู่บนพื้นดิน • เสารวากันตกถูกยึดเข้ากับโครงท่อนลอย ทำให้เกิดการถ่ายน้ำหนักลงสู่ด้านข้างของท่อนลอยโดยตรง • มีการเทปูนปิดตามยอดรวากันตก เพื่อแก้ปัญหา น้ำขัง
		B-2.3 ช่อ	<ul style="list-style-type: none"> • ใช้เทคนิคการเข้าไม้แบบหลวมที่เหมาะสมช่วยให้เนื้อไม้ไม่ฉีกขาดทั้งจากการเข้าไม้ และจากการเคลื่อนตัวของอาคาร

B. ระหว่างการก่อสร้าง	B-2.4	อะเส	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างทำการการตัดและเจาะรูไม้ไผ่ไว้ล่วงหน้า ตั้งแต่ขั้นตอนการเตรียมไม้ ช่วยให้การประกอบ เรือนแพเป็นไปได้ง่าย และรวดเร็วขึ้น • อะเสเกิดการแอ่นตัวเล็กน้อย เนื่องจากมีขนาดเล็ก ในขณะที่ช่วงพาดกว้างถึง 3 เมตร
	B-2.5	ตั้ง	
	B-2.6	อกไก่	<ul style="list-style-type: none"> • อกไก่ขนาดเล็กของเรือนแพคลองหัวโพ้อาจเกิดการแอ่นตัว อีกทั้งการติดตั้งแบบตอกตะปูขนาด ข้างอาจส่งผลให้ไม้ฉีกขาดเมื่อต้องรับน้ำหนัก หลังคาในระยะยาว • จากกระบวนการลองผิดลองถูก จึงเกิดการปรับเปลี่ยนขนาด และเทคนิคการติดตั้งอกไก่ของ เรือนแพคลองรางจรเข้าให้มีขนาด $\varnothing=10$ ซม. จึงมีความแข็งแรง ใช้เทคนิคการประกอบที่เหมาะสม และสามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่า
	B-2.7	จันทัน	<ul style="list-style-type: none"> • ระยะติดตั้งจันทันที่ห่าง โดยไม่ต้องมีแป ช่วยลด น้ำหนักอาคาร และงบประมาณในการก่อสร้าง • จันทันขนาดเล็กอาจเกิดการแอ่นตัวในอนาคต เพราะช่วงพาดกว้าง โดยเฉพาะส่วนหลังคาขานที่ยาวถึง 3.6 เมตร
	B-2.8	โครงหลังคากันสาด	<ul style="list-style-type: none"> • ไม่มีการวางแผนการก่อสร้างในส่วนนี้เนื่องจาก ไม่ได้ทดลองสร้างส่วนหลังคากันสาดในขั้นตอน โมเดล • โครงทั้งหมดถ้าย้ำน้ำหนักลงบนค้ำยันที่ตอกตะปู เข้ากับเสา เป็นการประกอบโครงสร้างที่ไม่แข็งแรง อาจเกิดการฉีกขาดตามแนวเสี้ยนไม้บริเวณจุด เชื่อมต่อระหว่างค้ำยันและเสาในอนาคต
	B-2.9	คานแพเสริม	<ul style="list-style-type: none"> • เมื่อติดตั้งคานแพเสริมเรียบร้อยแล้วจึงจะสามารถเริ่มขั้นตอนงานวัสดุปิดผิวได้ • คานแพที่ติดตั้งในระยะนี้ทำหน้าที่เป็นดงพื้นไปในตัว และช่วยกระจายน้ำหนักบรรทุกให้ลงสู่ฐานแพอย่างสม่ำเสมอ • คานแพมีขนาดเล็ก จึงเกิดการแอ่นตัวบริเวณช่วง พาดที่มีระยะกว้าง และบริเวณปลายคานที่นูนลอย

B. ระหว่างการก่อสร้าง	B-3 งานปิดผิวอาคาร	B-3.1 พื้นไม้จริง	<ul style="list-style-type: none"> ช่างทำการปูแผ่นไม้กระดานอบแห้งความยาว 4 เมตรบนคานแพ โดยไม่ผ่านการป้องกันแมลงและเคลือบผิวกันความชื้น จึงส่งผลต่ออายุการใช้งาน ปูแผ่นไม้กระดานตามแนวผนังชัน เพื่อให้สามารถตั้งโครงเคร่าผนังได้ ปลายไม้กระดาน และปิดตัวจากความชื้นได้ง่าย เนื่องจากใช้แผ่นไม้หน้ากว้าง และบาง การปูแผ่นพื้นไม้ที่มีความยาวมากบนคานแพไม้ไผ่ (ตงพื้น) ที่มีระดับไม่เสมอกันตามธรรมชาติ ทำให้พื้นไม้บิดตัว ช่างเปลี่ยนไปใช้โครงเคร่าไม้จริงแทนไม้ไผ่ เพื่อให้สามารถตอกตะปูยึดผนังได้
		B-3.2 โครงเคร่าผนัง	<ul style="list-style-type: none"> เรือนแพนิยมใช้เทคนิคการเข้าไม้แบบหลวมๆ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเคลื่อนตัวของกระแสน้ำของอาคาร เทคนิคการตอกตะปูยึดแน่น ส่งผลให้อาคารเสื่อมสภาพเร็ว
		B-3.3 มุงหลังคา	<ul style="list-style-type: none"> หลังคาส่วนชานมีความลาดเอียงน้อยจึงจำเป็นต้องมุงหญ้าคาในระยะถี่ขึ้น ต้องใช้ปริมาณวัสดุมากขึ้น หลังคาส่วนชานมีน้ำฝนรั่วในขณะฝนตกหนัก หญ้าคาบางส่วนได้รับความเสียหายจากนก และลมพายุเนื่องจากไม่มีวัสดุป้องกันด้านบน
		B-3.4 พื้นไม้ไผ่	<ul style="list-style-type: none"> พื้นไม้ไผ่เต็มลำมีความแข็งแรงมาก แต่มีระดับที่ไม่สม่ำเสมอตามธรรมชาติ และเกิดช่องว่างจำนวนมาก และต้องใช้ในปริมาณมาก อีกทั้งเกิดการแอ่นตัวเนื่องจากความยาวของไม้ และรอยแตกตามยาวบริเวณจุดยึดนอต พื้นไม้ไผ่เต็มลำเป็นไม้ไผ่สด และไม่ได้ผ่านกระบวนการเผาไฟก่อนนำมาใช้งาน เมื่อไม้แห้งจึงเกิดการหดตัว ส่งผลให้หัวนอตโผล่ และหลุดออกจากพื้นจำนวนมาก ฟากไม้ไผ่มีน้ำหนักเบา สามารถใช้ปูพื้นได้โดยไม่แอ่น แต่จำเป็นต้องมีระยะตงพื้นที่ และแบ่งความยาวของวัสดุอย่างเหมาะสม

B. ระหว่างการก่อสร้าง	B-3.5	ครอบสันหลังคา	<ul style="list-style-type: none"> • ไม้ไผ่ตงขนาด $\varnothing=15$ ซม. ผ่าครึ่งแล้วนำมาใช้เป็นครอบสันหลังคา • เฉพาะครอบสันส่วนหน้าจั่ว และปากประดับลายหน้าจั่ว มีการทาสีและเคลือบเงาเสร็จเรียบร้อยก่อนนำขึ้นไปติดตั้ง • ครอบสันหลังคาด้านบนและส่วนชาน ให้นำขึ้นไปติดตั้งก่อนการทาสี ช่างจึงต้องปีนขึ้นไปเก็บงานสีอีกครั้งในภายหลัง ซึ่งทำได้ยากกว่า
	B-3.6	งานผนังภายนอก	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างทำการติดตั้งผนังภายนอกบนโครงเคร่าก่อนทำการทาสีกันแมลง จึงไม่สามารถทาสีในส่วนด้านหลังของเส้นปากได้ • พบปัญหาอดกักกินไม้บริเวณด้านหลังเส้นปากที่ไม่ได้ทาสีกันแมลง
	B-3.7	งานผนังภายใน	<ul style="list-style-type: none"> • แผ่นไม้ไผ่อัดมีข้อดีคือ ติดตั้งสะดวก หาซื้อง่าย ราคาถูก และผ่านกระบวนการเคลือบรักษาเนื้อไม้มาจากโรงงานจึงไม่มีปัญหาแมลงกัดกิน
	B-3.8	ผนังจั่วภายใน	<ul style="list-style-type: none"> • แผ่นผนังที่เลือกใช้เป็นชนิดบาง 1 มม. เพื่อประหยัดงบประมาณ ช่างจึงจำเป็นต้องกรุทับด้วยเส้นปากเพื่อป้องกันแผ่นผนังหย่อนตัว
	B-3.9	ประตู - หน้าต่าง	<ul style="list-style-type: none"> • ช่างทำการประกอบประตู และหน้าต่างเตรียมไว้แล้วจึงนำมาติดตั้ง • ด้วยน้ำหนักที่เบา และโครงสร้างบาง จึงไม่สามารถทนต่อลม และฝนรุนแรงได้ บานพับบางส่วนชำรุดหลุดออกจากโครงเคร่า
	B-3.10	งานทาสี - เคลือบผิว	<ul style="list-style-type: none"> • การทาเคลือบผิวไม้ไผ่หลังจากการก่อสร้างเสร็จแล้วทำให้มีส่วนที่ไม่สามารถทาสีได้หลายส่วน เช่นพื้นที่ด้านในโครงผนัง โครงสร้างหลังคา และส่วนที่อยู่ใต้พื้นอาคาร • ไม่พบรอยเจาะทำลายของแมลงในบริเวณที่ได้รับการเคลือบผิว

C. หลังการก่อสร้าง	C-1	ตรวจสอบอาคาร	C-1.1	ตรวจสอบระดับพื้นโฌม	<ul style="list-style-type: none"> • พื้นแฉวสุดท้ยจมลงมากกว่าแฉวอื่นเนื่องจกน้ำหนักที่ไม้สมคูล และกรยัดเสอเข้กับคอร่งพุ่นลอย ทำให้เกิดการถ่ยแรงลงสู่ด้นข้งของพุ่นลอยโดยตรง โดยไม้พ่นกลไกของคณแพ • ปลยคณพุ่นลอยตั้งอยู่ในด้นแห่งเหนือโฌม EPS ยื่นออกมรับทงเดินด้นละ 1 เมตรโดยไม้มีคอร่งพุ่นรองรับ เมื่เกิดการแอนตัวทงแรงโน้มถ่วงจึงกดทับปลยพุ่นโฌม EPS โดยตรง ทำให้พุ่นโฌมเอียงลงทงด้นข้งอย่งเห็นได้ชัด
	C-2	เคลื่อนย้ยอาคาร	C-2.1	เคลื่อนย้ยด้นแห่งที่ตั้งอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> • เรือนแพสมรถเคลื่อนย้ยได้ด้วยแรงงนขวบ้าน 4 คณ โดยไม้ต้งใช้อุปกรณ์ช้บซ้อน • พบรอยห้งขนาด 15x5x5 ซม. 1 จุดที่ปลยพุ่นโฌม บริเวณช่งว้งระห่ว่งพุ่น เกิดจกการเอียงชนกับวัตถุขณะท้กรเคลื่อนย้ยอาคาร
	C-3	ปักเสอหลัก	C-3.1	ปักเสอหลัก	<ul style="list-style-type: none"> • ช่งไม้ใช้เสอหลักขนาดใหญ่เนื่องจกเกรงว้จะถอนเสอล้บคเมื่ต้งกรเคลื่อนย้ยอาคาร • เสอหลักท้งสี่มุมของเรือนแพใช้ไม้ไผ่เอียงขนาด $\varnothing=10$ ซม. ไม้แข็งแรงเพียงพอที่จะช่วยปรับเสถียรภพการลอยให้กับเรือนแพ
			C-3.2	คล้องเชือก	<ul style="list-style-type: none"> • มีการโยงเชือกเพื่อผูกไว้กับสิ่งก่อสร้างบนบกเนื่องจกเสอหลักมีขนาดเล็กไม้เพียงพอในการช่วยยัดเรือนแพ
	C-4	ทงเดินลงแพ	C-4.1	ติดตั้งทงเดินลงแพ	<ul style="list-style-type: none"> • วิธีกรวางพดทำให้สะพนสมรถยกออกได้ทงความจำเป็นในการใช้งานเรือนแพ
	C-5	งนระบบ	C-5.1	งนระบบไฟฟ้า	<ul style="list-style-type: none"> • มีการเดินระบบไฟฟ้าแสงสว่างภยในอาคาร โดยท้งปลยสายไว้เชื่อมต้อเข้กับเครื่องบ่นไฟเมื่ต้งกรใช้งานอาคาร
			C-5.2	งนระบบประปา	<ul style="list-style-type: none"> • มีการติดตั้งก้อกน้ำ และท้อประปปลยเปิดไว้ที่ริมขน เพื่อต้อเข้กับสายยงเข้กับระบบประปบนบกเมื่ต้งกรใช้งานอาคาร
			C-5.3	งนระบบสุขภพบาล	<ul style="list-style-type: none"> • จำเป็นต้งพัฒนาต้อ ให้สมรถใช้งานได้ในขณะน้ำท่วม

C. หลังการก่อสร้าง	C-6 การบำรุงรักษา	C-6.1 อาคารเรือนแพ	<ul style="list-style-type: none"> • โองัดดินเผาใส่น้ำถูกนำมาไว้ที่ริมชานเพื่อช่วยถ่วงน้ำหนักแก้ปัญหาเรือนแพเอียง โดยพบว่าสามารถลดความเอียงของเรือนแพได้เล็กน้อย แต่ยังคงไม่เพียงพอที่จะช่วยปรับสมดุลการลอยของเรือนแพ • ท่อนไม้ถูกนำมาวางหนุนไว้เหนือคานท่อนลอยที่แน่นเพื่อช่วยรักษาระดับพื้นไม้ให้เอียงลงตามคานท่อนลอย • มีการสำรวจสภาพอาคารเป็นระยะ และแก้ไขปัญหตามจุดที่เกิดความเสียหาย
		C-6.2 การเปลี่ยนท่อนโพน EPS	<ul style="list-style-type: none"> • จำเป็นต้องมีการติดตามผลอายุการใช้งานของท่อนโพน และวิธีการเปลี่ยนท่อนโพนต่อไป

ตารางที่ 3.2 ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต ที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการก่อสร้าง

โดยปัญหาที่พบบนเรือนแพชุมชนต้นแบบเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำมา รวบรวมเป็นตารางเพื่อให้เห็นถึงระยะเวลาได้ดังนี้

องค์ประกอบ	เดือนที่								ปัญหาที่พบ
	1	2	3	4	5	6	7	8	
โครงสร้างท่อนลอย	×						×		<ul style="list-style-type: none"> • ขาท่อนแนวตั้งมีน้ำขังในปล้องไม้ไผ่ • ปลายปล้องแตกตามแนวเสี้ยน • นอตที่อยู่บริเวณกึ่งเปือกกึ่งแห้งทั้งหมดขึ้นสนิม • ท่อนตลอดแนวเสาสุดท้ายจมลงมากกว่าแถวอื่นๆ เฉลี่ย 7 ซม. • ปลายท่อนด้านทางเดินรอบอาคารเอียงจากน้ำหนักของปลายคานท่อนลอยที่แน่นตัว
คานท่อนลอย							×		<ul style="list-style-type: none"> • ปลายคานบริเวณทางเดินรอบอาคารที่ไม่มีท่อนรองรับเกิดการแอ่นตัวลงตามแรงโน้มถ่วง

องค์ประกอบ	เดือนที่								ปัญหาที่พบ
	1	2	3	4	5	6	7	8	
โฝม EPS	×								<ul style="list-style-type: none"> เกิดรอยขีดข่วนเล็กน้อยที่ผิวโฝมโดยรอบ เรือนแพคลองหัวโพร้เกิดรอยแห้วขนาด 15x5x5 ซม. จากการเฉี่ยวชนกับวัตถุขณะเคลื่อนย้ายอาคาร เกิดคราบตะไคร่ และวัชพืชขึ้นฝั่งรากลงบนผิวโฝมบริเวณที่ปริ่มน้ำ
ไม้หลักยึด								×	<ul style="list-style-type: none"> ไม้หลักยึดของเรือนแพคลองหัวโพร้หักกลาง โคนลงมา 1 ต้น
คานแพ						×	×		<ul style="list-style-type: none"> เกิดรอยแตกตามแนวเสี้ยน คานแพบริเวณที่มีช่วงพาดยาว และปลายแอ่นตัวเล็กน้อย
ราวกันตก	×								<ul style="list-style-type: none"> มีการเทปูนปิดยอดราวกันตก เพื่อป้องกันน้ำซัง
อะเส							×		<ul style="list-style-type: none"> เกิดการแอ่นตัวเล็กน้อย
พื้นไม้จริง							×		<ul style="list-style-type: none"> ปลายไม้กระดก และบิดตัวจากความชื้น
พื้นไม้ไผ่						×	×		<ul style="list-style-type: none"> ตะปูหลวมและโผล่จากพื้นจำนวนมาก เนื่องจากการเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำของอาคาร เกิดรอยแตกตามแนวเสี้ยนบริเวณที่ยึดตะปู
หลังคา							×		<ul style="list-style-type: none"> หญ้าคาบางส่วนเสียหายเล็กน้อยจากลมพายุ
ผนังภายนอก								×	<ul style="list-style-type: none"> เกิดเชื้อราจากการถูกมอดกัดกินเนื้อไม้ ด้านหลังที่ไม่ได้มีการป้องกันเนื้อไม้

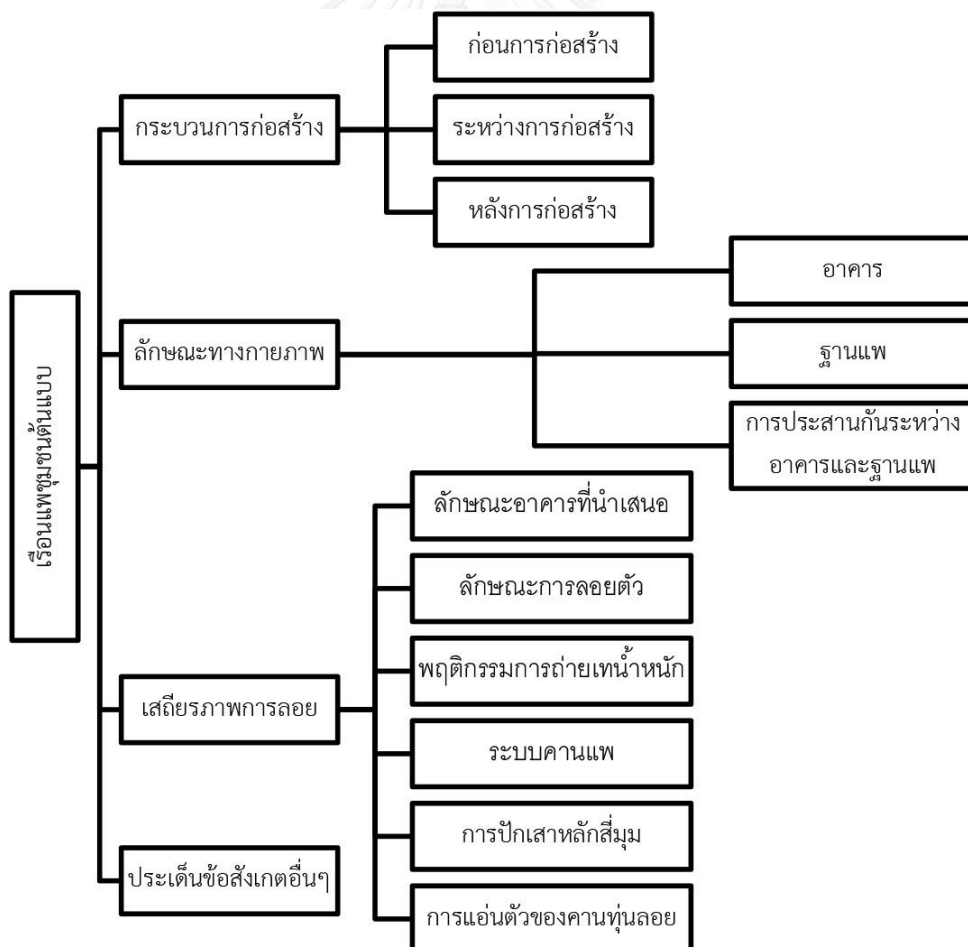
ตารางที่ 3.3 ช่วงเวลาที่พบประเด็นปัญหา และข้อสังเกตหลังการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ

บทที่ 4

บทวิเคราะห์การศึกษา

จากการเก็บข้อมูลและรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้นจากการทบทวนวรรณกรรม การลงพื้นที่ การนำเสนอแบบ และการสังเกตการณ์ ทำให้พบประเด็น ปัญหา และข้อสังเกตที่เกิดขึ้นตลอดกระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ จึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้ทั้งหมดมาเรียบเรียง และจำแนกกระบวนการวิเคราะห์ได้เป็นสี่ประเด็น ดังนี้

1. กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ
2. ลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ
3. เสถียรภาพการลอยของเรือนแพชุมชนต้นแบบ
4. ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ



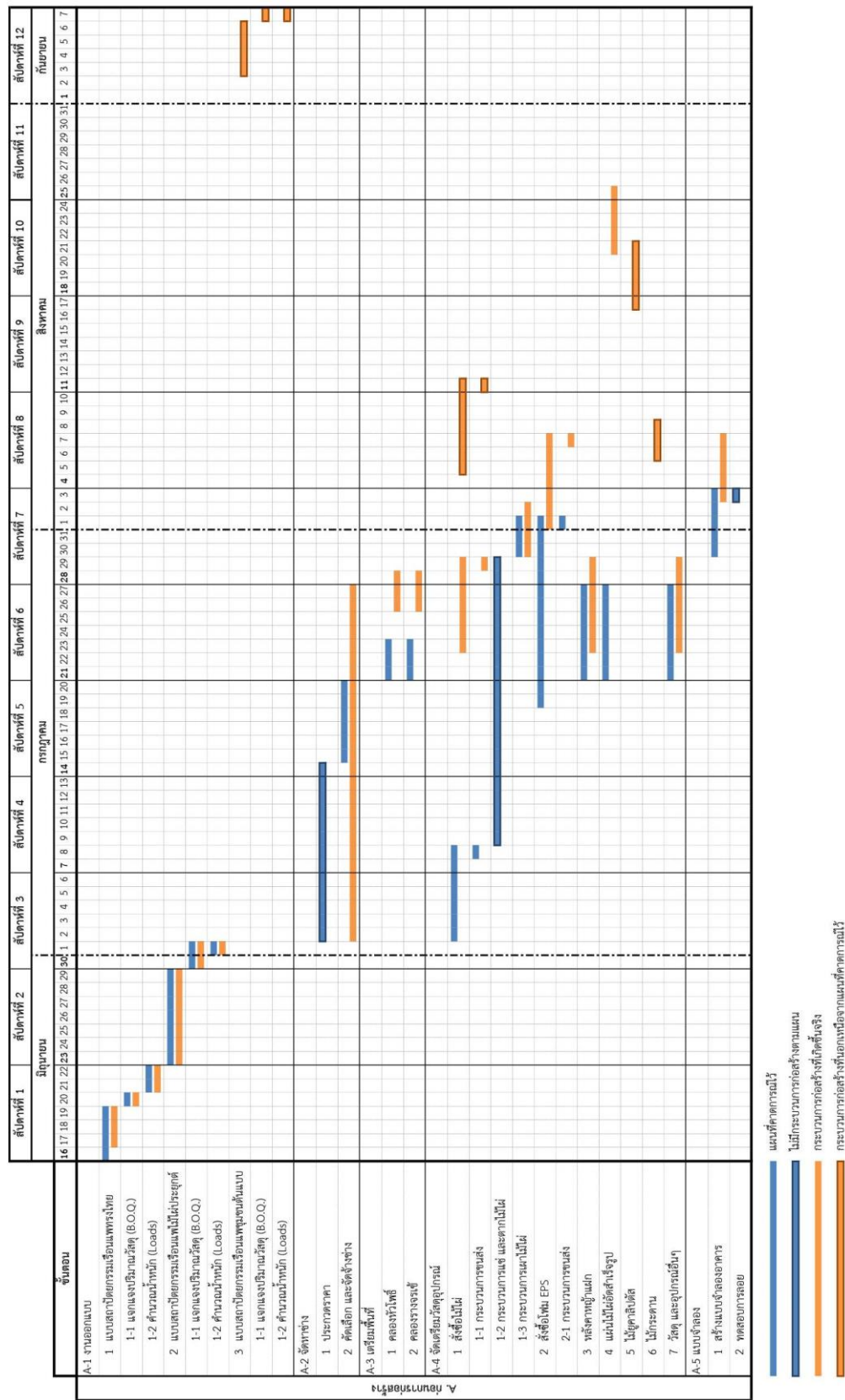
รูปที่ 4.1 แผนภาพแสดงการกระบวนการวิเคราะห์เรือนแพชุมชนต้นแบบ

4.1 กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ

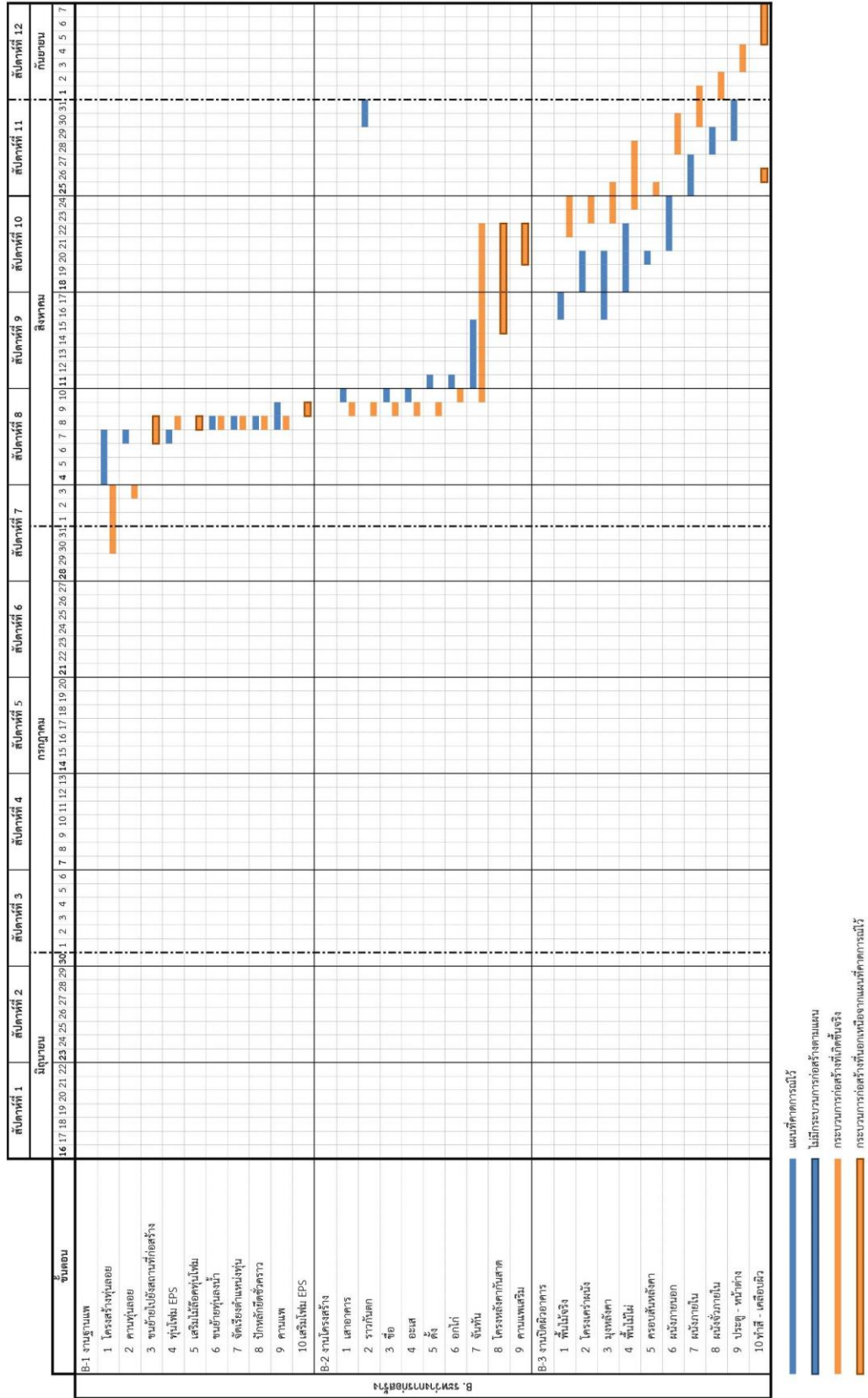
กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบทั้งหมดที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้เป็น 3 ขั้นตอนได้แก่

1. ขั้นตอนก่อนการก่อสร้าง - เป็นขั้นตอนการวางแผน และเตรียมความพร้อมในการก่อสร้าง โดยมีลำดับกระบวนการเริ่มต้นจากออกแบบอาคาร การจัดจ้างช่างในพื้นที่ การเตรียมพื้นที่ การสั่งซื้อและจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นในการก่อสร้างต่างๆ กระบวนการยึดอายุวัสดุ ไปจนถึงการสร้างแบบจำลองโครงสร้างอาคารขนาด 1:1
2. ขั้นตอนระหว่างการก่อสร้าง - เป็นขั้นตอนการก่อสร้างอาคาร ตั้งแต่งานประกอบโครงสร้างท่อนลอย งานประกอบฐานแพ งานก่อสร้างโครงสร้างอาคาร ไปจนถึงงานปิดผิวอาคาร โดยมีการเพิ่มปริมาณท่อนโพน EPS และสั่งซื้อวัสดุเพิ่มเติมในระหว่างการก่อสร้าง
3. ขั้นตอนหลังการก่อสร้าง - เป็นขั้นตอนที่นำไปสู่การใช้งานอาคาร โดยมีลำดับกระบวนการตั้งแต่การเคลื่อนย้ายเรือนแพ การปักเสาหลักยึดตำแหน่งที่ตั้ง การเชื่อมต่อทางเดิน การติดตั้งงานระบบ ตลอดจนการดูแลรักษาอาคาร

กระบวนการทั้งหมดสามารถแจกแจงเป็นแผนผังระยะเวลาได้ดังนี้







ตารางที่ 4.1 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงก่อนการก่อสร้าง (มกราคม-กันยายน 2557)



ตารางที่ 4.2 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงระหว่างการก่อสร้าง (มิถุนายน-กันยายน 2557)

ชั้นตอน	กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
	สัปดาห์ที่																															
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
C-1 ตรวจสอบอาคาร																																
1 ตรวจสอบระดับพื้นโพน																																
C-2 เคลื่อนย้ายอาคาร																																
1 เคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้งอาคาร																																
C-3 ปักเสาหลัก																																
1 ปักเสาหลัก																																
C-4 ติดตั้งทางเดินลงแพ																																
1 ติดตั้งทางเดินลงแพ																																
C-5 งานระบบ																																
1 งานระบบไฟฟ้า																																
2 งานระบบประปา																																
C-6 การบำรุงรักษา																																
1 อาคารเรือนแพ																																
2 ฐานแพ																																

-  แผนที่คาดการณ์ไว้
-  ไม่มีกระบวนการก่อสร้างตามแผน
-  กระบวนการก่อสร้างที่เกิดขึ้นจริง
-  กระบวนการก่อสร้างที่นอกเหนือจากแผนที่คาดการณ์ไว้

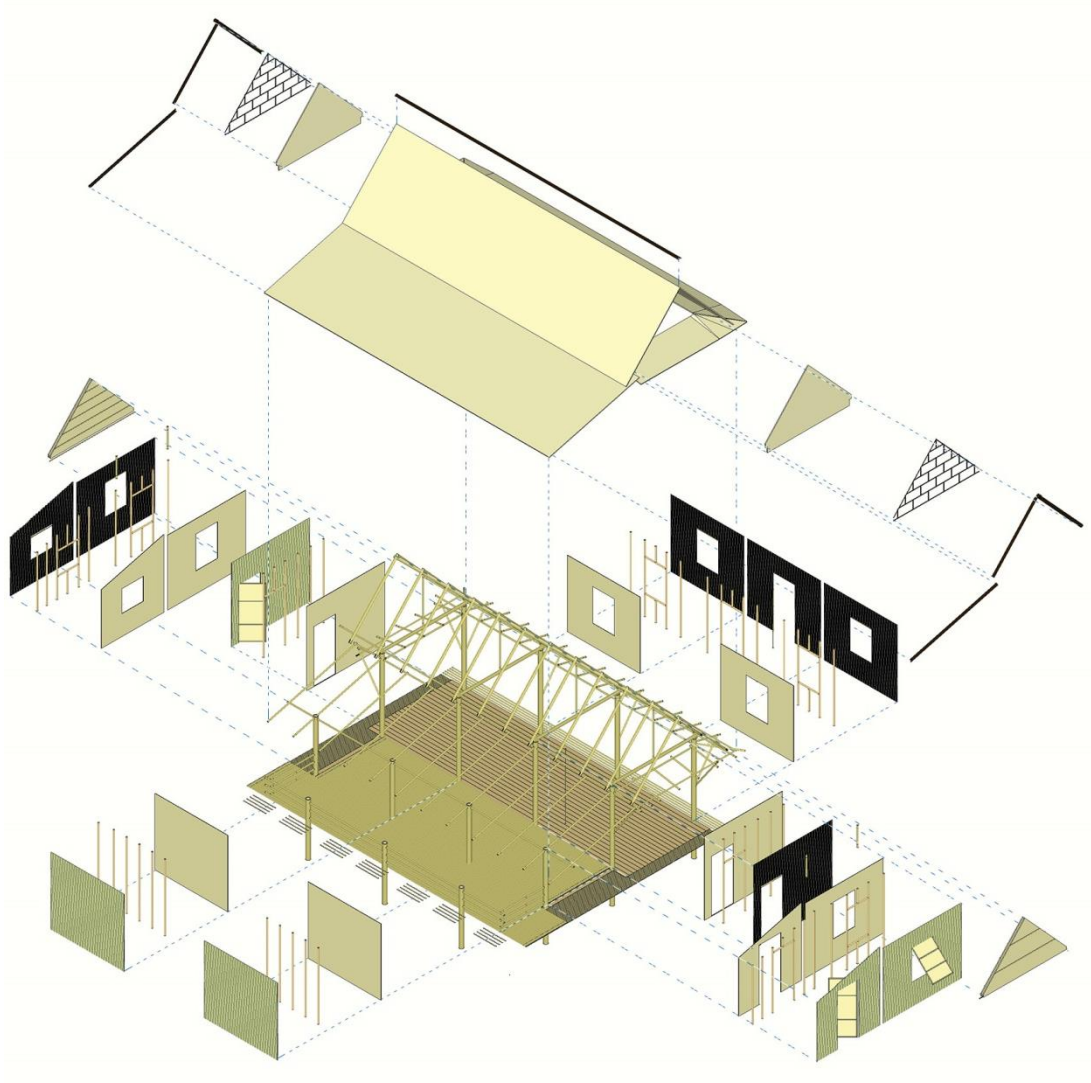
ตารางที่ 4.3 ลำดับขั้นตอนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบในช่วงหลังการก่อสร้าง (กันยายน 2557-เมษายน 2558)

4.2 ลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

การวิเคราะห์เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ แบ่งออกเป็นสามประเด็นหลัก ได้แก่

1. ลักษณะทางกายภาพของอาคาร
2. ลักษณะทางกายภาพของฐานแพ
3. การประสานกันระหว่างอาคารและฐานแพ

4.2.1 ลักษณะทางกายภาพของอาคาร



รูปที่ 4.2 องค์ประกอบอาคารตั้งแต่พื้นจนถึงหลังคา

4.2.1.1 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของอาคาร

ไม้ไฟรวก $\varnothing = 5$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
ราวกันตกด้านสั้น	1.75	6	10.50	3.72
ราวกันตกด้านยาว	9.35	3	28.05	9.94
พื้นไม้ไฟเต็มลำ	8.85	44	389.40	138.05
พื้นไม้ไฟเต็มลำ	10.90	38	414.20	146.84
ซีลล่าง	3.15	2	6.30	2.23
อะเสล่าง	11.20	2	22.40	7.94
อะเสบน	12.20	2	24.40	8.65
ตั้ง	1.80	4	7.20	2.55
สันหลังคา, คันทวย	1.50	10	15.00	5.32
จันทันหลังคากันสาด	1.1	23	25.30	8.97
จันทันหลังคาขานเรือน	3.6	12	43.20	15.32
จันทัน	5.60	12	67.20	23.82
โครงกันสาด	4.25	2	8.50	3.01
โครงกันสาด	10.7	1	10.70	3.79
ไม้ไฟเฉียง $\varnothing = 10$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
ซีบบน	3.45	4	13.80	31.23
อกไก่	11.20	1	11.20	25.34
ไม้ไฟตง $\varnothing = 15$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
เสาราวกันตก	2.10	7	14.70	115.50
เสาอาคาร	3.20	4	12.80	100.57
เสาอาคาร	4.10	8	32.80	257.71

ไม้ไผ่ตง $\varnothing = 15$ cm. ผ่าครึ่ง				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
ครอบสันชายคา	2.50	4	10.00	39.29
ครอบสันชายคา	3.50	2	7.00	27.50
ครอบสันชายคา	11.30	1	11.30	44.39
รวมน้ำหนักไม้ไผ่ (kg.)				1,021.70

เส้นฟาก ความกว้าง = 2.5 cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
พื้นฟาก	0.40	268	107.20	38.00
พื้นฟาก	0.90	236	212.40	75.30
ผนังภายนอก	4.04	1	4.04	1.43
ผนังภายนอก	5.00	1	5.00	1.77
ผนังภายนอก	5.80	1	5.80	2.06
ผนังภายนอก	6.45	1	6.45	2.29
ผนังภายนอก	7.40	1	7.40	2.62
ผนังภายนอก	6.67	1	6.67	2.36
ผนังภายนอก	6.94	1	6.94	2.46
รวมน้ำหนักเส้นฟาก (kg.)				128.30

แผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป ชนิดหนา = 1 mm.				
Location	Sq.m.	Amount	Total (Sq.M.)	Weight (kg.)
ผนังหน้าจั่ว	3.18	4	12.72	10.18
ผนังภายใน	5.64	2	11.27	9.02
ผนังภายใน	7.20	5	36.00	28.80
ผนังภายใน	7.60	2	15.20	12.16
ผนังภายใน	8.55	2	17.10	13.68
รวมน้ำหนักแผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป (kg.)				73.83

