นวัตกรรมการออกแบบและก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

นายอภิชิต กมลสันติสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2554

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

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 Graduate School.

AN INNOVATIVE DESIGN AND CONSTRUCTION OF FLOATING HOUSE

MR. APICHIT KAMOLSUNTISUK

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for the Degree of Master of Architecture Program in Architecture

Department of Architecture

Faculty of Architecture

Chulalongkorn University

Academic Year 2011

หัวข้อวิทยานิพนธ์	นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ ที่อยู่อาศัยยุคอนาคต
โดย	นายอภิชิต กมลสันติสุข
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

…….. คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์ศักดิ์ วัฒนสินธุ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

…… ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์)

…….. อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ)

…… กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เทิดศักดิ์ เตชะกิจขจร)

…… กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วิมลรัตน์ อิสระธรรมนูญ)

…… กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร. รวิช ควรประเสริฐ)

อภิชิต กมลสันติสุข : นวัตกรรมการออกแบบและก่อสร้างบ้านลอยน้ำ (AN INNOVATIVE DESIGN AND CONSTRUCTION OF FLOATING HOUSE) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ศ. ดร.สุนทร บุญญาธิการ ,120 หน้า

ในอดีตพื้นที่ลุ่มภาคกลางของประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งน้ำไหลผ่านได้สะดวกในช่วงฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำท่วมจึงมีระดับเพียง 1.00 - 1.20 เมตร ดังนั้นบ้านไทยในอดีต จึงมีลักษณะยกใต้ถุนสูง 1.50-1.80 เมตร รวมถึงความสูงของคนไทยโดยเฉลี่ยไม่ถึง 1.80 เมตร จึงทำให้ความสูงของใต้ถุนบ้านทรงไทยสูงเพียงพอและเหมาะสมกันคนไทย เมื่อน้ำท่วม บ้านเรือนไทยก็ยังสามารถใช้งานได้

จากกรณีที่น้ำท่วม พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา พบว่าน้ำท่วมสูงกว่า 1.50 - 1.80 เมตร จนบางพื้นที่น้ำท่วมสูงถึง 3.00-4.00 เมตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม ลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน ดังนั้นบ้านทรงไทยในอดีตจึงไม่ใช่คำตอบของการอยู่อาศัยในอนาคตของพื้นที่ ที่มีโอกาสประสบปัญหาน้ำท่วมอีกต่อไป การเกิดน้ำท่วมใหญ่ครั้งนี้เป็นเพียงสัญญาณบอกถึงความรุนแรงของภัยธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1.เพื่อศึกษาตัวแปร การออกแบบบ้านลอยน้ำโดยระบบทุ่นที่มีเสถียรภาพการลอยที่ดี สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มาก ราคาไม่แพง กันความร้อน ความชื้นได้ดี และก่อสร้างรวดเร็ว ผนวกเทคโนโลยีผลิตพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ ทำให้อยู่ได้ด้วยตัวเอง เกิดรูปแบบการอยู่อาศัยที่ยั่งยืน (sustainable living) 2. วิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรโดย ศึกษา เปรียบเทียบในด้านรูปทรง วัสดุ ราคา ระยะเวลา ขั้นตอนการก่อสร้าง การลดภาระการทำความเย็น และผนวกการใช้พลังงานทดแทน เพื่อนำมาเป็นข้อกำหนดในการออกแบบ นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ 3.เพื่อก่อสร้างบ้านลอยน้ำ เพื่อทดสอบตัวแปร 4. ประเมิน และสรุปผลการวิจัย

ผลที่ได้จากการวิจัย คือผลการศึกษาตัวแปร หลักการออกแบบและก่อสร้างบ้านลอยน้ำระบบทุ่นขนาด 25.2 ตารางเมตร ที่มีระยะจมฐานอาคารเท่ากับ 6.80 เซนติเมตร ระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ 1.14 เมตร ขณะที่บ้านพักทั่วไปมีระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ 1.50 เมตรกรณีความสูงอาคารเท่ากัน (3เมตร) สามารถรับน้ำหนักบรรทุกมากที่สุด 7 ตัน โดยรับน้ำหนัก 295 กิโลกรัม ต่อ 1 ตารางเมตร ซึ่งบ้านลอยน้ำนี้ มีราคาค่าวัสดุประมาณ 459,705 บาท ระยะเวลาการก่อสร้างไม่เกิน 7 วัน สามารถลอยน้ำและเคลื่อนที่ได้ในยามน้ำท่วม ประหยัดภาระในการทำความเย็นกว่าบ้านพักทั่วไป 14 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับบ้านทั่วไป

ภาควิชา สถาปัตยกรรมศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2554

5374201725 : MAJOR ARCHITECTURE

KEYWORDS : FLOATING HOUSE / SUSTAINABLE LIVING

APICHIT KAMOLSUNTISUK : AN INNOVATIVE DESIGN AND CONSTRUCTION OF FLOATING HOUSE. ADVISOR :PROF. Dr. SOONTORN BOONYATIKARN,Ph.D., 120 pp.

In the past, the landscape in Thailand was agricultural plains and rice paddies, which was a floodway for water level that was as high as 1.00-1.20 meters. The height from the ground floor of Thai-style houses to the ground is 1.50-1.80 meter. So Thai-style houses was # suitable for living during flood periods. During the flooding in 2011, the water level was as high as 3–4 meters which increasing in severity over the coming years.

The objectives of the research are as follows: 1) To gather data and analyze the variables related to the stability of floating houses that are practical to use and integrate the technology to generate renewable energy, resulting in sustainable living. 2) To analyze, derive specifications for floating houses with good stability of floating, reasonable cost, safe energy for cooling load, good heat and humidity control, able to be constructed in a short period of time. 3) To construct a floating house, analysis and to draw conclusions of the research findings. 4) To evaluate the result of this research and conclusions.

The results of the research are conclusions of the variables, criteria of design and construction for floating house (25.2 m^2) which have 1.14 meters of gravity point (total height 3 meters). The house can be able to bear maximum 7 tons weight, with 295 kg / m^2. The price is approximately 459,705 baht, can able to be constructed in 7 days and it save about 14 times of electrical energy for air conditioner compare to regular house. The roof-integrated with 125 Watts of 6 solar panels to generate electricity power without using outside resources which will become a great start to consider for future living.

Department : Architecture Student's Signature .....

Field of Study : Architecture Advisor's Signature .....

Academic Year : 2011

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของศาสตราจารย์ ดร.สุนทร บุญญาธิการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ แนวทางการทำงานตลอดจนแนวความคิดต่างๆ รวมทั้งเปิดประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติงานจริง ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทาง ด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอบคุณ ดี เอ็น เอ รีสอรท์ แอนด์สปา ที่เอื้อเฟื้อ วัสดุ ทีมงาน และสถานที่ในการศึกษาวิจัย รวมถึงพี่ๆเพื่อนๆบุคลากร ชั้น 11 คณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกคน ตลอดจนผู้จัดทำรายงานการวิจัย เอกสารอ้างอิง ที่กล่าวถึงในการวิจัยชิ้นนี้ เนื่องจากเป็นองค์ความรู้พื้นฐานที่สำคัญของแนวทางการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย

งานวิจัยฉบับนี้จะไม่อาจสำเร็จได้หากปราศจากการสนับสนุนจากบิดา มารดา และครอบครัวที่รัก ที่ได้ให้ความสนับสนุน ความเข้าใจและคอยเป็นกำลังใจในการทำการวิจัย ขอขอบคุณ เพื่อนๆร่วมชั้นสำหรับคำนำแนะนำ และกำลังใจ และขอขอบคุณทุกๆคนที่มีส่วนร่วมในการวิจัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง..... .....ฌ

สารบัญภาพ.....ญ

สารบัญแผนภูมิ..... .....ฑ

บทที่ 1 บทนำ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3

1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....3

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย.....3

1.5 ระเบียบวิธีการวิจัย.....4

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6

2.1 ศึกษาวัสดุบ้านแพของไทยในอดีตถึงปัจจุบัน.....6

2.2 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการลอยตัวของวัตถุในของเหลว.....9

2.3 กรณีศึกษาบ้านลอยน้ำในยุคปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศ.....12

2.3.1 แบบบ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย.....12

2.3.2 บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของบริษัท RAFAA.....14

2.3.3 บ้านลอยน้ำโดย บ.Dutch Architectural Form Factor Architecten ประเทศ-เนเธอร์แลนด์ เมืองMaasbommel.....16

2.3.4 บ้านลอยน้ำระบบ Prefabricated โดย Architecture: MOS - Michael Meredith.....18

2.3.5 บ้านลอยน้ำชัยประดิษฐ์.....20

หน้า

2.4 เทคนิคการประหยัดพลังงานสำหรับบ้านพักอาศัย.....22
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย..... 33
3.1 ศึกษาทฤษฎี ทดสอบตัวแปร…..33
3.2 ออกแบบโดยการวิเคราะห์คัดเลือกตัวแปรสำคัญ….33
3.3 ขั้นตอนการก่อสร้าง.....34
3.4 ขั้นตอนการสรุปผลการวิจัย.....34
บทที่ 4 ผลการวิจัย และการประเมินการวิจัย.....35
4.1 ผลการศึกษาตัวแปร.....35
4.2 ผลการออกแบบ.....78
4.3 ผลสรุปขั้นตอนการก่อสร้าง.....83
4.4 ผลการประเมิน และสรุปผล.....93
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....98
5.1 บทสรุป.....98
5.2 ข้อเสนอแนะ.....101
รายการอ้างอิง.....104
ภาคผนวก.....106
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....121

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2-1 แสดงค่าการกันความร้อนของอุณหภูมิผิววัสดุในทิศทางและองศาที่ต่างกัน.....25
ตารางที่ 2-2 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่วไป 26
ตารางที่ 2-3 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านลอยน้ำ.....26
ตารางที่ 4-1 แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั่วไป.....49
ตารางที่ 4-2 แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านลอยน้ำ.....49
ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุ(R)ผนัง.....51
ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบค่าต้านทานความร้อนของวัสดุ ผนังทึบ หลังคา และพื้นบ้านลอยน้ำกับบ้านทั่วไป.....52
ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุกระจก บ้านลอยน้ำกับบ้านพักอาศัยทั่วไป.....53
ตารางที่ 4-6 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านลอยน้ำ 12 DCV, 24 DCV, 220 ACV (inverter 1000 W).....70
ตารางที่ 4-7 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่วไป 220 ACV.....71

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1-1 แสดงระดับน้ำยามปกติในอดีต……2
ภาพที่ 1-2 แสดงระดับน้ำท่วมในอดีต.....2
ภาพที่ 1-3 แสดงระดับน้ำท่วมในปัจจุบันที่สูงขึ้นเนื่องจากการถมที่ขวางทางน้ำไหล.....3
ภาพที่ 2-1 บ้านแพในอดีต……..……..6
ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างแพยุคใหม่ แบบตัดตามขวาง……..……..7
ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างแพยุคใหม่ แบบตัดตามยาว……..……..8
ภาพที่ 2-4 วัตถุที่ลอยน้ำเมื่ออยู่ในภาวะสมดุลย์.....……10
ภาพที่ 2-5 การทรงตัวของวัตถุในของไหล……..11
ภาพที่ 2-6 บ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย……..12
ภาพที่ 2-6.1 รูปตัดบ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย……13
ภาพที่ 2-7 บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท RAFAA.....14
ภาพที่ 2-7.1 บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท RAFAA.....15
ภาพที่ 2-8 บ้านลอยน้ำDutch Architectural Form Factor Architect……..…16
ภาพที่ 2-8.1 บ้านลอยน้ำDutch Architectural Form Factor Architect ……..…17
ภาพที่ 2-9 บ้านลอยน้ำระบบ Prefabricated Michael Meredith……..……..…18
ภาพที่ 2-9.1 บ้านลอยน้ำระบบ Prefabricated Michael Meredith……..……..…19
ภาพที่ 2-10 บ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A……..……..20
ภาพที่ 2-10.1 บ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A ขณะลอยน้ำ.....20
ภาพที่ 2-10.2 แปลนบ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A.....21
ภาพที่ 2-11 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอมอฟัส.....……29
ภาพที่ 2-12 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโน.....29
ภาพที่ 2-13 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลี่.....30
ภาพที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบรูปตัดอาคารรูปทรงต่างๆ.....36
ภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบรูปทรงแบบต่างๆในแง่ระดับจุดศูนย์ถ่วง.....36
ภาพที่ 4-3 แสดงการออกแบบที่มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำ.....37

หน้า

ภาพที่ 4-4 แสดงแบบบ้านพักอาศัยโดยทั่วไป.....38
ภาพที่ 4-5 แสดงแบบบ้านรูปทรงแบบที่ 2.....39
ภาพที่ 4-6 ถึง 4 -10 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในอาคารอย่างคุ้มค่าการใช้ประโยชน์จาก
พื้นที่ที่เกิดจากผนังเอียง.....40
ภาพที่ 4-11 ภาพแสดงระยะจุด ศูนย์ถ่วง (C.G.) ของบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ.....43
ภาพที่ 4-12 ภาพแสดงระยะจุด ศูนย์ถ่วง (C.G.) ของบ้านลอยน้ำ.....43
ภาพที่ 4-13 ภาพแสดงผนังพื้นที่รับแดดของอาคารทั่วไป.....44
ภาพที่ 4-14 ภาพแสดงผนังพื้นที่รับแดดของรูปทรงแบบที่2.....44
ภาพที่ 4-15 ภาพแสดงการใช้ผนังเอียง125องศาจากระนาบพื้นเพื่อลดพื้นที่รับแดดของอาคาร...45
ภาพที่ 4-16 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนังด้านสกัดบ้านพักอาศัยทั่วไป.....54
ภาพที่ 4-17 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนังอาคารด้านยาวบ้านพักอาศัยทั่วไป.....55
ภาพที่ 4-18 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนังด้านสกัดบ้านลอยน้ำ.....55
ภาพที่ 4-19 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนังด้านยาวบ้านลอยน้ำ.....56
ภาพที่ 4-20 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุหลังคาบ้านพักอาศัยทั่วไป.....57
ภาพที่ 4-21 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านพักอาศัยทั่วไป.....58
ภาพที่ 4-22 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านพักอาศัยทั่วไป.....59
ภาพที่ 4-23 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านพักอาศัยทั่วไป.....60
ภาพที่ 4-24 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุหลังคาบ้านลอยน้ำ.....62
ภาพที่ 4-25 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านลอยน้ำ.....63
ภาพที่ 4-26 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านลอยน้ำ.....64
ภาพที่ 4-27 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านลอยน้ำ.....65
ภาพที่ 4-28 แสดงถึงบ้านแบบเก่าที่มีการก่อสร้างโดยทั่วไป.....74
ภาพที่ 4-29 แสดงส่วนประกอบบ้านลอยน้ำ.....75
ภาพที่ 4-30 แสดงชิ้นส่วนทุ่นของบ้านลอยน้ำ.....75
ภาพที่ 4-31 แสดงชิ้นส่วนผนังของบ้านลอยน้ำ.....76
ภาพที่ 4-32 แสดงชิ้นส่วนหลังคาของบ้านลอยน้ำ.....76

หน้า

ภาพที่ 4-33 แสดงแบบแปลนบ้านลอยน้ำ……77
ภาพที่ 4-34 แสดงแบบรูปด้านหน้าบ้านลอยน้ำ.....77
ภาพที่ 4-35 แสดงแบบรูปตัดตามขวางบ้านลอยน้ำ……78
ภาพที่ 4-36 แสดงแบบรูปตัดด้านยาวบ้านลอยน้ำ.....78
ภาพที่ 4-37 แสดงแผนผัง ระบบน้ำที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ.....79
ภาพที่ 4-38 แสดงแบบรูปทัศนียภาพบ้านลอยน้ำ……79
ภาพที่ 4-39 แสดงแบบรูปทัศนียภาพบ้านลอยน้ำ.....80
ภาพที่ 4-40 แสดงแบบรูปทัศนียภาพภายในบ้านลอยน้ำมุมมองจากบนเตียง.....80
ภาพที่ 4-41 แสดงแบบรูปทัศนียภาพภายในบ้านลอยน้ำมุมมองจากทางเข้าด้านหน้า.....81
ภาพที่ 4-42 แสดงโฟม EPS ชนิดกันไฟลามก่อนติดตะแกรงไฟเบอร์กลาสและฉาบผิว……84
ภาพที่ 4-43 แสดงขั้นตอนการเตรียมโฟมEPS ชนิดกันไฟลาม สำหรับผนังโครงสร้างด้านหน้าและด้านหลัง.....84
ภาพที่ 4-44 แสดงขั้นตอนการแสดงการติดตะแกรงไฟเบอร์กลาส เพื่อฉาบผิว……85
ภาพที่ 4-45 แสดงขั้นตอนการแสดงการติดตะแกรงไฟเบอร์กลาส เพื่อฉาบผิว……85
ภาพที่ 4-46 แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนังโครงสร้างด้านหน้า และด้านหลัง ฉาบยึดติดด้วย base coat ทำค้ำยัน ใช้เวลา 2 วันเพื่อให้แห้งสนิทเพิ่มความแข็งแรง……86
ภาพที่ 4-47 แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนังโครงสร้างด้านหน้า และด้านหลัง ฉาบยึดติดด้วย base coat ทำค้ำยัน ใช้เวลา 2 วันเพื่อให้แห้งสนิทเพิ่มความแข็งแรง……86
ภาพที่ 4-48 แสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ด้านข้าง.....87
ภาพที่ 4-49 แสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ส่วนหลังคา.....87
ภาพที่ 4-50 แสดงขั้นตอนการแสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ด้านข้างทั้ง 2 ด้านและส่วนหลังคา.....88
ภาพที่ 4-51 แสดงขั้นตอนการแสดงก่อสร้างจริง ขณะติดตั้งผนังและหลังคา……88
ภาพที่ 4-52 แสดงขั้นตอนการแสดงก่อสร้างจริงขณะติดตั้งผนังและหลังคา……89

หน้า

ภาพที่ 4-53 แสดงขั้นตอนการปล่อยน้ำทดสอบการลอยตัว.....89
ภาพที่ 4-54 แสดงรูปบ้านลอยน้ำเมื่อติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์.....90
ภาพที่ 4-55 แสดงการเตรียมทดลองหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าร์เซลล์จำนวน6แผง...91
ภาพที่ 4-56 แสดงแผนผัง ระบบผลิตพลังงานสะอาดจาก ธรรมชาติที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ ระบบกำลังผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าร์เซลล์ และระบบแบตเตอรี่.....92
ภาพที่ 4-57 แสดงแผนผัง ระบบผลิตพลังงานสะอาดจาก ธรรมชาติที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ……...92
ภาพที่ 5-1 แสดงนวัตกรรมบ้านลอยน้ำกรณี ลอยน้ำตลอดเวลา……..……...…..101
ภาพที่ 5-2 แสดงแบบบ้านลอยน้ำ กรณีตั้งบนพื้น……..……...102
ภาพที่ 5-3 แสดงแบบบ้านลอยน้ำ กรณีเกิดอุทกภัย……..……..…..102

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบค่าค่าสัมประสิทธ์การส่งผ่านความร้อน (U) ของวัสดุชนิดต่างๆ 23
แผนภูมิที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุชนิดต่างๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว.....24
แผนภูมิที่ 4-1 เปรียบเทียบ น้ำหนัก กับการแรงลอยตัวในน้ำ ของวัสดุชนิดต่างๆในการทำทุ่นลอย 46
แผนภูมิที่ 4-2 เปรียบเทียบราคาต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ของวัสดุชนิดต่างๆในการทำทุ่นลอย.....47
แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบราคาต่อ ตารางเมตร ระหว่าง บ้านพักอาศัยทั่วไปกับ บ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ กับ นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ.....48
แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าต้านทานความร้อน(R)ของวัสดุผนัง.....52
แผนภูมิที่ 4-5 เปรียบเทียบโหลดไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยทั่วไป.....72
แผนภูมิที่ 4-6 เปรียบเทียบโหลดไฟฟ้าในบ้านลอยน้ำ.....73

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เหตุการณ์น้ำท่วมครั้งใหญ่ปี 2554 ที่ผ่านมาได้กลายเป็นปัญหาระดับประเทศทั้งภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ และมีผลกระทบต่อ เศรษฐกิจ สังคม และชีวิตประจำวันของคนไทยไม่ต่ำกว่า 3 เดือน แม้ว่าในอดีตประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม แต่ก็เคยประสบกับปัญหาน้ำท่วม หรือช่วงฤดูน้ำหลาก น้ำป่าไหลบ่าเข้าท่วมบ้านเรือนและที่นาที่อยู่บริเวณราบลุ่มทุกปีอยู่แล้ว ความสูงโดยเฉลี่ย 1 เมตร หากแต่สมัยก่อนพื้นที่ส่วนมากยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งน้ำไหลผ่านได้สะดวก (flood plane) บ้านเรือนไทยถูกออกแบบให้ยกพื้นบ้านขึ้นสูง และเกิดเป็นใต้ถุนซึ่งทำหน้าที่เหมือนลานอเนกประสงค์ที่โล่ง และยังเป็นพื้นที่ ที่ปล่อยให้น้ำไหลผ่านได้ดี

ปัจจุบันนี้ได้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของผังเมืองจากพื้นที่ราบลุ่มเกษตรกรรมไร่นา เปลี่ยนเป็นอาคารบ้านเรือน ที่พักอาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม การสร้างอาคารเหล่านี้ทำให้เกิดการถมที่ดินให้สูงขึ้น จึงทำให้พื้นที่ๆเคยเป็นทางผ่านของน้ำ (flood way) ถูกทำลายไป และแทนที่ด้วยหมู่บ้านจัดสรร และโรงงานอุตสาหกรรม เหตุนี้ทำให้ปริมาณน้ำที่ท่วมมีระดับสูงขึ้นกว่า 3 เมตร การเกิดน้ำท่วมใหญ่ปี 2554 เป็นเพียงสัญญาณเตือนของภัยธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นและอาจเกิดขึ้นอีกทุกปี ดังนั้น บ้านไทยในอดีตจึงไม่อาจรับมือภัยน้ำท่วมในปัจจุบันและไม่อาจแก้ไขปัญหาในด้านที่อยู่อาศัยในยามน้ำท่วมได้อีกต่อไป

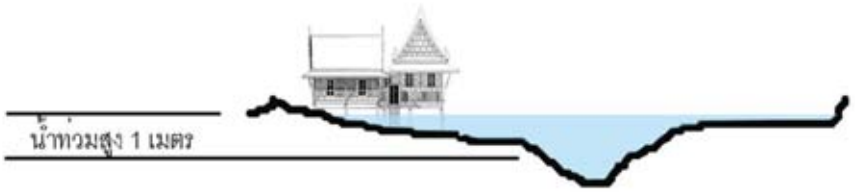
ในอดีตพื้นที่ลุ่มภาคกลางของประเทศไทยเป็นพื้นที่เกษตรกรรมซึ่งน้ำไหลผ่านได้สะดวกในช่วงฤดูน้ำหลาก ระดับน้ำท่วมจึงมีระดับเพียง 1.00 เมตร - 1.20 เมตร ดังนั้นบ้านไทยในอดีต จึงมีลักษณะยกใต้ถุนสูง 1.50-1.80 เมตร รวมถึงความสูงของคนไทยโดยเฉลี่ยไม่ถึง 1.80 เมตร จึงทำให้ความสูงของใต้ถุนบ้านทรงไทยสูงเพียงพอและเหมาะสมกันคนไทย เมื่อน้ำท่วมบ้านเรือนไทยก็ยังสามารถใช้งานได้

จากกรณีที่น้ำท่วม พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมา พบว่าน้ำท่วมถึง 1.50 - 1.80 เมตร ในบางพื้นที่ท่วมสูงถึง 3.00-4.00 เมตรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่ม ลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ท่าจีน ดังนั้นบ้านทรงไทยในอดีตจึงไม่ใช่คำตอบของการอยู่อาศัยในอนาคตของพื้นที่ๆประสบปัญหาน้ำท่วมอีกต่อไป การเกิดน้ำท่วมใหญ่ครั้งนี้เป็นเพียงสัญญาณบอกถึงความรุนแรงของภัยธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น เหตุผลที่ความรุนแรงของน้ำท่วมมีมากขึ้น ส่วนหนึ่งมาจากช่วง 10-20 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจมากกว่าในอดีต และเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของผังเมืองจากพื้นที่ที่เคยเป็นพื้นที่ เกษตรกรรมและไร่นาเปลี่ยนมาเป็น อาคาร บ้านเรือน ที่พักอาศัย และโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น การสร้างอาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่ จะนำดินมาถมพื้นที่ลุ่ม ที่เคย

ใช้เป็นทางผ่านของน้ำหลาก (flood way) ตามฤดูกาลและเมื่อพื้นที่ลุ่มถูกทำลายไป จึงทำให้น้ำที่ท่วมมีระดับสูงขึ้น เพราะพื้นที่ลุ่มเหล่านี้ (flood plane) ถูกแทนที่ด้วยดินที่ถมสูงขึ้นจากหมู่บ้านจัดสรร และโรงงานอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่มาขวางกั้นทางน้ำ น้ำที่หลากถูกแทนที่ด้วยเมืองทำให้ระดับน้ำสูงขึ้น เหตุนี้จึงมีการแก้ปัญหาด้วยการสร้างเขื่อนให้สูงขึ้นเพื่อบังคับทางน้ำแต่เป็นแนวทางที่ต้องใช้ต้นทุนสูง

เหตุการณ์น้ำท่วมในปี พ.ศ. 2554 ที่ผ่านมาหลายท่านอาจคิดว่าเป็นเพราะสภาวะโลกร้อนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศซึ่งเป็นปัจจัยที่เกิดจากธรรมชาติ แต่สาเหตุสำคัญอีกสาเหตุหนึ่งของน้ำท่วมในครั้งนี้ เกิดจากปัจจัยการกระทำของมนุษย์ ในการการพัฒนาสิ่งปลูกสร้างสมัยใหม่ บนที่ดินและผังเมือง ซึ่งเหตุการณ์น้ำท่วมเช่นนี้ก็มีแนวโน้มที่เกิดขึ้นได้อีกในอนาคต

ภาพที่ 1-1 แสดงระดับน้ำยามปกติในอดีต



ภาพที่ 1-2 แสดงระดับน้ำท่วมในอดีต

ภาพที่ 1-3 แสดงระดับน้ำท่วมในปัจจุบันที่สูงขึ้นเนื่องจากการถมที่ขวางทางน้ำไหล

แนวทางแก้ไขปัญหาในอนาคตควรคำนึงการกำหนดการใช้ที่ดินและกำหนดพื้นที่รับน้ำและยอมให้น้ำไหล (flood plane) ดังพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวที่พระองค์พระราชทานคำแนะนำในการแก้ปัญหาอุทกภัยใหญ่ในปี พ.ศ.2538 เกี่ยวกับเรื่องทางน้ำผ่าน น้ำไหล หรือ ฟลัดเวย์ (flood way) เพื่อให้ชีวิตการเป็นอยู่ของคนจำนวนมากมีทางออกจากปัญหาแต่การแก้ไขปัญหานั้นทำได้ยากและใช้ระยะเวลานาน เนื่องจากต้องเริ่มแก้ไขที่นโยบายด้านผังเมือง วิธีแก้ไขปัญหาน้ำท่วมนอกจากจะป้องกันน้ำที่จะเข้ามาท่วมในเมือง ยังมีอีกวิธีที่จะมีคุณภาพในการใช้ชีวิตประจำวันได้ยามเกิดภัยน้ำท่วม โดยไม่สูญเสียชีวิต ทรัพย์สินภายในบ้าน ไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากระบบส่วนกลาง โดยแนวความคิดนี้เป็นจุดเริ่มในการศึกษาวิจัย นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ก่อสร้างบ้านลอยน้ำด้วยระบบทุ่นที่มีเสถียรภาพในการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนสำหรับอาคาร

1.2.2 ออกแบบบ้านลอยน้ำโดยการวิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรสำคัญ ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนสำหรับอาคาร

1.2.3 ก่อสร้างบ้านลอยน้ำ เพื่อทดสอบตัวแปร

1.2.4 ประเมิน และสรุปผลการวิจัย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 บ้านลอยน้ำที่ใช้ระบบทุ่นลอยเท่านั้น

1.3.2 บ้านขนาดเล็กสำหรับอยู่อาศัยได้ 2-3 คน พื้นที่ประมาณ 25 ตารางเมตร

1.3.3 วัสดุที่ น้ำหนักเบา ราคาไม่แพง หาง่าย และช่วยในการ ประหยัดพลังงาน

1.3.4 บ้านลอยน้ำประเภทที่ไม่สามารถขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเอง

1.4 คำจำกัดความในการวิจัย

1.4.1 บ้านลอยน้ำ คือ บ้านที่สามารถลอยน้ำโดยทุ่นลอย

1.4.2 บ้านอาศัยที่ก่อสร้างโดยวิธีทั่วไป คือ บ้านที่ก่อสร้างด้วย อิฐ คอนกรีต โดยระบบเสา คาน

1.4.3 EIFS คือ ระบบผนังฉนวนกันความร้อนภายนอกที่มีโฟมเป็นแกนกลาง (Exterior Insulation and Finished System) ความหนาหลากหลายตามการใช้งาน โดยผนัง EIFS หนา 3 นิ้ว มีความสามารถในการกันความร้อนได้เทียบเท่าผนังก่ออิฐหนา 2 เมตร (สุนทร บุญญาธิการ, 2545: 160)

1.5 ระเบียบวิธีการศึกษา

มีเสถียรภาพในการลอยตัวที่ดี สามารถลอยได้ตั้งแต่ระดับน้ำที่สูง หรือต่ำ และตัวบ้านสามารถตั้งอยู่บนพื้นดินได้แม้ไม่มีเหตุการณ์น้ำท่วม ราคาไม่แพง มีระบบผลิตพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ รวมถึงน้ำหนักเบาสามารถเคลื่อนย้ายได้ด้วยแรงคนตั้งแต่ 6-10 คน

1.5.1 ศึกษาตัวแปร ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ ก่อสร้างบ้านลอยน้ำด้วยระบบทุ่นที่มีเสถียรภาพในการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนสำหรับอาคาร

<u>การศึกษาที่ 1</u> เปรียบเทียบรูปทรง เพื่อหาตัวแปรที่มีเสถียรภาพ ด้านระยะจุดศูนย์ถ่วง (center of gravity) ต่ำ แรงลอยตัว ปริมาณการใช้วัสดุ การใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในของรูปทรง และด้านการกันแดด

<u>การศึกษาที่ 2</u> เปรียบเทียบวัสดุ ในด้าน ราคา น้ำหนักเบา เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อ ราคา ระยะเวลาการก่อสร้าง และประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุ

<u>การศึกษาที่ 3</u> ระยะการจมน้ำของฐานอาคาร ผลทดสอบการลอยตัว ผลทดสอบรับน้ำหนัก ผลทดสอบระบบพลังงานสะอาดที่ใช้ ผลเปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้า ภาระการทำความเย็น เปรียบเทียบขั้นตอน และวิธีการก่อสร้างบ้านลอยน้ำกับบ้านที่ก่อสร้างด้วยวิธีทั่วไป ศักยภาพในการใช้พลังงานทดแทน

1.5.2 ออกแบบบ้านลอยน้ำ โดยการวิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรสำคัญ ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และการประยุกต์ใช้พลังงานทดแทนสำหรับอาคาร

1.5.3 ดำเนินการก่อสร้างบ้านลอยน้ำตามแนวคิดการออกแบบที่กำหนดจากขั้นตอนที่ 1.5.2 ในด้านการวิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรในด้าน รูปทรง การใช้พื้นที่ภายใน การกันแดด ระยะจมของฐาน (ทุ่น) อาคาร วิธีการเลือกใช้วัสดุ รูปแบบ ลักษณะ วิธีการก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง และ ระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทน

1.5.4 ประเมินผล และสรุปผลการใช้งานอาคารโดยประเมินผลเปรียบเทียบตัวแปรที่ตั้งไว้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

1.5.4.1 ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี

1.5.4.2 ด้านการก่อสร้างที่เร็ว และประหยัดวัสดุก่อสร้าง

1.5.4.3 ด้านประหยัดการใช้พลังงาน และราคาที่ไม่แพง

1.5.4.4 ด้านระบบพลังงานทดแทนสำหรับอาคาร

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 ตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบ เพื่อก่อสร้างบ้านลอยน้ำในด้านเสถียรภาพการลอยที่ดี ก่อสร้างง่าย เร็ว ประหยัด ผนวกเทคโนโลยีผลิตพลังงานทดแทนที่สะอาด และแก้ไขปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ยามเกิดอุทกภัยได้ทันที

1.6.2 แนวทางการออกแบบ เพื่อกำหนดเป็นหลักการออกแบบบ้านลอยน้ำเพื่อให้ได้ผลตามตัวแปรที่ตั้ง

1.6.3 บ้านลอยน้ำ ที่มีเสถียรภาพการลอยที่ดี ก่อสร้างง่ายและเร็ว ประหยัดค่าก่อสร้าง ผนวกเทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาด และแก้ไขปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ยามเกิดอุทกภัยได้ทันที

1.6.4 ผลการประเมินคุณภาพของบ้านลอยน้ำ และผลสรุปการศึกษานวัตกรรมบ้านลอยน้ำ ที่มีเสถียรภาพการลอยที่ดี ก่อสร้างง่าย เร็ว ประหยัด ผนวกเทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาด และแก้ไขปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัย ยามเกิดอุทกภัย

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัย นวัตกรรมบ้านลอยน้ำที่อยู่อาศัยยุคอนาคต เป็นการศึกษาตัวแปร ในการออกแบบ ก่อสร้างบ้านลอยน้ำด้วยทุ่นให้มีเสถียรภาพในการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง มีคุณภาพในการใช้ชีวิตประจำวัน และสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เองด้วยแผงโซล่าร์เซลล์ ดังนั้นเพื่อที่จะสามารถดำเนินการวิจัยอย่างถูกต้อง และครอบคลุมตัวแปรได้ครบถ้วน จำเป็นต้องศึกษาหลักทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสามารถแบ่งเป็นหัวข้อได้ ดังนี้

2.1 ศึกษาบ้านแพของไทยในอดีตถึงปัจจุบัน

2.2 ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการลอยตัวของวัตถุในของไหล

2.3 กรณีศึกษาบ้านลอยน้ำในยุคปัจจุบันทั้งในและต่างประเทศ

2.4 พลังงานที่ใช้ในบ้านพักอาศัย และเทคนิคการประหยัดพลังงาน

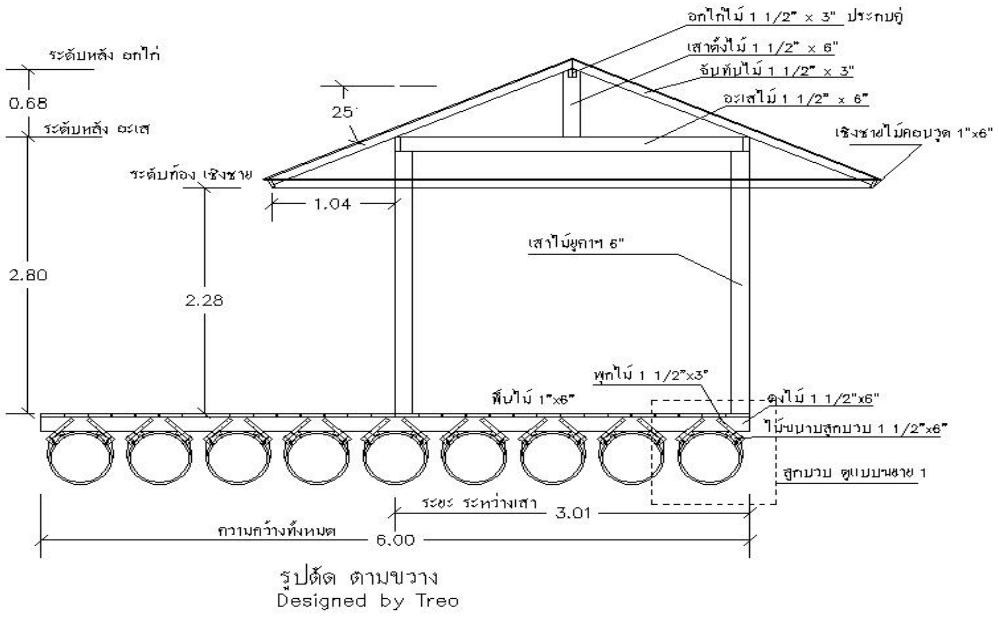
2.5 ระบบผลิตไฟฟ้าพลังเซลล์แสงอาทิตย์

2.1 ศึกษาวัสดุบ้านแพของไทยในอดีตถึงปัจจุบัน

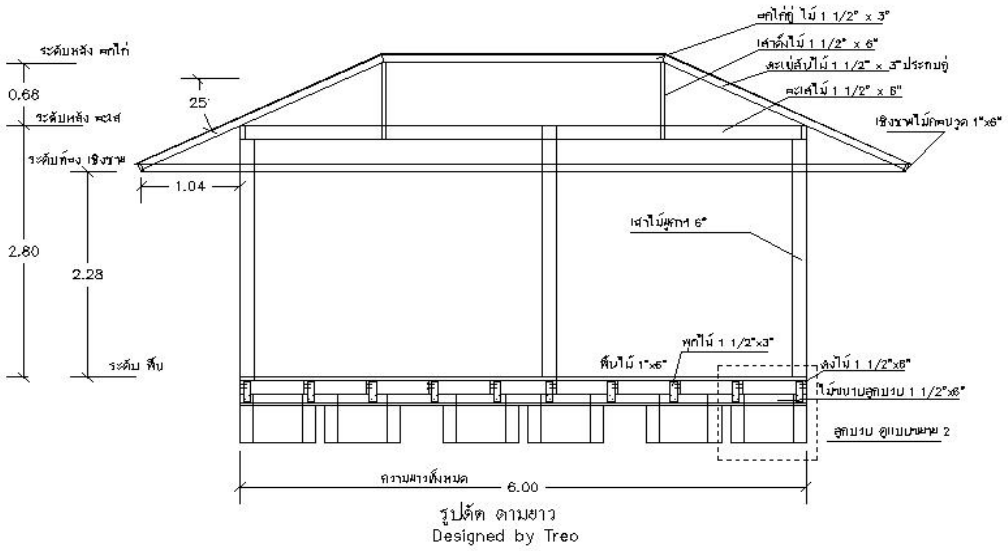
ภาพที่ 2-1 บ้านแพในอดีต (บ้านแพในอดีต, 2551: ออนไลน์)

คนไทยที่อาศัยอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยายุคอดีต ในประวัติศาสตร์มีกล่าวถึงตั้งแต่ช่วงรัชกาลที่1 นิยมสร้างบ้านอยู่บนแพ ใช้ทั้งพักอาศัยและค้าขาย เพราะแม่น้ำเป็นศูนย์กลางของสังคมอีกแห่งหนึ่งในอดีตถือเป็นเส้นทางคมนาคมหลัก ทำให้สายน้ำคือชีวิตของคนไทยในยุคอดีต คนไทยบางส่วนยังคงเกิดและอาศัยอยู่ในเรือ ซึ่งสัญจรขนส่งสินค้า ล่องไปตามต่างเมือง แม้คนที่มาจากต่างเมือง แล้วเข้ามาค้าขายในกรุงเทพในยุคอดีตนิยมสร้างเรือนแพเพราะไม่ต้องมีที่ดินเป็นของตนเอง สะดวกในการล่องเรือนำสินค้าไปยังต่างเมือง

