รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ ในประเทศไทย

Bio-climatic Solar Home Design in Thailand

รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย

Bio-climatic Solar Home Design in Thailand

รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย): รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย
แหล่งเงินทุน: งบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2557
จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน: 1,487,800 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย: 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2556 ถึง 30 กันยายน 2557
หัวหน้าโครงการวิจัย: รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
ผู้ร่วมโครงการวิจัย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
หน่วยงานต้นสังกัด: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษารูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศในประเทศไทย โดยได้ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลภูมิอากาศจากตัวอย่างบ้านพักอาศัยชั้นเดียวในกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีสวนลานโล่งขนาด 4.00 เมตร x 4.00 เมตร พบว่ารูปแบบบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพที่สำคัญในประเทศไทยคือ บ้านที่มีคอร์ตหรือลานเปิดโล่งซึ่งจัดเป็นสวนภายในบ้าน เพื่อเพิ่มพื้นที่ช่องเปิดให้กับส่วนต่างๆ ของบ้าน ทำให้เกิดการระบายอากาศตามธรรมชาติ นำแสงสว่างเข้าสู่ห้องต่างๆ อย่างพอเหมาะ สวนที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลากหลายชนิดทั้งไม้ผลและไม้ดอกที่ปลูกไว้รายรอบบ้านและในคอร์ต เป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์เล็กๆ เช่น นก กระรอก ทำให้เกิดเป็นเขตชีวภาพ (biotope) และระบบนิเวศที่สมดุล สร้างความเชื่อมโยงผูกพันระหว่างผู้อยู่อาศัยในบ้านและธรรมชาติ ทำให้จิตใจแจ่มใสมีพลานามัยแข็งแรง สวนลานโล่งช่วยลดอุณหภูมิแวดล้อมลง ซึ่งเหมาะกับเมืองที่มีภาวะเกาะร้อนและมีความหนาแน่นสูง เมื่อพล็อตค่าอุณหภูมิภาวะสบายภายในห้องต่างๆ เปรียบเทียบกับค่าภาวะสบายของกรุงเทพมหานคร ในฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อน พบว่าบ้านที่มีลานโล่งมีค่าอุณหภูมิภายในห้องนอนและห้องทำงานอยู่ในขอบเขตภาวะสบายได้มากกว่าค่าอุณหภูมิภูมิอากาศของกรุงเทพมหานคร ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศ ซึ่งกล่าวได้ว่าบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพเป็นรูปแบบหนึ่งของบ้านที่ใช้พลังงานต่ำ เมื่อนำบ้านภูมิอากาศชีวภาพมาประยุกต์กับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตโดยการไฟฟ้านครหลวง โดยติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic System) บนหลังคาบ้าน พบว่าการติดตั้งใช้พื้นที่บนหลังคา 30 ตารางเมตร และใช้ระบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected PV System) ต่อกับอินเวอร์เตอร์ (inverter) ขนาดกำลังผลิตสูงสุด 3.3 กิโลวัตต์ (kW) ได้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์ โดยเฉลี่ย 12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (kWh/day) หรือ 12 หน่วย/วัน ลดค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการไฟฟ้าลงประมาณร้อยละ 30 ต่อเดือน สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 8.8 กิโลกรัมต่อวัน และจะคุ้มค่าการลงทุนในเวลาประมาณ 10 ปี 7 เดือน จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปพัฒนาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบบ้านพักอาศัยพลังงานศูนย์ซึ่งใช้พลังงานทดแทนจากแสงอาทิตย์ได้ทั้งหมด

คำสำคัญ: บ้านพลังงานแสงอาทิตย์, บ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ, บ้านยั่งยืน, บ้านพลังงานทางเลือก, บ้านพลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title:	Bio-climatic Solar Home Design in Thailand
Researcher:	Associate Professor Suphawadee Ratanamart
Faculty:	Architecture
Department:	Architecture and Planning
Associate Researcher:	Assistant Professor Noppadol Maneerat
Faculty:	Engineering
Department:	Instrumentation Engineering

ABSTRACT

This research aimed to study the bioclimatic home design in Bangkok, Thailand, and the installation of Photovoltaic System on the roof. By collecting the climate data from sample single-story house in Bangkok, having an open courtyard of dimension 4.00 x 4.00 meters. It is observed that the key of bioclimatic solar home design comprises of house orientation with the pitch roof of 15 degrees south, and an open courtyard that gives good ventilation, adequate natural light and a suitable landscape. The garden contains various species of plants that are homes for small creatures such as squirrels and birds, and together formulating a biotope and balanced ecological system. By connecting the courtyard to kitchen, dining and living area creates a bond between the house inhabitants and nature, promoting a healthy emotional and physical well-being. The courtyard generates a micro climate in which helps reducing the ambient temperature. When adapting the bioclimatic home with 30 square meters of Photovoltaic System installed on the roof, using grid connected PV system. The inverter, with maximum power generation capacity of 3.3 kW, can supply electrical energy at an average of 12 kWh/day. This helps in lowering the monthly electricity cost by 30% and decreasing the amount of carbon dioxide gas consumed in the electricity process by 8.8 kilogram per day. The return on investment will be about 10 years and 7 months. This will help to further develop zero energy home design.

Keywords: Bioclimatic house, Solar Home, Alternative Energy House, Low energy House

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง "รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย" ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2557 โดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ การดำเนินงานวิจัยได้รับความร่วมมือและความอนุเคราะห์จากบุคคลและหน่วยงานภาครัฐและเอกชนหลายหน่วยงาน จึงสำเร็จลุล่วงในทุกด้าน ด้านหลังคาพลังงานแสงอาทิตย์ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณสาธิต สุดบรรทัด ประธานกลุ่มหลังคาและอุปกรณ์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย คุณสุวิทย์ ธรณินทร์พาณิช เลขาธิการกลุ่มพลังงานทดแทนและเลขาธิการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และการไฟฟ้านครหลวงบางพลี การเผยแพร่บนสื่อเวบไซต์ http://www.solarhome.uni.net.th และการสัมมนานานาชาติ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เลิศวิภาตระกูล ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา และขอขอบคุณอาจารย์จากมหาวิทยาลัยโตไก ประเทศญี่ปุ่น Professor Kazuhiko HAMAMOTO และอาจารย์จากสถาบันเทคโนโลยีมูโรรัน ฮอกไกโด Professor Yoshiyuki OSAKAYA ที่ได้กรุณาเดินทางมาให้ความรู้ในระหว่างการสัมมนานานาชาติ ขอขอบคุณครอบครัวเจ้าของบ้านตัวอย่างที่เอื้อเฟื้อพื้นที่บนหลังคาให้ทำการทดลองติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์และช่วยถ่ายภาพเก็บค่าพลังงานเพื่อให้โครงการวิจัยบรรลุผลและประสบความสำเร็จ

คณะผู้จัดทำโครงการ

หัวหน้าโครงการวิจัย: รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ

ผู้ร่วมวิจัย: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์

ผู้ช่วยวิจัย: นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์ (วศ.บ.) นายวรยศ รัตนมาศ (วศ.ม.)
นางสาวชโลธร ศรีศิริรังสิมากุล (สถ.บ.) นางสาวนภวรรณ รัตนมาศ (ศศ.บ.)
นายกันญ์ดนัย พูนศิริวงศ์ นางสุดสมร สุคันธี (ว.บ.)

แบบงานสถาปัตยกรรม: นายปรีชา ภูหลวง (สถ.ม.)

ออกแบบเวบไซต์: นางสาวปัทมา บุนนาค (วท.ม.)

ออกแบบรูปเล่มและจัดพิมพ์: นางสุดสมร สุคันธี (ว.บ.)

ภาพ: นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์ (วศ.บ.) นางสาวนภวรรณ รัตนมาศ (ศศ.บ.)
นางสาวศิโรรัตน์ สุชาติ (สถ.บ.) นายนิธิ รัตนมาศ (สถ.บ.)
นางสุภาวดี รัตนมาศ (M.Arch)

ติดต่อ: Website: www.solarhome.uni.net.th, e-mail: nuibooks@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค

กิตติกรรมประกาศ ..... ง

สารบัญ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

สารบัญภาพ ..... ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 1

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย 2

1.5 คำสำคัญของการวิจัย 2

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวความคิดและทฤษฎี 3

2.1 บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ (Bioclimatic House) ในประเทศไทย 3

2.2 องค์ประกอบในการออกแบบบ้านภูมิอากาศชีวภาพ 4

2.3 การป้องกันแสงแดดโดยใช้ต้นไม้ 5

2.4 การพิจารณาใช้พืชพรรณเพื่อปรุงแต่งสภาพแวดล้อม 8

2.5 ผลิตภัณฑ์สีเขียว (Green Product) 17

2.6 พลังงานแสงอาทิตย์ 25

2.7 เซลล์แสงอาทิตย์ 28

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 46

3.1 การศึกษาบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศต่ำ 46

3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านที่ใช้ศึกษา 54

3.3 การพิจารณาการติดตั้งระบบแผงโซลาร์เซลล์ 56

3.4 มุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์ 57

3.5 รูปแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 58

3.6 แนวทางการออกแบบติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์กับบ้านตัวอย่าง 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

3.7 การออกแบบตำแหน่งติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านที่ทำการวิจัย 62
3.8 การเตรียมพื้นที่บนหลังคาเพื่อการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ 63
3.9 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ 63
(Grid tie or Grid Connect)
บทที่ 4 ผลการวิจัยบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ 72
4.1 บ้านตัวอย่างเชิงภูมิอากาศชีวภาพในกรุงเทพมหานครและการเป็นบ้านพลังงานต่ำ 72
4.2 ผลจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 77
บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ 82
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย 87
บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง 121
ภาคผนวก 124
ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย 131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 เปรียบเทียบขนาด รายละเอียด ราคา ของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ 42
3.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในระบบกริดและระบบออฟกริด 61
3.2 ตารางแสดงรายการตรวจสอบการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 71
4.1 แสดงการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านภูมิอากาศชีวภาพในเขตจตุจักร
ที่ล้อมรอบด้วยอาคารสูง 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ภาพจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในกรุงเทพมหานคร 3

2.2 แสดงองค์ประกอบการออกแบบบ้านไบโอไคลเมติก ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 7 ด้าน คุณค่าด้านระบบนิเวศ การนำระบบพาสซีฟ (passive) ซึ่งไม่ใช้เครื่องกลในอาคารมาใช้คำนึงถึงวงจรชีวิตและการประเมินสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี ผลกระทบต่ำต่อความเปลี่ยนแปลงน้ำและการใช้วัสดุยั่งยืน ระบบพลังงานทดแทน 5

2.3 การใช้ต้นไม้และแผงบังแดดเพื่อเพิ่มร่มเงาให้กับตัวบ้าน 6

2.4 การให้ร่มเงาของต้นไม้ 6

2.5 แสดงการใช้ต้นไม้พืชพรรณเพื่อปรับสภาพแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ 7

2.6 ถั่วบราซิล ตัวอย่างไม้คลุมดิน 8

2.7 ตัวอย่างไม้พุ่ม 9

2.8 ตัวอย่างไม้ยืนต้น 10

2.9 แสดงการใช้ร่มเงาของต้นไม้ร่วมกับอุปกรณ์กันแดด 10

2.10 แสดงต้นไม้รูปทรงกลมด้านบน 11

2.11 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะเปิด 12

2.12 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะกระจายแผ่กว้าง 12

2.13 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะลู่ลม 13

2.14 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงกระบอก 13

2.15 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงปิรามิด 14

2.16 แสดงต้นไม่รูปทรงลักษณะทรงกรวยหงาย 14

2.17 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงพุ่มกิ่งก้านแผ่กระจาย 15

2.18 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีใบหนาทึบ 15

2.19 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีใบหนาปานกลาง 16

2.20 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีลักษณะโปร่ง 16

2.21 หลังคาเขียว 18

2.22 กล่องเครื่องดื่มที่ใช้ทำหลังคาเขียว 19

2.23 อิฐมวลเบา 20

2.24 ซีเมนต์ลดคาร์บอน 21

2.25 อิฐจากใบกัญชา (Hempcrete) 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

2.26 กระจกสีตัดแสง 23
2.27 ฉนวนใยแก้ว 24
2.28 พระอาทิตย์ ต้นกำเนิดพลังงานแสงอาทิตย์ 25
2.29 แสดงการสะท้อนและดูดกลืนของพลังงานจากดวงอาทิตย์ 26
2.30 แผนที่แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของโลก 27
2.31 การแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือน โดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศ 28
2.32 บ้านพักอาศัยที่ติดเซลล์แสงอาทิตย์ 28
2.33 แผนภาพแสดงการแบ่งชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ 29
2.34 Single Crystalline Silicon Solar Cell 30
2.35 Polycrystalline Silicon Solar Cell 30
2.36 Amorphous Silicon Solar Cell 31
2.37 Copper Indium Gallium diSelenide 31
2.38 Hybrid Solar cells 32
2.39 หน่วยของเซลล์ โมดูลและอาเรย์ 32
2.40 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ 33
2.41 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ 35
2.42 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand-alone Solar System) 36
2.43 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected Solar System) 37
2.44 การวางเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ 38
2.45 การวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่างกัน 39
2.46 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ 40
2.47 ภาพการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบต่างๆ 41
2.48 การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์ 44
3.1 แสดงค่าภาวะสบายภายในห้องสตูดิโอเดือนมีนาคม ฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2554 47
3.2 แสดงค่าภาวะสบายภายในห้องนอน เดือนมีนาคม ฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2554 48
3.3 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของกรุงเทพมหานครในฤดูร้อน (มีนาคม) ตามช่วงเวลาของวัน 48
3.4 แสดงผังบริเวณบ้านซึ่งรายล้อมด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด มีลานโล่งภายในบ้าน และภายนอกบ้าน ทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี ลดอุณหภูมิแวดล้อมลง ทิศเหนือติดถนนซอยพหลโยธิน 19 กว้าง 6.00 เมตร 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

3.5 แสดงแปลนบ้าน พื้นที่ขนาดประมาณ 150 ตารางเมตร มีช่องเปิดในแนวทิศเหนือ-ใต้ และส่วนใหญ่มีช่องเปิดตรงกัน 50

3.6 แสดงรูปตัดหลังคาส่วนห้องนั่งเล่น 51

3.7 แสดงรูปตัดหลังคาส่วนห้องนั่งเล่นและห้องนอน 51

3.8 แสดงวัสดุหลังคาและฝ้าเพดานห้องทำงานสตูดิโอ 52

3.9 แสดงรูปตัดบ้านส่วนห้องนอนและห้องทำงานสตูดิโอ 52

3.10 แสดงรูปตัดบ้านห้องนั่งเล่นและห้องนอนตามแนวทิศใต้และทิศเหนือ 53

3.11 แสดงรูปตัดผ่านคอร์ตลานโล่งภายในบ้านและห้องพักผ่อน 53

3.12 แสดงตำแหน่งดวงโคมในบ้านและการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างรวม 360 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน 54

3.13 แสดงตำแหน่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นภายในบ้าน และกำลังการใช้ไฟฟ้ารวม 5,704 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน 55

3.14 แสดงมุมเอียงลาดของแผ่นโซลาร์เซลล์ 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ 58

3.15 อินเวอร์เตอร์ขนาด 3.3 กิโลวัตต์ (Kw) ที่ใช้ในการทำวิจัย 60

3.16 การแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซล์ทางหน้าจอของอินเวอร์เตอร์ 60

3.17 แสดงการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้านทิศเหนือ (แบบ A) 15 แผง ประกบตามแนวหลังคาทำมุม 5 องศากับทิศเหนือ 62

3.18 แสดงแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาด้านทิศเหนือ (แบบ A) อินเวอร์เตอร์ และอุปกรณ์ความปลอดภัย 62

3.19 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบการติดตั้งระบบกริดและระบบออฟกริดสำหรับบ้าน 63

3.20 ตัวอย่างการคำนวณระยะเวลาการคืนทุน 69

3.21 กราฟแสดงข้อมูลค่าแสงเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2557 พื้นที่กรุงเทพมหานคร 69

3.22 แสดงการเชื่อมต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า เครื่องอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และเชื่อมต่อกับแผงวงจรไฟฟ้าของบ้าน (main distribution board) 70

4.1 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูหนาวตามช่วงเวลาของวัน 72

4.2 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูร้อนตามช่วงเวลาของวัน 73

4.3 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูฝนตามช่วงเวลาของวัน 73

4.4 แสดงการจัดผังบริเวณบ้านและลานโล่งหน้าบ้านและภายในบ้าน 74

4.5 แสดงกระรอกและนกที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่ลานโล่งในบ้าน 75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

4.6 แสดงรูปตัดลานโล่งภายในต่อเนื่องกับห้องนั่งเล่น 75

4.7 แสดงการจัดพื้นที่ภายในแบบยืดหยุ่นไม่มีผนังกั้นห้อง ทำให้ต่อเนื่องกับคอร์ตลานโล่งภายในบ้าน 76

4.8 แสดงกราฟค่าความเข้มแสงเฉลี่ยในหนึ่งวัน 78

4.9 แสดงกราฟค่าพลังงานที่ผลิตได้และค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนแผงโซลาร์เซลล์ในหนึ่งวัน 78

4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบของพลังงานที่ผลิตได้ ระหว่างมุม 5 องศาเหนือ (type A) และ 15 องศาใต้ (type B) 79

4.11 อุณหภูมิในหนึ่งวันก่อนปรับยกแผงให้ลอยจากวัสดุมุงหลังคา 80

4.12 อุณหภูมิในหนึ่งวันหลังปรับยกแผงลอยขึ้น15เซนติเมตรจากวัสดุมุงหลังคา 80

4.13 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกแสดงผ่านหน้าจออินเวอร์เตอร์ 81

4.14 แสดงตารางพลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ และระยะเวลาในการคืนทุน 81

5.1 ทัศนียภาพรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ทำมุม 15 องศาใต้พร้อมกรีนรูฟ (หลังคาที่ปลูกพันธุ์ไม้) 85

5.2 ลักษณะบ้านชั้นเดียวแบบพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ 85

5.3 ทัศนียภาพการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน แยกส่วนห้องน้ำและครัว พร้อมลานโล่ง 86

6.1 การสัมมนา “รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ” 88

6.2 บรรยากาศการสัมมนาภายในห้องประชุมศาสตราจารย์วิจิตร ศรีสอ้าน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา 88

6.3 การสัมมนาภาคบ่าย ร่วมสัมมนากับศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยในความร่วมมือ 89

6.4 หนังสือเรื่อง “บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย” ซึ่งพิมพ์เพื่อเผยแพร่ในงานสัมมนา 89

6.5 บรรยากาศการบรรยายเรื่อง “บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย” 91

6.6 จากหน้าจอแสดง http://www.solarhome.uni.net.th 92

6.7 บรรยากาศการนำเสนอผลงานในการประชุมนานาชาติ ACSEE 2015 ระหว่างวันที่ 11-14 มิถุนายน 2558 101

6.8 ประกาศนียบัตรที่ได้รับจากการนำเสนอผลงานในการประชุมในการประชุม The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment 114

6.9 หุ่นจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.10 แสดงผลงานวิจัยในที่ประชุมประธานสภาอาจารย์มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปอมท.) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อวันที่ 27 มิถุนายน 255 118

6.11 ภาพให้สัมภาษณ์พิธีกรในงานแถลงข่าวมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2558 (Thailand Research Expo 2015) เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2558 118

6.12 จากซ้าย ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์ รศ.สุภาวดี รัตนมาศ ผศ.ดร.ดอน อิศรากร ในงานแถลงข่าวมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2558 (Thailand Research Expo 2015) เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2558 119

6.13 ภาพแสดงบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย https://www.youtube.com/watch?v=xcvbqnmdaHQ 120

6.14 ภาพจำลองรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ https://www.youtube.com/watch?v=1hR-6HATbRc 120

Figure 1: Site and surrounding of a sample house in Bangkok, located 3 kilometers from Chatuchak Park. The site has an area of 730 square meters, and is surrounded by high-rise buildings 104

Figure 2: Diagram of the bioclimatic solar home design in Bangkok 104

Figure 3: Bangkok city situated on the eastern bank of the Chao Phraya River at Latitude: 13°45′ N, Longitude: 100°30 ′ E 105

Figure 4: Photovoltaic system on the rooftop of a sample house. 106

Figure 5: The land area of 47.65 x 15.32 square meters 106

Figure 6: The courtyard with area of 4.0 x 4.0 square meters, the interior of the house, and the front yard 107

Figure 7: Image of asquirrel and a small bird that inhabit the courtyard 108

Figure 8: Illustration of the cross-section of the courtyard, which connects to the living room 108

Figure 9: Illustration of the house plan and courtyard 109

Figure 10: Illustration of Bioclimatic charts of studio room at the sample house 109

Figure 11: Table illustrating the installation of photovoltaic system on a sample house rooftop 110

Figure 12: Comparison chart for electrical energy generated from solar panels with inclination at 5 degrees' North (A type) producing electricity of 12-15 unit/day, and solar panels with inclination at 15 degrees' South (B type) producing electricity of 14-17unit/day 110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันบ้านพักอาศัยในประเทศไทยใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ แสงสว่างและดวงโคมรวมถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อการดำรงชีวิต ได้แก่ เครื่องมือประกอบอาหาร เครื่องทำน้ำร้อน พัดลม เป็นต้น ไฟฟ้าที่ผลิตในประเทศส่วนมากต้องอาศัยน้ำมันเชื้อเพลิงจากถ่านหินและก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นซากดึกดำบรรพ์มาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิต ก่อให้เกิดมลพิษในบรรยากาศและปฏิกิริยาก๊าซเรือนกระจก การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทดแทนพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากซากดึกดำบรรพ์ดังกล่าวจึงนับเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพเป็นบ้านที่ใช้พลังงานต่ำเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและสร้างสมดุลให้กับระบบนิเวศ การนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบของโซลาร์เซลล์มาประยุกต์ใช้ร่วมกับบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพนับเป็นการประหยัดพลังงาน ช่วยลดภาวะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและลดภาวะโลกร้อน จะนำไปสู่การพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและสร้างสรรค์แนวทางการออกแบบบ้านพักอาศัยที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่บริโภคพลังงานต่ำ ซึ่งอยู่ในแนวทางการออกแบบบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อศึกษาและสร้างสรรค์รูปแบบของการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ร่วมกับองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมอย่างเหมาะสม

1.2.3 เพื่อศึกษาขนาดและพื้นที่การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับขนาดการใช้กำลังไฟฟ้าภายในบ้านภูมิอากาศชีวภาพซึ่งใช้ประโยชน์จากพลังงานธรรมชาติเป็นหลัก

1.2.4 เพื่อศึกษาการใช้ภูมิสถาปัตย์ที่สอดคล้องกับรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์และผสานกับกายภาพของบ้านเพื่อให้ผู้อยู่อาศัยมีความสบาย สุขภาพแข็งแรงจิตใจแจ่มใสและส่งเสริมระบบนิเวศทางธรรมชาติ

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ศึกษาบ้านตัวอย่างรูปแบบบ้านพักอาศัยเชิงภูมิอากาศชีวภาพในเขตกรุงเทพฯ เป็นครอบครัวเดี่ยว ขนาด 2-4 คน การดำเนินชีวิตตามปกติของคนในบ้าน การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าแบบเศรษฐกิจพอเพียงและศึกษาพันธุ์ไม้ในบ้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2 ศึกษาการใช้วัสดุทำเปลือกอาคารที่ลดค่าความร้อนเพิ่มสู่ภายในอาคาร (Heat Gain) และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.3.3 ศึกษาระบบเซลล์แสงอาทิตย์และรูปแบบในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ให้เหมาะสมกับขนาดของบ้าน

1.3.4 ทดสอบการทำงานของระบบและตรวจสอบค่าของกระแสไฟฟ้าจากบ้านตัวอย่าง

1.4 กรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

บ้านพักอาศัยในแบบที่เราเรียกว่าบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพเป็นบ้านที่ได้รับการออกแบบให้ประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ หรือที่เรียกว่า Passive and low energy architecture ใช้อักษรย่อว่า PLEA เป็นบ้านที่เน้นแนวทางการออกแบบโดยหลักเกณฑ์การสร้างความสมดุลในธรรมชาติระหว่างสิ่งมีชีวิต ภูมิอากาศ กับอาคาร ซึ่งหมายถึงวัสดุที่ใช้ก่อสร้างอาคารและระบบอาคาร เช่น ระบบสุขาภิบาล ระบบการกำจัดของเสีย ระบบการใช้พลังงานภายในบ้าน ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง เป็นต้น ซึ่งทำให้มีความสอดคล้องกับการดำเนินชีวิตของผู้อยู่อาศัยในบ้านแบบบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ จึงเป็นแบบบ้านที่เน้นรูปทรงโครงสร้างบูรณาการกับการสร้างความสมดุลทางธรรมชาติ ภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ เมื่อมาประยุกต์กับความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ย่อมได้ผลลัพธ์เป็นบ้านที่ใช้พลังงานหมุนเวียนจากแสงอาทิตย์ ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ มีความเย็นสบาย มีแสงธรรมชาติเข้าถึงทุกห้อง ตอบสนองต่อการอยู่อาศัยของมนุษย์ตามธรรมชาติและภูมิอากาศได้อย่างเหมาะสม พัฒนาสู่สังคมคาร์บอนต่ำและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตามยุทธศาสตร์การพัฒนาประเทศตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของชาติ

1.5 คำสำคัญของการวิจัย

บ้านพลังงานแสงอาทิตย์, บ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ, บ้านยั่งยืน, บ้านพลังงานทางเลือก, บ้านพลังงานต่ำ, Solar Home, Bio-climatic House, Sustainable Home, Alternative Energy House, Low Energy House

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 รูปแบบบ้านที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งบริโภคพลังงานต่ำซึ่งใช้การระบายอากาศและแสงธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.6.2 รูปแบบการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร

1.6.3 ขนาดและพื้นที่การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับบ้านพักอาศัยในกรุงเทพมหานคร

1.6.4 การนำพันธุ์ไม้มาใช้ในภูมิสถาปัตย์อย่างสอดคล้องกับรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์

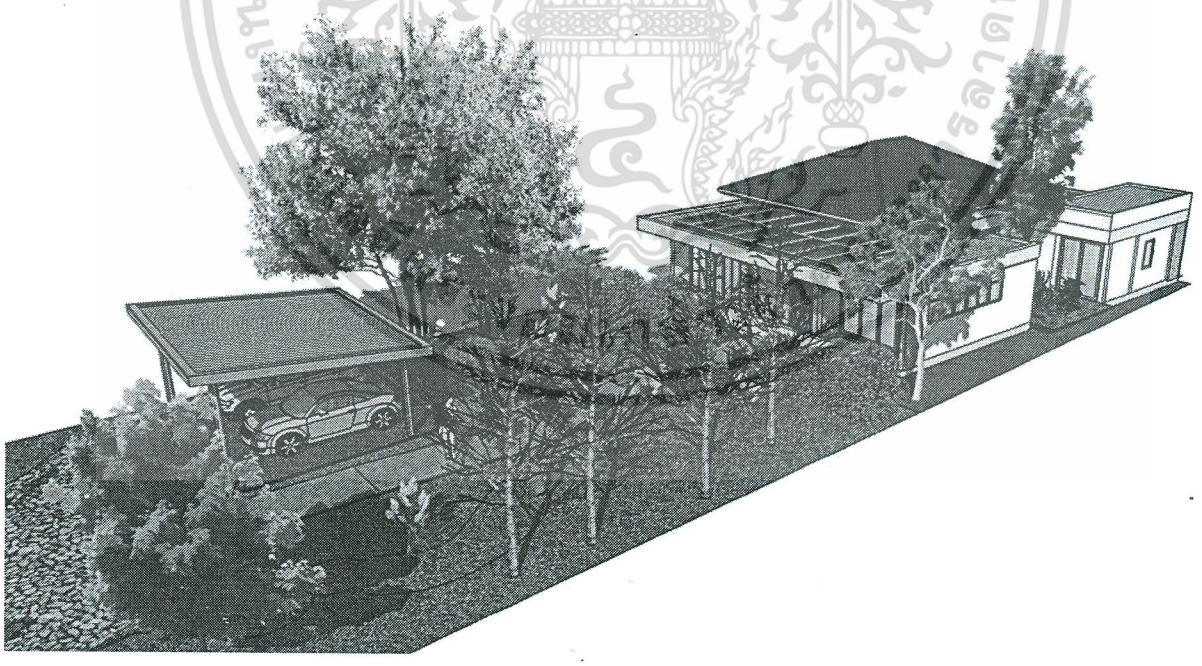
1.6.5 เพื่อตีพิมพ์เผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณชนในระดับชาติหรือนานาชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวความคิดและทฤษฎี

2.1 บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ (Bioclimatic House) ในประเทศไทย

บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ (Bioclimatic House) ในประเทศไทย หมายถึงการออกแบบบ้านที่นำระบบพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตไฟฟ้ามาประยุกต์เข้ากับบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย บ้านภูมิอากาศชีวภาพช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ ส่งผลให้ภายในบ้านมีการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการอยู่อาศัยในปริมาณน้อย ลักษณะของบ้านที่สำคัญคือการใช้คอร์ตและลานโล่งภายในบ้านเพื่อการระบายอากาศที่ดีและสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในบ้านให้อยู่ในภาวะสบายได้มากที่สุด โดยใช้เครื่องปรับอากาศน้อยที่สุด ทำให้การใช้ปริมาณไฟฟ้าต่ำ การติดตั้งระบบแผงโซลาร์เซลล์ (Photovoltaic System) ก็จะใช้พื้นที่น้อย ซึ่งทำให้การออกแบบบ้านเพื่อใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นสิ่งที่มีความเหมาะสมและคุ้มค่ากับการลงทุน เพราะมีจุดคุ้มทุนต่ำคือสามารถคืนทุนได้เร็ว เมื่อมีจำนวนโซลาร์เซลล์ไม่มาก ราคาค่าติดตั้งก็จะอยู่ในงบประมาณต่ำที่ผู้ซื้อบ้านสามารถรองรับได้ และการใช้ธรรมชาติ การจัดสวนพันธุ์ไม้ต่างๆ ที่เหมาะกับสภาพภูมิอากาศในแต่ละท้องถิ่นไทย จะทำให้ภายในบ้านเกิดความสบาย ผู้อยู่อาศัยมีจิตใจแจ่มใส พลานามัยแข็งแรง



ภาพที่ 2.1 ภาพจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในกรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 องค์ประกอบในการออกแบบบ้านภูมิอากาศชีวภาพ

จากความหมายของบ้านภูมิอากาศชีวภาพข้างต้น ทำให้เราทราบถึงองค์ประกอบสำคัญที่นำมาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบบ้านดังนี้

- ลักษณะสำคัญของภูมิอากาศ
- การปรับค่าภาวะสบายทางอุณหภูมิ (thermal comfort)
- ลักษณะสถาปัตยกรรมพื้นถิ่นที่ตอบสนองสิ่งแวดล้อมด้านภูมิอากาศ ระบบนิเวศ และชีวกายภาพ
- การประเมินผลต่อสิ่งแวดล้อม
- ลักษณะภูมิอากาศย่อย (microclimate) ได้แก่ ทางโคจรของดวงอาทิตย์ ลมและฝน
- การออกแบบในระบบพาสซีฟ (passive) และแอคทีฟ (active) เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคารและสร้างความเย็นให้กับอาคาร
- การพัฒนารูปทรงอาคารเพื่อตอบสนองการออกแบบไบโอไคลเมติก[1]

แนวทางการออกแบบบ้านไบโอไคลเมติกจึงยืนอยู่บนพื้นฐานของการใช้องค์ประกอบด้านชีวกายภาพเพื่อชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีของผู้อยู่อาศัย องค์ประกอบด้านชีวกายภาพเป็นองค์ประกอบที่เน้นด้านนิเวศวิทยา (ecosphere) มากกว่าด้านธรณีวิทยา (lithosphere) ได้แก่ ความร้อน แสง ภูมิทัศน์อากาศ ฝน และวัสดุ เป็นต้น

- การใช้น้ำและวัสดุอย่างยั่งยืน

---

[1] Hyde, Richard. Bioclimatic Housing Innovative Design for Warm Climates, Earthscan in the UK and USA, 2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

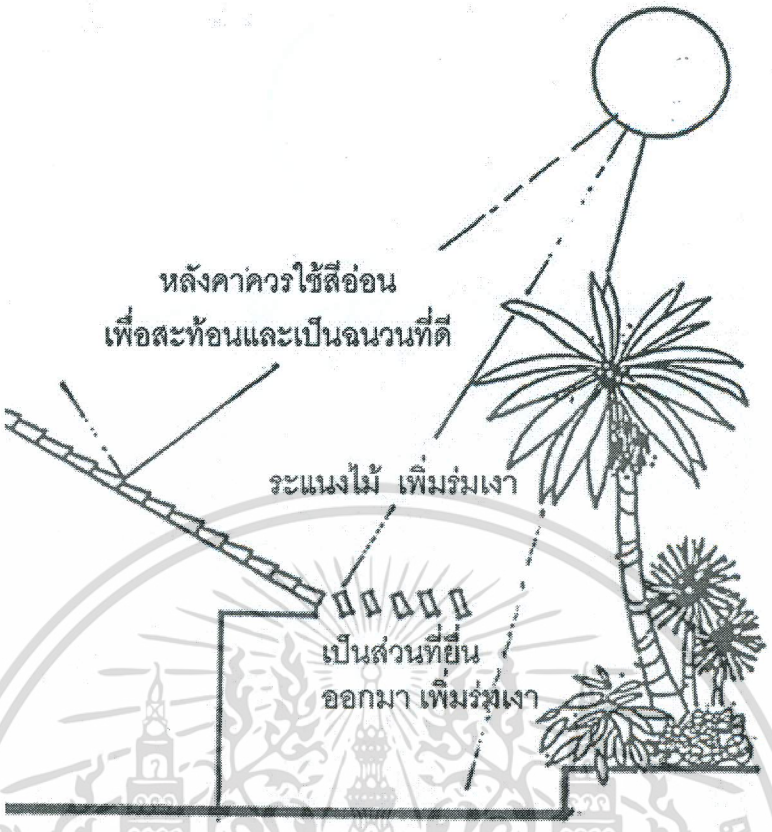
ภาพที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบการออกแบบบ้านไบโอไคลเมติก ซึ่งประกอบด้วยองค์ประกอบพื้นฐาน 7 ด้าน คุณค่าด้านระบบนิเวศ การนำระบบพาสซีฟ (passive) ซึ่งไม่ใช้เครื่องกลในอาคารมาใช้ คำนึงถึงวงจรชีวิตและการประเมินสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดี ผลกระทบต่ำต่อความเปลี่ยนแปลงน้ำและการใช้วัสดุยั่งยืน ระบบพลังงานทดแทน

ที่มา: Hyde, Richard. Bioclimatic Housing Innovative Design for Warm Climates, page 4, Earthscan in the UK and USA, 2008

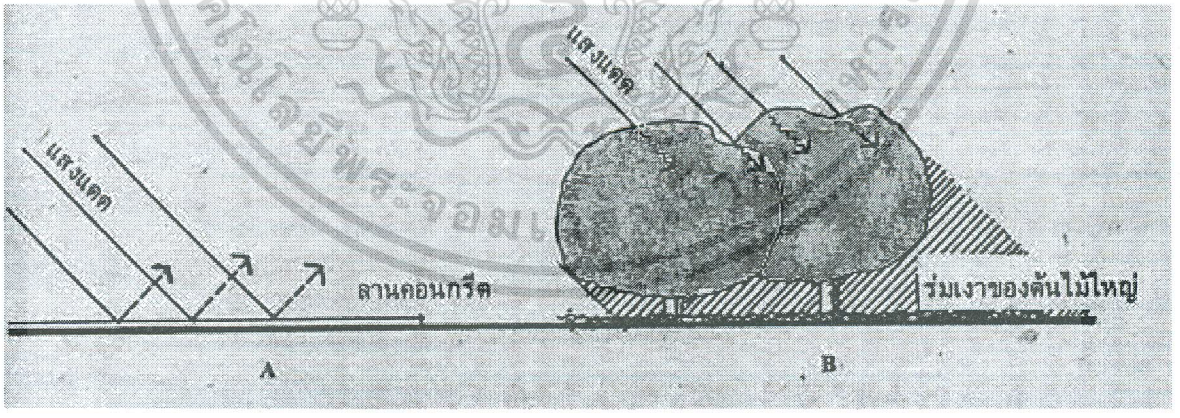
2.3 การป้องกันแสงแดดโดยใช้ต้นไม้

การใช้ต้นไม้เพื่อสร้างร่มเงาและความร่มรื่นเป็นแนวทางในการออกแบบในเชิงภูมิอากาศชีวภาพ เนื่องจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ บางส่วนจะถูกดูดซับจากบรรยากาศสะท้อนในบริเวณก้อนเมฆ และบางส่วนจะผ่านมายังผิวโลก ต้นไม้จะทำหน้าที่ดูดซับและกลั่นกรองการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ก่อนที่จะตกกระทบผิวดิน ดังนั้นค่ารังสีแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบผิวพื้นดินใต้ต้นไม้จึงลดลง นอกจากนี้ความเย็นที่ใต้ต้นไม้เกิดขึ้นได้จากการคายน้ำของใบไม้ซึ่งดูดน้ำจากดินผ่านทางรากขึ้นมาเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง ใบไม้จำนวนมหาศาลนอกจากจะทำหน้าที่กลั่นกรองรังสีจากดวงอาทิตย์แล้ว ยังทำหน้าที่เก็บกักความเย็น (Cool Air Pocket) เอาไว้ได้ โดยอุณหภูมิใต้ต้นไม้นี้ จะมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงเวลากลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 การใช้ต้นไม้และแผงบังแดดเพื่อเพิ่มร่มเงาให้กับตัวบ้าน

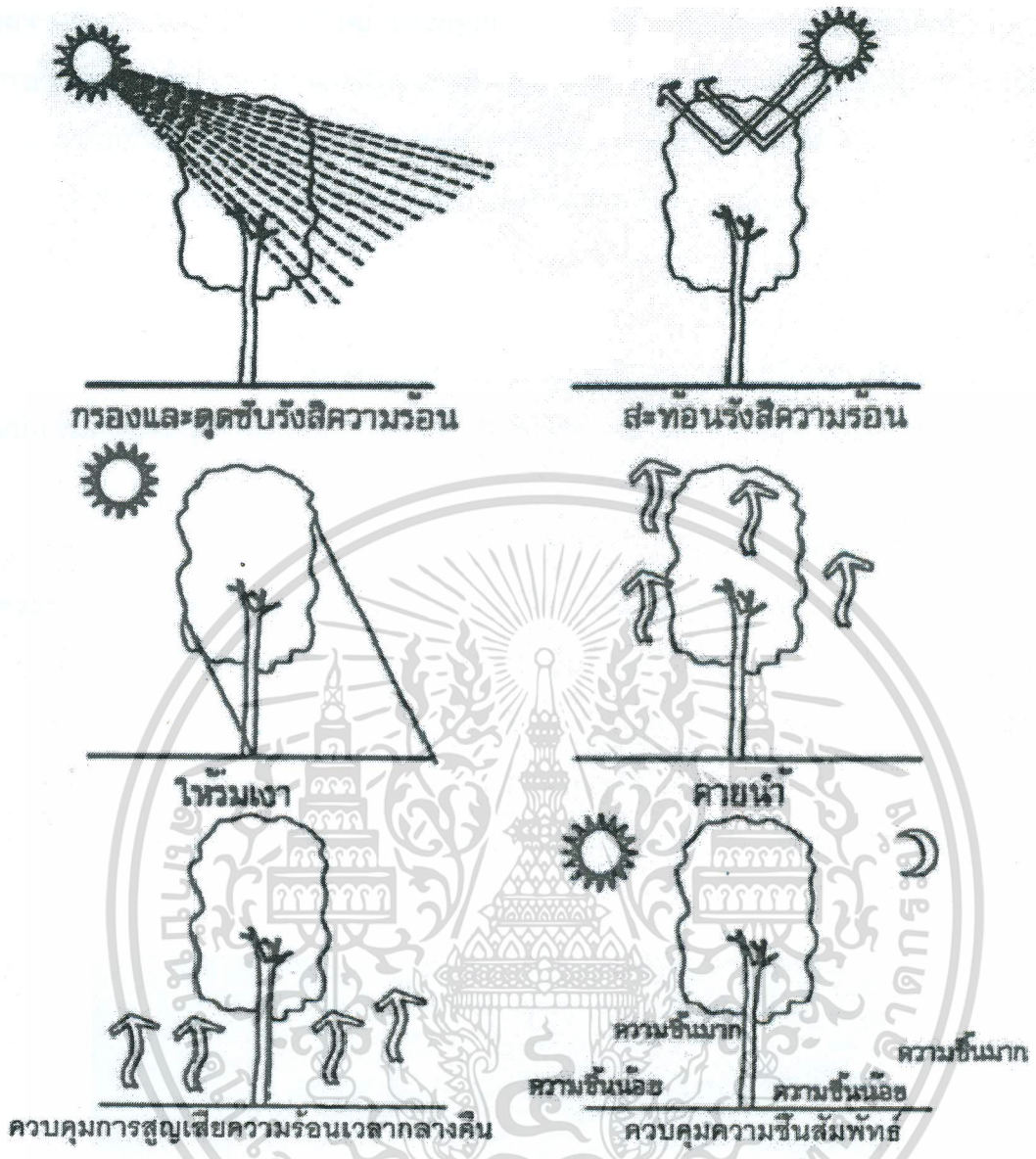


ภาพที่ 2.4 การให้ร่มเงาของต้นไม้[2]

---

[2] คนแต่งสวน. (2554). **การปลูกต้นไม้ในบ้านเพื่อช่วยลดความร้อน.** เข้าถึงได้จาก: http://www.goodroomidea.com/ปลูกต้นไม้ในบ้านลดร้อน/ (6 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 แสดงการใช้ต้นไม้พืชพรรณเพื่อปรับสภาพแวดล้อมในรูปแบบต่างๆ[3]

ร่มเงาจากต้นไม้เกิดจากการที่พุ่มของใบไม้ช่วยกลั่นกรองรังสีจากดวงอาทิตย์จึงทำให้ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิว เปลี่ยนสถานะจากรังสีคลื่นสั้นเป็นพลังงานความร้อนในรูปรังสีคลื่นยาวลดน้อยลง หากร่มเงาตกกระทบผนังอาคารโดยเฉพาะด้านที่โดนแดดตลอดวันเช่นทางทิศใต้หรือทิศตะวันตก ก็จะทำให้อุณหภูมิผิวของอาคาร (Surface Temperature) ลดลง ส่งผลให้ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในและภายนอกลดน้อยลง

---

[3] สุรกิจ พันธ์เพชร, **"การพัฒนาเรือนพื้นถิ่นอีสานเพื่อสภาวะสบายทางด้านอุณหภูมิ"** (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน สจล., 2552), 68

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้ยังช่วยลดการสูญเสียความร้อนช่วงฤดูหนาว โดยในช่วงเวลากลางคืนนั้นความร้อนจะสะสมอยู่ใต้ผิวดินจะถูกถ่ายเทกลับคืนสู่ท้องฟ้าซึ่งทำให้อุณหภูมิลดต่ำลง ความร้อนที่ออกสู่บรรยากาศเกิดการส่งผ่านโดยการพาความร้อนและการแผ่รังสีความร้อน ดังนั้นอุณหภูมิอากาศในบริเวณสนามหญ้ากลางแจ้งจะต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศบริเวณใต้ต้นไม้ เนื่องจากใบพุ่มของต้นไม้เป็นตัวขัดขวางการแผ่รังสีกลับคืนสู่ท้องฟ้า

2.4 การพิจารณาใช้พืชพรรณเพื่อปรุงแต่งสภาพแวดล้อม

การใช้พืชพรรณเพื่อปรุงแต่งสภาพแวดล้อมให้เกิดความสบายทางอุณหภูมินั้นจำเป็นจะต้องพิจารณาดังต่อไปนี้

2.4.1 ขนาดต้นไม้

เพื่อกำหนดขนาดของต้นไม้ให้เหมาะสมกับการควบคุม เหนี่ยวนำกระแสลมเข้าสู่ภายในบ้านในระดับต่างๆ และสามารถกำหนดมุมองศาระดับความสูงของต้นไม้ในการป้องกันแสงแดดให้แก่อาคาร รวมทั้งสามารถกำหนดระยะห่างระหว่างต้นไม้กับบ้านได้อย่างเหมาะสม

2.4.1.1 ไม้คลุมดินเป็นพรรณไม้ขนาดเล็ก ความสูงประมาณ 0.38 เมตร ลงไปจนติดดิน มีทั้งลำต้นตั้งและต้นเลื้อน ช่วยป้องกันผิวดินไม่ให้สะสมความร้อนและลดแสงสะท้อนจากรังสีดวงอาทิตย์

ภาพที่ 2.6 ถั่วบราซิล ตัวอย่างไม้คลุมดิน[4]

ที่มา: http://www.weekendhobby.com/board/photo/shtml/24058.shtml

---

[4] จิงโจ้ป่า. (2554). **เช้าวันหยุด.** เข้าถึงได้จาก: http://www.weekendhobby.com/board/photo/shtml/24058.shtml (6 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1.2 ไม้พุ่ม เป็นพรรณไม้ขนาดเล็กมีกิ่งก้านสาขาออกมาในระดับไม่สูงมากนัก สามารถเป็นสิ่งช่วยบังคับทิศทางลมได้ดี ช่วยกรองเสียง ฝุ่นละออง ให้ร่มเงาลดแสงสะท้อน เช่น ชา เป็นต้น

- ไม้พุ่มเตี้ยความสูงประมาณ 0.50 เมตร
- ไม้พุ่มกลางความสูงประมาณ 1.80 เมตร
- ไม้พุ่มสูงความสูงประมาณ 3.00 เมตร

ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างไม้พุ่ม[5]

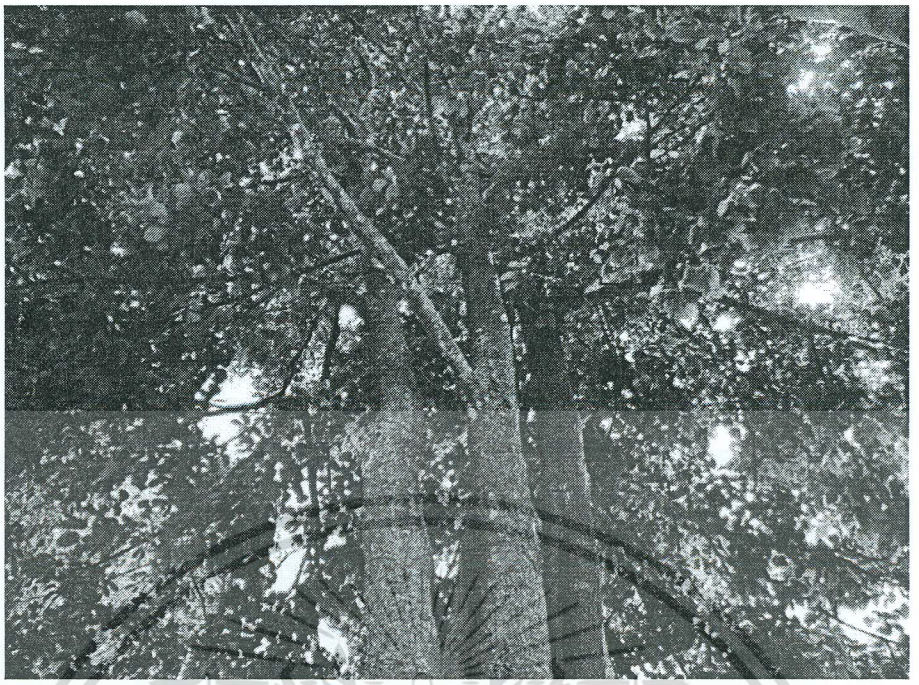
2.4.1.3 ไม้ยืนต้น เป็นต้นไม้ที่ให้ร่มเงาแก่อาคารได้ดีที่สุดมีขนาดความสูงและความกว้างตลอดจนทรงพุ่มแตกต่างและหลากหลาย

- ไม้ยืนต้นเล็กความสูงประมาณ 6.00 เมตร
- ไม้ยืนต้นใหญ่ความสูงประมาณ 15.00 เมตร

---

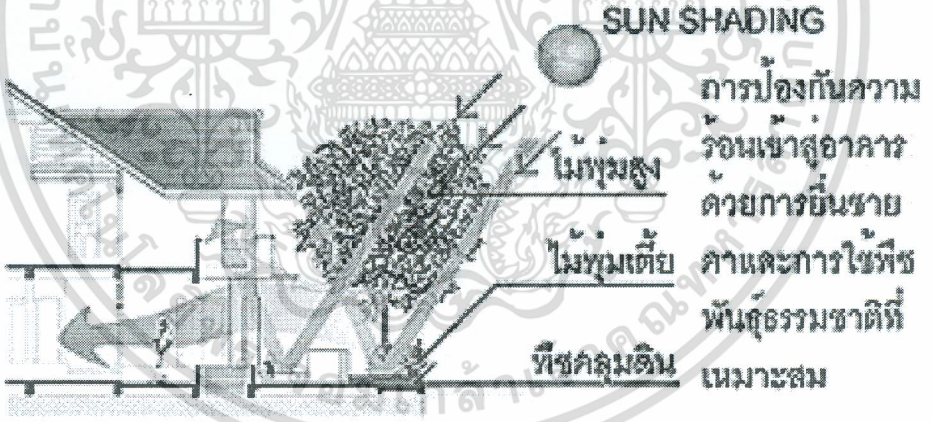
[5] banidea. (2554). **จัดสวนหย่อม สวนหลังบ้านทาวน์โฮม ตัดแต่งไม้พุ่มให้โมเดิร์น.** เข้าถึงได้จาก: http://www.banidea.com/garden-town-home-design-by-foras/garden-back-town-home-6/ (6 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างไม้ยืนต้น[6]

ที่มา: http://padupacamp.blogspot.com/2010_09_01_archive.html



ภาพที่ 2.9 แสดงการใช้ร่มเงาของต้นไม้ร่วมกับอุปกรณ์กันแดด[7]

---

[6] ปัญญา วารปรีดี. (2553). **ใต้ร่มเงาต้นมะหาด.** เข้าถึงได้จาก : http://padupacamp.blogspot.com/2010_09_01_archive.html (8 มีนาคม 2557)

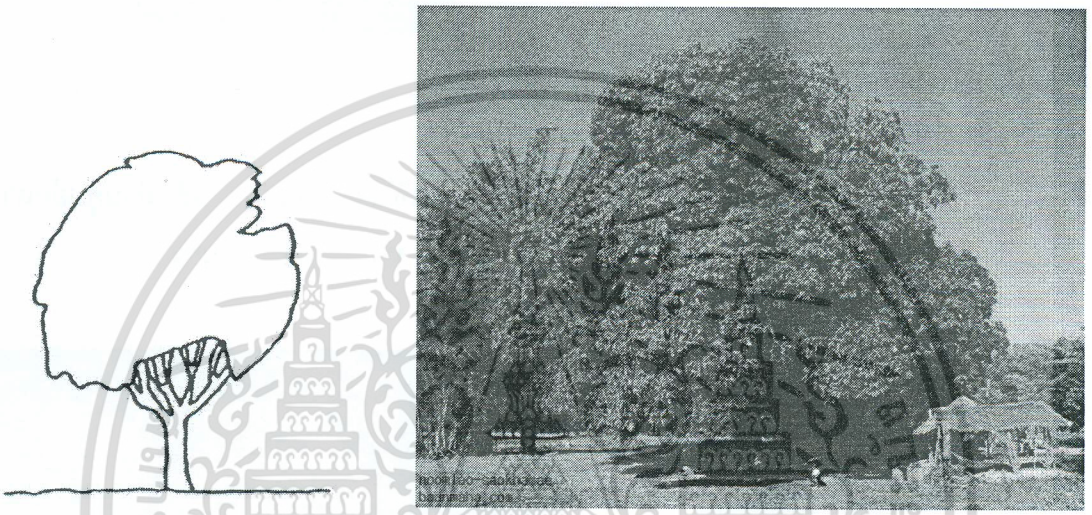
[7] เอกสารเผยแพร่, ภาคบ้านอยู่อาศัย "**การออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน** (Energy Efficient Home Design). 22, เข้าถึงได้จาก : http://www2.dede.go.th/bhrd/old/web_display/websemple/Residential(PDF)/1_Bay48%20Energy %20Efficient%20Home%20Design_Rev1.pdf (28กุมภาพันธ์ 2557)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ เพื่อการค้า

2.4.2 รูปทรงของต้นไม้

ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการให้ร่มเงาแก่บ้านและการควบคุมกระแสลม โดยทั่วไปแบ่งได้เป็น 8 รูปทรงด้วยกันคือ

2.4.2.1 รูปทรงกลมด้านบน ให้พื้นที่ในการปลูกปานกลาง โดยเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 4 -6 เมตร ได้แก่ มะม่วง คำแสด มะขาม พิกุล ตะโก ให้ร่มเงาและควบคุมกระแสลมได้ปานกลาง



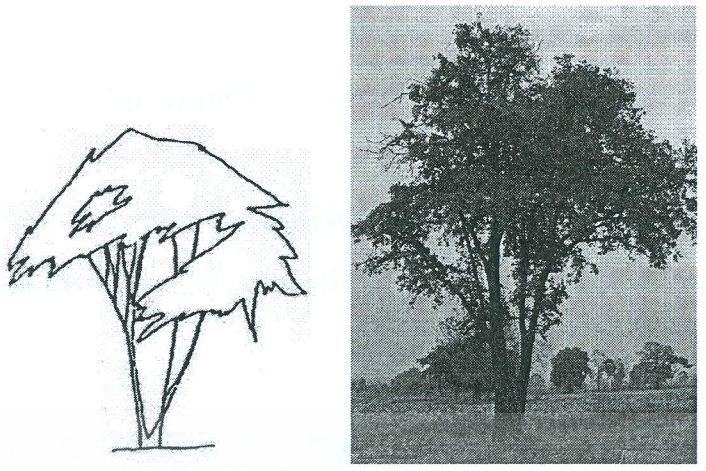
ภาพที่ 2.10 แสดงต้นไม้รูปทรงกลมด้านบน[8, 9]

---

[8] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

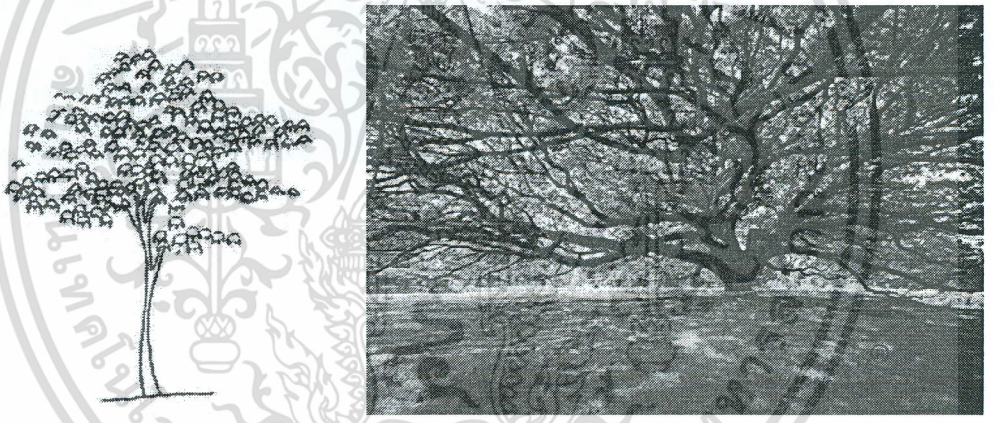
[9] หนุ่มลาวสาวขะแม. (2553).**บักม่วงกะหล่อน มะม่วงกะล่อน.** เข้าถึงได้จาก : http://www.baanmaha.com/community/thread47308.html (8 มีนาคม 2557)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะเปิด[10, 11]

2.4.2.2 รูปทรงกระจายแผ่กว้าง ใช้พื้นที่ในการปลูกกว้างเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6-8 เมตร เป็นรูปทรงที่ป้องกันแสงแดดได้ดี เช่น จามจุรี หางนกยูงฝรั่ง ลั่นทม



ภาพที่ 2.12 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะกระจายแผ่กว้าง[12, 13]

---

[10] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

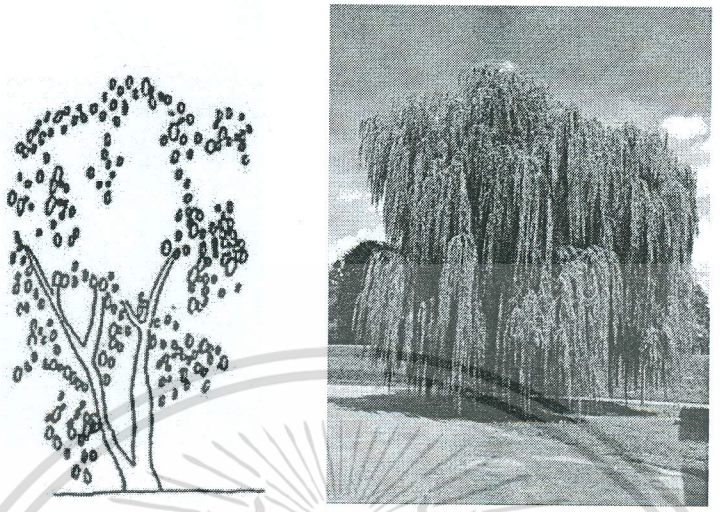
[11] Pui.lab. (2553). **ต้นตะโกนา.** เข้าถึงได้จาก: http://www.baanmaha.com/community/thread47308.html (8 มีนาคม 2557)

[12] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

[13] Tinitour. (2556). เข้าถึงได้จาก: http://www.tinitour.com/storage/posts/2013/08/18/5/50c077b8ce6c3fcc130002af.jpg (8 มีนาคม 2557)

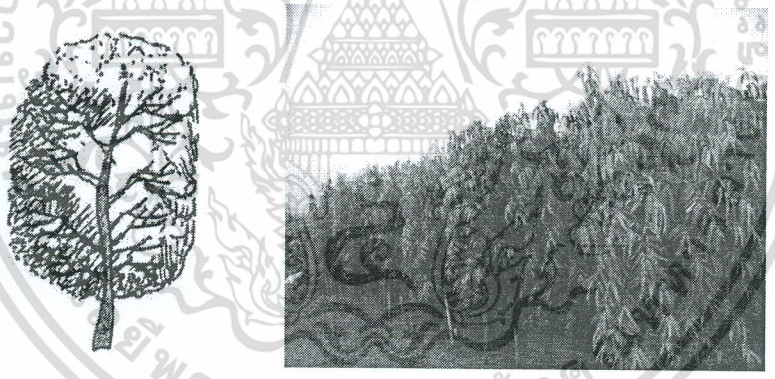
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 รูปทรงลู่ลมใช้พื้นที่ในการปลูกปานกลาง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4–6 เมตร ให้ร่มเงาปานกลาง ได้แก่ หลิว ไทรใบแหลม กระถินณรงค์