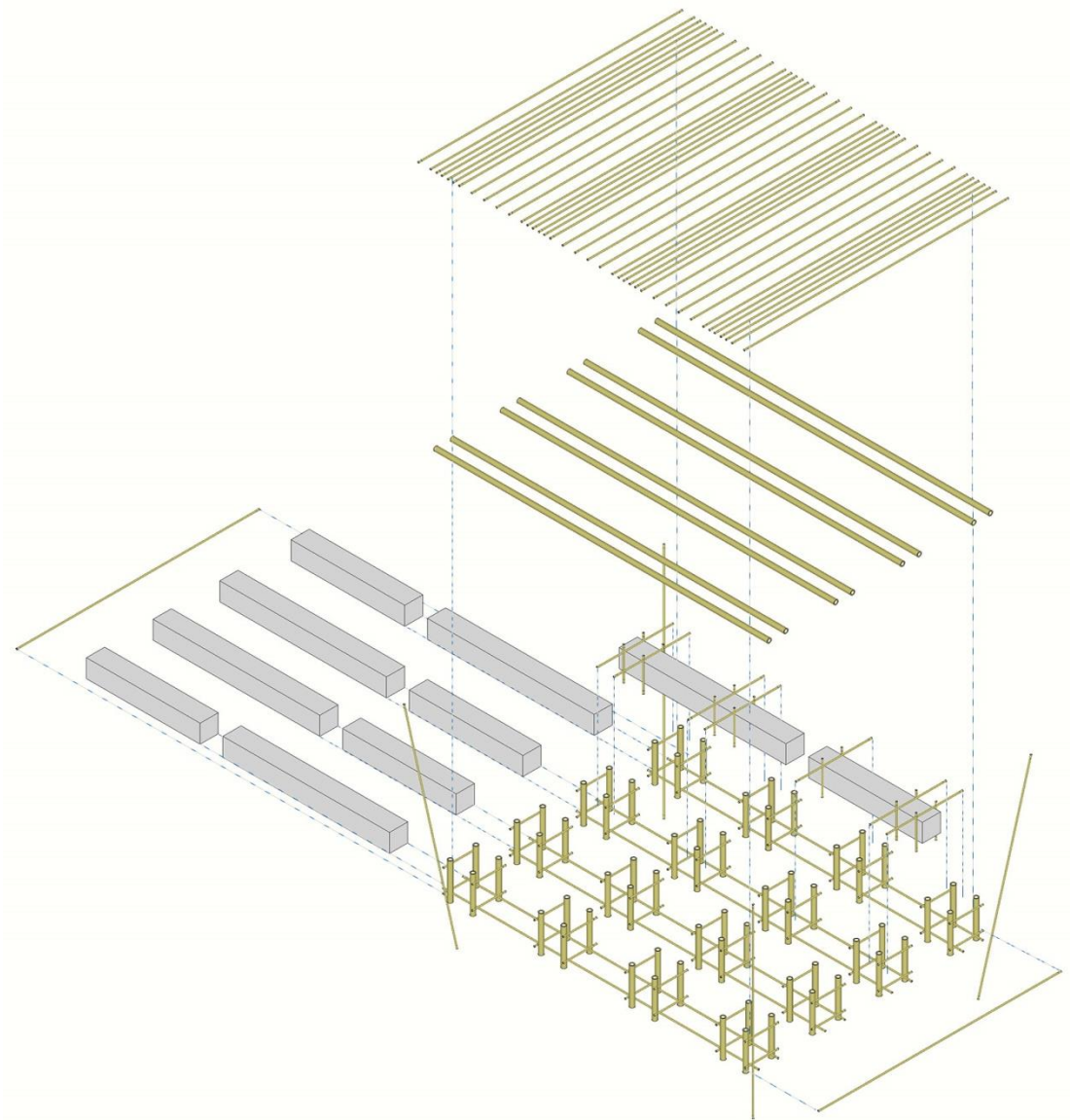
ไม้ตะเคียนทราย ความหนา = 25 mm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (Qb.m.)	Weight (kg.)
พื้นไม้ตะเคียนทราย	2.45	2	0.01	6.00
พื้นไม้ตะเคียนทราย	10.10	16	0.40	197.96
รวมน้ำหนักไม้ตะเคียนทราย (kg.)				203.96

ไม้ยูคาลิปตัส $\varnothing = 7.5$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (Qb.m.)	Weight (kg.)
โครงเคร่าไม้จริง	0.55	1	0.00	1.19
โครงเคร่าไม้จริง	1.25	4	0.02	10.83
โครงเคร่าไม้จริง	0.80	13	0.05	22.52
โครงเคร่าไม้จริง	2.50	26	0.29	140.77
โครงเคร่าไม้จริง	2.80	10	0.12	60.64
โครงเคร่าไม้จริง	15.00	1	0.07	32.48
โครงเคร่าไม้จริง	17.00	1	0.08	36.82
รวมน้ำหนักไม้ยูคาลิปตัส (kg.)				305.24

หลังคาหญ้าแฝก ความยาวดับ = 1.50 m.				
Location	Overlap (m.)	Amount	Total (unit)	Weight (kg.)
หน้าจั่ว	0.20	26	26	52.00
หลังคากันสาด	0.20	154	154	308.00
หลังคาอาคาร	0.20	378	378	756.00
หลังคาชานเรือน	0.20	324	324	648.00
รวมน้ำหนักหญ้าแฝก (kg.)				1,764.00
รวมน้ำหนักอาคาร (kg.)				3,497.04

ตารางที่ 4.4 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของอาคาร

4.2.2 ลักษณะทางกายภาพของฐานแพ



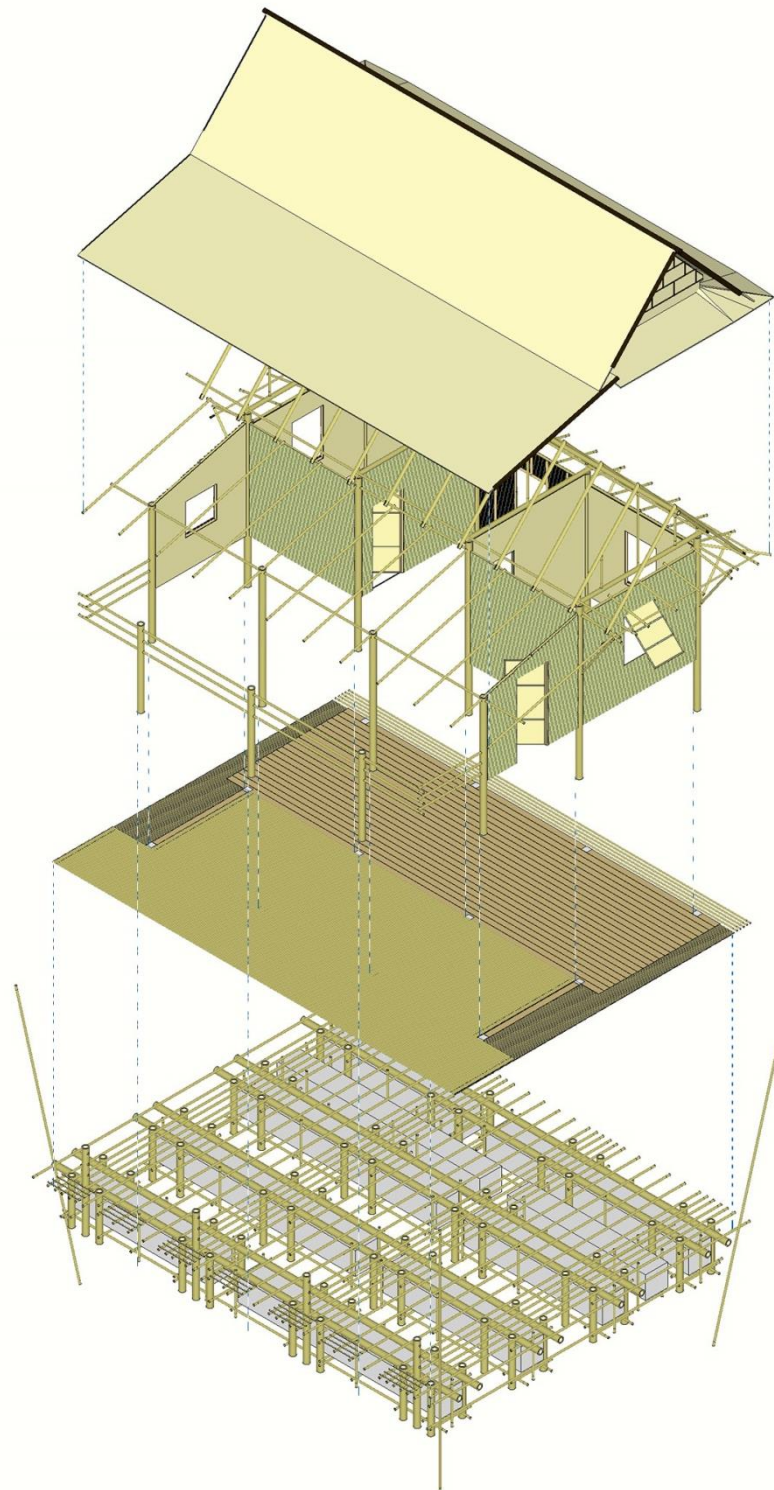
รูปที่ 4.3 องค์ประกอบส่วนฐานแพ ตั้งแต่โครงท่อนลอยจนถึงคานแพ

4.2.2.1 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของฐานแพ

ไม้ไผ่รวม $\varnothing = 5$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
ท่อนแนวขวาง	1.10	64	70.4	24.96
ท่อนแนวยาว	10.40	8	83.2	29.50
ไม้ยึดท่อน	8.00	2	16	5.67
คานแพ	8.70	38	330.6	117.20
ท่อนเสริมแนวขวาง	2.50	7	17.5	6.20
ท่อนเสริมแนวตั้ง	1.10	14	15.4	5.46
ไม้ไผ่ตง $\varnothing = 15$ cm.				
Location	Length (m.)	Amount	Total (m.)	Weight (kg.)
ขาท่อนลอย	1.20	64	76.80	603.43
คานท่อนลอย	11.00	8	88.00	691.43
รวมน้ำหนักไม้ไผ่ (kg.)				1,483.85
โฟม EPS (1.25 lbs/ft ³)				
Location	Qb.m.	Amount	Total (Qb.m.)	Weight (kg.)
ท่อนลอย	3.33	5	16.65	333.00
รวมน้ำหนักโฟม EPS (kg.)				333.00
รวมน้ำหนักฐานแพ (kg.)				1,816.85

ตารางที่ 4.5 ปริมาณวัสดุ และน้ำหนักคงที่ของฐานแพ

4.2.3 การประสานกันระหว่างอาคารและฐานแพ



รูปที่ 4.4 ลักษณะการประสานกันระหว่างอาคารและฐานแพ

4.2.3.1 น้ำหนักคงที่ของเรือนแพชุมชนต้นแบบ (Dead Loads)

วัสดุ	น้ำหนัก (kg.)
ไม้ไผ่	2,505.55
เส้นฟาก	128.30
แผ่นไม้ไผ่อัดสำเร็จรูป	73.83
ไม้ตะเคียนทราย	203.96
ไม้ยูคาลิปตัส	305.24
หลังคาหญ้าแฝก	1,764.00
โฟม EPS	333.00
รวมน้ำหนักคงที่	5,313.88

ตารางที่ 4.6 น้ำหนักคงที่รวมของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ

4.2.3.2 น้ำหนักจรของเรือนแพชุมชนต้นแบบ (Live Loads)

การคำนวณน้ำหนักจรที่เกิดขึ้นบนเรือนแพชุมชนต้นแบบ กำหนดให้มีผู้ใช้งานอาคารสูงสุดที่ 1 คน / 1 ตารางเมตร และน้ำหนักเฉลี่ยคนละ 75 กิโลกรัม

พื้นที่ (ตร.ม.)	84.00
จำนวนผู้ใช้งานอาคารสูงสุด (1คน / ตร.ม.)	84.00
รวมน้ำหนักจรสูงสุดในอาคาร (เฉลี่ย 75 กก./คน) (kg.)	6,300.00

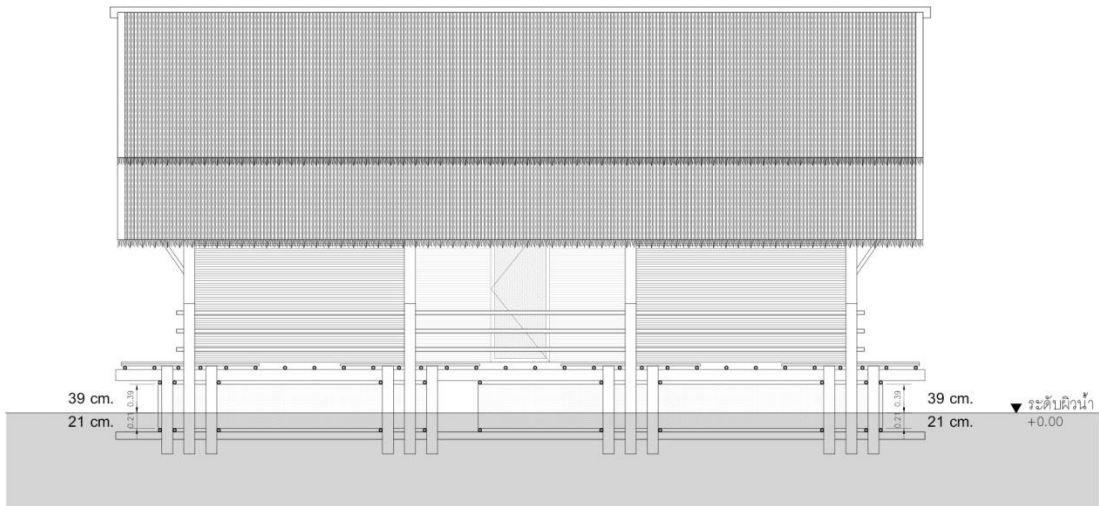
ตารางที่ 4.7 น้ำหนักคงที่รวมของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ

4.2.3.3 ความสามารถในการรับน้ำหนักของท่อนโฟม EPS

ปริมาตรโฟม (Qb.m.)	16.65
รับน้ำหนักได้สูงสุด (kg.)	16,317.00
น้ำหนักรวมทั้งหมดของเรือนแพชุมชนต้นแบบ (kg.)	11,987.85
น้ำหนักบรรทุกคงเหลือ (kg.)	4,329.15

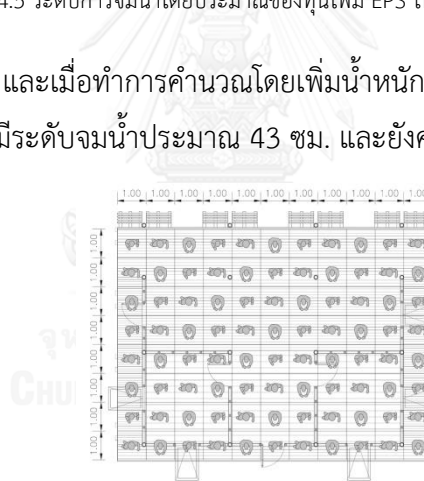
ตารางที่ 4.8 ความสามารถในการรับน้ำหนักของท่อนโฟม EPS

เมื่อนำค่าน้ำหนักและความสามารถการลอยของฟุ้งโฟม EPS ที่ได้จาก ตารางข้างต้นมาทำการคำนวณพบว่าอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบมีน้ำหนักคงที่ 5.3 ตัน เมื่ออยู่ในน้ำจะมีระดับการจมน้ำของฟุ้งโฟม EPS ประมาณ 21 ซม.

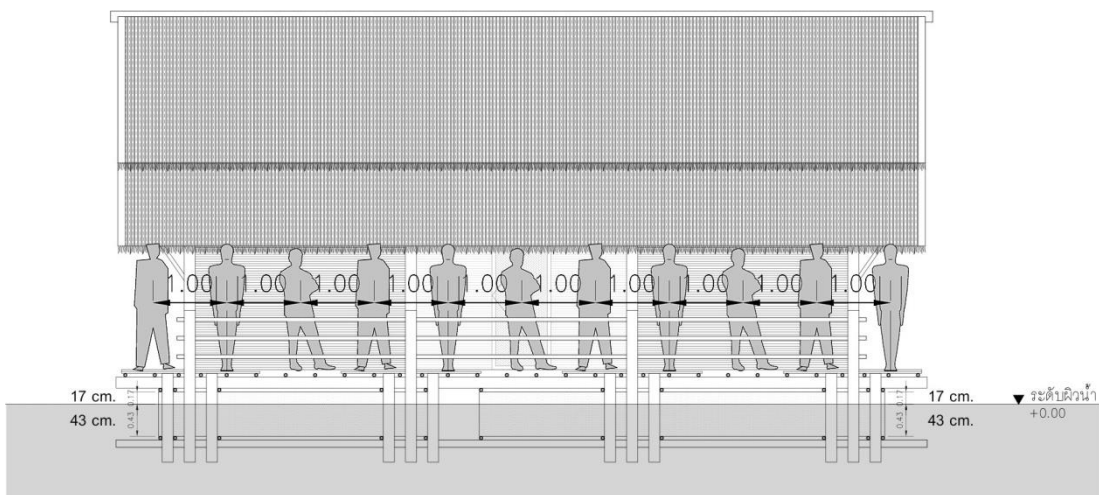


รูปที่ 4.5 ระดับการจมน้ำโดยประมาณของฟุ้งโฟม EPS ในขณะไม่มีน้ำหนักจร

และเมื่อทำการคำนวณโดยเพิ่มน้ำหนักจรสูงสุดอีก 6.3 ตัน พบว่าฟุ้งโฟม EPS จะมีระดับจมน้ำประมาณ 43 ซม. และยังคงเหลือระดับที่โผล่พ้นน้ำอีก 17 ซม.



Key Plan



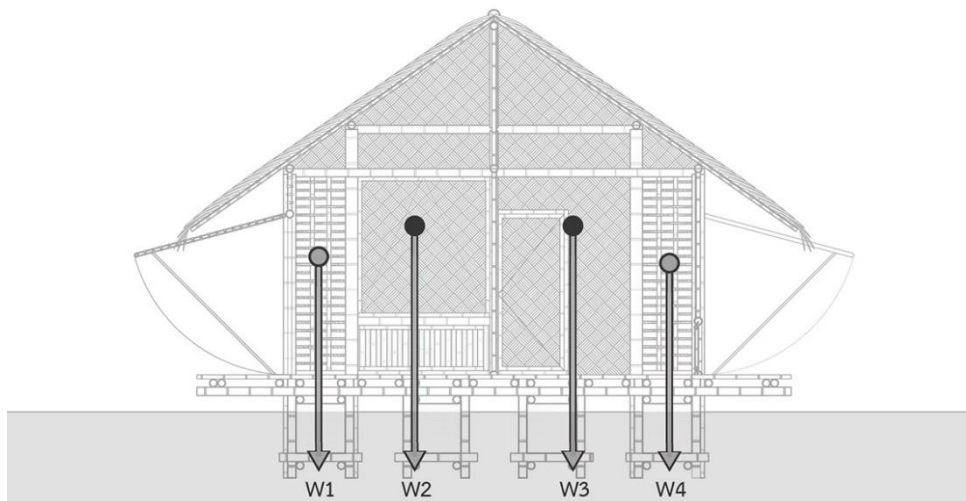
รูปที่ 4.6 ระดับการจมน้ำโดยประมาณของฟุ้งโฟม EPS ขณะมีน้ำหนักจรสูงสุด (1 คน/ตร.ม.)

4.3 เสถียรภาพการลอยของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

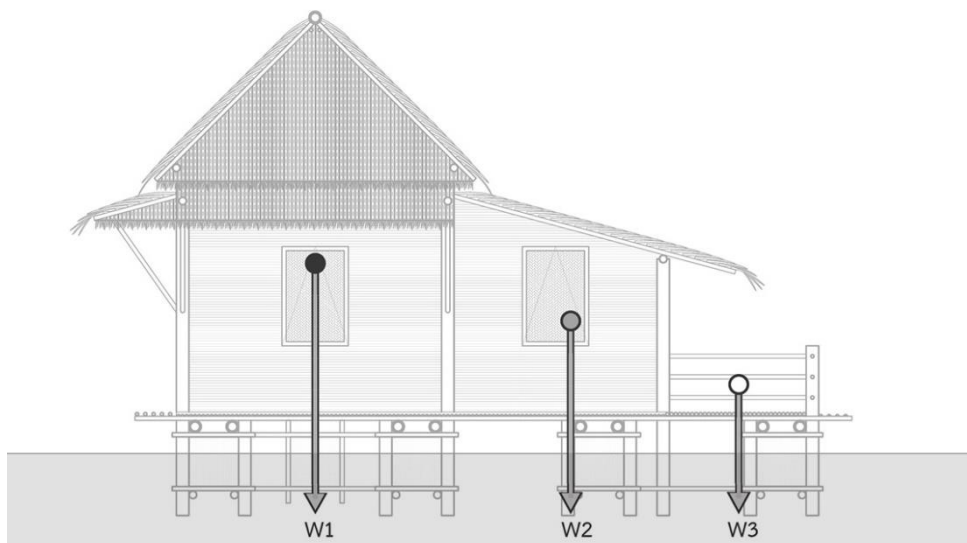
ในขั้นตอนการออกแบบ ผู้วิจัยได้นำเสนอลักษณะสถาปัตยกรรมของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่มีรูปทรงสมมาตร และใช้ระบบการถ่ายแรงจากเสาอาคารลงสู่คานแพซึ่งวางสลับแนวกันเป็นระบบตาราง (Grid) เพื่อให้เกิดการกระจายแรงลงสู่ทุ่นลอยอย่างสมดุล รวมถึงการปักเสาหลักขนาดใหญ่ทั้งสี่มุมเพื่อช่วยรักษาระดับ และเพิ่มความเสถียรในการลอยตัวของอาคาร แต่รูปแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้ในการก่อสร้างจริงนั้นเป็นตามที อบต.บ้านโพธิ์แนะนำ ซึ่งเกิดจากการประยุกต์ใช้ความรู้ในการก่อสร้างบ้านทรงไทย และเป็นไปตามเทคนิคการก่อสร้างที่ช่างในพื้นที่ถนัดคุ้นเคย ทำให้พฤติกรรมการถ่ายแรงของอาคารมีลักษณะแตกต่างไปจากที่ผู้วิจัยนำเสนอ

4.3.1 เปรียบเทียบลักษณะอาคารที่นำเสนอ และอาคารที่ก่อสร้างจริง

4.3.1.1 รูปทรงของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

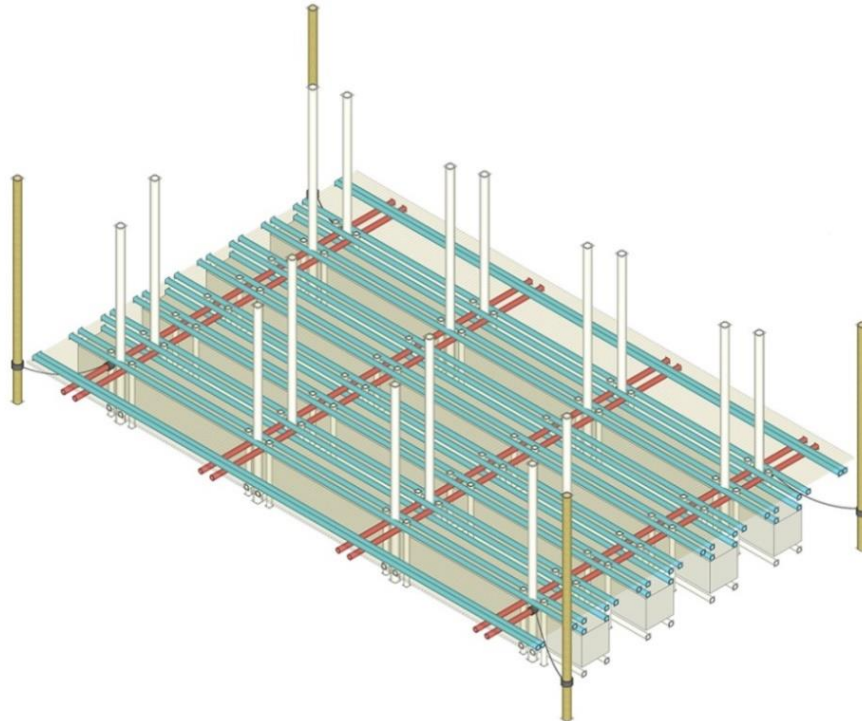


รูปที่ 4.7 รูปทรง และสมดุลการถ่ายเทน้ำหนักของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ

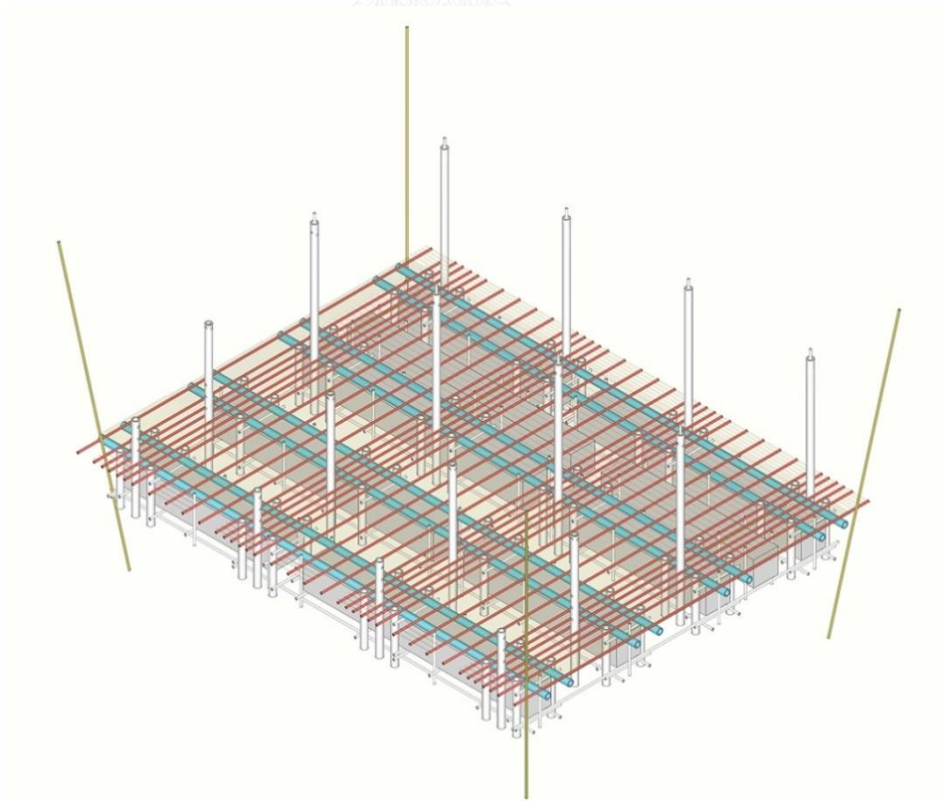


รูปที่ 4.8 รูปทรงและสมดุลการถ่ายเทน้ำหนักของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้างจริง

4.3.1.2 ลักษณะฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคาร

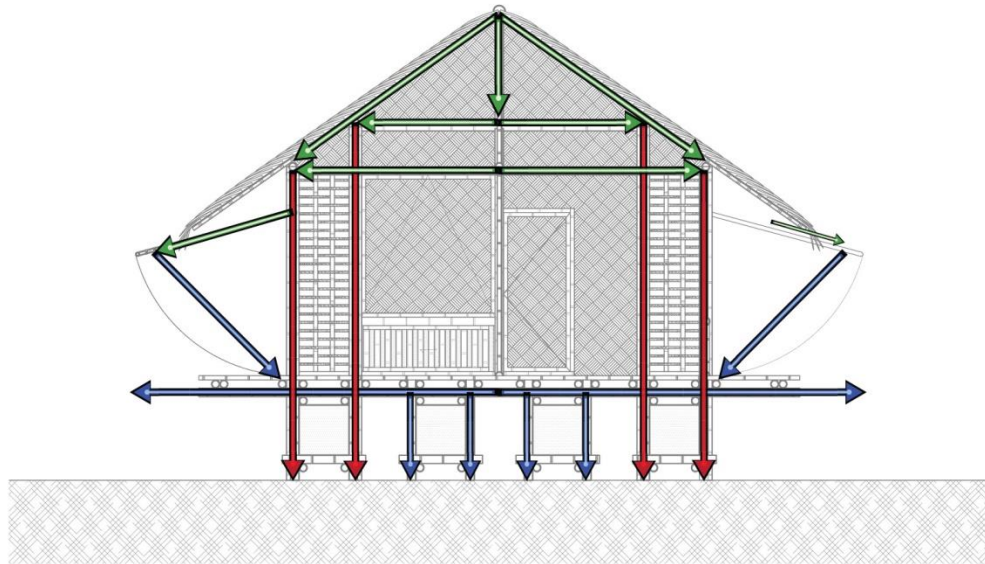


รูปที่ 4.9 ระบบ Grid ฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคารที่ผู้วิจัยนำเสนอ

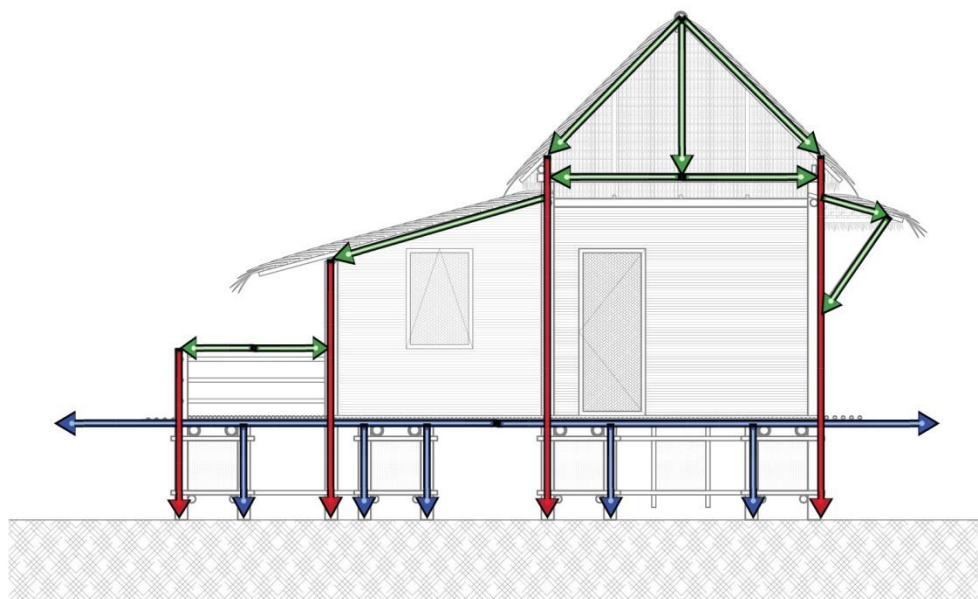


รูปที่ 4.10 ระบบ Grid ฐานแพ และการเชื่อมต่อโครงสร้างเสาอาคารที่ถูกสร้างจริง

4.3.1.3 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะอาคารตั้งอยู่บนบก

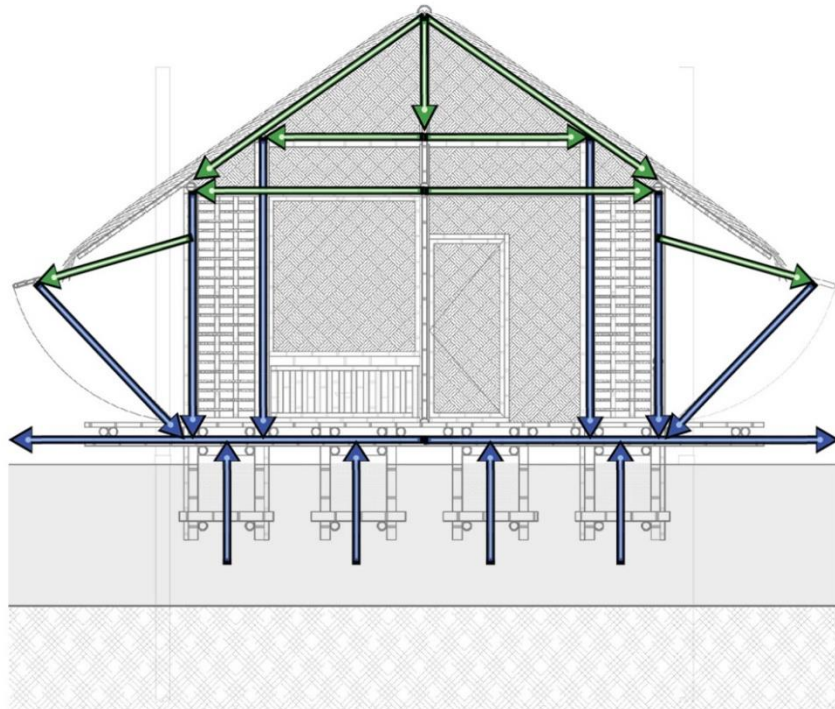


รูปที่ 4.11 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะตั้งอยู่บนบกที่เกิดขึ้นตามแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ

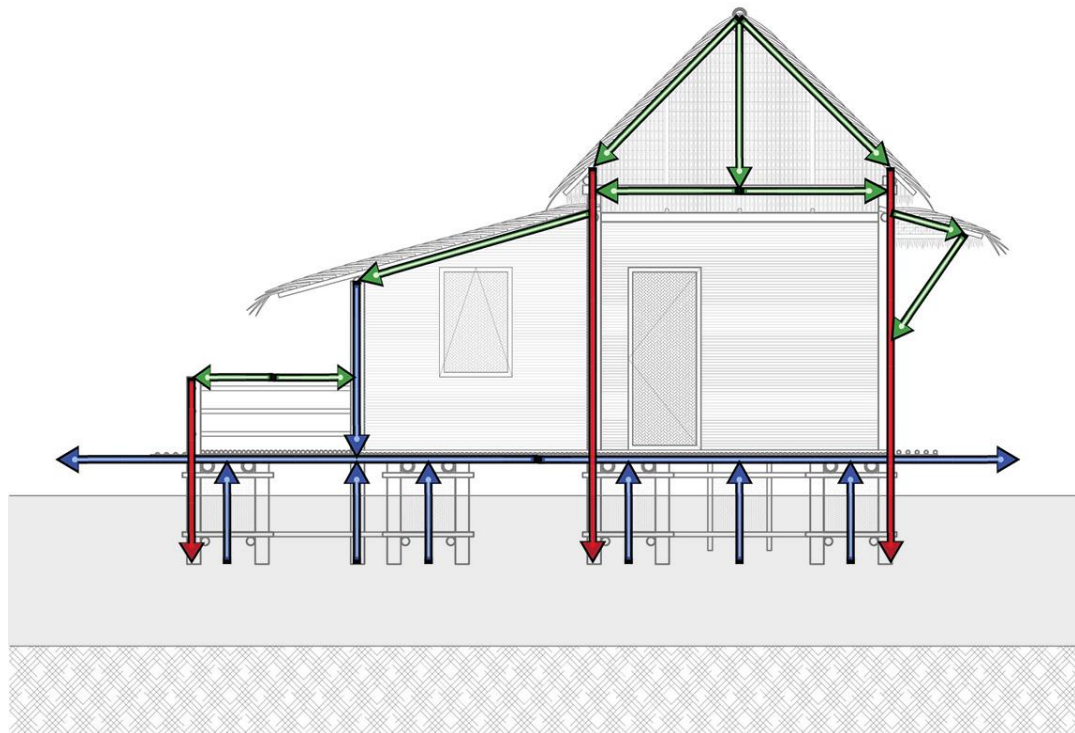


รูปที่ 4.12 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะตั้งอยู่บนบกของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้างจริง

4.3.1.4 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะอาคารลอยอยู่ในน้ำ



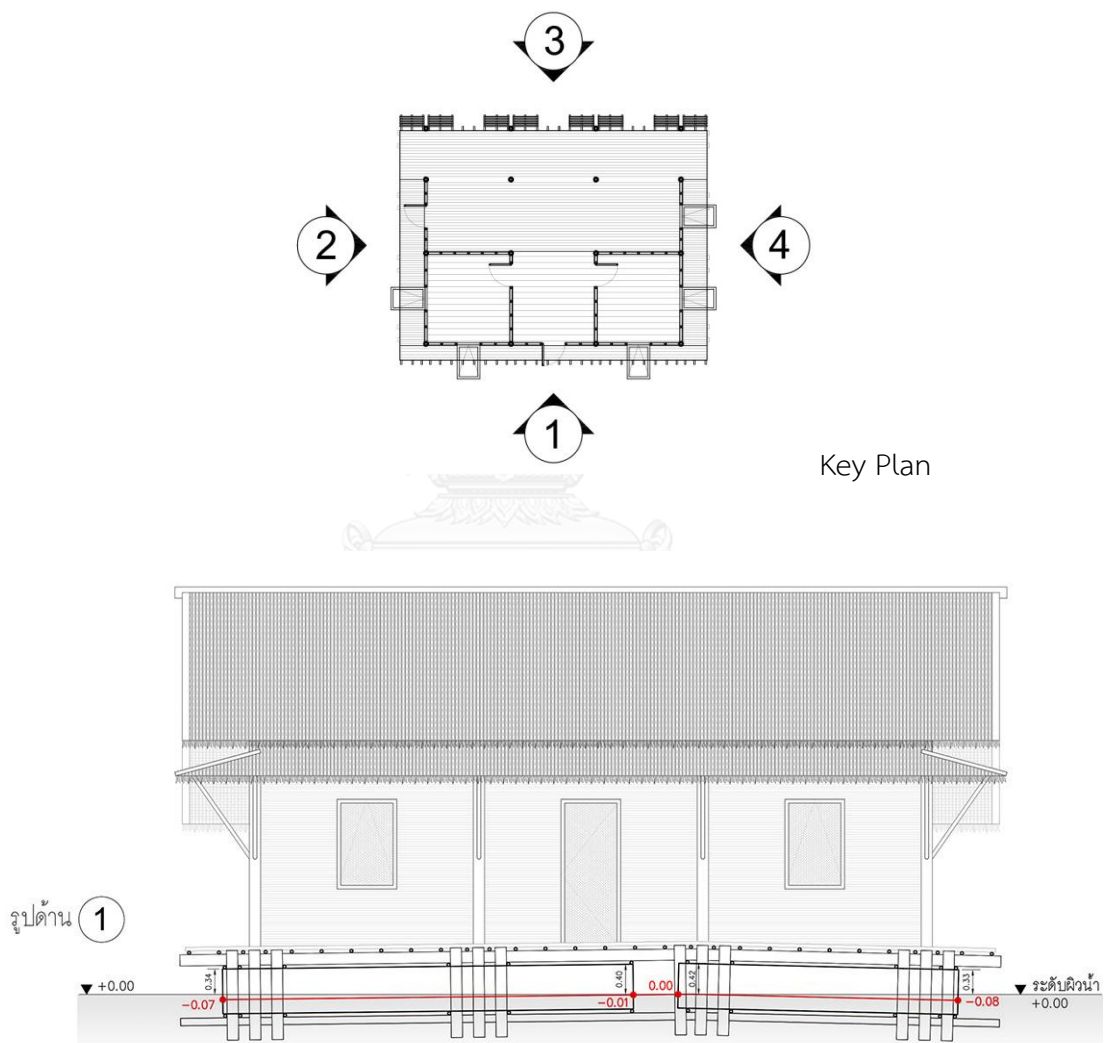
รูปที่ 4.13 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะลอยอยู่ในน้ำที่เกิดขึ้นตามแบบที่ผู้วิจัยนำเสนอ



