



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการอาคาร)

ปริญญา

นวัตกรรมการอาคาร

นวัตกรรมการอาคาร

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การใช้แสงธรรมชาติในอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยเพื่อการประหยัดพลังงาน

The Use of Daylighting in Hotel in Samui Island for Energy Conservation

نامผู้วิจัย นายภัสเดช ยุติบรรพ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์นवलวรรณ ทวยเจริญ, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์พาสินี สุนากร, M.Arch. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้แสงธรรมชาติในอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยเพื่อการประหยัดพลังงาน

The Use of Daylighting in Hotel in Samui Island for Energy Conservation

โดย

นายภัสเดช ยุติบรรพ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการอาคาร)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัสเดช ยุติบรรพ์ 2557: การใช้แสงธรรมชาติในอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยเพื่อการ  
ประหยัดพลังงาน ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการ) สาขาวิชา  
นวัตกรรมการ ภาควิชา นวัตกรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วย  
ศาสตราจารย์ชนิกานต์ ยิ้มประยูร, Ph.D. 122 หน้า

เกาะสมุยเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวที่ใช้พลังงานไฟฟ้าปริมาณสูงเป็นอันดับต้นๆ ซึ่งโดยส่วน  
ใหญ่นั้นมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากภาคธุรกิจโรงแรม โครงการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะ  
ศึกษาคุณลักษณะของกรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานในอาคารของโรงแรม ในพื้นที่  
เกาะสมุย โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารในส่วนของการใช้พลังงาน  
ฟ้าแสงสว่างและพลังงานในส่วนภาระการทำความเย็นที่จะส่งผลไปยังค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวม  
ตลอดปีในอาคารจากรูปแบบของกรอบอาคารในรูปแบบต่างๆ และเพื่อเสนอแนวทางประกอบการ  
พิจารณาในการปรับปรุงกรอบอาคารประเภทโรงแรม โดยได้ศึกษาอิทธิพลของปัจจัย 2 ปัจจัย ได้แก่  
วัสดุกระจกของกรอบอาคารและรูปแบบของแผงกันแดดแบบหึ่งแสง การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการทดลอง  
โดยการจำลองห้องพักของโรงแรมที่หันหน้าไปทางทิศเหนือและทิศใต้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ 2  
โปรแกรม DIALux 4.12 และ EDSL Tas ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าวัสดุกระจกที่ใช้เป็นกรอบอาคาร  
และรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่เหมาะสมต่ออาคารโรงแรมในพื้นที่ เกาะสมุย จังหวัด  
สุราษฎร์ธานี โดยใช้พลังงานน้อยที่สุดคือ รูปแบบวัสดุกระจก Low-E ที่มีแผงกันแดดทำมุม 0 องศา  
ในแนวระนาบ โดยก่อให้เกิดการใช้พลังงานโดยรวมเท่ากับ 719,001.01 kWh/year ในครั้งนี้สามารถ  
นำไปประยุกต์ใช้กับอาคารโรงแรมและอาคารอื่นๆ ที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันเพื่อเป็นการลดการใช้  
พลังงานและสภาวะโลกร้อนที่เป็นปัญหาสำคัญในปัจจุบันต่อไป

ลายมือชื่อนิสิิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Peesadej Yutibun 2014: The Use of Daylighting in Hotel in Samui Island for Energy Conservation. Master of Architecture (Building Innovation), Major Field: Building Innovation, Department of Building Innovation. Thesis Advisor: Assistant Professor Chanikarn Yimprayoon, Ph.D. 122 pages.

Koh Samui is a tourist destination which is ranked very high in consuming electricity because of its hotel business activities.. This research aimed to investigate the appropriate building facade for hotel energy conservation in Koh Samui, Surat Thani province. The main objective is to compare the energy consumption of hotel buildings in terms of electricity from lighting and cooling load affecting the overall energy consumption in the hotel building throughout the year according to various building facade combination between glass types and installed light shelf Then, the study offers guidelines for appropriate building façade considerations for hotel in Koh samui. There are two factors were explored in this study, which are 1) the glazing materials and 2) the characteristics of the light shelf, which could effect the overall energy consumption in the hotel building. The investigation was carried out in one-bedroom type facing North and South by using two simulation computer programs which are Dialux 4.12 and EDSL Tas. Results suggests that the appropriate solution of building glazing and light shelf for hotel in Koh samui is Low-E glazing with zero degree tilt light shelf which has the highest electricity reduction potential, 719,001.01 kWh/year. The implication of the results could be used as guidelines for appropriated facade for hotels in Koh Samui and other buildings having similar characteristics.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนิกันต์ ยิ้มประยูร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้ กรุณาให้คำแนะนำและความช่วยเหลือตลอดการดำเนินงานวิจัย จนสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี อีกทั้ง ได้ให้คำปรึกษา แนะนำและการตรวจแก้ไขข้อผิดพลาด ข้อบกพร่องต่างๆ ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. นवलวรรณ ทวยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการดำเนินงานวิจัย และขอเสนอแนะเพิ่มเติมส่งผล ให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคารและอาจารย์พิเศษทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดองค์ความรู้ซึ่งเป็นแนวทางในงานวิจัยและการนำความรู้ที่ได้ไปปรับไปใช้ในการทำงานได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณสาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับความเอื้อเฟื้อในด้านสถานที่และอุปกรณ์เครื่องมือในการทดสอบสมรรถนะวัสดุ และขอขอบคุณผู้ที่ได้ช่วยเหลือในขั้นตอนต่างๆของการดำเนินงานวิจัยทุกท่าน และ ขอขอบคุณ คุณพ่อคุณแม่ และนางสาวอภิญญา ปรีชาญาณที่ให้อำลัใจและสนับสนุนมาตลอดกระทั่งงานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ภัสเดช ยุติบรรพ์

ตุลาคม 2557

## สารบัญ

|                                                               | หน้า |
|---------------------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                                        | (1)  |
| สารบัญตาราง                                                   | (2)  |
| สารบัญภาพ                                                     | (4)  |
| คำนำ                                                          | 1    |
| วัตถุประสงค์                                                  | 3    |
| การตรวจเอกสาร                                                 | 4    |
| อุปกรณ์และวิธีการ                                             | 44   |
| อุปกรณ์                                                       | 47   |
| วิธีการ                                                       | 50   |
| ผลและวิจารณ์                                                  | 66   |
| ผล                                                            | 66   |
| วิจารณ์                                                       | 98   |
| สรุปและข้อเสนอแนะ                                             | 101  |
| สรุป                                                          | 101  |
| ข้อเสนอแนะ                                                    | 102  |
| เอกสารและสิ่งอ้างอิง                                          | 103  |
| ภาคผนวก                                                       | 107  |
| ภาคผนวก ก ตัวอย่างการจำลองด้วยโปรแกรม                         | 108  |
| ภาคผนวก ข การแปลงค่าสภาพอากาศจากกรุงเทพเป็นเกาะสมุย           | 113  |
| ภาคผนวก ค ค่าคุณสมบัติของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม EDSL Tas | 120  |
| ประวัติการศึกษาและการทำงาน                                    | 122  |



## สารบัญตาราง

| ตารางที่ |                                                                                                        | หน้า |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1        | สัดส่วนการใช้ผนังที่ชนิดต่างๆ                                                                          | 21   |
| 2        | Vertical Types แผงกันแดดแบบแนวตั้ง ภาพแพน และแสดงเงาเส้นรัศมี                                          | 28   |
| 3        | Horizontal Types แผงกันแดดแบบแนวนอน ภาพตัดขวาง และแสดงเงาเส้นรัศมี                                     | 29   |
| 4        | Eggcrate Types รูปแบบแผงกันแดดแบบแนวผสม ภาพแพนและภาพตัดขวาง และแสดงเงาเส้นรัศมี                        | 30   |
| 5        | ระบบการจัดความเข้มของแสงสว่าง ในส่วนต่างๆของอาคาร                                                      | 32   |
| 6        | ช่องทางเดินในอาคาร                                                                                     | 32   |
| 7        | ตัวอย่างการคำนวณค่า Artificial lighting load ( $W/m^2$ )                                               | 58   |
| 8        | ตัวอย่างการคำนวณค่า Cooling load ( $W/m^2$ )                                                           | 59   |
| 9        | ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)                            | 62   |
| 10       | การคำนวณปริมาณ CO <sub>2</sub> Emission                                                                | 63   |
| 11       | อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)                                             | 64   |
| 12       | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux)       | 66   |
| 13       | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, $W/m^2$ )                | 68   |
| 14       | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)  | 70   |
| 15       | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์                            | 72   |
| 16       | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าไฟฟ้า                                                     | 74   |
| 17       | ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) | 76   |
| 18       | ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, $W/m^2$ )          | 78   |
| 19       | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)  | 80   |
| 20       | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์                            | 82   |

### สารบัญตาราง (ต่อ)

| ตารางที่            |                                                                                                                                              | หน้า |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 21                  | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าไฟฟ้า                                                                                           | 84   |
| 22                  | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี<br>(Total Energy Consumption, kWh/year)                                     | 86   |
| 23                  | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าปริมาณการปล่อย<br>คาร์บอนไดออกไซด์                                                              | 88   |
| 24                  | ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าไฟฟ้า                                                                                           | 90   |
| 25                  | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี<br>(Total Energy Consumption, kWh/year)                                     | 92   |
| 26                  | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าปริมาณการ<br>ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์                                                              | 94   |
| 27                  | ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าไฟฟ้า                                                                                           | 96   |
| 28                  | จำนวนพลังงานไฟฟ้า (kWh/year) ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี) และปริมาณ CO <sub>2</sub><br>Emission (Metric tons CO <sub>2</sub> ) ก่อนและหลังปรับปรุงอาคาร | 99   |
| 29                  | ค่าใช้จ่ายในการผลิตและติดตั้งวัสดุกระจก Low-E กับแผงกันแดดแบบหึ่งแสง<br>ทำมุมในแนวระนาบ 0 องศา สำหรับอาคารโรงแรม                             | 100  |
| <b>ตารางผนวกที่</b> |                                                                                                                                              |      |
| ข1                  | อุณหภูมิเฉลี่ยในจังหวัดกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมีนาคม 2556                                                                                | 114  |
| ข2                  | อุณหภูมิเฉลี่ยในจังหวัดกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมิถุนายน 2556                                                                              | 116  |
| ข3                  | อุณหภูมิเฉลี่ยในจังหวัดกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนธันวาคม 2556                                                                               | 118  |
| ค1                  | ค่าคุณสมบัติของวัสดุทึบ                                                                                                                      | 121  |
| ค2                  | ค่าคุณสมบัติของกระจก                                                                                                                         | 121  |



## สารบัญภาพ

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                      | หน้า |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 1      | การโคจรของดวงจันทร์รอบดวงอาทิตย์                                                                                                                                     | 4    |
| 2      | วงโคจรของโลก                                                                                                                                                         | 5    |
| 3      | คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า                                                                                                                                                   | 6    |
| 4      | แผนที่ศักยภาพแสงสว่างธรรมชาติของประเทศไทย แสดงการกระจายตามพื้นที่ของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (global illuminance) รายชั่วโมงเฉลี่ยต่อปี ตั้งแต่เวลา 9:00-15:30 น. | 9    |
| 5      | แสดงการแจกแจงตามพื้นที่ของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (global illuminance) รายชั่วโมงเฉลี่ยต่อปี ตั้งแต่เวลา 9:00-15:30 น. ในประเทศไทย                               | 10   |
| 6      | The comfort zone and the Bioclimatic Comfort Chart                                                                                                                   | 12   |
| 7      | Psychrometric chart                                                                                                                                                  | 13   |
| 8      | ตัวอย่างแผนภูมิตำแหน่งดวงอาทิตย์ของเกาะสมุย                                                                                                                          | 14   |
| 9      | การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายในใต้ต้นไม้และภายนอก                                                                                                                        | 15   |
| 10     | การใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่างๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร                                                                                                     | 15   |
| 11     | แผนที่แสดงทิศทางลมทั่วประเทศ                                                                                                                                         | 16   |
| 12     | แสดงอิทธิพลของรูปทรงและทิศทางการวางตัวอาคารที่มีผลต่อปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร                                                                                      | 17   |
| 13     | แหล่งความร้อนจากปัจจัยภายนอกและภายใน ของภาระการปรับอากาศ                                                                                                             | 19   |
| 14     | ตัวอย่างวัสดุผนังที่มีค่า R สูง (1) คอนกรีตมวลเบา (2) ผนัง EIFS                                                                                                      | 20   |
| 15     | ประเภทของกระจกที่มีใช้ในอาคาร                                                                                                                                        | 23   |
| 16     | ภาพตัดแสดงตัวอย่างของกระจก 2 ชั้น                                                                                                                                    | 24   |
| 17     | การสะท้อนแสงจากหิ้งแสงเข้าสู่อาคาร                                                                                                                                   | 25   |
| 18     | แสดงเงาของแผงกันแดดแบบต่างๆ                                                                                                                                          | 27   |
| 19     | มาตรฐานขนาดห้องพักและความกว้างทางเดินในอาคารโรงแรม                                                                                                                   | 33   |
| 20     | แผนที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี                                                                                                                                   | 34   |
| 21     | การจำแนกประเภทโรงแรมบนเกาะสมุย                                                                                                                                       | 35   |
| 22     | โรงแรม แกรนด์ ซีวิว รีโซเทล                                                                                                                                          | 36   |
| 23     | โรงแรม คาบาน่า แกรนด์วิว                                                                                                                                             | 36   |
| 24     | โรงแรม ศิริคายน ลักซูรี พูลวิลล่า แอนด์ สปา                                                                                                                          | 37   |
| 25     | โรงแรม ชาซ่ารีสอร์ท แอนด์ เรสซิเดนซ์ เกาะสมุย                                                                                                                        | 37   |
| 26     | โรงแรม ซีสเคปบีช รีสอร์ท                                                                                                                                             | 38   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                               | หน้า |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 23     | โรงแรม คาบาน่า แกรนด์วิว                                                                                                                                                      | 36   |
| 24     | โรงแรม คีรีคายนันท์ ลักซูรี พูลวิลล่า แอนด์ สปา                                                                                                                               | 37   |
| 25     | โรงแรม ชาชา รีสอร์ท แอนด์ เรสซิเดนซ์ เกาะสมุย                                                                                                                                 | 37   |
| 26     | โรงแรม ซีเอสเคพีช รีสอร์ท                                                                                                                                                     | 38   |
| 27     | โรงแรม บัดดี้ โอเรียลทัล สมุย รีสอร์ท                                                                                                                                         | 38   |
| 28     | โรงแรม บัญดาร รีสอร์ทแอนด์สปา                                                                                                                                                 | 39   |
| 29     | แปลนอาคารโรงแรมที่ทำการจำลอง                                                                                                                                                  | 39   |
| 30     | ภาพจำลองด้านและด้านข้างของอาคารโรงแรม                                                                                                                                         | 40   |
| 31     | ภาพจำลองภายในห้องพักโรงแรม                                                                                                                                                    | 40   |
| 32     | อาคารที่จำลองโรงแรมบนเกาะสมุย                                                                                                                                                 | 41   |
| 33     | ขั้นตอนในการทำการวิจัย                                                                                                                                                        | 46   |
| 34     | ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าแสงและการใช้โปรแกรม DIALux                                                                                                                           | 47   |
| 35     | ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าภาระการทำความเย็น (Cooling load) โดยการ<br>ใช้โปรแกรม EDSL Tas                                                                                       | 48   |
| 36     | แปลนและภาพตัดห้องพักโรงแรมที่ทำการจำลองหันช่องเปิดไปทางทิศเหนือและใต้                                                                                                         | 50   |
| 37     | ภาพตัดบริเวณช่องแสงมีแผงกันแดดทำมุม 0°, 30°, 60° ในแนวระนาบ, 60°<br>ในแนวระนาบติดกระจก (จากซ้ายไปขวา)                                                                         | 52   |
| 38     | ตัวอย่างค่าการส่องสว่างแต่ละพื้นที่ (lux) การจำลองโดยโปรแกรม DIALux<br>ของรูปแบบกระจกใสไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00 น.                             | 53   |
| 39     | ตัวอย่างกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์<br>ที่ได้ของรูปแบบกระจกใส ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00 น.                           | 54   |
| 40     | ตัวอย่างกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์<br>ที่ได้ของรูปแบบกระจกใส ไม่มีแผงกันแดดทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557<br>เวลา 8:00 น. โดยตัดกราฟที่ 100 lux | 55   |
| 41     | ปริมาณการส่องสว่างจากแสงเพิ่มเติมที่ต้องการ (%) ของรูปแบบกระจกใส<br>ไม่มีหิ้งแสงทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00-20:00 น.                                           | 56   |
| 42     | ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดแสงสว่างในรูปของฟุต-แคนเดิล (FC) และ lux                                                                                                               | 57   |
| 43     | แสดงหน้าต่างโปรแกรม EDSL Tas ในส่วนของการสร้าง model ห้องพัก                                                                                                                  | 60   |
| 44     | แสดงตารางผลการจำลองในรูปแบบกระจกใส ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ<br>ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557                                                                                           | 60   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่                                                                                                                                                                                                    | หน้า |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 45 แสดงกราฟผลการจำลองค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้องในแต่ละชั่วโมง<br>ในรูปแบบกระจกใส ไม่มีหี้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557                                                                          | 61   |
| 46 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux)<br>ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้ จากการใช้กระจกใส (T=0.90)<br>และกระจก Low-E (T=0.67)                                     | 67   |
| 47 การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m <sup>2</sup> )<br>ของห้องพักในโรงแรม<br>ในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)                                     | 69   |
| 48 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption,<br>kWh/year) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90)<br>และกระจก Low-E (T=0.67)                                 | 71   |
| 49 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์<br>(CO <sub>2</sub> emission, Metric tons CO <sub>2</sub> ) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้<br>จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67) | 73   |
| 50 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้<br>จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)                                                                                | 75   |
| 51 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ของห้องพักใน<br>โรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหี้งแสง 4 รูปแบบ                                                    | 77   |
| 52 การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m <sup>2</sup> )ของห้องพักใน<br>โรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหี้งแสง 4 รูปแบบ                                                     | 79   |
| 53 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption,<br>kWh/year) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบ<br>หี้งแสง 4 รูปแบบ                                            | 81   |
| 54 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์<br>(CO <sub>2</sub> emission, Metric tons CO <sub>2</sub> ) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้<br>จากการใช้แผงกันแดดแบบหี้งแสง 4 รูปแบบ             | 83   |
| 55 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการ<br>ใช้แผงกันแดดแบบหี้งแสง 4 รูปแบบ                                                                                            | 85   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่ |                                                                                                                                                                          | หน้า |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 56     | การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ของอาคารโรงแรมจากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)                                | 87   |
| 57     | การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> emission, Metric tons CO <sub>2</sub> ) ของอาคารโรงแรมจากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67) | 89   |
| 58     | การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของอาคารโรงแรม จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)                                                                            | 91   |
| 59     | การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, W/m <sup>2</sup> ) ของอาคารโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ                                   | 93   |
| 60     | การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO <sub>2</sub> emission, Metric tons CO <sub>2</sub> ) ของอาคารโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ             | 95   |
| 61     | การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของอาคารโรงแรม จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ                                                                                        | 97   |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| ภาพผนวกที่                                                                             | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ก1 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 8:00 น.      | 109  |
| ก2 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 10:00 น.     | 109  |
| ก3 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 12:00 น.     | 110  |
| ก4 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 14:00 น.     | 110  |
| ก5 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 16:00 น.     | 111  |
| ก6 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 18:00 น.     | 111  |
| ก7 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 20:00 น.     | 112  |
| ก8 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557               | 112  |
| ข1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในจังหวัดกรุงเทพฯ ฯ และเกาะสมุย เดือนมีนาคมปี 2556   | 115  |
| ข2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในจังหวัดกรุงเทพฯ ฯ และเกาะสมุย เดือนมิถุนายนปี 2556 | 117  |
| ข3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในจังหวัดกรุงเทพฯ ฯ และเกาะสมุย เดือนธันวาคม ปี 2556 | 119  |



## การใช้แสงธรรมชาติในอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยเพื่อการประหยัดพลังงาน

### The Use of Daylighting in Hotel in Samui Island for Energy Conservation

#### คำนำ

ในปัจจุบันประเทศไทย มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นอย่างเห็นได้ชัดและการเพิ่มขึ้นของการใช้พลังงานดังกล่าวอาจจะก่อให้เกิดปัญหาต่อไปในอนาคต โดยในปีพ.ศ. 2556 มีการใช้ไฟฟ้า 160,448 GWh โดยที่ปริมาณการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดจะอยู่ที่ กรุงเทพมหานครและปริมณฑล (กระทรวงพลังงานสถิติพลังงานรายปี, 2556) ซึ่งจากรายงานวิจัยต่าง ๆ นั้นแสดงให้เห็นว่าภาคใต้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงและเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศไทย โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้พลังงานในอาคารซึ่งมีการใช้เพิ่มขึ้นอย่างก้าวกระโดด ในส่วนแหล่งท่องเที่ยวของภาคใต้ อย่างเช่นเกาะสมุยนั้นมีการขยายตัวของโรงแรมและที่พัก จนทำให้ปัจจุบันเกาะสมุยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับภาคธุรกิจโรงแรมสูงถึงร้อยละ 72 ของธุรกิจทั้งหมด และมีปัญหาเกี่ยวกับไฟตกและไฟดับในช่วงหลายปีที่ผ่านมา (สมาคมส่งเสริมการท่องเที่ยวเกาะสมุย, 2556)

จากสถิติการใช้ไฟฟ้าพบว่าเกาะสมุยใช้ไฟฟ้ามากที่สุด ช่วงเทศกาลท่องเที่ยวโดยเฉพาะช่วงปีใหม่ มีการใช้ไฟฟ้าสูงถึง 100 MWh ต่อวันใน ปี พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุด และสูงขึ้นอีกครั้ง 104 MWh ต่อวัน ในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 เนื่องจากมีนักท่องเที่ยวเข้ามามากขึ้น ผู้ประกอบการต่าง ๆ จึงใช้ไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย ปัจจุบันมีผู้ใช้ไฟฟ้าในเกาะสมุยประมาณ 38,000 ราย มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 90 MWh ต่อวัน ในจำนวนนี้เป็นผู้ประกอบการรายใหญ่ 12,000 ราย ใช้ไฟฟ้าประมาณ 20-30 % ของการใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ส่วนอีก 70 % เป็นการใช้ไฟฟ้าของบ้านเรือน ที่พักอาศัย และกิจการขนาดเล็ก โดยในแต่ละปีมีความต้องการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นราว 5 % ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ลดลงจากเดิมที่เคยเพิ่มสูงสุดถึง 10 % ในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอำเภอเกาะสมุย, 2555)

การแก้ปัญหาการใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะในเรื่องของการใช้ไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างในอาคารโรงแรมของเกาะสมุย สามารถแก้ปัญหาได้โดยการใช้เทคนิคการนำแสงธรรมชาติ (daylight) ผ่านกรอบอาคารที่เหมาะสม เพื่อเป็นการช่วยลดพลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์ในช่วงที่มีแสงธรรมชาติอยู่ นอกจากนี้เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติที่สามารถป้องกันแสงแดดได้ยังช่วยในการลดปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกอาคารและยังลดภาระในการทำความเย็นได้อีกด้วย หลายการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคนิคนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารผ่านกรอบอาคารที่เหมาะสมนั้นสามารถที่จะลดปริมาณ

ไฟฟ้าที่เกิดจากการใช้แสงประดิษฐ์และการทำความเย็นได้ถึง 50 % (Galasiu *et al*, 2001; Parker *et al.*, 1995)

จากเหตุผลความจำเป็นดังกล่าวจะเห็นได้ว่า เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติผ่านกรอบอาคาร เป็นเทคนิคหนึ่งที่น่าจะสามารถช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าในโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยได้ โดยหากสามารถลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าโดยการใช้เทคนิคการใช้แสงธรรมชาติผ่านกรอบอาคารที่เหมาะสมจากอาคารประเภทโรงแรมได้ นอกจากจะเป็นการช่วยในการลดการใช้ไฟฟ้าหลักของเกาะสมุยซึ่งเป็นปัญหาที่สำคัญในปัจจุบัน แต่ยังเป็นตัวอย่างที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอาคารโรงแรมและอาคารที่มีลักษณะคล้ายกับในภูมิภาคอื่นของประเทศไทยได้อีกด้วย

## วัตถุประสงค์

โครงการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อที่จะศึกษาคุณลักษณะของกรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานในอาคารโรงแรม ในพื้นที่เกาะสมุย โดยประกอบด้วยวัตถุประสงค์ย่อยดังต่อไปนี้

1. เพื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารในส่วนของพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและภาระในการทำความเย็นจากรูปแบบของกรอบอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. เพื่อเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงกรอบอาคารสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะ สมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี

## ขอบเขตการวิจัย

1. ศึกษาแบบกรอบอาคารที่มีความเหมาะสมกับช่องเปิดในปัจจุบันของอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย โดยเกณฑ์การพิจารณา คือ การสามารถป้องกันแดดเข้าสู่อาคารได้และทำให้ปริมาณการส่องสว่างที่เพียงพอ ณ ตำแหน่งพื้นที่ใช้งานของห้องพักในโรงแรมโดยมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนของการใช้แสงสว่างเพิ่มเติมและภาระการทำความเย็นน้อยที่สุด
2. กำหนดห้องพักของโรงแรมซึ่งมีขนาด 4 เมตร ยาว 8 เมตร ความสูงฝ้าเพดาน 3 เมตร ซึ่งเป็นขนาดห้องพักทั่วไปในอาคารโรงแรม ในพื้นที่เกาะสมุย
3. ที่ตั้งอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เขตละติจูดที่ 9 องศา 30 ลิปดาเหนือ 100 องศา 0 ลิปดาตะวันออก เป็นการศึกษาเฉพาะลักษณะการส่องสว่างและปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคารที่มีการปรับอากาศในเวลา 8:00-20:00 น.
4. ศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจากรูปแบบของกรอบอาคารต่างๆ โดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม DIALux 4.12
5. ศึกษาค่าภาระการทำความเย็นจากรูปแบบของกรอบอาคารต่างๆ โดยการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม EDSL Tas
6. ศึกษาค่าพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและค่าภาระการทำความเย็นของโรงแรมตั้งอยู่ที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยศึกษาเฉพาะสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง (clear sky)

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

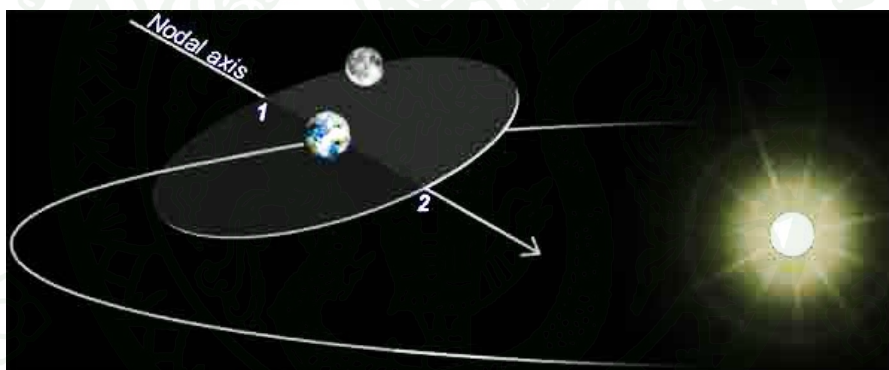
1. ได้รูปแบบของกรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานทั้งในแง่พลังงานไฟฟ้าจากแสงสว่างและภาระการทำความเย็นสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี
2. ผลที่ได้จากการวิเคราะห์สามารถนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการเลือกใช้กรอบอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารประเภทโรงแรมในพื้นที่อื่น ๆ ที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน

## การตรวจเอกสาร

การศึกษาการใช้กรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย ประกอบด้วยทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

### 1. การศึกษาเกี่ยวกับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์และแกนเอียงของโลก

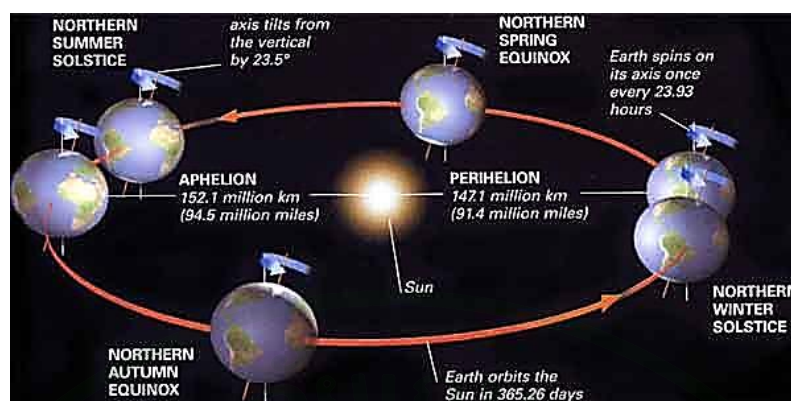
ในระบบสุริยะโลกเป็นดาวเคราะห์ดวงที่ 3 และถือกำเนิดขึ้นมานานกว่า 4.54 พันล้านปี ซึ่งเป็นดาวเคราะห์ที่มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากมาย โดยที่มีชั้นบรรยากาศสำหรับหายใจและมีน้ำที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต อีกทั้งยังมีสนามแม่เหล็กที่ป้องกันรังสีต่าง ๆ ที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต (SABT, 2557) ในการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์นั้นมีตำแหน่งและการเอียงของแกนโลกทำให้แสงอาทิตย์มายังโลกไม่เท่ากันดังแสดงในภาพที่ 2.1 นอกจากนี้แล้วยังทำให้เกิดฤดูกาลต่าง ๆ บนโลก โดยส่งผลต่อปริมาณก่อนเมฆบนท้องฟ้าจึงทำให้แสงอาทิตย์ที่มายังโลกมีการผันแปรเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย



ภาพที่ 1 การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์

ที่มา: Royal Museums of Greenwich (2014)





ภาพที่ 2 วงโคจรของโลก

ที่มา: สำนักกิจการอวกาศแห่งชาติ (SABT) (2557)

โลกมีการโคจรรอบดวงอาทิตย์ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ถ้ามองจากทางเหนือของขั้วโลกเหนือ จะมีลักษณะการโคจรเป็นรูปวงรี โดยการโคจรรอบดวงอาทิตย์ 1 รอบ ใช้เวลาโดยประมาณ 365 วัน ซึ่งจากขั้วโลกเหนือถึงขั้วโลกใต้จะมีแกนหมุนอยู่ซึ่งทำมุมเอียงกับระนาบการโคจรรอบดวงอาทิตย์เป็นมุม 23.5° การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ที่ใช้เวลา 1 ปีนั้นทำให้เกิดช่วงฤดูกาลต่าง ๆ โดยแบ่งการเกิดเป็นช่วง Solstices และ Equinox (SABT, 2557)

1.1 Summer Solstice เป็นวันที่ขั้วโลกเหนือหันเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เกิดขึ้นวันที่ 21 มิถุนายน

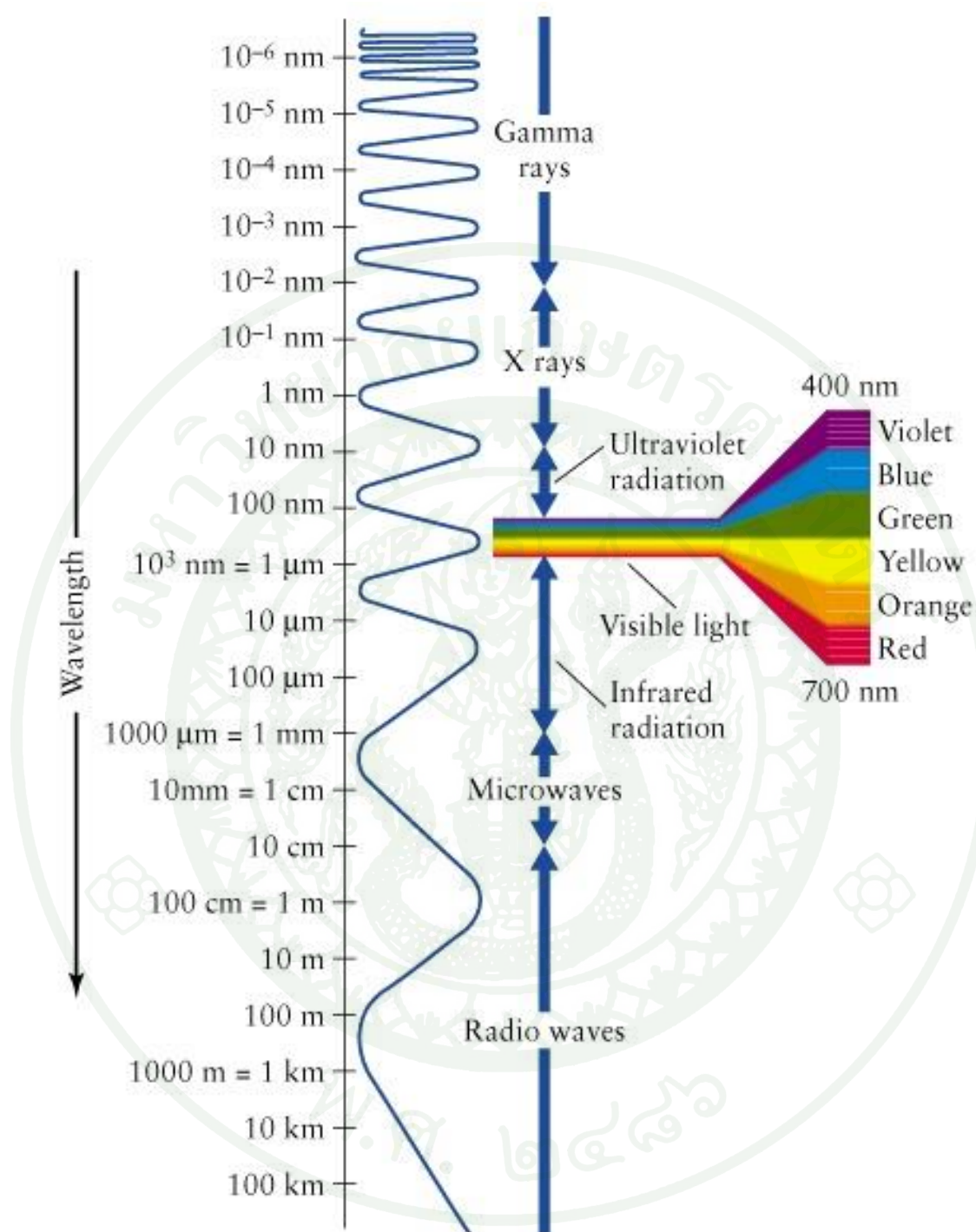
1.2 Winter Solstice เป็นวันที่ขั้วโลกเหนือหันไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด เกิดขึ้นวันที่ 21 ธันวาคม

1.3 Equinox เป็นวันที่แกนของโลกตั้งฉากกับเส้นตรงที่ลากจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ โดยมีสองวัน เกิดขึ้นใน 2 ฤดูกาล แบ่งเป็น Spring Equinox เกิดขึ้นในวันที่ 21 มีนาคม และ Autumnal Equinox เกิดขึ้นในวันที่ 21 กันยายน

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

พลังงานแสงอาทิตย์จะมาในรูปของแสงและการแผ่รังสีความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งแสงเป็นส่วนหนึ่งของคลื่นนี้ โดยสามารถแบ่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นรังสีที่มีช่วงคลื่นสั้นหรือช่วงรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่มีการแบ่งเป็น UV-A UV-B และ UV-C ซึ่งจัดอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 100-400 นาโนเมตร และช่วงที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นได้ก็คือแสง โดยจะอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 380-770 นาโนเมตร ส่วนรังสีที่มีช่วงคลื่นยาวหรือช่วงรังสีอินฟราเรด จะอยู่ในช่วง 700-2,400 นาโนเมตร





ภาพที่ 3 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา: Freedman and Kaufmann (2014)

### 3. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงและการรับรู้แสง

3.1 แหล่งกำเนิดแสงสว่าง แสงเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วง 380-770 นาโนเมตร เป็นช่วงที่มนุษย์สามารถมองเห็นได้ การเปลี่ยนแปลงของช่วงความยาวคลื่นต่าง ๆ ทำให้มองเห็นเป็นสีต่าง ๆ ปัจจุบันมนุษย์ใช้พลังงานจากแสงสว่างจากแหล่งกำเนิดแสงสว่าง มี 2 แหล่ง ดังนี้ (OSH, 2557)

3.1.1 แสงธรรมชาติ (Natural Lighting) ในช่วงกลางวัน โลกจะได้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์ ส่วนกลางคืนจะได้แสงสว่างที่มองเห็นได้จากดวงจันทร์โดยเป็นแสงที่สะท้อนมาจากดวงอาทิตย์ โดยแสงธรรมชาติในเวลากลางวันมีความสำคัญมากและยังสามารถช่วยลดการใช้แสงประดิษฐ์ได้ โดยแบ่งเป็น 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ

ก. ดวงอาทิตย์ เป็นแหล่งกำเนิดแสงที่ใหญ่ที่สุดซึ่งส่องเข้ามาภายในอาคารใน 3 ลักษณะ คือ รังสีตรง เป็นแสงที่ส่องมาโดยตรงจากดวงอาทิตย์ มีปริมาณความร้อนและสว่างมาก มีค่าความส่องสว่างสูงกว่า 100 klux จึงควรหลีกเลี่ยงการนำรังสีตรงเข้ามาใช้ในอาคาร รังสีกระจาย เป็นแสงที่ส่องลงมาผ่านการกรองโดยวัตถุโปร่งแสงต่าง ๆ เช่น เมฆ ใต้น้ำ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในอาคาร และลักษณะสุดท้ายคือ รังสีสะท้อน ซึ่งเป็นแสงที่เกิดการตกกระทบกับวัตถุที่บดบังแสงก่อนที่จะเกิดการสะท้อนไปยังตำแหน่งอื่น ๆ รังสีนี้ก็เหมาะที่จะมาใช้ในการอาคารเหมือนรังสีกระจาย