ภาพที่ 2.13 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะลู่ลม[14, 15]

2.4.2.4 รูปทรงกระบอกให้พื้นที่ในการปลูกน้อย เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2–3 เมตร ให้ร่มเงาน้อย แต่ควบคุมการเบี่ยงเบนกระแสลมได้ดี ได้แก่ สนฉัตร สนประดิษฐ์ สนดินสอ อโศกอินเดีย



ภาพที่ 2.14 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงกระบอก[16, 17]

---

[14] วิชัย อิทธิวัศวกุล, "**อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร**" (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

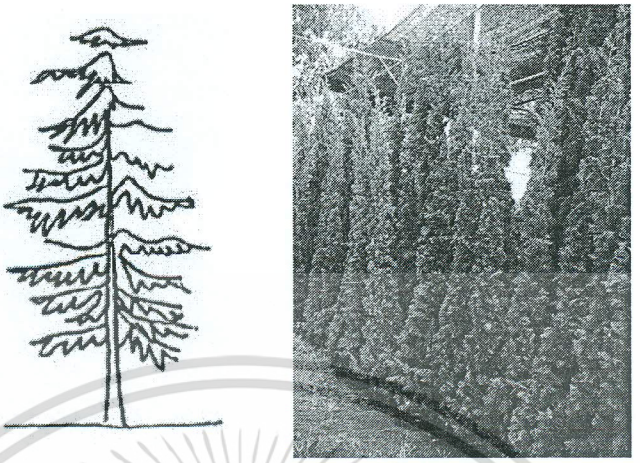
[15] Siamfishing. (2555). เข้าถึงได้จาก: http://www.siamfishing.com/_pictures/content/upload2012/201201/1326033262.jpg (8 มีนาคม 2557)

[16] วิชัย อิทธิวัศวกุล, "**อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร**" (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

[17] Jo. (2552). ต้นอโศกอินเดีย. เข้าถึงได้จาก: http://www.thaimarketboard.com/ad-4d4d1de9e216a7b36d031196.html (11 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.5 รูปทรงปิรามิด ใช้พื้นที่ในการปลูกน้อย เส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 2–3 เมตร ให้ร่มเงาน้อย แต่ควบคุมกระแสลมได้ดี ได้แก่ สนทรายทอง สนมังกร



ภาพที่ 2.15 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงปิรามิด[18, 19]

2.4.2.6 รูปทรงกรวยหงาย ให้พื้นที่ในการปลูกปานกลางเส้นผ่านศูนย์กลาง ประมาณ 4–6 เมตร ได้แก่ ทรงบาดาล โมก (ไม้พุ่ม) ยี่โถ (ไม้พุ่ม) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ผลัดใบ ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการป้องกันแสงแดด โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีการผลัดใบ

ภาพที่ 2.16 แสดงต้นไม่รูปทรงลักษณะทรงกรวยหงาย[20, 21]

---

[18] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

[19] Baanlaesuan. เข้าถึงได้จาก: http://www.baanlaesuan.com/plantlover/Webboard/images_board%5Creply_Q465A20.jpg (11 มีนาคม 2557)

[20] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

[21] เข้าถึงได้จาก : http://anrisaika.files.wordpress.com/2013/09/24-07-2012-757778867.jpeg (11 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

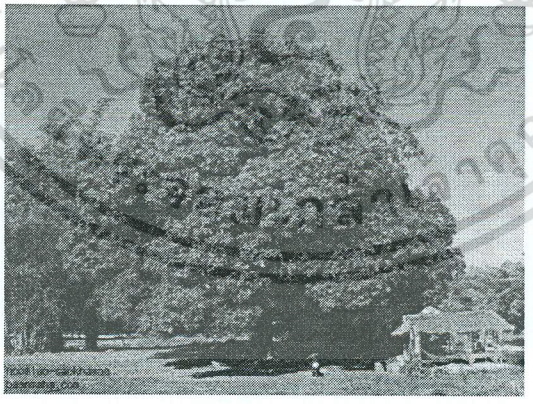
2.4.2.7 รูปทรงพุ่มกิ่งก้านแผ่กระจาย ใช้พื้นที่ในการปลูกกว้าง เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6-8 เมตร ได้แก่ ชมพู่อินเดีย หูกวาง เป็นไม้ผลัดใบไม่เหมาะสมหรับการนำมาป้องกันแสงแดดให้แก่บ้าน

ภาพที่ 2.17 แสดงต้นไม้รูปทรงลักษณะทรงพุ่มกิ่งก้านแผ่กระจาย[22, 23]

2.4.3 ความหนาแน่นของพุ่มใบ

ความหนาแน่นของพุ่มใบหรือการรวมกลุ่มของใบและกิ่งก้าน เป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลค่อนข้างมากต่อปริมาณการกรองรังสีดวงอาทิตย์และเบี่ยงเบนกระแสลมของต้นไม้ เนื่องจากความหนาแน่นของพุ่มใบจะแปรผันโดยตรงกับความสามารถในการกรองรังสีดวงอาทิตย์และความสามารถในการเบี่ยงเบนกระแสลม สามารถแบ่งความหนาแน่นออกเป็น 3 ระดับ

2.4.3.1 หนาทึบ คือพุ่มใบที่มีใบและกิ่งก้านที่หนาแน่นทึบไม่สามารถมองทะลุไปได้ ให้ร่มเงาได้ดี กรองรังสีดวงอาทิตย์ได้มาก มีความสามารถในการเบี่ยงเบนกระแสลมได้แก่ ชมพู ไทรย้อยพิกุล ประดู่ มะม่วง



ภาพที่ 2.18 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีใบหนาทึบ[24]

---

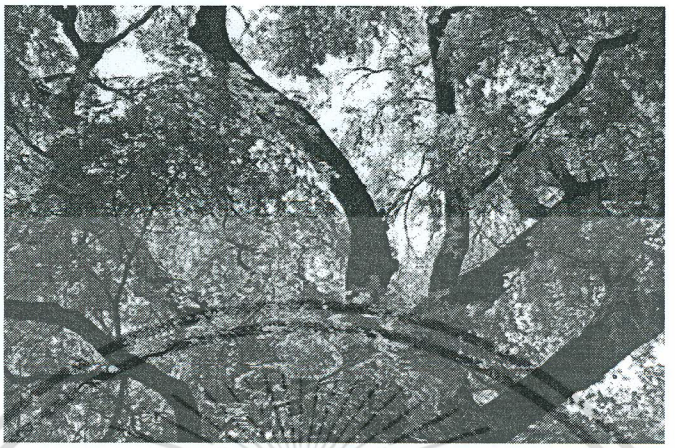
[22] วิชัย อิทธิวัศวกุล, **"อิทธิพลของสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติที่มีผลต่ออุณหภูมิบริเวณอาคาร"** (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต สถาปัตยกรรมศาสตร์ (เทคโนโลยี) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2539)

[23] เข้าถึงได้จาก : http://www.suansavarose.com/private_folder/img_1816.jpg (11 มีนาคม 2557)

[24] หนุ่มลาวสาวขะแม. (2553). **บักม่วงกะหล่อน มะม่วงกะล่อน.** เข้าถึงได้จาก: http://www.baanmaha.com/community/thread47308.html (8 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.2 ปานกลาง คือพุ่มใบที่มีใบและกิ่งก้านที่หนาทึบสามารถมองทะลุไปได้บ้าง ได้แก่ อัตราส่วนความทึบ ความโปร่งประมาณ 2:1 หรือ 1:1 เช่น มะขาม กระถิ่นณรงค์ ทำให้เกิดร่มเงาปานกลาง และกระแสลมสามารถพัดผ่านได้บ้าง



ภาพที่ 2.19 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีใบหนาปานกลาง[25]

2.4.3.3 โปร่ง คือพุ่มใบที่มีกิ่งก้านแผ่กระจายออก มีใบจำนวนน้อย เช่น หางนกยูงฝรั่ง ปีบ สะเดา กรองรังสีดวงอาทิตย์ได้น้อย ไม่สามารถควบคุมกระแสลมได้ดี และแสงสว่างสามารถทะลุผ่านได้มาก ไม่เหมาะสมหรับการให้ร่มเงาแก่บ้านพักอาศัย แต่เหมาะสำหรับบริเวณที่เป็นสนามหญ้าที่ต้องการแสงสว่างส่องลงสู่พื้นหญ้า เพื่อให้หญ้าเจริญเติบโตได้ดี

ภาพที่ 2.20 ตัวอย่างต้นไม้ที่มีลักษณะโปร่ง[26]

---

[25] เข้าถึงได้จาก : http://www.biogang.net/upload_img/biodiversity/biodiversity-197645-3.jpg (11 มีนาคม 2557)

[26] เข้าถึงได้จาก : http://www.biogang.net/upload_img/biodiversity/biodiversity-174651-1.jpg (11 มีนาคม 2557)

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ประโยชน์จากร่มเงาของต้นไม้นั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงขนาด ทรงพุ่ม และความหนาแน่น ของพุ่มแล้ว ยังต้องคำนึงถึงตำแหน่งของดวงอาทิตย์และมุมของแสงแดดที่จะเข้าสู่อาคาร โดยพิจารณาโดยใช้หลักการเดียวกับการป้องกันแสงแดดโดยใช้อุปกรณ์กันแดด คือ มุมอะซิมุทและมุมอัลติจูด โดยทำการพิจารณาช่วงเวลาที่ต้องการป้องกันแสงแดดให้กับอาคาร เลือกช่วงเวลาที่ชายคาไม่สามารถป้องกันแดดได้ ส่วนใหญ่จะเป็นมุมต่ำ เช่น ในช่วงเวลา 16.00 น. ลงมา การให้ร่มเงาจากต้นไม้นั้นสามารถให้ร่มเงาทั้งผนังและช่องเปิด ควรเลือกรูปทรง ขนาด และความหนาแน่นของพุ่มตามความเหมาะสม เช่น ในทิศตะวันตกมีการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ปริมาณมาก ควรใช้ต้นไม้ขนาดใหญ่และมีความหนาแน่นมาก รูปทรงกลมจะช่วยป้องกันแสงแดดได้ดี

2.5 **ผลิตภัณฑ์สีเขียว** (Green Product)

"สีเขียว" เป็นสีที่นำมาใช้ในความหมายของการอนุรักษ์น้ำ การอนุรักษ์พลังงาน การลดขยะ การลดสารพิษ การมีมาตรฐานการรับรองสินค้าที่ผลิตออกมาเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ทำให้กระบวนการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมเป็นจริงได้ในทางปฏิบัติทั้งในบ้านและสำนักงาน กระแสกระบวนการพิทักษ์สิ่งแวดล้อมที่เด่นชัดและรุนแรงที่เกิดทำให้ทศวรรษนี้เป็น "ยุคแห่งสีเขียว" เพราะผู้บริโภคให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมมีจำนวนมากขึ้น

ผลิตภัณฑ์สีเขียว (Green Product) มีคุณสมบัติพิเศษกว่าผลิตภัณฑ์อื่นในด้านการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้

1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตให้พอดีกับความต้องการของผู้บริโภค โดยปราศจากความฟุ่งเฟ้อฟุ่มเฟือย

2) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช้สารพิษที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์

3) เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้อีกไม่ว่าจะเป็นการประดิษฐ์จากวัสดุเดิมหรือกรรมวิธีย่อยสลายแล้วดัดแปลงมาใช้ใหม่

4) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อนุรักษ์พลังงานธรรมชาติ ผลิตแล้วต้องไม่เปลืองพลังงาน เริ่มตั้งแต่การผลิต การใช้ ไปถึงการสิ้นสภาพ กระบวนการผลิตจะไม่ทำให้เสียสินค้าโดยไม่จำเป็นหรือเมื่อผลิตออกมาเป็นสินค้าแล้วควรจะมีอายุการใช้งานนาน เพิ่มหรือเติมพลังงานเข้าไปใหม่ได้

5) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภาชนะหีบห่อน้อยที่สุด การออกแบบกล่องหรือหีบห่อบรรจุต้องไม่ฟุ่มเฟือย

6) กระบวนการผลิตสินค้าในโรงงานต้องไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่ว่าจะเป็นการนำทรัพยากรมาใช้ หรือทิ้งของเสียลงสู่ธรรมชาติ

7) ห้ามทารุณกรรมสัตว์ เช่น สุนัข แมวหรือลิงโดยการนำไปสัตว์ทดลองเพื่อวิจัยผลการผลิตสินค้า

8) ห้ามนำสัตว์สงวนพันธุ์มาผลิตเป็นสินค้าเด็ดขาดหรือมีการทำลายชีวิตสัตว์เหล่านั้นทางอ้อม

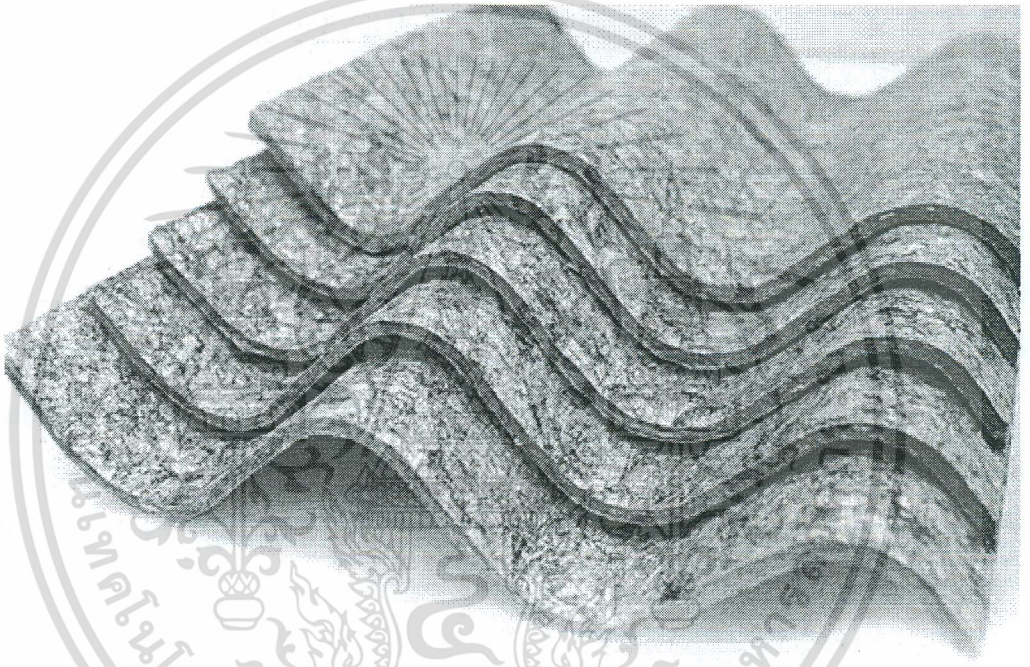
โดยสรุป "ผลิตภัณฑ์สีเขียว" จะต้องประกอบหลักการ 4R คือ การลดของเสีย (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำมาปรับใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนที่เกิดขึ้นในอาคารเป็นความร้อนจากภายนอกที่ผ่านทาง “เปลือกอาคาร” ได้แก่ ผนังและหลังคาประมาณร้อยละ 60 และเกิดจากระบบการใช้แสงสว่างภายในอาคารประมาณร้อยละ 20 ดังนั้น จะเห็นได้ว่าความร้อนภายนอกที่เข้าทางเปลือกอาคารทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุด

กรอบอาคารจึงถือเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยห่อหุ้มและปกป้องอาคารจากมลภาวะ ทั้งความร้อน ความชื้น และฝุ่นละอองต่างๆ ดังนั้นเพื่อช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมและพลังงานที่มีค่า จึงจำเป็นต้องมีการป้องกันความร้อนและความชื้นเข้าสู่ตัวอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ แบ่งออกเป็น ดังนี้

2.5.1 หลังคา



ภาพที่ 2.21 หลังคาเขียว

ที่มา: http://www.bangkokbiznews.com/home/media/2010/11/29/images/news_img_365155_1.jpg

หลังคาเขียว เป็นวัสดุทำแผ่นมุงหลังคาที่สร้างจากวัสดุรีไซเคิลโดยนำกล่องเครื่องดื่มที่ใช้แล้วมาทำเป็นหลังคาบ้าน ซึ่งสามารถนำกล่องเครื่องดื่มมาใช้ได้ทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นกล่องนม กล่องชาเขียว กล่องน้ำผลไม้ เป็นต้น ชื่อเต็มของโครงการที่ริเริ่มทำหลังคาเขียวคือ โครงการหลังคาเขียวเพื่อมูลนิธิอาสาเพื่อนพึ่ง (ภาฯ) ยามยาก ในพระดำริของ พระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าโสมสวลี พระวรราชาทินัดดามาตุ และพระเจ้าหลานเธอ พระองค์เจ้าพัชรกิติยาภา มีวัตถุประสงค์เพื่อนำแผ่นหลังคาที่ได้จากวัสดุรีไซเคิลจำพวกกล่องเครื่องดื่มนี้นำไปช่วยเหลือผู้ประสบภัยธรรมชาติ และเป็นการลดปริมาณของขยะโดยการนำมารีไซเคิลทำหลังคาดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.22 กล่องเครื่องดื่มที่ใช้ทำหลังคาเขียว

ที่มา: http://www.banmuang.co.th/wp-content/uploads/2012/07/550248.jpg

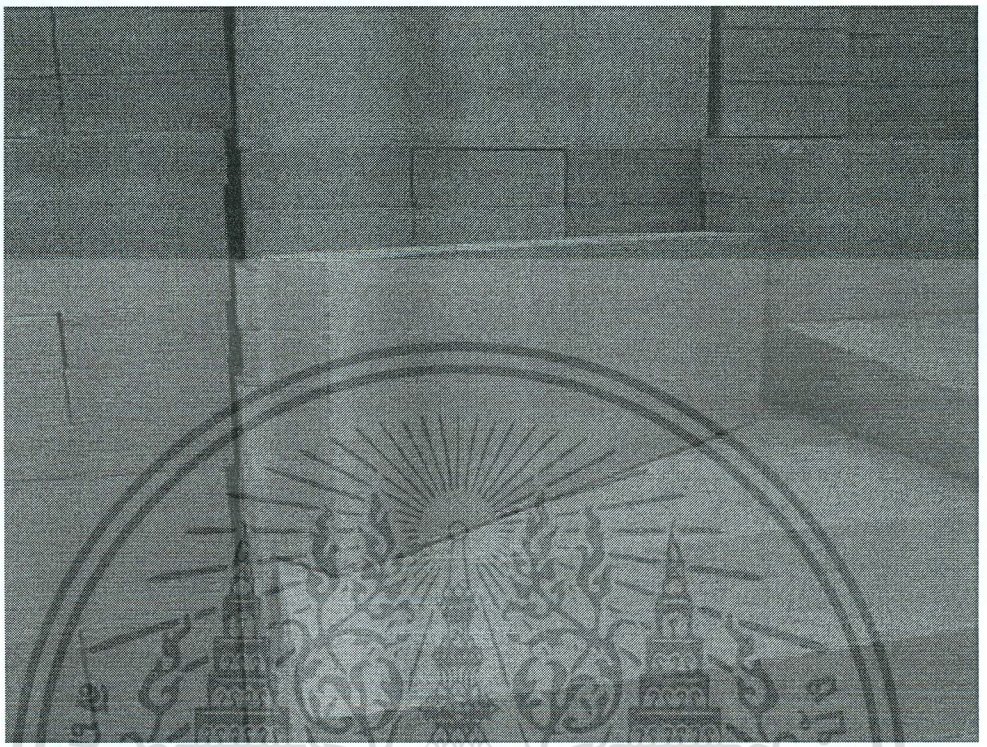
โดยกล่องเครื่องดื่มประมาณ 2,000 กล่อง จะสามารถนำมาผลิตเป็นแผ่นหลังคาขนาด 0.90 x 2.40 เมตร ได้ 1 แผ่น บ้านทั่วไป 1 หลัง จะใช้แผ่นหลังคาประมาณ 35 แผ่น คาดว่าต่อไปหากมีการทำขาย ก็จะขายในราคาประมาณแผ่นละ 300-400 บาท ดังนั้นบ้าน 1 หลัง ก็จะเป็นค่าวัสดุมุงหลังคาประเภทหลังคาเขียวเป็นเงินประมาณ 12,000-14,000 บาทเท่านั้น ซึ่งประหยัดกว่าการมุงด้วยหลังคากระเบื้องมาก นอกจากข้อดีที่ราคาถูกแล้ว หลังคาเขียวยังมีคุณสมบัติที่โดดเด่นซึ่งอาจจะเหนือกว่าหลังคาราคาแพงๆ หลายประเภท ดังนี้

- แผ่นหลังคาเขียวมีคุณสมบัติที่โดดเด่น น้ำหนักเบาและทนทานกว่ากระเบื้องหลังคาทั่วไป
- ผลิตจากกล่องเครื่องดื่มที่บริโภคแล้วโดยไม่ต้องมีการใช้สารเคมีประกอบในกระบวนการผลิต ไม่แตกง่าย ทนไฟ มีความแข็งแรง
- เนื่องจากมีน้ำหนักเบา จึงไม่ต้องใช้โครงสร้างรองรับหลังคาที่หนักและราคาแพง
- แผ่นหลังคาเขียวไม่ซึมซับและดูดซึมน้ำ ไม่ดูดซับแสงแดดหรือความร้อน ช่วยประหยัดพลังงาน ปลอดจากเชื้อรา ซ่อมแซมง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ผนัง

2.5.2.1 อิฐมวลเบา Q-CON



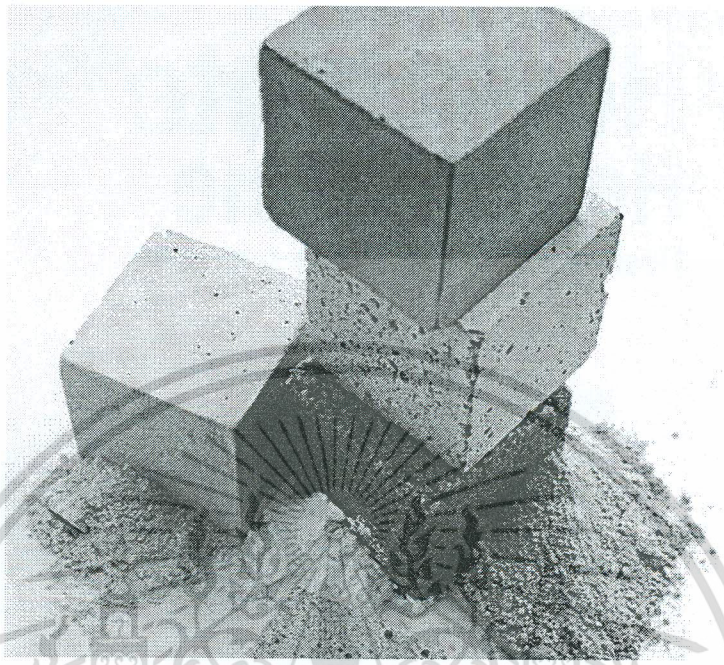
ภาพที่ 2.23 อิฐมวลเบา

ที่มา: http://file.siam2web.com/kwproducts/product/2011430_83766.jpg

ลักษณะของวัสดุจะมีรูพรุนหรือเป็นฟองอากาศและน้ำหนักเบาซึ่งมีส่วนผสมมาจาก ทราย ซีเมนต์ ปูนขาว น้ำ ยิปซั่ม และผงอลูมิเนียมผสมรวมกัน แต่ส่วนที่สำคัญที่สุดก็คือฟองอากาศเล็กๆ เป็นรูพรุนไม่ต่อเนื่อง (Disconnecting Voids) ที่อยู่ในเนื้อวัสดุมากประมาณ 75% ทำให้น้ำหนักเบา จึงมีน้ำหนักเบากว่าอิฐมอญ 2-3 เท่า และยังป้องกันความร้อนได้ดีกว่าอิฐมอญ 4-8 เท่า จึงเป็นวัสดุที่ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยกันเสียงและดูดซับเสียงได้ดีกว่าอิฐมอญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.2 ซีเมนต์ลดคาร์บอน (Carbon Negative Cement)



ภาพที่ 2.24 ซีเมนต์ลดคาร์บอน

ที่มา: http://cdn.freshome.com/wpcontent/uploads/2011/08/Novacem_Carbon_Negative_Cement.jpg

การผลิตปูนซีเมนต์ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นจำนวนมาก ว่ากันว่าในปริมาณก๊าซคาร์บอนฯ ที่เกิดจากน้ำมือมนุษย์นั้น 5% เป็นก๊าซที่เกิดจากการผลิตซีเมนต์

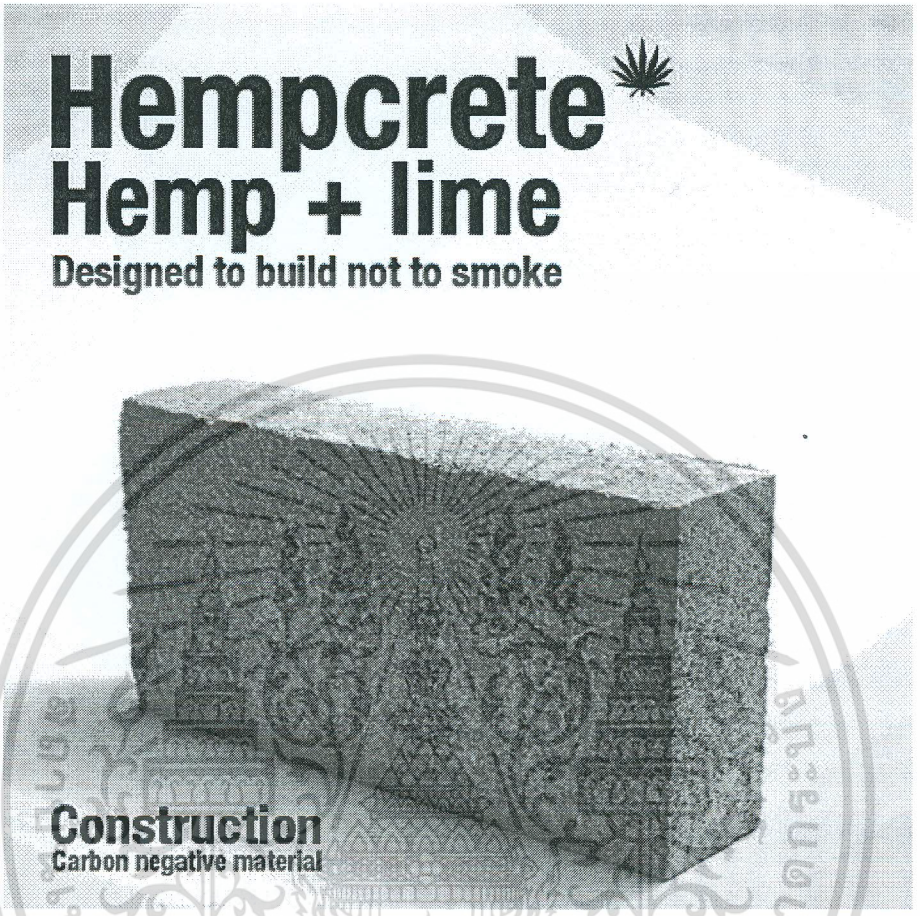
ซีเมนต์ลดคาร์บอน (Carbon Negative Cement) โดย โนวาเซ็ม (Novacem) คือนวัตกรรมคอนกรีตที่เกิดจากการพัฒนาปูนซีเมนต์ โดยเปลี่ยนมาใช้ส่วนผสม "แมกนีเซียมซิลิเกต" แทน "แคลเซียมคาร์บอเนต" ซึ่งทำให้คอนกรีตที่ผสมจากปูนซีเมนต์ชนิดนี้ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก 800 กิโลกรัมต่อตัน เป็นการดูดซับ 50 กิโลกรัมต่อตันแทน แต่ความแข็งแรงยังคงอยู่เหมือนปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทั่วไป เท่ากับไม่สร้างพิษแล้วยังช่วยลดก๊าซพิษได้ด้วย นอกจากนี้กระบวนการผลิต Carbon Negative Cement ผลิตที่อุณหภูมิต่ำ และใช้เชื้อเพลิงชีวมวล จึงเป็นวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจนได้รับรางวัลชนะเลิศจากการประกวด Medium Award for Material of the Year 2010 และมากไปกว่านั้นคือราคาก็ไม่ต่างจากปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ทั่วไป[27]

---

[27] ที่มา http://www.pattanasilp.co.th/blog/สุดยอดวัสดุแห่งปี-carbon-negative-cement/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3 อิฐจากใบกัญชา (Hempcrete)



ภาพที่ 2.25 อิฐจากใบกัญชา (Hempcrete)

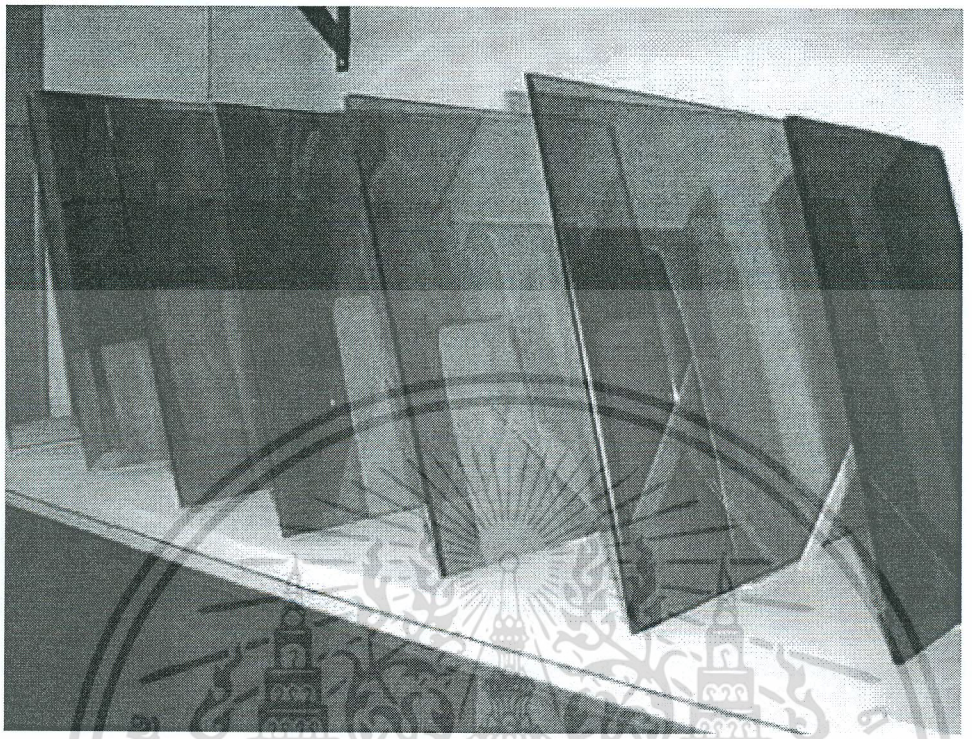
ที่มา: http://www.creativemove.com/architecture/hempcrete/

เฮ็มพ์ครีต (Hempcrete) ซึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างทางเลือกใหม่สำหรับผู้ที่ต้องการบ้านซึ่งมีค่าคาร์บอน ฟุตพริ้นท์ (carbon footprint) น้อยกว่าวัสดุอุตสาหกรรมเดิมๆ เนื่องจากการผสมกันของต้นกัญชาหรือป่านที่มีเส้นใยช่วยยึดเกาะเนื้อหินปูนที่เข้ามาผสม ซึ่งมีคุณสมบัติกันน้ำ เป็นฉนวนกันความร้อน มีคุณสมบัติยืดหยุ่นต่อแรงแผ่นดินไหวด้วยลักษณะการยึดต่อกันของแต่ละก้อนบล็อคเฮ็มพ์ครีต และตัวต้นป่านหรือกัญชาที่เป็นวัสดุหลักยังสามารถเติบโตเพื่อนำมาใช้เป็นก้อนบล็อคเฮ็มพ์ครีตเพียง 14 อีกทั้งกันปลวกและเชื้อรา[28]

[28] ที่มา http://www.creativemove.com/architecture/hempcrete/#ixzz2u3L3dAcf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 กระจกสีตัดแสง (Heat Absorbing Glass)



ภาพที่ 2.26 กระจกสีตัดแสง

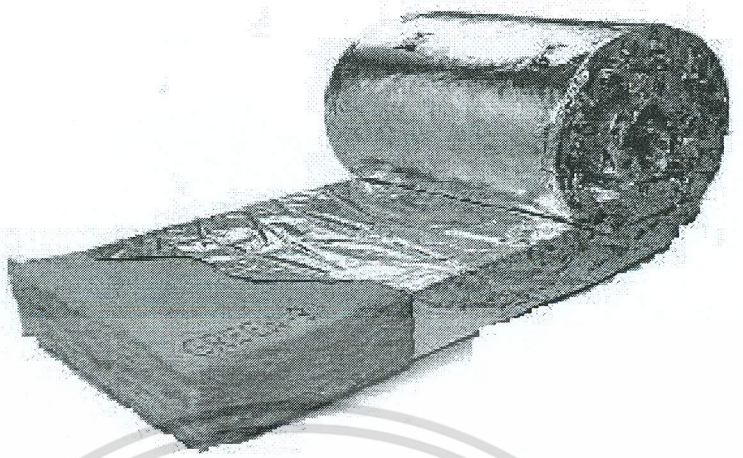
ที่มา: http://community.akanek.com/th/articles/akanekjaja/architectural-glass-types

การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ที่มีลักษณะเป็นรังสีคลื่นสั้น (Short Wave Radiation) ซึ่งสามารถทะลุผ่านเข้าไปในอาคารได้ และเมื่อรังสีคลื่นสั้นกระทบกับวัสดุต่างๆ ภายในอาคาร เช่น พื้น ผนัง กระจก ฯลฯ ซึ่งดูดซับคลื่นรังสีเอาไว้ แล้วเปลี่ยนเป็นรังสีคลื่นยาว (Long Wave Radiation) หรือพลังงานความร้อนซึ่งไม่สามารถทะลุผ่านวัสดุโปร่งแสงอย่างกระจกกลับออกมาภายนอกอาคารได้ ดังนั้นความร้อนจึงสะสมอยู่ภายในอาคาร และกลายเป็นส่วนหนึ่งของภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศ ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ค่อนข้างมาก

กระจกสีตัดแสง เป็นกระจกโปร่งแสงที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ โดยสีต่างๆ ที่เห็นนั้นเกิดจากการเติมออกไซด์ของโลหะ เช่น เหล็ก โคบอลต์ หรือซีลีเนียมลงในส่วนผสมของเนื้อกระจก ช่วยลดพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่จะผ่านเข้ามา ด้วยคุณสมบัติที่สามารถดูดกลืนพลังงานความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบชั้นผิวกระจกได้ประมาณร้อยละ 40-50 จึงมีส่วนช่วยในการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศลงได้ นอกจากนี้ยังช่วยลดความจ้าของแสงที่ส่องผ่านเข้ามา ทำให้ได้แสงที่นุ่มนวลสบายตาขึ้น โดยมีสีให้เลือกใช้หลายสี เช่น สีบรอนซ์ สีเขียว สีฟ้า ฯลฯ แต่สีที่เป็นที่นิยมใช้มากที่สุดในประเทศไทยจะเป็นสีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 ฉนวนใยแก้ว



ภาพที่ 2.27 ฉนวนใยแก้ว

ที่มา: http://www.sirinengineering.co.th/images/1130214311/newfiberglass.JPG

ฉนวนใยแก้ว มีทั้งแบบม้วนและแบบแผ่น (Blanket and Board) และทั้งแบบไม่มีวัสดุปิดผิวและปิดผิวด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ประเภทต่างๆ อีกทั้งทำการปิดผิวด้วยเครื่องจักรจากโรงงาน ทั้งแบบ 1 ด้าน, 2 ด้าน หรือหุ้มรอบด้าน สามารถกันได้ทั้งความร้อนและดูดซับเสียง โดยผลิตขึ้นตามมาตรฐานสากล ASTM และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 48, 487) เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานที่ใช้ในอาคาร

คุณลักษณะและประโยชน์ในการใช้งาน

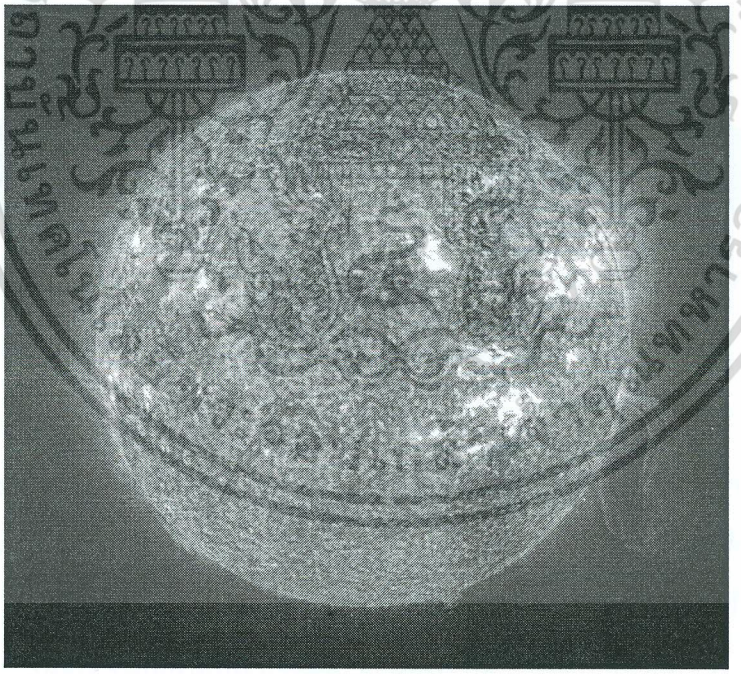
- กันความร้อน (Thermal insulation) ฉนวนใยแก้ว มีค่าการนำความร้อนต่ำ (K-Value) เพียง 0.032 W/m.K มีคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนสูง จึงช่วยลดปริมาณมวลความร้อนเข้าภายในอาคารได้เป็นอย่างดี
- ดูดซับเสียง (Acoustic insulation) ฉนวนใยแก้วสามารถลดเสียงรบกวนจากภายนอก เช่น เสียงฝนที่ตกกระทบหลังคาเหล็กรีดลอน หลังคากระเบื้อง
- ไม่ลุกติดไฟ (Non-Flammable) ฉนวนใยแก้ว ผลิตจากแก้วซึ่งเป็นวัสดุไม่ลามไฟ ที่ผ่านตามมาตรฐาน ASTM E84 และ BS476 จึงไม่เป็นฉนวนก่อให้เกิดอัคคีภัย
- ติดตั้งง่าย (Easy to Install) ฉนวนใยแก้วมีน้ำหนักเบาทนต่อแรงดึง ทำให้ไม่ฉีกขาดง่าย จึงติดตั้งได้สะดวก
- ทนต่อแรงกด (Compressive Strength) ฉนวนใยแก้วมีความยืดหยุ่น จึงสามารถคืนตัวได้ดี หลังการกดทับจึงไม่สูญเสียคุณสมบัติความเป็นฉนวน
- ป้องกันการควบแน่นเป็นหยดน้ำ (Condensation Control) ฉนวนใยแก้ว มีวัสดุปิดผิวกันความชื้น เมื่อเลือกความหนาที่เหมาะสม จะไม่เกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำ จากความแตกต่างของอุณหภูมิของอาคารที่ปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อายุการใช้งานยาวนาน (Long Life Performance) ฉนวนใยแก้วผลิตจากวัสดุที่ไม่เสื่อมสภาพ สามารถคงสภาพการเป็นฉนวนได้ยาวนาน
- ปลอดภัยต่อสุขภาพ ฉนวนใยแก้ว ได้การรับรองจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ว่าไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์[29]

2.6 พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้เป็นต้นกำเนิดของวัฏจักรของสิ่งมีชีวิตในโลก ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและธาตุต่างๆ เช่น คาร์บอน พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ปราศจากมลพิษ อีกทั้งเกิดใหม่ได้ไม่สิ้นสุด และยังเป็นต้นกำเนิดของพลังงานน้ำ โดยที่พลังงานแสงอาทิตย์ทำให้น้ำกลายเป็นไอและลอยตัวขึ้นสูง พลังงานน้ำที่ตกลงมาเป็นฝนนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า เป็นต้นกำเนิดของพลังงานเคมีในอาหาร ซึ่งพืชจะสังเคราะห์แสงเปลี่ยนแร่ธาตุให้เป็นแป้งและน้ำตาล ให้พลังงานแก่มนุษย์และสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นต้นกำเนิดของพลังงานลม ทำให้เกิดความกดอากาศและเกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ และเป็นต้นกำเนิดพลังงานคลื่น ซึ่งทำให้เกิดน้ำขึ้นและน้ำลง นอกจากนี้พลังงานความร้อนใต้พิภพก็ยังถือว่ามีรากฐานมาจากความร้อนจากดวงอาทิตย์อีกด้วย



ภาพที่ 2.28 พระอาทิตย์ ต้นกำเนิดพลังงานแสงอาทิตย์[30]

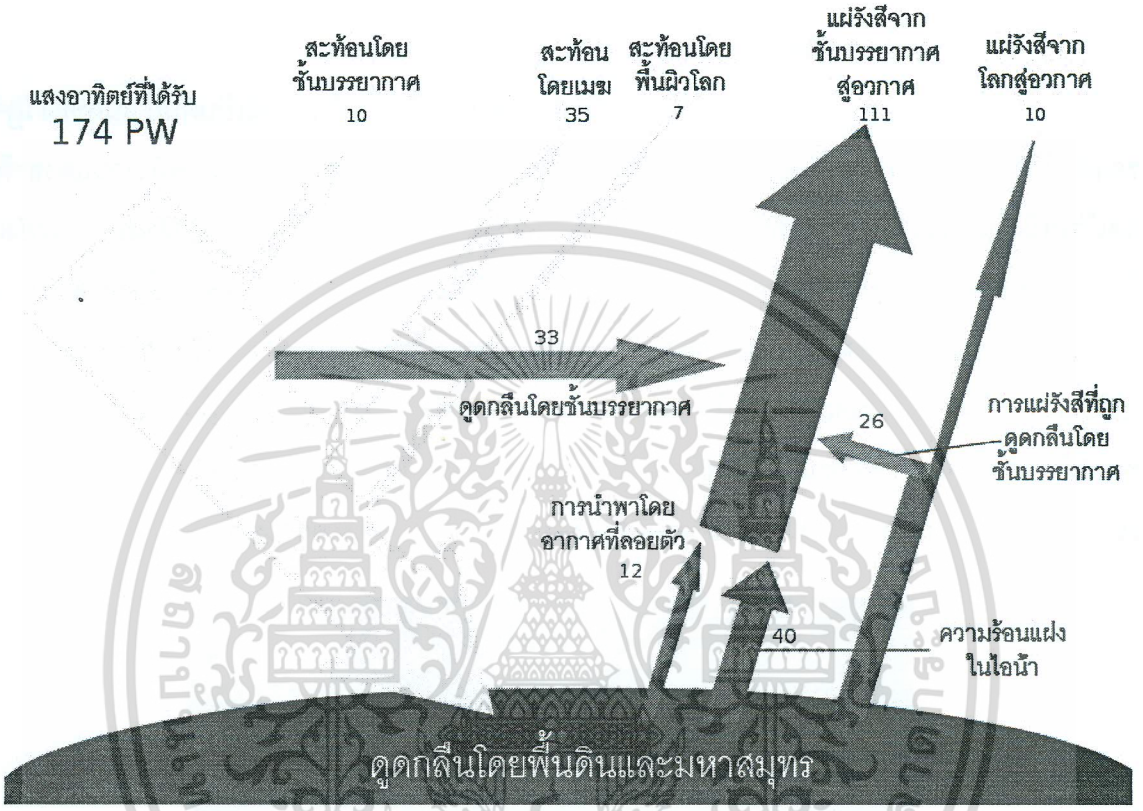
---

[29] ที่มา http://www.bkk-panelandpipe.com/product1.php?pt_code=45

[30] EsploriamoL'universo. Il Sole e l'imminentemassimosolare.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://esploriamoluniverso.files.wordpress.com/2013/01/sun_sound1_h.jpg. (19 เมษายน 2556).

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานที่ดวงอาทิตย์ส่งออกมามีจำนวนมหาศาล ถ้าคิดหน่วยพลังงานเป็นวัตต์แล้วมีค่าเท่ากับ 174 พิตาวัตต์ หรือเท่ากับ 174×10^{15} วัตต์ แต่พลังงานจากดวงอาทิตย์จะตกลงมายังพื้นโลกเพียง 89 พิตาวัตต์ หรือประมาณร้อยละ 51 เท่านั้น เนื่องจากการสะท้อนกลับและดูดกลืนจากชั้นบรรยากาศและพื้นผิวโลก



ภาพที่ 2.29 แสดงการสะท้อนและดูดกลืนของพลังงานจากดวงอาทิตย์[31]

2.6.1 ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์

ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์แต่ละพื้นที่บนผิวโลกแตกต่างกันเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของโลก และการโคจรของดวงอาทิตย์มีระยะห่างที่ไม่เท่ากันในแต่ละฤดูกาล ศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์คิดเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี (kWh/y) โดย 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมงเท่ากับพลังงานไฟฟ้า 1 หน่วยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่จำหน่ายในปัจจุบัน

จากแผนที่แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นเฉลี่ยทั่วโลก บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตรจะมีสีแดงเข้ม หมายถึงมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์ต่อตารางเมตรสูงสุด ประมาณ 2,300

---

[31] Frank van Mierlo. Solar energy. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://4.bp.blogspot.com/ _ yWBopPYZD5U/ TAMy3GCKlyI/ AAAAAAAAXB4/ eURKLDU_iWM/s1600/800px-Breakdown_of_the_ incoming_solar_ energy_svg.png. (12 เมษายน 2556).

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี สำหรับประเทศไทยนั้นมีค่าพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ยเท่ากับ 1,375 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี

ภาพที่ 2.30แผนที่แสดงศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของโลก[32]

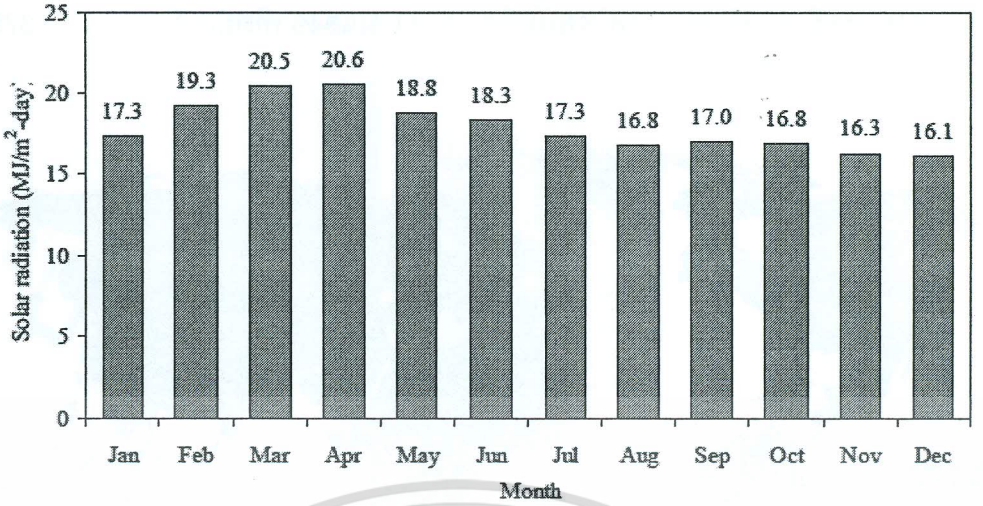
2.6.2 ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย

โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของพื้นที่แห่งหนึ่งจะสูงหรือต่ำขึ้นกับปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้น หรือที่เรียกว่า "ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์" (global radiation) มีหน่วยทางด้านพลังงานเป็น เมกกะจูลต่อตารางเมตร (MJ/m2) โดยบริเวณที่ได้รับรังสีอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเป็นไปตามพื้นที่ มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลาในรอบวันและการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลในรอบปี กล่าวคือ ในพื้นที่หนึ่งๆ ค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จะเพิ่มขึ้นจากช่วงเช้าจนถึงค่าสูงสุดในช่วงเวลาเที่ยงวัน และลดต่ำลงจนถึงช่วงเย็น ซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงของมวลอากาศ (air mass) ซึ่งรังสีอาทิตย์เคลื่อนที่ผ่านเข้ามายังพื้นผิวโลก และผลจากมุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ ซึ่งเปลี่ยนแปลงตั้งแต่เช้าจนถึงเย็น สำหรับการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่เป็นผลมาจากสภาพทางอุตุนิยมวิทยาโดยมีเมฆเป็นตัวแปรที่สำคัญ

---

[32] Gravity Turbine.Solar Water Pump.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://2.bp.blogspot.com/-DI6bhkm65Gg/TtUlOuP8M6I/AAAAAAAAACo/hRaJMcejGKI/s1600/NASA_Map_WorldSolarEnergyPotential_LowRes.jpg. (12เมษายน 2556).

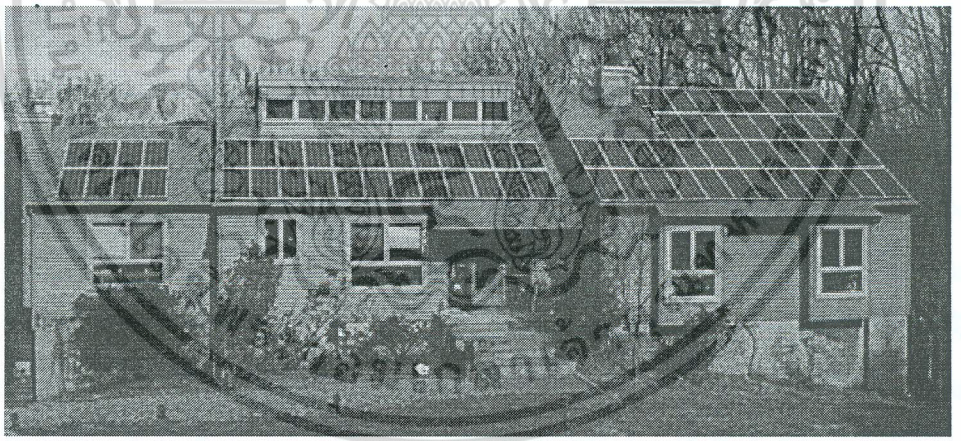
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.31 การแปรค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อเดือน โดยเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศ[33]

2.7 เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์โฟโต้โวลตาอิก (Photovoltaic cell) โดยแยกออกเป็น โฟโต้ (photo) หมายถึง แสง และ โวลต์ (volt) หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการตกกระทบของแสงบนวัตถุที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง



ภาพที่ 2.32 บ้านพักอาศัยที่ติดเซลล์แสงอาทิตย์[34]

ที่มา: http://www.ventasalud.com/wp-content/uploads/2010/03/house-roof-solar-cell.jpg

---

[33] Kanha solar power.ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย .[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.kanhasolar.com/images/column_1322548335/know_120116_solarmap-1.gif. (12 เมษายน 2556).

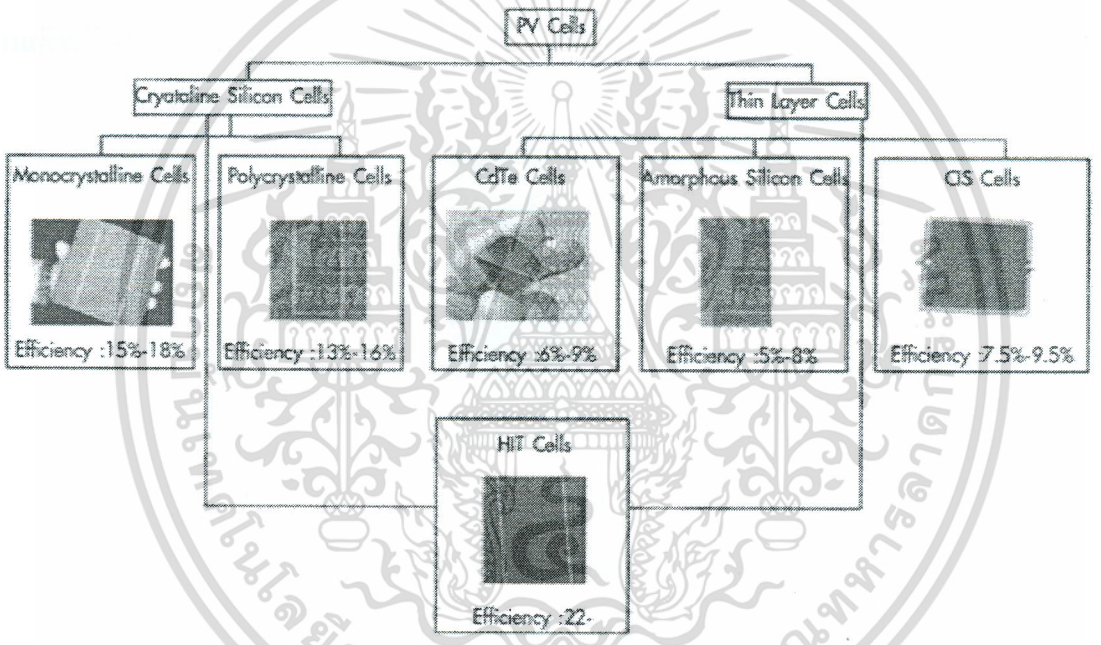
[34] Ventasalud. Solar cell House Technology for Alternative House design Solution. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.ventasalud.com/wp-content/uploads/2010/03/house-roof-solar-cell.jpg. (12 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นพาหะนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

2.7.1 ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์

สามารถแบ่งตามโครงสร้างได้ 2 ประเภท คือ กลุ่มผลึกซิลิคอน (Crystalline Silicon) และกลุ่มฟิล์มบาง (Thin Layer Cells หรือ Thin Film Cells)



ภาพที่ 2.33 แผนภาพแสดงการแบ่งชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์[35]

2.7.1.1 กลุ่มผลึกซิลิคอน (Crystalline Silicon)

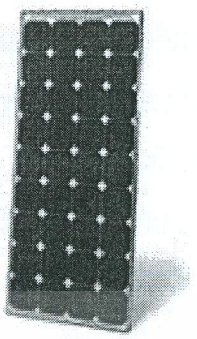
จะใช้สารทั้งตัวนำซิลิคอนเป็นวัสดุหลักในการผลิต มีความแตกต่างกันตามชนิดของสารกึ่งตัวนำตั้งต้น (Semiconductor Material) เช่น ซิลิกอน (Si) และ แกเลี่ยม อาร์เซไนด์ (GaAs) เป็นต้น เซลล์แสงอาทิตย์ผลึกซิลิกอนมีกรรมวิธีในการผลิตหลายวิธี จึงมีให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสมขึ้นอยู่กับราคาและวัตถุประสงค์การใช้งาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

---

[35] นภัทร วัจนเทพินทร์. **การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง**–พิมพ์ครั้งที่2—ปทุมธานี : สกายบุ๊กส์, 2554.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโมโนคริสตอลไลน์ หรือ แบบผลึกเดี่ยว (Single Crystal) ทำจากผลึกซิลิคอน แต่ละเซลล์จะมีรูปร่างที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 2.34 Single Crystalline Silicon Solar Cell[36]

2) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตอลไลน์ หรือ แบบผลึกผสม (Polycrystalline Silicon) ทำจากผลึกซิลิคอนเช่นกัน ทำได้โดยการสร้างผลึกผสมเทลงในแบบหล่อแท่งสี่เหลี่ยม แล้วจึงตัดเป็นแผ่นบางๆ

ภาพที่ 2.35 Polycrystalline Silicon Solar Cell[37]

2.7.1.2 กลุ่มฟิล์มบาง (Thin Layer Cells หรือ Thin Film Cells)

จะใช้สารกึ่งตัวนำเช่นกัน แต่มีหลากหลายชนิด ซึ่งจะให้คุณสมบัติที่แตกต่างกัน ผลิตโดยใช้การฉีดสารกึ่งตัวนำบางชนิดลงไปบนกระจกหรือวัสดุอื่นๆ ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพจะน้อยกว่าเซลล์ชนิดผลึก แต่มีข้อดีของราคาที่ถูกกว่า

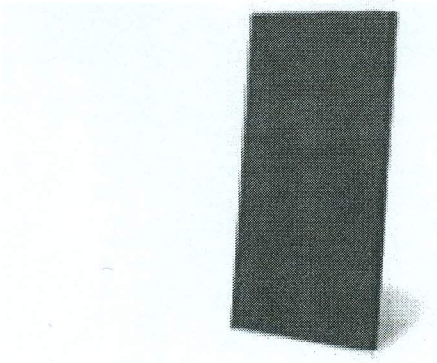
1) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) หรือ เซลล์แบบซิลิคอนอสัณฐาน แตกต่างจากกลุ่มผลึกซิลิคอน โดยใช้การสร้างแผ่นฟิล์มบางๆ ของซิลิคอนลงบนกระจก สแตนเลส หรือแผ่นพลาสติก มีข้อเสียคือมีประสิทธิภาพต่ำ สีของเซลล์จะเป็นสีแดงเข้ม น้ำตาล หรือน้ำเงินอมม่วง

---

[36] Leonics. **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php. (12 เมษายน 2556).

