DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้าน

พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์

การศึกษารายบุคคลนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร

มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี

และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปีการศึกษา 2565

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

A STUDY ON USING SOLAR ENERGY FOR LIGHTING AND ELECTRICITY GENERATION IN HOME

PHORNSUREE SITTISOMBOON

An Individual Study Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Engineering
College of Innovative Technology and Engineering
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2022

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ใบรับรองการศึกษารายบุคคล

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

หัวข้อการศึกษารายบุคคล การศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้าน

เสนอโดย พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบการศึกษารายบุคคลแล้ว

....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ ผดุงศิลป์)

....กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์)

....กรรมการ

(ดร.สมหญิง งามพรประเสริฐ)

วิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

....

(ดร.ชัยพร เขมะภาตะพันธ์)

คณบดีวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ ...12... เดือน ...กรกฎาคม... พ.ศ. ...2566...

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

หัวข้อการศึกษารายบุคคล	การศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้าน
ชื่อผู้เขียน	พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

การศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบอาคารตัวอย่างโดยเลือกใช้โปรแกรม Velux Daylight ซึ่งเจาะจงผลลัพธ์ในรูปแบบของค่า LUX (ค่าความสว่าง) และเพื่อศึกษาการลดใช้พลังงานของอาคารตัวอย่างที่ติดตั้งโซลาเซลล์ โดยใช้โปรแกรม PV Watts Calculator ในการคำนวณหา ผลการศึกษาพบว่าระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม อาคารต้นแบบสามารถรองรับแสงสว่างสู่ภายในอาคารได้สูงที่สุดอยู่ในช่วงเวลา 10.00 น. และเวลา 17.00 น. ค่าความสว่างโดยรวมอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันแต่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงมกราคม ค่าเฉลี่ยการรองรับแสงสว่างจากธรรมชาติของอาคารต้นแบบจะอยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่น ซึ่งผลจากการวิจัยก็สามารถตอบสนองถึงความต้องการและความเหมาะสมในการรองรับแสงสว่างได้เป็นอย่างดี นอกจากนั้น PV ที่มีการออกแบบ และติดตั้งนั้นสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 4.68 kWh/m/day และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 23,064 kWh/Year /ปี และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการจำแนกประเภทความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าใน 1 วัน ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 27.52 kWh/day ประกอบกับเมื่อนำมาคำนวณทั้งปี จะพบว่าการออกแบบและติดตั้งโซลาเซลล์ ในอาคารต้นแบบนั้นสามารถผลิตไฟฟ้าได้เกินความต้องการ จึงสามารถแก้ไขปัญหาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี ซึ่งงานวิจัยสามารถตอบสนองในหัวข้อนี้ได้อย่างเป็นรูปธรรมจากการเปรียบเทียบความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของอาคารต้นแบบ และความสามารถในการผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานได้อย่างชัดเจน และมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: แสงธรรมชาติ,พลังงานแสงอาทิตย์

อาจารย์ที่ปรึกษา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Individual Study Title A STUDY ON USING SOLR ENERGY FOR LIGHTING AND ELECTRICITY GENERATION IN HOME
Author Phornsuree Sittisomboon
Individual Study Advisor Assistant Professor Suparatchai Vorarat, Ph.D.
Program Master of Engineering Engineering Management
Academic Year 2022

ABSTRACT

The objective study is to design a model building using the Velux Daylight program, which specified the results as LUX (illumination) value and studied the energy consumption reduction of a model building installed with Solar Energy using the PV Watts Calculator program. Under NREL (National Renewable Energy), to calculate energy saving efficiency, the study found that between February and May, during 10:00 AM, the prototype building can accommodate the highest levels of light into the building at 1,375 LUX and 5:00 PM. The maximum amount of light is supported at 437 LUX. During 5:00 PM, the overall brightness is at a similar level. Still, from October to January, the average natural light support of the prototype building will be at the lowest level compared to other months, which averages 312.8-375.2 LUX but can still provide suitable lighting for building occupants without compromising on living during low light times. Therefore, The prototype building can absorb natural light for complete indoor use. Usually, the appropriate lighting only indoors is about 300 LUX, and the research results can meet the needs and suitability of lighting well. However, even during times when natural light is relatively low, in addition, the PV designed And installed, the average annual power generation is about 4.68 kWh/m/day (average power generation 4.68 kWh/m/day) and 23,064 kWh/Year electricity (can generate electricity). 23,064 kilowatt hours per year) It calculated at a value of 98,941 baht/year, and when compared to the 1-day power demand classification, the average electric power demand is 27.52 kWh/day. For the full year, at 10,044.80 kWh/Year, PV designs and installations in prototype buildings are found to exceed the electricity demand. Therefore, it can also solve the problem of electric power demand with quality.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

Keywords: natural light, solar energy

S. Vorant.

Advisor

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษารายบุคคลฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งอาจไม่สามารถนำมากล่าวได้หมด ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษารายบุคคล ผู้ให้คำปรึกษา คำแนะนำและความรู้ โดยตลอดงานวิจัยจนสำเร็จไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ผู้สอนในกลุ่มวิชาการจัดการทางวิศวกรรม และอาจารย์ท่านอื่น ๆ ในวิทยาลัยนวัตกรรมด้านเทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ผู้ซึ่งมอบความรู้และคาแนะนาที่ดีมาตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณ พี่เสาวลักษณ์ ที่คอยช่วยเหลือเป็นธุระในการประสานงานต่างๆ ในส่วนสนับสนุนการดำเนินการเรียนและงานวิจัย ขอขอบคุณ บัดดี ซู เพื่อนผู้ซึ่งคอยช่วยเหลือเคียงข้างและเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณแม่ สุภารัตน์ นวลสุทธิ์ และคุณหทัยนุช มานะจิตต์ผู้ที่คอยสนับสนุนเป็นกำลังใจ และคอยผลักดันตลอดมา ทั้งในการเรียนและการดำรงชีวิต และสุดท้ายขอขอบพระคุณผู้ใหญ่ทุกท่านที่เกี่ยวข้องมา ณ ที่นี้

พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญ	ซ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 คำสำคัญในการทำวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย	3
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ	5
2.2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร	6
2.3 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงธรรมชาติ	8
2.4 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน	10
2.5 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทางเลือก และโซลาเซลล์	17
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3. วิธีดำเนินการศึกษา	24
3.1 กรอบแนวคิด	24
3.2 วิธีการศึกษา	24
3.3 ตัวแปรที่สำคัญในงานวิจัย	25
3.4 เกณฑ์ในการประเมิน	26
3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	26
3.6 ขั้นตอนการศึกษา	26
3.7 ออกแบบอาคารต้นแบบโดยใช้โปรแกรม VELUXE DAYLIGHT เพื่อศึกษาแสงภายในอาคารที่เหมาะสม	26

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.8 ผลการศึกษาแสงสว่างภายในอาคารต้นแบบ	29
3.9 ผลการศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้ง PV โซลาร์เซลล์	36
3.10 การสรุปผลและการวิจัย	47
4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล	49
4.1 ค่าความส่องสว่างที่ได้จากการจำลองบ้านกรณีศึกษาผ่านเครื่องมือ Velux Daylight	49
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการวิจัยการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่าง	54
5.2 สรุปผลการวิจัยการศึกษาด้านการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์	55
5.3 ข้อเสนอแนะ	55
บรรณานุกรม	57
ประวัติผู้เขียน	59

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการทำวิจัย.......... 3
2.1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐาน IES และมาตรฐาน CIE.......... 7
3.1 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย.......... 25

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงเส้นทางการเดินทางของแสงสู่อาคาร.. 9
2.2 แสดงค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน.. 11
2.3 วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยะตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า... 11
2.4 แสดงภาพลมมรสุมซึ่งเกดขึ้นในประเทศไทย.. 17
2.5 ชนิดของเซลล์โซลาร์เซลล์รูปแบบผลึก.. 19
3.1 แผนที่แสดงลักษณะตำแหน่งที่ตั้ง ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี... 27
3.2 การออกแบบขึ้นรูป Modeling บ้านักอาศัยกรณีศึกษา ด้วยโปรแกรม Velux Daylight.. 27
3.3 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ (มุมมองด้านบน) 28
3.4 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ (มุมมองด้านข้างซ้าย-ขวา) 28
3.5 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ (มุมมอง-ด้านหลัง) 29
3.6 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมกราคม ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น................ 30
3.7 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น............. 30
3.8 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมีนาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น................... 31
3.9 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนเมษายน ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น................. 31
3.10 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนพฤษภาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น............. 32
3.11 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมิถุนายนในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น............... 32
3.12 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกรกฎาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น............. 33
3.13 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนสิงหาคม ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.............. 33
3.14 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกันยายน ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.............. 34
3.15 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนตุลาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.................. 34
3.16 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนพฤศจิกายนในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.......... 35
3.17 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนธันวาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น................ 35
3.18 ผลลัพธ์จากแสงสว่างที่ได้จากบ้านพักอาศัยต้นแบบ... 36
3.19 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทภายในอาคารต้นแบบ...................... 37
3.20 ตำแหน่งบ้านพักอาศัยต้นแบบ.. 38
3.21 ตาราง System Info.. 38

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
3.22	ตัวอย่างการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ แบบ Off Grid	42
3.23	แสดงมุมและองศา	43
3.24	พลังงานที่แผงโซลา เซลล์สามารถผลิตได้ทั้งปีแยกตามเดือน	44
3.25	AC System Output (kWh) /ไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน	45
3.26	Solar Radiation (kWh/m^2/day)/จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานได้หรือค่าแสงแดด	46
3.27	Value (฿)/จำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้จากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์	47
4.1	ลักษณะกายภาพของบ้านกรณีศึกษา	49
4.2	แสดงค่าความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาของบ้านกรณีศึกษา	50
4.3	ข้อมูลศักยภาพการให้พลังงานของแสงอาทิตย์มีความสอดคล้องกันตามข้อมูลอ้างอิงของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานปี 2565	51
4.4	ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์สำหรับประเทศไทย	52
4.5	ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ ตำบลไทรโสภา	52

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์พยายามคิดค้นสิ่งอำนวยความสะดวก และทุ่นแรง เพื่อผ่อนแรง หรือทำงานแทนมนุษย์โดยเครื่องยนต์เป็นอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ในชีวิตประจำวันจนถึงในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ มนุษย์จึงได้มีการประดิษฐ์เครื่องยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยตัวเอง ใช้พลังงานไอน้ำ ถึงปัจจุบันเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล หรือน้ำมัน พลังงานเหล่านี้ยังมีราคาสูง และเมื่อนำไปใช้งานกับเครื่องยนต์แล้วยังปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาสู่โลก ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศ หลายประเทศจึงมีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงานและส่งเสริมให้มีการใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดปัญหาด้านพลังงานที่เกิดขึ้น นอกจากเครื่องยนต์จากเชื้อเพลิงฟอสซิลแล้วมนุษย์ยังพยายามหาแหล่งพลังงานทดแทนอย่างอื่นเพื่อมาทดแทนน้ำมัน ซึ่งมีเหลือใช้ไม่มาก และกระแสโลกร้อนยังเป็นแรงกระตุ้นอย่างรุนแรง เพื่อลดการใช้พลังงานจากฟอสซิล เครื่องยนต์พลังงานทดแทน จึงเป็นต้นแบบของพลังงานทางเลือกที่มีความสำคัญของมนุษย์ในอนาคต

อาคารโดยทั่วไปใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่องสว่างคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 25 ของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในอาคาร รูปแบบของผังอาคารโดยทั่วไปมีลักษณะแผ่ขยายกว้างในขณะที่ขนาดของช่องเปิดรับแสงด้านข้างมีน้อยทำให้การนำแสงธรรมชาติไปใช้ในส่วนลึกของอาคารเป็นไปได้ยาก ส่งผลให้ต้องติดตั้งแสงประดิษฐ์เพื่อให้ความสว่างเพิ่มเติม ซึ่งโดยส่วนใหญ่มักจัดตำแหน่งแบบกระจายทั้งพื้นที่ โดยไม่ได้คำนึงถึงความต้องการแสงสว่างของกิจกรรมแต่ละอย่าง ทำให้เกิดแสงสว่างที่เกินความจำเป็นตลอดทั่วทั้งพื้นที่ การนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารสำนักงานจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยอนุรักษ์พลังงาน ทำให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น เนื่องจากอาคารสำนักงานมีการใช้งานในช่วงเวลากลางวันเป็นส่วนใหญ่ ทำให้สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ได้อย่างเต็มที่นักวิจัยและนักออกแบบจึงได้คิดค้น และพัฒนาเทคนิคสำหรับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เพื่อตอบสนองต่อปัญหาการบริโภคพลังงานที่สูงและสิ้นเปลืองของส่วนการส่องสว่างในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งจะสามารถช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้

ปัจจุบันอาคารส่วนใหญ่ ไม่คำนึงถึงการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ภายใน อาคารเนื่องด้วยเหตุผลมาจากรูปแบบของอาคารและการออกแบบของผู้ออกแบบ ทำให้อาคาร สำนักงานสมัยนี้มักไม่คำนึงถึงการบังแสงตรงจากดวงอาทิตย์ เพราะกระจกที่ผลิตขึ้นใน ปัจจุบันสามารถป้องกันรังสีความร้อนได้ จึงมีการนำมาใช้ในการออกแบบอาคารอย่างแพร่หลาย แต่กระจกเหล่านี้มีค่าการส่องผ่านของแสงต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพการใช้ แสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในการส่องสว่างภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด แทนการใช้ แสงประดิษฐ์ที่ต้องเสียค่าไฟฟ้าในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการนำแสงธรรมชาติมาช่วย เพิ่มประสิทธิภาพของแสงสว่างภายในอาคาร จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายจากการใช้แสงประดิษฐ์ ไปด้วยเช่นกัน แนวทางการออกแบบอาคารเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาตินั้น ได้เริ่ม ค้นคว้าจากทฤษฎีการนำแสงธรรมชาติที่เหมาะสมเข้าสู่

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อาคาร โดยมีปริมาณการส่องสว่าง ที่เหมาะสมกับการทำงานตาม และให้แสงธรรมชาติที่เหมาะสมครอบคลุมพื้นที่ทำงานของอาคารได้ มากที่สุด แนวทางการออกแบบเป็นการพิจารณาถึงปัจจัยและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับธรรมชาติ เพื่อให้ได้มาตรฐานการออกแบบอาคารอย่างสมบูรณ์ โดยมีการวิเคราะห์ถึงปัจจัยหลัก เริ่มตั้งแต่การพิจารณาสภาพที่ตั้งของอาคาร เพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของอาคาร ซึ่งที่ตั้งของอาคารที่เหมาะสมนั้นต้องมีความกว้างในส่วนของด้านทิศเหนือและทิศใต้ ของอาคาร เพราะเป็นด้านที่อาคารสามารถใช้แสงธรรมชาติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยจากการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับระดับแสงสว่างภายในสำนักงาน พบว่าระดับแสงสว่างที่เป็นมาตรฐานสำหรับสำนักงานคือ ความส่องสว่างที่ 500 ลักซ์ (โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว, 2557) กล่าวโดยสรุปว่าการออกแบบอุปกรณ์สิ่งแวดล้อม รวมทั้งระบบให้ถูกต้อง และเหมาะสม ต้องอาศัยความรู้ทางการยศาสตร์ ความเข้าใจในกิจกรรมของงาน และความต้องการในการทำงาน จึงจะก่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดี ในการทำงานได้ ประกอบกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติหลายฉบับ มียุทธศาสตร์การบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมและแนวทางที่เกี่ยวข้อง คือ การส่งเสริมให้มีการอนุรักษ์และใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด โดยใช้มาตรการด้านราคา มาตรการบังคับ มาตรการจูงใจ และการสร้างจิตสำนึก พร้อมกับเร่งสำรวจ และพัฒนาแหล่งปิโตรเลียมในประเทศ เพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการผลิตพลังงานหมุนเวียนเพื่อใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ทำให้ผู้วิจัยตระหนักถึงความสำคัญในการส่งเสริมและต้องการตอบสนองนโยบายดังกล่าวเพื่อนำมาพัฒนาการออกแบบที่อาคารพักอาศัยในพื้นที่ต่างจังหวัดเพื่อตอบสนองนโยบายการประหยัดพลังงานและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของผู้ใช้อาคาร งานวิจัยนี้จึงประยุกต์ใช้การออกแบบอาคารประหยัดพลังงานโดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Velux Daylight เข้ามาช่วยในการออกตัวแบบอาคารต้นแบบเพื่อให้การออกแบบอาคารต้นแบบนั้นมีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานมากที่สุดโดยผู้วิจัยมุ่งเน้นในการออกแบบอาคารต้นแบบเพื่อให้มีการใช้แสงธรรมชาติมากที่สุดและใช้พลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนพลังงานไฟฟ้าเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้ชีวิตประจำวัน ซึ่งอาคารต้นแบบที่นำมาประยุกต์และศึกษานั้นตั้งอยู่ที่ ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี ละติจูดที่ 8.55 ลองจิจูด 97.95 ผ่านการศึกษาเรื่องการศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

1.2 คำสำคัญในการทำวิจัย

1.2.1 แสงธรรมชาติ คือ แหล่งกำเนิดแสงจากธรรมชาติ เกิดจากวัตถุที่มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น ดวงอาทิตย์และดาวฤกษ์ แสงสว่างบนโลกของเราส่วนใหญ่ได้มาจากดวงอาทิตย์ แสงจากดวงอาทิตย์จะแผ่นพลังงานออกมาโดยรอบ

1.2.2 พลังงานแสงอาทิตย์ คือ เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติเป็นพลังงานที่สะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.3 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.3.1 เพื่อจำลองและวิเคราะห์การส่องสว่างโดยการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในบ้านกรณีศึกษา

1.3.2 เพื่อคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งโซลาร์เซลล์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 เป็นการศึกษาบ้านกรณีศึกษา ขนาด 5*12 เมตร ตั้งอยู่ที่ ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เส้นละติจูด 8.55 เส้นลองติจูด 97.95

1.4.2 บ้านกรณีศึกษามีลักษณะทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า อาคารเดียวมีอาคารข้างเคียง 1 อาคาร และมีต้นไม้โดยรอบ

1.4.3 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาในส่วนของบ้านกรณีศึกษาที่จะส่งผลถึงความสว่างภายในบ้านพักอาศัยและการลดใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการติดตั้งแผงโซลา เซลล์ เป็นเครื่องมือผลิตไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน

1.4.34 ด้านระยะเวลาการศึกษาเรื่องการศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ มีระยะเวลาการศึกษาทั้งสิ้น 7 เดือน นับตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนกรกฎาคม โดยสามารถแสดงได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาการทำวิจัย

ลำดับขั้นตอน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม
ตั้งชื่อและศึกษาหัวข้อ	↔						
ดำเนินการสืบค้นข้อมูล		↔	↔				
ลงพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลและปัญหา			↔	↔			
ดำเนินการรวบรวมข้อมูล				↔			
ดำเนินการทำรายงานวิจัย				↔	↔		
อาจารย์พิจารณาและแก้ไข						↔	
ดำเนินการส่งเล่ม						↔	↔

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 เพื่อเป็นอาคารประหยัดพลังงานต้นแบบในอนาคต

1.5.2 เพื่อตอบสนองการใช้พลังงานทดแทนในชีวิตประจำวันทั้งในสถานการณ์ปัจจุบันและในอนาคต

1.5.3 เพื่อให้สอดคล้องแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี และตอบสนองกับเป้าหมายของSDGs (Sustainable Development Goals) ข้อที่ 7 ของเป้าหมายการพัฒนา อย่างยั่งยืน (ข้อที่7 จัดให้มีพลังงานสะอาดที่ยั่งยืนและเพียงพอ)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 2
แนวคิด และทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาการออกแบบอาคารเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ และการใช้พลังงานแสงอาทิตย์นั้น ผู้ศึกษาได้เลือกพิจารณาแนวคิด และทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ออกเป็น 4 ส่วนย่อย ได้แก่ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงธรรมชาติ แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทางเลือกและโซลาเซลล์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละส่วนได้ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับแสงธรรมชาติ

แสงธรรมชาติมีจุดเด่น คือ เป็นแสงที่ได้มาโดยไม่จำเป็นจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตจนถึงการใช้งาน และยังสามารถนำมาหมุนเวียนใช้ได้ หากนำแสงธรรมชาติมาใช้ภายในอาคารจะช่วยลดพลังงานและค่าใช้จ่ายที่สูญเสียไปกับแสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ โดยแสงธรรมชาติมีประสิทธิภาพสูง เมื่อเปรียบเทียบแล้วจะมี ประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent tube) ทั่วไป นอกจากนั้นแสงธรรมชาติให้ผลในเชิงจิตวิทยาและการมองเห็น โดยแสงสามารถทำให้รู้สึกสดชื่นไปจนถึงปลอดภัยได้จากการที่แสงมีปริมาณมากและกระจายในที่กว้าง นอกจากนี้การเคลื่อนที่ และการเปลี่ยนแปลงระดับความส่องสว่างตลอดเวลาจะสามารถบ่งบอกเวลาและเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดความตื่นตาตื่นใจ ไม่น่าเบื่ออย่างที่เกิดในแสงประดิษฐ์ที่มีความสม่ำเสมอคงที่ตลอดเวลา และแสงธรรมชาติยังมีคุณสมบัติทางสีที่สมบูรณ์ทำให้เห็นวัตถุได้สมจริง ซึ่งไม่มีแสงประดิษฐ์ใดสามารถทำได้ โดยแสดงธรรมชาติที่เกิดขึ้นในโลก เป็นแสงที่เป็นแสงธรรมชาติจากดวงอาทิตย์ เป็นหลัก

การที่โลกหมุนรอบตัวเองและโคจรรอบดวงอาทิตย์ เมื่อมีการอ้างอิงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ บนพื้นโลกทำเสมือนว่าดวงอาทิตย์โคจรรอบโลกเป็นวงแหวนซ้อนกันหลายวง จนทำให้เป็นเส้นทางผ่านของดวงอาทิตย์ บนพื้นโลกซึ่งภายหลังได้ มี การพัฒนารูปแบบการอ้างอิงตำแหน่งดังกล่าวให้อยู่ในรูปแบบของซันชาร์ต (Sun Chart) หรือซันพาร์ทไดอะแกรม (Sun path diagram) ซึ่งตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแต่ละสถานที่ จะมีรูปแบบที่ต่างกันไปตาม Latitude ที่ตั้งที่ต่างกัน โดยลักษณะความแตกต่างของแสงที่เกิดขึ้นแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ของโลกเกิดจากลักษณะของรังสีของแสงที่กระทำกับพื้นผิวโลกทำมุมที่แตกต่างกัน รังสีของแสงที่ทำมุมน้อยกับพื้นผิวโลกก็จะมีแสงสว่างก็จะน้อยกว่ารังสีของแสงส่องลงมาตั้งฉากกับพื้นผิวโลก

แสงธรรมชาติที่นำมาใช้ภายในอาคารที่มาจากแสงท้องฟ้าที่ประกอบด้วยแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ (Sun Light) แสงสะท้อนจากท้องฟ้า (Sky Light) และแสงที่เกิดขึ้นจากการสะท้อนคือแสงที่สะท้อนจากพื้นและสิ่งแวดล้อม รวมถึง แสงสะท้อนจากสภาพภายในของพื้นที่ใช้สอยเอง ลักษณะความแปรปรวนของแสงอาทิตย์ที่เกิดขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลัก เนื่องจากสภาพท้องฟ้าสามารถทำให้ เกิดค่าความส่องสว่างที่ต่างกันมากระหว่างแสงที่ได้รับโดยตรงจากดวงอาทิตย์กับแสงที่ได้รับจากการสะท้อน ที่กระจายจากก้อนเมฆ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