รูปที่ 4.14 ลักษณะการถ่ายแรงที่เกิดขึ้นขณะลอยอยู่ในน้ำของเรือนแพชุมชนต้นแบบที่ถูกสร้างจริง

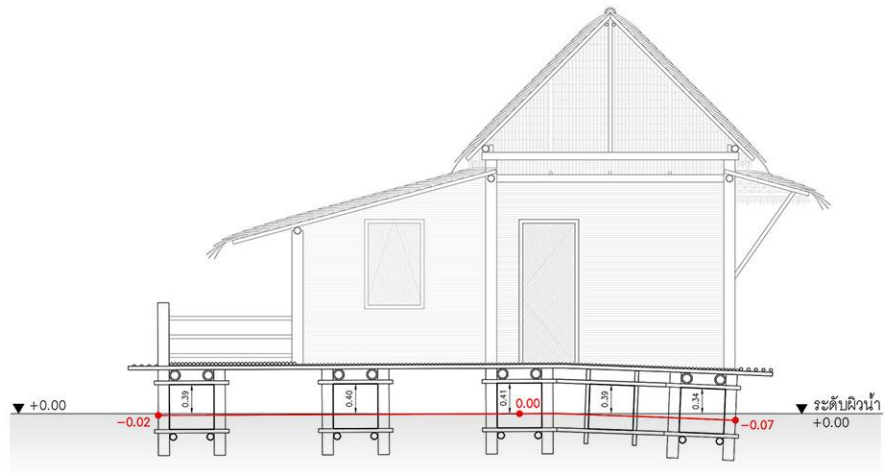
4.3.2 ลักษณะการลอยตัวของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ

จากการเก็บข้อมูลระดับการจมน้ำของทุ่นโฟม EPS ทั้งสี่ด้าน พบว่าฐานแพมีระดับการจมน้ำที่ไม่สมดุล โดยทุ่นที่รองรับฝั่งหลังคาจุ่มลงสูงสุดมากกว่าทุ่นฝั่งราวกันตกถึง 8 ซม. และพบว่าปลายคานทุ่นลอยขนาดใหญ่เกิดการแอ่นตัวลงกดทับปลายทุ่นโฟม EPS จนเกิดการเอียงตามแนวยาว



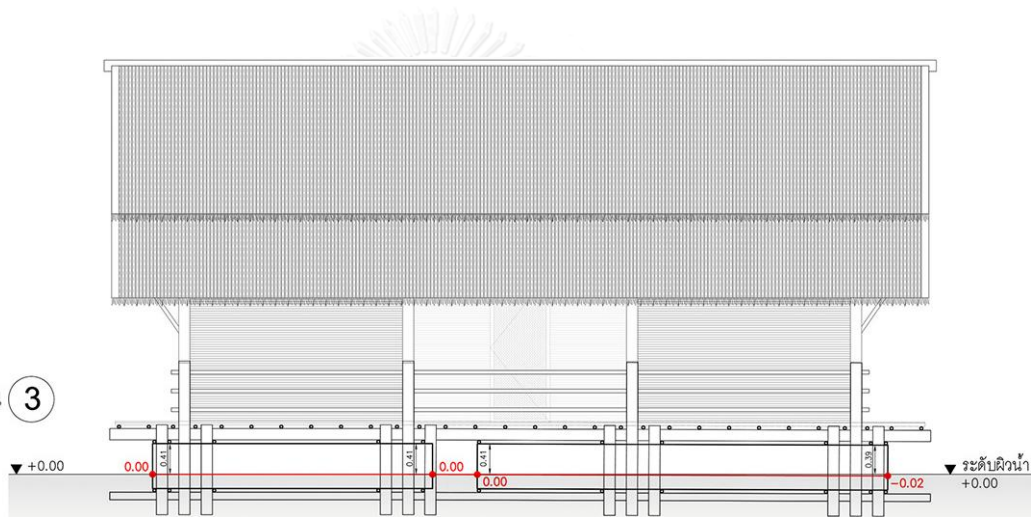
รูปที่ 4.15 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งประตูทางเข้าอาคาร

รูปด้าน ②



รูปที่ 4.16 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งด้านสกัด

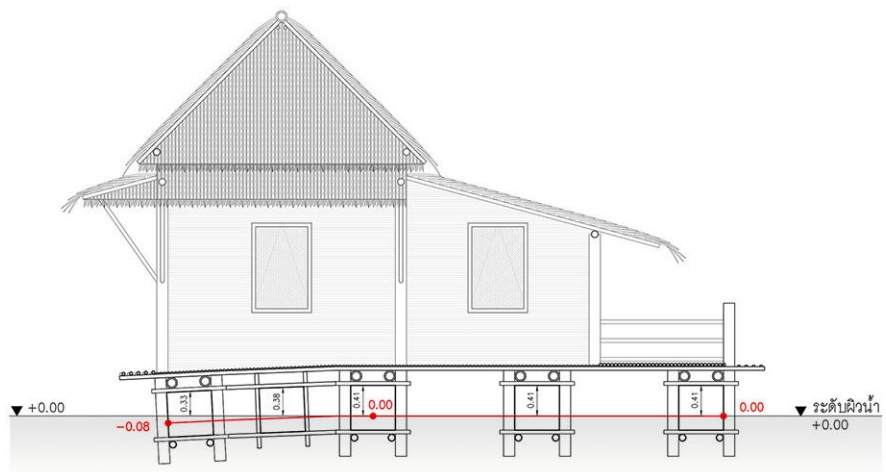
รูปด้าน ③



รูปที่ 4.17 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งระเบียบนอกชาน

CHULALONGKORN UNIVERSITY

รูปด้าน ④



รูปที่ 4.18 ระดับการจมน้ำที่เกิดขึ้นของฐานแพ ฝั่งด้านสกัด

4.3.3 พฤติกรรมการถ่ายเทน้ำหนักของอาคารเรือนแพชุมชนต้นแบบ

การถ่ายเทน้ำหนักที่เกิดขึ้นบนเรือนแพชุมชนต้นแบบ เกิดขึ้นใน 3 ลักษณะ คือ

1. น้ำหนักฐานแพ
2. น้ำหนักที่ถ่ายผ่านเสาตอม่อสู่ทุ่นลอยโดยตรง
3. น้ำหนักที่กระจายผ่านคานแพลงสู่ทุ่นลอย

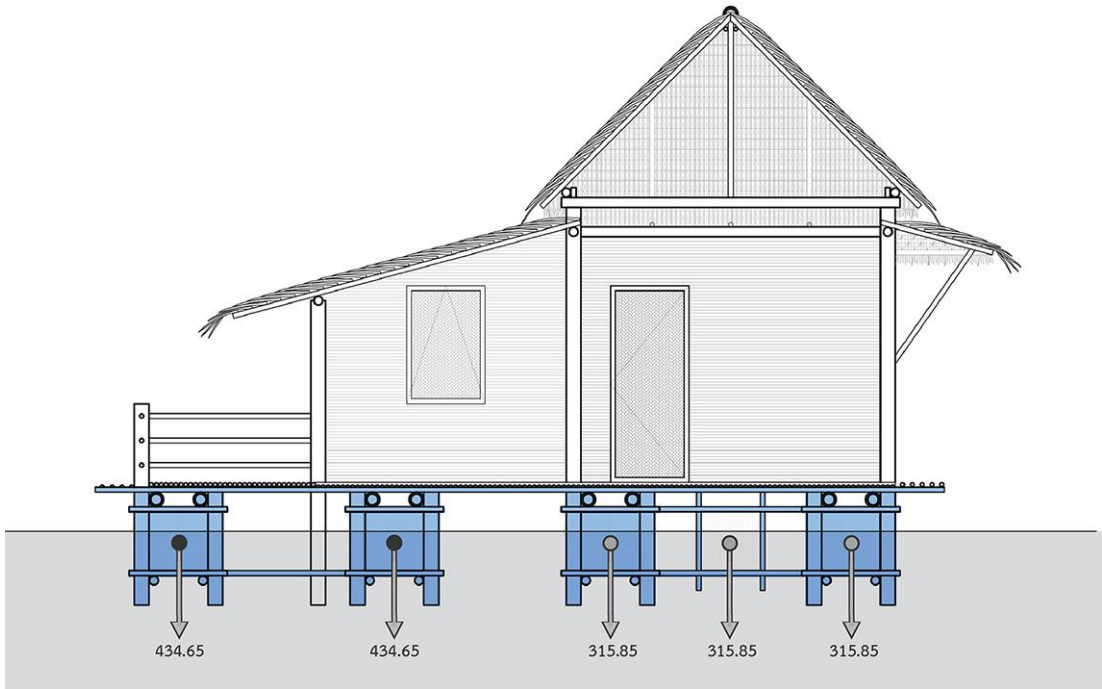
ซึ่งสามารถแจกแจงค่าน้ำหนักกระทำต่อทุ่นลอยที่เกิดขึ้นจากการที่คำนวณได้ดังนี้

ตำแหน่งทุ่น	น้ำหนักฐานแพ (kg.)	น้ำหนักถ่ายลงทุ่น โดยตรง (kg.)	น้ำหนักกระจาย ผ่านคานแพ (kg.)	รวม (kg.) +factor F 7%
ทุ่น 1	434.65	127.31	354.28	980.37
ทุ่น 2	434.65	0.00	586.83	1,092.98
ทุ่น 3	315.85	683.67	220.91	1,305.87
ทุ่นเสริม	315.85	467.46	201.46	1,053.71
ทุ่น 4	315.85	655.51	201.46	1,254.92
รวม	1,816.85	1,933.95	1,564.95	5,687.85

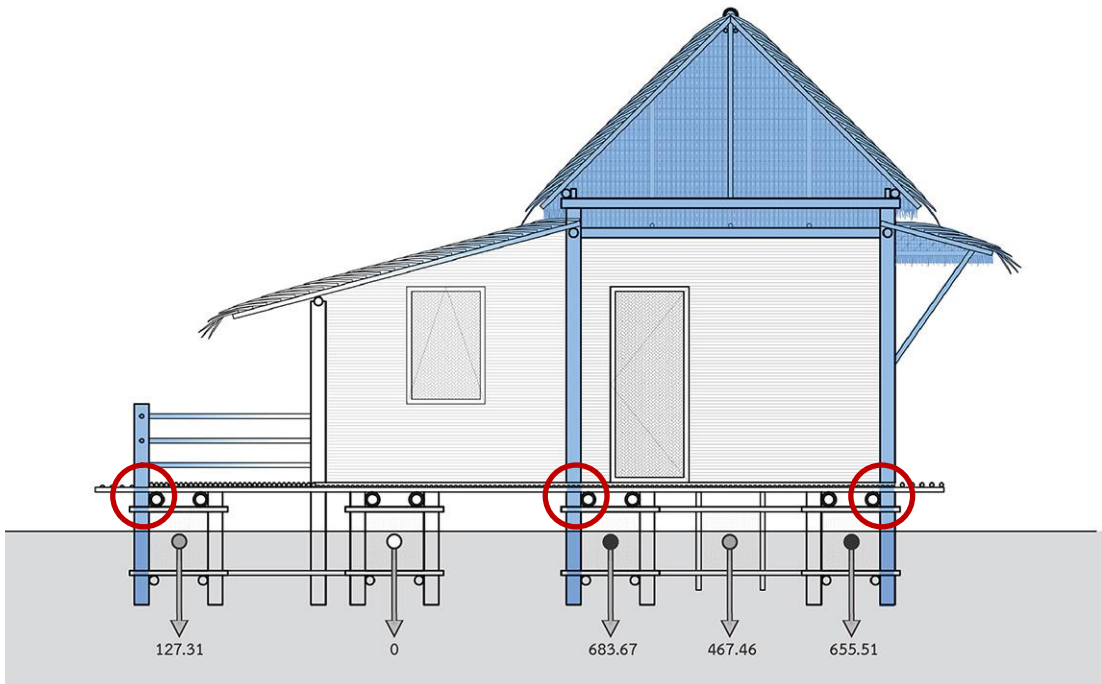
ตารางที่ 4.9 น้ำหนักกระทำต่อทุ่นลอยแต่ละชั้น แยกตามประเภทของการถ่ายแรง

ปริมาณโฟม EPS ที่จำเป็นต้องใช้			ปริมาณ EPS ที่ใช้จริง
ตำแหน่งทุ่น	ระยะจมน้ำเฉลี่ยของทุ่นขนาด 0.6x0.6x9.25 ม. (cm.)	ปริมาตร (Qb.m.)	ปริมาตร (Qb.m.)
ทุ่น 1	17.66	0.98	3.33
ทุ่น 2	19.69	1.09	3.33
ทุ่น 3	23.53	1.31	3.33
ทุ่นเสริม	18.99	1.05	3.33
ทุ่น 4	22.61	1.25	3.33
รวม	20.50	5.69	16.65

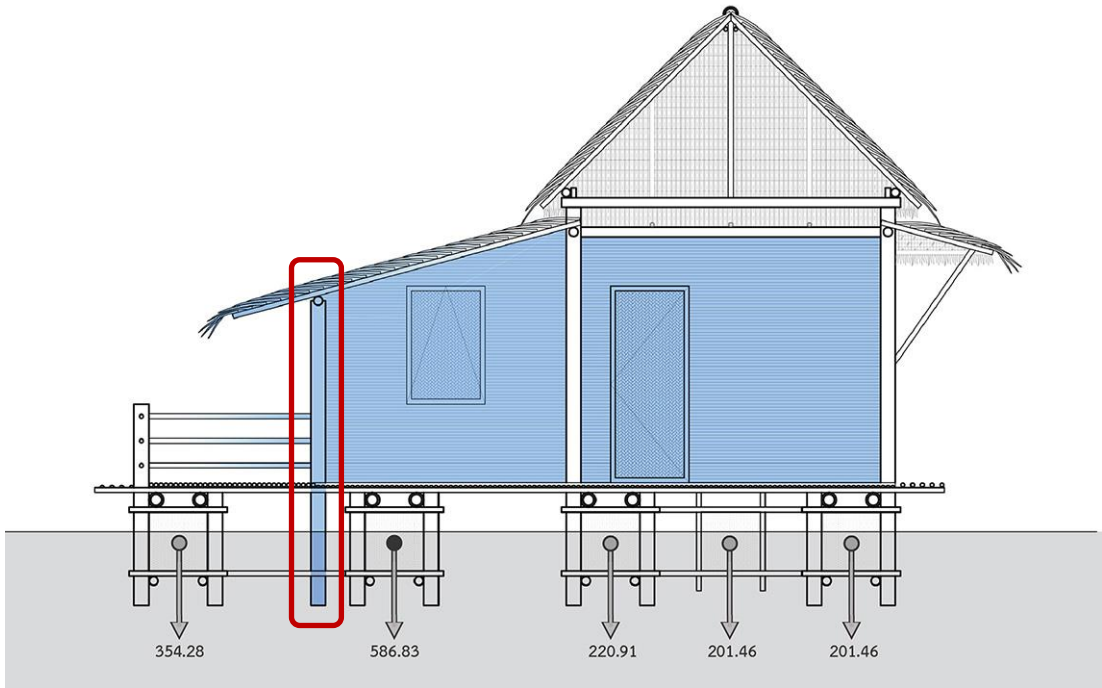
ตารางที่ 4.10 ปริมาตรของทุ่นโฟม EPS ที่จำเป็นต้องใช้จริง และระยะจมน้ำที่เกิดขึ้นจากการคำนวณ



รูปที่ 4.19 น้ำนักฐานแพ

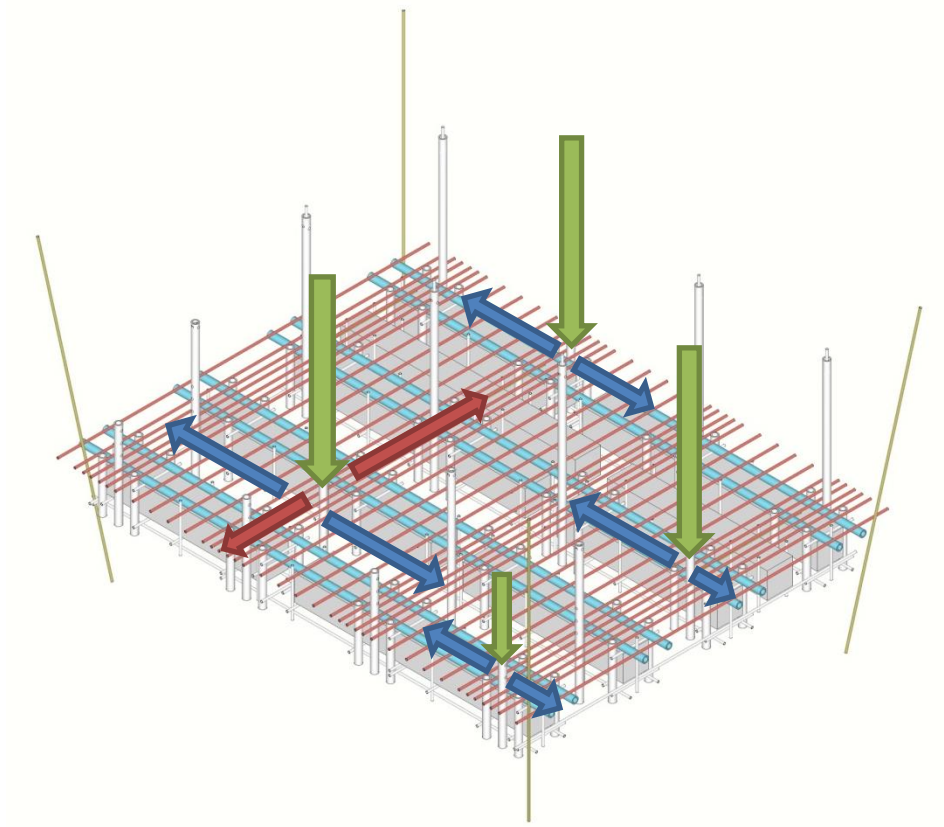


รูปที่ 4.20 น้ำนักที่ถ่ายผ่านเสาสูงสู่ทุ่นลอยโดยตรง



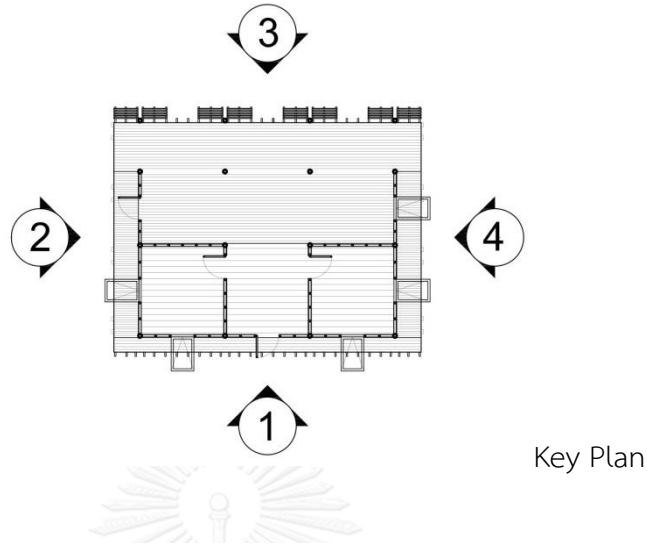
รูปที่ 4.21 น้ำหนักที่กระจายผ่านคานแพ

4.3.4 ระบบคานแพ

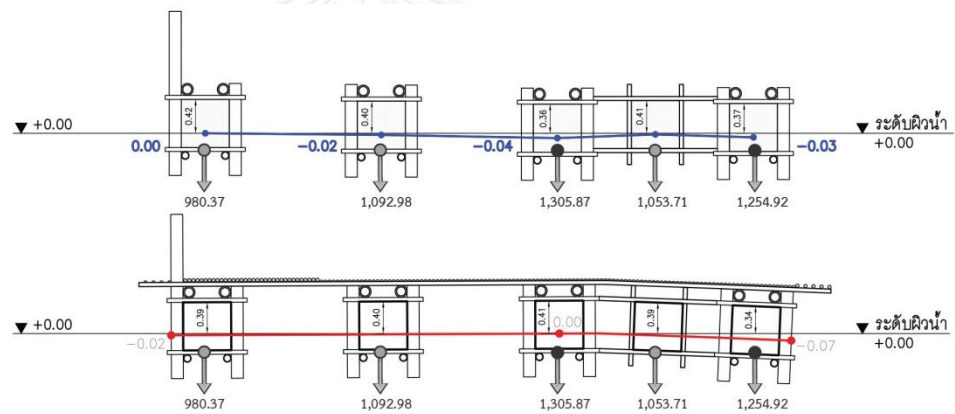


รูปที่ 4.22 คานแพแบบวางสลับแนว (ระบบ grid)