เรือนแพ หมายถึง เรือนที่สร้างอยู่ในน้ำ อยู่บนแพทั้งหลัง โดยมีลักษณะและส่วนประกอบโดยทั่วไปเหมือนกับเรือนไทยเดิม เพียงแต่การลอยอยู่ในน้ำอาศัยแพที่เป็นทุ่นลอยน้ำ เรือนแพจึงแยกได้เป็นสองส่วน คือ ส่วนตัวเรือนและส่วนแพที่เป็นทุ่นลอยน้ำ แพเป็นส่วนสำคัญที่รับน้ำหนักของเรือน ส่วนใหญ่จะใช้แพไม้ไผ่ ลักษณะแพที่เป็นทุ่นลอยน้ำต่อมาจึงเปลี่ยนจากไม้ไผ่ไปใช้ถังน้ำมัน ซึ่งในปัจจุบัน นิยมใช้ถังน้ำมัน เหล็ก ขนาด 200 ลิตรในการทำเป็นทุ่นลอย



ภาพที่ 2-2 ตัวอย่างแพยุคปัจจุบัน แบบตัดตามขวาง (การสร้างบ้านแพ, 2548 : ออนไลน์)



ภาพที่ 2-3 ตัวอย่างแพยุคปัจจุบัน แบบตัดตามยาว (การสร้างบ้านแพ, 2548 : ออนไลน์)

ซึ่งจะคงทนและรับน้ำหนักได้มากกว่า แพไม้ไผ่แบบเดิม ซึ่งเป็นไม้ไผ่ที่มัดรวมกันเป็นฟ่อนๆ ถ้าเป็นลูกบวบขนาดเล็ก ฟ่อนหนึ่งจะมี 40-50 ลำ หากเป็นลูกบวบขนาดใหญ่ จะมีประมาณ 60-100 ลำ ลูกบวบทำหน้าที่เป็นทุ่นให้แพ ลอยได้เหมือนเรือโป๊ะแต่ราคาถูกกว่ามาก ในขณะเดียวกันก็มีอายุการใช้งานไม่ยาวนักเพราะจะถูกคลื่นกระแทกตลอดเวลาเมื่อมีเรือแล่นผ่าน

ส่วนลักษณะและโครงสร้างของตัวเรือนแพ คล้ายกับเรือนไทย ฝามีหลายแบบ เป็นฝากระแชงอ่อนหรือฝาขัดแตะ ซึ่งมีน้ำหนักเบาสามารถเปิดบานกระทุ้งได้ ส่วนด้านสกัดของเรือนเรียกฝาถัง ใช้ไม้กระดานเป็นแผ่นหน้ากว้างตั้งขึ้นเป็นฝา แต่ทำเป็นลิ้นเข้าไม้สนิทเสมือนเป็นแผ่นเดียวกันแบบจีน พบได้ในเรือนแพส่วนใหญ่ เพื่อป้องกันไม่ให้ขโมยที่อาจพายเรือเข้ามาเทียบแพงัดฝาได้ง่าย หลังคาจะมุงจาก เนื่องจากน้ำหนักเบา ทนต่อการสั่นไหวจากคลื่น ถ้าใช้กระเบื้องจะหนักและร่วงหล่นได้ง่าย

เรือนแพทั่วไป มักนิยมทำเป็นเรือนแฝด แต่มีขนาดไม่เท่ากัน เรือนใหญ่จะอยู่ด้านนอก เรือนเล็กจะอยู่ด้านใน ริมตลิ่ง นิยมปลูกเป็นเรือนแฝดสามหลังเลยทีเดียว แต่ต่อมาการสร้างเรือนไทยแบบเรือนไทยเดิมนั้นค่อยๆลดลง ตามความเปลี่ยนไปของระบบเศรษฐกิจ การปลูกสร้างที่อยู่อาศัย ก็ต้องคำนึงถึงความรวดเร็วและความประหยัด จึงมีเรือนรูปแบบอื่นมาแทนที่ ระบบการคมนาคมทางน้ำก็มีการพัฒนารูปแบบไป มีการคิดค้นเรือหางยาว ซึ่งสร้างคลื่นในลำคลอง เรือน

แพก็รับผลกระทบโดยตรง โดยทำให้ตัวเรือน โยกคลอน ซัดเซไปตามแรงคลื่น ประชากรชาวแพจึงอพยพหนีคลื่นเข้าสู่คลองและขึ้นฝั่ง ยึดริมตลิ่งนั่นเองเป็นที่ปลูกสร้างกระท่อมริมคลอง

จนปัจจุบัน ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ ก็มีในต่างจังหวัด ที่เป็นลักษณะชุมชนเรือนแพ เช่นที่ริมแม่น้ำสะแกกรังจังหวัดอุทัยธานี แถวหน้าวัดมหาธาตุที่จังหวัดพิษณุโลก แต่ที่เป็นเรือนแพแบบเรือนไทยเดิมมีจำนวนไม่มาก เปลี่ยนเป็นเรือนแบบสมัยใหม่ไปเกือบหมด

แพสมัยใหม่ทำจากวัสดุที่มีน้ำหนักเบาขึ้นและหาได้ง่ายตามท้องตลาดดังภาพด้านล่างซึ่งทำจากลูกบวบ 9 ชุด แต่ละชุดใช้ถัง 6 ใบ ยึดด้วยไม้ขนาบลูกบวบ และรัดด้วยลวดสแตนเลส พื้นไม้จะวางบนตงไม้ ซึ่งจะวางอยู่บนไม้ขนาบลูกบวบโดยยึดเข้าด้วยกันด้วยพุกไม้ถังพลาสติก สำหรับลูกบวบแต่ละชุดจะถูกจัดวางเป็นคู่ๆ จำนวน 3 คู่

2.2 ศึกษาทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการลอยตัวของวัตถุในของเหลว

ทฤษฎีเบื้องต้นเกี่ยวกับการลอยตัวของวัตถุในของไหลของอาคีมีดีสเป็นหลักในการนำมาพิจารณาเพื่อที่จะหาแรงลอยตัว ลักษณะของความสมดุลย์ของการลอยตัว แรงพยุงและการลอยตัว (ปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล, 2549 : ออนไลน์)

ตามหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับการลอยตัวของวัตถุในของไหลของอาคีมีดีส กล่าวไว้ว่า เมื่อวัตถุจุ่มหรือจมอยู่ในของเหลว จะมีแรงซึ่งเกิดจากสถิตศาสตร์ของของไหลมากระทำกับวัตถุนั้น ซึ่งเรียกแรงนั้นว่า แรงพยุง และแรงพยุงจะมีค่าเท่ากับน้ำหนักของของไหลซึ่งมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ในของไหลนั้น แรงพยุง = น้ำหนักของของไหลปริมาตรเท่ากับปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ในของไหล

$$Fb = mg \quad \text{.....(1)}$$

$$Fb = (Ro) \times (Vg) \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ Fb = แรงลอยตัว

mg = น้ำหนักแพ

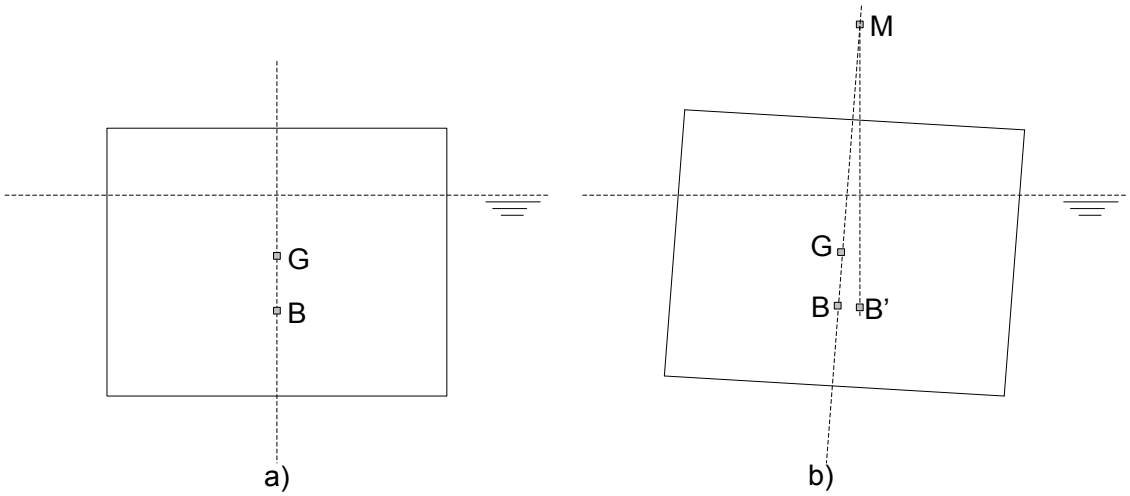
Fb = แรงลอยตัว

Ro = ความหนาแน่นของน้ำ (1000 กิโลกรัม/ลบ.เมตร)

V = ปริมาตรแพ

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก

(1) = (2)



ภาพที่ 2-4 วัตถุที่ลอยน้ำเมื่ออยู่ในภาวะสมดุลย์ (ปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล, 2549 : ออนไลน์)

จากภาพที่ 2-4 จะเห็นว่าเมื่ออยู่ในภาวะสมดุลย์โดยที่แรงพยุงนี้กระทำในแนวดิ่งผ่านจุดแกนของวัตถุในของไหลที่ถูกแทนที่ และเรียกจุดนั้นว่าจุดศูนย์กลางของการลอยตัว (จุด B)

พิจารณาจากภาพที่ 2- 4 จะเห็นว่าน้ำหนักของเรือจะทำให้เกิดแรงกระทำที่มีทิศทางลงและกระทบในแนวดิ่ง ผ่านจุด G (จุดศูนย์กลางของแรงโน้มถ่วงของวัตถุ) ซึ่งแรงนี้มีค่าเท่ากับแรงพยุงซึ่งกระทำผ่านจุด B ฉะนั้น จึงได้ข้อสรุปว่า เมื่อเกิดความสมดุลย์ในทางสถิตศาสตร์และเรือไม่มีการโคลง ตำแหน่งของจุด B และจุด G จะต้องอยู่ในแนวดิ่งเดียวกัน

ถ้าทำให้เรือโคลง นั่นก็คือทำให้เสียความสมดุลย์ทางสถิตศาสตร์ ตำแหน่งของจุด B ก็จะเลื่อนไปอยู่ที่จุด B' แนวแรงการพยุงซึ่งกระทำในแนวดิ่งผ่านจุด B' จะไปตัดกับแนวที่ผ่านจุด B และจุด G เดิมจุด M ซึ่งเรียกจุด M นี้ว่า จุดศูนย์กลางเมตา (metacenter)

ระยะทางระหว่างจุด M และจุด G (MG) นั้นเรียกว่าความสูงเมตาเซ็นตริค ซึ่งค่าความสูงเมตาเซ็นตริคนี้จะนำไปใช้อธิบายเรื่องการทรงตัวของวัตถุต่อไป

2.2.1 การทรงตัวของวัตถุในของไหล (conditions of stability)

การทรงตัวของวัตถุในของไหลนั้น แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะโดยถือเอาระยะ MG (ความสูงของเมตาเซ็นตริค) เป็นตัวกำหนดดังนี้

<u>การทรงตัวที่เสถียรมีความสมดุลย์มั่นคง (stable equilibrium)</u>

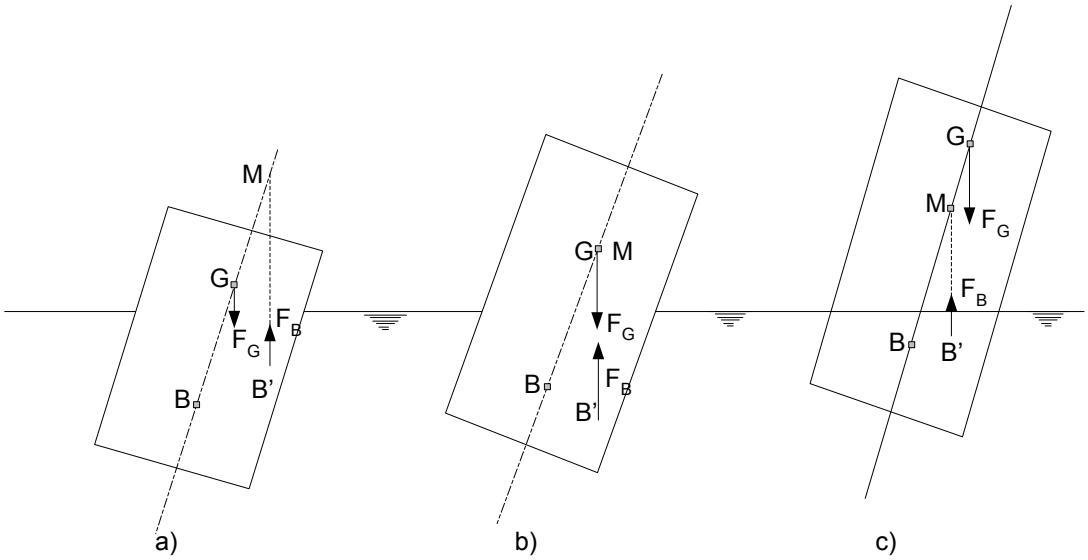
การทรงตัวแบบนี้ จุด M จะอยู่สูงกว่าจุด G นั้นคือระยะ MG เป็นบวก ฉะนั้นเกิดโมเมนต์ของแรง F_B กับ F_G เพื่อจุดให้วัตถุกลับตำแหน่งเดิมดู รูปที่ 2.5a

<u>การทรงตัวที่สะเทิ้นมีความสมดุลย์เป็นกลาง (neutral equilibrium)</u>

การทรงตัวแบบนี้ จุด M กับจุด G จะอยู่ในจุดเดียวกัน นั่นคือระยะ MG เท่ากับศูนย์ เพราะฉะนั้นจะไม่เพิ่มโมเมนต์ในการจุดวัตถุกลับตำแหน่งเดิม นั่นคือ วัตถุจะคงอยู่ในตำแหน่งเอียงและไม่กลับตำแหน่งเดิมดู รูปที่ 2-5 b

<u>การทรงตัวที่ไม่เสถียรมีความสมดุลไม่มั่นคง (unstable equilibrium)</u>

การทรงตัวแบบนี้ จุด M จะอยู่ต่ำกว่าจุด G นั่นคือระยะ MG เป็นลบ ฉะนั้นเกิดโมเมนต์ของแรง F_B กับ F_G ดึงให้วัตถุพลิกค่ำดู ภาพที่ 2-5 c



ภาพที่ 2-5 การทรงตัวของวัตถุในของไหล (ปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล, 2549 : ออนไลน์)

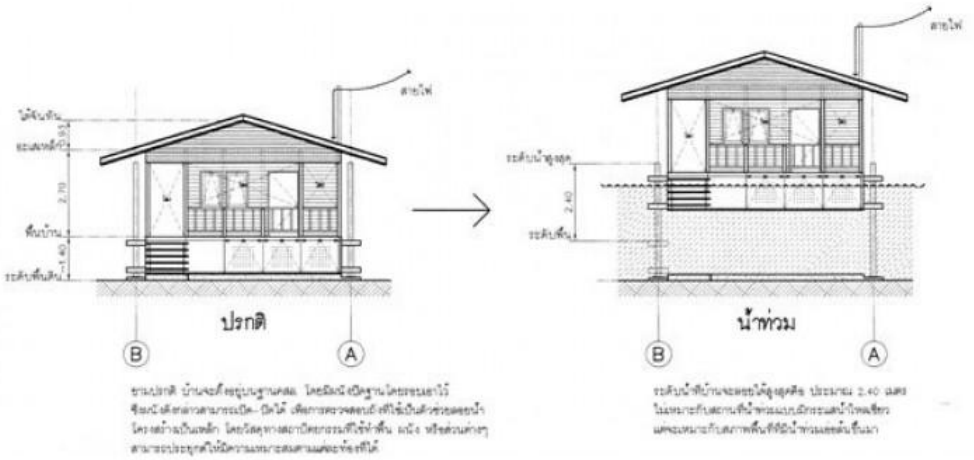
2.3 กรณีศึกษาบ้านลอยน้ำในยุคปัจจุบันทั้งใน และต่างประเทศ

2.3.1 แบบบ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย

ภาพที่ 2-6 บ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย (กรมโยธาธิการและผังเมือง,2551 : ออนไลน์)

กรมโยธาธิการและผังเมืองได้ออกแบบบ้านลอยน้ำโดยปรับใช้แนวคิดจาก “บ้านลอยน้ำท่าขนอน” และเรือนแพของชาวบ้านในอดีตนำมาปรับประยุกต์ใช้ในปัจจุบัน ในฤดูร้อนตัวบ้านจะตั้งอยู่บนดินตามปกติแต่จะลอยขึ้นตามระดับน้ำเมื่อเกิดน้ำท่วมโดยมีการยึดตัวบ้านไว้กับเสาหลักทั้ง 4 มุมเพื่อป้องกันการโคลงตัวหรือลอยไปตามกระแสน้ำและเมื่อน้ำลดระดับลง ตัวบ้านก็จะกลับมาตั้งอยู่บนพื้นดินตามเดิม ขนาดของบ้านลอยน้ำที่ได้ออกแบบขึ้นนี้ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของขนาดวัสดุสำเร็จรูปที่มีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาดเพื่อให้เป็นการใช้วัสดุที่คุ้มค่าที่สุดเท่าที่จะทำได้ ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้และทำการก่อสร้างได้ง่าย เนื่องจากมีระบบวิศวกรรมโครงสร้างเป็นรูปแบบอย่างง่าย ชาวบ้านที่มีความรู้ด้านช่างในระดับทั่วไปก็จะสามารถดำเนินการก่อสร้างได้เอง บ้านหลังนี้มีขนาดพื้นที่รวมประมาณ 60 ตารางเมตร ซึ่งเป็นขนาดที่ไม่ใหญ่มากเพื่อความสะดวกในการก่อสร้างและการลอยน้ำแต่หากมีความต้องการพื้นที่เพิ่มขึ้นก็อาจเชื่อมต่อหลายหลังเข้าด้วยกันโดยใช้สะพานทางเชื่อมพาดระหว่างชานรอบตัวบ้าน ราคาค่าก่อสร้าง

ประมาณการได้ว่ากรณีดำเนินการก่อสร้างเองจะมีราคาประมาณหลังละ 719,000 บาท หากจ้างเหมาราคา รวมค่าแรงประมาณหลังละ 915,000 บาท เนื่องจากต้องมีการคิดค่าดำเนินการ กำไร และภาษี มีระบบสุขาภิบาล โดยใช้ระบบการย่อยสลายโดยมีถังบรรจุจุลินทรีย์ EM ติดตั้งอยู่ใต้ห้องน้ำเพื่อย่อยสลายและเร่งการตกตะกอนของสิ่งปฏิกูล



ภาพที่ 2-6.1 บ้านลอยน้ำโดยกรมโยธาธิการและผังเมืองกระทรวงมหาดไทย (กรมโยธาธิการและผังเมือง,2551 : ออนไลน์)

- <u>ด้านเสถียรภาพการลอยตัว และระบบการลอยตัว</u>

ระยะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ 1.90 เมตร สัดส่วนจุดศูนย์ถ่วง ½ ของความสูงอาคาร ใช้ระบบทุ่นถังเหล็กขนาด 200 ลิตร

- <u>ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง</u>

ใช้เวลาการก่อสร้างประมาณ 3 สัปดาห์ ราคา915,000 บาท

- <u>ด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุ</u>

หลังคากระเบื้องลอนคู่ ผนังไม้เนื้อแข็ง

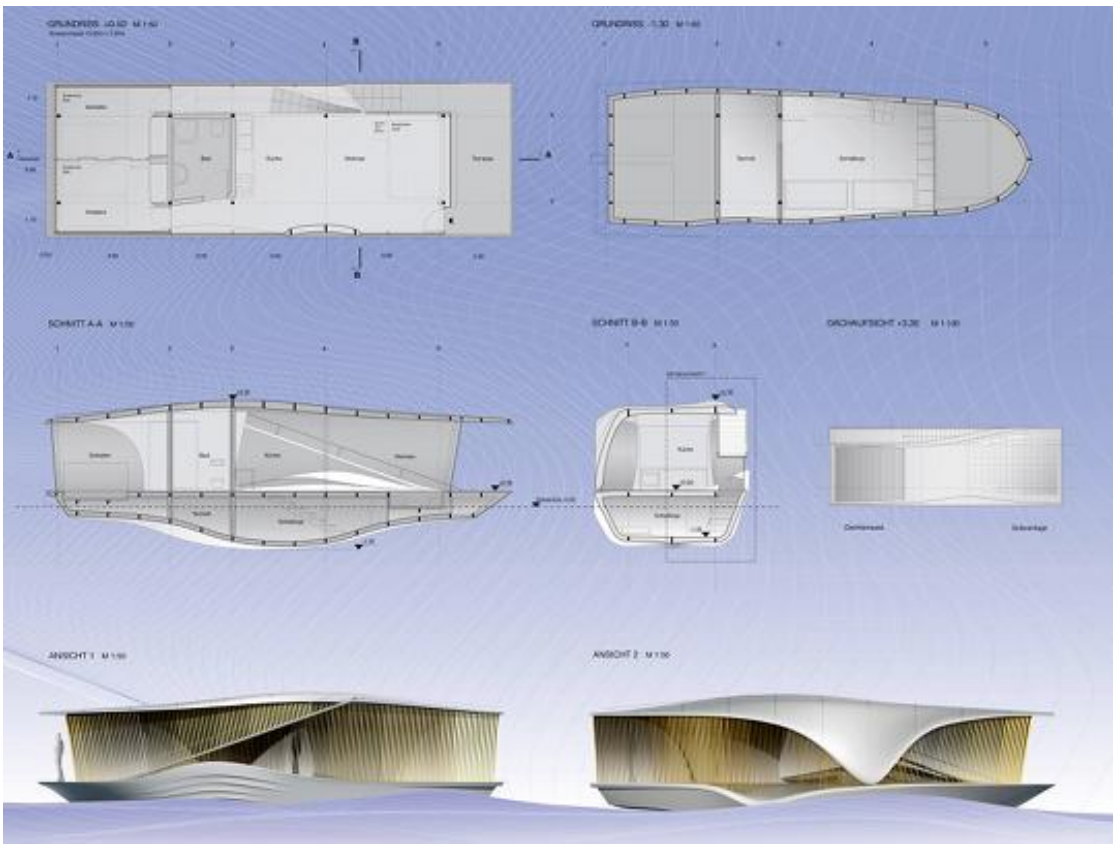
- <u>ด้านระบบพลังงานของอาคาร</u>

พึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากส่วนกลาง

2.3.2 The Last resort

ภาพที่ 2-7 บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท RAFAA (บริษัท RAFAA, 2554 : ออนไลน์)

บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีระบบขับเคลื่อน ออกแบบ โดย บริษัท RAFAA Architecture and Design, Switzerland ซึ่งชนะในงานประกวดแบบสถาปัตยกรรมลอยน้ำแบบเคลื่อนที่ได้ จัดขึ้นโดย Internationale Bauausstell, Germany ซึ่งบ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ กว้าง 5 เมตร ยาว 15 เมตร มีทั้งหมด 2 ชั้น ชั้นล่างประกอบด้วย ที่นอน (แบบ 2 ชั้น 2 เตียง) และช่องเก็บวัสดุอุปกรณ์ ส่วนชั้นบนเป็นพื้นที่อยู่อาศัยหลัก ประกอบด้วยมุมนั่งเล่น ห้องครัว ห้องน้ำ และห้องนอน ขณะที่บริเวณหลังคาจะมีแผงโซลาร์บริเวณดาดฟ้า แต่ไม่ได้กล่าวถึงระบบรีไซเคิลน้ำทิ้งและของเสีย



ภาพที่ 2-7.1 บ้านลอยน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ของ บริษัท RAFAA (บริษัท RAFAA, 2554 : ออนไลน์)

- <u>ด้านเสถียรภาพการลอยตัว และระบบการลอยตัว</u>

ระยะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ 1.50 เมตร สัดส่วนจุดศูนย์ถ่วง ½ ของความสูงอาคาร ใช้ระบบทุ่นลอยไฟเบอร์กลาส

- <u>ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง</u>

ใช้เวลาการก่อสร้างประมาณ 4 สัปดาห์ ราคา6,000,000 บาท

- <u>ด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุ</u>

ไฟเบอร์กลาส และกระจก

- <u>ด้านระบบพลังงานของอาคาร</u>

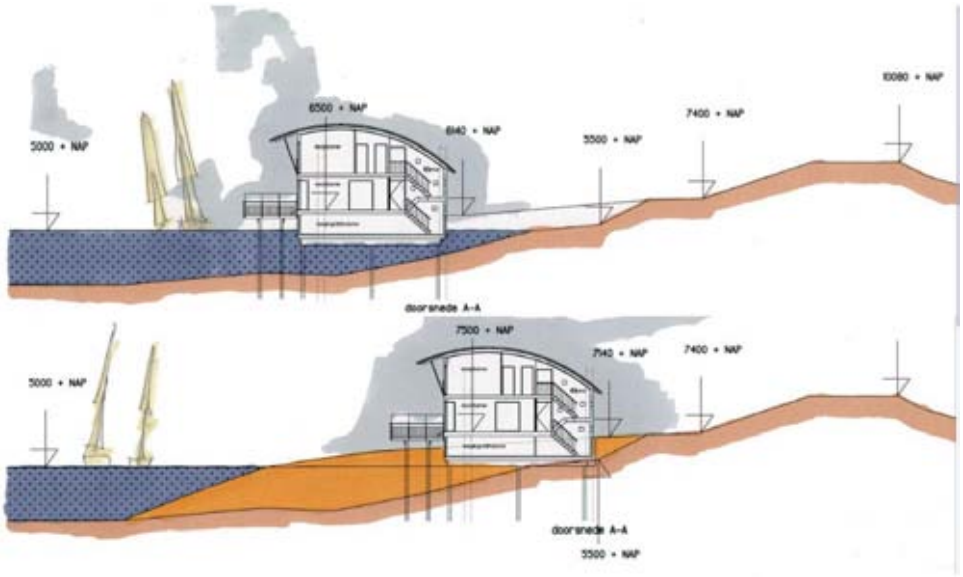
เซลล์แสงอาทิตย์

2.3.3 **บ้านลอยน้ำ โดย บ.** Dutch Architectural Form Factor Architecten **เนเธอร์แลนด์ เมือง** Maasbommel

ภาพที่ 2-8 บ้านลอยน้ำประหยัดพลังงานแสงอาทิตย์ โดยบริษัท Dutch Architectural Form Factor Architecten เนเธอร์แลนด์ เมือง Maasbommel (Dutch Architectural Form Factor Architecten, 2011 : ออนไลน์)

แนวคิดการสร้างบ้านแบบใหม่นี้จะต่างจากบ้านแบบธรรมดาตรงที่การออกแบบและวัสดุที่ใช้จะค่อนข้างยืดหยุ่นและลอยตัวได้เมื่อน้ำท่วมหรือระดับน้ำทะเลหนุนขึ้นสูงถึง 5 เมตร ซึ่งบริษัทที่คิดค้นได้มีการพัฒนาแบบบ้านมาสองแบบโดยแบบแรกคือบ้านที่ปกติก็ลอยตัวอยู่บนน้ำเลยเหมือนเรือ และแบบที่สองที่ในสภาวะปกติก็ทรงตัวบนผืนแผ่นดินธรรมดาเหมือนทั่วๆไป แต่ถ้าเกิดกรณีน้ำท่วมขึ้นมา ตัวบ้านก็จะสามารถลอยตัวขึ้นเหนือน้ำเหมือนเรือซึ่งวัสดุที่ใช้ในการสร้างจะใช้กล่องคอนกรีตสี่เหลี่ยมกลวงมาทำเป็นฐาน เพื่อทำให้บ้านลอยตัวได้บนน้ำ และใช้เสาเหล็กกล้าเป็นโครงสร้างหลักและเสริมความมั่นคงของตัวบ้าน ส่วนของสาธารณูปโภค เช่น น้ำและไฟนั้นจะมีการส่งผ่านท่อที่มีความแข็งแรงและยืดหยุ่นมากต่อกระแสน้ำที่จะมาปะทะอีกด้วยซึ่งบ้านแบบใหม่ที่ว่านี้นอกจากจะออกแบบและสร้างไว้เพื่อรับมือกับน้ำท่วมแล้ว บ้านแบบนี้ก็ยังเป็น

มิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วยโดยแนวคิดนี้ ได้ใช้เวลาในการพัฒนาและค้นคว้ามากว่าสามปีโดยบริษัททางวิศวกรรมสถาปัตยกรรมชั้นนำในประเทศเนเธอร์แลนด์ที่ชื่อว่า Dutchee Architectural Form Factor Architecten ซึ่งโครงการนี้เกิดขึ้นมาจากว่าที่ประเทศเนเธอร์แลนด์นั้น พื้นที่ครึ่งหนึ่งของประเทศมีระดับอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำทะเล จึงทำให้เกิดเหตุการณ์น้ำท่วมอยู่เสมอ แต่ไม่มีระบบรีไซเคิลของเสีย



ภาพที่ 2-8.1 บ้านลอยน้ำประหยัดพลังงานแสงอาทิตย์ โดยบริษัท Dutch Architectural Form Factor Architecten ใน เนเธอร์แลนด์ เมือง Maasbommel (Dutch Architectural Form Factor Architecten, 2011 : ออนไลน์)

- <u>ด้านเสถียรภาพการลอยตัว และระบบการลอยตัว</u>

ระยะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ 3 เมตร สัดส่วนจุดศูนย์ถ่วง ½ ของความสูงอาคาร ใช้ระบบทุ่นคอนกรีตที่มีช่องเก็บอากาศอยู่ด้านใน

- <u>ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง</u>

ใช้เวลาการก่อสร้างประมาณ 4 สัปดาห์ ราคา 4,000,000 บาท

- <u>ด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุ</u>

หลังคาเมทัลชีท ผนังไม้เนื้อแข็ง

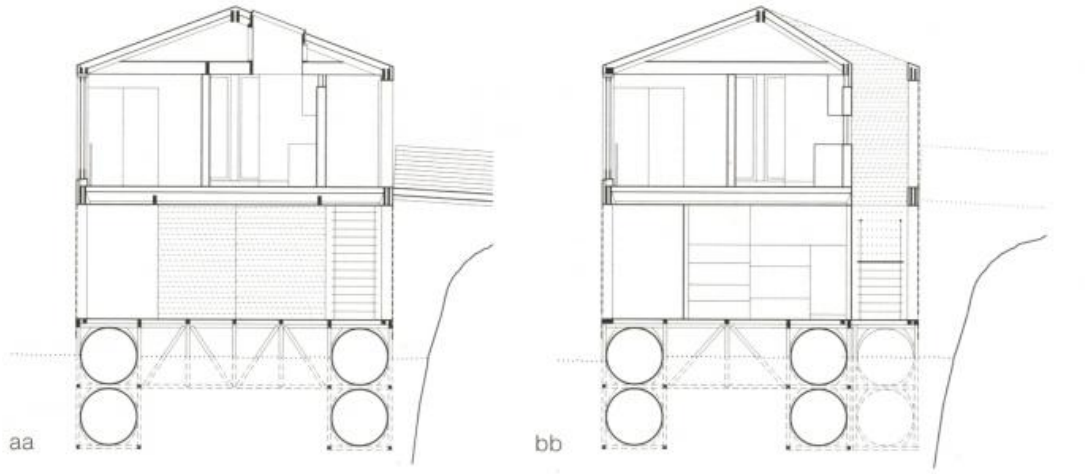
- <u>ด้านระบบพลังงานของอาคาร</u>

พึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากส่วนกลาง

2.3.4 **บ้านลอยน้ำ ระบบ** Prefabricated **โดย** Architecture: MOS – Michael Meredith

ภาพที่ 2-9 บ้านลอยน้ำระบบ Prefabricated โดย Architecture: MOS – Michael Meredith (MOS – Michael Meredith, 2011 : ออนไลน์)

การก่อสร้างเร็วและประหยัดบ้านหลังนี้ มีลักษณะเป็นบ้านลอยน้ำจริงๆ คือเป็นบ้านที่สร้างอยู่กับที่ ไม่ได้มีลักษณะเป็นบ้านเรือ ที่จะใช้ล่องไปเที่ยวไหนๆได้ จึงมีขนาดใหญ่ และมี 2 ชั้น มีทางเดินขึ้นบกแบบธรรมดา และจากชั้น 2 ด้วย ส่วนชั้นล่างมีชานเป็นโป๊ะ ใช้ท่าเทียบเรือได้ลักษณะของทุ่นแพ ส่วนผนังกรุผนังเลือกใช้ไม้ซีดาร์ซึ่งใช้โครงเหล็กเป็นตัวบังคับทุ่นที่เป็นถังเหล็กยาววางซ้อนกันด้านขอบนอกของแพ เพื่อให้รับน้ำหนักได้สมดุล ไม่เอียงข้างง่ายๆ ส่วนวัสดุของตัวบ้านก็ต้องเลือกที่น้ำหนักเบา ทุ่นข้างล่างก็จะได้ไม่ต้องใช้มาก ความน่าสนใจของบ้านหลังนี้อยู่ที่การออกแบบที่เรียบง่าย หรือรับน้ำหนักมาก แต่ไม่มีระบบรีไซเคิลของเสีย



ภาพที่ 2-9.1 รูปตัดภาพบ้านลอยน้ำระบบ Prefabricated โดย Architecture: MOS – Michael Meredith (MOS – Michael Meredith, 2011 : ออนไลน์)

- <u>ด้านเสถียรภาพการลอยตัว และระบบการลอยตัว</u>

  ระยะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ 3 เมตร สัดส่วนจุดศูนย์ถ่วง ½ ของความสูงอาคาร ใช้ระบบทุ่นถังเหล็กขนาด 200 ลิตร

- <u>ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง</u>

  ใช้เวลาการก่อสร้างประมาณ 4 สัปดาห์ ราคาประมาณ 3,000,000 บาท

- <u>ด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุ</u>

  หลังคาไม้ซีด้าร์ปิดผิวด้วยแผ่นชิงเกิ้ล (shingle roof) ผนังไม้เนื้อแข็ง

- <u>ด้านระบบพลังงานของอาคาร</u>

  พึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากส่วนกลาง

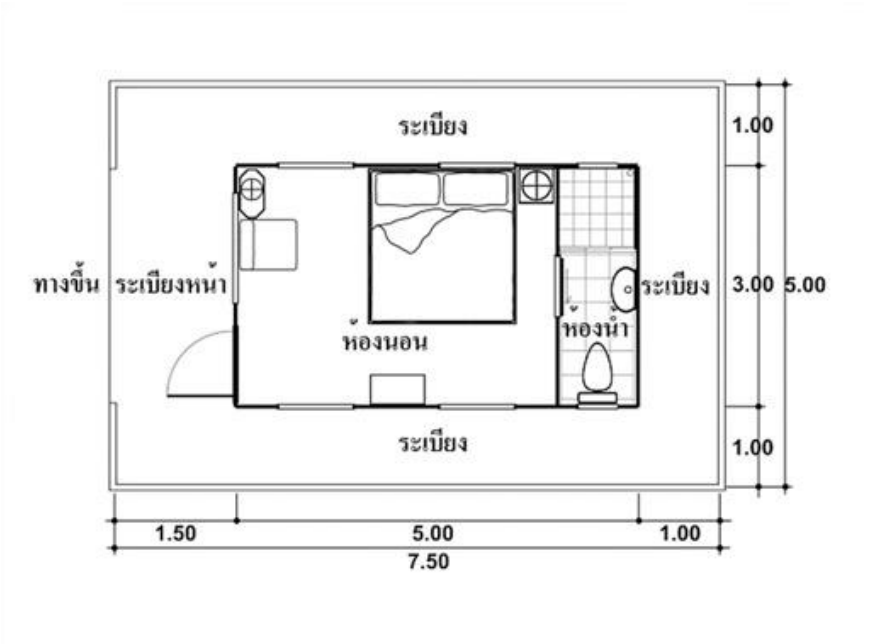
2.3.5 บ้านลอยน้ำชัยประดิษฐ์

ภาพที่ 2-10 บ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A (บริษัทชัยประดิษฐ์, 2554 : ออนไลน์)

ภาพที่ 2-10.1 บ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A (บริษัทชัยประดิษฐ์, 2554 : ออนไลน์)

บ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ ออกแบบมาเพื่อ อยู่อาศัยได้ตามปกติ ลอยได้ด้วยระบบทุ่นเหล็กที่เก็บอากาศไว้ภายใน ตัวทุ่นหนา 60 เซนติเมตร มีห้องน้ำในตัว มีถังเก็บปฏิกูลอยู่ด้านล่าง และมีจุลินทรีย์ชีวภาพ EM และมีช่องสำหรับดูดสิ่งปฏิกูล เมื่อน้ำท่วมบ้านจะลอยน้ำได้ทันทีมี หลายแบบ และหลายขนาดให้เลือก วัสดุผนังทำจาก แผ่นเมทัลชีท และหลังคากระเบื้องแบบธรรมดา ไม่มีระบบประหยัดพลังงาน และฉนวนกันความร้อนที่ผนัง

แบบ A พื้นที่ใช้รวม 37.5 ตร.ม./ ห้องนอน 12 ตร.ม/ ห้องน้ำ 3 ตร.ม./ ระเบียงรอบ 22.5 ตร.ม/พื้นที่ทุ่นรวม 37.5 ตร.ม.



