

การใช้พลังงานและแนวคิดการออกแบบอาคารที่פקถูกเงินแบบถอดประกอบได้



สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน สหสาขาวิชาเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK BUILDING



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Energy Technology and Management  
Inter-Department of Energy Technology and Management

Graduate School

Chulalongkorn University

Academic Year 2018

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อสารนิพนธ์	การใช้พลังงานและแนวความคิดการออกแบบอาคารที่ฟังก์ชัน แบบถอดประกอบได้
โดย	นายสรชัย แสงตัน
สาขาวิชา	เทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์

.....	ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฐิติศักดิ์ บุญปรามไทย์)	.....
.....	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์)	.....
.....	กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธนิต จินดาวณิก)	.....
.....	กรรมการ
(ดร.อุริช อัสชโคสิต)	.....

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

สรุขัย แสงตัน : การใช้พลังงานและแนวคิดการออกแบบอาคารที่พัคถูกเงินแบบถอด  
 ประกอบไต้. ( ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR  
 EMERGENCY FLAT-PACK BUILDING) อ.ที่ปรึกษาหลัก : ผศ. ดร.สมพงษั พุทธิวิสุทธิ  
 ศักดิ์

ความต้องการการใช้พลังงานในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ เป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ  
 โดยตรงต่อผู้ประสบภัยพิบัติในพื้นที่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความต้องการ  
 การใช้พลังงานเฉลี่ย/คน/วัน ของผู้ประสบภัยพิบัติ โดยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องและ  
 ออกแบบอาคารที่พัคอาศัยสำเร็จรูปซึ่งติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์โดยสามารถผลิตพลังงานเพื่อ  
 รองรับผู้ประสบภัยพิบัติ 60 คน วัสดุที่ใช้ในระบบประกอบอาคารเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อน  
 ต่ำและใช้พัดลมในการระบายอากาศ ผลการวิจัยพบว่า ปริมาณการใช้พลังงานต่อวันประมาณ 150  
 kWh เฉลี่ยการใช้พลังงาน 2.5 kWh/คน/วัน วัสดุประกอบอาคารใช้โพนโพลียูรีเทนซึ่งมีค่าการนำ  
 ความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.024 W/m.K เมื่อเทียบกับวัสดุฉนวนชนิดอื่นๆ ใช้พัดลมขนาด 22 นิ้วใน  
 การระบายอากาศซึ่งมีอัตราการระบายอากาศในพื้นที่พัคอาศัยชั่วคราว หรือ ห้องนอน 38,382  
 cfm และอัตราการระบายอากาศในห้องรับประทานอาหาร 102,353 cfm ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน  
 ASHRAE 62.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 CHULALONGKORN UNIVERSITY

สาขาวิชา เทคโนโลยีและการจัด  
 การพลังงาน

ปีการศึกษา 2561

ลายมือชื่อนิสิต .....

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

# # 6087587120 : MAJOR ENERGY TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

KEYWORD: energy, disaster area, emergency flat-pack building

Sanchai Seangton : ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT- PACK BUILDING. Advisor: Asst. Prof. SOMPONG PUTIVISUTISAK, Ph.D.

Energy utilization in the event of disaster is an important factor that directly impacts the victims in the area. As a result, this research aims to assess the needs of the average power usage/ person/ day of disaster victims. Reliable design of residential solar systems, which can generate power to accommodate 60 people, is made. Building compartment is ventilated by 22-inch-diameter fans and constructed with low thermal conductivity materials (polyurethane with  $k = 0.024 \text{ W/m.K}$ ). It is found that the energy consumption per day is approximately 150 kWh with an average per person of 2.5 kWh. The air ventilation in residential areas or temporary bedroom is 38,382 cfm, and the rate of ventilation in dining room is 102,353 cfm which is in compliance with ASHRAE standard 62.1.



Field of Study: Energy Technology and  
Management

Student's Signature .....

Academic Year: 2018

Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยการใช้พลังงานและแนวคิดการออกแบบอาคารที่פקฉุกเงินแบบถอดประกอบได้ ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ พุทธิวิสุทธิศักดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้ออกาศพร้อมด้วยการให้คำปรึกษาชี้แนะแนวทางทฤษฎีตลอดจนถึงการลงมือปฏิบัติ และให้ความอนุเคราะห์ช่วยตรวจสอบ ปรับปรุงงานวิจัยฉบับนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการนำไปปฏิบัติงาน

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ท่านอาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีและการจัดการพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้หลักคิด องค์กรความรู้กับผู้วิจัย นอกจากนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงาน รุ่นพี่ บริษัท สยามสตีลอินเตอร์-เนชั่นแนล จำกัด (มหาชน) ในการอนุเคราะห์ข้อมูลการออกแบบโครงสร้างอาคารสำเร็จรูป ตลอดจนเจ้าหน้าที่หลักสูตร เพื่อนนิสิตและผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือ จนทำให้การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัว ที่ผลักดัน สนับสนุนและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สรรัชย์ แสงตัน



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป .....	ญ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย.....	1
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินการและวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 ฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร .....	3
2.2 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร.....	6
2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) สำหรับผลิตพลังงานเพื่อใช้ในพื้นที่กึ่งพิบัติ.....	9
2.4 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์ .....	11
2.5 การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตพลังงานเพื่อใช้ในพื้นที่กึ่งพิบัติ.....	12
2.6 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....	14
2.7 การต่อแบตเตอรี่.....	16
2.8 การระบายอากาศภายในอาคาร .....	17

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....	19
3.1 การวางผังบริเวณสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ .....	19
3.2 การวางผังไฟฟ้าและคำนวณการใช้พลังงานในพื้นที่พื้นที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ .....	20
3.3 อุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์.....	31
3.4 อัตราการระบายอากาศภายในอาคาร .....	31
3.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV).....	32
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	34
4.1 วัสดุประกอบอาคาร .....	34
4.2 การใช้พลังงานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ.....	34
4.3 ค่า OTTV และ RTTV.....	36
4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานเพื่อรองรับกรณีเกิดภัยพิบัติ.....	37
4.5 การระบายอากาศภายในอาคาร .....	38
4.7 บทอภิปราย.....	38
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	39
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	39
5.2 ข้อเสนอแนะ .....	40
5.3 ข้อจำกัดในการทำวิจัย.....	40
ภาคผนวก .....	41
ภาคผนวก ก แบบผังบริเวณพื้นที่ผู้ประสบภัยพิบัติ .....	42
ภาคผนวก ข แบบไฟฟ้าภายในพื้นที่ผู้ประสบภัยพิบัติ .....	44
ภาคผนวก ค แบบมุมมองแต่ละด้านของอาคารที่พักอาศัยชั่วคราว.....	46
ภาคผนวก ง แบบมุมมองหลังคาของอาคารที่พักอาศัยชั่วคราว .....	48





ภาคผนวก จ ประมาณราคาโครงการ .....	50
บรรณานุกรม .....	52
ประวัติผู้เขียน .....	55



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ [8] .....	7
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน .....	14
ตารางที่ 2.3 อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำในพื้นที่ห้อง (ASHRAE 62.1) .....	17
ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ .....	21
ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาการใช้งานของแต่ละพื้นที่ .....	24
ตารางที่ 3.3 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่พักอาศัยชั่วคราวและพลังงานที่ใช้ (12 ชั่วโมง) .....	25
ตารางที่ 3.4 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่รับประทานอาหาร เข้า, เที่ยง, เย็น และพลังงานที่ใช้ (4.5 ชั่วโมง) .....	26
ตารางที่ 3.5 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องครัว เข้า, เที่ยง, เย็น และพลังงานที่ใช้ (3 ชั่วโมง) .....	27
ตารางที่ 3.6 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง เข้า, เย็น และพลังงานที่ใช้ (7 ชั่วโมง) .....	28
ตารางที่ 3.7 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องน้ำ และพลังงานที่ใช้ (24 ชั่วโมง) .....	29
ตารางที่ 3.8 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นและพลังงานที่ใช้ (24 ชั่วโมง) .....	29
ตารางที่ 3.9 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราว และพลังงานที่ใช้ (10 ชั่วโมง) .....	30
ตารางที่ 3.10 รายการอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ .....	31
ตารางที่ 3.11 ปริมาณการระบายอากาศ .....	31
ตารางที่ 3.12 อัตราการระบายอากาศของพัดลมระบายอากาศที่เลือกใช้ .....	31
ตารางที่ 3.13 ปริมาณการระบายอากาศ .....	33
ตารางที่ 4.1 ปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่ ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ซักล้าง .....	35
ตารางที่ 4.2 ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในพื้นที่กักขัง .....	36

## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 โพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane foam).....	3
รูปที่ 2.2 โพลีเอทิลีนโฟม (Polyethylene foam).....	4
รูปที่ 2.3 แผ่นเซลโลกรีต (Cellocrete sheet).....	4
รูปที่ 2.4 ใยแก้ว (Glass wool).....	5
รูปที่ 2.5 โพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene foam).....	5
รูปที่ 2.6 ค่าการนำความร้อนสำหรับวัสดุประกอบอาคาร .....	6
รูปที่ 2.7 อาคารสามารถยุบซ้อนกันได้ในกรณีชนส่งหรือจัดเก็บ (a) สามารถถอดแยกชิ้นส่วนได้เพื่อ ง่ายต่อการประกอบและสามารถยกได้ด้วยแรงมนุษย์ (b) สามารถประกอบเป็นอาคารแบบเดี่ยวได้ (c) สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบเดี่ยวได้ (d) สามารถต่อขยายได้ (e) .....	8
รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อระบบอิสระ .....	9
รูปที่ 2.9 การเชื่อมต่อสายส่ง.....	10
รูปที่ 2.10 การเชื่อมต่อแบบผสมผสาน .....	11
รูปที่ 2.11 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด .....	13
รูปที่ 2.12 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม.....	15
รูปที่ 2.13 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน .....	15
รูปที่ 2.14 การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม .....	16
รูปที่ 2.15 การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน .....	16
รูปที่ 3.1 แบบผังบริเวณสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ .....	19
รูปที่ 3.2 แบบผังการวางตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าในที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ.....	20
รูปที่ 3.3 สัดส่วนการใช้พลังงานในพื้นที่สำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ .....	23

รูปที่ 3.4 กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่สำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด) .....24

รูปที่ 3.5 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราว (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด) .....25

รูปที่ 3.6 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่รับประทานอาหาร เข้า,เที่ยง,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด).....26

รูปที่ 3.7 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องครัว เข้า,เที่ยง,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)..27

รูปที่ 3.8 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง เข้า,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด) 28

รูปที่ 3.9 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องน้ำ (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด) .....29

รูปที่ 3.10 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องปฐมพยาบาลเบื้องต้น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด) .....29

รูปที่ 3.11 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราว .....30

รูปที่ 3.12 แบบแสดงมุมมองแต่ละด้านของอาคารสำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ .....32

รูปที่ 3.13 แบบแสดงมุมมองหลังคาของอาคารสำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ .....33

รูปที่ 4.1 วัสดุกรุปิดผิว .....34

รูปที่ 4.2 สัดส่วนการใช้พลังงานในพื้นที่สำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ .....35

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 340W 24Ah .....37

รูปที่ 4.4 ตัวอย่างแบตเตอรี่ขนาด 12V 200Ah.....37

รูปที่ 5.1 อาคารสามารถถอดผนังด้านข้างออกเพื่อช่วยในการระบายอากาศ.....40

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันมีการเกิดภัยพิบัติขึ้นอย่างต่อเนื่องและเพิ่มความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งส่งผลกระทบต่อโดยตรงกับผู้พักอาศัยในเขตภัยพิบัติ และหนึ่งในผลกระทบนั้นคือความต้องการการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในการดำเนินชีวิตของผู้ประสบภัยพิบัติ เช่น ใช้ในการทำอาหาร การให้แสงสว่าง การระบายความร้อน การซักล้างทำความสะอาด อุปกรณ์ปฐมพยาบาล เป็นต้น

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานของผู้ประสบภัยพิบัติในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงาน เพื่อรองรับในกรณีที่เกิดภัยพิบัติขึ้นในอนาคต โดยพื้นที่ใช้ประโยชน์ที่จำเป็นต้องมีเป็นอย่างน้อยสำหรับผู้ประสบภัยในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ [1] ได้แก่

- 1) พื้นที่สำหรับติดต่อประสานงาน เป็นพื้นที่สำหรับติดต่อประสานงานการช่วยเหลือจากภายนอกและเป็นพื้นที่สำหรับติดต่อผู้ประสบภัยพิบัติภายในพื้นที่
- 2) พื้นที่สำหรับปฐมพยาบาลเบื้องต้น เป็นพื้นที่ซึ่งมีความจำเป็นสำหรับการรักษาเบื้องต้นให้กับผู้ประสบภัยพิบัติและทำการส่งต่อผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาลเพื่อทำการรักษาต่อไป
- 3) พื้นที่สำหรับพักผ่อน เป็นพื้นที่สำหรับให้ผู้ประสบภัยพักผ่อนเพื่อรอรับการช่วยเหลือหรือรอให้สถานการณ์เข้าสู่สภาวะปกติ

### 1.2 วัตถุประสงค์ในการวิจัย

1.2.1 เพื่อออกแบบที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติที่เหมาะสมและสามารถติดตั้งระบบผลิตพลังงานเพื่อใช้เองได้ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงาน

1.2.2 เพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ผลิตพลังงานที่เหมาะสมในกรณีที่มีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน

1.2.3 เพื่อเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารที่สามารถช่วยในการลดการใช้พลังงานและเหมาะสมกับการติดตั้งในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ

1.2.4 เพื่อทราบปริมาณความต้องการการใช้พลังงานในกรณีที่เกิดภัยพิบัติและบริหารจัดการการใช้พลังงานให้เหมาะสมในกรณีที่มีข้อจำกัดทางด้านพลังงาน

### 1.3 ขอบเขตการวิจัย

1.3.1 ศึกษาการใช้พลังงานโดยรวม ระยะเวลาการใช้งาน 30 วัน รองรับผู้ประสภภัยจำนวน 60 คน และ การใช้พลังงานแต่ละช่วงเวลา

1.3.2 ศึกษาคุณสมบัติของวัสดุประกอบอาคารที่สามารถลดการใช้พลังงานและเหมาะสมกับการใช้งานใน กรณีเกิดภัยพิบัติ

1.3.3 ศึกษาระบบผลิตพลังงานและการเลือกใช้ให้เหมาะสม

### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการและวิจัย

1.4.1 ทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำมาประยุกต์ใช้

1.4.2 ออกแบบและวางผังอาคาร

1.4.3 ประเมินการใช้พลังงานโดยรวม

1.4.4 คำนวณจำนวนอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงาน

1.4.5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ภาครัฐให้การส่งเสริมงานออกแบบที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสภภัยและสนับสนุนการใช้พลังงานให้ เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.5.2 เพื่อทราบปริมาณการใช้พลังงานในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงาน

1.5.3 ใช้เป็นข้อมูลในการเลือกใช้วัสดุประกอบอาคารที่เหมาะสมในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานและ เหมาะสมกับพื้นที่ภัยพิบัติ

1.5.4 ใช้เป็นข้อมูลในการเลือกระบบผลิตพลังงานที่เหมาะสมในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานและ เหมาะสมกับพื้นที่ภัยพิบัติ

1.5.5 ผู้สนใจงานวิจัยนี้ไปพัฒนาและผลิตที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสภภัยให้เหมาะสม เพื่อช่วยเหลือผู้ที่ ประสภภัยพิบัติต่อไปในอนาคต

## บทที่ 2

### ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ฉนวนกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

ฉนวนกันความร้อน (Thermal Insulation) คือ วัสดุที่นำมาใช้เพื่อลดอัตราการถ่ายเทความร้อนหรือควบคุมปริมาณการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคาร โดยฉนวนกันความร้อนที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

- 1) มีค่าความต้านทานความร้อน (R) สูง
- 2) ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (U) ต่ำ
- 3) สภาพการนำความร้อน (k) ต่ำ

เนื่องจากค่าความต้านทานความร้อนแปรผันตรงกับความหนาของวัสดุชนิดนั้นๆ ดังนั้น วัสดุที่นำมาเป็นฉนวนกันความร้อนที่มีขนาดความหนามากจะมีค่าความต้านทานความร้อนมากเช่นกัน ซึ่งวัสดุที่นำมาใช้เป็นฉนวนกันความร้อนที่ใช้ในปัจจุบันมีดังต่อไปนี้

##### 2.1.1 โพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane foam)

โพลียูรีเทนโฟมหรือพียูโฟม เป็นวัสดุที่สามารถลดการการแผ่รังสีและนำความร้อนได้มากกว่า 90% ซึ่งถือว่ามีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำที่สุด สามารถคงสภาพการเป็นฉนวนที่อุณหภูมิการใช้งานได้สูงถึง 100 องศาเซลเซียสและต่ำสุดถึง ลบ 118 องศาเซลเซียส โดยภายในมีโครงสร้างของเนื้อโฟมเป็นแบบเซลล์กึ่งปิด (Semi-closed cell) ทำให้สามารถดูดซับและป้องกันเสียงรบกวนได้ดี อีกทั้งยังทนต่อกรดและด่าง ไม่นำไฟ น้ำหนักเบา สามารถรับแรงกดได้ดี สามารถเกาะติดแน่นกับผิวโลหะโดยไม่มีช่องว่างหรือโพรงอากาศ สามารถป้องกันการเกิดการกลั่นตัวหรือควบแน่นรวมตัวกันเป็นหยดน้ำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ อันเป็นสาเหตุของการเกิดสนิม ไม่เสื่อมสภาพตลอดอายุการใช้งาน ไม่หลุ่ร้อน ไม่มีรอยต่อ เนื้อโฟมติดกันเป็นเนื้อเดียวตลอด สามารถกำหนดความหนาได้ตามต้องการ สามารถฉีดยึดสำเร็จรูปกับแผ่นโลหะ หรือ Metal Sheet จึงติดตั้งง่าย ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 1 โพลียูรีเทนโฟม (Polyurethane foam)  
(อ้างอิง : [www.adityasilicone.com](http://www.adityasilicone.com))