ระบบคานแพแบบวางสลับแนวช่วยกระจายแรงกระทำที่เกิดขึ้นด้านบนให้กระจายลงสู่ทุ่นลอยอย่างสม่ำเสมอ และช่วยรักษาระดับของทุ่นลอยให้จมนลงเรียบเสมอกัน

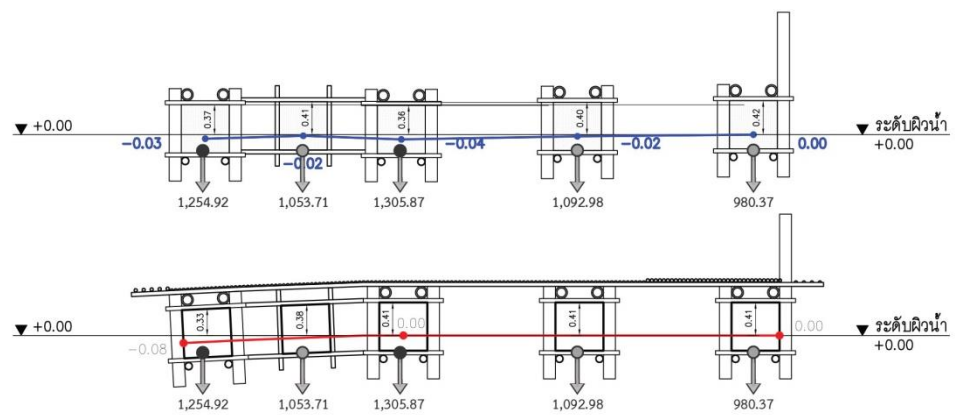


รูปด้าน ②



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบลักษณะการจมนของทุ่นในกรณีที่มีคานแพ และไม่มีคานแพ

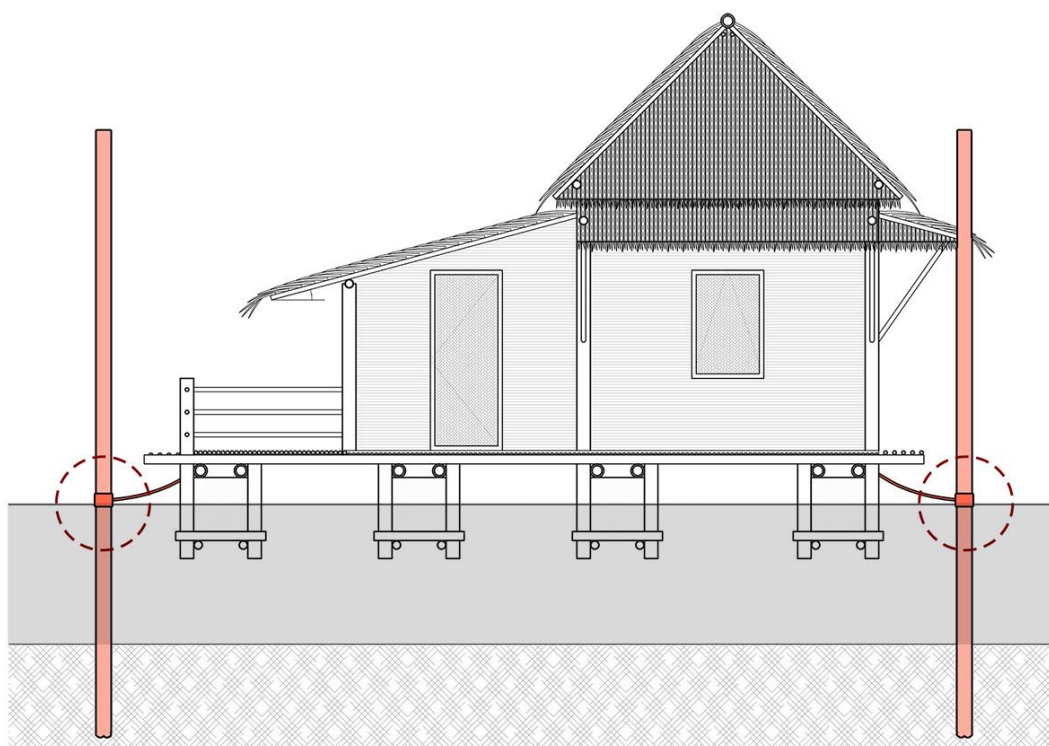
รูปด้าน ④



รูปที่ 4.24 คานแพแอ่นลงตามระดับทุ่นลอย เนื่องจากมีขนาดเล็กเกินไป

4.3.5 การปักเสาหลักสี่มุม

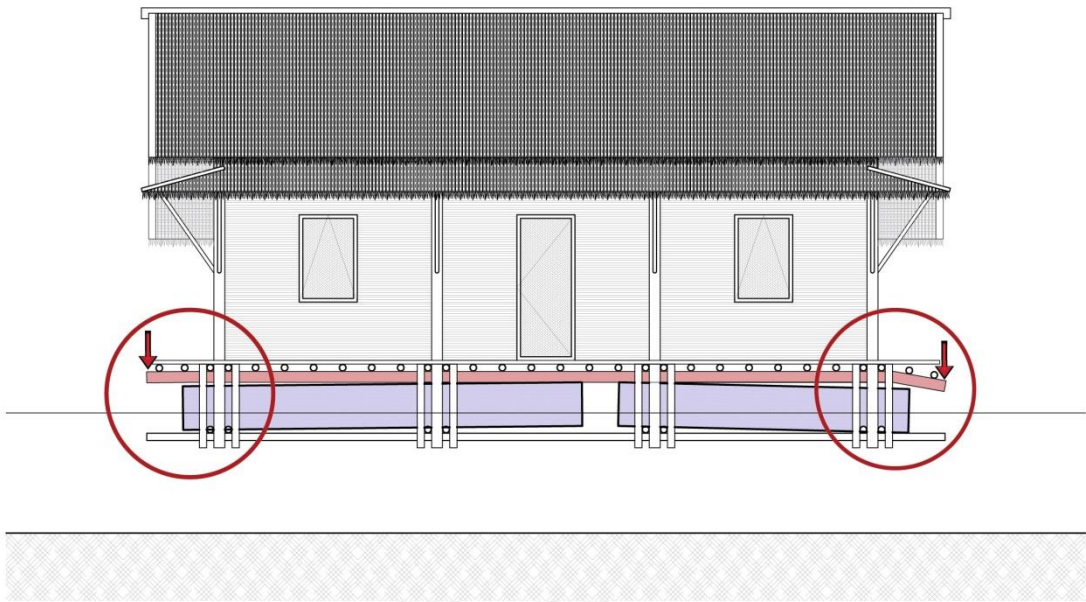
ตามปกติเรือนแพ และโป๊ะเรือจะมีการปักเสาหลักขนาดใหญ่และแข็งแรงไว้ทั้งสี่มุมของเรือนแพ เพื่อช่วยปรับระดับ และช่วยยึดให้อาคารลอยตัวได้อย่างเสถียร แต่เรือนแพชุมชนต้นแบบ ยังคงใช้ไม้หลักชั่วคราวซึ่งเป็นไม้รวกขนาดเล็ก จึงไม่สามารถช่วยปรับระดับการลอยของเรือนแพให้ดีขึ้นได้



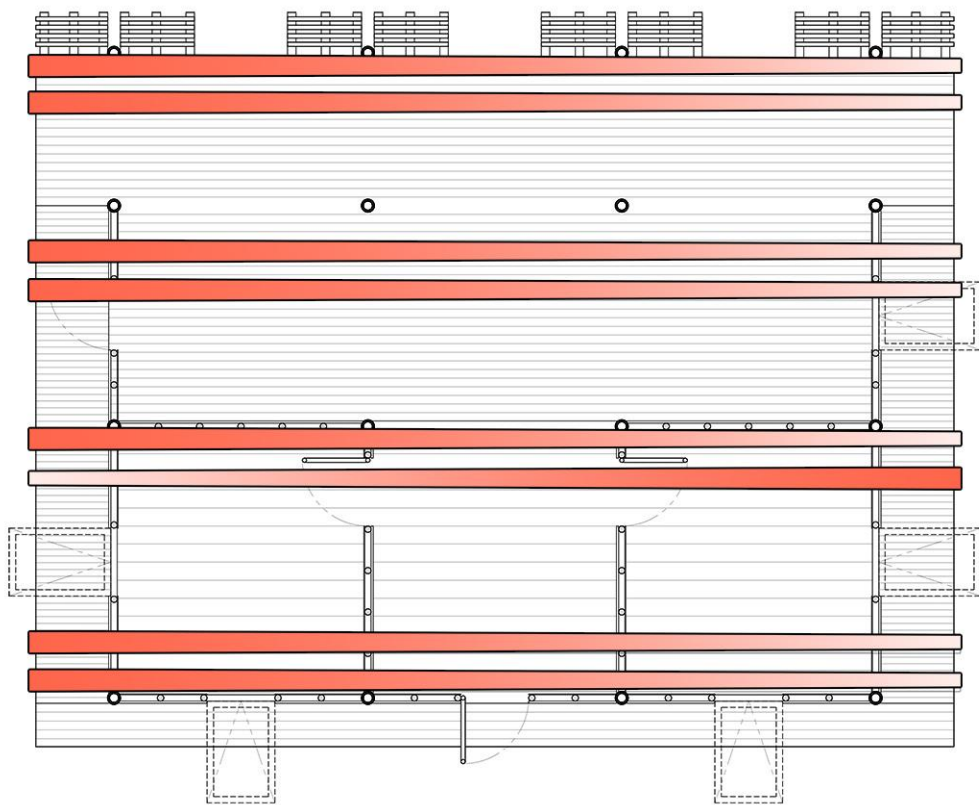
รูปที่ 4.25 เสาหลักสี่มุมที่มีขนาดใหญ่และแข็งแรง ช่วยรักษาเสถียรภาพการลอยให้เรือนแพ

4.3.6 การแอนตัวของคานท่อนลอย

ท่อนโฟม EPS เอียงอย่างเห็นได้ชัดเจนน เนื่องจากคานท่อนลอยขนาดใหญ่ที่ยื่นปลายออกมาเพื่อรองรับทางเดินด้านข้างอาคารโดยไม่มีโครงสร้างท่อนรองรับ เกิดการแอนตัวตามแรงโน้มถ่วงจนกดทับปลายท่อนโฟม โดยลักษณะตามธรรมชาติของไม้ไผ่มีขนาดหน้าตัดส่วนปลายเล็กกว่าส่วนโคน ส่วนปลายไม้ไผ่เกิดการแอนตัวได้ง่ายกว่า เมื่อไม่ได้ทำการเรียงสลับส่วนปลาย-โคน จึงพบว่าทางเดินข้างอาคารแอนตัวมากทางฝั่งปลายไม้เพียงฝั่งเดียว



รูปที่ 4.26 คานท่อนลอยเกิดการแอ่นตัวตามแรงโน้มถ่วงจนกดทับปลายท่อนโฟม EPS



รูปที่ 4.27 การจัดเรียงคานท่อนลอยที่ไม่ได้ทำการสลับตำแหน่ง ปลาย-โคน ไม้ไผ่

4.4 ประเด็นข้อสังเกตอื่นๆ

ในระหว่างกระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ ยังพบประเด็นข้อสังเกตอื่นๆที่ควรพิจารณาเพื่อเป็นแนวทางการปรับปรุงการก่อสร้างเรือนแพให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4.4.1 ขนาดของทุ่นโฟม EPS

ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
A-4.2 โฟม EPS	<ul style="list-style-type: none"> • โฟมที่มีขนาดยาวเกิน 4 เมตร ต้องจ้างรถหกล้อใหญ่ในการขนส่ง ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการขนส่ง • ขนาดหน้าตัดของโฟมไม่สัมพันธ์กับพื้นที่บรรทุกของรถหกล้อคู่ ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการเพิ่มรอบขนส่ง • การคำนวณน้ำหนักอาคารล่วงหน้าจะช่วยให้สามารถกำหนดปริมาณทุ่นโฟมที่จำเป็นต้องใช้ ช่วยประหยัดค่าวัสดุลงได้

4.4.2 ความเสื่อมสภาพที่ระดับปริ่มน้ำ

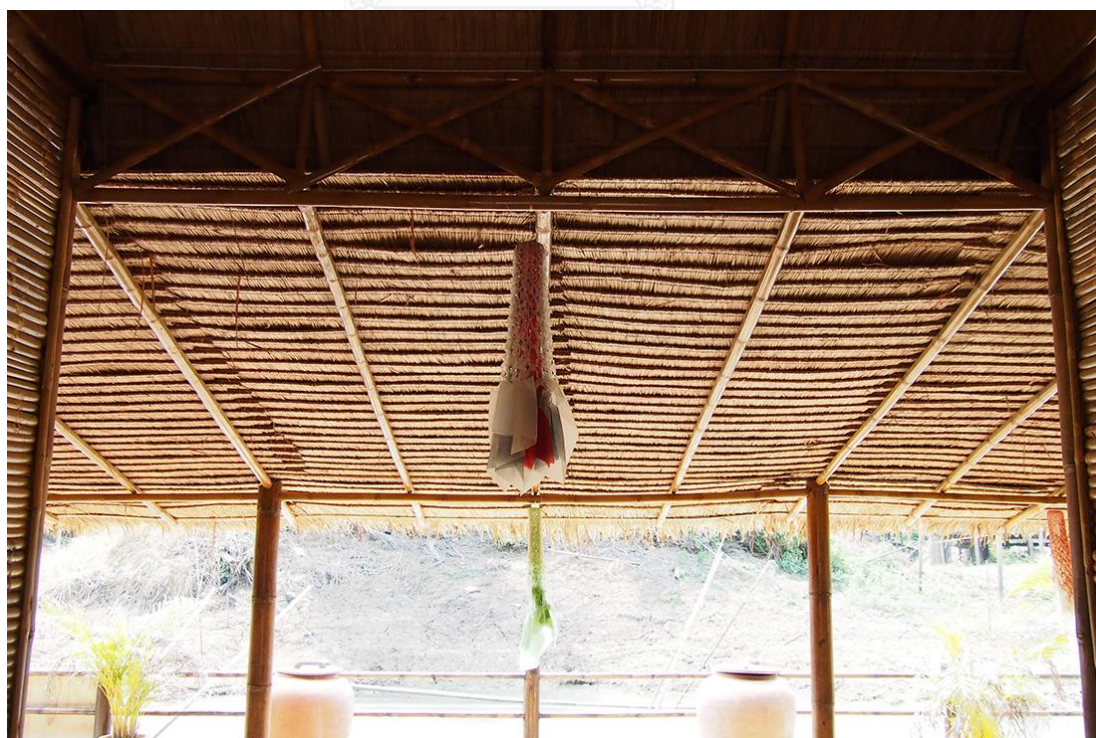
ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
B-1.2 คานทุ่นลอย	<ul style="list-style-type: none"> • นอตที่ใช้ยึดคานทุ่นลอยบริเวณกึ่งเป็ยกกึ่งแห้งใกล้ผิวน้ำ ขึ้นสนิมเร็วกว่าส่วนอื่น
B-1.4 ทุ่นโฟม EPS	<ul style="list-style-type: none"> • เกิดคราบตะไคร่ และวัชพืชเกาะบนผิวโฟมตลอดแนวปริ่มน้ำ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อทุ่นโฟม
C-2.1 เคลื่อนย้ายตำแหน่งที่ตั้งอาคาร	พบรอยแห้วขนาด 15x5x5 ซม. 1 จุดที่ปลายทุ่นโฟม บริเวณช่องว่างระหว่างทุ่น เกิดจากการเฉี่ยวชนกับวัตถุขณะทำการเคลื่อนย้ายอาคาร



รูปที่ 4.28 ปัญหาความเสื่อมสภาพตามแนวปริ่มน้ำ

4.4.3 การเลือกใช้ขนาดไม้ไผ่

ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
B-1.10 คานแพ	<ul style="list-style-type: none"> • คานแพมีขนาดเล็ก จึงเกิดการแอ่นตัวบริเวณช่วงพาดที่มีระยะกว้าง และเกิดรอยแตกตามเส้นบริเวณที่มีน้ำหนักกดทับ และอาจเกิดการฉีกขาดบริเวณจุดที่รับน้ำหนักจากเสาในอนาคต
B-2.4 อะเส	<ul style="list-style-type: none"> • อะเสเกิดการแอ่นตัวเล็กน้อย เนื่องจากมีขนาดเล็กในขณะที่ช่วงพาดกว้างถึง 3 เมตร
B-2.5 ออกไก่	<ul style="list-style-type: none"> • ออกไก่ขนาดเล็กของเรือนแพคลองหัวโพธิ์อาจเกิดการแอ่นตัว อีกทั้งการติดตั้งแบบตอกตะปูขนาดข้างอาจส่งผลให้ไม้ฉีกขาดเมื่อต้องรับน้ำหนักหลังคาในระยะยาว • ออกไก่ขนาด $\varnothing=10$ ซม. ของเรือนแพคลองรางจรเข้ มีความแข็งแรง ใช้เทคนิคการประกอบที่เหมาะสม และสามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่า
B-2.6 จันทัน	<ul style="list-style-type: none"> • จันทันขนาดเล็กอาจเกิดการแอ่นตัวในอนาคต เพราะช่วงพาดกว้าง โดยเฉพาะส่วนหลังคาชานที่ยาวถึง 3.6 เมตร