ภาพที่ 2-10.2 แบบบ้านลอยน้ำ ชัยประดิษฐ์ แบบ A (บริษัทชัยประดิษฐ์, 2554 : ออนไลน์)

- <u>ด้านเสถียรภาพการลอยตัว และระบบการลอยตัว</u>

ระยะจุดศูนย์ถ่วงอยู่ที่ 1.5 เมตร สัดส่วนจุดศูนย์ถ่วง ½ ของความสูงอาคาร ใช้ระบบทุ่นเหล็กที่เก็บอากาศไว้ภายใน

- ด้านระยะเวลาการก่อสร้าง และราคาค่าก่อสร้าง

<u>ใช้เวลาการก่อสร้างประมาณ 4 สัปดาห์ ราคาประมาณ 400,000 บาท</u>

- ด้านการประหยัดพลังงานของวัสดุ

<u>หลังคากระเบื้องลอนคู่ ผนังเมทัลชีท</u>

- ด้านระบบพลังงานของอาคาร

พึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากส่วนกลาง

2.4 เทคนิคการประหยัดพลังงานในบ้านพักอาศัย

พลังงานในที่พักอาศัยเป็นปัจจัยสำคัญต้องพิจารณาในการ ออกแบบงานสถาปัตยกรรมในด้านการเลือกใช้ระบบต่างๆอาคารที่คำนึงถึงการประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของบ้านพักอาศัย ประกอบด้วย พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และพลังงานสำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

2.4.1 พลังงานในระบบปรับอากาศ

การคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร สามารถคำนวณได้

จากสมการ $Q = U \times A \times \Delta T$ .....(3)

เมื่อ Q = ค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร (Btu/h)

U = ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของวัสดุระหว่างอากาศกับอากาศ และเท่ากับส่วนกลับของ $(1/\sum R)$

A = ขนาดพื้นที่ (ft^2)

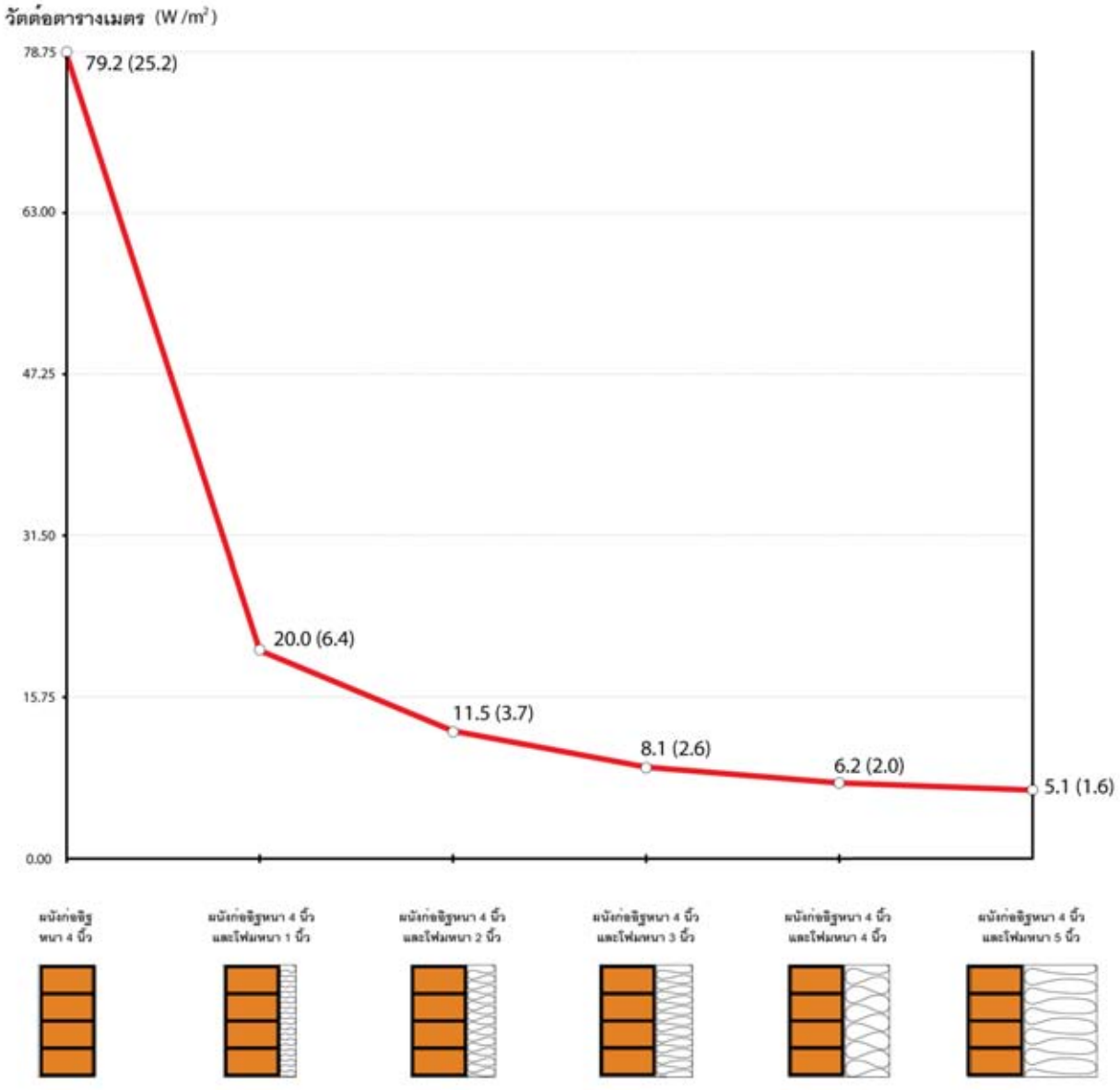
ΔT = ค่าความต่างของอุณหภูมิ (°F)

$U = 1/\sum R$.....(4)

R = ค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุ และอากาศ ($h \cdot Ft^2 \cdot °F$ /Btu)

เนื่องจากพลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ในบ้านเนการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านพักอาศัยจึงถือเป็นภาระการทำความเย็น การเลือกใช้วัสดุที่มีค่ากันความร้อนสูงก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญในการช่วยให้บ้านประหยัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ ดังนั้นควรเลือกใช้วัสดุที่มีค่าความเป็นฉนวนที่

สามารถกันความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกได้ดี สามารถพิจารณาโดยการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (U)



แผนภูมิที่ 2-1 แสดงการเปรียบเทียบค่าค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน (U) ของวัสดุชนิดต่างๆ (สุนทร บุญญาธิการ, 2545: 171)

แผนภูมิที่ 2-1 แสดงถึงอัตราความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารเปรียบเทียบระหว่าง ผนังก่ออิฐ 4 นิ้วทั่วไป และเมื่อมีการผสมผสานฉนวนที่ความหนาต่างกันตั้งแต่ 1-5 นิ้ว จากแผนภูมิพบว่าการผสมผสานวัสดุฉนวนเข้าไปในระบบผนังก่ออิฐหนา 4 นิ้วของอาคารทั่วไปนั้นจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งหมายถึง สามารถลดอัตราความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้ประมาณ 75 เปอร์เซนต์

หมายเหตุ

[1] ช่องว่างอากาศที่มีฟอยล์ด้านเดียวหรือสองด้าน มีค่าความต้านทานความร้อนไม่แตกต่างกันมาก แต่ค่าความต้านทานความร้อนจะมากจะน้อยขึ้นอยู่กับทิศทางของการไหลของความร้อน ในตารางเป็นการถ่ายเทความร้อนในแนวนอน

[2] ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศไม่ได้แปรผันโดยตรงกับความหนาของช่องว่างอากาศ

[3] ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ค่าความต้านทานความร้อนของคอนกรีตมวลเบาอาจแปรผันได้ตั้งแต่ 0.03 ไปจนถึง 0.03 - 0.3 (m^2K/W

แผนภูมิที่ 2-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุชนิดต่างๆ ที่ความหนา 1 นิ้ว (สุนทร บุญญาธิการ, 2545: 170)

ค่าการกันความร้อนของอากาศบริเวณผิววัสดุในทิศทางและองศาที่ต่างกัน ที่ในการคำนวณค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร

ตารางที่ 2-1 แสดงค่าการกันความร้อนของอุณหภูมิผิววัสดุในทิศทางและองศาที่ต่างกัน (ASHRAE,1997:)

		Sufface Emittance					
		Non reflective			reflective		
		E = 0.90			E = 0.20, E = 0.05		
Position of Surface	Direction of Heat flow	h.	R	h.	R	h.	R
Still air							
Horizontal	Upward	1.63	0.61	0.91	1.10	0.76	1.32
Sloping (45)	Upward	1.60	0.62	0.88	1.14	0.73	1.37
Vertical	Horizontal	1.46	0.68	0.74	1.35	0.59	1.70
Sloping (45)	Downward	1.32	0.76	0.60	1.67	0.45	2.22
Horizontal	Downward	1.08	0.92	0.37	2.70	0.22	4.55
		h.	R	h.	R	h.	R
Moving air (any position)							
15- mph wind (for winter)	Any	6.00	0.17				
7.5- mph wind (for summer)	Any	4.00	0.25				

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E = \frac{\text{พลังงานความเย็นที่ได้จากเครื่องปรับอากาศ (Btu/h)}}{COP} \quad \text{.....(5)}$$

เมื่อ E = พลังงานไฟฟ้าหน่วย วัตต์-ชั่วโมง (W/h)

$$COP = \frac{\text{พลังงานความเย็นที่ได้จากเครื่องปรับอากาศ (W)}}{\text{พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ (W)}} \quad \text{.....(6)}$$

2.4.2 พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบแสงสว่าง

ปัจจุบันมีแหล่งกำเนิดแสงสว่างมากมายหลายชนิด โดยในอดีตนิยมใช้หลอดไฟแบบ หลอดอินแคนเดสเซนต์ (incandescent lamps) หลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamps)แต่ในปัจจุบัน ได้มีการผลิตหลอดไดโอดเปล่งแสง (light emitting diode, LED) ซึ่ง แสงสว่างที่เกิดจาก LED เป็นแสงที่มีประสิทธิผลสูง เพราะพลังงานทั้งหมดเปล่งออกมา

เป็นแสงสว่างแต่ไม่แผ่รังสีความร้อน ขณะที่หลอดอินแคนเดสเซนต์และฟลูออเรสเซนต์ให้ความร้อนออกมานอกเหนือจากแสงสว่างที่ได้ การเปล่งแสงของ LED เกิดจากการแผ่รังสีพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า มีอายุการใช้งานยาวนานประมาณ 100,000 ชั่วโมง ใช้กำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าต่ำโดยไม่ทำให้เกิดความร้อน รังสีอัลตราไวโอเล็ตและรังสีอินฟราเรด จึงช่วยในการประหยัดพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง การคำนวณพลังงานไฟฟ้า ต่อ 1หน่วยเวลา เพื่อนำมาหาปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดในช่วงนั้นหรือ เรียกว่า "กำลังไฟฟ้า" (power unit) สามารถคำนวณหาได้จากสมการ

$$E = P \times Time \quad \text{.....(6)}$$

เมื่อ E คือ พลังงานไฟฟ้า หน่วย วัตต์-ชั่วโมง (Watt-hour)

P คือ กำลังไฟฟ้า (electric power) หน่วย วัตต์ (Watt)

Time คือ เวลาที่ใช้งาน หน่วย (ชั่วโมง)

ตารางที่ 2-2 แสดงรายการไฟฟ้าแสงสว่างในบ้านพักอาศัย (AC)

ไฟฟ้าแสงสว่าง	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	ชนิด
หลอดฟลูเรสเซนต์	12	20	1	8.00	160	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	22	30	1	8.00	240	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	42	50	1	8.00	400	AC
หลอดคอมแพค	12	13.5	1	8.00	108	AC

ตารางที่ 2-3 แสดงรายการไฟฟ้าแสงสว่างในบ้านลอยน้ำ (DC)

ไฟฟ้าแสงสว่าง	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	ชนิด
หลอด LED แบบหลอดยาว (T5)	-	14	8	1.00	112.00	12DC
หลอดคอมแพค LED	-	3	8	8.00	192.00	12DC

2.4.3 พลังงานที่ใช้สำหรับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย

การเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน จำนวนเครื่อง ระยะเวลาการใช้งานเป็นอีกหนึ่งปัจจัยในการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังนั้น อัตราการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าจึงเป็นส่วนสำคัญอีกประการหนึ่งในการช่วยประหยัดพลังงาน ปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยในปัจจุบันสามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภทคือ เครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ(AC) และเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้ไฟฟ้ากระแสตรง(DC)

ตารางที่ 2-4 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักอาศัย (AC)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	ชนิด
เครื่องปรับอากาศ	9000 Btu	920	1	8.00	7,360	AC
เครื่องปรับอากาศ	120000 Btu	1150	1	1.00	1,150	AC
ตู้เย็น	4.5-6.0 ลบ.ฟุต	88	1	6.00	528	AC
พัดลมเพดาน	16 นิ้ว	68	1	1.00	68	AC
โทรทัศน์	32	95	1	2.00	190	AC
วิทยุ	-	15	1	0.00	0	AC
เครื่องปิ้งขนมปัง	-	700	1	0.30	210	AC
เตาไมโครเวฟ	-	960	1	1.00	960	AC
เครื่องทำน้ำร้อน	-	2000	1	1.00	2,000	AC
กาต้มน้ำ	-	500	1	0.20	100	AC
เตารีด	-	750	1	0.30	225	AC
เครื่องซักผ้า	-	600	1	1.00	600	AC
กล่องเคเบิลทีวี	-	15	1	6.00	90	AC
เครื่องสูบน้ำ	½ HP	533	1	6.00	3,198	AC
เครื่องกรองน้ำ RO		28.8	1	8.00	230.4	AC

อุปกรณ์ไฟฟ้าระบบกระแสสลับ ต่อตรงจากระบบไฟฟ้าส่วนกลาง

ตารางที่ 2-3 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านพักลอยน้ำ (DC)

เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	ชนิด
เครื่องปรับอากาศ 4,500 Btu	-	230	1	6.00	1,380.00	24DC
โทรทัศน์	32”	95	1	1.00	95.00	AC
เครื่องปิ้งขนมปัง	0	700	0	0.00	0.00	AC
เตาไมโครเวฟ	0	960	0	0.00	0.00	AC
เครื่องทำน้ำร้อน	0	2,000	0	0.00	0.00	AC
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	1.5	600	1	0.40	240.00	AC

อุปกรณ์ไฟฟ้าระบบกระแสสลับ (AC) ต่อตรงจากInverter ขนาด 1000 W

อุปกรณ์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (DC) ต่อตรงจากแบตเตอร์รี่ขนาด 24 V

2.5. ระบบผลิตไฟฟ้าพลังเซลล์แสงอาทิตย์

ระบบผลิตไฟฟ้า พลังแสงอาทิตย์ ในบรรดาพลังงานทดแทนภาคไฟฟ้าต่างๆจะเห็นได้ว่า บางชนิดอาจผลิตก๊าซเรือนกระจก บางชนิดต้องเผาผลาญน้ำมันยานพาหนะเพื่อการรวบรวมวัตถุดิบในการผลิต บางชนิดต้องปรับเปลี่ยนหรือดัดแปลงสภาพธรรมชาติ มีอยู่เพียงชนิดเดียวเท่านั้นที่ทำงานในสภาวะหยุดนิ่ง โดยการแปลงพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ทุกแห่งในโลกมากมายมหาศาลไม่มีวันหมดสิ้น ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรงจึงไม่สร้างมลภาวะใดๆเป็นพลังงานทดแทนที่สะอาด ยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่ง

ความรู้เกี่ยวกับระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มีสองส่วนที่สำคัญประกอบด้วย

2.5.1 ส่วนประกอบของระบบผลิตไฟฟ้าพลังเซลล์แสงอาทิตย์เซลล์แสงอาทิตย์ หรือ โซล่าร์เซลล์ (solar cells)

2.5.1.2 ระบบเก็บพลังงาน (power storage system)

โซล่าเซลล์ที่ผลิตในปัจจุบันแบ่งเป็นหลักๆ ได้ 3 ชนิดคือ อมอฟัส, ซิลิกอน , และแบบสารประกอบ

2.5.2 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

2.5.2.1 โดยแบบอมอฟัสคือแบบแผ่นที่จะเห็นทั่วไปในเครื่องคิดเลขพลังแสงอาทิตย์ สีจะดำมีการนำมาทำเป็น thin film แต่เซลล์ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำ ไม่เกิน 12%

ภาพที่ 2-11 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอมอฟัส

2.5.2.2 แบบซิลิกอนจะแบ่งออกเป็น สองประเภทหลักๆ คือแบบ โมโน กับแบบ โพลี

2.5.2.2.1 แบบโมโนจะเป็นชนิดผลึกเดี่ยว จะมีความบริสุทธิ์ของซิลิกอนสูงกว่าแบบโพลี ซึ่งทำให้ราคามันแพงกว่าโพลี และมีประสิทธิภาพสูงกว่า ถึงประมาณ 18% สำหรับโครงการการเรียงตัวซิลิกอนแบบเก่า แต่ในปัจจุบันชนิดโมโนได้ทำการปรับปรุงและออกแบบใหม่ โดยมีการสะท้อนของแสงอาทิตย์ภายในเซลล์ลดลง เพื่อให้แสงตกกระทบลงบนชั้น n ได้มากที่สุดครับ ทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 25%

ภาพที่ 2-12 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโน

2.5.2.2.2 แบบโพลี ชนิดนี้จะมีความบริสุทธิ์ของซิลิกอนน้อยกว่า ประสิทธิภาพจะต่ำกว่าแต่ก็สูงกว่าอมอฟัสครับ ชนิดนี้ถ้าสังเกตที่แผ่นจะมีสีเงินๆ ผสมอยู่ด้วย เนื่องจากเป็นแร่อื่นๆ ที่ติดมาด้วยครับ ประสิทธิภาพจะอยู่ที่ประมาณ 12-15%

ภาพที่ 2-13 แสดงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลี

2.5.2.3 แบบที่สามคือสารประกอบที่เป็นสารกึ่งตัวนำชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่ซิลิกอน และนำมา dope แบบหลายชั้น ตั้งแต่ double junction, triple junction และ multi junction เช่น Ga, Td แต่ที่นิยมกันในปัจจุบันนำมาใช้กับระบบรวมแสง หรือ concentrated คือ แกลเลียมอาเซไนด์ มีประสิทธิภาพสูงถึง 35%

2.5.3 กำลังการผลิตไฟฟ้าระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (solar system)

ในด้านพลังงานแสงอาทิตย์ที่ส่องมาถึงโลก นั้นได้นำพลังงานมาให้คิดเป็นกำลังไฟฟ้า 1,000 W/m2 และเฉลี่ยเป็นพลังงานที่ได้รับต่อวัน 4,500 kWH หรือคือเฉลี่ยชั่วโมงรับแสง(ที่ 1.000 W/m2) 4.5 ชั่วโมง/วัน

2.5.4 การติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

2.5.4.1 ระบบติดตั้งอิสระ (stand alone / off grid)

2.5.4.2 ระบบต่อเชื่อมโยงกับระบบไฟฟ้าปกติ (grid connected / on grid)

2.5.4.3 ระบบสลับพลังงานหรือหลายแหล่งพลังงาน (hybrid)

2.5.5 ข้อดีของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ไม่มีมลภาวะ ลดปัญหาโลกร้อนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพราะเป็นแหล่งพลังงานสะอาดไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ เกิดจากการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง ต่างจากการผลิตไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต้องเผาน้ำมัน เผาถ่านหิน แล้วปั่นเทอร์ไบน์ด้วยไอน้ำซึ่งก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์รวมทั้งมลภาวะทางเสียงเซลล์แสงอาทิตย์ช่วยลดสาเหตุภาวะโลกร้อน

2.5.5.1 อายุการใช้งานยาวนาน ไม่มีวันหมด แหล่ง พลังงานอื่นๆ ที่เราใช้งานอยู่ ทั้ง น้ำมัน ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่มีจำกัด ต่างจากดวงอาทิตย์ที่จะยังคงอยู่ในจักรวาล

2.5.5.2 ออกแบบให้ใช้งานได้ทั้งสำหรับอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ

2.5.5.3 ไม่มีค่าใช้จ่ายในการใช้งานและบำรุงรักษาหรือมีบ้างเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

2.5.5.4 มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พลังงาน โดยการลดการใช้ไฟฟ้าในระบบปกติ

2.5.5.5 สร้างไฟฟ้าได้ทุกขนาดตั้งแต่เล็กๆ จนถึงโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ระดับ 100 kW ขึ้นไป ซึ่งไม่ว่าจะเล็กหรือใหญ่ ก็ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ลักษณะพื้นฐาน ประสิทธิภาพเท่ากัน ต่างจากโรงงานผลิตไฟฟ้าทั้งพลังน้ำ การเผาเชื้อเพลิง พลังงานปรมาณู ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานจะขึ้นกับขนาดของระบบ

2.5.4 ข้อด้อยของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

2.5.4.1 ความเข้มของพลังงานขาเข้าต่ำแม้ว่า พลังงานของดวงอาทิตย์ไม่มีวันหมด แต่ความเข้มของพลังงานนั้นไม่สูง ทำให้กรณีที่ต้อง output สูงจำเป็นต้องใช้จำนวนเซลล์แสงอาทิตย์มากและพื้นที่มากตามไปด้วย

2.5.4.2 ปริมาณแสงอาทิตย์ที่ได้รับบนพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง จะมีปริมาณสูงสุดเมื่อพื้นที่นั้นทำมุมตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ ดังนั้นหากต้องการให้พื้นที่ใดรับแสงอาทิตย์ได้มาก

ที่สุดต่อวัน ก็จะต้องปรับพื้นที่รับแสงนั้นๆ ตามการเคลื่อนที่ของแสงอาทิตย์ ซึ่งจะเคลื่อนที่จากทิศตะวันออกไปสู่ทิศตะวันตกเสมอ นอกจากนั้น จากการที่โลกเอียง ทำให้ซีกโลกเหนือหันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ในฤดูร้อน และเอียงซีกโลกใต้หันหน้าเข้าหาดวงอาทิตย์ในฤดูหนาว ดังนั้นเราจึงต้องปรับมุมพื้นที่รับแสงนั้นๆ ในแนวเหนือใต้ โดยกำหนด มุมยกของหลังคาให้สอดคล้องตามฤดูกาลด้วย เพื่อให้พื้นที่นั้นๆ รับแสงอาทิตย์ได้มากที่สุดตลอดทั้งปีประเทศไทยตั้งอยู่ระหว่างเส้นขนานที่ 6-10 องศาเหนือ จะได้รับแสงอาทิตย์เฉลี่ยทั้งปี ประมาณ 4-5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/วัน ซึ่งหากสามารถปรับพื้นที่รับแสงให้ติดตามแสงอาทิตย์ได้ตลอดเวลาแล้ว คาดว่าจะสามารถรับแสงได้เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 1.3-1.5 เท่า

2.5.4.3 ปริมาณไฟฟ้าที่ได้จะแปรผันตามสภาพอากาศ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ input ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ (ความเข้มแสงอาทิตย์) ดังนั้น output จึงแปรผันตามไปด้วย

2.5.4.4 จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่เพื่อกักเก็บพลังงานไฟฟ้าซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีแสง และตัวมันเองไม่สามารถเก็บไฟได้ ดังนั้น การออกแบบระบบหากจำเป็น จะต้องมีการผสมกับไฟฟ้าปกติหรือแบตเตอรี่เพื่อใช้ในเวลาที่ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ไม่จ่ายกระแสไฟฟ้า

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆเพื่อสรรหาตัวแปร ที่มีผลต่อเสถียรภาพการลอยน้ำ น้ำหนักเบา ก่อสร้างรวดเร็ว กันความร้อนความชื้นได้ดี อายุการใช้งานยาวนาน เคลื่อนย้ายสะดวก มีสภาวะน่าสบาย และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เอง โดยแบ่งขั้นตอนการวิจัยได้ดังนี้

3.1 ศึกษาตัวแปร และทดสอบ ตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการลอยน้ำ ของตัวบ้าน เพื่อสรรหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบบ้านที่มีเสถียรภาพด้านการลอยน้ำ ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และประหยัดพลังงาน

3.1.1 การศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบรูปทรง เพื่อหาตัวแปรที่มีเสถียรภาพ ด้านระยะจุด C.G. ต่ำ แรงลอยตัว ปริมาณการใช้วัสดุ การใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในของรูปทรง และด้านการกันแดด

3.1.2 การศึกษาที่ 2 เปรียบเทียบวัสดุ ในด้าน ราคา น้ำหนักเบา เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อ ราคา ระยะเวลาการก่อสร้าง และประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุ

3.1.3 การศึกษาที่ 3 ตัวแปรด้านระยะการจมน้ำของฐานอาคาร ผลทดสอบการลอยตัว ผลทดสอบรับน้ำหนัก ผลทดสอบระบบพลังงานสะอาดที่ใช้ ผลเปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ เปรียบเทียบขั้นตอน และวิธีการก่อสร้างบ้านลอยน้ำกับบ้านที่ก่อสร้างด้วยวิธีทั่วไป

3.2 ออกแบบบ้านลอยน้ำ โดยการวิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรสำคัญ ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เองด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

นำข้อมูลจากการประเมินตัวแปรตามขั้นตอนที่ 3.1 เพื่อสรุปแนวคิดด้านการออกแบบรูปทรง การใช้งาน การเลือกใช้วัสดุ งานระบบ ราคา ระยะเวลา และกำหนดขั้นตอนการก่อสร้าง เพื่อเริ่มขั้นตอนการก่อสร้าง

3.3 ดำเนินการก่อสร้างบ้านลอยน้ำตามแนวคิดการออกแบบที่กำหนดจากการวิเคราะห์ คัดเลือกตัวแปรในด้าน รูปทรง การใช้พื้นที่ภายใน การกันแดด ระยะจมของฐาน(ทุ่น)อาคาร วิธีการเลือกใช้วัสดุ รูปแบบ ลักษณะ วิธีการก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง และ ระบบไฟฟ้าพลังงานทดแทน

3.4 ประเมินผล และสรุปผลการใช้งานอาคารจริง โดยประเมินผลเปรียบเทียบตัวแปรที่ตั้งไว้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

3.4.1 ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี โดยการเปรียบเทียบระยะจุดศูนย์ถ่วงของอาคาร และใช้สมการคำนวณหาแรงลอยตัวน้ำของอาคารคำนวณหาแรงลอยตัวในน้ำจากสมการแรงลอยตัว (Buoyant Force)ในสมการที่ (1) และ (2) หน้า9

3.4.2 ด้านการก่อสร้างที่เร็ว และประหยัดโดยการเปรียบเทียบระยะเวลา ปริมาณการใช้วัสดุ ขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ กับบ้านพักอาศัยทั่วไป

3.4.3 ด้านประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการเปรียบเทียบราคาวัสดุก่อสร้าง และการต้านทานความร้อน และความชื้น และราคาที่ไม่แพง

การทดลองโดยใช้สมการคำนวณหาภาระการทำความเย็นของอาคารจากสมการที่(3),(4) และ (5) หน้า 24 และ 25 โดยกำหนดให้ อุณหภูมิภายใน (temperature inside building) เท่ากับ 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายนอก (temperature out) เท่ากับ 38 องศาเซลเซียส อุณหภูมิดิน (soil temperature) เท่ากับ 28 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิน้ำ(water temperature) เท่ากับ 28 องศาเซลเซียส

3.4.4 ด้านการประยุกต์ใช้ระบบพลังงานทดแทนสำหรับอาคาร โดยการติดเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งมีค่าการส่งผ่านความร้อนต่ำ จึงลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศ ทำให้ใช้เซลล์แสงอาทิตย์จำนวนไม่มาก แต่ผลิตไฟฟ้าเพียงพอสำหรับการใช้ชีวิตประจำวัน

บทที่ 4
ผลการวิจัย และการประเมินการวิจัย

ผลการรวบรวมทฤษฎี วิเคราะห์ข้อมูล ประเมินผลตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องในการลอยน้ำของตัวบ้าน เพื่อสรรหาปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบบ้านที่ให้ประโยชน์ทางด้านเสถียรภาพการลอยน้ำ ระยะจมของฐานบ้านลอยที่ต่ำประโยชน์การใช้งาน ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง ประหยัดพลังงาน เพื่อกำหนดเป็นแนวคิดการออกแบบ ดำเนินการก่อสร้าง การประเมินผลการวิจัย และเปรียบเทียบตัวแปรที่ตั้งไว้ โดยจะเป็นการวัดผล ดังหัวข้อต่อไปนี้

4.1 <u>ผลการศึกษาตัวแปร</u> ที่ส่งผลต่อการออกแบบบ้านที่ให้ประโยชน์ทางด้านเสถียรภาพการลอยน้ำ ระยะจมของฐานบ้านลอยที่ต่ำประโยชน์การใช้งาน ก่อสร้างเร็ว ราคาไม่แพง ประหยัดพลังงาน

1. <u>ผลการศึกษาตัวแปรด้าน</u> เปรียบเทียบรูปทรง เพื่อหาตัวแปรที่มีเสถียรภาพ ด้านระยะจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) ต่ำ ปริมาณการใช้วัสดุ การใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในของรูปทรง และการกันแดด

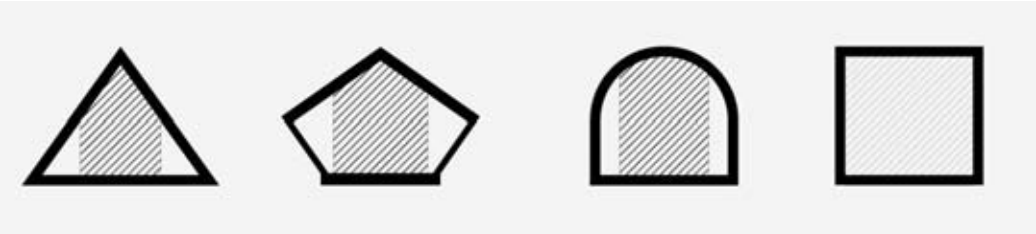
2. <u>ผลการศึกษาตัวแปรด้าน</u> เปรียบเทียบวัสดุ ในด้าน ราคา น้ำหนักเบา เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อ ราคา ระยะเวลาการก่อสร้าง และประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุ

3. <u>ผลการศึกษาตัวแปรด้าน</u> ระยะการจมน้ำของฐานอาคาร ผลทดสอบการลอยตัว ผลทดสอบรับน้ำหนัก ผลทดสอบระบบพลังงานสะอาดที่ใช้ ผลเปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้า ผลเปรียบเทียบภาระการทำความเย็น เปรียบเทียบขั้นตอน และวิธีการก่อสร้างบ้านลอยน้ำกับบ้านที่ก่อสร้างด้วยวิธีทั่วไป ศักยภาพในการใช้พลังงานทดแทน

4.1.1 เปรียบเทียบรูปทรง เพื่อหาตัวแปรที่มีเสถียรภาพ ด้านระยะจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) ต่ำ ด้านปริมาณการใช้วัสดุ การใช้ประโยชน์พื้นที่ภายในของรูปทรง และด้านการกันแดด

ตัวแปรการออกแบบเพื่อป้องกันการโคลงเคลงของบ้านบนผิวน้ำ จากสมมติฐาน ของการกระจายน้ำหนัก ลงพื้นที่ตรงกลางอาคาร โดยใช้ทุ่นลอยที่เน้นการใช้งานบริเวณพื้นที่ตรงกลางเป็นทางสัญจรหลักและกิจกรรมหลักอื่นของอาคาร เพื่อทำใช้เกิดความสมดุลของน้ำหนักตลอดเวลา นอกจากนี้หากในกรณีที่บ้านลอยน้ำเป็นบ้านชั้นเดียวจะช่วยให้เกิดความเสถียรมากขึ้น โดยการกำหนดความสูงของบ้านไม่เกิน 3 เมตร เพื่อสร้างจุดศูนย์ถ่วง

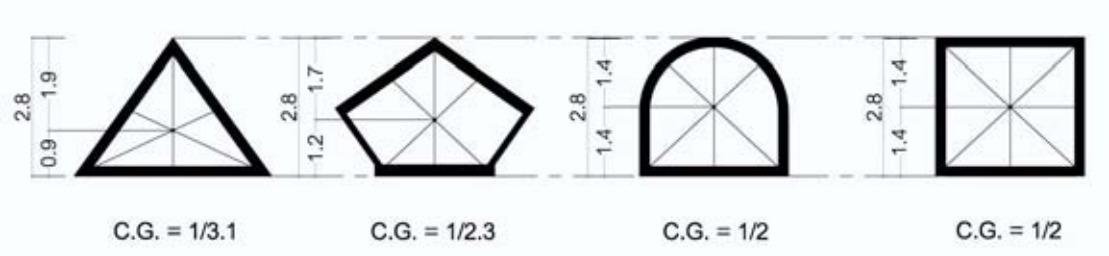
(Center of Gravity : C.G.)ของบ้านต่ำจึงมีเสถียรภาพในการลอยน้ำและป้องกันการเกิดการพลิกคว่ำ



แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 แบบที่4

ภาพที่ 4-1 แสดงการเปรียบเทียบรูปตัดอาคารรูปทรงต่างๆ

พื้นที่ใช้สอยตรงกลางอาคารรูปทรง แบบที่ 1-3 เน้นการใช้งานบริเวณพื้นที่ตรงกลางเป็นหลักในการทำกิจกรรมและรับน้ำหนักของอาคารเพื่อทำให้เกิดความสมดุลของน้ำหนักมากกว่า รูปทรงแบบที่ 4



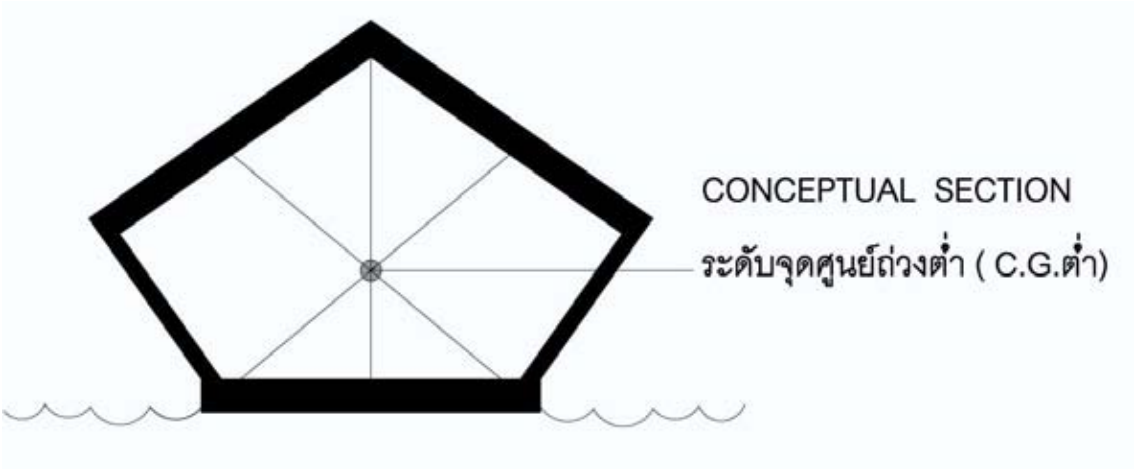
แบบที่ 1 แบบที่ 2 แบบที่ 3 แบบที่4

ภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบรูปทรงแบบต่างๆในแง่ระดับจุดศูนย์ถ่วง

พื้นที่ใช้สอยตรงกลางอาคารรูปทรง แบบที่ 3 และ 4 มีระดับ จุดศูนย์ถ่วงที่สัดส่วน 1: 2 ในขณะที่ รูปทรง แบบที่ 1 มีระดับ จุดศูนย์ถ่วงที่สัดส่วน 1: 3.1 และ รูปทรงแบบที่ 2 มีระดับ จุดศูนย์ถ่วงที่สัดส่วน 1: 2.3

วิเคราะห์ สัดส่วน ของรูปด้านกับพื้นที่ ของรูปทรงแบบที่ 2 มีพื้นที่ใช้สอยภายในมากกว่ารูปทรงแบบที่ 1 นอกจากเน้นการใช้สอยพื้นที่บริเวณกลางอาคาร ตัวแปรสำคัญในการออกแบบ บ้านลอยน้ำเพื่อให้มีเสถียรภาพในการลอยน้ำคือ จุดศูนย์ถ่วง (C.G.) ของอาคารต้องต่ำ โดยที่อัตราส่วนสูงของจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) ควรไม่เกิน 1/2 ของความสูงอาคาร เพื่อรักษา

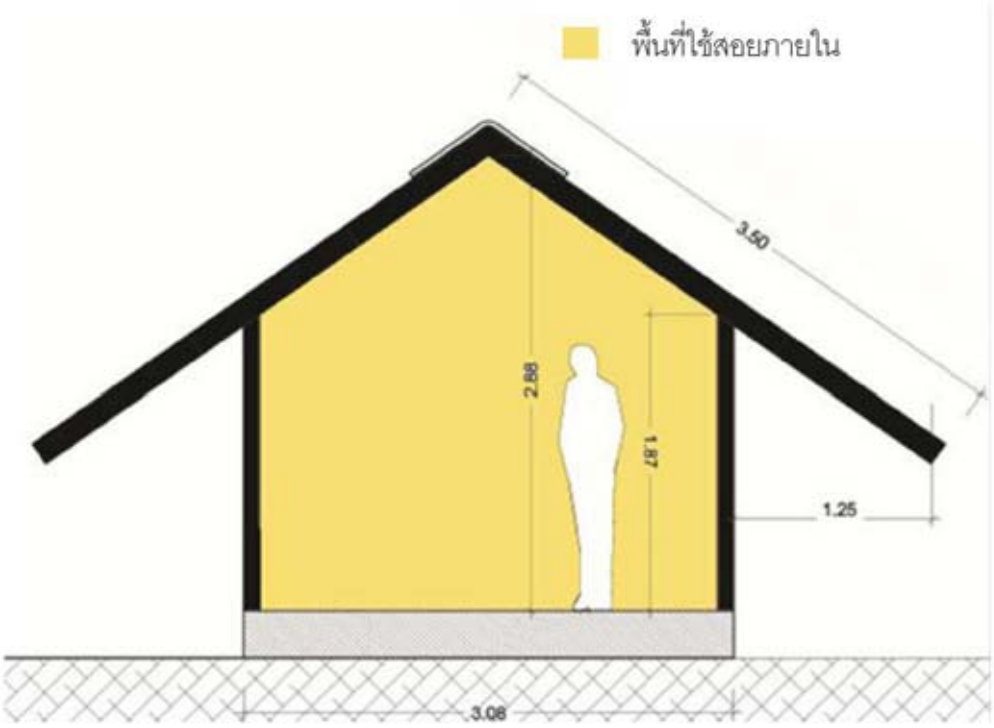
เสถียรภาพการลอยน้ำ ที่ดีไม่โคลงเคลง ขณะใช้งาน ขนาดและรูปทรงของบ้านถูกออกแบบให้เกิดการใช้สอยหลักอยู่บริเวณตรงกลางเพื่อจำกัดพื้นที่การรับน้ำหนักจรเพื่อสร้างเสถียรภาพที่ดีในการลอยน้ำ น้ำหนัก ด้านระยะจุด C.G. ต่ำ



ภาพที่ 4-3 แสดงการออกแบบที่มี จุดศูนย์ถ่วงต่ำ ประหยัด วัสดุ และลดช่วงเวลารับแสงแดด

รูปแบบที่ 2 สามารถใช้ประโยชน์จากพื้นที่ด้านข้าง ซึ่งสามารถลดเวลารับแดดของผนังอาคารได้ ถึง 8 ชั่วโมง และหลังคาซึ่งจะต้องมีความเอียงที่เหมาะสม เช่น พื้นที่หลังคาสำหรับกรณีติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ มุมลาดเอียงของหลังคาที่เหมาะสมคือมุมที่ใกล้เคียงกับมุมละติจูดประมาณ 14 องศาเหนือ อย่างไรก็ตามในเชิงปฏิบัติมุมลาดเอียง อาจมีความยืดหยุ่นได้ระหว่าง 15-30 องศา

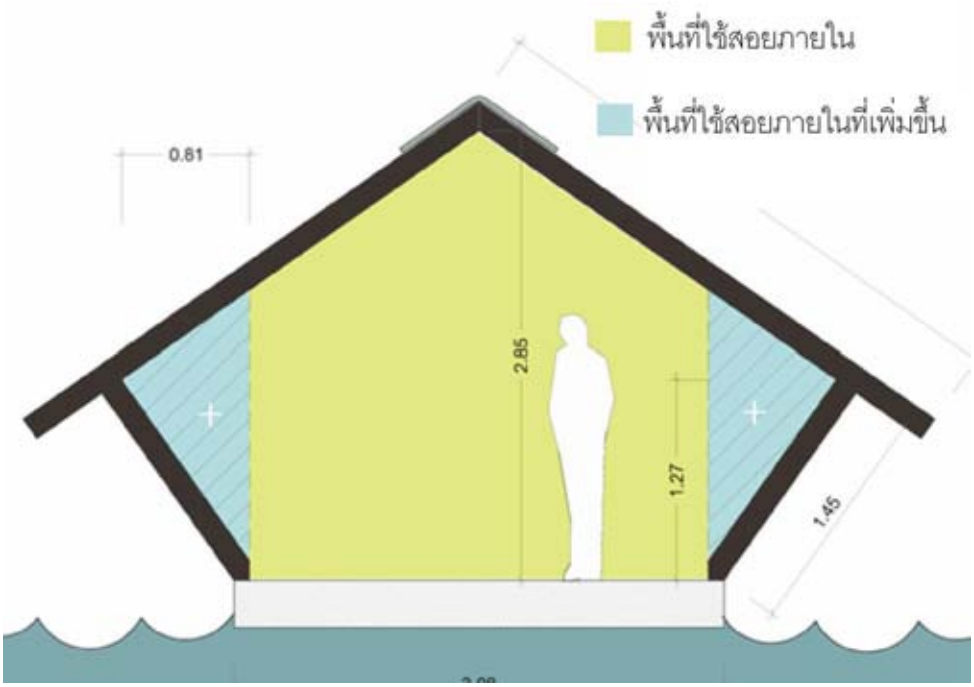
4.1.1.1 การเปรียบเทียบรูปทรงบ้านแบบเก่าที่ก่อสร้างโดยทั่วไป กับรูปทรงแบบที่ 2 ในด้าน ปริมาณการใช้วัสดุ