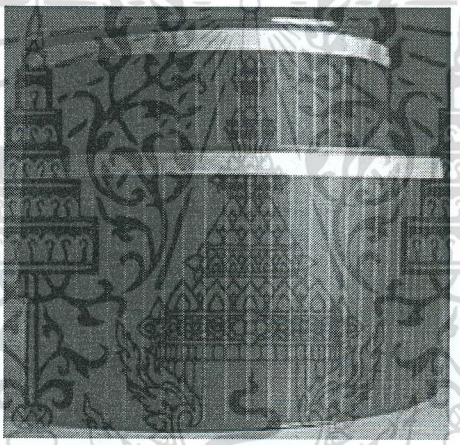
[37] เรื่องเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.36 Amorphous Silicon Solar Cell[38]

2) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซไนด์ หรือ CIS ใช้คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซไนด์ (CISX) แทนซิลิกอน ทำให้มีราคาและประสิทธิภาพที่สูงกว่า และเนื่องจากเป็นชนิดฟิล์มบาง จึงทำให้สามารถเคลือบบนวัสดุที่โค้งงอได้ด้วย โดยจะมีสีเทาเข้มหรือสีดำ



ภาพที่ 2.37 Copper Indium Gallium diSelenide[39]

ที่มา : http://org.ntnu.no/solarcells/pages/generations.php

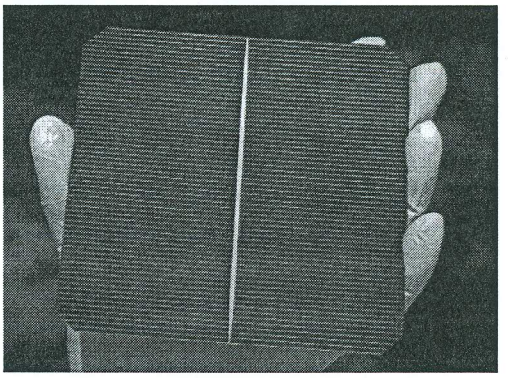
3) เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดไฮบริด หรือ เซลล์ชนิดผสมผสาน ใช้การผลิตแบบผสมผสานกันระหว่างแบบผลึกและแบบฟิล์มบาง โดยใช้การผลิตซิลิคอนนำมาตัดเป็นแผ่นบางๆ เหมือนชนิดผลึกเดี่ยว และสร้างชั้นฟิล์มบางของอะมอร์ฟัสซิลิคอนเคลือบทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นผลึก โดยจะมีสีน้ำเงินเข้มจนถึงดำ

---

[38] เรื่องเดียวกัน

[39] Ntnu. Solar cells.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:http://org.ntnu.no/solarcells/pages/generations.php. (12 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



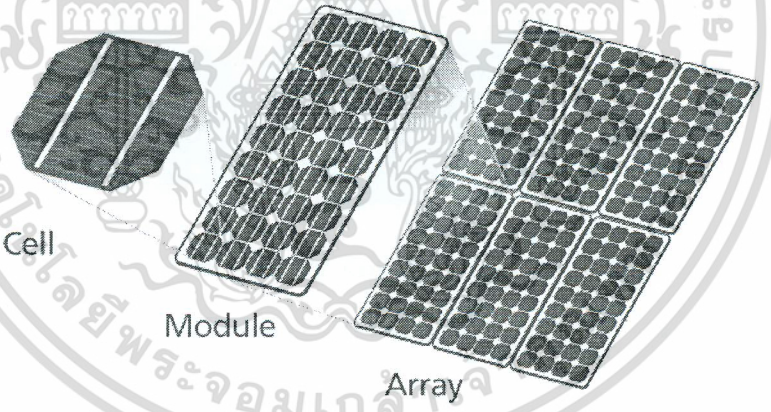
ภาพที่ 2.38 Hybrid Solar cells[40]

ที่มา : http://gigaom2.files.wordpress.com/2011/10/silevo-single-buss-bar-cell.jpg

2.7.2 หน่วยของเซลล์แสงอาทิตย์

เป็นคำศัพท์เฉพาะสำหรับเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเรียกทับศัพท์จากภาษาอังกฤษ มีดังนี้

- เซลล์ หมายถึง เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์
- โมดูล หมายถึง การนำเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น
- อาเรย์ หมายถึง การนำโมดูลหลายๆ โมดูลมาต่อกันเป็นกลุ่ม



ภาพที่ 2.39 หน่วยของเซลล์ โมดูลและอาเรย์[41]

ที่มา : http://www.samlexsolar.com/learning-center/solar-cell-module-array.aspx

---

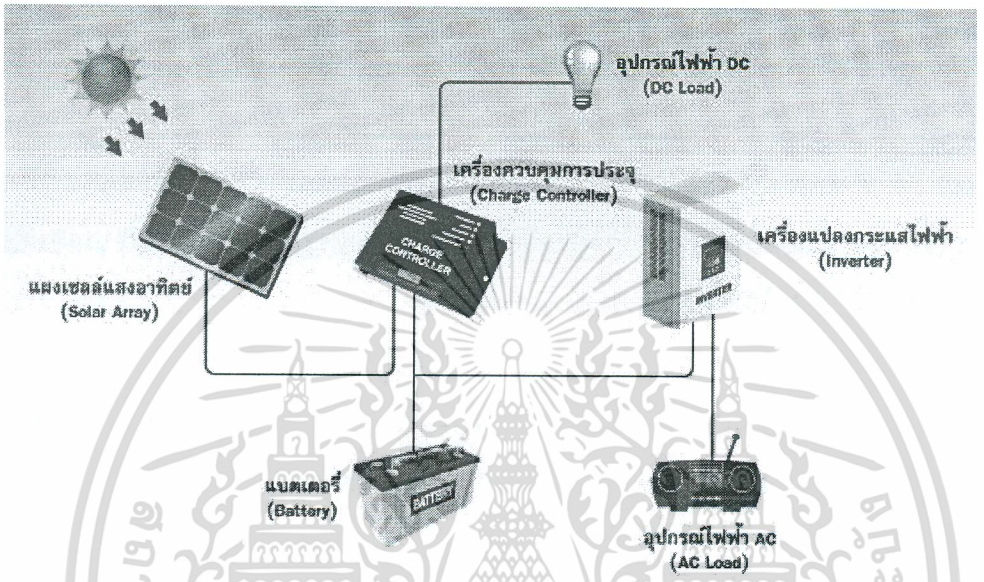
[40] Gigaom.**Silevo unveils hybrid solar cell tech, Chinese factory.** [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://gigaom2.files.wordpress.com/2011/10/silevo-single-buss-bar-cell.jpg. (12 เมษายน2556).

[41] Samlexsolar. **Solar (PV) Cell Module ,Array.** [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://www.samlexsolar.com/learning-center/solar-cell-module-array.aspx.(12 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้ากระแสตรง จึงนำกระแสไฟฟ้าไปใช้ได้เฉพาะกับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น หากต้องการนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับหรือเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ต่อไป จะต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ อีก โดยรวมเข้าเป็นระบบที่ผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์สำคัญๆ มีดังนี้



ภาพที่ 2.40 อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์[42]

ที่มา : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

2.7.3.1 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module)

ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสตรงและมีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) มีการนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆ เซลล์มาต่อกันเป็นแถวหรือเป็นชุด (Solar Array) เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าใช้งานตามที่ต้องการ โดยการต่อกันแบบอนุกรม จะเพิ่มแรงดันไฟฟ้า และการต่อกันแบบขนาน จะเพิ่มพลังงานไฟฟ้า หากสถานที่ตั้งทางภูมิศาสตร์แตกต่างกันก็จะมีผลให้ปริมาณของค่าเฉลี่ยพลังงานสูงสุดในหนึ่งวันไม่เท่ากันด้วย รวมถึงอุณหภูมิก็มีผลต่อการผลิตพลังงานไฟฟ้า หากอุณหภูมิสูงขึ้น การผลิตพลังงานไฟฟ้าจะลดลง

---

[42] Leonics. **ความรู้เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์**. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge .php. (12 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.2 เครื่องควบคุมการประจุ (Charge Controller)

ทำหน้าที่ประจุกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าสู่แบตเตอรี่และควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าให้มีปริมาณเหมาะสมกับแบตเตอรี่ เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ รวมถึงการจ่ายกระแสไฟฟ้าออกจากแบตเตอรี่ด้วย ดังนั้น การทำงานของเครื่องควบคุมการประจุ คือ เมื่อประจุกระแสไฟฟ้าเข้าสู่แบตเตอรี่จนเต็มแล้ว จะหยุดหรือลดการประจุกระแสไฟฟ้า ระบบพลังงานแสงอาทิตย์จะใช้เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าในกรณีที่มีการเก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่เท่านั้น

2.7.3.3 แบตเตอรี่ (Battery)

ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้เวลาที่ต้องการ เช่น เวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เวลากลางคืน หรือนำไปประยุกต์ใช้งานอื่นๆ แบตเตอรี่มีหลายชนิดและหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม

2.7.3.4 เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)

ทำหน้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าจากกระแสตรง (DC) ที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เพื่อให้สามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับ แบ่งเป็น 2 ชนิด ซายน์เวฟ อินเวอร์เตอร์ (Sine Wave Inverter) ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับทุกชนิด และโมดิฟายซายน์เวฟ อินเวอร์เตอร์ (Modified Sine Wave Inverter) ใช้ได้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ไม่มีส่วนประกอบของมอเตอร์และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เป็น Electronic ballast

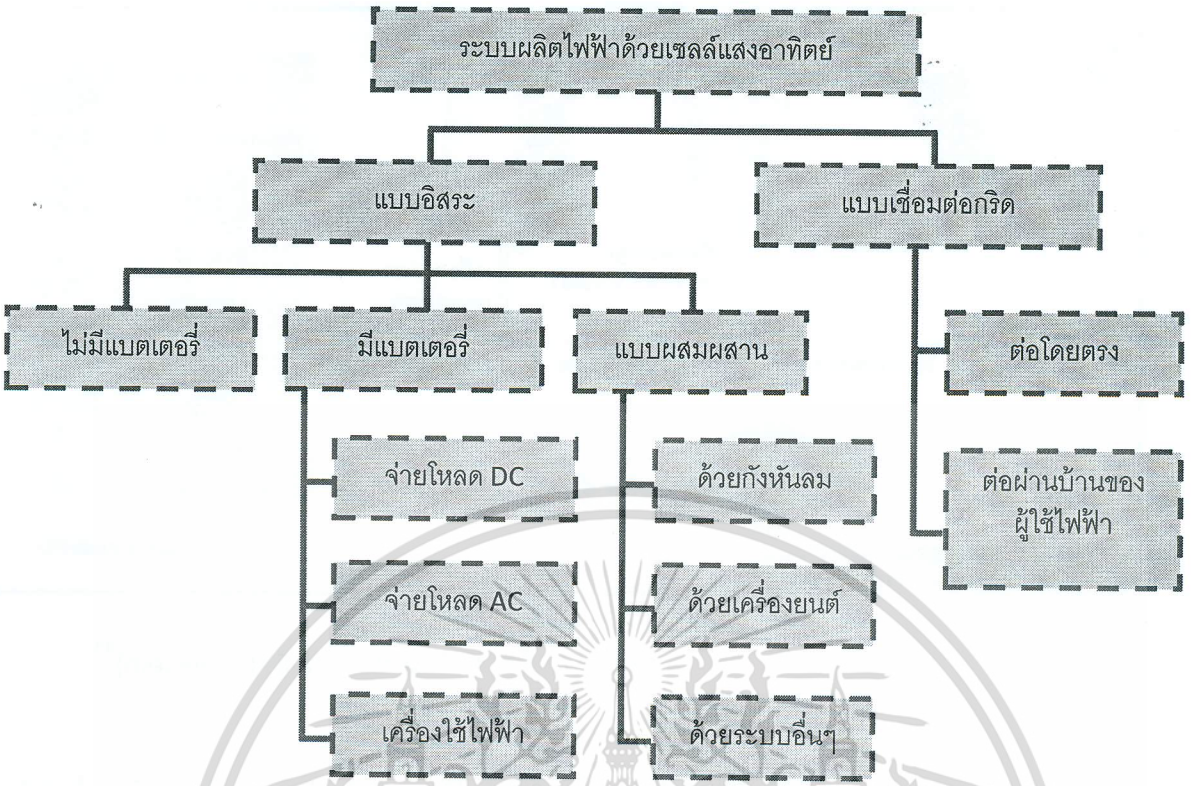
2.7.3.5 ระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection)

ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อฟ้าผ่า หรือเกิดการเหนี่ยวนำทำให้ความต่างศักย์สูง ในระบบทั่วไปมักไม่ใช้อุปกรณ์นี้ จะใช้สำหรับระบบขนาดใหญ่และมีความสำคัญเท่านั้น รวมถึงต้องมีระบบสายดินที่มีประสิทธิภาพด้วย

2.7.4 ระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand-alone Solar System) และระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected Solar System) โดยประกอบด้วยระบบย่อยต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

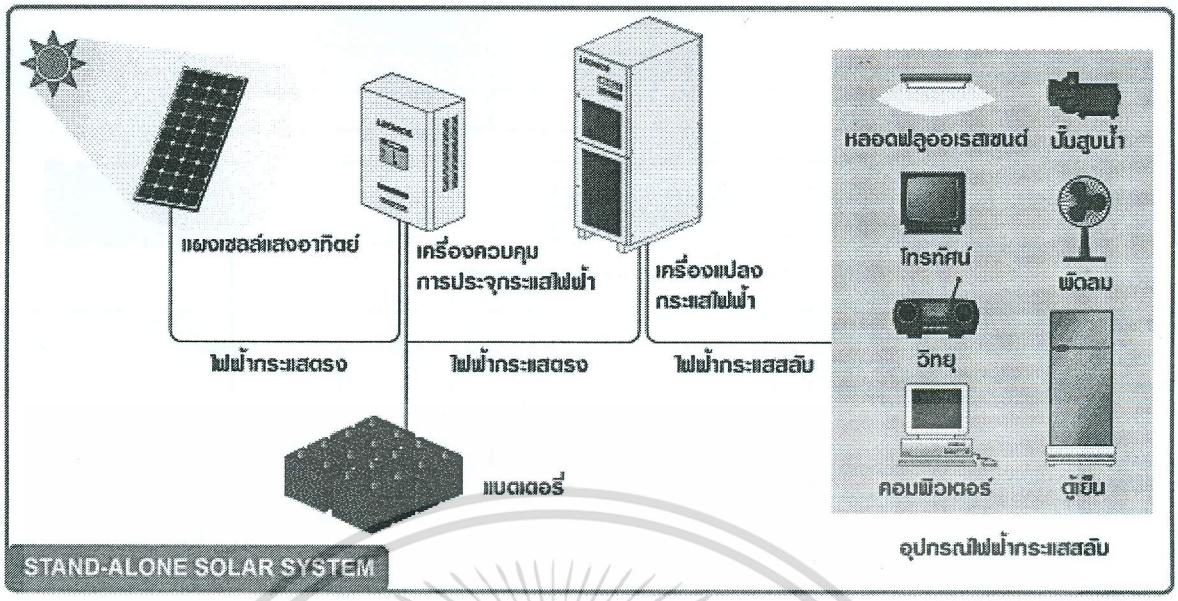


ภาพที่ 2.41 ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ

2.7.4.1 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand-alone Solar System)

เป็นระบบที่นำเซลล์แสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในการผลิตไฟฟ้าโดยที่ไม่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้าจากสายส่งของการไฟฟ้า นิยมใช้กับระบบของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดเล็ก เช่น เครื่องคิดเลข นาฬิกา ไฟฉาย เป็นต้น และนิยมใช้ในพื้นที่ห่างไกลหรือพื้นที่ที่ไม่มีสายไฟฟ้าส่งไปถึง มีหลักการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ช่วงเวลา กล่าวคือ ช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดพร้อมทั้งประจุพลังงานไฟฟ้าส่วนเกินไว้ในแบตเตอรี่พร้อมๆ กัน ส่วนในช่วงกลางคืน เซลล์แสงอาทิตย์ไม่ได้รับแสงแดดจึงไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ ดังนั้น พลังงานจากแบตเตอรี่ที่เก็บประจุไว้ในช่วงกลางวันจะถูกจ่ายให้แก่โหลด จึงสามารถกล่าวได้ว่าระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระสามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าให้โหลดได้ทั้งกลางวันและกลางคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.42 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบอิสระ (Stand-alone Solar System)[43]

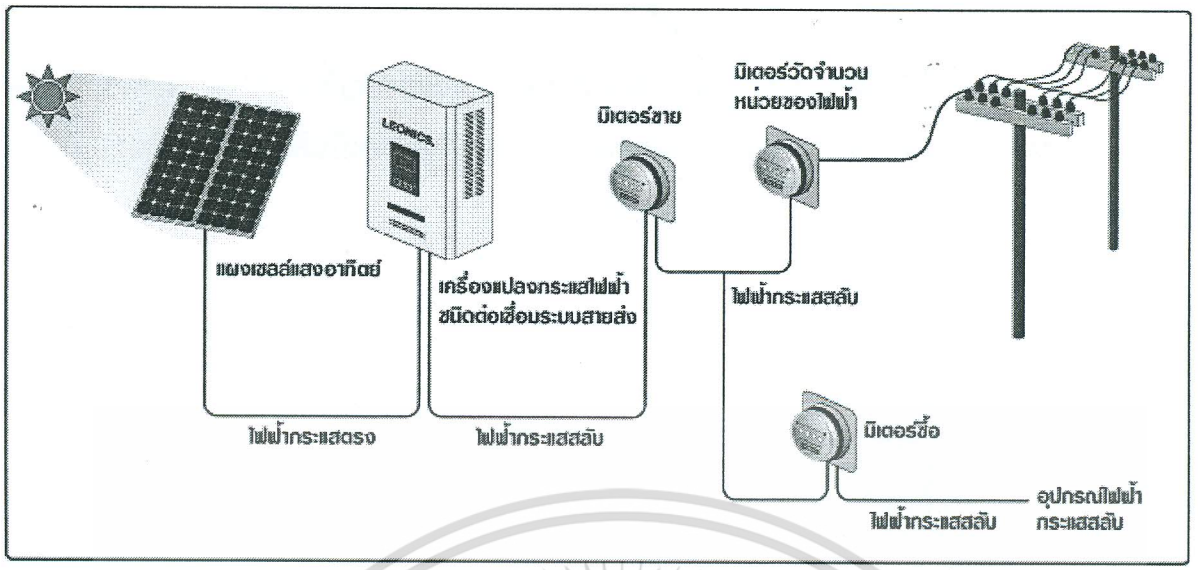
2.7.4.2 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected Solar System)

เป็นระบบที่นำเซลล์แสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในการผลิตไฟฟ้า มีการต่อเข้ากับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า โดยอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบจำหน่ายไฟฟ้าแนชชันแนลกริด (National Grid) โดยตรง มีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 ช่วง กล่าวคือ ในช่วงเวลากลางวัน เซลล์แสงอาทิตย์ได้รับแสงแดดสามารถผลิตไฟฟ้าจ่ายให้แก่โหลดได้โดยตรง โดยผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ และหากมีพลังงานไฟฟ้าส่วนที่เกินจะถูกจ่ายเข้าระบบจำหน่ายไฟฟ้า สังเกตได้เนื่องจากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนกลับทาง ส่วนในช่วงกลางคืนเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถผลิตไฟฟ้าได้ กระแสไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าจะจ่ายให้แก่โหลดโดยตรง สังเกตได้จากมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าจะหมุนปกติ ดังนั้นระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายจะเป็นการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง

---

[43] Leonics. **ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระ** (Stand-alone Solar System). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/SAS.php.(19 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.43 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected Solar System)[44]

ส่วนประกอบของระบบ

ส่วนประกอบสำคัญของระบบแบบกริด ประกอบด้วย

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (ต่อรวมกันอาเรย์)
- กล่องต่อรวมสาย
- เมนสวิตซ์ด้านดีซีและเอซี
- อินเวอร์เตอร์ (แบบต่อกริด)[45]
- มิเตอร์และตู้ควบคุม
- มิเตอร์และเมนสวิตซ์ต่อเข้ากริด

---

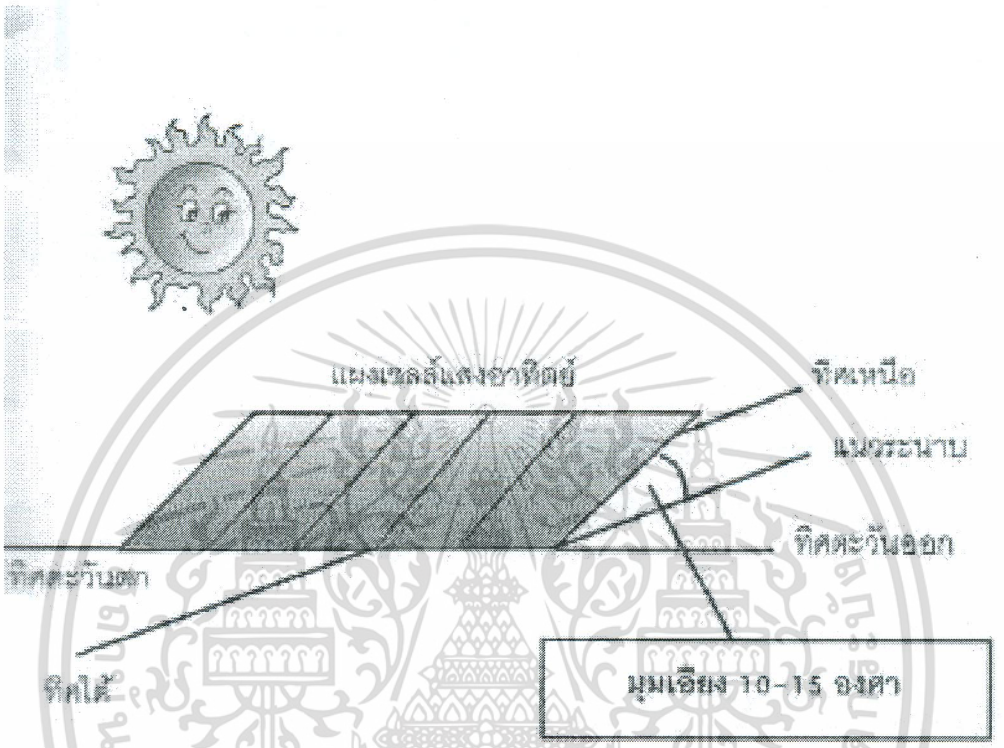
[44] Leonics.**ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งอิสระ** (Stand-alone Solar System). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.leonics.co.th/html/th/pd_ecs/SAS.php.(19 เมษายน 2556).

[45] **อินเวอร์เตอร์**เป็นอุปกรณ์ที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงเป็นกระแสไฟฟ้าสลับ ในการแปลงดังกล่าวจะเกิดการสูญเสียขึ้นเสมอ โดยทั่วไปประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์มีค่าประมาณร้อยละ 85-90 หมายความว่าถ้าต้องการใช้ไฟฟ้า 85-90 วัตต์ เราควรเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ 100 วัตต์ เป็นต้น ในการใช้งานเราควรติดตั้งอินเวอร์เตอร์ในที่ร่มอุณหภูมิไม่เกิน 40 C° ความชื้นไม่เกินร้อยละ 60 อากาศระบายได้ดี ไม่มีสัตว์เช่น หนู งู มารบกวน และมีพื้นที่ให้บำรุงรักษาได้เพียงพอ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ถูกต้องมีส่วนสำคัญที่จะทำให้การผลิตกระแสไฟฟ้าทำได้ผลสมบูรณ์ เต็มขีดความสามารถของแผง ผู้ใช้หรือผู้ติดตั้งจำเป็นต้องพิถีพิถันในการติดตั้งเป็นพิเศษและควรคำนึงถึงองค์ประกอบด้านต่างๆ ด้วย



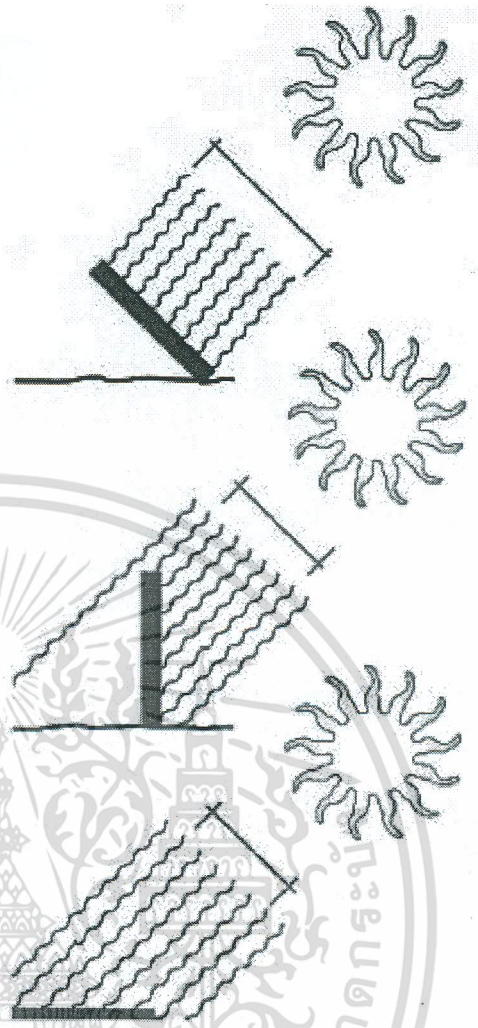
ภาพที่ 2.44 การวางเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์[46]

การติดตั้งนั้นควรวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ วิธีที่ดีที่สุดคือใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) โดยแผงจะติดตั้งบนโครงเหล็กที่มีมอเตอร์ควบคุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวัน อีกวิธีคือ วางมุมเอียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับประเทศไทยนั้นตำแหน่งที่ตั้งจะอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ ดังนั้นหากต้องการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้ผลดีที่สุด จะต้องหันหน้าแผงไปทางทิศใต้ โดยทำมุมกับพื้นราบ 10-15 องศา ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องเลือกสถานที่ที่สามารถให้แผงหันองศาหรือปรับทิศทางได้จากทางทิศเหนือไปจรดทิศใต้

---

[46] คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล.Solar inverter.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/virtual2/solar-cell/index3.html. (19 เมษายน 2556).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.45 การวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่างกัน[47]

สถานที่ติดตั้งต้องไม่มีเงาไม้หรือสิ่งกีดขวางใดๆ มาบดบังในระหว่างวัน หรือปราศจากเศษใบไม้ที่จะหล่นมาปกปิดแผง ทั้งนี้ผู้ใช้ต้องตรวจตราอยู่เป็นประจำด้วย

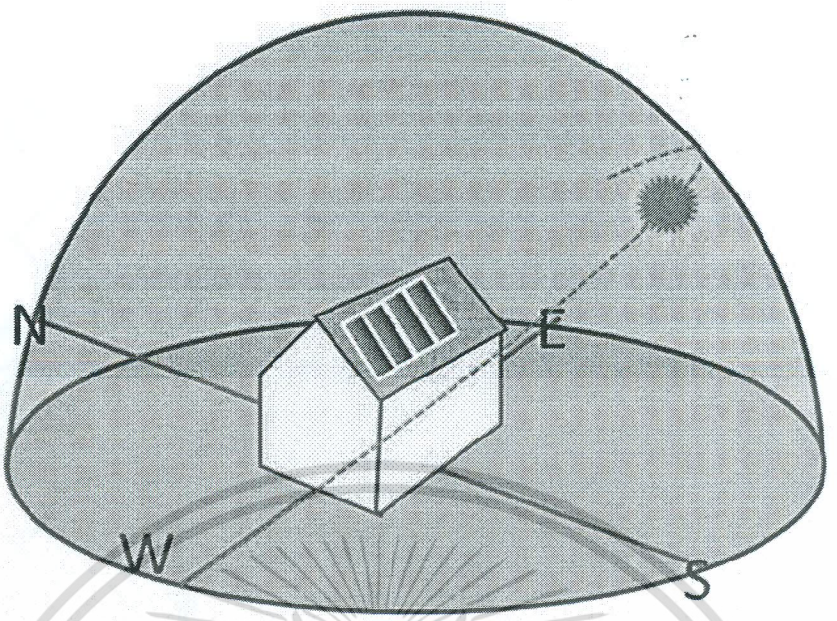
2.7.6 ลักษณะของโครงสร้างรองรับแผง

โครงสร้างรองรับแผงโดยมากจะออกแบบให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่และจำนวนแผงที่จะติดตั้ง สภาพพื้นที่โดยทั่วไปจะพิจารณาว่าเป็นพื้นที่ราบที่มีน้ำท่วมถึงหรือไม่ หรือเป็นพื้นที่ลาดชัน ทั้งนี้เพื่อจะได้กำหนดความสูงของฐานรองรับแผง

---

[47] Thaipowertech. **โซล่าเซล**.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.thaipowertech.com/images/column_1329581778/angle%20solar.jpg. (19 เมษายน 2556).

การนี้ก็เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.46 การติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาให้ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์[48]

ในบางกรณีหากแผงมีจำนวนไม่มากอาจใช้หลังคาบ้านเพื่อติดตั้งแผงได้ แต่สภาพโครงหลังคาต้องมีความแข็งแรงพอ อีกประการหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงคือสภาพพื้นที่ทำการติดตั้ง บางพื้นที่จะมีปัญหาเรื่องต้นไม้หรือเงาไม้ บางพื้นที่กลับพบว่าจุดที่ติดตั้งเป็นแอ่ง จึงต้องใช้ฐานแบบสูงเพื่อป้องกันน้ำท่วมในหน้าน้ำ ในบางพื้นที่มีปัญหาด้านการขนส่งในการออกแบบโครงสร้างรองรับแผง จึงต้องพิจารณาในปัญหาเหล่านี้ด้วย เช่น โครงสร้างเหล็กมีขนาดยาวและน้ำหนักมากมีปัญหาด้านการขนส่งเข้าไปในพื้นที่ติดตั้ง

พอจะสรุปได้ว่าลักษณะโครงสร้างรองรับแผง จะต้องคำนึงถึงจำนวนแผงและพื้นที่ติดตั้งตลอดจนการขนส่งเป็นสำคัญ แต่ที่นิยมติดตั้งกันตามบ้านพักอาศัยมักจะเป็นการติดตั้งบนหลังคา เนื่องจากใช้จำนวนแผงไม่มากและไม่สิ้นเปลืองพื้นที่

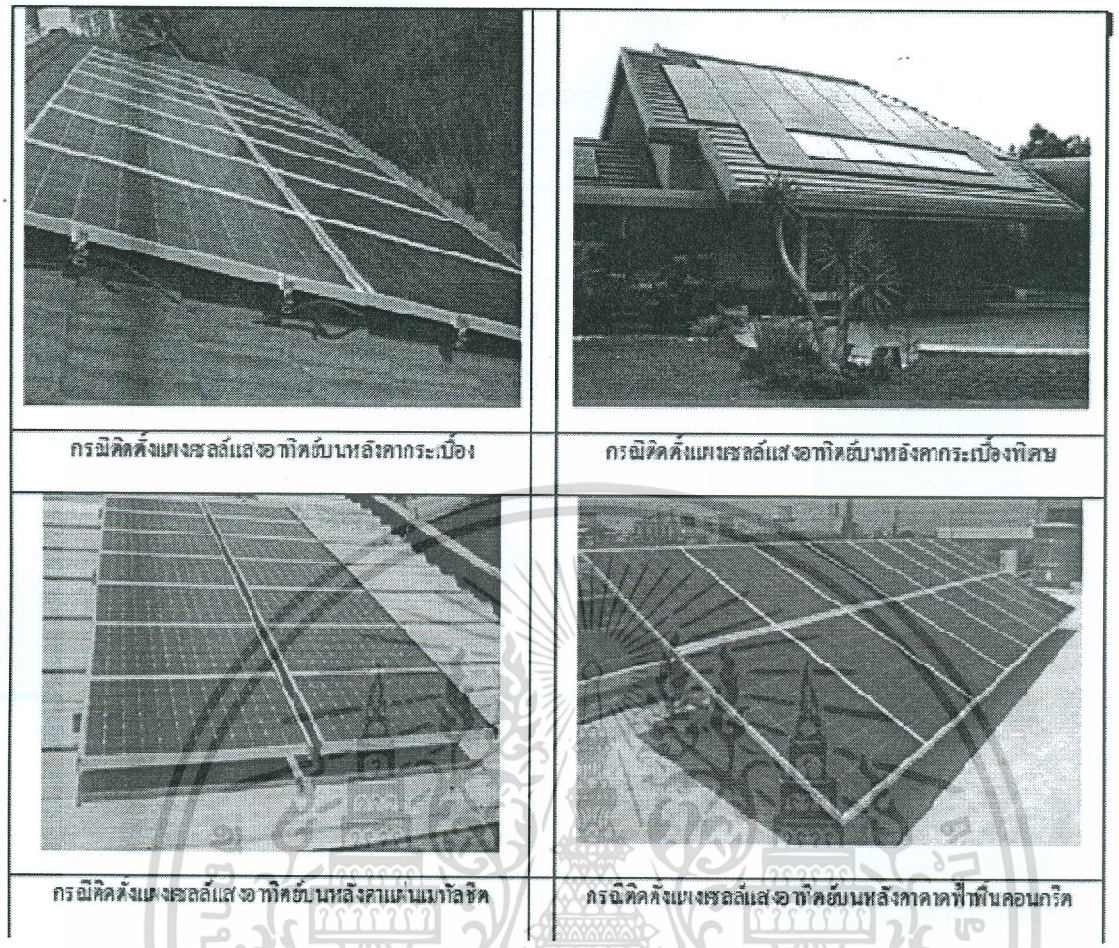
2.7.7 การติดตั้งแผงจำนวนไม่มาก

สามารถติดตั้งบนหลังคาบ้าน โดยหันทิศทางด้านหน้าแผงไปทางทิศใต้ให้ทำมุมกับพื้นราบ 15 องศา ในกรณีที่หลังคาทำมุม 15 องศาอยู่แล้ว ก็สามารถติดตั้งได้เลย หากหลังคาทำมุมเกิน 15 องศา ก็ให้รองแผงส่วนล่างขึ้นเพื่อให้ได้มุม 15 องศา

---

[48] Thaisolarfuture. **รายละเอียดด้านเทคนิคของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.thaisolarfuture.com/solarroof.php?cat=13. (19 เมษายน 2556).

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



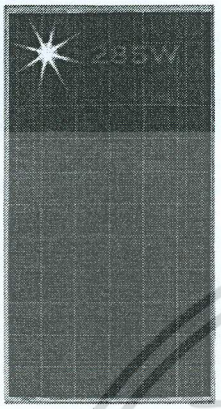
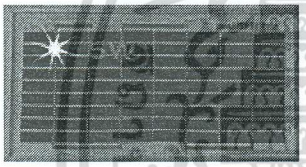
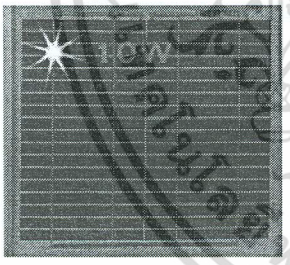
ภาพที่ 2.47 ภาพการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาแบบต่างๆ[49]

[49] Thaisolarfuture. **รายละเอียดด้านเทคนิคของระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก :http://www.thaisolarfuture.com/solarroof.php?cat=13.(19 เมษายน 2556).

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

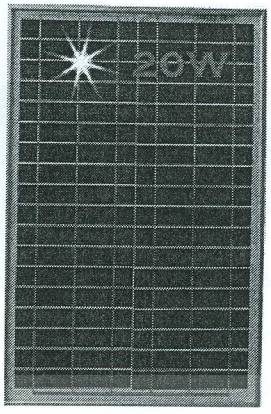
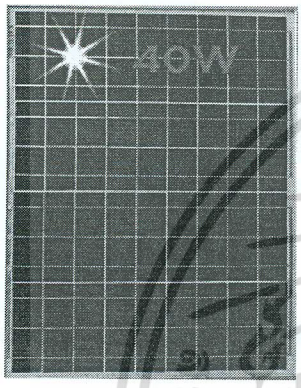
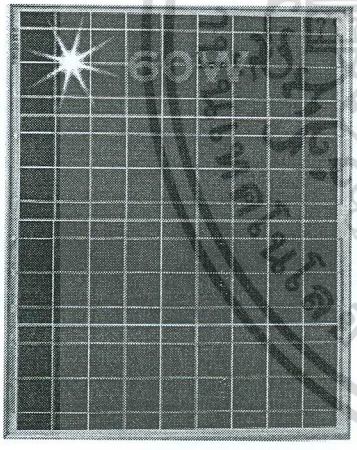
2.7.8 ราคาของเซลล์แสงอาทิตย์

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบขนาด รายละเอียด ราคา ของเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทต่างๆ

เซลล์แสงอาทิตย์	ขนาด	รายละเอียด	ราคา
Poly Crystalline Silicon[50] Solar 	285w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 35.4V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 8.37A ราคาต่อวัตต์ 22.80 บาท ขนาด 2x1 เมตร หนัก 27 กก.	6,500 บาท
Mono Crystalline Silicon Solar 	5w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 0.27A ราคาต่อวัตต์ 80 บาท	400 บาท
	10 w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 0.55A ราคาต่อวัตต์ 70 บาท	700 บาท

[50] Solartech. **ไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์** SOLAR CELL **ราคาถูก.** [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://solartech-center.blogspot.com/. (19 เมษายน 2556)

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	20 w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 1.11A ราคาต่อวัตต์ 55 บาท	1,100 บาท
	40 w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 2.22A ราคาต่อวัตต์ 55 บาท	2,200 บาท
	60 w	แรงดันไฟฟ้าสูงสุด 18V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 3.33A ราคาต่อวัตต์ 55 บาท	3,300 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.9 การบำรุงรักษาแผงเซลล์แสงอาทิตย์และอายุการใช้งาน

ภาพที่ 2.48 การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์[51]

---

[51] สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. **โซลาร์เซลล์-การบำรุงรักษาเซลล์แสงอาทิตย์.** [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.nstda.or.th/sciencevillages/?p=107. (19 เมษายน 2556)

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อายุการใช้งานเซลล์แสงอาทิตย์ โดยทั่วไปยาวนานกว่า 20 ปี การบำรุงรักษาก็ง่าย เพียงแต่คอยดูแลว่ามีสิ่งสกปรกตกค้างบนแผงเซลล์หรือไม่ เช่น ฝุ่น มูลนก ใบไม้ ถ้าพบว่ามีสิ่งสกปรก ก็ใช้น้ำทำความสะอาดปีละ 1–2 ครั้ง ก็เพียงพอ ห้ามใช้น้ำยาพิเศษล้างหรือใช้กระดาษทรายขัดผิวกระจกโดยเด็ดขาด เมื่อเวลาฝนตก น้ำฝนจะช่วยชำระล้างแผงเซลล์ได้ตามธรรมชาติ
- สำหรับในระบบที่มีการใช้แบตเตอรี่ชนิดใช้น้ำกลั่น (Lead Acid) ห้ามใช้ไฟฟ้าจนแบตเตอรี่หมด แต่ควรใช้ไฟฟ้าเพียงร้อยละ 30–40 และเริ่มประจุไฟฟ้าใหม่ให้เต็มก่อนการใช้ครั้งต่อไป และต้องคอยหมั่นเติมน้ำกลั่นและเช็ดทำความสะอาดขั้วของแบตเตอรี่
- ในกรณีที่มีการใช้อินเวอร์เตอร์ ควรสังเกตว่ามีเสียงดังผิดปกติหรือเกิดความร้อนผิดปกติหรือไม่ ถ้าพบความผิดปกติให้รีบตัดระบบไฟฟ้าออกจากอินเวอร์เตอร์ และติดต่อบริษัทผู้ขายเพื่อให้ตรวจหาสาเหตุและแก้ไขให้ใช้งานได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การศึกษาบ้านพักอาศัยที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการปรับอากาศต่ำ

การดำเนินการวิจัยโดยใช้บ้านพักอาศัยชั้นเดียวในเขตจตุจักรซึ่งเป็นบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพที่ลดการใช้เครื่องปรับอากาศและประหยัดพลังงานไฟฟ้าโดยวิธีพาสซีฟ พึ่งพาธรรมชาติในการป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร ภายในบ้านมีลานโล่ง (court) และมีลานโล่งภายนอกตัวบ้าน ทำให้มีการระบายอากาศภายในบ้านดีและใช้ฉนวนป้องกันความร้อนที่หลังคา เป็นบ้านชั้นเดียว พื้นที่ภายในบ้านประมาณ 170 ตารางเมตร (ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554) นำมาเป็นบ้านตัวอย่างในการวิจัยเพื่อทำการทดลองติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ บ้านที่ใช้ในการศึกษาตั้งอยู่ในเขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีความหนาแน่นของประชากรสูง 4,904.86 คน/ตารางกิโลเมตร (ที่มา: สำนักบริหารการทะเบียน กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย : รายงานสถิติจำนวนประชากรและบ้าน รายจังหวัด รายอำเภอ และรายตำบล ณ เดือนธันวาคม พ.ศ.2554) เขตจตุจักรอยู่ในกลุ่มเขตกรุงเทพฯ เหนือเป็นแหล่งการค้า การบริการ และแหล่งที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ในพื้นที่เขตจตุจักรมีทางสายหลัก ถนนลาดพร้าว ถนนพหลโยธิน ถนนกำแพงเพชร ทางน้ำมีคลองบางเขน คลองเปรมประชากร นอกจากนี้ยังมีเส้นทางขนส่งมวลชนระบบรางตัดผ่านในพื้นที่เขต โดยมีสถานี 2 แห่ง คือ สถานีกำแพงเพชรและสถานีสวนจตุจักร เป็นที่ตั้งของสถานีหมอชิตซึ่งเป็นจุดสิ้นสุดของรถไฟฟ้าบีทีเอสสายสุขุมวิท สถานที่สำคัญ ตลาดนัดจตุจักร สวนสาธารณะจตุจักร สวนสาธารณะวชิรเบญทัศ สวนสาธารณะสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ ตลาดนัด อตก. สวนรถไฟ สถานีขนส่งหมอชิต จัดได้ว่าบ้านพักอาศัยที่ใช้ในการศึกษาตั้งอยู่ในเขตเมืองที่มีความหนาแน่นสูง

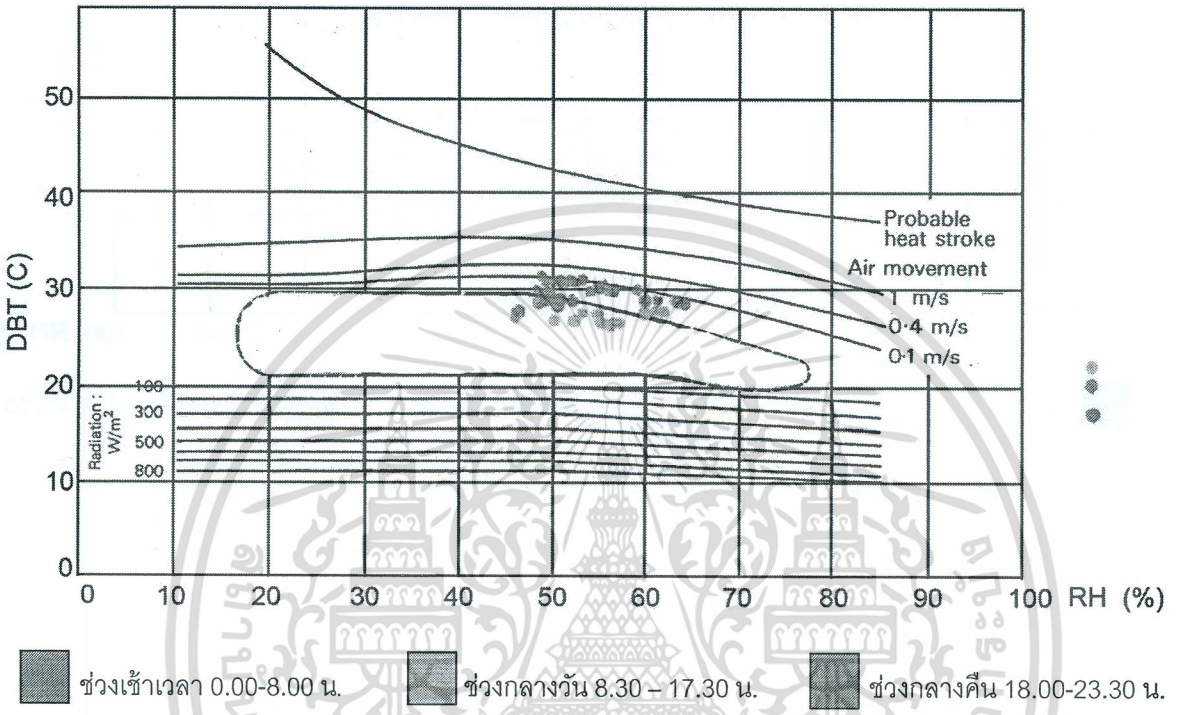
3.1.1 ลักษณะสำคัญของบ้าน

1) บ้านพักอาศัยชั้นเดียวเจ้าของบ้านปลูกพันธุ์ไม้นานาชนิด ประกอบด้วยไม้ยืนต้นให้ร่มเงา ไม้พุ่มกลางที่มีใบเล็ก และไม้คลุมดินรายรอบบ้าน พื้นดาดแข็งใช้กรวดโรยแทนการทำแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ช่วยให้น้ำฝนไม่ท่วมขัง สร้างความร่มรื่นและรู้สึกสบายให้กับคนในบ้านทั้งสามฤดูตลอดปี ซึ่งกล่าวได้ว่าภายในบ้านมีความสบายทางอุณหภูมิและสามารถลดภาระการใช้เครื่องปรับอากาศได้

2) วางทิศทางของบ้านตามหลักการรับลมหลบแดด ช่องเปิดหน้าต่างอยู่ทางทิศเหนือ-ใต้ เพื่อการระบายอากาศตามธรรมชาติ และภายในบ้านมีช่องเปิดตรงกัน (crossventilation) ทุกห้องได้รับแสงธรรมชาติ ทำให้มีสุขอนามัยที่ดี

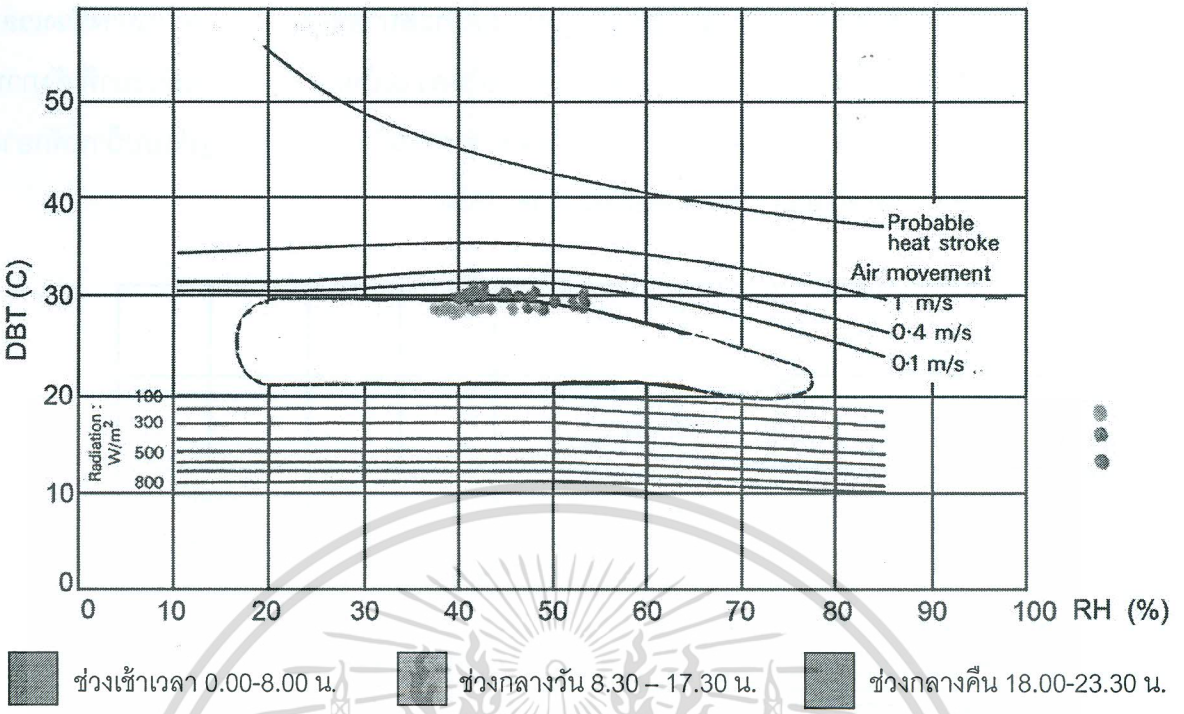
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ภายในบ้านมีอุณหภูมิอยู่ในขอบเขตภาวะสบายทั้งสามฤดู และในบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่นอกเขตภาวะสบาย ก็สามารถเปิดพัดลมช่วยในความเร็วลม 0.1 เมตรต่อวินาที ดังภาพที่ 3.1 และ 3.2 (ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554)



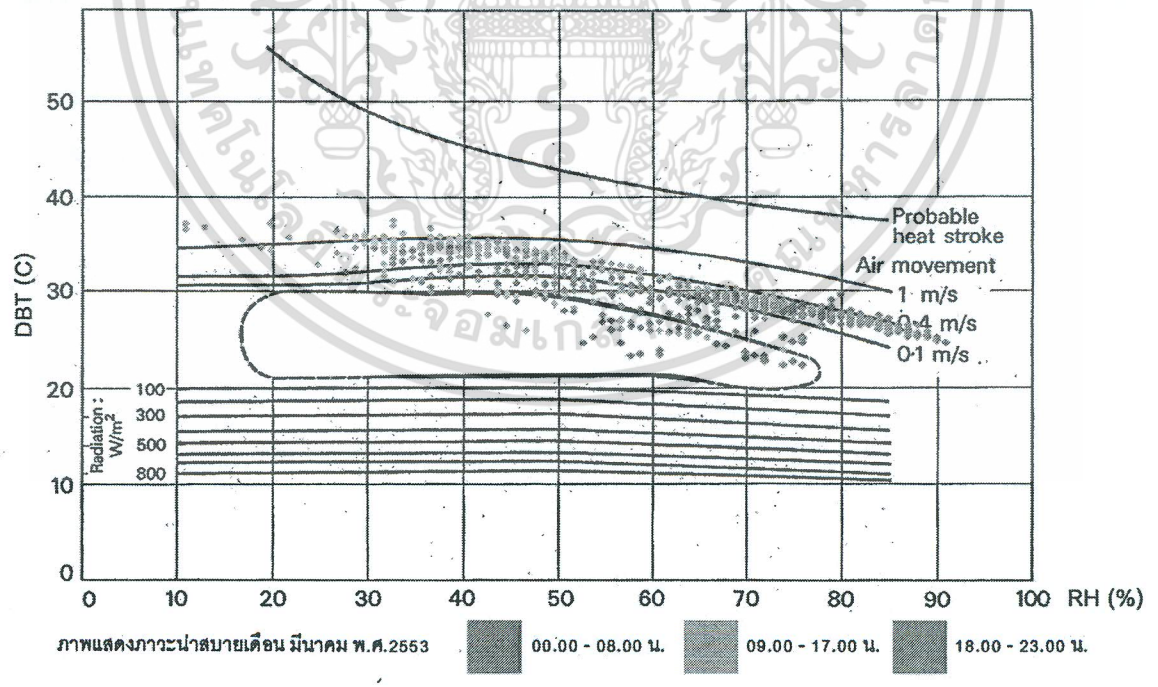
ภาพที่ 3.1 แสดงค่าภาวะสบายภายในห้องสตูดิโอเดือนมีนาคม ฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2554
ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศ-ชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554, : 88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดงค่าภาวะสบายภายในห้องนอน เดือนมีนาคม ฤดูร้อน ปี พ.ศ. 2554

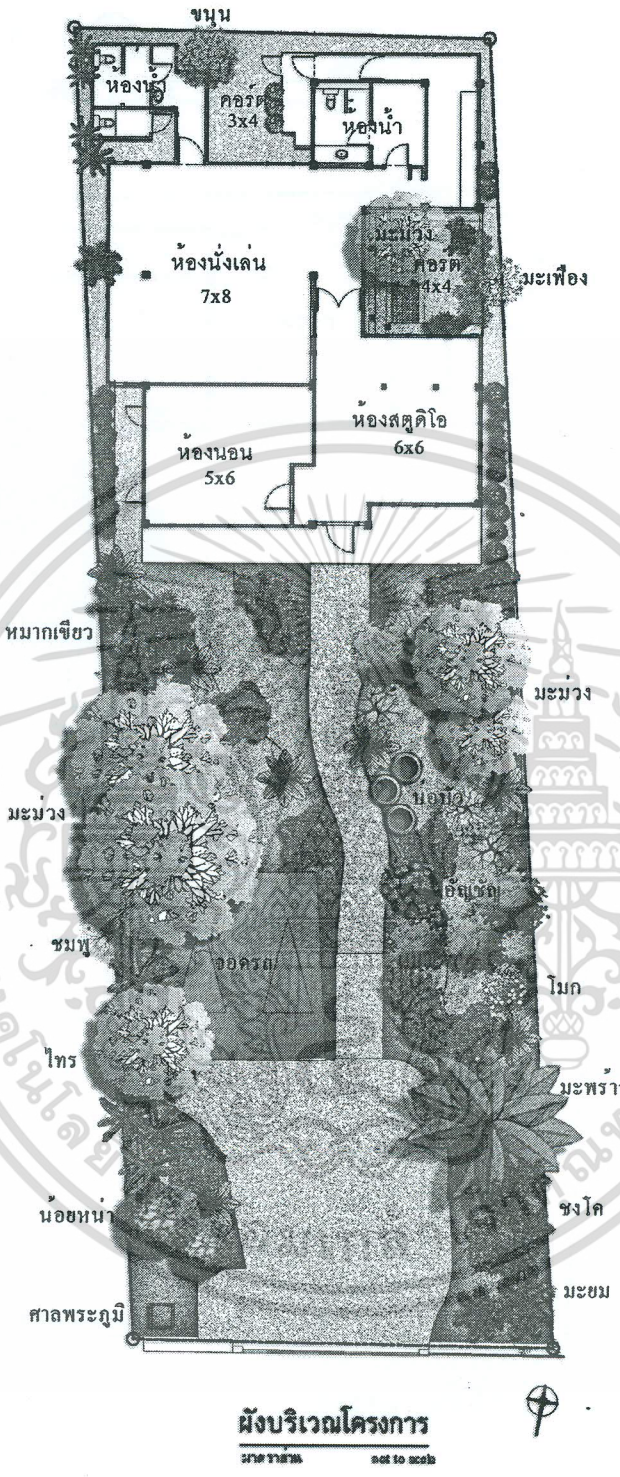
ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554, : 89



ภาพที่ 3.3 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของกรุงเทพมหานครในฤดูร้อน (มีนาคม) ตามช่วงเวลาของวัน

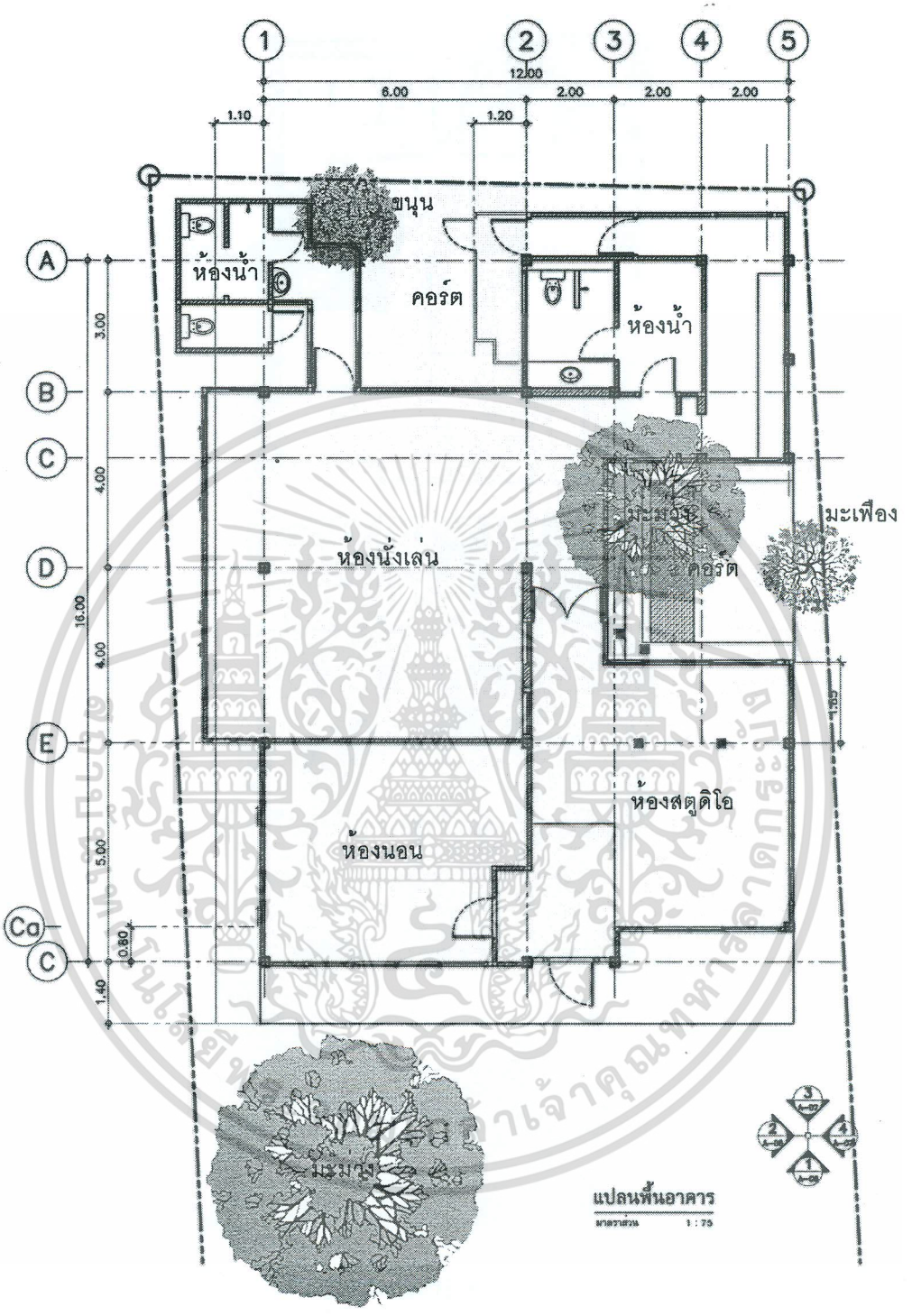
ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศ และศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554, : 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