### 2.1.2 โพลีเอทิลีนโฟม (Polyethylene foam)

โฟมโพลีเอทิลีน เป็นวัสดุที่สังเคราะห์มาจากโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ชนิดความหนาแน่นต่ำหรือ LDPE (Low Density Polyethylene) มีคุณสมบัติป้องกันความร้อนสูง สามารถสะท้อนความร้อนได้ดี โดยโครงสร้างมีลักษณะเป็นเซลล์ปิด (Close cell) ภายในเนื้อฉนวนมีฟองอากาศขนาดเล็กจำนวนมากเกาะกันอย่างเหนียวแน่น โดยฟองอากาศที่อยู่ภายในนี้จะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันความร้อนไม่ให้ส่งผ่านได้อย่างสมบูรณ์ สำหรับฉนวนโฟมชนิดนี้เหมาะกับโรงงานอุตสาหกรรม โกดังสินค้า ที่อยู่อาศัยและโรงงานที่ผลิตสารเคมีต่างๆ เนื่องจากสามารถ ป้องกันไอระเหยจากกระบวนการผลิตสารเคมีไปกระทบกับแผ่นหลังคาไม่ให้เกิดความเสียหายได้อีกทั้งยังสามารถป้องกันเสียง โดยป้องกันเสียงจากภายนอก เช่น เมื่อฝนตกกระทบลงบนหลังคาจะทำให้ไม่เกิดเสียงดัง ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2 โพลีเอทิลีนโฟม (Polyethylene foam)  
(อ้างอิง : [www.casesbysource.com](http://www.casesbysource.com))

### 2.1.3 แผ่นเซลโลกรีต (Cellocrete sheet)

แผ่นเซลโลกรีต หรือ แผ่นเส้นใยไม้ซีเมนต์อัด (Wood Wool Cement Board) ส่วนประกอบหลักของเซลโลกรีต คือ ปูนซีเมนต์กับเส้นใยไม้เนื้ออ่อนผสมกันและอัดแน่นด้วยเครื่องจักร [2] เป็นวัสดุเพื่อใช้แทนไม้ในการก่อสร้าง เช่น ผนัง หลังคา ฝ้าเพดาน วางบนไม้แบบเทคอนกรีต เป็นต้น คุณสมบัติของแผ่นเซลโลกรีต มีน้ำหนักเบา เป็นฉนวนป้องกันความร้อน เก็บเสียง ได้ดี ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 3 แผ่นเซลโลกรีต (Cellocrete sheet)  
(อ้างอิง : [www.cellocretethai.com](http://www.cellocretethai.com))



#### 2.1.4 ไยแก้ว (Glass wool)

ฉนวนใยแก้ว ผลิตจากทรายซิลิกาและหินปูนผสมกับออกไซด์ของโซเดียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมคาร์บอเนต และโบรอกซ์ โดยจะใช้ทรายและหินปูนเป็นหลัก นำส่วนประกอบทั้งหมดไปหลอมละลายที่อุณหภูมิ 3,000F จะได้ลูกแก้วเล็กๆ เมื่อจะทำเป็นเส้นใยก็นำมาหลอมให้เหลวแล้ว อัดผ่านแว่น Spinnerette ปล่อยให้แข็งตัว ก็จะได้เส้นใยแก้ว แล้วจึงนำไปปั่นเป็นเส้นด้ายและผลิตเป็นแผ่น โดยใยแก้วมีทั้งแบบม้วนและแบบแผ่น (Blanket and Board) และทั้งแบบไม่มีวัสดุปิดผิว และปิดผิวด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ประเภทต่างๆ ฉนวนใยแก้วมีค่าการนำความร้อนต่ำ มีต้านทานความร้อนสูง จึงช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคารได้เป็นอย่างดี ฉนวนใยแก้วสามารถลดเสียงรบกวนจากภายนอก เช่น เสียงฝนที่ตกกระทบหลังคาเหล็ก หรือ หลังคากระเบื้องได้ดี ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 4 ไยแก้ว (Glass wool)

(อ้างอิง : [www.indiamart.com](http://www.indiamart.com))

#### 2.1.5 โพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene foam)

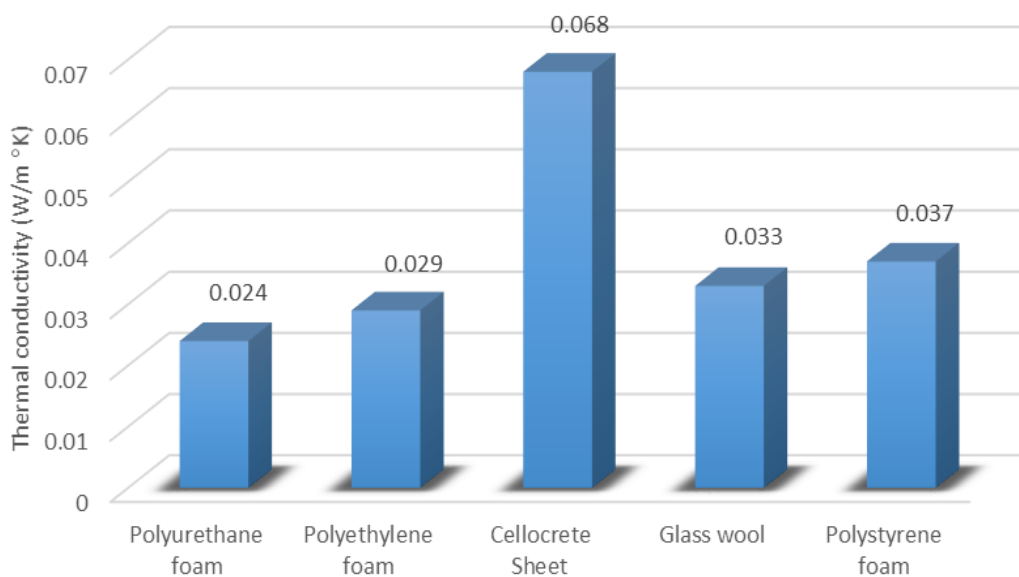
โพลีสไตรีนโฟม หรือ โฟม PS เป็นพลาสติกที่ผลิตขึ้นมาจากสไตรีนมอนอเมอร์ ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่ได้จากปิโตรเลียม มีคุณสมบัติเป็นฉนวนกันความร้อน เก็บความเย็นและป้องกันการผ่านของเสียงได้ดี PS FOAM น้ำหนักเบา แต่สามารถรับน้ำหนักได้ดี จึงเหมาะสำหรับงานก่อสร้างที่ต้องการประหยัดพลังงาน งานรับน้ำหนักหรืองานกันกระแทกรวมทั้งงานที่ต้องการความเบา โพลีสไตรีนโฟม สามารถนำไปใช้งานประเภทต่างๆ มากมาย เช่น งานก่อสร้างอาคาร บ้านแบบประหยัดพลังงาน งานก่อสร้าง ถนน สะพาน งานก่อสร้างบ้านลอยน้ำ งานกันฉนวนความร้อน งานบรรจุภัณฑ์และงานอื่นๆอีกมากมาย ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทคุณสมบัติที่ต้องการใช้งานนั้นๆ ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 5 โพลีสไตรีนโฟม (Polystyrene foam)

(อ้างอิง : [www.capitolweekly.net](http://www.capitolweekly.net))

ในการออกแบบจะเน้นระบบการผลิตระบบขึ้นส่วนสำเร็จรูป โครงสร้างหลักผลิตจากเหล็กรูปพรรณ พื้นกรุด้วยไฟเบอร์ซีเมนต์ ผนังทำจากเหล็กเคลือบสังกะสีภายในเป็นโฟมโพลียูรีเทน เพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ซึ่ง โฟมโพลี-ยูรีเทนเป็นวัสดุฉนวนที่มีค่าการนำความร้อนต่ำกว่าวัสดุฉนวนชนิดอื่นๆ มีน้ำหนักเบา แข็งแรง เมื่อนำวัสดุฉนวนที่กล่าวมาข้างต้นนำมาเปรียบเทียบกับค่าการนำความร้อนทำให้ทราบว่าโพลียูรีเทนโฟมมีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.024 W/m.K ส่วนวัสดุฉนวนที่มีค่าการนำความร้อนมากที่สุดคือ แผ่นเซโกลกริต ซึ่งมีค่าการนำความร้อน 0.068 W/m.K โดยอ้างอิงข้อมูลจากโปรแกรม Building Energy Code BEC v.1.0.6 ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 66 ค่าการนำความร้อนสำหรับวัสดุประกอบอาคาร  
(อ้างอิง : ข้อมูลจากโปรแกรม Building Energy Code BEC v.1.0.6)

## 2.2 การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

ในการออกแบบอาคารสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติหลักๆจะออกแบบระบบประกอบอาคารเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคารให้มีปริมาณน้อยที่สุด เพื่อเป็นการลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศและพัดลมระบายอากาศ ผนังและหลังคาประกอบอาคารสำหรับผู้ประสบภัยนี้ประกอบด้วย เหล็กเคลือบสังกะสีความหนา 0.3 มม. ด้านในและด้านนอก กลางแผ่นผนังและหลังคาฉีดยูรีเทนโฟม ความหนารวม 40 มม. โดยค่าความร้อนรวมที่เข้าสู่ผนังอาคาร [8] สามารถหาได้จากสมการ 2.1 และค่าความร้อนรวมที่เข้าสู่หลังคาอาคาร[8]

สามารถหาได้จากสมการ 2.2

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.1)$$

เมื่อ

$$OTTV_i = \text{ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านที่พิจารณา (W/m}^2\text{)}$$

$$U_w = \text{สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (W/m}^2\text{°K)}$$

<b>WWR</b>	= อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสงและหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา
<b>TD<sub>eq</sub></b>	= ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลคูณคลื่นรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (°K)
<b>U<sub>f</sub></b>	= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสง หรือกระจก (W/m <sup>2</sup> °K)
<b>ΔT</b>	= ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร
<b>SHGC</b>	= สัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก
<b>SC</b>	= สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
<b>ESR</b>	= ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และหรือผนังทึบแสง (W/m <sup>2</sup> )

$$RTTV_{ni} = (U_r)(1-SSR)(TD_{eq}) + (U_s)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR) \quad (2.2)$$

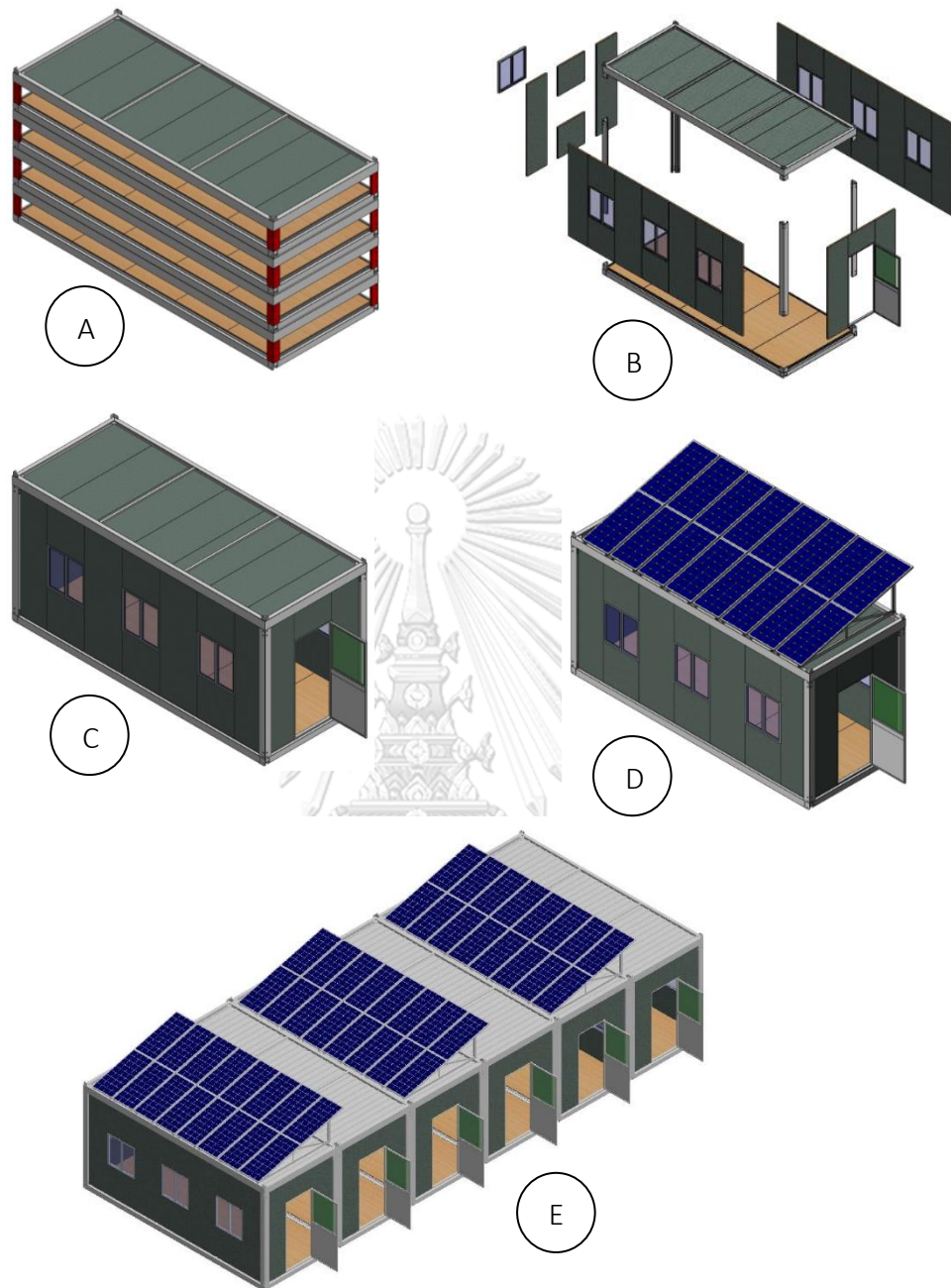
เมื่อ

<b>RTTV<sub>ni</sub></b>	= ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาที่พิจารณา (W/m <sup>2</sup> )
<b>U<sub>r</sub></b>	= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (W/m <sup>2</sup> °K)
<b>SRR</b>	= อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา
<b>TD<sub>eq</sub></b>	= ความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature different equivalent) ระหว่างภายนอกและภายในอาคาร ซึ่งรวมถึงผลคูณคลื่นรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (°K)
<b>U<sub>s</sub></b>	= สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาโปร่งแสง (W/m <sup>2</sup> °K)
<b>ΔT</b>	= ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร
<b>SHGC</b>	= สัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง
<b>SC</b>	= สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
<b>ESR</b>	= ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และหรือผนังทึบแสง (W/m <sup>2</sup> )

สำหรับค่า OTTV และ RTTV จะแตกต่างกันตามประเภทของอาคารหรือลักษณะการใช้งาน ซึ่งค่าดังกล่าวถูกกำหนดขึ้นโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 1.1 ค่า OTTV และค่า RTTV สูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ [8]

ประเภทอาคาร/ลักษณะการใช้งานอาคาร	OTTV (W/m <sup>2</sup> ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (W/m <sup>2</sup> ของผนังด้านนอกอาคาร)
สำนักงาน/สถานศึกษา	OTTV ≤ 50	RTTV ≤ 15
ห้างสรรพสินค้า/ร้านค้าย่อย ศูนย์การค้า หรือ ซูเปอร์ สโตร์	OTTV ≤ 40	RTTV ≤ 12
โรงแรม/โรงพยาบาล /สถานพักฟื้น	OTTV ≤ 30	RTTV ≤ 10



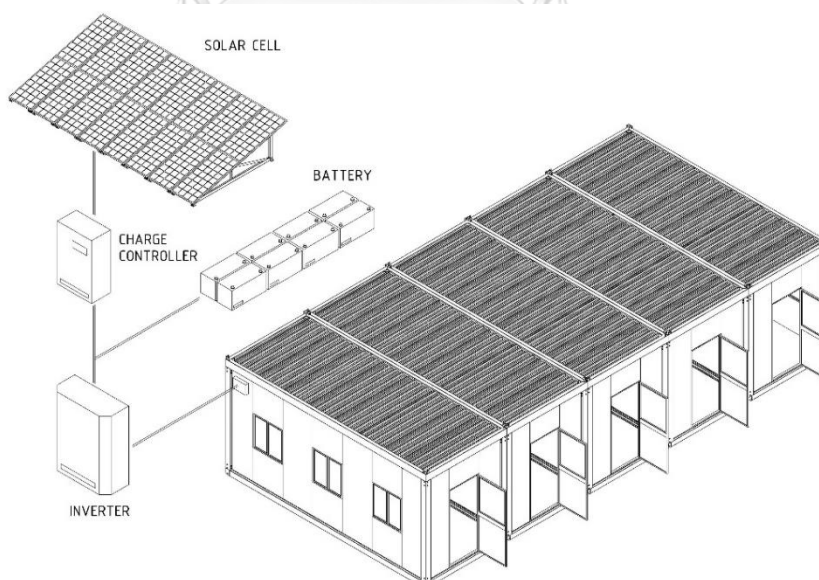
รูปที่ 7 อาคารสามารถยุบซ้อนกันได้ในกรณีขนส่งหรือจัดเก็บ (a) สามารถถอดแยกชิ้นส่วนได้เพื่อง่ายต่อการประกอบและสามารถยกได้ด้วยแรงมนุษย์ (b) สามารถประกอบเป็นอาคารแบบเดี่ยวได้ (c) สามารถติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบเดี่ยวได้ (d) สามารถต่อขยายได้ (e)

ลักษณะรูปร่างมาตรฐานโครงสร้างอาคารสามารถถอดประกอบได้สามารถทับซ้อนกันได้เพื่อลดค่าการใช้พลังงานด้านการขนส่งและการจัดเก็บ ดังรูปที่ 2.7(a) นอกจากนี้ยังสามารถถอดประกอบขึ้นส่วนผนังและเสาด้วยแรงมนุษย์ ไม่ใช่อุปกรณ์ไฟฟ้าในการประกอบโครงสร้างเนื่องจากมีข้อจำกัดด้านพลังงาน ดังรูปที่ 2.7(b) สามารถต่อแยกเป็นอาคารเดี่ยวได้ ดังรูปที่ 2.7(c) โครงสร้างหลังคาสามารถนำชุดแผงโซลาร์เซลล์มาติดตั้งบนหลังคาโครงสร้างเพื่อสร้างพลังงานใช้ภายในพื้นที่กักขังแบบอาคารเดี่ยวเดี่ยว ดังรูปที่ 2.7(d) และยังสามารถต่อขยายได้ ดังรูปที่ 2.7(e)