ภาพที่ 4-4 แสดงแบบบ้านพักอาศัยโดยทั่วไป

โดยกำหนดผนังด้านยาวสูง 1.87 เมตร ยาว 8.40 เมตร มีพื้นที่ 15.70 ตารางเมตร ผนังด้านขวางสูง 2.88 เมตร มีพื้นที่ 6.80 ตารางเมตร

1. พื้นที่ผนังรวม (1.87 x 8.40) x 2 + (6.8 x 2) = 45 ตารางเมตร
2. พื้นที่หลังคารวม (3.50 x 8.40) x 2 = 58.80 ตารางเมตร
3. พื้นที่พื้นอาคารรวม (3 x 8.40) = 25.20 ตารางเมตร
4. พื้นที่เปลือกอาคารรวม 129 ตารางเมตร
5. มีปริมาตรภายใน 57.10 ลูกบาศก์เมตร



ภาพที่ 4-5 แสดงแบบบ้านรูปทรงแบบที่ 2

การวิเคราะห์ด้านรูปทรงของรูปทรงแบบที่ 2โดยกำหนด ผนังด้านยาวสูง 1.45 เมตร ยาว 8.40 เมตร มีพื้นที่ 12.20 ตารางเมตร ผนังด้านขวางสูง 2.85 เมตร มีพื้นที่ 8.10 ตารางเมตร

1.พื้นที่ผนังรวม (1.45 x 8.40) x 2 + (8.10 x 2)= 40.50 ตารางเมตร

2.พื้นที่หลังคารวม (3.50 x 8.40) x 2 = 58.80 ตารางเมตร

3.พื้นที่พื้นอาคารรวม (3 x 8.40) = 25.20 ตารางเมตร

4.พื้นที่เปลือกอาคารรวม 124.50 ตารางเมตร

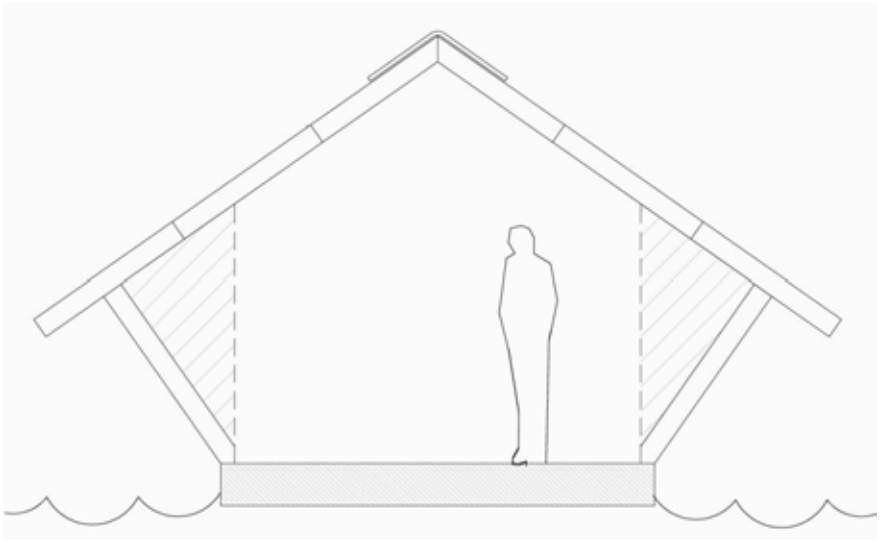
5.มีปริมาตรภายในรวม 68 ลูกบาศก์เมตร

พื้นที่เปลือกอาคารทั้งหมด 124.56 ตารางเมตร จากการ วิเคราะห์ เปรียบเทียบบ้านทั้ง 2 รูปทรงโดย กำหนด พื้นที่ พื้นอาคาร เท่ากัน สรุปได้ว่า รูปทรงบ้านลอยน้ำ ประหยัดการใช้วัสดุมากกว่ารูปทรงปกติ รวม 5 ตารางเมตร แต่ได้ปริมาตรภายใน มากกว่า 11.04 ลูกบาศก์

เมตร และรูปทรงบ้านลอยน้ำได้พื้นที่ด้านข้างเพิ่มด้านละ 80 เซนติเมตรที่ระดับความสูงระดับ 1.27 เมตร

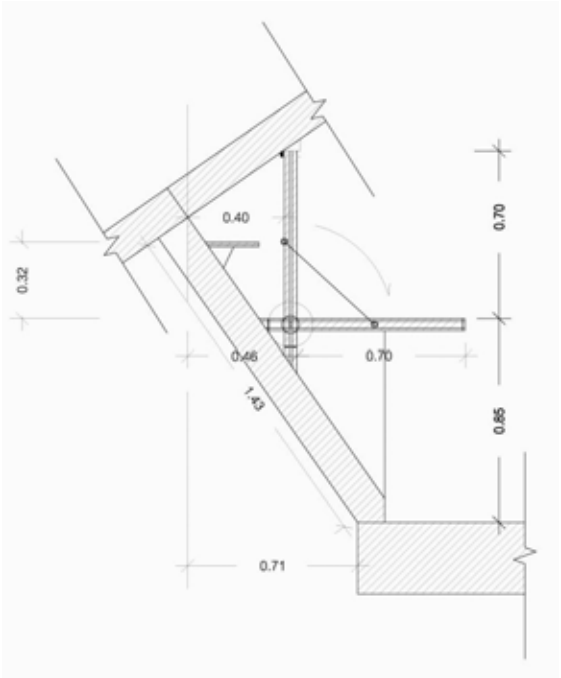
4.1.1.2 การใช้พื้นที่จากผนังเอียงให้เกิดประโยชน์

ในงานวิจัยนี้ เลือก รูปแบบที่ 2 ซึ่งเป็นรูปทรงที่สามารถลดพื้นที่รับแดดของผนังอาคาร และประหยัดวัสดุการก่อสร้างในงานวิจัย บ้านลอยน้ำ 1 ชั้น ที่มีขนาดความกว้าง 3 เมตร ยาว 8.4 เมตร 1 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ มีพื้นที่เก็บงานระบบ และพื้นที่เตรียมอาหาร หรือประกอบอาหารง่ายๆได้ พื้นที่ใช้สอย 25.2 ตารางเมตร สำหรับครอบครัวขนาดเล็ก หรือผู้อยู่อาศัยไม่ควรเกิน 3 คน หากพิจารณาขนาดความกว้างและความยาวของอาคารแล้ว จะเห็นว่าความกว้างเพียง 3 เมตร หากแต่ด้วยรูปทรง ที่ผนังด้านอ้างมีความลาดเอียง นอกจะออกแบบมาเพื่อหลบแสงแดดในยามสายจนถึงบ่ายสามแล้ว ยังมีส่วนทำให้พื้นที่อาคารภายในกว้างขึ้นโดยรวมถึงด้านละ 80 ซม. จึงทำให้มีพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่จำเป็นอย่างครบถ้วน

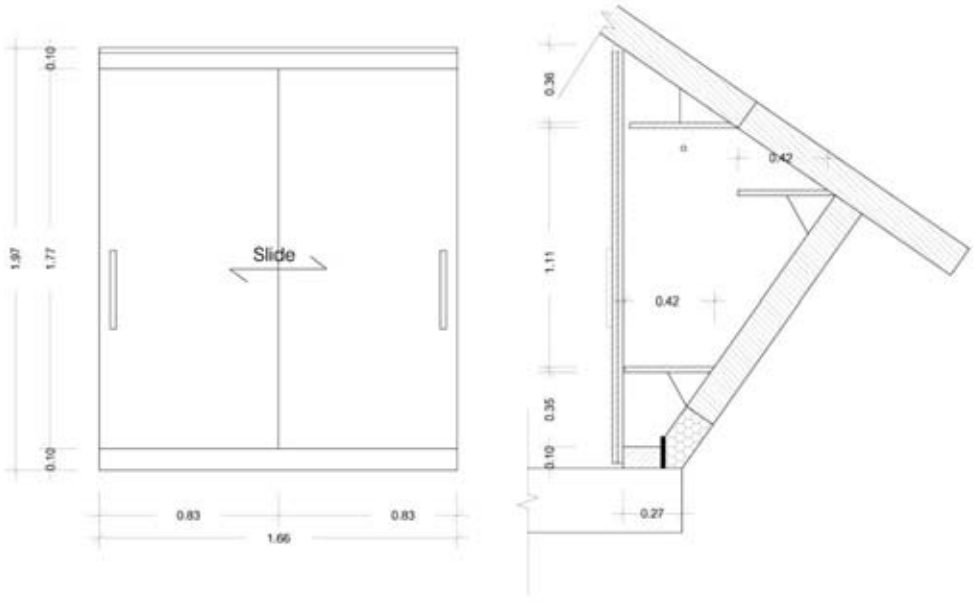


ภาพที่ 4-6 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในอาคารอย่างคุ้มค่า

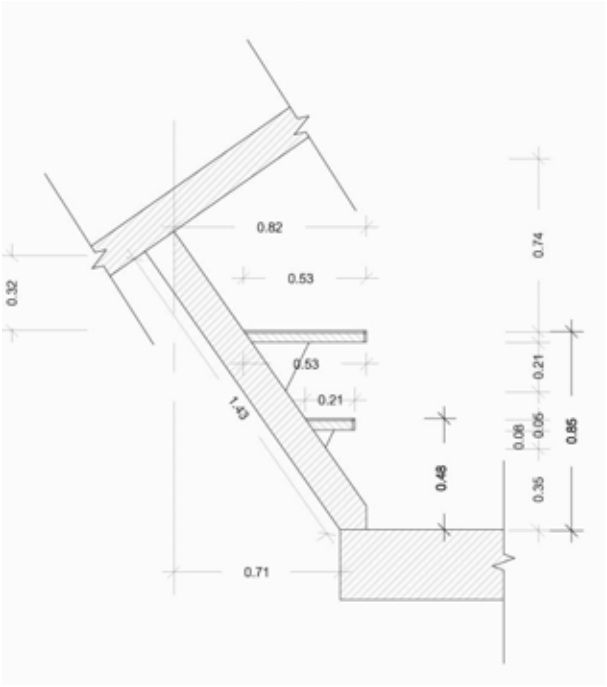
จากการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้งานพื้นที่ภายใน เพื่อการใช้พื้นที่อย่างคุ้มค่าและมีประโยชน์ใช้สอยที่ปรับเปลี่ยนได้ รองรับการใช้ชีวิตประจำวันได้ตามปกติ จึงจำเป็นต้องศึกษา ระยะ และขนาด ของเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้กับรูปทรงของบ้านลอยน้ำในกรณีดังนี้



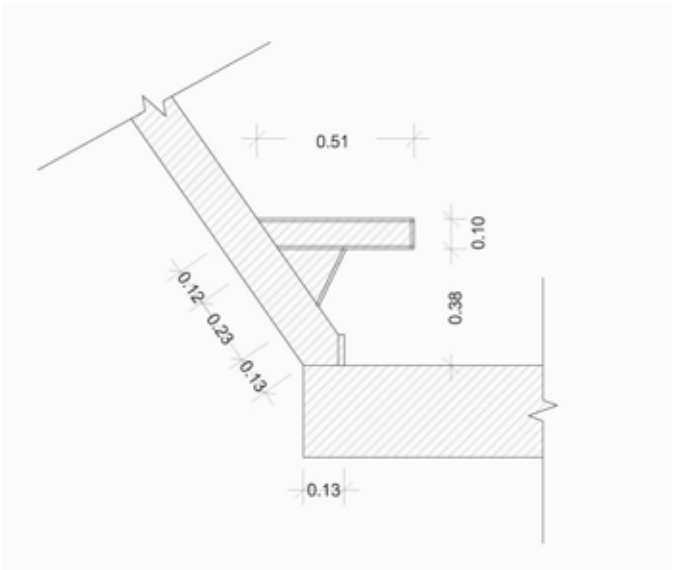
ภาพที่ 4-7 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในอาคารอย่างคุ้มค่าการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ ที่เกิดจากผนังเอียง ซึ่งนอกจากจะเอียงเพื่อหลบแดด แต่ยังสามารถใช้ประโยชน์พื้นที่ใช้โดยการออกแบบเป็นโต๊ะทำงานที่พับเก็บได้



ภาพที่ 4-8 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในซึ่งเกิดจากผนังเอียงการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ ที่เกิดจากผนังเอียง ซึ่งนอกจากจะเอียงเพื่อหลบแดด แต่ยังเกิดพื้นที่ ที่เพียงพอต่อการใช้งานเช่น ตู้เสื้อผ้า และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ

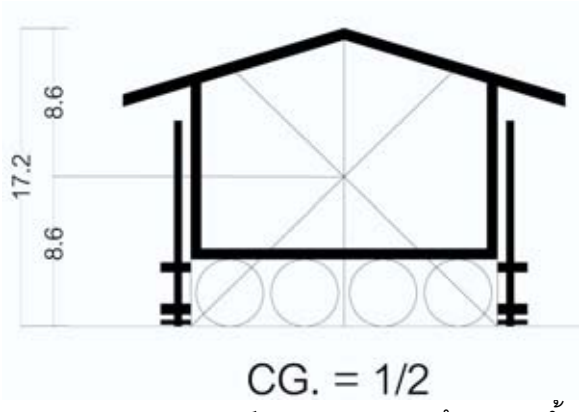


ภาพที่ 4-9 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในอาคารอย่างคุ้มค่าการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ ที่เกิดจากผนังเอียง ซึ่งนอกจากจะเอียงเพื่อหลบแดดแต่ยังเกิดพื้นที่ ที่เพียงพอต่อการใช้งานเช่นชั้นเตรียมอาหาร

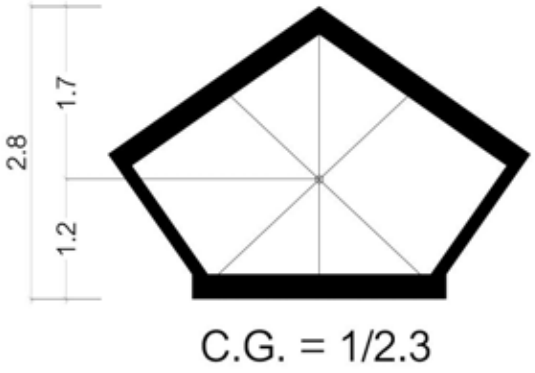


ภาพที่ 4-10 ภาพแสดงการใช้ประโยชน์ภายในอาคารอย่างคุ้มค่าการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ ที่เกิดจากผนังเอียงในกรณีนี้สามารถออกแบบเป็นเก้าอี้นั่ง บริเวณระเบียง

4.1.1.3 เปรียบเทียบตัวแปรที่ได้กับกรณีศึกษาบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการใน ด้าน ระยะจุด C.G. ราคาค่าก่อสร้าง ระยะเวลาการก่อสร้าง และการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะจุดศูนย์ถ่วง(C.G.) ของบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ



ภาพที่ 4-11 ภาพแสดงระยะจุด ศูนย์ถ่วง (C.G.) ของบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ

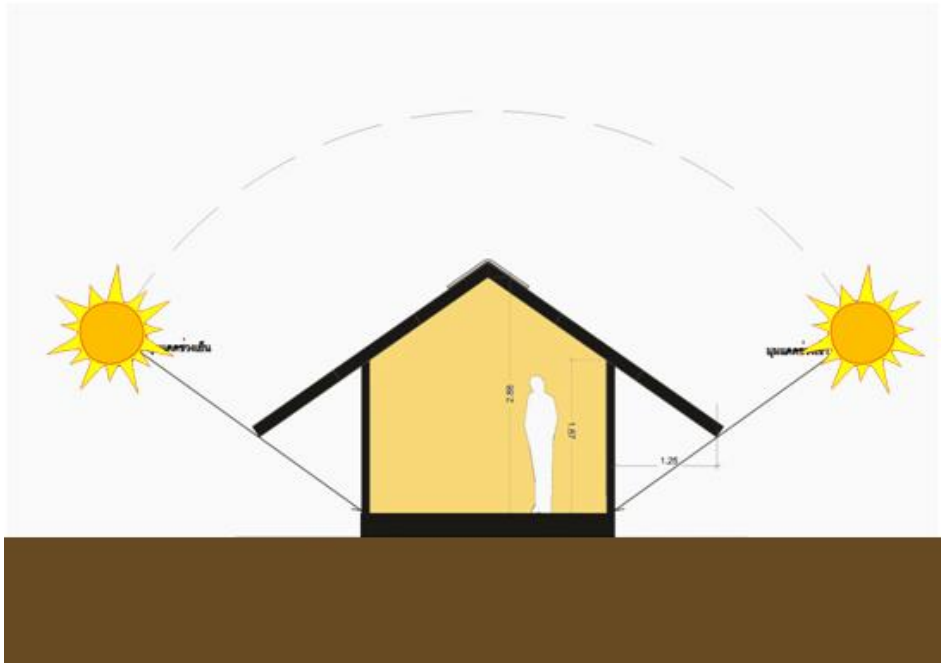


ภาพที่ 4-12 ภาพแสดงระยะจุด ศูนย์ถ่วง (C.G.) ของบ้านลอยน้ำ

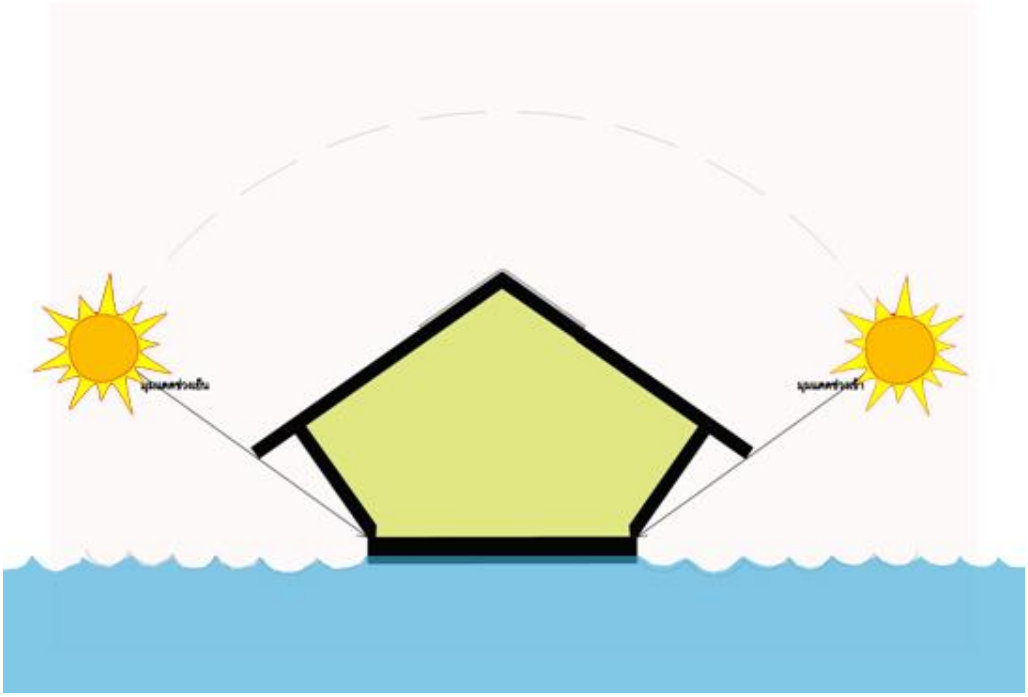
จากการเปรียบเทียบ สัดส่วน ของระยะจุด ศูนย์ถ่วง (C.G.) ระหว่าง บ้านพักอาศัยทั่วไป บ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ และงานวิจัย นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ พบว่า

- บ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการมีสัดส่วนระยะจุดศูนย์ถ่วง (C.G.)เท่ากับ ½ ของความสูงอาคาร
- นวัตกรรมบ้านลอยน้ำมีสัดส่วน ระยะจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) เท่ากับ 1/2.5 ของความสูงอาคาร ซึ่งต่ำกว่าระยะจุดศูนย์ถ่วง (C.G.) ของบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ

4.1.1.4 การเปรียบเทียบการลดเวลารับแดดของผนังอาคาร



ภาพที่ 4-13 ภาพแสดงผนังพื้นที่รับแดดของอาคารทั่วไป



ภาพที่ 4-14 ภาพแสดงผนังพื้นที่รับแดดของรูปทรงแบบที่2

นำแบบจำลองบ้านที่มีผนังเอียง 125 องศาจากระนาบพื้น ซึ่งมีองศา เอียงของผนังเท่ากับผนังบ้านจำลองรูปทรงผนัง ห้าเหลี่ยม มีความเอียง125 องศา สัดส่วน 1:25 เพื่อจำลอง หามุมแสงแดดในเวลาต่างกัน จากห้องทดลอง sky dome ศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม ชั้น 11 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า เนื่องจากรูปทรงบ้าน ซึ่งผนังด้าน ห้าเหลี่ยม มีความเอียงถึง 125 องศา จึงทำให้ผนังรับแดดเพียงช่วงเช้าเวลา 8.30 นาฬิกา จนถึง ช่วงเย็น คือประมาณ 17.30 นาฬิกา ซึ่งทำให้ลดพื้นที่รับแสงแดดที่มีความร้อนในช่วงเวลา 8.30 นาฬิกา – เวลา 17.30 นาฬิกา ที่จะสะสมในผนังอาคาร ดังนั้นผนังด้านข้างของบ้านลอยน้ำจึง มีอุณหภูมิต่ำและคงที่ ส่งผลให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

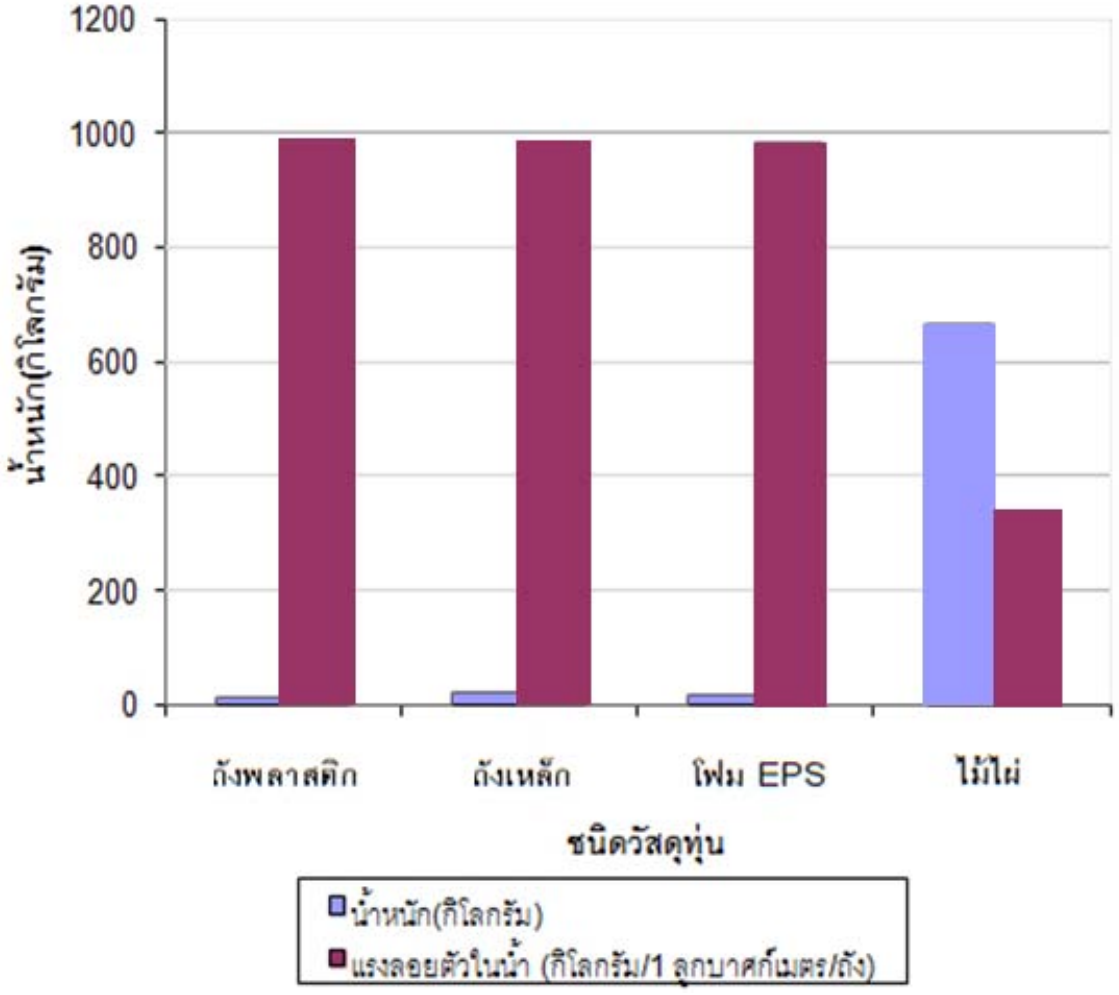
ภาพที่ 4-15 ภาพแสดงการใช้ผนังเอียง 125 องศาจากระนาบพื้น เพื่อจำลองหามุมแสงแดดในเวลาต่างกัน

การทดสอบแบบบ้านจำลองซึ่ง ผนังด้านข้างมีความเอียง 125 องศาจากระนาบพื้น จะช่วยทำให้ลดเวลารับแดดของผนังด้านข้างได้ถึง 8 ชั่วโมง ลดความร้อนที่สะสมในผนังจึงทำให้ผนังมีอุณหภูมิต่ำ ลดภาระเครื่องทำอากาศซึ่งทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้า

4.1.2 **<u>ผลการศึกษาที่ 2</u>** **เปรียบเทียบวัสดุก่อสร้างบ้านลอยน้ำในด้านแรงลอยตัวในน้ำ ราคา น้ำหนักเบา เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อ ราคา ระยะเวลาการก่อสร้าง และประสิทธิภาพการกันความร้อนของวัสดุ**

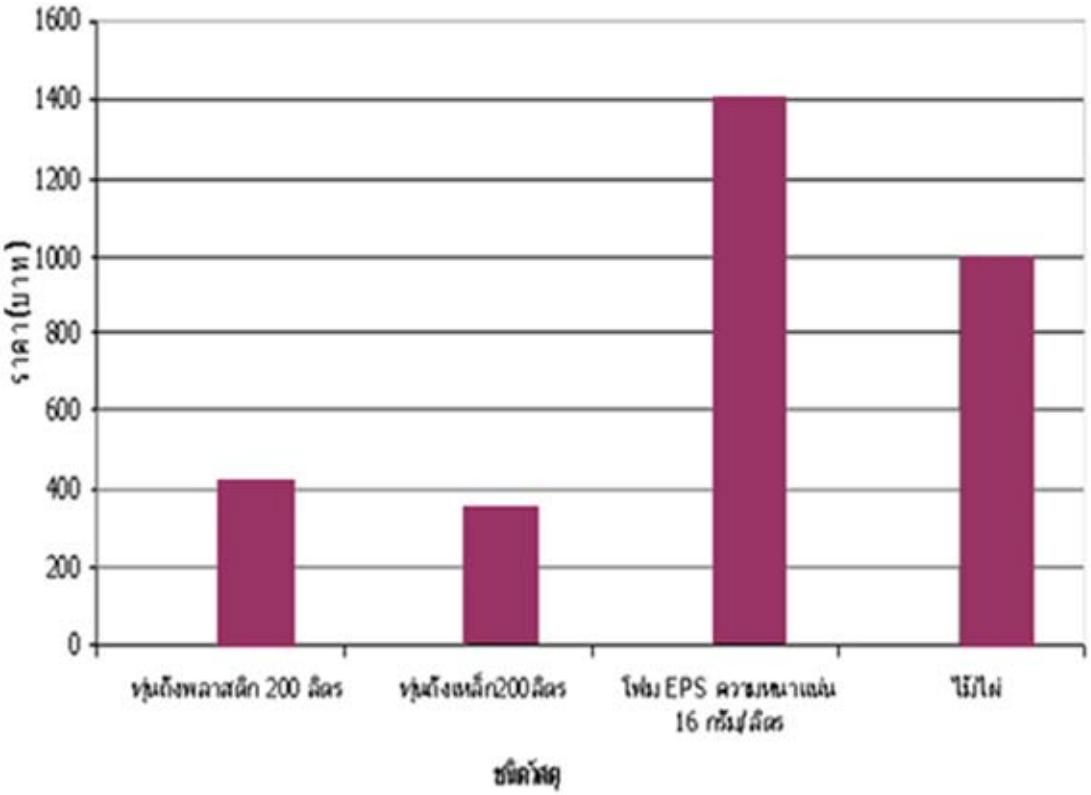
4.1.2.1 เปรียบเทียบวัสดุ ในด้านแรงลอยตัวในน้ำ

งานวิจัยนวัตกรรมบ้านลอยน้ำเลือกใช้ระบบทุ่นลอยในการลอยน้ำ โดยระยะฐานของทุ่นลอยไม่ควรสูงเกินไปเนื่องจากปัญหาการเกยตื้นของตัวบ้านลอยน้ำ และเพื่อง่ายต่อการเข้าถึง ตัวอาคารจะต้องน้ำหนักเบาเพื่อ ลดภาระในการรับน้ำหนักของทุ่นลอย โดยเปรียบเทียบวัสดุในการทำทุ่นลอยในปัจจุบัน เช่น ไม้ไผ่ ถังพลาสติก 200 ลิตร ถังเหล็ก 200 ลิตร พื้นEIFS ที่ทำจากโฟม EPS โดยเปรียบเทียบการรับหนักในน้ำเป็นกิโลกรัม ต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร



แผนภูมิที่ 4-1 เปรียบเทียบ น้ำหนัก กับการแรงลอยตัวในน้ำของวัสดุชนิดต่างๆในการทำทุ่นลอย

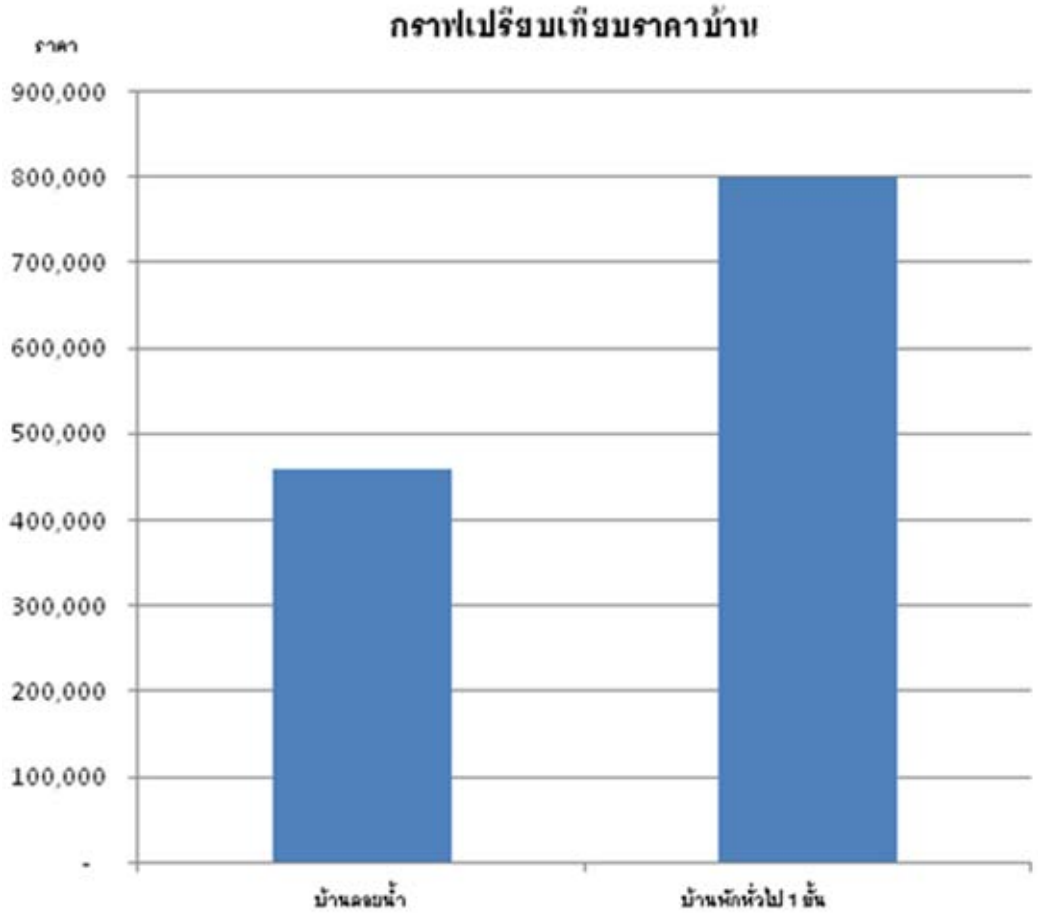
4.1.2.2 เปรียบเทียบวัสดุ ในด้านแรงลอยตัวในน้ำ



แผนภูมิที่ 4-2 เปรียบเทียบราคาต่อ 1 ลูกบาศก์เมตร ของวัสดุชนิดต่างๆในการทำทุ่นลอย

4.1.2.3 ราคาค่าก่อสร้างบ้านลอยน้ำเปรียบเทียบ กับบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างโดยวิธีทั่วไป และบ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ

จากการเปรียบเทียบราคาบ้านพักอาศัยทั่วไปกับ บ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ กับ นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ



แผนภูมิที่ 4-3 แสดงการเปรียบเทียบราคาต่อ ตารางเมตร ระหว่าง บ้านพักอาศัยทั่วไปกับ บ้านลอยน้ำกรมโยธาธิการ กับ นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ

จากข้อมูลพบว่า บ้านลอยน้ำมีราคาถูกกว่าบ้าน บ้านพักอาศัยระบบคอนกรีตทั่วไป และลอยน้ำของกรมโยธาธิการ 3 เท่า

4.1.2.4 ระยะเวลา ก่อสร้างบ้านลอยน้ำเปรียบเทียบ กับบ้านอาศัยที่ก่อสร้างโดยวิธีทั่วไป

ตารางที่ 4-1 แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านพักอาศัยทั่วไป

ระยะเวลา(สัปดาห์)

บ้านทั่วไป	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ฐานราก												
พื้น												
ผนัง												
หลังคา												
ระบบไฟฟ้า												
ระบบสุขาภิบาล												
ฝ้าเพดาน												
ตกแต่ง												

ตารางที่ 4-2แสดงระยะเวลาก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

ระยะเวลา(สัปดาห์)

นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ทุ่นลอย												
พื้น												
ผนัง												
หลังคา												
ระบบไฟฟ้า												
ระบบสุขาภิบาล												
ฝ้าเพดาน												
ตกแต่ง												

เปรียบเทียบวัสดุที่มีค่ากันความร้อน/ชื้น ที่ดี เพื่อตัวแปรที่ทำให้บ้านลอยน้ำ ให้เกิดสภาวะน่าสบาย และมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

แนวคิดการประหยัดพลังงานให้มากที่สุด เมื่อไม่ใช้เครื่องปรับอากาศต้องไม่รู้สึกร้อน หลังคาและผนัง ต้องมีคุณสมบัติกันความร้อนได้ดี อุณหภูมิผิวใต้หลังคาจะสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องเพียง 1 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับหลังคาทั่วไป เช่น หลังคากระเบื้องหรือหลังคาสังกะสี ที่มีอุณหภูมิผิวใต้หลังคาสูงกว่าอุณหภูมิอากาศในห้องมากกว่า 10 องศาเซลเซียส ซึ่งบ้านลอยน้ำนี้จะเป็นบ้านลอยน้ำนี้จะเป็นบ้านที่เน้นการใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยจากแหล่งพลังงานที่ผลิตได้ในบ้านเช่นแผงเซลล์สุริยะ ดังนั้นวัสดุที่นำมาก่อสร้างจึงต้องกันความร้อนและความชื้นความชื้นได้เป็นอย่างดี

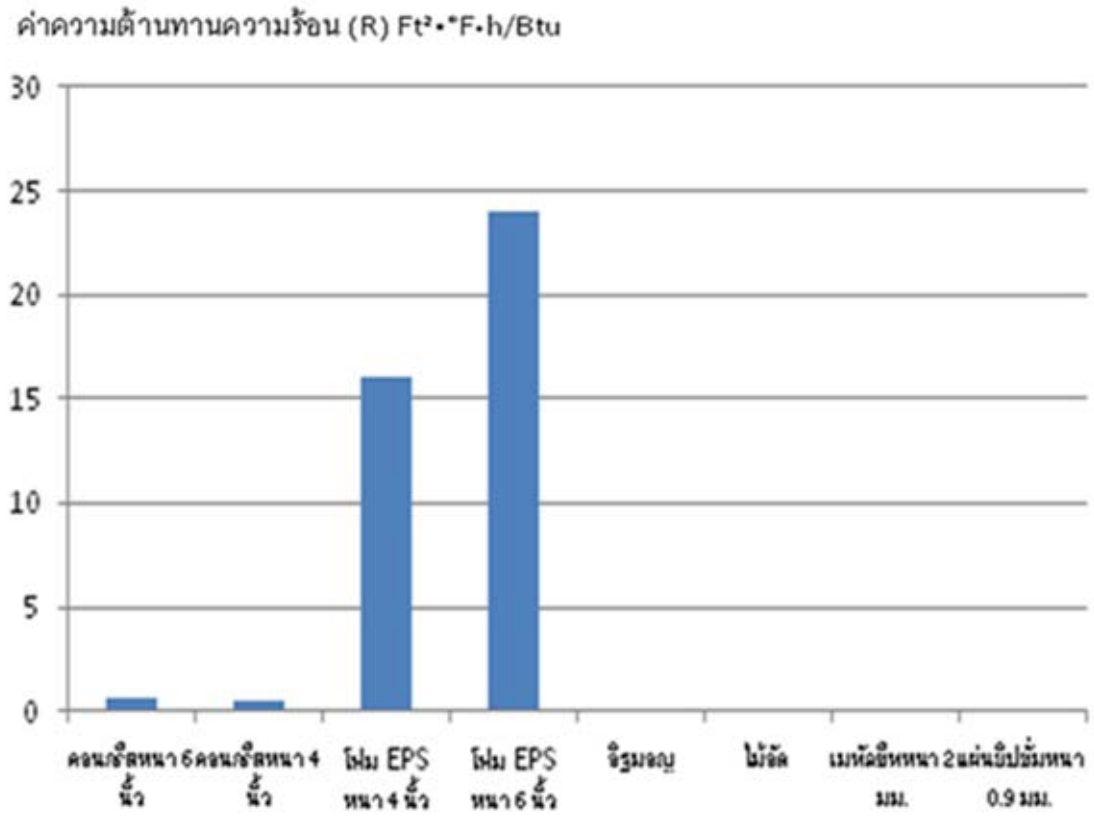
คุณสมบัติวัสดุที่เลือกใช้ในการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