และอนุภาคในอากาศ หรือการสะท้อนจากพื้นผิวในสภาพแวดล้อม ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะของความสว่างที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

1. สภาพท้องฟ้า กล่าวคือปริมาณของเมฆและอนุภาคในอากาศ เช่น ฝุ่น ควัน และไอน้ำ มีผลต่อปริมาณแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมาบนพื้นดิน โดยทั่วไปแล้วจะมีการจำแนกสภาพท้องฟ้าออกเป็น 3 ประเภท (อ้างอิงจากการใช้โปรแกรมVelux Daylight เพื่อใช้ในการกำหนดค่าของท้องฟ้าในแต่ละช่วงเวลา) ได้แก่ ท้องฟ้าที่มีเมฆมาก (Overcast Sky) คือ ท้องฟ้าที่มี เมฆมากเป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆมากปกคลุมทั่วท้องฟ้า ท้องฟ้าประเภทนี้จะไม่สามารถเห็นแหล่งกำเนิดแสงนั่นคือดวงอาทิตย์ได้ และมีลักษณะของความส่องสว่างน้อย เนื่องจากเมื่อแสงจากดวงอาทิตย์ตกกระทบกับไอน้ำแสงจะเกิดการกระจายทุกทิศทุกทาง ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วน (Partly Cloudy Sky) คือ ท้องฟ้ามีเมฆบางส่วนเป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆในปริมาณปานกลางปกคลุม โดยระดับความส่องสว่างจะมีความแปรปรวนสูงจากการเคลื่อนที่ของเมฆ ท้องฟ้าประเภทนี้จะสามารถหาระดับความสว่างของท้องฟ้าได้ยากมาก เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงของเมฆตลอดเวลา หากเมฆที่ปกคลุมมีปริมาณน้อยและเบาบาง ท้องฟ้าจะมีค่าระดับความส่องสว่างมากกว่าระดับความส่องสว่างของท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) ซึ่งเป็นผลจากการสะท้อนแสงของเมฆ ซึ่งสภาพท้องฟ้าส่วนใหญ่ของประเทศไทยเป็นแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน และท้องฟ้าโปร่ง (Clear Sky) คือ ท้องฟ้าโปร่งเป็นสภาพท้องฟ้าที่มีเมฆน้อย จึงสามารถเห็นแหล่งกำเนิดแสงนั่นคือดวงอาทิตย์ได้ระดับความส่องสว่างของท้องฟ้าประเภทนี้ เกิดจากแสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์และแสงกระจายจากท้องฟ้าทำให้ความสว่างของท้องฟ้ามีปริมาณที่แตกต่างกัน

2. แสงสะท้อนจากพื้นผิว กล่าวคือแสงที่สะท้อนเกิดจากพื้นภายนอกอาคารหรือพื้นผิวภายนอกของสิ่งของที่แวดล้อมอาคารอยู่ เช่น ต้นไม้ สิ่งก่อสร้าง อาคารข้างเคียง เป็นต้น แสงสะท้อนจากสภาพแวดล้อมนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ของพื้นผิวของสภาพแวดล้อมดังกล่าวที่มีความสัมพันธ์กับจุดพิจารณารวมไปถึงค่าการสะท้อนแสงของพื้นผิวนั้นทั้งนี้ค่าการสะท้อนแสงของสภาพแวดล้อมจะมีความแตกต่างกัน กรณีที่สภาพแวดล้อมเป็นอาคารหรือพื้นคอนกรีต อาจมีค่าการสะท้อนสูงถึงร้อยละ 80 - 90 ซึ่งจะพบมากในอาคารในปัจจุบันที่มักจะใช้วัสดุกระจกหรือทาสีขาว ในขณะที่สภาพแวดล้อมที่เป็นต้นไม้หรือพื้นหญ้าจะมีค่าการสะท้อนแสงที่ต่ำกว่า

2.2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร

ปัจจัยสำหรับค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร สามารถนำมาพิจารณาได้ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน IES และมาตรฐาน CIE กล่าวคือ ค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร (มาตรฐาน CIE) ลักษณะพื้นที่ทางเดินภายในอาคารค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะเท่ากับ 100 lux และลักษณะพื้นที่ใช้งานไม่ต่อเนื่องจะมีค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะอยู่ในช่วง 150 lux ส่วนประเภทอาคารสำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์ และห้องเรียนมีค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารเท่ากับ 500 lux และค่ามาตรฐานความส่องสว่างภายในอาคาร (มาตรฐาน IES) ลักษณะพื้นที่ใช้งานทั่วไปค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะอยู่ในช่วง 300 - 700 lux และลักษณะพื้นที่ใช้งานส่วนกลางและทางเดินค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

อยู่ในช่วง 100 - 200 lux ส่วนลักษณะพื้นที่ใช้งานที่เป็นสำนักงาน ห้องคอมพิวเตอร์ และห้องเรียนค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะอยู่ในช่วง 300 - 500 lux ลักษณะพื้นที่ใช้งานประเภทบ้านที่อยู่อาศัยที่ต้องการความสว่างน้อยที่สุดคือห้องนอนซึ่งมีมาตรฐานความสว่างภายในอาคารเท่ากับ 50 lux ห้องน้ำ และห้องนั่งเล่นมีค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะอยู่ในช่วง 100 - 500 lux บริเวณบันไดค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารเท่ากับ 100 lux และสุดท้ายลักษณะพื้นที่ที่เป็นห้องครัวจะมีค่ามาตรฐานความสว่างภายในอาคารจะอยู่ในช่วง 300 - 500 lux ตามลำดับ โดยสามารถแสดงการเปรียบเทียบของทั้ง 2 มาตรฐานได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบมาตรฐาน IES และมาตรฐาน CIE

พื้นที่ต่าง ๆ	CIE	IES	BS
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพานิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องล็อบบี้หรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	150S

ที่มา: http://mascex.blogspot.com/2009/10/cie.html

ตารางประกอบที่ 2.1 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบระดับมาตรฐาน โดยมีความหมาย ดังนี้

- IES คือ Illumination Engineering Society
- BS คือ British Standards Exposure lndex
- ตัวเลข คือ ค่าความส่องสว่าง
- ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความสว่าง (W = Working Plane , S = Switch , F = Floor)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.3 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการให้แสงธรรมชาติ

การให้แสงธรรมชาติในอาคารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการส่องสว่างอย่างมีคุณภาพ รูปแบบการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจำแนกตามทิศทางได้ 2 รูปแบบ คือ แสงธรรมชาติจากด้านข้างของอาคาร และแสงธรรมชาติจากด้านบนอาคาร ซึ่งในการวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะการให้แสงธรรมชาติจากด้านข้างของอาคาร

2.3.1 แสงธรรมชาติจากด้านข้างอาคาร (Side Lighting)

แสงธรรมชาติจากด้านข้างอาคาร (Side Lighting) เป็นแสงที่ผ่านเข้ามาจากแหล่งกำเนิดแสงที่มาได้หลายทาง เช่น แสงจากท้องฟ้า แสงจากพื้นดินภายนอกที่เป็นตัวสะท้อนแสง และการสะท้อนแสงภายในอาคาร จากการศึกษาพบว่า ข้อดี คือ ช่วยสร้างทัศนะวิสัยที่ดีเหมาะสมแก่การใช้งาน แต่มีข้อเสีย เนื่องจากหน้าต่างหรือช่องเปิดประเภทนี้อยู่ในตำแหน่งที่คนทั่วไปสามารถทนต่อความจ้าเมื่อมองระดับได้เพียง 170 ฟุตแลมเบิร์ตเท่านั้น (สุนทร บุญญาธิการ, 2541, หน้า 94) เพื่อให้เกิดความสบายตาในการมองออกสู่ภายนอกแต่จะส่งผลให้มีแสงธรรมชาติที่เพียงพอต่อการใช้งานในระยะเพียง 2 - 3 เมตร ซึ่งการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้อย่างคุ้มค่า คือ การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารได้ลึกมากที่สุดปริมาณความสว่างของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ทำงาน (Working Plane) จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับมุมตกกระทบของแสงกับระนาบนั้น โดยมุมองศาที่แสงตกกระทบนี้ จะแปรผันกับค่าความเข้มของปริมาณแสงสว่างบนระนาบ ถ้ามุมยิ่งน้อยปริมาณแสงสว่างที่ระนาบของพื้นที่ใช้งานก็จะยิ่งมากขึ้น ซึ่งเป็นแนวทางการนำแสงธรรมชาติการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้อย่างคุ้มค่าที่สุดนั้นเอง โดยตำแหน่งของแผงกันแดดด้านข้าง มีผลต่อการรับแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในอาคาร ซึ่งสามารถจำแนกตำแหน่งของช่องเปิดได้ 3 แบบดังต่อไปนี้

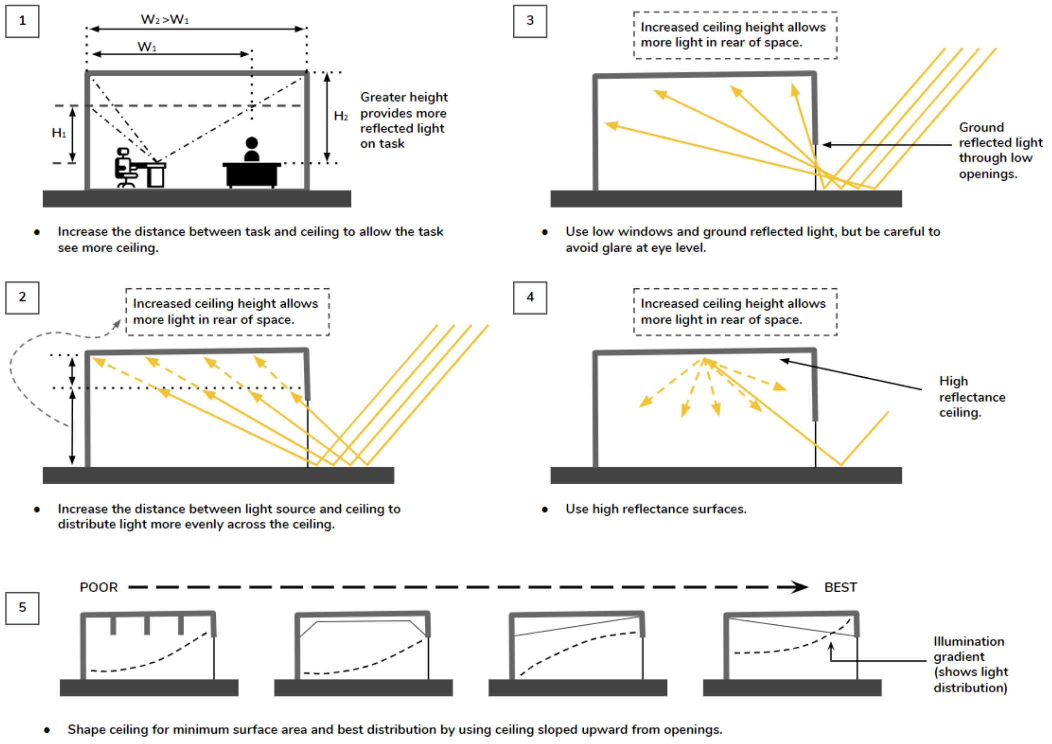
(1) ช่องเปิดช่วงล่าง (Lower Void Opening) มีความสูงจากพื้นประมาณ 0.90 - 1.50 เมตร ได้รับแสงสะท้อนจากบริเวณที่อยู่ใกล้โดยรอบ หรือบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับสายตา เช่น แสงสะท้อนจากพื้นดิน ผิวสะท้อนแสง หน้าต่างช่วงล่างนี้ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องความจ้า และความร้อนของแสงแดด ข้อเสีย คือ จะเกิดลักษณะของความเปรียบต่าง (Contrast) ระหว่างแนวผนังช่วงบนเหนือแผงกันแดดกับบริเวณฝ้าเพดาน และยังจำกัดทัศนวิสัยอีกด้วย

(2) ช่องเปิดช่วงกลาง (Middle Void Opening) พบเห็นโดยทั่วไปมีความสูงจากพื้นประมาณ 0.90 - 2.00 เมตร ได้รับแสงสะท้อนจากบริเวณโดยรอบแต่ประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงจากพื้นดินเข้ามาภายในจะไม่ดีเท่ากับช่องเปิดช่วงล่างและประสิทธิภาพในการกระจายแสงไม่เท่ากับช่องเปิดช่วงบนที่มีปริมาณความสว่างที่เพียงพอต่อระดับการใช้งานในช่วงระยะ 2 - 3 เมตร แต่มีลักษณะทัศนวิสัยที่ดีกว่าแบบอื่นเนื่องจากอยู่ในระดับแนวสายตาปัญหาที่พบส่วนใหญ่ คือ ปริมาณความจ้าของแสงที่ได้รับโดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้ช่องเปิด แนวทางการปรับแก้โดยการใช้อุปกรณ์บังแดดหรือการปรับความลาดเอียงของอุปกรณ์บังแดด

(3) ช่องเปิดช่วงบน (Upper Void Opening) มีความสูงจากพื้นประมาณ 2.00 เมตรขึ้นไป มีการให้ความส่องสว่างผ่านเข้ามาภายในได้ลึกกว่าทุกแบบ ทั้งจากแสงธรรมชาติโดยตรง แสงกระจาย เป็นต้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อเสียของช่องเปิดช่วงบนนี้คือปริมาณแสงที่ไม่เพียงพอ ทัศนวิสัยด้อยกว่าช่องเปิดชนิดอื่น แต่ไม่มีปัญหาเรื่องความจ้าของแสงเนื่องจากเป็นช่วงที่อยู่เหนือระดับสายตา



ภาพที่ 2.1 แสดงเส้นทางการเดินทางของแสงสู่อาคาร

ที่มา: Planlux, 2562

จากภาพที่ 2.1 พบว่าตำแหน่งของช่องเปิดของแผงกันแดดที่มีประสิทธิภาพนำแสงธรรมชาติเข้าสู่ภายในได้ลึกที่สุด ควรใช้รูปแบบผสมผสานช่วงกลางกับช่วงบน

สิ่งที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องคำนึงถึงทิศทางของช่องเปิด (Orientation) เป็นอันดับแรก ซึ่งการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร แม้จะเป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ในหลายด้าน แต่ในขณะเดียวกันก็ควรระมัดระวังในเรื่องของความร้อน และผลกระทบทางการมองเห็นที่ตามมา ความสัมพันธ์ของขนาดของช่องเปิดมีผลต่อสภาพการส่องสว่างภายใน โดยทั่วไปสัดส่วนของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับลักษณะการส่องสว่างทั้ง 2 กรณีคือ กรณีความสัมพันธ์กับปริมาณแสง และกรณีลักษณะการกระจายแสง ที่ส่องผ่านเข้ามายังพื้นที่ภายในแนวกว้าง แนวยาว และแนวตั้งโดยความลึกของห้องนั้นไม่ควรเกิน 2.5 H เมื่อ H คือ ความสูงของช่องแสง โดยทฤษฎี (Stein and Reynold, 2000: pp. 1151 - 1155) กล่าวว่า ระยะที่ลึกที่สุดที่สามารถใช้แสงธรรมชาติในอาคารได้ ซึ่งมีค่าเดย์ไลท์แฟคเตอร์ตั้งแต่2-5% จะมีค่าประมาณ 1.5-2.5 เท่าของความสูงของช่องเปิด ซึ่งความสูง และความกว้างของช่องเปิดจะเป็นตัวแปร

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

สำคัญที่มีผลต่อความลึกในการส่องสว่างของแสงที่ผ่านเข้ามาภายใน ส่วนความกว้างจะมีผลต่อปริมาณการส่องสว่างภายในเช่น ช่องเปิดที่กว้างและสูง จะมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างที่ดีกว่าช่องเปิดที่แคบกว่า

อย่างไรก็ตามการเพิ่มปริมาณแสงธรรมชาติภายในอาคารนั้น ทำได้โดยการติดตั้งแผงกันแดดหรือช่องเปิดที่ตำแหน่งสูง และกำหนดระยะฝ้าเพดานที่สูง จะช่วยกระจายแสงไปได้ไกลขึ้น เปรียบเทียบปริมาณของค่าความสว่างภายในจากช่องเปิดในหลายรูปแบบประกอบกัน นอกจากนั้นช่องเปิดแนวนอนสามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาได้มากกว่าทางแนวตั้ง ซึ่งพื้นที่ช่องเปิดควรมากกว่า 20% ของพื้นที่ห้อง (Lechner, 2000, p. 376) ซึ่งปริมาณแสงสว่างจะมีปริมาณสูงสุดบริเวณช่องเปิด และลดลงตามระยะที่มากขึ้น การนำแสงธรรมชาติเพื่อเพิ่มปริมาณการส่องสว่าง และลดความสว่างแสงภายในอาคารควรติดตั้งแผงกันแดดในช่องเปิดตั้งแต่ 2 ด้านขึ้นไป จะมีประสิทธิภาพดีกว่าด้านเดียว และควรติดตั้งแผงกันแดดไว้ใกล้กับผนังภายในอาคาร เนื่องจากผนังภายในจะเป็นเสมือนตัวสะท้อนแสงที่ช่วยสะท้อนรังสีโดยตรงจากแสงอาทิตย์เพื่อทำให้แสงกระจายไป และสว่างมากขึ้น นอกจากนี้กรณีดังกล่าวยังช่วยลดอัตราส่วนความสว่างระหว่างช่องเปิดกับผนังส่งผลต่อการลดแสงบาดตาที่เกิดขึ้นภายในห้องได้

2.4 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในครัวเรือน

ไฟฟ้าในครัวเรือน คือแหล่งไฟฟ้าที่สามารถจ่ายไฟให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือนทั่วไปได้ ซึ่งกระแสจะถูกจ่ายจากโรงไฟฟ้า ผ่านโครงข่ายสายส่งและสถานีไฟฟ้าย่อย ก่อนจะเข้าสู่บ้านพักอาศัยในที่สุด โดยผู้ใช้สามารถต่อเข้าสู่เครื่องใช้ในวิธีที่พื้นฐานที่สุดด้วยการเสียบปลั๊กของเครื่องใช้เข้ากับเต้ารับในบ้าน กรณีของไฟบ้านในประเทศไทยนั้นได้มีจ่ายเป็นกระแสสลับที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ โดยมีแรงดันปรกติประมาณ 220 โวลต์

การคิดค่าไฟฟ้าในประเทศไทยจะเป็นการคิดแบบขั้นบันไดตามสัดส่วนการใช้ไฟฟ้า ด้วยการควบคุมจากการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคซึ่งมีลักษณะเป็นรัฐวิสาหกิจ โดยจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน ค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (Ft) และภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 โดยสามารถแสดงตารางการคำนวณค่าไฟฟ้าออกมาได้ดังนี้ (การไฟฟ้านครหลวง, 2562)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ค่าพลังงานไฟฟ้า		
15 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 – 15)	หน่วยละ	2.3488 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 16 – 25)	หน่วยละ	2.9882 บาท
10 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 26 – 35)	หน่วยละ	3.2405 บาท
65 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 36 – 100)	หน่วยละ	3.6237 บาท
50 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 101 – 150)	หน่วยละ	3.7171 บาท
250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 – 400)	หน่วยละ	4.2218 บาท
เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	หน่วยละ	4.4217 บาท
ค่าบริการ (บาท/เดือน) :	8.19	

ภาพที่ 2.2 แสดงค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน

ที่มา: https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/Rate2015Update.pdf

จากภาพที่ 2.2 จะแสดงให้ทราบถึงพลังงานที่ใช้แต่ละหน่วยว่าอยู่ในระดับเท่าใดจากภาพจะแยกออกเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ 1 หน่วย-15หน่วยแรก จนถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากกว่า 400หน่วยขึ้นไป

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	**วิธีการประหยัดไฟฟ้า**
1.ไฟฟ้าแสงสว่าง	
1.1	ควรปิดไฟทุกครั้งเมื่อไม่มีคนอยู่ในห้อง
1.2	เลือกใช้หลอดไฟที่มีกำลังวัตต์เหมาะสมกับการใช้งาน
1.3	ควรเลือกใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดไอโซเดียม และหลอดไอปรอท
1.4	ควรใช้ฝาครอบดวงโคมแบบใสหากไม่มีปัญหาเรื่องแสงจ้า
1.5	พิจารณาใช้โคมไฟตั้งโต๊ะสำหรับงานที่ต้องการแสงสว่างจุดเดียว
1.6	ทีวี วิทยุ ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อไม่ได้ดู
1.7	ควรถอดปลั๊กเมื่อไม่ใช้เป็นเวลานาน
1.8	ควรเลือกใช้โคมไฟแบบสะท้อนแสงแทนแบบเดิมที่ใช้พลาสติกปิด
1.9	ควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ แทนหลอดไส้

ภาพที่ 2.3 วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยะตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	
อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	วิธีการประหยัดไฟฟ้า
2. เตารีด	
2.1	ควรตรวจสอบดูว่าเตารีดอยู่ในสภาพพร้อมที่จะใช้งานหรือไม่ทุกครั้งก่อนใช้งาน
2.2	ตั้งปุ่มปรับความร้อนให้เหมาะสมกับชนิดของผ้า
2.3	ควรพรมน้ำพอสมควร อย่าพรมน้ำจนเปียกแฉะ
2.4	ดึงเต้าเสียบออกก่อนจะรีดเสร็จประมาณ 2-3 นาที แล้วรีดต่อไปจนเสร็จ
2.5	ถอดปลั๊กออกเมื่อไม่ได้ใช้
2.6	ควรรีดผ้าคราวละมาก ๆ ติดต่อกันจนเสร็จ
2.7	ควรเริ่มรีดผ้าบาง ๆ ก่อน ขณะเตารีดยังไม่ร้อน
2.8	ควรซักและตากผ้าโดยไม่ต้องบิด จะทำให้รีดง่ายขึ้น
3. พัดลม	
3.1	เปิดความเร็วลมพอควร
3.2	เปิดเฉพาะเวลาใช้งาน
3.3	ควรเปิดหน้าต่างใช้ลมธรรมชาติแทนถ้าทำได้
4. เครื่องเป่าผม	
4.1	เช็ดผมก่อนใช้เครื่อง
4.2	ควรขยี้และสางผมไปด้วยขณะเป่า
5. เครื่องดูดฝุ่น	
5.1	ควรเอาฝุ่นในถุงทิ้งทุกครั้งที่ใช้แล้วจะได้มีแรงดูดดี ไม่เปลืองไฟ

ภาพที่ 2.3 (ต่อ)

ที่มา: https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/606/ArticleID/863/วิธีใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	**วิธีการประหยัดไฟฟ้า**
6. ตู้เย็น ตู้แช่	
6.1	ตั้งอุณหภูมิพอสมควร
6.2	ควรนำของที่ไม่ร้อนใส่ตู้เย็น
6.3	ปิดประตูตู้เย็นทันทีเมื่อนำของใส่หรือออก
6.4	ปิดประตูตู้เย็นให้สนิท
6.5	หากยางขอบประตูรั่วให้รีบแก้ไข
6.6	เลือกตู้เย็นหรือตู้แช่ชนิดมีประสิทธิภาพสูง
6.7	ควรใช้ตู้เย็นขนาดเหมาะกับครอบครัว
6.8	ควรตั้งตู้เย็นให้ห่างจากแหล่งความร้อน ให้หลังตู้ห่างจากฝาเกิน 15 ซ.ม.
6.9	ควรหมั่นทำความสะอาดแผงระบายความร้อน
6.10	ควรเก็บเฉพาะอาหารเท่าที่จำเป็น
7. หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	
7.1	ควรหุงข้าวให้พอดีกับจำนวนผู้รับประทาน
7.2	ควรถอดเต้าเสียบออกเมื่อข้าวสุกแล้ว
7.3	อย่าทำให้ก้นหม้อตัวในเกิดรอยบุบ จะทำให้ข้าวสุกช้า
7.4	หมั่นตรวจบริเวณแท่นความร้อนในหม้อ อย่าให้เม็ดข้าวเกาะติด
7.5	ใช้ขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสมาชิกในครอบครัว
8. หม้อต้มน้ำ หม้อต้มกาแฟ	
8.1	ใส่น้ำให้มีปริมาณพอควร
8.2	ควรปิดฝาให้สนิทขณะต้ม
8.3	ควรปิดสวิตช์ทันทีเมื่อน้ำเดือด