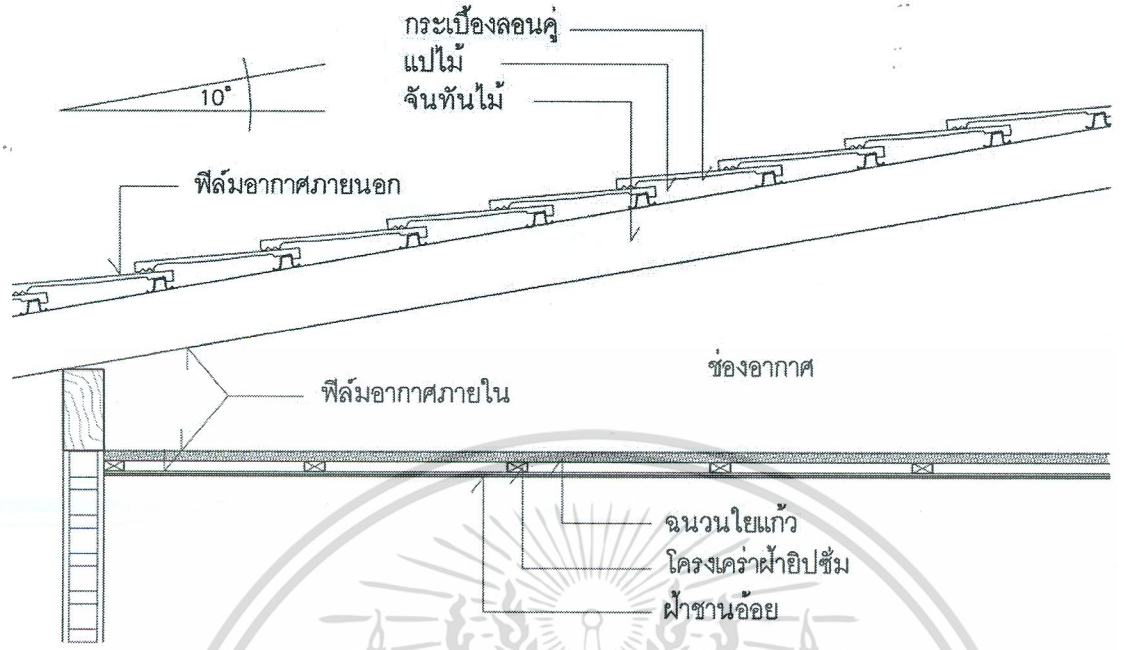
ภาพที่ 3.4 แสดงผังบริเวณบ้านซึ่งรายล้อมด้วยพันธุ์ไม้นานาชนิด
มีลานโล่งภายในบ้านและภายนอกบ้าน ทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดี ลดอุณหภูมิแวดล้อมลง
ทิศเหนือติดถนนซอยพหลโยธิน 19 กว้าง 6.00 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

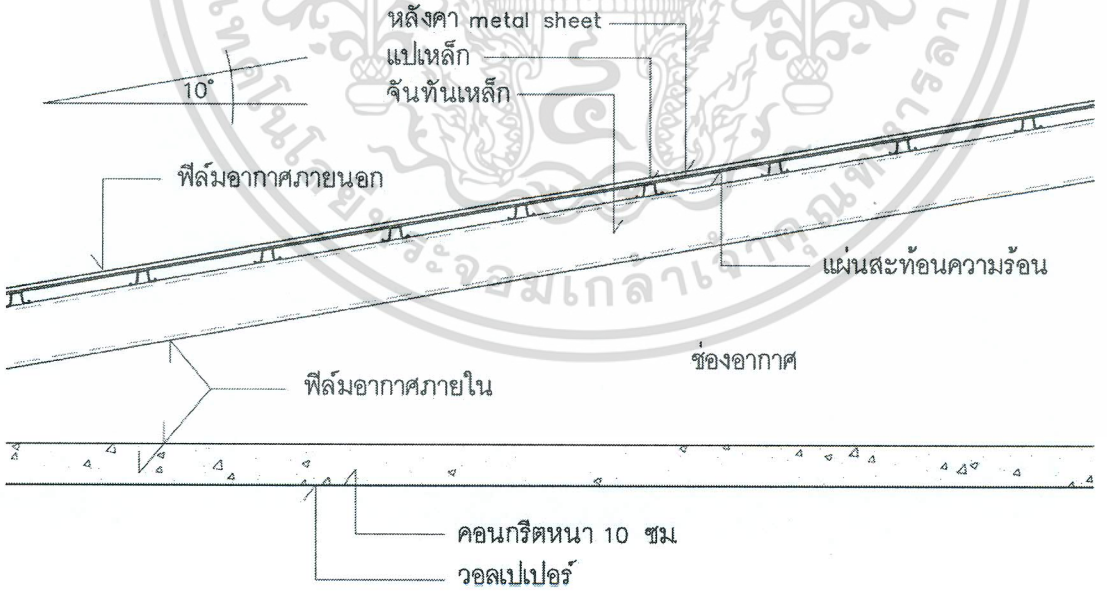


ภาพที่ 3.5 แสดงแปลนบ้าน พื้นที่ขนาดประมาณ 150 ตารางเมตร มีช่องเปิดในแนวทิศเหนือ-ใต้ และส่วนใหญ่มีช่องเปิดตรงกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

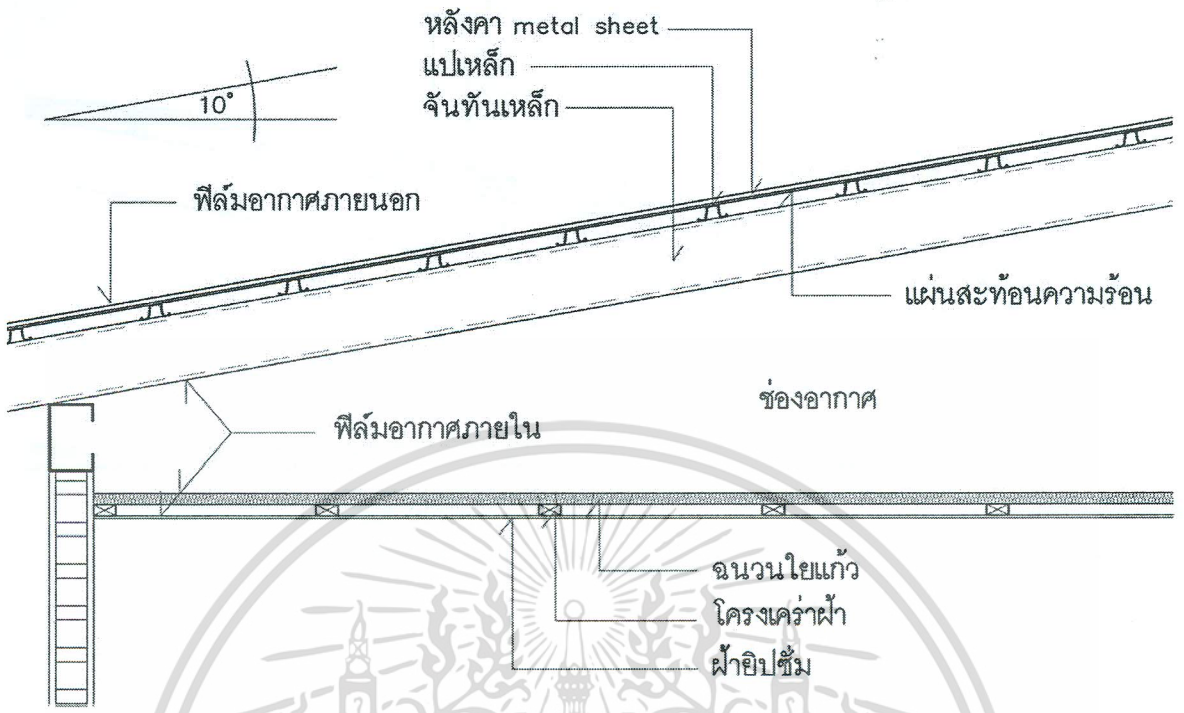


ภาพที่ 3.6 แสดงรูปตัดหลังคาส่วนห้องนั่งเล่น

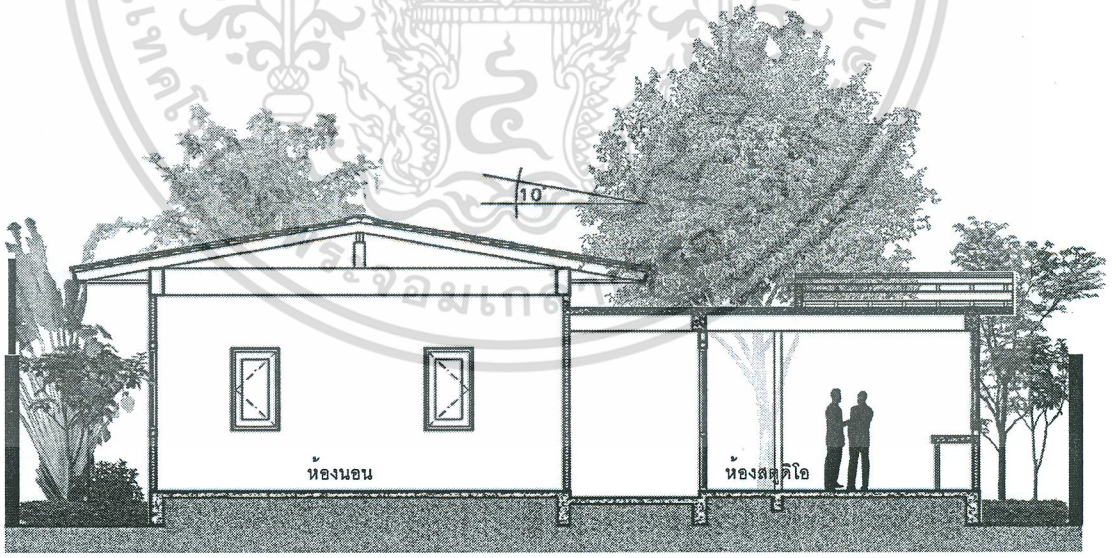


ภาพที่ 3.7 แสดงรูปตัดหลังคาส่วนห้องนั่งเล่นและห้องนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แสดงวัสดุหลังคาและฝ้าเพดานห้องทำงานสตูดิโอ

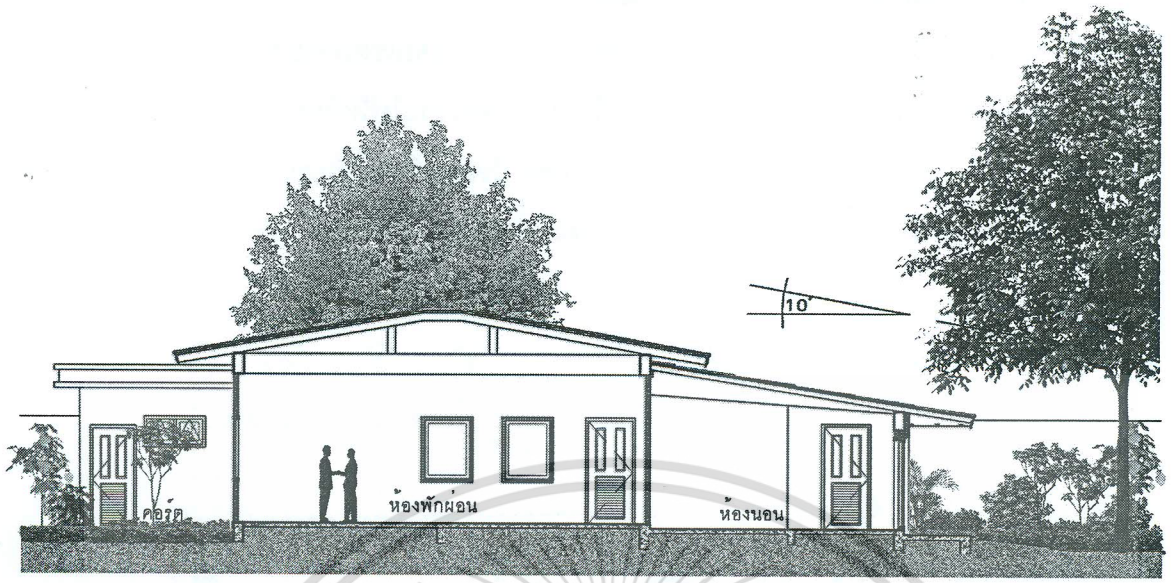


รูปตัด A

มาตราส่วน 1 : 75

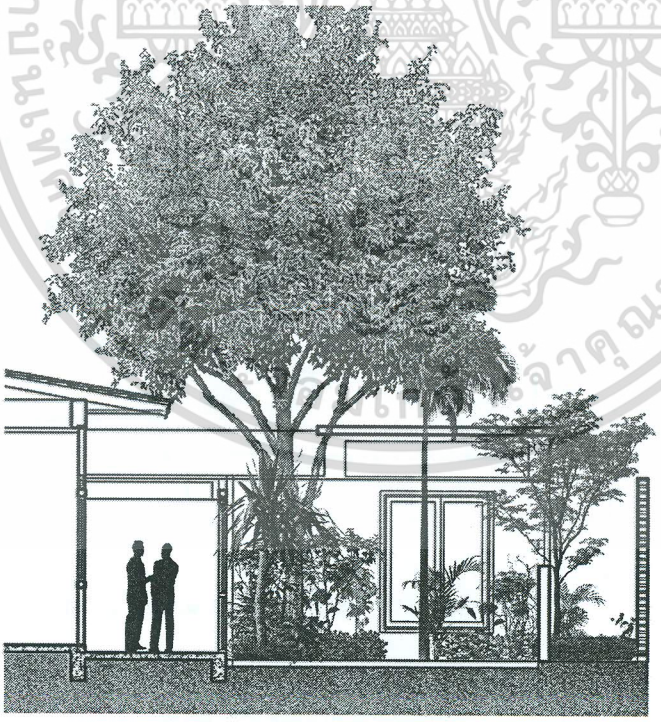
ภาพที่ 3.9 แสดงรูปตัดบ้านส่วนห้องนอนและห้องทำงานสตูดิโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปตัด B
มาตราส่วน 1 : 75

ภาพที่ 3.10 แสดงรูปตัดบ้านห้องนั่งเล่นและห้องนอนตามแนวทิศใต้และทิศเหนือ



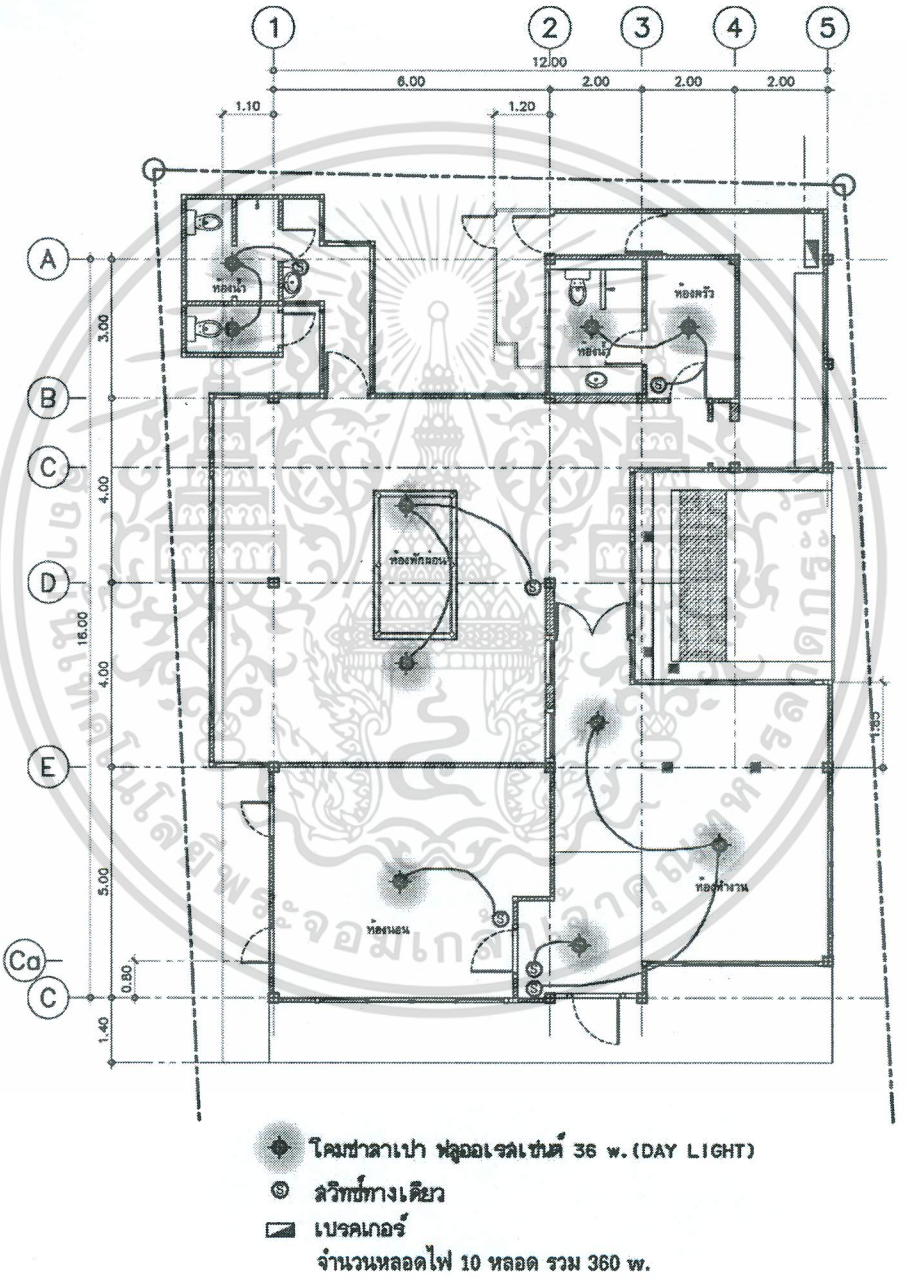
ขยายรูปตัดคอร์ต
มาตราส่วน 1 : 75

ภาพที่ 3.11 แสดงรูปตัดผ่านคอร์ตลานโล่งภายในบ้านและห้องพักผ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้านที่ใช้ศึกษา

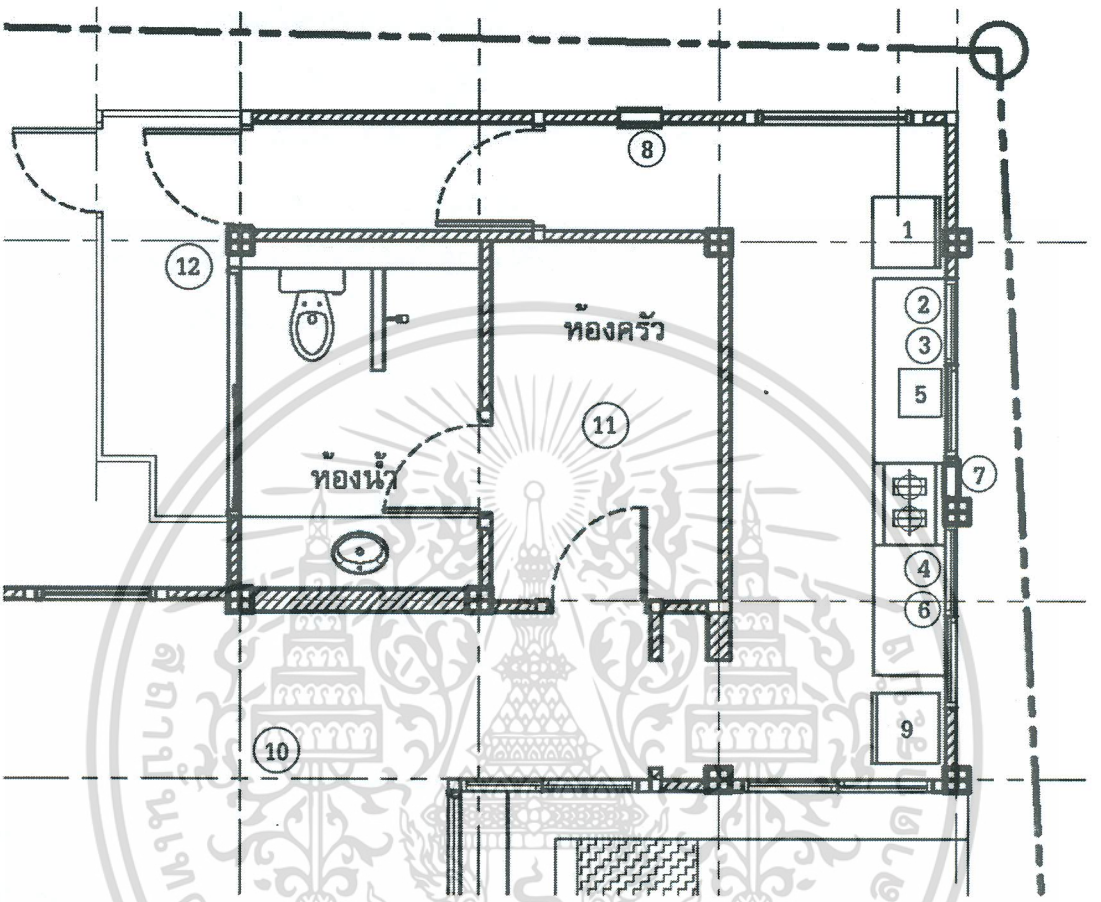
จากลักษณะบ้านที่ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านอยู่ในขอบเขตภาวะสบาย และใช้พัดลมในบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิอยู่นอกเหนือภาวะสบาย ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านมีปริมาณน้อยกว่าการใช้เครื่องปรับอากาศ ดังนั้นหากจะลงทุนติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนสำหรับบ้านที่ใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศต่ำ จึงเป็นการประหยัดงบประมาณมากกว่าและคุ้มค่าแก่การลงทุน



ภาพที่ 3.12 แสดงตำแหน่งดวงโคมในบ้านและการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างรวม 360 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องครัว



1. เครื่องซักผ้า 430 w.ใช้ 2 ชม./วัน
2. หม้อหุงข้าว 560 w.ใช้ 0.75 ชม./วัน
3. หม้อต้มแกง 680 w.ใช้ 0.75 ชม./วัน
4. กะทะไฟฟ้า 1,300 w.ใช้ 0.5 ชม./วัน
5. เตาไมโครเวฟ 800 w.ใช้ 0.5 ชม./วัน
6. กาต้มน้ำร้อน 1,000 w.ใช้ 0.25 ชม./วัน
7. พัดลมดูดอากาศ เหนือเตาไฟฟ้า 330 w.ใช้ 1 ชม./วัน
8. พัดลมดูดอากาศ ติดผนัง 25 w.ใช้ 2 ชม./วัน
9. ตู้เย็น 69 w.ใช้ 24 ชม./วัน
10. พัดลมเคลื่อนที่ตั้งโต๊ะ 50 w.ใช้ 1 ชม./วัน
11. โคมไฟเพดาน 1 ชุด 60 w.ใช้ 2 ชม./วัน
12. เครื่องปั๊มน้ำ 400 w.ใช้ 0.33 ชม./วัน

ภาพที่ 3.13 แสดงตำแหน่งเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นภายในบ้าน
และกำลังการใช้ไฟฟ้ารวม 5,704 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการกำลังไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จำเป็นในบ้าน

1. เครื่องซักผ้า กำลังไฟ 430 วัตต์ เปิดใช้งาน 2 ชั่วโมงต่อวัน
2. หม้อหุงข้าว 560 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.75 ชั่วโมงต่อวัน
3. หม้อต้มแกง 1 หม้อ 680 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.75 ชั่วโมงต่อวัน
4. กระทะไฟฟ้า 1 ชิ้น 1,300 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.5 ชั่วโมงต่อวัน
5. เตาไมโครเวฟ 800 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.5 ชั่วโมงต่อวัน
6. กาต้มน้ำร้อน 1,000 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.25 ชั่วโมงต่อวัน
7. พัดลมดูดอากาศ เหนือเตาไฟฟ้า 330 วัตต์ เปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงต่อวัน
8. พัดลมดูดอากาศติดผนัง 25 วัตต์ เปิดใช้งาน 2 ชั่วโมงต่อวัน
9. ตู้เย็น 69 วัตต์ เปิดใช้งาน 24 ชั่วโมง
10. พัดลมโคจรตั้งโต๊ะ 50 วัตต์ เปิดใช้งาน 1 ชั่วโมงต่อวัน
11. โคมไฟเพดาน 1 ชุด 60 วัตต์ เปิดใช้งาน 2 ชั่วโมงต่อวัน
12. โคมไฟเพดาน 1 โคม 60 วัตต์ เปิดใช้งาน 2 ชั่วโมงต่อวัน
13. เครื่องปั๊มน้ำ 400 วัตต์ เปิดใช้งาน 0.33 ชั่วโมงต่อวัน

จากรายการการใช้ไฟฟ้าภายในบ้านข้างต้นนำมาคำนวณหาค่าการใช้ไฟฟ้าได้ดังนี้

1. การใช้ไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างจากดวงโคมรวม 360 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน
2. การใช้ไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นในบ้านรวม 5,428 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน

รวมการใช้ไฟฟ้าซึ่งจะนำไปคำนวณเพื่อใช้พลังงานทดแทนสำหรับแผงโซลาร์เซลล์ทั้งสิ้น 5,788 วัตต์ชั่วโมงต่อวัน ในการวิจัยเมื่อคิดพื้นที่หลังคาที่เหมาะสมสำหรับติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์มากที่สุดได้ 40 ตารางเมตร แล้วจึงนำมาคำนวณหาจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ตามพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดดังนี้

แผงโซลาร์เซลล์แผงหนึ่งผลิตไฟฟ้าได้ 285 วัตต์ ดังนั้นต้องใช้แผงโซลาร์เซลล์จำนวน 15 แผง คิดเป็นพื้นที่ 30 ตารางเมตร (แผงโซลาร์เซลล์ขนาด 1.00 x 2.00 ตารางเมตร) และต้องมีพื้นที่ที่สำหรับการบริการอีก 10 ตารางเมตร รวมเป็น 40 ตารางเมตร

3.3 การพิจารณาการติดตั้งระบบแผงโซลาร์เซลล์

ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์นั้น แบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือ ระบบไฟฟ้าแบบอิสระ (Off grid system, Stand-alone system) และระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย หรือระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อกริด (Grid-connected system, Grid tied system)

ระบบไฟฟ้าแบบอิสระ (Off grid) นั้น แบ่งออกเป็น 3 ระบบด้วยกันคือ ระบบอิสระที่ไม่มีแบตเตอรี่ ระบบอิสระที่มีแบตเตอรี่ และระบบอิสระแบบผสมผสาน ระบบอิสระที่มีแบตเตอรี่จะสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรองไฟไว้ใช้ได้ตามช่วงเวลาการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้มากกว่าระบบอิสระที่ไม่มีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า ส่วนระบบอิสระแบบผสมผสานจะมีแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอื่นๆ ต่อร่วมกับระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อช่วยกันผลิตไฟฟ้า ทำให้ความสามารถในการผลิตไฟฟ้ามีสูงขึ้น ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ไฟฟ้าได้ดีกว่า เช่น การต่อระบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์และกังหันลมผลิตไฟฟ้า หรือการต่อระบบผสมผสานระหว่างเซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องยนต์ดีเซลกำเนิดไฟฟ้า เป็นต้น

ระบบผลิตไฟฟ้าแบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายหรือเชื่อมต่อกริด (Grid tied) มี 2 ระบบคือ ระบบที่ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แล้วแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจ่ายเข้ากับสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ระบบแบบนี้จะเป็นระบบของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ อีกระบบหนึ่งคือระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อเข้าระบบจำหน่าย (ระบบเชื่อมต่อกริด) ติดตั้งที่บ้านของผู้ใช้ไฟฟ้า แบบนี้เป็นระบบขนาดเล็ก (ที่มา: นภัทร วัจนเทพินทร์, การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง, หน้า 32, บ.สกายบุ๊กส์จำกัด, 2554)

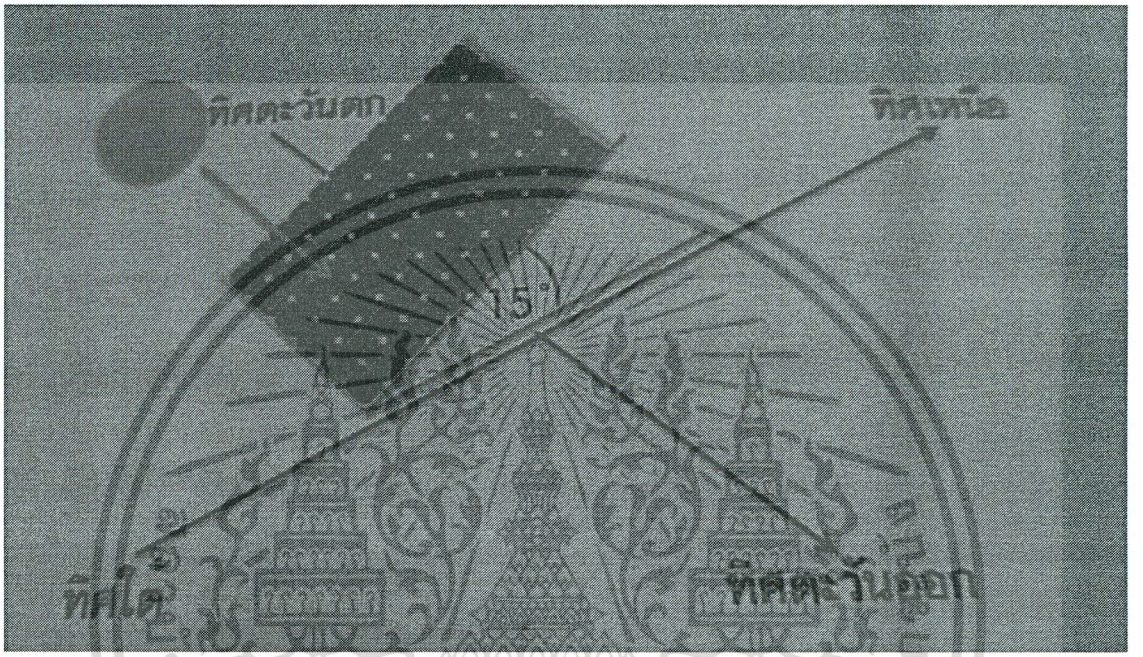
ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกริด (ต่อเข้าระบบจำหน่าย) เป็นระบบที่ใช้ในพื้นที่ที่มีระบบส่งจ่ายไฟฟ้าเข้าถึง เช่นในเขตเมืองและเมืองหลวง ซึ่งจะมีความคุ้มค่ามากกว่าและมีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับระบบอื่นๆ ระบบเชื่อมต่อแบบกริดที่ไม่มีแบตเตอรี่เก็บไฟฟ้าจะถูกกว่าระบบที่มีแบตเตอรี่เก็บไฟฟ้า สำหรับประเทศไทยมีแนวโน้มอัตราการติดตั้งในระบบเชื่อมต่อแบบกริดสูงมากเช่นเดียวกับประเทศอื่นๆ ทั่วโลก (ที่มา: นภัทร วัจนเทพินทร์, การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง, หน้า 38, บ.สกายบุ๊กส์จำกัด, 2554)

3.4 มุมเอียงของแผงโซลาร์เซลล์

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์เพื่อให้ได้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุดนั้น ต้องวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันในทุกฤดูกาล โดยใช้ระบบอุปกรณ์ติดตามดวงอาทิตย์หรือ Solar tracking system วิธีนี้เป็นวิธีที่ดีที่สุดและมีราคาสูง โดยแผงจะติดตั้งบนโครงเหล็กที่มีมอเตอร์และระบบเซนเซอร์ควบคุมให้แผงโซลาร์เซลล์หันหน้าตั้งฉากกับมุมของดวงอาทิตย์ตลอดทั้งวันโดยระบบอัตโนมัติตามเซนเซอร์ ซึ่งจะทำให้ผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด อีกวิธีหนึ่งคือการติดตั้งแบบตายตัว โดยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ให้ได้รับแสงอาทิตย์ตั้งฉากมากที่สุดตลอดทั้งปีตามตำแหน่งที่แผ่นโซลาร์เซลล์นั้นตั้งอยู่ เพื่อให้แผงโซลาร์เซลล์ผลิตไฟฟ้าได้ประสิทธิภาพสูงตลอดปี ประเทศไทยได้มีการวิจัยและทดลองพบว่าค่าเฉลี่ยมุมเอียงของแผ่นโซลาร์เซลล์ที่ดีที่สุดคือ 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ ประเทศไทยมี 3 ฤดูคือ ฤดูร้อนตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มกลางเดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และฤดูหนาวตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา) แต่ละฤดูถ้าวางแผงโซลาร์เซลล์ให้มุมเอียงตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ตามวงโคจรของดวงอาทิตย์จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าแตกต่างกันและได้มากที่สุดดังนี้ ฤดูหนาวเอียง 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฤดูร้อนเอียง 15 องศา และในฤดูฝนเอียง 0 องศา (วางระนาบ) จะทำให้การผลิตไฟฟ้าของโซลาร์เซลล์เพิ่มมากขึ้น 3% เมื่อเทียบกับการติดตั้งแผ่นโซลาร์เซลล์ที่มุมเอียง 15 องศาทุกฤดูกาล จากการวิจัยเชิงทดลองของมหาวิทยาลัยสุรนารี (ที่มา: นภัทร วัจนเทพินทร์, การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง, หน้า 48, บ.สกายบุ๊กส์จำกัด, 2554) และแผงโซลาร์เซลล์จะต้องไม่มีเงาของอาคารใดๆ และต้นไม้มาบัง



ภาพที่ 3.14 แสดงมุมเอียงลาดของแผ่นโซลาร์เซลล์ 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้

ที่มา: นภัทร วัจนเทพินทร์, การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง, สกายบุ๊คส์, 2554

3.5 รูปแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์มีหลายลักษณะโดยมีปัจจัยสำคัญที่ต้องพิจารณาคือ ขนาดและจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องการผลิต ปัจจุบันเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าทำให้เราสามารถผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขนาดพื้นที่เล็กๆ ได้ อีกทั้งยังสามารถออกแบบแผ่นโซลาร์เซลล์ให้ผสมผสานเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบอาคารได้ด้วย เช่น เทคโนโลยีนี้เรียกว่าบิลดิง-อินทีเกรดเตด-โฟโตวัลทาอิก (Building integrated Photovoltaic, BIPV) แผ่นกระเบื้องมุงหลังคา แผงกันแดด แผ่นกระจกของอาคาร เป็นต้น รูปแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทั่วๆ ไป ได้แก่ ติดตั้งบนเสาเดี่ยวให้แผงสูงจากพื้นพ้นร่มเงาของต้นไม้และสิ่งกีดขวางต่างๆ ติดตั้งบนพื้นที่โล่ง ติดตั้งบนหลังคา ติดตั้งแทนแผ่นวัสดุมุงหลังคา ติดตั้งบูรณาการกับตัวอาคาร (BIPV)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แนวทางการออกแบบติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์กับบ้านตัวอย่าง

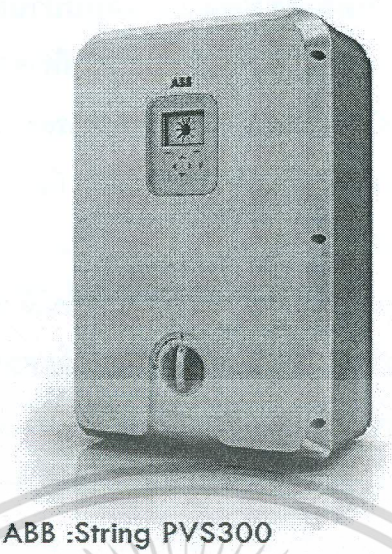
บ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเป็นปกติ การใช้แผงโซลาร์เซลล์เชื่อมต่อแบบกริดโดยไม่มีแบตเตอรี่จะมีค่าการลงทุนต่ำกว่าระบบอื่นๆ และหากกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์มีจำนวนมากกว่าการใช้ ก็สามารถขายคืนให้กับการไฟฟ้าได้ด้วย บ้านพักอาศัยในเขตกรุงเทพมหานครโดยทั่วไปมีพื้นที่โล่งประมาณ 30% ของที่ดิน ทำให้พื้นที่ดินสำหรับการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์มีจำกัดและอาจจะไม่พอเพียง ดังนั้นเพื่อให้ได้จำนวนโซลาร์เซลล์มากตามต้องการ การติดตั้งแผงบนหลังคาบ้านจึงเหมาะสมที่สุด พื้นที่สำหรับโซลาร์เซลล์จำนวน 15 แผง ผลิตไฟฟ้าได้ 4,275 วัตต์ (แผงละ 285 วัตต์) ต้องการพื้นที่ 40 ตารางเมตร (พื้นที่แผง 30 ตารางเมตร และพื้นที่สำหรับการซ่อมบำรุงอีก 10 ตารางเมตร) ถ้าหลังคาบ้านเอียงทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ก็เพียงพอที่จะผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ได้ตามต้องการ บ้านที่สร้างใหม่ก็สามารถออกแบบให้หลังคาติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ได้ตามขนาดที่ต้องการ หากเป็นบ้านที่สร้างแล้วก็จำเป็นต้องปรับปรุงและหาพื้นที่ตั้งที่เหมาะสม ดังนั้นถ้าพื้นที่หลังคาไม่เหมาะสมต่อการติดโซลาร์เซลล์ก็จะทำให้ได้จำนวนไฟฟ้าน้อย ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

การออกแบบบ้านให้ใช้พลังงานทดแทนจากโซลาร์เซลล์ จำเป็นต้องออกแบบหลังคาให้มีขนาดและการทำมุมที่เหมาะกับการติดตั้งแผงเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงสุด คุ้มค่ากับการติดตั้ง ถ้าผืนหลังคาเอียงมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้ และพื้นที่ไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร ไม่อยู่ใต้เงาของต้นไม้ หรืออาคารใดๆ ในช่วงเวลาตั้งแต่พระอาทิตย์ขึ้นจนพระอาทิตย์ตกอย่างน้อยประมาณ 6-8 ชั่วโมง หรือตั้งแต่ 6.30 น. ถึง 18.00 น. นับว่าเป็นผืนหลังคาที่เหมาะสมที่สุด

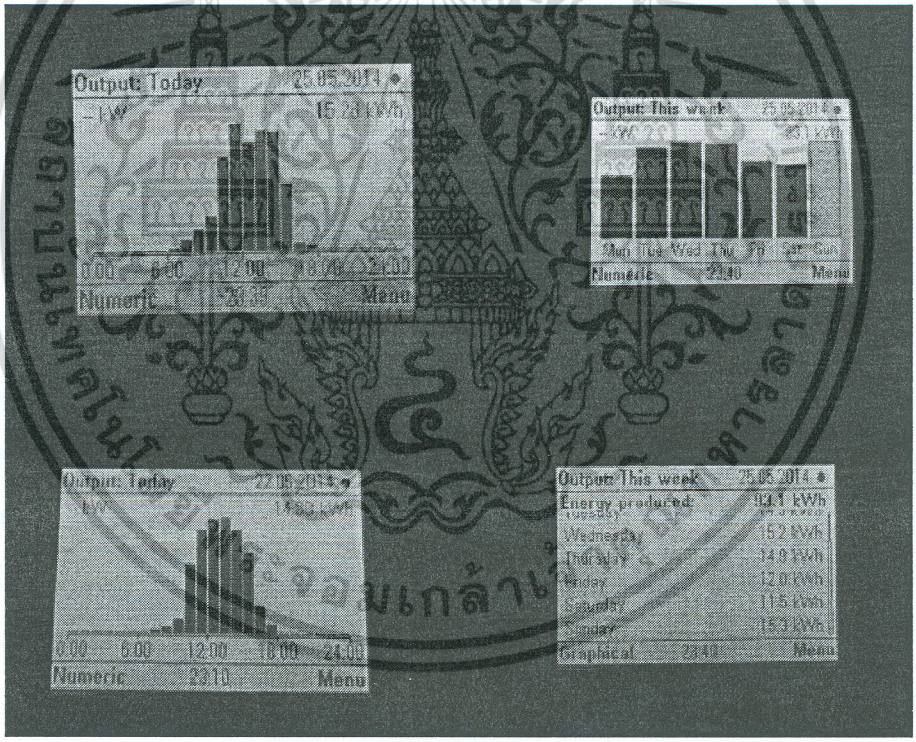
นอกจากนี้พื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าหรืออินเวอร์เตอร์ (Inverter) คืออุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ ขนาดแรงดัน 220 โวลต์ เพื่อให้สามารถใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปได้ สำหรับบ้านตัวอย่างที่เลือกใช้ในการวิจัยมีขนาด 3.3 Kw ซึ่งมีขนาดพอเหมาะกับกำลังไฟฟ้าที่ต้องการแปลงจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ผลิตได้และราคาที่เหมาะสม พื้นที่ที่ติดตั้งควรมีหลังคาคลุมและไม่ไกลจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดอยู่บนหลังคา เพื่อการเดินสายไฟฟ้าที่มีระยะไม่ไกล

การบันทึกข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ โดยการอ่านค่าจากอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลที่สำคัญผ่านทางหน้าจอได้แก่ ค่าพลังงานไฟฟ้าเป็น kWh ที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาแสดงเป็นตัวเลขและแท่งกราฟต่อวันหรือต่อสัปดาห์หรือต่อเดือน และเป็นข้อมูลทางสถิติที่สำคัญต่อการดูแลแผงโซลาร์เซลล์และมีความสำคัญสำหรับการทำวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.15 อินเวอร์เตอร์ขนาด 3.3 กิโลวัตต์ (Kw) ที่ใช้ในการทำวิจัย



ภาพที่ 3.16 การแสดงผลการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซล์ทางหน้าจอของอินเวอร์เตอร์

ระบบออฟกริด (Off Grid) เป็นระบบที่มีแบตเตอรี่สำรองซึ่งจำเป็นต้องมีพื้นที่จัดเก็บแบตเตอรี่ให้พอเพียง อีกทั้งยังต้องดูแลรักษาแบตเตอรี่ซึ่งต้องเปลี่ยนใหม่ทุก 3 ปี ทำให้ต้องเพิ่มการลงทุนในการดูแลระบบมากขึ้น ดังนั้นระบบนี้จึงมีค่าการลงทุนสูงกว่า เหมาะกับบ้านเรือนที่ไม่มีไฟฟ้าจากรัฐเข้าถึง ซึ่งต้องพึ่งพาพลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งระบบแผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมด 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลงทุนติดตั้งระบบพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์จึงต้องคำนึงถึงราคาและจำนวนของแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงกระแสไฟฟ้าและแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า ซึ่งทำให้ระบบนี้มีราคาสูงกว่าระบบกริด **การตัดสินใจเลือกระบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบกริด จึงเป็นการลงทุนที่ต่ำกว่าและเหมาะกับบ้านเรือนในเขตเมืองซึ่งมีกระแสไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าอยู่เป็นปกติ**

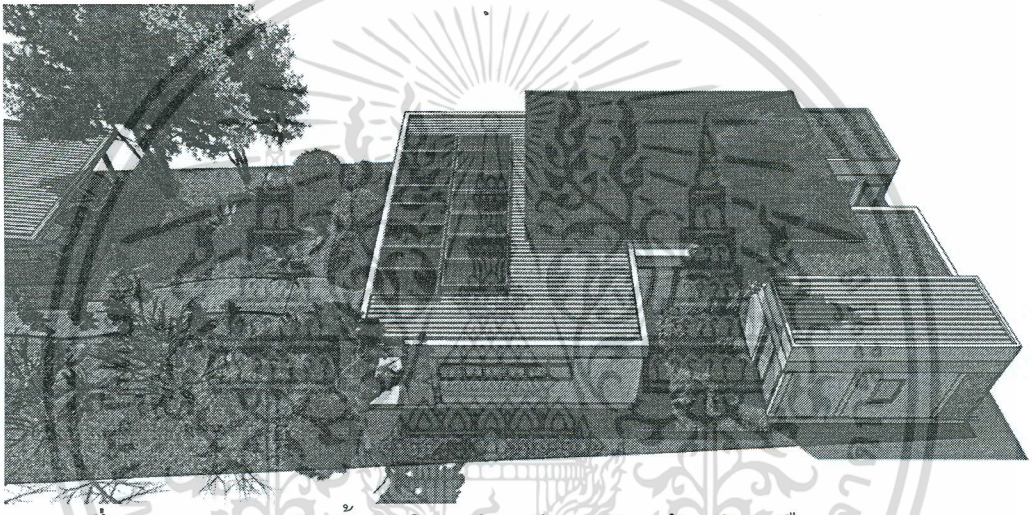
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ในระบบกริดและระบบออฟกริด

ระบบกริด (Grid Tied)	**ระบบออฟกริด** (Off Grid)
1. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านมาจากแผงโซลาร์เซลล์ที่ผลิตได้และกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้า (MEA)	1. ใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งหมด 100%
2. ไม่มีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า	2. มีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้า
3. เมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ระบบจะหยุดการทำงานและทำให้ไฟฟ้าในบ้านดับเช่นเดียวกัน	3. เมื่อไฟฟ้าดับระบบยังคงทำงานต่อไปทำให้มีไฟฟ้าใช้
4. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับจำนวนไฟฟ้าที่ต้องการจะผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์อินเวอร์เตอร์	4. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเพิ่มขึ้นจากระบบกริดเพราะต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าทำให้มีค่าใช้จ่ายสูงกว่า
5. ไม่จำกัดจำนวนแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งหากต้องการลงทุนน้อยก็ติดตั้งจำนวนน้อยได้	5. จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ต้องติดตั้งเป็นจำนวนมาก เพื่อให้ผลิตไฟฟ้าได้เพียงพอกับปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการใช้ทั้งหมด
6. เมื่อปริมาณแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอต่อการผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบโซลาร์เซลล์ เช่น ท้องฟ้ามีเมฆมากในฤดูฝนติดต่อกันเป็นเวลานาน ภายในบ้านยังคงมีกระแสไฟฟ้าใช้ตามปกติ	6. หากปริมาณแสงอาทิตย์ไม่เพียงพอต่อการผลิตไฟฟ้าของแผงโซลาร์เซลล์ในระบบออฟ กริด เช่น ท้องฟ้ามืดติดต่อกันเป็นเวลาหลายวันจนแบตเตอรี่สำรองไฟฟ้าใช้หมดประจุ ภายในบ้านจะไม่มีไฟฟ้าใช้
7. ไม่มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแบตเตอร์รี่	7. มีค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาแบตเตอรี่โดยเฉลี่ย 3-5ปี ต้องเปลี่ยนใหม่
8. ต้องติดตั้งในพื้นที่ที่มีกระแสไฟฟ้าหลักเช่นจากการไฟฟ้านครหลวง	8. ส่วนมากติดตั้งในพื้นที่ที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าหลักจากรัฐฯ
9. ต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าเพื่อติดตั้งระบบกริด	9. ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้า

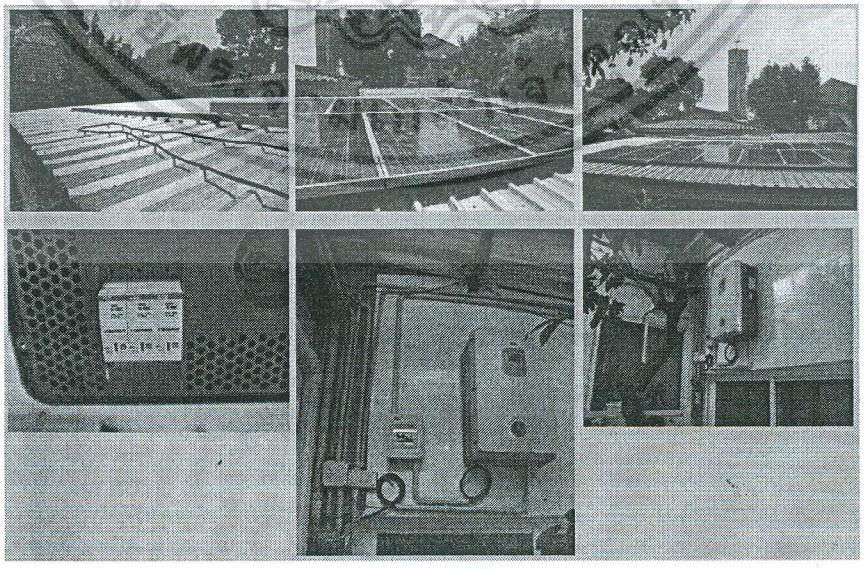
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบตำแหน่งติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านที่ทำการวิจัย

บ้านตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยมีหลังคาทิศใต้ที่มีตำแหน่งเหมาะสมทำมุม 15 องศากับทิศใต้เป็นหลังคาของห้องครัวและห้องนั่งเล่นตามทฤษฎี แต่ว่าบริเวณดังกล่าวมีร่มเงาของอาคารสูงและต้นไม้เพื่อนบ้านบดบังแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาบ่ายทำให้ไม่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้านทิศเหนือซึ่งเป็นส่วนของห้องทำงาน (สตูดิโอ) และห้องนอน เนื่องจากมีการบังเงาน้อยที่สุด และทำการทดลองสองลักษณะคือ **แบบ** A ติดตั้งประกบตามแนวหลังคาซึ่งทำมุม 5 องศากับทิศเหนือ และ**แบบ** B ติดตั้งให้แผงโซลาร์เซลล์ทำมุมเอียง 15 องศากับทิศใต้ที่ตำแหน่งเดียวกัน โดยติดตั้งโครงสร้างเสริมปรับมุมแผง เพื่อทดลองหาประสิทธิภาพสูงสุดในการผลิตกระแสไฟฟ้าเมื่อมุมของแผงรับแสงอาทิตย์ต่างกันและเมื่อจำเป็นต้องติดตั้งบนหลังคาบ้านที่สร้างไว้แล้ว

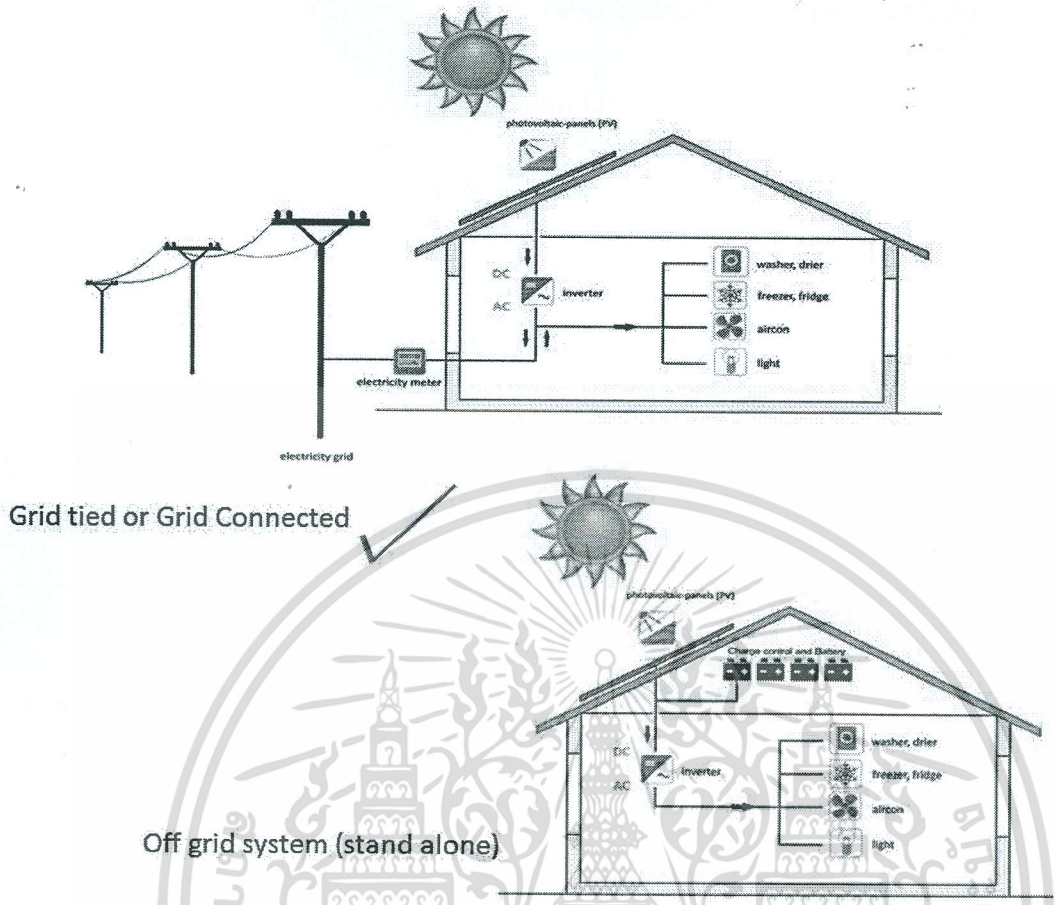


ภาพที่ 3.17 แสดงการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้านทิศเหนือ (แบบ A) 15 แผง ประกบตามแนวหลังคาทำมุม 5 องศากับทิศเหนือ



ภาพที่ 3.18 แสดงแผงโซลาร์เซลล์ที่ติดตั้งบนหลังคาด้านทิศเหนือ (แบบ A) อินเวอร์เตอร์และอุปกรณ์ความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.19 แผนภาพแสดงการเปรียบเทียบการติดตั้งระบบกริดและระบบออฟกริดสำหรับบ้าน

3.8 การเตรียมพื้นที่บนหลังคาเพื่อการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

- โครงสร้างของหลังคาบริเวณที่ใช้ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์นั้น จะต้องรับน้ำหนักของแผงโซลาร์เซลล์และอุปกรณ์ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 28 กิโลกรัม/ตารางเมตร ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง และรองรับน้ำหนักของช่างเมื่อทำการติดตั้งหรือซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างมั่นคง
- ทิศทางการรับแสงและมุมของหลังคา ที่มีความลาดเอียงพอเหมาะกับแผงโซลาร์เซลล์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงเมื่อทำมุม 15 องศาตั้งฉากกับทิศใต้
- สามารถติดตั้งโครงสร้างรับแผงโซลาร์ได้อย่างแข็งแรง

3.9 การออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect)

3.9.1 การคำนวณ

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect) สามารถติดตั้งได้ตามความต้องการ โดยมีหลักการคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง**

$$PV = \frac{Unit \times 1000}{\frac{P_{irr}}{S_{irr}} \times C \times H \times I}$$

เมื่อ PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงโซลาร์เซลล์

Unit = จำนวนหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อวัน (kWh/day)

P_{irr} = พลังงานแสงที่ได้รับตลอดทั้งวันต่อพื้นที่ (โดยเฉลี่ย 4 kWh/sq.m)

S_{irr} = ความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ยต่อพื้นที่ (โดยเฉลี่ย 0.8-0.9 kWh/sq.m)

C = ค่าความสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.95)

I = ค่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (ประมาณ0.95) เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ประเภท Grid connected ค่อนข้างมีประสิทธิภาพสูงกว่า อินเวอร์เตอร์ประเภท Off Grid

- **คำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์** (Wp)

$$Wp = \frac{PV}{C \times H}$$

เมื่อ PV = กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ

Wp = กำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมด ตามค่า Wp ที่ระบุไว้ในคุณสมบัติของแผงโซลาร์เซลล์

C = ค่าความสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.95)

เนื่องจากแผงโซลาร์เซลล์ที่จำหน่ายโดยทั่วไป จะระบุค่าพลังงานสูงสุด Wp จากมาตรฐานของแผงโซลาร์เซลล์ (STC: Standard test conditions) เราจึงคำนวณค่ากำลังสูงสุดให้สอดคล้องกับค่ากำลังสูงสุดของ STC: Standard test conditions เพื่อให้ง่ายในการเปรียบเทียบและเลือกผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **คำนวณจำนวนแผงโซลาร์เซลล์**

จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมด (N) = $\frac{Wp}{Wp\ per\ panel}$

- **การคำนวณพื้นที่การติดตั้ง**

$$A_{install} = N \times A_{pv}$$

เมื่อ $A_{install}$ = พื้นที่ติดตั้งแผง

N = จำนวนแผงโซลาร์เซลล์

A_{pv} = พื้นที่แผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง

ตัวอย่างการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect)

การคำนวณขนาดกำลังการผลิต

แนะนำหลักการง่ายๆ ที่เป็นส่วนช่วยสำหรับการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect) เราสามารถกำหนดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์และจากระบบจำหน่าย เช่น หากต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ 30% ของการใช้พลังงานทั้งหมดของบ้าน และใช้พลังงานจากระบบจำหน่ายจากการไฟฟ้า 70% เราสามารถคำนวณได้จากรายการค่าไฟฟ้าย้อนหลัง โดยนำหน่วยการใช้ไฟฟ้านำมาพิจารณา

ตัวอย่าง บ้านหลังหนึ่งใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย ต่อเดือน 600 หน่วย ใช้ไฟประเภท Single Phase ขนาด 220V จากการไฟฟ้านครหลวง

หากเราต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานจากระบบจำหน่ายจากการไฟฟ้า 30% เพราะฉะนั้นเราจึงต้องออกแบบให้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อเดือนเท่ากับ 180 หน่วย หรือ 6 หน่วยต่อวัน ซึ่งคำนวณปริมาณการใช้แผงโซลลาร์เซลล์ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การหาขนาดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผง**

$$PV = \frac{Unit \times 1000}{\frac{P_{irr}}{S_{irr}} \times C \times H \times I}$$

$$PV = \frac{6 \times 1000}{\frac{4}{0.8} \times 0.8 \times 0.95 \times 0.95}$$

เมื่อ PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงโซลาร์เซลล์

P_{max} = กำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ทั้งหมดรวมกัน (Watt)

P_{irr} = พลังงานแสงที่ได้รับตลอดทั้งวันต่อพื้นที่ (โดยเฉลี่ย 4 kWh/sq.m)

S_{irr} = ความเข้มแสงสูงสุดเฉลี่ยต่อพื้นที่ (โดยเฉลี่ย 0.8-0.9 kWh/sq.m)

C = ค่าความสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (ประมาณ 0.8)

H = ค่าความสูญเสียเชิงความร้อน (ประมาณ 0.95)

I = ค่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (ประมาณ0.95)

ดังนั้น PV = **กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงโซลาร์เซลล์** = 1662.05 W

- **คำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์** (Wp)

$$Wp = \frac{PV}{C \times H}$$

$$Wp = \frac{1662.05}{0.8 \times 0.95}$$

ดังนั้น Wp = **กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์** = 2186.9 Wp

เนื่องจากแผงโซลาร์เซลล์ที่จำหน่ายโดยทั่วไป จะระบุค่าพลังงานสูงสุด Wp จากมาตรฐานของแผงโซลาร์เซลล์ (STC: Standard test conditions)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **คำนวณจำนวนแผงโซลาร์เซลล์**

ได้ Wp คือกำลังไฟฟ้าของแผงทั้งหมด หากเราเลือกใช้แผง ที่มีกำลังไฟฟ้า 285 W และขนาด 2 ตารางเมตร ตามที่ระบุไว้ในคุณสมบัติของแผง

$$\text{จำนวนแผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมด (N)} = \frac{2186.9}{285w}$$

ดังนั้น จำนวนแผงทั้งหมด = 7.673 แผง หรือต้องใช้ 8 แผง

- **การคำนวณพื้นที่การติดตั้ง**

$$A_{install} = N \times A_{pv}$$

$$A_{install} = 8 \times 2$$

เมื่อ $A_{install}$ = พื้นที่ติดตั้งแผง

N = จำนวนแผงโซลาร์เซลล์

A_{pv} = พื้นที่แผงโซลาร์เซลล์ 1 แผง

ดังนั้น ต้องมีพื้นที่ติดตั้งแผงอย่างน้อย = 16 ตารางเมตร

สรุป ค่าที่ได้จากการคำนวณทั้งหมด

1. PV = กำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงโซลาร์เซลล์ = 1662.05 W
2. Wp = กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงโซลาร์เซลล์ = 2186.9 Wp
3. $A_{install}$ = พื้นที่ติดตั้งแผง = 16 ตารางเมตร (เป็นอย่างน้อย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.2 การเลือกใช้อุปกรณ์