1. น้ำหนักเบา ก่อสร้างเร็ว
2. มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
3. แข็งแรงสามารถต้านทานแรงลม ได้ไม่เกิน 120 กิโลเมตร ต่อ ชั่วโมง
4. หาซื้อได้ง่าย
5. ราคาไม่แพง
6. อายุการใช้งานทนทาน และมีความยืดหยุ่นสูง

4.1.2.5 เปรียบเทียบวัสดุที่มีค่ากันความร้อน และความชื้นที่ดีเพื่อตัวแปรที่ทำให้บ้านลอยน้ำ ให้เกิดสภาวะน่าสบาย และมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบ ค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุ(R) ผนัง

ชนิดวัสดุ	ค่าความต้านทานความร้อน (R) ($Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$)
คอนกรีตหนา 6 นิ้ว	0.66
คอนกรีตหนา 4 นิ้ว	0.44
โฟม EIFS หนา 4 นิ้ว	16.00
โฟม EIFS หนา 6 นิ้ว	24.00
อิฐมอญ หนา 4 นิ้ว	0.75
อิฐมวลเบาหนา 4 นิ้ว	1.01
เมทัลชีท หนา 0.45 มม.	0.000012
แผ่นยิปซั่ม หนา 9 มม.	0.15



แผนภูมิที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบ ค่าการต้านทานความร้อนของวัสดุ(R) $Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบ ค่าการกันความร้อนวัสดุผนังทึบ หลังคา และพื้น ของบ้านลอยน้ำกับบ้านทั่วไป

	บ้านลอยน้ำต้นแบบ	**ค่าการต้านทานความร้อน(R)**	**บ้านทั่วไป(ก่ออิฐฉาบปูน)**	**ค่าการต้านทานความร้อน(R)**
เปลือกอาคาร	**วัสดุ**	$Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$	**วัสดุ**	$Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$
ผนังทึบ	Foam Panel หนา 6 นิ้ว	24	อิฐมอญ หนา 4 นิ้ว	0.66
หลังคา	Foam Panel หนา 6 นิ้ว	24	กระเบื้องลอนคู่	0.45
พื้น	โฟม EPS หนา 12 นิ้ว ฉาบ Base Coat	48	คอนกรีต	0.71

ตารางที่ 4-5 เปรียบเทียบ ค่าการกันความร้อนวัสดุกระจก ของบ้านลอยน้ำกับบ้านทั่วไป

	บ้านลอยน้ำต้นแบบ	**ค่าสัมประสิทธ์การส่งผ่านความร้อน(U)**	**บ้านทั่วไป(ก่ออิฐฉาบปูน)**	**ค่าสัมประสิทธ์การส่งผ่านความร้อน(U)**
เปลือกอาคาร	**วัสดุ**	Btu / Ft^2·°F· h	**วัสดุ**	Btu / Ft^2·°F· h
กระจก	ลามิเนต หนา 6.38 มม.	0.62	กระจกใสหนา 6 มม.	1.03

จากการเปรียบเทียบ น้ำหนัก การแรงลอยตัว และราคาของวัสดุชนิดต่างๆและวิธีการ ระยะเวลาและขั้นตอนในการทำทุ่นลอย พบว่า

1.โฟม EIFS ชนิดกันไฟลาม มีอัตราการรับน้ำหนักเท่ากับ 984 กิโลกรัมต่อ 1 ลูกบาศก์เมตรเมื่อลอยน้ำ ราคาลูกบาศก์เมตรละ 1,340 บาท มีราคาสูงกว่าแบบอื่นและเปรียบเทียบในด้าน ความความแข็งแรง อายุการใช้งานที่ยาวนานที่สุดหากมีการป้องกันรังสียูวี โดยเคลือบผิวด้วยไฟเบอร์กลาส และปูนผสมสารชนิดพิเศษ (base coat) และสามารถปิดผิวด้วยวัสดุ ตกแต่งทั่วไป

2.ระยะเวลาในการก่อสร้างรวดเร็วกว่าแบบอื่นเนื่องจากน้ำหนักเบา ตัดง่าย และหาซื้อง่าย

3.ขั้นตอน การเตรียมวัสดุก่อสร้าง มีขั้นตอนน้อยกว่า น้ำหนักเบา และมีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง

วัสดุที่ใช้เป็นวัสดุที่มีน้ำหนักเบาและหาได้ง่ายตามท้องตลาดโฟม EIFS ชนิดกันไฟลาม เป็นวัสดุที่เหมาะสมเป็นสำหรับนำมาใช้ในงานสร้างทุ่นลอยให้กับแพหรือบ้านลอยน้ำ เพราะ มีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำและรองรับน้ำหนักบรรทุกได้ดีอีกทั้งยังเป็นวัสดุที่หาได้ทั่วไปจึงง่ายต่อการซ่อมบำรุงและประหยัดค่าใช้จ่าย ใช้ได้กับทุกสภาพของน้ำทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม และใช้ได้กับทุกสภาพอุณหภูมิของน้ำตามฤดูกาล มีน้ำหนักเบาง่ายต่อการก่อสร้าง ติดตั้งและซ่อมแซม ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย กว่าวัสดุชนิดอื่น มีอัตราการดูดซึมน้ำต่ำมากจึงไม่เกิดการผุผังหรือเป็นสนิมเหมือนวัสดุชนิดอื่น ทำให้ไม่ต้องซ่อมบำรุงทุ่นลอยที่ทำด้วยไม้ไผ่หรือเหล็ก

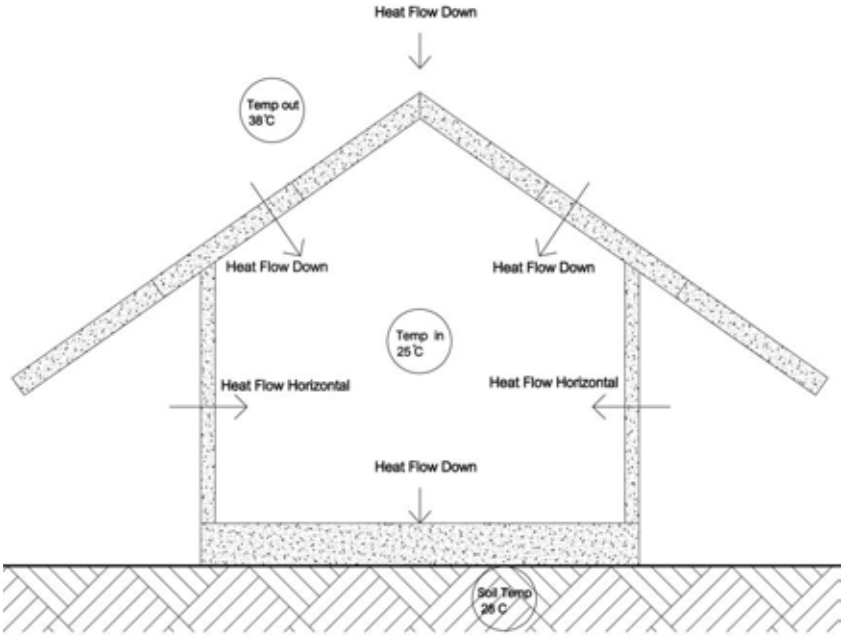
งานวิจัยนวัตกรรมบ้านแพลอยน้ำพิจารณาใช้โฟม EIFS ชนิดกันไฟลาม เป็นวัสดุหลักในการก่อสร้าง เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เบาและไม่ดูดซึมน้ำ อีกทั้งยังมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ดีเยี่ยม จึงเหมาะสมเป็นอย่างมากในการนำมาใช้ในการสร้างบ้านแพลอยน้ำ นอกจากนั้นโฟม EIFS ยังมีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อนที่ดี จึงทำให้ประหยัดค่าไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศช่วยประหยัดค่าไฟได้มากลดค่าไฟจากระบบปรับอากาศ

ผลการเปรียบเทียบค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุบ้านพักทั่วไป กับบ้านลอยน้ำ อัตราการใช้พลังงานของบ้านลอยน้ำกับบ้านพักอาศัยทั่วไปของบ้านลอยน้ำ

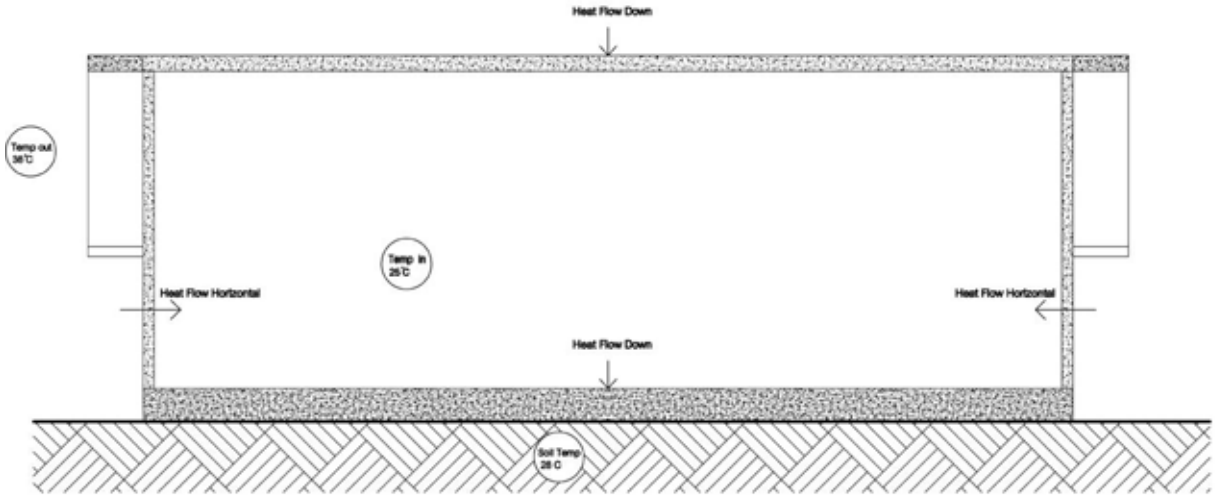
4.1.2.6 เปรียบเทียบค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุบ้านพักอาศัยทั่วไป กับบ้านลอยน้ำ

เปรียบเทียบการถ่ายเทความร้อนของวัสดุของบ้านลอยน้ำกับบ้านพักทั่วไปโดยกำหนดให้พื้นที่ใช้สอยบ้าน เท่ากันคือ 25.2 ตารางเมตร

วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าปริมาณส่งผ่านความร้อนของวัสดุบ้านทั่วไปกับบ้านลอยน้ำ โดยการคำนวณลักษณะการส่งผ่านความร้อนตามรูปแบบดังต่อไปนี้

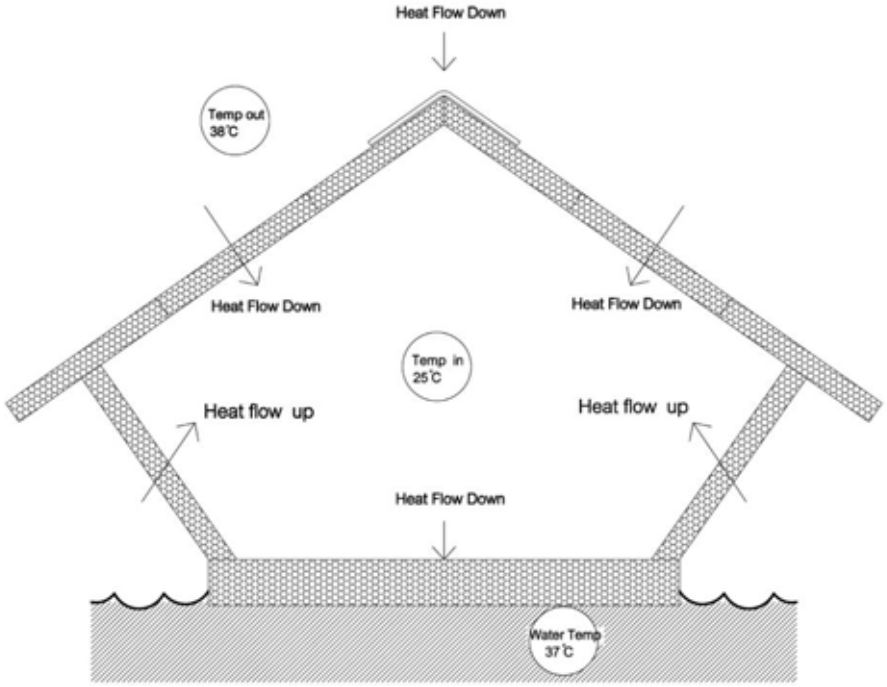


ภาพที่ 4-16 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนังอาคารด้านสกัดของบ้านพักอาศัยทั่วไป

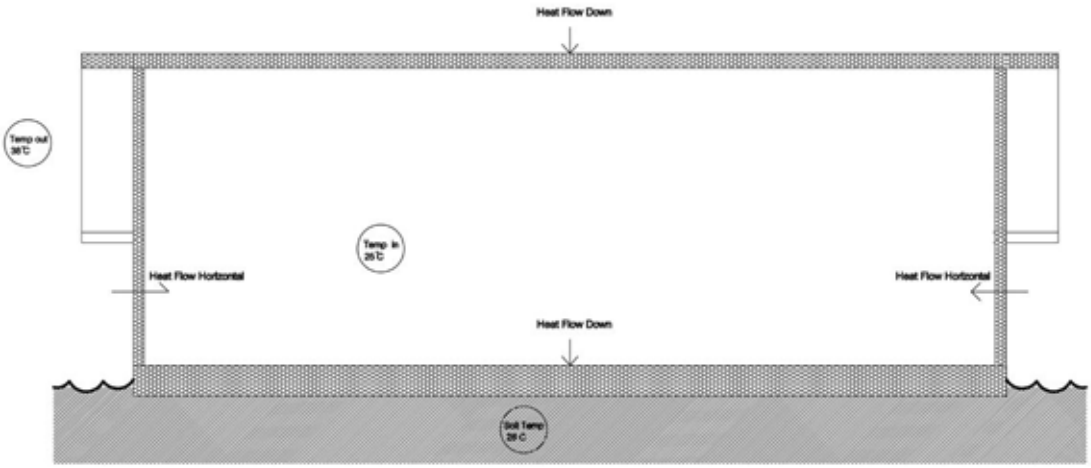


ภาพที่ 4-17 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนังอาคารด้านยาวของบ้านพักอาศัยทั่วไป

ลักษณะการส่งผ่านความร้อนของบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-18 แสดงการถ่ายเทความร้อนของอุณหภูมิผิววัสดุด้านสกัดของบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-19 แสดงการถ่ายเทความร้อนของอุณหภูมิผิววัสดุผนังด้านยาวของบ้านลอยน้ำ

ทดลองเปรียบเทียบค่าปริมาณการถ่ายเทความร้อนของบ้านพักอาศัยทั่วไป กับบ้านลอยน้ำ โดยกำหนดให้พื้นที่บ้าน เท่ากันคือ 25.2 ตารางเมตรในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 °F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 °F)

ตารางที่ 4-6 เปรียบเทียบพื้นที่ พื้น ผนัง หลังคา บ้านพักอาศัยทั่วไปกับบ้านลอยน้ำ

พื้นที่	บ้านทั่วไป (ตารางฟุต)	บ้านลอยน้ำ(ตารางฟุต)
พื้นที่หลังคารวม	415.50 ตารางฟุต	632.90 ตารางฟุต
พื้นที่ผนังด้านยาวรวม	361.60 ตารางฟุต	445.50ตารางฟุต
พื้นที่ผนังด้านสกัดรวม	145.52 ตารางฟุต	175.22 ตารางฟุต
พื้นที่พื้นอาคารรวม	271.20 ตารางฟุต	271.20 ตารางฟุต

จากสมการ $Q = U \times A \times \Delta T$.....(3)

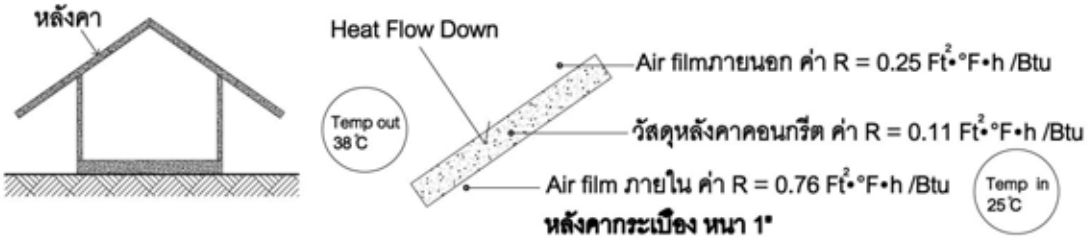
เมื่อ Q = ค่าภาระการทำความเย็นของอาคาร (Btu/h)

U = ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของวัสดุ (Btu/ h· Ft^2·°F)

A = ขนาดพื้นที่ (Ft^2)

ΔT = ค่าความต่างของอุณหภูมิ (°F)

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุบ้านพักอาศัยทั่วไป โดยการประเมินศักยภาพภาระการทำความเย็น จากการคำนวณ



ภาพที่ 4-20 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุหลังคาบ้านพักอาศัยทั่วไป

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 °F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 °F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุหลังคาบ้านพักอาศัยทั่วไปจากสมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

กระเบื้องคอนกรีต ค่า R = 0.11 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.76 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ΣR เท่ากับ 1.12 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ดังนั้น U เท่ากับ 1/1.12 หรือ 0.89 $Btu/h \cdot Ft^2 \cdot °F$

พื้นที่ หลังคา 38.60 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 415.50 ตารางฟุต

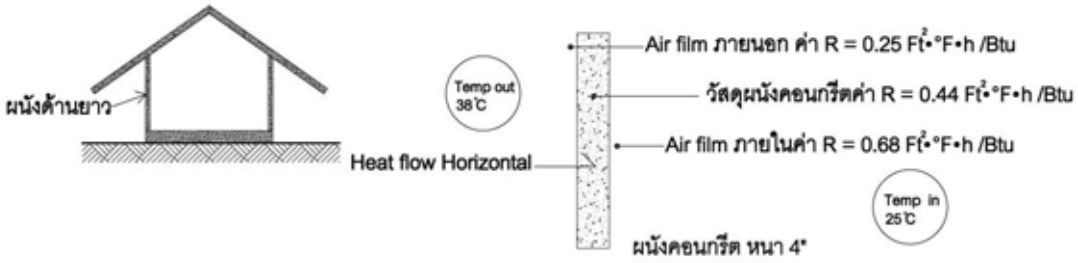
$Q_{หลังคา} = 0.89 \times 415.50 \times (100.40\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{หลังคา} = 369.79 \times 23.40$

$Q_{หลังคา} = 8,653.08$ Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุหลังคาบ้านพักทั่วไปเท่ากับ 8,653.08 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านพักทั่วไป



ภาพที่ 4-21 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านพักอาศัยทั่วไป

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 °F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 °F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุผนังด้านยาวบ้านพักอาศัยทั่วไปจาก สมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ผนังคอนกรีตหนา 4” ค่า R = 0.44 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.68 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ΣR เท่ากับ 1.37 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ดังนั้นค่า U เท่ากับ 1/1.37 หรือ 0.72 $Btu/h \cdot Ft^2 \cdot °F$

พื้นที่ ผนัง 33.6 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 361.66 ตารางฟุต

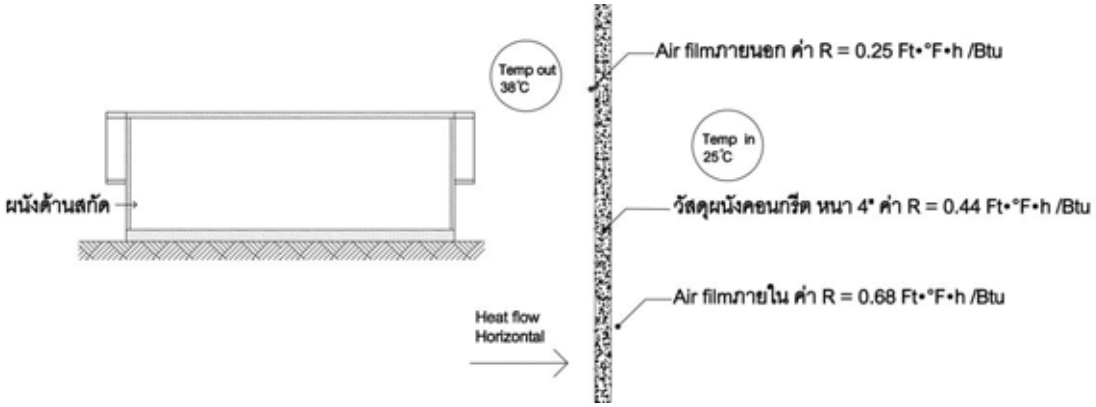
$Q_{ผนังด้านยาว} = 0.72 \times 361.66 \times (100.4\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{ผนังด้านยาว} = 260.39 \times 23.4$

$Q_{ผนังด้านยาว} = 6{,}093.12\ Btu/h$

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านพักทั่วไปเท่ากับ 6,093.12 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านพักทั่วไป



ภาพที่ 4-22 แสดงการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านพักอาศัยทั่วไป

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 °F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 °F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุผนังด้านสกัดบ้านพักอาศัยทั่วไปจาก สมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^2 \cdot °F \cdot h / Btu$

ผนังคอนกรีตหนา 4” ค่า R = 0.44 $Ft^2 \cdot °F \cdot h / Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.68 $Ft^2 \cdot °F \cdot h / Btu$

ΣR เท่ากับ 1.37 $Ft^2 \cdot °F \cdot h / Btu$

ดังนั้นค่า U จึงเท่ากับ 1/1.37 หรือ 0.72 $Btu / h \cdot Ft^2 \cdot °F$

พื้นที่ ผนัง 13.52 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 145.52 ตารางฟุต

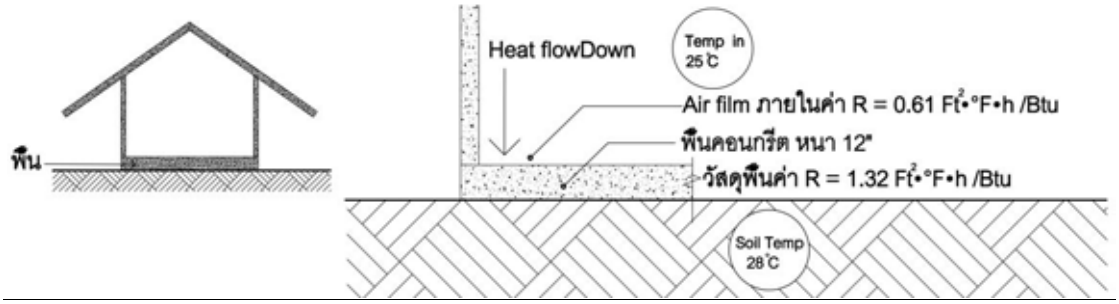
$Q_{ผนังด้านสกัด} = 0.72 \times 145.52 \times (100.4\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{ผนังด้านสกัด} = 104.77 \times 23.4$

$Q_{ผนังด้านสกัด} = 2,451.72$ Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านพักทั่วไปเท่ากับ 2,451.72 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นอาคารบ้านพักทั่วไป



ภาพที่ 4-23 แสดงการส่งถ่ายความร้อนถ่ายเทจากวัสดุพื้นกรณีบ้านพักอาศัยทั่วไป

คำนวณการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนังคาบ้านพักอาศัยทั่วไปจากการหาค่า U จากสมการ $Q = U\text{-} \times A \times \Delta T$ การคำนวณโดยปกติ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน(U) เป็นค่าการส่งผ่านความร้อนจากอากาศด้านนอกสู่อากาศด้านใน แต่ในกรณีนี้เป็นการนำความร้อนจากผิวอาคารที่สัมผัสดินเข้าสู่ภายในอาคาร จึงไม่สามารถคำนวณค่า U ดังกล่าวได้ ในงานวิจัยนี้จึงใช้การคำนวณหาค่า U' ที่เกิดจากการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมตั้งแต่พื้นผิวที่สัมผัสกับดินเข้าสู่อากาศภายในห้องเพื่อใช้ในการคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านพักทั่วไปจากสมการ

$Q = U' \times A \times \Delta T$

พื้นคอนกรีตหนา 12" ค่า R = 1.32 $Ft^2 \cdot {}^\circ F \cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.61 $Ft^2 \cdot {}^\circ F \cdot h/Btu$

ΣR เท่ากับ 1.93 $Ft^2 \cdot {}^\circ F \cdot h/Btu$

ดังนั้นค่า U' เท่ากับ 1/1.93 หรือ 0.63 $Btu/h \cdot Ft^2 \cdot {}^\circ F$

พื้นที่ พื้นคอนกรีต 25.20 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 271.20 ตารางฟุต

$Q_{พื้น} = 0.63 \times 271.20 \times (82.40\ {}^0F - 77\ {}^0F)$

$Q_{พื้น} = 170.85 \times 5.40$

$Q_{พื้น} = 922.62\ Btu/h$

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านพักทั่วไปเท่ากับ 922.62 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของกระจกอาคารบ้านพักทั่วไป

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุกระจกบ้านพักอาศัยทั่วไปจาก สมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

ค่า U กระจกใส เท่ากับ 0.90 Btu/ h· Ft^2·°F

พื้นที่ กระจก 4 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 43.05 ตารางฟุต

$Q_{กระจก} = 0.90 \times 43.05 \times (82.40\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{กระจก} = 38.74 \times 5.40$

$Q_{กระจก} = 209.22$ Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของกระจกบ้านพักทั่วไปเท่ากับ 209.22 Btu/h

<u>รวมค่าการถ่ายเทความร้อนของส่วนประกอบบ้านพักทั่วไปได้ดังนี้</u>

ค่า Q หลังคา เท่ากับ 8,653.08 Btu/h

ค่า Q ผนัง(ด้านยาว) เท่ากับ 6,093.12 Btu/h

ค่า Q ผนัง(ด้านขวาง)เท่ากับ 2,451.72 Btu/h

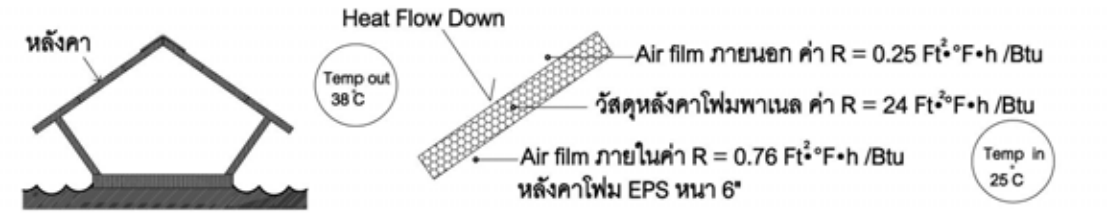
ค่า Q พื้นเท่ากับ 922.62 Btu/h

ค่า Q กระจกเท่ากับ 209.22 Btu/h

ค่าภาระการทำความเย็น (Q)ของส่วนประกอบอาคาร รวมของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไปเท่ากับ 18,329.76 Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุบ้านลอยน้ำโดย การประเมิน

ศักยภาพภาระการทำความเย็น จากการคำนวณ



ภาพที่ 4-24 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผิววัสดุหลังคาบ้านลอยน้ำ

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 ^{0}F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.4 ^{0}F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุหลังคาบ้านลอยน้ำจากสมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$

โฟมพาเนลหนา 6” ค่า R = 24 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.76 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$

ค่า ΣR เท่ากับ 25.01 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/ Btu$

ดังนั้นค่า U เท่ากับ 1/25 หรือ 0.03 $Btu/ h \cdot Ft^2 \cdot °F$

พื้นที่หลังคารวม 58.70 ตารางเมตร หรือ เท่ากับ 632.90 ตารางฟุต

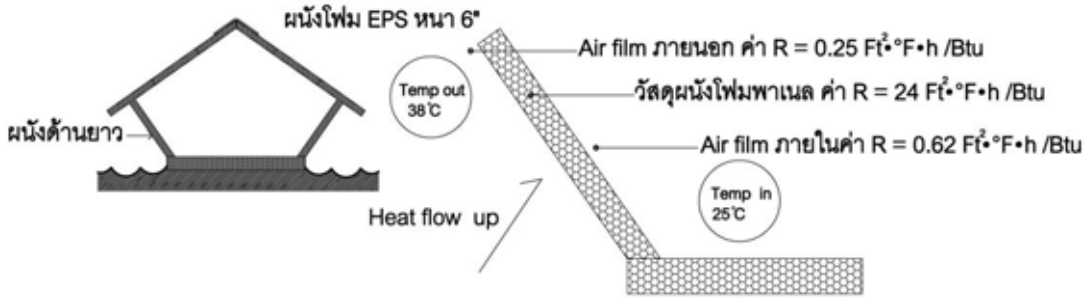
$Q_{หลังคา}$ = 0.03 x 632.90 x (100.4 ^{0}F- 77 ^{0}F)

$Q_{หลังคา}$ = 18.98 x 23.4

$Q_{หลังคา}$ = 444.29 Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของหลังคาบ้านลอยน้ำเท่ากับ 444.29 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-25 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านยาว)บ้านลอยน้ำ

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 ^{0}F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 ^{0}F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุผนังด้านยาวบ้านลอยน้ำจากสมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

โฟมพาเนล หนา 6” ค่า R = 24 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.62 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

ΣR เท่ากับ 24.87 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

ดงนั้นค่า U เท่ากับ 1/24.87 หรือ 0.04 $Btu/h\cdot Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F$

พื้นที่ ผนังรวม 41.30 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 445.50 ตารางฟุต

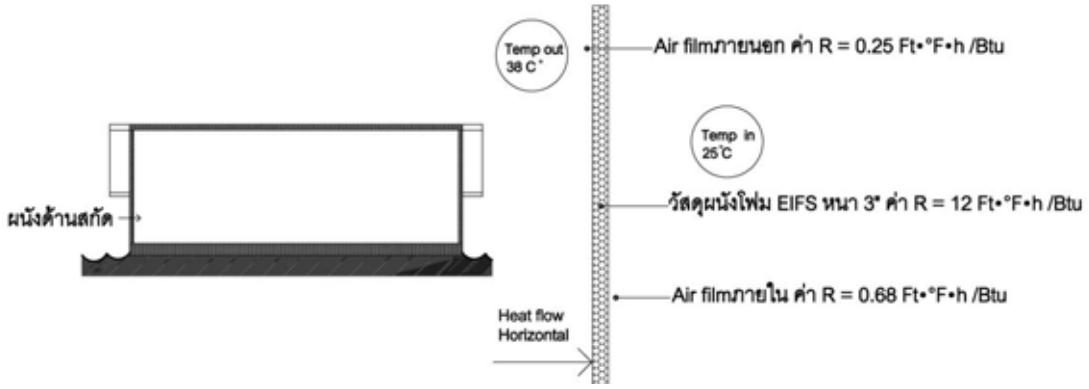
$Q_{ผนังด้านยาว}$ = 0.04 x 445.50 x (100.40 ^{0}F- 77 ^{0}F)

$Q_{ผนังด้านยาว}$ = 17.82 x 23.40

$Q_{ผนังด้านยาว}$ = 416.98 Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของผนัง(ด้านยาว)บ้านลอยน้ำเท่ากับ 416.98 Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-26 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง(ด้านสกัด)บ้านลอยน้ำ

ในกรณีที่บ้านมีระบบปรับอากาศกำหนดอุณหภูมิภายในไว้ที่ 25 องศาเซลเซียส (77 ^{0}F) อุณหภูมิภายนอก 38 องศาเซลเซียส (100.40 ^{0}F)

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุผนังด้านสกัดบ้านลอยน้ำจากสมการ

$Q = U \times A \times \Delta T$

Air Film ภายนอก ค่า R = 0.25 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

โฟม EIFS หนา 3” ค่า R = 12 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.68 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

ค่าΣR เท่ากับ 12.93 $Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F\cdot h/Btu$

ดังนั้นค่า U เท่ากับ 1/12.93 หรือ 0.07 $Btu/h\cdot Ft^{2}\cdot{}^{\circ}F$

พื้นที่ ผนังรวม 16.28 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 175.22 ตารางฟุต

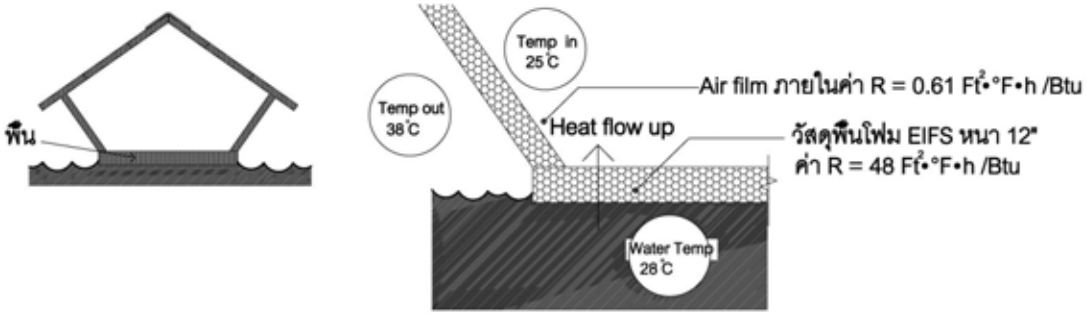
$Q_{ผนังด้านสกัด} = 0.07 \times 175.22 \times (100.40\ ^{0}F - 77\ ^{0}F)$

$Q_{ผนังด้านสกัด} = 12.26 \times 23.40$

$Q_{ผนังด้านสกัด} = 287.01\ Btu/h$

การถ่ายเทความร้อนของผนัง(ด้านสกัด)บ้านลอยน้ำเท่ากับ 287.01 Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นอาคารบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-27 แสดงการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านลอยน้ำ

คำนวณการถ่ายเทความร้อนจากวัสดุผนังคาลอยน้ำจาก การหาค่า U จากสมการ $Q = U\text{-} \times A \times \Delta T$ การคำนวณโดยปกติ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อน(U) เป็นค่าการส่งผ่านความร้อนจากอากาศด้านนอกสู่อากาศด้านใน แต่ในกรณีนี้เป็นการนำความร้อนจากผิวอาคารที่สัมผัสน้ำเข้าสู่ภายในอาคาร จึงไม่สามารถคำนวณค่า U ดังกล่าวได้ ในงานวิจัยนี้จึงใช้การคำนวณหาค่า U' ที่เกิดจากการคำนวณหาค่าความต้านทานความร้อนรวมตั้งแต่พื้นผิวที่สัมผัสกับน้ำเข้าสู่อากาศภายในห้องเพื่อใช้ในการคำนวณหาการถ่ายเทความร้อนของวัสดุพื้นบ้านลอยน้ำ

คำนวณค่าความต้านทานความร้อนวัสดุพื้นบ้านลอยน้ำจาก สมการ

$Q = U' \times A \times \Delta T$

โฟม EIFS หนา 12" ค่า R = 48 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

Air Film ภายใน ค่า R = 0.61 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ค่าΣR เท่ากับ 48.61 $Ft^2 \cdot °F \cdot h/Btu$

ดังนั้นค่า U' เท่ากับ 1/48.61 หรือเท่ากับ 0.02 $Btu/h \cdot Ft^2 \cdot °F$

พื้นที่ พื้นบ้านรวม 25.20 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 271.20 ตารางฟุต

$Q_{พื้น} = 0.02 \times 271.20 \times (82.40\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{พื้น} = 5.42 \times 5.40$

$Q_{พื้น} = 29.26\ Btu/h$

การถ่ายเทความร้อนของพื้นบ้านลอยน้ำเท่ากับ 29.26 Btu/h

การคำนวณการถ่ายเทความร้อนของกระจกอาคารบ้านลอยน้ำ

คำนวณการถ่ายเทความร้อนของวัสดุกระจกบ้านลอยน้ำ จากสมการ

$Q = U\text{-} \times A \times \Delta T$

ค่า U กระจกใส เท่ากับ 0.48 Btu/ h· Ft^2·°F

พื้นที่ กระจก 4 ตารางเมตร หรือเท่ากับ 43.05 ตารางฟุต

จาก $Q = U' \times A \times \Delta T$

$Q_{กระจก} = 0.48 \times 43.05 \times (82.40\ ^0F - 77\ ^0F)$

$Q_{กระจก} = 20.66 \times 5.40$

$Q_{กระจก} = 111.58$ Btu/h

การถ่ายเทความร้อนของกระจกบ้านลอยน้ำเท่ากับ 209.22 Btu/h

<u>รวมค่าการถ่ายเทความร้อนของส่วนประกอบบ้านลอยน้ำได้ดังนี้</u>

ค่า Q หลังคาเท่ากับ 444.29 Btu/h Btu/h

ค่า Q ผนัง(ด้านยาว)เท่ากับ 416.98 Btu/h

ค่า Q ผนัง(ด้านขวาง)เท่ากับ 287.01 Btu/h

ค่า Q พื้นเท่ากับ 29.26 Btu/h

ค่า Q กระจกเท่ากับ 111.58 Btu/h

รวมค่าภาระการทำความเย็น (Q)ของส่วนประกอบอาคาร เท่ากับ 1,289.12 Btu/h

จากการคำนวณพบว่า ภาระการทำความเย็นรวมของบ้านลอยน้ำน้อยกว่าค่าภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีต เท่ากับ 17,040.64 Btu/h จึงทำให้บ้านลอยน้ำประหยัดกำลังไฟฟ้าในระบบปรับอากาศกว่าบ้านพักทั่วไป 14.22 เท่า

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบปรับอากาศ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E = \frac{\text{พลังงานความเย็นที่ได้จากเครื่องปรับอากาศ (Btu/h)}}{COP} \quad \text{.....(5)}$$

เมื่อ E = พลังงานไฟฟ้าหน่วย วัตต์-ชั่วโมง (W/h)

COP= พลังงานความเย็นที่ได้จากเครื่องปรับอากาศ (W).....(6)
พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้สำหรับเครื่องปรับอากาศ (W)

พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศของบ้านพักทั่วไป คำนวณได้ดังนี้ ภาระทำความเย็นของบ้านเท่ากับ 18,329.76 Btu ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 Btu /h มีความสามารถใช้การทำความเย็นเท่ากับ $\frac{24,000}{3.412}$ = 7,033.99 W

พลังงานในการทำความเย็นเครื่องปรับอากาศขนาด 24,000 Btu /h เท่ากับ 2,490 W COP = $\frac{7,033.99}{2,490}$ = 2.82

$$E = \frac{18,329.76}{3.412} \times \frac{1}{COP}$$

$$E = 5372.14 \times \frac{1}{2.82}$$

$$E = 5372.14 \times 0.35$$

$$E = 1,880.24 \text{ W}$$

ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศของบ้านพักทั่วไปเท่ากับ 6,415.41 W

พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศของบ้านลอยน้ำ คำนวณได้ดังนี้ ภาระทำความเย็นของบ้านเท่ากับ 1,289.12 Btu ใช้เครื่องปรับอากาศขนาด 4,500 Btu /h มีความสามารถใช้การทำความเย็นเท่ากับ $\frac{4,500}{3,412}$ = 1318.87 W

พลังงานในการทำความเย็น เครื่องปรับอากาศขนาด 4,500 Btu /h เท่ากับ 460 W COP = $\frac{1,318.87}{460}$ = 2.86

$$E = \frac{1,289.12}{3.412} \times \frac{1}{2.86}$$

$$E = 377.81 \times 0.34$$

$$E = 128.24 \text{ W}$$

ดังนั้นพลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศของบ้านพักทั่วไปเท่ากับ 438 W