ภาพที่ 2.3 (ต่อ)

ที่มา: https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/606/ArticleID/863/วิธีใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	**วิธีการประหยัดไฟฟ้า**
9. เครื่องสูบน้ำ	
9.1	ควรติดตั้งอุปกรณ์อัตโนมัติควบคุมระดับน้ำในถังและหมั่นปรับตั้งให้ถูกต้อง
9.2	ติดตั้งท่อน้ำให้มีขนาดเหมาะสมกับขนาดปั๊ม
9.3	ควรตรวจแก้ไขจุดรั่วในระบบน้ำ
9.4	ควรใช้น้ำอย่างประหยัด
9.5	ควรติดตั้งถังเก็บน้ำในตำแหน่งที่ไม่สูงเกินไป
9.6	ตรวจสอบรอยรั่วตามข้อต่อต่าง ๆ อยู่เสมอ
9.7	ควรดูแลอย่าให้น้ำล้นถัง
9.8	ตรวจสอบสายพานไม่ให้หย่อนหรือตึงเกินไป
10. เครื่องซักผ้า	
10.1	ควรใส่ผ้าแต่พอเหมาะ
10.2	ควรใช้น้ำเย็นซักผ้า ส่วนน้ำร้อนให้ใช้เฉพาะกรณีรอยเปื้อนไขมันมาก
10.3	ควรใส่ผ้าที่จะซักตามคำแนะนำของแต่ละเครื่อง
10.4	หากมีผ้าต้องซัก 1-2 ชิ้น ควรซักด้วยมือ
10.5	หากมีแสงแดดไม่ควรใช้เครื่องอบแห้ง ควรจะนำเสื้อผ้าที่ซักเสร็จมาตากแดด
11. มอเตอร์ไฟฟ้า	
11.1	ควรตรวจสอบแก้ไข และอัดจารบีตามวาระ
11.2	ปรับปรุงสายพานมอเตอร์ เช่น ปรับความตึงสายพาน เปลี่ยนสายพานใหม่
11.3	ควรใช้ระบบควบคุมความเร็วของมอเตอร์เป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์

ภาพที่ 2.3 (ต่อ)

ที่มา: https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/606/ArticleID/863/วิธีใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	
อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	**วิธีการประหยัดไฟฟ้า**
12. เตาอบ เตาไฟฟ้า	
12.1	ควรเตรียมเครื่องปรุงในการประกอบอาหารให้พร้อมก่อนใช้เตา
12.2	ควรใช้ภาชนะก้นแบนและเป็นโลหะจะทำให้รับความร้อน จากเตาได้ดี
12.3	ในการหุงต้มอาหารควรใส่น้ำให้พอดีกับจำนวนอาหาร
12.4	ในระหว่างอบอาหารอย่าเปิดตู้อบบ่อย ๆ
12.5	ถอดเต้าเสียบทันทีเมื่อปรุงอาหารเสร็จเรียบร้อย
12.6	ควรหรี่ไฟและปิดฝาหม้อในกรณีที่ต้องเคี่ยว
12.7	ควรใช้เตาชนิดมองไม่เห็นขดลวด
12.8	ควรใช้พาหนะก้นแบนขนาดพื้นที่ก้นเหมาะกับพื้นที่หน้าเตา
12.9	ควรปิดฝาภาชนะให้สนิทขณะตั้งเตา
13. เครื่องทำน้ำอุ่น	
13.1	ปรับปุ่มความร้อนให้เหมาะสมกับร่างกาย
13.2	ปิดวาล์วทันทีเมื่อไม่ใช้งาน
13.3	หากมีรอยรั่วควรรีบทำการแก้ไขทันที
13.4	ต่อสายลงดินในจุดที่จัดไว้ให้ของเครื่องทำน้ำอุ่น
13.5	ปิดสวิตช์ไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นเมื่อไม่ใช้
13.6	ปฏิบัติตามคำแนะนำที่แนบมากับเครื่อง
13.7	ใช้เครื่องขนาดพอสมควร
13.8	ปรับปรุงความร้อนไม่ให้ร้อนเกินความจำเป็น

ภาพที่ 2.3 (ต่อ)

ที่มา: https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/606/ArticleID/863/วิธีใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

วิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	
อ้างอิงข้อมูลจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค	
ประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้า	**วิธีการประหยัดไฟฟ้า**
14. เครื่องปรับอากาศ	
14.1	ปิดเครื่องทุกครั้งเมื่อไม่อยู่
14.2	ปิดประตูหน้าต่างและผ้าม่านกันความร้อนจากภายนอก
14.3	ตั้งอุณหภูมิไม่ควรต่ำกว่า 26 องศาเซลเซียส
14.4	ควรใช้เครื่องขนาดเหมาะสมกับขนาดห้อง
14.5	ควรเลือกเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง
14.6	ควรติดตั้งเครื่องระดับสูงพอเหมาะ
14.7	ควรบุผนังห้อง และหลังคาด้วยฉนวนกันความร้อน
14.8	ควรบำรุงรักษาเครื่องให้มีสภาพดีตลอดเวลา
14.9	ควรหมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ และแผงระบายความร้อน
14.10	ในฤดูหนาวขณะที่อากาศไม่ร้อนมากเกินไป ไม่ควรเปิดเครื่องปรับอากาศ
14.11	ปิดประตู หน้าต่างให้มิดชิดไม่ให้ความเย็นรั่วไหล
14.12	พิจารณาติดตั้งบังแสงหรือกันแดด เพื่อลดภาระการทำงานของเครื่อง
14.13	ควรเลือกใช้ขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของห้อง
14.14	ควรใช้ผ้าม่านกั้นประตูหน้าต่าง เพื่อป้องกันความร้อนจากภายนอก
14.15	ตั้งปุ่มปรับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อร่างกาย(ประมาณ 26 องศาเซลเซียส)
14.16	หมั่นทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ
14.17	ปฏิบัติตามคำแนะนำที่แนบมากับเครื่องปรับอากาศ

ภาพที่ 2.3 (ต่อ)

ที่มา: https://www.pea.co.th/ความรู้เกี่ยวกับไฟฟ้า/ArtMID/606/ArticleID/863/วิธีใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัด

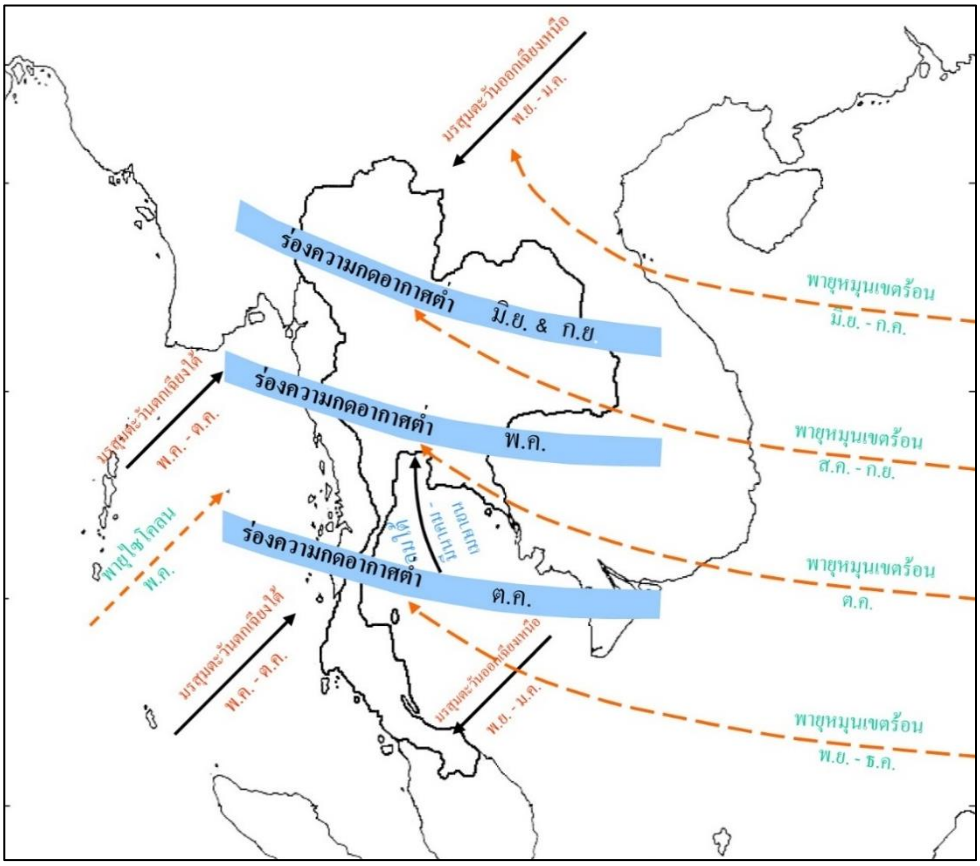
จากภาพที่2.3 เป็นวิธีการประหยัดไฟฟ้ามีการแบ่งการรูปแบบประหยัดไฟฟ้าในครัวเรือนตามประเภทของเครื่องใช้ไฟฟ้าเพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการ โดยสามารถแสดงวิธีการประหยัดไฟฟ้าแยกตามประเภทเครื่องใช้ไฟฟ้าตามแต่ละชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้า (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, 2556)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2.5 แนวคิด และทฤษฎีเกี่ยวกับพลังงานทางเลือก และโซลาเซลล์

ในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา การผลิตไฟฟ้าด้วยน้ำมันและพลังน้ำ มีสัดส่วนลดลงโดยลำดับเนื่องจากข้อจำกัดของแหล่งพลังงาน และราคาที่สูงขึ้น น้ำมันจะเป็นทรัพยากรที่จำกัดและมีแต่จะหมดไป โดยมีการคาดการณ์ไว้ว่าประมาณ 50 ปี น้ำมันจะเป็นพลังงานราคาแพงจนไม่คุ้มที่จะเป็นพลังงานหลักในการผลิตสินค้าอีกต่อไป (กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน, 2562) ส่งผลให้ในปัจจุบันนี้ พลังงานทดแทนเข้ามามีบทบาทสูงมากขึ้นในฐานะตัวเลือกที่จะเข้ามาแก้ไขปัญหาวิกฤตพลังงานโดยพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันนั้นได้แก่ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์

ในส่วนของพลังงานลมนั้น ปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานลมและจ่ายเข้าระบบสายส่งในปริมาณที่น้อยมากหากเทียบกับแหล่งพลังงานอื่น โดยมีการติดตั้งกังหันลมผลิตไฟฟ้าขนาด 150 กิโลวัตต์ ในพื้นที่สถานีผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ณ แหลมพรหมเทพ จังหวัดภูเก็ต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 เพื่อสาธิตการผลิตไฟฟ้าจากกังหันลมร่วมกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 10 กิโลวัตต์ ซึ่งอิทธิพลของลมที่มีศักยภาพในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ประเทศไทยแบ่งทิศทางของลมออกได้เป็น ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงเดือน พฤศจิกายน - เมษายน และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ในช่วงเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม



ภาพที่ 2.4 แสดงภาพลมมรสุมซึ่งเกดขึ้นในประเทศไทย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ที่มา: https://www3.tmd.go.th/info/ฤดูกาล-ฤดูกาลของโลก-ฤดูกาลของประเทศไทย

จากภาพที่ 2.4 แสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของมรสุมสองชนิด คือ มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

มรสุมตะวันตกเฉียงใต้มรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะพัดปกคลุมประเทศไทยระหว่างกลางเดือนพฤษภาคมถึง กลางเดือนตุลาคม โดยมีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกใต้ บริเวณมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งพัดออกจากศูนย์กลางเป็นลมตะวันออกเฉียงใต้ และเปลี่ยนเป็น ลมตะวันตกเฉียงใต้เมื่อพัดข้ามเส้นศูนย์สูตร มรสุมนี้จะนำมวลอากาศชื้นจากมหาสมุทรอินเดีย มาสู่ประเทศไทย ทำให้มีเมฆมากและฝนตกชุกทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามบริเวณชายฝั่งทะเล และเทือกเขาด้านรับลมจะมีฝนมากกว่าบริเวณอื่น

มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือหลังจากหมดอิทธิพลของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้แล้ว ประมาณกลางเดือนตุลาคมจะมีมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดปกคลุมประเทศไทยจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ มรสุมนี้มีแหล่งกำเนิดจากบริเวณความกดอากาศสูงในซีกโลกเหนือแถบประเทศมองโกเลียและจีน จึงพัดพาเอามวลอากาศเย็นและแห้งจากแหล่งกำเนิดเข้ามาปกคลุมประเทศไทย ทำให้ท้องฟ้าโปร่ง อากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งทั่วไป โดยเฉพาะภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่วนภาคใต้จะมีฝนชุกโดยเฉพาะภาคใต้ฝั่งตะวันออก เนื่องจากมรสุมนี้นำความชุ่มชื้นจากอ่าวไทยเข้ามาปกคลุม

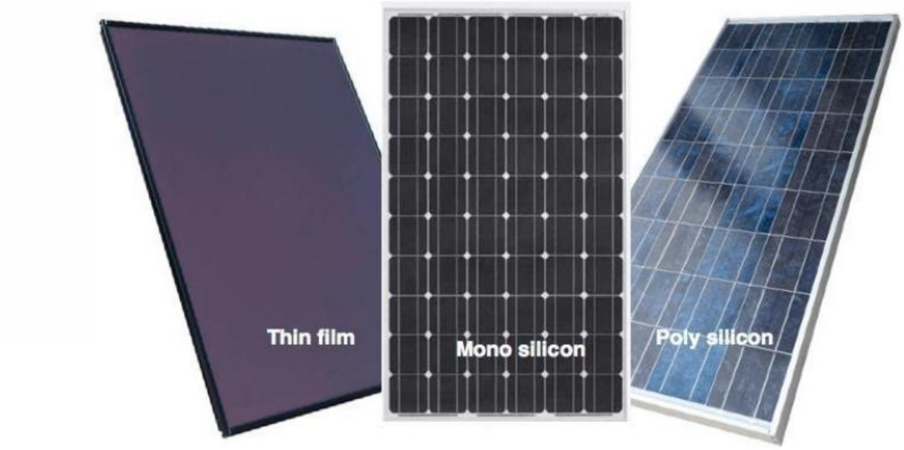
ส่วนของพลังงานแสงอาทิตย์นั้น มนุษย์ได้พยายามนำพลังงานแสงอาทิตย์มาทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า แสงอาทิตย์ตกกระทบพื้นโลก เฉลี่ยประมาณ 5 กิโลวัตต์ชั่วโมง ต่อตารางเมตรต่อวัน ถ้าโซลาร์เซลล์มีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานร้อยละ 15 แสดงว่าเซลล์แสงอาทิตย์ 1 ตารางเมตรสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 650 – 750 วัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าประมาณ 250 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อวัน เราสามารถใช้พื้นที่ประมาณ 1,500 ตารางกิโลเมตร ร้อยละ 0.3 ของพื้นที่ประเทศไทย ก็จะผลิตไฟฟ้าได้ตามที่ต้องการ

โซลาร์เซลล์ คืออุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โซลาร์เซลล์จะมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุดในช่วงเวลากลางวัน พลังงานไฟฟ้าที่เหลือจากการใช้ สามารถเก็บสะสมไว้ในแบตเตอรี่เพื่อไว้ใช้ในเวลากลางคืนได้ แผงโซลาร์เซล ที่มีวัตต์สูง สามารถชาร์จได้เร็ว วัตต์ต่ำชาร์จได้ช้าโดยได้พลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งเป็นพลังงานที่นำมาใช้ได้สะดวกที่สุด ชนิดของโซลาร์เซลล์แผงโซลาร์เซลล์ แบ่งออกตามชนิดของวัสดุที่ใช้ผลิตได้ 2 ชนิด คือกลุ่มที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน (Silicon) และ กลุ่มที่ทำจากสารประกอบ ที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทหลังนี้ จะเป็นโซลาร์เซลล์ที่มีประสิทธิภาพสูงถึงร้อยละ 25 ขึ้นไป แต่มีราคาสูงมาก ส่วนมากใช้งานสำหรับดาวเทียม แต่ปัจจุบันการพัฒนาขบวนการผลิตสมัยใหม่ ทำให้แผงโซลาร์เซลล์ที่ทำจากสารประกอบมีราคาถูกลง และมีแนวโน้มการมาใช้มากขึ้นในอนาคตโซลาร์เซลล์ที่ผลิตจากสารกึ่งตัว นำประเภทซิลิคอน (Silicon) สามารถแบ่งย่อยตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น ได้ 2 ชนิด คือ แบบที่ไม่เป็นรูปผลึก หรือโซลาร์เซลล์ แบบอะมอร์ฟัส ซิลิคอน (Amorphous Silicon Solar Cell) และแบบเป็นรูปผลึก (Crystal) โซลาร์เซลล์แบบอะมอร์ฟัส จะเห็นทั่วไปในเครื่องคิดเลขพลังแสงอาทิตย์ ปัจจุบันมีการนำมา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ทำเป็น thin film โซลาร์เซลล์ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพต่ำ ประมาณร้อยละ 6-10 โซลาร์เซลล์แบบที่เป็นรูปผลึก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดโมโนซิลิคอน (Mono Crystalline Silicon Solar Cell) และ ชนิดโพลีซิลิคอน (Poly Crystalline Silicon Solar Cell)

ในส่วนของโซลาร์เซลล์แบบโมโนจะเป็นชนิดผลึกเดี่ยว จะมีความบริสุทธิ์ของซิลิคอนสูงกว่าแบบโพลี ทำให้โซลาร์เซลล์แบบโมโนนั้นมีราคาสูงกว่าโพลี และมีประสิทธิภาพสูง ถึงประมาณร้อยละ 18 ปัจจุบันโซลาร์เซลล์ชนิดโมโนได้มีการปรับปรุงและพัฒนาโดยมีการสะท้อนของแสงอาทิตย์ภายในเซลล์ลดลง ทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 25 ส่วนโซลาร์เซลล์แบบโพลี จะมีความบริสุทธิ์ของซิลิกอนน้อยกว่าแบบโมโน ทำให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบโมโน แต่ก็สูงกว่าอะมอร์ฟัส โดยประสิทธิภาพของโซลาร์เซลล์แบบโพลีจะอยู่ที่ประมาณร้อยละ 12 – 15



ภาพที่ 2.5 ชนิดของเซลล์โซลาร์เซลล์รูปแบบผลึก

ที่มา: https://www.klcbright.com/solarcellpanel-mono-poly-thinfilm.php

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กฤชนนท์ สวนจันทร์ (2560) ได้ทำการศึกษาเรื่องการออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์ โดยได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของระบบติดตามดวงอาทิตย์ พบว่า ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบสองแกนมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าสูงที่สุด มากกว่าการติดตั้งแบบมุมคงที่ (Fixed system) ประมาณร้อยละ 30-40 การศึกษานี้จึงเลือกใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์สองแกนในการออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เหมาะสมกับประเทศไทย ซึ่งได้ออกแบบโครงสร้าง 2 รูปแบบ คือ 1) V-pole solar Tracking เป็นโครงสร้างแบบเสาเดี่ยวรูปตัววี (V) สามารถรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 20 แผ่น และ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

2) Louver Solar Tracking เป็นโครงสร้างที่ติดตั้งบนพื้น มีลักษณะการเคลื่อนที่คล้ายบานเกล็ดหน้าต่าง สามารถรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ 10 แผ่น การทดสอบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรม ETABS เพื่อคำนวณวัสดุ และค่าใช้จ่ายของโครงสร้าง พบว่า โครงสร้างที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยคือ Louver Solar Tracking เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่แข็งแรง ไม่มีกลไกซับซ้อน วัสดุหาได้ทั่วไป โครงสร้างต้านกระแสลมน้อย ดูแลรักษาระบบ และทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ง่าย และมีค่าใช้จ่ายของโครงสร้างน้อย อีกทั้งยังใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อยกว่า V-pole solar tracking

ทัชชา อังกนะภัทรขจร และอรรจน์ เศรษฐบุตร (2562) ได้ทำศึกษาเรื่องแนวทางในการออกแบบเพื่อลดผลกระทบจากการสะท้อนของเปลือกอาคาร จากผลงานวิจัยพบว่าด้วยความนิยมในการเลือกใช้วัสดุเปลือกอาคารกระจกเพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน ส่งผลให้เกิดปัญหาแสงสะท้อนที่สร้างความเดือดร้อนแก่สภาพแวดล้อมโดยรอบตามมา งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลกระทบของแสงสะท้อนจากเปลือกอาคารที่มีสาเหตุมาจากรูปทรงอาคารและทิศทางการวางอาคารต่อสภาพแวดล้อมเมือง รวมทั้งเสนอแนะแนวทางในการออกแบบอาคารเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากแสงสะท้อนของเปลือกอาคาร สำหรับเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการสร้างมาตรฐานการออกแบบอาคารให้มีความเหมาะสมมากขึ้น ซึ่งงานวิจัยนี้ ได้ใช้ซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ในการคำนวณหาค่าความสว่างและทิศทางการสะท้อนของรังสีอาทิตย์ตามวันเวลาที่กำหนด โดยมีอาคารกรณีศึกษา 5 รูปทรง ประกอบด้วย อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสเปลือกอาคารเรียบตรง อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมเปลือกอาคารลาดเอียงเข้าหาอาคาร อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมเปลือกอาคารลาดเอียงออกจา กอาคาร อาคารรูปทรงโค้งเว้า และอาคารรูปทรงกลม เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลจากกราฟแสดงพื้นที่และกราฟแสดงค่าความสว่างของแสงสะท้อนจากเปลือกอาคาร พบว่า ในพื้นที่ขนาด 500 เมตร x 500 เมตร อาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมที่มีเปลือกอาคารลาดเอียงออกจากอาคารในแนวตั้งในทางทิศใต้ ก่อให้เกิดแสงสะท้อนในแนวราบเป็นพื้นที่รวมมากที่สุด ในขณะที่อาคารรูปทรงกลมก่อให้เกิดการกระจายตัวของแสงสะท้อนเป็นบริเวณกว้างมากที่สุด และอาคารรูปทรงโค้งเว้าก่อให้เกิดค่าความสว่างของแสงสะท้อนที่สูงที่สุดจากแสงที่ถูกสะท้อนรวมกันไปยังจุดใดจุดหนึ่ง ซึ่งพื้นที่ที่โดนแสงสะท้อนสูงสุดมีค่าความสว่างมากกว่าค่าเฉลี่ยแสงธรรมชาติในส่วนที่ไม่ถูกสะท้อนกว่า 2 เท่า และสำหรับแสงที่สะท้อนตกกระทบพื้นที่ในแนวตั้งโดยรอบอาคารกรณีศึกษา หากรัศมียิ่งใกล้อาคารจะเกิดแสงสะท้อนที่มีระยะเวลายาวนานกว่าในขณะที่ค่าความสว่างไม่ได้ลดลงตามระยะทาง โดยในการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หากทำการพิจารณาในช่วงเวลา 9.00 น. หรือ 16.00 น. ของเดือนธันวาคม จะสามารถเห็นผลจากการจำลองได้ชัดเจนมากที่สุด