3.9.2.1 แผงโซลาร์เซลล์ ขนาดกำลังไฟฟ้ารวม 2186.9 Wp สามารถใช้แผงขนาดกำลังเท่าใดก็ได้ รวมกำลังแล้วได้ตามการคำนวณหรือมากกว่าเล็กน้อย เช่น ใช้แผงขนาด 285 Wp ตาม STC จำนวน 8 แผง รวมแล้วได้ Wp รวม 2280 Wp นำมาต่อขนาดกัน (การต่อแผงเข้าด้วยกันต้องคำนึงถึงข้อมูล Input ของอินเวอร์เตอร์ที่จะใช้)

3.9.2.2 อินเวอร์เตอร์ (Grid Tie Inverter) แนะนำให้ใช้อินเวอร์เตอร์ที่ได้รับมาตรฐานสากลและเป็นอินเวอร์เตอร์ที่การไฟฟ้าฯ รับขึ้นทะเบียนแล้ว โดยทั่วไปอินเวอร์เตอร์ประเภทนี้ต้องการแรงดันขาเข้าที่สูง ซึ่งอยู่ระหว่าง 200-900 Vdc กระแสสูงสุด 10-15 A ซึ่งต้องต่อแผงโซลาร์เซลล์อนุกรมกัน ซึ่งแผงโซลาร์เซลล์ด้วยทั่วไป ขนาดแรงดัน Vmp = 35.4 V จำนวน 8 แผง แรงดันรวมที่ได้คือ 283.2 V กระแส Imp = 8.06 A หรือเบื้องต้นอาจเลือกอินเวอร์เตอร์ตามขนาดกำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงโซลาร์เซลล์ (PV) โดยให้ขนาดกำลังของอินเวอร์เตอร์สูงกว่าขนาดกำลังไฟฟ้าทั้งหมดจากแผงเล็กน้อยหรือประมาณ 5-10% แต่หากไม่สามารถหาอินเวอร์เตอร์ตามคุณสมบัตินี้ได้ อาจมีความจำเป็นต้องเพิ่มจำนวนแผงเพื่อให้สามารถหาอินเวอร์เตอร์มารองรับได้

3.9.2.3 อุปกรณ์ป้องกัน ด้าน DC กระแสที่ใช้งานสูงสุดอยู่ที่ Imp 8.06 A แรงดันสูงสุด Voc359.2 V การออกแบบเบรกเกอร์ในส่วนนี้มีความสำคัญมาก หากใช้เบรกเกอร์ AC โดยทั่วไปอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ ดังนั้นควรใช้เบรกเกอร์ DC และออกแบบให้ AT (ค่ากระแสปลดวงจร) สูงกว่ากระแสใช้งานสูงสุด 25% หากอินเวอร์เตอร์ไม่มี Surge protection จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ชิ้นนี้เพิ่มด้วยทางฝั่งของ DC ส่วนด้าน AC คำนวณและออกแบบการใช้อุปกรณ์ป้องกันโดยทั่วไปได้ตามปกติ

3.9.2.4 สายไฟด้าน DC กระแสที่ใช้งานสูงสุดอยู่ที่ Imp 8.06 A ควรใช้สายไฟที่ทนขนาดกระแสในสายมากกว่า ค่า AT (ค่ากระแสปลดวงจร) หรือมากกว่า 25% ของกระแสที่ใช้งานสูงสุดในด้าน AC คำนวณและออกแบบการใช้สายไฟโดยทั่วไปตามปกติ

3.9.2.5 สายดินและระบบป้องกันอื่นๆ ในส่วนนี้ถือเป็นส่วนความปลอดภัยที่สำคัญ ดังนั้นการออกแบบและการติดตั้งสายดินและการติดตั้ง Surge Protection ต้องทำตามหลักการอย่างครบถ้วนและถูกต้อง ทั้งการกำหนดขนาดของสายและหลักดิน (Ground Rod) ให้เป็นตามหลักความปลอดภัยของการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.3 ความคุ้มทุนการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์

โครงการติดตั้งSolar Cell บ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ ขนาดกำลังการผลิต 3.3Kw

ขนาดแผง 285 Wp จำนวน 15 แผง

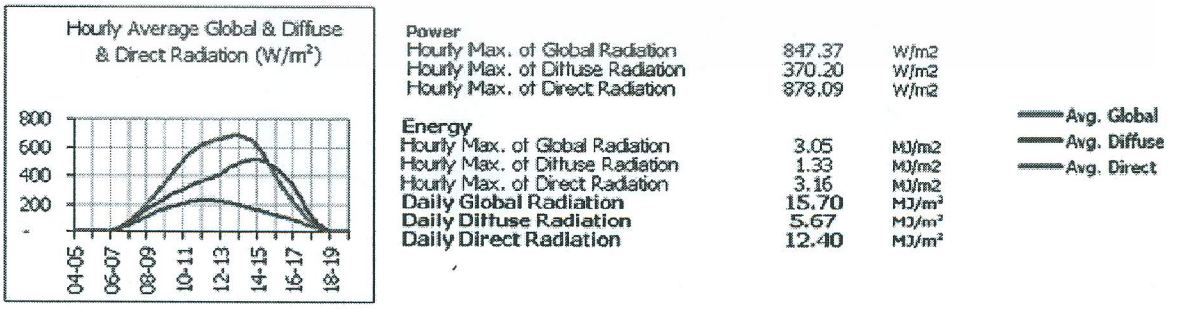
no.	Time	Solar Power (average)		Temp.	Efficiancy reduce from Temp.	Spec (Wp)/Panel 285	W	Product Power/Panel	W
1	6:00	0	W/m2	28.06667	1.441333333	283.558667	W	0	W
2	6:30	24	W/m2	28.4	1.598	283.402	W	6.801648	W
3	7:00	52	W/m2	29.73333	2.224666667	282.775333	W	14.70432	W
4	7:30	73	W/m2	30.73333	2.694666667	282.305333	W	20.60829	W
5	8:00	102	W/m2	32.06667	3.321333333	281.678667	W	28.73122	W
6	8:30	149	W/m2	34.06667	4.261333333	280.738667	W	41.83006	W
7	9:00	146	W/m2	35.4	4.888	280.112	W	40.89635	W
8	9:30	206	W/m2	36.23333	5.279666667	279.720333	W	57.62239	W
9	10:00	222	W/m2	38.06667	6.141333333	278.858667	W	61.90662	W
10	10:30	741	W/m2	54.06667	13.66133333	271.338667	W	201.062	W
11	11:00	800	W/m2	56.06667	14.60133333	270.398667	W	216.3189	W
12	11:30	778	W/m2	58.56667	15.77633333	269.223667	W	209.456	W
13	12:00	741	W/m2	58.56667	15.77633333	269.223667	W	199.4947	W
14	12:30	768	W/m2	57.4	15.228	269.772	W	207.1849	W
15	13:00	790	W/m2	58.06667	15.54133333	269.458667	W	212.8723	W
	13:30	811	W/m2	57.4	15.228	269.772	W	218.7851	W
16	14:00	825	W/m2	59.06667	16.01133333	268.988667	W	221.9157	W
17	14:30	791	W/m2	57.4	15.228	269.772	W	213.3897	W
18	15:00	713	W/m2	54.4	13.818	271.182	W	193.3528	W
19	15:30	596	W/m2	53.4	13.348	271.652	W	161.9046	W
20	16:00	482	W/m2	50.73333	12.09466667	272.905333	W	131.5404	W
21	16:30	360	W/m2	47.73333	10.68466667	274.315333	W	98.75352	W
22	17:00	93	W/m2	38.4	6.298	278.702	W	25.91929	W
23	17:30	57	W/m2	35.4	4.888	280.112	W	15.96638	W
24	18:00	28	W/m2	33.06667	3.791333333	281.208667	W	7.873843	W
25	18:30	0	W/m2	31.73333	3.164666667	281.835333	W	0	W
	Averate/day	398	W/m2			ปริมาณ/1แผง/วัน		1404.445	Watt/Hour
						ปริมาณ/1แผง/วัน		1.404445	Unit(Kwh)

รายการ	ข้อมูล	หน่วย
จำนวนแผง	15	แผง
ผลิตได้	21.06668203	unit/day
ค่าไฟ/Unit	4.5	บาท
เป็นเงิน/วัน	94.80006915	บาท
ค่าใช้จ่าย/เดือน	2,844.00	บาท
ค่าใช้จ่าย/ปี	34,128.02	บาท
ลงทุน	250,000.00	บาท
คืนทุน (ปี)	7.325357995	ปี

Actual (Unit/day)	คลาดเคลื่อน (%)
12.866667	63.73068513

ภาพที่ 3.20 ตัวอย่างการคำนวณระยะเวลาการคืนทุน

ความเข้มแสงเฉลี่ยของประเทศไทยทั้งปีมีค่า 250-350 Watt/ตารางเมตร (ที่มา: สถิติจากกรมอุตุนิยมวิทยา (http://ozone.tmd.go.th/)) เดือนกุมภาพันธ์ 2557 ณ พื้นที่กรุงเทพมหานคร สำหรับระยะเวลาการรับแสงตั้งแต่ 6.00 น. ถึง 18.00 น. ความเข้มแสงสูงสุดมีค่า 800-950 Watt/ตารางเมตร ที่เวลา 13.00-14.00 น. และพลังงานแสงอาทิตย์สะสมเฉลี่ยตลอดทั้งวัน คือ 4.36 kWh/sq.m/day (1kWh=3.6MJ)



ภาพที่ 3.21 กราฟแสดงข้อมูลค่าแสงเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์ 2557 พื้นที่กรุงเทพมหานคร

ที่มา: http://ozone.tmd.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9.4 โครงสร้างรองรับแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา

ควรได้รับการคำนวณการรับน้ำหนักจากวิศวกรโครงสร้าง ทั้งการติดตั้งเพิ่มขึ้นจากหลังคาเดิมที่มีอยู่หรือหลังคาที่สร้างใหม่ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการรับน้ำหนักเพิ่มบนหลังคาและการรั่วซึมของน้ำฝน ปลอดภัยต่อการใช้งานในระยะยาว ซึ่งระยะเวลาการใช้งานนานกว่า 25 ปี ควบคุมค่าใช้จ่ายสำหรับงานก่อสร้างโครงสร้าง เนื่องจากเราจะทราบราคาวัสดุทั้งหมดที่ใช้ติดตั้ง จากการประมาณค่าใช้จ่าย (B.O.Q) และสามารถนำไปใช้เป็นเอกสารสำหรับการขออนุญาต

วัสดุที่ใช้ติดตั้งควรมีลักษณะ ดังนี้

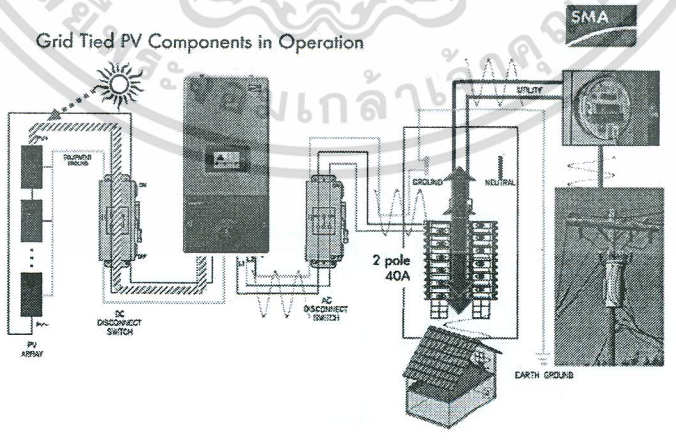
- วัสดุสามารถรับน้ำหนักได้ตามการคำนวณ
- วัสดุที่ต้องทนทานต่อสภาพแวดล้อม ทนทุกภาพอากาศ ความชื้น ความร้อน
- จุดเชื่อมต่อทนต่อสภาพอากาศ ความชื้น และแรงจากลมหรือฝน
- น็อตหรืออุปกรณ์จับยึด ควรเป็นสเตนเลสหรือชุบสารหรือทำสีป้องกันสนิม

3.9.5 การดูแลรักษาระบบพลังงานแสงอาทิตย์หลังการติดตั้ง

3.9.5.1 การทำความสะอาดบริเวณผิวหน้ารับแสงอาทิตย์ที่เนื่องมาจากฝุ่นละออง คราบเขม่าหรือมูลนก จะเป็นผลดีต่อผลต่อประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้า และอายุการใช้งานของแผงโซลาร์เซลล์ ควรตรวจเช็คการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ อย่างสม่ำเสมอเพราะความร้อนจากแสงอาทิตย์และความร้อนสะสมบริเวณหลังคาอาจทำให้สายไฟที่ใช้อยู่เสื่อมสภาพ ทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้อย่างปกติ

3.9.5.2 อินเวอร์เตอร์ บำรุงรักษาตามรายละเอียดที่ระบุมาให้ เพื่อความเสถียรต่อระบบและมีความปลอดภัยตามมาตรฐานสากล

3.9.5.3 การเชื่อมต่อและเบรกเกอร์ ควรตรวจสอบจุดเชื่อมต่อบริเวณแผงโซลาร์เซลล์ทุกครั้งที่มีการทำความสะอาดแผง ตรวจสอบคราบสนิมหรือร่องรอยการรั่วซึมของน้ำ บริเวณขั้วหรือจุดเชื่อมต่อ รวมถึงจุดเสี่ยงที่จะเกิดการฉีกขาดของฉนวนจากสัตว์หรือการสึกหรอตลอดทั้งความยาวสาย



ภาพที่ 3.22 แสดงการเชื่อมต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ตามข้อกำหนดของการไฟฟ้า เครื่องอินเวอร์เตอร์ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์และเชื่อมต่อกับแผงวงจรไฟฟ้าของบ้าน (main distribution board)

ที่มา: บริษัท SMA Solar (Thailand) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงรายการตรวจสอบการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์

รายการตราจสอบการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ Rev.1				
1พื้นที่ว่างสำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์		**Pass**	**N/A**	**Remark**
1.1	พื้นที่ว่างสำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ _____ตารางเมตร			
1.2	แผนที่ของพื้นที่ติดตั้ง			
1.3	มุมลาดเอียงของพื้นที่ติดตั้ง _____องศาทางด้านทิศ_____			
1.4	ร่มเงา (ต้นไม้ บ้านหรือตึกข้างเคียง)			
1.5	การเข้าถึงระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ			
2.โครงสร้างและความปลอดภัย				
2.1	สามารถการรองรับของโครงสร้าง 28 กก./ตารางเมตร			
2.2	สามารถติดตั้งโครงสร้างเพิ่มเติมเพื่อติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ได้อย่างปลอดภัย			
3 เตรียมการติดตั้ง				
3.1	คำนวณกำลังการผลิตพลังงานที่ต้องการ			
3.2	วางตำแหน่งจุดติดตั้งแผง			
3.3	วางตำแหน่งจุดติดตั้งออนเวอร์เตอร์			
3.4	วางตำแหน่งจุดติดตั้งแบตเตอรี่และชุดประจุ (Charger)			
3.5	เขียนแผนที่จุดติดตั้งอุปกรณ์			
3.6	เขียนแบบทางไฟฟ้า(One-line or Single-line Diagram)			
4.การติดตั้ง				
4.1	ติดตั้งโครงสร้างสำหรับยึดแผงอย่างมั่นคงแข็งแรง			
4.2	ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์			
4.3	ติดตั้งอินเวอร์เตอร์			
4.4	ติดตั้งแบตเตอรี่และชุดประจุ (Charger)			
4.5	ติดตั้งระบบสายดิน ขนาดสาย____mm ขนาดหลักดิน(Ground rod)_____mm ลึก_____m			
4.6	ติดตั้งชุด เบรกเกอร์ทางด้าน DC ขนาดที่ติดตั้ง แรงดัน___V,AT___A,AF___A ***Type for DC 2 Poles			
4.7	ติดตั้งชุด เบรกเกอร์ทางด้าน AC ขนาดที่ติดตั้ง แรงดัน___V,AT___A,AF___A ***Type for AC 1or 2 Poles			
4.8	ติดตั้ง Surge protection ก่อนเข้า อินเวอร์เตอร์			
4.9	เชื่อมต่อสายระบบDC ชนิดของสาย_____ขนาด____mm			
4.10	เชื่อมต่อสายระบบAC ชนิดของสาย_____ขนาด____mm			
4.11	ตรวจสอบความมั่นคงของจุดเชื่อมต่อ			
4.12	ระบบทำงานอย่างปกติ			
5.หลังการติดตั้ง				
5.1	เอกสารประกอบ เช่น คู่มือ ใบรับรองมาตรฐาน เอกสารเกี่ยวกับคุณสมบัติของอุปกรณ์			
	แผงโซล่าเซลล์			
	อินเวอร์เตอร์			
	แบตเตอรี่			
	ชุดประจุ (Charger)			
5.2	ผังตำแหน่งอุปกรณ์			
5.3	แบบโครงสร้าง หรือแบบงานก่อสร้าง			
5.4	แบบทางไฟฟ้า (One-line or Single-line Diagram)			
5.5	ใบรับประกันสินค้า หรือใบเสร็จรับเงิน			
	แผงโซล่าเซลล์ ระยะเวลา_____ตั้งแต่วันที่_____ถึงวันที่_____			
	อินเวอร์เตอร์ ระยะเวลา_____ตั้งแต่วันที่_____ถึงวันที่_____			
	แบตเตอรี่ ระยะเวลา_____ตั้งแต่วันที่_____ถึงวันที่_____			
	งานระบบทั้งหมด ระยะเวลา_____ตั้งแต่วันที่_____ถึงวันที่_____			
5.6	ตารางและคู่มือการบำรุงรักษา			
6.เพิ่มเติม				
6.1	สร้างระบบบันทึกข้อมูลการผลิตพลังงานจากระบบฯ			
6.2	เปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า ก่อนและหลังติดตั้ง			
6.3	สัญญาซ่อมบำรุงรักษา ระยะเวลา_____ตั้งแต่วันที่_____ถึงวันที่_____			

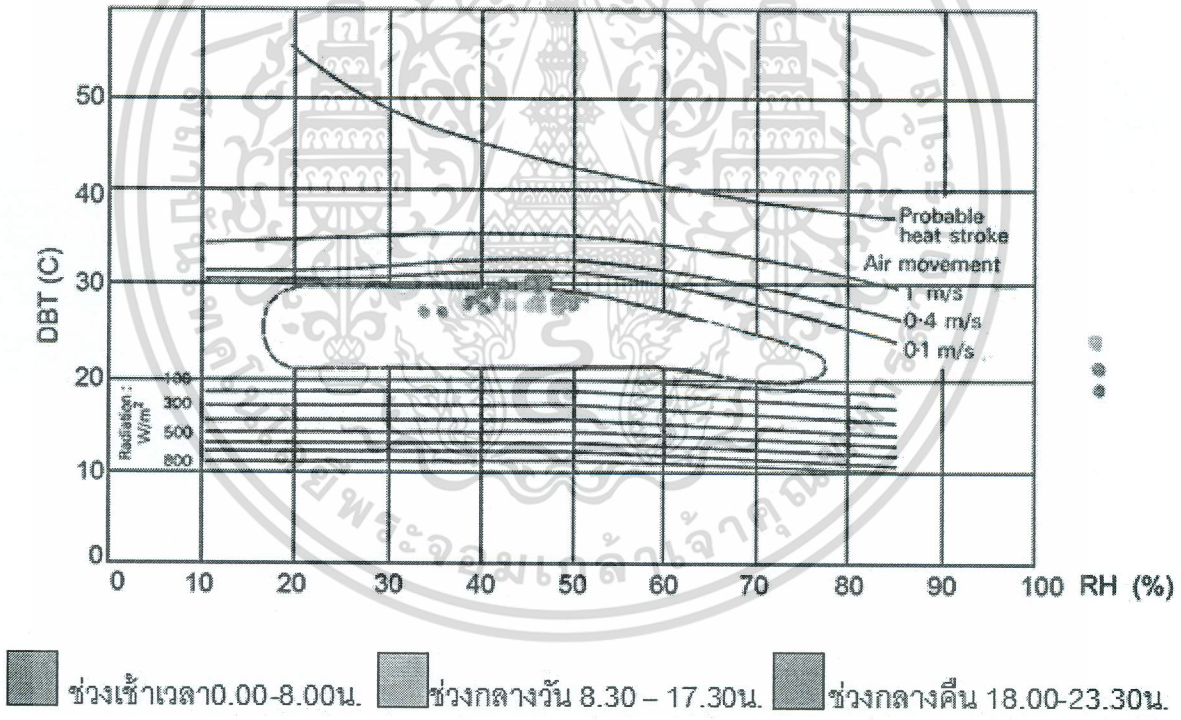
ติดตั้งเมื่อวันที่ :_____	เจ้าของพื้นที่ :_____
ติดตั้งโดย :_____	ผู้ทำบันทึก :_____
สถานที่ติดตั้ง :_____	

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ

4.1 บ้านตัวอย่างเชิงภูมิอากาศชีวภาพในกรุงเทพมหานครและการเป็นบ้านพลังงานต่ำ

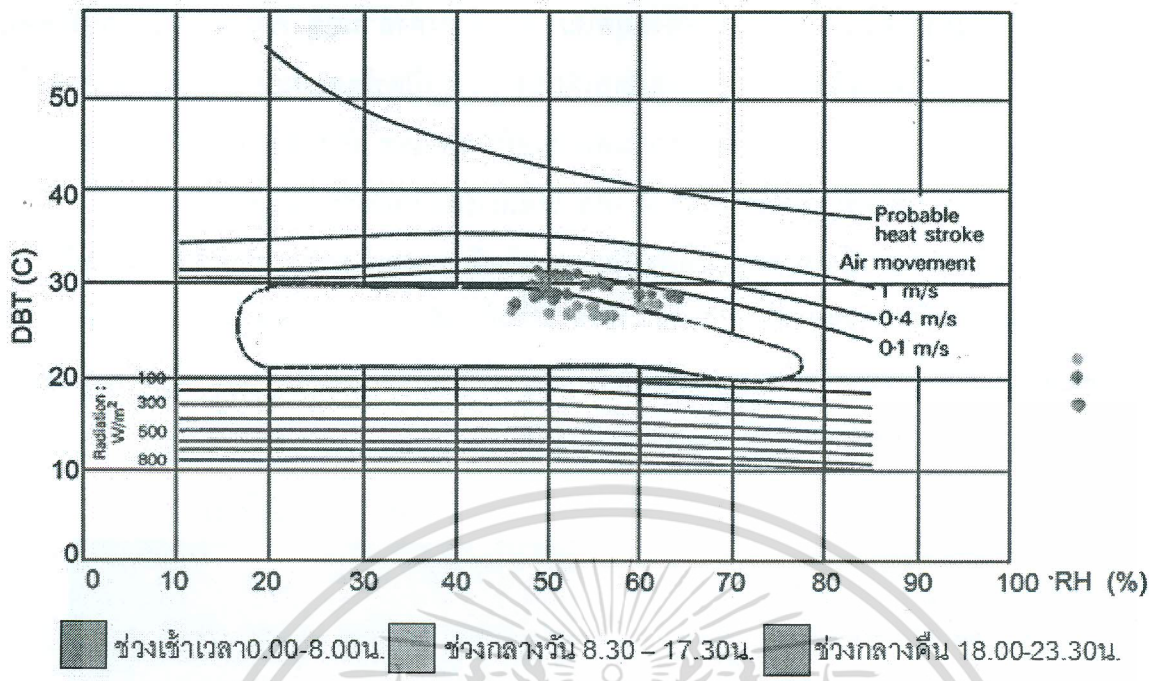
บ้านตัวอย่างเป็นบ้านชั้นเดียวมีขนาดพื้นที่ดิน 47.65 เมตร x 15.32 เมตร มีพื้นที่ใช้สอยสำหรับตัวบ้านขนาด 170 ตารางเมตร การใช้ที่ดินเป็นพื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศร้อยละ 77 ลักษณะโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก พื้นชั้นล่างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กปิดด้วยกระเบื้องเคลือบ สัมผัสกับดินทำให้การถ่ายเทความร้อนสู่ดินทำได้ดี ผนังก่ออิฐฉาบปูนบางส่วนและเป็นคอนกรีตมวลเบา ปิดผิวด้วยกระเบื้องเคลือบทั้งภายนอกและภายใน ทำให้ผนังมีค่าการต้านทานความร้อนสูง สามารถป้องกันความร้อนจากภายนอกได้ดี หลังคามุงด้วยแผ่นโลหะเมทัล ชีท บุด้วยฉนวนโพลียูรีเทนโฟม หนา 5 มิลลิเมตร และติดตั้งฉนวนกันความร้อนใยแก้วบนฝ้าเพดานหนา 3 นิ้ว ภายในบ้านเย็นสบายซึ่งแสดงให้เห็นได้จากแผนภูมิค่าภาวะสบาย (ไบโอไคลเมตริก) ดังนี้



ภาพที่ 4.1 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูหนาวตามช่วงเวลาของวัน

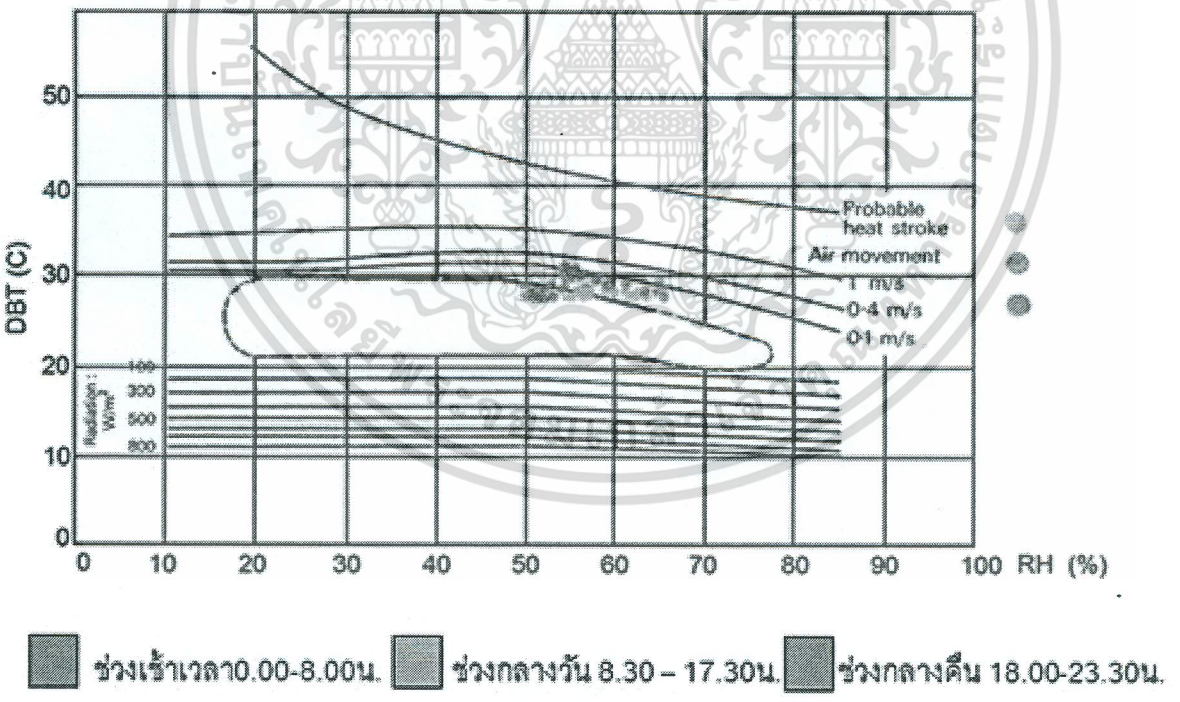
ที่มา: จากการพล็อตค่า, สุภาวดี รัตนมาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูร้อนตามช่วงเวลาของวัน

ที่มา: จากการพล็อตค่า, สุภาวดี รัตนมาศ



ภาพที่ 4.3 แสดงแผนภูมิไบโอไคลเมติกของห้องสตูดิโอฤดูฝนตามช่วงเวลาของวัน

ที่มา: จากการพล็อตค่า, สุภาวดี รัตนมาศ

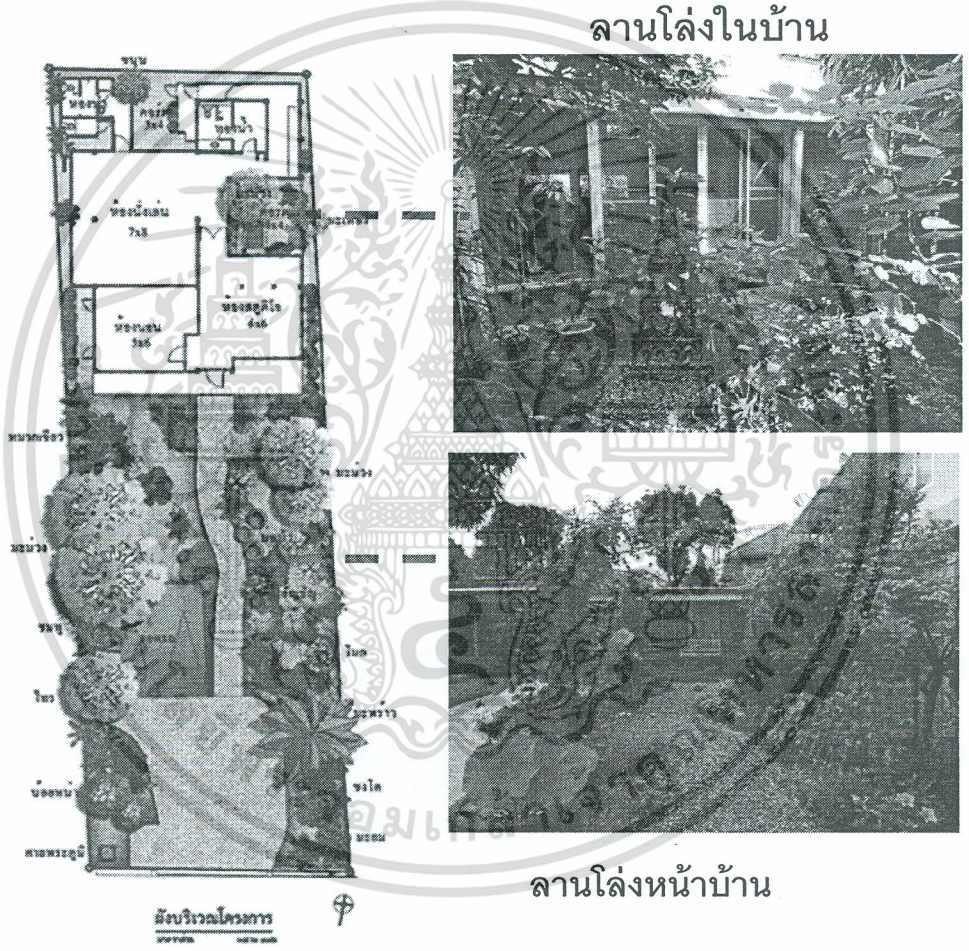
(ที่มา: สุภาวดี รัตนมาศและศุทธา ศรีเผด็จ, รายงานวิจัยการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศ-ชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ, 2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแผนภูมิไบโอไคลเมติกห้องสตูดิโอภายในบ้านทั้งสามฤดู ค่าภาวะสบายอยู่ในขอบเขตเป็นส่วนใหญ่และมีส่วนที่อยู่นอกภาวะสบายเล็กน้อยหากเปิดพัดลมระบายอากาศที่ความเร็ว 0.1 เมตร/วินาที ก็จะช่วยให้ภายในห้องมีค่าความสบายอยู่ในขอบเขต บ้านพักอาศัยเชิงภูมิอากาศชีวภาพจึงช่วยประหยัดการใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศลงได้และเป็นบ้านที่ใช้พลังงานต่ำ

องค์ประกอบบ้านตัวอย่างที่สำคัญแสดงถึงลักษณะเชิงภูมิอากาศชีวภาพดังนี้

การวางทิศทางของบ้าน การวางทิศทางของบ้านสัมพันธ์กับการโคจรของดวงอาทิตย์ (Solar Orientation) โดยการให้ช่องเปิดอยู่ในแนวทิศเหนือและใต้ เพื่อรับลมประจำฤดู ด้านทิศตะวันตกและตะวันออก มีช่องเปิดน้อยกว่าและใช้ต้นไม้ป้องกันแดด

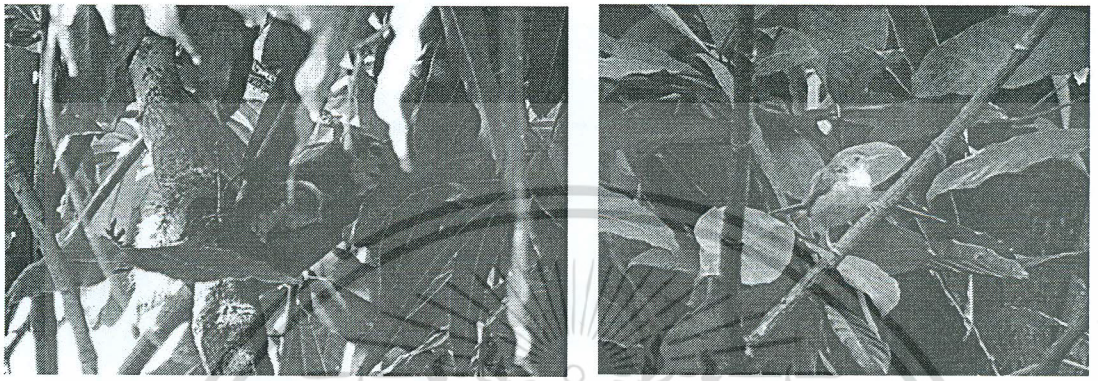


ภาพที่ 4.4 แสดงการจัดผังบริเวณบ้านและลานโล่งหน้าบ้านและภายในบ้าน

ลานโล่ง (Open Court yard) การใช้คอร์ตโล่งขนาด 4.0 x 4.0 sq.m. ที่อยู่ติดกับห้องครัว ห้องนั่งเล่นและห้องสตูดิโอ เป็นพื้นที่ระบายอากาศและนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ห้องภายในบ้าน ช่วยให้เกิดความใกล้ชิดธรรมชาติ ส่วนบริเวณหน้าบ้านติดกับ open front yard ช่วยให้เกิดการระบายอากาศแบบ cross ventilation และนำแสงธรรมชาติมาสู่ห้อง เป็นการใช้ภูมิอากาศและการจัดสวนช่วยลดอุณหภูมิแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิภายในบ้านอยู่ในภาวะสบาย

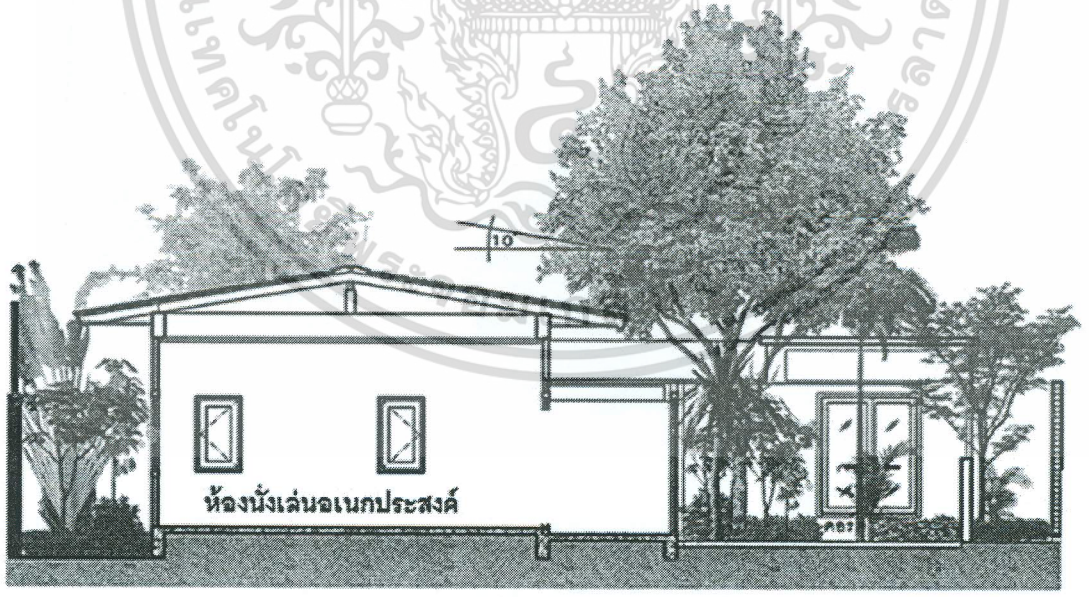
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดสภาพแวดล้อมเชิงนิเวศ (Eco-environment) การจัดสวนแบบธรรมชาติช่วยสร้างสรรค์ภูมิอากาศย่อย (microclimate) ช่วยลดอุณหภูมิแวดล้อมลง และทำให้ผู้อยู่อาศัยได้ใกล้ชิดธรรมชาติ มีความสุขและสุขภาพแข็งแรง นอกจากนี้สวนธรรมชาตินี้ยังเป็นที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์เล็กๆ เช่น กระรอก นกนานาพันธุ์ ผีเสื้อหลากสี เป็นต้น



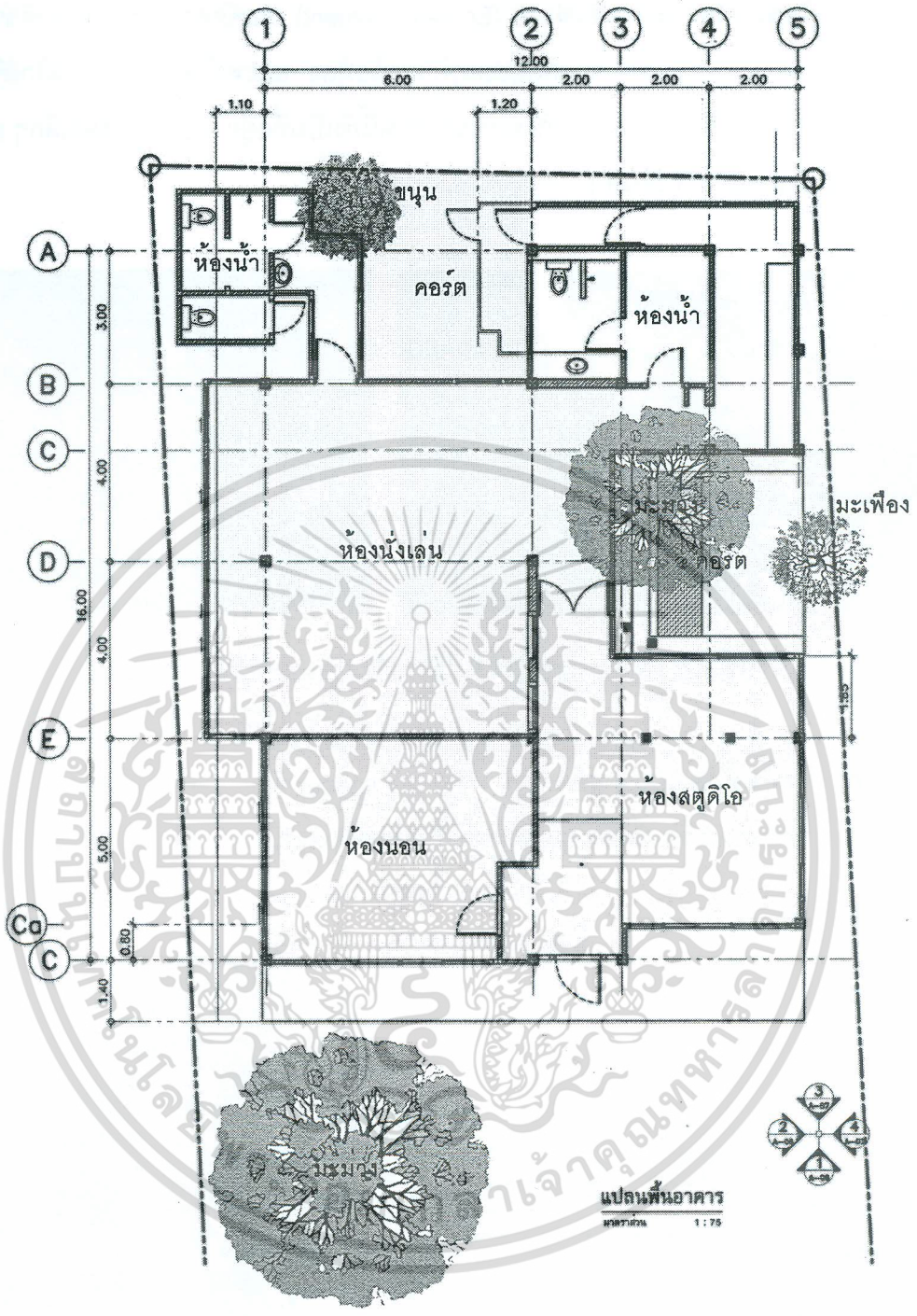
ภาพที่ 4.5 แสดงกระรอกและนกที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ที่ลานโล่งในบ้าน

การจัดพื้นที่ยืดหยุ่นภายในบ้าน (Flexible space) ห้องนั่งเล่นต่อเนื่องกับ court yard ไม่มีประตูกั้นทำให้อากาศไหลเวียนได้ดี ส่วนของห้องครัวแยกออกต่อเนื่องกับคอร์ต ช่วยให้ระบายอากาศได้ดี



ภาพที่ 4.6 แสดงรูปตัดลานโล่งภายในต่อเนื่องกับห้องนั่งเล่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แสดงการจัดพื้นที่ภายในแบบยืดหยุ่นไม่มีผนังกั้นห้อง ทำให้ต่อเนื่องกับคอร์ตลานโล่งภายในบ้าน

การใช้วัสดุและฉนวนกันความร้อน (Materials and thermal insulation) การใช้วัสดุก่อสร้างและฉนวนกันความร้อนติดตั้งที่หลังคาช่วยป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

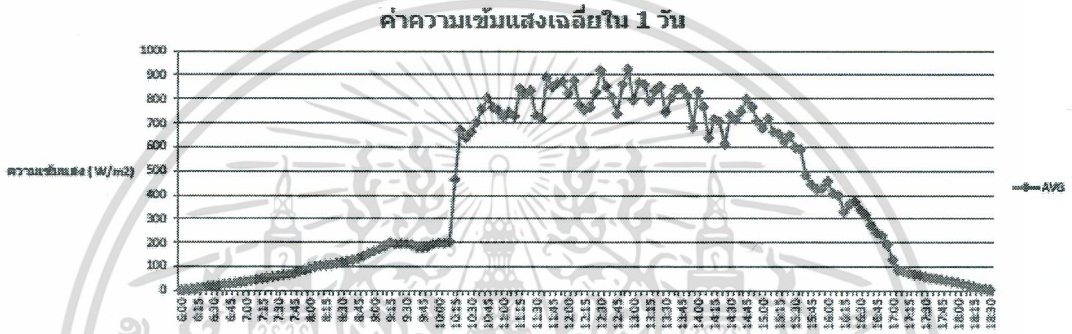
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ (Photovoltaic System) ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้าน เพื่อผลิตพลังงานทดแทน ช่วยลดปริมาณคาร์บอนและก๊าซเรือนกระจก ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับบ้านในเมือง โดยเลือกระบบกริด (Grid tied system) ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้านทิศเหนือ เนื่องจากเป็นพื้นที่หลังคาที่ไม่ถูกบังเงาจากอาคารสูงและต้นไม้ โดยทำการทดลองติดตั้งตามความลาดหลังคาที่ 5 องศาเหนือ และปรับยกขึ้นทำมุม 15 องศาใต้ แผงโซลาร์เซลล์จำนวน 15 แผง ใช้พื้นที่หลังคา 40 ตารางเมตร ต่อกับอินเวอร์เตอร์ระบบกริดขนาด 3.3 Kw และบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าเปรียบเทียบกัน

ตารางที่ 4.1 แสดงการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านภูมิอากาศชีวภาพในเขตจตุจักร ที่ล้อมรอบด้วยอาคารสูง

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านภูมิอากาศชีวภาพ ในเขตจตุจักร ที่ล้อมรอบด้วยอาคารสูง		
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์	Grid Tied system	ระบบเชื่อมต่อกับการไฟฟ้านครหลวง (MEA)
ขนาดการติดตั้งระบบ	3.3KW ตามขนาดอินเวอร์เตอร์	อินเวอร์เตอร์ 3.3 KW ของ ABB รุ่น PVS300
แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้	ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 285 วัตต์/แผ่น (Poly Crystalline, Suntech รุ่น STP 285, 24/VDC)	จำนวน 15 แผ่น (panels)
พื้นที่บนหลังคาสำหรับแผงโซลาร์เซลล์	40ตารางเมตร (พื้นที่เฉพาะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 30 ตารางเมตร)	ติดตั้งบนหลังคาทิศเหนือทำมุม 5 องศาเหนือและ 15 องศาใต้ (ตามการทดลอง)
รูปทรงหลังคาบ้านตัวอย่าง	หลังคาเพิงแหงนเอียงลาด 5 องศา	ติดตั้งบนวัสดุมุงเมทัล ชีท
ผลผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบแผงโซลาร์เซลล์	12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือ 12 หน่วย/วัน (12 kWh/day)	ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 8.8 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 3.2 ตันต่อปี เมื่อผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินและก๊าซ
ระยะเวลาในการคืนทุน	10 ปี 7 เดือน	เมื่อลงทุน 270,000.-บาท/4.2kWp ประมาณ 64,000.-บาท/kWp

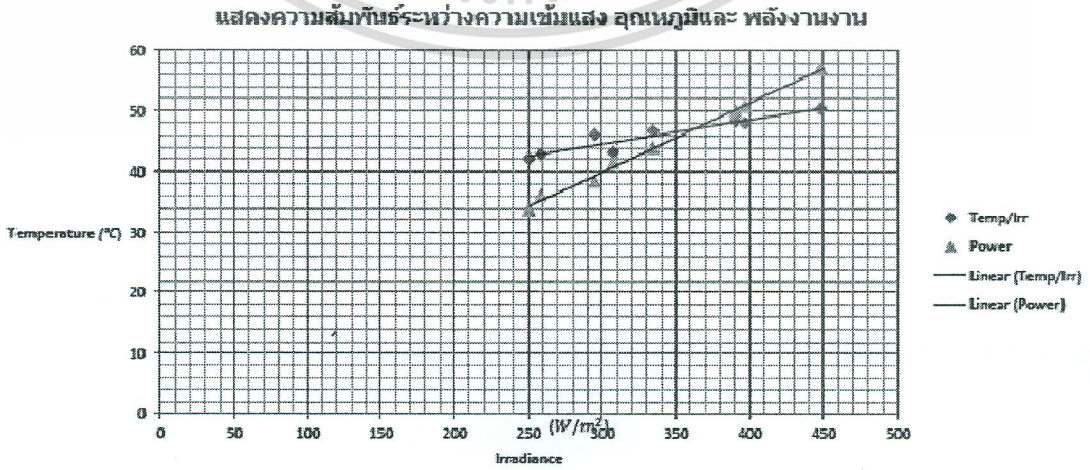
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการบันทึกค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้ในแต่ละวันของอินเวอร์เตอร์ ขนาด 3.3 kW ระบบกริด พบว่าในเวลา 6.00 น. ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่ส่องกระทบแผงโซลาร์เซลล์ยังมีค่าน้อย เนื่องมาจากความเข้มแสงในช่วงเช้ายังอ่อนอยู่และแผงโซลาร์เซลล์ถูกเงาของอาคารสูงด้านทิศตะวันออกบัง ทำให้แสงส่องผ่านมาได้ไม่เต็มที่จึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ค่าความเข้มของแสงน้อย แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าความเข้มแสงจะเพิ่มขึ้น ตั้งแต่เวลาประมาณ 10.00 น.หลังจากดวงอาทิตย์พ้นอาคารสูงไปแล้ว แผงโซลาร์เซลล์จะรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ และความเข้มของแสงจะมีค่าสูงสุดอยู่ที่ช่วงเวลา 12.00 น. ถึง 13.00 น. จากนั้นค่อยลดลงไปจนถึงเมื่อพระอาทิตย์ตกซึ่งเป็นเวลาประมาณ 18.30 น. จึงสรุปได้ว่าความเข้มของแสงที่เพิ่มขึ้นและลดลงนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา และเงาบังที่เกิดจากอาคารสูงส่งผลต่อความเข้มแสงเช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดงกราฟค่าความเข้มแสงเฉลี่ยในหนึ่งวัน

ต่อมาเมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบต่อแผงโซลาร์เซลล์ทำให้เกิดความร้อนบริเวณแผงโซลาร์เซลล์ ความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้นตามเวลาจึงทำให้แผงโซลาร์เซลล์มีอุณหภูมิสูงขึ้นตามความเข้มแสงที่เพิ่มขึ้น เมื่อดูจากกราฟในภาพที่ 4.8 แสดงการเปรียบกันระหว่างการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ผลิตได้ จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิไม่ส่งผลกระทบต่อการเพิ่มขึ้นของพลังงานที่ผลิตได้ และจากกราฟยังแสดงให้เห็นอีกว่าเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้น พลังงานที่ผลิตได้มีค่าเพิ่มขึ้นไปด้วย ดังนั้นการปรับมุมองศาให้เหมาะสมซึ่งคือ 15 องศาใต้ และมีพื้นที่เปิดโล่งสำหรับแผงโซลาร์เซลล์ จะทำให้ได้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ จึงสามารถทำให้ผลิตพลังงานได้มาก

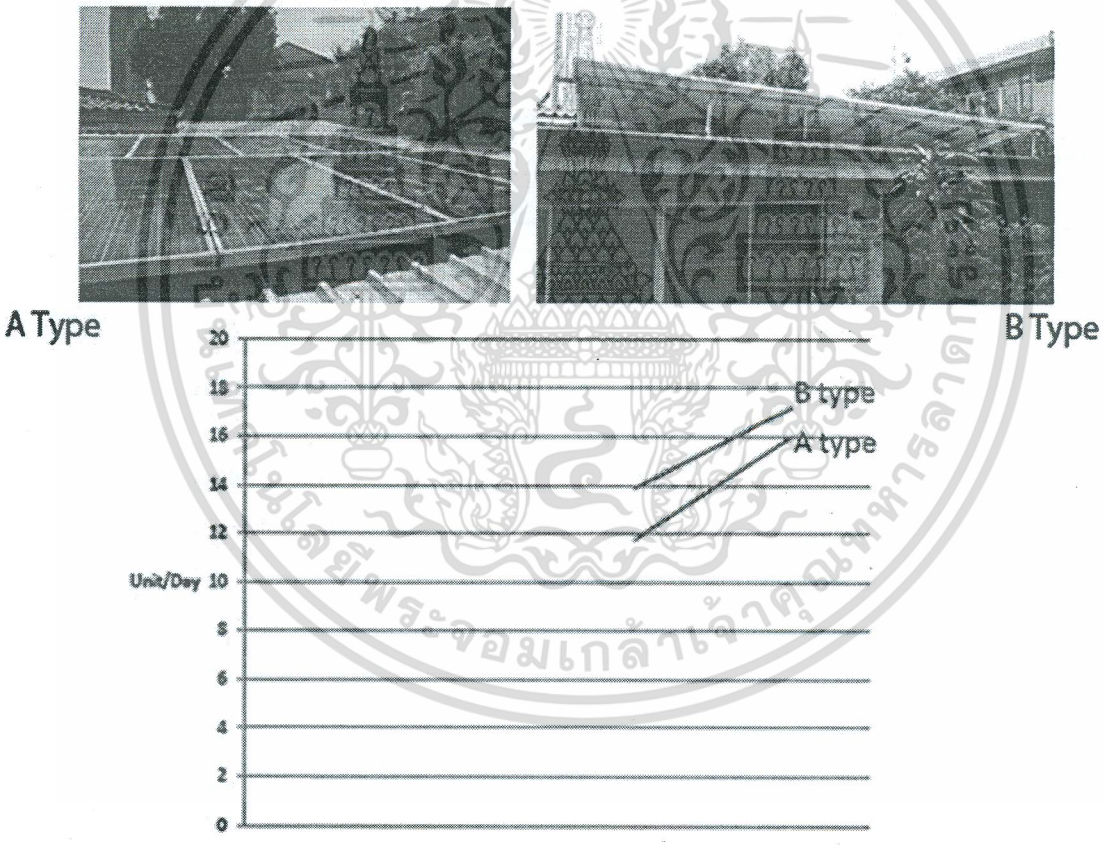


ภาพที่ 4.9 แสดงกราฟค่าพลังงานที่ผลิตได้และค่าอุณหภูมิที่เกิดขึ้นบนแผงโซลาร์เซลล์ในหนึ่งวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ประกบตามแนวลาดเอียงหลังคาที่มีอยู่

นับว่ามีความเหมาะสมด้านโครงสร้างที่แข็งแรงและการป้องกันน้ำฝนรั่ว เนื่องจากหลังคาและแผงโซลาร์เซลล์ต้องต้านทานต่อสภาพอากาศที่รุนแรงได้ เช่น ลมพายุฝน ความร้อน ลมพายุฝนที่มีกำลังแรงอาจทำให้โครงสร้างฐานรับแผงโซลาร์ขยับตัว ทำให้ผืนหลังคาเสียหาย น้ำฝนรั่วเข้าบ้านและเป็นอันตรายต่อผู้อยู่อาศัยการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาเดิมที่มีอยู่แล้ว ควรให้แผงโซลาร์เซลล์ประกบไปตามแนวลาดเอียงของหลังคาจะเหมาะสมที่สุด สำหรับการทดลองนี้จึงได้ปรับแผงลงประกบแนวลาดเอียงหลังคาด้านทิศเหนือ ทำมุม 5 องศาเหนือ ซึ่งส่งผลให้ค่าการผลิตไฟฟ้าลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับมุม 15 องศาใต้ ดังแสดงในภาพที่ 4.10 แผงโซลาร์เซลล์ตามแนวหลังคาทำมุม 5 องศาเหนือ (type A) ผลิตไฟฟ้าได้ 12-16 หน่วยต่อวัน และถ้าแผงทำมุม 15 องศาใต้ (type B) ผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 14-17 หน่วยต่อวัน

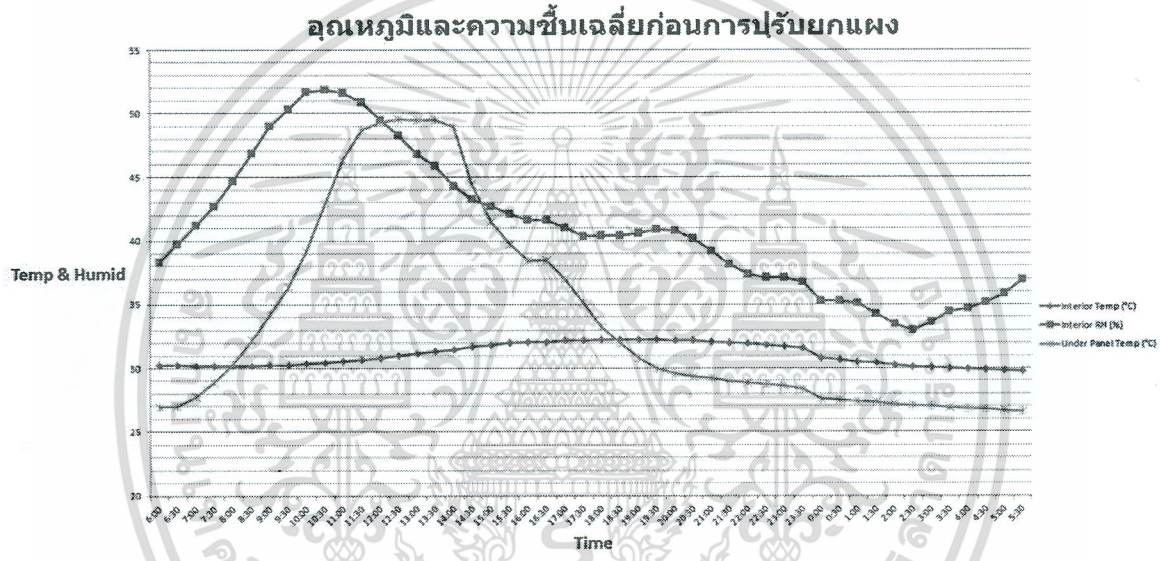


ภาพที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบของพลังงานที่ผลิตได้ระหว่างมุม 5 องศาเหนือ (type A) และ 15 องศาใต้ (type B)

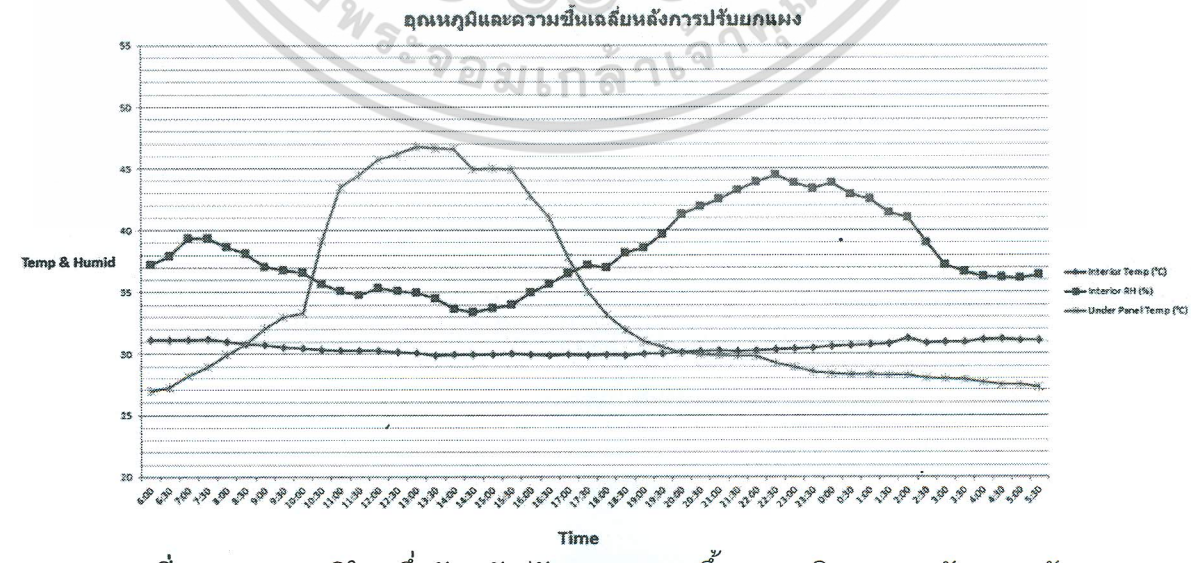
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การยกแผงลอยเหนือวัสดุมุงอย่างน้อย 15 เซนติเมตร