4.1.3 **<u>ผลการทดลองที่ 3</u> ระยะการจมน้ำของฐานอาคาร ผลทดสอบการลอยตัว ผลทดสอบรับน้ำหนัก ผลทดสอบระบบพลังงานสะอาดที่ใช้ ผลเปรียบเทียบปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ ขั้นตอน และวิธีการก่อสร้างบ้านลอยน้ำกับบ้านที่ก่อสร้างด้วยวิธีทั่วไป**

4.3.1.1 ระยะการจมน้ำของฐานอาคาร ผลทดสอบการลอยตัว ผลทดสอบรับน้ำหนักการคำนวณหาแรงลอยตัวในน้ำจาก สมการแรงลอยตัว (Buoyant Force)

Fb = mg.....(1)

Fb = (Ro) x (Vg).....(2)

เมื่อ Fb = แรงลอยตัว

mg = น้ำหนักแพ

Fb = แรงลอยตัว

Ro = ความหนาแน่นของน้ำ = 1000 กิโลกรัม/ลบ.เมตร

V = ปริมาตรแพ

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก

(1) = (2)

รายละเอียดด้านน้ำหนักของบ้านลอยน้ำ

4.3.1.1 พื้นทุ่นโฟม EIFS ฉาบผิวด้วยปูนผสม Base Coat ขนาด 7.56 ลูกบาศก์เมตร หนัก 181.44 กิโลกรัม

4.3.1.2 ผนังโฟมพาเนล EIFS ขนาด 24.36 ตารางเมตรหนัก 414.12 กิโลกรัม

4.3.1.3 หลังคา ผนังพาเนลโฟม EIFS ขนาด 58.80 ตารางเมตรหนัก 999.60 กิโลกรัม

4.3.1.3 น้ำหนักรวมทั้งหมดของบ้านลอยน้ำ 1,595.16 กิโลกรัม

จากการคำนวณ เนื่องจากตัวแปรด้านการประหยัดวัสดุในการก่อสร้างในงานวิจัยนี้จึง กำหนดพื้นที่ขนาดเล็ก ขนาดเท่าห้องพักเตียงเดี่ยว studio type โดยหากใช้โฟมเป็นทุ่น บ้านลอยน้ำขนาด 3 เมตร x 8.40 เมตร x 0.30 เมตร ปริมาตร จะเท่ากับ 7.56 ลูกบาศก์เมตร โดยจากทฤษฎีแรงลอยตัว คำนวณสมการได้ดังนี้

แรงลอยตัว (Fb) = เท่ากับน้ำหนักของไหล (น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรหนัก 1,000 กิโลกรัม = ปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ในของไหล)

Fb = ขนาดของบ้านลอยน้ำ x ปริมาตรของน้ำ

Fb = (3 x 8.40 x 0.30) x 1000

Fb = 7.56 x 1,000

Fb = 7,560 กิโลกรัม

แรงลอยตัวของฐานอาคาร จากการคำนวณเท่ากับ 7,560 กิโลกรัม ฐานบ้านลอยน้ำรับน้ำหนักบรรทุกได้ 300 ต่อ 1 ตารางเมตร หากคำนวณจากการรับน้ำหนักของโฟม EPS 1 ลูกบาศก์เมตร จะรับน้ำหนักบรรทุกได้ 984 กิโลกรัม

ขนาดของบ้านลอยน้ำ x แรงลอยตัวของโฟม EIFS 1 ลูกบาศก์เมตร = น้ำหนักบรรทุกของทุ่น เพราฉะนั้น 7.56 x 984 = 7,439 กิโลกรัม

ขนาดของทุ่นลอยน้ำ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ 7,439 กิโลกรัม หรือ 295.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่บ้านพักอาศัยที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตทั่วไปออกแบบให้รับน้ำหนักจร (live load) เท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อตารางเมตร บ้านลอยน้ำที่เป็นโครงสร้างโฟมจึงสามารถรับน้ำหนักบรรทุกหรือน้ำหนักจร ได้มากกว่ามาตรฐานการรับน้ำหนักของบ้านพักอาศัยที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตถึง 145.5 กิโลกรัม

ปริมาตรทุ่นของบ้านลอยน้ำ 3 x 8.40 x 0.3 เท่ากับ 7.56 ลูกบาศก์เมตร

ความหนาทุ่น เท่ากับ 30 เซนติเมตร

พื้นที่บ้านลอยน้ำ 3 x 8.40 เท่ากับ 25.20 ตารางเมตร

พื้นที่ภายในบ้านลอยน้ำ เท่ากับ 21.60 ตารางเมตร

การรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุด 7,439 กิโลกรัม เท่ากับ 294.90 ต่อ 1 ตารางเมตร และsafety factor ในการรับน้ำหนักบรรทุกของบ้านลอยน้ำเท่ากับ 1/3 ของการรับน้ำหนักบรรทุกมากที่สุด ซึ่งเท่ากับ 2,477 กิโลกรัม

น้ำหนักบ้านลอยน้ำ เท่ากับ 1,700 กิโลกรัม กล่าวคือ หากบ้านลอยน้ำรับน้ำหนัก 7,431.48 เท่ากับการรับน้ำหนัก 100 %

เพราะฉะนั้น น้ำหนักบรรทุก 1,700 กิโลกรัม = (1,700 x 100)÷7,431.48 = 22.80% ความหนาทุ่นเท่ากับ 30 เซนติเมตร เพราะฉะนั้น1% ของความหนาทุ่น = 0.30 เซนติเมตร ดังนั้นบ้านลอยน้ำจะจมลง 22.80%

โดย 22.80 x 0.30 = 6.80 เซนติเมตร โดยจากการคำนวณพบว่า ระยะจมของทุ่นบ้านลอยน้ำจะเท่ากับ 6.80 เซนติเมตร

4.3.2 พลังไฟฟ้าที่ใช้และระบบที่ผนวกเทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาดแบบยั่งยืนของบ้านลอยน้ำเปรียบเทียบกับบ้านพักอาศัยทั่วไป

เนื่องจากแหล่งพลังงานที่ใช้เป็นแผงโซล่าร์เซลล์แบบไม่เชื่อมต่อกับสาธารณูปโภค(stand alone) งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นในการอยู่อาศัย แต่ยังคงไว้ด้วยคุณภาพในการใช้ชีวิต อีกทั้ง วัสดุที่เลือกใช้มีค่าการกันความร้อนสูง ดังนั้นจึงสามารถลดปริมาณไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบปรับอากาศได้ 14 เท่า

ตารางที่ 4-6 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านลอยน้ำ 12 DCV, 24 DCV, 220 ACV (inverter 1000 W)

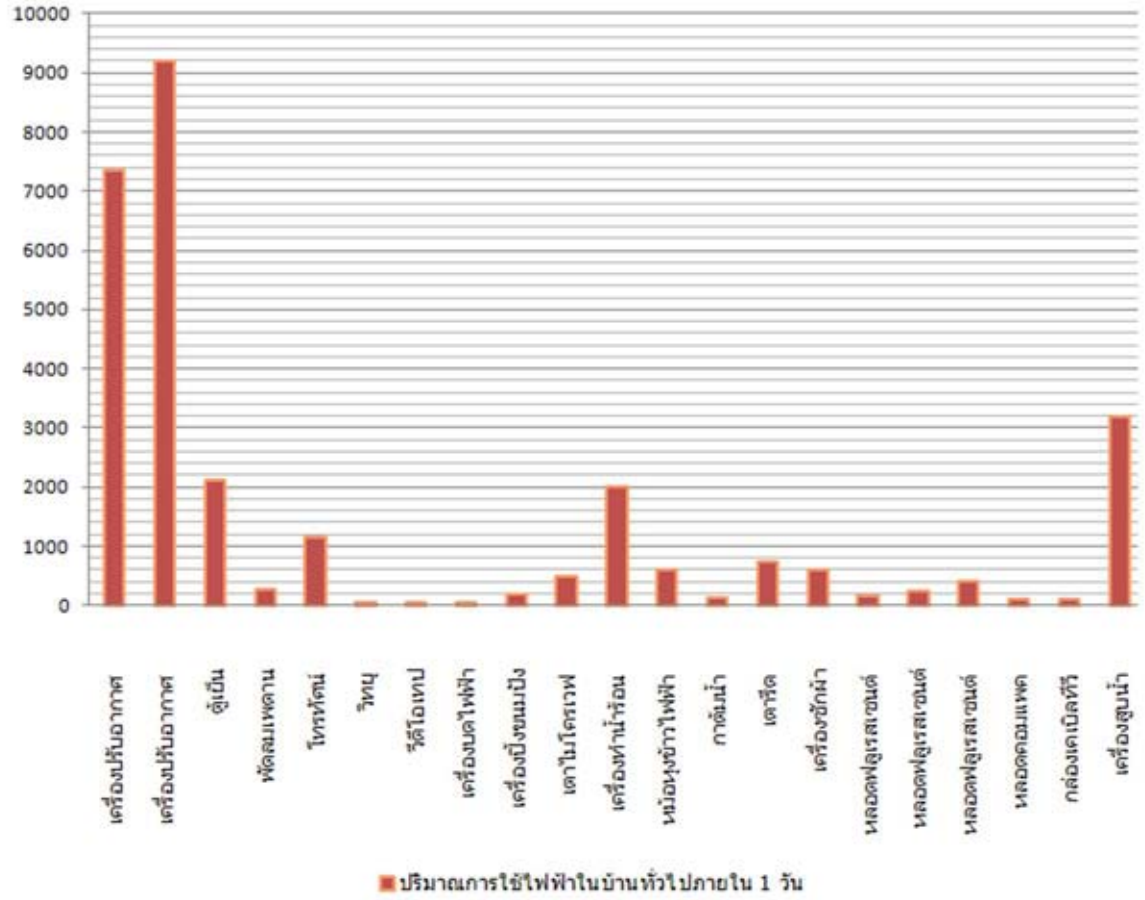
รายการไฟฟ้าบ้านลอยน้ำ 12DCV, 24DCV, 220ACV (inverter 1000W)						
	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	
เครื่องปรับอากาศ 4,500 Btu	-	230	1	6.00	1,380.00	24DC
โทรทัศน์	32”	95	1	1.00	95.00	AC
เครื่องปิ้งขนมปัง	0	700	0	0.00	0.00	AC
เตาไมโครเวฟ	0	960	0	0.00	0.00	AC
เครื่องทำน้ำร้อน	0	2,000	0	0.00	0.00	AC
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	1.5	600	1	0.40	240.00	AC
กาต้มน้ำ	0	500	1	1.00	500.00	AC
เตารีด	0	750	0	0.00	0.00	AC
หลอด LED แบบหลอดยาว (T5)	-	14	8	1.00	112.00	12DC
หลอดคอมแพค LED	-	3	8	8.00	192.00	12DC
เครื่องสูบน้ำ	-	150	1	0.50	75.00	24DC
เครื่องกรองน้ำ RO	-	28.8	1	8.00	230.40	24DC
รวมการใช้ไฟฟ้าใน 1 วัน					2,824.40	Watt

ตารางที่ 4-7 แสดงรายการเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านทั่วไป 220 ACV.

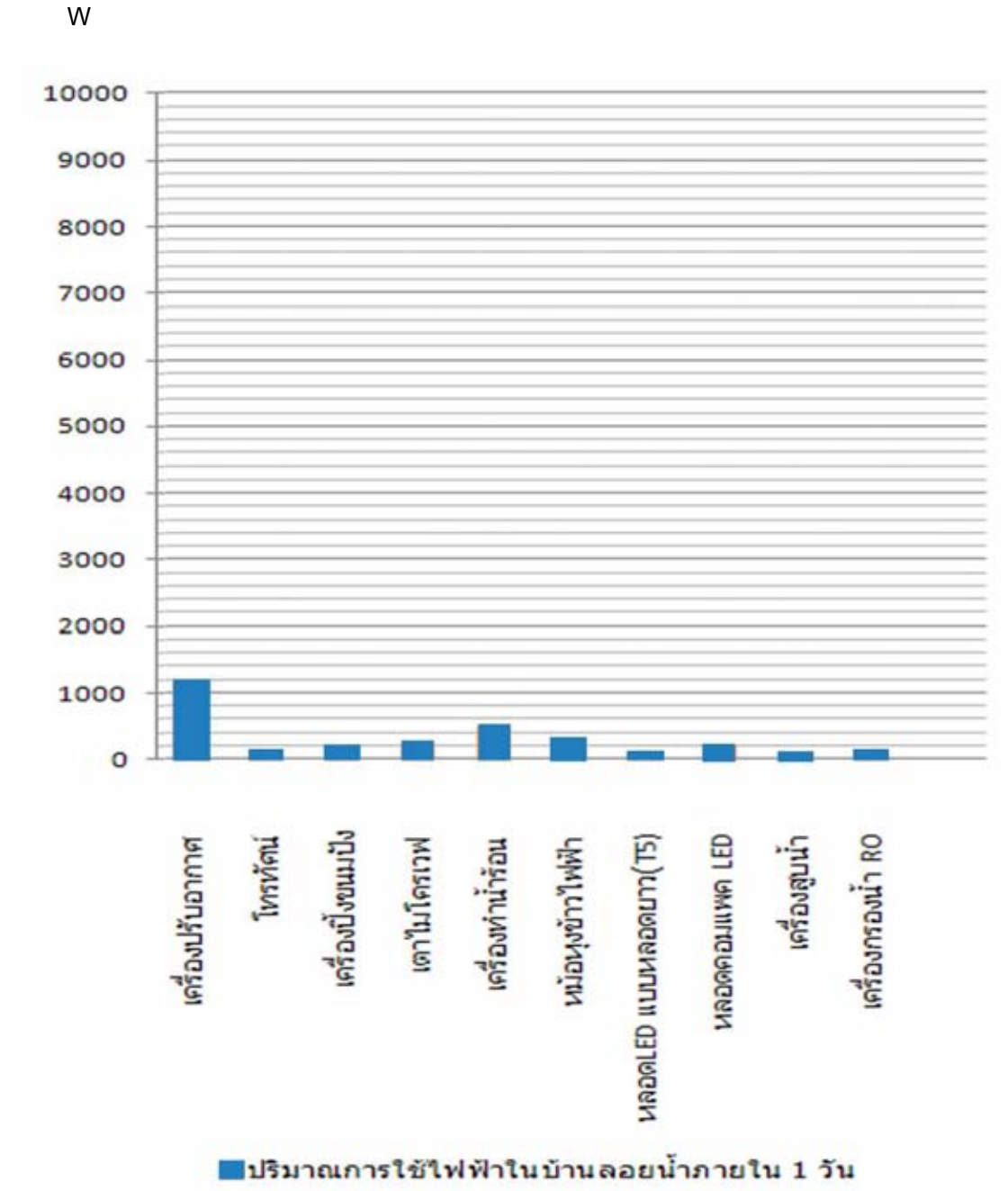
รายการเครื่องไฟฟ้าบ้านทั่วไป 220 ACV.						
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	Watt	จำนวน	ชั่วโมง	รวม	
เครื่องปรับอากาศ	9,000 Btu	920	1	8.00	7,360	AC
	12,000 Btu	1,150	1	1.00	1,150	AC
ตู้เย็น	4.5-6.0 ลบ.ฟุต	88	1	6.00	528	AC
พัดลมเพดาน	16 นิ้ว	68	1	1.00	68	AC
โทรทัศน์	32	95	1	2.00	190	AC
วิทยุ	-	15	1	0.00	0	AC
เครื่องปิ้งขนมปัง	-	700	1	0.30	210	AC
เตาไมโครเวฟ	-	960	1	1.00	960	AC
เครื่องทำน้ำร้อน	-	2,000	1	1.00	2,000	AC
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	1.5	600	1	1.00	600	AC
กาต้มน้ำ	-	500	1	0.20	100	AC
เตารีด	-	750	1	0.30	225	AC
เครื่องซักผ้า	-	600	1	1.00	600	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	10	20	1	8.00	160	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	20	30	1	8.00	240	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	32	42	0	0.00	0	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	36	46	0	0.00	0	AC
หลอดฟลูเรสเซนต์	40	50	1	8.00	400	AC
หลอดคอมแพค	9	13.5	1	8.00	108	AC
กล่องเคเบิลทีวี	-	15	1	6.00	90	AC
เครื่องสูบน้ำ	½ HP	533	1	6.00	3,198	AC
เครื่องกรองน้ำ RO		28.8	1	8.00	230.4	AC
รวมการใช้ไฟฟ้าใน 1 วัน					18,417.40	Watt

ในกรณีนี้เปรียบเทียบตามลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันของบ้านพักอาศัยจริง อัตราการใช้พลังงานจึงไม่มีข้อจำกัด เนื่องจากเชื่อมต่อการ ใช้พลังงานไฟฟ้าจากสาธารณูปโภคส่วนกลา

W



แผนภูมิที่ 4-5 เปรียบเทียบโหลดไฟฟ้าในบ้านพักอาศัยทั่วไป



แผนภูมิที่ 4-6 เปรียบเทียบโหลดไฟฟ้าในบ้านลอยน้ำ

4.3.3 เปรียบเทียบบ้านลอยน้ำกับบ้านพักอาศัยทั่วไปด้านขั้นตอน และวิธีการก่อสร้าง

4.3.3.1 บ้านพักอาศัยทั่วไป นิยมใช้วัสดุก่อสร้างหนักเช่นคอนกรีต อิฐ เหล็ก ไม่สามารถลอยน้ำได้ มีขั้นตอนการก่อสร้างที่ยุ่งยากและใช้เวลาการก่อสร้างมาก

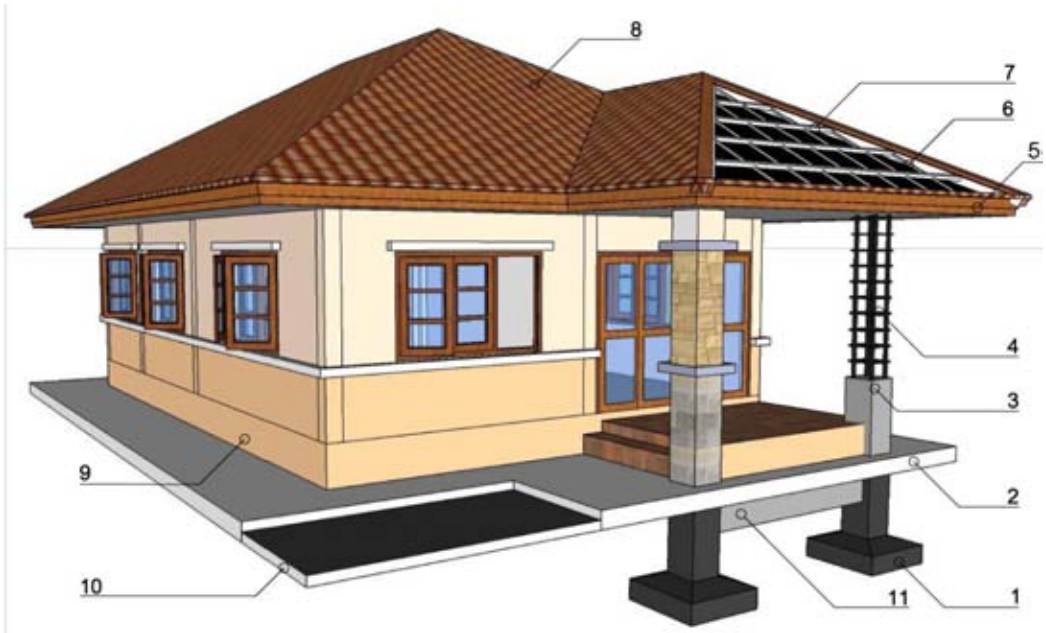
ระบบการก่อสร้างของบ้านพักอาศัยทั่วไป ประกอบด้วย

1. ระบบฐานราก (1) ใช้วัสดุก่อสร้างเช่น คอนกรีตเสริมเหล็ก (2) ซึ่งมีน้ำหนักมาก

2. ระบบผนัง (9) ก่อสร้างด้วยอิฐมอญ คอนกรีตบล็อคหรืออิฐมวลเบา ทำให้มีน้ำหนักมากไม่สามารถลอยน้ำได้

3. ระบบหลังคา (7) ใช้วัสดุประเภทโครงเหล็ก (6) หรือโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กมีการก่อสร้างด้วยขั้นตอนที่ยุ่งยากประกอบด้วย อะเส(5) จันทัน (6)แป(7) กระเบื้อง(8) ซึ่งมีน้ำหนักมาก

4. ระบบทั้งหมดประกอบกันเป็นชิ้นๆเพื่อให้รับแรงร่วมกัน เช่นเสา(4) คาน(11) พื้น(10) เป็นการถ่ายน้ำหนักลงมารวมกันที่เสา(3) ส่งไปที่ฐานราก(1) ทำให้ฐานรากแต่ละตัวต้องรับน้ำหนักมาก



ภาพที่ 4-28 แสดงถึงบ้านแบบเก่าที่มีการก่อสร้างโดยทั่วไป

4.3.3.2 วิธี และขั้นตอนการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

งานวิจัยนวัตกรรมบ้านลอยน้ำคำนึงถึงการใช้วัสดุน้ำหนักเบา หาง่าย ก่อสร้างได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการกันความร้อน สามารถประกอบด้วยอุปกรณ์ช่างพื้นฐาน โดยใช้แรงงาน 2-4 คนในการเตรียม และประกอบแต่ละชิ้นส่วน

ระบบการก่อสร้างของบ้านลอยน้ำประกอบด้วย

1. ระบบพื้น(ทุ่นลอย) ใช้วัสดุโฟม EIFS ชนิดกันไฟลาม ขนาด3 x 8.4 x 0.30 เมตร ในการก่อสร้าง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat ทำให้มีน้ำหนักเบาก่อสร้างง่ายสามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

2. ระบบผนังโครงสร้างด้านขวางใช้วัสดุโฟม EIFS ชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 3 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านขวาง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat สามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

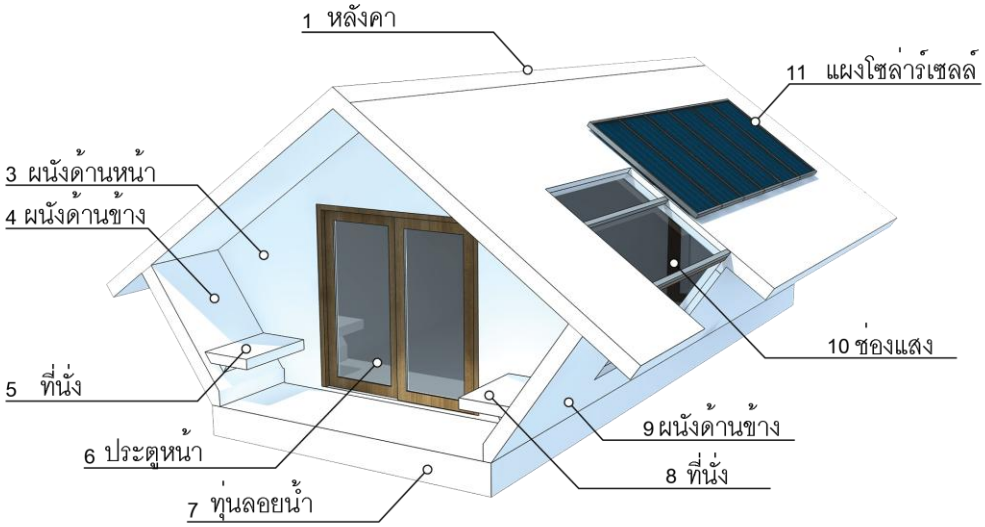
3. ระบบผนังโครงสร้างด้านยาวและระบบหลังคาใช้วัสดุแผ่นโฟมพาเนล กว้าง 1.20 เมตร ยาว 8.40 เมตร หนา 6 นิ้วชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 6 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านยาวและโครงหลังคา สามารถประกอบผนังและหลังคาด้วยอุปกรณ์ช่างพื้นฐานทั่วไปเช่น สว่าน และน็อตยึด โดยใช้แรงงานตั้งแต่ 4-6 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

4. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบสุขาภิบาล ระบบประปา ระบบปรับอากาศ และแผงโซล่าร์เซลล์ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

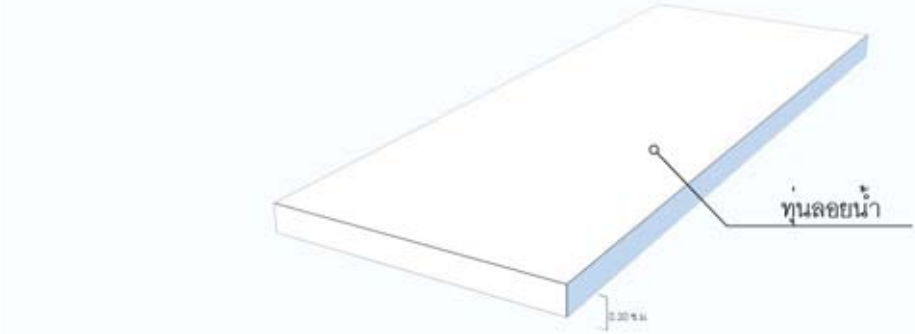
5. เจาะช่องแสง ติดตั้งประตูหน้าต่างใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

6. ติดตั้งกระเบื้องพื้น และกระเบื้องห้องน้ำใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

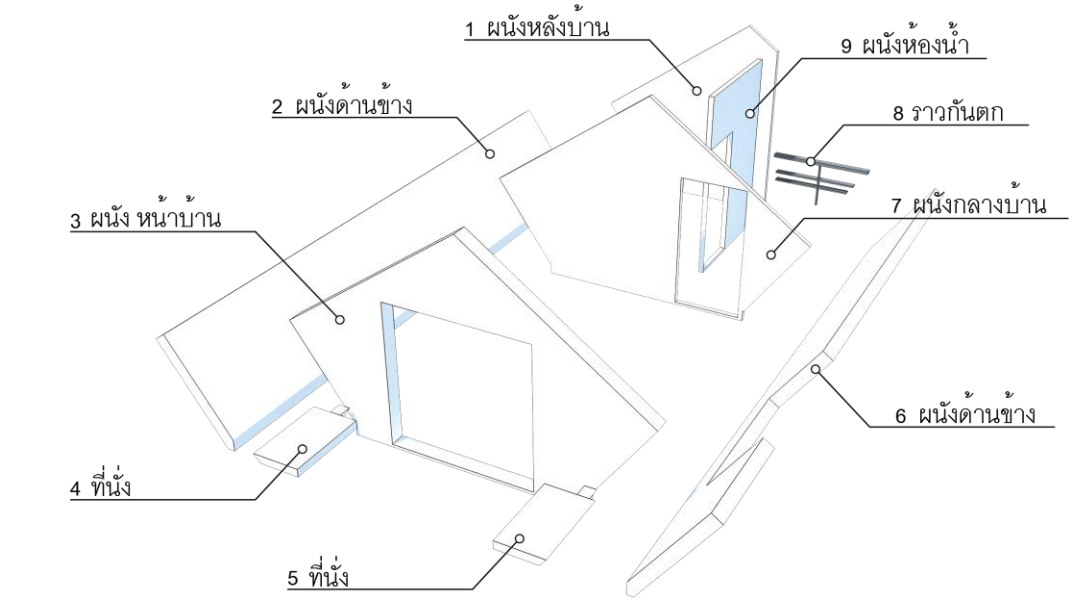
7. ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ทาสี ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน



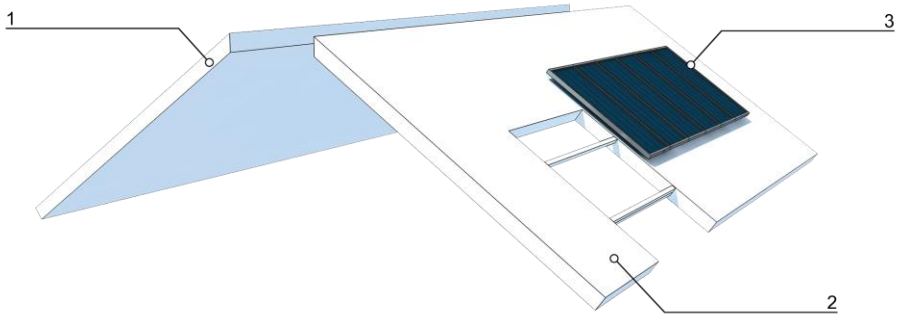
ภาพที่ 4-29 แสดงชิ้นส่วนประกอบต่างๆของบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-30 แสดงชิ้นส่วนทุ่นของบ้านลอยน้ำ

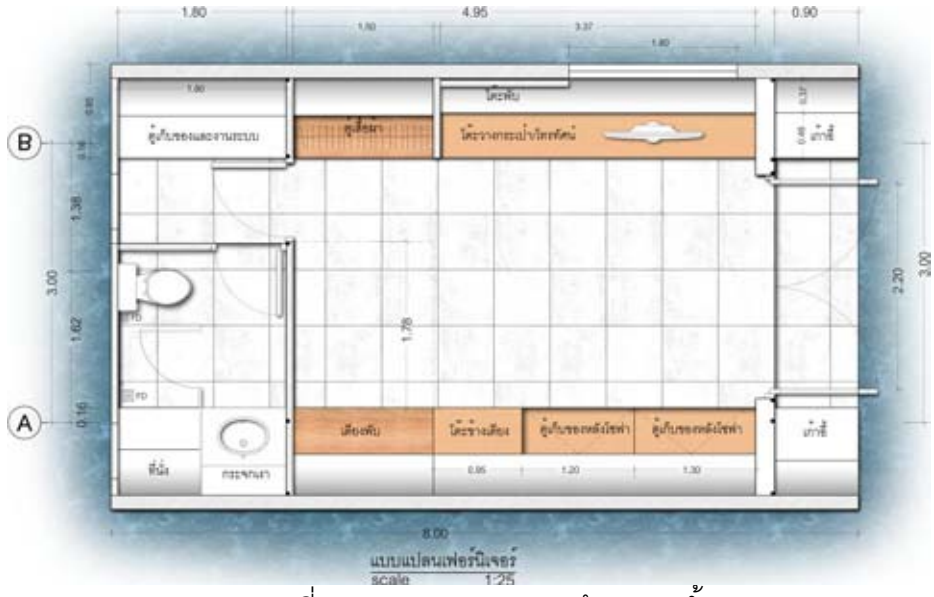


ภาพที่ 4-31 แสดงชิ้นส่วนผนังของบ้านลอยน้ำ

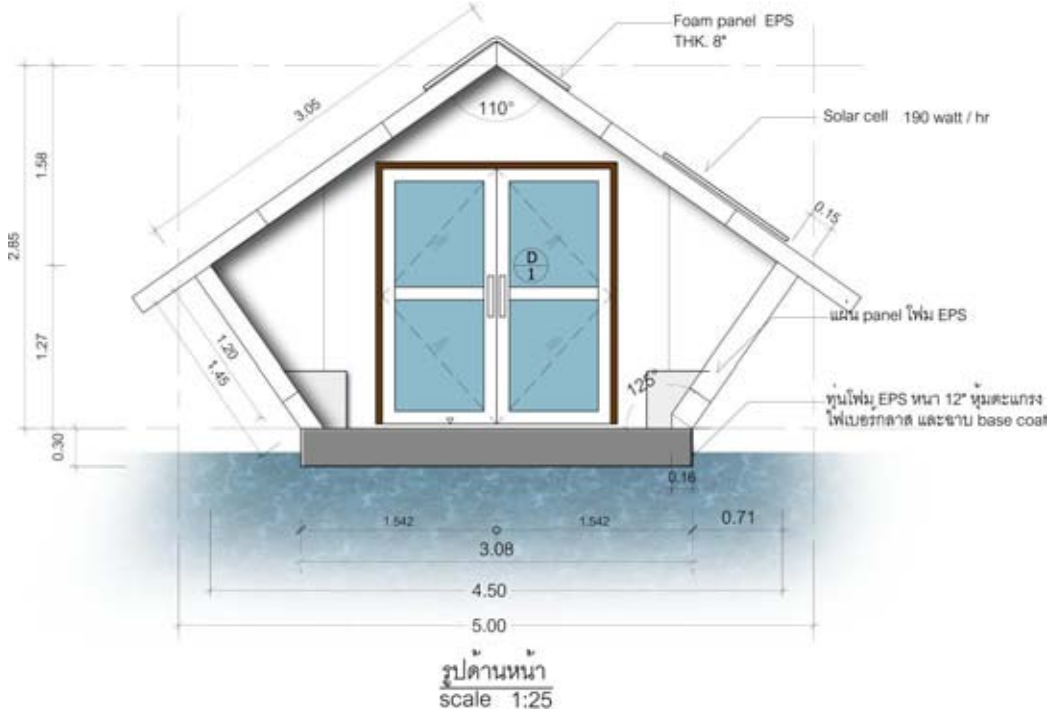


ภาพที่ 4-32 แสดงชิ้นส่วนหลังคาของบ้านลอยน้ำ

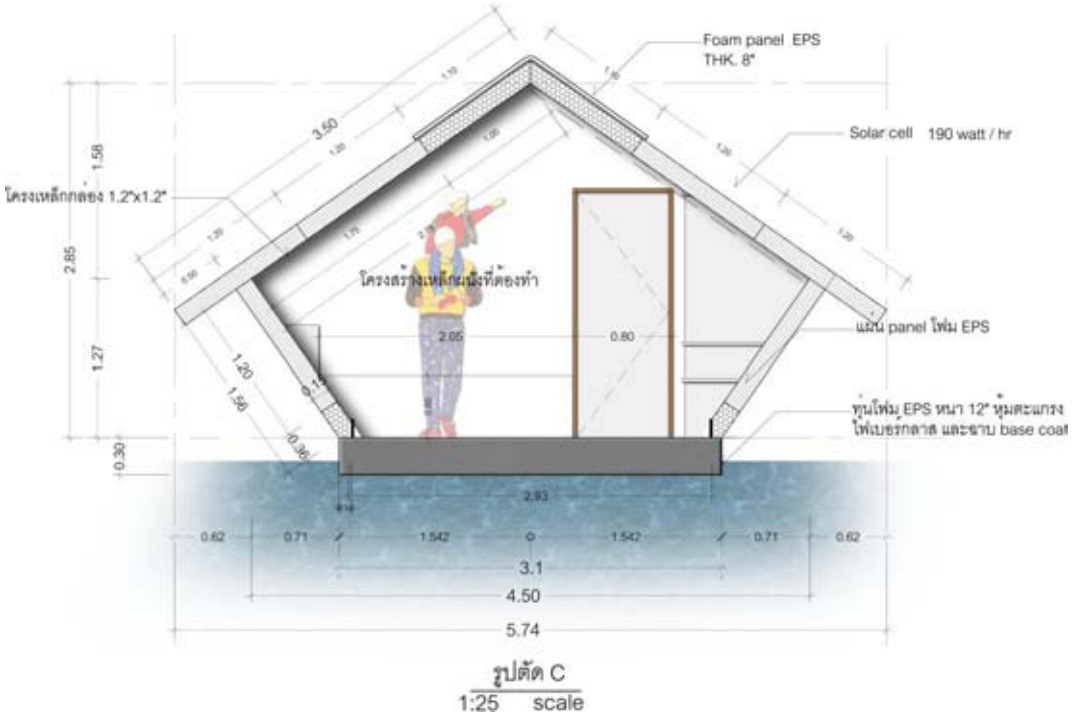
4.2 จากการวิเคราะห์ ประเมินผล และรวบรวมข้อมูลเพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์การออกแบบนวัตกรรมบ้านลอยน้ำ ผลการศึกษา นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ เสนอรูปแบบดังนี้