นิรันดร์ วัชโรดม และณัฐวุฒิ อินทบุตร (2563) ได้ทำการศึกษาเรื่องการออกแบบบ้านประหยัดพลังงานโดยอาศัยการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยงานวิจัยนี้ทำการศึกษาและออกแบบบ้านประหยัดพลังงานโดยอาศัยการระบายอากาศแบบธรรมชาติผนังยิปซั่ม; Gypsum Wall (GW) ร่วมกับ หลังคาเหล็กรีดลอน; Metal Sheet Roof (MSR), ผนังยิปซั่ม และกระจกติดฟิล์ม; Tinted Glass with Gypsum Wall (TGGW) ร่วมกับ หลังคาเหล็กรีดลอน และฝ้าระบายอากาศ; Metal Sheet Roof with Perforated Ceiling (MSRPC) และปล่องผนังรังสีอาทิตย์ให้แสงธรรมชาติ; Solar Chimney Wall with Daylighting (SC-WD)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ร่วมกับ ปล่องหลังคารังสีอาทิตย์เหล็กรีดลอนและฝ้าระบายอากาศ; Solar Chimney Metal Sheet Roof with Perforated Ceiling (SC-MSRPC) ที่พัฒนาโดยคณะสถาปัตยกรรมและการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การศึกษาทดสอบกับบ้านจำลองจำนวน 3 หลัง ขนาดของบ้านจำลองกว้าง 120 ซม. ยาว 120 ซม. สูง 120 ซม. โดยความยาวของหลังคาตามความลาดชันมีขนาด 160 ซม. บ้านจำลองประกอบด้วยผนังแผ่นยิปซัมบอร์ด GW & MSR เป็นหลังคาเหล็กชั้นเดียว ส่วน TGGW & MSRPC เป็นฝ้ารูพรุนระบายอากาศและเปิดช่องว่างเพื่อระบายอากาศ SC-WD & SC-MSRPC มีลักษณะคล้าย TGGW & MSRPC แต่มีการพัฒนาฝ้าขนานไปตามองศาหลังคาความลาดชันของหลังคาใช้มุม 30 องศา ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิห้อง GW & MSR สูงกว่า TGGW & MSRPC และ SC-WD & SC-MSRPC ตามลำดับ ข้อสังเกตของช่วงเวลา 12:00-18:00 น. เกิดความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิห้องใต้หลังคาและห้องทดสอบจากอุณหภูมิแวดล้อมเดียวกันของ GW & MSR สูงกว่า TGGW & MSRPC และ SC-WD & SC-MSRPC ตามลำดับ เนื่องจากผลกระทบของพื้นที่ห้องใต้หลังคาไม่สามารถระบายอากาศ SC-WD & SC-MSRPC สามารถรับความสว่างภายใน สูงกว่าความสว่างมาตรฐานโดยประมาณ 310 - 910 ลักซ์อัตราการไหลของอากาศ และจำนวนของการเปลี่ยนแปลงอากาศประมาณ 0.0025- 0.004 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที (9-14 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง) และ 2-8.5 ACH ตามล าดับ ดังนั้น SC-WD & SC-MSRPC ควรได้รับการส่งเสริมการใช้สำหรับงานออกแบบสถาปัตยกรรม และวิศวกรรม

อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ (2560) ได้ทำการศึกษาการพัฒนาการ และทิศทางการออกแบบ วิจัยด้านการใช้แสงธรรมชาติสำหรับงานสถาปัตยกรรมในประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและรวบรวมผลงานเกี่ยวกับการใช้แสงธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรมเพื่อให้ทราบถึงพัฒนาการและทิศทางการทำ วิจัยในอนาคต โดยได้รวบรวมผลงานจากรายงานวิจัย วิทยานิพนธ์ วารสารวิชาการ บทความวิชาการ และเอกสารอื่น ที่ตีพิมพ์และเผยแพร่ในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2545 - 2557 และนำรายละเอียดมาจัดหมวดหมู่และวิเคราะห์ในของการใช้ช่องเปิดด้านข้าง อัตราส่วนพื้นที่ช่องเปิดต่อพื้นที่ผนัง การใช้อุปกรณ์บังแดด และหิ้งสะท้อนแสง และการใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์ ผลที่ได้พบว่า 1) มีการวิเคราะห์หรือมองในหลายประเด็นร่วมกันมากขึ้น เช่น ความส่องสว่าง ความสบายตา และการใช้พลังงาน 2) มีการเลือกใช้วัสดุ ระบบ และเทคโนโลยีที่หลากหลายในการวิจัย เช่น กระจกประสิทธิภาพสูง ระบบตรวจจับแสงธรรมชาติ ระบบควบคุมดวงโคมอัตโนมัติ 3) มีงานวิจัยบางส่วนที่ใช้หลักการออกแบบเดิมกับอาคารต่างประเภทหรือที่ตั้งต่างกัน 4) มีงานวิจัยหลายชิ้นที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันแต่ให้ผลลัพธ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจสร้างความสับสนในการนำไปใช้งาน ผลที่ได้จากงานวิจัยสะท้อนให้เห็นถึงจุดอ่อนในการเลือกหัวข้อ กระบวนการทำงาน และการออกแบบการวิจัย ซึ่งอาจต้องทำการสังเคราะห์และเชื่อมโยงสาระหลักที่เกี่ยวเนื่องจากการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องให้มากขึ้น และควรมีการกำหนดค่าอ้างอิงในการศึกษาให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน เช่น ขนาดห้องอ้างอิง ค่าการสะท้อนแสงของห้อง ประเภทของหลอดไฟ เป็นต้น เพื่อให้นำมาเปรียบเทียบกันได้ งานวิจัยนี้นอกจากจะสร้างฐานข้อมูลทางวิชาการแล้ว ยังช่วยเปิดมุมมองในการศึกษาการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารเพื่อให้ใช้พลังงานอย่างเหมาะสมและสร้างสรรค์นวัตกรรมทางสถาปัตยกรรมต่อไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บัญชา งามชื่น (2562) ได้ทำการศึกษาการและวิเคราะห์ความพร้อมในการผลิตไฟฟ้าของโรงงานพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาขนาดใหญ่ 1 เมกะวัตต์ มีวัตถุประสงค์ถึงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสมรรถนะ กำลังการผลิตของโรงงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา และพัฒนาในการออกแบบและติดตั้งสำหรับระบบแผงพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคา มีผลสรุปจาการวิจัยโรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบติดตั้งบนหลังคาจากปัจจัยในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งด้านสภากแวดล้อม และรูปแบบการติดตั้งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในการออกแบบนั่นมีความสำคัญและความจำเป็นที่ต้องนำมาใช้ในการออกแบบและติดตั้งบนพื้นที่บนหลังก็มีขีดจำกัดในด้านมุมรับแสงอาทิตย์ ผลของอุณหภูมิ และผลจากการไม่สามารถเชื่อมต่อจุดขายไฟฟ้าได้ ซึ่งเป็นสิ่งที่ก่อให้เกิดองค์ความรู้ที่แท้จริง และสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการศึกษาและออกแบบในอนาคตได้เป็นอย่างดี

กาญจนศิษฏ์ เวชการ (2560) ได้ทำการวิเคราะห์การผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์อบบลอยน้ำพิกัด 50 kWp โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาออกแบบ และติดตั้งระบบการผลิตไฟฟ้าแสงอาทิตย์บนพื้นดินและแบบลอยน้ำ และวิเคราะห์สมรรถะของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์แบบที่ติดตั้งบนพื้นดิน และแบบลอยน้ำ จากการวิจัยพบว่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ที่วัดได้พบว่าความเข้มรังสีที่ติดตั้งแบบลอยน้ำม่าเฉลี่ยสูงกว่าระบบที่ติดตั้งบนพื้นดิน อุณหภูมิบน-ใต้แผงระบบการผลิตที่ติดตั้งแบบลอยน้ำที่ระดับความลึกของน้ำแตกต่างกัน มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าระบบผลิดผลิตไฟฟ้าที่ติดตั้งบนพื้นดินสูงกว่าที่ติดตั้งแบบลอยน้ำ

ทรงพล อัตถากร (2564) ได้ทำการศึกษา การเปิดรับแสงอาทิตย์ธรรมชาติในโถงกึ่งเปิดโล่งเพื่อความยั่งยืน มีกรณีศึกษาอาคารสถานศึกษาย่านชานเมืองกรุงเทพมหานคร ใช้โปรแกรม Velux Daylight มาเป็นเครื่องมือจำลองแสงธรรมชาติ 3 มิติสำหรับการวิเคราะห์แสงในอาคารเพื่อคำนวณแสงที่เข้ามาในโถงอาคารทั้งแสงตรง ส่องแสงผ่านวัสดุ สะท้อนแสง และการจายแสง และร่วมกับโปรแกรม LightStanza ที่จำลองแสงธรรมชาติต่อเนื่องตลอดทั้งปี เพื่อจำลองสภาพท้องฟ้าตามภูมิอากาศแสงทั้งปี จากการศึกษาพบว่าลักษณะช่องเปิดรับแสงธรรมชาติ (Daylight Openings) รูปร่างสัดส่วนช่องโถง (Well Index) และลักษณะองค์ประกอบภายในโถงกึ่งเปิดโล่ง (Internal Element) มีผลต่อปริมาณและระดับคุณภาพแสงธรรมชาติภายในโถงกึ่งเปิดโล่งเป็นอย่างมาก

กษิเดช ทิพย์อมรวิวัฒน์ และคุณชัยรัตน์ วิสุทธิรัตน์ (2022) ได้ทำการศึกษาโปรแกรมหาความเป็นได้ในการเลือกตั้งลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาโดยไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้า ให้เหมาะสมกับภาระทางไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีแสงแดด เพื่อติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนหลังคาและอินเวอร์เตอร์ ในรูปแบบเชื่อมกริด โดยใช้โปรแกรม PVWatts'Caluclator ในการผลิตกำลังไฟฟ้าของแผงหลิตไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อปีให้ค่ากำลังงานกระแสตรงด้านนอก คิดเป็นประมาณ 64 เปอร์เซ็นต์ของกำลังงานติดตั้ง ความสูญเสียของระบบที่ใส่ในแบบจำลองกระแสสลับที่ 20 เปอร์เซ็นต์แตกต่างจากค่าประมาณกำลังงานด้านออกที่แนะนำทั่วไปโดยบริษัทรับติดตั้งอยู่ที่ 80 เปอร์เซ็นต์ ผลการทำงานของโปรแกรมจะคำนวณความเป็นไปได้ในการลงทุนติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ที่อยู่อาศัย ร้านค้าที่มีการใช้งานเครื่องปรับอากาศในเวลากลางวัน ของพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีข้อมูลความแตกกต่างในการติดตั้งทั้งหมด

จากการยกตัวอย่างงานวิจัยข้างต้นพบว่าปัจจุบันในส่วนภาครัฐได้ตระหนักถึงการใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และพึ่งพาแสงสว่างจากธรรมชาติมากขึ้น โดยส่วนใหญ่พบว่างานวิจัยหรืองานศึกษาค้นคว้าที่ผ่านมาให้ความสำคัญกับการออกแบบอาคารหรือการปรับปรุงอาคาร สำนักงานหรือสถานที่ต่างๆในส่วนของภาครัฐและส่วนกลาง(กรุงเทพมหานครและหัวเมืองเอก) แต่ยังไม่ครอบคลุมการขยายขอบเขตการพัฒนาหรือการสนับสนุนในการต่อยอดการปรับปรุงหรือพัฒนาบ้านพักอาศัยในพื้นที่ต่างจังหวัดที่ห่างไกลอย่างแพร่หลายมากนัก ทำให้การรับรู้ข้อมูลหรือความรู้เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากการได้มาของพลังงานแสงอาทิตย์ยังจำกัดอยู่ในวงแคบ ผู้วิจัยเล็งเห็นถึงจุดด้อยในข้อนี้ จึงมีความตั้งใจและให้ความสำคัญกับการส่งเสริมและค้นคว้าการใช้พลังงานแสงอาทิตย์และแสงสว่างจากธรรมชาติในพื้นที่ต่างจังหวัดและพื้นที่ห่างไกล เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดและก่อในเกิดการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานในอนาคตอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น ผ่านการปรับปรุงบ้านพักอาศัยในพื้นที่ชนบท เพื่อก่อให้เกิดความตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานธรรมชาติ ทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เป็นพลังงานหลักในปัจจุบัน ลดการพึ่งพาและภาระจากค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานไฟฟ้า อีกทั้งผู้วิจัยคาดหวังว่าการปรับปรุงบ้านพักอาศัยในงานวิจัยนี้จะเป็นตัวอย่างและก่อให้เกิดประโยชน์ในการต่อยอดให้กับการพัฒนาที่อยู่อาศัยในพื้นที่ต่างจังหวัดและพื้นที่ชนบทห่างไกลในอนาคตได้ และยังสามารถส่งต่อองค์ความรู้เพื่อก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ พลังงานสะอาด พลังงานทดแทนได้อย่างทั่วถึงและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 3
วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 กรอบแนวคิด

การศึกษาเรื่อง การศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้านนั้น ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการปรับปรุงบ้านพักอาศัย จำนวน 1 อาคาร โดยใช้แบบจำลอง Velux Daylight ในการหาค่าความเข้มของแสง และความส่องสว่าง ที่มากพอจะสามารถนำมาใช้งานภายในบ้านพักอาศัยได้ ในส่วนการคำนวณการใช้พลังงานทดแทนโดยการติดตั้งโซลาร์เซลล์ผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) เพื่อให้ได้ซึ่งคำตอบในการใช้พลังงานทดแทนที่สามารถผลิตและนำมาใช้งานได้เพียงพอในบ้านพักอาศัยที่ทำการปรับปรุง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงบ้านพักอาศัยในการรองรับแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ทั้งเพื่อการส่องสว่างและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า สนับสนุน ส่งเสริมและพัฒนาในเรื่องของปรับปรุงและออกแบบอาคาร บ้านพักอาศัย ในการใช้พลังงานทดแทนที่เหมาะสมกับพื้นที่ในชุมชนนั้น โดยภายในชุมชนดังกล่าวนั้นยังไม่มีการปรับปรุงบ้านพักอาศัยเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า ซึ่งนับว่าเป็นสิ่งที่น่าสนใจและสำคัญเป็นอย่างยิ่ง นับเป็นสิ่งที่ท้าทายโดยผู้วิจัยคาดหวังว่าการทำการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นการสนับสนุนให้ชุมชนให้ความสำคัญเรื่องพลังงานทดแทนมากขึ้น โดยการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาดที่สามารถใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิล ลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และถ่านหินได้เป็นอย่างมาก และปลอดภัยกับวิถีชีวิตภายในชุมชน โดยไม่กระทบและไม่ก่อให้เกิดผลเสียกับบริบทและสภาพแวดล้อมภายในชุมชนอีกด้วย อีกทั้งยังทำให้เกิดการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชน และการสนับสนุนจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ซึ่งจะนำไปสู่การบริหารจัดการพลังงานหมุนเวียนและการตระหนักรู้ถึงความสำคัญในเรื่องพลังงานทดแทน เพื่อผลิตพลังงานใช้ในชุมชนและครัวเรือนอย่างยั่งยืน สามารถลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ลดรายจ่ายด้านพลังงาน และพึ่งตนเองด้านพลังงานได้

3.2 วิธีการศึกษา

3.2.1 การปรับปรุงบ้านพักอาศัยโดยใช้แบบจำลอง Velux Daylight ในการคำนวณ เพื่อศึกษาเรื่องการรองรับแสงภายในบ้านพัก โดยเป็นการจำลองการปรับปรุงบ้านพักอาศัยให้มีพื้นที่รับแสงธรรมชาติให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด เพื่อให้ได้มาถึงค่าความส่องสว่างที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักอาศัยที่สามารถแสดงผลลัพธ์จากใช้แบบจำลอง และแสดงค่าส่องสว่าง (LUX) ภายในบ้านพักอาศัยต้นแบบ

3.2.2 การใช้คำนวณการผลิตกระแสไฟฟ้าจากโซลา เซลล์ ผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) ใช้ในการคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งโซลาร์เซลล์แบบ Stand Alone เพื่อใช้แสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยการคำนวณการติดตั้งให้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เหมาะสมกับพื้นที่และตอบสนองความต้องการใช้พลังงานของบ้านพักอาศัยให้มากที่สุด โดยการคำนวณจะแสดงผลลัพธิ์จากการติดตั้งโซลา เซลล์ แบ่งเป็น 2 ค่า

(1) ค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งโซลา เซลล์ เฉลี่ยทั้งรายเดือน และรายปี

(2) มูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการผลิตกระแสไฟฟ้า เฉลี่ย (บาท/เดือน/ปี)

ตารางที่ 3.1 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ลำดับขั้นตอน	**มกราคม**	**กุมภาพันธ์**	**มีนาคม**	**เมษายน**	**พฤษภาคม**	**มิถุนายน**	**กรกฎาคม**
ตั้งชื่อและศึกษาหัวข้อ	↔						
ดำเนินการสืบค้นข้อมูล		↔	↔				
ลงพื้นที่วิเคราะห์ข้อมูลและปัญหา			↔	↔			
ดำเนินการรวบรวมข้อมูล				↔			
ดำเนินการทำรายงานวิจัย				↔	↔		
อาจารย์พิจารณาและแก้ไข						↔	
ดำเนินการส่งเล่ม						↔	↔

จากตารางที่ 3.1 ผู้วิจัยได้วางแผนการดำเนินการวิจัยโดยเริ่มจากการศึกษาหัวข้อในการทำวิจัย กระทั้งดำเนินการศึกษาค้นคว้าและส่งเล่มวิจัยระยะเวลาทั้งสิ้น 7 เดือน เพื่อให้ได้ถึงผลลัพธิ์ในการทำวิจัยในครั้งนี้

3.3 ตัวแปรที่สำคัญในงานวิจัย

3.3.1 ค่า Illuminance (ค่าความส่องสว่าง) เป็นค่าความส่องสว่างที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักอาศัย โดยใช้เครื่องมือแบบจำลอง Velux Daylight ในการจำลองและผลลัพธิ์หรือค่าความส่องสว่างที่ได้จากการปรับปรุงเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพของแสงธรรมชาติที่ได้จากการทดลอง

3.3.2 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้งโซลา เซลล์ โดยคำนวณการผลิตและติดตั้ง ผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) ซึ่งจะแสดงผลลัพธิ์ในรูปของ ค่าพลังงาน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ ต่อเดือน ต่อปี และมูลค่าการประหยัดค่าใช้จ่ายจากการผลิตกระแสไฟฟ้า เฉลี่ย (บาท/เดือน/ปี)

3.4 เกณฑ์ในการประเมิน

3.4.1 ค่า Illuminance (ค่าความส่องสว่าง) ที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักอาศัย ใช้เป็นเกณฑ์วัดค่าความส่องสว่างหลังจากการจำลอง โดยค่าที่ได้เป็นตัวชี้วัดความสามารถในการใช้แสงธรรมชาติในบ้านพักมีค่าเป็น LUX

3.4.2 ค่าพลังงานทดแทนที่ผลิตได้จากการติดตั้งโซลา เซลล์ ผลที่ได้จากการติดตั้งจะแสดงในรูปแบบของค่าพลังงานที่สามารถผลิตได้ตลอดทั้งเดือนและตลอดทั้งปี รวมถึงแสดงผลการติดตั้งในรูปแบบจำนวนเงินที่ได้จากการผลิตกระแสไฟฟ้าและค่าการประหยัดพลังงาน

3.5 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.5.1 แบบจำลองหาค่าความส่องสว่าง Velux Daylight

3.5.2 โปรแกรมคำนวณการผลิตพลังงานไฟฟ้า PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy)

3.6 ขั้นตอนการศึกษา

3.6.1 ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมของพื้นที่ ตำแหน่งที่ตั้งของบ้านพักอาศัยต้นแบบที่จะใช้ในการศึกษาค้นคว้าโดยมีข้อมูลดังนี้

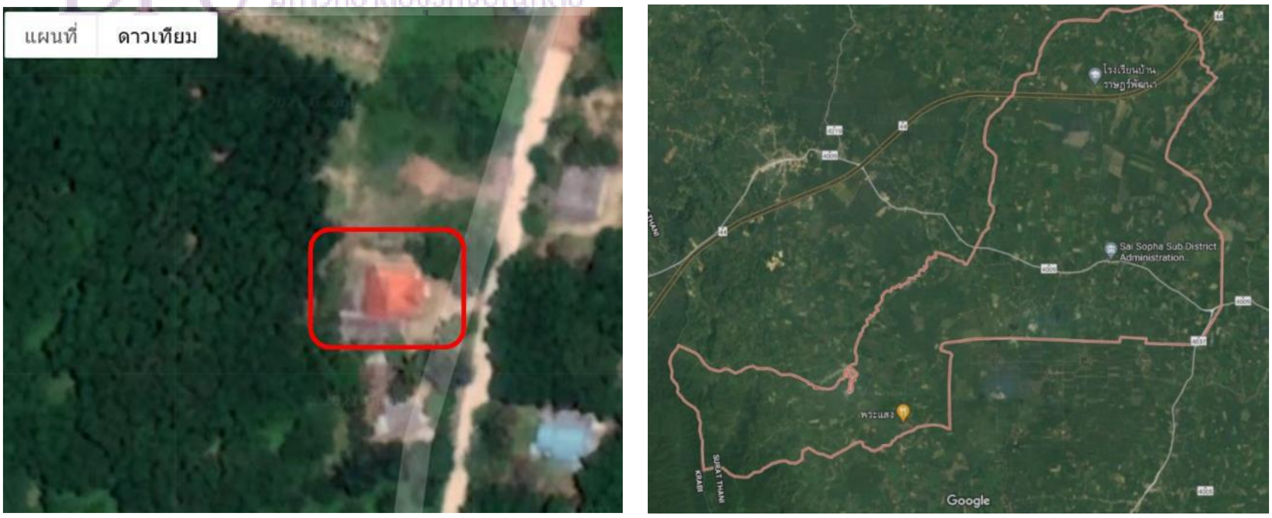
- บ้านพักอาศัยต้นแบบมีขนาดพื้นที่ 5*12 เมตร
- ใช้เครื่องมือแบบจำลอง Velux Daylight เพื่อทำการศึกษาและทดสอบค่าความส่องสว่างที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักอาศัยต้นแบบ โดยเป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างในสภาพอากาศท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast) ซึ่งจะกำหนดช่วงเวลาทำการจำลองค่าความส่องสว่างที่ได้จากแสงธรรมชาติ 2 ช่วงเวลา คือ 10.00 น.และ 17.00 น.ของทั้งปี

3.6.2 ใช้โปรแกรมจำลองการติดตั้ง PV โซลาร์เซลล์ เพื่อใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยเป็นการจำลองการติดตั้งโซลาเซลล์ แบบStand Alone ติดตั้งบริเวณพื้นที่บ้านพักอาศัย โดยคำนวณค่าผลลัพธ์ผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy)

3.7 ออกแบบอาคารต้นแบบโดยใช้โปรแกรม VELUXE DAYLIGHT เพื่อศึกษาแสงภายในอาคารที่เหมาะสม