## 2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) สำหรับผลิตพลังงานเพื่อใช้ในพื้นที่กักขัง

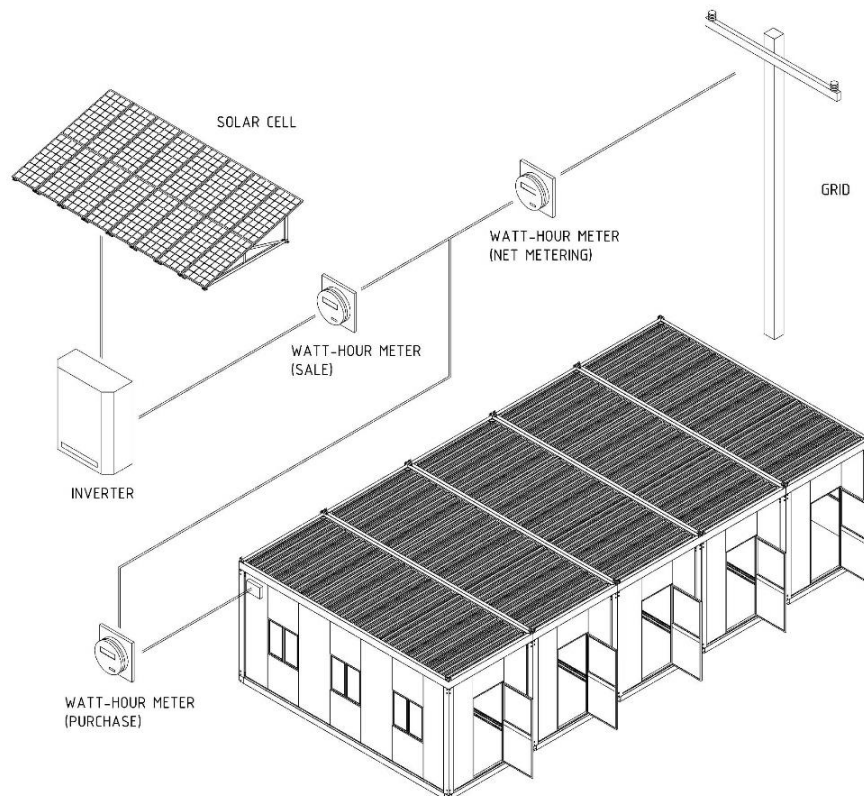
เซลล์แสงอาทิตย์สร้างจากสารกึ่งตัวนำที่สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบเซลล์แสงอาทิตย์จะเกิดการสร้างพาหะทางไฟฟ้าประจุลบ (Electron) และบวก (Hole) ขึ้น ซึ่งโครงสร้างรอยต่อพีเอ็นจะทำหน้าที่สร้างสนามไฟฟ้าภายในเซลล์เพื่อแยกพาหะทางไฟฟ้าออกจากกัน ดังนั้นจึงเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนขึ้น เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าต่อไปยังโหลดทางไฟฟ้าได้ และเมื่อนำเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนหลายๆ เซลล์มาต่อกันก็จะได้ปริมาณไฟฟ้าที่มากขึ้น และนำไปใช้ร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆ [3] เราสามารถจำแนกระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 3 แบบ [4] คือ

1) ระบบอิสระ (Stand Alone) ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้า โดยมีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลากลางวันเซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงเวลากลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้นพลังงานจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้ในเวลากลางวันจึงถูกนำมาใช้ในเวลากลางคืน ดังรูปที่ 2.8



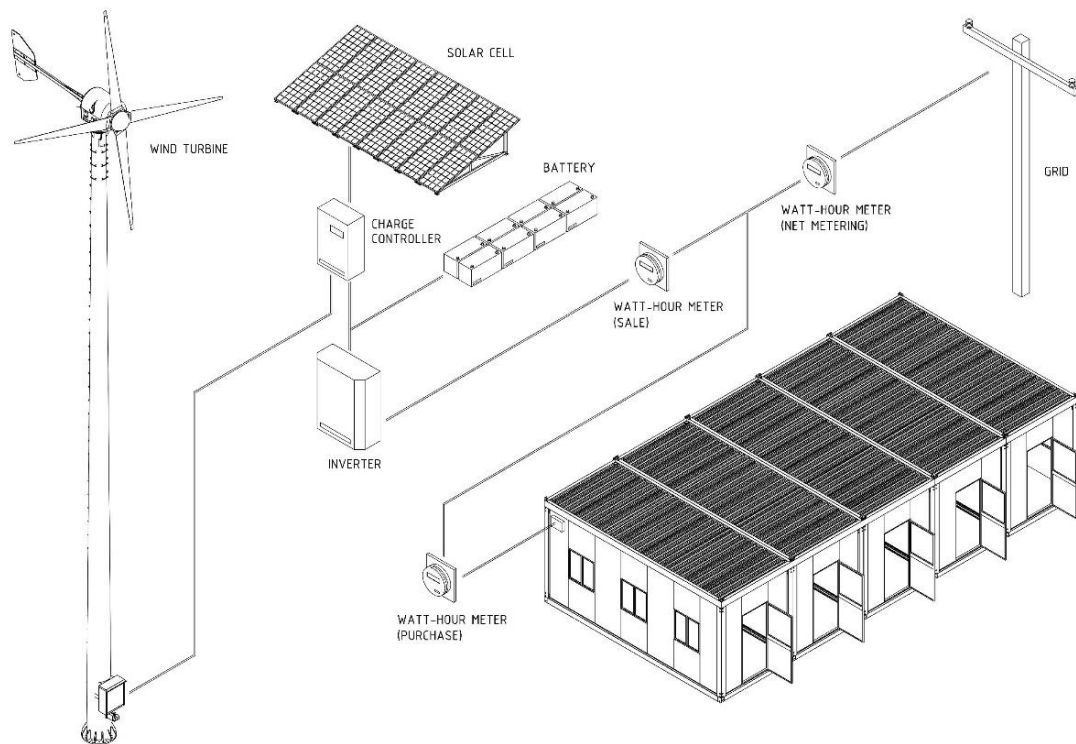
รูปที่ 8 การเชื่อมต่อระบบอิสระ

2) ระบบเชื่อมต่อสายส่ง (Grid Connected) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนกระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์จะสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 9 การเชื่อมต่อสายส่ง  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

3) ระบบผสมผสาน (Hybrid) เป็นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าจากพลังงานน้ำ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 10 การเชื่อมต่อแบบผสมผสาน

## 2.4 คุณสมบัติและตัวแปรที่สำคัญของเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวแปรที่สำคัญที่มีส่วนทำให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานในแต่ละพื้นที่ต่างกันและมีความสำคัญในการพิจารณานำไปใช้ในแต่ละพื้นที่ ตลอดจนการนำไปคำนวณระบบหรือคำนวณจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ในแต่ละพื้นที่ มีดังนี้ [5]

1) ความเข้มแสง กระแสไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้นเช่นเดียวกัน

2) อุณหภูมิ กระแสไฟเข้าจะไม่แปรตามอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลงร้อยละ 0.5 และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาตรฐานที่ใช้กำหนดประสิทธิภาพของแผงแสงอาทิตย์คือ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นแรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง

## 2.5 การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตพลังงานเพื่อใช้ในพื้นที่ภัยพิบัติ

การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต้องออกแบบตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดใด มีความต้องการกำลังไฟฟ้ากี่วัตต์ เป็นต้น จากนั้นทำการหาตัวแปรที่เกี่ยวข้องแล้วจึงเลือกส่วนประกอบที่เหมาะสมตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ต้องการนำมาใช้งาน โดยคำนวณจากภาระงานของอุปกรณ์ทุกชนิดเพื่อหาค่ากำลังไฟฟารวม (W) เพื่อนำค่าเหล่านี้ไปคำนวณหาค่าอื่นๆ ต่อไป เช่น เครื่องอินเวอร์เตอร์ เครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ และขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 2 เลือกใช้อุปกรณ์ปรับระบบกระแสไฟฟ้า (Inverter) การเลือกใช้เครื่องอินเวอร์เตอร์ ในกรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าต้องการใช้แรงดันไฟฟ้าให้ตรงกับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งเป็นระบบไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน และเป็นระบบของอุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป จึงต้องให้ค่ากำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์สูงกว่าค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงเสมอ นอกจากนั้นยังต้องเผื่อกำลังสำหรับการสูญเสียพลังงานภายในของเครื่องอินเวอร์เตอร์ด้วย ซึ่งการสูญเสียโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 10-20%

ขั้นตอนที่ 3 เลือกใช้เครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ (Charge Controller) ในการออกแบบวงจรจำเป็นต้องออกแบบการจำกัดเก็บประจุแบตเตอรี่ด้วย สำหรับเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ เพื่อให้การชาร์จประจุมีประสิทธิภาพในการรับเข้า จ่ายออก และการเก็บพลังงานไฟฟ้าได้สูงสุด ตามปริมาณการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์

การหาค่าเครื่องควบคุมการชาร์จประจุแบตเตอรี่ [6] สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$C_{\text{batt}} = \frac{PV}{V_{\text{batt}}} \quad (2.3)$$

เมื่อ

$C_{\text{batt}}$	=	ขนาดกระแสประจุ (Ampere)
PV	=	กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (Watt)
$V_{\text{batt}}$	=	ความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ (Volt)

การใช้วงจรควบคุมซึ่งอยู่ภายในเครื่องควบคุมการชาร์จนั้นจะเป็นรูปแบบการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ในการควบคุม ในการเลือกเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่จะต้องเป็นรุ่นที่มีการสูญเสียกำลังไฟฟ้าต่ำและค่าพลังงานที่กำหนดจะต้องมีค่ากำลังไฟฟ้าที่ไม่ต่ำกว่าค่าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ขั้นตอนที่ 4 เลือกใช้แบตเตอรี่ (Battery) แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระบบเซลล์แสงอาทิตย์คือ แบตเตอรี่แบบประจุสูง หรือแบตเตอรี่แบบดีพไซเคิล (Deep Cycle) ซึ่งจะมีลักษณะที่แตกต่างจากแบตเตอรี่แบบเปียกหรือแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถยนต์ทั่วไป โดยแบตเตอรี่ดังกล่าวจะเหมาะสำหรับการใช้งานกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากภายในมีแผ่นตะกั่วที่มีขนาดที่มีความหนากว่า ทำให้ความต้านทานภายในตัวแบตเตอรี่สูง สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าได้แม้กระแสนั้นจะไม่สูงได้ในระยะเวลาที่นาน และไม่ทำอันตรายต่อตัวแบตเตอรี่อีกด้วย

นอกจากนี้การใช้ไฟฟ้าที่ได้จากระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้ในลักษณะการจำกัดเก็บประจุไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ในตอนกลางวันแล้วนำพลังงานที่ได้นั้นไปใช้ในตอนกลางคืนที่ไม่มีแสงอาทิตย์ การเลือกใช้ขนาดของแบตเตอรี่จะต้องมีความเหมาะสมกับขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งขนาดที่เหมาะสมจะอยู่ประมาณ 6-8 เท่าของขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์



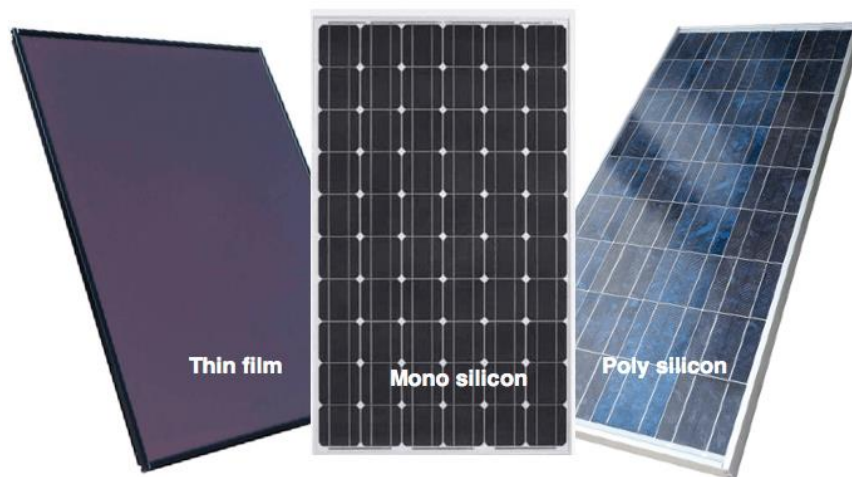
การหาค่าความจุแบตเตอรี่ [6] สามารถคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$Q_{\text{batt}} = \frac{P_{\text{load}}}{V_{\text{batt}} \times \% \text{DOD} \times E_{\text{inverter}}} \times T_{\text{batt}} \quad (2.4)$$

เมื่อ

$Q_{\text{batt}}$	=	ความจุแบตเตอรี่ (Ah)
$P_{\text{load}}$	=	กำลังไฟฟ้ารวม (Watt)
$V_{\text{batt}}$	=	ความต่างศักย์ของแบตเตอรี่ (Volt)
$\% \text{DOD}$	=	ค่าระดับความลึกการคายประจุ (40-60%)
$E_{\text{inverter}}$	=	ค่าประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (0.8-0.9)
$T_{\text{batt}}$	=	ระยะเวลาการชาร์จประจุในแต่ละวัน (ชม.)

ขั้นตอนที่ 5 เลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) การเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ จะพิจารณาตามความต้องการของระบบ ซึ่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีหลายชนิด แต่ที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมี 2 แบบ คือ แบบผลึกเดี่ยวซิลิกอน (Mono Crystalline) และแบบโพลีซิลิกอน (Poly Crystalline) ดังรูปที่ 2.11 ซึ่งข้อแตกต่างหลักๆที่เห็นได้ชัดคือ ราคาของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวซิลิกอน ซึ่งมีราคาสูงกว่าแต่มีประสิทธิภาพในการรับแสงอาทิตย์มากกว่า และน้ำหนักมากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบโพลีซิลิกอน โดยจะแสดงข้อดีข้อเสียของทั้งสองประเภทนี้ในตารางที่ 2.1



รูปที่ 11 แผงเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละชนิด

(อ้างอิง : [www.ubonsolarcell.com](http://www.ubonsolarcell.com))

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน

เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวซิลิกอน (Mono Crystalline)		เซลล์แสงอาทิตย์แบบโพลีซิลิกอน (Poly Crystalline)	
ข้อดี	ข้อเสีย	ข้อดี	ข้อเสีย
มีประสิทธิภาพในการรับแสงอาทิตย์มากกว่า	หาซื้อยากและมีราคาแพง	หาซื้อง่าย มีราคาถูก	มีประสิทธิภาพในการรับแสงอาทิตย์น้อยกว่า
หาอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ง่าย	มีประสิทธิภาพต่ำในเวลาที่แสงน้อย	หาอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ง่าย	มีประสิทธิภาพต่ำในเวลาที่แสงน้อย
ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	มีน้ำหนักมากกว่า	มีน้ำหนักเบากว่า	
มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี		ใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย	
		มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี	

การหาขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ [6] สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$PV = \frac{P_{load}}{QCHI \cdot D} \quad (2.5)$$

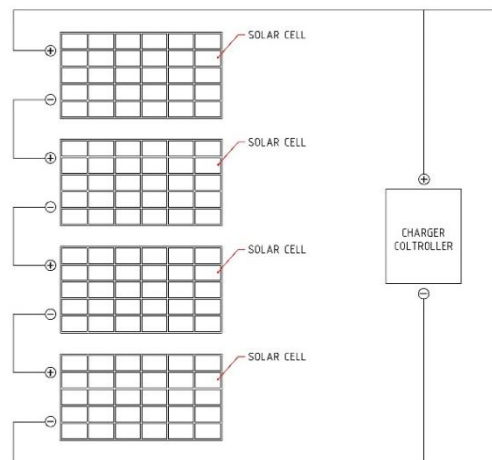
เมื่อ

- PV = กำลังไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ (Watt)  
 Q = ค่าพลังแสงอาทิตย์ที่ได้รับต่อวัน (ประมาณ 6 kWh/m<sup>2</sup>)  
 C = ค่าความสูญเสียของเซลล์ (ประมาณ 0.8)  
 H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.85)  
 I = ค่าประสิทธิภาพอินเวอร์เตอร์ (0.8-0.9)  
 D = ค่าความเข้มของแสงบนโลก (ประมาณ 1 kW/m<sup>2</sup>)

## 2.6 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์

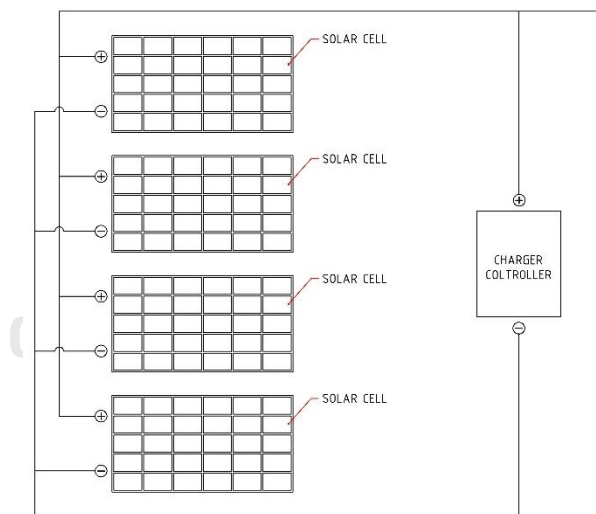
โดยปกติการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าด้วยกันจะต้องทราบก่อนว่าขนาดของระบบที่เราออกแบบ จะใช้ งานที่แรงดันไฟฟ้าเท่าไรเพื่อให้สอดคล้องกับกำลังไฟฟ้าที่จะใช้งาน (แนะนำการเลือกใช้งานแรงดันระบบ) โดยทั่วไป จะใช้ที่แรงดัน 12 , 24, 48 และ 120 V เป็นหลัก ดังนั้นการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องเลือก เครื่องควบคุมการ ชาร์จ แบตเตอรี่ และโพลดให้มีความสอดคล้องร่วมกันด้วย การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีอยู่ 2 แบบ คือ

1) การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม การต่อแบบอนุกรม คือการนำขั้วบวกของแผงเซลล์ แสงอาทิตย์แผงหนึ่งมาต่อกับขั้วลบอีกแผงหนึ่งไปเรื่อยๆ จนได้แรงดันตามระบบที่ออกแบบไว้ การต่อแบบอนุกรมนี้ จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่กระแสในระบบจะเท่าเดิม เช่น ถ้ามีแผงเซลล์แสงอาทิตย์แรงดัน 12 V กระแส 2.5 A 4 แผง มาต่ออนุกรมกันจะได้แรงดันรวมอยู่ที่ 48 V (12 V × 4) และกระแสรวม 2.5 A ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 12 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอนุกรม

2) การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน การต่อแบบขนาน คือการนำขั้วบวกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์แผงหนึ่งไปต่อกับขั้วบวกของแผงเซลล์แสงอาทิตย์อีกแผงหนึ่ง โดยจะต่อแบบนี้ไปเรื่อยๆ การต่อแบบนี้จะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่แรงดันเท่าเดิม เช่น ถ้าถ้ามีแผงเซลล์แสงอาทิตย์แรงดัน 12 V กระแส 2.5 A 4 แผง นำมาต่อแบบขนานจะได้แรงดันรวมของระบบ 12 V และกระแสไฟฟ้ารวม 10 A ( $2.5 \text{ A} \times 4$ ) ดังรูปที่ 2.13