ภาพที่ 4-33 แสดงแบบแปลนบ้านลอยน้ำ

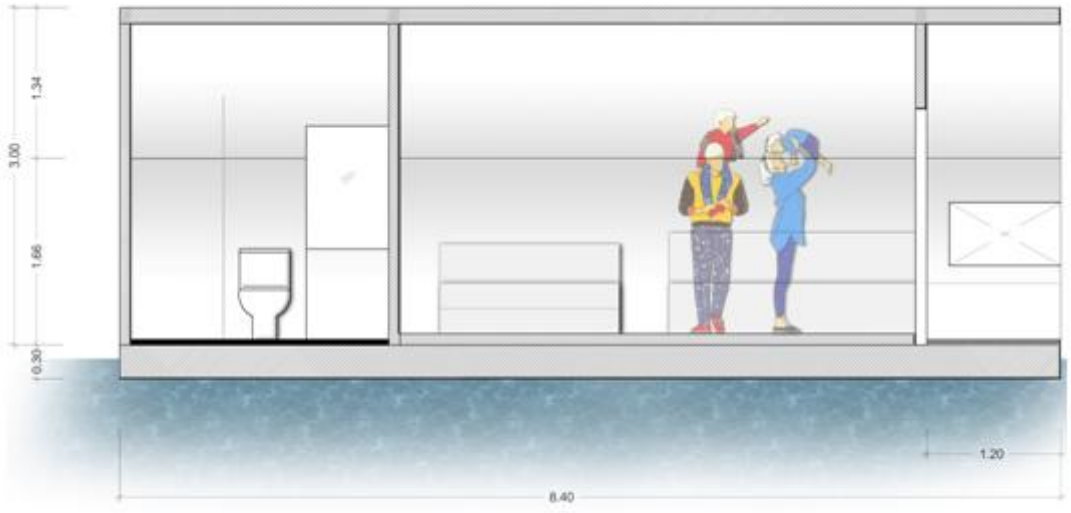


ภาพที่ 4-34 แสดงแบบรูปด้านหน้าบ้านลอยน้ำ



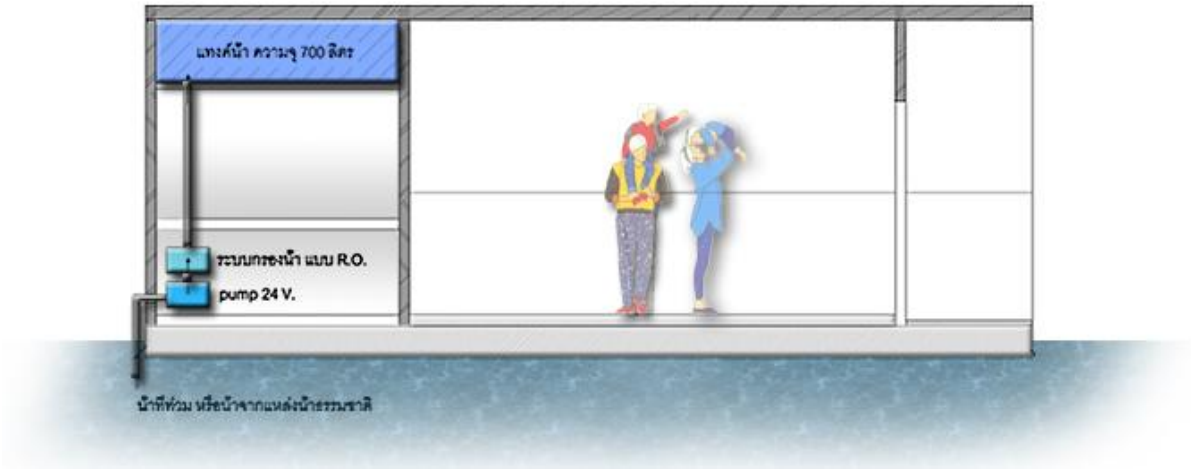
รูปตัด C
1:25 scale

ภาพที่ 4-35 แสดงแบบรูปตัดตามขวางบ้านลอยน้ำ

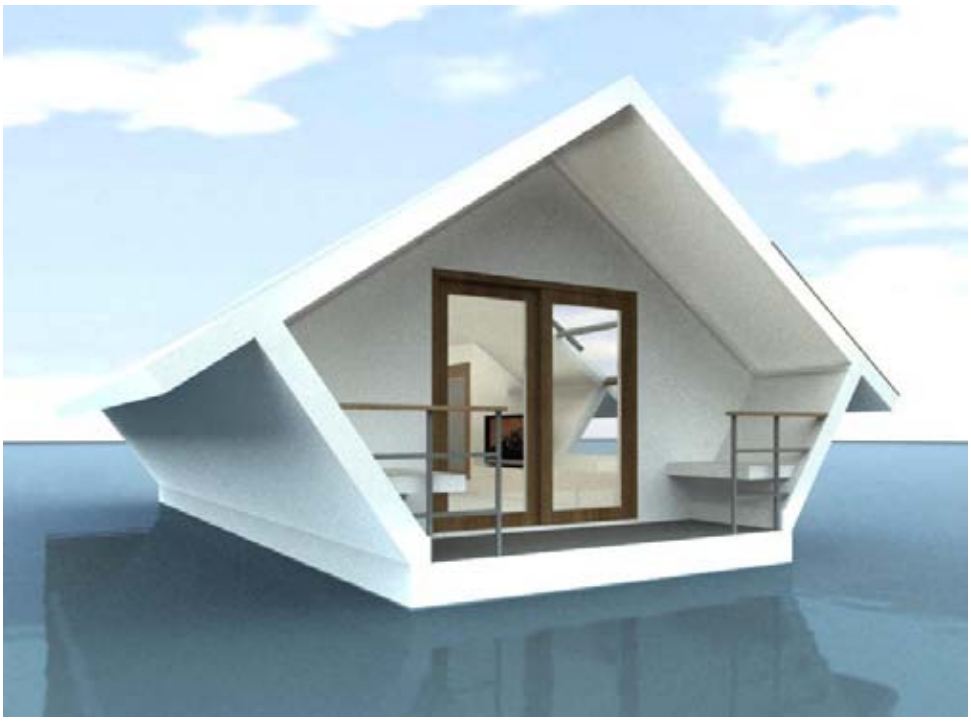


แบบรูปตัด D
scale 1:25

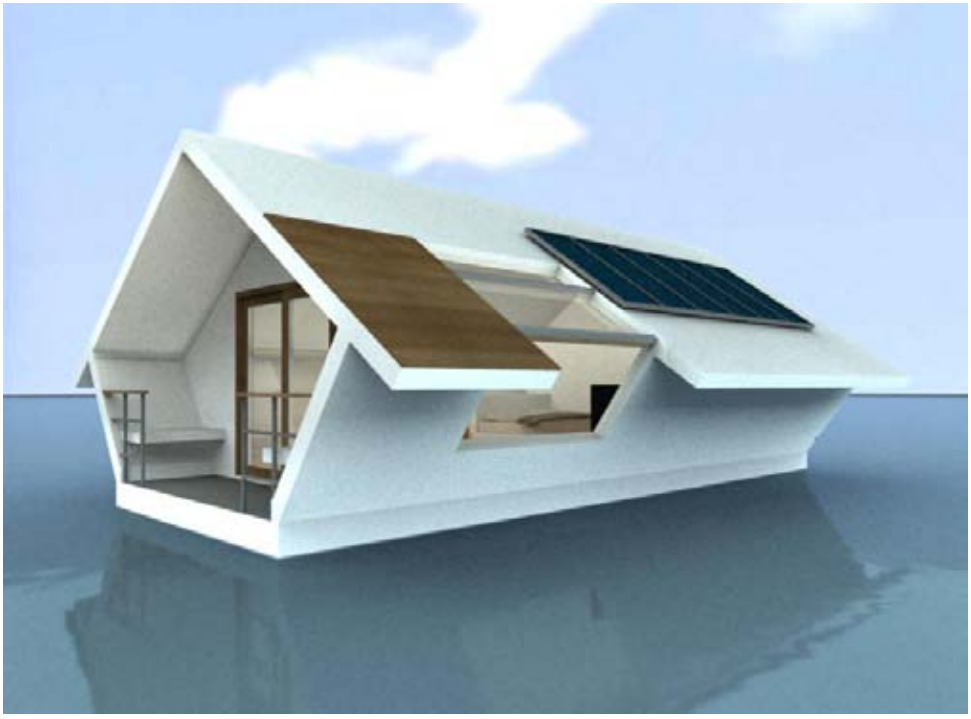
ภาพที่ 4-36 แสดงแบบรูปตัดด้านยาวบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-37 แสดงแผนผัง ระบบน้ำที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-38 แสดงแบบรูปทัศนีย์ภาพบ้านลอยน้ำ



ภาพที่ 4-39 แสดงแบบรูปทัศนีย์ภาพบ้านลอยน้ำ

ภาพที่ 4-40 แสดงแบบรูปทัศนีย์ภาพภายในบ้านลอยน้ำมุมมองจากบนเตียง

ภาพที่ 4-41 แสดงแบบรูปทัศนีย์ภาพภายในบ้านลอยน้ำมุมมองจากทางเข้าด้านหน้า

4.3 ผลการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

วิธี และขั้นตอนการก่อสร้างบ้านลอยน้ำประกอบด้วย

1. ระบบพื้น(ทุ่นลอย) ใช้วัสดุโฟม EIFS ชนิดกันไฟลาม ขนาด3 x 8.4 x 0.30 เมตร ในการก่อสร้าง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat ทำให้มีน้ำหนักเบาก่อสร้างง่ายสามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

2. ระบบผนังโครงสร้างด้านขวางใช้วัสดุโฟม EIFS ชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 3 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านขวาง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat สามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

3. ระบบผนังโครงสร้างด้านยาวและระบบหลังคาใช้วัสดุแผ่นโฟมพาเนล กว้าง 1.20 เมตร ยาว 8.40 เมตร หนา 6 นิ้วชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 6 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านยาวและโครงหลังคา สามารถประกอบผนังและหลังคาด้วยอุปกรณ์ช่างทั่วไปเช่น สว่าน และน็อตยึด โดยใช้แรงงานตั้งแต่ 4-6 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

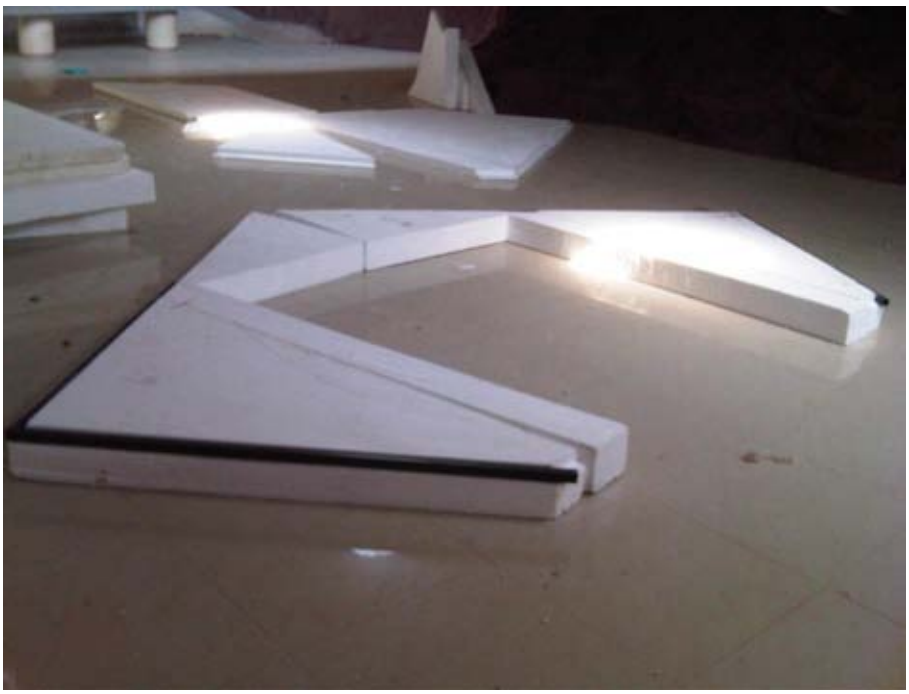
5. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบสุขาภิบาล ระบบประปา ระบบปรับอากาศ และแผงโซล่าร์เซลล์ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

6. เจาะช่องแสง ติดตั้งประตูหน้าต่าง ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

7. ติดตั้งกระเบื้องพื้น และกระเบื้องห้องน้ำ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

8. ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ทาสี ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

ภาพที่ 4-42 แสดงโฟม EPS ชนิดกันไฟลาม ก่อนติดตะแกรงไฟเบอร์กลาส และฉาบผิว



ภาพที่ 4-43 แสดงขั้นตอนการเตรียมโฟม EPS ชนิดกันไฟลามสำหรับผนังด้านสกัด

ภาพที่ 4-44 แสดงขั้นตอนการแสดงการติดตะแกรงไฟเบอร์กลาส เพื่อฉาบผิว

ภาพที่ 4-45 แสดงขั้นตอนการแสดงการติดตะแกรงไฟเบอร์กลาส เพื่อฉาบผิว

ภาพที่ 4-46 แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนัง 5 เหลี่ยมด้านหน้า และด้านหลัง ฉาบยึดติดด้วย base coat ทำค้ำยัน ใช้เวลา 2 วันเพื่อให้แห้งสนิทเพิ่มความแข็งแรง

ภาพที่ 4-47 แสดงขั้นตอนการติดตั้งผนัง 5 เหลี่ยมด้านหน้า และด้านหลัง ฉาบยึดติดด้วย base coat ทำค้ำยัน ใช้เวลา 2 วันเพื่อให้แห้งสนิทเพิ่มความแข็งแรง

ภาพที่ 4-48 แสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ด้านข้าง

ภาพที่ 4-49 แสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ส่วนหลังคา

ภาพที่ 4-50 แสดงขั้นตอนการแสดงขั้นตอนการติดตั้งชิ้นส่วนผนัง โฟม panel ด้านข้างทั้ง 2 ด้าน และส่วนหลังคา

ภาพที่ 4-51 แสดงขั้นตอนการแสดงก่อสร้างจริง ขณะติดตั้งผนังและหลังคา

ภาพที่ 4-52 แสดงขั้นตอนการแสดงก่อสร้างจริงขณะติดตั้งผนังและหลังคา

ภาพที่ 4-53 แสดงขั้นตอนการปล่อยน้ำทดสอบการลอยตัว

ภาพที่ 4-54 แสดงรูปบ้านลอยน้ำเมื่อติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์

สรุประยะเวลาการก่อสร้างบ้านลอยน้ำได้ดังนี้

1. ระบบพื้น(ทุ่นลอย) ใช้เวลาประมาณ 2 วัน
2. ระบบผนังโครงสร้างด้านสกัด ใช้เวลาประมาณ 2 วัน
3. ระบบผนังโครงสร้างด้านยาวและระบบหลังคา ใช้เวลาประมาณ 2 วัน
5. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบสุขาภิบาล ระบบประปา ระบบปรับอากาศ และแผงโซล่าร์เซลล์ ใช้เวลาประมาณ 2 วัน
6. เจาะช่องแสง ติดตั้งประตูหน้าต่าง ใช้เวลาประมาณ 1 วัน
7. ติดตั้งกระเบื้องพื้น และกระเบื้องห้องน้ำ ใช้เวลาประมาณ 1 วัน
8. ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ทาสี ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

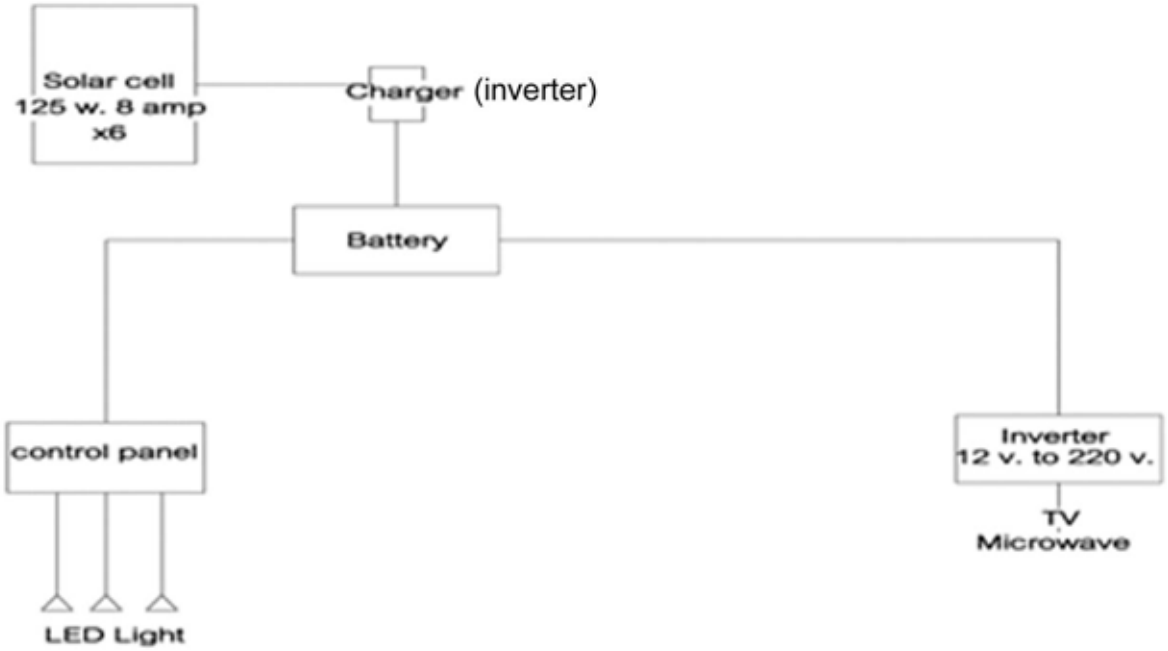
รวมระยะเวลาการก่อสร้าง 7 วัน (กรณีเริ่มทำพื้นทุ่น และผนังด้านสกัดพร้อมกัน)

ผลการทดลองด้านระบบพลังงานสะอาดที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ

ภาพที่ 4-55 แสดงการเตรียมทดลองหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ จำนวน 6แผง

ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดโพลี เนื่องจาก ประสิทธิภาพการใช้งานที่ดี (12-15%) ใช้เนื้อที่ไม่มาก และราคาไม่สูงมากเกินไปเมื่อเทียบ กับแบบโมโน และอมอฟัส โดยใช้ประมาณ 5.4 ตารางเมตร เซลล์แสงอาทิตย์ 125 W จำนวน 6 แผง ต่อวงจรแบบขนาน (parallel) จะได้ ไฟฟ้า 22 V.กระแส 42 Amp 924 W โดยเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้า 12 V กระแส 200 Amp จำนวน 2 ลูก สามารถเก็บไฟฟ้า4800 Watt ใช้เวลา 5.19 ชั่วโมงใช้การชาร์จไฟให้เต็ม เพื่อจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 12 V สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง และต่อเข้ากับเครื่อง inverter ขนาด 1000 Wเพื่อแปลงเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป เนื่องจากต้องการประหยัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด โดยระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้จะได้มาจากระบบพลังงานทดแทนที่สะอาดตามวัตถุประสงค์ ซึ่งได้แก่การเก็บเกี่ยวพลังงานจากธรรมชาติมาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า

ระบบแผนผังการใช้ไฟฟ้าบ้านลอยน้ำออกแบบไว้ดังนี้



ภาพที่ 4-56 แสดงแผนผัง ระบบผลิตพลังงานสะอาดจาก ธรรมชาติที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ ระบบกำลังผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าร์เซลล์ และระบบแบตเตอรี่

ภาพที่ 4-57 แสดงแผนผัง ระบบผลิตพลังงานสะอาดจาก ธรรมชาติที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ

4.4 ประเมินผล และสรุปผลการใช้งานอาคารจริงโดยประเมินผลเปรียบเทียบตัวแปรที่ตั้งไว้ ดังหัวข้อต่อไปนี้

4.4.1 ด้านเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี ด้าน ระยะจุดศูนย์ถ่วงของอาคาร และใช้สมการคำนวณหาแรงลอยตัวน้ำของอาคารคำนวณหาแรงลอยตัวในน้ำจากสมการแรงลอยตัว (Buoyant Force)

Fb = mg.....(1)

Fb = (Ro) x (Vg).....(2)

เมื่อ Fb = แรงลอยตัว

mg = น้ำหนักแพ

Fb = แรงลอยตัว

Ro = ความหนาแน่นของน้ำ = 1000 กิโลกรัม/ลบ.เมตร

V = ปริมาตรแพ

g = ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงโลก

(1) = (2)

ทุ่นบ้านลอยน้ำขนาด 3 เมตร x 8.40 เมตร x 0.30 เมตร ปริมาตร จะเท่ากับ 7.56 ลูกบาศก์เมตร โดยจากทฤษฎีแรงลอยตัว คำนวณสมการได้ดังนี้

แรงลอยตัว (Fb) = เท่ากับน้ำหนักของไหล (น้ำ 1 ลูกบาศก์เมตรหนัก 1,000 กิโลกรัม = ปริมาตรของวัตถุที่แทนที่ในของไหล)

Fb = ขนาดของบ้านลอยน้ำ x ปริมาตรของน้ำ

Fb = (3 x 8.40 x 0.30) x 1000

Fb = 7.56 x 1,000

Fb = 7,560 กิโลกรัม

แรงลอยตัวของฐานอาคาร จากการคำนวณเท่ากับ 7,560 กิโลกรัม

ฐานบ้านลอยน้ำรับน้ำหนักบรรทุกได้ 300 ต่อ 1 ตารางเมตร หากคำนวณจากการรับน้ำหนักของโฟม EPS 1 ลูกบาศก์เมตร จะรับน้ำหนักบรรทุกได้ 984 กิโลกรัม

ขนาดของบ้านลอยน้ำ x แรงลอยตัวของโฟม EPS 1 ลูกบาศก์เมตร = น้ำหนักบรรทุกของทุ่น

เพราะฉะนั้น 7.56 x 984 = 7,439 กิโลกรัม

รูปทรงที่มีระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำกว่า ครึ่งหนึ่งของระยะความสูงทั้งหมดของอาคาร การวางผังอาคารที่เน้นการรับน้ำหนักที่แนวกลางอาคาร ระยะจุดศูนย์ถ่วงเท่ากับ 1.14 เมตร ในขณะที่ บ้านพักอาศัยทั่วไป ระยะจุดศูนย์ถ่วงเท่ากับ 1.50 เมตร กรณีความสูงอาคารเท่ากันคือ 3 เมตร

ขนาดของทุ่นลอยน้ำ สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ 7,439 กิโลกรัม หรือ 295.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ในขณะที่บ้านพักอาศัยที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตทั่วไปออกแบบให้รับน้ำหนักจร (live load) เท่ากับ 150 กิโลกรัมต่อตารางเมตร บ้านลอยน้ำที่เป็นโครงสร้างโฟมจึงสามารถรับน้ำหนักบรรทุกหรือน้ำหนักจร ได้มากกว่ามาตรฐานการรับน้ำหนักของบ้านพักอาศัยที่เป็นโครงสร้างคอนกรีตถึง 145.5 กิโลกรัม

4.4.2 ด้านการก่อสร้างที่เร็ว และประหยัดโดยการเปรียบเทียบระยะเวลา ปริมาณการใช้วัสดุ ขั้นตอนและเทคนิคการก่อสร้าง

ผลการประเมินในด้านขั้นตอน และวิธีการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

งานวิจัยนวัตกรรมบ้านลอยน้ำคำนึงถึงการใช้วัสดุน้ำหนักเบาหาง่าย ก่อสร้างได้รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพในการกันความร้อน สามารถประกอบด้วยอุปกรณ์ช่างพื้นฐาน โดยใช้แรงงาน 2-4 คนในการเตรียม และประกอบแต่ละชิ้นส่วน

ระบบการก่อสร้างของบ้านลอยน้ำประกอบด้วย

1. ระบบพื้น(ทุ่นลอย) ใช้วัสดุโฟม EPS ชนิดกันไฟลาม ขนาด 3 x 8.4 x 0.30 เมตร ในการก่อสร้าง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat ทำให้มีน้ำหนักเบาก่อสร้างง่ายสามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

2. ระบบผนังโครงสร้างด้านขวางใช้วัสดุโฟม EPS ชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 3 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านขวาง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat สามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

3. ระบบผนังโครงสร้างด้านยาวและระบบหลังคาใช้วัสดุแผ่นโฟมพาเนล กว้าง 1.20 เมตร ยาว 8.40 เมตร หนา 6 นิ้วชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 6 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านยาวและโครงหลังคา สามารถประกอบผนังและหลังคาด้วยอุปกรณ์ช่างทั่วไปเช่น สว่าน และน็อตยึด โดยใช้แรงงานตั้งแต่ 4-6 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

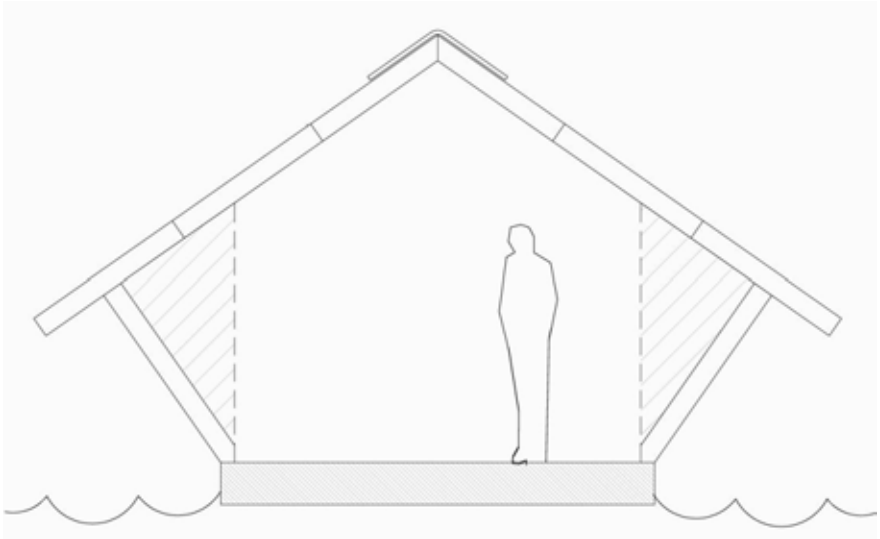
4. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบสุขาภิบาล ระบบประปา ระบบปรับอากาศ และแผงโซล่าร์เซลล์ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

5. เจาะช่องแสง ติดตั้งประตูหน้าต่าง ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

6. ติดตั้งกระเบื้องพื้น และกระเบื้องห้องน้ำ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

7. ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ทาสี ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

เปรียบเทียบรูปทรงบ้านลอยน้ำ กับรูปทรงบ้านพักอาศัยทั่วไป โดยกำหนดพื้นที่ พื้นอาคารเท่ากันคือ 25.20 ตารางเมตร จากการ วิเคราะห์ เปรียบเทียบรูปทรงของบ้านทั้ง 2 รูปทรงโดย กำหนดพื้นที่พื้นอาคารเท่ากัน สรุปได้ว่า รูปทรงบ้านลอยน้ำ ประหยัดการใช้วัสดุมากกว่ารูปทรงปกติ รวม 5 ตารางเมตร แต่ได้ปริมาตรภายใน มากกว่า 11.04 ลูกบาศก์เมตร และรูปทรงบ้านลอยน้ำได้พื้นที่ด้านข้างเพิ่มด้านละ 80 เซนติเมตรที่ระดับความสูงระดับ 1.27 เมตร



ภาพที่ 4-6 ภาพแสดงรูปทรงที่ประหยัดวัสดุ และได้พื้นที่ใช้สอยมากขึ้น

4.4.3 ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยการเปรียบเทียบราคาวัสดุก่อสร้าง และการต้านทานความร้อน และความชื้น

จากการศึกษา เปรียบเทียบข้อมูลพบว่า บ้านลอยน้ำมีราคาถูกกว่าบ้านบ้านพักอาศัยระบบคอนกรีตทั่วไป และลอยน้ำของกรมโยธาธิการ 3 เท่า รับน้ำหนักได้ 984 กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร ราคาลูกบาศก์เมตรประมาณ 1,395 บาท

การทดลองโดยใช้สมการคำนวณหาภาระการทำความเย็นของอาคาร จากสมการ $Q = U \times A \times \Delta T$ .....(3) โดย

ค่า Q รวมของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไป เท่ากับ 18,329.76 Btu/h เปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนของวัสดุอาคารรวมของบ้านพักอาศัยที่ก่อสร้างด้วยระบบทั่วไปลอยน้ำกับบ้านลอยน้ำ

ค่าการส่งผ่านความร้อนของบ้านลอยน้ำเท่ากับ 1,289.12 Btu/h

จากการคำนวณโดยใช้สมการที่ 3 พบว่า ภาระการทำความเย็นรวมของบ้านลอยน้ำน้อยกว่าค่าภาระการทำความเย็นของบ้านพักอาศัยทั่วไปที่ก่อสร้างด้วยระบบคอนกรีต จึงทำให้บ้านลอยน้ำประหยัดกำลังไฟฟ้าในระบบปรับอากาศกว่าบ้านพักทั่วไป 14 เท่า

โดยพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในบ้านลอยน้ำ เท่ากับ 2,824.40 W ต่อวัน ซึ่งผลิตได้จาก เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 125 W จำนวน 6 แผง

4.4.4 **ด้านการประยุกต์ใช้ระบบพลังงานทดแทนสำหรับอาคาร โดยการติดเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าภายในบ้าน ซึ่งมีค่าการส่งผ่านความร้อนต่ำ จึงลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศ ทำให้ใช้เซลล์แสงอาทิตย์จำนวนไม่มาก แต่ผลิตไฟฟ้าเพียงพอสำหรับการใช้ชีวิตประจำวัน**

ผลการประเมินในด้านปริมาณการใช้ไฟฟ้า

เนื่องจากแหล่งพลังงานที่ใช้เป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโน แบบไม่เชื่อมต่อกับสาธารณูปโภค(stand alone) งานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นในการอยู่อาศัย แต่ยังคงไว้ด้วยคุณภาพในการใช้ชีวิต อีกทั้ง วัสดุที่เลือกใช้มีค่าการกันความร้อนสูง ดังนั้นจึงสามารถลดปริมาณไฟฟ้าที่ต้องใช้ในระบบปรับอากาศ 14 เท่า

ผลการประเมินในด้านศักยภาพในการใช้พลังงานทดแทน

ใช้ระบบผลิตไฟฟ้าโซล่าร์เซลล์ประมาณ 5.4 ตารางเมตร (โซล่าร์เซลล์ 125 watt จำนวน 6แผง) ต่อวงจรแบบขนาน (parallel) จะได้ ไฟฟ้า 22 V.กระแส 42 Amp โดยเก็บพลังงานไว้ในแบตเตอรี่จ่ายไฟฟ้าขนาด 200 Amp จำนวน 2 ลูก ใช้เวลา 5.30 ชั่วโมงใช้การชาร์จไฟให้เต็ม แบตเตอรี่ 12 V ขนาด 200 Amp จำนวน 2 ก้อน เพื่อจ่ายไฟฟ้า กระแสตรง 12 V สำหรับไฟฟ้าแสงสว่าง และต่อเข้ากับเครื่อง inverter ขนาด 1,000 เพื่อแปลงเป็นระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป เนื่องจากต้องการประหยัดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ได้มากที่สุด โดยระบบไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้จะได้มาจากระบบพลังงานทดแทนที่สะอาดตามวัตถุประสงค์ ซึ่งได้แก่การเก็บเกี่ยวพลังงานจากธรรมชาติมาแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า

ผลที่ได้จากการศึกษาคือบ้านลอยน้ำขนาด 3 x 8.4 เมตร มีพื้นที่ใช้สอย 25.2 ตารางเมตร เพียงพอสำหรับการใช้ชีวิตประจำวันตามต้องการและเหมาะสมกับพื้นที่ ที่เสี่ยงต่อน้ำท่วม ซึ่งบ้านลอยน้ำนี้ มีราคาค่าวัสดุประมาณ 459,705 บาท น้ำหนักรวมของบ้านลอยน้ำเท่ากับ 1,595.16 กิโลกรัม สามารถลอยน้ำและเคลื่อนที่ได้ในยามน้ำท่วม สามารถรับน้ำหนักบรรทุกมากที่สุดได้ 7 ตัน โดยรับน้ำหนักได้ 295 กิโลกรัม ต่อ 1 ตาราง สามารถใช้งานได้บนพื้นดินและ ใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด125 W 6 แผง ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าซึ่งเพียงพอต่อการใช้ชีวิตประจำวัน

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

บทสรุปของการศึกษาวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงมุมมองใหม่ในการอยู่อาศัย ในแง่การออกแบบที่รวมนวัตกรรมการ อยู่อาศัย และเทคโนโลยีผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน เกิดจากการ วิเคราะห์ ทั้งทางด้าน รูปทรง วัสดุ และระบบการก่อสร้าง รูปแบบใหม่ซึ่งไม่จำเป็นต้องมีเสาและคาน ผสมผสาน เทคโนโลยีผลิตพลังงานสะอาดอย่างยั่งยืน เป็นนวัตกรรมที่อยู่อาศัยที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ราคาไม่แพง อายุการใช้งานยาวนาน เป็นจุดเริ่มต้นของที่อยู่อาศัยรูปแบบใหม่ จากการวิเคราะห์ และทดลอง และก่อสร้างจริง ซึ่งสามารถสรุปผลการออกแบบบ้านลอยน้ำได้ดังนี้

5.1.1 สรุปตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบ

5.1.1.1 ด้านรูปทรงที่มีจุดศูนย์ถ่วงต่ำกว่าครึ่งของความสูงทั้งหมด ระยะจมน้ำที่ต่ำ และวัสดุทุ่นที่เบาเพื่อเสถียรภาพในการลอยน้ำที่ดี

5.1.1.2 ด้านเทคนิคการก่อสร้างที่เร็วกว่าระบบการก่อสร้างทั่วไปกว่า 4 เท่า และด้านการประหยัดวัสดุก่อสร้าง

5.1.1.3 ด้านประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ กว่าบ้านพักอาศัยทั่วไป 14 เท่า และราคาที่ไม่แพง

5.1.1.4 ด้านการใช้ระบบพลังงานทดแทนเช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์เครื่องไฟฟ้าที่จำเป็นสำหรับอาคาร

5.1.2 ผลสรุปการออกแบบบ้านลอยน้ำ จากการวิเคราะห์ และคัดเลือกตัวแปรในด้าน รูปทรงที่มีระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำกว่า ครึ่งหนึ่งของระยะความสูงทั้งหมดของอาคาร การวางผังอาคารที่เน้นการรับน้ำหนักที่แนวกลางอาคาร ระยะจุดศูนย์ถ่วงเท่ากับ 1.14 เมตร ในขณะที่บ้านพักอาศัยทั่วไป ระยะจุดศูนย์ถ่วงเท่ากับ 1.50 เมตร กรณีความสูงอาคารเท่ากันคือ 3 เมตร

ด้านการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมในการก่อสร้าง ด้านน้ำหนักเบาเพียง 16 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร เคลื่อนย้ายได้ง่าย มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง สามารถก่อสร้างได้โดยใช้แรงงานประมาณ 4-6 คน ทำให้ก่อสร้างได้เร็ว สามารถแก้ไขปัญหาขาดแคลนที่อยู่อาศัยได้ทันที ในงานวิจัยนี้ พบว่า ระบบผนัง EIFS เหมาะสมที่สุดในการทำวัสดุทุ่นลอย ผนัง และหลังคา

ด้านการเน้นรูปทรงที่ใช้วัสดุน้อย แต่ได้พื้นที่มาก โดยมีพื้นที่เปลือกอาคารทั้งหมด 124.56 ตารางเมตร จากการ วิเคราะห์ เปรียบเทียบ บ้านทั้ง 2 รูปทรงโดย กำหนด พื้นที่พื้นอาคาร เท่ากัน สรุปได้ว่า รูปทรงบ้านลอยน้ำ ประหยัดการใช้วัสดุมากกว่ารูปทรงปกติ รวม 5 ตารางเมตร แต่ได้ปริมาตรภายใน มากกว่า 11.04 ลูกบาศก์เมตร และรูปทรงบ้านลอยน้ำได้พื้นที่ด้านข้างเพิ่มด้านละ 80 เซนติเมตรที่ระดับความสูงระดับ 1.27 เมตร โดยค่าก่อสร้าง บ้านลอยน้ำ 459,705 บาท หรือ 1824 บาท/ตารางเมตร ใช้วัสดุที่ไม่แพงก่อสร้าง สามารถก่อสร้างเสร็จได้ภายในเวลา 7 วัน ทำให้ประหยัดค่าค่าแรงงาน ค่าความร้อนถ่ายเทของบ้านลอยน้ำเท่ากับ 1177.54 Btu./h. น้อยกว่าบ้านพักทั่วไปในขนาดเดียวกัน 15.38 เท่ามีค่าต้านทานความร้อน และความชื้นที่ดี ลอยน้ำได้ ซึ่งในงานวิจัยนี้ พบว่า โฟมEIFS เหมาะสมที่สุดในการทำวัสดุทุ่นลอยและตัวบ้าน

ด้านการระบบการผลิตไฟฟ้าพลังงานทดแทนเป็นการประยุกต์ใช้พลังงานสะอาด 2 ระบบ คือ แผงโซล่าร์เซลล์ ผลิตไฟฟ้ารวม 2400 Watt ใช้เวลา 5.19 ชั่วโมงในการ ชาร์จไฟฟ้า เก็บไว้ในแบตเตอรี่ และมีระบบแปลงไฟฟ้ากระแสตรง เป็น 220 V เพื่อรองรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นในการอยู่อาศัย แต่ยังคงไว้ด้วยคุณภาพในการใช้ชีวิต

5.1.3 สรุปวิธีการการก่อสร้างบ้านลอยน้ำ

1. ระบบพื้น(ทุ่นลอย) ใช้วัสดุผนัง EIFS ชนิดกันไฟลาม ขนาด3 x 8.4 x 0.30 เมตร ในการก่อสร้าง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat ทำให้มีน้ำหนักเบาก่อสร้างง่ายสามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

2. ระบบผนังโครงสร้างด้านขวางใช้วัสดุผนัง EIFS ชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 3 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านขวาง หุ้มด้วยตะแกรงไฟเบอร์กลาส แล้วฉาบด้วยปูนผสม base coat สามารถทำได้โดยแรงงาน ตั้งแต่ 2-4 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

3. ระบบผนังโครงสร้างด้านยาวและระบบหลังคาใช้วัสดุแผ่นโฟมพาเนลกว้าง 1.20 เมตร ยาว 8.40 เมตร หนา 6 นิ้วชนิดกันไฟลามตัดขนาดตามแบบจำนวน 6 ชิ้น เพื่อเป็นผนังโครงสร้างด้านยาวและโครงหลังคา สามารถประกอบผนังและหลังคาด้วยอุปกรณ์ช่างพื้นฐานทั่วไปเช่น สว่าน และน็อตยึด โดยใช้แรงงานตั้งแต่ 4-6 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

4. ติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบสุขาภิบาล ระบบประปา ระบบปรับอากาศ และแผงโซล่าร์เซลล์ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 2 วัน

5. เจาะช่องแสง ติดตั้งประตูหน้าต่าง ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

6. ติดตั้งกระเบื้องพื้น และกระเบื้องห้องน้ำ ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

7. ติดตั้งเฟอร์นิเจอร์ ทาสี ใช้แรงงาน 2-3 คน ใช้เวลาประมาณ 1 วัน

5.1.3 ประเมินผล และสรุปผลการวิจัยบ้านลอยน้ำเมื่อเปรียบเทียบกับบ้านทั่วไป

บทสรุปผลที่ได้จากการวิจัย คือ

5.1.3.1 บ้านลอยน้ำที่มีระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ 1.14 เมตร ขณะที่บ้านพักทั่วไปมีระยะจุดศูนย์ถ่วงที่ 1.50 เมตรกรณีความสูงอาคารเท่ากัน (3เมตร)ซึ่งทำให้มีเสถียรภาพการลอยน้ำที่ดี สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากที่สุดเท่ากับ 7 ตันโดยรับน้ำหนักได้ 295 กิโลกรัมต่อ1 ตารางเมตร

5.1.3.2 ราคาค่าวัสดุประมาณ 459,705 บาท ระยะเวลาการก่อสร้างไม่เกิน 7 วัน สามารถลอยน้ำและเคลื่อนที่ได้ในยามน้ำท่วม

5.1.3.3 ประหยัดภาระในการทำความเย็นกว่าบ้านพักทั่วไป 14 เท่า กรณีพื้นที่พื้นอาคารเท่ากัน (25.2 ตารางเมตร)

5.1.3.4 ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 125 W จำนวน6 แผง ในการผลิตไฟฟ้าให้กับตัวบ้านซึ่งไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบสาธารณูปโภคจากภายนอกแต่ยังมีคุณภาพชีวิตที่ดี สามารถประกอบกิจกรรมในชีวิตประจำวันได้ตามปกติ เป็นจุดเริ่มต้นในการพิจารณาที่อยู่อาศัยรูปแบบใหม่ในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

นวัตกรรมบ้านลอยน้ำในงานวิจัยนี้ เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาน้ำท่วมอย่างครบถ้วนแต่ยังเป็นเพียงแค่จุดเริ่มต้นเล็กๆที่อาจขยายความกลายเป็น ชุมชนลอยน้ำที่อนุรักษ์และผลิตพลังงาน ทำให้ขอบเขตการอยู่อาศัยกว้างขึ้นไปอีกระดับโดย มีคุณภาพชีวิตที่ดีและไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

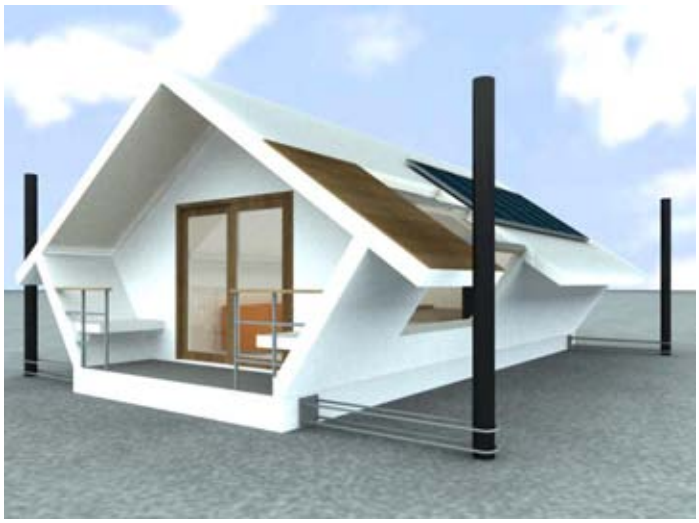
5.2.1 สามารถประยุกต์การใช้งาน อยู่อาศัยได้ยามปกติและยามเกิดอุทกภัย โดย นวัตกรรมบ้านลอยน้ำ สามารถใช้งานได้แบ่งเป็น 3 ลักษณะ คือ

5.2.1.1 กรณีลอยน้ำตลอดเวลา

ภาพที่ 5-1 ภาพแสดงนวัตกรรมบ้านลอยน้ำ ลอยน้ำตลอดเวลา

ในกรณีที่ใช้เพื่อเป็นบ้านพักในบึงน้ำ แหล่งน้ำ หรือเป็นบ้านพักตากอากาศ สามารถเคลื่อนที่หรือหมุนได้บนผิวน้ำเนื่องจากน้ำหนักเบา โดยตัวบ้านจะไม่มีเสาในการยึดตัวบ้านให้อยู่กับที่ แต่จะใช้สมอหรือสายเคเบิ้ลในการยึดทุ่นลอยที่ติดอยู่ที่บ้านลอยน้ำ

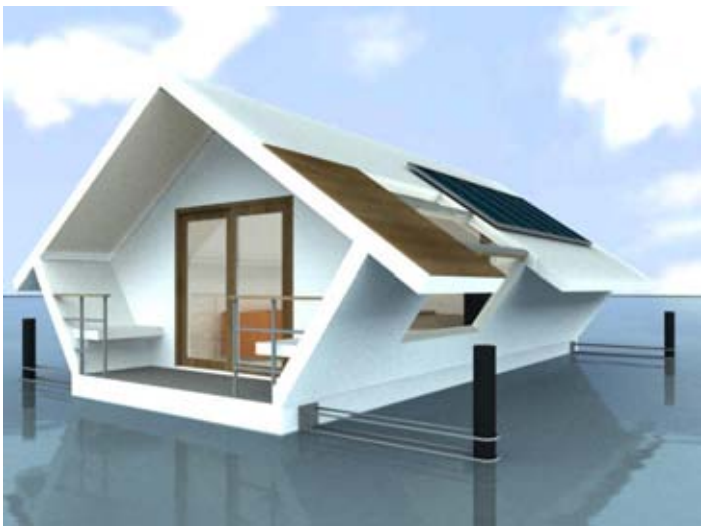
5.2.1.2 กรณีตั้งบนพื้น



ภาพที่ 5-2 แสดงแบบบ้านลอยน้ำกรณีตั้งบนพื้น

กรณีนี้ทุ่นลอยบ้านลอยน้ำจำเป็นต้องส่วนต่อห่วงอลูมิเนียมรูปเกือกม้ายึดโครงมีเสาเหล็กขนาด 4 นิ้วทาสีกันสนิม 4 ด้าน โดยตัวบ้านจะลอยขึ้นลงตามระดับความสูงของเสา โดยเสามีความสูง 3 เมตร

5.2.1.3 กรณีเกิดอุทกภัย



ภาพที่ 5-3 แสดงแบบบ้านลอยน้ำ กรณีเกิดอุทกภัย

5.2.2 แนวคิดนี้อาจก่อให้เกิดการพัฒนาเป็นชุมชนลอยน้ำที่ใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่า โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างบ้านกับบ้าน และบ้านกับระบบสาธารณูปโภคลอยน้ำ ที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาในอนาคตอันใกล้

5.2.2.1 ประยุกต์ใช้พลังงานสะอาดรูปแบบอื่น เช่น Galvanize oxidation ผนวกกับ ระบบพลังงานสะอาด จาก แผงโซล่าร์เซลล์ และกังหันลมผลิตไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกระแสไฟฟ้าในการใช้งานได้อีก

5.2.2.3 นวัตกรรมบ้านลอยน้ำมีความเป็นไปได้ในพัฒนาต่อยอดในอนาคตที่อาจมีระบบขับเคลื่อนได้ด้วยตัวเองทั้งนี้อาจประยุกต์ใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าร์เซลล์ และกังหันลมผลิตไฟฟ้า ในการขับเคลื่อน

5.2.2.4 การนำน้ำเสียมารีไซเคิล แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ โดยติดตั้ง ระบบ Reverse osmosis ในกรณีขาดแคลนน้ำอุปโภค และบริโภคยามเกิดอุทกภัย

5.2.2.5 ประยุกต์การใช้งาน เช่น มีการพ่วงแพลอยน้ำด้านข้างเพื่อการ ปลูกผัก เลี้ยงสัตว์ ในกรณีที่ขาดแคลนอาหาร ยามเกิดอุทกภัย

5.2.2.6 มีความเป็นไปได้ในการวิจัยพัฒนาเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสตรง Direct current (DC) เพื่อประยุกต์ใช้กับบ้านที่ใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์

แนวคิดนี้อาจก่อให้เกิดการพัฒนาเป็นชุมชนลอยน้ำที่ใช้พื้นที่ได้อย่างคุ้มค่า โดยมีการเชื่อมต่อระหว่างบ้านกับบ้านและ บ้านกับระบบสาธารณูปโภคลอยน้ำ ที่อาจจะเกิดขึ้นตามมาในอนาคตอันใกล้ ดังนั้น นวัตกรรมบ้านลอยน้ำที่อยู่อาศัยแห่งยุคอนาคต จึงเป็นการนำความรู้ทุกสาขา มาสร้างสรรค์ เพื่อรับมือปัญหาน้ำท่วม ด้วยที่อยู่อาศัยที่ตอบสนองความต้องการใช้สอยและประหยัดพลังงานอย่างยั่งยืน

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชลประทาน ,กรม. พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯทรงรับสั่งเรื่อง การป้องกันน้ำท่วมกรุงเทพฯ. [ออนไลน์]. 2538. แหล่งที่มา : http://www.kromchol.rid.go.th/lprojec t/2010index.php/2011-07-21-14-07-58/261-2538 [30 มกราคม 2555]

โยธาธิการและผังเมือง,กรม. แบบบ้านลอยน้ำ. [ออนไลน์]. 2554. แหล่งที่มา: http://www.subweb2.dpt.gp.th/pip/floatinghouse/floatingh.html [30 มกราคม 2555]

ชัยประดิษฐ์. บ้านลอยน้ำ. [ออนไลน์]. 2554. แหล่งที่มา: www.chaipradit.co.th [12 ตุลาคม 2554]

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ปฏิบัติการกลศาสตร์ของไหล. [ออนไลน์]. 2554. แหล่งที่มา: http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/75/newton1.html [30 มกราคม 2555]

มาร์เก็ตไทย. การสร้างบ้านแพ. [ออนไลน์]. 2548. แหล่งที่มา: http://www.marketthai.com/thaitak/20111017181309 [15 มกราคม 2555]

วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์. รายงานการวิจัยเรื่องโครงการวิจัยแบบบูรณาการต่อยอดองค์ความรู้ประหยัดพลังงานสู่บ้านพอเพียง. กรุงเทพมหานคร: วิจัยแห่งชาติ, 2552.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. ไฟฟ้า แสงสว่าง. วารสารนโยบายพลังงาน 22 (มิถุนายน–กรกฎาคม 2552) : 36-41.