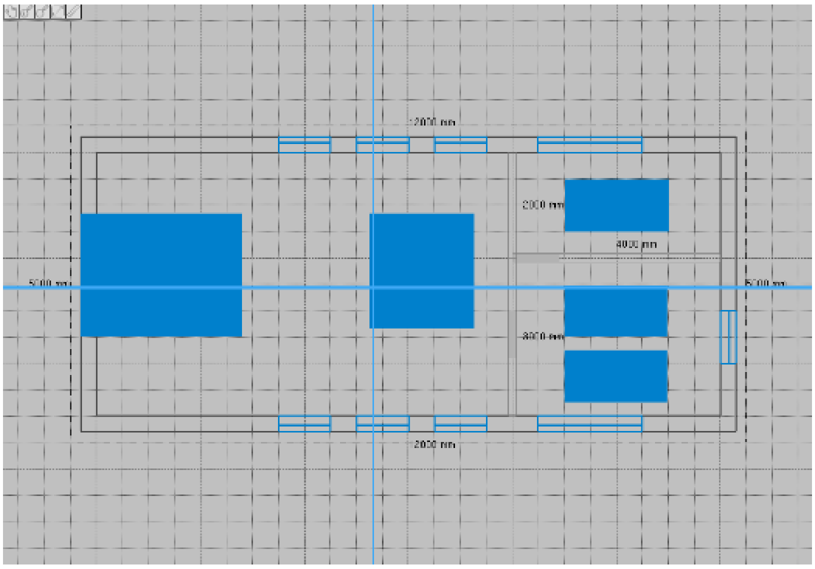
แบบจำลองอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด 5*12 เมตร ตั้งอยู่ ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เส้นละติจูด 8.55 เส้นลองจิจูด 97.95

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงลักษณะตำแหน่งที่ตั้ง ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

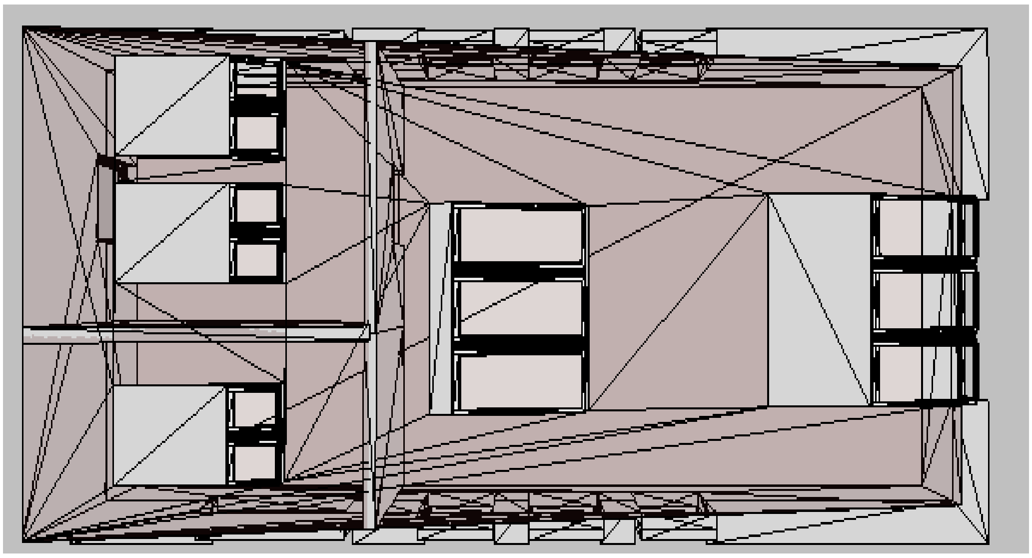
จากภาพที่ 3.1 ผู้วิจัยทำการจับพิกัดทางดาวเทียมเพื่อให้ได้มาถึงตำแหน่งที่ตั้งของบ้านต้นแบบ เมื่อได้พิกัดและสถานที่ ทำการขึ้นรูปอาคารต้นแบบผ่านโปรแกรม Velux Daylight จัดวางตำแหน่ง โดยออกแบบหลังคาให้เหมาะสมเพื่อรองรับแสงสว่างของดวงอาทิตย์ ซึ่งประกอบด้วยช่องรับแสงบริเวณหลังคาอาคารจำนวน 5 จุด และกรอบอาคารบริเวณรอบตัวบ้านจำนวน 9 จุด เพื่อให้ได้มาซึ่งแสงสว่างที่มากพอให้เหมาะสมในการใช้งาน และประหยัดพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 3.2 การออกแบบขึ้นรูป Modeling บ้านักอาศัยกรณีศึกษา ด้วยโปรแกรม Velux Daylight

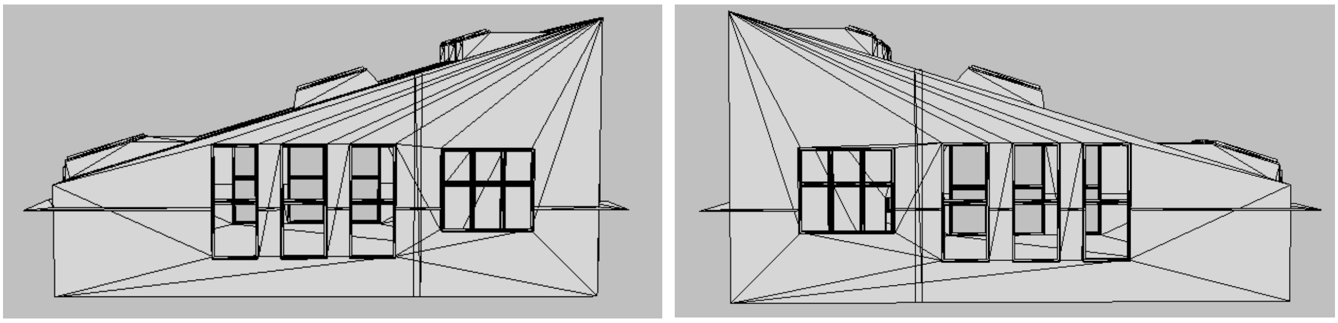
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากภาพที่ 3.2 เป็นการใช้โปรแกรม Velux Daylight ออกแบบและขึ้นรูป Modeling จัดทำในส่วนของการวางกรอบอาคารและหลังคาเพื่อใช้ศึกษาการใช้ประโยชน์ในการรับแสงธรรมชาติให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยการนำบ้านพักอาศัยต้นแบบมาปรับปรุงและเพิ่มเติมในส่วนของกรอบอาคารโดยรอบและเพิ่มช่องรับแสงบริเวณหลังคา เพื่อนำมาวิเคราะห์หาความเหมาะสมและประโยชน์ที่ได้ รวมถึงค่าความส่องสว่างที่เมื่อมีการปรับปรุงบ้านพักอาศัยต้นแบบแล้วนั้นสามสารถใช้ประโยชน์ได้จริง และให้สว่างที่เพียงพอกับการใช้งานของผู้พักอาศัย



ภาพที่ 3.3 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ(มุมมองด้านบน)

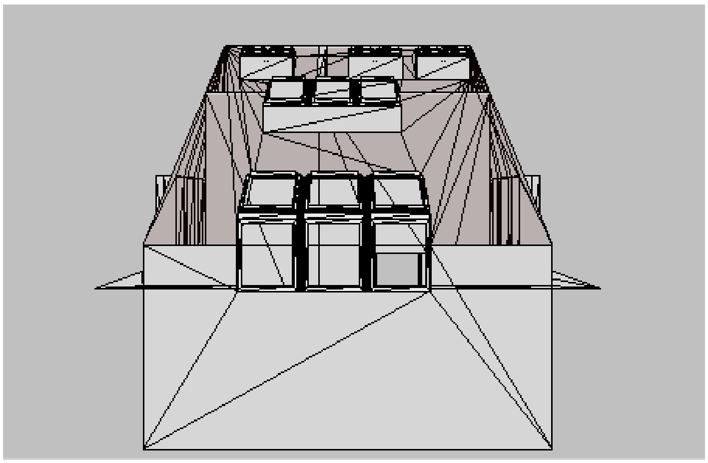
จากภาพที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าจากมุมมองด้านบนจะพบว่ามีการจัดสัดส่วนหลังคามีการจัดวางและออกแบบเป็นที่เหมาะสมกับการรับแสงสว่างจากแสงธรรมชาติได้ซึ่งจะประกอบด้วยหลังคา Roof Window 5 บาน ไว้รับแสงในช่วง เช้า เที่ยง และเย็น แบ่งตามช่วงเวลา ตามองศาของการเคลื่อนตัวของดวงอาทิตย์ ซึ่งการออกแบบเช่นนี้จะส่งผลให้ภายในอาคารได้รับแสงสว่างตลอดเวลา



ภาพที่ 3.4 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ (มุมมองด้านข้างซ้าย-ขวา)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากภาพที่ 3.4 จากมุมมองด้านมองด้านข้างทั้งซ้าย และขวา จะประกอบด้วยการจัดวางหน้าต่างระบายอากาศและใช้ประโยชน์ในการรับแสงธรรมชาติไว้จำนวน ด้านละ 4 บาน เพื่อใช้เป็นช่องรับแสงและไว้สำหรับระบายอากาศภายในบริเวณรอบๆตัวอาคารต้นแบบนอกจากการออกแบบมาเพื่อให้อาคารได้ใช้แสงธรรมชาติอย่างเหมาะสมแล้ว อาคารต้นแบบยังช่วยในการประหยัดพลังงานที่จะเกิดขึ้นจากการใช้แสงไฟประดิษฐ์ได้อีกด้วย



ภาพที่ 3.5 การขึ้นรูปแบบจำลองด้วยโปรแกรม Velux Daylight ในมุมมองแบบ 3 มิติ (มุมมองด้านหลัง)

ในภาพที่ 3.5 จะเป็นในส่วนของมุมมองจากด้านหลังของซึ่งจะเห็นได้ว่ามีส่วนของประกอบของหลังคาและช่องรับแสงแนวตั้งจำนวน 1 บาน (Combi 3 บาน) ช่วยเพิ่มช่องแสงเพื่อรับแสงสว่างในช่วงเวลาเย็นก่อนพระอาทิตย์ตกที่ยังสามารถให้แสงสว่างภายในอาคารได้จนกว่าจะถึงในช่วงเวลากลางคืน

3.8 ผลการศึกษาแสงสว่างภายในอาคารต้นแบบ

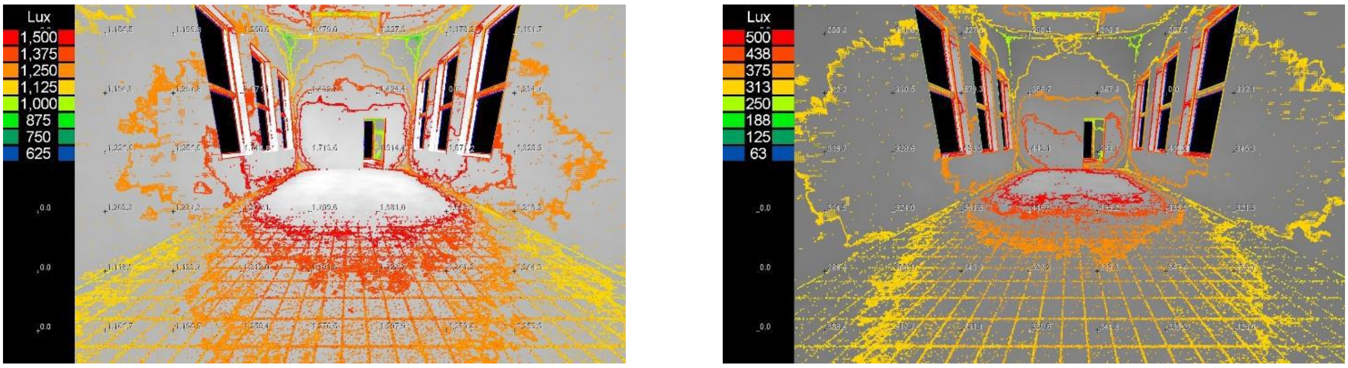
จากการออกแบบอาคารต้นแบบผ่านโปรแกรม Velux Daylight โดยการตั้งค่ากำหนดช่วงเวลาในการทำการทดลองทั้ง 2 ช่วงเวลาคือ 10.00 น.และ17.00 น.เนื่องจากใน 2 ช่วงเวลานี้เป็นเวลาที่แดดมีความเข้มสูงสุดและความเข้มต่ำสุดของวันเพื่อใช้ในการคำนวณและเปรียบเทียบว่าภายในอาคารต้นแบบยังมีแสงที่เหมาะสมกับผู้ใช้อาคารหรือไม่ โดยยกตัวอย่างสภาพอากาศท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast)

- ท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast)ทาการทดลองช่วงเวลา 10.00น.และ17.00 น. (มกราคม - ธันวาคม)

3.8.1 ผลการศึกษาแสงสว่างภายในอาคารต้นแบบ

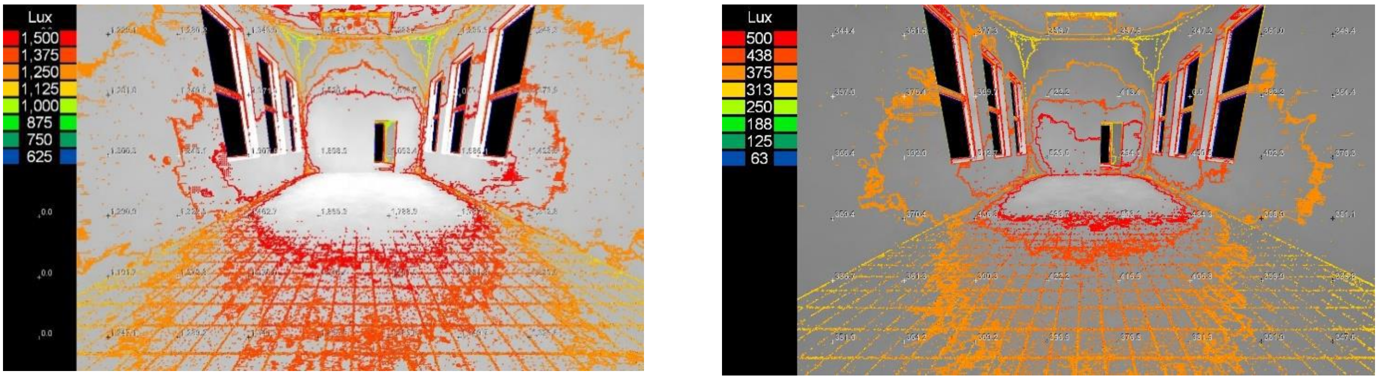
ท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast) ทำการทดลองช่วงเวลา10.00 น. และ 17.00 น. (มกราคม - ธันวาคม)

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.6 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมกราคม ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

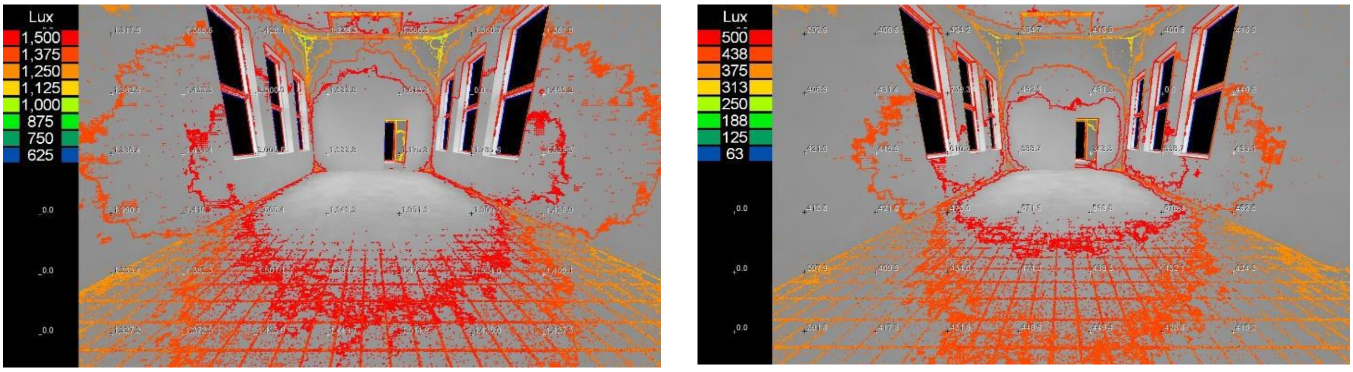
จากภาพที่ 3.6 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ที่ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนมกราคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น. แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,300.00 LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 375.20 LUX



ภาพที่ 3.7 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

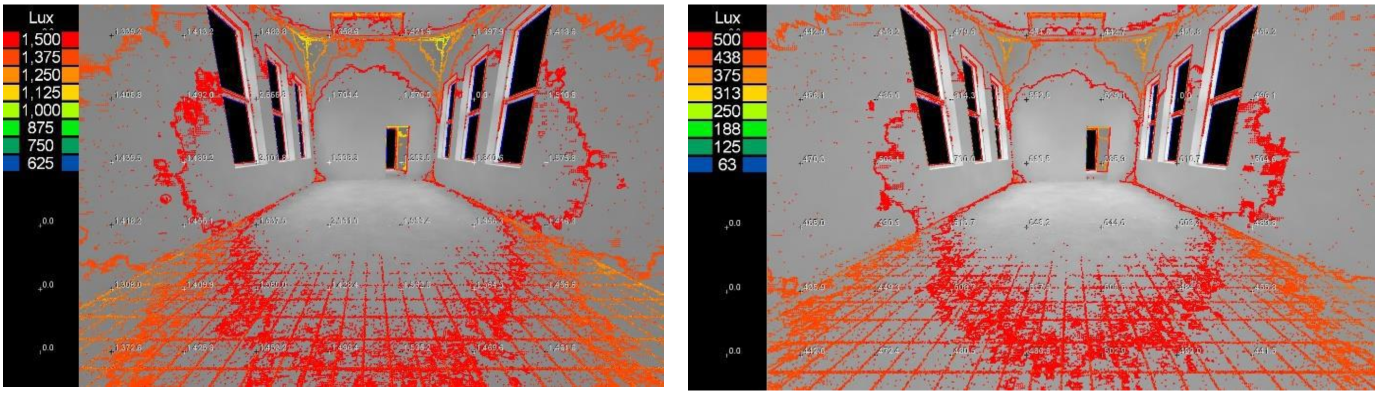
จากภาพที่ 3.7 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ที่ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนกุมภาพันธ์ในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,375 LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 406.5 LUX

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.8 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมีนาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

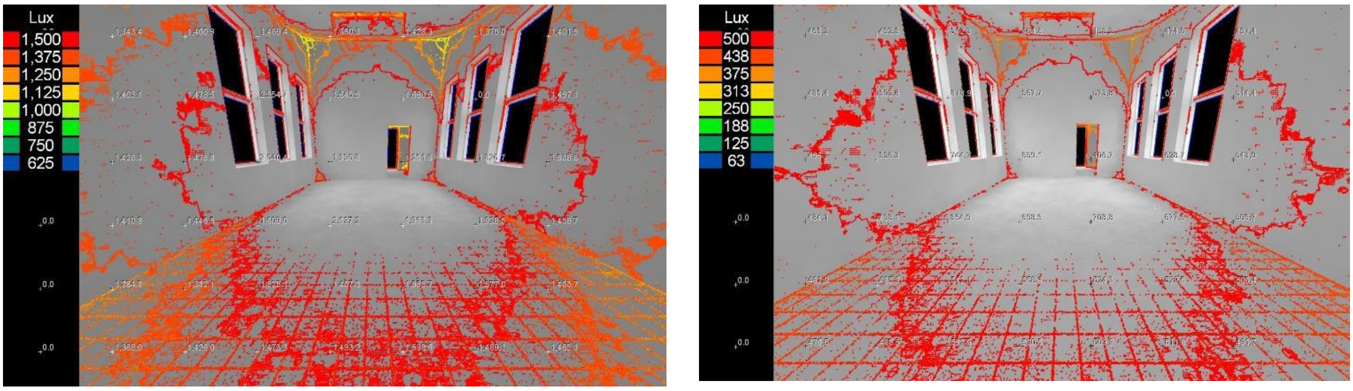
จากภาพที่ 3.8 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนมีนาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธิ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,375 LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 437.66 LUX



ภาพที่ 3.9 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนเมษายน ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

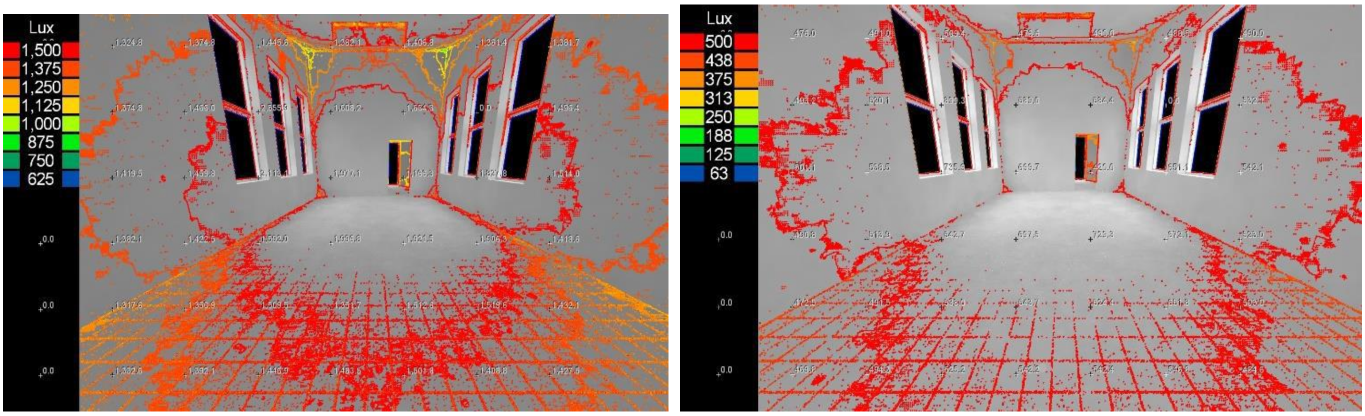
จากภาพที่ 3.9 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธิ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,375 LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 437.66 LUX

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.10 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนพฤษภาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

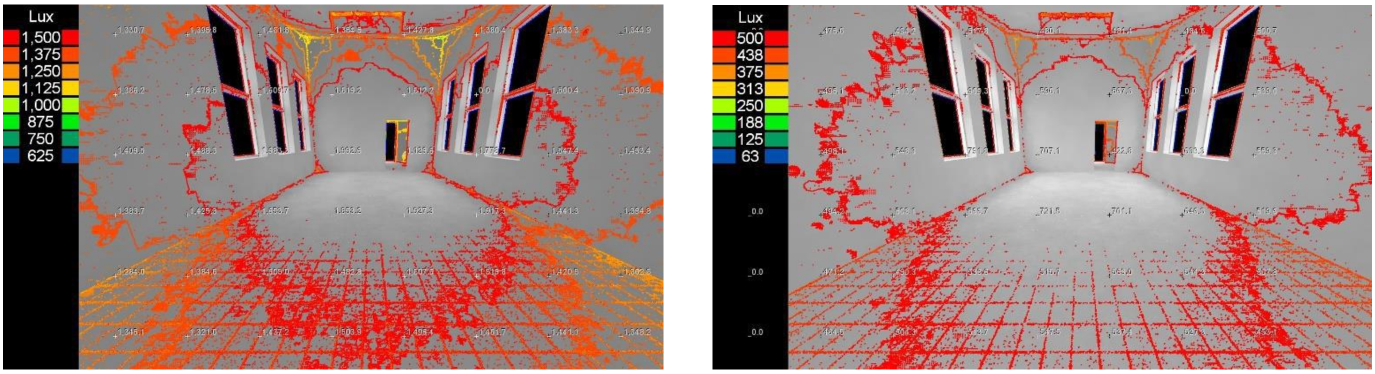
จากภาพที่ 3.10 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนพฤษภาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธิ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,375 LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 469 LUX



ภาพที่ 3.11 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนมิถุนายนในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