ช่วยระบายความร้อนออกจากใต้แผงโซลาร์เซลล์โดยลมธรรมชาติ ความร้อนใต้แผงโซลาร์เซลล์จะส่งผ่านวัสดุมุงเข้าสู่ภายในห้อง ดังนั้นการติดฉนวนกันความร้อนที่หลังคาและฝ้าเพดานจึงเป็นสิ่งจำเป็น การยกฐานแผงให้สูงขึ้นจากหลังคาอย่างน้อย 15 เซนติเมตรเพื่อให้เกิดการระบายความร้อนด้วยลมธรรมชาติ แสดงเป็นกราฟในภาพที่ 4.11 และภาพที่ 4.12 เมื่อนำกราฟทั้งสองมาดูเปรียบเทียบกันจะเห็นได้ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยภายในห้องนอนในหนึ่งวันก่อนปรับยกแผงมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าหลังจากปรับยกแผงแล้ว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า การออกแบบการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคานั้นต้องคำนึงถึงการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นระหว่างแผงโซลาร์เซลล์และหลังคาด้วย ซึ่งการสะสมความร้อนบนหลังคาจะส่งผลต่ออุณหภูมิภายในห้องที่อยู่อาศัย

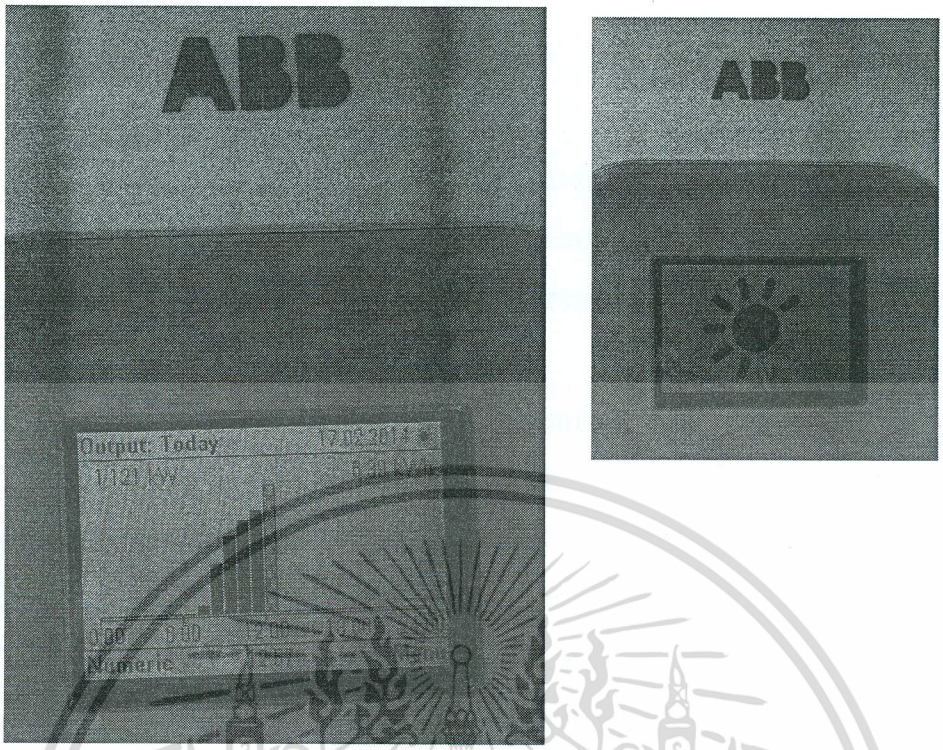


ภาพที่ 4.11 อุณหภูมิในหนึ่งวันก่อนปรับยกแผงให้ลอยจากวัสดุมุงหลังคา



ภาพที่ 4.12 อุณหภูมิในหนึ่งวันหลังปรับยกแผงลอยขึ้น15เซนติเมตรจากวัสดุมุงหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกแสดงผ่านหน้าจออินเวอร์เตอร์

4.2.3 ระยะเวลาคุ้มทุน

จากการบันทึกค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซลาร์เซลล์ผ่านอินเวอร์เตอร์ในแต่ละวัน นำไปคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนในการติดตั้งแผงโซลาเซลล์ทั้งหมด 15 แผง ผ่านโปรแกรม ทำให้ทราบว่าหากลงทุนติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทั้งหมด 15 แผง ลงทุนทั้งหมด 270,000 บาท และแผงโซลาร์เซลล์สามารถผลิตพลังงานได้ 14.1 ยูนิตต่อวัน จะมีระยะเวลาคืนทุนภาย 10 ปี 6 เดือน

ข้อมูลคาดการกระแสไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้และระยะคืนทุน

โครงการติดตั้งSolar Cell บ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ ขนาดกำลังการผลิต 3.3kW

ขนาดแผง 285 Wp จำนวน 15 แผง

Solar Power (average)		Temp.	Efficiancy reduce from Temp.	Spec (Wp)/Panel 285	W	Product Power/Panel	
0	W/m2	30.66	2.6602	282.3398	W	0	W
.33333	W/m2	28.73333	1.754666667	283.2453	W	7.175548	W
87.5	W/m2	31.4	3.008	281.992	W	24.6743	W
147.5	W/m2	34.73333	4.574666667	280.4253	W	41.36274	W
214	W/m2	37.15	5.7105	279.2895	W	59.76795	W
770.5	W/m2	55.06667	14.13133333	270.8687	W	208.7043	W
214	W/m2	37.15	5.7105	279.2895	W	59.76795	W
759.5	W/m2	58.56667	15.77633333	269.2237	W	204.4754	W
818	W/m2	58.23333	15.61966667	269.3803	W	220.3531	W
752	W/m2	55.9	14.523	270.477	W	203.3987	W
539	W/m2	52.06667	12.72133333	272.2787	W	146.7582	W
226.5	W/m2	43.06667	8.491333333	276.5087	W	62.62921	W
42.5	W/m2	34.23333	4.339666667	280.6603	W	11.92806	W

รายการ	ข้อมูล	หน่วย
จำนวนแผง	15	แผง
ผลิตได้	14.07369902	unit/day
Loss	4.691233008	
ค่าไฟ/Unit	4	บาท
เป็นเงินวัน	66.0230014	บาท
ค่าใช้จ่าย/เดือน	1,980.69	บาท
ค่าใช้จ่าย/ปี	23,768.28	บาท
ลงทุน	250,000.00	บาท
คืนทุน (ปี)	10.51821986	ปี

ภาพที่ 4.14 แสดงตารางพลังงานที่ผลิตได้จากแผงโซลาร์เซลล์ และระยะเวลาในการคืนทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและเสนอแนะ

บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในเขตกรุงเทพมหานคร เป็นบ้านที่ใช้พลังงานต่ำ โดยลดการใช้เครื่องปรับอากาศลง และอาศัยสภาพแวดล้อมรอบบ้านจากการจัดสวนและลานโล่งช่วยลดอุณหภูมิแวดล้อม และส่งเสริมให้เกิดระบบนิเวศทางธรรมชาติ บ้านตัวอย่างที่ใช้ในการเก็บข้อมูลภูมิอากาศและการใช้พลังงานสรุปได้ดังนี้

1. การใช้ลานโล่งหน้าบ้านและลานโล่งภายในของบ้านชั้นเดียวมีความสำคัญต่อการระบายอากาศและแสงธรรมชาติภายในบ้าน ช่วยให้เกิดภาวะสบายภายในบ้าน

2. การจัดสวนแบบธรรมชาติที่มีหลากหลายพันธุ์ไม้และมีลักษณะที่ไม่เป็นทางการ ช่วยให้เกิดการผ่อนคลายของคนในบ้าน จิตใจแจ่มใส และเกิดร่มเงา ทำให้บ้านดูร่มรื่นเย็นสบายเป็นผลดีต่อจิตใจ ลดความเป็นเกาะร้อนของเมือง เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมืองที่หนาแน่นและในเขตธุรกิจ

3. พันธุ์ไม้ที่ปลูกมีผลต่อระบบนิเวศของเมือง เช่น ไม้ที่ให้ผล ช่วยส่งเสริมให้เกิดวงจรชีวิตของสัตว์เล็กๆ เกิดเป็นเขตชีวภาพ (biotope) ลดความกระด้างของสิ่งก่อสร้าง ทำให้ผู้อยู่อาศัยและชุมชนในละแวกได้สัมผัสกับธรรมชาติ

4. การติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่หลังคาเป็นสิ่งจำเป็นต่อบ้านชั้นเดียว เพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านในเวลากลางวัน ช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ ส่งเสริมให้เกิดภาวะสบาย

5. การใช้วัสดุก่อสร้างแบบดั้งเดิมคือผนังก่ออิฐและโครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก จัดว่าเป็นวัสดุแบบยั่งยืนหรือวัสดุเขียว (green material) ช่วยลดมลภาวะและย่อยสลายได้

6. พื้นชั้นล่างวางอยู่บนดินเพื่อการถ่ายเทความร้อนลงสู่ดินและใช้ความเย็นจากพื้นดิน มีระบบการหน่วงน้ำเพื่อให้น้ำฝนที่ผิวดินระบายออกจากตัวบ้านโดยไม่ท่วมขัง โดยใช้พื้นดาดแข็งเป็นกรวดและทราย

7. การหันเหทิศทางของตัวบ้านเพื่อหลบแดดและรับลม สอดคล้องกับวงโคจรของดวงอาทิตย์ (solar orientation) ช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศ ส่งเสริมให้เกิดการระบายอากาศที่ดี บ้านตัวอย่างอยู่ในพื้นที่ที่รายล้อมด้วยตึกสูง ทำให้มีลมพัดเกือบทั้งวัน

8. บ้านในเมืองตามแนวความคิดของบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ เมื่อประสานเข้ากับการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานแสงอาทิตย์ จะช่วยลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศและปฏิกิริยาเรือนกระจก ช่วยลดภาวะเกาะร้อนของเมือง ตามวิถีของบ้านยั่งยืนในศตวรรษที่ 21

9. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาระบบกริด ควรปรับมุมของแผงให้รับแสงอาทิตย์เต็มที่ โดยทำมุม 15 องศาใต้ และตำแหน่งที่ติดควรอยู่ในพื้นที่โล่ง ให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างน้อย 8 ชั่วโมง โดยไม่ถูกเงาบังจากสิ่งอื่นจะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. จากการบันทึกค่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแผงโซลาร์เซลล์ระบบกริดของบ้านตัวอย่างได้ผลลัพธ์ ดังนี้

การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาบ้านภูมิอากาศชีวภาพ ในเขตจตุจักร ที่ล้อมรอบด้วยอาคารสูง		
ระบบพลังงานแสงอาทิตย์	Grid Tied system	ระบบเชื่อมต่อกับการไฟฟ้านครหลวง (MEA)
ขนาดการติดตั้งระบบ	3.3 KW ตามขนาดอินเวอร์เตอร์	อินเวอร์เตอร์ 3.3 KW ของ ABB รุ่นPVS300
แผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้	ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ ขนาด 285วัตต์/แผ่น (Poly Crystalline, Suntech รุ่น STP 285, 24/VDC)	จำนวน 15 แผ่น (panels)
พื้นที่บนหลังคาสำหรับแผงโซลาร์เซลล์	40 ตารางเมตร (พื้นที่เฉพาะติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 30 ตารางเมตร)	ติดตั้งบนหลังคาทิศเหนือทำมุม 5 องศาเหนือ และ 15 องศาใต้ (ตามการทดลอง)
รูปทรงหลังคาบ้านตัวอย่าง	หลังคาเพิงแหงนเอียงลาด 5 องศา	ติดตั้งบนวัสดุมุงเมทัล ชีท
ผลผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบแผงโซลาร์เซลล์	12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน หรือ 12 หน่วย/วัน (12 kWh/day)	ลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้เฉลี่ย 8.8กิโลกรัมต่อวัน หรือ 3.2 ตันต่อปี เมื่อผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินและก๊าซ
ระยะเวลาในการคืนทุน	10 ปี 7 เดือน	เมื่อลงทุน 270,00บาท/4.2kWp ประมาณ 64,000.-บาท/ kWp

11. การออกแบบโครงสร้างฐานยึดของแผงโซลาร์เซลล์กับหลังคาให้มีความแข็งแรงทนต่อแรงปะทะของลมและฝน จะทำให้ลดปัญหาการรั่วของน้ำฝนเข้าสู่ภายในหลังคา

12. การบำรุงรักษาแผงโซลาร์เซลล์ ควรทำความสะอาดล้างแผงเดือนละครั้ง หมั่นทำความสะอาดหลังคาโดยเฉพาะฤดูฝน เพราะเศษใบไม้อาจเข้าไปติดอยู่ที่ฐานยึดแผง ทำให้น้ำฝนไหลระบายออกจากหลังคาไม่สะดวกและทำให้ขายึดเสียหาย น้ำฝนอาจรั่วซึมเข้าสู่ภายในบ้านได้

13. ควรยกแผงโซลาร์เซลล์ให้ลอยสูงจากวัสดุมุงหลังคาอย่างน้อย 15-25 เซนติเมตร จะช่วยให้น้ำฝนไหลระบายออกได้สะดวก ลดความร้อนสะสมใต้แผงโดยลมธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

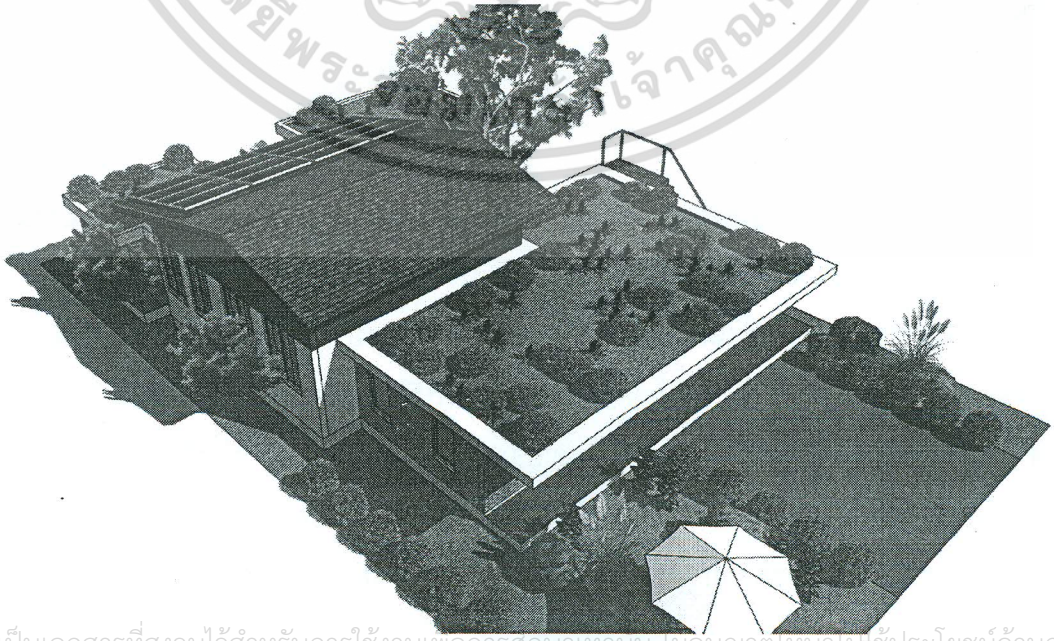
14. ตรวจสอบอินเวอร์เตอร์อย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง เพื่อดูว่าระบบทำงานผลิตกระแสไฟฟ้าตามปกติ ด้วยการดูที่จอภาพ เช่น เมื่อแผงโซลาร์เซลล์มีอุณหภูมิสูงเกินไปซึ่งมักจะพบในฤดูร้อนหรือวันที่แสงอาทิตย์มีความเข้มจัดมาก ทำให้อุณหภูมิบริเวณแผงโซลาร์เซลล์มีอุณหภูมิสูงและส่งผลทำให้อินเวอร์เตอร์หยุดทำงาน เมื่อเป็นดังนี้ให้ปิดและเปิดระบบอินเวอร์เตอร์ใหม่ เพื่อให้การทำงานคืนสู่ภาวะปกติ

15. การลดอุณหภูมิบนแผงโซลาร์เซลล์โดยการรดน้ำลงบนแผงโซลาร์เซลล์ ถ้าติดตั้งระบบรดน้ำบนหลังคาจะช่วยลดความร้อนสะสมที่หลังคาและใต้แผงได้อีกวิธีหนึ่งและช่วยทำให้ภายในบ้านเย็นสบาย

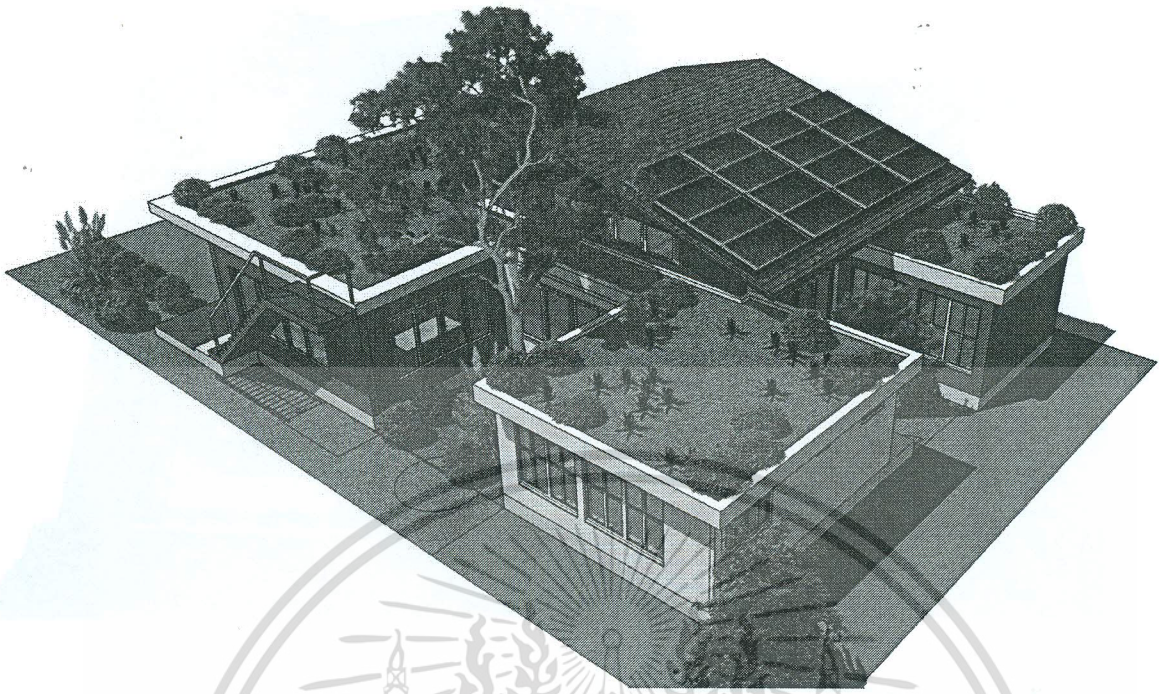
ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนา

1. ปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีความหนาแน่นของอาคารสูง ทำให้พื้นที่สีเขียวและพื้นที่เปิดโล่งลดน้อยลงอย่างต่อเนื่อง การทำบ้านอยู่อาศัยที่มีองค์ประกอบของลานโล่ง จะช่วยลดภาวะเกาะร้อนของกรุงเทพมหานคร ส่งเสริมให้เกิดระบบนิเวศที่เชื่อมโยงกับธรรมชาติเพิ่มขึ้น หากบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพได้รับการส่งเสริมให้สร้างในเขตเมืองที่หนาแน่นก็จะช่วยลดมลภาวะของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปฏิกิริยาเรือนกระจก และช่วยส่งเสริมให้ประชาชนมีจิตใจที่ผ่อนคลาย ช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศและสร้างพลังงานสะอาด และหากภาครัฐส่งเสริมให้เกิดระบบการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบกริด รัฐบาลช่วยเหลือด้านการเก็บพลังงานไว้ที่แบตเตอรี่สำรอง และนำมาจ่ายให้ประชาชนได้ใช้ในเวลากลางคืนตามบ้านเรือน ก็จะช่วยส่งเสริมเศรษฐกิจของชาติได้เป็นอย่างดี

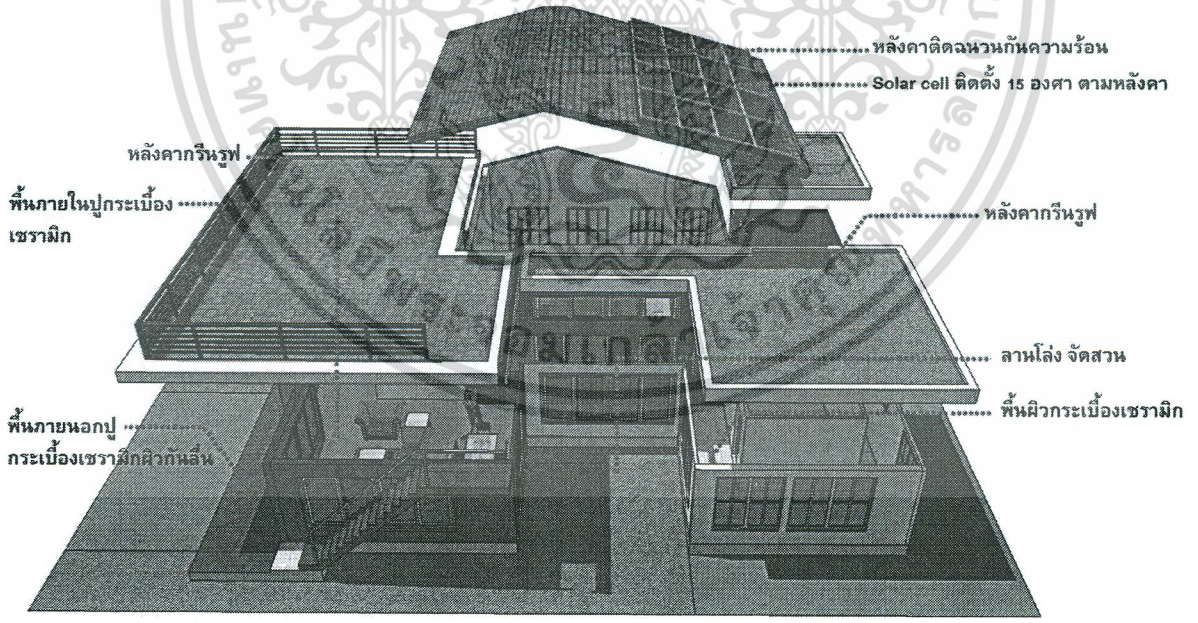
2. ขอนำเสนอรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพสำหรับบ้านชั้นเดียว ที่ส่งเสริมพื้นที่สีเขียวเปิดโล่งบนหลังคาหรือกรีนรูฟ ใช้พันธุ์ไม้เพิ่มพื้นที่สีเขียวให้กับเมือง ใช้ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งบนหลังคา ติดตั้งฉนวนกันความร้อนที่หลังคาและฝ้า ผนังใช้คอนกรีตมวลเบาผิวปิดด้วยกระเบื้องเคลือบเพื่อการป้องกันความร้อน กันความชื้นและดูแลรักษาได้ง่ายดังภาพที่ 5.1, 5.2 และ 5.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

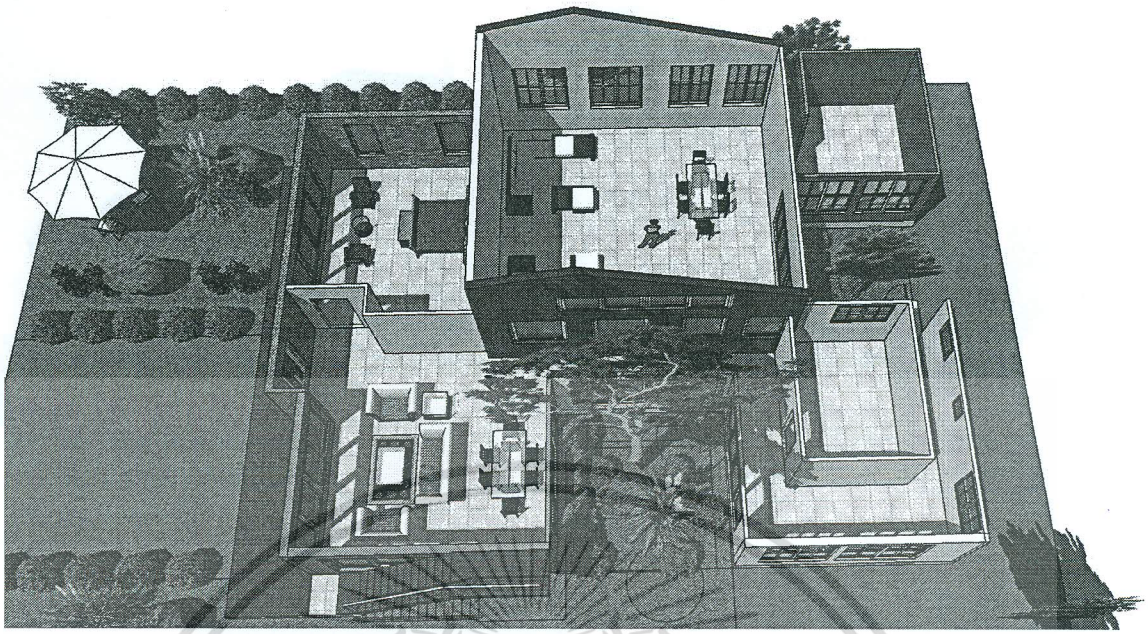


ภาพที่ 5.1 ทัศนียภาพรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพที่ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ทำมุม 15 องศาใต้พร้อมกรีนรูฟ (หลังคาที่ปลูกพันธุ์ไม้)



ภาพที่ 5.2 ลักษณะบ้านชั้นเดียวแบบพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.3 ทัศนียภาพการจัดพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน แยกส่วนห้องน้ำและครัว พร้อมลานโล่ง

3. พัฒนาสู่บ้านพลังงานศูนย์ในอนาคต เมื่อเราสามารถผลิตพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนไฟฟ้าเพื่อใช้ในบ้านได้ทั้งหมดแทนไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง (MEA) ดังนั้นบ้านจึงใช้พลังงานเป็นศูนย์ ไม่ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศ และสามารถใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าของรัฐได้ในระบบกริด (Grid Tied)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลผลิตงานวิจัย

1. การประชาสัมพันธ์และการเผยแพร่ผลงานวิจัยเรื่อง "รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ"

ได้จัดเผยแพร่และสัมมนา พร้อมแจกหนังสือประกอบการบรรยายเพื่อเผยแพร่ในงานสัมมนาเรื่อง "รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ" ซึ่งจัดขึ้นเมื่อ วันที่ 1สิงหาคม 2557 ที่ห้องประชุมชั้น 5 อาคารสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา มีผู้เข้าร่วมสัมมนาประมาณ 75 คน และมีวิทยากรจากต่างประเทศเข้าร่วมบรรยายและอภิปราย ดังนี้ Professor Dr.Kazuhiko HAMAMOTO (Tokai University Japan) และ Professor Dr.Yoshiyuki OSAKAYA (Muroran Institute of technology) และวิทยากรจากสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย คุณสุวิทย์ ธรณินทร์พาณิช เลขาธิการกลุ่มพลังงานทดแทน ซึ่งดำรงตำแหน่งเลขาธิการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ประธานกล่าวเปิดงานโดย คุณสาธิต สุดบรรทัด ประธานกลุ่มหลังคาและอุปกรณ์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และกล่าวต้อนรับโดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เลิศวิภาตระกูล ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (Director of UniNet) ผู้เข้าฟังบรรยายให้ความสนใจครั้งนี้มาก เนื่องจากเป็นประชาชนที่มีบ้านเรือนในเมืองและสนใจติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคา และอีกส่วนหนึ่งเป็นนักศึกษาและอาจารย์จากสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.1 การสัมมนา "รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ" ซึ่งจัดขึ้นที่ห้องประชุมชั้น 5 อาคารสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จากซ้าย ดร.นพดล มณีรัตน์ (ผู้ร่วมวิจัย) รศ.ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ (วิทยากร) รศ.สุภาวดี รัตนมาศ (หัวหน้าโครงการวิจัย) ผศ.วิชาญ เลิศวภาตระกูล (ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการศึกษา) คุณสาธิต สุดบรรทัด (ประธานกลุ่มหลังคาและอุปกรณ์ สภาอุตสาหกรรม) Professor Dr.Kazuhiko HAMAMOTO (วิทยากร Tokai University) คุณสุวิทย์ ธรณินทร์พาณิช (วิทยากร เลขาธิการกลุ่มพลังงานทดแทน ซึ่งดำรงตำแหน่งเลขาธิการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย)

ภาพที่ 6.2 บรรยากาศการสัมมนาภายในห้องประชุมศาสตราจารย์วิจิตร ศรีสอ้าน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.3 การสัมมนาภาคบ่าย ร่วมสัมมนากับศาสตราจารย์จากมหาวิทยาลัยในความร่วมมือ
จากซ้าย ดร.นพดล มณีรัตน์ (ผู้ร่วมวิจัย) คุณปิยบุตร ดวงสวัสดิ์ (ผู้ช่วยวิจัย)
รศ.สุภาวดี รัตนมาศ (หัวหน้าโครงการวิจัย) Professor HAMAMOTO และ Professor OSAKAYA

ภาพที่ 6.4 หนังสือเรื่อง "บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย"
ซึ่งพิมพ์เพื่อเผยแพร่ในงานสัมมนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดโปรแกรมการสัมมนาดังนี้

โครงการสัมมนาวิชาการ

การวิจัยรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย

Bio-climatic Solar Home Design in Thailand

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Friday 1st, August, 2014

8.30-9.00	Register
9.00-9.30	พิธีเปิด กล่าวแนะนำโครงการวิจัยบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ และการสัมมนา โดย รองศาสตราจารย์ สุภาวดี รัตนมาศ กล่าวต้อนรับ โดยผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิชาญ เลิศวิภาตระกูล ผู้อำนวยการสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (Director of UniNet) กล่าวเปิดงานโดย คุณสาธิต สุดบรรทัด ประธานกลุ่มหลังคาและอุปกรณ์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
9.30-10.15	Solar Innovation โดย คุณสุวิทย์ ธรณินทร์พาณิช เลขาธิการกลุ่มพลังงานทดแทน เลขาธิการสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
10.15-11.00	ค่าภาวะสบายในกรุงเทพมหานคร (Thermal Comfort in Bangkok) โดยรองศาสตราจารย์ ดร.วรสัณฑ์ บูรณากาญจน์ (Associate Professor Dr. Vorasun Buranakarn, Chulalongkorn University)
11.00-11.15	Break
11.15-12.00	บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย (Bioclimatic Solar Home Design in Thailand) โดย รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ (Assoc. Prof. Suphawadee Ratanamart , KMITL)
12.00-12.15	Questions and Answers
12.15-13.00	Lunch
13.00-14.00	การติดตั้งและการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยแผงโซล่าเซลล์บนหลังคาบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพระบบกริด (Solar Photovoltaic Rooftop, Grid Tied System Installation) โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ และนายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์ (Assist. Professor Dr. Noppadol Maneerat, Mr. Piyabud Duangsawat, KMITL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14.00-15.00 การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ระบบกริด สำหรับบ้านในเมืองโดย นายอัสนัย เพชรทอง (การไฟฟ้านครหลวง บางพลี) Mr. Assanai PetchThong, Metropolitan Electricity Authority Bang Phli)

15.00-15.15 Break

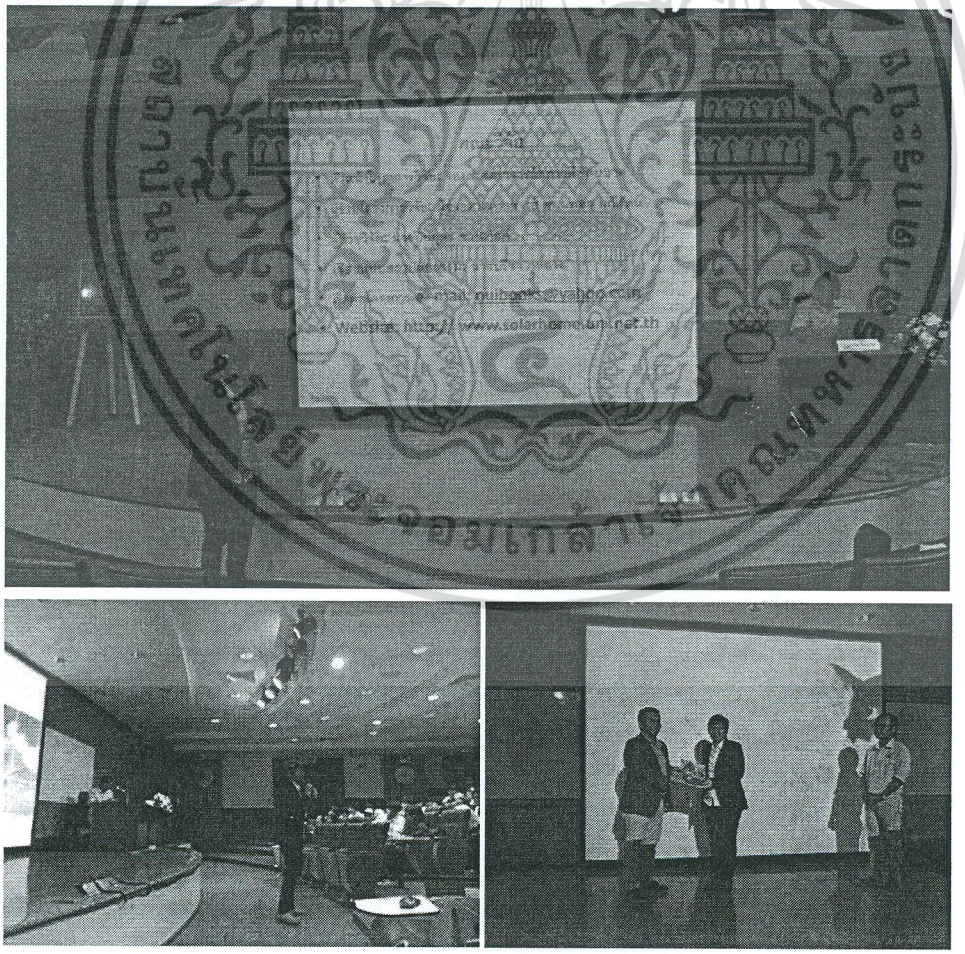
15.15-16.00 Smart Grid by Professor Dr. Kazuhiko HAMAMOTO (Tokai University, Japan)

16.15-17.15 Solar Energy and discussion by Professor Dr. Yoshiyuki OSAKAYA (Mororan Institute of Technology)

17.15-17.30 Questions and Answers

Closed

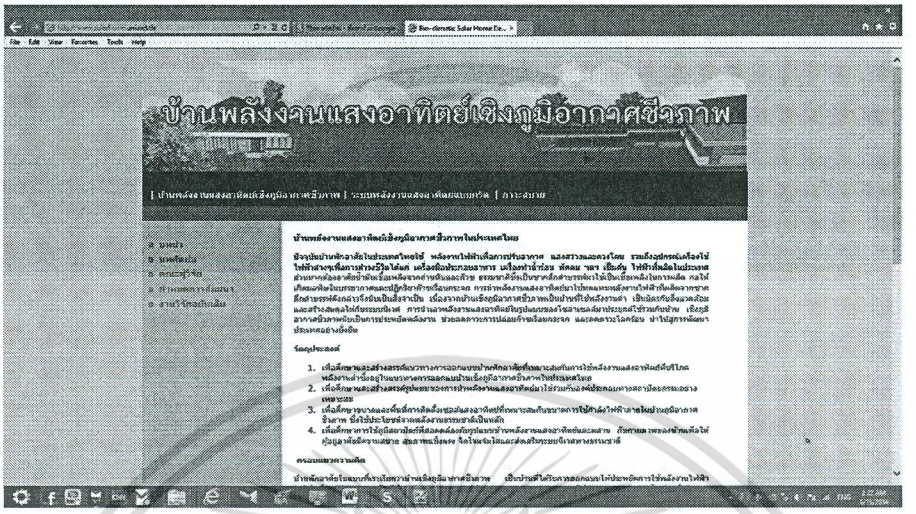
นอกจากนี้แล้ว รศ.สุภาวดี รัตนมาศ และคณะวิจัย ได้รับเชิญจากมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร เป็นวิทยากรบรรยายหัวข้อบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ ในการสัมมนาเรื่อง "การพัฒนาอาคารสู่มาตรฐานอาคารเขียว และอาคารตัวอย่างเพื่อการประหยัดพลังงาน" เมื่อวันที่ 18 สิงหาคม พ.ศ. 2557



ภาพที่ 6.5 บรรยากาศการบรรยายเรื่อง "บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย" ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โดยรองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ และคุณปิยบุตร ดวงสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เผยแพร่เทคโนโลยีจากการวิจัยเรื่อง “รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ” บนเวบไซต์ http://www.solarhome.uni.net.th



ภาพที่ 6.6 จากหน้าจอแสดง http://www.solarhome.uni.net.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

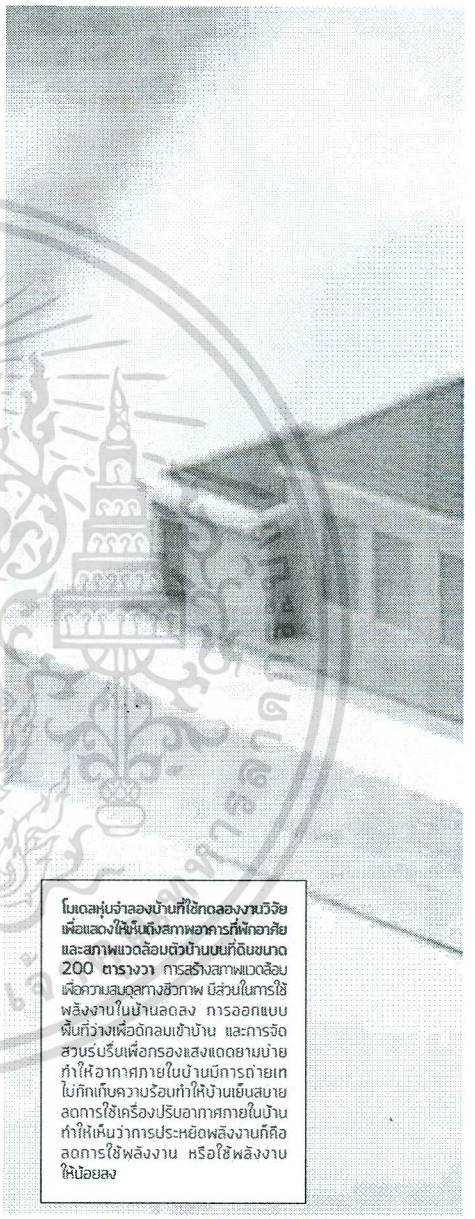
2. บทความลงหนังสือ Me Style Home and LivingVol.1 No.9 November 2014 และVol.1 No.10 December 2014 เรื่องบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ

บ้านพลังงานแสงอาทิตย์ เชิงภูมิอากาศชีวภาพ Bioclimatic Solar Home

กระรอกที่อาศัยอยู่ในสวนธรรมชาติของบ้าน

สถานที่ : บ้านในเขตจตุจักร
เรื่อง : รศสุภาวดี รัตนมาศ
ภาพ : FONE

บ้านชั้นเดียวที่ถูกรายล้อมด้วยอาคารสูงกลางเมืองหลวงอย่างกรุงเทพมหานคร กับการติดแผงโซลาร์เซลล์ เพื่อช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในบ้านนั้น...ได้ผลจริงหรือ???



โมเดลหุ่นจำลองบ้านที่ใช้ทดลองงานวิจัยเพื่อแสดงให้เห็นถึงสภาพอาคารที่พักอาศัยและสภาพแวดล้อมตัวบ้านบนที่ดินขนาด 200 ตารางวา การสร้างสภาพแวดล้อมเพื่อความสมดุลทางชีวภาพ มีส่วนในการใช้พลังงานในบ้านลดลง การออกแบบพื้นที่ว่างเพื่อดักลมเข้าบ้าน และการจัดสวนรอบรั้วเพื่อกรองแสงแดดยามบ่าย ทำให้อากาศภายในบ้านมีการถ่ายเทไม่กักเก็บความร้อนทำให้บ้านเย็นสบาย ลดการใช้เครื่องปรับอากาศภายในบ้าน ทำให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานก็คือลดการใช้พลังงาน หรือใช้พลังงานให้น้อยลง

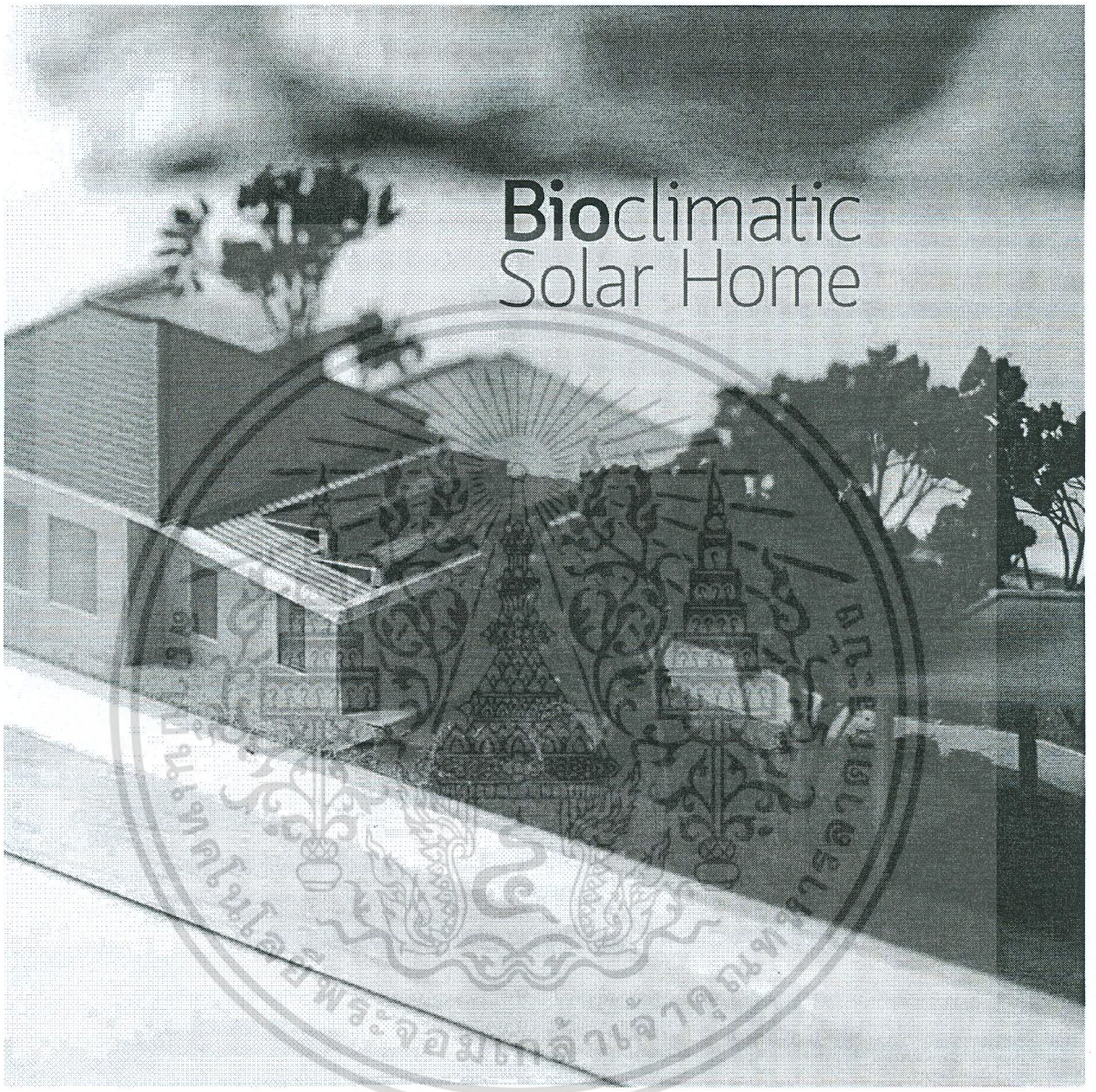
บ้านไบโอไคลเมติก คืออะไร

ในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นที่อาศัยของประชากรกว่า 7 ล้านคน บ้านเรือนหนาแน่น โดยเฉพาะในเขตที่เป็นศูนย์กลางของพาณิชยกรรม บ้านที่ตั้งอยู่ในเมืองจึงมักขาดความเชื่อมโยงของธรรมชาติแวดล้อม สีเขียวของใบไม้ ลานโล่งที่ทำให้เกิดการระบายอากาศ และสายลมพัดผ่านสู่ตัวบ้าน บ้านที่จะกล่าวถึงนี้เราเรียกว่า "บ้านไบโอไคลเมติก หรือบ้านแบบภูมิอากาศชีวภาพ" ตั้งอยู่ในย่าน CBD (Central Business District) ที่แวดล้อมไปด้วยอาคารสูง ซึ่งทำให้เกิดกระแสลมพัดผ่านพื้นที่รอบบ้านค่อนข้างแรง

จัดสวน และอาคารให้สอดคล้องกับภูมิอากาศแวดล้อม

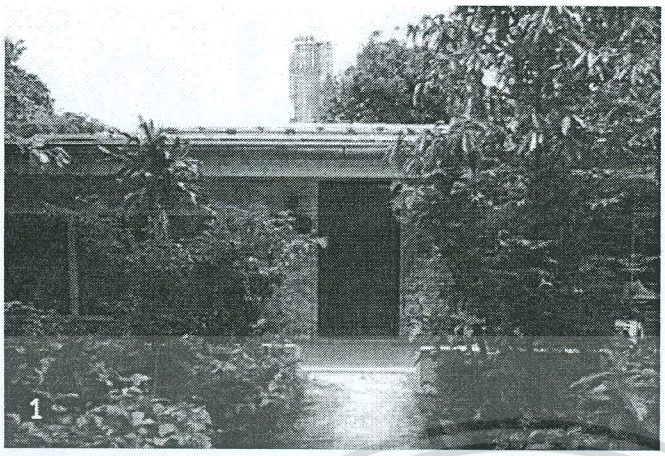
ผู้ออกแบบได้อาศัยช่องได้เปรียบของกระแสลมแรงเปิดช่องหน้าต่างต้อนรับลม และสร้างพื้นที่โล่งภายในบ้านจัดเป็นสวนเล็กๆ ภายในขนาดประมาณ 4 X 4 ตารางเมตร ปลูกพันธุ์ไม้หลากชนิด ใช้เป็นที่พักผ่อนสายตา และระบายอากาศของกระแสลมที่พัดผ่านห้องสตูดิโอ ห้องพักผ่อน และห้องครัว เกิดความเชื่อมโยงระหว่างธรรมชาติเล็กๆ ในสวน กับคนที่อาศัยอยู่ในบ้านซึ่งอยู่ในวัยใกล้เกษียณ 2 คน พร้อมกับลูกๆ ในวัยทำงานอีก 2 คน ภายในพื้นที่ดินราว 200 ตารางวา รายล้อมไปด้วยต้นไม้ไทยที่ส่งกลิ่นหอม และให้สีสันต่างๆ สร้างความรื่นรมย์ และความสดชื่นในทุกวันของสัปดาห์

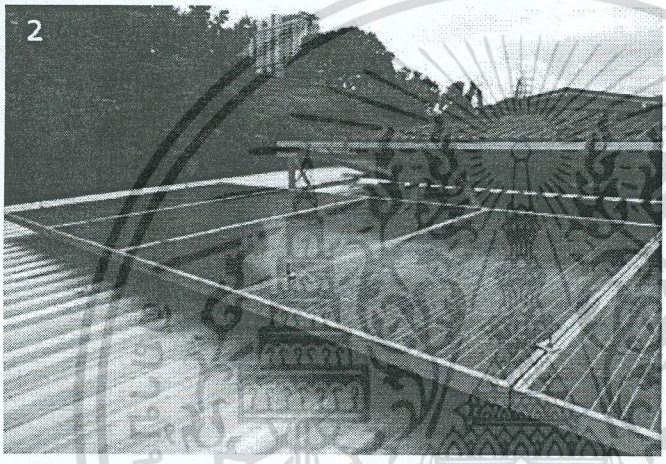
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

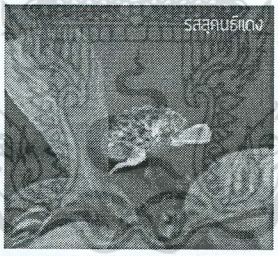


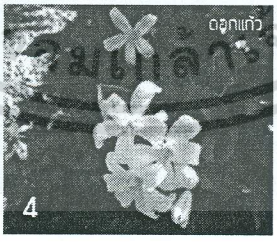
Bioclimatic Solar Home

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้









1. ตัวอย่างบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ
2. แผงโซลาร์เซลล์บนหลังคา
3. นกปรอดหน้าเหลืองมาเล่นจานน้ำ
4. ดอกไม้ที่ปลูกภายในสวน

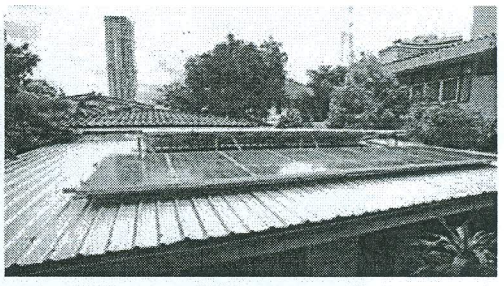
บ้านไบโอไคลมาติก โซลาร์โฮม คืออะไร

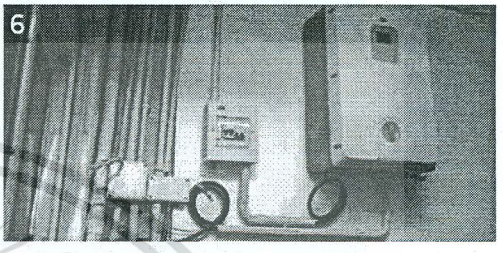
บ้านแบบไบโอไคลมาติก โซลาร์โฮม ที่กล่าวถึงนี้ อยู่ท่ามกลางตึกสูงเป็นบ้านชั้นเดียว ใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อสร้างกระแสไฟฟ้าร่วมกับการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ภายในตัวบ้านมีความเย็นสบายที่ได้จากการปลูกต้นไม้หลากหลายสายพันธุ์ ทำให้ดูสงบ และเกิดการพักผ่อนทางสายตา แผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาผลิตพลังงานได้วันละ 12 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อวัน (kWh/day) หรือ 12 หน่วย/วัน ลดค่าใช้จ่ายจากการไฟฟ้านครหลวงลงประมาณร้อยละ 20 ต่อเดือน สามารถลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้เฉลี่ย 8.8 กิโลกรัมต่อวัน การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ใช้พื้นที่บนหลังคา 30 ตารางเมตร และใช้ระบบเชื่อมต่อเข้าสายส่ง (Grid Connected PV System) ต่อกับอินเวอร์เตอร์ (inverter) ขนาดกำลังผลิตสูงสุด 3.3 กิโลวัตต์ (kW) จะคุ้มค่าการลงทุนในเวลาประมาณ 10 ปี 7 เดือน บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพนับเป็นบ้านในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมุ่งสร้างสรรค์ความเชื่อมโยงของธรรมชาติกับผู้อยู่อาศัย โดยการออกแบบบ้านที่ตอบสนองต่อภูมิอากาศ ได้แก่ การป้องกันความร้อนเข้าสู่ตัวบ้านด้วยการหันทิศทางสำหรับทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน ภายในบ้านใช้พลังงานต่ำ พร้อมกับการใช้พลังงานทดแทนซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากถ่านหิน และก๊าซ ซึ่งส่งผลทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และเกิดปฏิกิริยาเรือนกระจกและเกิดภาวะโลกร้อนในปัจจุบัน

"บ้านที่อยู่นี้ ทำให้เกิดการผ่อนคลายจากการทำงาน และการใช้สายตาจากคอมพิวเตอร์ เพราะจากหน้าต่างห้องสตูดิโอสามารถมองเห็นนกเล็กๆ บินมาเกาะกิ่งมะม่วง และต้นแก้ว เราวางจานน้ำไว้ให้นกชอบมาเล่นน้ำในช่วงบ่ายๆ เย็นๆ ชอบดูมากเลยค่ะ ดอกไม้เก็บกันทุกวันไม่ซ้ำ ทำให้เราเข้าใจความเป็นไปของธรรมชาติที่เปลี่ยนแปลงไปทุกวัน ไม่มีอะไรที่เที่ยงแท้แน่นอน จิตใจก็ผ่อนคลาย และยอมรับเหตุการณ์ต่างๆ ที่เข้ามาในชีวิตในแต่ละวันค่ะ"

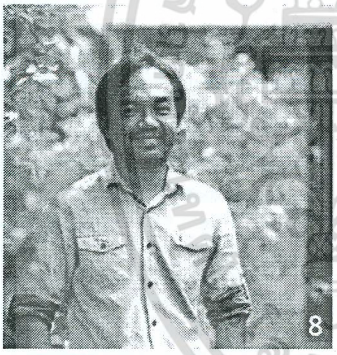
บ้านในเมืองที่พอมีพื้นที่เว้นเป็นลานโล่งอย่างที่เราเรียกว่า "คอร์ท" จะช่วยสร้างบรรยากาศที่เป็นธรรมชาติ ถ้าปลูกต้นไม้ให้มีความหลากหลายสายพันธุ์ ไม่ดูเป็นแถวเป็นแนวแบบอาคารออฟฟิศก็จะช่วยสร้างบรรยากาศทางธรรมชาติได้มาก ไม้ที่ให้ผลจะเป็นตัวเชื่อมโยงสัตว์เล็กๆ เช่น กระรอก และนก บ้านที่อยู่นี้พบนกถึง 14 ชนิด มีตั้งแต่นกกระปูด นกกา นกเขาใหญ่ นกเขาเล็ก ไปจนถึงนกตัวเล็กๆ อย่างเช่น นกกินปลี ชอบมาดูดกินน้ำหวานจากดอกไม้ในบ้าน เช่น ดอกชงโค ดอกเข็ม ฯลฯ

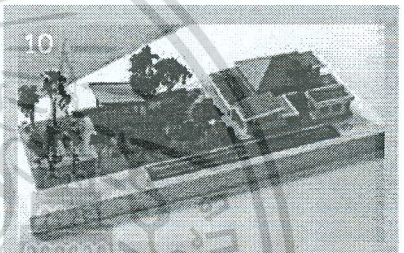
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ถ้าเราช่วยกันสร้างบ้านแบบไบโอโคลเมติก ในเมืองที่หนาแน่น เพิ่มคอร์ทภายในบ้านที่มีต้นไม้ รายรอบบ้านด้วยพันธุ์ไม้พื้นถิ่น เช่น ไม้ไทยๆ ต้นจำปี ชบา ไม้ผล เช่น มะม่วง ชมพู่ มะเฟือง มะขาม ฯลฯ ก็จะทำให้อุณหภูมิภายในเขตเมืองลดลง เมืองก็จะน่าอยู่ ร่มรื่น และบ้านของเราก็จะร่มรื่นอยู่สบาย ประหยัดไฟฟ้า จิตใจผ่องใส ใกล้ชิดธรรมชาติ พลานามัยสมบูรณ์





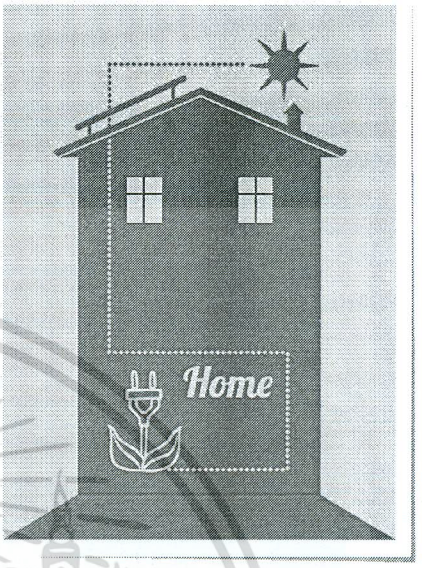
5. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ขนาด 30 ตารางเมตร บนหลังคาบ้านชั้นเดียว ที่รายล้อมไปด้วยอาคารสูง การเลือกตำแหน่งติดตั้ง และองศามีผลต่อการผลิตพลังงานที่ได้ในแต่ละวัน
6. กล่องเก็บพลังงานแสงอาทิตย์
7. รศ.สุภาวดี รัตนมาศ หัวหน้าโครงการวิจัย
8. นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์ ผู้ช่วยวิจัย
9. ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์ ผู้ร่วมโครงการวิจัย
10. โมเดลบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ

ขอขอบคุณ : โครงการวิจัยรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย (Bio-Climatic Solar Home Design in Thailand)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
www.solarhome.uni.net.th
หัวหน้าโครงการวิจัย :
รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย :
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยวิจัย :
• นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์
นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์
• นายปริชา ภูหลวง
(สถบ.สถาปัตยกรรมเขตร้อน)
หุ่นจำลองบ้าน :
นายกิตญ์ณัยย์ พูนศิริวงศ์
แหล่งทุน :
งบประมาณแผ่นดิน
ระยะเวลาโครงการ : 1 ปี
เริ่ม 1 ตุลาคม 2556-30 กันยายน 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

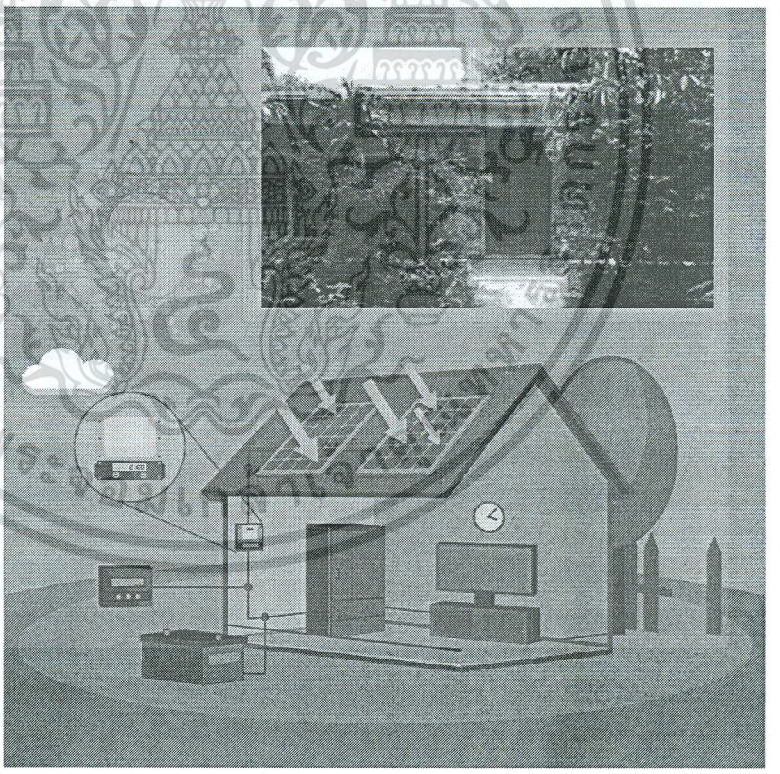
Bioclimatic Solar Home
บ้านพลังงานแสงอาทิตย์
เชิงภูมิอากาศชีวภาพ (ตอน2)