รูปที่ 4.29 อะเสและจันทันแอ่นตัวเล็กน้อย



รูปที่ 4.30 เสาในส่วนชานยึดนอตเข้ากับคานแพที่มีขนาดเล็ก

4.4.4 เทคนิคการเข้าไม้

ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
B-1.2 คานท่อนลอย	<ul style="list-style-type: none"> ไม่พบปัญหาฉีกขาดบริเวณจุดยึดนอต เพราะไม้ไผ่ตงมีความหนาแน่นของเนื้อไม้สูง และมีการใช้ส่วนเจาะรูนำก่อน นอตที่ใช้ยึดคานท่อนลอยบริเวณกึ่งเปือกกึ่งแห้งใกล้ผิวน้ำ ขึ้นสนิมเร็วกว่าส่วนอื่น
B-3.3 พื้นไม้ไผ่	<ul style="list-style-type: none"> พื้นไม้ไผ่เต็มลำมีระดับที่ไม่สม่ำเสมอตามธรรมชาติ และเกิดช่องว่างจำนวนมาก และต้องใช้ในปริมาณมาก อีกทั้งเกิดการแอ่นตัวเนื่องจากความยาวของไม้ และรอยแตกตามยาวบริเวณจุดยึดนอต
B-3.2 โครงคร่าผนัง	<ul style="list-style-type: none"> ช่างไม้ถนัดเทคนิคการเข้าไม้แบบเรื่อนเครื่องผูก จึงเปลี่ยนไปใช้โครงคร่าไม้จริงแทนไม้ไผ่ เพื่อให้สามารถตอกตะปูยึดผนังได้ เรื่อนแพนิยมใช้เทคนิคการเข้าไม้แบบหลวมๆ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการเคลื่อนตัวตามกระแสน้ำของอาคาร เทคนิคการตอกตะปูยึดแน่นส่งผลให้อาคารเสื่อมสภาพเร็ว



รูปที่ 4.31 นอตและตะปูบริเวณโครงท่อนขึ้นสนิม



รูปที่ 4.32 ค้ำยันที่ตอกตะปูเข้ากับเสาอาคาร ทำหน้าที่รับน้ำหนักโครงสร้างกันสาด



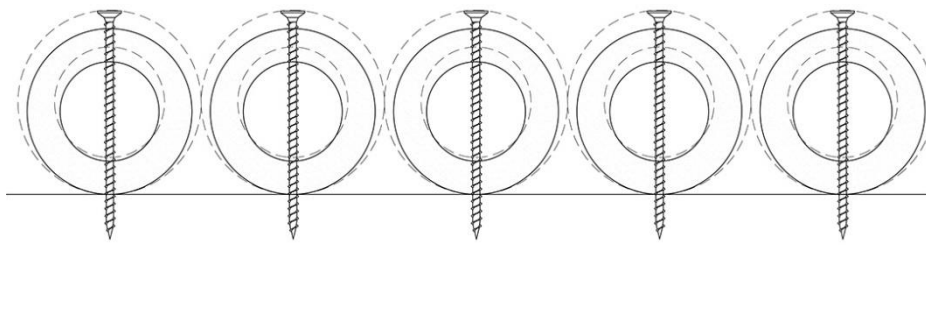
รูปที่ 4.33 ไม้ไผ่แตกตามแนวยาวบริเวณจุดยึดนอต

4.4.5 กระบวนการรักษาเนื้อไม้

ส่วนงาน	ประเด็น ปัญหา และข้อสังเกต
B-3.3 พื้นไม้ไผ่	<ul style="list-style-type: none"> พื้นไม้ไผ่เต็มลำเป็นไม้ไผ่สด และไม่ได้ผ่านกระบวนการเผาไฟก่อนนำมาใช้งาน เมื่อปล่อยให้แห้งตามธรรมชาติไม่จึงเกิดการหดตัว ส่งผลให้หัวนอตโผล่ และหลุดออกจากพื้นจำนวนมาก
B-3.1 พื้นไม้จริง	<ul style="list-style-type: none"> ช่างทำการปูพื้นไม้ความยาว 4 เมตรบนคานแพ โดยไม่ทาน้ำยากันแมลงป้องกันความชื้น เพื่อประหยัดเวลาในการก่อสร้าง แผ่นไม้กระดานอบแห้งที่นำมาใช้ปูพื้นห้องไม่ผ่านการป้องกันแมลงและเคลือบผิวกันความชื้น ส่งผลต่ออายุการใช้งาน
B-3.6 งานผนังภายนอก	<ul style="list-style-type: none"> ช่างทำการติดตั้งผนังภายนอกบนโครงเคร่าก่อนทำการทาน้ำยากันแมลง จึงไม่สามารถทาน้ำยาในส่วนด้านหลังของเส้นฟากได้ พบปัญหาแมลงกัดกินไม้บริเวณด้านหลังเส้นฟาก ที่ไม่ได้ทาน้ำยากันแมลง
B-3.10 งานทำสี - เคลือบผิว	<ul style="list-style-type: none"> การทำเคลือบผิวไม้ไผ่หลังจากการก่อสร้างเสร็จแล้วทำให้มีส่วนที่ไม่สามารถทาน้ำยาได้หลายส่วน เช่นพื้นที่ด้านในโครงผนัง โครงสร้างหลังคา และส่วนที่อยู่ใต้พื้นอาคาร ไม่พบรอยเจาะทำลายของแมลงในบริเวณที่ได้รับการเคลือบผิว



รูปที่ 4.34 แมลงกัดกินเนื้อไม้บริเวณหลังเส้นพาดเนื่องจากการติดตั้งผนังก่อนทาเคลือบน้ำยากันแมลง



รูปที่ 4.35 หัวนอตโผล่ขึ้นมาหลังจากไม้ไม่แห้งและหดตัวตามธรรมชาติ



รูปที่ 4.36 พื้นปูฟากไม้ไผ่มีระดับสม่ำเสมอ และพบปัญหาวัสดุแอนน้อยกว่าพื้นไม้ไผ่เต็มลำ



รูปที่ 4.37 พื้นไม้จริงกระดก และบิดตัว

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 กระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบ

เมื่อเปรียบเทียบกระบวนการก่อสร้างเรือนแพชุมชนต้นแบบที่เกิดขึ้นจริงกับแผนที่คาดการณ์ไว้ พบว่ามีการปรับขั้นตอนบางส่วนเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์หน้างาน ดังนี้

5.1.1 ช่วงก่อนการก่อสร้าง

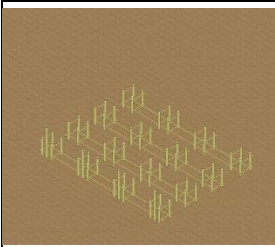
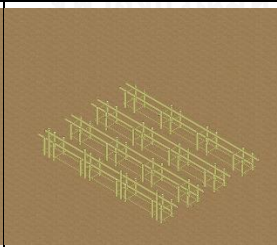
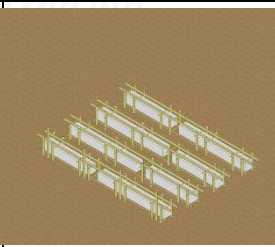
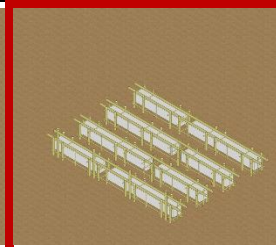
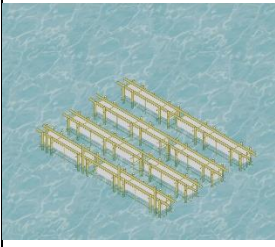
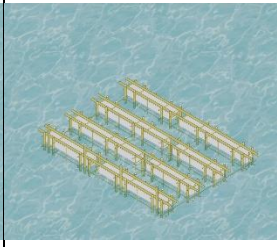
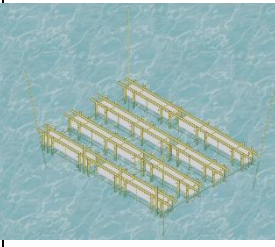

- การเปลี่ยนแปลงรูปแบบสถาปัตยกรรมที่หน้างาน ส่งผลให้กระบวนการก่อสร้างเป็นไปแบบลองผิดลองถูก เนื่องจากไม่มีแบบก่อสร้าง การคิดปริมาณวัสดุ และการคำนวณปริมาณน้ำหนักรวมขึ้นตอนการสั่งซื้อวัสดุจึงเกิดขึ้นหลายครั้ง รวมถึงการคาดคะเนปริมาณโฟม EPS ที่ใช้เป็นทุ่นลอย
- ไม่มีกระบวนการกระบวนการป้องกันแมลงก่อนการก่อสร้าง จึงพบปัญหาแมลงกัดกินเนื้อไม้โดยเฉพาะบริเวณปากไม้ไผ่ ภายหลังจากที่อาคารสร้างเสร็จแล้ว
- มีการสร้างแบบจำลองขนาด 1:1 โดยแบบจำลองนี้ทำเฉพาะโครงสร้างหลักตั้งแต่ส่วนฐานแพ ไปจนถึงโครงสร้างอกไก่เท่านั้น ไม่มีองค์ประกอบ หรือส่วนประดับอื่นๆ
- ไม่มีการทดสอบการลอยน้ำก่อนการก่อสร้างจริง จึงไม่มีการตรวจสอบสมดุลการลอย และความสามารถของทุ่นลอยก่อนการก่อสร้างจริง

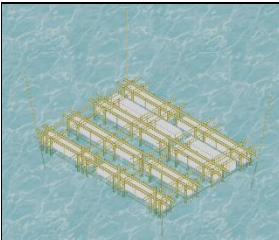
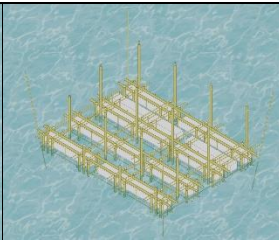
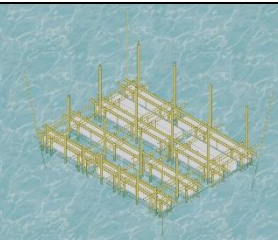
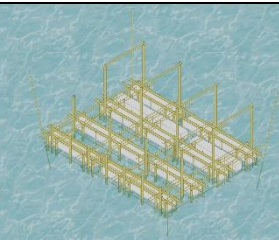

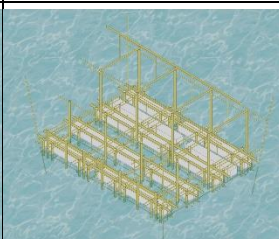


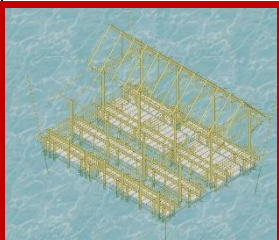
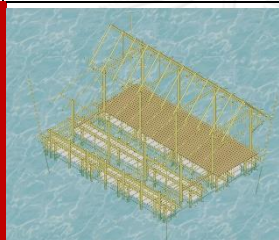









		
<p>1. การออกแบบ เรือนแพทรงไทย</p>	<p>2. การออกแบบ เรือนแพไม้ไผ่ประยุกต์</p>	<p>3. การออกแบบ เรือนแพชุมชนต้นแบบ</p>
		
<p>4. สั่งซื้อไม้ไผ่</p>	<p>5. สั่งซื้อปูนโพม</p>	<p>6. กระบวนการรักษาเนื้อไม้</p>
		
<p>7. แบบจำลองขนาด 1:1</p>	<p>8. ทดสอบการลอย</p>	

ตารางที่ 5.1 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงก่อนการก่อสร้าง

5.1.2 ช่วงระหว่างการก่อสร้าง

- มีการเสริมโครงลอคทูนโฟม EPS เพื่อยึดให้โฟมลอยติดกับโครงด้านบนของฐานแพ แต่โดยคุณสมบัติตามธรรมชาติของโฟมจะลอยตัวขึ้นด้านบนขณะอยู่ในน้ำอยู่แล้ว ไม้รองใต้ทูนโฟมจะทำให้โฟมเกิดความเสียหายจากน้ำหนักกดทับของอาคารในขณะที่ตั้งอยู่บนพื้นดิน และต้องแกะออกเมื่อต้องทำการเปลี่ยนทูนโฟม
- มีการเสริมทูนโฟม EPS ขนาดหน้าตัด 0.60 x 0.60 เมตร ยาว 3.75 และ 5.50 เมตร เพิ่ม 1 แถวบริเวณช่วงเสาสุดท้ายเพื่อช่วยหนุนเรือแพฝั่งที่มีน้ำหนักมาก แต่ผลที่เกิดขึ้นจริงพบว่า ทูนที่ถูกเสริมเข้าไปทำหน้าที่ช่วยเพิ่มความสามารถในการรับน้ำหนักเรือแพเท่านั้น แต่ยังไม่เพียงพอที่จะช่วยปรับสมดุลการลอยของเรือแพได้
- โครงหลังคาถักสานสาตถูกเติมขึ้นมาระหว่างการก่อสร้าง โดยยึดไม้คันทวยเข้ากับเสาด้วยการตอกตะปู ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างไม่แข็งแรง และส่งผลให้ทูนสุดท้ายที่รับน้ำหนักมากอยู่เดิม ต้องรับภาระน้ำหนักเพิ่มขึ้นอีกราวๆ 200 กิโลกรัม
- มีการเสริมคานแพทุกระยะ 50 ซม. เนื่องจากคานแพมีขนาดเล็กกว่าที่กำหนด ในขณะที่ต้องรองรับน้ำหนักอาคาร จึงถูกเสริมให้ถี่ขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการรองรับน้ำหนัก และวัสดุปูพื้น ซึ่งภายหลังพบปัญหารอยแตกที่คานแพบางจุด
- การทาเคลือบผิวป้องกันแมลง เกิดขึ้นในขั้นตอนสุดท้ายของการก่อสร้าง จึงไม่สามารถป้องกันปัญหาแมลงกัดกินเนื้อไม้ได้อย่างทั่วถึง

			
1. โครงสร้างทูนลอย	2. คานทูนลอย	3. ทูนโฟม EPS	4. เสริมโครงลอคทูนโฟม
			
5. ขนย้ายทูนลงน้ำ	6. จัดเรียงตำแหน่งทูน	7. ปักหลักยึดชั่วคราว	8. เสริมทูนโฟม EPS

			
9. คานแพ	10. เสออาคาร	11. ราวกันตก	12. ช่อ
			
13. อะเส	14. ออกไก่	15. จันทัน	16. โครงหลังคากันสาด
			
17. คานแพเสริม	18. พื้นไม้จริง	19. โครงคร่าผนัง	20. พื้นไม้ไผ่
			
21. มุงหลังคา	22. ครอบสันหลังคา	23. ผนังภายนอก	24. ผนังภายใน
			
25. ผนังจั่วภายใน	26. ประตู หน้าต่าง	27. ทำสี เคลือบผิว	

ตารางที่ 5.2 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงระหว่างการก่อสร้าง

5.1.3 ช่วงหลังการก่อสร้าง

- เสาหลักยึด ที่ใช้เป็นเสาชั่วคราวขนาดเล็ก โดยยังไม่มี การปักเสาหลักขนาดใหญ่ เนื่องจากยังไม่มี การกำหนดที่ตั้งที่แน่นอนของเรือนแพ และมีการเคลื่อนย้ายอาคาร เกิดขึ้นหลายครั้ง⁴
- มีการติดตั้งงานระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และประปา โดยงานระบบทั้งหมดเป็นการเดินสายและท่อทิ้งปลายไว้ เพื่อทำการเชื่อมต่อกับระบบบนบกเมื่อต้องการใช้งานอาคาร

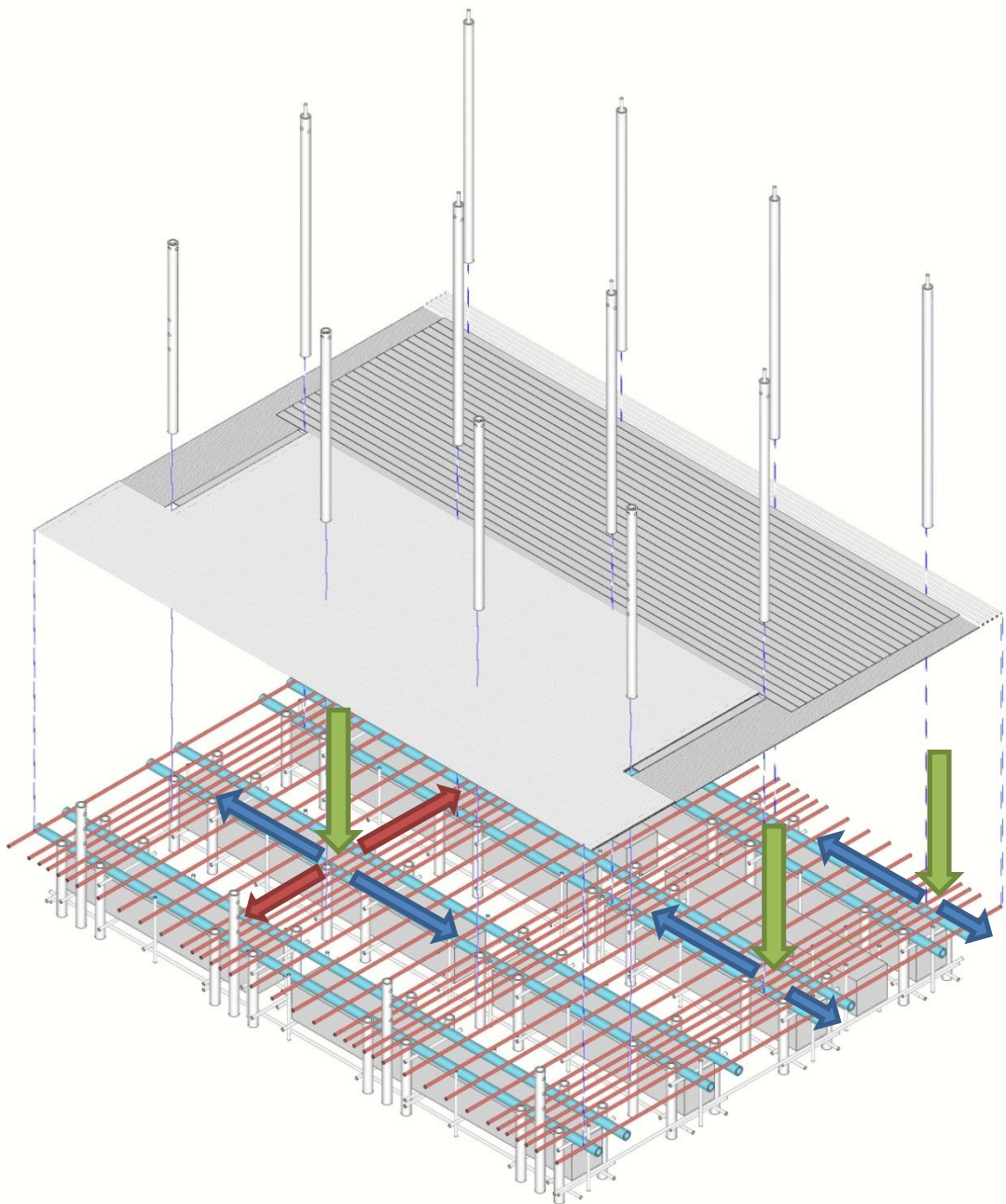


ตารางที่ 5.3 กระบวนการก่อสร้างจริงที่ไม่ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ ในช่วงหลังการก่อสร้าง