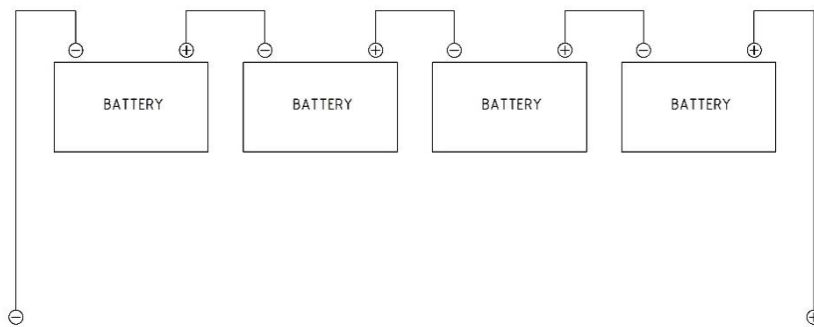
รูปที่ 133 การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบขนาน

การต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งสองแบบนี้ จะได้ค่าของกำลังไฟฟ้าออกมาเท่ากันคือ ( $48 \text{ V} \times 2.5 \text{ Ah}$ ) หรือ ( $12 \text{ V} \times 10 \text{ Ah}$ ) = 120 W ตามสมการพื้นฐานไฟฟ้า  $P = V \times I$  โดย  $P$  = กำลังไฟฟ้า (W),  $V$  = แรงดันไฟฟ้า(V) ,  $I$  = กระแสไฟฟ้า(A)

## 2.7 การต่อแบตเตอรี่

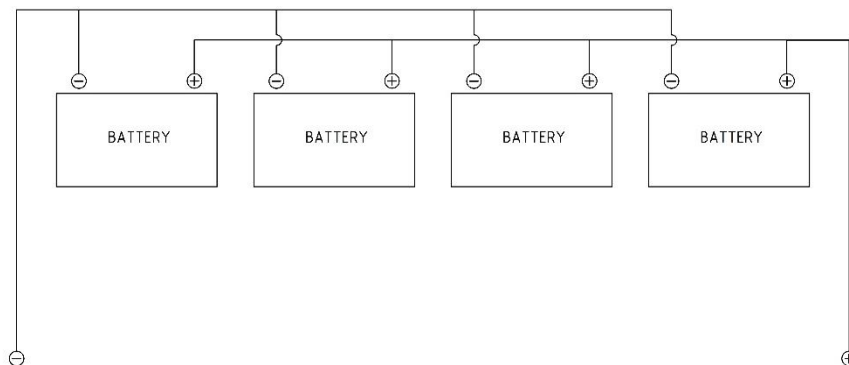
การต่อแบตเตอรี่มีอยู่ 2 แบบ คือ

1) การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม การต่อแบบอนุกรม คือการนำขั้วบวกของแบตเตอรี่ลูกหนึ่งมาต่อกับขั้วลบอีกลูกหนึ่งไปเรื่อยๆ จนได้แรงดันตามระบบที่ออกแบบไว้ การต่อแบบอนุกรมนี้จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่กระแสในระบบจะเท่าเดิม เช่น ถ้ามีแบตเตอรี่ขนาด 12 V กระแส 6 Ah 4 ลูก มาต่ออนุกรมกันจะได้แรงดันรวมอยู่ที่ 48 V ( $12 \text{ V} \times 4$ ) และกระแสรวม 6 Ah ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 14 การต่อแบตเตอรี่แบบอนุกรม

2) การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน การต่อแบบขนาน คือการนำขั้วบวกของแบตเตอรี่ลูกหนึ่งไปต่อกับขั้วบวกของแบตเตอรี่อีกลูกหนึ่ง โดยจะต่อแบบนี้ไปเรื่อยๆ การต่อแบบนี้จะทำให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแต่แรงดันเท่าเดิม เช่น ถ้ามีแบตเตอรี่ขนาด 12 V กระแส 6 Ah 4 แผงนำมาต่อแบบขนานจะได้แรงดันรวมของระบบ 12 V และกระแสไฟฟ้ารวม 24 Ah ( $6 \text{ Ah} \times 4$ ) ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 15 การต่อแบตเตอรี่แบบขนาน

## 2.8 การระบายอากาศภายในอาคาร

การระบายอากาศเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยระบายอากาศเสียและความร้อนภายในอาคารออกด้านนอก เพื่อให้ผู้พักอาศัยรู้สึกเย็นสบาย ซึ่งในการคำนวณอัตราการระบายอากาศจะอ้างอิงตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 [7] สามารถคำนวณได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$V_{bz} = R_p \times P_z \times R_a \times A_z \quad (2.6)$$

เมื่อ

- $V_{bz}$  = อัตราการระบายอากาศ (cfm)  
 $A_z$  = พื้นที่ที่ทำการระบายอากาศ (ft<sup>2</sup>)  
 $P_z$  = จำนวนผู้อาศัยภายในห้อง (p)  
 $R_p$  = อัตราการไหลของอากาศภายนอกต่อจำนวนคน (cfm/p) ดังตารางที่ 2.3  
 $R_a$  = อัตราการไหลของอากาศภายนอกต่อพื้นที่ (cfm/ft<sup>2</sup>) ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 3 อัตราการระบายอากาศขั้นต่ำในพื้นที่ห้อง (ASHRAE 62.1)

ประเภทการใช้งาน	People Outdoor Air Rate $R_p$ (cfm/p)	Area Outdoor Air Rate $R_a$ (cfm/ft <sup>2</sup> )
ห้องนอน	5	0.06
ห้องรับประทานอาหาร	7.5	0.18

## 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

**สมพล โคศรี** ระบบควบคุมและจัดการพลังงานสมาร์ทกริดสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบแยกเดี่ยวจากพลังงานทดแทน โดยระบบที่ใช้เป็นระบบผสมผสานประกอบด้วยเครื่องจำลองเซลล์แสงอาทิตย์ แบตเตอรี่ และชุดพลังงานไฟฟ้าสำรอง ที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่ภาระทางไฟฟ้าได้ตามขนาดพิกัดและสามารถจ่ายพลังงานเพื่อประจุแบตเตอรี่จากพลังงานที่เหลือจากการจ่ายโหลดได้ พลังงานที่กักเก็บจะถูกนำมาใช้ในเวลากลางคืน ระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดบ้านที่อยู่อาศัยตลอดเวลา เมื่อพลังงานแบตเตอรี่ต่ำลงได้ขนาดตามพิกัดที่ปรับตั้งไว้ ชุดพลังงานไฟฟ้าสำรองจะถูกต่อเข้ากับระบบโดยอัตโนมัติและจ่ายพลังงานให้กับระบบและประจุแบตเตอรี่ด้วยพลังงานที่เหลือจนเต็มจึงตัดการทำงานออกจากระบบ

**กาญจน์กรอง สุอังคะ** การประเมินผลกระทบจากวัสดุก่อสร้างต่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย มีวัตถุประสงค์เพื่อการวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์ผลจากการใช้วัสดุก่อสร้างต่อการใช้พลังงานในบ้านพักอาศัย รวมถึงจัดทำฐานข้อมูลวัสดุก่อสร้างเปลือกอาคารที่มีจำหน่ายในประเทศไทย และจัดทำแบบบ้านพักอาศัยที่ใช้วัสดุก่อสร้างประหยัดพลังงานเพื่อเผยแพร่แก่ประชาชนทั่วไป การวิเคราะห์คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา โดยใช้เกณฑ์และวิธีการคำนวณในการออกแบบอาคารแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารและการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆของอาคาร ตามประกาศของกระทรวงพลังงาน พ.ศ.2552

**เกศินี ภาในชิต, จิตติยา ไชยแสน และ ภูวนาท พิณตะคุ** ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าเซลล์สุริยะเพื่อใช้ในชนบทห่างไกลในจังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดนครราชสีมา และศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของระบบการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในจังหวัดนครราชสีมา โดยระบบการผลิตไฟฟ้าประกอบด้วย เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดผลึกเดี่ยว ขนาด 160 วัตต์ จำนวน 4 แผงต่อแบบอนุกรมเข้ากับวงจรไฟฟ้า เพื่อบันทึกข้อมูลแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านอุปกรณ์ ได้แก่ แผงโซลาร์เซลล์ ชาร์จเจอร์ อินเวอร์เตอร์ แบตเตอรี่ ค่าอุณหภูมิและความเข้มของแสง เพื่อนำค่าที่ได้มาหาประสิทธิภาพรวมทั้งระบบ ในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็น 3 กรณี คือ กรณีที่ 1 วันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง กรณีที่ 2 วันที่ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน และกรณีที่ 3 วันที่ท้องฟ้ามีเมฆมาก โดยเก็บข้อมูลเวลา 08.00 น.-17.00 น. โดยการเก็บข้อมูลทุกๆ 30 นาที และนำกระแสไฟฟ้าที่ได้มาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาด 165.5 วัตต์ จากการศึกษาพบว่า ค่าประสิทธิภาพของวงจรผลิตกระแสไฟฟ้าในกรณีที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมของระบบอยู่ที่ร้อยละ 1.05 ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพมากที่สุด ดังนั้นส่งผลให้กรณีที่ 1 เหมาะแก่การผลิตกระแสไฟฟ้าใช้ในครัวเรือนมากที่สุด

**ศุภชัย กวินวุฒิกุล** พลังงานแสงอาทิตย์เป็นทางเลือกที่สำคัญในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานสะอาด ช่วยลดการเกิดภาวะโลกร้อน แต่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าต่ำ (5-17%) การวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราการเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์พร้อมกับการเคลื่อนที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามแนวการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ เปรียบเทียบกับประสิทธิภาพแผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดเดียวกันแต่ลักษณะการใช้แตกต่างกันอีก 2 รูปแบบคือ รูปแบบที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบแบบที่มีการติดตั้งกระจกเงากับที่ไม่มีการติดตั้งกระจกเงา และรูปแบบที่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบแบบที่มีการติดตั้งกระจกเงากับที่ไม่มีการติดตั้งกระจกเงา

ผลการวิจัยพบว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งกระจกเงาและเคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 15.33% และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผงเซลล์ที่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ และไม่ได้ติดตั้งกระจกเงาคิดเป็น 14.12% ส่วนแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งกระจกเงาและไม่เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น 13.05% และมีประสิทธิภาพสูงกว่าแผงโซลาร์เซลล์ที่ไม่เคลื่อนที่ตามแนวเคลื่อนที่ดวงอาทิตย์และไม่ติดตั้งกระจกเงาคิดเป็น 11.89%

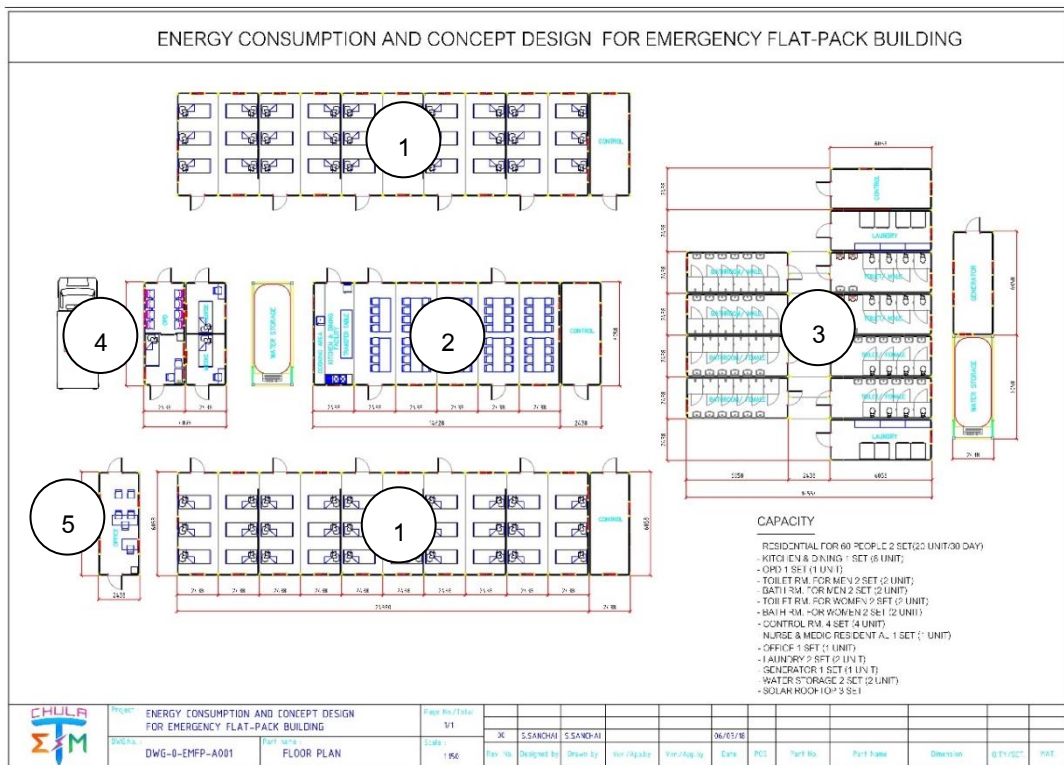
## บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย

### 3.1 การวางแผนบริเวณสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ

ในการออกแบบจัดวางผังพื้นที่เพื่อรองรับผู้ประสบภัย 60 คน จะเน้นการใช้งานภายในพื้นที่เป็นหลักและแยกส่วนพื้นที่เป็นสัดส่วน โดยแบ่งเป็น 5 พื้นที่ โดยอ้างอิง คู่มือการเลือกพื้นที่ปลอดภัยและการบริหารจัดการศูนย์พักพิงชั่วคราวสำหรับเหตุอุทกภัยในประเทศไทย โดยศูนย์เตรียมความพร้อมป้องกันภัยพิบัติแห่งเอเชีย [1]

ดังรูปที่ 3.1

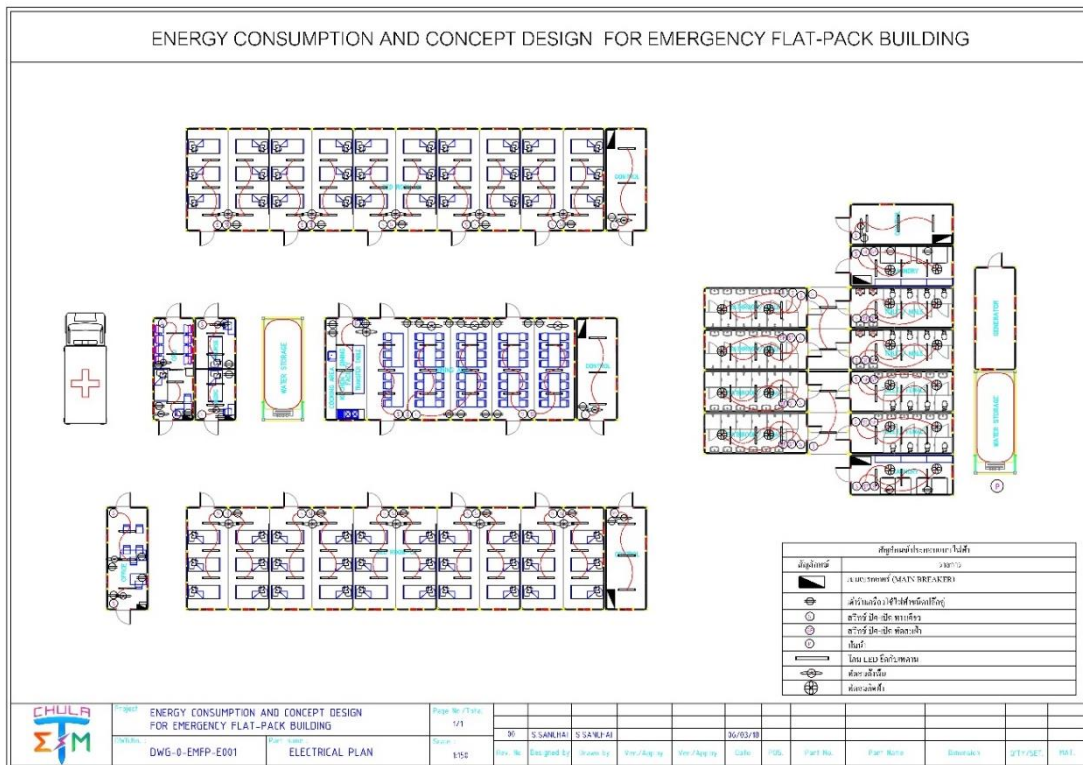
- 1) พื้นที่พักอาศัยชั่วคราว
- 2) พื้นที่รับประทานอาหาร
- 3) พื้นที่อาบน้ำ/ห้องน้ำ/ซักล้าง
- 4) พื้นที่ปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- 5) สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราว



รูปที่ 16 แบบผังบริเวณสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ

### 3.2 การวางผังไฟฟ้าและคำนวณการใช้พลังงานในพื้นที่พื้นที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ

ในการคำนวณการใช้พลังงานทั้งหมดควรเริ่มต้นจากการวางผังอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดก่อนหลังจากนั้นจึงทำการกำหนดขอบเขตการใช้งานไฟฟ้าของแต่ละพื้นที่และหลังจากนั้นจึงคำนวณหาปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวมทั้งหมด การวางผังอุปกรณ์ไฟฟ้า ในการวางผังอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นต้องคำนึงถึงการใช้งานเป็นหลัก เพื่อให้เกิดการใช้งานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดและใช้ในตำแหน่งที่จำเป็นที่สุด ดังรูปที่ 3.2






รูปที่ 17 แบบผังการวางตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าในพื้นที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ

เมื่อวางผังอุปกรณ์ไฟฟ้าเรียบร้อยแล้วสามารถสรุปจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละพื้นที่ และปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละชนิด โดยกำหนดช่วงระยะเวลาใช้งานในแต่ละพื้นที่เพื่อง่ายต่อการจัดการการใช้พลังงาน และนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณการใช้พลังงานรวมต่อวันต่อไป ดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