ความคุ้มทุนของการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (Grid connected)



สถานที่ : บ้าน รศ.สุภาวดี รัตนมาศ
เรื่อง : รศ.สุภาวดี รัตนมาศ
ภาพ : FONE

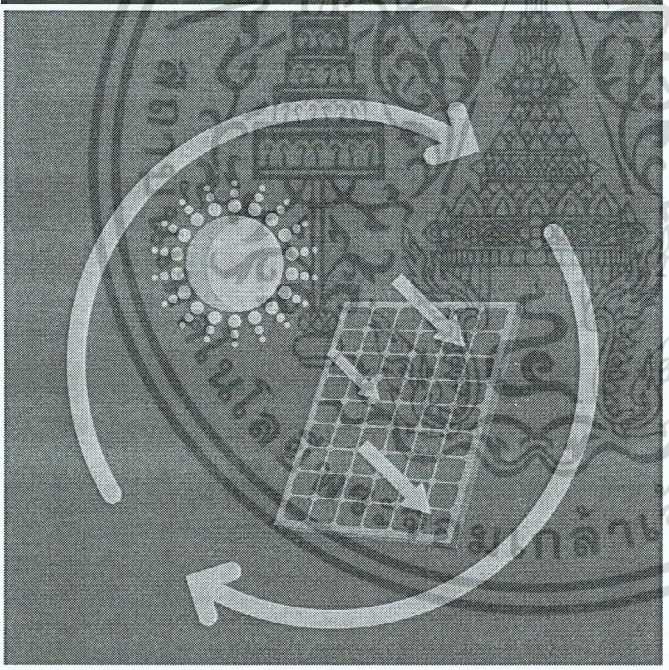
บ้านซึ่งปลูกต้นไม้รายรอบ และติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์ไว้บนหลังคาบ้าน เพื่อสร้างพลังงานทดแทนกระแสไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้านครหลวงหลังนี้ มีขนาดพื้นที่หลังคา ซึ่งได้สำรวจแล้วพบว่ามีพื้นที่หลังคาประมาณ 40 ตารางเมตร ที่มีประสิทธิภาพเหมาะกับการติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์ หรือระบบโฟโต้วัล แทอิค (Photovoltaic system) ดังนั้นทุกครั้งก่อนการลงทุนในระบบจึงจำเป็นต้องสำรวจดูพื้นที่หลังคาที่ปราศจากการบังเงาจากแสงอาทิตย์ หรือมีการบังเงาน้อยที่สุด และอย่างน้อยพื้นที่หลังคาส่วนที่ติดตั้งควรได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงกำมุม 15 องศา กับทิศใต้ เวลาที่รับแสงอย่างน้อยที่สุดเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง เพื่อให้คุ้มค่ากับการลงทุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กุหลาบวาเลนไทน์

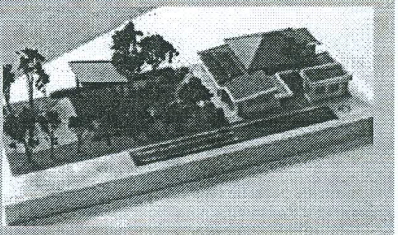
บรรยากาศสวนธรรมชาติบ้านไบโอไคลมาติก



บนพื้นที่หลังคาเล็กๆ นี้ เมื่อติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์ให้ทำมุมรับกับแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด เนื่องจากบ้านที่กล่าวถึงนี้มีหลังคาส่วนที่ปราศจากการบังเงาเพียง 40 ตารางเมตร และผืนหลังคามีความเอียงลาดประมาณ 12 องศากับทิศเหนือ ทำการติดตั้งแผงโซล่าร์เซลล์จำนวน 15 แผงมีขนาด 1 เมตร x 2 เมตร ผลิตไฟฟ้าได้แผงละ 285 วัตต์พีค (Wp) ใช้อินเวอร์เตอร์กำลังสูงสุดที่ 3.3 กิโลวัตต์ (kW) ประเภทเชื่อมต่อระบบจำหน่าย (Grid Connected) สามารถทดแทนพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงได้ เฉลี่ย 12 หน่วยต่อวัน (kWh/Day) หรือ 360 หน่วย/เดือน คิดเป็นค่ากระแสไฟฟ้าต่อเดือนได้ประมาณ 1,440 บาท และลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO^2) จากการผลิตกระแสไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าได้ 3.22 ตันต่อปี

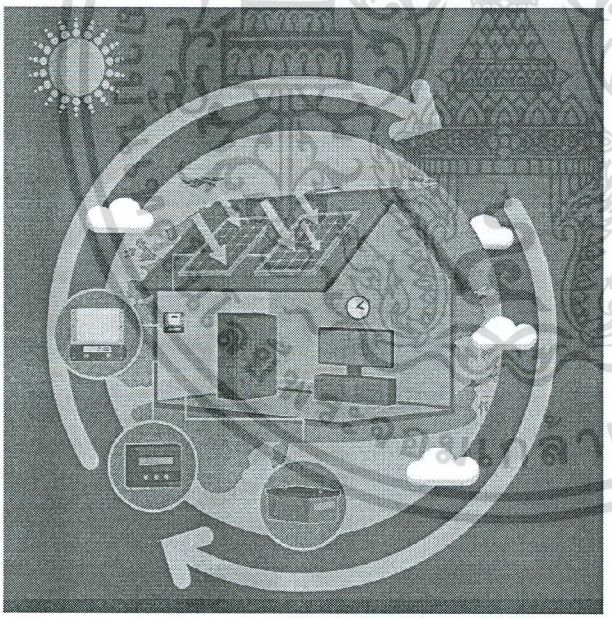
เมื่อนำค่าผลผลิตไฟฟ้าในแต่ละวันที่เครื่องอินเวอร์เตอร์บันทึกไว้มาประมวลผลผ่านโปรแกรมตามหลักการคำนวณ Leveled Cost of Energy (LCOE) โดยค่าลงทุนการติดตั้งระบบ Photovoltaic system (PV system) เท่ากับ 250,000 บาท จะใช้ระยะเวลา 10 ปี 5 เดือนในการคืนทุน ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาคิดเป็น 60,000 บาท/kwp และสามารถใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผลิตกระแสไฟฟ้าทดแทนได้ 30% ของพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดที่บ้านหลังนี้ใช้อยู่ ทุกคนในบ้านสามารถดำเนินกิจกรรมต่างๆ ที่ใช้ไฟฟ้าภายในบ้านไปอย่างปกติเช่นเดียวกับก่อนที่จะมีการติดตั้งระบบ PV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขอขอบคุณ : โครงการวิจัยรูปแบบ
บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ
ในประเทศไทย (Bio-Climatic Solar Home
Design in Thailand)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
www.solarhome.uni.net.th
หัวหน้าโครงการวิจัย :
รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
ผู้ร่วมโครงการวิจัย :
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพดล มณีรัตน์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ผู้ช่วยวิจัย :
- นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์
นักศึกษาปริญญาโท คณะวิศวกรรมศาสตร์
- นายปริชา กุหลาง
(สถาปัตยกรรมเขตร้อน)

หุ่นจำลองบ้าน :
นายกันญ์ดนัย พูนศิริวงศ์
แหล่งทุน :
งบประมาณแผ่นดิน
ระยะเวลาโครงการ : 1 ปี
เริ่ม 1 ตุลาคม 2556-30 กันยายน 2557



การคำนวณต้นทุนมีดังนี้

ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 4.8 บาท (ปี 2557) อายุการใช้งานของแผงโซล่าร์เซลล์ 20 ปี คำนวณเป็นจำนวนเงินที่ได้คืนกลับมาจากค่าพลังงานไฟฟ้าทดแทนเดือนละ 1,400 - 1,500 บาท ขึ้นอยู่กับการใช้ไฟฟ้าตามสภาพภูมิอากาศ ของแต่ละเดือน เช่น ในฤดูร้อนเดือนเมษายน มีปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากกว่าฤดูหนาวในเดือนมกราคม เป็นต้น

การออกแบบบ้านที่ผสานระหว่างบ้านเชิงภูมิอากาศชีวภาพ หรือ Bioclimatic House ร่วมกับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทน ทำให้บ้านรูปแบบนี้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ สืบเนื่องจากภายในบ้านมีความเย็นสบายช่วยลดการใช้เครื่องปรับอากาศลง ขณะเดียวกันไลฟ์สไตล์ของคนในบ้านก็มีความใกล้ชิดกับธรรมชาติที่รายรอบบ้านด้วยต้นไม้นานาพันธุ์ และยังช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนได้ถึงร้อยละ 30 บ้านแบบนี้จึงเหมาะกับบ้านที่ตั้งอยู่ในเมือง มีกระแสไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าของรัฐ แม้จะหาพื้นที่หลังคาที่ปราศจากการบังเงาจากสิ่งแวดล้อมโดยรอบยากสักนิด แต่ก็คุ้มค่ากับผลที่ได้รับตอบแทนค่ะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **เดินทางไปนำเสนอผลงานการวิจัยเรื่อง** Bioclimatic Solar Home Design in Bangkok, Thailand **ในการประชุม** The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment **เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น ระหว่างวันที่** 11-14 **มิถุนายน** 2558

แบบรายงานการไปราชการ ประชุม สัมมนา ศึกษา ฝึกอบรม ปฏิบัติการวิจัย ดูงาน ณ ต่างประเทศ และการไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ

ส่วนที่ 1 **ข้อมูลทั่วไป**

1.1 ชื่อ / นามสกุล นางสุภาวดี รัตนมาศ

1.2 หน่วยงาน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.3 ชื่อเรื่อง / หลักสูตร / หัวข้อ

(ภาษาไทย) -

(ภาษาอังกฤษ) Bioclimatic Solar Home Design in Bangkok, Thailand

สาขาวิชา สถาปัตยกรรมและการวางแผน

เพื่อ ☑ ประชุม ☐ สัมมนา ☐ ศึกษา ☐ ฝึกอบรม ☐ ปฏิบัติการวิจัย

☐ ดูงาน ☐ การไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ

☑ นำเสนอผลงานทางวิชาการ/ผลงานสร้างสรรค์

แหล่งให้ทุน ประเภท 1 (ทุนสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์)

ประเทศที่ไป ประเทศญี่ปุ่น

ระหว่างวันที่ วันที่ 11-14 มิถุนายน 2558

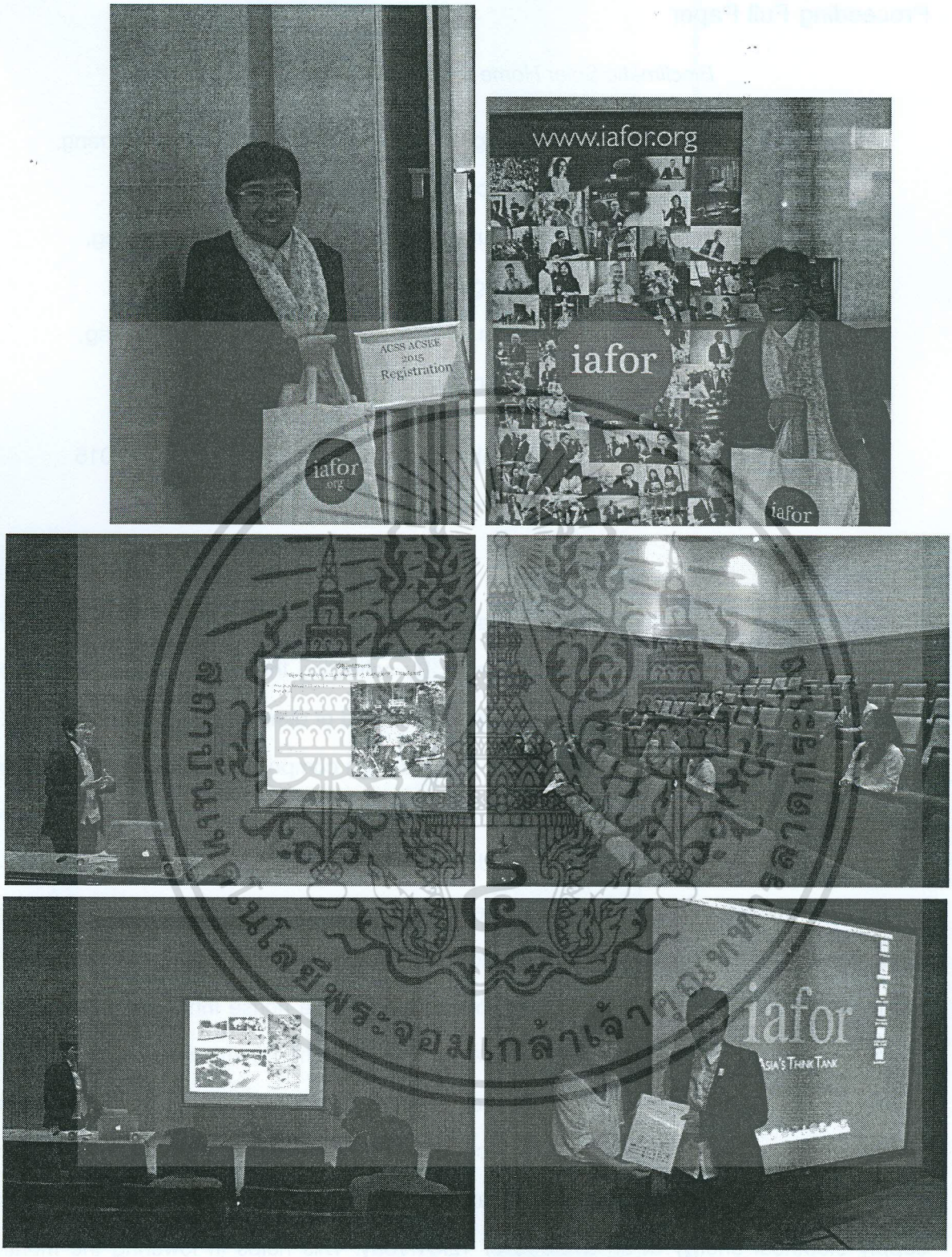
ชื่อการประชุม The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment

ของหน่วยงาน The International Academic Forum (Iafor)

ส่วนที่ 2 **บทคัดย่อหรือสรุปย่อของหลักสูตรฯ / เพื่อประโยชน์ในการสืบค้น (ไม่เกิน** 10 **บรรทัด)**

การนำเสนอผลงานวิจัยเรื่องBioclimatic Solar Home Design in Bangkok, Thaland

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.7 บรรยากาศการนำเสนอผลงานในการประชุมนานาชาติ ACSEE 2015 ระหว่างวันที่ 11-14 มิถุนายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Proceeding Full Paper

Bioclimatic Solar Home Design in Bangkok Thailand

Suphawadee Ratanamart, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Faculty of Architecture, Thailand
NoppadolManeerat, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Faculty of Engineering, Thailand
PiyabudDuangsawat, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,
Faculty of Engineering, Thailand

The Asian Conference on Sustainability, Energy, and the Environment 2015
Official Conference Proceedings

Abstract

This research aimed to study the bioclimatic home design in Bangkok, Thailand, and the installation of Photovoltaic System on the roof. By collecting the climate data from sample single-story house in Bangkok, having an open courtyard of dimension 4.00 x 4.00 meters. It is observed that the key of bioclimatic solar home design comprises of house orientation with the pitch roof of 15 degrees south, and an open courtyard that gives good ventilation, adequate natural light and a suitable landscape. The garden contains various species of plants that are homes for small creatures such as squirrels and birds, and together formulating a biotope and balanced ecological system. By connecting the courtyard to kitchen, dining and living area creates a bond between the house inhabitants and nature, promoting a healthy emotional and physical well-being. The courtyard generates a micro climate in which helps reducing the ambient temperature. When adapting the bioclimatic home with 30 square meters of Photovoltaic System installed on the roof, using grid connected PV system. The inverter, with maximum power generation capacity of 3.3 kW, can supply electrical energy at an average of 12kWh/day. This helps in lowering the monthly electricity cost by 30% and decreasing the amount of carbon dioxide gas consumed in the electricity process by 8.8 kilogram per day. The return on investment will be about 10 years and 7 months. This will help to further develop zero energy home design.

- Keywords: Bioclimatic house, Solar Home, Alternative Energy House, Low energy House

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Introduction

This research presents a sample house that features the design of Bioclimatic Home, with the focus on saving electricity energy utilization from air-conditioning, also known as "Passive and low energy architecture (PLEA)" and with the installation of Photovoltaic System on the rooftop to generate electricity in supplement to the electricity supply from the Metropolitan Electricity Authority.

This sample house is located in Bangkok, the capital city of Thailand in the Southeast Asian region. The sample bioclimatic solar home in Bangkok is situated in a populated business district surrounded by high-rise buildings, and at 3 kilometers from Chatuchak Park, a large recreational public park in Bangkok. The house compound also comprises of a home garden that foster an urban ecological system, and also helps to reduce the urban heat island effect, thus promoting happiness for the inhabitants with a pleasant climate and green environment. The home garden also accommodates small birds and squirrels, and maintains the temperature inside the house to be within the comfort range and helps to reduce the utilization of air-conditioning system.

Bangkok is situated on the eastern bank of the Chao Phraya River at Latitude $13^{0}45'$ North, Longitude $100^{0}30'$ East, and with the intensity of solar radiation (irradiation)measured at 4.75 $kWh/m^2/day \pm 15\%$, and the average daily peak measurement of solar energy at$850 Watt/m^2$, which is ideal for installation of the Photovoltaic system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 1: Site and surrounding of a sample house in Bangkok, located 3 kilometers from Chatuchak Park. The site has an area of 730 square meters, and is surrounded by high-rise buildings.

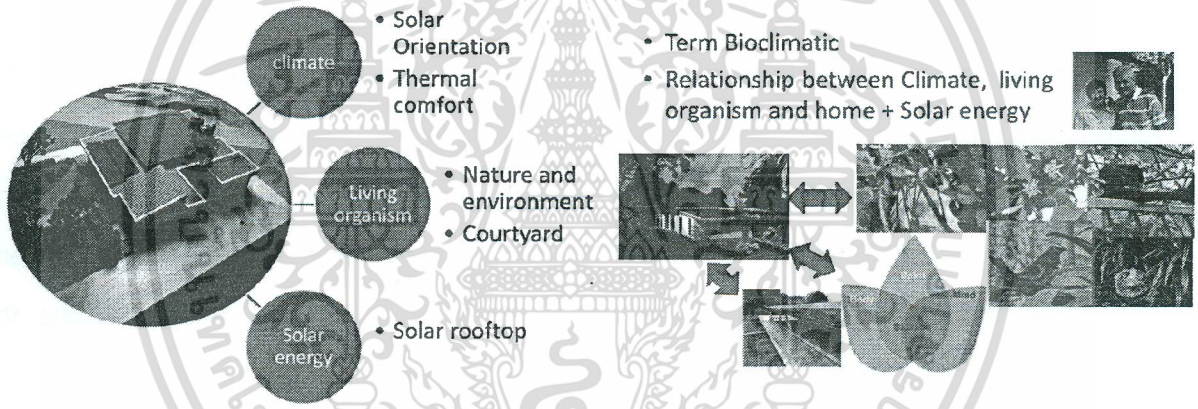


Figure 2: Diagram of the bioclimatic solar home design in Bangkok.

The climate of Bangkok, Thailand

Bangkok has the tropical climate with 3 seasons: summer season starting from mid-February until mid-May; rainy season starting from mid-May until mid-October, and winter season starting from mid-October until mid-February. The average temperature throughout the year is around 28.5^{0}C, the highest average temperature during April month measures at 35.8^{0}C, the lowest temperature falls in December month at 21.0^{0}C. The annual average relative humidity is around 72.3%, the highest relative humidity measures at 92.3%, and the lowest relative humidity measures at 43.8%, the average wind speed records at approximately 2.6 Knot, the annual average precipitation in depth of 1,337.5 millimeters(as recorded by The Thai Meteorological Department, 1980-2009). Bangkok exhibits the urban heat island effect, in which the temperature in urban area is higher than the outer city area.

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

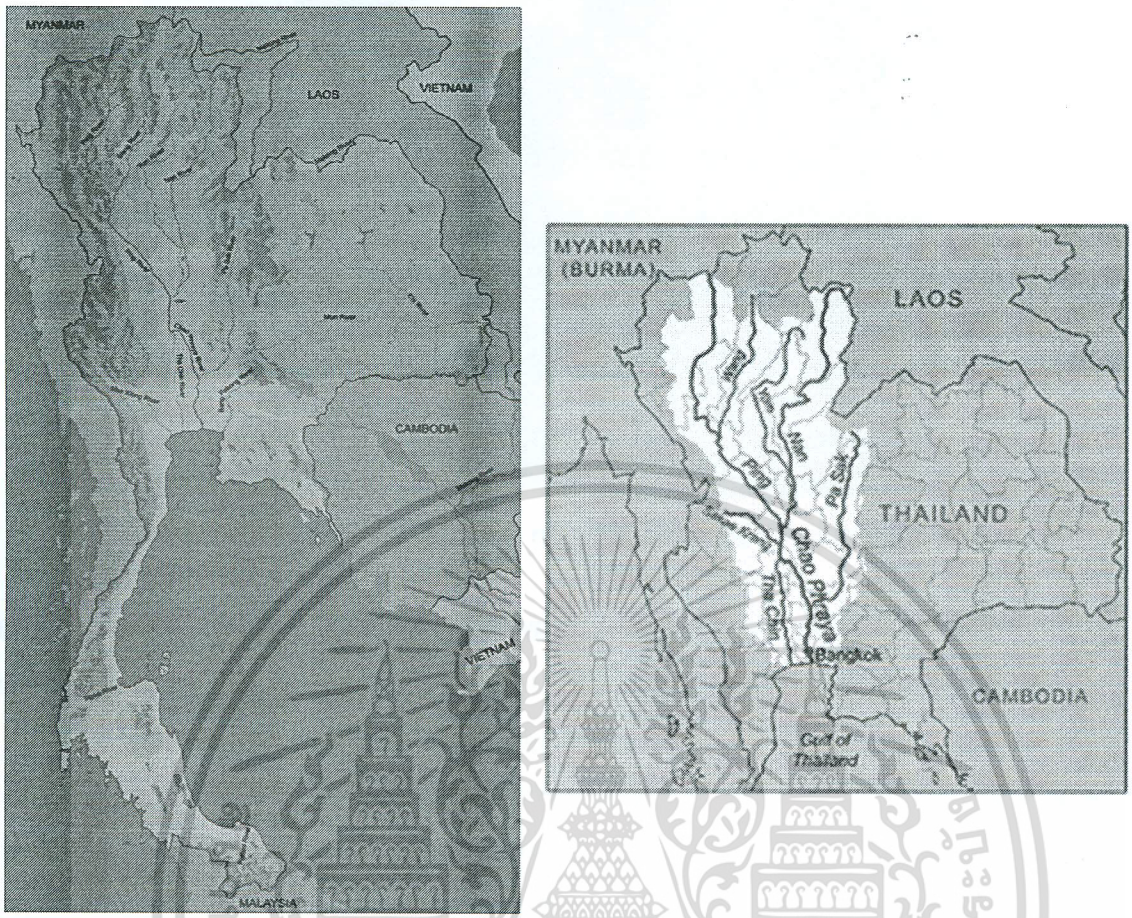


Figure 3: Bangkok city situated on the eastern bank of the Chao Phraya River at Latitude: 13°45′ N, Longitude: 100°30′ E.

Method of research

1. Studying the comfort climate by collecting the climatic data from a sample house, and plotting the data on bioclimatic charts.
2. Studying the eco-friendly environment, from observation of the ambiance within the garden and courtyard.
3. Studying the installation of Photovoltaic system on the rooftop, from the survey and selection of Grid tied system and Off-grid system.
4. Studying the electricity energy that is generated from solar panels, by adjusting the inclination of solar panels to correspond to the roof gradient. And the inclination of 15 degrees by theory will yield the maximum output.
5. Recording the data of electricity energy that is generated from the inverter.
6. Calculating the period for return of investment for the installation of the Photovoltaic system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

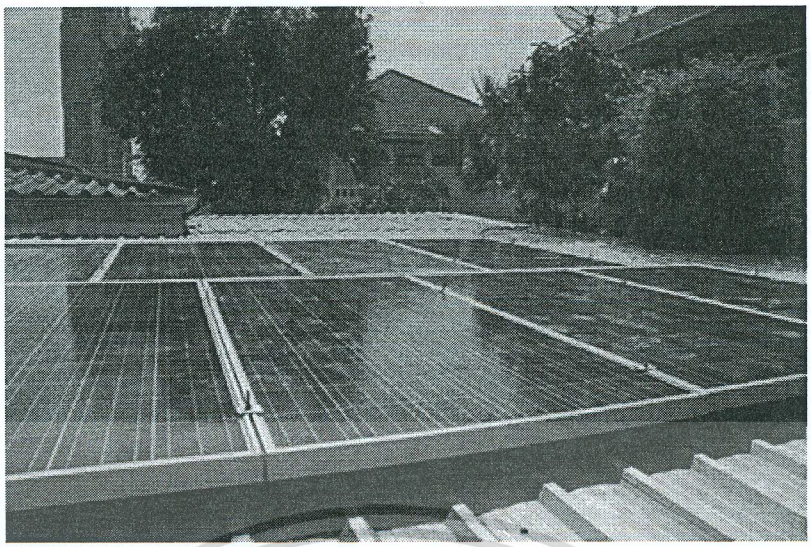


Figure 4: Photovoltaic system on the rooftop of a sample house.

The sample house in terms of passive low energy architecture and bioclimatic home in Bangkok

The sample house has a land area of 47.65 x 15.32 square meters, the utilization area of the house is 170 square meters, and the ecological open area totals up to 77%. The characteristic of the house is a single-storey house constructed from steel reinforced concrete; with the flooring as steel reinforced concrete beneath glazed floor tiles which facilitate good heat transfer to the ground; the walls are plastered with cement and glazed tiles, which exhibit high heat tolerance; the roofs are installed with metal sheets and underlined with polyurethane foam at thickness of 5 millimeters, and also installed with heat insulating material at the ceiling, made from fiberglass with thickness of 3 inches.

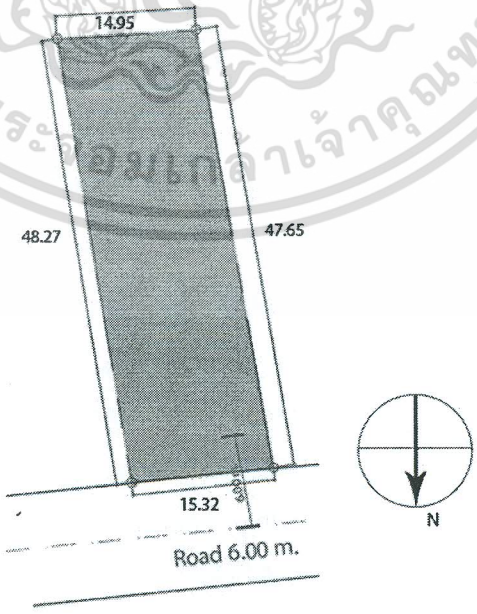


Figure 5: The land area of 47.65 x 15.32 square meters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solar Orientation: the house plan arrangement is in accordance with the sun path diagram, in which the openings are oriented in the north and south direction to allow for the seasonal winds, whereas the east and west zones have fewer openings and with more trees to create shading against the sunlight.

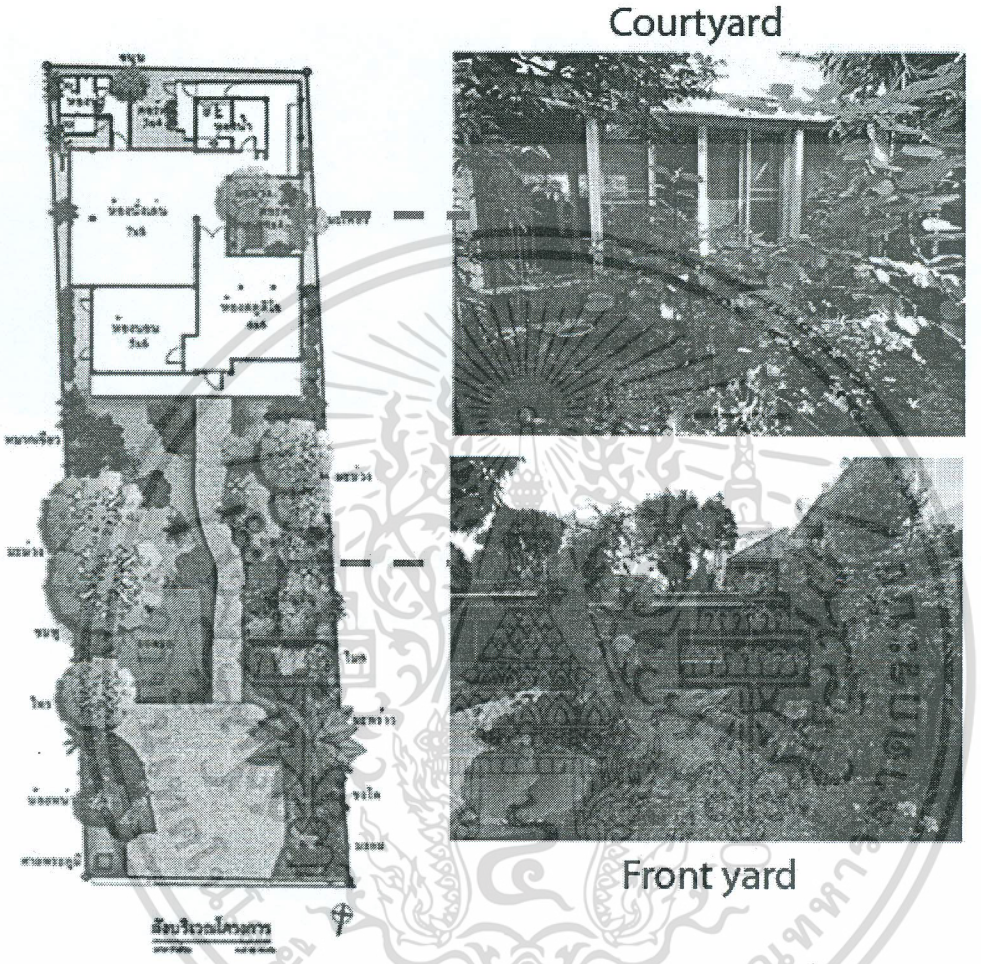


Figure 6: The courtyard with area of 4.0 x 4.0 square meters, the interior of the house, and the front yard.

Open Courtyard: The design for an open courtyard of size 4.0x4.0square meters that is adjacent to the kitchen, living room, and studio room, to serve as ventilation zone and allow natural light to enter the house interior, helps to promote a close connection with nature. Whereas the front area that connects with the open front yard promotes cross ventilation and also allow natural light into the rooms. This adaptation of the climate and garden design helps to reduce the ambient temperature, and also maintains living comfort for the interior of the house.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Eco-environment: The nature-inspired garden design helps to foster the microclimate, which reduces the ambient temperature and also allows the inhabitants to connect with nature, as well as maintains happiness and health. In addition, the natural garden also serves as home to small creatures such as squirrels and various species of birds, butterflies, and so on.

Figure 7: Image of asquirrel and a small bird that inhabit the courtyard.

Flexible space: The living room is interconnected with the courtyard; without partitions and doors in order to promote excellent air flow. The kitchen is set apart from the living area and next to the courtyard, which benefits proper ventilation.

Figure 8: Illustration of the cross-section of the courtyard, which connects to the living room.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

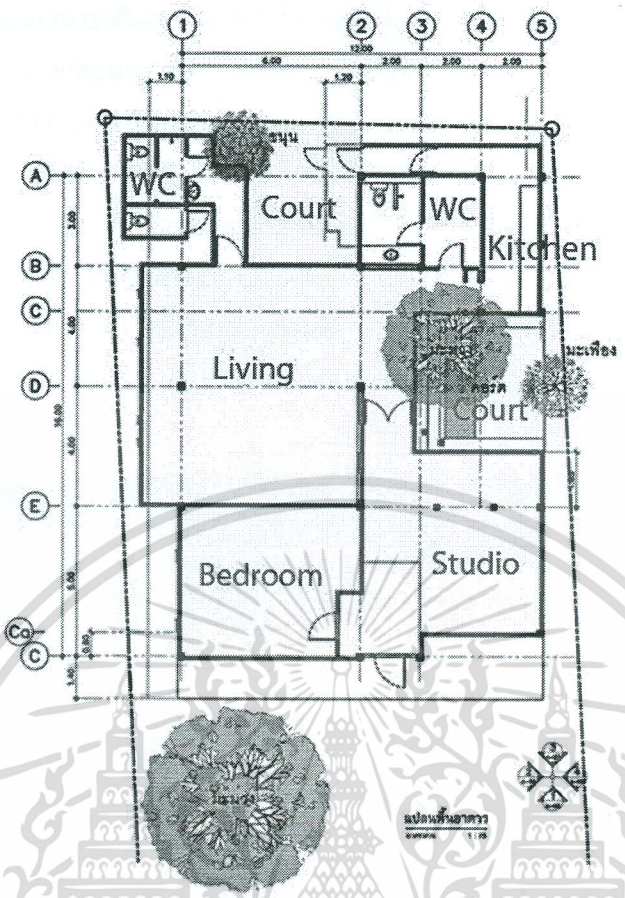


Figure 9: Illustration of the house plan and courtyard.

Materials and Insulation: The utilization of construction and insulating materials installed at the roofs effectively helps in protection against heat intrusion into the house.

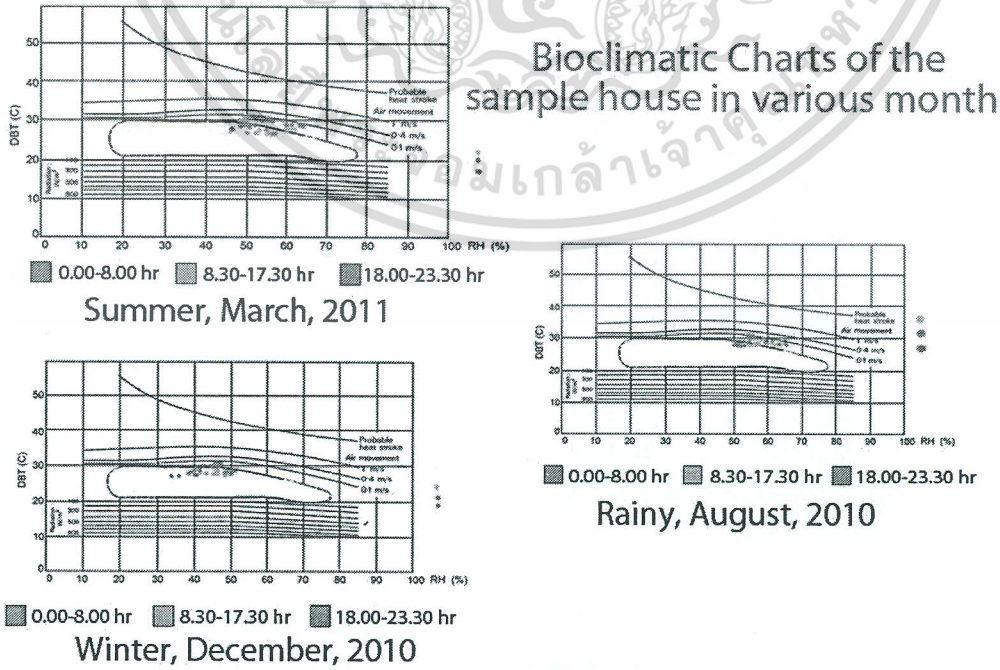


Figure 10: Illustration of Bioclimatic charts of studio room at the sample house

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conclusion

1. Bioclimatic solar homes in Bangkok, Thailand help to reduce the utilization of air-conditioning, for the design that features an open court and the garden that surrounds the house, as illustrated in the bioclimatic chart for the various rooms in the house.
2. The measurements of thermal comfort in the studio room in summer, rainy and winter seasons, most of which fall in the comfort zone, as well as measurements that are slightly outside the comfort zone, and in case of utilization of ventilating fan at speed of 0.1-0.4 m/sec, this will increase the level of comfort to fit in the comfort zone. Hence the bioclimatic houses help to reduce the electricity utilization from air-conditioning.
3. The installation of the Photovoltaic system is capable of producing electricity up to 12kWh/day (12 Unit), 4,380kWh/year, with the solar panels oriented at inclination at 5 degrees north, and placed on the rooftop. This can compensate for electricity supply from the Metropolitan electricity Authority for each month up to 30%, and with an investment return period of 9-10 years. The cost for installation is 60,000 Baht/kWp. Then, it saves electricity cost up to 1,500 Baht/month, and reduces the amount of carbon from fossil fuel on the average of 3.2 ton per year.

Suggestions

1. The installation of thermal insulation at the roofs is essential for reducing the heat penetration into the interior of the house.
2. Courtyard and plants play an important role in passive design in an urban area.
3. The solar panels' 'inclination at 15 degrees' south is the most effective orientation for electricity generation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

References

Adsten, M. (2002). *Solar Thermal Collectors at High Latitudes: Design and Performance of Non-Tracking Concentrators.*Uppsala : Uppsala University

Agrawal, B., &Tiwari, G. N. (2011). *Building Integrated Photovoltaic Thermal Systems For Sustainable Developments.*Cambridge : The Royal Society of Chemistry.

Duran, C. S. (2011). *Architecture and Energy Efficiency.* (Cillero, & de Motta, Trans.). Kaki Bukit : PAGEONE.

Ecospecifier. (2003). *Materials in Context, Seminar.* (n.p.): Brisbane.

European PV market rises to world no2 in BP energy review. (2003). *Photovoltaics Bulletin*, 7, 6-6(1).

Häberlin, H. (2012).*Photovoltaics: systems design and practice.* (H. Eppel, Trans.). Chichester : WILEY.

Hastings, R. S., Wall Maria, editors. (2007). *Sustainable Solar Housing.* London :Earthscan.

Hyde, R. (2008). *Bioclimatic Housing: innovative designs for warm climates.*London :Earthscan.

Koones, S. (2014). *Prefabulous World: Energy-Efficient and Sustainable Homes around The globe.* New York : Abrams.

Lazarus, N. (2002). *Beddington Zero (Fossil) Energy Development: Construction Materials Report, Part 1 and Part 2.*London : Bioregional Development Group.

Leonics.(n.d.). Retrieved April 12, 2013, from http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

Melbourne Water. (2007). *Sustainable Urban Design: Urban Layout.* Retrieved from www.wsud.melbournewater.com.au

Monsa.,&Garrido, L. D. (2011). *Sustainable Architecture Green in Green.*Barcelona : GAYBAN GRAFIC, S.L.

Tanpipat, Noppawan. (2011). Framework for Deployment.*Thailand PV Status Report,* 11-23.

Ozone Hole Monitoring (NASA). (n.d.). Retrieved from http://ozone.tmd.go.th/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Photovoltaic(PV) Systems.(n.d.). Retrieved from http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/grho/grho_009.cfm

Roulet Claude-Alain. (2008). *Ventilation and Airflow in Buildings.*London :Earthscan.

Solar Network.(n.d.). Retrieve from http://ozone.tmd.go.th/Solar_Monitoring.htm

Sustainable Victoria.(2007).Choosing a home cooling system. Retrieved April 12, 2013, from http://www.sustainability.vic.gov.au/

Szokolay, S. V. (2004). *Introduction to Architectural Science.*Amsterdam : Elsevier.

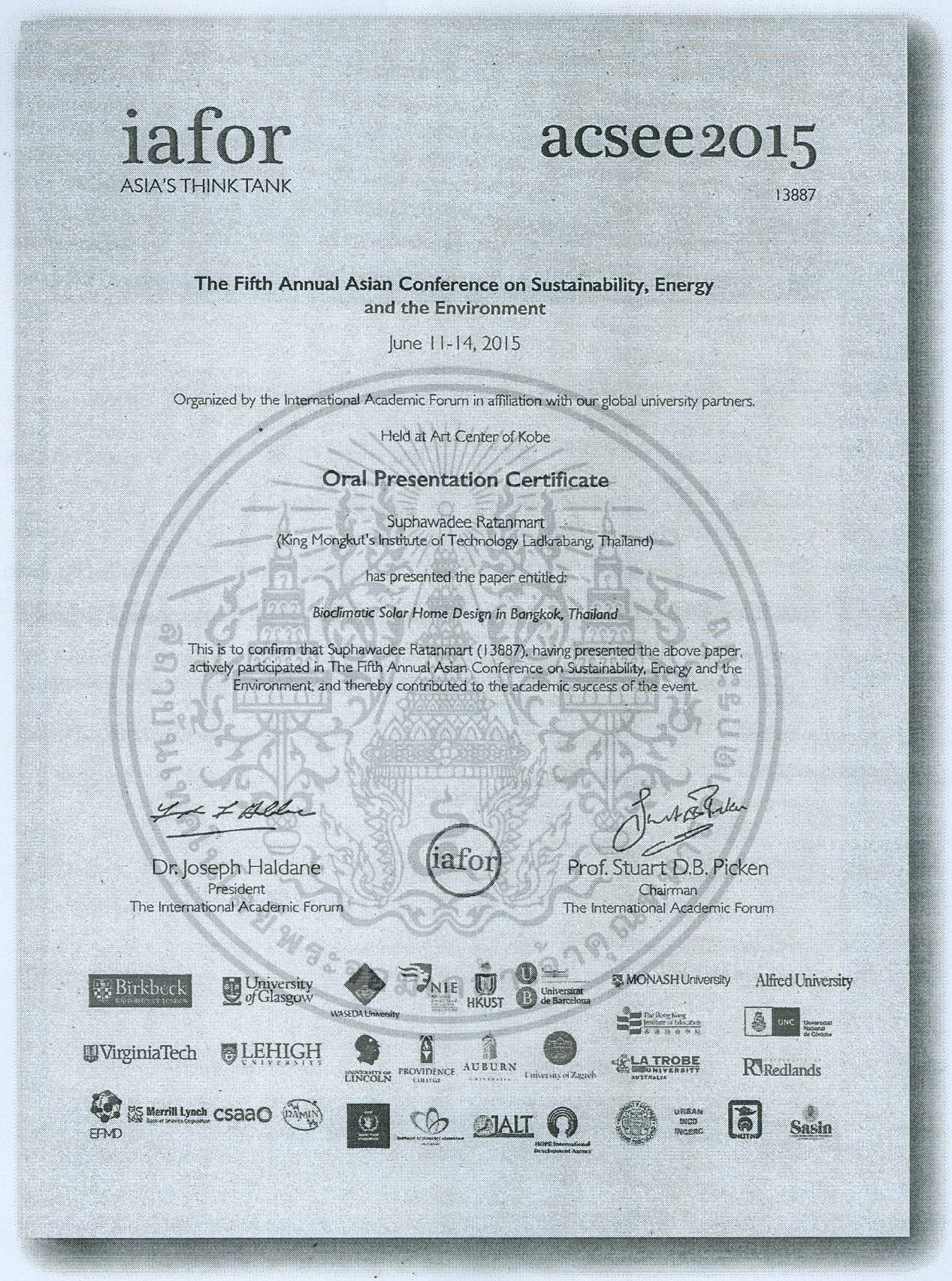
USDOE (US Department of Energy). (2003). *A Consumer's Guide: Get your Power from Sun.* WashintonDC : National Renewable Energy Laboratory.

Watson, S. & Hyde, R. A. (2000). An environmental prototype house: A case study of holistic environmental assessment. *Proceedings of the PLEA 2000 Conference,* 170-175.

Yudelson, J. (2009). *Green Building A to Z.* 3rd ed. Gabriola Island : New society publishers.

Contact email: nuibooks@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



iafor
ASIA'S THINK TANK

acsee2015

13887

The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment

June 11-14, 2015

Organized by the International Academic Forum in affiliation with our global university partners.

Held at Art Center of Kobe

Oral Presentation Certificate

Suphawadee Ratanmart
(King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand)

has presented the paper entitled:

Bioclimatic Solar Home Design in Bangkok, Thailand

This is to confirm that Suphawadee Ratanmart (13887), having presented the above paper, actively participated in The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment, and thereby contributed to the academic success of the event.

Dr. Joseph Haldane
President
The International Academic Forum

iafor

Prof. Stuart D.B. Picken
Chairman
The International Academic Forum

ภาพที่ 6.8 ประกาศนียบัตรที่ได้รับจากการนำเสนอผลงานในการประชุม The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Welcome to Asia's Think Tank

IAFOR Submission System

Submission Details

Conference Name: The Fifth Annual Asian Conference on Sustainability, Energy and the Environment

Title: Bioclimatic Solar Home Design in Bangkok, Thailand

Submission Ref #: 13887

Submission Type: Oral Presentation

Stream: Energy: Renewable Energy and Environmental Solutions

Sub Theme: Not applicable

Authors: Suphawadee Ratanamart, King Mongkut's Institute of Technology, Thailand Noppadol Maneerat, King Mongkut's Institute of Technology, Thailand Piyabud Duangsawat, King Mongkut's Institute of Technology, Thailand

Keywords: Bioclimatic House, Solar Home, Alternative Energy House, Low Energy House

Abstract: This research aimed to study the bioclimatic home design in Bangkok, Thailand, and the installation of Photovoltaic System on the roof. By collecting the climate data from sample single-story house in Bangkok, having an open courtyard of dimension 4.00 x 4.00 meters. It is observed that the key of bioclimatic solar home design comprises of house orientation with the pitch roof of 15 degrees south, and an open courtyard that gives good ventilation, adequate natural light and a suitable landscape. The garden contains various species of plants that are homes for small creatures such as squirrels and birds, and together formulating a biotope and balanced ecological system. By connecting the courtyard to kitchen, dining and living area creates a bond between the house inhabitants and nature, promoting a healthy emotional and physical well-being. The courtyard generates a micro climate in which helps reducing the ambient temperature. When adapting the bioclimatic home with 30 square meters of Photovoltaic System installed on the roof, using grid connected PV system. The inverter, with maximum power generation capacity of 3.3 kW, can supply electrical energy at an average of 12kWh/day. This helps in lowering the monthly electricity cost by 30% and decreasing the amount of carbon dioxide gas consumed in the electricity process by 8.8 kilogram per day. The return on investment will be about 10 years and 7 months. This will help to further develop zero energy home design.

Submission Date: 02/14/2015 03:43:01

Submission Status: Accepted

Upload Your Final Paper

Final Paper Date: You have not yet uploaded a file

☐ I have read the Conference's Final Paper Submission Guidelines

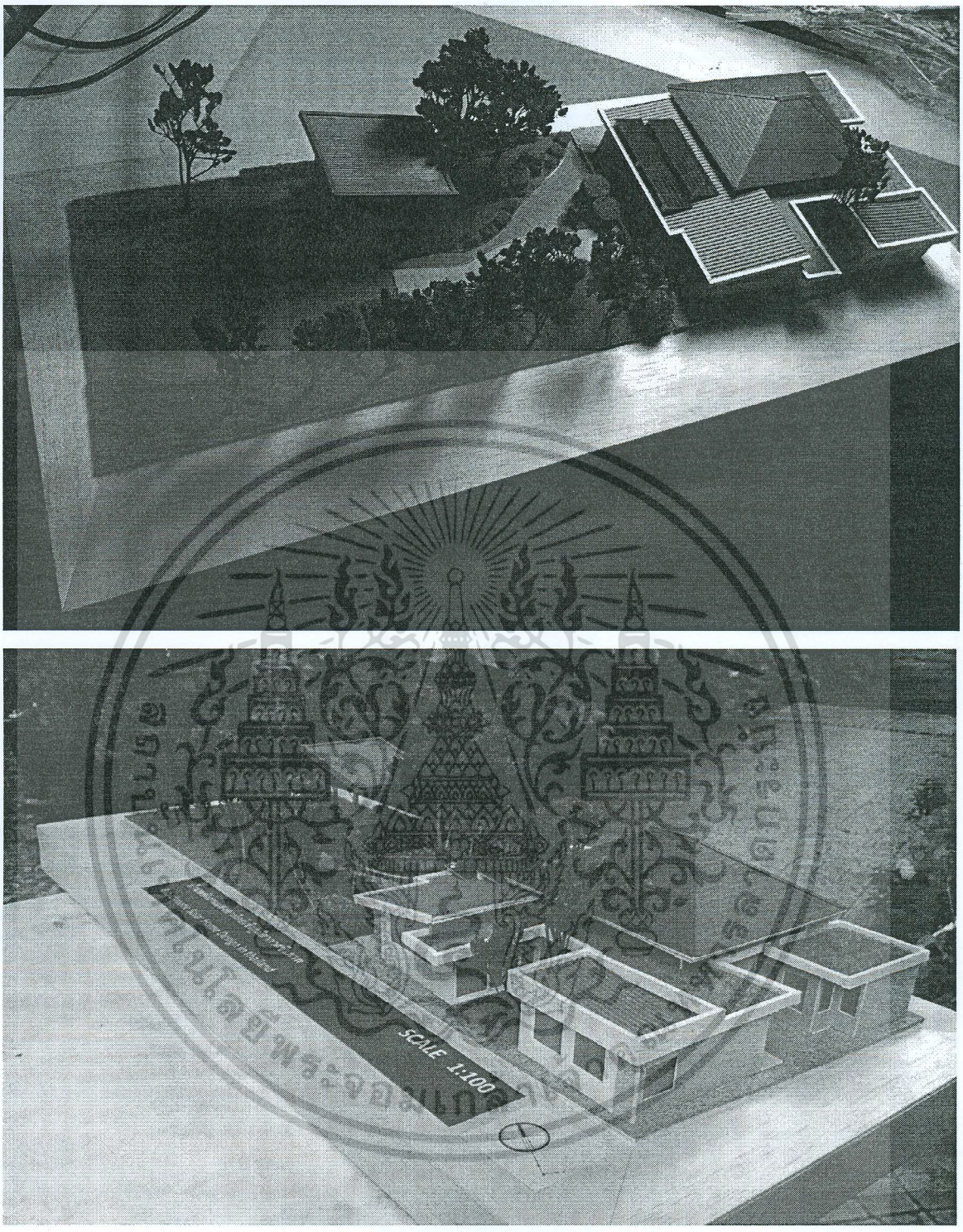
☐ I have downloaded the Conference's Final Paper Template

Choose File No file chosen

Clear and Start Again | Submit Final Paper

Please quote your Submission Reference Number (13887) when contacting the conference team.
Please read our FAQ page before contacting the conference team at - acsee@iafor.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.9 หุ่นจำลองบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ผลงานวิจัยได้รับการคัดเลือกจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ เป็นผลงานที่โดดเด่นและน่าสนใจ เพื่อนำเสนอในงานแสดงนิทรรศการ "มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2558 (Thailand Research Expo 2015)"

ด่วนที่สุด
ที่ วช ๐๐๐๕/๔๓๙๕

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
๑๙๖ ถ.พหลโยธิน จตุจักร กทม. ๑๐๙๐๐

สำนักบริหารวิชาการและวิจัย สนอ. สจล.
รับที่ 1362 วันที่ 6 มิ.ย. 58
เวลา 15.00 น.

๒ มิถุนายน ๒๕๕๘

เรื่อง ขอเชิญนำผลงานเข้าร่วมจัดแสดงนิทรรศการในงานแถลงข่าวการจัดงาน "มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๕๘ (Thailand Research Expo 2015)"

เรียน นางสุภาวดี รัตนมาศ

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. (ร่าง) กำหนดการจัดงานแถลงข่าว
๒. แบบตอบรับการนำผลงานเข้าร่วมนำเสนอในงานแถลงข่าว
๓. แผนที่การเดินทาง

ตามที่ หน่วยงานในระบบวิจัยของประเทศและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ได้กำหนดจัดงาน "มหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ ๒๕๕๘ (Thailand Research Expo 2015)" ระหว่างวันที่ ๑๖ - ๒๐ สิงหาคม ๒๕๕๘ ณ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ และหน่วยงานของท่านได้เสนอผลงานวิจัยของท่านในงานภาคนิทรรศการ นั้น

ในการนี้ วช. ได้กำหนดจัดงานแถลงข่าวการจัดงานข้างต้น ในวันจันทร์ที่ ๒๐ กรกฎาคม ๒๕๕๘ เวลา ๑๔.๐๐ น. ณ ห้องประชุมโลตัส ๑ - ๔ โรงแรมเซ็นทาราแกรนด์ และบางกอกคอนเวนชันเซ็นเตอร์ เซ็นทรัลเวิลด์ กรุงเทพฯ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประชาสัมพันธ์เชิญชวนผู้เกี่ยวข้องและประชาชนทั่วประเทศเข้าร่วมชมนิทรรศการในงานครั้งนี้ (รายละเอียดดังสิ่งที่ส่งมาด้วย ๑) และพิจารณาว่า ผลงานของท่านมีความโดดเด่นและน่าสนใจ วช. จึงเห็นควรเรียนเชิญท่านนำผลงานวิจัยเข้าร่วมงานแถลงข่าวการจัดงานดังกล่าว ตามวัน เวลา และสถานที่ข้างต้น โดยหากท่านประสงค์นำผลงานเข้าร่วมประชาสัมพันธ์ ขอความกรุณาส่งแบบตอบรับ (ดังสิ่งที่ส่งมาด้วย ๒) ให้ฝ่ายจัดการความรู้การวิจัย กองประเมินผลและจัดการความรู้การวิจัย วช. ภายในวันที่ ๑๕ มิถุนายน ๒๕๕๘ ด้วย จะขอบคุณยิ่ง

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(นางสาวสุกัญญา ธีระกูรณ์เลิศ)
รองเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ปฏิบัติราชการแทนเลขาธิการคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

กองประเมินผลและจัดการความรู้การวิจัย
โทร. ๐ ๒๕๖๑ ๒๔๔๕ ต่อ ๔๕๙ , ๕๖๘
โทรสาร ๐ ๒๕๗๙ ๐๑๐๙ , ๐ ๒๕๗๙ ๐๔๕๕
สำเนาส่ง : นางสาวกรนันท์ มาศนุ้ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.10 แสดงผลงานวิจัยในที่ประชุมประธานสภาอาจารย์มหาวิทยาลัยแห่งประเทศไทย (ปอมท.) ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่อวันที่ 27 มิถุนายน 2558

ภาพที่ 6.11 ภาพให้สัมภาษณ์พิธีกรในงานแถลงข่าวมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2558 (Thailand Research Expo 2015) เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2558

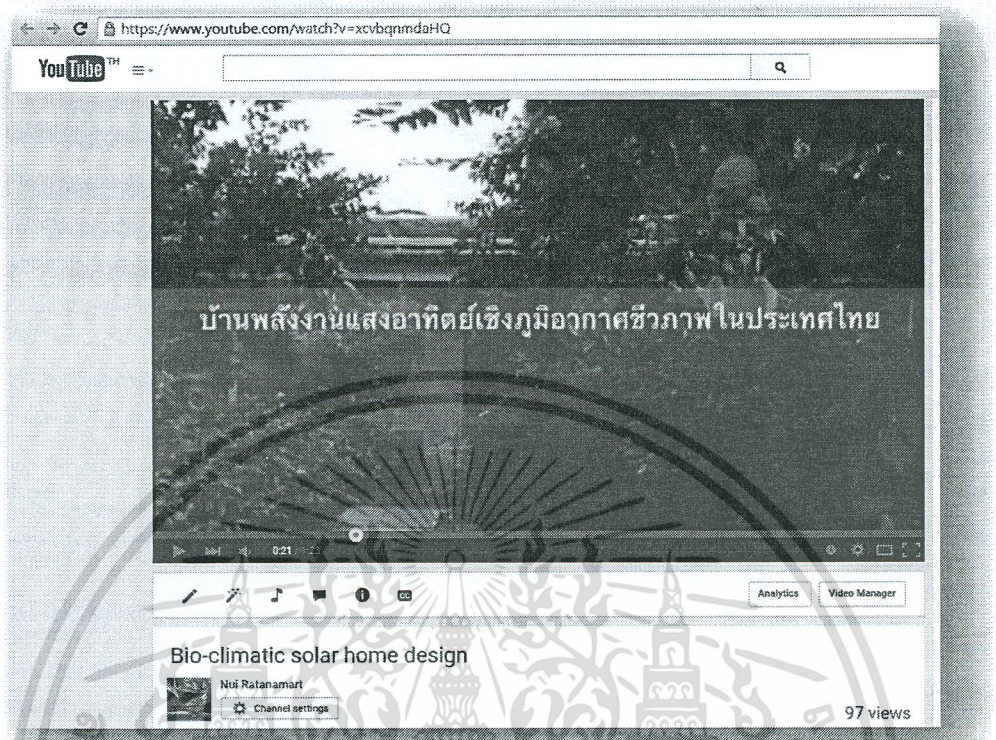
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6.12 จากซ้าย ผศ.ดร.นพดล มณีรัตน์ รศ.สุภาวดี รัตนมาศ ผศ.ดร.ดอน อิศรากร ในงานแถลงข่าวมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2558 (Thailand Research Expo 2015) เมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2558

ภายหลังจากการแสดงผลงานวิจัยในงานแถลงข่าวมหกรรมงานวิจัยแห่งชาติ มีผู้ให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก มีการสัมภาษณ์จากสื่อต่างๆ ได้แก่ นิตยสารสกุลไทย หนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ และได้ให้สัมภาษณ์กับคลื่นวิทยุ FM 92 MHz สถานีวิทยุศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ เมื่อวันที่ 22 กรกฎาคม เวลา 10.30 - 11.00 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การเผยแพร่งานวิจัยบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย เป็นวิดีโอบนเว็บไซต์ยูทูป



ภาพที่ 6.13 ภาพแสดงบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย https://www.youtube.com/watch?v=xcvbqnmdaHQ

ภาพที่ 6.14 ภาพจำลองรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ https://www.youtube.com/watch?v=1hR-6HATbRc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

คำนาย อภิปรัชญาสกุล. ***วิกฤตการณ์น้ำท่วมประเทศไทย ปี 2554.*** กรุงเทพฯ : บริษัทโฟกัสมีเดีย แอนด์ พับบลิชชิ่ง จำกัด. 2537.

นภัทร วัจนเทพินทร์. ***การติดตั้งระบบไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยตนเอง.*** ปทุมธานี : สกายบุ๊คส์. 2554.

วรนุช แจ้งสว่าง. ***พลังงานหมุนเวียน.*** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2551.

สุภาวดี รัตนมาศ, ***รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ รูปแบบบ้านยั่งยืนในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์***, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2555

สุภาวดี รัตนมาศ และ ศุทธาศรีเผด็จ, ***รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์การพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศ-ชีวภาพ เพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ***, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2554

Adsten, M. (2002). *Solar Thermal Collectors at High Latitudes: Design and Performance of Non-Tracking Concentrators.*Uppsala : Uppsala University

Agrawal, B., &Tiwari, G. N. (2011). *Building Integrated Photovoltaic Thermal Systems For Sustainable Developments.* Cambridge : The Royal Society of Chemistry.

Duran, C. S. (2011). *Architecture and Energy Efficiency.* (Cillero,& de Motta, Trans.). Kaki Bukit : PAGEONE.

Ecospecifier. (2003). *Materials in Context, Seminar.* (n.p.): Brisbane.

European PV market rises to world no2 in BP energy review. (2003). *Photovoltaics Bulletin*, 7, 6-6(1).

Häberlin, H. (2012). *Photovoltaics: systems design and practice.* (H. Eppel, Trans.).Chichester: WILEY.

Hastings, R. S., Wall Maria, editors. (2007). *Sustainable Solar Housing.* London :Earthscan.

Hyde, R. (2008). *Bioclimatic Housing: innovative designs for warm climates.* London :Earthscan.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Koones, S. (2014). *Prefabulous World: Energy-Efficient and Sustainable Homes around The globe.* New York : Abrams.

Lazarus, N. (2002). *Beddington Zero (Fossil) Energy Development: Construction Materials Report, Part 1 and Part 2.*London : Bioregional Development Group.

Leonics.(n.d.). Retrieved April 12, 2013, from http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php

Melbourne Water. (2007). *Sustainable Urban Design: Urban Layout.* Retrieved from www.wsud.melbournewater.com.au

Monsa.,&Garrido, L. D. (2011). *Sustainable Architecture Green in Green.*Barcelona : GAYBAN GRAFIC, S.L.

Ozone Hole Monitoring (NASA). (n.d.). Retrieved from http://ozone.tmd.go.th/

Photovoltaic(PV) Systems.(n.d.). Retrieved from http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/grho/grho_009.cfm

Roulet Claude-Alain. (2008). *Ventilation and Airflow in Buildings.*London :Earthscan.

Solar Network.(n.d.). Retrieve from http://ozone.tmd.go.th/Solar_Monitoring.htm

Sustainable Victoria.(2007).Choosing a home cooling system. Retrieved April 12, 2013, from http://www.sustainability.vic.gov.au/

Szokolay, S. V. (2004). *Introduction to Architectural Science.*Amsterdam: Elsevier.

Tanpipat, Noppawan. (2011). Framework for Deployment.*Thailand PV Status Report,* 11-23.

USDOE (US Department of Energy). (2003). *A Consumer's Guide: Get your Power from Sun.* WashintonDC : National Renewable Energy Laboratory.

Watson, S. & Hyde, R. A. (2000). An environmental prototype house: A case study of holistic environmental assessment. *Proceedings of the PLEA 2000 Conference,* 170-175.

Yudelson J. *Green Building A to Z.* 3rd ed. Gabriola Island : New society publishers. 2009.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน. ***"แผนที่พลังงานแสงอาทิตย์"***. จาก http://www2.dede.go.th/renew/sola/mapmenu.html (10 April 2013)

ชาย ชีวะเกตุ. จาก Energy Policy and Planning Office: http://www.eppo.go.th/vrs/VRS49-09-Solar.html (12 April 2013)

มหาวิทยาลัยนเรศวร. *"School of Renewable Energy Technology"*. จาก http://www.sert.nu.ac.th/RE_applications/ระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์.pdf (12 April 2013)

ภาควิชาฟิสิกส์คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล. ***"เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell)"***. จาก rmutphysics:http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/virtual2/solar-cell/index.html (12 April 2013)

สารานุกรมไทยสาหรับเยาวชน. จาก http://kanchanapisek.or.th/kp6/New/sub/book/book.php?book=20&chap=6&page=chap6.htm (12 April 2013)

123 Hello!!!. จาก eduzone: http://blog.eduzones.com/tenny/3456 (12 April 2013)

Kanha Solar Power. ***"ศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย"***. จาก http://www.kanhasolar.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=539452491&Ntype=4 (12 April 2013)

Leonics. จาก http://www.leonics.co.th/html/th/aboutpower/solar_knowledge.php (12 April 2013)

Wikipedia. ***"เซลล์แสงอาทิตย์"***. จาก http://th.wikipedia.org/wiki/เซลล์แสงอาทิตย์ (16 April 2013)

Wikipedia. ***"พลังงานแสงอาทิตย์"***. จาก http://th.wikipedia.org/wiki/พลังงานแสงอาทิตย์ (12 April 2013)

http://www.cmhc-schl.gc.ca/en/co/grho_009.cfm

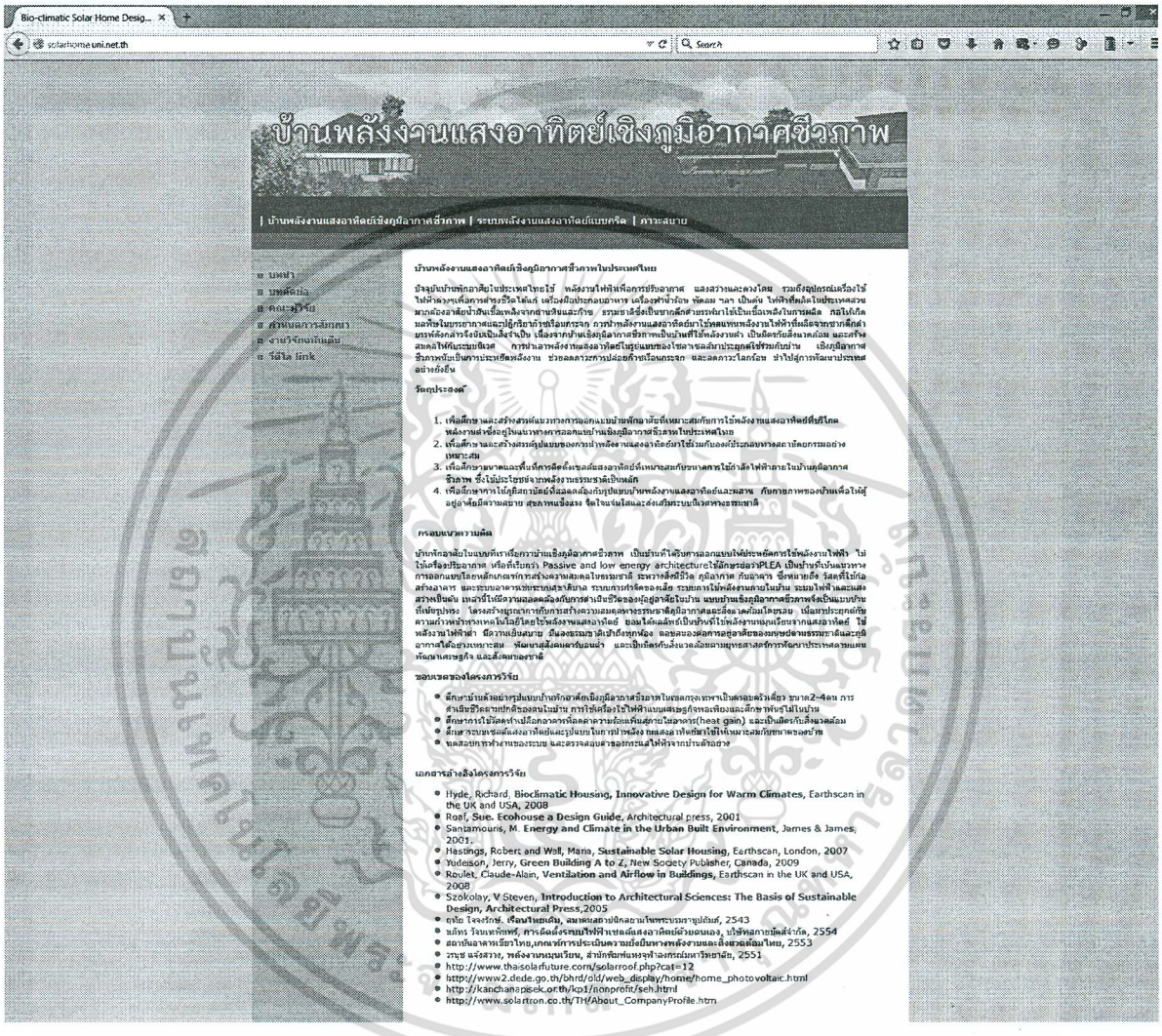
http://ozone.tmd.go.th/

http://ozone.tmd.go.th/Solar_Monitoring.htm

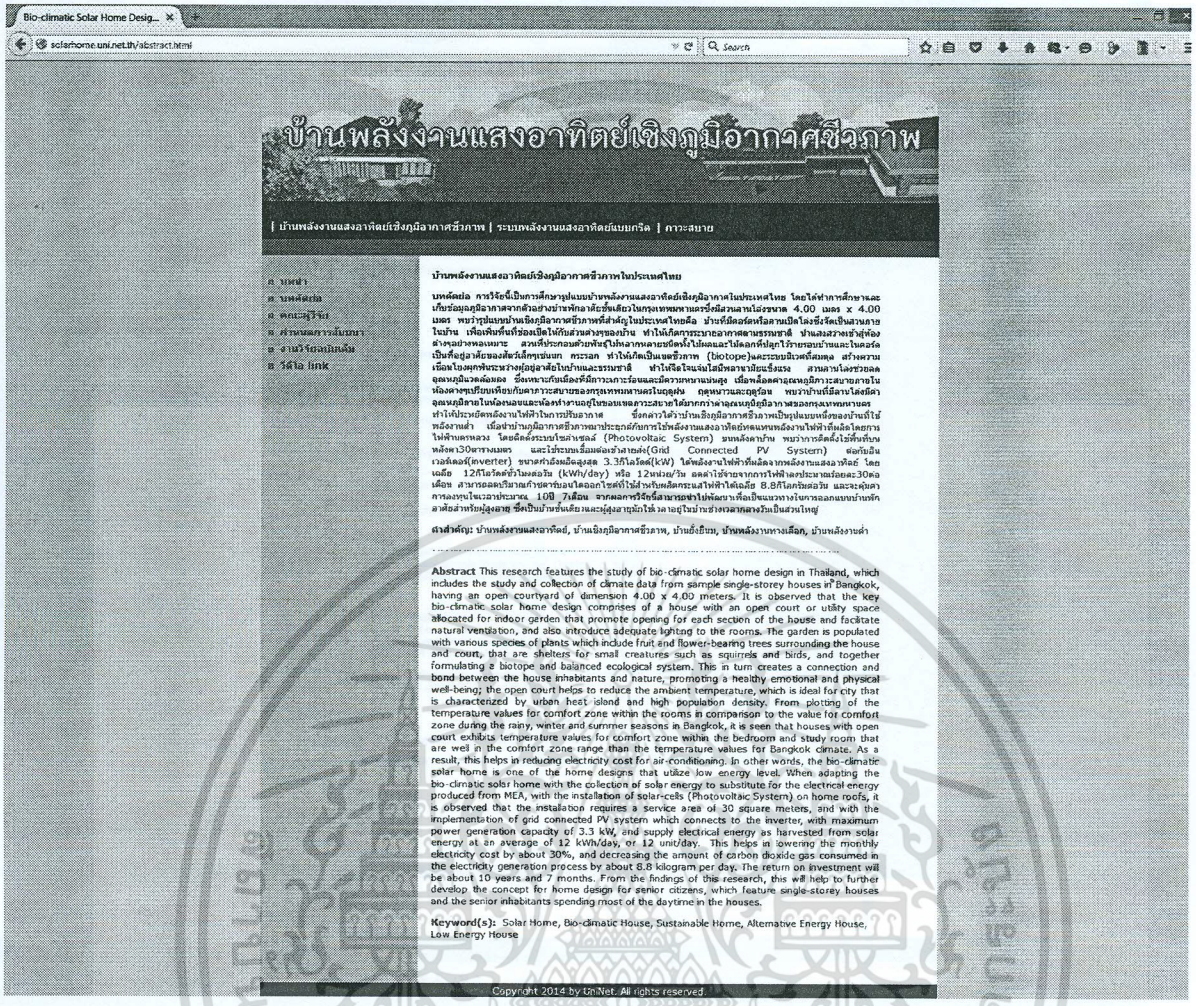
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

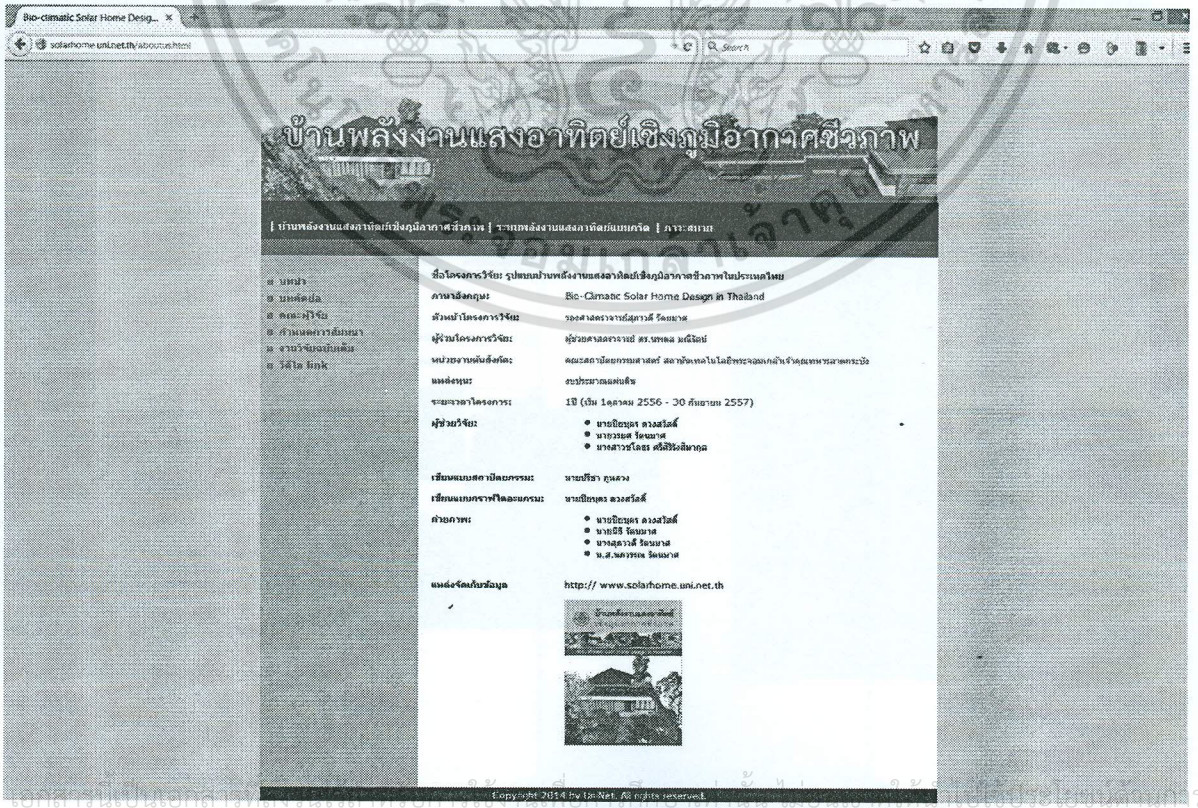
ภาคผนวก

ภาคผนวก สารสนเทศบนเว็บไซต์ http://www.solarhome.uni.net.th โครงการวิจัยบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย มีดังเอกสารที่แนบมานี้

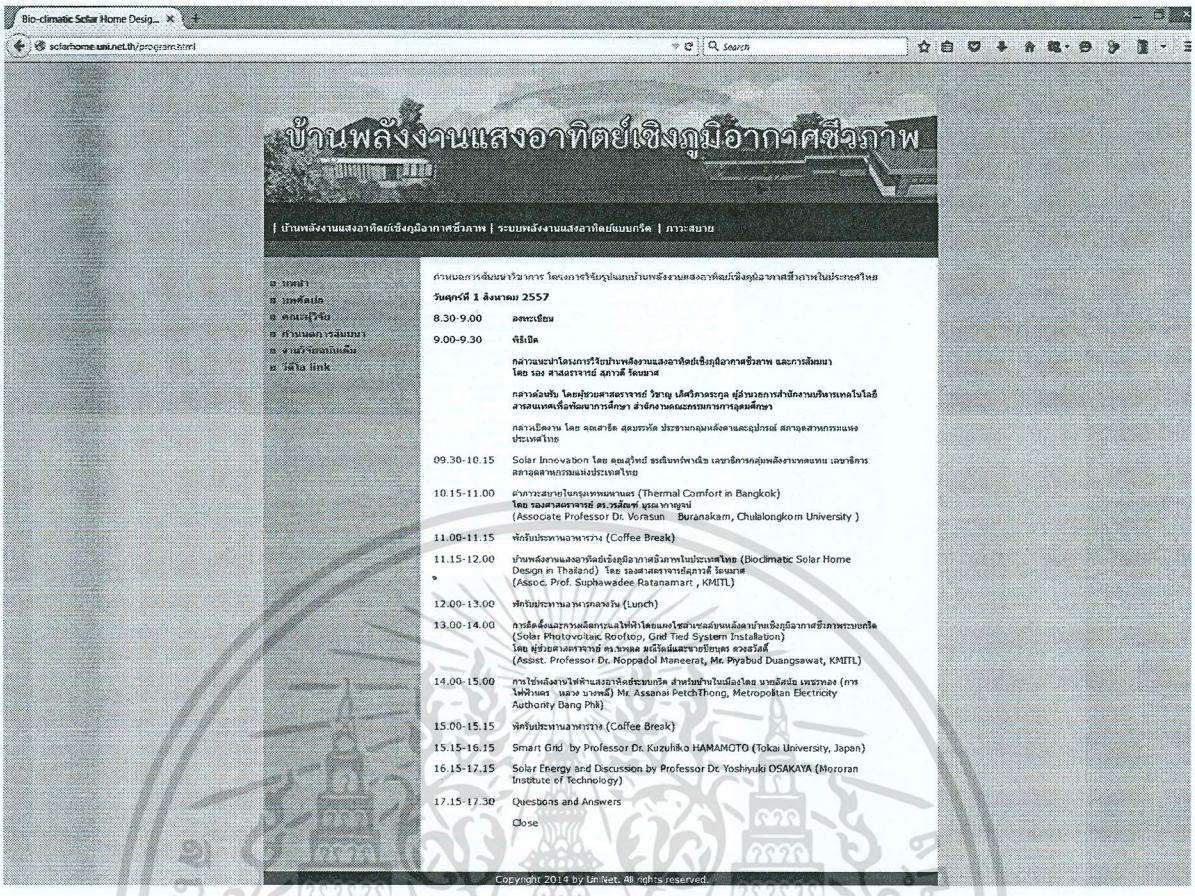


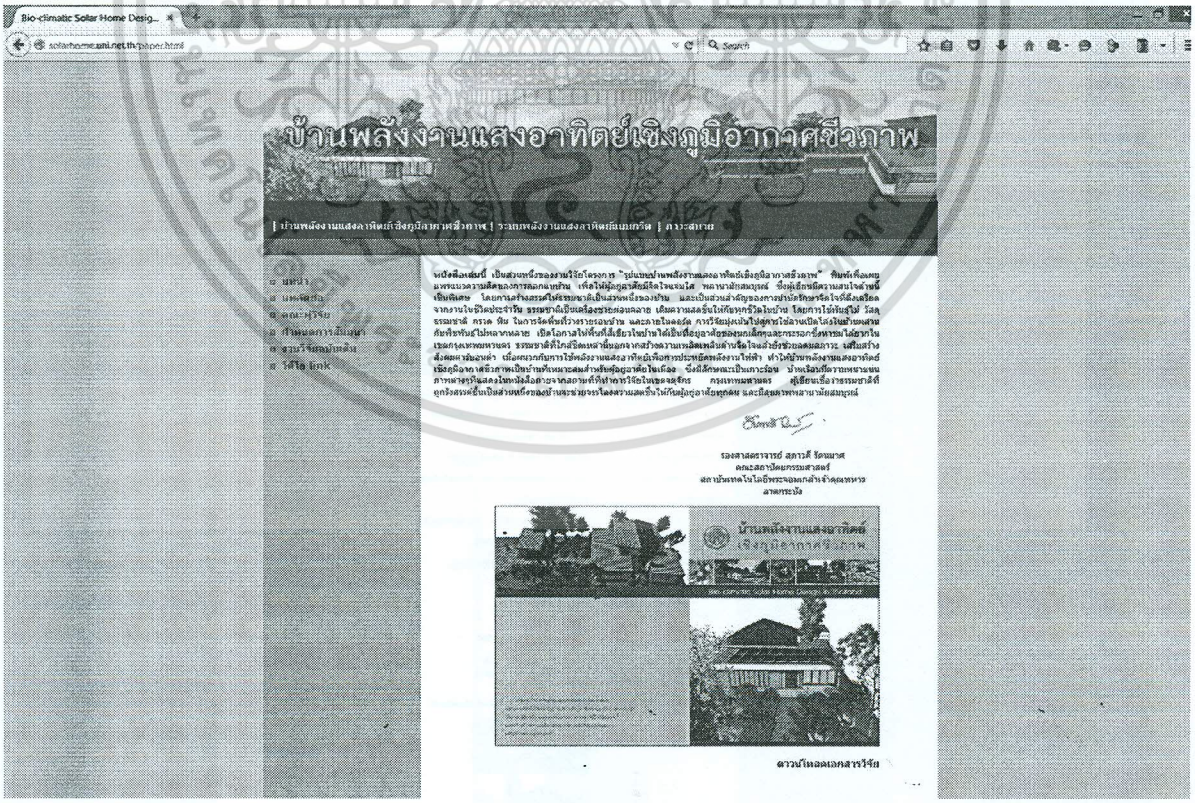
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



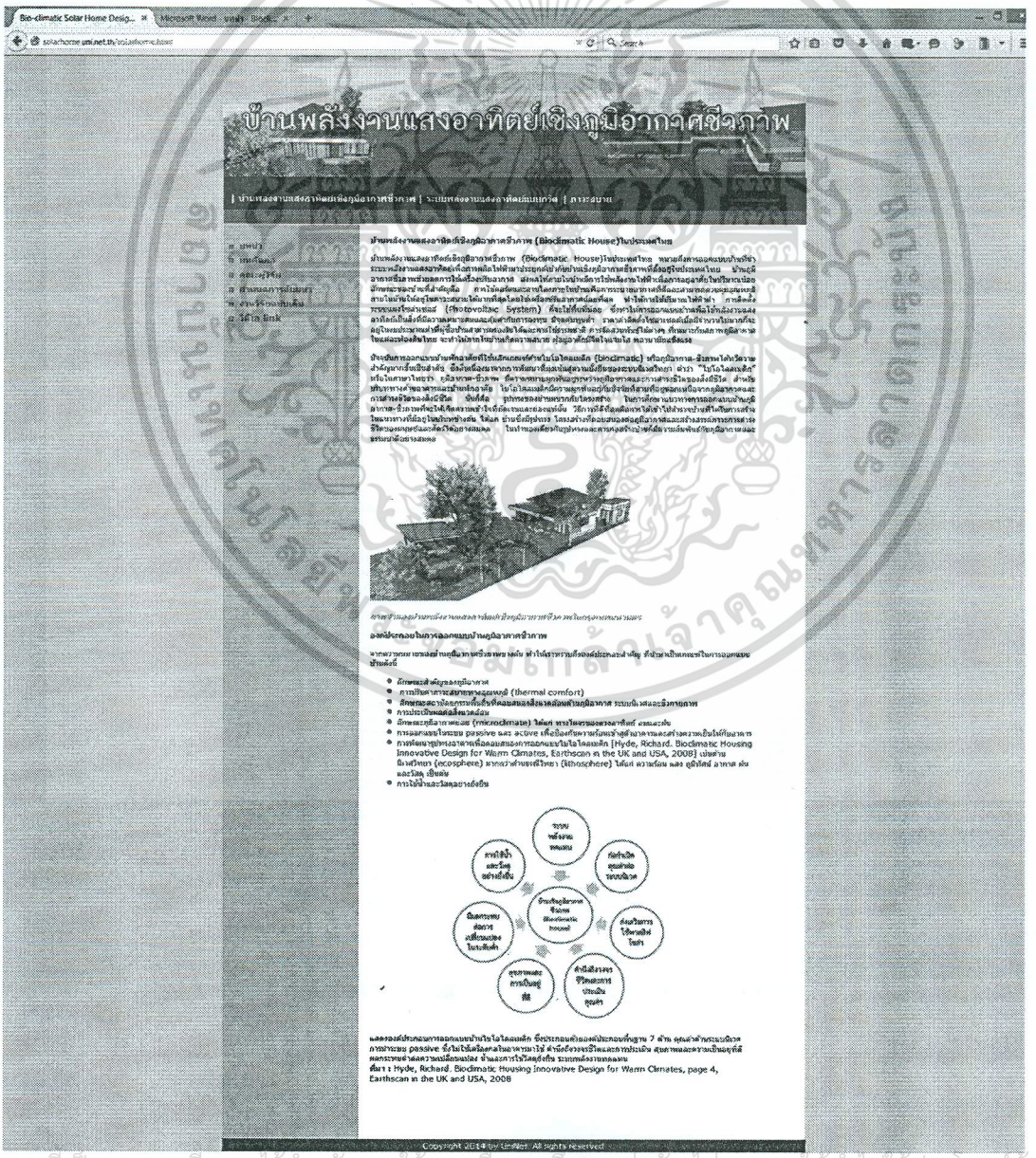


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bio-climatic Solar Home Desig...

solarhome.uni.net.th/solarsun.html

บ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพ

- บทนำ
- บทความ
- คณะผู้วิจัย
- กำหนดการสัมมนา
- งานวิจัยฉบับเต็ม
- วีดีโอ link

ระบบพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน

เซลล์แสงอาทิตย์ มีชื่อเรียกกันไปหลายอย่าง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ เซลล์สุริยะ หรือเซลล์ photovoltaic ceil ซึ่งต่างก็มีที่มาจากคำว่า Photovoltaic โดยแยกออกเป็น photo หมายถึง แสง และ volt หมายถึง แรงดันไฟฟ้า เมื่อรวมคำแล้วหมายถึง กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากการผกกระทบของแสงขนาดเล็กที่มีความสามารถในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง

เซลล์แสงอาทิตย์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน (Silicon), แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ (Gallium Arsenide), อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide), แคดเมียม เทลลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide) เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็น หากขาบำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อไหลเกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยทั่วไป ประเภทของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ มีลองประเภทหลักๆ คือ

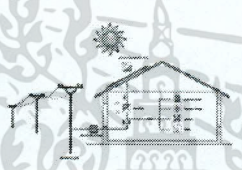
ประเภทที่ 1 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ที่ไม่มีแบตเตอรี่เพื่อสำรองหรือเก็บพลังงานสะสม ซึ่งระบบนี้ จะจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยตรง แต่อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นต้องรองรับกระแสไฟฟ้ากระแสตรง หรือจ่ายเข้าไปในระบบไฟฟ้าของบ้านโดยใช้ร่วมกับพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าแต่ต้องผ่านอุปกรณ์สำหรับการแปลงกระแสไฟฟ้าจากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ(Inverter)และมีความสามารถเชื่อมต่อระบบจำหน่าย(Grid Tie Inverter)ได้อย่างปลอดภัย เป็นไปตามข้อกำหนดของทางการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

ประเภทที่ 2 ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีแบตเตอรี่สำรอง ระบบจะเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่แบตเตอรี่ก่อนจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบนี้มักจะใช้ในพื้นที่ที่ระบบจำหน่ายจากการไฟฟ้าเข้าไม่ถึง หรือต้องการใช้กระแสไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เพียงอย่างเดียว โดยระบบประเภทนี้สามารถนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงได้โดยตรง หรือผ่านอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้า(Inverter) จากกระแสตรงเป็นกระแสสลับ ขนาดแรงดัน 220 โวลต์ เพื่อใช้งานกับเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยทั่วไปได้ แต่ระบบนาประเภทนี้ไม่นิยม และไม่แนะนำให้นำไปเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า นอกจากจะติดตั้งแหล่งไซล่าเซลล์แล้วในระบบนี้ สามารถนำอุปกรณ์ผลิตกระแสไฟฟ้ากติดกระแสตรงชนิดอื่นเข้ามาคิดตั้งเพิ่มเติมเพื่อใช้งานร่วมกับแผงไซล่าเซลล์ เช่น กังหันลม กังหันน้ำ เป็นต้น เพื่อช่วยในการผลิตกระแสไฟฟ้าที่กับระบบฯ

หากจะนำระบบพลังงานแสงอาทิตย์ ตามรูปแบบการที่กล่าวมาข้างต้นมาใช้งาน สามารถแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือ

1. เชื่อมต่อระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect)

จุดเด่นของระบบนี้ คือระบบพลังงานแสงอาทิตย์ จะเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายและใช้พลังงานทั้ง 2 แหล่งร่วมกัน นั่นคือ การใช้พลังงานที่ผลิตได้จากระบบพลังงานแสงอาทิตย์และพลังงานจากระบบจำหน่ายจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ระบบนี้เป็นที่นิยมสูงในพื้นที่ที่มีโครงข่ายระบบจำหน่ายเข้าถึง เนื่องจากมีเสถียรภาพสูง และเป็นผลการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบจำหน่าย โดยการพึ่งพาพลังงานทดแทน เป็นประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อม และเป็นจุดเริ่มของการสร้างโครงสร้างระบบพลังงานทดแทนอย่างยั่งยืน



รูปตัวอย่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย

2.ไม่เชื่อมต่อระบบพลังงานแสงอาทิตย์กับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Off Grid or Stand Alone)

จุดเด่นของระบบนี้ คือ สามารถใช้งานในพื้นที่ที่ไม่มีโครงข่ายระบบจำหน่ายเข้าถึง ระบบพลังงานแสงอาทิตย์ระบบนี้จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าเพียงแหล่งเดียว ดังนี้อาจจะมีข้อจำกัดอยู่บ้าง ในเรื่องกำลังการผลิตพลังงานไฟเพียงพอสำหรับการใช้งานโดยทั่วไป แต่เพียงพอสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่มาก เนื่องจากระบบนาประเภทนี้จะมีต้นทุนสูง หากระบบมีขนาดใหญ่และยิ่งนาในระยะยาว เพราะระบบประเภทนี้ต้องพึ่งพาการใช้แบตเตอรี่ในการสำรองพลังงาน

รูปตัวอย่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์ที่ไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย

ข้อเปรียบเทียบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect) และพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Off Grid or Stand Alone)

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบไม่เชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Off Grid or Stand Alone) และ ระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าฯ (Grid tie or Grid Connect)

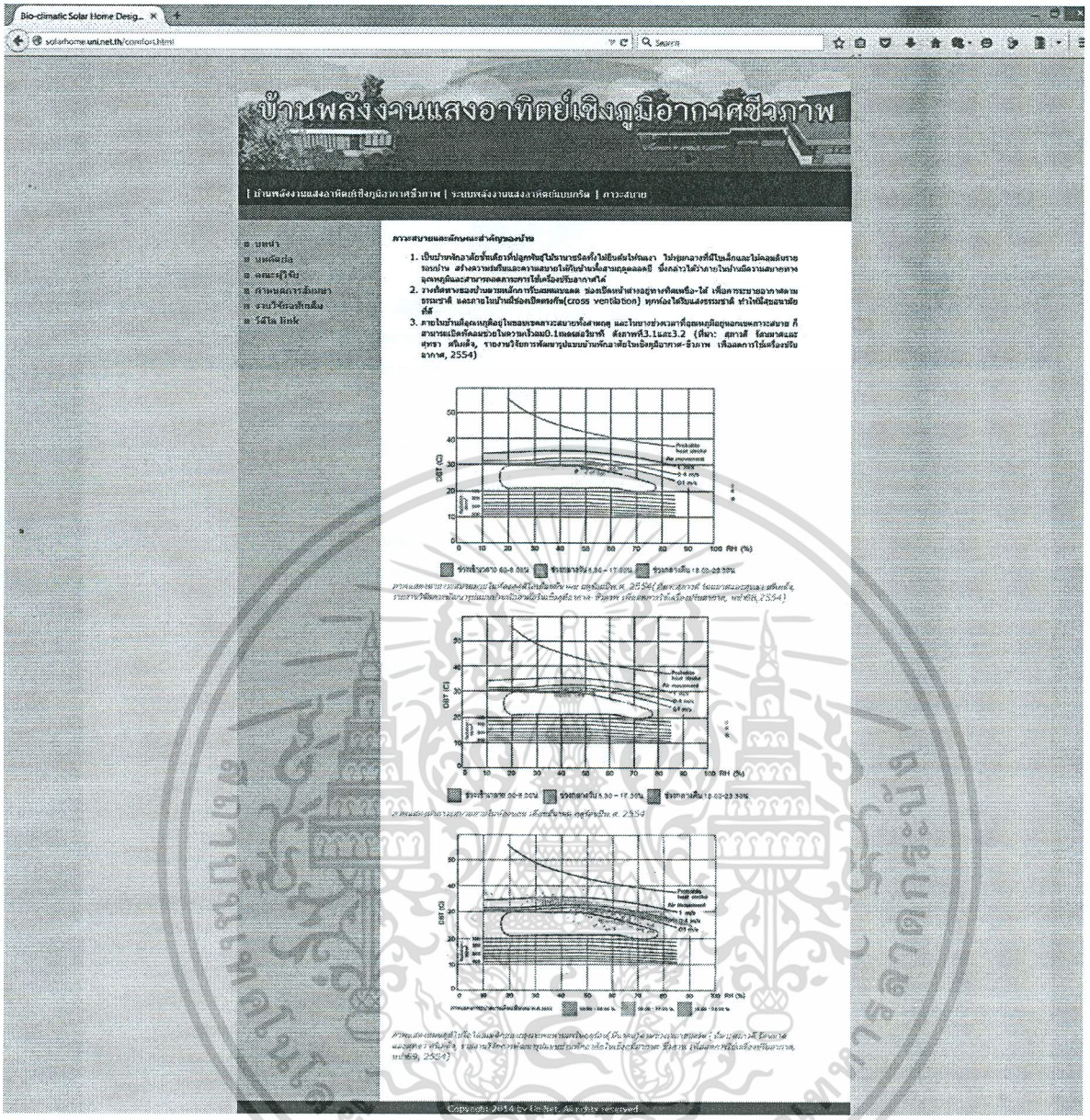
ระบบ Off Grid หรือ Stand alone	ระบบ On Grid หรือ Grid Tied
1. ใช้กระแสไฟฟ้าจาก PV Systems 100%	1. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านจาก PV Systems ที่ผลิตได้ ร่วมกับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯหรือ Grid
2. มีแบตเตอรี่	2. ไม่มีแบตเตอรี่
3. ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ	3. หากไฟจากการไฟฟ้าฯดับ ระบบจะหยุดการทำงานและดับไปด้วย
4. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ไฟ หากมีความต้องการใช้ไฟสูงระบบฯจะมีค่าใช้จ่ายสูง	4. ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งขึ้นอยู่กับความต้องการจะผลิตกระแสไฟฟ้าจากระบบฯ
5. จำเป็นต้องติดตั้งให้ผลิตได้เท่ากับปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด	5. ไม่จำเป็นต้องติดตั้งให้ผลิตได้เท่ากับปริมาณความต้องการไปใช้ไฟฟ้าทั้งหมด
6.หากปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการทำงานของระบบฯ ถึงต่อกันเป็นเวลานาน จนแบตเตอรี่หมดประจุอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านจะไม่สามารถทำงานได้	6.หากปริมาณแสงไม่เพียงพอต่อการทำงานของระบบฯ ถึงต่อกันเป็นเวลานาน อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านยังคงสามารถทำงานได้ตามปกติ เนื่องจากยังมีกระแสไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯจ่ายให้อยู่
7.อายุแบตเตอรี่โดยเฉลี่ย 3-5 ปี ต้องเปลี่ยนใหม่หรือซ่อมบำรุง	7.ไม่มีแบตเตอรี่ จึงไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนนี้
8.เหมาะสมสำหรับติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลจากระบบจำหน่าย (Grid)	8.ไม่สามารถติดตั้งในพื้นที่ห่างไกลจากระบบจำหน่าย (Grid) ได้
9.ไม่จำเป็นต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าฯ	9.ต้องขออนุญาตจากการไฟฟ้าฯ

การเตรียมพื้นที่บนหลังคาเพื่อการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

- **โครงสร้างของหลังคาบ้านที่ใช้ติดตั้งแผงไซล่าเซลล์นั้น จะต้องรับน้ำหนักของแผงไซล่าเซลล์และอุปกรณ์ ที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 28 กิโลกรัม/ตารางเมตร ได้อย่างมั่นคงแข็งแรง และรองรับน้ำหนักของช่างเมื่อทำการติดตั้งหรือซ่อมบำรุงรักษาได้อย่างมั่นคง**
- **ทิศทางการรับแสง และมุมของหลังคา ที่มีความลาดเอียงพอเหมาะกับแผงไซล่าเซลล์ที่มีประสิทธิภาพการผลิตสูงเมื่อทำมุม15องศาตั้งฉากกับทิศใต้**
- **สามารถติดตั้งโครงสร้างรับแผงโซล่าได้อย่างแข็งแรง**

Copyright 2014 by UniNet. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2557A11802209

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 2 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2557
☑ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☐ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) รูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย
(ภาษาอังกฤษ) Bio-climatic Solar Home Design in Thailand
ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย รศ.สุภาวดี รัตนมาศ
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1/ ตุลาคม/ 2556 ถึงวันที่ 30/ มิถุนายน / 2557
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน ตั้งแต่วันที่ 1/ ตุลาคม/ 2556 ถึงวันที่ 30/กันยายน/ 2557

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)
งวดที่ 1 1,487,800 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 2556/12/20

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือหรือเกิน
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	950,000	950,000	-
ค่าวัสดุ	537,800	537,800	-
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์			
รวม	1,487,800	1,487,800	-

(รศ.สุภาวดี รัตนมาศ)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
28 / ส.ค. / 2557

(นางศิริรัตน์ มีโทน)
ผู้ประสานงานวิจัยคณะฯ
3 / ก.ย. / 2557

หมายเหตุ : นักวิจัยหรือเจ้าหน้าการเงินสามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมข้อความได้ตามความเหมาะสมและสอดคล้องกับการดำเนินงาน อาทิเช่น นักวิจัยอยู่ระหว่างการดำเนินการเคลียร์ด้านเอกสารทางการเงิน หรือข้อความอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ **รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ**
Associate Professor Suphawadee Ratanamart

หน่วยงานหลัก คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ตั้ง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กทม. 10520
Faculty of Architecture,
King Mongkut'sInstitute of Technology Ladkrabang
Chalongkrung road, Bangkok10520, Thailand
e-mail: nuibooks@yahoo.com
โทร. 023298380, 0894981319 โทรสาร 023298380

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2525 M.Arch (Illinois Institute of Technology, Chicago)
พ.ศ. 2521 สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
พ.ศ. 2547 Certificate of Land use and Land Management (World Bank)
พ.ศ. 2550 Certification on Web Design (Net Design Institute)
พ.ศ. 2555 Certificate of Appreciation: Academic Collaboration and Architectural Site Visit of Council of Deans of Architecture Schools of Thailand (CDAST) to Germany

สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

- บ้านอยู่อาศัย
- การอนุรักษ์สถาปัตยกรรมยุคโมเดิร์น
- วัฒนธรรมและสิ่งแวดล้อมในงานสถาปัตยกรรมในเอเชีย
- บ้านริมน้ำ
- การจัดการศึกษาทางไกลนานาชาติผ่านระบบการประชุมทางไกลบนเครือข่ายโลก (Distance Education via video – conferencing system on global network)

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานโครงการวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- โครงการวิจัยเรื่องรูปแบบบ้านพลังงานแสงอาทิตย์เชิงภูมิอากาศชีวภาพในประเทศไทย (Bio-climatic Solar Home Design in Thailand) เป็นหัวหน้าโครงการรับผิดชอบ 75% แหล่งเงินทุนที่ได้รับ จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ งบประมาณ 1,487,800 บาท ปีงบประมาณ 2557
- โครงการวิจัยการพัฒนาสารสนเทศเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศสถาปัตยกรรมริมน้ำและสิ่งแวดล้อมแม่น้ำแม่กลอง (The Development of Waterfront Architecture and Environment Information for Ecotourism on Mae Klong River) เป็นหัวหน้าโครงการรับผิดชอบ 80% แหล่งเงินทุนที่ได้รับ จากสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา 560,000 บาท ปีงบประมาณ 2555 แล้วเสร็จ มีนาคม 2556
- โครงการวิจัยเรื่องการพัฒนารูปแบบบ้านพักอาศัยในเชิงภูมิอากาศชีวภาพเพื่อลดการใช้เครื่องปรับอากาศ (Bio-climatic Housing Design Development for Air-Conditioning Consumption Reduction) งบประมาณเงินรายได้คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปี2554 จำนวน 80,000 บาท แล้วเสร็จ ปี 2556 หัวหน้าโครงการรับผิดชอบ 70%
- โครงการวิจัยเรื่องรูปแบบบ้านยั่งยืนในเขตกรุงเทพมหานครเพื่อการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ (Sustainable Solar Houses Design in Bangkok) งบประมาณเงินรายได้ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ปี 2555 จำนวน 80,000 บาท หัวหน้าโครงการรับผิดชอบ 100% แล้วเสร็จปี 2556
- โครงการการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนทางไกลแบบสองทาง โดยการใช้ระบบการประชุมทางไกลระหว่างประเทศ เป็นหัวหน้าโครงการรับผิดชอบ 100% เริ่มโครงการ 1 ตุลาคม 2550 แล้วเสร็จมีนาคม 2552 แหล่งเงินทุนที่ได้รับ จากสำนักงานบริหารเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อพัฒนาการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา 500,000 บาท
- โครงการการพัฒนาคอร์สแวร์ หลักสูตรการจัดฝึกอบรมทางไกลโดยใช้รูปแบบการสอนผ่าน E-learning เรื่อง "วัฒนธรรมไทย-ญี่ปุ่น ในงานสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อม" (Thai-Japanese Culture on Architecture) เป็นหัวหน้าโครงการ รับผิดชอบ 70% เริ่มโครงการ ตุลาคม 2549 แล้วเสร็จ สิงหาคม 2552 แหล่งเงินทุนที่ได้รับ จากโครงการมหาวิทยาลัยไซเบอร์ไทย สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา 390,000 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกียรติบัตร/รางวัล Poster Prize JSED 2007 เรื่อง "The Conservation of Mangrove Forest and Cultural Environment in Thailand" (Joint Seminar on Environmental Science and Disaster Mitigation Research 2007 19-20 March 2007)

หนังสือ/บทความวิจัย

- Study on Barrier Free Conditions at the Stations of Mass Rapid transit in Singapore, The 4th International Conference for Universal Design in Fukuoka 2012 During12-14Octpber, 2012
- A Sustainable Solar House Design in Bangkok. Paper, page 36. The Architecture and Environment International Conference 2013, Bangkok.
- The Development of Waterfront Architecture and Environment Information for Ecotourism on Mae Klong River, Paper page 37. The Architecture and Environment International Conference 2013, Bangkok.
- Sunshade Design for Energy Efficiency in Modern Architecture, Bangkok, Thailand. Paper, page 35. The Architecture and Environment International Conference 2013, Bangkok.
- Courtyard Design for Bioclimatic Home in Tropical Climate, Bangkok, Thailand. Paper No.1402 The 24th World Congress of Architecture, 2011
- Cultural Shophouse on the Waterfront in SamutSongkhram, Thailand. Paper No.1395.The 24th World Congress of Architecture, 2011
- Barrier Free Conditions of Mass Rapid TransitStations in Hong Kong, Paper No. A078, Proceedings of TRANSED 2010, USB Memory, The 12th International Conference on Mobility and Transport for Elderly and Disabled Persons (TRANSED 2010)
- Barrier Free Project in Muroran City, Paper No. 004, Proceedings of The 3rd International Conference for Universal design in Hamamatsu 2010, USB CD-Rom
- The land Erosion and the conservation of the Mangrove Forest in SamutPrakarn Province, Thailand, Joint Seminar on Environmental Science and Disaster Mitigation Research 2008, 7 March 2008 at Muroran Institute of Technology, p.59-60
- KMITL Global Media Network Classroom Bridges USA and Asia, Distance Learning and Internet Conference 2007, APRU23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- The Conservation of Mangrove Forest and Cultural Environment in Thailand, Joint Seminar on Environmental Science and Disaster Mitigation Research 2007 19-20 March 2007Muroran Institute of Technology
- A study of the local environment, culture, thermal comfort and their effects on vernacular timber houses in the northern region of Thailand. International Symposium Achieving Healthy and Productive Building, March 20-21, 2003.
- หนังสือ หลังคา อุปกรณ์และการติดตั้ง, สภาอุตสาหกรรม, แปลนพริ้นติ้ง, 2553
- บทความเผยแพร่ความรู้เพื่อประชาชน เรื่องบ้านน่าอยู่ ในหนังสือบ้านมือสอง ธนาคารกสิกรไทย
- หนังสือ ศัพท์สถาปัตยกรรมศาสตร์ อังกฤษ-ไทย ไทย-อังกฤษ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน (๒๕๔๘)
- หนังสือหลังคาในงานสถาปัตยกรรม, 2542
- หนังสือดนตรีคลาสสิก ซิมโฟนี คอนแชร์โต โซนาต้า พิมพ์ครั้งที่สองเมื่อ 2545
- การดูแลบ้าน 3 ฤดู โดยบริษัทแลนด์แอนด์เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน), 2545
- บ้านหลากสไตล์บนเวบไซต์ www.homedd.com
- บทความเกี่ยวกับบ้านในวารสารซายคา แลนด์ แอนด์ เฮาส์

ผลงานด้านการจัดสัมมนานานาชาติ

- โครงการสัมมนาแลกเปลี่ยนความรู้เชิงปฏิบัติการนานาชาติเรื่องสถาปัตยกรรมและสิ่งแวดล้อมทางธรรมชาติและวัฒนธรรมหัวหน้าโครงการ งบประมาณแผ่นดิน ปี 2556 จำนวน 400,000 บาท
- โครงการสัมมนานานาชาติ เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์สถาปัตยกรรมริมน้ำ : International Seminar “Information Technology Development for Waterfront Architecture Conservation and Eco-Tourism” 30-31 กรกฎาคม 2555 หัวหน้าโครงการ งบประมาณแผ่นดินปี 2555 จำนวน 200,000 บาท

ผลงานด้านการจัดการศึกษาทางไกลระดับนานาชาติ

- พ.ศ.2549-ปัจจุบัน ประธานกรรมการโครงการการจัดอบรมทางไกลนานาชาติร่วมกับสำนักงานพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการศึกษา สกอ. ในหัวข้อ “Thai-Japanese Culture on Architecture and Environment” และ “Asian Culture on Architecture and Environment” ปีละครั้ง เป็นผู้บรรยาย-พิธีกรติดต่อกัน 8 ปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตุลาคม 2552 พิธีกรสัมมนาเชิงปฏิบัติการ Workshop on "The International Distance Learning Development via Video-Conference System". Theme: "Distance Learning in the Global Network Community 2008", October 29th -November 1st 2007
- 7 มิถุนายน 2548 จัดอบรมทางไกล 3 ประเทศพร้อมกันหัวข้อ "Environmental Friendly Design" ร่วมกับ Ball State University สหรัฐอเมริกา และ Tokai University ประเทศญี่ปุ่น ด้วยระบบ videoconference บนinternet-based ผ่านเครือข่ายพระจอมเกล้าลาดกระบัง มีผู้เข้าชมการถ่ายทอดสดบน www.kmitl.ac.th กว่า 9,000 คน โดยเป็นผู้บรรยาย ผู้ดำเนินรายการและหัวหน้าโครงการ

วิทยากรในต่างประเทศและผลงานวิชาการที่เผยแพร่ระดับนานาชาติ

- พ.ศ.2556 เป็น Keynote Speaker บรรยายเรื่อง " A MOVEMENT TOWARDS MODERN THAI ARCHITECTURE, 1935-1973 A.D." ในการประชุม DOCOMOMO KOREA 2013, วันที่ 10 มิถุนายน 2556 ที่ประเทศเกาหลีใต้ นครโซล
- พ.ศ. 2546-2547 บรรยายเรื่อง Housing Project in Bangkok & Suburbs ที่ โฮจิมินห์ ซิตี้ เวียดนาม ในการสัมมนาสถาปนิกโฮจิมินห์ และ ที่ Ball State University, USA
- พ.ศ. 2549 บรรยายเรื่อง Roofs in Contemporary Houses, ที่ฮานอย เวียดนาม ในงานสัมมนาสถาปนิกฮานอย
- พ.ศ. 2550 บรรยายเรื่อง Unique Home: Design Through Your Lifestyle, ที่ โฮจิมินห์ ซิตี้ เวียดนาม ในงานสัมมนาสถาปนิกโฮจิมินห์
- บทความเผยแพร่ในการเรียนทางไกลผ่านระบบ Video conferencing system
  1. เรื่อง Thai Lifestyle on KlongAumphawa, SamutSongkhram Province, Thailand
  2. A Bamboo House in RaiBhumirak Thammachat, NakornNayok Province, Thailand
  3. Introduction ในหนังสือ Tele-conference Discussion on "Environmental Friendly Design", KMITL, 2005
  4. Introduction to sustainable houses 5.The Sustainable Houses in Thailand (cultural aspect): A case study on the urban timber house in Chiang Mai province 6. Contemporary Thai Architecture in Bangkok

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลงานด้านการส่งเสริมวิชาการ

- ประธานกรรมการพัฒนาเวบไซด์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปี พ.ศ. 2548 http://www.kmitl.ac.th
- ริเริ่มการทำสิ่งพิมพ์ที่มีรูปแบบน่าสนใจและสวยงามเพื่อการเผยแพร่งานวิชาการของคณะและสถาบัน
- ริเริ่มจัดตั้งจดหมายข่าวคณะชื่อ "สารสถาปัตย์" เป็นวารสารรายเดือน เริ่มเมื่อปี 2544
- ริเริ่มจัดตั้งเวบไซต์คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ www.arch.kmitl.ac.th
- ตำแหน่งหัวหน้ากองบรรณาธิการ วารสาร สารสถาปัตย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ 2542-2545
- ริเริ่มจดหมายข่าวสำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์และจัดทำสิ่งพิมพ์งานประชาสัมพันธ์คณะและสำนักวิจัย รวมทั้งโปสเตอร์ต่างๆ การประชาสัมพันธ์การจัดอบรมทางไกล และสิ่งพิมพ์ประชาสัมพันธ์นิทรรศการพระจอมเกล้าลาดกระบัง ปี 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ร่วมวิจัย **ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์**
Ph.D. Assistant Professor Noppadol Maneerat

หน่วยงานหลัก คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ที่ตั้ง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กทม. 10520
Faculty of Engineering
King Mongkut'sInstitute of Technology Ladkrabang
Chalongkrung road, Bangkok10520, Thailand
e-mail: : kmnoppad@kmitl.ac.th
โทร. 023298353, 081-450-3308 โทรสาร 023298349

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2549 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (Dr. Eng.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2540 ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (M. Eng.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2533 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (B. Sc.)สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก

ประสบการณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ/หรือที่ผ่านมา ทั้งภายในและภายนอกประเทศ

โดยระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัย ในแต่ละข้อเสนอการวิจัย

- 2550-ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2552-ปัจจุบัน อาจารย์พิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
- 2540-2549 วิศวกรระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2544 อาจารย์พิเศษ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
- 2540-2541 อาจารย์พิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2539-2540 นักวิจัยภาควิชาวิศวกรรมอิเลกทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- 2539-2541 อาจารย์พิเศษ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีนพรัตน์วชิระ
- 2538-2539 อาจารย์พิเศษ วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีศรีธัญญา
- 2536-2538 อาจารย์พิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมอิเลกทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์สอน

- การวิเคราะห์เชิงเลข
- การประมวลผลสัญญาณดิจิตอล
- ไมโครโปรเซสเซอร์
- การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์
- คอมพิวเตอร์เบื้องต้น
- คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีข่าวสาร
- การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์
- เซนเซอร์
- การสื่อสารไร้สาย
- วิศวกรรมความปลอดภัย

ทุนอบรมและวิจัยที่เคยได้รับ

- 2554 ทุนวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ โครงการวิจัยเรื่อง "ระบบควบคุมสารละลายสำหรับการวินิจฉัยโรคไตในห้องปฏิบัติการ" (หัวหน้าโครงการ)
- 2552 ทุนวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ โครงการวิจัยเรื่อง "ระบบควบคุมสำหรับเครื่องเฉือนเนื้อทุเรียน" (หัวหน้าโครงการ)
- 2551 ทุนวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ โครงการวิจัยเรื่อง "ระบบให้คำแนะนำสุขภาพผ่านระบบเครือข่าย" (หัวหน้าโครงการ)
- 2550 ทุน Asia Pacific Telecomunity (APT) ภายใต้โครงการ HRD Programme for Exchange of ICT Researchers and Engineers 2007 เรื่อง "ระบบให้คำแนะนำสุขภาพด้วยสมุนไพรไทยโดยใช้หลักออนโทโลยี (The e-health advice system with Thai herbs using an ontology)" (หัวหน้าโครงการ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2550 ทุน UMAP (University Mobility in Asia and the Pacific) ไปทำวิจัย ณ Sendai National College of Technology, Sendai, Japan ระยะเวลา 2 เดือน
- 2549 ทุนมหาวิทยาลัยปูซาน ฝึกอบรมเรื่อง e-learning ณ มหาวิทยาลัยปูซาน ประเทศเกาหลีใต้ ระยะเวลา 10 วัน
- 2545 ทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ฝึกอบรมเรื่อง เครือข่ายการสื่อสาร ณ Sendai National College of Technology, Sendai, Japan ระยะเวลา 5 เดือน
- 2543 ทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ฝึกอบรมเรื่อง เครือข่ายการสื่อสาร ณ Sendai National College of Technology, Sendai, Japan ระยะเวลา 6 เดือน

บทความวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่

1. Tawatchai CHONTONG, Noppadol Maneerat, and Ruttikorn Varakulsiripunth, "Suitability of Cyclic Prefix Modification for Signal Transmission in OFDM", The 2007 ECTI International Conference (ECTI-CON 2007), Chiang Rai, Thailand, pp.659-662, May 9-12, 2007.
2. Praphan Pavarangkoon, Ruttikorn Varakulsiripunth, and Noppadol Maneerat, "An Effective Lightpath Selection Algorithm Based on Adaptive Weight Functions for WDM Optical Networks", International Conference on Engineering, Applied Sciences, and Technology (ICEAST 2007), Bangkok Thailand, pp.671-674, November 21-23, 2007.
3. Thayachanok Nantiruj, Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, Satoru Izumi, Norio Shiratori, Takumi Kato, Yasushi Kato and Kaoru Takahashi, "An e-Health Advice System with Thai Herb and Ontology", The 3rd International Symposium on Biomedical Engineering (ISBME 2008) in conjunction with The 1st Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2008) (ISBME & BMEiCON 2008), Bangkok, Thailand, pp.315-319, November 10-11, 2008.
4. Dhomas Hatta Fudholi, Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, "Ontology-Based Daily Menu Assistance System", The 2009 ECTI International Conference (ECTI-CON 2009), Pattaya, Chonburi, Thailand, pp.694-697, May 6-9, 2009.

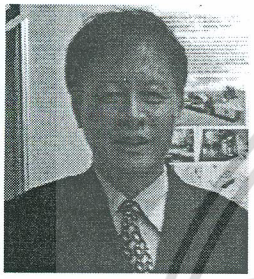
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Takumi Kato, Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, Yasushi Kato and Kaoru Takahashi, "Ontology-based E-health System with Thai Herb Recommendation", The 6th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE 2009), Phuket, Thailand, pp.172-177, May 13-15, 2009.
6. Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, Norio Shiratori, Yasushi Kato and Kaoru Takahashi, "The e-health advice system with Thai herbs using an ontology", Asia Pacific Telecommunications and ICT Development Forum (ADF) Bangkok, Thailand, November 11-13, 2008.
7. Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, Norio Shiratori, Yasushi Kato and Kaoru Takahashi, "Electronic Health Advice System via Communication Networks", The 1st AUN/SEED-Net Regional Conference in Manufacturing Engineering (AUN/SEED-Net–RC ManuE 2008), Manila, Philippines, November 24-25, 2008.
8. Dhomas Hatta Fudholi, Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth and Yasushi Kato, "Application of Protégé, SWRL and SQWRL in Fuzzy Ontology-Based Menu Recommendation", 2009 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS 2009), Kanazawa, Japan, December 7-9, 2009.
9. Sungkornsarun Longchupole, Noppadol Maneerat and Ruttikorn Varakulsiripunth, "Anamaly Detection through Packet Header Data", The 7th International Conference on Information, communications & Signal Processing (ICICS 2009), Macau, Republic of China, December 8-10, 2009.
10. Takumi Kato, Noppadol Maneerat, Ruttikorn Varakulsiripunth, Satoru Izumi, Hideyuki Takahashi, Takuo Sugunuma, Kaoru Takahashi, Yasushi Kato and Norio Shiratori, "Provision of Thai Herbal Recommendation Based on an Ontology", The 3rd International Conference on Human System Interaction, Rzeszow, Poland, May 13-15 2010.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดต่อ

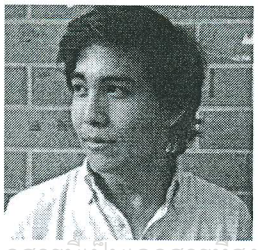
รองศาสตราจารย์สุภาวดี รัตนมาศ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Email: nuibooks@yahoo.com



ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Email: kmnoppad@kmitl.ac.th

นายปรีชา ภูหลวง
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สาขาสถาปัตยกรรมเขตร้อน (สถ.ม.)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Email: preecha_mail@hotmail.com

นายปิยบุตร ดวงสวัสดิ์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Email: piyabuddsw@gmail.com



นายกันญ์ดนัย พูนศิริวงศ์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Email: bomb30018@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้