สุนทร บุญญาธิการ. การออกแบบประสานระบบมหาวิทยาลัยชินวัตร. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

สุนทร บุญญาธิการ. นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนชื้น . กรุงเทพมหานคร: คูลพริ้นท์ , 2551.

สุนทร บุญญาธิการ. พลังงานใกล้ตัว . กรุงเทพมหานคร: เฟิสท์ ออฟเซท, 2545.

สุนทร บุญญาธิการ. “บ้านลอยน้ำ” ที่อยู่อาศัยยุคปัจจุบันและอนาคต. วารสารธนาคารอาคารสงเคราะห์ 18 ,68 (มกราคม-มีนาคม 2555): 48-54

สุนทร บุญญาธิการ. บ้านชีวาทิตย์ บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อคุณภาพชีวิตผลิตพลังงาน. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

สุนทร บุญญาธิการ. เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

ภาษาอังกฤษ

ASHRAE. Handbook of Fundamentals (1997). Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, 1997.

Dutch Architectural Form Factor Architecten. Floating house [Online]. 2011. Available from : http://www.worldarchitechturenews.com [2011,January 22]

Michael Meredith. Floating House Canada [Online]. 2011. Available from : http://world-most-beatiful-house.blogspot.com/2011/11/floating-house-canada.html [2012,November 1]

Rafaa. Floating house [Online]. 2011. Available from : http://www.worldarchitechturenews.com [2011,February 1]

Stein, Benjamin and Mcguiness. Mechanical and Electrical Equipment for Buildings. 7th ed. New York: John Wiley & Sons, 1992.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

1. ระบบผลิตไฟฟ้ากังหันลม
2 .ระบบสุขาภิบาล
3 .ระบบผลิตน้ำอุปโภค และบริโภค
4. รายการปริมาณวัสดุ และราคา ของบ้านลอยน้ำ
5. แบบนวัตกรรมบ้านลอยน้ำ

1. ระบบผลิตไฟฟ้ากังหันลม

พลังงานลมเป็นพลังงานธรรมชาติที่มนุษย์นำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายๆประเทศ ซึ่งพลังงานธรรมชาตินี้เป็นพลังงานสะอาดและที่สำคัญใช้ได้อย่างไม่มีวันหมด โดยพลังงานลมในปัจจุบันถูกนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งการแปรสายลมให้เป็นพลังงานนั้น ต้องอาศัยเครื่องมือสำคัญคือ กังหันลม

กังหัน ลม คือ ชุดเครื่องจักรกลอย่างหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของ ลมให้เป็นพลังงานกล และนำพลังงานกลมาใช้กับระบบสูบน้ำและผลิตไฟฟ้าได้ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามการหมุนของกังหันลม ได้แก่ กังหันลมแกนหมุนแนวตั้ง (Vertical Axis Wind Turbine) และกังหันลมแกนหมุนแนวนอน (Horizontal Axis Wind Turbine)

กังหันลมผลิตไฟฟ้า เป็นกังหันลมที่เปลี่ยนพลังงานจลน์จากการเคลื่อนที่ของลมมาเป็นพลังงานกล แล้วมาใช้กับระบบผลิตไฟฟ้า
กังหันนี้จะประกอบไปด้วย 4 องค์ประกอบหลัก คือ

1. แกนหมุนใบพัด (rotor blade) ทำหน้าที่รับหรือปะทะกับแรงลม แบ่งเป็นสองแบบตามลักษณะการวางตัวของแกนหมุน
   - 1.1 แบบแกนนอน แกนหมุนขนานกับทิศทางของกระแสลม
   - 1.2 แบบแกนตั้ง แกนหมุนตั้งฉากกับทิศทางของกระแสลมและตั้งฉากกับพื้นผิวโลก
2. ห้องเครื่อง (nacelle)

3. เสา (tower) เป็นตัวแบกรับส่วนที่เป็นชุดแกนหมุนใบพัด (rotor blade) และตัวห้องเครื่อง (Nacelle) ที่อยู่ข้างบน ปัจจุบันมีใช้งาน 2 แบบ ได้แก่ แบบเสากลมกลวงและแบบเสาโครงถัก

4. ฐานราก (foundation) เป็นส่วนที่รับน้ำหนักทั้งหมดของชุดกังหันลมซึ่งเป็นฐานคอนกรีตเสริมเหล็ก

ข้อดี

1. พลังงานลมไม่มีค่าใช้จ่ายในด้านการจัดหาพลังงาน

2. ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3. สามารถตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีศักยภาพสามารถป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับชุมชนได้โดยตรง โดยไม่ต้องเสียค่าเดินสายไฟฟ้าจากแหล่งผลิต
แต่ต้องมีกระแสลมที่แรงและต่อเนื่องเพียงพอ

ข้อเสีย

1. ผลต่อทัศนียภาพ เนื่องจากต้องใช้กังหันขนาดใหญ่ อาจบดบังส่วนต่างๆ ของพื้นที่ไป

2. การเกิดมลภาวะทางเสียง เมื่อใบพัดขนาดใหญ่ทำงานจะเกิดเสียงดังมากรบกวนผู้อยู่ใกล้เคียง

3. การรบกวนคลื่นวิทยุ ซึ่งเกิดจากใบพัดส่วนใหญ่ทำจากโลหะเมื่อหมุนทำให้เกิดการรบกวนคลื่นวิทยุ และโทรทัศน์ในระยะ 1 – 2 กิโลเมตร

4. ผลกระทบต่อระบบนิเวศ เมื่อติดตั้งกังหันลมขนาดใหญ่อาจทำให้สิ่งมีชีวิตใกล้เคียงอพยพไปอยู่ที่อื่น

5. ไม่สามารถควบคุมความสม่ำเสมอของพลังงานได้

ปัจจุบันมีการใช้งานกังหันลมผลิตไฟฟ้ากันอยู่ในหลายประเทศ ซึ่งได้รับการยอมรับจากประชาชนในพื้นที่เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามกังหันลมยังมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหรือผลกระทบข้างเคียงอื่นๆ ดังต่อไปนี้

1. ด้านพื้นที่ กังหันลมจะต้องติดตั้งอยู่ห่างกันห้าถึงสิบเท่าของความสูงกังหัน เพื่อที่กระแสลม จะได้ลดความปั่นป่วนหลังจากที่ผ่านกังหันลมตัวอื่นมา อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่ติดตั้งจริงของกังหันลมจะใช้เพียง 1 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งจะเป็นส่วนของเสาและฐานรากและ เส้นทางสำหรับ การเข้าไปติดตั้งและดูแลรักษา กังหันลมขนาดใหญ่ซึ่งมีความสูงของเสากังหันมาก จะต้องติดตั้ง อยู่ห่างกันเป็นระยะทางไกล ตัวอย่างเช่น กังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาดระดับเมกะวัตต์ ต้องการระยะห่างระหว่างกันถึง 0.5 – 1 กิโลเมตร ดังนั้นเมื่อพิจารณาโดยละเอียดแล้วจะพบว่าการติดตั้งกังหันลมจะไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต่างๆ อาทิเช่นพื้นที่ทางการเกษตร พื้นที่อุตสาหกรรม หรือแม้แต่พื้นที่ป่าธรรมชาติ ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวยังคงสามารถใช้ประโยชน์จากที่ดินได้อย่างปกติ

2. ด้านทัศนะวิสัย สำหรับผลกระทบทางด้านสายตาหรือการมองเห็นของระบบกังหันลมผลิตไฟฟ้านั้น ยังไม่ได้มีการประเมินผลออกมาอย่างชัดเจน กังหันลมขนาดใหญ่จะมีความสูงมากกว่า 50 เมตรขึ้นไป ทำให้สามารถมองเห็นได้จากระยะไกล กังหันลมที่ติดตั้งอยู่ตามทุ่งหญ้า สร้างความสวยงาม สร้างจินตนาการ และความคิดต่างๆ ให้กับผู้พบเห็น กังหันลมสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนรู้หลักการทางอากาศพลศาสตร์ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อเทคโนโลยีการบินหรืออากาศยานได้

3. ด้านเสียง เสียงของกังหันลมเกิดจากการหมุนของปลายใบพัดตัดกับอากาศจากการที่ใบพัดหมุนผ่านเสากังหัน จากความปั่นป่วนของลมบริเวณใบกังหันลม และจากตัวเครื่องจักรกลภายในตัวกังหันลมโดยเฉพาะส่วนของเกียร์ เสียงดังของกังหันลมผลิตไฟฟ้าเป็นตัวแปรที่สำคัญประการหนึ่งที่แสดงถึงประสิทธิภาพของกังหันลม ดังนั้นทางบริษัทผู้ผลิตกังหันลมจึงพยายามพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดผลกระทบจากเสียงของกังหันลมในช่วงห้าปีที่ผ่านมา ระดับของเสียงในบริเวณอาคาร บ้านเรือนหรือที่พักอาศัยที่จะเป็นอันตรายต่อมนุษย์อยู่ที่ไม่เกิน 40 เดซิเบล ที่ระยะห่างไม่เกิน 250 เมตร ดังนั้นการติดตั้งกังหันลมหากต้องการหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าว

4. นก มีผลการศึกษาจากหลายแห่งที่ขัดแย้งกัน สำหรับสาเหตุการตายของนกจากการบินชนกังหันลมที่กำลังหมุนอยู่ แต่หากพิจารณาแล้วความถี่ของเหตุการณ์ดังกล่าวอาจจะเกิดขึ้นได้ใกล้เคียงหรือน้อยกว่า การที่นกบินชนรถ หน้าต่างของอาคาร หรือ สายไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งเหตุการณ์เหล่านี้เกิดขึ้นอยู่เสมอๆ ยกเว้นในบางกรณีจำนวนการตายของนกในพื้นที่ติดตั้งกังหันลมอาจสูง อันเนื่องมาจากมีฝูงนกที่อพยพย้ายถิ่นฐานในบางฤดูกาลผ่านพื้นที่ดังกล่าวในเวลากลางคืน หรือพื้นที่นั้นเป็นแหล่งหาอาหารของนกนักล่าบางชนิด นอกจากนี้แล้วจากการศึกษาของ

ผู้เชี่ยวชาญ บางคนพบว่าในบริเวณพื้นที่ติดตั้งกังหันลม กลับมีอัตราการผสมพันธุ์ของเกสรดอกไม้ที่สูงมาก เนื่องจากการปั่นป่วนของกระแสลมในบริเวณนั้น

5. คลื่นสนามแม่เหล็ก สัญญาณโทรทัศน์ คลื่นวิทยุ และเรดาร์ อาจถูกรบกวนได้จากการหมุนของกังหันลมซึ่งอาจสร้างคลื่นรบกวนสัญญาณเหล่านี้ โดยเฉพาะเรดาร์ซึ่งมีความสำคัญต่อทางการทหารในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีรายงานการถูกรบกวนจากกังหันลม ในทางตรงข้ามกังหันลมยังได้รับการยอมรับจากทางการทหารและมีพื้นที่ทางการทหารหลายแห่งโดยเฉพาะสนามบินบางแห่ง มีกังหันลมติดตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เคียง แต่ก็ไม่พบว่ามีความผิดปกติใดๆ กับระบบเรดาร์

6. ความยั่งยืน ปัจจุบันกระแสในเรื่องความยั่งยืน (sustainable) และเทคโนโลยีที่ปลอดมลพิษ (zero-emission technology) กำลังเป็นที่สนใจของนักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือแม้แต่นักการเมือง การทำงานของกังหันลมผลิตไฟฟ้าไม่ก่อให้เกิดมลพิษ สามารถใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งเพื่อการผลิตไฟฟ้าทดแทนการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงซากดึกดำบรรพ์ และนิวเคลียร์ ดังนั้นเทคโนโลยีกังหันลมจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาอย่างยั่งยืน

2. **ระบบสุขาภิบาล**

เนื่องจากข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ งานวิจัยนี้จึงเน้นระบบสุขาภิบาลที่ใช้พื้นที่และปริมาณน้ำในการกำจัดของเสียที่น้อยที่สุดโดยเลือกพิจารณา ระบบที่ประหยัดน้ำ และ ระบบสุขาเคลื่อนที่

ภาพ : สุขาประหยัดน้ำ

ภาพ: สุขาเคลื่อนที่

เป็นระบบที่มีถังบรรจุของเสียปริมาณ 400 ลิตร ใช้น้ำจากระบบสาธารณูปโภคส่วนกลาง มีถังบรรจุของเสียที่สามารถระบายออกได้ง่าย โดยต่อสายเพื่อระบาย ของเสียสู่ถังบำบัดระบบสาธารณะอีกที

ภาพ : ชิ้นส่วนสุขาเคลื่อนที่

เป็นระบบสุขาเคลื่อนที่ มีให้เลือก 2 ขนาด คือ ขนาดความจุ 10 ลิตร (สูง 29.5 CM. x ลึก 31.5 Cm. x กว้าง 41.5 Cm.) และ ขนาดความจุ 20 ลิตร (สูง 42 CM. x ลึก 31.5 Cm. x กว้าง 41.5 Cm.) "เคลื่อนย้ายง่าย จัดเก็บง่าย ทำความสะอาดง่ายมีขนาดกะทัดรัด สามารถพกพาไปในที่ต่างๆได้" ผลิตขึ้นจากวัสดุ high-density polyethylene ตัวถังแข็งแรง ทนทานสามารถรองรับน้ำหนัก โดยเฉลี่ย 120 - 130 กิโลกรัม มีระบบการล้างทำความสะอาดเพียงกดปุ่มชำระล้างจากถังเก็บน้ำดี(ใช้ได้ 50 ครั้ง โดยเฉลี่ย) มีถังกักเก็บอุจระ แยกต่างหากมีระบบป้องกันกลิ่นและการรั่วของอุจระด้วย วาล์วยางกันซึมที่ผลิตขึ้นจากยางธรรมชาติ 100% ทำให้มีความยืดหยุ่นสูงสามารถป้องกัน การรั่วซึมได้เป็นอย่างดีและมีอายุการใช้งานนานถังกักเก็บอุจระสามารถทำความ สะอาดได้ง่าย เพียงเปิดฝาถังกักเก็บแล้วนำไปเททิ้ง

ระบบ ผลิตน้ำอุปโภค และบริโภค ระบบ ผลิตน้ำดื่ม

ภาพ: เครื่องผลิตน้ำดื่มจากอากาศ

เครื่องผลิตน้ำดื่มจากอากาศ เป็นเครื่องกรองน้ำ + เครื่องทำน้ำเย็น + เครื่องทำน้ำร้อนเครื่องผลิตน้ำดื่มบริสุทธิ์จากอากาศ HENDRX ผลิตน้ำโดยใช้หลักการการควบแน่นของไอน้ำในอากาศ ผ่านกระบวนการกรองด้วยวิธี reverse osmosis (R.O.) ซึ่งเป็นวิธีกรองน้ำที่ดีที่สุดในปัจจุบันและผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรังสี UV 2 ขั้นตอน ปลอดภัยไร้สารปนเปื้อนและจุลินทรีย์ไม่ต้องต่อน้ำประปา เพราะเครื่องสามารถดึงน้ำจากอากาศได้โดยตรงมีระบบน้ำร้อนน้ำเย็นในตัว (95 องศาเซลเซียส, 6 องศาเซลเซียส)มีระบบล็อคปุ่มกดน้ำร้อนอัตโนมัติ ป้องกันอุบัติเหตุจากน้ำร้อน สามารถผลิตน้ำดื่มได้ถึง 24 ลิตรต่อวัน

2. **รายการและปริมาณวัสดุก่อสร้าง: หมวดงานสถาปัตยกรรม นวัตกรรมบ้านลอยน้ำวัสดุและราคา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้**

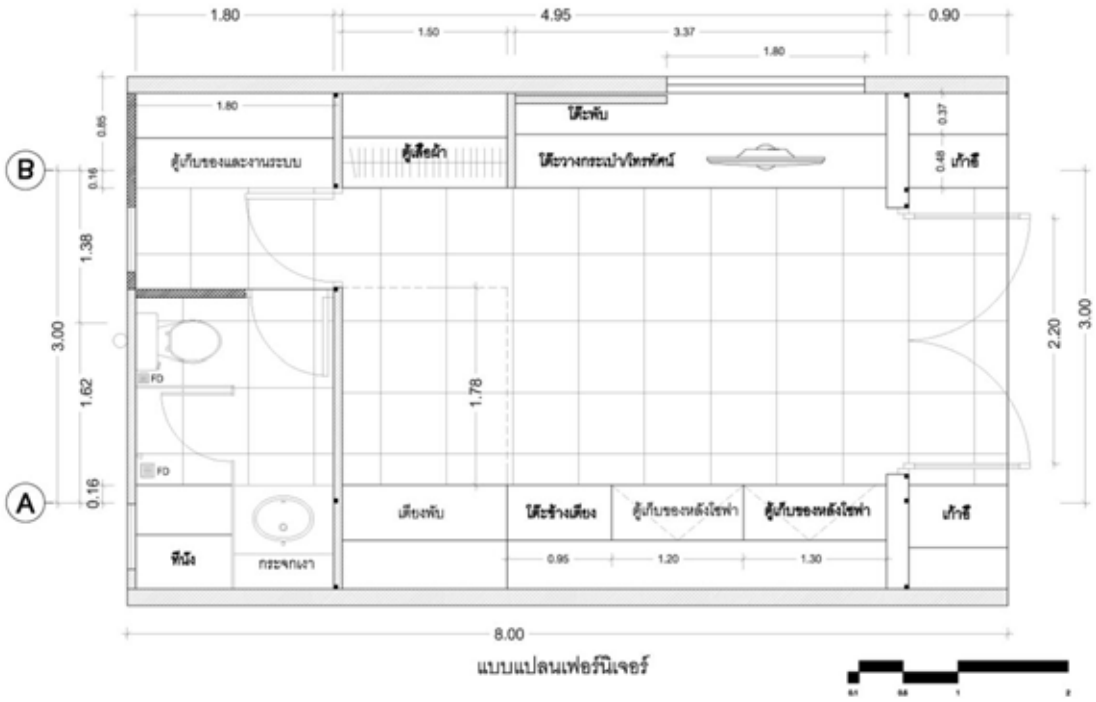
ลำดับ	รายการ	จำนวน เมตร/แผ่น/ตร.ม.	ราคาต่อ หน่วย	จำนวนเงิน บาท
1	<u>หมวดงานพื้น(ทุ่นลอย)</u>			
1.1	โฟม EPS (รวมพื้นที่ ทุ่น30 ตารางเมตร)	7.56	1,395	10,546
1.2	งานปูกระเบื้องพื้น แกรนิโต้ 60 x 60 ซม.	25.2	350	8,820
2	<u>หมวดงานผนัง</u>			
2.1	โฟม EPS ขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 6 เมตร หนา 15 ซม. (รวมพื้นที่ผนัง 53.2 ตารางเมตร)	2	20,000	40,000
2.2	ไม้บัวสมาร์ทวูด ตราช้าง หน้ากว้าง 10 ซม.(ใช้ 24 เมตร)	24	600	14,400
3	<u>หมวดงานผนังห้องน้ำ</u>			
3.1	โฟม EPS ขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 6 เมตร หนา 10 ซม.	4	20,000	80,000
3.2	งานปูกระเบื้องผนัง แกรนิโต้(ผิวไม่เรียบ) 60x60 ซม.	12.4	350	4,340
3.3	กระจกเทมเปอร์กั้นบริเวณเปียก			
4	<u>หมวดงานฝ้า</u>			
4.1	ฝ้าแผ่นเรียบหนา 12 มม. ชนิดกันชื้น	4.2	300	1,260
5	<u>หมวดงานหลังคา</u>			
5.1	โฟมพาเนล ขนาดความกว้าง 1.2 เมตร ยาว 6	4	20,000	80,000

5.2	งานกระเบื้องหลังคา	58.8	650	38,220
5.3	ไม้ปิดเชิงชาย หน้ากว้าง 10 ซม. หนา1.6 ซม. (ใช้ 24 เมตร)	6	195	1,170
5.4	ไม้ปิดเชิงชาย หน้ากว้าง 20 ซม. หนา1.6 ซม.(ใช้ 24 เมตร)	6	355	2,130
6	<u>หมวดงานไฟฟ้า</u>			
6.1	โคมไฟ Max Light รุ่น 1011820 8 นิ้ว840 WH*ขาว (หรือเทียบเท่า)	5	239	1,195
6.2	โคมไฟภายนอก 1015669 i6jo EWS300 OSLO ขาว	3	1,045	3,135
6.3	สวิทช์ไฟ รุ่นKristal Light ยี่ห้อ Bitichino	5	300	1,500
6.4	ปลั๊กไฟ สูงจากพื้น 20ซม. panasonic รุ่น Full colour series	10	400	4,000
6.5	ปลั๊กไฟ สูงจากพื้น 110 ซม. panasonic รุ่น Full colour series	1	400	400
6.6	ปลั๊กไฟภายนอกมีฝาครอบสูงจาก พื้น 110 ซม.	3	500	1,500
6.7	เครื่องปั๊มน้ำอัตโนมัติ(ไร้ถัง)ขนาด 250 watt FCP-250	1	7,890	7,890
6.8	เครื่องทำน้ำอุ่น 3500watt/hr รุ่น WH101E	1	3,990	3,990
6.9	เครื่องปรับอากาศ World air 12,000 BTU	1	12,000	12,000
6.10	ตู้เมนไฟ	1	3,000	3,000
6.12	งานเหมาเดินสายไฟ	1	10,000	10,000
ลำดับ	รายการ	จำนวน	ราคาต่อ	จำนวนเงิน

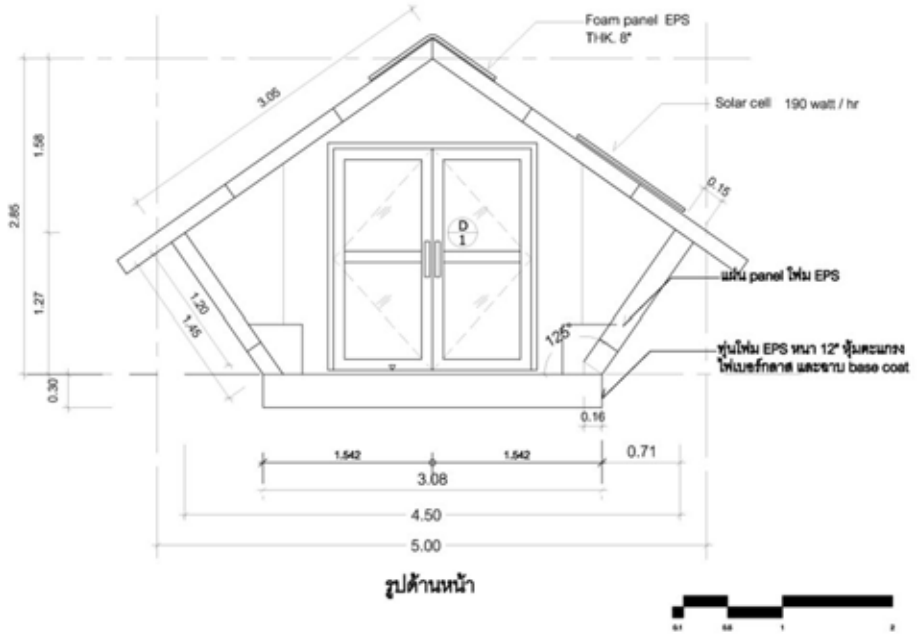
			หน่วย	
		เมตร/แผ่น/ตร.ม.		บาท
7	<u>หมวดงานประปาและสุขาภิบาล</u>			
7.1	อ่างล้างหน้า56949 -0005 KATE	1	3,390	3,390
7.2	ก็อกน้ำอ่างล้างหน้า 1004010 ก้านโยก	1	1,250	1,250
7.3	ฝักบัวโครเมี่ยม GROHE	1	2,890	2,890
7.4	ก็อกฝักบัว วาวล์เดี่ยว 1021038 GROHE	1	1,900	1,900
7.5	ชุดสายชำระ WANG WS-030S สแตนเลส	1	999	999
7.6	ฝาครอบท่อ	2	200	400
7.7	ที่แขวนผ้าเช็ดตัว โครเมี่ยม	1	515	515
7.8	ที่แขวนกระดาษ+ฝาปิด NADIA6602	1	465	465
7.9	ถังน้ำเสีย250 ลิตร	2	500	1,000
7.10	ถังน้ำดี 250 ลิตร	3	500	1,500
7.11	ถังส้วม	1	1,200	1,200
8	<u>หมวดงานประตูหน้าต่าง</u>			
8.1	D1 ประตู บาน slide พับได้ตาม แบบ บานอลูมิเนียมอบสีขาว ด้าน	1	20,000	20,000
8.2	กระจกHeat stop หนา 8 มม.	1.6	3,000	4,800

	อุปกรณ์รางและมือจับ ระบุรุ่น ภายหลัง			
8.3	D2 ประตู บาน slide พับได้ตาม แบบ บานไม้อัดทำสีโชว์ลายไม้	1	8,000	8,000
8.4	อุปกรณ์รางเลื่อน/บานพับ/กลอน/ ชุดล็อด	1	10,000	10,000
8.5	D3 ประตู บาน slide บานไม้อัดทำ สีโชว์ลายไม้	1	9,000	9,000
8.6	กระจก Heat stop หนา 8 มม.	1	10,000	10,000
8.7	อุปกรณ์รางเลื่อน/บานพับ/กลอน/ ชุดล็อด ระบุรุ่น/ยี่ห้อภายหลังโดยสถาปนิก W1 หน้าต่างบาน FIX กระจกลามิ เนต กรอบ อลูมิเนียมอบสีขาวด้าน	1	5,000	5,000
8.8	W2 หน้าต่างบาน slide พับได้ตาม แบบ บานอลูมิเนียมอบสีขาว	1	5,000	5,000
			รวมราคา	459,705

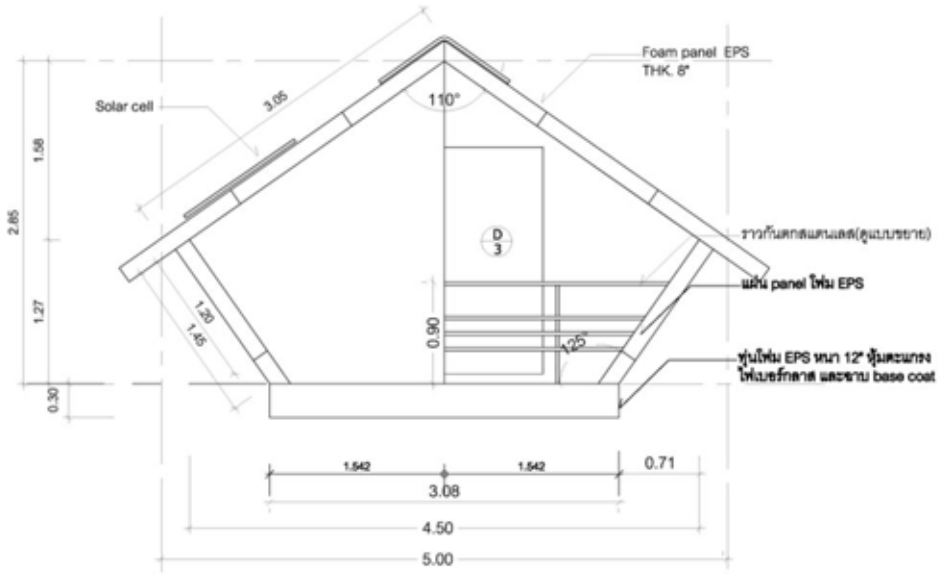
5 แบบบ้านลอยน้ำ



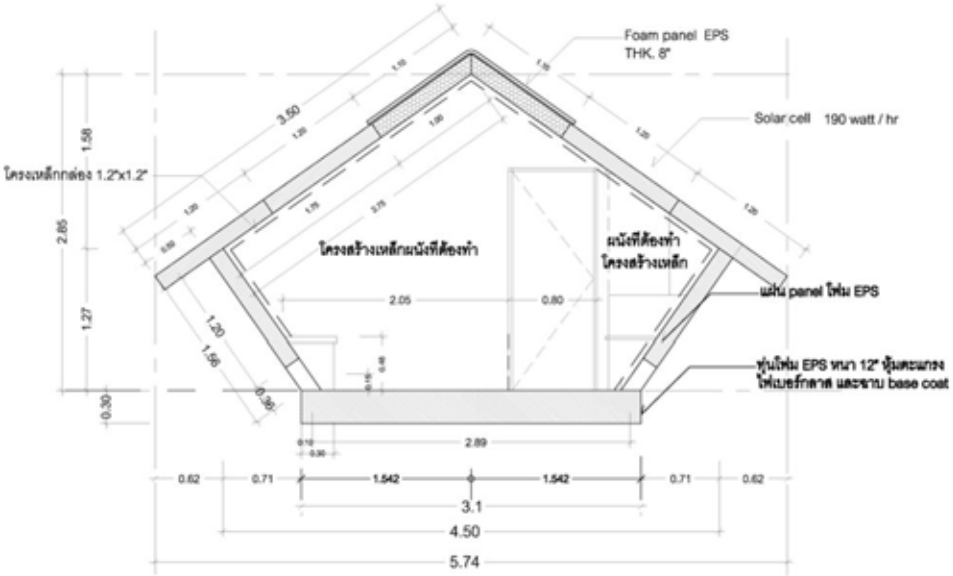
แบบแปลนเฟอร์นิเจอร์



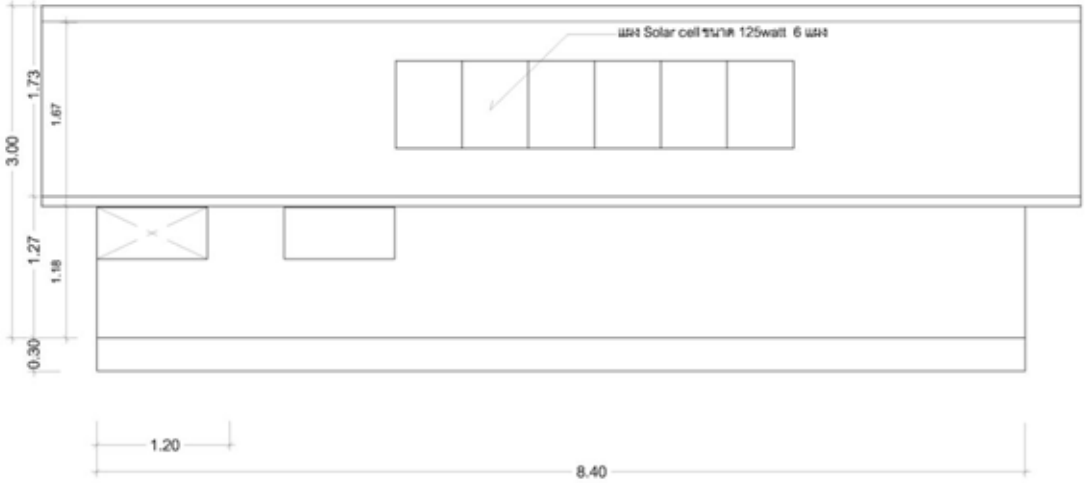
รูปด้านหน้า



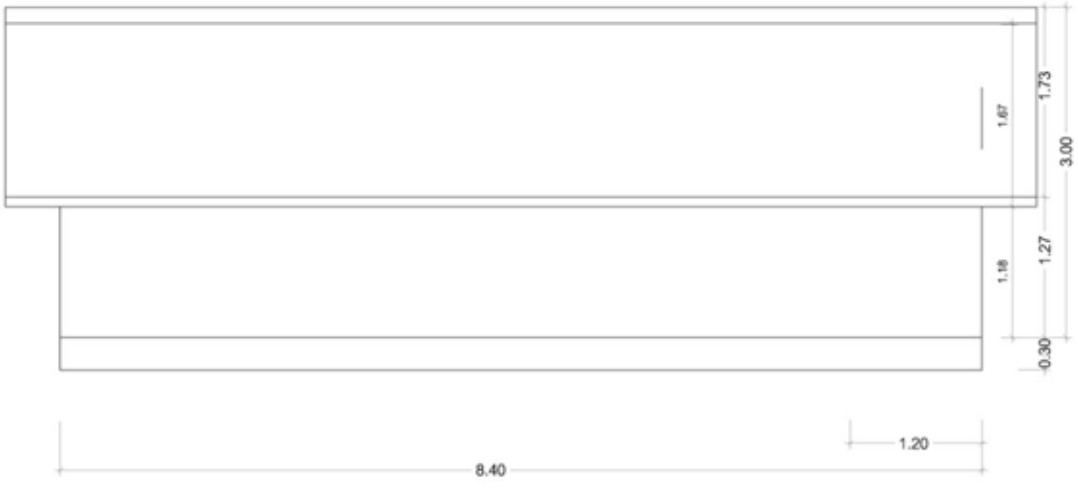
รูปด้านหลัง



รูปตัด C



แบบรูปด้านข้าง



แบบรูปด้านข้าง

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอภิชิต กมลสันติสุข เกิดวันที่ 9 เมษายน พ.ศ. 2522 สถานที่เกิดจังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาบัณฑิต คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย อัสสัมชัญ ในปีการศึกษา 2546

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2546-2547 สถาปนิกโครงการ บริษัท ซี เอ็ม49 จำกัด

พ.ศ. 2547-2548 สถาปนิก บริษัท คีย์ อิน จำกัด

พ.ศ. 2548-2549 สถาปนิก บริษัท อาร์ เอ็ม เจ เอ็ม จำกัด

พ.ศ. 2550-2551 สถาปนิก บริษัท ไวท์สเปซ จำกัด

พ.ศ. 2551-2555 สถาปนิก บริษัท เอ็ม ดี เอ็ม เอ

เข้าศึกษาต่อปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต กลุ่มวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553