สำหรับสัดส่วนการใช้พลังงานในพื้นที่ที่สามารถสรุปได้ ดังรูปที่ 3.3



ตารางที่ 4 ปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่

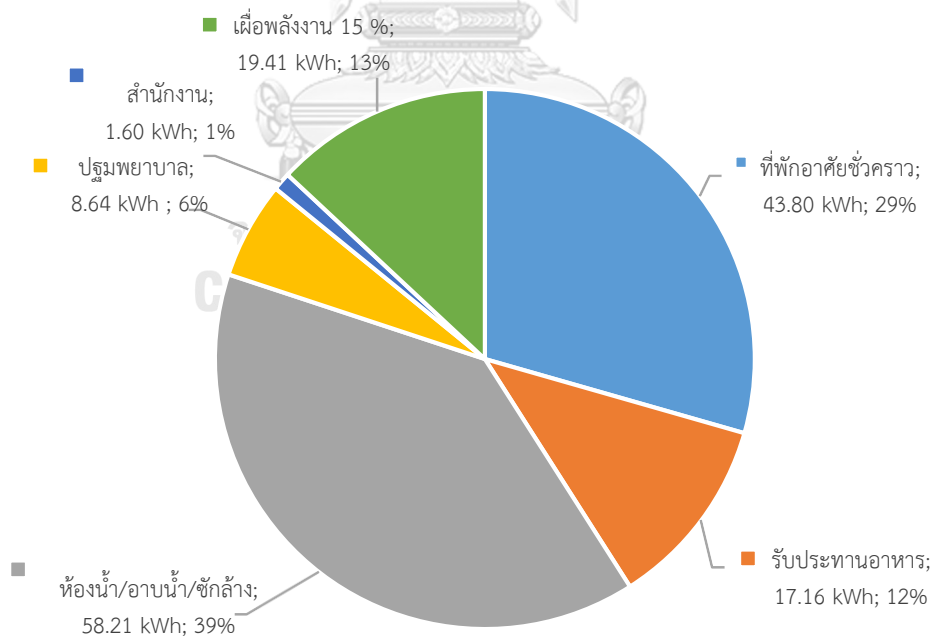
รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW/เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ทั้งหมด (เครื่อง)	ตำแหน่งติดตั้ง
หลอดไฟ LED T8 LED tube Ho 1200 mm. 20W 765 T8 AP I G 	0.02	131	ทุกห้อง
พัดลมตั้งพื้นขนาดกลาง 22 นิ้ว HATARI IP22M1 - 22" 	0.197	14	ห้องนอน/ห้องรับประทานอาหาร
พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 16 นิ้ว HATARI HD-P16M3 - 16" 	0.05	10	ห้องพยาบาล/ห้องพักแพทย์/ ห้องพักพยาบาล/สำนักงาน/ ห้องควบคุม

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ (ต่อ)

รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW/เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ทั้งหมด (เครื่อง)	ตำแหน่งติดตั้ง
พัดลมติดเพดาน 16 นิ้ว HATARI HT-C16M7(S) - 16" 	0.05	20	ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ซักล้าง
ตู้เย็น 9 คิว SHARP SJ-D29N 9 คิว 	0.1	1	ห้องครัว
หม้อหุงข้าว 10 ลิตร SHARP KSH-D1010 10 ลิตร 	2.75	1	ห้องครัว

ตารางที่ 3.1 ปริมาณการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดในแต่ละพื้นที่ (ต่อ)

รายการอุปกรณ์ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (kW/เครื่อง)	จำนวนที่ใช้ทั้งหมด (เครื่อง)	ตำแหน่งติดตั้ง
<p>ปั้มน้ำ 0.5 HP MITSUBISHI EP-355 Q5 350W</p> 	0.35	1	ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ซักล้าง
<p>เครื่องซักผ้า 10 กก. TOSHIBA AW-B1100GT 10 กก.</p> 	0.52	8	ห้องซักล้าง

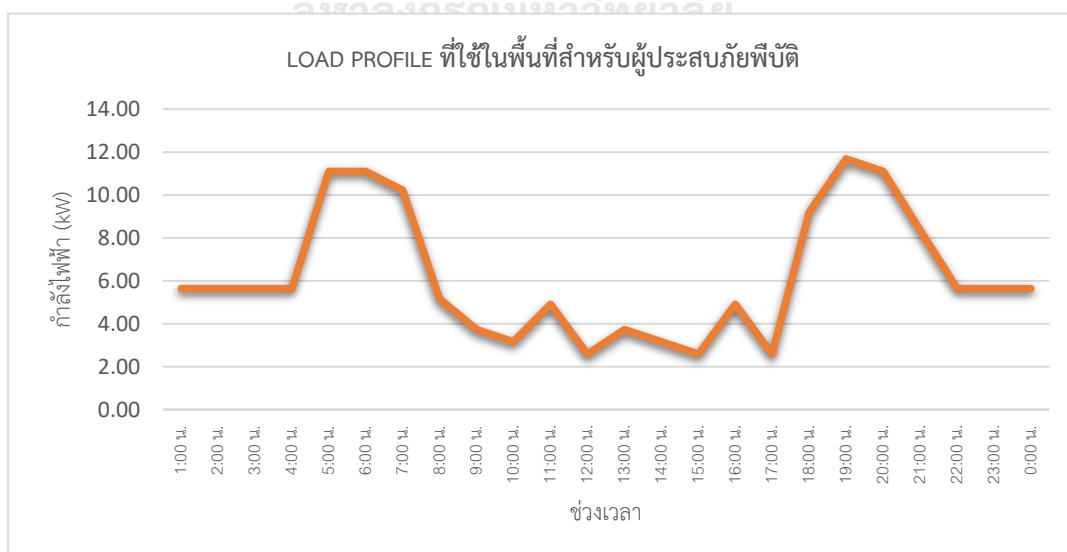


รูปที่ 18 สัดส่วนการใช้พลังงานในพื้นที่สำหรับผู้ประสภภัยพิบัติ

ตารางที่ 5 ระยะเวลาการใช้งานของแต่ละพื้นที่

พื้นที่	ช่วงเวลาเปิด	ช่วงเวลาปิด	ระยะเวลาการใช้งาน (ชั่วโมง)	พลังงานที่ใช้ (kWh)
พื้นที่พักอาศัยชั่วคราว	18.00	06.00	12	43.8
พื้นที่รับประทานอาหาร (เช้า)	08.00	09.30	1.5	2.6
พื้นที่รับประทานอาหาร (เที่ยง)	12.00	13.30	1.5	2.6
พื้นที่รับประทานอาหาร (เย็น)	17.00	19.30	1.5	2.6
ระยะในการเตรียมอาหารในห้องครัว (เช้า,เที่ยง,เย็น)	ก่อนรับประทานอาหาร ช่วงเวลาละ 1 ชั่วโมง		3	9.36
พื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง (เช้า)	05.00	08.30	3.5	20.47
พื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง (เย็น)	18.00	21.30	3.5	20.47
พื้นที่ห้องน้ำ	เปิดตลอด		24	17.28
พื้นที่ปฐมพยาบาลเบื้องต้น	เปิดตลอด		24	8.64
สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราว	08.00	18.00	10	1.6
ค่าเผื่อการใช้พลังงาน (คิด 15% ของพลังงานรวมในแต่ละพื้นที่)				19.41
<b>ปริมาณการใช้พลังงานรวม (kWh)</b>				148.83 หรือ 150

เมื่อนำกำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในแต่ละช่วงเวลามา plot graph จะได้ ดังรูปที่ 3.4

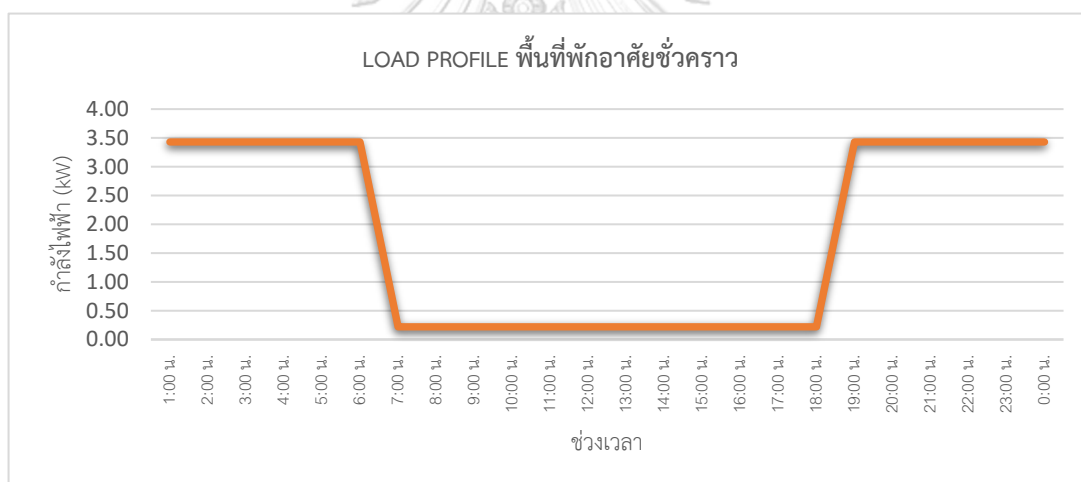


รูปที่ 19 กำลังไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในพื้นที่สำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

รายละเอียดการใช้พลังงาน ชั่วโมงการใช้งานแต่ละพื้นที่ที่สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 3.3-3.9 และ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในแต่ละพื้นที่ ดังรูปที่ 3.5-3.11

ตารางที่ 6 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่พักอาศัยชั่วคราวและพลังงานที่ใช้ (12 ชั่วโมง)

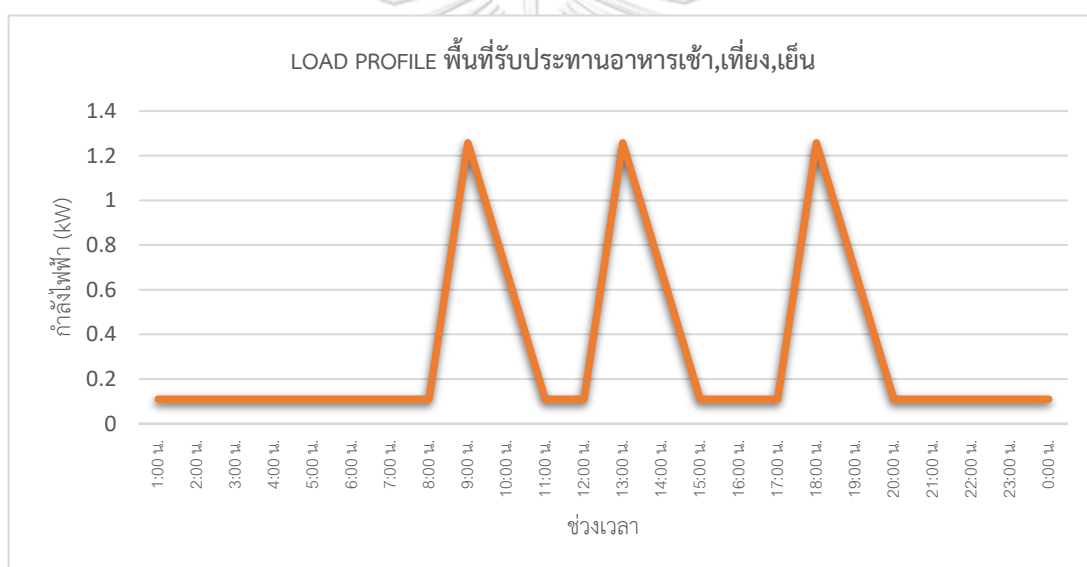
ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 12 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.020	62	14.88	
2	หลอดไฟ LED T8	0.020	6	2.88	คิด 24 ชั่วโมง
3	พัดลมขนาดกลาง 24 นิ้ว	0.197	10	23.64	
4	พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 16 นิ้ว	0.05	2	2.40	คิด 24 ชั่วโมง
พลังงานรวม (kWh)				43.80	



รูปที่ 20 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราว (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

ตารางที่ 7 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่รับประทานอาหาร เช้า,เที่ยง,เย็น และพลังงานที่ใช้ (4.5 ชั่วโมง)

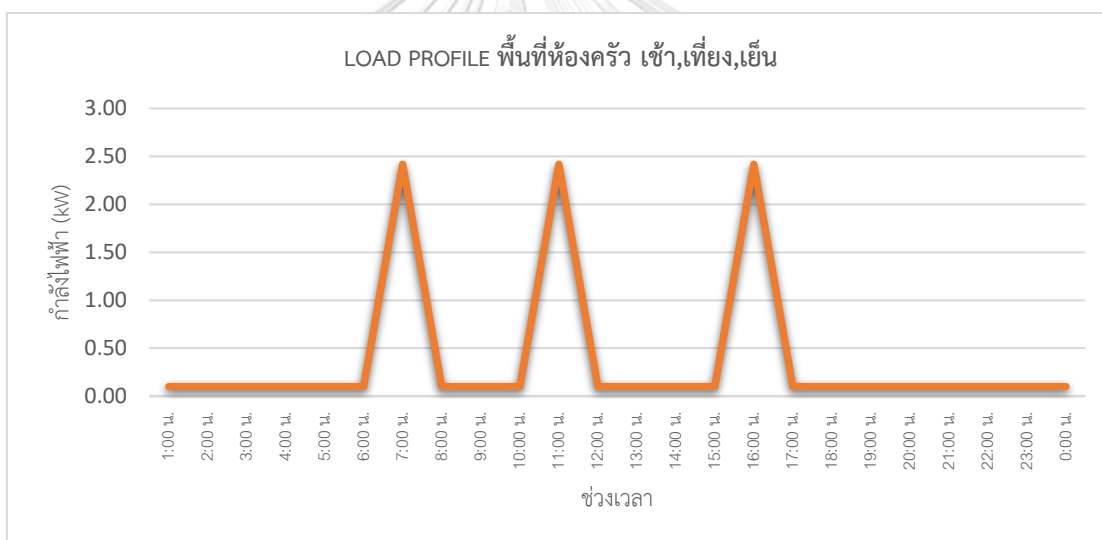
ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 4.5 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.020	18	1.62	
2	หลอดไฟ LED T8	0.020	3	1.44	คิด 24 ชั่วโมง
3	พัดลมขนาดกลาง 24 นิ้ว	0.197	4	3.528	
4	พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 16 นิ้ว	0.05	1	1.536	คิด 24 ชั่วโมง
พลังงานรวม (kWh)				7.81	



รูปที่ 21 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่รับประทานอาหาร เช้า,เที่ยง,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

ตารางที่ 85 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องครัว เช้า,เที่ยง,เย็น และพลังงานที่ใช้ (3 ชั่วโมง)

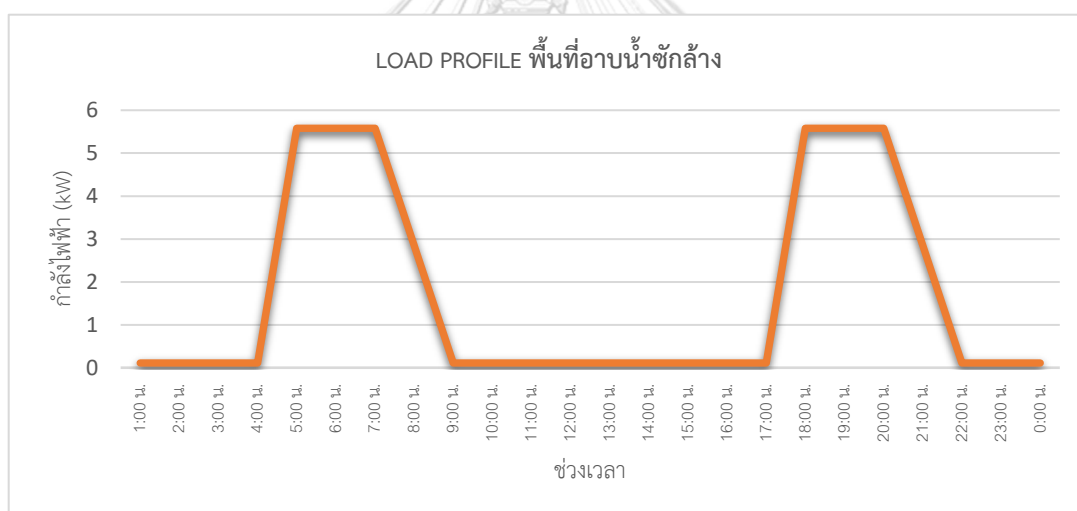
ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 3 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.020	3	0.18	
2	หม้อหุงข้าว 10 ลิตร	2.75	1	6.19	คิด 45 นาที/หม้อ/ครั้ง
3	พัดลมขนาดกลาง 24 นิ้ว	0.196	1	0.59	
4	ตู้เย็น 9 คิว	0.1	1	2.40	คิด 24 ชม.
พลังงานรวม (kWh)				9.36	



รูปที่ 22 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องครัว เช้า,เที่ยง,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

ตารางที่ 9 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง เช้า,เย็น และพลังงานที่ใช้ (7 ชั่วโมง)

ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 7 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.02	18	2.52	
2	หลอดไฟ LED T8	0.02	3	1.44	คิด 24 ชม.
3	พัดลมติดเพดาน 16 นิ้ว	0.05	12	4.20	
4	พัดลมขนาดเล็ก 16 นิ้ว	0.05	1	1.20	คิด 24 ชม.
5	เครื่องซักผ้า 10 กก.	0.52	8	29.12	
6	ปั้มน้ำ 0.5 HP	0.35	1	2.45	
พลังงานรวม (kWh)				40.93	

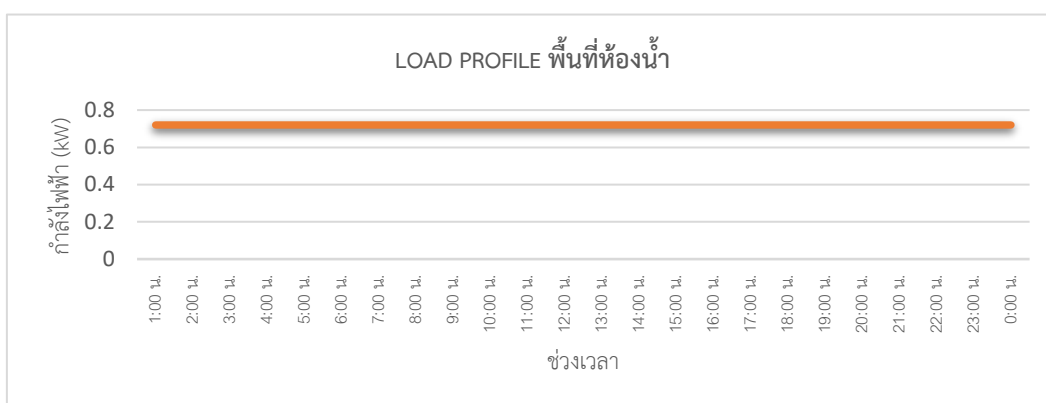


รูปที่ 23 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่อาบน้ำ/ซักล้าง เช้า,เย็น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)