⁴ จากการสัมภาษณ์นายสุชาติ การลิกสม นายก อบต.บ้านโพธิ์ วันที่ 30 มี.ค. 2558

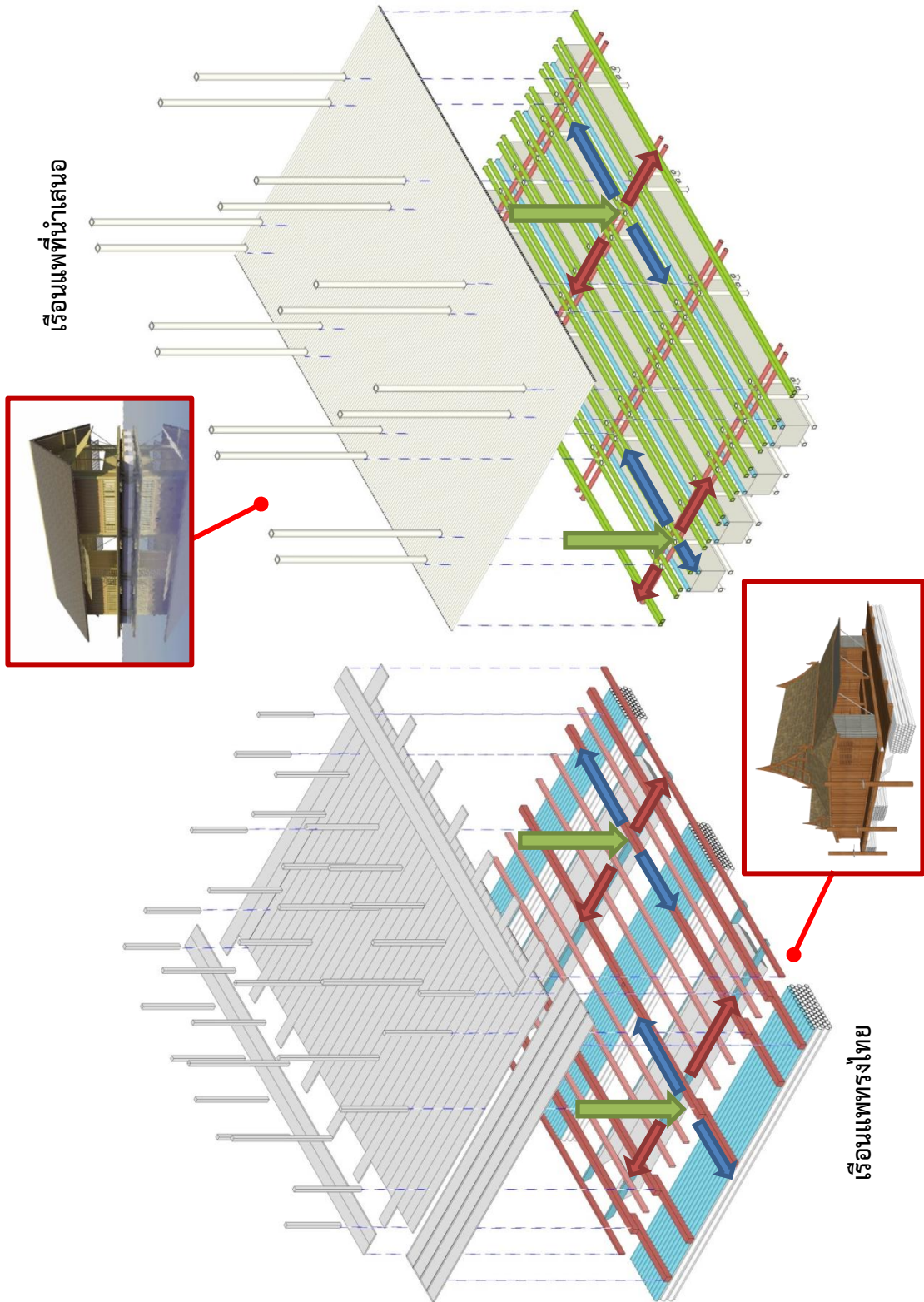
5.2 ประสิทธิภาพของเรือนแพชุมชนต้นแบบ

จากการศึกษาพบว่า โครงสร้างคานแพระบบ Grid เป็นส่วนโครงสร้างสำคัญที่ช่วยกระจายน้ำหนักจากส่วนอาคารด้านบนทั้งหมด ให้ลงสู่ท่อนลอยอย่างสมดุล ซึ่งแม้ว่าระบบคานแพที่ถูกเลือกใช้ ในการก่อสร้างครั้งนี้จะยังไม่ใช่ระบบที่สมบูรณ์ แต่ก็ช่วยพยุงให้เรือนแพต้นแบบสามารถลอยตัวได้อย่างเสถียร



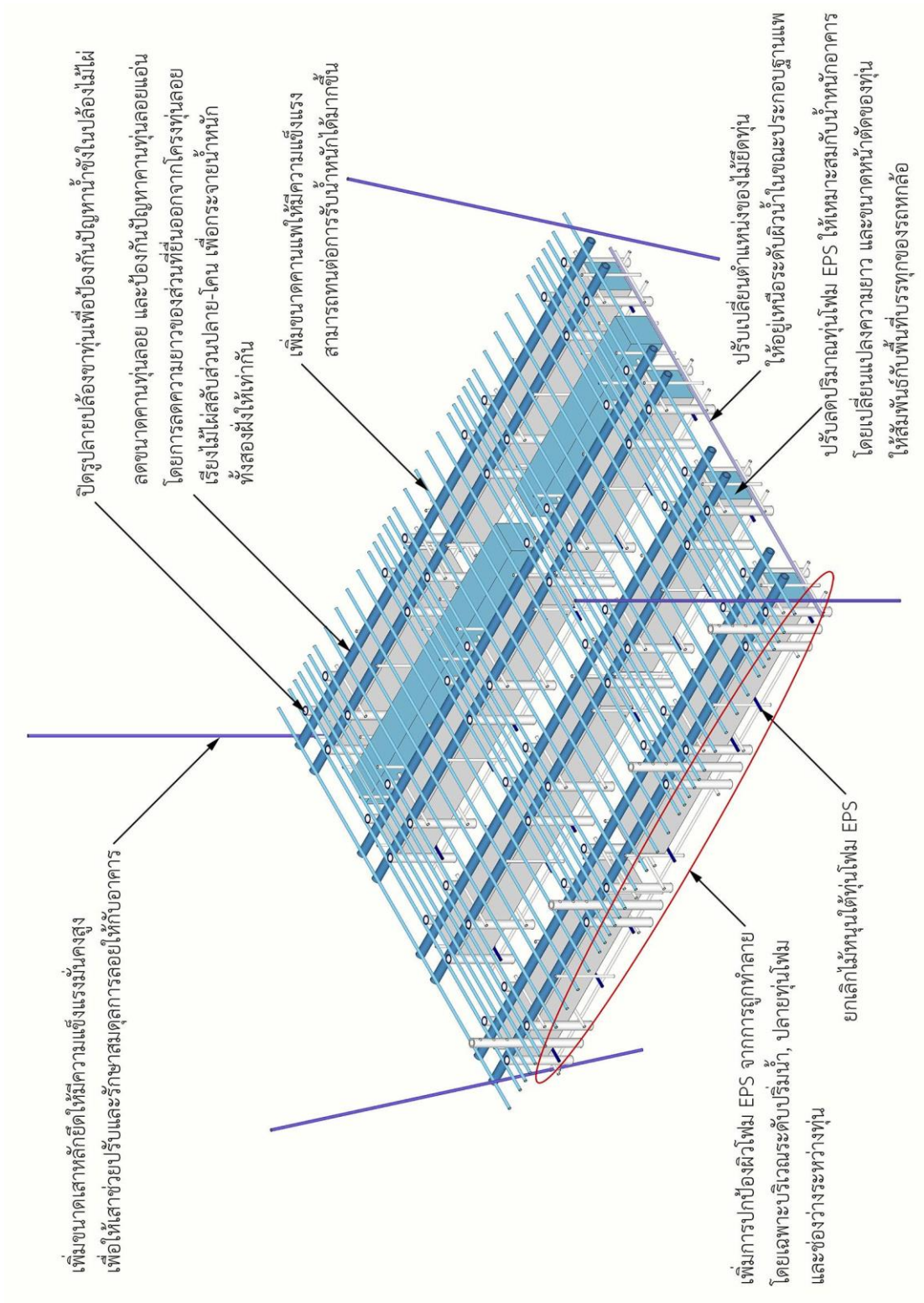
รูปที่ 5.1 ลักษณะการกระจายแรงของคานแพที่เกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ (ไม่ครบทิศทาง)

5.2.1 แนวทางการปรับปรุงระบบฐานแพ



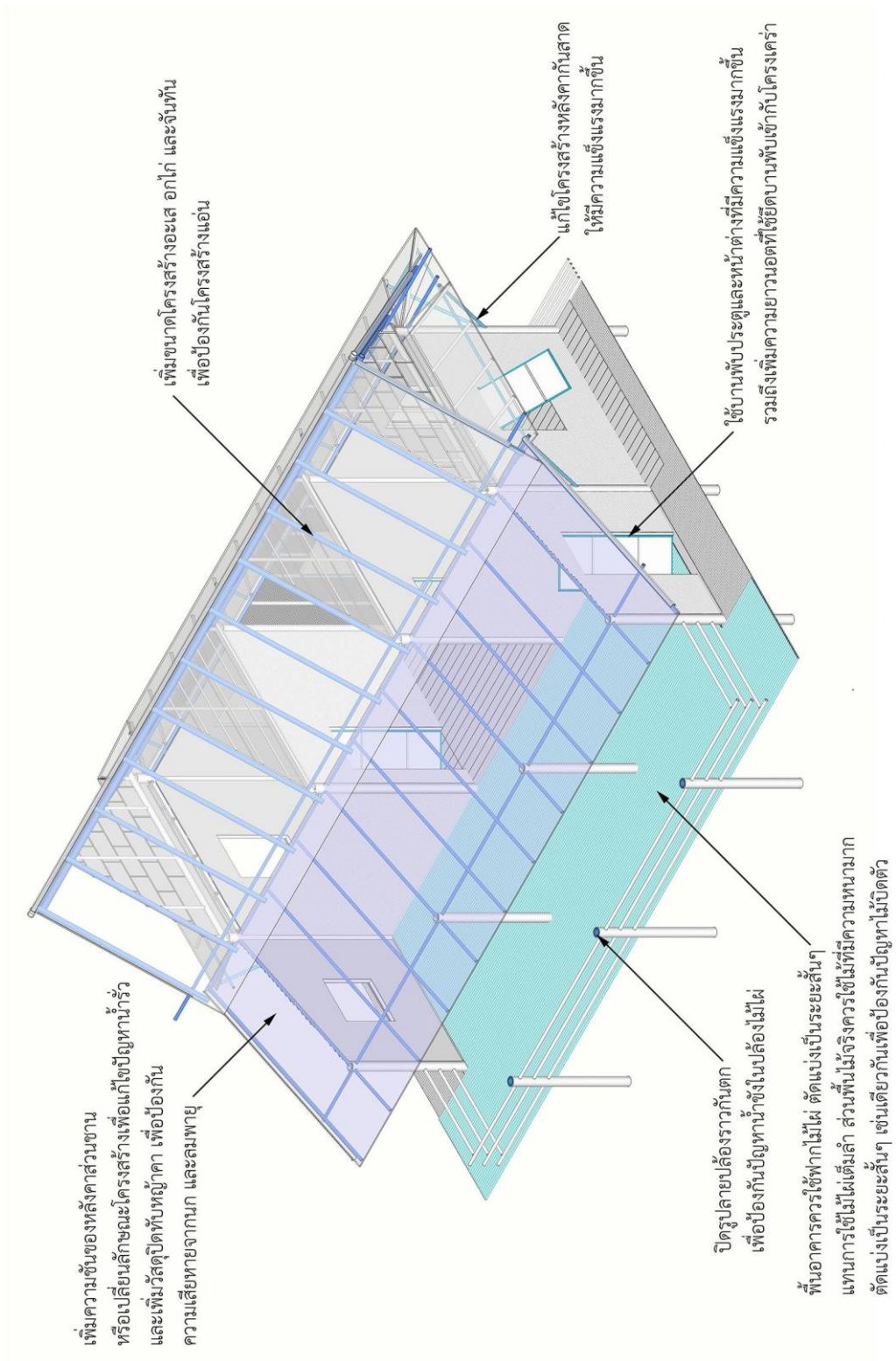
รูปที่ 5.2 แนวทางการปรับปรุงระบบฐานแพให้เกิดการกระจายแรงโดยสมบูรณ์

5.2.2 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของฐานแพ



รูปที่ 5.3 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของฐานแพ

5.2.3 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาคาร



รูปที่ 5.4 แนวทางการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาคาร

5.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

งานวิจัยนี้เป็นหนึ่งในแนวทางบูรณาการองค์ความรู้ระหว่างภูมิปัญญาทางการก่อสร้างสถาปัตยกรรมเรือนแพทรงไทย และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีวัสดุในยุคปัจจุบัน ประกอบกับการคำนวณเชิงโครงสร้างเพื่อให้เรือนแพชุมชนต้นแบบสามารถใช้งานได้จริงทั้งในส่วนของอาคาร และทุ่นลอย โดยองค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้ มิได้มีเจตนาเพื่อให้ผู้คนในยุคปัจจุบันกลับไปใช้ชีวิตในเรือนแพดังเช่นในอดีต แต่มุ่งหมายเพื่ออนุรักษ์มรดกทางภูมิปัญญาเหล่านี้ไว้ให้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถนำไปต่อยอดงานออกแบบ และพัฒนาศักยภาพโครงสร้างอาคารในรูปแบบของนวัตกรรมการก่อสร้างเรือนสะเทินน้ำสะเทินบกต่อไป ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อวิถีชีวิตที่เชื่อมโยงสายน้ำของผู้คนในพื้นที่ราบลุ่มริมแม่น้ำตามลักษณะภูมิประเทศ



รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ปิ่นรัชฎ์ กาญจนรัชชิตติ (2552). การอนุรักษ์มรดกสถาปัตยกรรมและชุมชน. กรุงเทพฯ, ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พลสิทธิ์ แซ่เฮ้ง (2554). การติดบ้านไม้ 2 ชั้น : กรณีศึกษา เทศบาลตำบลหัวเวียง ตำบลหัวเวียง อำเภอเสนา จังหวัด อุดรธานี. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สด.ม.: 126 หน้า.

ไพโรวรรณ เล็กอุทัย (2547). การยืดอายุการใช้ประโยชน์ไม้ไฟ. การประชุมสัมมนาระดับชาติ เรื่องการพัฒนา ทรัพยากรไม้ไฟอย่างยั่งยืน. เชียงใหม่, กรมป่าไม้; องค์การไม้เขตร้อนระหว่างประเทศ: หน้า 39-41.

ศรัณย์ สมันตรัฐ (2552). โครงการ การศึกษาวิจัยเคหะพื้นถิ่นแบบบูรณาการเพื่อการพึ่งพาตนเอง ต้นแบบบ้านพัก อาศัยพื้นถิ่นภาคเหนือ: หน้า 6.1-6.24.

ส.พลายน้อย (2539). ชีวิตตามคลอง. กรุงเทพฯ, ต้นอ้อ แกรมมี.

สุนทร บุญญาธิการ (2555). "บ้านลอยน้ำ นวัตกรรมที่อยู่อาศัยยุคปัจจุบันและอนาคต." วารสารธนาคารอาคาร สงเคราะห์ ฉบับที่ 68: หน้า 48-54.

สุรียน ศิริธรรมปิติ และ เทิดศักดิ์ เตชะกิจจจร (2556). "ภูมิปัญญาในการก่อสร้างเรือนแพทรงไทยเพื่อประยุกต์สู่การ ออกแบบสถาปัตยกรรมลอยน้ำ." วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : หน้า 197-208.

หม่อมราชวงศ์คึกฤทธิ์ ปราโมช และคณะ. (2551). ลักษณะไทย. ภูมิหลัง. ศาสตราจารย์ หม่อมราชวงศ์คึกฤทธิ์ ปราโมช และ พ. ศ. ณ. อุดรธานี. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, ธนาคารกรุงเทพ จำกัด (มหาชน). 2.

อภิชาติ กมลสันติสุข (2554). นวัตกรรมการออกแบบและก่อสร้างบ้านลอยน้ำ. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สด.ม.: 135 หน้า.

อรศิริ ปาณินท์ (2546). หมู่บ้านลอยน้ำของไทย. กรุงเทพฯ, เจ. พีร์น ทำพระจันทร์.

อารยา เรื่องคงเกียรติ (2554). การศึกษารูปแบบทางกายภาพของเรือนแพทรงไทย กรณีศึกษาชุมชนหัว-เวียง
อำเภอเสนา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา. สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์,
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. สด.ม.: 148 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Jansse, J. J. A. (2000). Designing and Building with Bamboo, International Network for Bamboo and Rattan
(INBAR).

Jayanetti, L., et al. (1998). Bamboo in construction : an introduction. High Wycombe, Published jointly by TRADA
Technology Limited and International Network for Bamboo and Rattan (INBAR) for Department for
International Development (DFID).

Kumar, S. S., K.S., et al. (1994). Bamboo Preservation Techniques - A Review, Published jointly by Indian Council
of Forestry Research Education (ICFRE) and International Network for Bamboo and Rattan (INBAR).

P.M. Ganapathy, et al. (1996). Bamboo Panel Boards - A State-of-the-art Review, International Network for
Bamboo and Rattan (INBAR).

เว็บไซต์

Civil Club (2553). "น้ำหนักรบรรทุก และน้ำหนักรบรรทุกคงที่." 2557, from <http://www.civilclub.net>.

กรมป่าไม้ (2542). "ไผ่ (Bamboo)." 2557, from <http://www.forest.go.th>.

ครองสุข, ศ. "ฟิสิกส์ทั่วไป 1 / General Physics I." 2558, from <http://www.physics.rmutk.ac.th/>.



ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวศุภรรัตน์ วณิชย์มณีบุษย์ เกิดเมื่อวันที่ 21 กันยายน พ.ศ. 2527 สถานที่เกิด
จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2550 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สธ.บ.)

พ.ศ. 2555 เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (สธ.ม.)

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2550-2553 สถาปนิก บริษัท Steven J. Leach Architect Ltd.

พ.ศ. 2554-2555 สถาปนิก บริษัทคีน ดีไซน์ สตูดิโอ

พ.ศ. 2557 สถาปนิกบริหารจัดการโครงการ บริษัทอะเบาร์ทสเปซคอนซัลแทนต์

ปัจจุบัน สถาปนิกประสานงานโครงการ บริษัทคิงพาวเวอร์อินเตอร์เนชันแนล