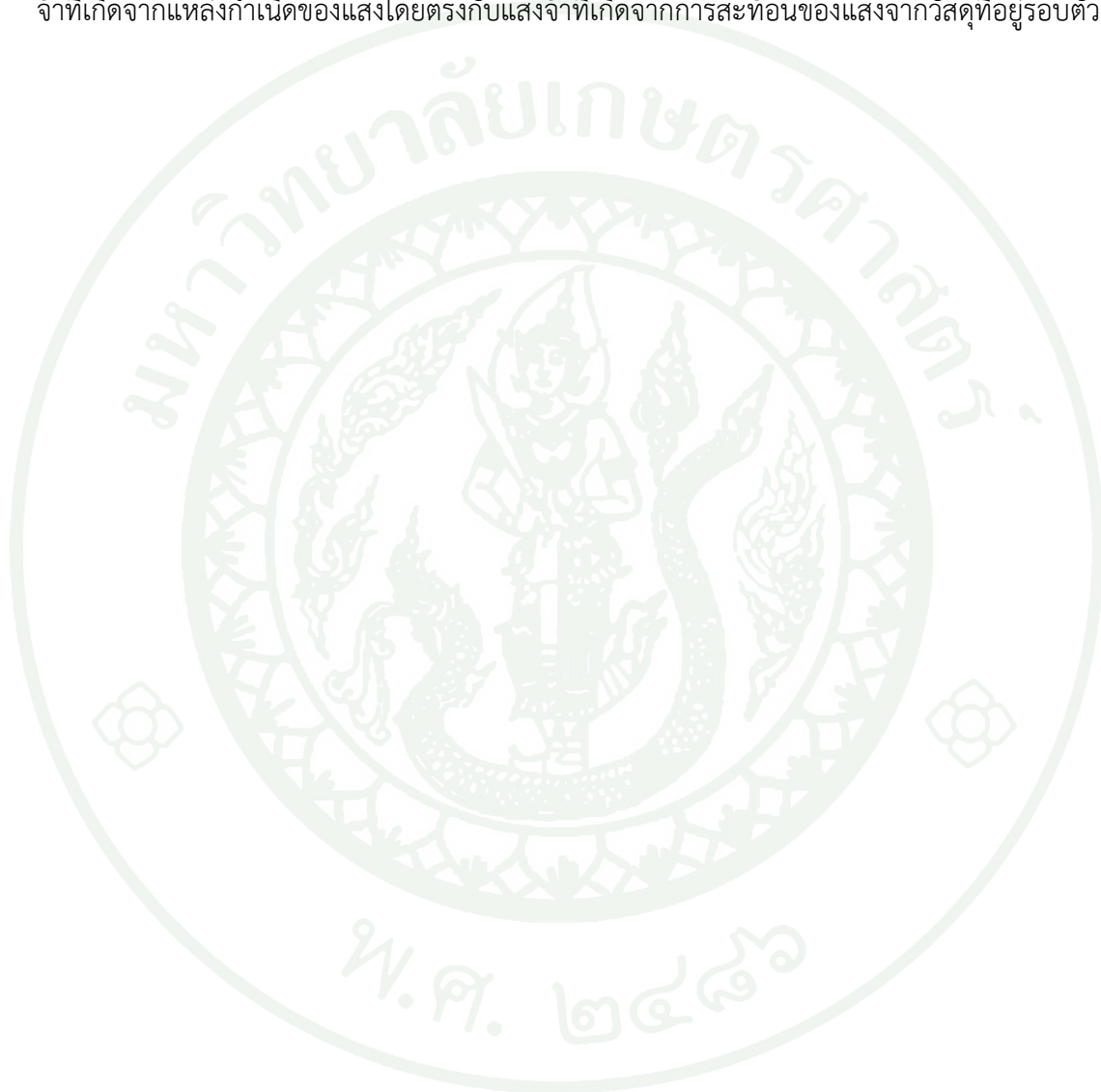
ข. ท้องฟ้า ถึงแม้ว่าท้องฟ้าจะไม่ได้เป็นแหล่งกำเนิดแสงแบบดวงอาทิตย์ แต่ก็มีหน้าที่กระจายและสะท้อนแสงจากดวงอาทิตย์ ท้องฟ้าจึงสว่างได้ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถมองเห็นดวงอาทิตย์ ซึ่งท้องฟ้าจะมีสภาพที่แตกต่างกัน เช่น ท้องฟ้าแจ่มใส ท้องฟ้าโปร่ง ท้องฟ้ามีเมฆมาก และท้องฟ้ามีเมฆเต็มท้องฟ้า เป็นต้น

3.1.2 แสงประดิษฐ์ (Artificial Lighting) เป็นสิ่งที่มนุษย์ได้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการส่องสว่าง เช่น Incandescent lamp, Fluorescent lamp, Mercury lamp เป็นต้น

3.2 การมองเห็นแสง ในการที่จะมองเห็นสิ่งของหรือสิ่งรอบตัวนั้นจะต้องมีแสงเป็นองค์ประกอบในการมองเห็น เนื่องจากแสงจะตกกระทบกับผิววัตถุ และเมื่อวัตถุนั้นดูดกลืนแสงบางส่วนไว้แล้วสะท้อนที่เหลือเข้าตาเรา เกิดเป็นสีต่าง ๆ แล้วแต่วัตถุนั้น ๆ ทั้งนี้ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลในการมองเห็น ประกอบไปด้วยความสามารถของดวงตาในการมองเห็น ความสว่างหรือปริมาณของแสงที่ตกกระทบวัตถุ ขนาด รูปร่างของวัตถุ ความแตกต่างระหว่างฉากกับวัตถุนั้น การเคลื่อนที่ของวัตถุ ความคุ้นเคย และสุดท้ายคือสีของวัตถุนั้น ๆ

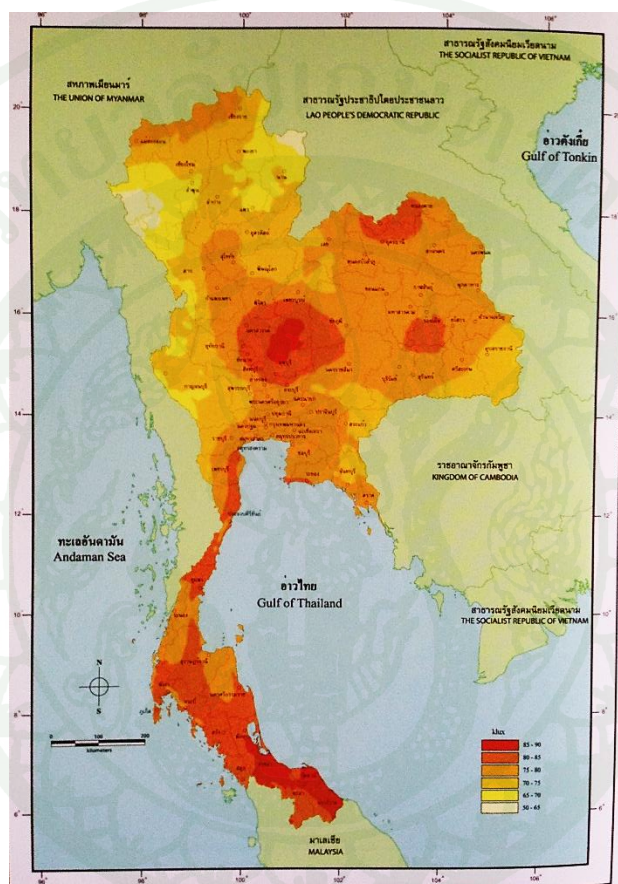
3.3 การจัดแสงตามสภาพแวดล้อม จัดเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการมองเห็นอย่างถูกต้อง และเกิดความสบายตา จึงต้องมีการจัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับงานในลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งต้องคำนึงถึงปริมาณความเข้มของแสง ทำให้การมองเห็นมีคุณภาพมากขึ้น งานบางประเภทต้องการความ

ละเอียดสูงหรือวัตถุมีขนาดเล็กมาก ก็จำเป็นต้องใช้แสงมากกว่างานหยาบ ๆ หรือขนาดใหญ่ซึ่งจะส่งผลต่อความสบายตาของผู้ใช้ โดยจะมีปัญหาและอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับดวงตาของพนักงานที่เกิดจากแสงต่าง ๆ คือ แสงที่น้อยเกินไปจะทำให้กล้ามเนื้อตาทำงานหนักมากขึ้น เพราะต้องบังคับตานานตาให้ขยายมากขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเมื่อยล้าของดวงตาได้ แต่ถ้าแสงมากเกินไปจะทำให้รูม่านตาหดเล็กลง เพื่อป้องกันไม่ให้แสงเข้ามามากเกินไปที่ตาจะรับได้ และแสงที่จ้ามากจะเกิดจาก 2 กรณี คือ แสงจ้าที่เกิดจากแหล่งกำเนิดของแสงโดยตรงกับแสงจ้าที่เกิดจากการสะท้อนของแสงจากวัสดุที่อยู่รอบตัว



#### 4. ปริมาณแสงสว่างในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการกระจายตามพื้นที่ของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (global illuminance) รายชั่วโมงเฉลี่ยต่อปี ตั้งแต่เวลา 9:00-15:30 น. โดยมีค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ ในช่วง 50-90 klux ซึ่งประเทศไทยส่วนใหญ่มีความเข้มแสงอยู่ในช่วง 75-80 klux (เสริม, 2547)



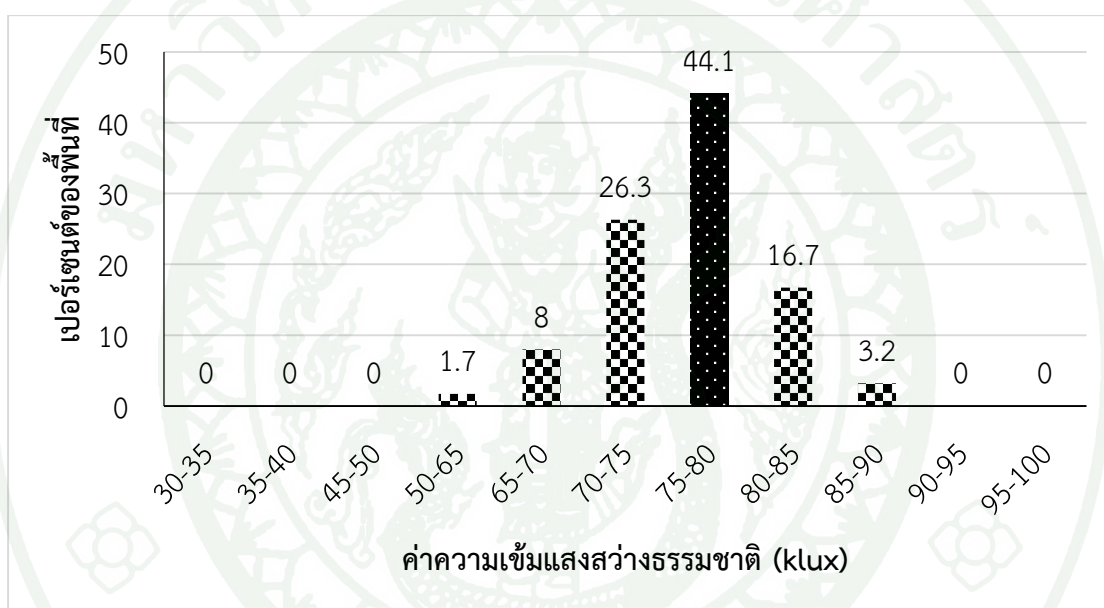
ภาพที่ 4 แผนที่ศักยภาพแสงสว่างธรรมชาติของประเทศไทยแสดงการกระจายของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (global illuminance) รายชั่วโมงเฉลี่ยต่อปีตามพื้นที่ต่างๆ

ที่มา: เสริม (2547)

เมื่อทำการพิจารณาจากภาพที่ 4 แล้วเห็นได้ว่าการกระจายของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติรายชั่วโมงต่อปี ในช่วงเวลา 9:30-15:30 น. ตามพื้นที่ต่างนั้น ชี้ให้เห็นว่าพื้นที่ 44.1 % ของประเทศไทยได้รับแสงสว่างธรรมชาติค่อนข้างสูง มีค่าความเข้มของแสง 75-80 klux ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและพื้นที่ภาคกลางบางส่วน โดยในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานีนั้นเป็นหนึ่งในพื้นที่นี้ด้วย รองลงมาเป็นพื้นที่ 26.3 % ของประเทศไทยได้รับแสง



สว่างธรรมชาติ 70-75 klux ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในภาคเหนือ ในพื้นที่ 16.7 % ของประเทศไทยได้รับแสงสว่างธรรมชาติ 80-85 klux ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะกระจายเป็นหย่อม ๆ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้ ส่วนที่พื้นที่ที่ได้รับแสงค่อนข้างน้อย 65-70 klux มีพื้นที่ 8 % ของประเทศไทย และพื้นที่ที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติในระดับที่น้อย 50-65 klux มีพื้นที่เพียง 1.7 % ของประเทศไทย ส่วนใหญ่แล้วอยู่ในบริเวณภูเขาทางตะวันออกและตะวันตกของภาคเหนือ และส่วนบริเวณที่ได้รับแสงสว่างธรรมชาติสูงที่สุด 85-90 klux มีพื้นที่ 3.2 % ของประเทศไทย อยู่ในแนวรอยต่อระหว่างจังหวัด ลพบุรี นครสวรรค์และเพชรบูรณ์ และภาคใต้ตอนล่าง ซึ่งได้ทำการแจกแจงเป็นกราฟดังภาพที่ 5 (เสริม, 2547)



ภาพที่ 5 แสดงการแจกแจงตามพื้นที่ของค่าความเข้มแสงสว่างธรรมชาติ (global illuminance) รายชั่วโมงเฉลี่ยต่อปี ตั้งแต่เวลา 9:00-15:30 น. ในประเทศไทย

## 5. ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการถ่ายเทความร้อน (Heat Transfer)

การถ่ายเทความร้อน (Heat transfer) หรือ การไหลของความร้อน (Heat flow) หมายถึง การถ่ายเทพลังงานระหว่างสองบริเวณที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน โดยแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ตรึงใจ, 2539)

5.1 การนำความร้อน (Heat conduction) เกิดจากการถ่ายเทพลังงานความร้อนจากอะตอมหนึ่งไปยังอีกอะตอมหนึ่งของวัสดุของแข็งโดยตรง โดยความร้อนจะถ่ายจากอุณหภูมิสูงไปต่ำเสมอ



5.2 การพาความร้อน (Heat convection) เป็นการถ่ายเทความร้อนในสภาวะของไหล โดยตัวกลางจะไหลเข้าไปแทนที่ตัวกลางที่มีอุณหภูมิต่ำและนำพาเอาความร้อนไปด้วย

โดยจะมีสูตรในการคำนวณดังสมการ 2.1 ดังนี้ (David M. Himmelblau, James B. Riggs, 2004)

$$Q = UA(T_2 - T_1) \quad (2.1)$$

ซึ่ง  $Q$  หมายถึง ค่าการถ่ายความร้อน มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

$A$  หมายถึง พื้นที่ในการถ่ายเทความร้อนมีหน่วยเป็นตารางเมตร ( $m^2$ )

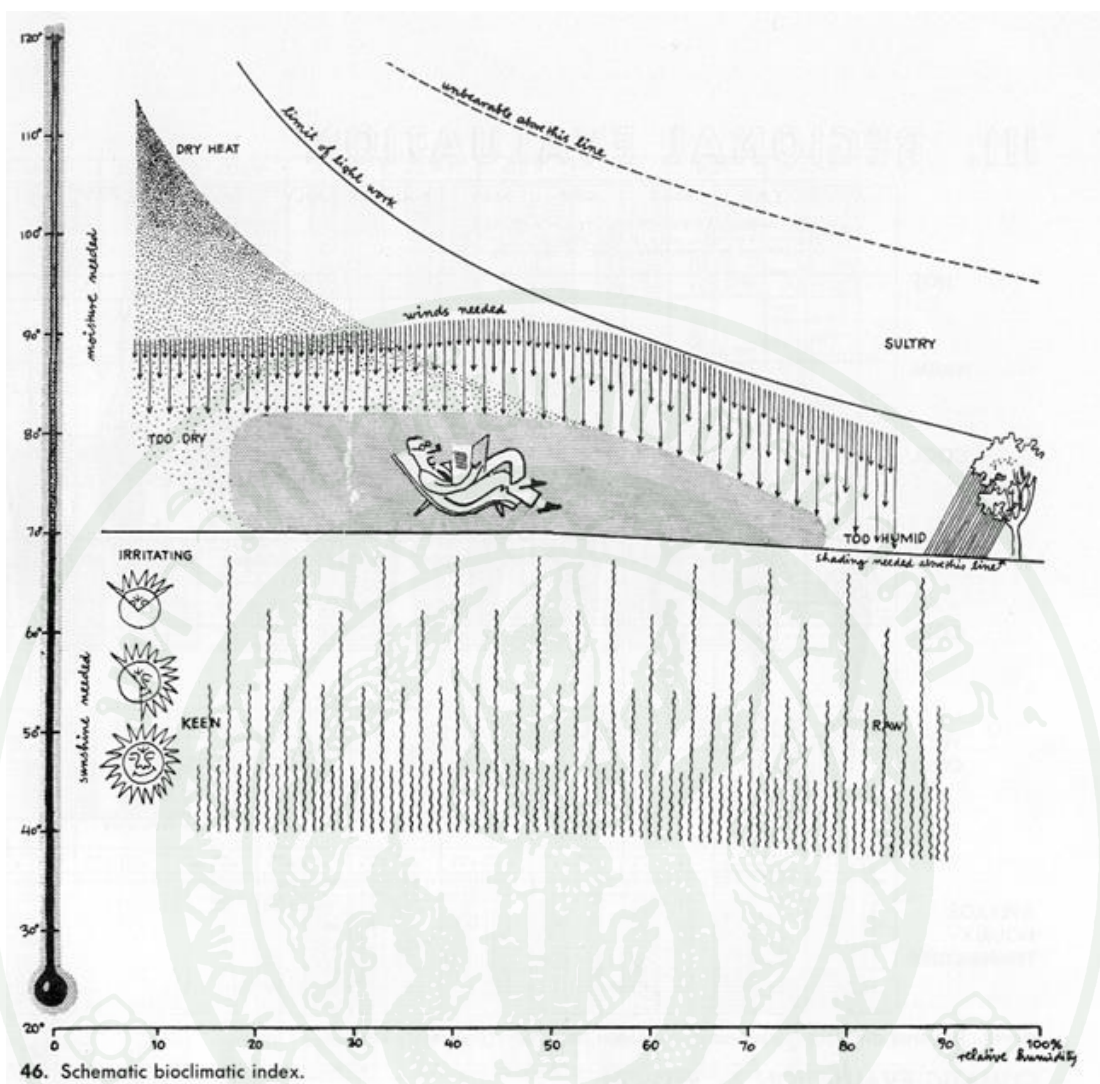
$(T_2 - T_1)$  หมายถึง อุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างสิ่งแวดล้อมและระบบ ( $^{\circ}C$ )

$U$  หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ( $W/m^2 \text{ } ^{\circ}C$ )

5.3 การแผ่รังสี (Heat radiation) เป็นการถ่ายเทความร้อนโดยการแผ่รังสีผ่านอากาศหรือสุญญากาศ ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่อาคารต่าง ๆ จะได้รับความร้อนโดยการแผ่รังสีทั้งรังสีตรงและรังสีกระจาย เป็นรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ และจากรังสีความร้อนคลื่นยาวที่แผ่มาจากวัตถุอื่น ๆ หรืออาคารโดยรอบ สสารทุกชนิดสามารถแผ่รังสีความร้อนออกมาและความมากน้อยของการแผ่รังสีขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของวัตถุและจากธรรมชาติของผิววัตถุ (ตริ่งใจ, 2539)

## 6. สภาวะน่าสบาย

ในการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อสร้างสภาวะน่าสบายให้แก่ผู้ใช้งานภายในอาคาร ประกอบไปด้วยปัจจัยต่างๆ อาทิเช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิเฉลี่ยของการแผ่รังสีความร้อน การพัดของกระแสลม (สมสิทธิ์, 2541) โดยปัจจัยที่สำคัญก็คือ ทางอุณหภูมิและแสงสว่าง เนื่องจากว่าเป็นสิ่งที่ผู้ใช้งานภายในอาคารรู้สึกได้มากที่สุด และกว่า 60-80% ของพลังงานที่ใช้ไปนั้นหมดกับระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (สุรพงศ์, 2545)

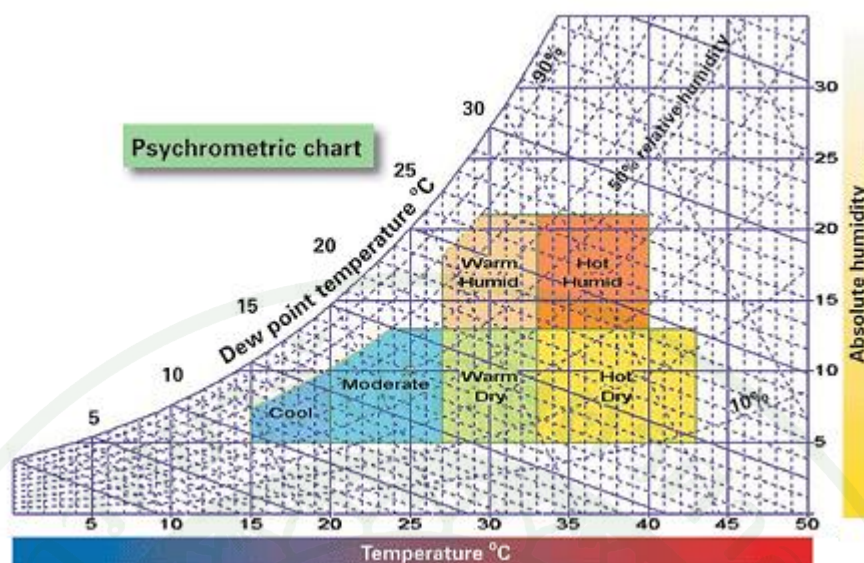


ภาพที่ 6 The comfort zone and the Bioclimatic Comfort Chart

ที่มา: Victor Olgyay, Design with climate (1963)

แผนภาพที่ 6 นี้แสดงเขตของความสบายในบริเวณกึ่งกลางภาพ ซึ่งแกนในแนวตั้งจะแสดงค่าอุณหภูมิเป็นองศาฟาเรนไฮต์ ส่วนแนวนอนจะแสดงค่าความชื้นสัมพัทธ์เป็นเปอร์เซ็นต์

เครื่องมือที่สามารถวิเคราะห์ความสบายได้นั้น สามารถใช้กราฟ Psychrometric chart ดังภาพที่ 7 เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยกราฟนี้แสดงค่าความชื้นสัมบูรณ์ในแนวตั้ง และอุณหภูมิในแนวนอน และเส้นโค้งจะแสดงเส้นความชื้นสัมพัทธ์ส่วนใหญ่แล้วจะนำค่าความชื้นและอุณหภูมิมาวิเคราะห์ต่อไป เพื่อหาว่าสภาพอากาศนี้อยู่ในสภาวะน่าสบายหรือไม่

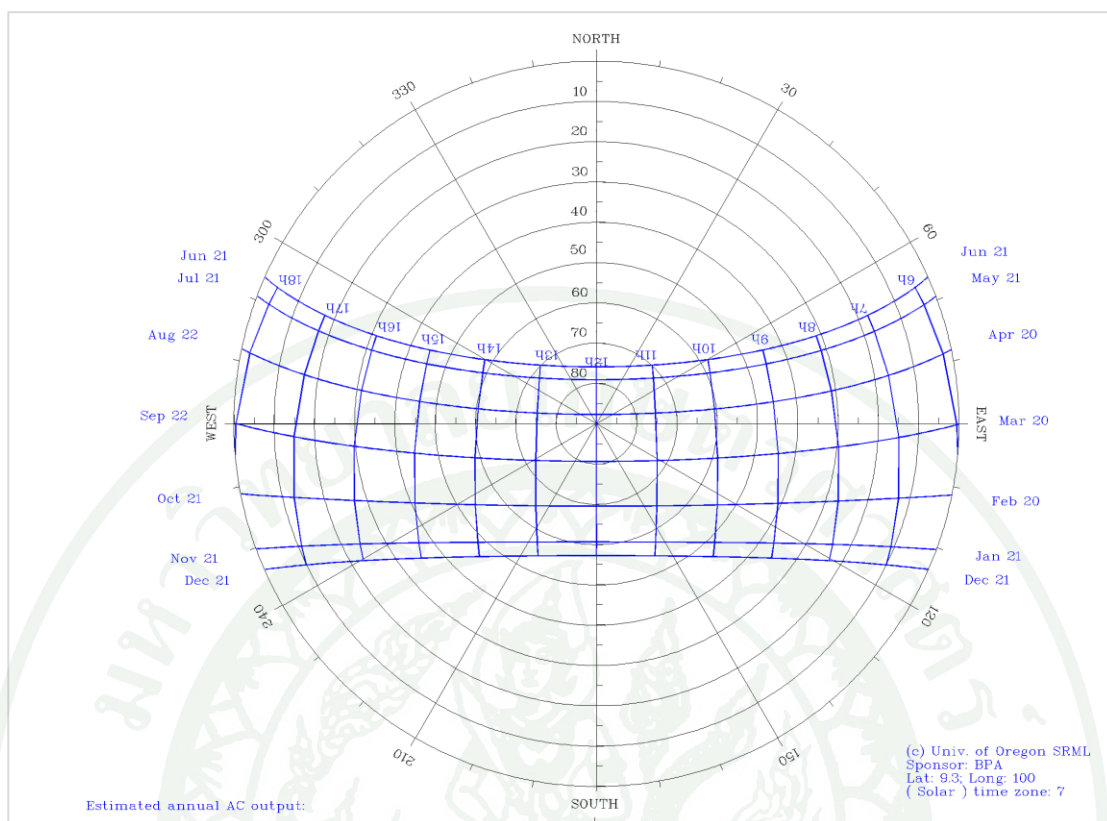


ภาพที่ 7 Psychrometric chart

ที่มา: Kuul Pads (2012)

การออกแบบอาคารให้อยู่ในสภาวะน่าสบายนั้น ต้องวิเคราะห์ถึงข้อดีข้อเสียของภูมิอากาศในแต่ละช่วงเวลา เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้ โดยตัวแปรที่สำคัญที่ส่งผลต่ออาคารคือ ความร้อน ที่มาจากดวงอาทิตย์ผ่านทางช่องเปิดของอาคาร ซึ่งพบว่าแต่ละฤดูกาลและทิศมีผลต่อความร้อนที่จะเข้าในอาคารด้วย เช่น ฤดูร้อน ทิศเหนือจะได้รับความร้อนมากกว่าทิศใต้ ส่วนฤดูหนาว ทิศใต้จะได้รับความร้อนมากกว่าทิศเหนือ มีแนวคิดที่จะป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในแต่ละทิศทางโดยใช้การโคจรของดวงอาทิตย์ในแต่ละพื้นที่ของอาคารนั้น ๆ มาออกแบบแผงกันแดด ซึ่งมี 2 ลักษณะหลัก ๆ คือแผงกันแดดแนวตั้ง และ แนวนอน ซึ่งในการคำนวณนั้นจะใช้ Sun-path diagram เพื่อคำนวณหามุมตามเวลาที่ต้องการจะบังแดด (Szokolay, 2004) ซึ่งจากภาพที่ 8 นั้นจะแสดง Sun-path diagram ของพื้นที่บนเกาะสมุยซึ่งจะแตกต่างจากกรุงเทพขึ้นอยู่กับค่าละติจูดและลองจิจูดของพื้นที่นั้น ๆ





ภาพที่ 8 ตัวอย่างแผนภูมิตำแหน่งดวงอาทิตย์ของเกาะสมุย

ที่มา: University of Oregon – SRML (2008)

## 7. แนวคิดและเทคนิคในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน

7.1 ที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร การปรับปรุงสภาพแวดล้อมรอบ ๆ อาคารที่ตั้งนั้นเป็นการทำให้อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมโดยรอบต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบอาคารตามปกติ และเป็นการลดความร้อนที่ได้จากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ในช่วงกลางวัน และยังทำให้ค่าภาระในการทำความเย็นภายในอาคารลดลง ซึ่งมีปัจจัยหลัก 3 กลุ่มดังนี้ (ตริงใจ, 2514)

7.1.1 พืชพันธุ์ธรรมชาติ การเลือกพรรณไม้มาปลูกเพื่อให้ร่มเงาและลดความร้อนจากดวงอาทิตย์ให้เข้ามาอาคาร ควรใช้ไม้พุ่มขนาดใหญ่ที่มีทรงกว้าง แต่ไม่เก็บความชื้น และในส่วนที่พื้นดินนั้นควรปลูกพืชคลุมดินหรือหญ้า เพื่อป้องกันความร้อนจากดินที่สะสมมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และทำให้สภาพแวดล้อมโดยรอบมีอุณหภูมิที่ต่ำลง (Olgyay, 1963) ดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบอุณหภูมิภายใต้ต้นไม้และภายนอก

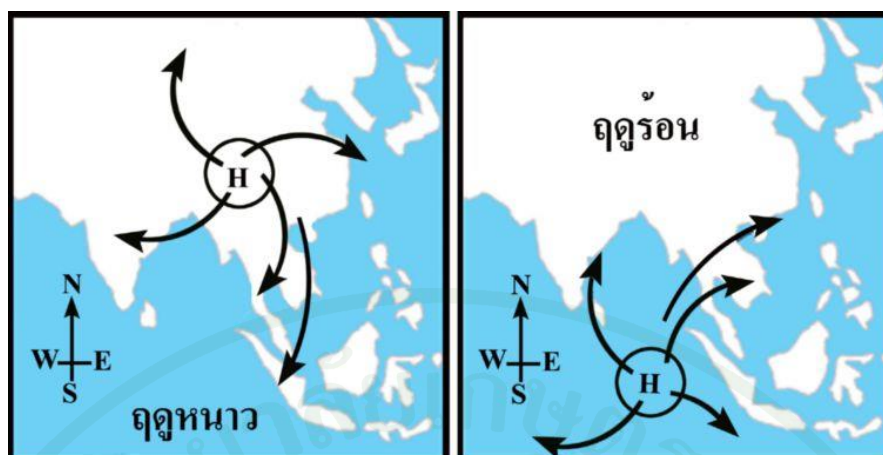
7.1.2 สภาพภูมิประเทศ ควรปรับให้ลาดเอียงหันไปทางทิศเหนือ เพราะแสงอาทิตย์ส่องมาน้อยที่สุด ปรับปรุงพื้นที่บริเวณนั้นให้กระแสน้ำสามารถพัดผ่านตัวอาคารได้ จะสามารถลดความร้อนได้เป็นอย่างดี และถ้ามีแหล่งน้ำจะยิ่งทำให้กระแสน้ำไหลผ่านได้ดีขึ้น เพราะเกิดการระเหยของน้ำ (Olgyay, 1963) ดังภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การใช้ประโยชน์จากปัจจัยต่าง ๆ ของที่ตั้งและสภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

7.1.3 สภาพภูมิอากาศ โดยเฉพาะในเรื่องของกระแสน้ำมีประโยชน์ในการนำพาและเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศตามฤดูกาลต่าง ๆ โดยภาพที่ 11 แสดงลมหมุน (H) ในช่วงฤดูหนาวกระแสน้ำจะพัดจากทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือลงมา ส่วนฤดูร้อนกระแสน้ำจะพัดจากทิศใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ขึ้นมา ดังนั้นจึงควรวางอาคารและช่องเปิดในทิศทางขวางทางลม ขนาดของช่องลมเข้าออกควรออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสม สามารถไหลเวียนได้ดี (สมสิทธิ์, 2541)





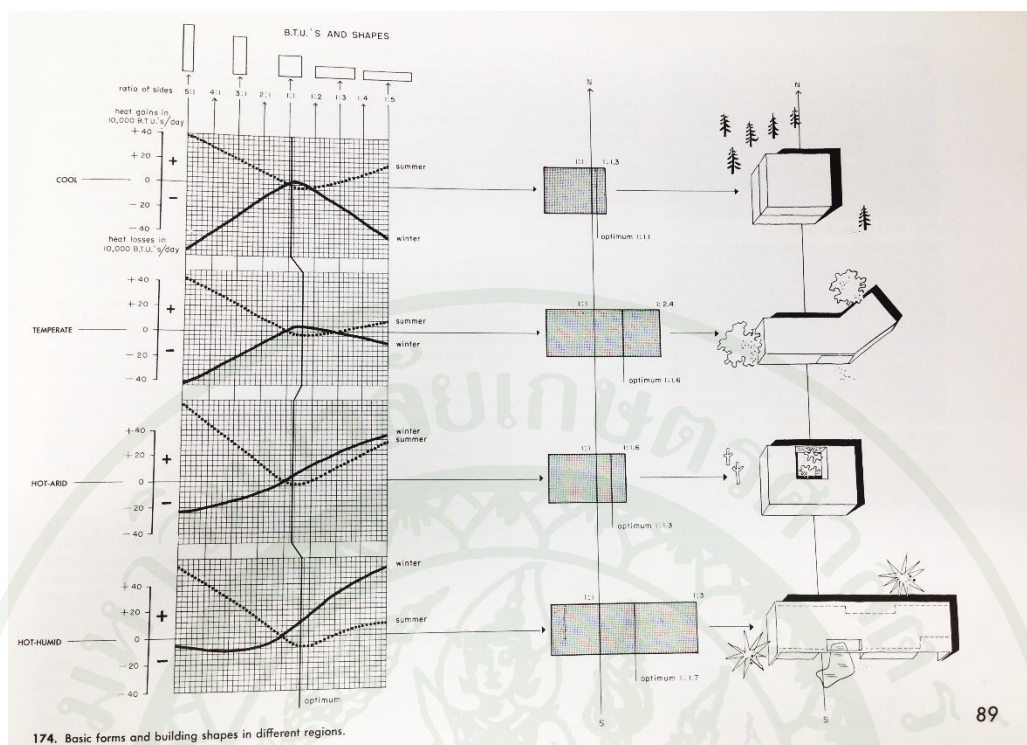
ภาพที่ 11 แผนที่แสดงทิศทางลมทั่วประเทศในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน

ที่มา: Baan Natura (2557)

7.2 ตัวอาคาร เป็นปัจจัยที่จะมีผลต่อการใช้พลังงานในอาคารเป็นอย่างมาก เนื่องจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์มาที่ตัวอาคารนั้นจะทำให้มีผลต่อสภาวะการทำความเย็นภายในอาคาร โดยมีปัจจัยต่าง ๆ ในการออกแบบตัวอาคาร ดังนี้ (Olgyay, 1963)

7.2.1 ทิศทางการวางตัวอาคาร อาคารนั้นควรวางในทิศทางที่หันด้านแคบเข้าหาแสงอาทิตย์นั้นคือควรหันด้านแคบไปทางทิศตะวันออกและตะวันตก สำหรับเรื่องทิศทางลมนั้นอาคารควรมีการหันให้มีทิศทางตั้งฉากกับแนวลม ส่วนถ้าอาคารมีหลายชั้นต้องให้แต่ละห้องมีความลึกน้อยที่สุดเนื่องจากจะสามารถใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติได้มากที่สุด

7.2.2 รูปทรงอาคารนั้นควรออกแบบให้อาคารมีเส้นรอบรูปน้อยที่สุด มีการรั่วซึมของอากาศต่ำ แต่สามารถให้อากาศอากาศไหลเวียนผ่านผิวกรอบอาคารได้ โดยพื้นที่ผิวต่อพื้นที่ใช้สอยมีค่าต่ำที่สุด ถ้าหากอาคารมีลักษณะเป็นแนวยาว ควรวางอาคารในทิศตะวันออกหรือตะวันออก ดังภาพ 12 เนื่องจากว่าทิศทางลมที่จะพัดในทิศเหนือและทิศใต้ จะทำให้อาคารได้รับการถ่ายเทของอากาศอย่างเต็มที่ และแสงแดดที่จะเข้ามาน้อยกว่าการวางหันช่องเปิดไปทางทิศตะวันตกหรือตะวันออกเพราะว่าทิศดังกล่าวมีค่าแสงสว่างที่มากและจะทำให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิสูง



ภาพที่ 12 แสดงอิทธิพลของรูปทรงและทิศทางการวางตัวอาคารที่มีผลต่อปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคาร

ที่มา: Olgyay (1963)

7.2.3 ตำแหน่งช่องเปิด อาคารไม่ควรมีหน้าต่าง กระจก หรือช่องเปิด ในทิศตะวันออก และทิศตะวันตกน้อยที่สุด เนื่องจากทิศเหนือและทิศใต้มีการส่องสว่างและแผ่ความร้อนน้อยกว่าทิศตะวันออกและทิศตะวันตก เพื่อลดความร้อนที่จะเข้ามาในอาคารและยังประโยชน์ต่อการมองเห็นอาคารต่างๆ ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์แผงบังแดดเพื่อป้องกันรังสีโดยตรงจากดวงอาทิตย์

## 8. แนวทางการใช้พลังงานในอาคาร

แนวทางต่าง ๆ ที่จะช่วยในประหยัดพลังงานที่ใช้ในอาคารให้ลดลงทั้งทางตรงและทางอ้อมมีดังนี้ (Olgyay, 1963)

8.1 การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร ควรใช้แสงธรรมชาติให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามแสงธรรมชาติที่ควรนำเข้ามาในอาคารนั้นไม่ควรใช้แสงอาทิตย์โดยตรงแต่ให้ใช้แสงกระจายมาจากท้องฟ้า โดยออกแบบให้สามารถควบคุมไฟฟ้าแสงประดิษฐ์เป็นส่วน ๆ ตามพื้นที่ที่ต้องการและ

สามารถปรับความสว่างได้ตามความต้องการการใช้แต่ละงาน ถ้าเป็นพื้นที่ที่ไม่ต้องการแสงสว่าง ควรมีการติดตั้งแผงกันแดด และให้มีการสะท้อนเข้าไปในอาคารที่ส่วนลึกที่สุดได้ ซึ่งจะทำให้ห้องสว่างขึ้น และไม่จ้ามากเกินไป แผงกันแดดที่ดี ควรติดตั้งในทิศใต้ ส่วนผนังก็ควรใช้สีอ่อน เพื่อสะท้อนแสงธรรมชาติลดการเปิดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์

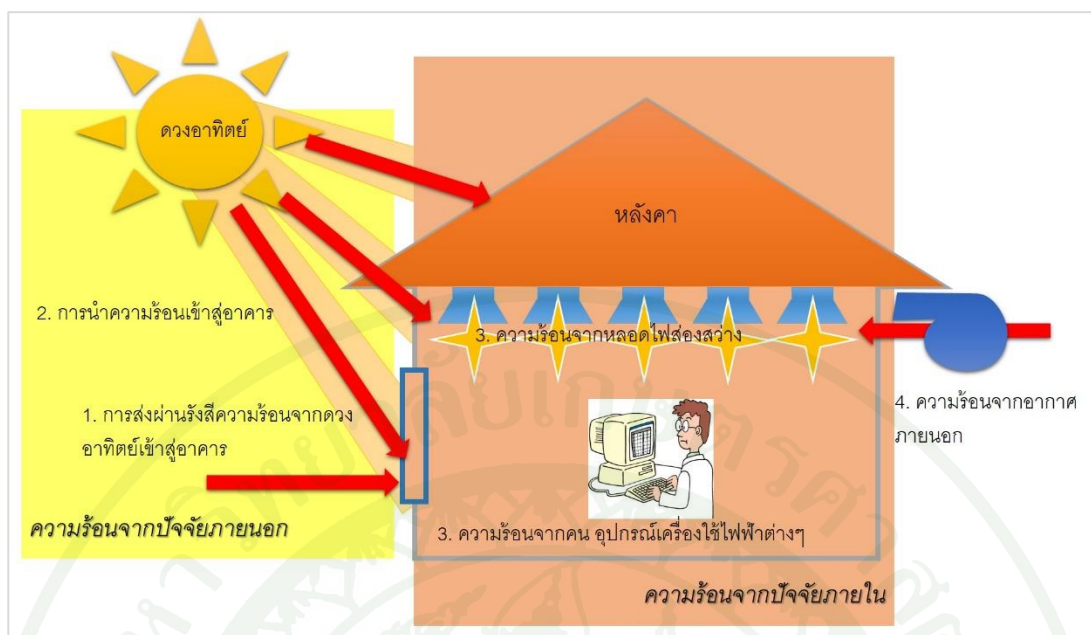
## 8.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบรอบอาคาร (Building Envelope System)

### 8.2.1 วัสดุรอบอาคาร

สำหรับอาคารแล้วภาระการปรับอากาศเป็นผลมาจากปัจจัยภายนอก ซึ่งได้แก่ ความร้อนการถ่ายเทจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในตัวอาคาร และจากปัจจัยภายใน ซึ่งได้แก่ ความร้อนที่เกิดจากภายในตัวอาคารเอง (กระทรวงพลังงาน, 2553)

โดยปกติแล้วนั้นความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกอาคารจะมีสัดส่วนสูงกว่าความร้อนที่เกิดขึ้นจากภายในอาคาร ซึ่งคิดเป็น 60 % ของภาระการปรับอากาศ ภาพที่ 13 แสดงที่มาของความร้อนจากปัจจัยภายนอกและภายในอาคารของภาระการปรับอากาศ ประกอบไปด้วย

- ก. การแผ่รังสีดวงอาทิตย์ส่งผ่านมายังอาคารโดยตรง เช่น หน้าต่างและหลังคาโปร่งแสง
- ข. การส่งผ่านความร้อนโดยการนำความร้อนเข้าสู่อาคารโดยผ่านกรอบอาคาร ผนังทึบ และผนังกระจก รวมไปถึงพื้นและหลังคา
- ค. ความร้อนจากคน อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ และหลอดไฟส่องสว่างที่อยู่ภายในอาคาร
- ง. ความร้อนจากอากาศภายนอกที่นำเข้ามาเพื่อการระบายอากาศภายในหรือที่แทรกซึมเข้าสู่อาคาร



ภาพที่ 13 แหล่งความร้อนจากปัจจัยภายนอกและภายใน ของอาคารปรับอากาศ

สภาวะในการทำความเย็นของอาคารส่วนใหญ่นั้นมาจากความร้อนที่ส่งผ่านมายังกรอบอาคารแล้วถูกนำเข้ามาภายในอาคาร ซึ่งต้องมีการลดความร้อนที่จะเข้ามา เพื่อให้การใช้พลังงานลดลง

### 8.2.2 วัสดุทึบแสง

วัสดุทึบแสงที่ใช้กับกรอบอาคารมีผลต่อการส่งผ่านความร้อนเข้ามาในอาคารค่อนข้างสูง ในการเพิ่มความสามารถในการต้านทานความร้อนที่ให้กับผนังที่มากขึ้นนั้น คือ การเลือกใช้หรือเพิ่มวัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ต่ำกับกรอบอาคาร วิธีการดังกล่าวที่ใช้กับอาคารนั้น อาทิเช่น การติดตั้งผนัง 2 ชั้นที่มีอากาศแทรกกลางหรือที่มีฉนวนกันความร้อน

ในการปรับอากาศที่ต้องเปิดปิดเครื่องปรับอากาศในระยะเวลานาน ๆ ต้องมีการพิจารณาผนังที่เหมาะสมอย่างมาก โดยผนังอาคารนั้นควรมีลักษณะที่เป็นมวลสารอยู่ด้านนอกและเป็นส่วนฉนวนอยู่ภายใน เพื่อป้องกันความเย็นแลกเปลี่ยนความร้อนกับผนังอาคาร ส่วนการปรับอากาศที่ต้องเปิดปิดเครื่องปรับอากาศในระยะเวลานั้น ๆ ควรที่จะใช้ผนังที่มีมวลสารที่น้อย มีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน และใช้วัสดุที่ดูดซับความร้อนและความชื้นน้อย สีของผนังควรใช้ผนังสีอ่อน เพราะเป็นสีที่มีการดูดความร้อนน้อย หรือวัสดุที่มีผิวมัน เพื่อสะท้อนความร้อน การทำแผงบังแดดเพื่อให้ผนังและกรอบอาคารไม่ถูกความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง โดยการเว้นช่องว่างระหว่างผนังกับแผงบังแดด เพื่อลดการสะสมความร้อน นอกจากนี้ยังมีวิธีที่ใช้ผนังที่มีการเล่นผิว เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวให้ลดผลกระทบจากความร้อนได้ (สุนทร, 2541)





ภาพที่ 14 ตัวอย่างวัสดุผนังที่มีค่า R สูง (1) คอนกรีตมวลเบา (2) ผนัง EIFS

ที่มา: SIAM WALL CO., LTD (2557)

จากการศึกษาการตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคารกว่า 273 แห่ง ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของอาคารควบคุม พบว่าวัสดุที่ใช้สำหรับประกอบกรอบอาคารมีหลายชนิด โดยสามารถจัดกลุ่มของวัสดุกรอบอาคารตามวัสดุหลักที่ใช้ในการก่อสร้าง ตารางที่ 1 แสดงชนิดของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้ในอาคารควบคุม (กระทรวงพลังงาน, 2553)

ตารางที่ 1 สัดส่วนการใช้ผนังทึบชนิดต่าง ๆ

| ลักษณะของผนังทึบ                     | จำนวนอาคารที่ใช้<br>[จากทั้งหมด 273<br>อาคาร] <sup>1</sup> | สัดส่วนการใช้<br>ผนัง <sup>2</sup> [%] | ช่วงของค่า<br>U-Value<br>[W/m <sup>2</sup> ] |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| ผนัง 1 ชั้น ก่อสร้างด้วยอิฐ          | 143                                                        | 20.5-98.7                              | 1.5-4.7                                      |
| ผนัง 1 ชั้น ก่อสร้างด้วยคอนกรีต      | 66                                                         | 18.9-86.5                              | 1.0-4.1                                      |
| ผนัง 1 ชั้น ก่อสร้างด้วยคอนกรีตบล็อก | 28                                                         | 21.5-86.9                              | 1.3-3.1                                      |
| ผนัง 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยอิฐ          | 9                                                          | 20.1-79.2                              | 1.2-1.9                                      |
| ผนัง 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยคอนกรีต      | 22                                                         | 21.6-90.2                              | 1.0-1.9                                      |
| ผนัง 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยคอนกรีตบล็อก | 17                                                         | 21.6-79.0                              | 0.9-1.8                                      |
| ผนังกระจก                            | 6                                                          | 29.8-87.1                              | 1.4-1.6                                      |

<sup>1</sup> ค่าซึ่งแสดงจำนวนของอาคารตามข้อมูลอาคารที่มีอยู่

<sup>2</sup> คำนี้นแสดงช่วงของอัตราส่วนพื้นที่ผนังทึบที่พิจารณาเทียบกับพื้นที่ผนังทึบทั้งหมดของอาคาร

ที่มา: กระทรวงพลังงาน (2553)

วัสดุที่ใช้ประกอบเป็นผนังทึบจะมีความหลากหลาย แต่ถ้าพิจารณาโดยอาศัยเกณฑ์ในการถ่ายเทความร้อนแล้วจะเห็นได้ว่า วัสดุก่อสร้างในส่วนของผนังทึบสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ วัสดุที่ไม่มีความเป็นฉนวนและวัสดุที่มีความเป็นฉนวน

### 8.2.3 วัสดุโปร่งแสง

วัสดุโปร่งแสงนั้นจะมีหน้าที่การใช้ประโยชน์ใช้สอยหลัก ๆ ของช่องเปิดภายในอาคาร คือ การให้ผู้อยู่ในอาคารได้มองเห็นทัศนียภาพนอกอาคาร สามารถที่จะรับรู้ความเป็นไปของภายนอกอาคารได้ นอกจากเหตุผลข้างต้นแล้ว ก็ยังมีเรื่องแสงธรรมชาติที่สร้างความสบายตา ไม่รู้สึกว้าวุ่นจากโลกภายนอก ซึ่งยังเป็นช่องทางให้ลมธรรมชาติได้ไหลผ่าน โดยจะเป็นระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติ ซึ่งมีแนวทางในการลดความร้อนที่จะผ่านเข้ามาทางช่องเปิด โดยเป็นการเลือกใช้วัสดุกระจกและการออกแบบแผงกันแดด มีดังนี้

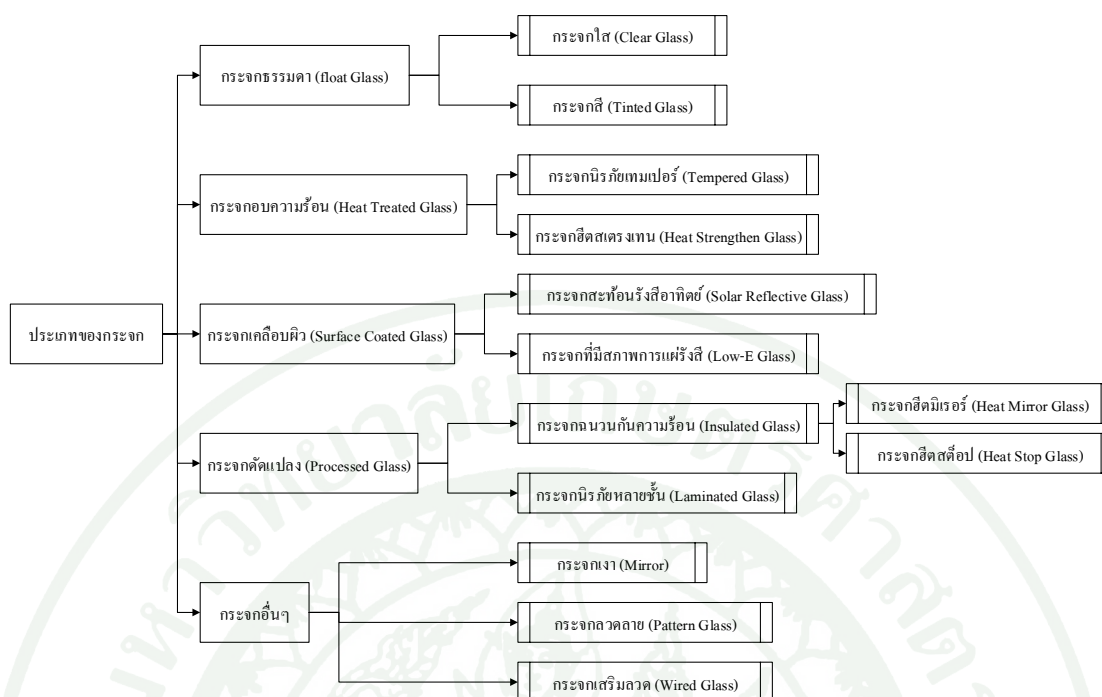
### ก. การลดความร้อนผ่านช่องเปิดของอาคาร

โดยทั่วไปแล้วอาคารที่มีการคำนึงถึงในเรื่องของการลดความร้อนผ่านช่องเปิดของอาคารซึ่งสามารถพิจารณาให้มีสัดส่วนของพื้นที่ผิวของกระจกต่อพื้นที่ผิวของอาคาร (Window-to-Wall Ratio; WWR) เฉพาะเท่าที่จำเป็น เพื่อการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติอย่างพอเพียง นอกจากนี้อาคารดังกล่าวยังสามารถหลีกเลี่ยงรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงที่จะส่องผ่านเข้ามาที่ช่องเปิดของอาคาร โดยเฉพาะอาคารปรับอากาศควรมีหน้าต่างหรือช่องเปิดให้น้อยที่สุด หรือมีด้านทิศเหนือและใต้ของอาคารเท่านั้น และควรเลือกใช้กระจกที่ทำให้ประหยัดพลังงาน (ตรึงใจ, 2539)

### ข. วัสดุโปร่งแสง

วัสดุโปร่งแสงหรือกระจกนั้นเป็นวัสดุกรอบอาคารชนิดหนึ่งในปัจจุบันใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยกระจกมีหลายประเภท นอกจากจะมีหลายประเภทแล้ว ยังมีความแตกต่างกันเกี่ยวกับความหนาและคุณสมบัติ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วกระจกที่ใช้ประกอบอาคารส่วนใหญ่จะมีความหนาประมาณ 3-6 มิลลิเมตร (กระทรวงพลังงาน, 2553) โดยจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) เป็นค่าที่ใช้วัดการนำความร้อนของกระจก กระจกที่มีค่า U-Value ต่ำจะช่วยป้องกันการสูญเสียความร้อนได้ดีสำหรับอาคารในเขตหนาว และป้องกันความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีในเขตร้อน ซึ่งกระจกสะท้อนแสงจะป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารได้ดีกว่ากระจกใส (ตรึงใจ, 2539)

โดยที่กระจกถือว่ามีสำคัญอย่างมากต่อภาระการทำความเย็นภายในอาคาร เนื่องจากความร้อนที่ผ่านผนังกระจกอาจมีค่าสูงถึง 5-10 เท่าของผนังทึบ การที่พิจารณาเลือกใช้กระจกให้มีความสามารถในการป้องกันความร้อนเพื่อลดภาระการทำความเย็นได้อย่างมาก ซึ่งได้มีการผลิตกระจกให้สามารถนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารได้อย่างเหมาะสมมากขึ้น ดังนั้นในปัจจุบันได้มีการคิดค้นกระจกที่สามารถป้องกันความร้อน แต่ก็ยังสามารถนำเอาแสงธรรมชาติเข้ามาได้อย่างเหมาะสมด้วย ห้ามใช้กระจกที่มีสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ เกินกว่า 0.3 (กฎกระทรวง ฉบับที่ 6, 2527)



ภาพที่ 15 ประเภทของกระจกที่มีใช้ในอาคาร

ที่มา: กระทรวงพลังงาน (2553)

คุณสมบัติพื้นฐานทางกายภาพสำคัญที่กระจกทุกชนิดมีเหมือนกัน คือ ความโปร่งแสงและความทนทาน กระจกชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในปัจจุบันนั้นจะมีคุณสมบัติโดยทั่วไปประกอบไปด้วย คุณสมบัติทางแสง ดัชนีการหักเหของแสง คุณสมบัติทางความร้อน ความแข็งแรงและทนทานต่อการขีดขีด ความทนทานต่อสารเคมี ความทนทานต่อสภาพอากาศ ความถ่วงจำเพาะ ความสามารถในการทนไฟ และความสามารถในการกันเสียง ซึ่งคุณสมบัติของกระจกชนิดต่าง ๆ ได้แก่ (พรณชลัท, 2548)

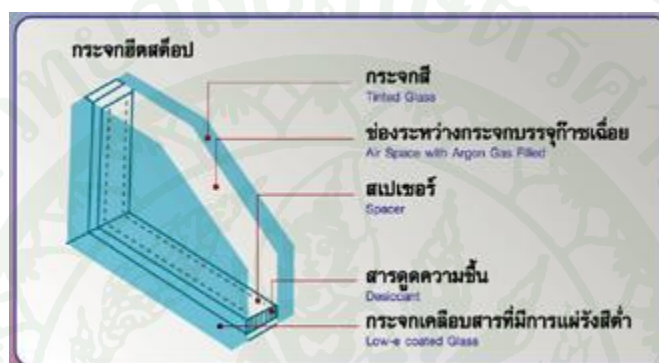
- 1) กระจกตัดแสง (Tinted Glass) ลดความร้อนและแสงจ้า ถ้าห้องฟ้ามืดจะทำให้แสงที่เข้าสู่อาคารอาจไม่เพียงพอ
- 2) กระจกดูดกลืนความร้อน (Heat-Absorbing Glass) สามารถดูดซึมความร้อนได้ถึง 45 % และถ้ามีแผงกันแดดให้กระจกอยู่ในร่มจะลดความร้อนได้ถึง 75 %
- 3) กระจกเคลือบผิวสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating) ลดทั้งแสงสว่างและความร้อน มีค่าการสะท้อนมากกว่ากระจกดูดกลืนความร้อน แต่ก็แผ่กระจายความร้อนให้กับภายในห้อง ดังนั้นจึงเหมาะสมกับเมืองหนาวมากกว่าเมืองร้อน
- 4) กระจกสองชั้น (Double Glazing) ลดความร้อนได้ถึง 80 % และให้แสงผ่านเข้าได้มากกว่า ลดแสงจ้า ป้องกันรังสีอัลตราไวโอเล็ต ใช้กับอาคารที่มีการปรับอากาศ มีค่า SC ต่ำ



แสงสว่างผ่านได้มาก แต่ความร้อนผ่านได้น้อย มีค่าการนำความร้อนต่ำ (เป็นกระจก 2 ชั้น มีก๊าซเฉื่อยบรรจุตรงกลาง)

5) กระจกติดฟิล์ม Low-E (Low Emissivity) หรือฟิล์มที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนต่ำ และเคลือบสารป้องกันแสงอาทิตย์ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดต่ำ จึงมีส่วนช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่ภายในตัวอาคารได้มาก

6) กระจกลามิเนต ใช้กับอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ เพื่อใช้ประโยชน์ในการนำความร้อนออกสู่ภายนอกอาคาร



ภาพที่ 16 ภาพตัดแสดงตัวอย่างของกระจก 2 ชั้น

ที่มา: Nepatak (2009)

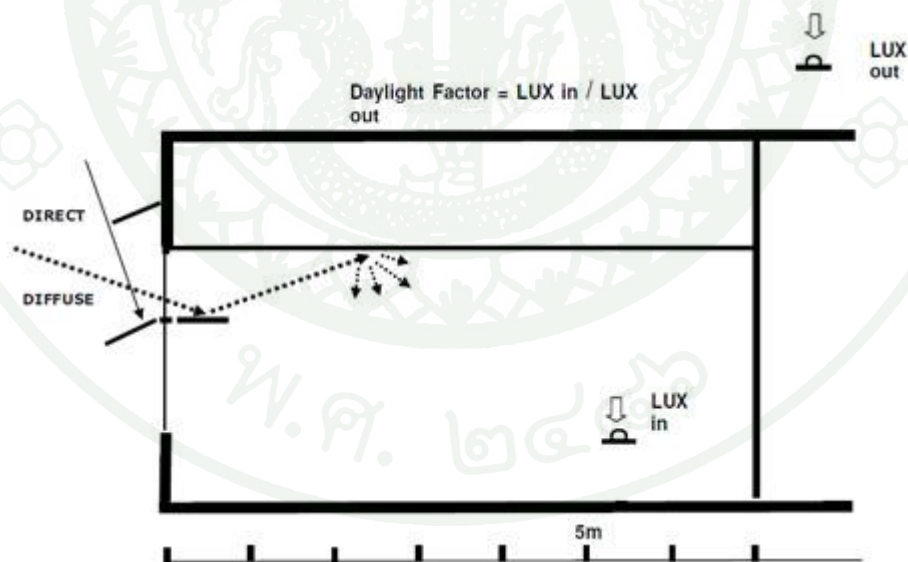
ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (Shading coefficient, SC) เป็นค่าที่แสดงความสามารถของกระจกในการยอมรับรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ผ่านกระจกนั้นเข้ามาในอาคารเปรียบเทียบกับกระจกมาตรฐานหรือกระจกใสหนา 3 มิลลิเมตร โดยค่า SC จะอยู่ระหว่าง 0-1 ไม่มีหน่วย ถ้าค่า SC ต่ำแสดงว่ากระจกนั้นยอมให้รังสีความร้อนผ่านกระจกได้น้อยเมื่อเทียบกับกระจกมาตรฐาน เนื่องจากระบบหน้าต่างกระจกของอาคาร ประกอบด้วยส่วนที่เป็นกระจกและอาจจะมีอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารด้วย (พรรณชลัท, 2548)

ค่าการส่องผ่านของแสงที่ช่วยให้มองเห็น (transmittance, T) คือสัดส่วนของแสงเฉพาะส่วนที่ช่วยในการมองเห็น ในช่วงความยาวคลื่น 380-760 นาโนเมตร ให้มีค่าอยู่ในช่วง 0-1 หรือเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์อยู่ระหว่าง 0-100 % ถ้าค่าต่ำแสดงว่าแสงผ่านกระจกเข้ามาในอาคารได้น้อย (พรรณชลัท, 2548)

กระจกที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการจำลองครั้งนี้จึงมีกระจกธรรมดาหรือกระจกใส ที่มีค่า  $T = 0.68-0.90$  ส่วนกระจกที่จะนำมาเปรียบเทียบคือกระจกติดฟิล์มหรือกระจก Low-E มีค่า  $T = 0.55-0.67$  เนื่องจากว่าเมื่อเทียบกับกระจกที่ช่วยลดความร้อนตัวอื่นแล้ว มีราคาต้นทุนที่ต่ำกว่า

## 9. ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบแผงกันแดดภายนอก

แผงกันแดดเป็นองค์ประกอบหนึ่งทางสถาปัตยกรรมที่ช่วยในการกันแสงแดดโดยตรงไม่ให้เข้ามาในอาคาร ดังนั้นสามารถเป็นตัวช่วยในการลดปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านเข้ามาจากภายนอก ในขณะที่แผงกันแดดบางชนิดยังช่วยในการสะท้อนแสงแดดหรือนำแสงแดดที่ผ่านการสะท้อนเพื่อให้ปริมาณความร้อน ปริมาณรังสี UV และ IR ลดลงก่อนเข้ามาในอาคาร ซึ่งแผงกันแดดชนิดดังกล่าวที่สำคัญได้แก่ หิ้งแสง หรือ Light shelf หิ้งแสงนั้นจะสะท้อนนำเอาแสงแดดจากภายนอกเข้ามาภายในอาคาร โดยแสงแดดโดยตรงที่ตกกระทบหิ้งแสงนั้นจะสะท้อนไปยังฝ้าเพดานและจะสะท้อนเข้าไปในส่วนที่ลึกของห้อง ทำให้ระดับการส่องสว่างของห้องในภาพรวมสูงขึ้น (SLL, 2009) ดังนั้นจึงเป็นการลดการใช้แสงประดิษฐ์ ในขณะเดียวกันแสงสว่างที่บริเวณช่องเปิดนำแสงหรือหน้าต่างก็จะลดลง ทำให้ไม่เกิดความแตกต่างของความสว่างระหว่างหน้าต่างและพื้นผิวโดยรอบภายในห้องมากนัก จึงเป็นการลดแสงบาดตาได้อีกทางหนึ่ง (Johnson, 2010) การทำงานของหิ้งแสงนั้นจะเห็นได้จากรูปด้านล่าง



ภาพที่ 17 การสะท้อนแสงจากหิ้งแสงเข้าสู่อาคาร

ที่มา: ECBCS Annex 29 (2010)

สำหรับอาคารโดยทั่วไปแล้วนั้น เพื่อเป็นการป้องกันความร้อนเข้ามาในอาคารจากแสงแดด ควรใช้แผงกันแดดภายนอก เพราะมีประสิทธิภาพในการลดความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในอาคารได้ดีกว่า แบบภายใน ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดที่เหมาะสมกับทิศทางต่าง ๆ มีดังนี้ (Thai Engineering, 2557)

9.1 ทิศใต้ควรใช้แผงกันแดดแบบผสม และเพิ่มชายคาที่ยื่นยาวช่วยกันรังสีดวงอาทิตย์ทั้งใน มุมสูงและมุมต่ำ

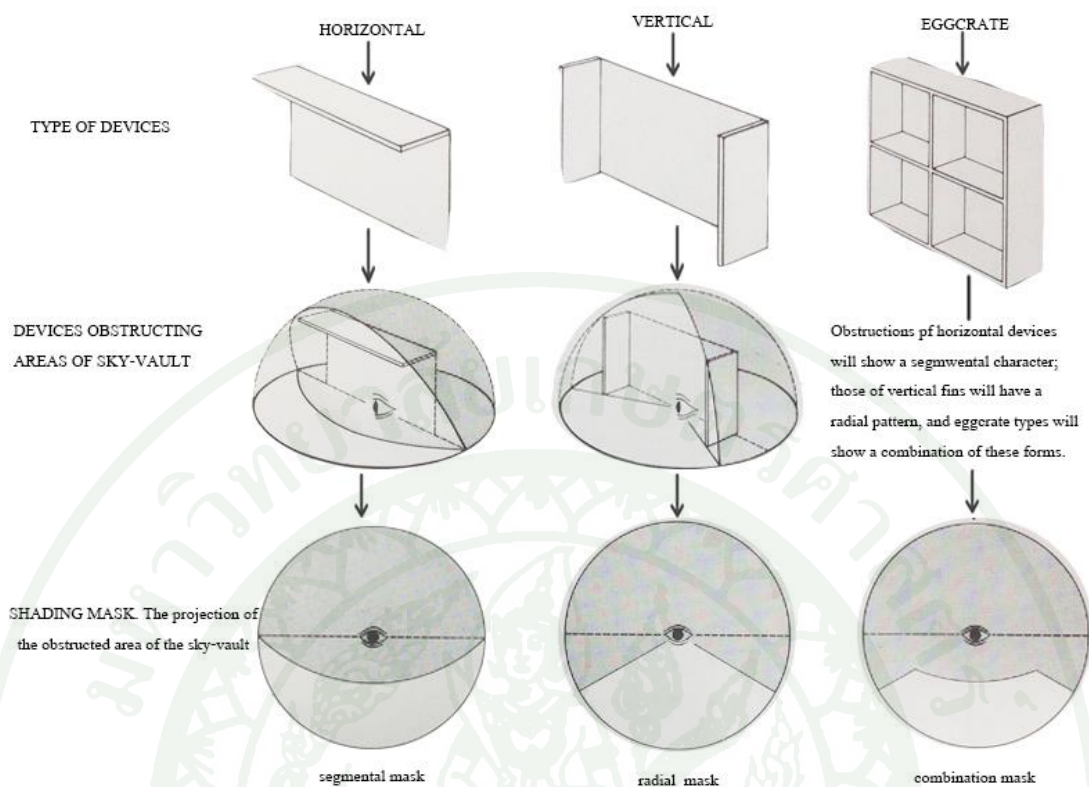
9.2 ทิศตะวันออกและตะวันตกใช้แบบแนวตั้งและสามารถปรับมุมได้

9.3 ทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศตะวันตกเฉียงใต้ใช้แบบตาราง

9.4 ทิศเหนือจะไม่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นจึงไม่ต้องใช้แผงกันแดดมากนักอาจใช้ เพียงแผงกันแดดแนวตั้งยื่นออกมาเล็กน้อยเพื่อเป็นการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเช้าและช่วงเย็น

การติดตั้งแผงกันแดดควรหลีกเลี่ยงสะพานความร้อน โดยให้มีจุดเชื่อมต่อระหว่างแผงกัน แดดกับตัวอาคารให้น้อยที่สุด หรือมีช่องว่างระหว่างแผงกันแดดกับตัวอาคารเพียงพอ เพื่อที่จะ สามารถระบายความร้อนได้ดี

ลักษณะการติดตั้งแผงกันแดดจะมีลักษณะเงาที่เกิดขึ้นได้ในรูปแบบที่แตกต่างกัน โดยเกิด จากการเอาแผงกันแดดไปวางกันแดดได้ แผงกันแดดที่มีรูปทรงเรขาคณิตอย่างง่าย ๆ จะให้ shading mask ที่แน่นอน คือ Horizontal overhangs จะให้ shading mask รูปสี่เหลี่ยม (segmental mask) ส่วน Vertical louvers จะให้ shading mask ในลักษณะ เส้นรัศมี radical mask และ Eggcrate types เป็นแบบผสมของแผงกันแดดทั้งแนวตั้งและแนวนอนจะได้รูปผสม (combination mask) ดัง แสดงตามภาพ 18



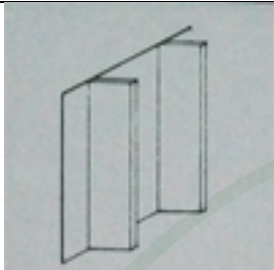
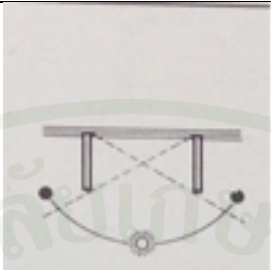
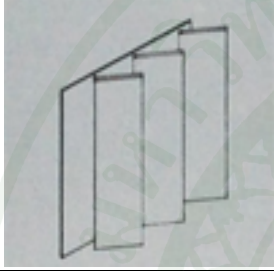
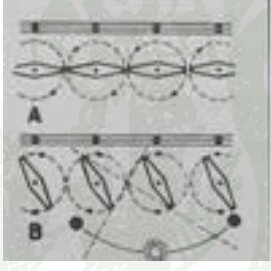
ภาพที่ 18 แสดงเงาของแผงกันแดดแบบต่าง ๆ

ที่มา: Olgyay (1963)

ในปัจจุบันได้มีการคิดรูปแบบลักษณะของแผงกันแดดมากมายทั้งแบบแนวตั้ง แนวนอน และแบบผสม เพื่อป้องกันแสงแดดรังสีตรงที่จะเข้ามาในอาคารให้น้อยลง โดยสามารถแสดงเป็นตาราง 2, 3 และ 4 ซึ่งตารางนี้จะแสดงรูปแบบของแผงกันแดด ภาพแปลนและภาพตัดตัดขวาง และแสดงเงาเส้นรัศมี

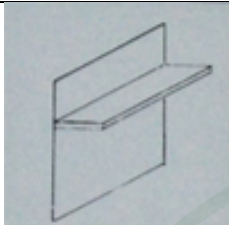
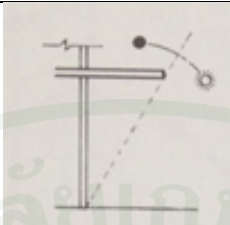
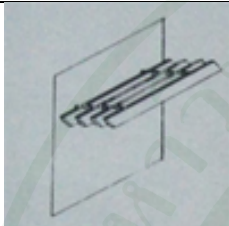
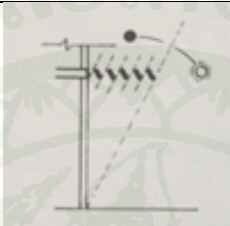
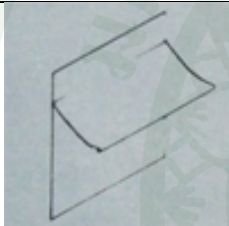
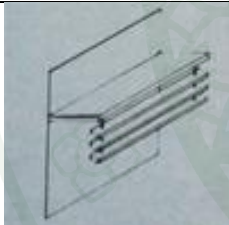
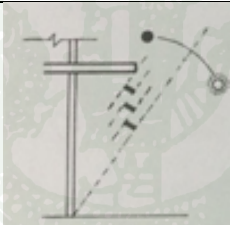
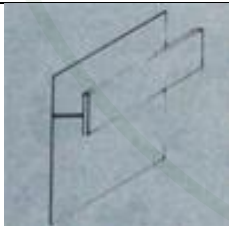
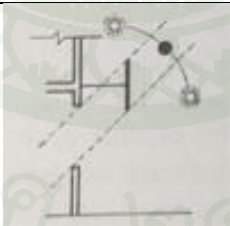
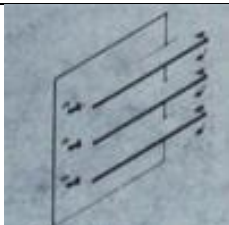
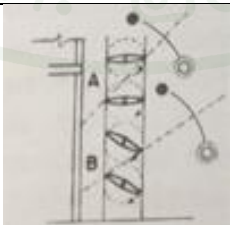
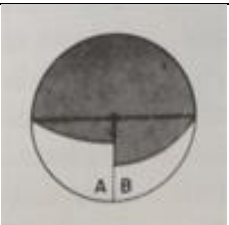


ตารางที่ 2 Vertical Types แผงกันแดดแบบแนวตั้ง ภาพแปลน และแสดงเงาเส้นรัศมี

| View                                                                               | Plan and section                                                                   | Mask                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|   |   |   |
|   |   |   |
|  |  |  |

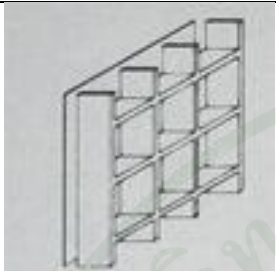
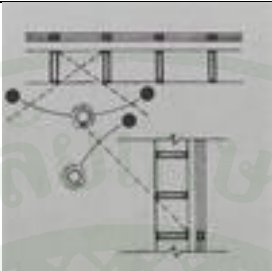
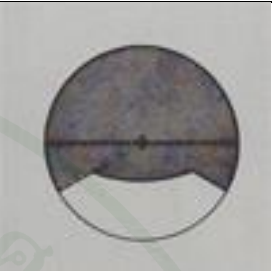
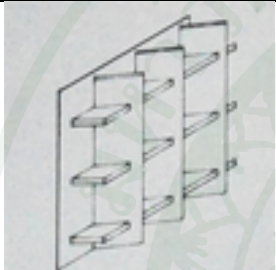
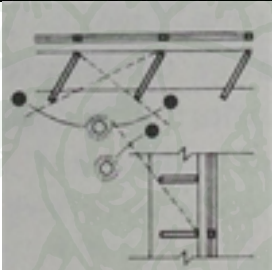
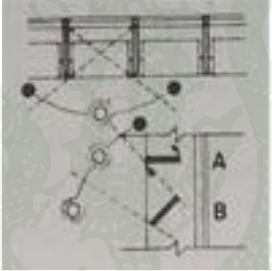
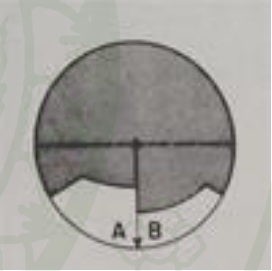
ที่มา: Olgyay (1963)

ตารางที่ 3 Horizontal Types แผงกันแดดแบบแนวนอน ภาพตัดขวาง และแสดงเงาเส้นรัศมี

| View                                                                                | Plan and section                                                                    | Mask                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |
|    |    |    |
|   |   |   |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

ที่มา: Olgyay (1963)

ตารางที่ 4 Eggcrate Types รูปแบบแผงกันแดดแบบแนวผสม ภาพแพนและภาพตัดขวาง และแสดงเงาเส้นรัศมี

| View                                                                                | Plan and section                                                                    | Mask                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    |
|   |   |   |
|  |  |  |

ที่มา: Olgyay (1963)

ในเรื่องแผงกันแดดจะมีค่าการสะท้อนประมาณ 70-80 % ขึ้นอยู่กับมุมของแสง ได้มีการทำการทดลองไว้ เมื่อมีแสงธรรมชาติเข้ามาผ่านทางช่องแสงนั้น จะทำการสะท้อนกับวัตถุมากกว่า 3 ครั้ง ในรูปแบบของกระจกแบบธรรมดา ระยะห่างจากหน้าต่างเข้าไปภายในห้อง 5 เมตร ต้องมีแผงกันแดดที่ทำมุมในแนวระนาบตั้งแต่ 40-70 องศา (Cowling and Veevers, 1990)

## 10. ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบอาคารโรงแรม (Hotel)

โรงแรม คือ สถานที่ประกอบการเชิงการค้าที่นักธุรกิจตั้งขึ้น เพื่อบริการผู้เดินทางในเรื่องของที่พักอาศัย อาหาร และบริการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการพักอาศัยและเดินทาง หรืออาคารที่มีห้องนอนหลายห้อง ติดต่อเรียงรายกันในอาคารหนึ่งหลังหรือหลายหลัง ซึ่งมีบริการต่าง ๆ เพื่อความสะดวกของผู้ที่มาพัก ซึ่งเรียกว่า แขก (Guest)

การแบ่งประเภทของโรงแรมสามารถแบ่งได้หลายแบบ เช่น แบ่งตามทำเลที่ตั้ง แบ่งตามหน้าที่ แบ่งตามจำนวนห้องพัก แบ่งตามราคาห้องพัก หรือแบ่งตามระยะเวลาที่ลูกค้ามาพัก ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะจัดเป็นกลุ่มตามหน้าที่โรงแรมโดยประกอบด้วยประเภทต่างๆ ดังนี้

10.1 โรงแรมธุรกิจ มักจะตั้งอยู่ใจกลางเมืองในเขตธุรกิจ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้บริการนักธุรกิจ และสามารถจัดเลี้ยง งานประชุม หรืองานหุรหราช่าง ๆ มักจะเข้าพักสั้น ๆ

10.2 โรงแรมท่าอากาศยาน มักจะตั้งใกล้กับสนามบิน โดยผู้ที่เข้ามาพักจะพักในระยะสั้น ๆ ไม่เกิน 1 คืน หรืออาจจะเป็นกรณีเดียวกับโรงแรมธุรกิจก็ได้

10.3 โรงแรมพักอาศัย เป็นโรงแรมที่พักระยะนาน ๆ ประมาณ 1 เดือนขึ้นไป มีลักษณะคล้ายคอนโดมิเนียมที่มีบริการแบบโรงแรม แต่ความหรูหราไม่เทียบเท่า

10.4 โรงแรมเพื่อการพักผ่อนหรือรีสอร์ท ส่วนใหญ่มักจะตั้งในพื้นที่ต่างจังหวัด ในสภาพแวดล้อมที่มีธรรมชาติรายล้อม ห้องพักระยะแยกเป็นสัดส่วน โดยโรงแรมนี้จะมีกิจกรรมเพื่อพักผ่อนต่าง ๆ โดยเวลาเข้าพักจะประมาณ 5-7 วัน

10.5 โรงแรมคาสิโน เป็นโรงแรมที่หรูหรามาก ห้องพักรัดตกแต่งสวยงามและราคาแพง ผู้ที่เข้าพักส่วนใหญ่ต้องการมาเล่นพนันเป็นส่วนใหญ่ โดยจะมีความบันเทิงมากมาย

10.6 โรงแรมประเภทที่พักและอาหารหรือเกสต์เฮาส์ โดยที่โรงแรมประเภทนี้จะเน้นเรื่องห้องพักและอาหารเข้าเท่านั้น ไม่มีการบริการอื่น ๆ เหมาะกับผู้ที่มีงบน้อย ราคาถูก

10.7 โรงแรมบังกะโล เป็นโรงแรมที่มีราคาประหยัดมาก มีห้องพัก แต่ไม่มีอาหารเข้า

10.8 โมเทล โดยเป็นโรงแรมที่เกิดขึ้นในอเมริกา เหมาะสำหรับผู้เดินทางที่เดินทางขับรถไกล ๆ ซึ่งสามารถจอดรถในบริเวณใกล้ห้องพักได้ ส่วนใหญ่จะพักระยะสั้น ๆ



**ตารางที่ 5** ค่าการส่องสว่าง (lux) ในส่วนต่าง ๆ ของอาคารโรงแรม

| สถานที่                   | ค่าการส่องสว่าง (lux) |                       |
|---------------------------|-----------------------|-----------------------|
|                           | กฎกระทรวงฉบับที่ 39 ฯ | คู่มือแบบประเมินอาคาร |
| ห้องพักในโรงแรม           | -                     | 100                   |
| ห้องน้ำ ห้องส้วมของโรงแรม | 100                   | 100                   |
| ช่องทางเดินภายในโรงแรม    | 200                   | 200                   |

**ที่มา:** กระทรวงมหาดไทยฉบับที่ 39 (2537), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2550)

ขนาดของช่องทางเดินในส่วนของทางเดินในอาคารนั้น รวมไปถึงช่องทางเดินหน้าห้องของห้องพักนั้น ได้มีกำหนดเป็นกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 ปี พ.ศ. 2543 และได้ทำการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมในฉบับที่ 61 ปีพ.ศ. 2550 ว่าอาคารโรงแรมหรือหอพักตามกฎหมายนั้นควรมีช่องทางเดินกว้างมากกว่า 1.5 เมตร เพื่อให้สามารถเดินสวนกันได้ ไม่ชนกัน (กระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 61, 2550)

**ตารางที่ 6** ช่องทางเดินในอาคาร

| ประเภทอาคาร                                                                                             | ความกว้าง (เมตร) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1. อาคารอยู่อาศัย                                                                                       | > 1.00           |
| 2. อาคารอยู่อาศัยรวม หอพักตามกฎหมายว่าด้วยหอพัก สำนักงาน<br>อาคารสาธารณะ อาคารพาณิชย์ โรงงาน อาคารพิเศษ | > 1.50           |

**ที่มา:** กระทรวงมหาดไทย ฉบับที่ 61 (2550)

ห้องพักบนพื้นที่เกาะสมุยส่วนใหญ่จะมีการจัดเรียงตัวของห้องเป็นแนวยาว ภาพที่ 19 แสดงให้เห็นการจัดเรียงของห้องพักและทางเดินของอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยจากการสำรวจและรวบรวมเอกสาร (ศูนย์ประสานงานการท่องเที่ยวอำเภอเกาะสมุย, 2557)



ภาพที่ 19 มาตรฐานขนาดห้องพักและความกว้างทางเดินในอาคารโรงแรม

## 11. ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเกาะสมุย

### 11.1 สถานที่ตั้ง

เกาะสมุย เป็นเกาะที่อยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่อยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย เขตละติจูดที่ 9 องศา 30 ลิปดาเหนือ 100 องศา 0 ลิปดาตะวันออก เกาะสมุยเป็นเกาะที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับ 3 ของประเทศไทย รองจากเกาะภูเก็ตและเกาะช้าง โดยที่มีพื้นที่ประมาณ 252 ตารางกิโลเมตร อยู่ตอนกลางของอ่าวไทยทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของจังหวัดสุราษฎร์ธานี (ศูนย์ประสานงานการท่องเที่ยวอำเภอเกาะสมุย, 2557)

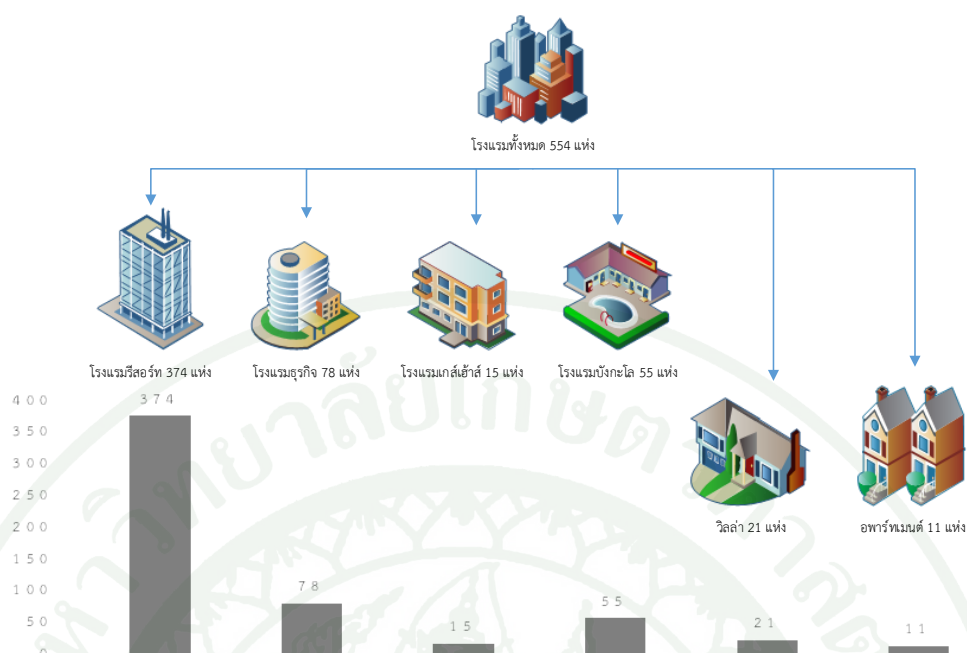


ภาพที่ 20 แผนที่แก่งส้มโฮง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ที่มา: at siam (2555)

### 11.2 ข้อมูลโดยทั่วไปของอาคารโรงแรม

แก่งส้มโฮงมีที่พักจำนวนมากและหลากหลายรูปแบบทั้งโรงแรมขนาดใหญ่ระดับห้าดาว รีสอร์ท ไปจนถึงเกสต์เฮาส์และบังกะโล บริเวณที่มีที่พักมากที่สุดคือริมหาดต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีที่พักที่ไม่ได้อยู่ติดหาดกระจายอยู่ทั่วแก่ง ในพื้นที่แก่งส้มโฮงนั้นจะแบ่งประเภทโรงแรมได้ 4 แบบใหญ่ ๆ คือ โรงแรมเพื่อการพักผ่อนหรือรีสอร์ท 374 แห่ง โรงแรมธุรกิจ 78 แห่ง โรงแรมบังกะโล 55 แห่ง และโรงแรมประเภทที่พักและอาหารหรือเกสต์เฮาส์ 15 แห่ง ส่วนอื่นๆจะเป็นประเภวิลล่า 21 แห่ง และอพาร์ทเมนต์อีก 11 แห่ง รวมทั้งหมดในปี 2557 แล้วมีโรงแรมทั้งหมด 554 แห่ง จำนวนห้องพัก 21,530 ห้อง ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงใช้โรงแรมประเภทรีสอร์ทเป็นกรณีศึกษา (ศูนย์ประสานงานการท่องเที่ยวอำเภอแก่งส้มโฮง, 2557)



ภาพที่ 21 การจำแนกประเภทโรงแรมบนเกาะสมุย

เนื่องด้วยข้อจำกัดของเวลาการศึกษาครั้งนี้การศึกษารั้วนี้จะศึกษากับโรงแรมประเภท รีสอร์ท (Resort Hotel) โดยโรงแรมประเภทนี้จะตั้งอยู่ในบริเวณที่ใกล้ชิดกับธรรมชาติ เช่น ชายทะเล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและมีรูปแบบที่เข้ากับธรรมชาติและมีขนาดไม่ พื้นที่อาคารไม่ใหญ่ เหตุผลในการเลือกเนื่องจากเป็นประเภทของโรงแรมที่มีการขยายตัวสูงที่สุดใน เกาะสมุย (สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี, 2553) รวมถึงรูปแบบอาคารสามารถที่มีการปรับปรุงให้มีการ ประหยัดพลังงานและมีการใช้พลังงานทดแทนได้ง่ายกว่าโรงแรมประเภทอื่น ๆ (Taylos, S., 2010)

โดยที่โรงแรมประเภทรีสอร์ทในพื้นที่เกาะสมุยส่วนใหญ่แล้วจะมีลักษณะเป็นอาคาร แนวยาวหันไปทางทิศเหนือหรือทิศใต้ จะมีจำนวนชั้นประมาณ 3-4 ชั้น โดยชั้นล่างเป็นส่วนของ ลี ออบบี้ ส่วนชั้นที่เหลือจะเป็นส่วนของห้องพักที่มีจำนวนห้องประมาณ 80 ห้อง

ตัวอย่างโรงแรมในเกาะสมุยประเภทรีสอร์ท (ศูนย์ประสานงานการท่องเที่ยวอำเภอ เกาะสมุย, 2557)



### 11.2.1 โรงแรม แกรนด์ ซีวิว รีโซเทล มีห้องพัก 4 ชั้น 46 ห้อง



ภาพที่ 22 โรงแรม แกรนด์ ซีวิว รีโซเทล

ที่มา: Sawasdee (2014)

### 11.2.2 คาบาน่า แกรนด์วิว มีห้องพัก 6 ชั้น 73 ห้อง



ภาพที่ 23 โรงแรม คาบาน่า แกรนด์วิว

ที่มา: Hotels 2 Thailand (2014)

### 11.2.3 คีรีค้ายัน ลักซูรี พูลวิลล่า แอนด์ สปา มีห้องพัก 4 ชั้น 29 ห้อง



ภาพที่ 24 โรงแรม คีรีค้ายัน ลักซูรี พูลวิลล่า แอนด์ สปา

ที่มา: Agoda (2014)

### 11.2.4 ชาซ่ารีสอร์ท แอนด์ เรสซิเดนซ์ เกาะสมุย มี 3 อาคาร ห้องพัก 4 ชั้น 48 ห้อง



ภาพที่ 25 โรงแรม ชาซ่ารีสอร์ท แอนด์ เรสซิเดนซ์ เกาะสมุย

ที่มา: Agoda (2014)



### 11.2.5 ซีสเคปปีช รีสอร์ท มีห้องพัก 3 ชั้น 80 ห้อง



ภาพที่ 26 โรงแรม ซีสเคปปีช รีสอร์ท

ที่มา: Samui2day (2014)

### 11.2.6 บัดดี้ โอเรียลทัล สมุย รีสอร์ท มีห้องพัก 2 ชั้น 30 ห้อง



ภาพที่ 27 โรงแรม บัดดี้ โอเรียลทัล สมุย รีสอร์ท

ที่มา: Hotels 2 Thailand (2014)

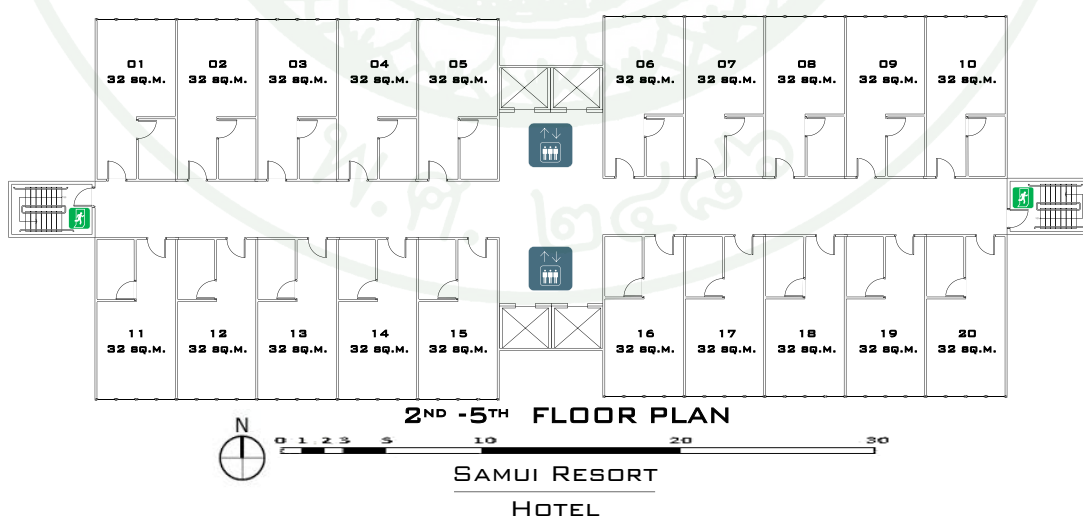
### 11.2.7 บัญดารา รีสอร์ทแอนด์สปา มีห้องพัก 4 ชั้น 122 ห้อง



ภาพที่ 28 โรงแรม บัญดารา รีสอร์ทแอนด์สปา

ที่มา: Agoda (2014)

ลักษณะอาคารโรงแรมประเภทรีสอร์ทที่เป็นตัวแทนจากตัวอย่างโรงแรมข้างต้นนั้น จะมีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 32 ตารางเมตร/ห้อง สูง 4 ชั้น คล้ายกับโรงแรม แกรนด์ ซีวิว รีโซเทล, คีรีคายนันท์, ลักซูรี พูลวิลล่า แอนด์ สปา, ซาซารีสอร์ท แอนด์ เรสซิเดนซ์ เกาะสมุย และ บัญดารา รีสอร์ทแอนด์สปา โดยมีจำนวน 80 ห้อง คล้ายกับโรงแรม คาบาน่า แกรนด์วิว และ ซีสเคปบีช รีสอร์ท และมีลักษณะการจัดเรียงห้องพักแนวตั้งเรียงตัวยาว ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงได้ใช้ลักษณะอาคารโรงแรมประเภทรีสอร์ท ดังภาพ 29



ภาพที่ 29 แปลนอาคารโรงแรมที่ทำการจำลอง





ภาพที่ 30 ภาพจำลองด้านและด้านข้างของอาคารโรงแรม



ภาพที่ 31 ภาพจำลองภายในห้องพักโรงแรม



ภาพที่ 32 อาคารที่จำลองโรงแรมบนเกาะสมุย

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sadineni *et al* (2011) ศึกษาเรื่อง การนำวัสดุรอบอาคารมาปรับปรุงเพื่อลดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งใช้วิธีการที่เกี่ยวกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างผนังอาคาร ช่องเปิดของอาคาร ส่วนหลังคา ที่มีตัวสะท้อนความร้อน และการใช้น้ำลดความร้อนบนหลังคา รวมถึงการใช้วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าความหนาแน่นของอากาศและการรั่วไหลของอากาศในกรอบอาคารเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานของตัวอาคาร การศึกษาดังกล่าวได้สรุปรูปแบบของปัจจัยที่นำมาทดสอบดังกล่าวว่าสามารถที่จะนำมาใช้ลดพลังงานที่เกิดจากเครื่องจักรทำความเย็นหรือความร้อนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ในการปรับปรุงกรอบอาคารตามปัจจัยที่กล่าวมานั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อต้นทุนการสร้างอาคาร

Lee *et al* (1998) โดยในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะวิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของมู่ลี่อัตโนมัติและแบบเปิด-ปิดธรรมดาที่นำไปติดตั้งที่อาคารสำนักงาน ในเมืองโอ๊คแลนด์ รัฐแคลิฟอร์เนีย เพื่อควบคุมแสงจากภายนอกที่จะเข้ามาในอาคาร โดยมีการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานแสงสว่างและค่าภาระการทำความเย็นตลอดช่วงระยะเวลา 1 ปี ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามู่ลี่อัตโนมัติสามารถประหยัดพลังงานได้มากกว่ามู่ลี่แบบเปิด-ปิดธรรมดาอย่างมาก

จิรพันธุ์ (2551) ได้ทำการศึกษาในเรื่องการประยุกต์เอาแสงธรรมชาติมาใช้ในการออกแบบอาคาร โดยแบ่งการศึกษาออกเป็นสองส่วน 1) ในส่วนแรกเป็นการศึกษารูปแบบและเทคนิคการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ภายในอาคารพื้นที่ที่ต่างกัน ผลที่ได้จากการศึกษาในส่วนนี้สรุปได้ว่าการใช้ท่อนำแสงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้ในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารในประเทศไทย 2) ในส่วนที่สองได้นำผลการศึกษาในส่วนที่หนึ่งมาประยุกต์ใช้กับการออกแบบโครงการอาคารห้องสมุดสาธารณะ และได้สรุปรูปแบบของอาคารที่เหมาะสมในการใช้แสงธรรมชาติดังกล่าว

พัชรียา (2555) ได้ทำการศึกษาการนำเอาแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารพักอาศัยประเภทที่มีทางเดินอยู่ตรงกลาง โดยมีขอบเขตการวิจัยคือการศึกษาตำแหน่งและขนาดของช่องเปิด รูปแบบอาคารและการจัดวางทิศทางอาคาร ซึ่งในการทำลองได้ใช้โปรแกรม DIALux 4.9 โดยมีการจำลองในช่วงเวลา 8:00-16:00 น. ทุกๆ 2 ชั่วโมง และทำการจำลองในวันที่ 21 มีนาคม 21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม ผลการศึกษาพบว่าลักษณะช่องเปิดด้านข้างที่เหมาะสม คือแบบกระจายตัว โดยมีความกว้างของช่องเปิดที่เหมาะสม 1-2 เมตรและมีจำนวนช่องเปิด 2-3 จุดต่อความยาวของห้องพัก 1 ชั้น ซึ่งมีความยาวตลอดทางเดิน 40 เมตร โดยการใช้ลักษณะช่องเปิดดังกล่าวนี้จะทำให้แสงธรรมชาติเข้ามาในส่วนทางเดินอาคารได้ปริมาณมากและสม่ำเสมอ ส่วนในการเพิ่มความสูงระยะดิ่งและการเพิ่มความ

กว้างของทางเดินตรงกลางนั้นจะช่วยให้แสงธรรมชาติเพิ่มขึ้นเป็น 40-60 lux (สำหรับทางเดินที่มีช่องเปิด 2 ช่อง) และ 60-90 lux (สำหรับทางเดินที่มีช่องเปิด 3 ช่อง) เมื่อพิจารณาทั้งสามปัจจัยแล้ว ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายแสงมากที่สุด คือ การสะท้อนแสงจากพื้นผิวภายในอาคาร รองลงมาเป็นการเพิ่มความสูงระยะดิ่ง และสุดท้ายเป็นการเพิ่มความกว้างของทางเดินกลาง

#### 4. บทสรุป

จากการรวบรวมหลักฐานจากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการศึกษาคุณลักษณะระบบปรับอากาศที่มีวัสดุกระจกและแผงกันแดดแบบหึ่งแสงในปัจจุบันเป็นการศึกษาทางด้านคุณสมบัติวัสดุกระจกและแผงกันแดดแบบหึ่งแสง ซึ่งโดยส่วนใหญ่ได้ทำการศึกษาในอาคารประเภทต่างๆ ในต่างประเทศและมีบางส่วนได้ทำการศึกษาในอาคารในประเทศไทย อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าการใช้พลังงานในอาคารในอาคารประเภทโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยจะสูงมากและมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น จากการรวบรวมทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องชี้ให้เห็นว่ายังไม่มียานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชนิดของวัสดุกระจกและรูปแบบของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงกับอาคารโรงแรมประเภทรีสอร์ทในพื้นที่เกาะสมุย



## อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้ประกอบด้วยรายละเอียดในการศึกษาในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้และวิธีการศึกษา ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการใช้กรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย มีรายละเอียดขั้นตอนดังต่อไปนี้

### 1. การศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- 1.1 การศึกษาเกี่ยวกับการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์และแกนเอียงของโลก
- 1.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์
- 1.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับแสงและการรับรู้แสง
- 1.4 ปริมาณแสงสว่างในประเทศไทย
- 1.5 ทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการถ่ายเทความร้อน
- 1.6 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบโดยคำนึงถึงสภาวะน่าสบาย
- 1.7 แนวคิดและเทคนิคในการออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน
- 1.8 แนวคิดการใช้พลังงานในอาคาร
- 1.9 ทฤษฎีเกี่ยวกับการออกแบบแผงกันแดดภายนอก
- 1.10 ทฤษฎีเกี่ยวกับรูปแบบอาคารโรงแรม
- 1.11 ข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับเกาะสมุย
- 1.12 โปรแกรมจำลอง

### 2. การวางแผนและออกแบบกรอบอาคาร โดยการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งเป็น 2 การทดลอง

- 2.1 การศึกษาอิทธิพลของการใช้วัสดุกระจก
- 2.2 การศึกษาอิทธิพลของการใช้แผงกันแดด

ในการทดลองทั้ง 2 การทดลองนั้นจะเป็นการจำลองระบบกรอบอาคาร โดยในแต่ละการทดลองจะมีการทดลองการใช้พลังงานในอาคารซึ่งประกอบด้วย 1) พลังงานในส่วนของการส่องสว่าง โดยจำลองผ่านโปรแกรม DIALux 4.12 และ 2) ภาระการทำความเย็นโดยใช้โปรแกรม EDSL Tas

### 3. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 ผลการศึกษาการใช้พลังงานในส่วนห้องพัก

##### 3.1.1 การศึกษาอิทธิพลของการใช้วัสดุกระจก

- ก. ผลการศึกษาการใช้พลังงานแสงสว่าง
- ข. ผลการศึกษาภาระการทำความเย็น
- ค. ผลการศึกษาการใช้พลังงานโดยรวม
- ง. ผลการศึกษาปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub>
- จ. ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

##### 3.1.2 การศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดด

- ก. ผลการศึกษาการใช้พลังงานแสงสว่าง
- ข. ผลการศึกษาระบบการทำความเย็น
- ค. ผลการศึกษาการใช้พลังงานโดยรวม
- ง. ผลการศึกษาปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub>
- จ. ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

### 3.2 ผลการศึกษาการใช้พลังงานของอาคารโรงแรม

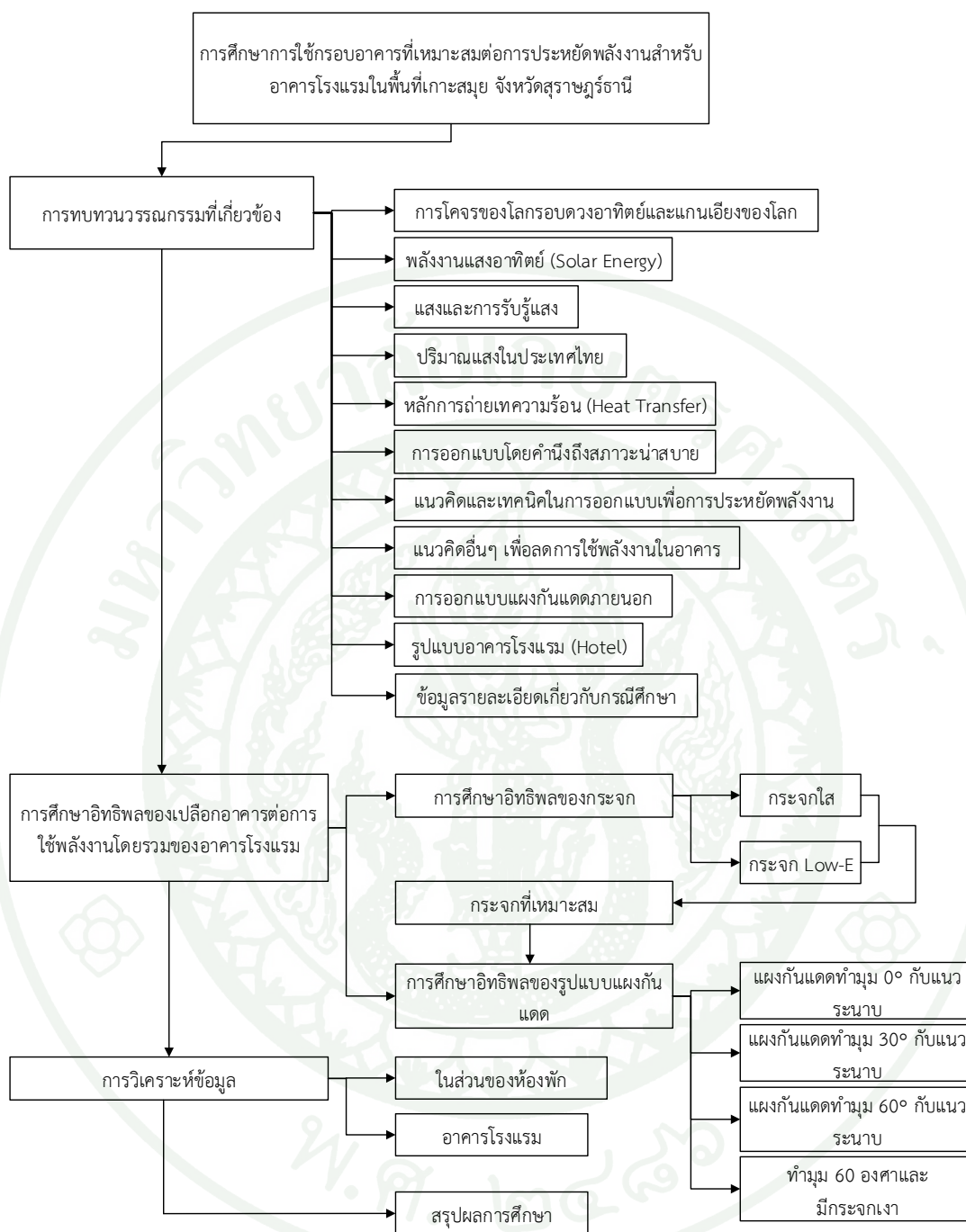
#### 3.2.1 การศึกษาอิทธิพลของการใช้วัสดุกระจก

- ก. ผลการศึกษาการใช้พลังงานโดยรวม
- ข. ผลการศึกษาปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub>
- ค. ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

#### 3.2.2 การศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดด

- ก. ผลการศึกษาการใช้พลังงานโดยรวม
- ข. ผลการศึกษาปริมาณการปล่อย CO<sub>2</sub>
- ค. ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

### 4. สรุปผลการวิจัย



ภาพที่ 33 ขั้นตอนในการทำการวิจัย

## อุปกรณ์

การศึกษาครั้งนี้ได้ประกอบด้วยการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารโรงแรมใน 2 ส่วนหลัก ซึ่งได้แก่

- 1) พลังงานไฟฟ้าจากแสงสว่างโดยศึกษาผ่านการจำลองโดยโปรแกรม DIALux
- 2) ภาระการทำความเย็นโดยศึกษาผ่านการจำลองโดยโปรแกรม EDSL Tas

โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการจำลองมีดังต่อไปนี้

### 1. โปรแกรม DIALux

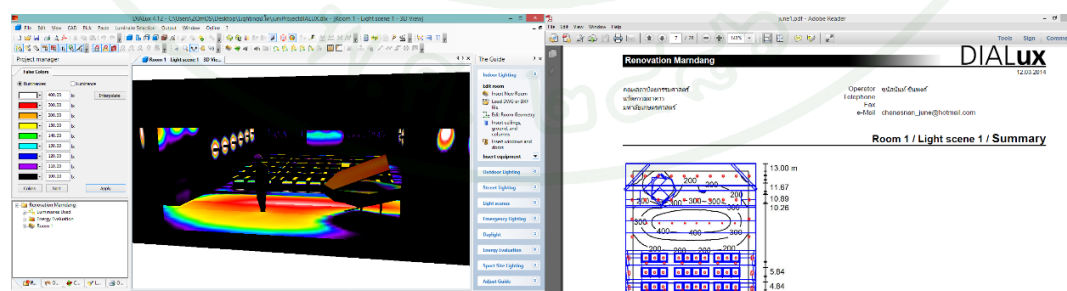
โปรแกรม DIALux เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองการใช้แสงสว่างจากหลอดประดิษฐ์และแสงแดดธรรมชาติได้ โดยโปรแกรมแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ

#### 1.1 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณ

ส่วนแรกนั้นเป็นส่วนที่ใช้ในการคำนวณค่าความส่องสว่างของหลอดไฟแสงประดิษฐ์ เพื่อการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยสามารถคำนวณได้จากแหล่งแสงทั้งไฟฟ้าแสงประดิษฐ์และแสงธรรมชาติ และสามารถคำนวณได้ทั้งในและนอกอาคาร

#### 1.2 โปรแกรมที่ใช้สำหรับการจำลองผล

หลังจากทำการคำนวณค่าไฟฟ้าส่องสว่างแล้วโปรแกรมหดกล่าวสามารถที่จะทำการจำลองการส่องสว่างของแสงที่เข้ามาทั้งภายในห้องและนอกอาคาร โดยสามารถกำหนดแหล่งที่มาได้ว่าจะมาจากไฟฟ้าแสงประดิษฐ์หรือมาจากแสงธรรมชาติ หรือทั้งสองอย่าง ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความเสมือนจริงมากขึ้นขึ้นกับความละเอียดของข้อมูล โดยจะแสดงผลกราฟฟิคให้เห็นอย่างแม่นยำและชัดเจน



สร้าง Geometry  
(dlx)



ใส่รายละเอียด  
วัสดุของห้อง



ประมวลผลและ  
วิเคราะห์ (pdf)



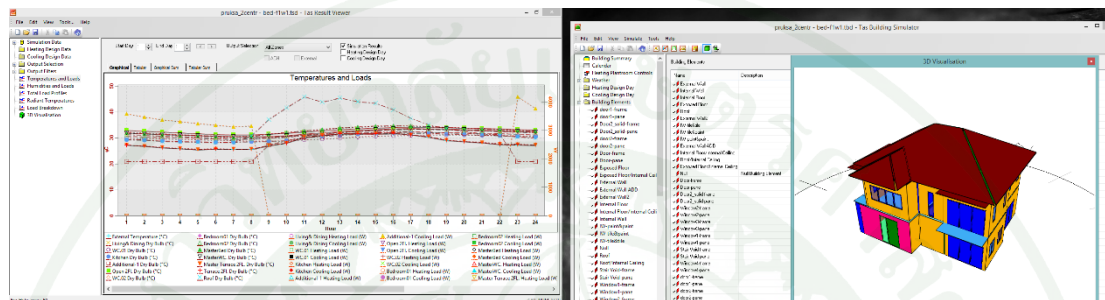
ปรับเปลี่ยนปัจจัย

ภาพที่ 34 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าแสงและการใช้โปรแกรม DIALux



## 2. โปรแกรม EDSL Tas

โปรแกรม EDSL Tas เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถสร้างแบบจำลอง คำนวณ และวิเคราะห์การใช้พลังงานของอาคาร โดยโปรแกรมนี้ เป็นโปรแกรมที่ได้รับการรับรองจากสถาบัน ukreg-accreditation ว่ามีความน่าเชื่อถือระดับที่สูงที่สุด และได้รับการรับรองจาก BEEM Checklist, ASHRAE 140-1 และ EN ISO 13791 (อิงครัต, 2556)



ภาพที่ 35 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ค่าภาระการทำความเย็น (Cooling load) โดยการใช้โปรแกรม EDSL Tas

## 3. การเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณแสงและอุณหภูมิที่ได้จากการจำลองทางคอมพิวเตอร์และข้อมูลที่วัดได้จริง

เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการศึกษาครั้งนี้ การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกที่จะทดสอบค่าพลังงานไฟฟ้าโดยรวมทั้งในแง่ของค่าพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและภาระในการทำความเย็น โดยใช้โปรแกรม DIALux และ EDSL Tas อย่างไรก็ตามเพื่อเป็นการยืนยันว่าโปรแกรมทั้งสองโปรแกรมห้ดังกล่าวนี้สามารถใช้ได้และมีความถูกต้องเทียบเท่ากับกับการวัดค่าจริง การศึกษาได้รวบรวมงานวิจัยต่าง ๆ ที่ได้ใช้โปรแกรมดังกล่าวในงานวิจัย ดังนี้

น้ำผึ้ง (2550) ได้ใช้โปรแกรม DIALux ในการจำลองแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสี่ห้อง

ภคพร (2554) ได้ใช้โปรแกรม DIALux ในการจำลองสภาพเสมือนจริงของพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพพลังงานระหว่างเทคนิคการให้แสงเฉพาะที่เพื่อเสริมการให้แสงในบริเวณทั่วไป

อวิรุทธ์ (2554) ได้ใช้โปรแกรม DIALux ในการจำลองแสงธรรมชาติในการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยใช้ DIALux = Daylight simulation in architecture design using DIALux

บริรักษ์ (2556) ได้ใช้โปรแกรม DIALux ในการจำลองการปรับปรุงคุณภาพแสงธรรมชาติของห้องปฏิบัติการสถาปัตยกรรมในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

นันทวิชญ์ (2557) ได้ใช้โปรแกรม EDSL Tas ในการจำลองศึกษาแนวทางการพัฒนารูปแบบการออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดสรรพื้นที่สำหรับชุมชนแออัด: กรณีศึกษา โครงการบ้านมั่นคง ชุมชนสามัคคีร่วมใจ

นอกจากนี้ในงานวิจัยของนายอิงครัต ธีรประสาธน์ (2556) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณแสงโดยจำลองผ่านโปรแกรม DIALux และเรื่องภาระการทำความเย็นโดยผ่านโปรแกรม EDSL Tas กับค่าที่วัดได้จากสถานที่จริง ผลที่ได้จากการทดสอบ Pearson Correlation (r) พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการส่องสว่างที่วัดได้จากโปรแกรม DIALux และค่าที่วัดได้จากสถานที่จริงนั้นมีนัยสำคัญกันทางสถิติอย่างสูง ( $r=0.983$ ,  $p<0.01$ ) นอกจากนี้ยังพบอีกว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าภาระการทำความเย็นที่วัดได้จากโปรแกรม EDSL Tas และค่าที่วัดได้จากสถานที่จริงนั้นมีนัยสำคัญกันทางสถิติอย่างสูงเช่นเดียวกัน ( $r=0.876$ ,  $p<0.01$ )

นอกจากนี้ในงานวิจัยดังกล่าวยังได้มีการทดสอบความแตกต่างของค่าที่ได้จากการจำลองจากทั้งสองโปรแกรมและค่าที่วัดได้จริง ผลการทดสอบจาก t-test แสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติระหว่างค่าการส่องสว่างจากโปรแกรม DIALux และค่าที่วัดได้จากสถานที่จริง และยังพบอีกว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติระหว่างค่าภาระการทำความเย็นจากโปรแกรม EDSL Tas และค่าที่วัดได้จากสถานที่จริง

จากการรวบรวมเอกสารดังกล่าวข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่าทั้งโปรแกรม DIALux และ EDSL Tas มีความแม่นยำและถูกต้องในการจำลองและสามารถใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ได้

## วิธีการ

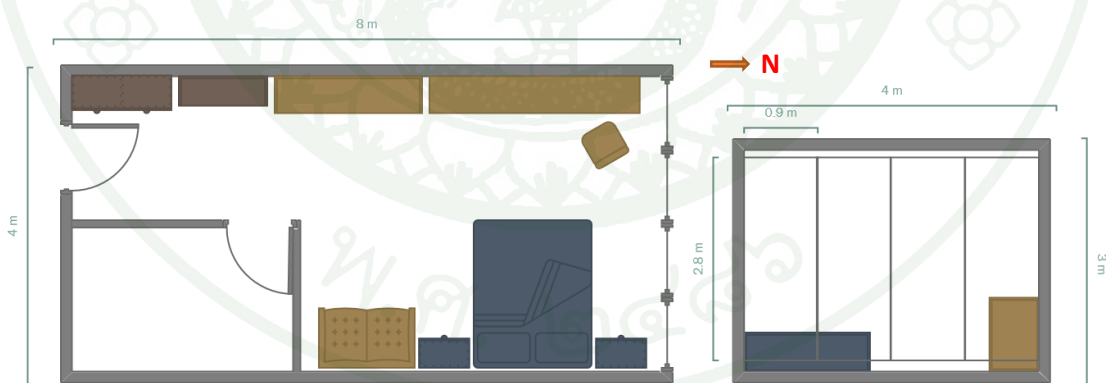
การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

### 1. การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนนี้ได้ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับแสงและการส่องสว่าง การใช้แสงธรรมชาติในอาคาร การใช้แสงประดิษฐ์และหลอดไฟรวมไปถึงเทคโนโลยีใหม่ในปัจจุบัน การออกแบบกรอบอาคาร การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร ระบบปรับอากาศ รวมไปถึงศึกษาทฤษฎีการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในโรงแรม อาคารห้องพักต่าง ๆ

### 2. การศึกษาอิทธิพลของกรอบอาคารต่อการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารโรงแรม

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกทำการศึกษาห้องพักโรงแรมเพื่อการพักผ่อน (รีสอร์ท) ซึ่งเป็นโรงแรมที่มีปริมาณการขยายตัวมากที่สุดในเกาะสมุย โดยเลือกศึกษาเฉพาะแบบ One-bedroom เนื่องจากเป็นห้องพักที่มีจำนวนมากที่สุดของห้องพักทุกประเภท (ศูนย์ประสานงานการท่องเที่ยวอำเภอเกาะสมุย, 2557) ซึ่งมีคุณลักษณะโดยทั่วไปคือ มีขนาดกว้าง x ยาว เท่ากับ 4.00 x 8.00 เมตร มีความสูงจากพื้นถึงฝ้าเพดาน 3.00 เมตร (พระราชบัญญัติห้องพัก, 2522) โดยห้องดังกล่าวมีช่องเปิดเป็นบานเลื่อนกระจกขนาดกว้าง 0.90 x 2.80 เมตรจำนวน 4 บานเรียงติดกัน โดยไม่มีการปรับเปลี่ยนรูปร่างของหน้าต่าง



ภาพที่ 36 แพลนและภาพตัดห้องพักโรงแรมที่ทำการจำลองหั่นช่องเปิดไปทางทิศเหนือและใต้

เนื่องจากต้องการให้เป็นกรณีศึกษาพื้นฐาน จึงใช้วัสดุช่องเปิดเป็นกระจกใสความหนา 6 มิลลิเมตร โดยมีค่า Transmission = 0.90 ค่า U-value = 5.995 watt/m<sup>2</sup> °C และค่า SC (Shading coefficient) ของกระจก = 0.96 โดยได้ทำการศึกษาทั้งห้องที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือและทิศใต้ เนื่องจากห้องพักโรงแรมส่วนใหญ่จะให้ช่องเปิดหลักเล็งทิศตะวันออกและตะวันตก โดยที่ค่าการ

สะท้อนแสงภายในห้อง คือ ค่าการสะท้อนแสงของพื้น ( $p_f$ ) = 30% ค่าการสะท้อนแสงของผนัง ( $p_w$ ) = 50% ค่าการสะท้อนแสงของฝ้าเพดาน ( $p_c$ ) = 80% โดยที่ตั้งอาคารโรงแรมดังกล่าวอยู่ในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี เขตละติจูดที่ 9 องศา 30 ลิปดาเหนือ ลองจิจูด 100 องศา 0 ลิปดาตะวันออก โดยการจำลองตำแหน่งของดวงอาทิตย์ทุก ๆ ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8:00 น.- 20:00 น. ทั้งนี้เนื่องมาจากสมมุติว่าช่วง 21.00 น. - 7.00 น. มีการส่องสว่างโดยเปิดแสงประดิษฐ์เท่าเดิม และจำลองทั้งหมด 3 วัน คือ วันที่ 21 มีนาคม และ 21 กันยายน (Equinox) ซึ่งเป็นวันที่แกนของโลกตั้งฉากกับเส้นตรงที่ลากจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ในตำแหน่งเดียวกัน วันที่ 21 มิถุนายน (Summer Solstice) และวันที่ 21 ธันวาคม (Winter Solstice)

ในการศึกษาส่วนนี้จะประกอบด้วยขั้นตอนย่อย 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ในการศึกษาอิทธิพลของวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารโรงแรม

โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วยตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ได้แก่

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบของวัสดุกระจกสำหรับกรอบอาคาร 2 รูปแบบ คือ กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ที่ทำการเปรียบเทียบประเภทของกระจกทั้งสองนั้นเนื่องจากเป็นวัสดุกระจกที่อาคารโรงแรมส่วนใหญ่ใช้และหาง่ายกว่าแบบอื่น ๆ รวมถึงมีราคาไม่แพงมากเมื่อเทียบกับกระจกกันความร้อนชนิดอื่นที่มีราคาแพงกว่ากระจก Low-E หรือกระจกติดฟิล์ม

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณการใช้พลังงานในตอนที่ใช้งานทั้งหมดของห้องพัก (Total operational energy, kWh/year) ซึ่งจะประกอบด้วยพลังงานในส่วนการใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มเติม (Artificial lighting load, W/m<sup>2</sup>) และพลังงานในส่วนภาระการทำความเย็น (Cooling load, W/m<sup>2</sup>)

2.2 การศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดต่อปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารโรงแรม โดยในส่วนนี้จะเป็นการนำข้อมูลของวัสดุกระจกที่เหมาะสมที่สรุปได้จากการศึกษาในส่วนแรกมาทำการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดต่อปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด

โดยในการค้นคว้านี้ได้เลือกแผงกันแดดแบบหึ่งแสงมาใช้ในการศึกษา โดยจะมีการปรับเปลี่ยนมุมมองของส่วนที่ยื่นภายนอกและการใช้วัสดุของส่วนยื่นดังกล่าว ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.2.1 สามารถป้องกันแสงแดด ในขณะที่เดียวกับเพิ่มการส่องสว่างบริเวณด้านหลังของห้องพักได้

2.2.2 มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ

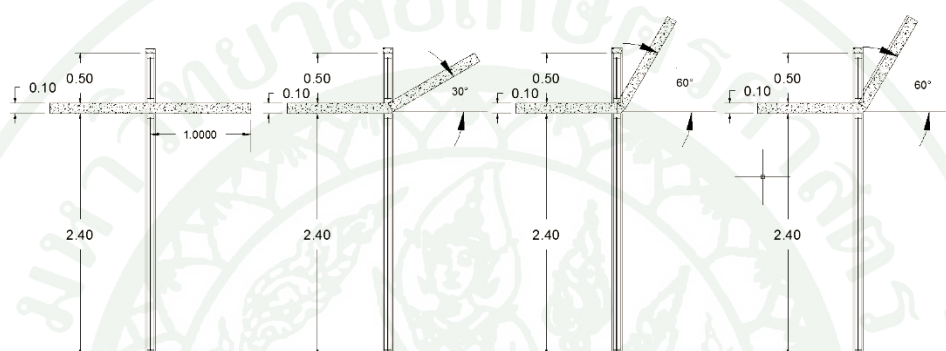
2.2.3 มีรูปแบบกลมกลืนและเปลี่ยนสภาพของอาคารน้อยที่สุด



โดยในส่วนนี้จะประกอบด้วยตัวแปรต้นและตัวแปรตาม ได้แก่

ตัวแปรต้น คือ รูปแบบห้องแสง 4 รูปแบบ คือ ห้องแสงยื่นออกมาจากตัวอาคารและเข้าไปในอาคารอย่างละ 1 เมตร ทำมุม  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  ตามแนวระนาบ และ  $60^\circ$  ตามแนวระนาบแบบมีกระจกเงาบนผิวด้านบน เพื่อเปิดรับแสงให้มากขึ้น และนำแสงเข้าภายในห้องในส่วนลึกได้ดีขึ้น

ตัวแปรตาม คือ ปริมาณการใช้พลังงานในตอนใช้งานทั้งหมด (total operational energy)



ภาพที่ 37 ภาพตัดบริเวณช่องแสงมีห้องแสงทำมุม  $0^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  ในแนวระนาบ,  $60^\circ$  ในแนวระนาบติดกระจก (จากซ้ายไปขวา)

ตัวแปรควบคุม ให้ความร้อนที่ผ่านเข้ามาทางด้านข้างของห้องไม่มีผลต่อการทดลอง เนื่องจากต้องการคิดในส่วนช่องเปิดเท่านั้น

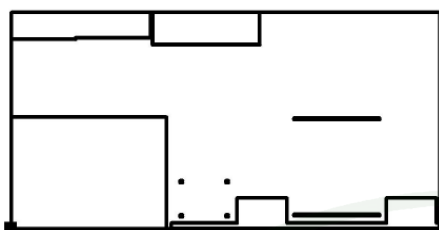
### 3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผลการศึกษา

โดยในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำผลที่ได้จากการศึกษาในขั้นที่ 2 นำมาสรุปรูปแบบกรอบอาคารที่เหมาะสมต่ออาคารโรงแรมเพื่อการประหยัดพลังงานในพื้นที่เกาะสมุยต่อไป

3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์และการส่องสว่างที่ต้องการเพิ่มเติมในส่วนช่องแสงประดิษฐ์

จากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม DIALux 4.12 ของแต่ละรูปแบบที่ทำการศึกษา โดยทำการจำลองในแต่ละช่วงเวลา จะได้ค่าความส่องสว่างในช่วงเวลานั้น ๆ ดังภาพที่

hotel\_room / Light scene 2 / Calculation Surface 1 / Table (E, Perpendicular)



Position of surface in room:  
Marked point:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



|       |       |       |       |       |       |           |       |             |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------------|
| 3.500 | /     | 99    | 158   | /     | /     | 443       | 662   | 1370        |
| 2.500 | 86    | 103   | 193   | 235   | 278   | 351       | 546   | <u>1605</u> |
| 1.500 | /     | /     | /     | 184   | 154   | 48        | 137   | 1442        |
| 0.500 | /     | /     | /     | 65    | /     | <u>45</u> | 103   | /           |
| m     | 0.500 | 1.500 | 2.500 | 3.500 | 4.500 | 5.500     | 6.500 | 7.500       |

Attention: The coordinates refer to the image above. Values in Lux.

Grid: 8 x 4 Points

$E_{av}$  [lx]  
382

$E_{min}$  [lx]  
45

$E_{max}$  [lx]  
1605

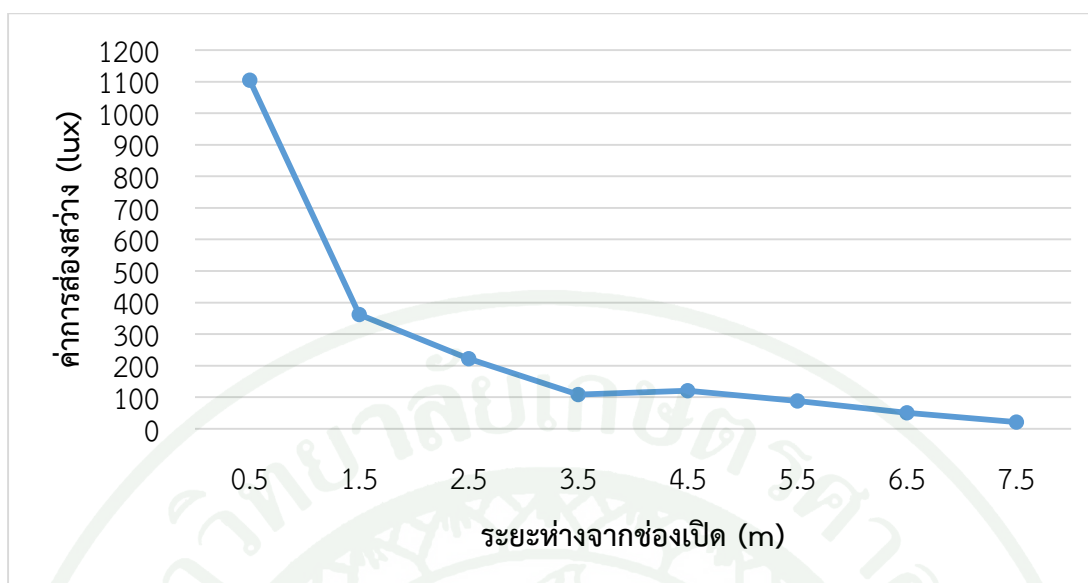
$u_0$   
0.118

$E_{min} / E_{max}$   
0.028

ภาพที่ 38 ตัวอย่างค่าการส่องสว่างแต่ละพื้นที่ (lux) การจำลองโดยโปรแกรม DIALux ของรูปแบบกระจกใสไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม เวลา 8:00 น.

โดยภาพที่ 38 แสดงให้เห็นค่าการส่องสว่างของแต่ละจุดภายในห้อง โดยมีการแบ่งระยะห่าง 1 เมตร ในแต่ละด้าน ด้านขวาของห้องติดกับช่องเปิดจะเป็นส่วนที่แสงเข้ามาทางช่องเปิดมากที่สุด ค่าแต่ละค่านี้มีหน่วยเป็น lux ส่วนสัญลักษณ์ / เป็นส่วนที่ไม่สามารถอ่านค่าแสงได้หรือคือไม่มีแสงตกกระทบ

เมื่อได้ค่าการส่องสว่างจริงที่เกิดขึ้นจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ค่าการส่องสว่างดังกล่าวจะนำมาคำนวณและแสดงออกมาในรูปของกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างในแต่ละระยะห่างจากผนังกรอบอาคาร โดยเริ่มที่ระยะ 0.5 เมตรและห่างออกไปทุกๆ ระยะ 1 เมตร

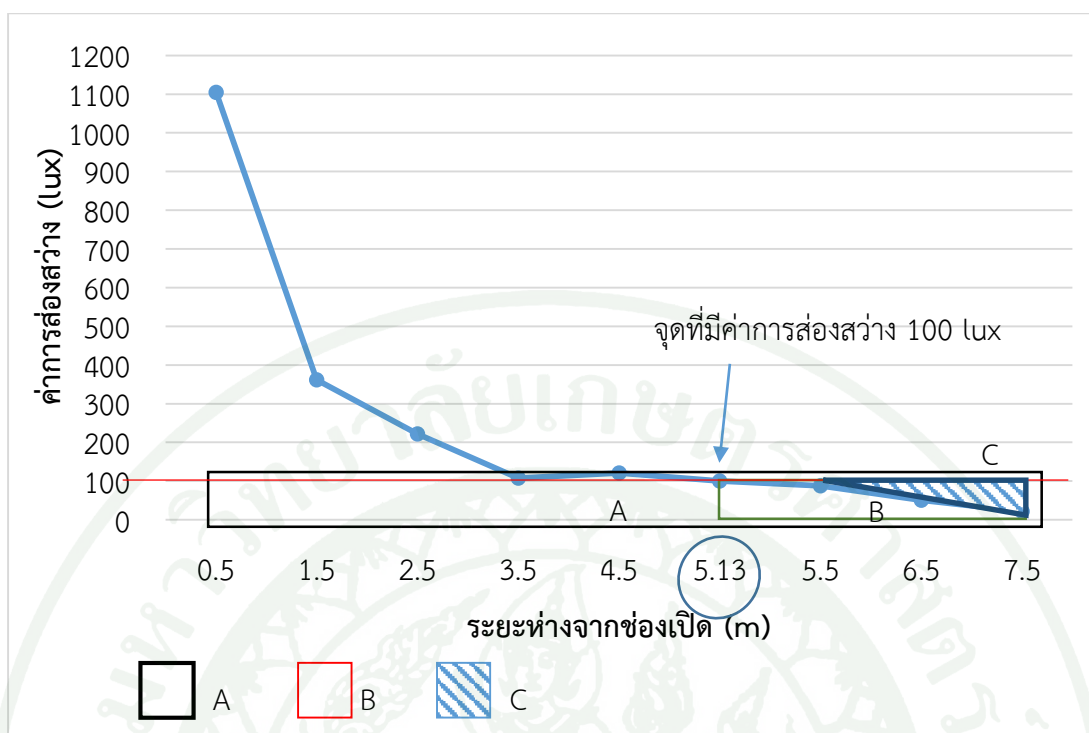


ภาพที่ 39 ตัวอย่างกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ได้ของรูปแบบกระจกใส ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00 น.

จากแผนภูมิที่ได้ทำแบบตัวอย่างภาพที่ 39 ซึ่งเป็นกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง โดยจะทำการกราฟดังกล่าวตั้งแต่เวลา 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00 และ 20:00 น. นำมาคำนวณพื้นที่ที่ได้กราฟหรืออินทิเกรตในส่วนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการใช้เพิ่ม เพื่อใช้ระดับการส่องสว่างภายในให้มีค่าเพียงพอสำหรับการใช้งาน

จากกราฟภาพที่ 39 จะเห็นเส้นโค้งอยู่ ซึ่งเป็นระดับการกระจายแสงในแนวนอนระดับ working plan ที่สูงจากแนวระดับ 0.75 โดยมีค่าการส่องสว่าง (lux) จากจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ระยะ 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5, 6.5 และ 7.5 เมตร

จากทางช่องเปิดเข้าไปภายในอาคารในทิศทางตั้งฉากกับช่องเปิด โดยพื้นที่ใต้โค้งคือปริมาณค่าการส่องสว่างที่ได้รับโดยตรงจากแสงธรรมชาติ และมีระดับการส่องสว่างเพียงพอสำหรับการใช้งานในพื้นที่ห้องพักในโรงแรมคือ 100 lux โดยการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดระดับการส่องสว่างที่จะนำมาวิเคราะห์ที่ 100 lux ซึ่งพื้นที่ใต้กราฟนี้คิดดังนี้



ภาพที่ 40 ตัวอย่างกราฟแสดงการกระจายการส่องสว่างจากการจำลองทางคอมพิวเตอร์ที่ได้ของรูปแบบกระจกใส ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00 น. โดยตัดกราฟที่ 100 lux

พื้นที่ได้กราฟแบ่งเป็น 3 ส่วน

A คือ พื้นที่ได้กราฟในช่วงที่กำหนดไว้ คือ 100 lux โดยใช้ระยะห่างจากช่องเปิด 0.5-7.5 m

B คือ พื้นที่ได้กราฟเต็มที่มีช่วงแสงไม่ถึง 100 lux โดยใช้ระยะห่างจากช่องเปิดที่ 100 lux พอดีกับ 7.5 m

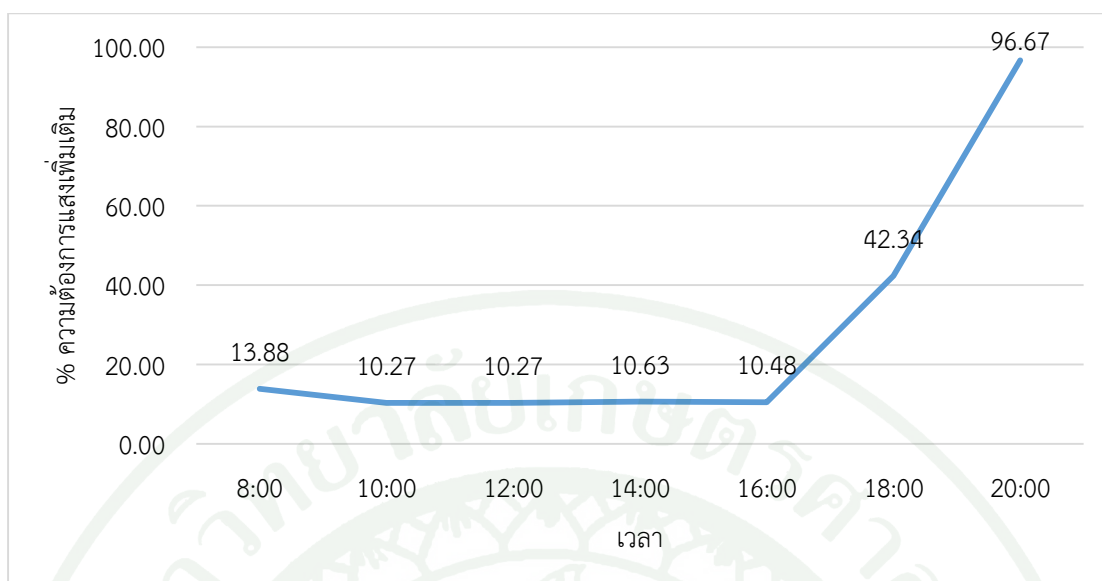
C คือ พื้นที่ได้กราฟส่วนที่ต้องการแสงเพิ่มเติมให้ครบ 100 lux

จะได้สูตรการคำนวณความต้องการแสงเพิ่มเติมดังสมการ 3.1

$$\%req = \frac{B-A}{C} \times 100 \quad (3.1)$$

เนื่องจากค่า C ที่คำนวณเป็นค่าที่เกิดขึ้นช่วงเวลาหนึ่ง การคำนวณค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการเพิ่มเติมในแต่ละวัน จึงต้องมีการคำนวณค่าเฉลี่ยของ C ตามเวลาตั้งแต่ 8:00-20:00 น. แล้วนำมาเขียนกราฟใหม่ เพื่อให้มีความต่อเนื่อง โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ปริมาณของค่าการส่องสว่างของแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการ เพื่อให้ได้ค่าการส่องสว่างที่ 100 lux





ภาพที่ 41 ปริมาณการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการ (%) ของรูปแบบกระจกใส ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00-20:00 น.

จากนั้นจะสามารถหาค่าเฉลี่ยของปริมาณค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการ ดังสมการ 3.2

$$\%(A) = \frac{\%(T_8) + \%(T_{10}) + \%(T_{12}) + \%(T_{14}) + \%(T_{16}) + \%(T_{18}) + \%(T_{20})}{7} \quad (3.2)$$

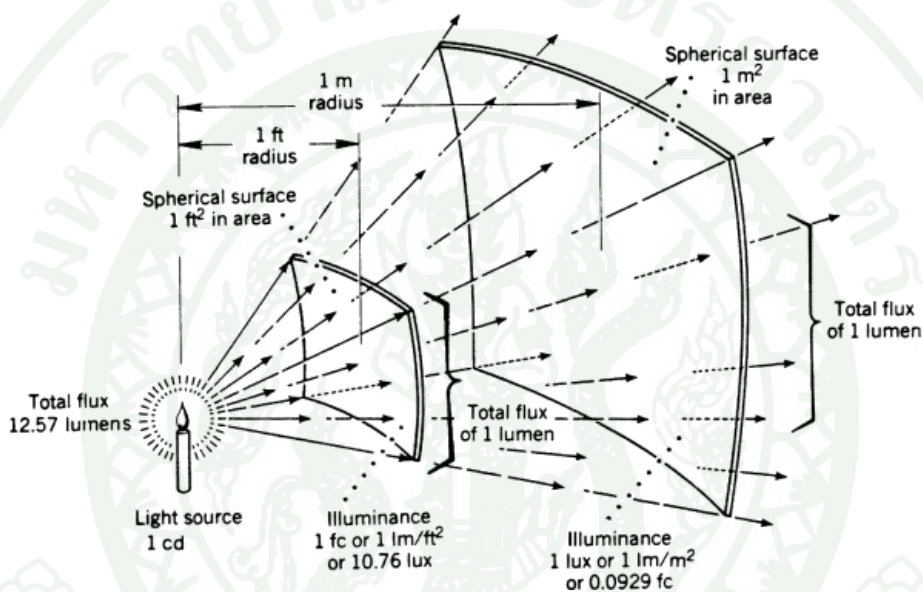
โดย  $\%(A)$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการเฉลี่ยแต่ละวัน  
 $\%(T_8)$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 8:00 น.  
 $\%(T_{10})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 10:00 น.  
 $\%(T_{12})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 12:00 น.  
 $\%(T_{14})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 14:00 น.  
 $\%(T_{16})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 16:00 น.  
 $\%(T_{18})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 18:00 น.  
 $\%(T_{20})$  คือ ปริมาณค่าการส่องสว่างแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ต้องการในเวลา 20:00 น.

การคำนวณหาเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยจากกราฟข้างต้นนั้น โดยนำมาคำนวณหาค่า Artificial light load ( $W/m^2$ ) คือค่าการใช้พลังงานที่ให้ความสว่างแก่อาคารในส่วนของแสงประดิษฐ์ที่เกิดจากกรณีศึกษาในรูปแบบต่าง ๆ โดยแยกตามทิศทางของช่องเปิด สำหรับงานวิจัยนี้จะกำหนดให้แสง

ประสิทธิภาพของหลอดไฟคือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ daylight ขนาด 28 W โดยมีค่าการส่องสว่างต่อหลอดเท่ากับ 104 lumen/W (ข้อมูลจากบริษัท ฟิลิปส์ ประเทศไทย จำกัด) ดังสมการ 3.3

$$\text{ประสิทธิภาพของหลอดไฟ} = 104 \text{ lumen/1 W หรือ } 1 \text{ lumen/ } 0.0096 \text{ W} \quad (3.3)$$

หากใช้แสงประดิษฐ์ในการให้ความสว่างทั้งหมดภายในอาคารคือ Artificial light load 100% = 100 lux ระดับการส่องสว่างที่ต้องการใช้งาน การใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 28 W เนื่องจากว่าเป็นโคมไฟที่โรงแรมใช้กันทั่วไปสามารถคำนวณค่าพลังงานต่อหน่วยพื้นที่ ดังสมการ 3.4 (อิงครัต, 2556)



ภาพที่ 42 ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดแสงสว่างในรูปของฟุต-แคนเดิล (FC) และ lux

$$\text{ค่าการส่องสว่าง } 1 \text{ FC} = 1 \text{ lumen/ft}^2 = 10.76 \text{ lux} \quad (\text{Fuller Moore, 1993}) \quad (3.4)$$

$$\text{แต่สมการ} \quad \text{FC} = \frac{L}{A} \times \text{CU} \quad (\text{ASHRAE, 2013}) \quad (3.5)$$

โดยคำนวณค่า CU = Coefficient of Utilization หรือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ สามารถคำนวณได้เท่ากับ 0.7685

จากสมการที่ 3.4 แสดงว่าหากใช้พลังงาน 0.0096 W หรือ 1 lumen/ft² จะได้ความสว่าง 0.7685 FC

$$\text{จาก} \quad 0.7685 \text{ FC} = 0.0096 \text{ W/ft}^2$$

$$1 \text{ FC} = \frac{0.0096}{0.7685} = 0.01249 \text{ W/ft}^2$$

ทำการแปลงหน่วยจาก w/ft² เป็น w/m² ดังสมการ 3.6

$$1 \text{ FC} = 0.01249 \frac{\text{W}}{\text{ft}^2} \times \frac{(1 \text{ ft})^2}{(0.3048 \text{ m})^2} \quad (3.6)$$

$$1 \text{ FC} = 0.134 \text{ W/m}^2$$

จากสมการ 3.4 และ 3.6 นำ FC มาเท่ากัน

$$10.76 \text{ lux} = 0.134 \text{ W/m}^2$$

$$1 \text{ lux} = \frac{0.134 \text{ W/m}^2}{10.76}$$

$$\therefore 1 \text{ lux} = 0.0124 \text{ W/m}^2$$

ตัวอย่างการคำนวณดังตาราง 3.1 โดยนำเอาค่าความต้องการแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมคูณ 0.0124 W/m<sup>2</sup> ก็จะได้ค่า Artificial lighting load (W/m<sup>2</sup>)

ตารางที่ 7 ตัวอย่างการคำนวณค่า Artificial lighting load (W/m<sup>2</sup>)

|                |        | ค่าความต้องการแสงประดิษฐ์เพิ่มเติม<br>(lux) (A) |       | Artificial lighting load<br>(W/m <sup>2</sup> ) (A x 0.0124) |       |
|----------------|--------|-------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------|-------|
| วันที่         | เวลา   | North                                           | South | North                                                        | South |
| 21 มีนาคม 2557 | 8:00   | 13.88                                           | 8.81  | 0.17                                                         | 0.11  |
|                | 10:00  | 10.27                                           | 6.85  | 0.13                                                         | 0.08  |
|                | 12:00  | 11.27                                           | 5.99  | 0.14                                                         | 0.07  |
|                | 14:00  | 10.63                                           | 5.65  | 0.13                                                         | 0.07  |
|                | 16:00  | 10.48                                           | 3.54  | 0.13                                                         | 0.04  |
|                | 18:00  | 42.34                                           | 39.80 | 0.53                                                         | 0.49  |
|                | 20:00  | 96.67                                           | 96.67 | 1.20                                                         | 1.20  |
|                | เฉลี่ย | 27.94                                           | 23.90 | 0.35                                                         | 0.30  |

### 3.2 การคำนวณการใช้พลังงานในส่วนของการทำความเย็น

จากค่าพลังงานที่โปรแกรม EDSL Tas ได้คำนวณออกมาได้จะมีค่าในหน่วย Watt (W) ซึ่งต้องการหาค่าในหน่วย W/m<sup>2</sup> ซึ่งต้องการให้ตรงกับ Cooling Load โดยห้องมีขนาด 32 ตารางเมตร แต่โปรแกรมตัดในส่วนของห้องน้ำไป เหลือแค่ 24.58 ตารางเมตร แต่ในโปรแกรมนี้นี้ไม่มีค่าอุณหภูมิของเกาะสมุย จึงได้ทำการหาความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของกรุงเทพ ฯ ในปี 2556 โดยมีวิธีการดังภาคผนวก ข.

เพื่อที่จะอิงข้อมูลตามโปรแกรม DIALux จึงได้กำหนดวันในการคำนวณให้เหมือนกับโปรแกรกดังกล่าว นั่นคือ วันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม และให้วันที่ 21 มีนาคม เป็นตัวแทนของวันที่ 21 กันยายนด้วย เนื่องจากเป็นวันที่แกนของโลกตั้งฉากกับเส้นตรงที่ลากจากโลกไปยังดวงอาทิตย์ในตำแหน่งเดียวกัน

ตารางที่ 8 ตัวอย่างการคำนวณค่า Cooling load (W/m<sup>2</sup>)

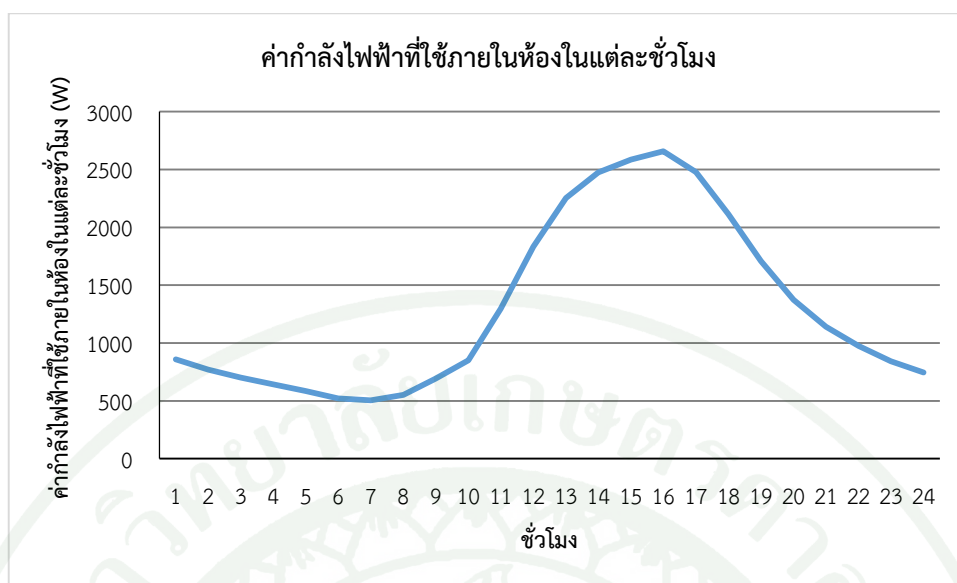
|                   |        | Cooling load (W)<br>(A) |         | Cooling load<br>(W/m <sup>2</sup> ) Bkk<br>(B = A / 24.58) |        | Cooling load (W/m <sup>2</sup> )<br>Samui<br>(C = (1.3623 x B) -<br>9.3595)* |        |
|-------------------|--------|-------------------------|---------|------------------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------------|--------|
| วันที่            | เวลา   | North                   | South   | North                                                      | South  | North                                                                        | South  |
| 21 มีนาคม<br>2557 | 8:00   | 552.02                  | 556.51  | 22.45                                                      | 22.63  | 21.23                                                                        | 21.48  |
|                   | 10:00  | 851.12                  | 863.65  | 34.62                                                      | 35.13  | 37.80                                                                        | 38.50  |
|                   | 12:00  | 1831.53                 | 1940.2  | 74.50                                                      | 78.92  | 92.13                                                                        | 98.15  |
|                   | 14:00  | 2474.52                 | 2660.34 | 100.65                                                     | 108.21 | 127.76                                                                       | 138.06 |
|                   | 16:00  | 2658.02                 | 2727.31 | 108.11                                                     | 110.93 | 137.93                                                                       | 141.77 |
|                   | 18:00  | 2113.97                 | 2058.09 | 85.98                                                      | 83.71  | 107.78                                                                       | 104.69 |
|                   | 20:00  | 1373.26                 | 1358.62 | 55.85                                                      | 55.26  | 66.74                                                                        | 65.93  |
|                   | เฉลี่ย | -                       | -       | 68.89                                                      | 70.69  | 84.48                                                                        | 86.94  |

\*สมการดังกล่าวมีที่มาอยู่ในภาคผนวก ข.

ตัวอย่างรูปแบบกระจกใส ไม่มีหี้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557 เวลา 8:00 น.  
พลังงานที่ใช้ ณ เวลานั้น 552.02 W แปลงหน่วยโดยหารพื้นที่ในห้องที่ใช้งาน 521.91 W/24.584 m<sup>2</sup>  
จะได้เท่ากับ 21.23 W/m<sup>2</sup> ทำขั้นตอนนี้ทุกเวลา 8:00-20:00 น. แล้วหารเฉลี่ย จะได้ Cooling Load  
เฉลี่ยของวัน เท่ากับ 84.48 W/m<sup>2</sup>







**ภาพที่ 45** แสดงกราฟผลการจำลองค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้องในแต่ละชั่วโมงในรูปแบบกระจกใส  
ไม่มีหิ้งแสง ทิศเหนือ ณ วันที่ 21 มีนาคม 2557

### 3.3 การคำนวณพลังงานโดยรวมตลอดปี

ในการคำนวณหาค่าพลังงานโดยรวมตลอดปีนั้นสามารถคำนวณได้ดังนี้

3.3.1 โดยการนำเอาค่า Artificial lighting Load ในหัวข้อ 3.1 และค่า Cooling Load ในหัวข้อ 3.2 มารวมกันในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร ( $W/m^2$ )

3.3.2 นำมาคูณกับพื้นที่ห้องพัก เพื่อตัดหน่วยตารางเมตรออกไป จะได้หน่วยวัตต์ (W) โดยถ้าต้องคำนวณทั้งอาคารต้องคูณจำนวนห้อง

3.3.3 นำค่าที่ได้คูณจำนวนชั่วโมงการใช้งานใน 1 วันโดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้จำนวน 12 ชั่วโมง ตั้งแต่เวลา 8:00-20:00 น. (ได้มีการสำรวจเบื้องต้นแล้วว่า คนที่เข้าพักห้องพักส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาดังกล่าว โดยมีสมมุติฐานว่าในเวลากลางคืนนั้นไม่มีแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารและมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่คงที่) หลังจากนั้นนำผลดังกล่าวคูณด้วยจำนวนวันของช่วงเวลา ได้แก่ ซึ่งในช่วง Summer มีจำนวน 92 วัน ช่วง Equinox มีจำนวน 184 วัน และช่วง Winter มีจำนวน 90 วัน

3.3.4 นำมาค่าที่คูณเวลาแล้วให้หาร 1,000 เพื่อแปลงหน่วยเป็น kWh/year

3.3.5 ในการหาพลังงานโดยรวมของอาคารทั้งหมดให้นำค่าที่คิดได้รวมจำนวนชั้นและรวมชั้นที่มีหลังคา จากนั้นนำมารวมกับชั้นล๊อบบี้ จะได้ค่าพลังงานโดยรวมของทั้งอาคาร

ตารางที่ 9 ตัวอย่างการคำนวณค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

|                  | Total load<br>(W/m <sup>2</sup> )<br>(A) (3.1+3.2)* |        | Total time load<br>(kWh/m <sup>2</sup> y)<br>(B = A x 12 x วัน** / 1,000) |        | Total Energy Consumption<br>(kWh/year)<br>(C = B x 24.58) |          |
|------------------|-----------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------|----------|
| วันที่           | North                                               | South  | North                                                                     | South  | North                                                     | South    |
| 21 มีนาคม 2557   | 84.83                                               | 87.24  | 187.31                                                                    | 192.62 | 5,271.62                                                  | 5,421.15 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 70.21                                               | 69.61  | 77.51                                                                     | 76.85  | 2,181.59                                                  | 2,162.92 |
| 21 ธันวาคม 2557  | 26.67                                               | 26.44  | 28.80                                                                     | 28.55  | 810.66                                                    | 803.76   |
| รวม              | 181.71                                              | 183.29 | 293.62                                                                    | 298.02 | 8,263.88                                                  | 8,387.84 |

\*ตารางที่ 7 + 8

\*\*มีนาคม (กันยายน) = 184 วัน, มิถุนายน = 92 วัน และ ธันวาคม = 92 วัน

### 3.4 การคำนวณปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission

จากวัตถุประสงค์ที่ได้ทำการศึกษางานวิจัยนี้ จะพบว่าสามารถนำพลังงานโดยรวมตลอดปีจากข้อ 3.3 มาคำนวณหาค่า CO<sub>2</sub> Emission และค่าไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีประโยชน์ต่อการนำเสนอและเป็นผลดีต่อส่วนรวม

ในการคำนวณค่า CO<sub>2</sub> Emission (Metric tons CO<sub>2</sub>) นั้น คำนวณเพื่อที่จะหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ว่าในแต่ละกรณีศึกษาปล่อยก๊าซดังกล่าวออกมาเท่าไร ยิ่งน้อยยิ่งดีมีประสิทธิภาพ ในการศึกษาครั้งนี้แปลงค่าพลังงานโดยรวมที่เกิดจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติมและส่วนภาระการทำความเย็นที่มีหน่วยเป็น W/m<sup>2</sup> แปลงเป็น kWh หลังจากนั้นนำไปหาค่า CO<sub>2</sub> Emission จากโปรแกรม Indirect CO<sub>2</sub> Emission from Purchased Electricity. Version 3.0 ซึ่งเป็นของ World Resources Institute (WRI) โดยกำหนดค่า CO<sub>2</sub> Emission factor (gram CO<sub>2</sub>/kWh) เป็นข้อมูลของประเทศไทยในปี 2005 จาก International Energy Agency Data Service (2006)

ตารางที่ 10 การคำนวณปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission

| Type                | Annual Electricity<br>Used in the Building<br>(kWh) | CO <sub>2</sub> emission<br>factor (grams<br>CO <sub>2</sub> / kWh) | Indirect CO <sub>2</sub> emissions in<br>Metric tons<br>(AxB)/1,000,000 |
|---------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
|                     | (A)                                                 | (B)                                                                 | Metric tons CO <sub>2</sub>                                             |
| กระจกใส             | 799,072.63                                          | 531.3397                                                            | 424.58                                                                  |
| Low-E               | 788,687.46                                          | 531.3397                                                            | 419.06                                                                  |
| LowE-0°             | 719,001.01                                          | 531.3397                                                            | 382.03                                                                  |
| LowE-30°            | 719,649.81                                          | 531.3397                                                            | 382.38                                                                  |
| LowE-60°            | 725,204.51                                          | 531.3397                                                            | 385.33                                                                  |
| LowE-60°-<br>mirror | 727,136.00                                          | 531.3397                                                            | 386.36                                                                  |

### 3.5 การคำนวณค่าใช้จ่ายการใช้พลังงาน

เนื่องจากโครงงานวิจัยนี้มีลักษณะเป็นโครงการกิจการเฉพาะอย่าง ตั้งอยู่นอกกรุงเทพมหานคร จึงต้องใช้ข้อมูลของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค มีรายละเอียดดังนี้ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557)

#### ประเภทที่ 5 กิจการเฉพาะอย่าง

สำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบกิจการโรงแรม และ กิจการให้เข้าพักอาศัย ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ย ใน 15 นาที สูงสุด ตั้งแต่ 30 kW ขึ้นไป โดยต่อผ่านเครื่องวัดไฟฟ้าเครื่องเดียว (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2557)



ตารางที่ 11 อัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Rate : TOU)

|                                  | ค่าความต้องการพลัง<br>ไฟฟ้า (บาท/กิโลวัตต์) | ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/<br>หน่วย) |          | ค่าบริการ<br>(บาท/เดือน) |
|----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|----------|--------------------------|
|                                  | On Peak                                     | On Peak                         | Off Peak |                          |
| 1. แรงดันตั้งแต่ 69 kV<br>ขึ้นไป | 74.14                                       | 3.5982                          | 2.1572   | 312.24                   |
| 2. แรงดัน 22 – 33 kV             | 132.93                                      | 3.6796                          | 2.1760   | 312.24                   |
| 3. แรงดันต่ำกว่า 22 kV           | 210.00                                      | 3.8254                          | 2.2092   | 312.24                   |

On Peak : เวลา 09:00 – 22:00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

Off Peak : เวลา 22:00 – 09:00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

เวลา 00:00 – 24:00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)

ที่มา: การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2557)

เนื่องจากกรณีศึกษาได้รับไฟฟ้า 33 kV จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และช่วงเวลาที่มีการใช้งานอยู่ในช่วง On Peak เป็นส่วนมาก จึงคิดค่าไฟฟ้าเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับที่หน่วยละ 3.6796 บาท โดยค่าไฟฟ้าส่วนนี้จะไม่รวมค่า FT ค่า Peak และค่า VAT 7 %

#### 4. บทสรุป

จากวิธีการทดลองที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า พลังงานแสงสว่างไฟฟ้าในส่วนของแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติมนั้นจะสามารถหาได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม DIALux โดยการจำลองค่าการส่องสว่างที่เกิดขึ้นในอาคาร (lux) และนำมาหาค่าพลังงานไฟฟ้าการใช้แสงประดิษฐ์ต่อไป (Artificial Lighting Load, W/m<sup>2</sup>) โดยการหาพื้นที่ที่ได้กราฟ ซึ่งในส่วนของพลังงานในระบบปรับอากาศ สามารถหาได้จากการจำลองด้วยโปรแกรม EDSL Tas ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวจะสามารถหาค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ของพลังงานระบบปรับอากาศได้ ค่าดังกล่าวทั้งสองค่านี้นำมาคำนวณในส่วนของค่าพลังงานโดยรวม (Total Energy Consumption, kWh/year) ของห้องพักและอาคารโรงแรมต่อไป นอกจากนี้การศึกษาค้างนี้ยังนำไปคิดเป็นค่าไฟฟ้าและค่าปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission เพิ่มเติมเพื่อเป็นการพิจารณาในแง่ของปริมาณค่าไฟฟ้าและ CO<sub>2</sub> Emission

โดยการศึกษาครั้งนี้จะเริ่มศึกษาจากการทดลองแรกซึ่งเป็นการเปรียบเทียบวัสดุกระจก และเมื่อได้วัสดุกระจกที่เหมาะสมแล้วจะนำไปปรับปรุงต่อในการทดลองที่สองเพื่อหารูปแบบแผงกันแดดที่เหมาะสมต่อไป

## ผลและวิจารณ์

### ผล

#### 1. ผลการศึกษาการใช้พลังงานโดยรวมของห้องพัก (Total Energy Consumption)

##### 1.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของการใช้วัสดุกระจก

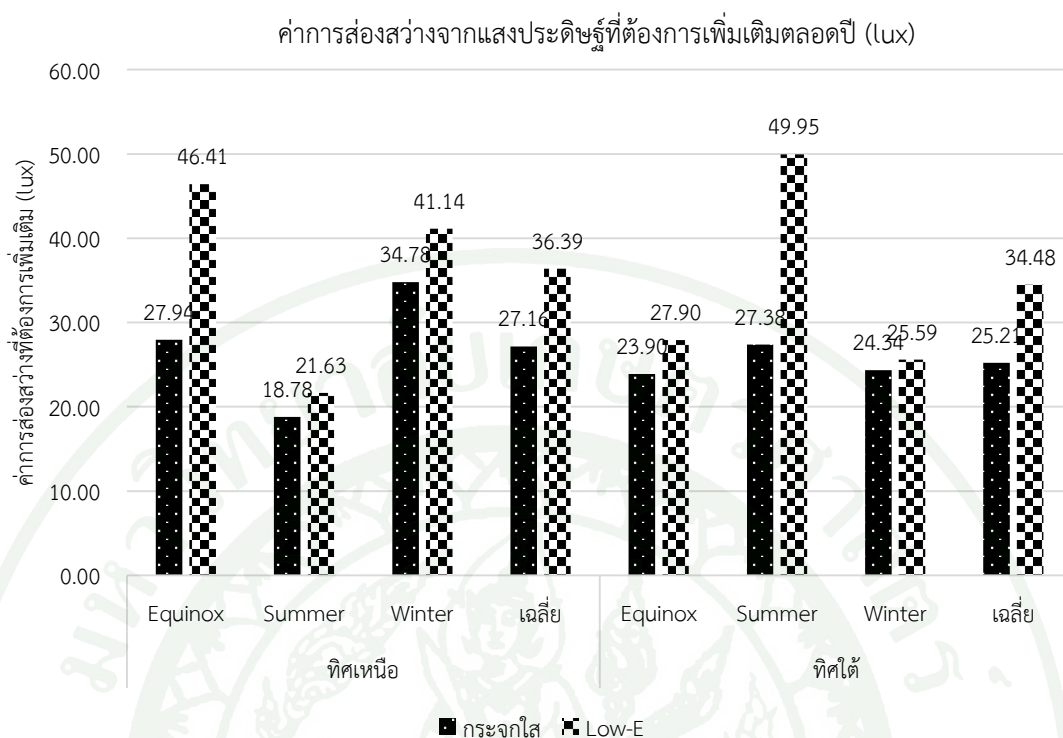
1.1.1 ผลการศึกษาของค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ด้วยโปรแกรม DIALux 4.12

**ตารางที่ 12** ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux\*)

| วันเดือนปี       | ค่าความต้องการการส่องสว่าง (lux) |       |         |       |
|------------------|----------------------------------|-------|---------|-------|
|                  | ทิศเหนือ                         |       | ทิศใต้  |       |
|                  | กระจกใส                          | Low-E | กระจกใส | Low-E |
| 21 มีนาคม 2557   | 27.94                            | 46.41 | 23.90   | 27.90 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 18.78                            | 21.63 | 27.38   | 49.95 |
| 21 ธันวาคม 2557  | 34.78                            | 41.14 | 24.34   | 25.59 |
| เฉลี่ยต่อปี**    | 27.16                            | 36.39 | 25.21   | 34.48 |

\* จากบทที่ 3 หน้า 55 ค่า Artificial light consumption 100% = ค่าความต้องการการส่องสว่าง 100 lux

\*\* เฉลี่ยเป็นวันใน 1 ปี จากค่าวันที่ 21 มีนาคม, 21 มิถุนายน และ 21 ธันวาคม ทั้ง 3 คำนำมาเฉลี่ย



**ภาพที่ 46** การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้ จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ )

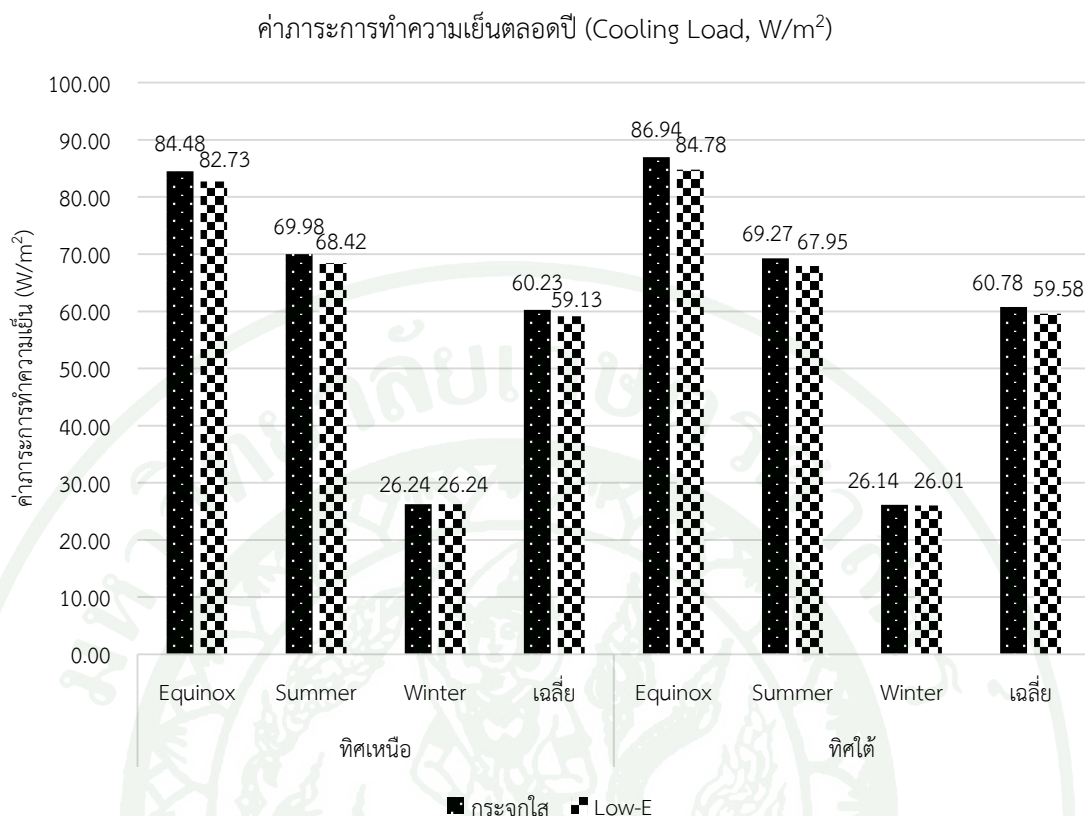
ตารางที่ 12 และภาพที่ 46 แสดงการเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ของการใช้วัสดุของกระจกของห้องพักในโรงแรมที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือนั้นเมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) น้อยกว่าเมื่อกระจก Low-E เท่ากับ 9.23 lux (คิดเป็น 25.36 %) โดยสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศใต้นั้นเมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) น้อยกว่าเมื่อใช้กระจก Low-E เท่ากับ 9.28 lux (คิดเป็น 26.90 %)



1.1.2 ผลการศึกษาค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ด้วยโปรแกรม EDSL Tas

**ตารางที่ 13** ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>)

| วันเดือนปี       | ค่าภาระการทำความเย็น (W/m <sup>2</sup> ) |       |         |       |
|------------------|------------------------------------------|-------|---------|-------|
|                  | ทิศเหนือ                                 |       | ทิศใต้  |       |
|                  | กระจกใส                                  | Low-E | กระจกใส | Low-E |
| 21 มีนาคม 2557   | 84.48                                    | 82.73 | 86.94   | 84.78 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 69.98                                    | 68.42 | 69.27   | 67.95 |
| 21 ธันวาคม 2557  | 26.24                                    | 26.24 | 26.14   | 26.01 |
| เฉลี่ยต่อปี      | 60.23                                    | 59.13 | 60.78   | 59.58 |



ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ของห้องพักในโรงแรม ในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)

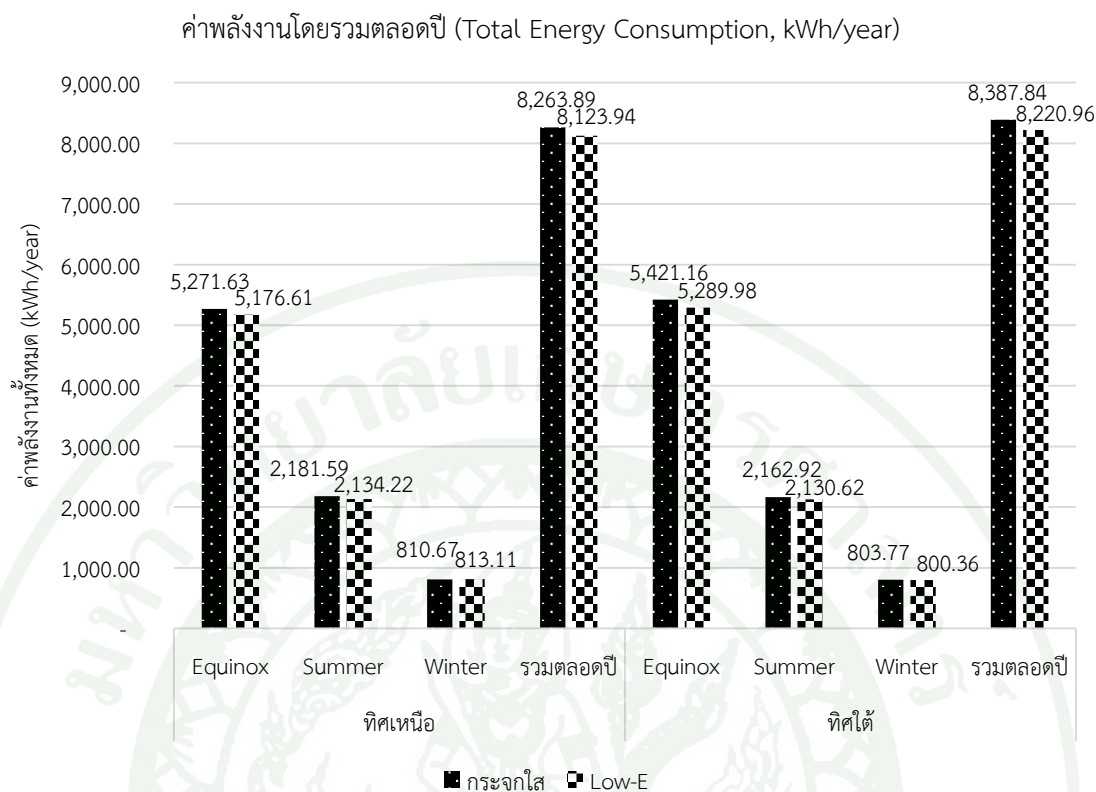
ตารางที่ 13 และ ภาพที่ 47 การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าภาระการทำความเย็น (W/m<sup>2</sup>) มีค่ามากกว่าเมื่อใช้กระจก Low-E เท่ากับ 1.11 W/m<sup>2</sup> (คิดเป็น 1.84 %) โดยเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าภาระการทำความเย็น (W/m<sup>2</sup>) มากกว่ากระจก Low-E เท่ากับ 1.2 W/m<sup>2</sup> (คิดเป็น 1.98 %)

1.1.3 ผลการศึกษาค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

**ตารางที่ 14** ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

| วันเดือนปี       | ค่าพลังงานทั้งหมด (kWh) |          |          |          |
|------------------|-------------------------|----------|----------|----------|
|                  | ทิศเหนือ                |          | ทิศใต้   |          |
|                  | กระจกใส                 | Low-E    | กระจกใส  | Low-E    |
| 21 มีนาคม 2557   | 5,271.63                | 5,176.61 | 5,421.16 | 5,289.98 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 2,181.59                | 2,134.22 | 2,162.92 | 2,130.62 |
| 21 ธันวาคม 2557  | 810.67                  | 813.11   | 803.77   | 800.36   |
| รวม (kWh/year)   | 8,263.89                | 8,123.94 | 8,387.84 | 8,220.96 |

หมายเหตุ การคำนวณค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ได้จาก บทที่ 3 หน้า 62



**ภาพที่ 48** การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ )

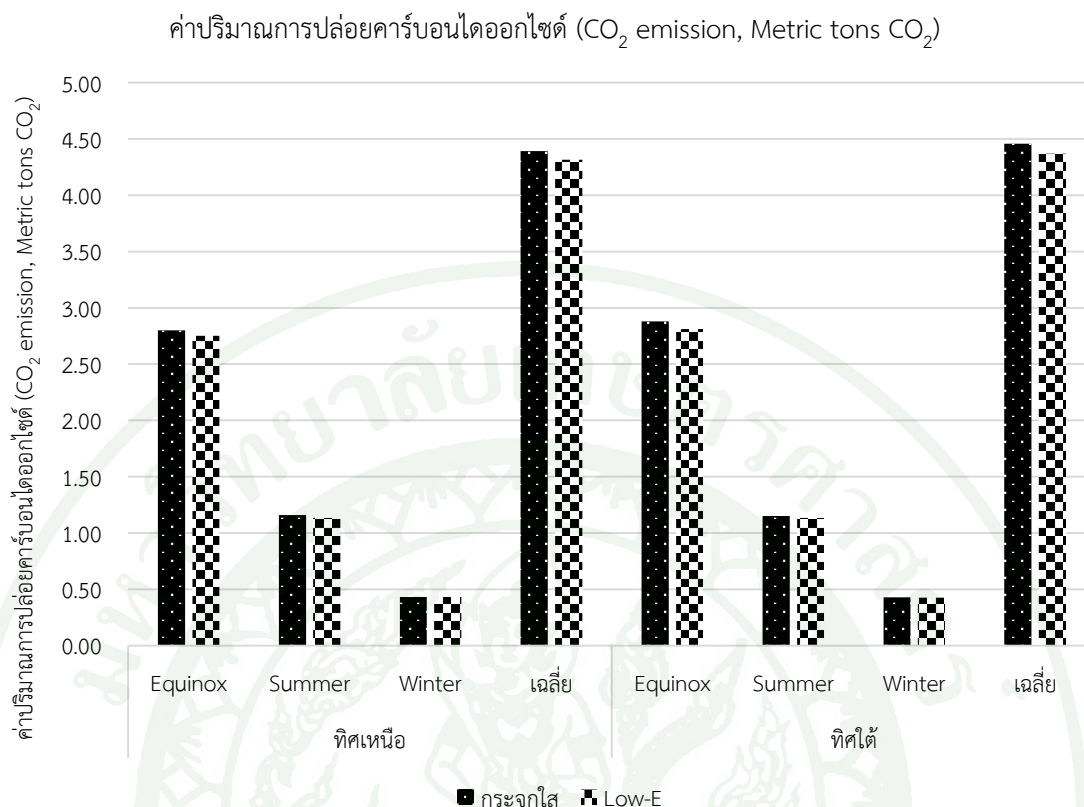
ตารางที่ 14 และภาพที่ 48 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption,  $W/m^2$ ) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจกใสจะมีค่าพลังงานทั้งหมด (kWh/year) มากกว่ากระจก Low-E เท่ากับ 139.95 kWh/year (คิดเป็น 1.69 %) โดยเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อติดตั้งกระจกใสมีค่าพลังงานโดยรวม (kWh/year) มากกว่ากระจก Low-E เท่ากับ 166.88 kWh/year (คิดเป็น 1.99 %)



1.1.4 ผลการศึกษาค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>)

**ตารางที่ 15** ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

| วันเดือนปี       | ค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปี (CO <sub>2</sub> , Metric tons CO <sub>2</sub> ) |       |         |       |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|-------|
|                  | ทิศเหนือ                                                                                 |       | ทิศใต้  |       |
|                  | กระจกใส                                                                                  | Low-E | กระจกใส | Low-E |
| 21 มีนาคม 2557   | 2.80                                                                                     | 2.88  | 2.75    | 2.81  |
| 21 มิถุนายน 2557 | 1.16                                                                                     | 1.15  | 1.13    | 1.13  |
| 21 ธันวาคม 2557  | 0.43                                                                                     | 0.43  | 0.43    | 0.43  |
| รวม              | 4.39                                                                                     | 4.46  | 4.32    | 4.37  |



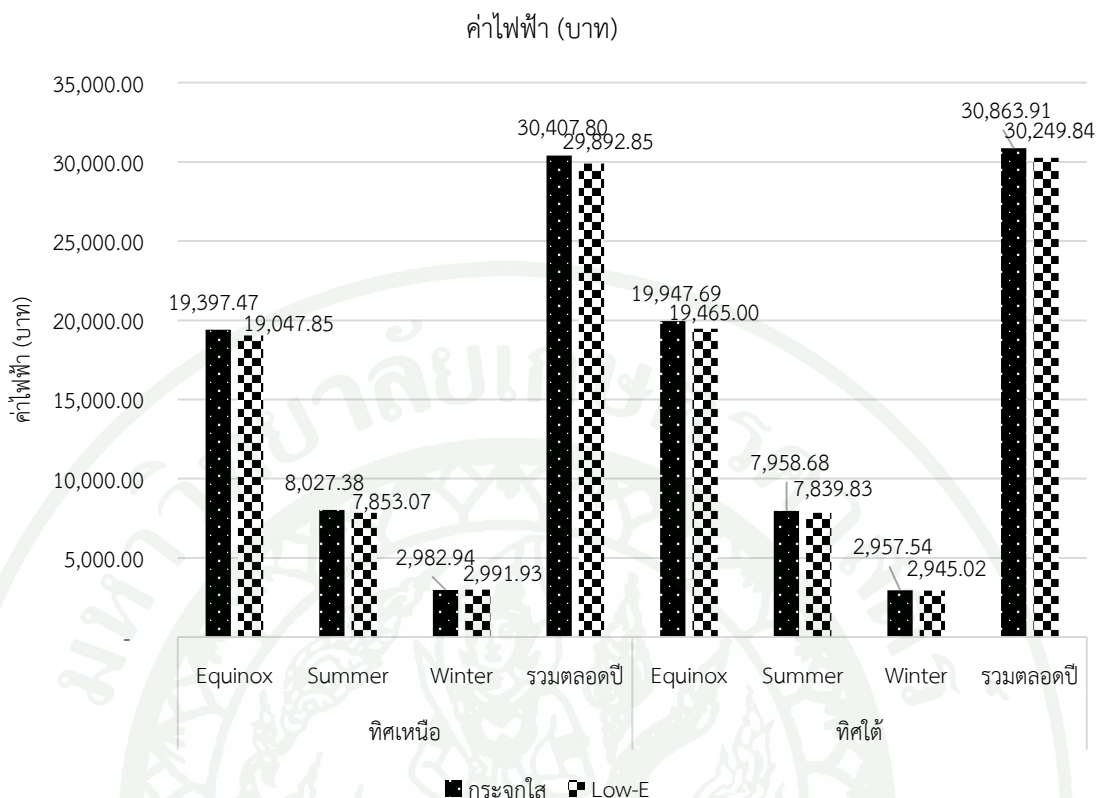
**ภาพที่ 49** การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)

ตารางที่ 15 และภาพที่ 49 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ของการใช้วัสดุของกระจกของห้องพักในโรงแรมที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือนั้นเมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าเมื่อกระจก Low-E เท่ากับ 0.07 Metric tons CO<sub>2</sub> (คิดเป็น 1.59 %) โดยสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศใต้นั้นเมื่อใช้กระจกใสจะมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าเมื่อใช้กระจก Low-E เท่ากับ 0.09 Metric tons CO<sub>2</sub> (คิดเป็น 2.07 %)

## 1.1.5 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า (บาท)

ตารางที่ 16 ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าไฟฟ้า (บาท)

| วันเดือนปี       | ค่าไฟฟ้า (บาท) |           |           |           |
|------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
|                  | ทิศเหนือ       |           | ทิศใต้    |           |
|                  | กระจกใส        | Low-E     | กระจกใส   | Low-E     |
| 21 มีนาคม 2557   | 19,397.47      | 19,047.85 | 19,947.69 | 19,465.00 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 8,027.38       | 7,853.07  | 7,958.68  | 7,839.83  |
| 21 ธันวาคม 2557  | 2,982.94       | 2,991.93  | 2,957.54  | 2,945.02  |
| รวม              | 30,407.80      | 29,892.85 | 30,863.91 | 30,249.84 |



**ภาพที่ 50** การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ )

ตารางที่ 16 และภาพที่ 50 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของการใช้วัสดุของกระจกของห้องพักในโรงแรมที่หันไปทางทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือนั้นเมื่อใช้กระจก Low-E จะมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่าเมื่อใช้กระจกใส เท่ากับ 514.94 บาท (คิดเป็น 1.69 %) โดยสำหรับห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศใต้นั้นเมื่อใช้กระจก Low-E จะมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ น้อยกว่าเมื่อใช้กระจกใส เท่ากับ 614.07 บาท (คิดเป็น 1.99 %)



## 1.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสง

1.2.1 ผลการศึกษาของค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ด้วยโปรแกรม DIALux 4.12

**ตารางที่ 17** ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux)

| วันเดือนปี       | ค่าความต้องการการส่องสว่าง (lux) |          |          |                 |         |          |          |                 |
|------------------|----------------------------------|----------|----------|-----------------|---------|----------|----------|-----------------|
|                  | ทิศเหนือ                         |          |          |                 | ทิศใต้  |          |          |                 |
|                  | LowE-0°                          | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror | LowE-0° | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 34.43                            | 30.42    | 27.55    | 26.90           | 31.20   | 28.16    | 25.62    | 25.07           |
| 21 มิถุนายน 2557 | 25.05                            | 22.99    | 20.91    | 20.56           | 37.28   | 31.13    | 27.81    | 27.27           |
| 21 ธันวาคม 2557  | 46.49                            | 37.73    | 36.58    | 35.09           | 29.18   | 27.72    | 26.30    | 25.18           |
| เฉลี่ยต่อปี      | 35.32                            | 30.38    | 28.35    | 27.52           | 32.55   | 29.00    | 26.58    | 26.17           |



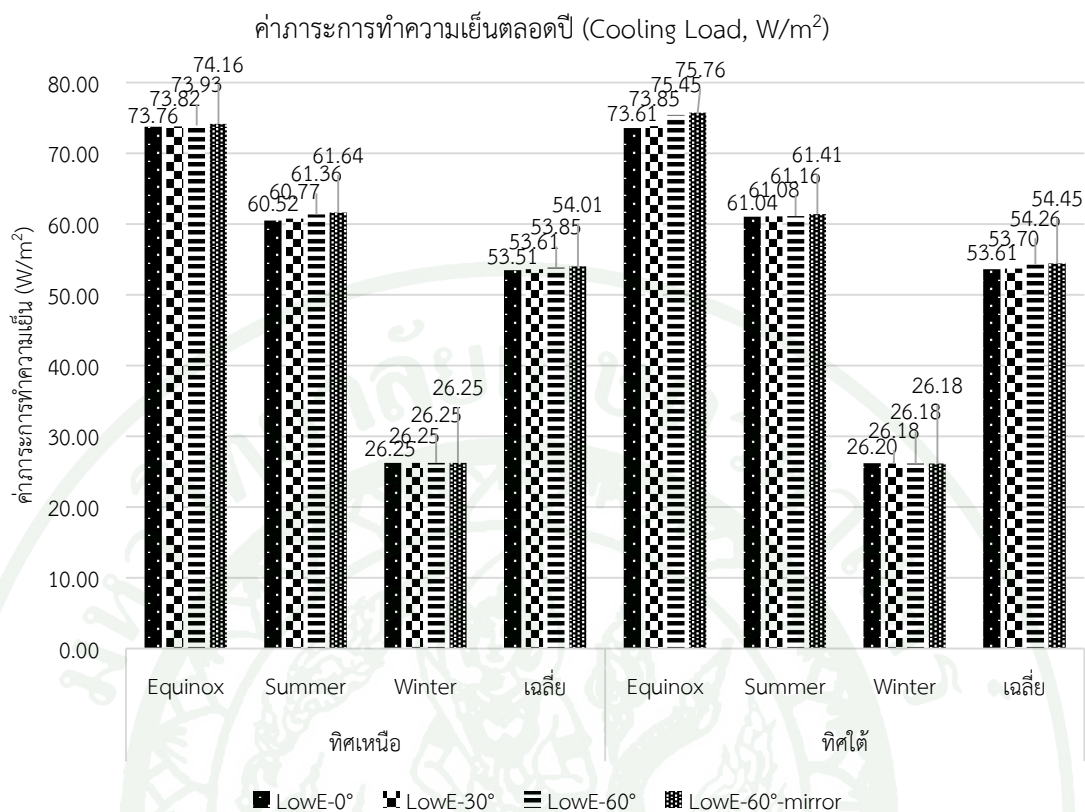
ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 17 ภาพที่ 51 การเปรียบเทียบค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าห้องที่หันช่องเปิดไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 60 องศาจากแนวระนาบที่ติดกระจกเงาด้านบนนั้นจะมีค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) น้อยที่สุด โดยมีค่า 27.52 lux เมื่อพิจารณาห้องพักที่หันช่องเปิดไปทางทิศใต้พบว่าเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 60 องศาจากแนวระนาบที่ติดกระจกเงาด้านบนนั้นจะมีค่าการส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ที่ต้องการเพิ่มเติม (lux) น้อยที่สุด โดยมีค่า 26.17 lux

1.2.2 ผลการศึกษาค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ด้วยโปรแกรม EDSL Tas

**ตารางที่ 18** ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>)

| วันเดือนปี       | ค่าภาระการทำความเย็น (W/m <sup>2</sup> ) |          |          |                 |         |          |          |                 |
|------------------|------------------------------------------|----------|----------|-----------------|---------|----------|----------|-----------------|
|                  | ทิศเหนือ                                 |          |          |                 | ทิศใต้  |          |          |                 |
|                  | LowE-0°                                  | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror | LowE-0° | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 73.76                                    | 73.82    | 73.93    | 74.16           | 73.61   | 73.85    | 75.45    | 75.76           |
| 21 มิถุนายน 2557 | 60.52                                    | 60.77    | 61.36    | 61.64           | 61.04   | 61.08    | 61.16    | 61.41           |
| 21 ธันวาคม 2557  | 26.25                                    | 26.25    | 26.25    | 26.25           | 26.20   | 26.18    | 26.18    | 26.18           |
| เฉลี่ยต่อปี      | 53.51                                    | 53.61    | 53.85    | 54.01           | 53.61   | 53.70    | 54.26    | 54.45           |



**ภาพที่ 52** การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

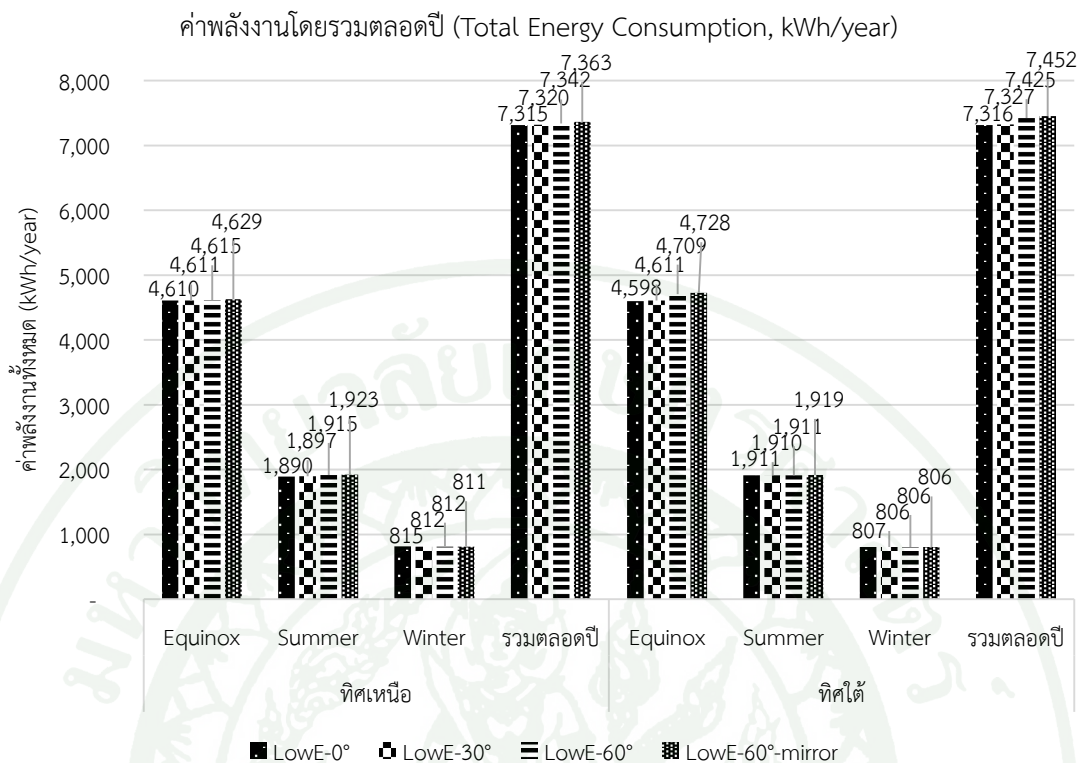
ตารางที่ 18 และ ภาพที่ 52 การเปรียบเทียบค่าภาระการทำความเย็น (Cooling Load, W/m<sup>2</sup>) ห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบนั้นมีค่าภาระการทำความเย็นต่ำที่สุดโดยมีค่า 53.51 W/m<sup>2</sup> ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบนั้นมีค่าภาระการทำความเย็นต่ำที่สุดโดยมีค่า 53.61 W/m<sup>2</sup>



1.2.3 ผลการศึกษาค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

ตารางที่ 19 ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

| วันเดือนปี       | ค่าพลังงานทั้งหมด (kWh) |          |          |                 |         |          |          |                 |
|------------------|-------------------------|----------|----------|-----------------|---------|----------|----------|-----------------|
|                  | ทิศเหนือ                |          |          |                 | ทิศใต้  |          |          |                 |
|                  | LowE-0°                 | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror | LowE-0° | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 4,610                   | 4,611    | 4,615    | 4,629           | 4,598   | 4,611    | 4,709    | 4,728           |
| 21 มิถุนายน 2557 | 1,890                   | 1,897    | 1,915    | 1,923           | 1,911   | 1,910    | 1,911    | 1,919           |
| 21 ธันวาคม 2557  | 815                     | 812      | 812      | 811             | 807     | 806      | 806      | 806             |
| รวม (kWh/year)   | 7,315                   | 7,320    | 7,342    | 7,363           | 7,316   | 7,327    | 7,425    | 7,452           |



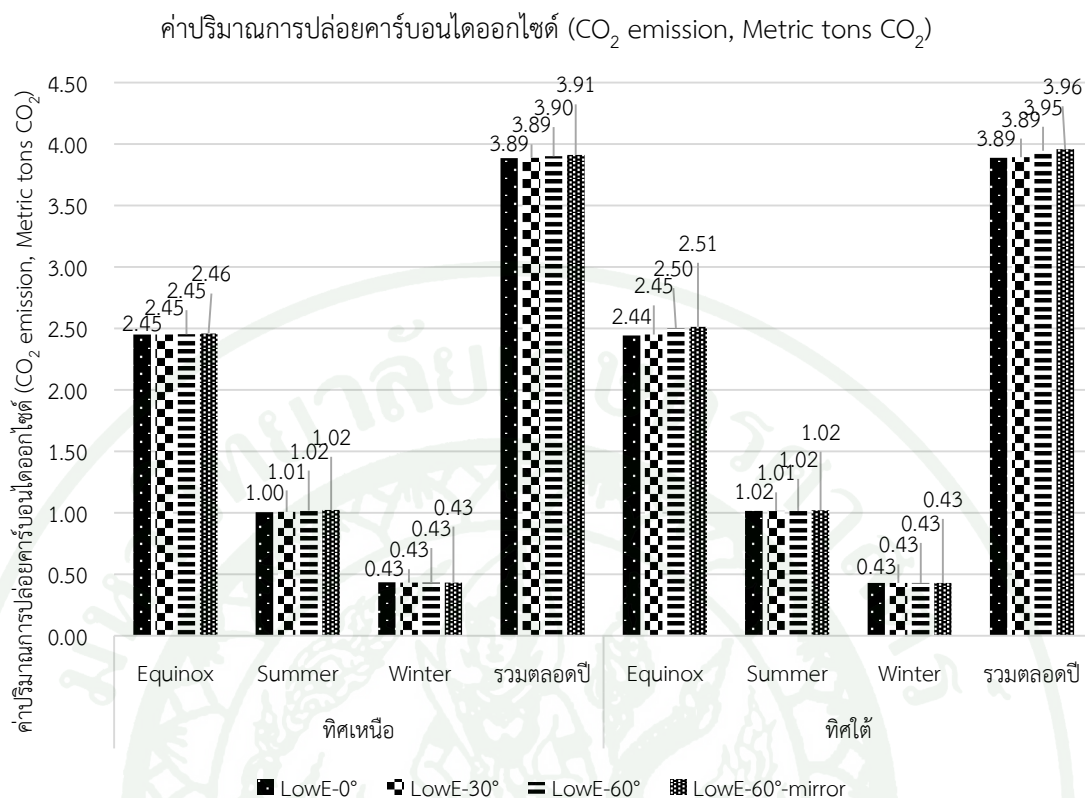
ภาพที่ 53 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 19 และ รูปที่ 53 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศา ในแนวระนาบมีค่าภาระการทำความเย็นต่ำที่สุดโดยมีค่า 7,315 kWh/year ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศา ในแนวระนาบมีค่าภาระการทำความเย็นต่ำที่สุดโดยมีค่า 7,316 kWh/year

1.2.4 ผลการศึกษาค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>)

ตารางที่ 20 ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

| วันเดือนปี       | ค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปี (CO <sub>2</sub> , Metric tons CO <sub>2</sub> ) |          |          |                 |         |          |          |                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|---------|----------|----------|-----------------|
|                  | ทิศเหนือ                                                                                 |          |          |                 | ทิศใต้  |          |          |                 |
|                  | LowE-0°                                                                                  | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror | LowE-0° | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 2.45                                                                                     | 2.45     | 2.45     | 2.46            | 2.44    | 2.45     | 2.50     | 2.51            |
| 21 มิถุนายน 2557 | 1.00                                                                                     | 1.01     | 1.02     | 1.02            | 1.02    | 1.01     | 1.02     | 1.02            |
| 21 ธันวาคม 2557  | 0.43                                                                                     | 0.43     | 0.43     | 0.43            | 0.43    | 0.43     | 0.43     | 0.43            |
| ตลอดปี           | 3.89                                                                                     | 3.89     | 3.90     | 3.91            | 3.89    | 3.89     | 3.95     | 3.96            |



ภาพที่ 54 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

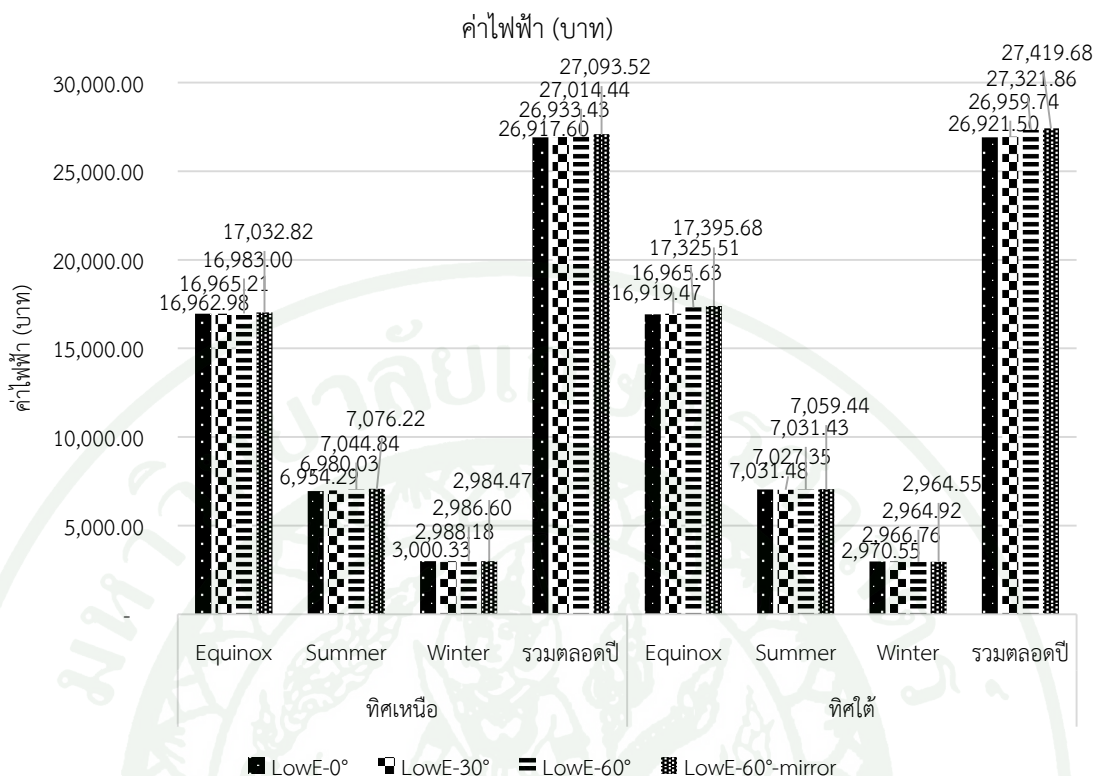
ตารางที่ 20 และภาพที่ 54 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีต่ำที่สุดโดยมีค่า 3.89 Metric tons CO<sub>2</sub> ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีต่ำที่สุดโดยมีค่า 3.89 Metric tons CO<sub>2</sub>



## 1.2.5 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

ตารางที่ 21 ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าไฟฟ้า

| วันเดือนปี       | ค่าไฟฟ้า (บาท) |              |              |                         |             |              |              |                         |
|------------------|----------------|--------------|--------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------|-------------------------|
|                  | ทิศเหนือ       |              |              |                         | ทิศใต้      |              |              |                         |
|                  | LowE-<br>0°    | LowE-<br>30° | LowE-<br>60° | LowE-<br>60°-<br>mirror | LowE-<br>0° | LowE-<br>30° | LowE-<br>60° | LowE-<br>60°-<br>mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 16,962         | 16,965       | 16,983       | 17,032                  | 16,919      | 16,965       | 17,325       | 17,395                  |
| 21 มิถุนายน 2557 | 6,954          | 6,980        | 7,044        | 7,076                   | 7,031       | 7,027        | 7,031        | 7,059                   |
| 21 ธันวาคม 2557  | 3,000          | 2,988        | 2,986        | 2,984                   | 2,970       | 2,966        | 2,964        | 2,964                   |
| ตลอดปี           | 26,917         | 26,933       | 27,014       | 27,093                  | 26,921      | 26,959       | 27,321       | 27,419                  |



ภาพที่ 55 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมในทิศเหนือและทิศใต้จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 21 และภาพที่ 55 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศเหนือเมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีต่ำที่สุดโดยมีค่า 26,917.60 บาท ผลการศึกษายังชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักหันไปทางทิศใต้เมื่อติดตั้งกระจก Low-E และมีแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปีต่ำที่สุดโดยมีค่า 26,921.50 บาท

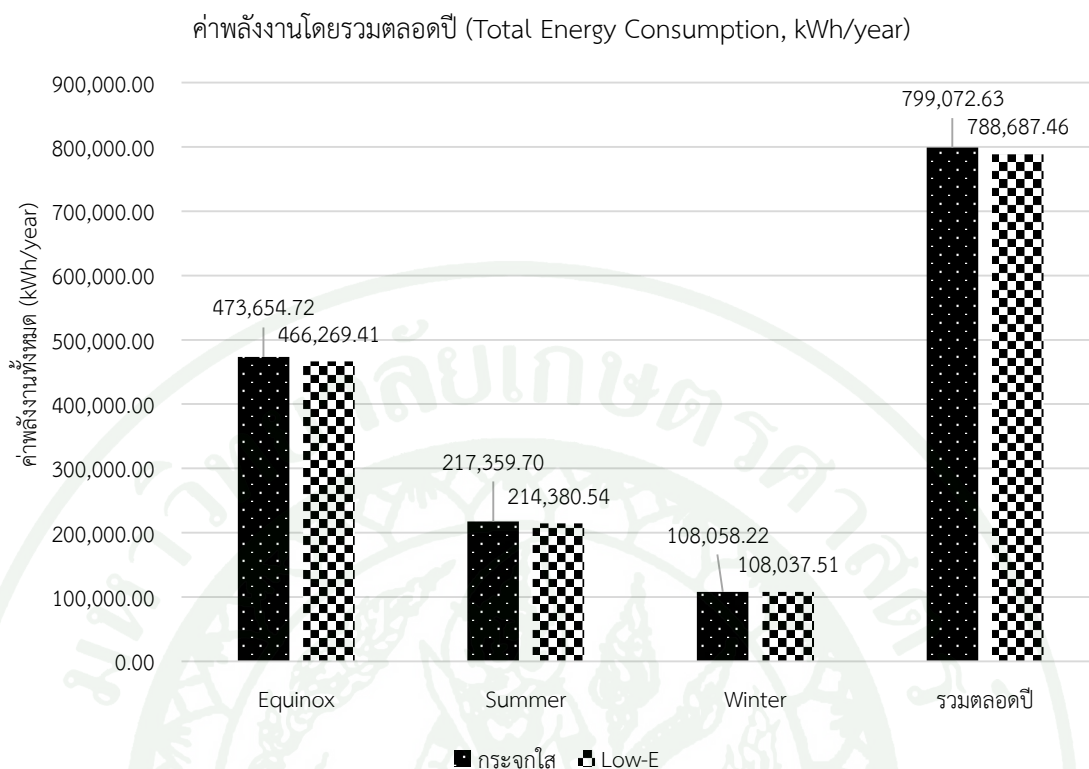
## 2. ผลการศึกษาการใช้พลังงานของอาคารโรงแรม

### 2.1 ผลการศึกษาอิทธิพลของการใช้วัสดุกระจก

2.1.1 ผลการศึกษาค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

ตารางที่ 22 ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

| วันเดือนปี        | ค่าพลังงานทั้งหมด (kWh) |            |
|-------------------|-------------------------|------------|
|                   | กระจกใส                 | Low-E      |
| 21 มีนาคม 2557    | 473,654.72              | 466,269.41 |
| 21 มิถุนายน 2557  | 217,359.70              | 214,380.54 |
| 21 ธันวาคม 2557   | 108,058.22              | 108,037.51 |
| ตลอดปี (kWh/year) | 799,072.63              | 788,687.46 |



ภาพที่ 56 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ของโรงแรมจากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ )

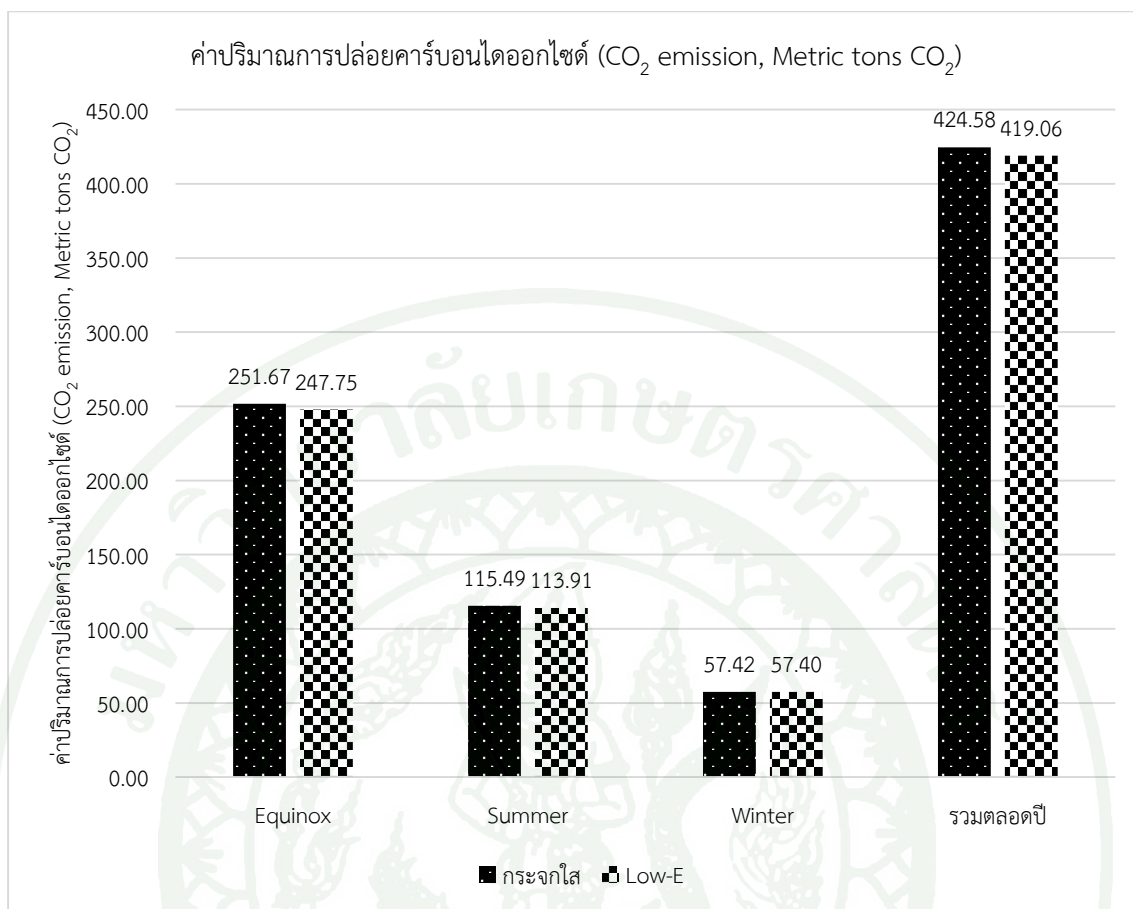
ตารางที่ 22 และภาพที่ 56 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปีในโรงแรมจากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อใช้กระจก Low-E มีค่าพลังงานโดยรวมตลอดปีที่น้อยกว่ากระจกใสเท่ากับ 10,385.17 kWh/year (คิดเป็น 1.30 %)

2.1.2 ผลการศึกษาค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>)

**ตารางที่ 23** ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

| วันเดือนปี       | ค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปี (CO <sub>2</sub> , Metric tons CO <sub>2</sub> ) |        |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|                  | กระจกใส                                                                                  | Low-E  |
| 21 มีนาคม 2557   | 251.67                                                                                   | 247.75 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 115.49                                                                                   | 113.91 |
| 21 ธันวาคม 2557  | 57.42                                                                                    | 57.40  |
| ตลอดปี           | 424.58                                                                                   | 419.06 |





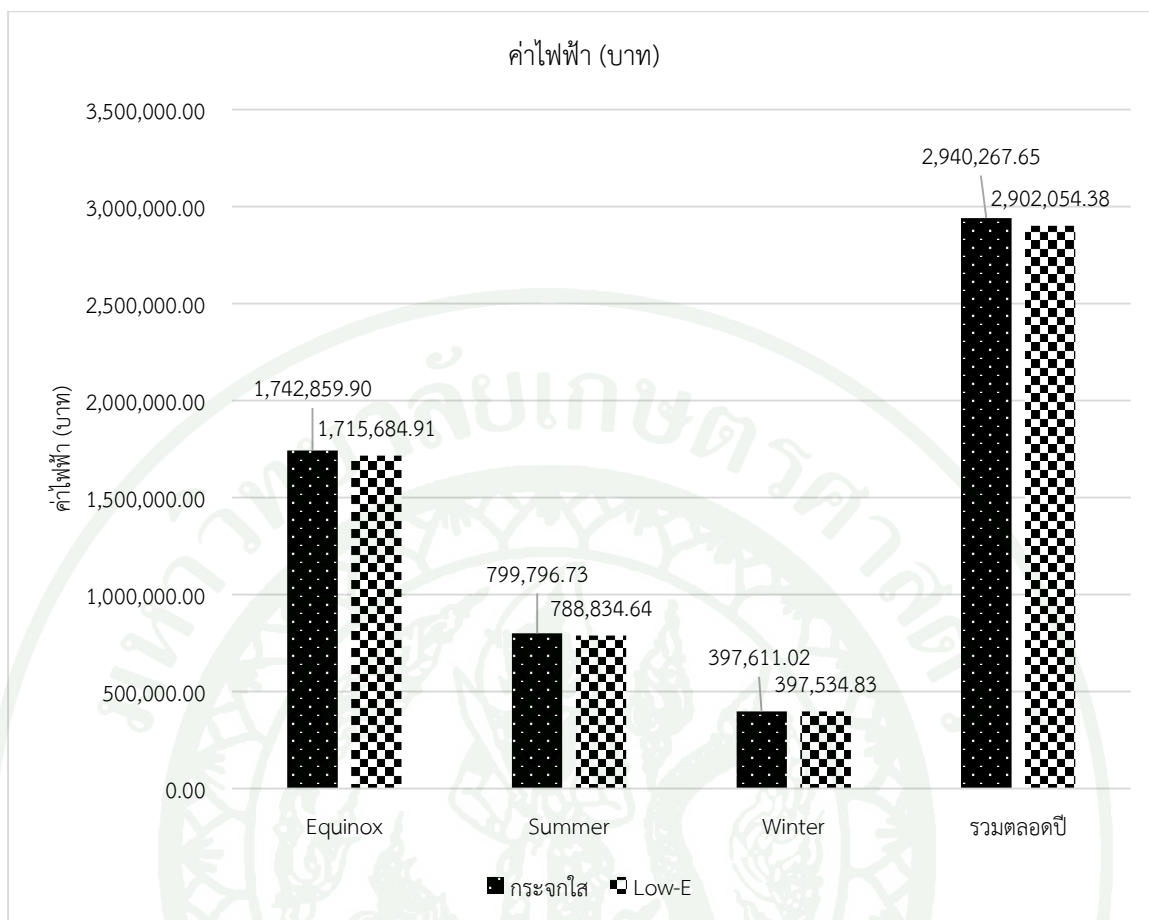
ภาพที่ 57 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของอาคารโรงแรมจากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67)

ตารางที่ 23 และภาพที่ 57 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของห้องพักในโรงแรมจากการใช้กระจกใส (T=0.90) และกระจก Low-E (T=0.67) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อใช้กระจก Low-E มีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่น้อยกว่ากระจกใสเท่ากับ 5.52 Metric tons CO<sub>2</sub> (คิดเป็น 1.30 %)

## 2.1.3 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า (บาท)

ตารางที่ 24 ผลการศึกษาอิทธิพลวัสดุกระจกของกรอบอาคารต่อค่าไฟฟ้า

| วันเดือนปี       | ค่าไฟฟ้า (บาท) |              |
|------------------|----------------|--------------|
|                  | กระจกใส        | Low-E        |
| 21 มีนาคม 2557   | 1,742,859.90   | 1,715,684.91 |
| 21 มิถุนายน 2557 | 799,796.73     | 788,834.64   |
| 21 ธันวาคม 2557  | 397,611.02     | 397,534.83   |
| ตลอดปี           | 2,940,267.65   | 2,902,054.38 |



ภาพที่ 58 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของอาคารโรงแรม จากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ )

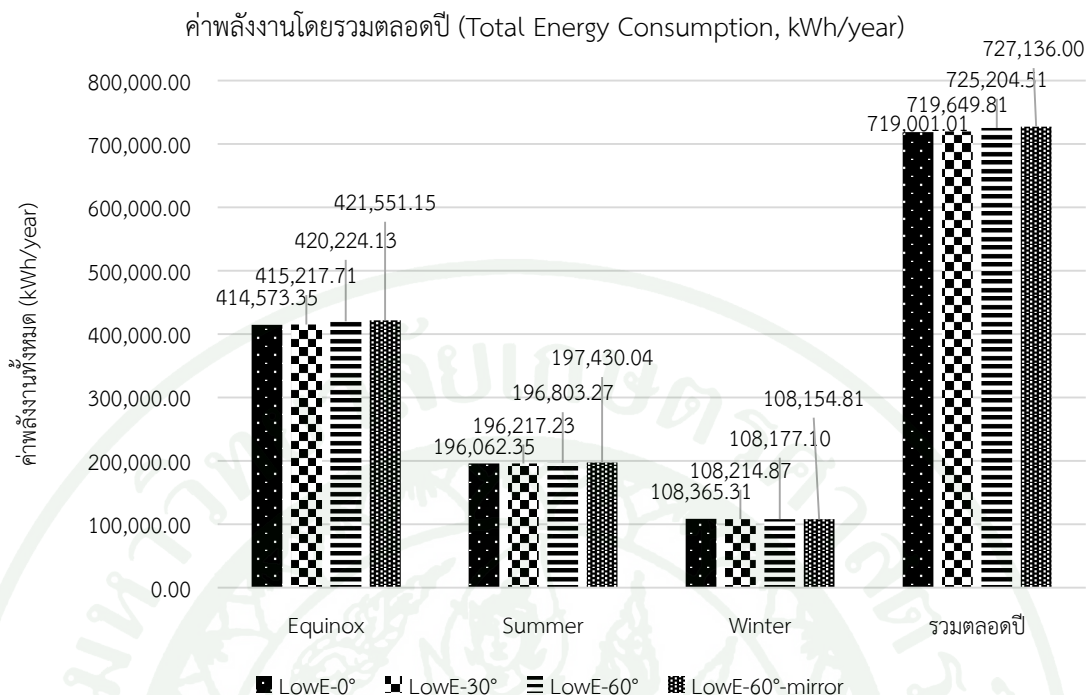
ตารางที่ 24 และภาพที่ 58 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมจากการใช้กระจกใส ( $T=0.90$ ) และกระจก Low-E ( $T=0.67$ ) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อใช้กระจก Low-E มีค่าการปล่อยที่น้อยกว่ากระจกใสเท่ากับ 38,213.27 บาท (คิดเป็น 1.30 %)

## 2.2 ผลการศึกษาอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดแบบหึ่งแสง

2.2.1 ผลการศึกษาค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year)

**ตารางที่ 25** ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี  
(Total Energy Consumption, kWh/year)

| วันเดือนปี        | ค่าพลังงานทั้งหมด (kWh) |            |            |                 |
|-------------------|-------------------------|------------|------------|-----------------|
|                   | LowE-0°                 | LowE-30°   | LowE-60°   | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557    | 414,573.35              | 415,217.71 | 420,224.13 | 421,551.15      |
| 21 มิถุนายน 2557  | 196,062.35              | 196,217.23 | 196,803.27 | 197,430.04      |
| 21 ธันวาคม 2557   | 108,365.31              | 108,214.87 | 108,177.10 | 108,154.81      |
| ตลอดปี (kWh/year) | 719,001.01              | 719,649.81 | 725,204.51 | 727,136.00      |



ภาพที่ 59 การเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี (Total Energy Consumption, kWh/year) ของอาคารโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

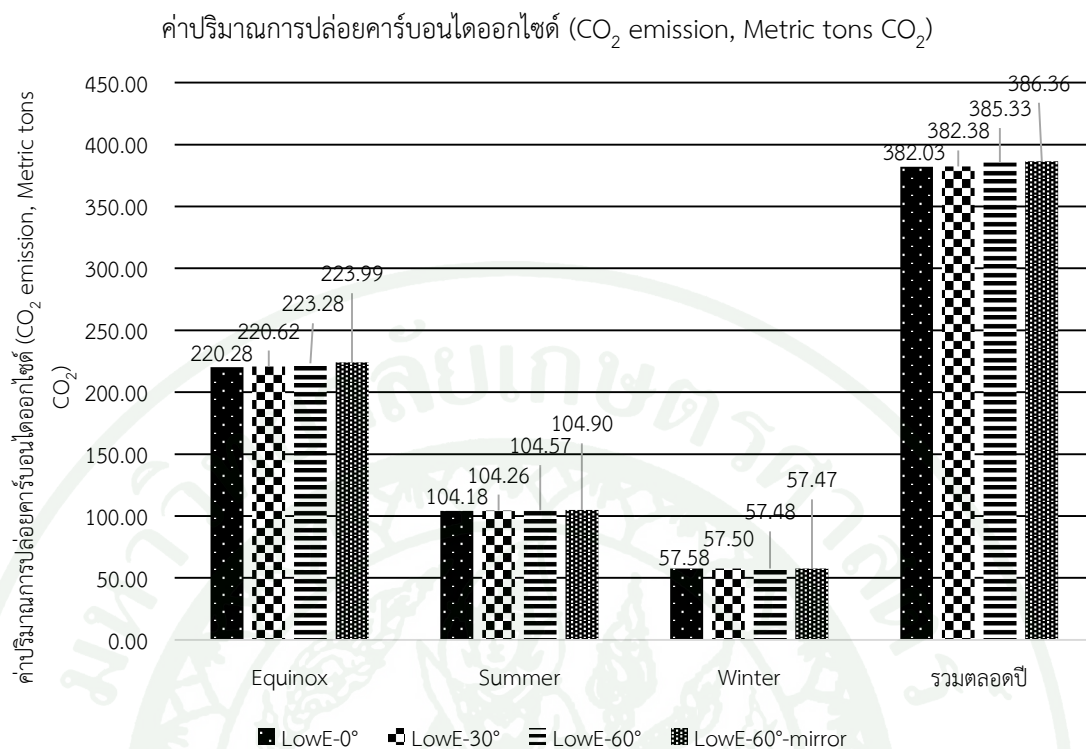
ตารางที่ 25 และ รูปที่ 59 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานโดยรวมตลอดปีของห้องพักในโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักติดตั้งกระจก Low-E และมีหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าพลังงานโดยรวมตลอดปี ต่ำที่สุดโดยมีค่า 719,001.01 kWh/year



2.2.2 ผลการศึกษาค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>)

**ตารางที่ 26** ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์

| วันเดือนปี       | ค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ตลอดปี (CO <sub>2</sub> , Metric tons CO <sub>2</sub> ) |          |          |                 |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|-----------------|
|                  | LowE-0°                                                                                  | LowE-30° | LowE-60° | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 220.28                                                                                   | 220.62   | 223.28   | 223.99          |
| 21 มิถุนายน 2557 | 104.18                                                                                   | 104.26   | 104.57   | 104.90          |
| 21 ธันวาคม 2557  | 57.58                                                                                    | 57.50    | 57.48    | 57.47           |
| ตลอดปี           | 382.03                                                                                   | 382.38   | 385.33   | 386.36          |



ภาพที่ 60 การเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของอาคารโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 26 และภาพที่ 60 แสดงการเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub> emission, Metric tons CO<sub>2</sub>) ของห้องพักในโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักติดตั้งกระจก Low-E และมีหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ต่ำที่สุดโดยมีค่า 382.03 Metric tons CO<sub>2</sub>

### 2.2.3 ผลการศึกษาค่าไฟฟ้า

ตารางที่ 27 ผลการศึกษาอิทธิพลของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงต่อค่าไฟฟ้า

| วันเดือนปี       | ค่าไฟฟ้า (บาท) |              |              |                 |
|------------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|
|                  | LowE-0°        | LowE-30°     | LowE-60°     | LowE-60°-mirror |
| 21 มีนาคม 2557   | 1,525,464.09   | 1,527,835.08 | 1,546,256.72 | 1,551,139.60    |
| 21 มิถุนายน 2557 | 721,431.04     | 722,000.91   | 724,157.31   | 726,463.58      |
| 21 ธันวาคม 2557  | 398,741.00     | 398,187.45   | 398,048.48   | 397,966.45      |
| ตลอดปี           | 2,645,636.12   | 2,648,023.44 | 2,668,462.51 | 2,675,569.63    |



ภาพที่ 61 การเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของอาคารโรงแรม จากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ

ตารางที่ 27 และภาพที่ 61 แสดงการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้า (บาท) ของห้องพักในโรงแรมจากการใช้แผงกันแดดแบบหึ่งแสง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าเมื่อห้องพักติดตั้งกระจก Low-E และมีที่ทำมุม 0 องศาในแนวระนาบมีค่าไฟฟ้าต่ำที่สุดโดยมีค่า 2,645,636.12 บาท

## วิจารณ์

จากผลการศึกษาการใช้พลังงานในส่วนของห้องพักแล้วนั้น ผลการศึกษาในส่วนของอิทธิพลการใช้วัสดุกระจกต่อความต้องการในการใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มเติม (Artificial lighting load,  $W/m^2$ ) แสดงให้เห็นได้ว่า กระจก Low-E แทนกระจกใสนั้นก่อให้เกิดความต้องการใช้แสงประดิษฐ์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย อย่างไรก็ตามโดยภาพรวมแล้วนั้นการใช้กระจก Low-E แทนกระจกใสยังก่อให้เกิดความต้องการการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) น้อยกว่ากระจกใส โดยในทิศเหนือมีค่าที่แตกต่างกัน 139.95 kWh/year ส่วนในทิศใต้มีค่าที่แตกต่างกัน 166.88 kWh/year และเมื่อคิดเป็นการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ของทั้งอาคารมีค่าที่แตกต่างกันถึง 10,385.17 kWh/year

ผลการศึกษาในส่วนของห้องพักในการทดลองที่สองในเรื่องของอิทธิพลของรูปแบบแผงกันแดดต่อการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการใช้กระจก Low-E ร่วมกับแผงกันแดดแบบหึ่งแสงแล้วนั้น เห็นได้ว่าจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารโรงแรมได้มากขึ้นโดยจะปลดปล่อยพลังงานที่ต้องการเพิ่มเติมจากแสงประดิษฐ์ได้ อย่างไรก็ตามเมื่อมีการปรับองศาของแผงกันแดดแบบหึ่งแสงเปิดให้แสงธรรมชาติเข้ามามากขึ้นจาก 0 องศาเป็น 60 องศา ถึงแม้ว่าแสงธรรมชาติจะเข้ามามากขึ้นทำให้ความต้องการไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมนั้นลดลง แต่ค่าภาระการทำความเย็นจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยจะเห็นได้ว่าค่าภาระการทำความเย็นที่เพิ่มขึ้นนั้นเมื่อเปิดองศาจาก 0 องศาเป็น 60 องศา ในทิศเหนือมีค่าเพิ่มขึ้นถึง  $0.34 W/m^2$  ซึ่งมากกว่าค่าของพลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ลดลง  $0.09 W/m^2$  ซึ่งผลการปรับเปลี่ยนมุมมององศาของหึ่งแสงที่เปิดมากขึ้นนั้นจะส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ของห้องพักที่เพิ่มขึ้น 27 kWh/year ในทิศใต้มีค่าเพิ่มขึ้นถึง  $0.65 W/m^2$  ซึ่งมากกว่าค่าของพลังงานไฟฟ้าจากแสงประดิษฐ์เพิ่มเติมที่ลดลง  $0.07 W/m^2$  ซึ่งผลการปรับเปลี่ยนมุมมององศาของหึ่งแสงที่เปิดมากขึ้นนั้นจะส่งผลต่อค่าการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ของห้องพักที่เพิ่มขึ้น 109 kWh/year โดยเมื่อพิจารณาค่าการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ทั้งอาคารโรงแรมแล้วนั้นจะเพิ่มมากขึ้นถึง 6,203.5 kWh/year เมื่อคิดเป็นค่าปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นถึง 3.3 Metric tons  $CO_2$  และค่าไฟฟ้าให้เพิ่มสูงขึ้นตามไปถึง 22,826.39 บาทอีกด้วย

เมื่อพิจารณาในแง่การใช้กระจกเข้ามาช่วยในการสะท้อนแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารบนหึ่งแสงที่ทำมุม 60 องศา ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปริมาณความต้องการแสงประดิษฐ์ที่เพิ่มเติมขึ้นลดลงเล็กน้อย ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศาและ 30 องศา นั้นการใช้หึ่งแสงที่ทำมุม 60 องศาและมีกระจกเป็นพื้นผิวในการช่วยสะท้อนแสงนั้นยังก่อให้เกิดการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ของห้องพักในทิศเหนือที่สูงถึง 7,363 kWh/year และ



ก่อให้เกิดการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ของห้องพักในทิศใต้ที่สูงถึง 7,452 kWh/year โดยเมื่อพิจารณาค่าการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ทั้งอาคารโรงแรมแล้วนั้นจะสูงถึง 727,136 kWh/year

ดังนั้นจากผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบของกรอบอาคารที่เหมาะสมที่สุดของอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยนั้น คือ การใช้กระจก Low-E และแผงกันแดดแบบหึ่งแสงที่ทำมุม 0 องศา กับแนวระนาบ โดยสามารถเปรียบเทียบรูปแบบกรอบอาคารที่เหมาะสมที่สุดกับอาคารก่อนติดตั้งกรอบอาคารดังกล่าวในแง่ของพลังงานโดยรวมของอาคาร (Total energy consumption, kWh/year) ปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission (Metric tons CO<sub>2</sub>) และค่าไฟฟ้า (บาท/ปี) ได้ดังนี้

**ตารางที่ 28** จำนวนพลังงานไฟฟ้า (kWh/year) ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี) และปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission (Metric tons CO<sub>2</sub>) ก่อนและหลังปรับปรุงอาคาร

|                                          | พลังงานไฟฟ้าโดยรวม<br>(kWh/year) | ปริมาณ CO <sub>2</sub> Emission<br>(Metric tons CO <sub>2</sub> ) | ค่าไฟฟ้า<br>(บาท/ปี) |
|------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ก่อนปรับปรุง                             | 799,072.6                        | 424.58                                                            | 2,940,268            |
| หลังปรับปรุงด้วยกรอบ<br>อาคารที่ดีที่สุด | 719,001.0                        | 382.03                                                            | 2,645,636            |
| ส่วนต่าง                                 | 80,071.6                         | 42.55                                                             | 294,632              |

ตารางที่ 28 แสดงปริมาณการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission (Metric tons CO<sub>2</sub>) และค่าไฟฟ้า (บาท/ปี) ก่อนและหลังปรับปรุงอาคาร ผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าเมื่อปรับปรุงอาคารโรงแรมด้วยการใช้รูปแบบของกรอบอาคารที่ดีที่สุดแล้วนั้นจะทำให้เกิดการลดลงของการใช้พลังงานโดยรวม (Total energy consumption, kWh/year) ถึง 80,071.6 kWh/year ซึ่งทำให้ปริมาณ CO<sub>2</sub> Emission นั้นลดลงถึง 42.55 Metric tons CO<sub>2</sub> และคิดเป็นค่าไฟฟ้า 294,632 บาท/ปี จากผลปริมาณ CO<sub>2</sub> emission ที่ลดลงนั้นแสดงให้เห็นว่าการใช้รูปแบบของกรอบอาคารดังกล่าวนี้จะก่อให้เกิดการลดปริมาณการใช้พลังงานต่อปีที่ 5.4 Metric tons CO<sub>2</sub> หรือ 273,234,994.3 Btu ซึ่งหากคิดรถยนต์ใช้พลังงาน 3,000 Btu ต่อกิโลเมตร พลังงานดังกล่าวจะเทียบเท่ากับการเดินทางโดยรถยนต์ถึง 91,078.33 กิโลเมตร

การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากข้อมูลการกำหนดวัสดุกระจก Low-E ขนาด 0.90 x 2.80 เมตร หนา 6 มิลลิเมตร จำนวน 4 บานเรียงติดกันต่อ 1 ห้องและอุปกรณ์แผงกันแดดแบบหึ่งแสง ขนาด 1.00 x 3.60 เมตร หนา 10 เซนติเมตร จึงได้มีการคำนวณค่าใช้จ่ายและวิเคราะห์จุดคุ้มทุนดังต่อไปนี้

**ตารางที่ 29** ค่าใช้จ่ายในการผลิตและติดตั้งวัสดุกระจก Low-E กับแผงกันแดดแบบหึ่งแสงทำมุมใน  
แนวระนาบ 0 องศา สำหรับอาคารโรงแรม

| ลำดับ | รายการ                          | ปริมาณ | ค่าใช้จ่าย | รวมค่าใช้จ่าย |
|-------|---------------------------------|--------|------------|---------------|
| 1     | กระจก Low-E ขนาด 2.8 x 0.9 เมตร | 320    | 3,024      | 967,680.00    |
| 2     | แผ่น viva board ขนาด 1x2 เมตร   | 320    | 1,800      | 576,000.00    |
| 3     | ค่าแรงติดตั้งและค่าวัสดุประกอบ  | 80     | 2,000      | 160,000.00    |
| รวม   |                                 |        |            | 1,703,680.00  |

จากตารางที่ 29 แสดงให้เห็นได้ว่าค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการติดตั้งกระจก Low-E ขนาด 2.8 x 0.9 เมตร จำนวน 4 บานต่อห้อง และแผงกันแดดแบบหึ่งแสง ขนาด 2.0 x 4.0 เมตร โดยใช้แผ่น viva board จำนวน 4 แผ่นต่อกัน ต่อ 1 ห้อง โดยที่มีจำนวนห้องทั้งหมด 80 ห้อง จะมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการทั้งหมด 1,703,680 บาท และเมื่อทำการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน (บาท/ปี) แล้วนั้นพบว่าหากติดตั้งกระจก Low-E และแผงกันแดดแบบหึ่งแสงดังกล่าวจะก่อให้เกิดการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนเงิน 294,632 บาท/ปี ดังนั้นระยะเวลาในการคืนทุนของการปรับปรุงห้องห้กในโรงแรมด้วยอุปกรณ์ดังกล่าวอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 6 ปี

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

วัตถุประสงค์หลักของการศึกษาในครั้งนี้ คือ เพื่อที่จะศึกษาคุณลักษณะของกรอบอาคารที่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานในอาคารของโรงแรม ในพื้นที่เกาะสมุย โดยประกอบไปด้วยวัตถุประสงค์ย่อย ได้แก่ เพื่อเปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานของอาคารในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างและการทำความเย็นจากรูปแบบของกรอบอาคารในรูปแบบต่างๆ ของโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย ของจังหวัดสุราษฎร์ธานี และเพื่อเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงกรอบอาคารสำหรับอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลการศึกษารูปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาในส่วนการทดลองแรกพบว่าห้องพักทิศเหนือที่มีการติดตั้งกระจก Low-E แทนกระจกใส่นั้นก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมของห้องพักลดลงจากการติดตั้งกระจกใส (Total energy consumption, kWh/year) 139.95 kWh/year

2. ห้องพักทิศใต้ที่มีการติดตั้งกระจก Low-E แทนกระจกใส่นั้นก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมลดลงจากการติดตั้งกระจกใส (Total energy consumption, kWh/year) 166.68 kWh/year

3. เมื่อคิดเป็นภาพรวมทั้งอาคารโรงแรมแล้วนั้นจะก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมลดลงจากการติดตั้งกระจกใส (Total energy consumption, kWh/year) 10,384.17 kWh/year การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมที่ลดลง 5.52 Metric tons CO<sub>2</sub> (โดยคิดเป็น 1.3 %) และค่าไฟฟ้าที่ลดลง 38,213.27 บาท

4. ผลการศึกษาในส่วนการทดลองที่สองพบว่าห้องพักทิศเหนือที่มีการติดตั้งกระจก Low-E และมีหิ้งแสงทำมุม 0 องศากับแนวระนาบนั้นเมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่ได้ติดตั้งรูปแบบกรอบอาคารดังกล่าวก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมลดลงจากการติดตั้งกระจกใส (Total energy consumption, kWh/year) 948.89 kWh/year

5. ห้องพักทิศใต้ที่มีการติดตั้งกระจก Low-E และมีหิ้งแสงทำมุม 0 องศากับแนวระนาบนั้นเมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่ได้ติดตั้งรูปแบบกรอบอาคารดังกล่าวก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมลดลงจากการติดตั้งกระจกใส (Total energy consumption, kWh/year) 1,071.84 kWh/year

6. เมื่อคิดเป็นภาพรวมทั้งอาคารโรงแรมแล้วนั้นจะก่อให้เกิดการลดใช้พลังงานโดยรวมลดลงจากอาคารที่อาคารที่ไม่ได้ติดตั้งรูปแบบกรอบอาคารดังกล่าว (Total energy consumption, kWh/year) 80,071.6 kWh/year การปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมที่ลดลง 42.55 Metric tons CO<sub>2</sub> (โดยคิดเป็น 10.02 %) และค่าไฟฟ้าที่ลดลง 294,632 บาท

7. การผลการจำลองและวิเคราะห์ผลแล้ว เห็นได้ว่า การติดตั้งหิ้งแสงทำมุม 0 องศากับแนวระนาบนั้นมีประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานได้ดีกว่าหิ้งแสงที่ทำมุมระนาบอื่น ๆ

8. ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าอาคารโรงแรมที่มีห้องพัก จำนวน 80 ห้อง ที่แต่ละห้องทำการติดตั้งกระจก Low-E และแผงกันแดดแบบหึ่งแสงนั้น จะมีระยะเวลาในการคืนทุนของการปรับปรุงห้องพักในโรงแรมด้วยอุปกรณ์ดังกล่าวอยู่ในช่วงเวลาประมาณ 6 ปี

### ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากข้อจำกัดของเวลาที่ใช้ในการวิจัย การศึกษาครั้งนี้จึงเลือกเก็บข้อมูลเฉพาะในช่วงเวลา 8:00-20:00 น. ในช่วงสภาพท้องฟ้าแบบโปร่ง (Clear sky) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง ครบถ้วนในการศึกษาครั้งต่อไปควรมีการศึกษาเก็บข้อมูลในช่วงเวลาอื่นๆ และสภาพท้องฟ้าอื่นๆ เช่น สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆมาก (Overcast sky) และ สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆบางส่วน (Partly cloudy)
2. การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาในโรงแรมประเภทรีสอร์ทในพื้นที่เกาะสมุย ซึ่งบนเกาะสมุยยังมีโรงแรมประเภทอื่นอีกที่สามารถทำการศึกษาในลักษณะเดียวกันได้ โดยสามารถนำการศึกษานี้เป็นต้นแบบในการทำวิจัยโรงแรมประเภทอื่นต่อไป

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กระทรวงพลังงาน. 2557. สถิติพลังงานรายปี. แหล่งที่มา:  
<http://www.energy.go.th/?q=node/315>, 21 มีนาคม 2557.
- กระทรวงมหาดไทย. 2522. มาตรฐานทางกฎหมายเกี่ยวกับการควบคุมที่พักอาศัย หมวด 5  
 ส่วนต่างๆของอาคารพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร. แหล่งที่มา: <http://thaihomeplan.mymarket.in.th/livehome.html> ,  
 22 เมษายน 2557.
- โครงการการเรียนรู้เรื่องวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศ(LESA). 2003. ความร้อนและอุณหภูมิ.  
 แหล่งที่มา: <http://www.rmutphysics.com/charud/specialnews/6/heat/heat.htm>, 3 สิงหาคม 2557.
- จิรพันธุ์ โชตนันต์พัฒนชัย. 2551. การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติเพื่อการประหยัดพลังงานในอาคาร.  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงสมร ส่องเมืองสุข. 2553. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกลับท่องเที่ยวเกาะสมุยของนักท่องเที่ยว  
 ชาวต่างประเทศ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. 2514. การออกแบบสถาปัตยกรรมเมืองร้อนในประเทศไทย. คณะ  
 สถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. 2539. การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน,อาคาร-  
 ก่อออกแบบและการเขียนแบบ. สำนักพิมพ์อัมรินทร์พรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.
- นันท์ชวิษฐ์ ภูมิลำเนา. 2557. แนวทางการพัฒนารูปแบบการออกแบบ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการ  
 จัดสรรพื้นที่สำหรับชุมชนแออัด,กรณีศึกษา: โครงการบ้านมั่นคง ชุมชนสามัคคีร่วมใจ. ใน  
 รายงานการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates  
 Conference (BEREC) ครั้งที่ 5. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- น้ำผึ้ง สายหงส์. 2550. ในการจำลองแนวทางการออกแบบแสงสว่างในห้องเรียนสื่อผสม. วารสาร  
 วิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง 5(1): 67-81.