ตารางที่ 10 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องน้ำ และพลังงานที่ใช้ (24 ชั่วโมง)

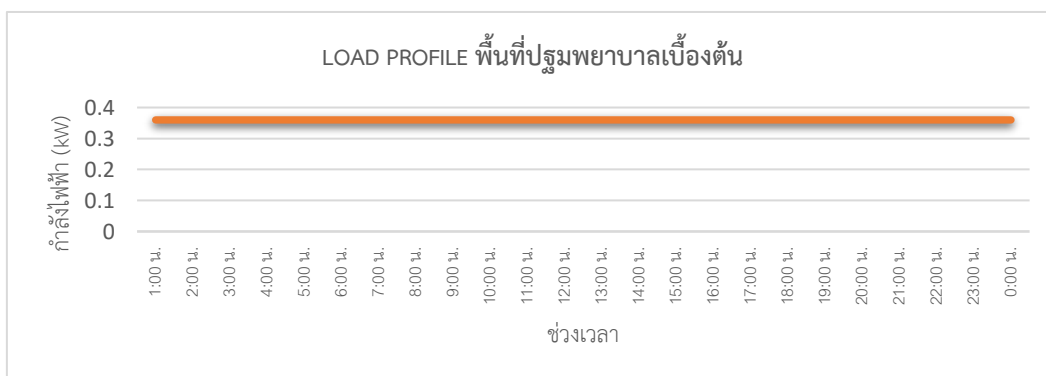
ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 24 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.02	16	7.68	
2	พัดลมติดเพดาน 16 นิ้ว	0.05	8	9.62	
พลังงานรวม (kWh)				17.28	



รูปที่ 24 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องน้ำ (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

ตารางที่ 11 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่ห้องปฐมพยาบาลเบื้องต้นและพลังงานที่ใช้ (24 ชั่วโมง)

ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 24 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.02	8	3.84	
2	พัดลมขนาดเล็ก 16 นิ้ว	0.05	4	4.80	
พลังงานรวม (kWh)				8.64	



รูปที่ 25 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ห้องปฐมพยาบาลเบื้องต้น (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

ตารางที่ 12 ระยะเวลาการใช้งานพื้นที่สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราวและพลังงานที่ใช้ (10 ชั่วโมง)

ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	กำลังไฟฟ้า (KW)	จำนวนอุปกรณ์ (เครื่อง)	พลังงานที่ใช้ต่อ 10 ชั่วโมง (KWh)	หมายเหตุ
1	หลอดไฟ LED T8	0.02	3	0.60	
2	พัดลมขนาดเล็ก 16 นิ้ว	0.05	2	1.00	
พลังงานรวม (kWh)				1.60	



รูปที่ 26 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่สำนักงานประสานงานของคณะกรรมการศูนย์พักพิงชั่วคราว (คิดที่ full load ของอุปกรณ์แต่ละชนิด)

### 3.3 อุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์

อุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการสร้างพลังงานเพื่อรองรับผู้ประสบภัยในพื้นที่ผู้ประสบภัยพิบัติสามารถสรุปได้ ดังตารางที่ 3.10

ตารางที่ 13 รายการอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้

รายการ	รายละเอียด
เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ	12/24V 60Ah จำนวน 21 ตัว
แบตเตอรี่	12V200Ah จำนวน 47 ลูก ต่อแบบขนานเพื่อเพิ่มกระแส เป็น 120V
แผงเซลล์แสงอาทิตย์	ขนาด 340 W 24 Ah จำนวน 120 แผง ต่อขนานเพื่อเพิ่มกระแสเป็น 120V

### 3.4 อัตราการระบายอากาศภายในอาคาร

ในการคำนวณอัตราการระบายอากาศจะคำนวณเพียง 2 ห้องหลักๆเท่านั้น เนื่องจากผู้ประสบภัยดำเนินกิจกรรมในห้องดังกล่าวเป็นเวลานาน โดยปริมาณการระบายอากาศในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราวหรือห้องนอนขนาดพื้นที่ 1,937 ft<sup>2</sup> ต้องการอัตราการระบายอากาศ 17,431 cfm และห้องรับประทานอาหารขนาดพื้นที่ 1,162 ft<sup>2</sup> ต้องการอัตราการระบายอากาศ 94,128 cfm ดังตารางที่ 3.12

สำหรับอุปกรณ์ระบายอากาศที่ใช้คือพัดลม HATARI IP22M1 ขนาด 22” (ตั้งพื้น) ซึ่งมีอัตราการระบายอากาศ 12,794 cfm/ตัว (21,750 m<sup>3</sup>/hr/ตัว) จำนวนพัดลมที่ใช้ในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราวหรือห้องนอน 3 ตัว มีอัตราการระบายอากาศ 38,382 cfm จำนวนพัดลมที่ใช้ในพื้นที่รับประทานอาหาร 8 ตัว มีอัตราการระบายอากาศ 102,353 cfm ดังตารางที่ 3.13 ซึ่งอัตราการระบายอากาศของทั้งสองห้องเป็นไปตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1

ตารางที่ 14 ปริมาณการระบายอากาศ

ประเภทการใช้งาน	พื้นที่ห้อง	จำนวนผู้อาศัยภายในห้อง	Breathing Zone Outdoor Air Flow
ห้องนอน	1,937 ft <sup>2</sup> (180 m <sup>3</sup> )	30 คน	17,431 cfm (29,632 m <sup>3</sup> /hr)
ห้องรับประทานอาหาร	1,162 ft <sup>2</sup> (108 m <sup>3</sup> )	60 คน	94,128 cfm (160,018 m <sup>3</sup> /hr)

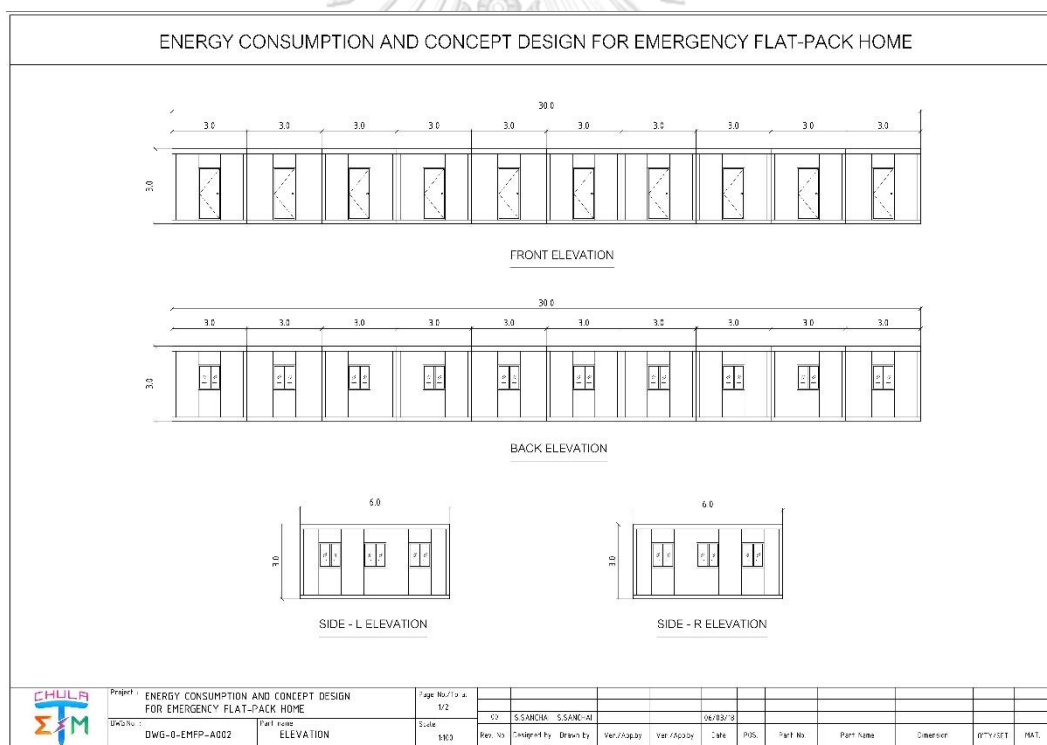
ตารางที่ 15 อัตราการระบายอากาศของพัดลมระบายอากาศที่เลือกใช้

รุ่นพัดลม	อัตราการระบายอากาศ	จำนวนพัดลมที่ใช้ในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราว	จำนวนพัดลมที่ใช้ในพื้นที่รับประทานอาหาร
HATARI IP22M1 ขนาด 22” (ตั้งพื้น)	12,794 cfm/ตัว (21,750 m <sup>3</sup> /hr/ตัว)	3 ตัว มีอัตราการระบายอากาศ 38,382 cfm (65,250 m <sup>3</sup> /hr)	8 ตัว มีอัตราการระบายอากาศ 102,353 cfm (174,000 m <sup>3</sup> /hr)

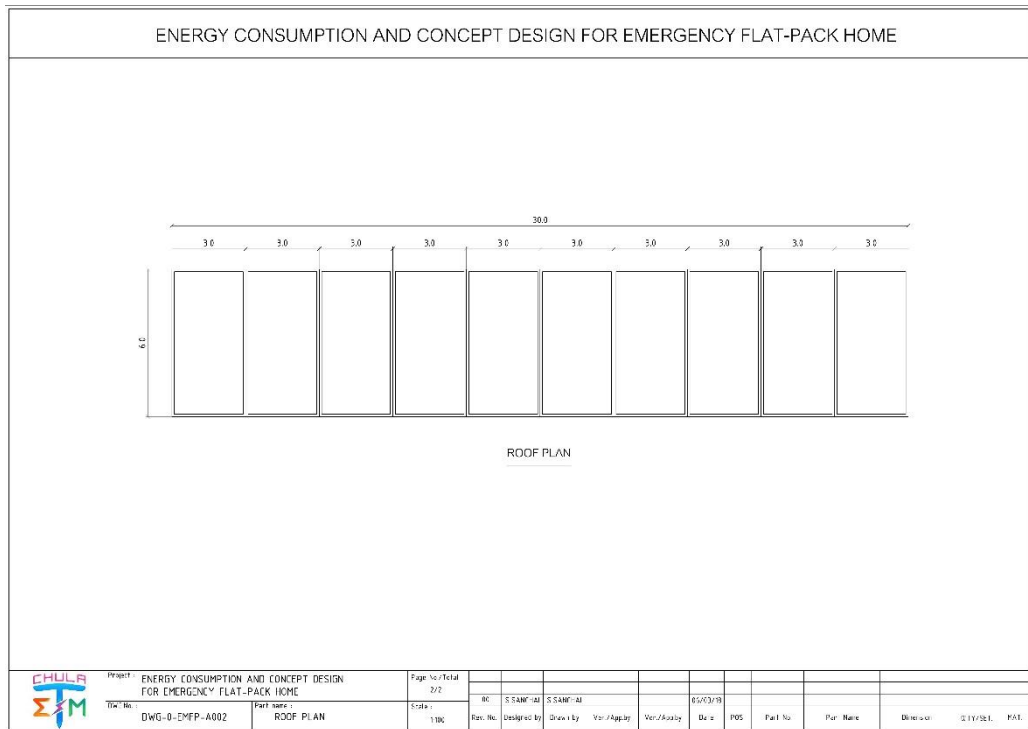
### 3.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร (OTTV) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV)

ในส่วนของการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนจะคำนวณอาคารสำหรับผู้ประสบภัยพักอาศัยชั่วคราวเท่านั้น เนื่องจากเป็นห้องที่มีการเข้าพักผ่อนเป็นเวลานานที่สุดและมีขนาดพื้นที่ใหญ่ที่สุดอีกด้วย ภายใต้ข้อสมมุติฐานดังนี้

1. ทิศทางการติดตั้ง ด้านหน้าอาคารหันไปทางทิศเหนือ ดังรูปที่ 3.12 และ รูปที่ 3.13
2. ผนังด้านนอกและด้านในหุ้มด้วยเหล็กเคลือบสังกะสีความหนา 0.3 มม. แกนกลางเป็นวัสดุฉนวน โพลียูรีเทนโฟมความหนา 40 มม.
3. หลังคาด้านนอกและด้านในหุ้มด้วยเหล็กเคลือบสังกะสีความหนา 0.3 มม. แกนกลางเป็นวัสดุฉนวน โพลียูรีเทนโฟมความหนา 40 มม.
4. หน้าต่างบานกระฉก ขนาด กว้าง 900 มม. ยาว 1000 มม. ใช้กระจกชนิด สะท้อนแสงเคลือบ ไทเทเนียม 20 % ความหนากระจก 6 มม.



รูปที่ 27 แบบแสดงมุมมองแต่ละด้านของอาคารสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ



รูปที่ 28 แบบแสดงมุมมองหลังคาของอาคารสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ

จากข้อมูลจากข้อสมมุติฐานทั้งหมดทำให้สามารถคำนวณหาค่า OTTV และ RTTV ดังตารางที่ 3.13 ตารางที่ 16 ปริมาณการระบายอากาศ

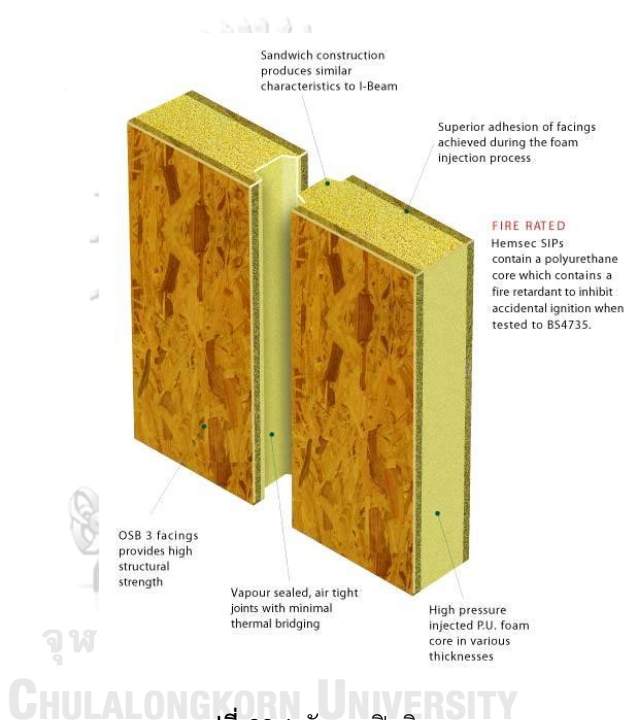
ประเภทอาคาร/ลักษณะการใช้งานอาคาร	OTTV (W/m <sup>2</sup> ของผนังด้านนอกอาคาร)	RTTV (W/m <sup>2</sup> ของผนังด้านนอกอาคาร)
อาคารสำหรับผู้ประสบภัย พักอาศัยชั่วคราว	18.06 (ทิศเหนือ)	2.25
	24.18 (ทิศใต้)	
	32.79 (ทิศตะวันออก)	
	31.69 (ทิศตะวันตก)	
สำนักงาน/สถานศึกษา ตามที่ พพ.กำหนด	OTTV ≤ 50	RTTV ≤ 15

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 4.1 วัสดุประกอบอาคาร

วัสดุประกอบอาคารใช้โพลียูรีเทนโฟม ซึ่งมีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุด คือ 0.024 W/m.K เมื่อเทียบกับวัสดุฉนวนชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในระบบประกอบอาคาร ในกรณีที่ต้องการให้ผนังมีค่าการนำความร้อนน้อยๆ สามารถเพิ่มความหนาของผนังโพลียูรีเทนโฟมหรือเพิ่มขึ้นของผนังได้โดยการกรุวัสดุปิดผิวอื่นๆ เช่น แผ่น OSB เป็นต้น ดังรูปที่ 4.1

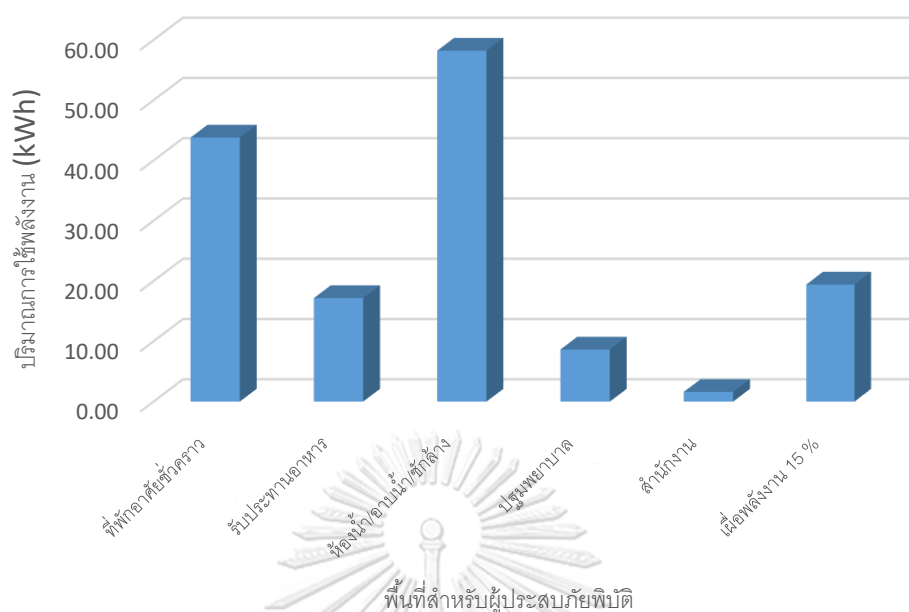


รูปที่ 29.1 วัสดุกรุปิดผิว

(อ้างอิง : [www.ecv.com](http://www.ecv.com))

#### 4.2 การใช้พลังงานในพื้นที่ประสบภัยพิบัติ

จากการวิจัยพบว่าปริมาณการใช้พลังงานในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ ในพื้นที่ภัยพิบัติรองรับผู้ประสบภัยพิบัติ 60 คน ในระยะเวลา 30 วัน มีปริมาณการใช้พลังงานต่อวันรวมประมาณ 150 kWh เฉลี่ยการใช้พลังงานในพื้นที่ 2.5 kWh/คน/วัน โดยมีการใช้พลังงานแต่ละพื้นที่แตกต่างกันตามกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท จำนวนของเครื่องใช้ไฟฟ้าและชั่วโมงการใช้งานในพื้นที่นั้นๆ เมื่อพิจารณาพื้นที่ที่มีการใช้งานแต่ละพื้นที่พบว่าพื้นที่ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ซักล้าง เป็นพื้นที่ที่มีความต้องการการใช้พลังงานมากที่สุดเนื่องจากอัตราการใช้ไฟฟ้ามากที่สุด ดังรูปที่ 4.2 ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ การใช้ไฟฟ้าในการให้แสงสว่าง ที่ต้องเปิดตลอด 24 ชม.เพื่อให้แสงสว่างแก่ผู้ประสบภัยพิบัติและใช้พลังงานในการซักล้างทำความสะอาด เป็นต้น โดยรายละเอียดการใช้พลังงานในพื้นที่ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ซักล้าง แสดงในตารางที่ 4.1