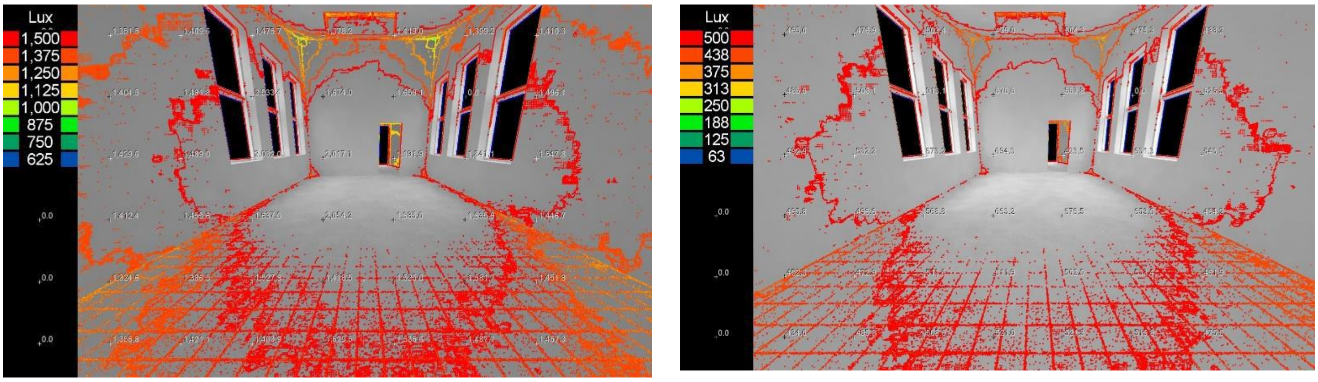
จากภาพประกอบที่ 3.11 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนมิถุนายนในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธิ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,300LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 437.66 LUX

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.12 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกรกฎาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

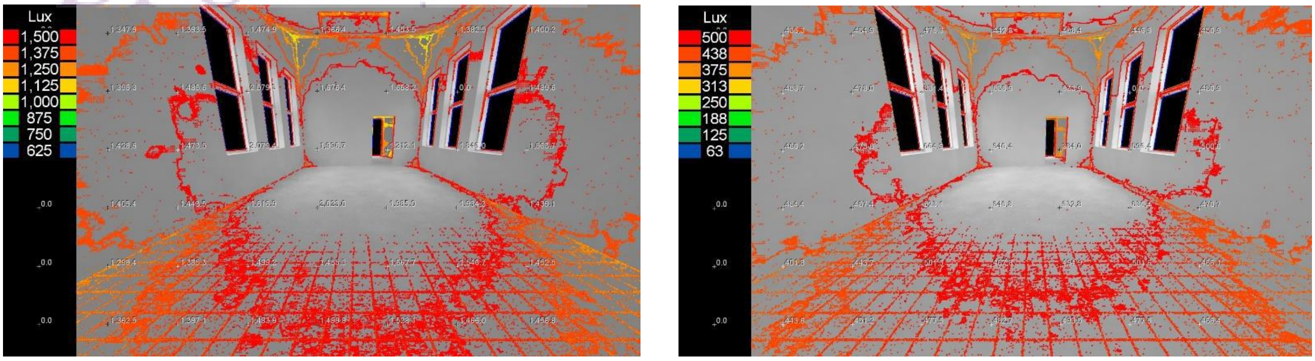
จากภาพที่ 3.12 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนกรกฎาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นค่อนข้างชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1358.33 LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 437.66 LUX



ภาพที่ 3.13 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนสิงหาคม ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

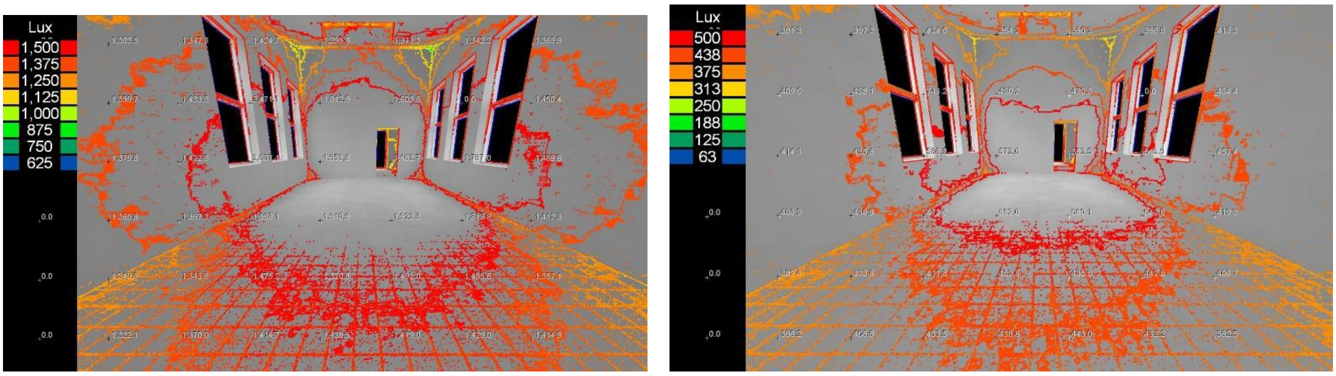
จากภาพที่ 3.13 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนสิงหาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นค่อนข้างชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,358.33LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 437.66 LUX

DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.14 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนกันยายน ในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

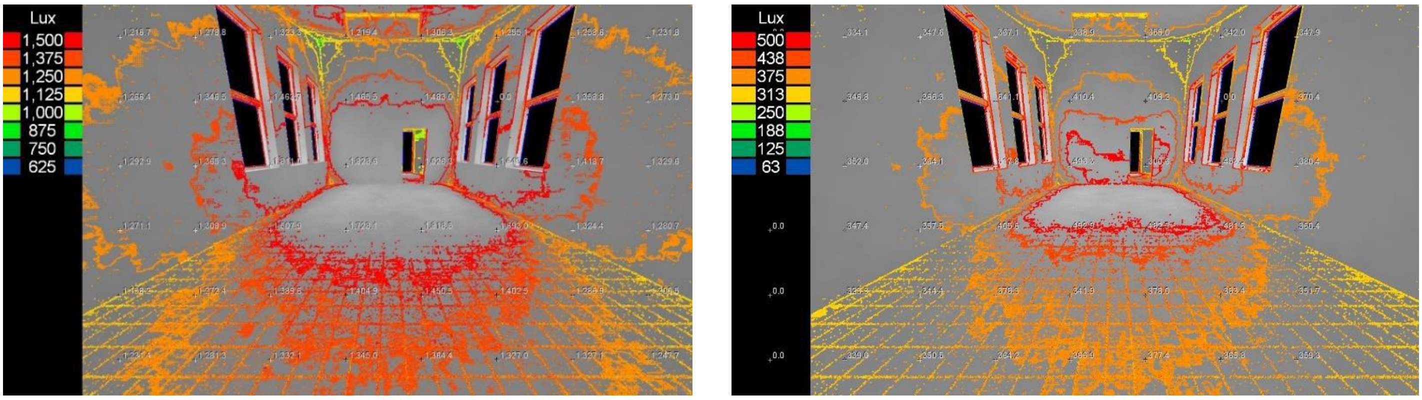
จากภาพที่ 3.14 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนกันยายนในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นค่อนข้างชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,287.5 LUXในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 406.5 LUX



ภาพที่ 3.15 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนตุลาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

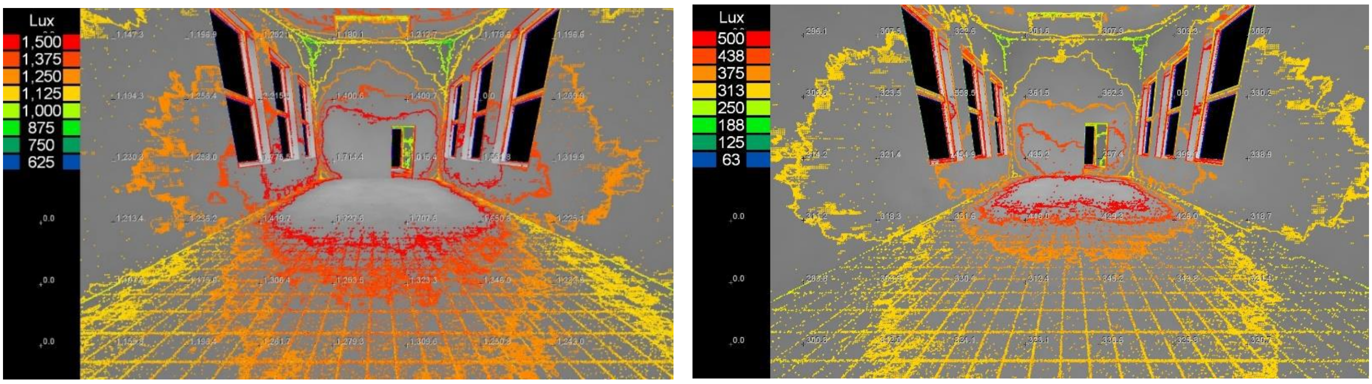
จากภาพที่ 3.15 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนตุลาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นค่อนข้างชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,191.66 LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 375.33 LUX

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 3.16 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนพฤศจิกายนในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

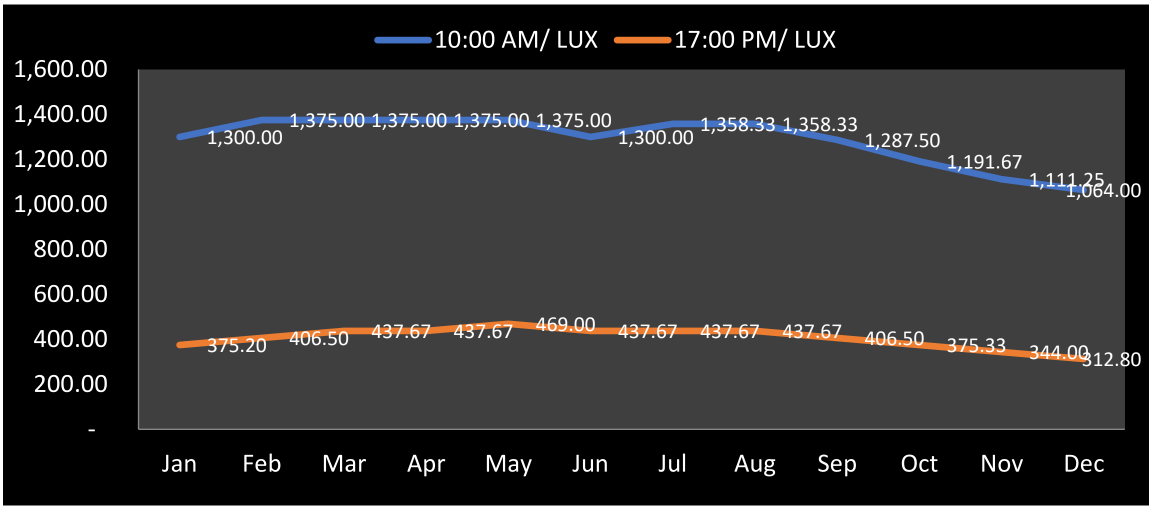
จากภาพที่ 3.16 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนพฤศจิกายนในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,111.25 LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 344 LUX



ภาพที่ 3.17 เปรียบเทียบแสงสว่างของเดือนธันวาคมในช่วงเวลา 10.00 น. และ 17.00 น.

จากภาพที่ 3.17 เป็นการเปรียบเทียบแสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ได้จากโปรแกรม Velux Daylight ของเดือนธันวาคมในช่วงเวลา 10.00 น.และ 17.00 น. จากผลลัพธ์ค่าแสงสว่างที่ได้นั้นค่อนข้างชัดเจน ในช่วง 10.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 1,064LUX ในช่วง 17.00 น.แสงสว่างจากธรรมชาติที่ได้จะอยู่ในช่วง 312.8 LUX

เมื่อนำข้อมูลจากการคำนวณค่าแสงสว่างผ่านโปรแกรม Velux daylight ของทั้งปีในสองช่วงเวลา (10.00 น.และ 17.00 น.) นำข้อมูลการรองรับแสงสว่างจากธรรมชาติของบ้านพักอาศัยต้นแบบออกมาเป็นกราฟผลลัพธ์การให้แสงสว่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบจะได้ข้อมูลได้ดังนี้



ภาพที่ 3.18 ผลลัพธ์จากแสงสว่างที่ได้จากบ้านพักอาศัยต้นแบบ

จากภาพที่3.18 สามารถอธิบายและแจงแจกผลลัพธ์ที่ได้โดยสรุปคือ ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม ในช่วงเวลา 10.00 น.บ้านพักอาศัยต้นแบบสามารถรองรับแสงสว่างสู่ภายในอาคารได้สูงที่สุดอยู่ในระดับ 1,375 LUXและช่วงเวลา17.00 น.สามารถรองรับแสงสว่างได้สูงที่สุดอยู่ที่ 437 LUX และในช่วงเวลา 17.00 น. ค่าความสว่างโดยรวมอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันแต่ในช่วงเดือนตุลาคม - มกราคม ที่ค่าเฉลี่ยการรองรับแสงสว่างจากธรรมชาติของบ้านพักอาศัยต้นแบบจะอยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆของทั้งปี ซึ่งเฉลี่ยแล้วอยู่ในระดับ 312.8-375.2 LUX แต่ยังสามารถให้แสงสว่างที่เพียงพอกับผู้ใช้อาคารได้ โดยไม่กระทบกับการพักอาศัยในช่วงเวลาที่มีแสงน้อย

3.9 ผลการศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้ง PV โซลาร์เซลล์

ผลการศึกษาพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการติดตั้ง PV โซลาร์เซลล์ใช้โปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) ในการคำนวณพลังงานโซลาร์เซลล์แบบ Stand Alone เพื่อใช้เป็นต้นแบบ อาคารประหยัดพลังงานโดยยกตัวอย่างเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในอาคารไว้ตามตาราง ดังกล่าวข้างต้น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ชนิดเครื่องใช้ไฟฟ้า	ภาพประกอบ	กำลังไฟฟ้า	ระยะเวลาในการใช้งาน/วัน	กำลังไฟฟ้าที่ใช้รวม
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า 1.8ลิตร ยี่ห้อTefal		750 วัตต์	4 ชั่วโมง	3 Kw/วัน
พัดลมตั้งพื้นขนาด 18 นิ้ว ยี่ห้อฮาตาริ		49 วัตต์	8 ชั่วโมง	0.39 Kw/วัน
เครื่องซักผ้ายี่ห้อbeko 12kg.		1,500 วัตต์	1 ชั่วโมง	= 1.5 Kw/วัน
ตู้เย็น (8คิว) ยี่ห้อ ซัมซุง		175 วัตต์	24 ชั่วโมง	4.20Kw/วัน
แอร์ไดกิ้น ขนาด9000 BTU		1,400 วัตต์	9 ชั่วโมง	12.60 Kw/วัน
โทรทัศน์สีซัมซุงLED 43 นิ้ว		90 วัตต์	8 ชั่วโมง	0.72 Kw/วัน
หลอดไฟ LED 6 หลอด		7 วัตต์	5 ชั่วโมง	0.21 Kw/วัน
TOTAL		3,971 วัตต์		22.62Kw/วัน

ภาพที่ 3.19 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทภายในอาคารต้นแบบ

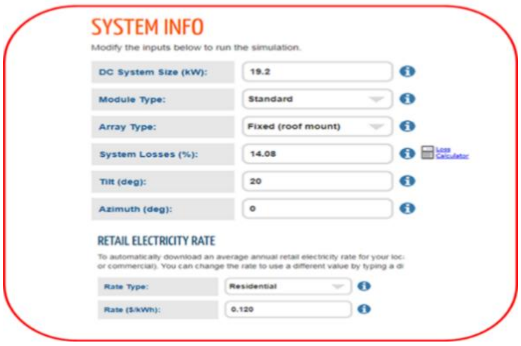
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากภาพที่3.19 เมื่อรวบรวมเครื่องใช้ไฟฟ้าและได้ข้อมูลในการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดต่างๆภายในบ้านพักอาศัยต้นแบบแล้ว ให้มาคำนวณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของโซลาเซลล์ ที่ทำการจำลองการติดตั้งผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) โดยกำหนดให้ใช้แผงโซลาร์เซลล์แบบ Stand Alone และติดตั้งบนหลังคาของอาคารข้างเคียงซึ่ง สามารถแสดงวิธีการคำนวณและผลลัพธ์การการจำลองการการติดตั้งได้ดังนี้

ภาพที่ 3.20 ตำแหน่งบ้านพักอาศัยต้นแบบ

จากภาพที่ 3.20 ได้ทำการใส่ข้อมูล My Location โดยใส่ชื่อตำแหน่ง พิกัด อำเภอหรือ ตำบลที่ต้องการทำการออกแบบ และคำนวณ โดยโปรแกรมจะทำการจับพิกัด ละติจูด และลองจิจูด อัตโนมัติ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

System Info	
Dc System Size (Kw)	กรอกขนาดกำลังการผลิตที่เราจะติดตั้ง หน่วยเป็น Kw ในที่นี้ยกตัวอย่างติดตั้งขนาด 100 Kw. (ติดตั้งตามบ้านพักอาศัยไม่เกิน 10 Kw ในกรณีเป็นโรงงานไม่เกิน 1,000 Kw)
Module Type	มีให้เลือก 3 แบบ 1. Standard 2. Premium 3. Thin Film
Array Type	ประเภทการติดตั้ง เราเลือกแบบ Fixed (Roof mount) คือติดตั้งอยู่กับที่บนหลังคา
System Losses (%)	ค่าความสูญเสียในระบบ (ค่าดีฟอลท์)
Till (Deg)	มุมแผง PV ที่ติดตั้ง
Azimuth	มุมอซิมูท เลือกที่ 0 องศา เนื่องจากหันหน้าแผงไปทางทิศเหนือ
Rate Type	ประเภทของอาคาร แบบบ้านพักอาศัย หรืออาคารพาณิชย์
Rate ($/Kw)	ค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3.7351 บาท (โดยประมาณ) = 0.12 $/หน่วย



ภาพที่ 3.21 ตาราง System Info

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากภาพที่ 3.21 แสดงถึงตัวอย่างการกรอกข้อมูลSYSTEM INFO สามารถอธิบายการใส่ข้อมูลได้แยกตามหัวข้อต่างๆคือ

1. กรอกขนาดกำลังการผลิตที่เราจะติดตั้ง หน่วยเป็น kW
2. Module Type มีให้เลือก 3แบบ

2.1.แบบ Standard คือ แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells) แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) โดยใช้วิธีการสังเกต คือ แต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้มโดย แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์แบบ Standard

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่า ของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์แบบ Standard

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า
- ในกรณีที่แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

2.2 แบบ Premuim แผงโซล่าเซลล์ชนิดนี้ เป็นโพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์ (polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline,mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่หลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

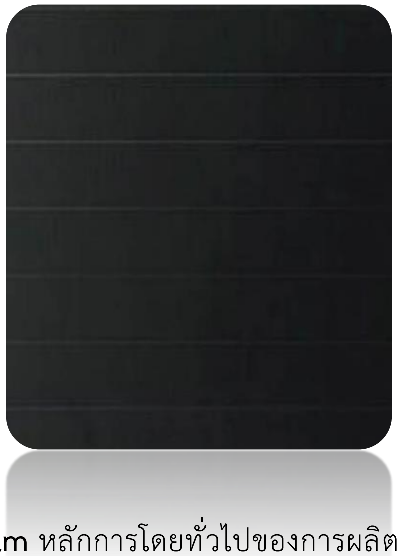
ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์แบบ Premuim

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิดโมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์แบบ Premuim

- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์
- แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า



2.3 แบบ Thin Film หลักการโดยทั่วไปของการผลิต โซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ในด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้ แผงโซล่าเซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์แบบ Thin Film

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอนในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า
- ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้

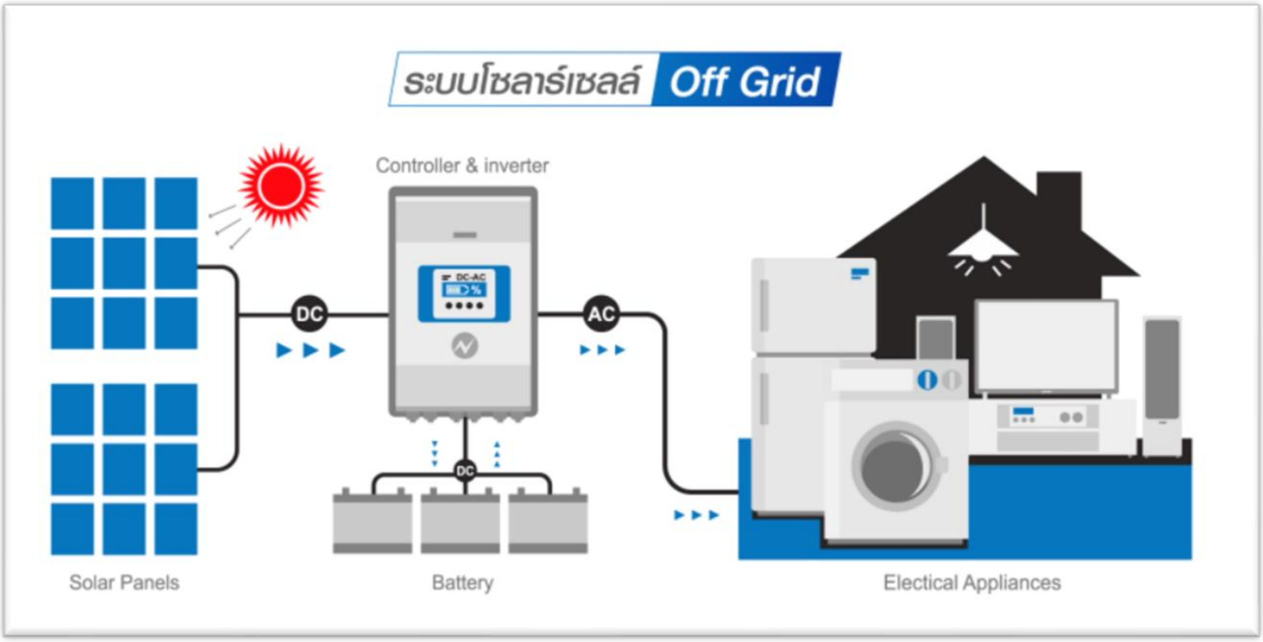
ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์แบบ Thin Film

- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ
- แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ
- สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

- ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด

เมื่อเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสียและผลที่คาดว่าจะได้รับจากการติดตั้งโซล่าเซลล์แล้วนั้น ทางผู้วิจัยจึงได้ตัดสินใจเลือกใช้ Module Type แบบที่ 1 คือแบบ **Standard** ชนิด Off grid



ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ แบบ Off Grid

จากภาพที่ 3.22 แสดงรูปแบบตัวอย่างการทำงานของระบบโซล่าเซลล์ แบบ Off Grid ที่ผู้วิจัยได้เลือกใช้สำหรับการติดตั้งในบ้านพักอาศัยต้นแบบ

ในส่วนของการกรอกข้อมูล Array Type ซึ่งในส่วนนี้จะแบ่งเป็นการติดตั้งได้ 3 รูปแบบ คือ

1. ติดตั้งกับโครงสร้างแบบยึดอยู่กับที่ (Fix System) การติดตั้งโซล่าเซลล์แบบยึดอยู่กับที่จะพบเห็นได้เยอะที่สุดเนื่องจากการติดตั้งที่ง่ายลงทุนน้อยเช่น การติดตั้งบนบ้านเรือน การติดตั้งพื้นดินในโซล่าฟาร์มเป็นตนประเภทการติดตั้ง ผู้วิจัยเลือกแบบ Fixed (roof mount) คือโดยปกติจะติดตั้งอยู่กับที่บนหลังคา

2. ติดตั้งบนโครงสร้างแบบปรับแกนเดียว (1 Axis) จุดประสงค์ของการติดตั้งคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของโลกในแต่ละวนั ในรอบปีทำ ให้การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์บนโครงสร้างแบบแกนเดียวนั้นสามารถปรับมุมเอียงแผงโซล่าเซลล์เพื่อให้รับค่ารังสีแสงอาทิตย์ให้เหมาะสมตามมุมเอียงของโลกที่แปรเปลี่ยนตามวัน