บริรักษ์ อินทรกุลไชย. 2556. การปรับปรุงคุณภาพแสงธรรมชาติของห้องปฏิบัติการสถาปัตยกรรม  
ในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ผังเมือง และนฤมิตศิลป์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. **วารสาร  
วิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง** 10(2): 45-65.

ประชาชาติธุรกิจ. 2555. **เปิดแผนป้องกันความเสี่ยง“ไฟ-น้ำ” เกาะสมุย-พะงันโตก้าว  
กระโดด.** แหล่งที่มา:  
[http://www.prachachat.net/news\\_detail.php?newsid=1355288502](http://www.prachachat.net/news_detail.php?newsid=1355288502), 21  
มีนาคม 2557.

พรรณชลัท สุริโยธิน. 2548. **วัสดุและการก่อสร้างกระจก.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พัชรียา ชินฮาด. 2555. **การนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารพักอาศัยประเภททางเดินกลาง  
กรณีศึกษา: จังหวัดขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ภคพร เรืองศรี. 2554. การจำลองสภาพเสมือนจริงของพื้นที่อาคารสำนักงานเพื่อเปรียบเทียบ  
ประสิทธิภาพพลังงานระหว่างเทคนิคการให้แสงเฉพาะที่เพื่อเสริมการให้แสงในบริเวณทั่วไป  
และเทคนิคการให้แสงสว่างในพื้นที่ใช้งานลักษณะทั่วไป. **วารสารวิจัยพลังงาน** 8(1): 1-10.

สมคิด จรัสกิจวิทย์กุล. 2552. **โลก.** แหล่งที่มา: [http://www.space.  
mict.go.th/knowledge.php?id=planet\\_earth](http://www.space.mict.go.th/knowledge.php?id=planet_earth), 3 สิงหาคม 2557.

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น,การออกแบบ  
สถาปัตยกรรมบรรยากาศ.** โรงพิมพ์ มหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักความปลอดภัยแรงงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (OSH). 2557. **แสงสว่างในที่  
ทำงาน.** แหล่งที่มา: [http://www.oshthai.org/index.php?searchword  
แสง&ordering=&searchphrase=all&Itemid=27&option=com\\_search&lang=th](http://www.oshthai.org/index.php?searchword=แสง&ordering=&searchphrase=all&Itemid=27&option=com_search&lang=th), 3  
สิงหาคม 2557.

สุนทร บุญญาธิการ. 2541. **เทคนิคการออกแบบ, บ้านประหยัดพลังงาน.** เมือง: สำนักพิมพ์.

เสริม จันทรฉาย. 2547. **ศักยภาพแสงสว่างธรรมชาติจากภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับประเทศไทย.**  
สำนักพิมพ์ บริษัท จีรังรัชต์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

- อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ. 2553. **แสงธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรม, Daylight in Architecture.** โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- อิงครัต ธีรประสาธน์. 2556. **การศึกษาการใช้รอบอาคารในรูปแบบต่าง ๆ ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน. กรณีศึกษา: อาคาร United Business Center III (UBC III).** การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Chirarattananon, S., P. Chaiwiwatworakul and S. Pattanasethanon. 2002. Daylight availability and models for global and diffuse horizontal illuminance and irradiance for Bangkok, **Renewable Energy.** 26: 69-89.
- Himmelblau, D.M. and J.B. Riggs. 2004. **Basic Principles and Calculations in Chemical Engineering.** International Edition. 7: 619-620.
- HotelTravel. 2556. **สภาพอากาศในเกาะสมุย.** แหล่งที่มา: <http://www.hoteltravel.com/th/thailand/samui/samui-weather.htm>, 24 มิถุนายน 2557.
- HotelTravel. 2556. **สภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร.** แหล่งที่มา: <http://www.hoteltravel.com/th/thailand/bangkok/bangkok-weather.htm>, 24 มิถุนายน 2557.
- Kjeld, J., W. Richard. 2010. **Daylight Building. ECBCS Annex 29/ SHC Task 21 Project Summary Report,** AECOM Ltd, London.
- Lee, E.S., D.L. DiBartolomeo and S.E. Selkowitz. 1998. Thermal and daylighting performance of an automated venetian blind and lighting system in a full-scale private office. **Energy and Buildings.** 29(1): 47-63.
- Olgay, V. 1963. **Design with climate,** Princeton Univ. Press, Princeton, New Jersey.
- Smith J, M., H.C. Van Ness and M.M. Abbott. 2005. **Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics.** McGRAW Hill International Edition. 7: 15.

Suresh, B.S, S. Madala and R.F. Boehm. 2011. **Passive building energy savings: A review of building envelope components**, Elsevier Ltd, Oxford.

Szokolay, S.V. 2004. **Introduction to architectural science: the basis of sustainable design**, Architectural Press, Oxford.

Taylor, S., A. Peacock, P. Banfill and Shao L. 2010. **Reduction of greenhouse gas emissions from UK hotels in 2030**, *Building and environment*. 45(6): 1389–1400.

The Society of Light and Lighting (SLL). 2009. **The SLL Lighting Handbook**. Stones the Printers Ltd, Banbury.

Weather Underground. 2013. **อากาศ History for Samui Thailand**.  
แหล่งที่มา:[http://www.wunderground.com/history/airport/VTSM/2013/3/21/DailyHistory.html?req\\_city=NA&req\\_state=NA&req\\_statename=NA](http://www.wunderground.com/history/airport/VTSM/2013/3/21/DailyHistory.html?req_city=NA&req_state=NA&req_statename=NA), 30 พฤษภาคม 2557.



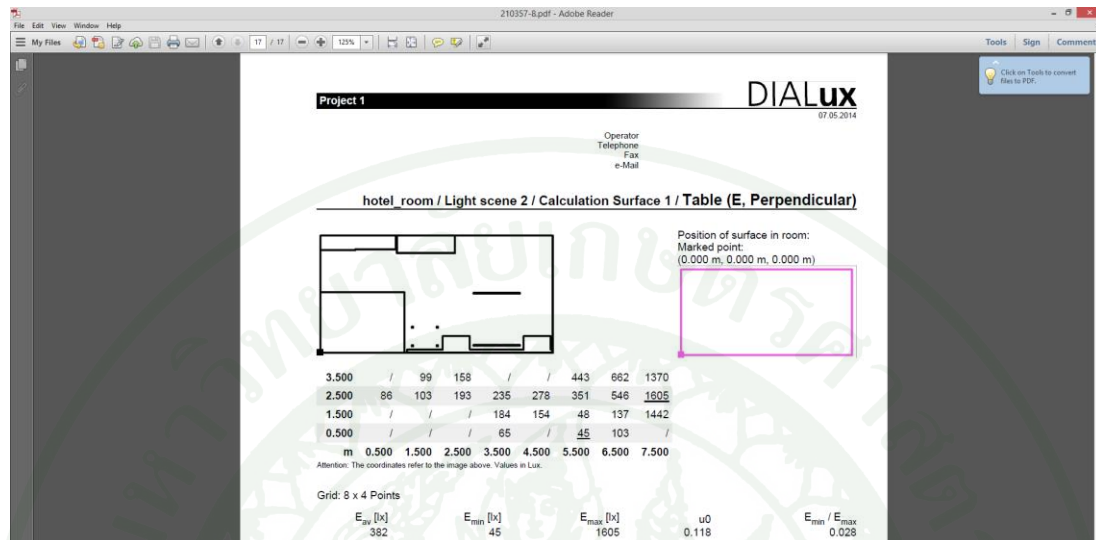


ภาคผนวก ก  
ตัวอย่างการจำลองด้วยโปรแกรม

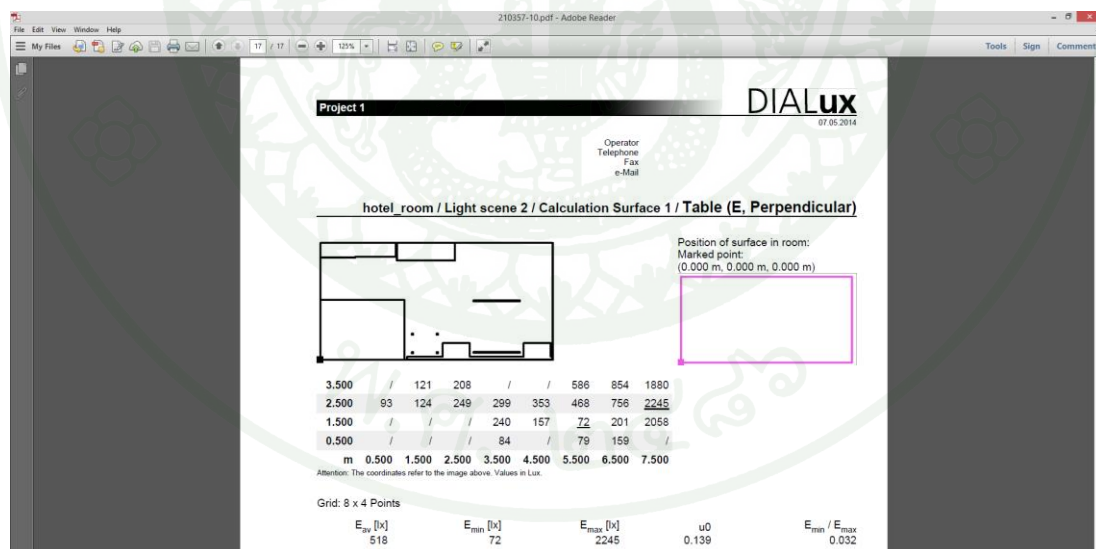


ตัวอย่างการจำลองด้วยโปรแกรม Dialux 4.12 โดยให้ผลในรูปแบบ PDF

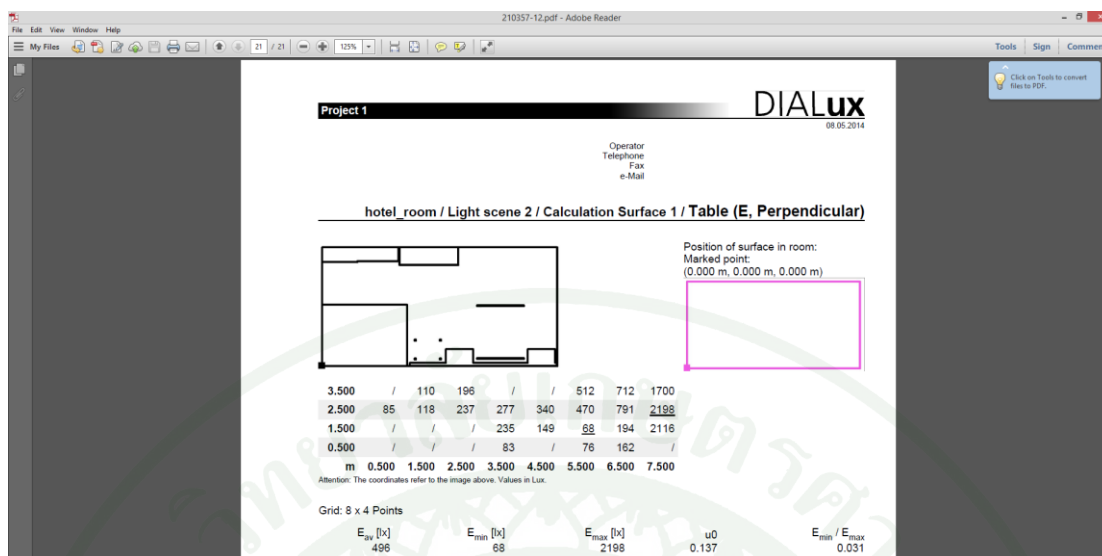
กรณี: กระดาษใส ไม่มีแผงกันแดด



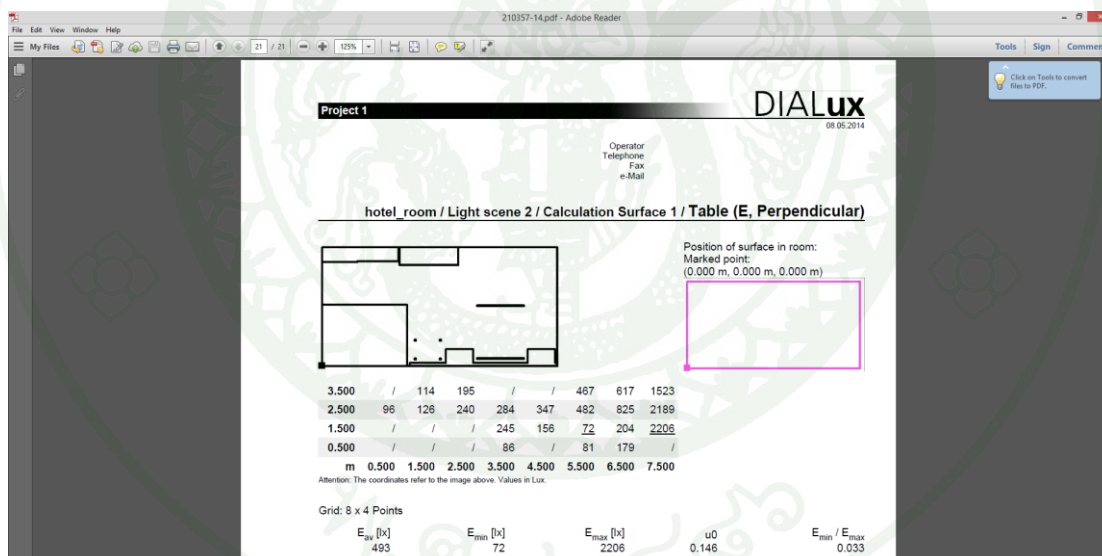
ภาพผนวกที่ ก1 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 8:00 น.



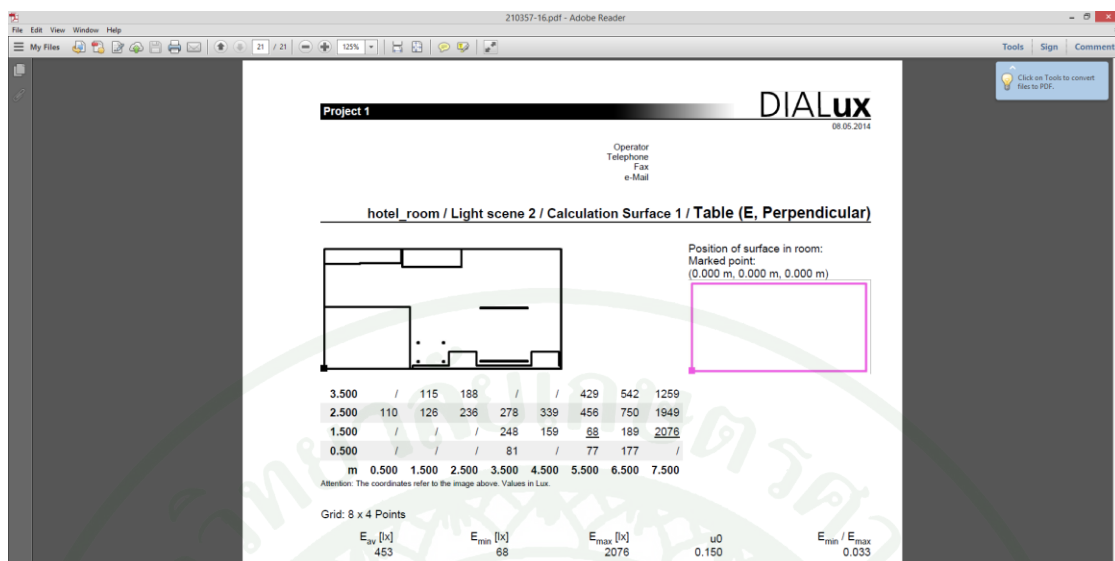
ภาพผนวกที่ ก2 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 10:00 น.



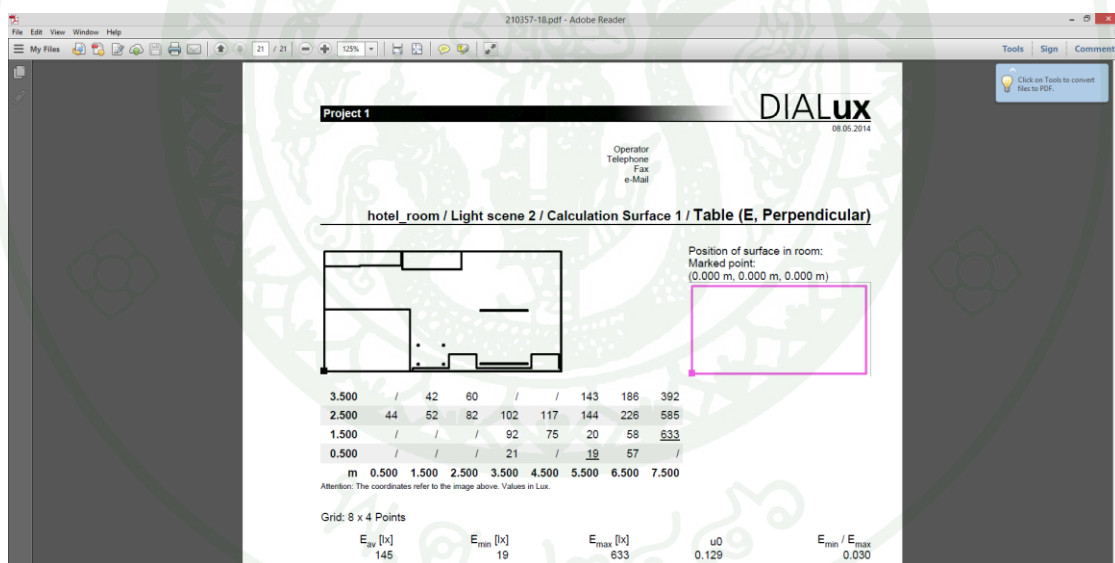
ภาพผนวกที่ ก3 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 12:00 น.



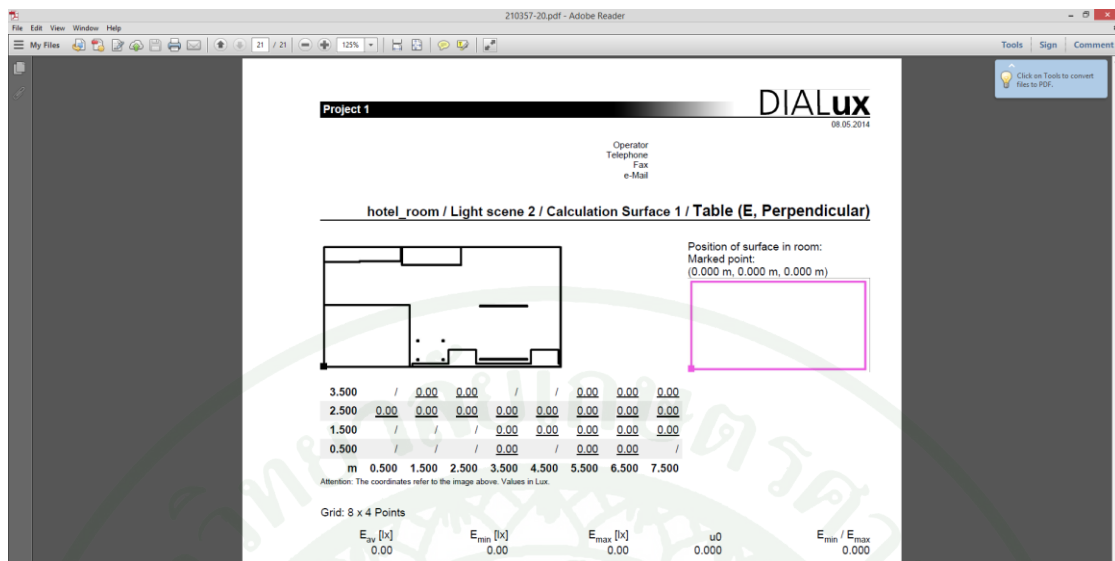
ภาพผนวกที่ ก4 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 14:00 น.



ภาพผนวกที่ ก5 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 16:00 น.



ภาพผนวกที่ ก6 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 18:00 น.



ภาพผนวกที่ ก7 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557, 20:00 น.

ตัวอย่างการจำลองด้วยโปรแกรม EDSL Tas

hotel.tsd - Tas Result Viewer

Start Day: 80 End Day: 80 Output Selection: All Zones ☐ ACH ☐ External ☒ Simulation Results ☐ Heating Design Day ☐ Cooling Design Day

Graphical | **Tabular** | Graphical Sum | Tabular Sum

|       | External Temperature (°C) | inside_room Dry Bulb (°C) | inside_room Heating Load (W) | inside_room Cooling Load (W) | toilet Dry Bulb (°C) | toilet Heating Load (W) | toilet Cooling Load (W) |
|-------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 80,1  | 29.10                     | 26.00                     | 0.00                         | 859.20                       | 30.62                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,2  | 29.10                     | 26.00                     | 0.00                         | 789.93                       | 30.22                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,3  | 29.00                     | 26.00                     | 0.00                         | 702.03                       | 29.92                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,4  | 28.90                     | 26.00                     | 0.00                         | 642.16                       | 29.66                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,5  | 28.80                     | 26.00                     | 0.00                         | 594.82                       | 29.38                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,6  | 28.40                     | 26.00                     | 0.00                         | 519.59                       | 29.06                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,7  | 28.40                     | 26.00                     | 0.00                         | 505.47                       | 28.99                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,8  | 28.90                     | 26.00                     | 0.00                         | 552.02                       | 29.06                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,9  | 29.60                     | 26.00                     | 0.00                         | 692.07                       | 29.39                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,10 | 30.20                     | 26.00                     | 0.00                         | 851.12                       | 29.68                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,11 | 31.50                     | 26.00                     | 0.00                         | 1295.19                      | 30.99                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,12 | 32.50                     | 26.00                     | 0.00                         | 1831.53                      | 32.63                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,13 | 33.40                     | 26.00                     | 0.00                         | 2253.57                      | 34.27                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,14 | 34.00                     | 26.00                     | 0.00                         | 2474.52                      | 35.20                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,15 | 34.00                     | 26.00                     | 0.00                         | 2596.39                      | 35.71                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,16 | 34.00                     | 26.00                     | 0.00                         | 2658.02                      | 36.02                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,17 | 31.50                     | 26.00                     | 0.00                         | 2478.35                      | 35.65                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,18 | 30.20                     | 26.00                     | 0.00                         | 2113.97                      | 34.66                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,19 | 29.70                     | 26.00                     | 0.00                         | 1707.92                      | 33.48                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,20 | 29.30                     | 26.00                     | 0.00                         | 1373.26                      | 32.48                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,21 | 29.10                     | 26.00                     | 0.00                         | 1141.65                      | 31.68                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,22 | 29.00                     | 26.00                     | 0.00                         | 974.64                       | 31.03                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,23 | 28.90                     | 26.00                     | 0.00                         | 842.82                       | 30.51                | 0.00                    | 0.00                    |
| 80,24 | 28.70                     | 26.00                     | 0.00                         | 744.19                       | 30.09                | 0.00                    | 0.00                    |

ภาพผนวกที่ ก8 รูปแบบกรอบอาคารวัสดุกระจกใส, ไม่มีแผงกันแดด, ทิศเหนือ, 21 มีนาคม 2557



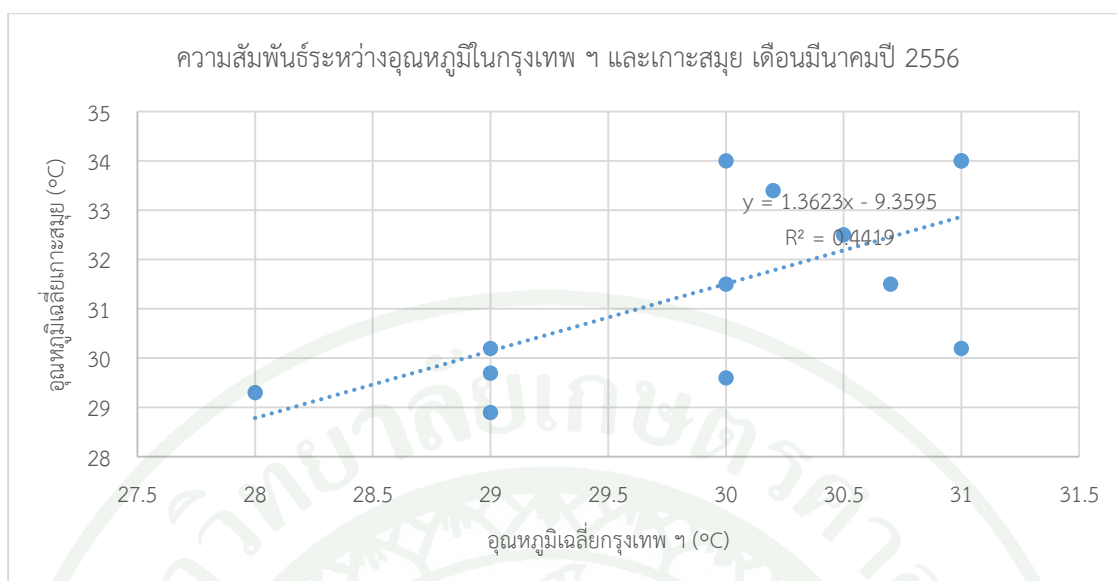


การหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย ปี 2556 โปรแกรม EDSL Tas

เนื่องจากโปรแกรม EDSL Tas นั้นมี weather data ของกรุงเทพในปี 2556 แต่ไม่มีของ เกาะสมุย จึงต้องทำการหาค่าความสัมพันธ์และแปลงค่าให้สอดคล้องกัน

ตารางผนวกที่ ข1 อุณหภูมิเฉลี่ยในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมีนาคม 2556

| เวลา  | อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) |          |
|-------|---------------------|----------|
|       | กรุงเทพ ฯ           | เกาะสมุย |
| 8:00  | 29                  | 28.9     |
| 9:00  | 30                  | 29.6     |
| 10:00 | 31                  | 30.2     |
| 11:00 | 30.7                | 31.5     |
| 12:00 | 30.5                | 32.5     |
| 13:00 | 30.2                | 33.4     |
| 14:00 | 30                  | 34       |
| 15:00 | 31                  | 34       |
| 16:00 | 31                  | 34       |
| 17:00 | 30                  | 31.5     |
| 18:00 | 29                  | 30.2     |
| 19:00 | 29                  | 29.7     |
| 20:00 | 28                  | 29.3     |

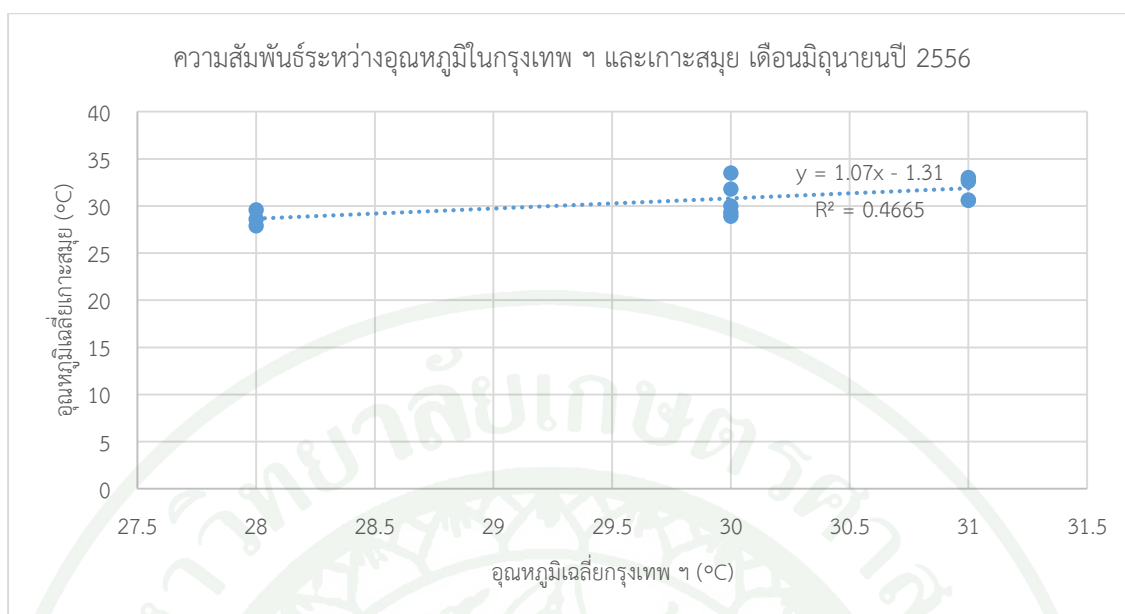


ภาพผนวกที่ ข1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมีนาคมปี 2556

จากภาพผนวกที่ ข1 จะได้ค่าความสัมพันธ์เป็นสมการว่า  $y = 1.3623x - 9.3595$ ;  $x$  = ค่าพลังงานของกรุงเทพ ( $W/m^2$ ),  $y$  = ค่าพลังงานของเกาะสมุย ( $W/m^2$ )

ตารางผนวกที่ ข2 อุณหภูมิเฉลี่ยในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมิถุนายน 2556

| เวลา  | อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) |          |
|-------|---------------------|----------|
|       | กรุงเทพ ฯ           | เกาะสมุย |
| 8:00  | 28                  | 27.9     |
| 9:00  | 30                  | 29.3     |
| 10:00 | 30                  | 28.9     |
| 11:00 | 31                  | 30.6     |
| 12:00 | 31                  | 33       |
| 13:00 | 31                  | 32.6     |
| 14:00 | 30                  | 33.5     |
| 15:00 | 31                  | 32.8     |
| 16:00 | 30                  | 31.8     |
| 17:00 | 31                  | 30.6     |
| 18:00 | 30                  | 30       |
| 19:00 | 28                  | 29.6     |
| 20:00 | 28                  | 28.6     |



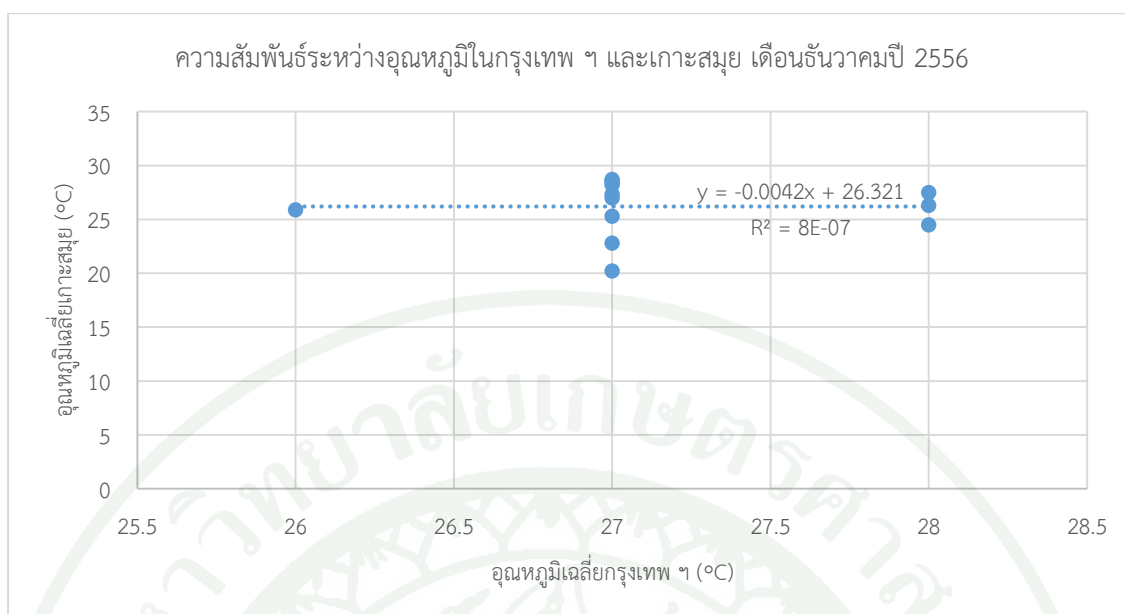
ภาพผนวกที่ ข2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนมิถุนายนปี 2556

จากภาพผนวกที่ ข2 จะได้ค่าความสัมพันธ์เป็นสมการว่า  $y = 1.07x - 1.31$ ;  $x$  = ค่าพลังงานของกรุงเทพ ( $W/m^2$ ),  $y$  = ค่าพลังงานของเกาะสมุย ( $W/m^2$ )

ตารางผนวกที่ ข3 อุณหภูมิเฉลี่ยในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนธันวาคม 2556

| เวลา  | อุณหภูมิเฉลี่ย (°C) |          |
|-------|---------------------|----------|
|       | กรุงเทพ ฯ           | เกาะสมุย |
| 8:00  | 27                  | 20.2     |
| 9:00  | 27                  | 22.8     |
| 10:00 | 28                  | 24.5     |
| 11:00 | 28                  | 26.3     |
| 12:00 | 27                  | 27.3     |
| 13:00 | 28                  | 27.5     |
| 14:00 | 27                  | 28.2     |
| 15:00 | 27                  | 28.7     |
| 16:00 | 27                  | 28.6     |
| 17:00 | 27                  | 28.4     |
| 18:00 | 27                  | 27       |
| 19:00 | 26                  | 25.9     |
| 20:00 | 27                  | 25.3     |





ภาพผนวกที่ ข3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในกรุงเทพ ฯ และเกาะสมุย เดือนธันวาคม ปี 2556

จากภาพผนวกที่ ข3 จะได้ค่าความสัมพันธ์เป็นสมการว่า  $y = 0.0042x + 26.321$ ;  $x$  = ค่าพลังงานของกรุงเทพ ( $W/m^2$ ),  $y$  = ค่าพลังงานของเกาะสมุย ( $W/m^2$ )



ภาคผนวก ค  
ค่าคุณสมบัติของวัสดุต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม EDSL Tas

ตารางผนวกที่ ค1 ค่าคุณสมบัติของวัสดุที่ป

| ประเภท       | ชื่อวัสดุ      | Width (mm) | Conductivity (W/m°C) | Convection Coefficient (W/m°C) | Vapour Diffusion Factor | Density (kg/m³) | Specific Heat (J/kg°C) |
|--------------|----------------|------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|
| กรอบประตู    | Frame Wood     | 89.9       | 0.138                | 0.000999                       | 11.5                    | 608.702         | 1,632.85               |
| บานประตู     | Wood           | 50.8       | 0.122                | 0.001                          | 11.5                    | 608.702         | 1,632.85               |
| ผนังนอก      | Concrete Block | 203.2      | 1.315                | 0.001                          | 14.8                    | 1,842.12        | 912.723                |
| เพดานใน      | Gypsum Board   | 12.7       | 0.161                | 0.000999                       | 11.0                    | 800.923         | 1,088.57               |
| พื้นใน       | concrete       | 130.0      | 1.442                | 0.001                          | 14.8                    | 2,400.0         | 920.0                  |
|              | stone          | 12.0       | 0.338                | 0.001                          | 0.5                     | 2,100.0         | 837.0                  |
|              | plastic        | 15.0       | 0.553                | 0.001                          | 11.0                    | 1,568.0         | 840.0                  |
| ผนังใน       | Brick          | 75.0       | 1.554                | 0.001                          | 8.0                     | 1,600.0         | 790.0                  |
|              | plastic        | 15.0       | 0.553                | 0.001                          | 11.0                    | 1,568.0         | 840.0                  |
| กรอบหน้าต่าง | Frame Metal    | 3.0        | 204.0                | 0                              | 99,999                  | 2,700.0         | 896.0                  |

ตารางผนวกที่ ค2 ค่าคุณสมบัติของกระจก

| ประเภท      | ชื่อวัสดุ | Width (mm) | Solar Transmittance | Ext. Solar Refl. | Int. Solar Refl. | Ext. Emis. | Int. Emis. | Conductivity (W/m°C) | Convection Coefficient (W/m°C) | Vapour Diffusion Factor | Specific Heat (J/kg°C) |
|-------------|-----------|------------|---------------------|------------------|------------------|------------|------------|----------------------|--------------------------------|-------------------------|------------------------|
| บานหน้าต่าง | Vdouble   | 6.0        | 0.671               | 0.07             | 0.07             | 0.845      | 0.845      | 1.173                | 0                              | 9,999                   | 0                      |
|             | Gas layer | 12.0       | -                   | -                | -                | -          | -          | -                    | 4.963                          | 1.0                     | -                      |
|             | VDouble   | 6.0        | 0.671               | 0.07             | 0.07             | 0.845      | 0.845      | 1.173                | 0                              | 9,999                   | 0                      |

## ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ นายภิสเดช ยุติบรรพ์

เกิดวันที่ 6 กรกฎาคม 2533

สถานที่เกิด อำเภอบางแค จังหวัดกรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา วศ.บ. (วิศวกรรมเคมี) มหาวิทยาลัยมหิดล

ตำแหน่งปัจจุบัน นิสิตมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน -

ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ งานวิจัยเรื่องการใช้แสงธรรมชาติในอาคารโรงแรมในพื้นที่เกาะสมุยเพื่อการประหยัดพลังงาน

ทุนการศึกษาที่ได้รับ ได้รับทุนอุดหนุนการค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์  
จากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2557)