รูปที่ 30.2 สัดส่วนการใช้พลังงานในพื้นที่สำหรับผู้ประสภัยพิบัติ

ตารางที่ 17 ปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่ ห้องน้ำ/อาบน้ำ/ชักล้าง

ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	พลังงานที่ใช้ (KWh)
1	หลอดไฟ LED T8	11.64
2	พัดลมติดเพดานขนาด 16 นิ้ว	13.80
3	พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 16 นิ้ว	1.20
4	เครื่องซักผ้าขนาด 10 กก.	29.12
5	ปั้มน้ำขนาด 0.5 HP	2.45
พลังงานรวม (kWh)		58.21

จากตารางที่ 4.1 ทำให้ทราบว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีปริมาณการใช้พลังงานที่มากที่สุด คือ เครื่องซักผ้าขนาด 10 กก. ซึ่งในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานมากๆ เครื่องซักผ้าอาจมีความจำเป็นน้อยที่สุดสำหรับผู้ประสภัยพิบัติ และเปลี่ยนจากการซักด้วยเครื่องซักผ้าเป็นการซักด้วยมือแทน

จากการกำหนดระยะเวลาในการใช้งานอาคารทำให้ทราบว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีอัตราการใช้พลังงานสูงที่สุด คือ

1. พัดลมระบายอากาศชนิดต่างๆ ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 52.18 kWh
2. หลอดไฟ ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 37.08 kWh
3. เครื่องซักผ้า ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 29.12 kWh
4. หม้อหุงข้าว ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 6.19 kWh
5. ปั้มน้ำ ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 2.45 kWh
6. ตู้เย็น ซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานรวม 2.40 kWh

เมื่อแบ่งตามระบบการใช้พลังงานทำให้ทราบว่าระบบการระบายอากาศเป็นระบบที่มีความต้องการการใช้พลังงานสูงสุด คือ 52.18 kWh และลำดับที่สอง คือ ระบบแสงสว่าง ซึ่งมีความต้องการการใช้พลังงาน 37.08 kWh ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 18 ปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในพื้นที่กักขัง

ลำดับที่	อุปกรณ์ที่ใช้ในพื้นที่	พลังงานที่ใช้ (KWh)
1	หลอดไฟ LED T8	37.08
2	พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 22 นิ้ว	27.78
3	พัดลมตั้งพื้นขนาดเล็ก 16 นิ้ว	10.60
4	พัดลมติดเพดานขนาด 16 นิ้ว	13.80
5	ตู้เย็นขนาด 9 คิว	2.40
6	หม้อหุงข้าวขนาด 10 ลิตร	6.19
7	ปั้มน้ำขนาด 0.5 HP	2.45
8	เครื่องซักผ้าขนาด 10 กก.	29.12

ปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่สำหรับผู้ประสบภัยพิบัติทำให้ทราบว่าปริมาณการใช้พลังงานสูงสุดอยู่ในช่วงเวลา 19.00 – 20.00 น. โดยมีปริมาณการใช้พลังงาน 11.82 kWh ซึ่งช่วงเวลานี้มีปริมาณการใช้พลังงานพร้อมกันในหลายพื้นที่ ส่วนปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่ที่มีปริมาณการใช้พลังงานต่ำที่สุดคือ เวลา 15.00 น. โดยมีปริมาณการใช้พลังงาน 2.05 kWh

#### 4.3 ค่า OTTV และ RTTV

จากการคำนวณเพื่อหาค่า OTTV และ RTTV ทำให้ทราบว่าค่า OTTV และ RTTV มีค่าเป็นไปตามที่ พ.พ. กำหนด โดยค่า OTTV ของผนังทิศเหนือคือ  $18.06 \text{ W/m}^2$  ทิศใต้  $24.18 \text{ W/m}^2$  ทิศตะวันออก  $32.79 \text{ W/m}^2$  ทิศตะวันตก  $31.69 \text{ W/m}^2$  โดยค่าที่ พ.พ.กำหนดคือ  $\leq 50 \text{ W/m}^2$  ค่า RTTV ของหลังคาคือ  $2.25 \text{ W/m}^2$  โดยค่าที่ พ.พ.กำหนดคือ  $\leq 15 \text{ W/m}^2$



#### 4.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานเพื่อรองรับกรณีเกิดภัยพิบัติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตพลังงานภายในพื้นที่โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 340W 24Ah จำนวน 120 แผง เนื่องจากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ติดตั้งจึงเลือกขนาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้ามาก และต่อขนานเพื่อเพิ่มกระแสเป็น 120V เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ ขนาด 12/24V 60Ah จำนวน 21 ตัว ดังรูปที่ 4.3 แบตเตอรี่ 12V 200Ah จำนวน 47 ลูก ดังรูปที่ 4.4 ต่อแบบขนานเพื่อเพิ่มกระแส เป็น 120V เครื่องควบคุมการชาร์จและแบตเตอรี่ จะถูกเก็บไว้ในห้องควบคุมซึ่งจะถูกจัดวางไว้ในแต่ละพื้นที่การใช้งาน



**340W MONOCRYSTALLINE SLP340S-20**

- 4-BUSBAR SOLAR CELL**  
4-busbar solar cells utilize PERC Plus technology offering an excellent electrical performance as well as increasing its stable output of solar power.
- EVA**  
High performance, optically excellent adhesive ensuring high transparency, humidity and UV resistance and PVC resistance.
- ADHESION BACK**  
High adhesive strength, ensuring long-term stability and constant high output.
- GLASS**  
Certified to withstand severe weather-related loads and severe hail damage.  
New coating technology provides water repellency and anti-reflection properties.
- HIGH EFFICIENCY**  
All the innovative manufacturing technology (single high conversion efficiency up to 18.2%)

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**  
10 Year Product Warranty (1% Per Year Power Output Guarantee)

CONFORM TO IEC 61215/61730

CE IEC

**SLP330S-24 SLP335S-24 SLP340S-24**

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

Type	SLP330S-24	SLP335S-24	SLP340S-24
Power Output(W)	330W	335W	340W
Max Power Tolerance(W)	0~0W	0~0W	0~0W
Voltage MPPT (Vmppt)	37.83V	37.81V	38.12V
Current MPPT (Imppt)	8.73A	8.86A	8.92A
Voltage Open Circuit (Voc)	45.91V	46.15V	46.53V
Short Circuit Current (Isc)	9.22A	9.31A	9.37A
Temperature Coefficient Of Voc	-0W/10mV/°C		
Temperature Coefficient Of Isc	0.065±0.015%/°C		
Temperature Coefficient Of Power	-0.5±0.05%/°C		
NOCT (At 20°C, Sun 0.8kW/m² wind 1m/s)			
STC: 1000W/m² Irradiance, 25°C module temperature, AM1.5g spectrum according to EN 60904-3			

**PACKAGING CONFIGURATION**

Cells	Monocrystalline Silicon Solar Cells (156.75x156.75)
No. Of Cells And Connections	72(6x12)
Module Dimension(mm)	1656mm x 992mm x 40mm
Weight(kg)	25.9kg
Packing Information(pallet)	2040mm x 1145mm x 1120mm(26pcs/pallet)
Loading Capacity(40HQ)	619pcs

**WORKING CONDITIONS**

Max System Voltage(VDC)	1000V
Series Fuse Rating(A)	15A
Maximum Static Load, Front(e.g. snow and wind)	5400Pa (112 lb/ft²)
Maximum Static Load, Back(e.g. wind)	2400Pa (50 lb/ft²)
Operating Temperature(°C)	-40~+85°C
Application Class	A

**MODULE DIAGRAM**



**CURRENT-VOLTAGE & POWER-VOLTAGE CURVE (SLP335S-24)**



รูปที่ 31.3 ตัวอย่างแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 340W 24Ah (อ้างอิง : [www.99solarsuntec.com](http://www.99solarsuntec.com))



รูปที่ 32.4 ตัวอย่างแบตเตอรี่ขนาด 12V 200Ah (อ้างอิง : [www.lithiumion-batteries.com](http://www.lithiumion-batteries.com))

#### 4.5 การระบายอากาศภายในอาคาร

การระบายอากาศภายในพื้นที่ใช้พัฒลมในการระบายอากาศโดยมีอัตราการระบายอากาศในพื้นที่พักอาศัยชั่วคราวหรือห้องนอน 38,382 cfm ใช้พัฒลมระบายอากาศ 3 ตัว เมื่ออ้างอิงตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 พบว่าการระบายอากาศในพื้นที่ห้องนอนที่ต้องการคือ 17,431 cfm และอัตราการระบายอากาศในพื้นที่รับประทานอาหาร 102,353 cfm ใช้พัฒลมระบายอากาศ 8 ตัว เมื่ออ้างอิงตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 พบว่าการระบายอากาศในพื้นที่รับประทานอาหารที่ต้องการคือ 94,128 cfm ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 สำหรับพัฒลมที่ใช้ในการระบายอากาศ ใช้พัฒลม HATARI IP22M1 ขนาด 22" (ตั้งพื้น) ซึ่งมีอัตราการระบายอากาศ 12,794 cfm/ตัว (21,750 m<sup>3</sup>/hr/ตัว)

#### 4.7 บทอภิปราย

จากการวิจัยพบว่าวัสดุฉนวนที่มีความต้านทานความร้อนที่ต่ำที่สุดคือโพลียูรีเทนโฟม และโพลียูรีเทนโฟมนี้มีใช้กันแพร่หลายในหลายๆประเทศ ในประเทศไทยมีหลายบริษัทได้นำโพลียูรีเทนโฟมนี้มาประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น นำมาทำเป็นผนังห้องเย็น ฉีดใต้ลอนหลังคาเพื่อลดความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร เป็นต้น สำหรับปริมาณการใช้พลังงานในพื้นที่กักขังผู้ประสบภัยพิบัติ 60 คน ในระยะเวลา 30 วัน มีปริมาณการใช้พลังงานต่อวันรวมประมาณ 150 kWh เฉลี่ยการใช้พลังงานในพื้นที่ 2.5 kWh/คน/วัน โดยระบบที่มีปริมาณการใช้พลังงานมากที่สุดคือ ระบบระบายอากาศ ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงานสูงถึง 52.18 kWh รองลงมาคือ ระบบแสงสว่าง ซึ่งมีปริมาณการใช้พลังงาน 37.08 kWh สองระบบนี้เป็นระบบที่ต้องมีการใช้งานอย่างต่อเนื่องจึงมีค่าการใช้พลังงานค่อนข้างสูงกว่าระบบอื่นๆ

การผลิตพลังงานในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถผลิตพลังงานได้สูง เพื่อลดจำนวนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากมีข้อจำกัดทางด้านพื้นที่การติดตั้ง สำหรับแบตเตอรี่จะเลือกใช้แบตเตอรี่ที่มีค่าความจุพลังงานที่สูง เพื่อลดจำนวนแบตเตอรี่และลดพื้นที่การจัดเก็บแบตเตอรี่ได้อีกทางหนึ่ง

การระบายอากาศภายในอาคารจะอ้างอิงตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1 ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้เป็นการอ้างอิงในการออกแบบและคำนวณปริมาณการระบายอากาศภายในอาคารซึ่งผลการวิจัยพบว่าในห้องนอนต้องการอัตราการระบายอากาศ 17,431 cfm และห้องรับประทานอาหารต้องการอัตราการระบายอากาศ 94,128 cfm ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้คำนวณอัตราการระบายอากาศได้ตามค่าที่กำหนดตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการออกแบบที่פקอาศัยสำเร็จรูปสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติ พบว่าโครงสร้างที่เหมาะสมกับอาคารประเภทนี้ คือ โครงสร้างเหล็กพ่นขึ้นรูป สามารถถอดแยกและยุบเพื่อลดพลังงานด้านการขนส่งได้ อีกทั้งยังสามารถต่อได้หลายแบบและยังสามารถต่อซ้อนเป็น 2 ชั้นได้ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ และสามารถแยกห้องเป็นห้องย่อยได้อีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งระบบผลิตพลังงานโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ไว้บนหลังคาอาคารได้

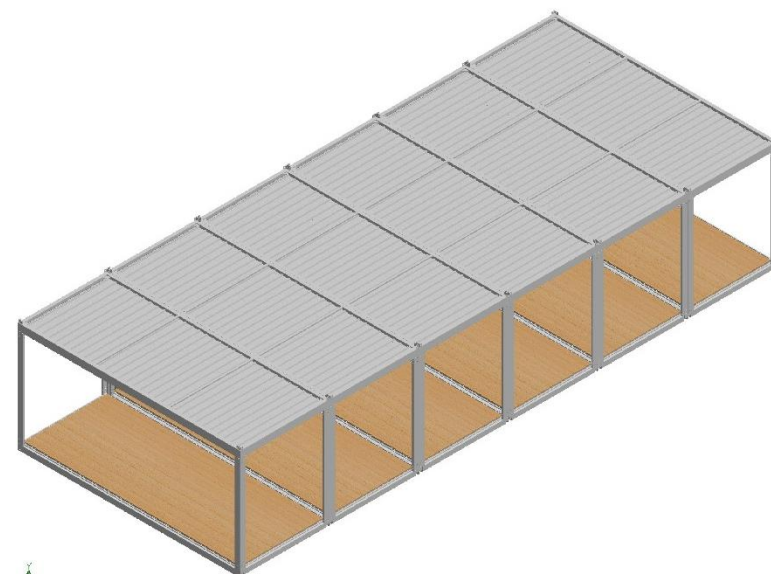
อุปกรณ์ที่เหมาะสมในการผลิตพลังงานในพื้นที่พักอาศัยสำหรับผู้ประสบภัยพิบัติหรือในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงาน จะเลือกใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งมีความเหมาะสม เนื่องจากสามารถติดตั้งบนหลังคาอาคารได้ เมื่อเข้าสู่สภาวะปกติอุปกรณ์ระบบเซลล์แสงอาทิตย์นี้สามารถถอดพับเก็บไว้ในอาคารและทำการจัดเก็บต่อไป

วัสดุที่ใช้ในการประกอบอาคารใช้โพลียูรีเทนโฟม เนื่องจากเป็นวัสดุที่มีค่าการนำความร้อนต่ำที่สุดในวัสดุประเภทฉนวน ทำให้ความร้อนจากภายนอกผ่านเข้ามาทางผนังได้น้อย ทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าอุณหภูมิภายนอก

ปริมาณความต้องการการใช้พลังงานในพื้นที่ภัยพิบัติรองรับผู้ประสบภัยพิบัติ 60 คน ในระยะเวลา 30 วัน มีปริมาณการใช้พลังงานต่อวันรวมประมาณ 150 kWh เฉลี่ยการใช้พลังงานในพื้นที่ 2.5 kWh/คน/วัน ซึ่งสามารถนำค่าความต้องการการใช้พลังงานนี้ไปใช้ในการหาแหล่งพลังงานเพื่อมารองรับความต้องการการใช้พลังงานนี้ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติหรือในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพลังงานได้

ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติจำเป็นต้องหาแหล่งพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการการใช้พลังงานของผู้ประสบภัย ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเน้นการสร้างพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหลัก สามารถนำอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์มาติดตั้งไว้บนหลังคาโครงสร้างอาคารได้ พื้นที่ที่เหมาะสมควรเป็นพื้นที่โล่งและไม่สามารถเชื่อมต่อกับระบบพลังงานอื่นๆได้

การใช้งานอาคารเป็นการใช้งานเพียงชั่วคราวเท่านั้น เมื่อเหตุการณ์เข้าสู่สภาวะปกติอาคารเหล่านี้สามารถแยกชิ้นส่วนและสามารถนำมาประกอบใหม่ได้ สามารถช่วยลดการใช้พลังงานในการผลิตใหม่หรือทำลายได้อีกด้วย สำหรับการประกอบอาคารสามารถประกอบได้ด้วยแรงคน ยึดติดกันด้วยน็อต ไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่ต้องการการใช้ไฟฟ้าประกอบ ใช้พื้นที่ในการจัดเก็บน้อยเนื่องจากสามารถยุบและซ้อนกันได้ซึ่งส่งผลให้การบริหารการจัดเก็บน้อยลง ใช้พลังงานด้านการขนส่งน้อยเนื่องจากสามารถยุบซ้อนกันได้ อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนด้านการขนส่งและพลังงานด้านการขนส่งโครงสร้างอาคารได้อีกด้วย ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติในฤดูร้อน พื้นที่รับประทานอาหารสามารถถอดแผ่นผนังออกเพื่อเป็นการช่วยระบายอากาศและยังสามารถลดการใช้พลังงานในการระบายอากาศได้อีกทางหนึ่ง ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 33.1 อาคารสามารถถอดผนังด้านข้างออกเพื่อช่วยในการระบายอากาศ

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ในกรณีที่เกิดภัยพิบัติ แหล่งพลังงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ เช่น Energy Storage, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ระบบจ่ายไฟฟ้าในพื้นที่ (ในกรณีที่ยังสามารถใช้ได้) ฯลฯ ซึ่งสามารถนำมาเชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้าในอาคารได้

2) ในกรณีที่ใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในการผลิตพลังงานหลักเพียงระบบเดียวอาจจะไม่เพียงพอต่อการใช้พลังงาน ดังนั้นควรมีระบบที่จะรองรับในกรณีที่ไม่สามารถผลิตพลังงานได้ตามต้องการ เช่น ระบบผลิตพลังงานโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะสามารถผลิตพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแต่จะมีต้นทุนการผลิตพลังงานที่สูงกว่า โดยเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นจะใช้น้ำมันเบนซิน หรือน้ำมันดีเซล เป็นเชื้อเพลิง

3) ในกรณีที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่ อาคารเหล่านี้สามารถซ้อนเป็น 2 ได้ โดยให้ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถติดตั้งด้านบนหลังคาของอาคารชั้น 2

4) อาคารเหล่านี้สามารถเลือกติดตั้งเฉพาะส่วนได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ภัยพิบัติ เพื่อความสะดวกในการบริหารจัดการพื้นที่ และลดการใช้พลังงานด้านการขนส่งอีกด้วย

## 5.3 ข้อจำกัดในการทำวิจัย

สำหรับข้อจำกัดในการทำวิจัยนี้สามารถแบ่งได้ดังต่อไปนี้

1) แสงแดด ในการทำวิจัยฉบับนี้เน้นการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์เป็นหลัก ดังนั้นความเข้มของแสงจึงมีความสำคัญลำดับต้นๆ ในการผลิตพลังงาน เพื่อให้สอดคล้องกับปริมาณการใช้พลังงานของผู้ประสบภัย ในกรณีที่มีความเข้มของแสงมากประสิทธิภาพการทำงานของระบบเซลล์แสงอาทิตย์จะสูงขึ้นตามไปด้วย ในทางกลับกันในกรณีที่มีความเข้มของแสงน้อยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะผลิตพลังงานได้น้อยเช่นเดียวกัน