3. ติดตั้งบนโครงสร้างแบบปรับสองแกน (2 Axis) จุดประสงค์ของการติดตั้งคือการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ตามวันในรอบปีและช่วงเวลา เพื่อลดผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงมุมเอียงของโลกในแต่ละวันและการเคลื่อนที่ของพระอาทิตย์จากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก ซึ่งการติดตั้งแบบนี้จะให้ประสิทธิภาพดีที่สุดแต่ก็ลงทุนเยอะสุดอีกทั้งยังมีระดับการซ่อมบำรุงที่ยากที่สุด

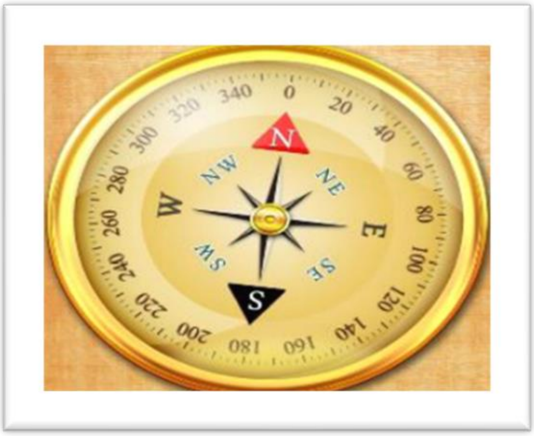
โดยตามข้อมูลดังกล่าว เนื่องด้วยของบ้านพักอาศัยต้นแบบมีพื้นที่บนหลังคาอย่างจำกัดอีกทั้งยังมีการออกแบบปรับปรุงในส่วนของหลังคาบ้านพักเพื่อให้รองรับกับแสงธรรมชาติโยการเพิ่มช่องรับแสง ดังนั้นจึงได้ทำการปรับเปลี่ยนจาก การติดตั้งบนหลังคาบ้าน เป็นติดตั้งบริเวณพื้นที่ว่างข้างเคียง แบบFixed และหันไปทางทิศเหนือ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วทิศเหนือเป็นทิศที่ได้รับแสงน้อยที่สุด แต่ด้วยลักษณะทางกายภาพ และที่ตั้งของบ้านต้นแบบที่มีต้นไม้และพืชประจำถิ่นอยู่รอบบริเวณบ้านทั้งทิศตะวันออก และทศตะวันตก ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่า ควรติดตั้งให้แผงโซล่าเซลล์หันไปยังทิศเหนือ เพื่อหลักเลี่ยงการบดบังของต้นไม้และต้นยางพารา ในส่วนของมุมแผงหรือองศาการหันของแผงโซล่าเซลล์หรือที่เรียกว่า Tilt (deg) ผู้วิจัยกำหนดให้แผงมีมุมและองศาอยู่ที่ 20 องศา มุมและทิศทางในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์มีผลอย่างมากต่อประสิทธิภาพในการรับพลังงานแสงอาทิตย์แผงโซล่าเซลล์สามารถติดตั้งได้บนพื้นที่ว่าง ทั้งบนหลังคาบ้าน

บนหลังคาโรงจอดรถ บนหลังคาอาคารต่างๆ และบนพื้นดิน ซึ่งตำแหน่งที่ดีในการเลือกติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ต้องเป็นตำแหน่งที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวันโดยต้องไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือสิ่งของอื่นใดมาบดบังแสงอาทิตย์ และไม่ควรเป็นสถานที่ที่มีฝุ่นหรือไอระเหยจากน้ำมันมากเกินไป การติดตั้งที่ไม่เหมาะสมอาจทำ ให้สูญเสียพลังงานสะสมตลอดทั้งปีไปอย่างน่าเสียดายโดยปกติการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ในเมืองไทยนิยมที่จะติดตั้งให้ด้านหน้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์หันไปทางทิศใต้ และเอียงทำมุมประมาณ 10-20 องศากับพื้นโลก(ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ)

แต่ด้วยเหตุผลและข้อจำกัดของพื้นที่บ้านตัวอย่างที่ผู้วิจัยได้กล่าวไปแล้วนั้น จึงมีความจำเป็นในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์ ที่จะต้องหันทางทิศเหนือเพื่อหลีกเลี่ยงในการถูกบดบังจากต้นไม้ทั่วบริเวณบ้าน

ข้อมูลค่าSystem Losses (%) คือค่าการสูญเสียในส่วนนี้มีการกำหนดข้อมูลกลางของระบบ PV Wattแล้ว อยู่ที่ระดับ 14.08% สามารถยึดตามระบบและกรอกข้อมูลได้เลย

ในส่วนของการกรอกข้อมูล มุมอะซิมูท (Azimuth) คือคือมุมที่ใช้สำหรับการบอกทิศทางการหันหน้าของคนหรือวัตถุเพื่อใชใช้ในนการบอกทิศเช่น ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตกโดยมุมอะซิมูทจะมีค่าเริ่มต้นที่ 0 องศาในการหันทางทิศเหนือ และมีค่าเพิ่มขึ้นตามเข็มนาฬิกา



ภาพที่ 3.23 แสดงมุมและองศา

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 3.23 แสดงให้เห็นถึงมุมและองศาเพื่อใช้ในการเลือกติดตั้งแผ่นโซลาร์เซลล์

- มุมอะซิมุทเท่ากับ 0 องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศเหนือ
- มุมอะซิมุทตั้งแต่1-89องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
- มุมอะซิมุทเท่ากับ 90องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันออก
- มุมอะซิมุทตั้งแต่91-179 องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันออกเฉียงใต้
- มุมอะซิมุทเท่ากับ180องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศใต้
- มุมอะซิมุทตั้งแต่181-269 องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันตกเฉียงใต้
- มุมอะซิมุทเท่ากับ 270องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันตก
- มุมอะซิมุทตั้งแต่271-359องศา หมายถึง ด้านรับแสงทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ในส่วนของข้อมูล Rate Type ทำการกรอกข้อมูลเป็นประเภทบ้านพักอาศัย เนื่องจากผู้วิจัยต้องการศึกษาเกี่ยวกับพลังงานแสงอาทิตย์ที่ได้จากการติดตั้งโซล่าเซลล์ เพื่อนำมาใช้ทดแทนไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย และในส่วนของการกรอกข้อมูล Rate($/Kw) ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยที่จ่ายให้การไฟฟ้า มีหน่วยเป็น usd/หน่วย ต้องแปลงจากสกุลเงินดอลล่าห์ เป็น จำนวนเงิน บาทโดยเฉลี่ยแล้วค่าไฟฟ้าอยู่ที่ 4 บาท/หน่วย เมื่อแปลงจากสกุลเงินไทยเป็นสกุลเงินดอลล่าห์จะได้เท่ากับ 0.12 USD/หน่วย

เมื่อใส่รายละเอียดข้อมูลที่ต้องการแล้วเสร็จ โปรแกรมจะคำนวณค่าผลลัพธ์ ผ่านการกดปุ่ม GO To PV Watts Results เพื่อให้โปรแกรมคำนวณผลที่ได้จากการตั้งค่า

Month	AC System Output (kWh)	Solar Radiation (kWh/m^2/day)	Value (฿)
Jan	1,656.99	3.95	6,561.72
Feb	1,897.31	5.08	7,513.44
Mar	2,434.05	6.01	9,638.97
Apr	2,357.92	5.96	9,337.35
May	2,165.04	5.23	8,573.40
Jun	2,268.64	5.60	8,983.92
Jul	2,112.65	4.96	8,366.16
Aug	2,000.78	4.72	7,922.97
Sep	1,884.90	4.58	7,464.27
Oct	1,701.19	3.97	6,736.62
Nov	1,349.62	3.26	5,344.35
Dec	1,234.17	2.87	4,887.30
AVERAGE	1,921.94	4.68	7,610.87
Total	23,063.26	56.19	91,330.47

ภาพที่ 3.24 พลังงานที่แผงโซลา เซลล์สามารถผลิตได้ทั้งปีแยกตามเดือน

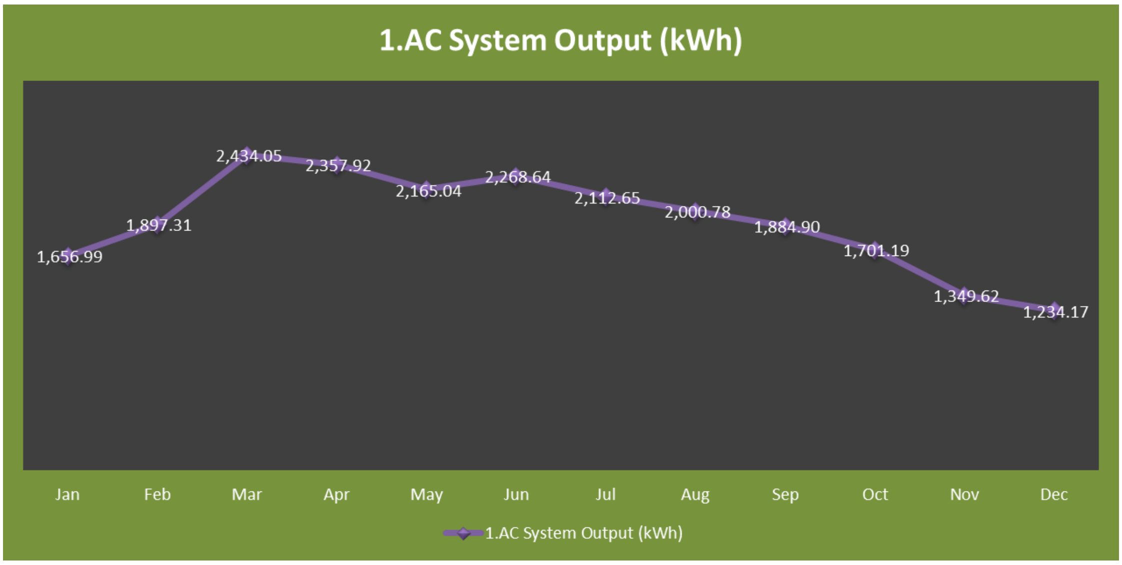
DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

เมื่อทำการคำนวณผลลัพธ์ที่ได้จากการติดตั้งแผงโซลา เซลล์ ผ่านโปรแกรมPV WATT จะแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย

1. ค่ากระแสไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้แยกรายเดือน
2. ค่าของจำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานได้หรือค่าแสงแดด
3. มูลค่าเงิน(บาท) ที่สามารถประหยัดได้จากการใช้พลังงานทดแทน

ค่าที่ได้จากการคำนวณผลลัพธ์สามารถนำมาอธิบายเป็นในรูปแบบของกราฟเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแยกตาม 3 ประเด็นข้างต้นได้ดังนี้

AC System Output (kWh) /ไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน



ภาพที่ 3.25 AC System Output (kWh) /ไฟฟ้าที่สามารถผลิตได้ต่อเดือน

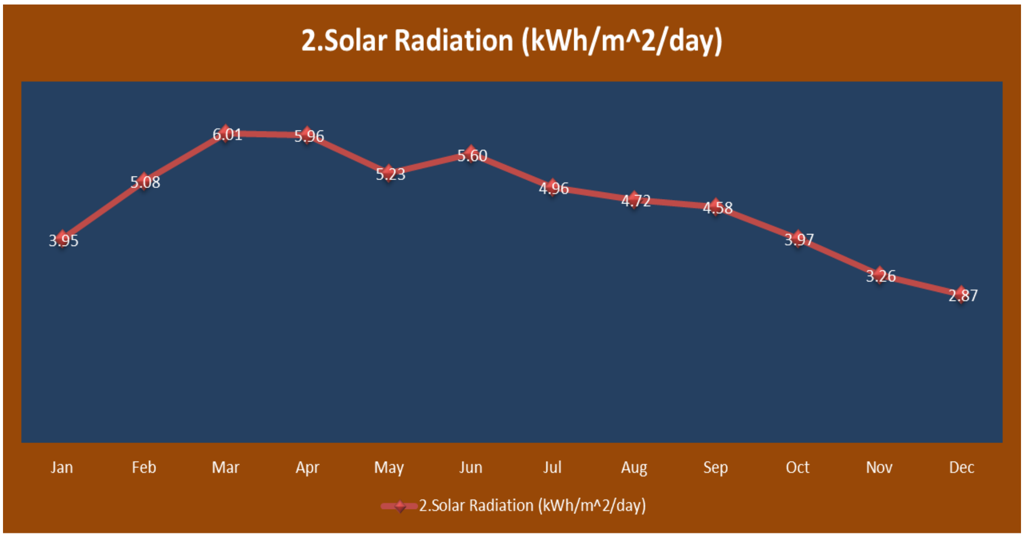
จากภาพที่ 3.25 จะแสดงให้เห็นข้อมูลการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยแยกแต่ละเดือน จากผลลัพธ์ที่ได้พบว่าในช่วงเดือน พฤศจิกายน-มกราคม ของปีเป็นช่วงที่มีการผลิตไฟฟ้าได้เฉลี่ยน้อยที่สุดของทั้งปี เนื่องจากองค์ประกอบด้านสภาพอากาศที่อยู่ในช่วงฤดูหนาว ทำให้การให้แสงสว่างและค่าแสงแดดในช่วงระยะเวลาดังกล่าวมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ ตัวเลขที่สามรถผลิตไฟฟ้าได้ในช่วงเดือนดังกล่าวจึงอยู่ที่ประมาณ 1,300-1,800 กิโลวัตต์/ชั่วโมง

จากข้อมูลตัวเลขเมื่อเปรียบเทียบค่าการผลิตกระแสไฟฟ้าและค่าแสงแดด ในช่วงระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน เป็นช่วงที่มีการผลิตพลังงานไฟฟ้าได้มากที่สุดคือ 2,434.05-2,357.92 กิโลวัตต์/ชั่วโมง เนื่องจากในช่วงเดือนดังกล่าวเป็นช่วงฤดูร้อนของประเทศไทย ค่าพลังงานที่ได้จึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าเมื่อเทียบกับเดือนอื่นๆ แสดงให้เห็นถึงความสามารถในการผลิตพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปี โดย

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จะมีช่วงเดือนที่ค่อย ๆลดลง อยู่ในช่วงระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม ของแต่ละปี เนื่องจากเป็นฤดูหนาวของประเทศทำให้ประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าหรือการส่องสว่างลดลงด้วย

ดังนั้นจึงสามารถสรุปผลลัพธ์ตัวเลขที่ได้จากการคำนวณผ่านโปรแกรม PV WATT ในประเด็นการผลิตกระแสไฟฟ้าของระบบโซลา เซลล์ โดยความสามารถในผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพและได้ผลที่ดีที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน อันเนื่องมาจากเป็นช่วงฤดูร้อนทำให้มีความเข้มข้นของค่าแสงแดดสูงและส่งผลถึงกำลังการผลิตไฟฟ้าที่สูงขึ้นด้วย และเมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดือนพฤศจิกายน-มกราคม ค่าการผลิตไฟฟ้าที่ได้จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด เนื่องมาจากเป็นฤดูหนาวและสภาพอากาศปิด ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าและค่าความเข้มข้นของแดดลดลงไปด้วย

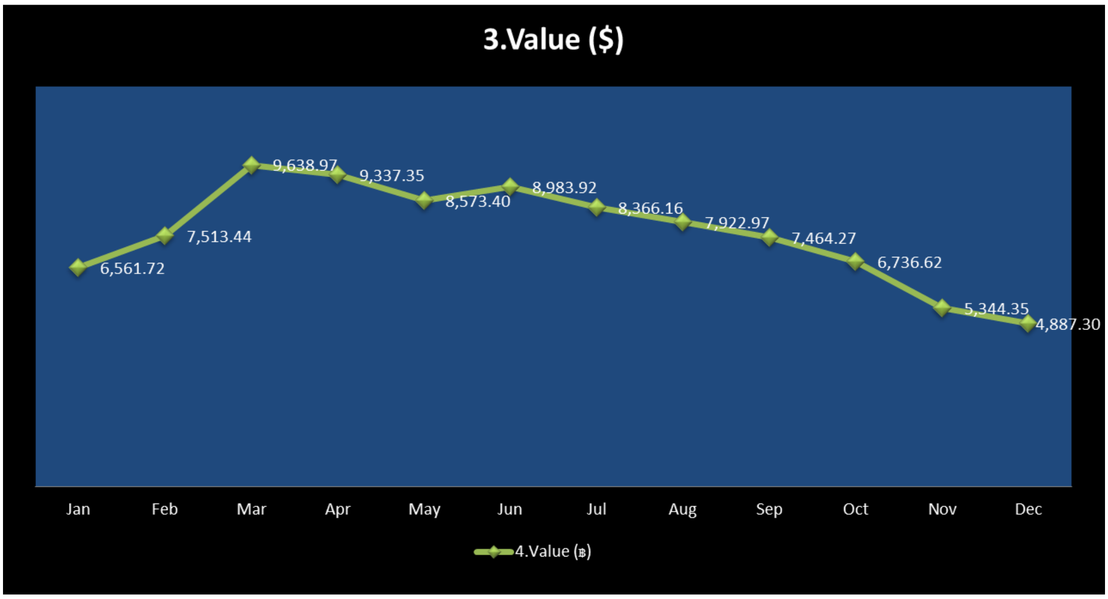


ภาพที่ 3.26 Solar Radiation (kWh/m^2/day)/จำนวนชั่วโมงเฉลี่ยที่แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานได้หรือค่าแสงแดด

ภาพที่ 3.26 แสดงให้เห็นข้อมูลค่าของแสงอาทิตย์ที่สามารถให้พลังงานเพื่อนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ในแต่ละเดือนโดยเฉลี่ย กราฟจะแสดงผลและสามารถอธิบายได้ว่าในช่วงเดือน มีนาคม-เมษายน นั้นมีค่าแสงอาทิตย์อยู่ที่ประมาณ 6 ชั่วโมง/วัน และเฉลี่ยต่อเดือนสูงที่สุดในเมื่อปรียบเทียบกับเดือนอื่นๆของทั้งปี ซึ่งเป็นเหตุผลที่สอดคล้องกับค่า AC System Output คือเป็นช่วงฤดูร้อนจึงทำให้ค่าของแสงอาทิตย์มีชั่วโมงการให้พลังงานสูงที่สุดอยู่ที่ระดับเฉลี่ย 6 ชั่วโมง/วัน และการให้พลังงานที่สูงของแสงอาทิตย์นั้นจะส่งผลไปถึงประสิทธิภาพการผลิตกระแสไฟฟ้าที่สูงซึ่งเป็นความสอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกัน และชั่วโมงการให้พลังงานจะค่อยๆลดลงในช่วงเดือนตุลาคม-มกราคม ที่มีชั่วโมงการให้พลังงานต่ำที่สุดเฉลี่ยอยู่ที่ประมาณ 3 ชั่วโมง/วัน ดังนั้นประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าก็จะต่ำลงด้วยเช่นกัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากกราฟดังกล่าวจึงสามารถสรุปและอธิบายได้อย่างชัดเจนทั้งในเรื่องของความสอดคล้องทางพลังงานที่สามารถผลิตได้และการให้พลังงานของแต่ละช่วงเวลา ความเข้มข้นในการให้พลังงานแสงอาทิตย์มีส่วนสำคัญและเป็นปัจจัยหลักทั้งในเรื่องการผลิตกระแสไฟฟ้า และการให้แสงสว่างที่เพียงพอต่อการพักอาศัยที่จะสามารถตอบสนองความต้องการในการพึ่งพาแสงสว่างจากธรรมชาติได้เป็นอย่างดี



ภาพที่ 3.27 Value (฿)/จำนวนเงินที่สามารถประหยัดได้จากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 3.27 แสดงให้เห็นถึงมูลค่าจำนวนเงินที่ได้มาจากการประหยัดพลังงานผ่านการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ซึ่งข้อมูลดังกล่าว พบว่าตัวเลขการประหยัดพลังงานที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมหลังจากมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในการทดแทนพลังงานไฟฟ้าซึ่งได้ผลลัพธ์การประหยัดสูงสุดในเดือนมีนาคม - เมษายน และจะน้อยลงในเดือนตุลาคม - มกราคม แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบเป็นจำนวนเงินที่สามารถประหยัดโดยเฉลี่ยทั้งปีแล้วเท่ากับ 7,600 บาท โดยประมาณ

3.10 การสรุปผลและการวิจัย

จากผลการทดลองติดตั้ง โซลาร์เซลล์แบบ Stan Alone และทำการคำนวณผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) แล้วนั้น ผลลัพธ์ที่ได้สามารถอธิบายถึงประสิทธิภาพในการให้ผลิตไฟฟ้า และการให้แสงสว่าง ที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักกรณีศึกษาโดยการติดตั้งโซลา เซลล์ นั้นสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ประมาณ 4.68 ชั่วโมง/วัน (kWh/m/day) และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ 23,064 กิโลวัตต์/ปี และคิดเป็นมูลค่า เงินที่ประหยัดได้ อยู่ที่ 98,941 บาท ต่อปี

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับภาพที่ 3.19 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทภายในอาคารต้นแบบ ใน 1 วัน ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยอยู่ที่ 22.62 กิโลวัตต์/วัน ประกอบกับเมื่อนำมาคำนวณทั้งปีอยู่ที่ 10,044.80 กิโลวัตต์/ปี จากเหตุผลและตัวเลขที่ได้จากการคำนวณสามารถอธิบายได้ว่าในการทำการจำลองการติดตั้งโซลา เซลล์ นั้นสามารถผลิตไฟฟ้าได้เกินความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้า จึงทำให้สามารถลดการใช้พลังงานและสามารถเปลี่ยนมาใช้พลังงานทดแทนหรือพลังงานสะอาด และคุ้มค่ากว่า

เมื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลการศึกษาการปรับปรุงบ้านพักอาศัย พบว่าจากการปรับปรุงเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาตินั้น สำหรับบ้านพักอาศัยต้นแบบสามารถรองรับแสงธรรมชาติได้เป็นอย่างดี จากการจัดวางกรอบอาคารในส่วนหลังคา หน้าต่าง และประตูสามารถตอบสนองความต้องการใช้แสงธรรมชาติได้สูง โดยผลจากการวิเคราะห์การทดลองหาค่าความสว่างของสภาวะอากาศท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast) ช่วงเวลา10.00น. และ17.00 น.(มกราคม - ธันวาคม) พบว่าค่าเฉลี่ยของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 10.00น.ของเดือนมกราคม-ธันวาคม ตัวบ้านสามารถรองรับแสงธรรมชาติได้สูงถึงประมาณ 1,000 LUX ซึ่งมากพอสำหรับรองรับการใช้งานของผู้พักอาศัย และจากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของแสงธรรมชาติที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 17.00น. ของเดือนมกราคม-ธันวาคม ตัวบ้านก็ยังสามารถรองรับแสงจากธรรมชาติได้อยู่ที่ประมาณ 300 LUX ในช่วงระยะเวลาที่แสงน้อยที่สุด บ้านพักอาศัยต้นแบบยังคงสามารถรองรับแสงธรรมชาติเพื่อใช้ในช่วงเวลาที่แสงน้อยที่สุดได้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

หลังจากทำการจำลองการปรับปรุงบ้านกรณีศึกษา เพื่อทำการศึกษาการใช้ความพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งในเรื่องการศึกษาค่าความส่องสว่างที่ได้ และการผลิตไฟฟ้าภายในบ้าน โดยผลจากการทดลองได้ผลลัพธิ์ดังนี้

4.1 ค่าความส่องสว่างที่ได้จากการจำลองบ้านกรณีศึกษาผ่านเครื่องมือ Velux Daylight

ภาพที่ 4.1 ลักษณะกายภาพของบ้านกรณีศึกษา

ภาพที่ 4.1 ข้อมูลกายภาพของบ้านกรณีศึกษาที่ใช้ในการจำลอง ลักษณะทางกายภาพ บ้านมีขนาดพื้นที่ 5*12 เมตร ประกอบด้วยหลังคากระเบื้อง พื้นคอนกรีตเทปูน และเสาคอนกรีตจำนวน 10 ต้น สภาพแวดล้อมโดยรอบ ประกอบด้วยต้นไม้และบ้านพักอาศัยข้างเคียง 1 หลัง

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

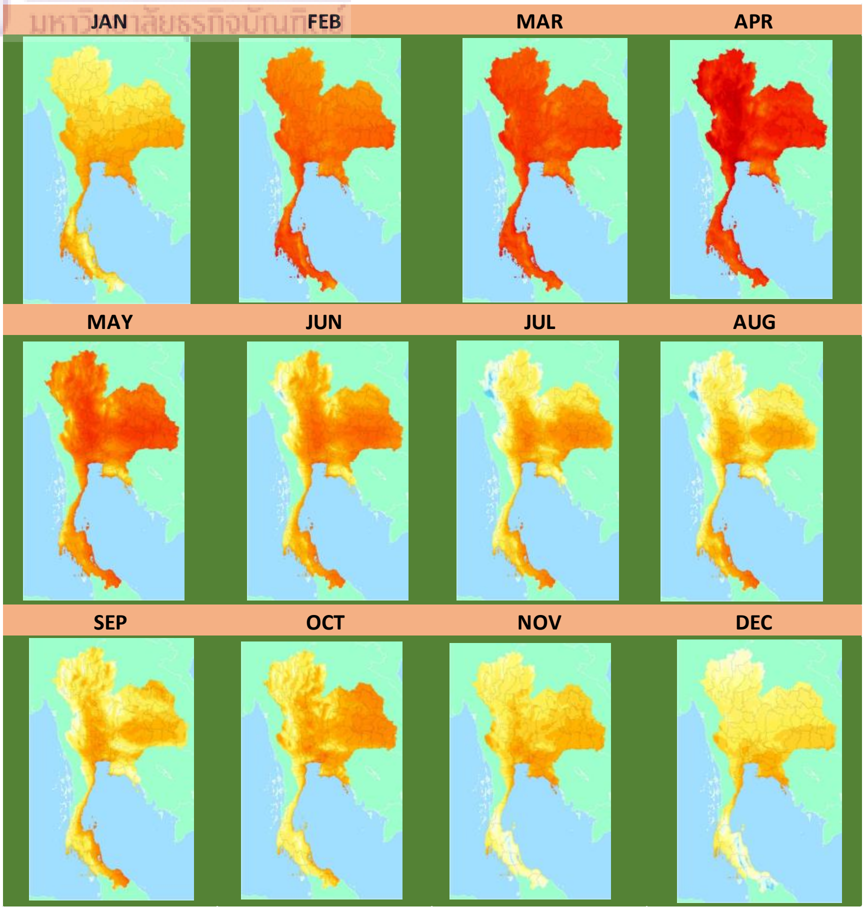
ค่าความส่องสว่างแต่ละช่วงเวลา

Month	Illuminance (LUX)	
	TIME	
	10.00	17.00
Jan	1,300.00	375.20
Feb	1,375.00	406.50
Mar	1,375.00	437.66
Apr	1,375.00	437.66
May	1,375.00	469.00
Jun	1,300.00	437.66
Jul	1,358.00	437.66
Aug	1,358.33	437.66
Sep	1,287.50	406.50
Oct	1,191.66	375.33
Nov	1,111.25	344.00
Dec	1,064.00	312.80
AVERAGE	**1,289.23**	**406.47**

ภาพที่ 4.2 แสดงค่าความส่องสว่างในแต่ละช่วงเวลาของบ้านกรณีศึกษา

จากภาพที่ 4.2 แสดงผลการจำลองในการปรับปรุงบ้านกรณีศึกษาแล้วนั้น ภายหลังจากการจำลองและเพิ่มเติมในส่วนของกรอบอาคารและปรับปรุงส่วนของหลังคาของบ้านกรณีศึกษาพบว่า ค่าความส่องสว่างที่ได้จากแบบจำลองในช่วงเวลา 10.00 น.เฉลี่ยอยู่ที่ระดับ1,289.23 LUX และให้ค่าความส่องสว่างในช่วงเวลา 17.00 น.อยู่ที่ระดับ 406.47 LUX ซึ่งถือว่าเพียงพอกับการให้แสงสว่างสำหรับผู้พักอาศัยในแง่ของการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ และเมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับศักยภาพของพลังงานแสงอาทิตย์ตลอดทั้งปีนั้นก็พบว่าข้อมูลที่ได้จากการจำลองการปรับปรุงบ้านพักกรณีศึกษาเพื่อรองรับการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติผ่านแบบจำลอง Velux Daylighting นั้น มีความเชื่อมโยงกันกับข้อมูลศักยภาพการให้พลังงานของแสงอาทิตย์มีความสอดคล้องกันตามข้อมูลอ้างอิงของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานปี 2560 แสดงข้อมูลการให้พลังงานของแสงแดดของทั้งปี 2565 ไว้ดังนี้

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

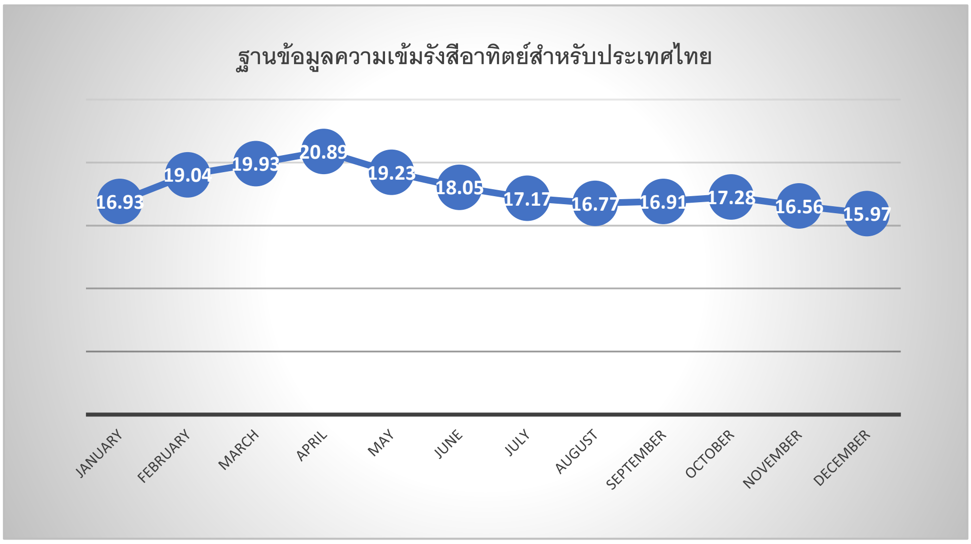


ภาพที่ 4.3 ข้อมูลศักยภาพการให้พลังงานของแสงอาทิตย์มีความสอดคล้องกันตามข้อมูลอ้างอิงของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานปี 2565

จากภาพที่4.3 สามารถเป็นข้อมูลอ้างอิงและเชื่อมโยงกับแบบจำลองการปรับปรุงบ้านพักอาศัยกรณีศึกษาโดยสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ – พฤษภาคม การให้พลังงานของแสงอาทิตย์จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการให้ค่าความส่องสว่าง (Illuminance) ของแบบจำลอง Velux Daylighting เมื่อทำการจำลองแล้วได้ข้อมูลที่ตรงกัน และการให้พลังงานแสงอาทิตย์จะค่อยๆลดลงในช่วงเดือน มิถุนายน ซึ่งจะลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งในเดือนพศจิกายน-มกราคม จะเป็นช่วงเวลาที่การให้พลังงานแสงอาทิตย์น้อยที่สุด

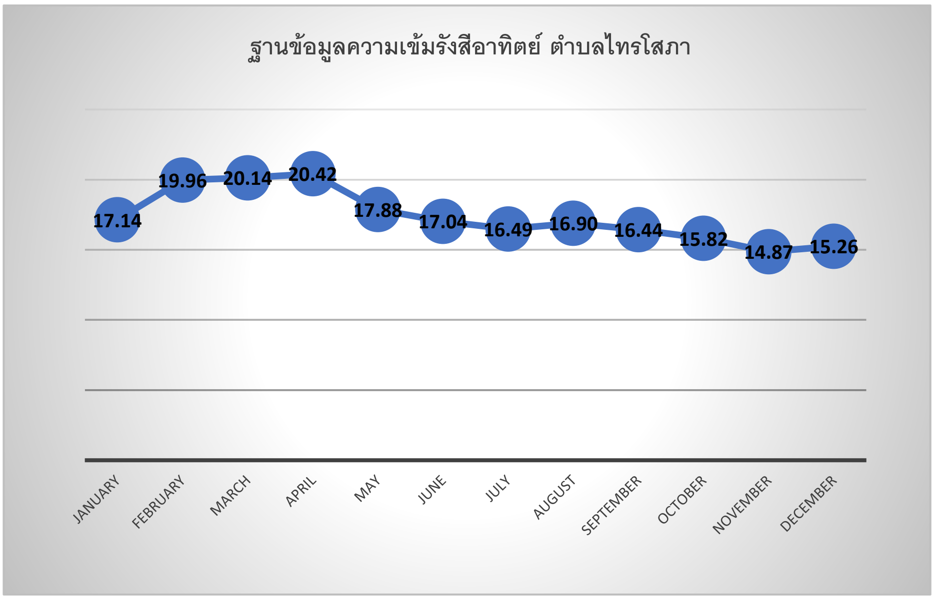
และเมื่อนำข้อมูลความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ในระยะเวลา 1 ปี ของตำแหน่งที่ตั้งบ้านพักอาศัยเข้ามาเปรียบเทียบเพื่อหาความเชื่อมโยงและสนับสนุนผลการจำลองอีกประเด็นที่สำคัญคือ ข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์สำหรับประเทศไทยซึ่งสามารถสรุปได้ดังภาพประกอบ

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์



ภาพที่ 4.4 ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์สำหรับประเทศไทย

ภาพที่ 4.4 แสดงถึงความเข้มข้นของรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นภาพรวมของประเทศไทยทั้ง77 จังหวัด ตั้งแต่ มกราคม-ธันวาคม ข้อมูลอ้างอิง พ.ศ.2565 ข้อมูลแสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์จะมีความเข้มข้นในเดือน กุมภาพันธ์-พฤษภาคม และลดลงในช่วงเดือนมิถุนายน จนกระทั่ง มกราคม ซึ่งจะสอดคล้องกับการให้แสงสว่างจากการจำลองบ้านพักอาศัยกรณีศึกษา ซึ่งเป็นเหตุผลที่สามารถอธิบายได้ถึงการให้แสงสว่างที่มากพอสำหรับการพักอาศัย และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพซึ่งผลลัพธ์ทั้งหมดสอดคล้องกัน



DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ภาพที่ 4.5 ฐานข้อมูลความเข้มรังสีอาทิตย์ ตำบลไทรโสภา

ภาพที่ 4.5 เป็นการแสดงข้อมูลความเข้มข้นของรังสีแสงอาทิตย์ ในตำแหน่งที่ตั้งของบ้านพักอาศัยกรณีศึกษาซึ่งจากตัวเลขแสดงค่ารังสีแสงอาทิตย์นั้น สามารถอธิบายได้คล้ายคลึงกับข้อมูลของกราฟที่1 คือ ความเข้มข้นของแสงอาทิตย์จะสูงที่สุดในเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน และจะค่อยๆลดต่ำลงในเดือน พฤษภาคมไปจนถึงมกราคม โดยข้อมูลที่ได้ภาพประกอลบทั้ง 2 ชุดนั้นได้แสดงข้อมูลที่ชัดเจนในเรื่องของค่าความเข้มข้นของรังสีมีความสอดคล้อง และข้อมูลเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัยการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่าง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตกระแสไฟฟ้าในบ้านกรณีศึกษา ขนาด 5*12 เมตร ตั้งอยู่ที่ ตำบลไทรโสภา อำเภอพระแสง จังหวัดสุราษฎร์ธานี เส้นละติจูด 8.55 เส้นลองติจูด 97.95 ประเด็นแรกที่ทำการวิเคราะห์ คือการทำการศึกษาบ้านพักอาศัยต้นแบบเพื่อหาค่าความส่องสว่างที่เหมาะผ่านแบบจำลอง Velux Daylightingโดยมีการตั้งค่ากำหนดช่วงเวลาในการทำการทดลองทั้ง 2 ช่วงเวลาคือ 10.00 น.และ17.00 น.เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความส่องสว่างและเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของทั้ง 2 ช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ หลังจากมีการปรับปรุงบ้านพักอาศัยแล้วนั้นค่าความส่องสว่างที่ได้จากการจำลองสามารถตอบสนองความต้องการของผู้พักอาศัยได้จริงหรือไม่ โดยทำการยกตัวอย่างสภาพอากาศท้องฟ้าครึ้มมีเมฆมาก (Overcast) มาใช้เป็นข้อมูลในการจำลองสถานการณ์และทำการวิเคราะห์ผล และประเด็นที่สอง คือทำการศึกประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้าในบ้านผ่านการติดตั้งโซลา เซลล์ โดยใช้โปรแกรม PV WATT เป็นเครื่องมือหลักในการคำนวณหาค่าโดยสามารถสรุปผลการวิเคราะห์โดยแยกผลการวิเคราะห์ได้ในสามประเด็นหลักคือ 1.ไฟฟ้าที่ได้จากการผลิต/เดือน 2.ค่าแสงแดดที่ได้ 3.มูลค่าเงินที่สามารถประหยัดได้จากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ โดยสามารถรุปผลการวิเคราะห์ทั้ง 2 ประเด็นได้ดังนี้

จากการวิเคราะห์แบบจำลองพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อส่องสว่างนั้นใน ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์ - พฤษภาคม ช่วงเวลา 10.00 น.ผลจากการปรับปรุงบ้านพักอาศัยแล้วนั้น กรอบอาคารและหลังคาที่ทำการจำลองผ่าน Velux Daylighting สามารถรองรับแสงสว่างจากภายนอกสู่ภายในบ้านพักอาศัยได้สูงที่สุดอยู่ในระดับ 1,375 LUX และหากเมื่อเปรียบเทียบจากความต้องการใช้แสงสว่างที่จำเป็นและใช้ภายในบ้านอยู่ที่ประมาณ500-1000 LUX ซึ่งถือว่าการปรับปรุงบ้านพักอาศัยต้นแบบนั้นสามารถรองรับการส่องสว่างและแสงสว่างที่ได้นั้นเพียงพอต่อความต้องการในการใช้ภายในบ้าน ในส่วนช่วงเวลา17.00 น.เมื่อทำการปรับปรุงบ้านพักอาศัยแล้ว สามารถรองรับแสงสว่างได้สูงที่สุดอยู่ที่ 437 LUX ในช่วง เวลา 17.00 น.ของทั้งปีนั้น ค่าความสว่างโดยรวมอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน ยกเว้นในช่วงเดือนตุลาคม - มกราคม ที่ค่าเฉลี่ยการรองรับแสงสว่างจากธรรมชาติของอาคารต้นแบบจะอยู่ในระดับต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับเดือนอื่นของทั้งปี ซึ่งเฉลี่ยแล้วอยู่ที่ระดับ 312.8-375.2 LUX แต่ยังสามารถให้แสงสว่างที่เหมาะสมกับผู้พักอาศัย โดยไม่กระทบกับการพักอาศัยในช่วงเวลาที่มีแสงน้อย อาคารต้นแบบจึงมีความสามารถในการรองรับแสงธรรมชาติเพื่อนำมาใช้ภายในอาคารได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งโดยปกติแล้วแสงสว่างที่เหมาะสมและเพียงภายในอาคารนั้นอยู่ที่ ประมาณ 300 LUX ซึ่งผลจากการวิจัยก็สามารถตอบสนองถึงความต้องการและความเหมาะสมในการรองรับแสงสว่างได้เป็นอย่างดีทั้งนี้ถึงแม้ว่าเป็นในช่วงเวลาที่มีแสงสว่างจากธรรมชาติน้อยก็ตาม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.2 สรุปผลการวิจัยการศึกษาด้านการผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์

จากการทดลองจำลองการติดตั้งโซลาเซลล์ของบ้านพักอาศัยต้นแบบ โดยทำการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์แบบ Stan Alone กับบ้านพักอาศัยต้นแบบ และทำการคำนวณค่าผ่านโปรแกรม PV Watts Calculator ภายใต้ NREL (National Renewable Energy) สามารถสรุปผลและอธิบายได้ ดังนี้

หลังจากทำการจำลองการติดตั้งแผงโซลลา เซลล์ แล้วนั้นปรากฎผลลัพธ์ที่ได้คือ ความสามารถในการผลิตไฟฟ้าที่ได้ต่อเดือน ของโซลา เซลล์ ที่ได้ทำการติดตั้งนั้นสามารถผลิตไฟฟ้าต่อเดือนเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 1,921.94 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ในส่วนของค่าแสงแดดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ 4.68 กิโลวัตต์/ชั่วโมง/วัน และสุดท้ายมูลค่าเงินที่ประหยัดได้จากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากแสงอาทิตย์โดยสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้เฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ 7,610.87 บาท/เดือน เมื่อจำแนกออกมาในแต่ละเดือนจะพบว่า ตัวเลขการผลิตกระแสไฟฟ้าในช่วงเดือนมีนาคม – สิงหาคม นั้น กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ในระดับเฉลี่ย 2,223.18 กิโลวัตต์/ชั่วโมง ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่มีการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงที่สุดเนื่องด้วยปัจจัยทางสภาพอากาศที่อยู่ในช่วงฤดูร้อนจึงทำให้มีค่าความเข้มข้นของแสงอาทิตย์สูงกว่าในช่วงเดือนอื่นๆ

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ข้อมูลที่ได้จากการติดตั้งโซลา เซลล์ ทั้งสามประเด็นจะมีความสอดคล้องกันและผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไปในทิศทางเดียวกันโดยในช่วงเดือนที่ได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์และประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์จะอยู่ในช่วง มีนาคม-พฤษภาคม สามารถผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถึงแม้จะมีช่วงเวลาที่ประสิทธิภาพของแสงอาทิตย์จะค่อยๆลดระดับลงในช่วง มิถุนายน-มกราคม แต่ระดับการผลิตไฟฟ้ายังคงสามารถตอบสนองความต้องการใช้ได้อย่างปกติ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้าน โดยการปรับปรุงบ้านพักอาศัยให้รองรองรับการส่องสว่างจากแสงธรรมชาติและการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์นั้นมีข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม ดังนี้

5.3.1 ประสิทธิภาพในการผลิตพลังงานของโซลา เซลล์ ขึ้นอยู่กับภูมิประเทศและลักษณะทางสภาพอากาศของพื้นที่นั้นๆ ที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นค่าพลังงานที่สามารถผลิตได้อาจมีการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างกันออกไป

5.3.2 ความต้องการใช้พลังงานของบ้านพักอาศัยนั้นมีความต้องการมากน้อย แตกต่างกันจึงไม่สามารถบ่งชี้ได้แน่นอนว่าค่าพลังงานที่ได้นั้นจะสามารถเพียงพอกับบ้านพักอาศัยทุกหลัง

5.3.3 ค่าแสงสว่างที่ได้จากการปรับปรุงบ้านพักอาศัยนั้นอาจมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ ภูมิศาสตร์พิกัด ดังนั้นค่าที่ได้จากงานวิจัยนี้จึงเป็นค่าเฉพาะและตัวอย่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบไม่สามารถอ้างอิงได้กับบ้านพักอาศัยอื่น

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

5.3.4 ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยเป็นเพียงตัวอย่างของบ้านพักอาศัยต้นแบบ ที่ทำการปรับปรุงเพื่อทำการศึกษาทดลองดังนั้นค่าต่างๆจึงสามารถเปลี่ยนแปลงได้หากมีการปรับปรุงหรือออกแบบบ้านพักอาศัยใหม่

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

บรรณานุกรม

[1] Mascex , "มาตรฐานการส่องสว่างของ CIE " 2552, สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จากเว็บไซต์ http://mascex.blogspot.com/2009/10/cie.html

[2] Planlux, "Lighting design", 2562, สืบค้นเมื่อ 12 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 .จากเว็บไซต์ planlux.net

[3] Stein,B., and Ranolds,Mechanical and Electrical Equipmemt got Buildings.9ed. 2000,New York Wiley & Sons.

[4] กฤชนนท์ สวนจันทร์, "การออกแบบโครงสร้างรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตามดวงอาทิตย์" กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

[5] กษิเดช ทิพย์อมรวิวัฒน์ และชัยรัตน์ วิสุทธิ์รัตน์, "โปรแกรมหาความเป็นไปได้ในการเลือกลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้วยไมโครซอฟท์ เอกซ์เซล" กรุงเทพมหานคร:มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2565.

[6] กาญจนศิษฎ์ เวชการ, "การวิเคราะห์สมรรถนะการผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แบบลอยน้ำพิกัด 50 kWp.ปทุมธษนี " , มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี,2560.

[7] การไฟฟ้านครหลวงค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน, 2562, สืบค้นเมื่อ 13 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565 จากเว็บไซต์ https://www.pea.co.th/Portals/0/Document/Rate2015Update.pdf

[8] ทรงพล อัตถากร, "การเปิดรับแสงธรรมชาติในโถงกึ่งเปิดโล่งเพื่อความยั่งยืน กรณีศึกษา อาคารสถานศึกษาย่านชานเมืองกรุงเทพมหานคร" ,ปทุมธานี:มหาวิทยาลัยรังสิต, 2565.

[9] ทัชชา อังกนะภัทรขจร และอรรจน์ เศรษฐบุตร, "แนวทางในการออกแบบเพื่อลดผลกระทบจากการสะท้อนของเปลือกอาคาร" ,ประชุมวิชาการเทคโนโลยีอาคารด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 6 ประจำปี 2566

[10] นิรันดร์ วัชโรดม และณัฐวุฒิ อินทบุตร, "การออกแบบบ้านประหยัดพลังงานโดยอาศัยการระบายอากาศแบบธรรมชาติ", สุพรรณบุรี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ, 2563.

[11] บัญชา งามชื่น, "การวิเคราะห์ความพร้อมในการผลิตกำลังไฟฟ้าของโรงงานไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ชนิดติดตั้งบนหลังคาขนาดใหญ่ 1 เมกะวัตต์.ปทุมธานี", มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ,2562.

[12] สุนทร บุญญาธิการ, "การประยุกต์ใช้แสงธรรมชาติในอาคาร",วารสารอาษา, 2541.

[13] อวิรุทธ์ ศรีสุธาพรรณ,"การประเมินและออกแบบท่อแสงสำหรับอาคารในประเทศไทย",ปทุมธานี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2560.

DPU DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2556 ปริญญาตรี คณะบริหารศาสตร์ สาขาการเงินและการธนาคาร
มหาวิทยาลัยรัตนบัณฑิต

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2565 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริการหลังการขาย อาวุโส
บริษัท เอสซี แอสแซท คอร์ปอเรชั่นจำกัด (มหาชน) จำกัด

พ.ศ. 2564 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริการหลังการขาย อาวุโส บริษัท ชีวาทัย จำกัด (มหาชน)

พ.ศ. 2561 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริการหลังการขาย
บริษัท ออริจิ้น พร๊อพเพอร์ตี้ จำกัด (มหาชน)

พ.ศ. 2557 ตำแหน่ง เจ้าหน้าที่บริการสัมพันธ์และนิติบุคคล
บริษัท ควอลิตี้เฮ้าส์ จำกัด (มหาชน)