2) พื้นที่การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานนั้นควรเป็นพื้นที่โล่งเพื่อให้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

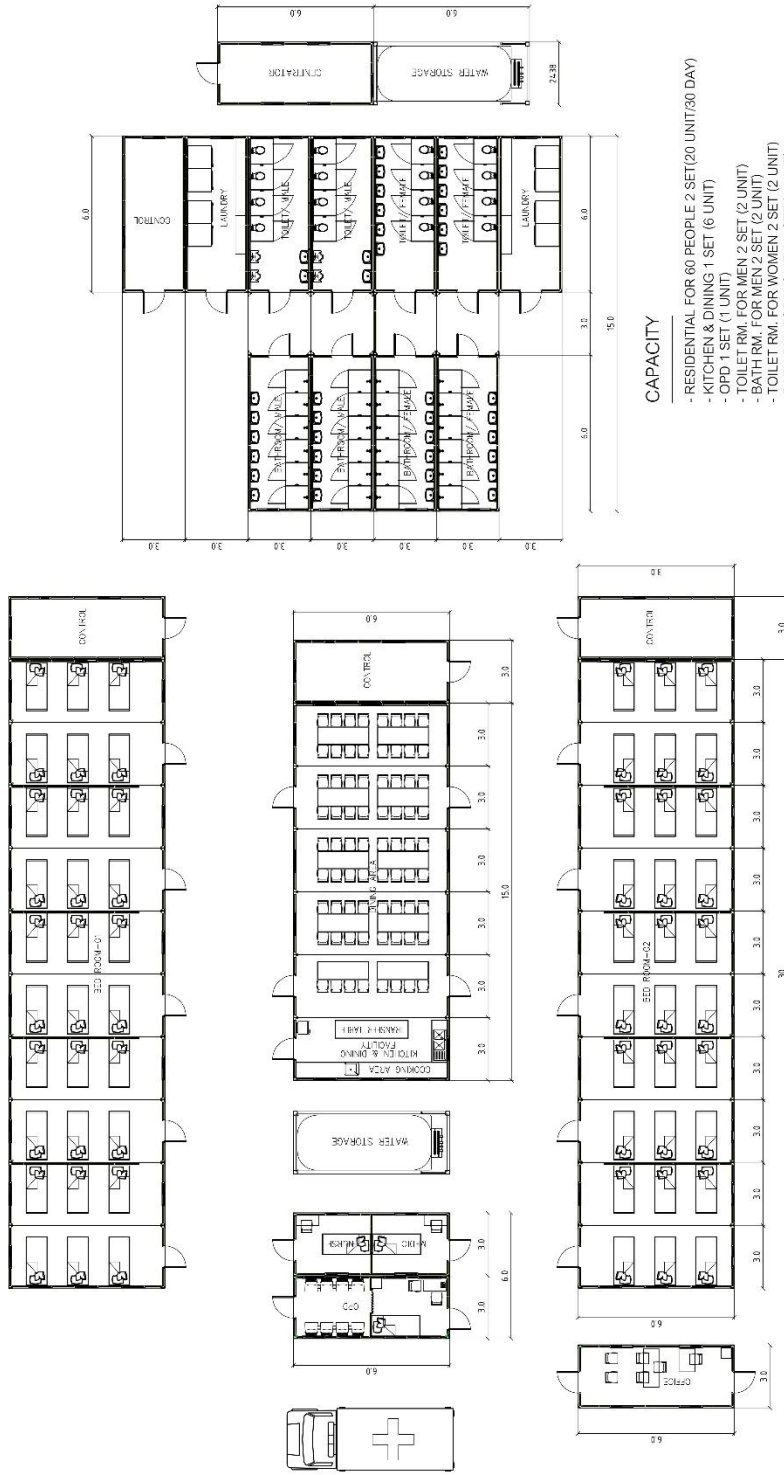


ภาคผนวก

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME



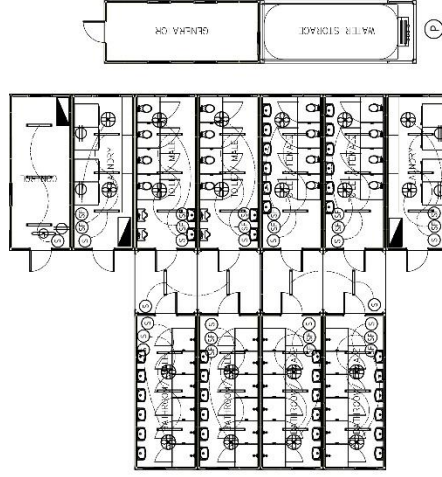
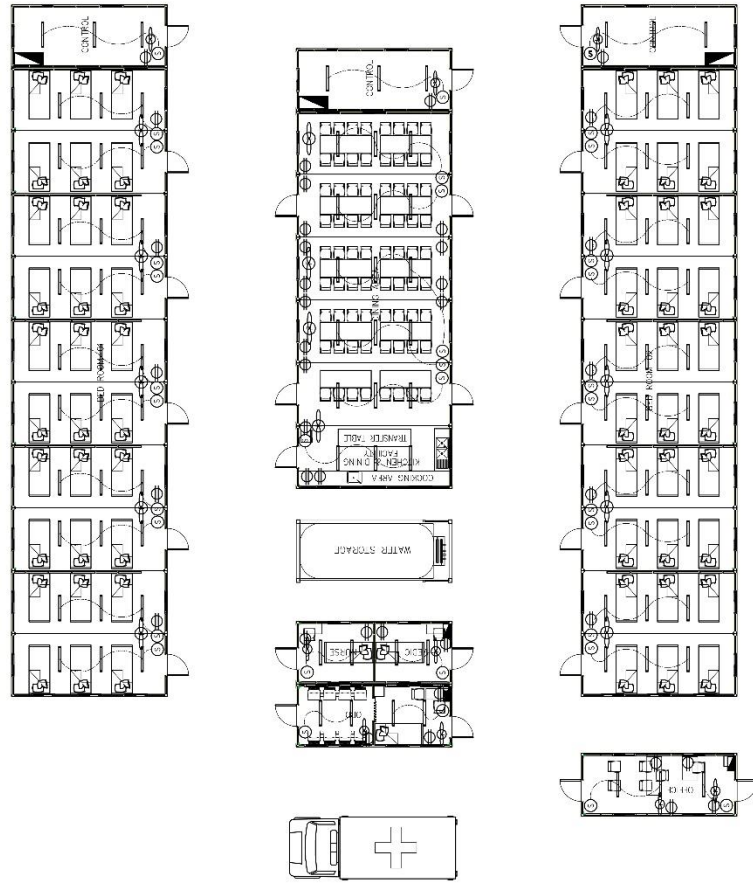
- CAPACITY**
- RESIDENTIAL FOR 60 PEOPLE 2 SET (20 UNIT/30 DAY)
  - KITCHEN & DINING 1 SET (6 UNIT)
  - OPD 1 SET (1 UNIT)
  - TOILET RM. FOR MEN 2 SET (2 UNIT)
  - BATH RM. FOR MEN 2 SET (2 UNIT)
  - TOILET RM. FOR WOMEN 2 SET (2 UNIT)
  - BATH RM. FOR WOMEN 2 SET (2 UNIT)
  - CONTROL RM. 4 SET (4 UNIT)
  - NURSE & MEDIC RESIDENTIAL 1 SET (1 UNIT)
  - OFFICE 1 SET (1 UNIT)
  - LAUNDRY 2 SET (2 UNIT)
  - GENERATOR 1 SET (1 UNIT)
  - WATER STORAGE 2 SET (2 UNIT)
  - SOLAR ROOFTOP 3 SET

	Project : ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME Part name : FLOOR PLAN DWG.No. : DWG-0-EMFP-A001		Page No./Total 1/1	Date 06/03/18	Part No. 	Dimension 01TY/SET.	MAT.	
	Rev. No. 00 S.SANDEHAI S.SANDEHAI	Designed by S.SANDEHAI S.SANDEHAI	Ver./Appby 	Ver./Appby 	Date 	Part No. 	Dimension 	MAT.
	Scale : 1:150	Rev. No. 1:150	Ver./Appby 	Ver./Appby 	Date 	Part No. 	Dimension 	MAT.





ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME

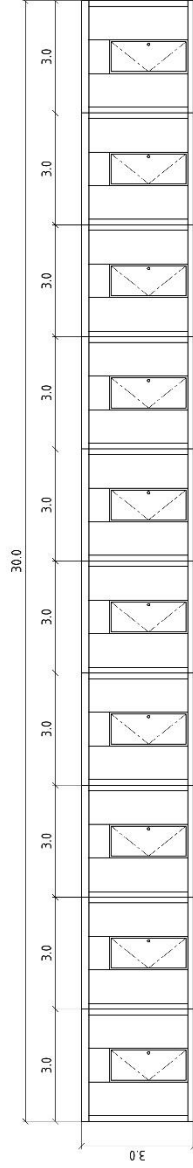


สัญลักษณ์	สัญลักษณ์ประกอบแบบไฟฟ้า
■	ตู้รวม
⊖	แผงรวมกระแส (MAIN BREAKER)
⊕	ตู้รับกระแสไฟฟ้าหลัก
⊙	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊗	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊖	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊕	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊖	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊕	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊖	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊕	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊖	ตู้รับกระแสไฟฟ้า
⊕	ตู้รับกระแสไฟฟ้า

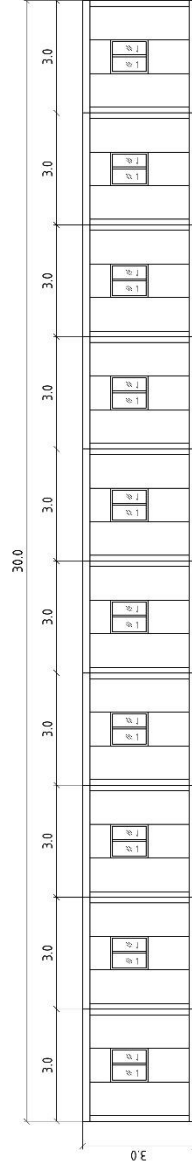
	Project :	ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME			
	DWG.No. :	DWG-0-EMFP-E001			
	Page No./Total	1/1			
	Rev. No.	00	S.SANCHEI	S.SANCHEI	06/03/18
	Scale :	1:150			
	Part name :	ELECTRICAL PLAN			
	Rev. No.		Designed by	Drawn by	Date
					06/03/18
					Ver./Appby
					Ver./Appby
					Part No.
					Part Name
					Dimension
					QTY/SET
					MAT.



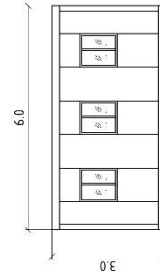
# ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME



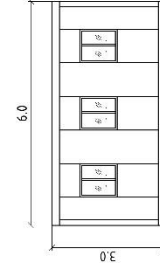
FRONT ELEVATION



BACK ELEVATION



SIDE - L ELEVATION



SIDE - R ELEVATION



Project : ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN  
FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME

DWG.No. : DWG-0-EMFP-A002

Part name : ELEVATION

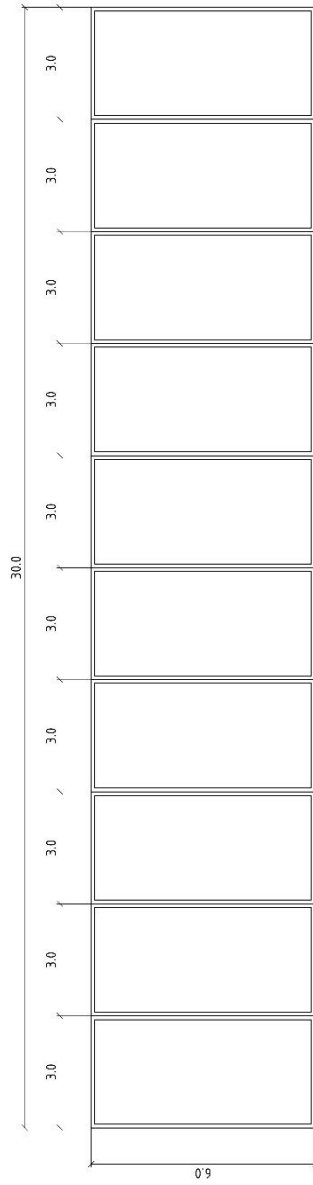
Page No./Total  
1/2

Scale :  
1:100

Rev. No.	Rev. No.	Designed by	Drawn by	Ver./Apply	Ver./Apply	Date	POS.	Part No.	Part Name	Dimension	BTY/SET.	MAT.
00	S.SANCHAI	S.SANCHAI				06/03/18						



ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME



ROOF PLAN



Project : ENERGY CONSUMPTION AND CONCEPT DESIGN  
FOR EMERGENCY FLAT-PACK HOME

DWG.No. : DWG-0-EMFP-A002

Part name : ROOF PLAN

Page No./Total  
2/2





Scale :  
1:100

Rev. No	Designed by	Ver./Apply	Date	POS.	Part No.	Part Name	Dimension	BTY/SET.	MAT.
00	S.SANCHAI	S.SANCHAI	06/03/18						



**Estimate cost****Project : Energy Consumption and Concept Design for Emergency Flat-Pack Building**

Rev.00

No.	Description	Q'ty (pcs.)	Price/pcs. (baht/pcs.)	Total (baht)	reference
1	Solar panel 340W 24Ah SLP340S-24 Monocrystalline 	120	7,500.00	900,000.00	www.thaisolarsystem.com
2	Inverter Growatt grid inverter 10kW 	4	81,000.00	324,000.00	www.penergyshop.com
3	Charger 12/24V 60Ah SLC-GP6024 	21	3,500.00	73,500.00	www.thaisolarsystem.com
4	Battery Deep cycle 12V 200Ah Globatt 	47	8,600.00	404,200.00	www.thaisolarsystem.com
5	Accessory 1 set	1	170,170.00	170,170.00	
6	Solar system Installation	1	93,593.50	93,593.50	
7	Flat-Pack Module (Standard type) 3.0 m.x6.0 m.x3.0 m.	29	100,000.00	2,900,000.00	Siam Steel
8	Control Room 3.0 m.x6.0 m.x3.0 m.	4	100,000.00	400,000.00	Siam Steel
9	Toilet Module 3.0 m.x6.0 m.x3.0 m.	10	150,000.00	1,500,000.00	Siam Steel
10	Toilet walk way 3.0 m.x6.0 m.x3.0 m.	2	100,000.00	200,000.00	Siam Steel

vat 7% 487,582.45 baht  
Total 7,453,045.95 baht

\* ราคานี้เป็นเพียงการประมาณราคาเบื้องต้นเท่านั้น

บรรณานุกรม



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
**CHULALONGKORN UNIVERSITY**



- [1] ปาริฉัตร ครองจันทร์ และ วริษฐา วรรณทอง. คู่มือการเลือกพื้นที่ปลอดภัย และการบริหารจัดการศูนย์พักพิงชั่วคราวสำหรับเหตุอุทกภัยภายในประเทศ Manual for Inclusive Safe Site Selection and Flood Shelter Management in Thailand. จำนวน 4,000 เล่ม, พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: ศูนย์เตรียมความพร้อมป้องกันภัยพิบัติแห่งเอเชีย, 2560.
- [2] กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือการพัฒนาการลงทุน ผลิตพลังงานทดแทน ชุดที่ 2 พลังงานแสงอาทิตย์, หน้า 8-9. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน, 2557
- [3] สมพล โคศรี. 2554. ระบบควบคุมและจัดการพลังงานสมาร์ตกริดสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าแบบแยกเดี่ยวจากพลังงานทดแทน Smart Grid Energy Management System for Standalone Renewable Energy Power Generation. วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [4] เกศินี ภาในชิต, จิตติยา ไชยแสน และ ภูวนาท พิณตะคุ. 2558. ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อใช้ในชนบทห่างไกลในจังหวัดนครราชสีมา The Conversion Efficiency of Solar Cell System for Remote Rural Areas in Nakhon Ratchasima Province. วิทยาศาสตร์บัณฑิต. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.
- [5] ศุภชัย กวินวุฒิกุล. 2551. การประยุกต์ใช้ระบบควบคุมแผงโซลาร์เซลล์ให้เคลื่อนที่ตามดวงอาทิตย์ Applied Sun Tracking system for Solar cell. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- [6] ตุลย์ มณีวัฒนา. 2559. การคำนวณปริมาณการระบายอากาศตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [7] กาญจน์กรอง สุธังคะ. 2557. การประเมินด้านการประหยัดพลังงานของการออกแบบและการใช้วัสดุก่อสร้างเพื่อการประหยัดพลังงานของบ้านพักอาศัย The Evaluation of Energy Saving for Home Design and Constructions Materials. สาขาวิชาวิศวกรรมขนส่ง สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [8] กระทรวงพลังงาน, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (อาคาร) พ.ศ.2553 บทที่ 3 ระบบกรอบอาคาร Building Envelope System, หน้า 1-52. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงพลังงาน, 2553
- [9] ASHRAE, 2007, ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2007, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers INC, Atlanta, USA.
- [10] Askari Mohammad Bagher, Mirzaei Mahmoud Abadi Vahid and Mirhabibi Mohsen. 2015. Type of Solar cells and Application. American Jurnal of Optics and Photonics. Vol.3, pp. 94-113.
- [11] Shoaib Rauf and Nasrullah Khan. 2017. Application of DC-AC Hybrid Grid and Solar Photovoltaic Generation with Battery Storage Using Smart Grid. Department of Electrical Engineering. Comsats Institute of Information Technology. Islamabad.
- [12] Shruti Sharma, Kamlesh Kumar Jain and Ashutosh Sharma. 2015. Solar Cells: In Research and Applications-A Review. Materials Sciences and Applications 2015, pp.1145-1155.

- [13] O. A. Babatunde, M. B. Shitta and O. Adegbenro. 2014. Performance Simulation Of Photovoltaic System Battery. Journal of Engineering Research and Applications Vol. 4, pp.146-153.



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายสรราชัย แสงตัน
วัน เดือน ปี เกิด	24 ตุลาคม พ.ศ.2524
สถานที่เกิด	จ.อุดรธานี
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล
ที่อยู่ปัจจุบัน	222/19 ซอย 4 หมู่บ้านนพาวัดเพชร ถนนร่วมมิตรพัฒนา แขวงท่าแร้ง เขตบางเขน กรุงเทพฯ 10220



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY