



แนวทางการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางอาคารพักอาศัยรวม ให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเข้าใกล้ศูนย์



โดย

นายอดิวิศว์ จันทรมิตร

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสถาปัตยกรรม (การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม) แผน ข

ภาควิชาสถาปัตยกรรม

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2567

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

แนวทางการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางอาคารพักอาศัยรวม ให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเข้า
ใกล้ศูนย์



การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม (การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม) แผน ข
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2567
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

CONDOMINIUM COMMUNAL AREA DESIGN GUIDELINES TO ACHIEVE NEARLY
ZERO ENERGY TARGET



An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for Master of Architecture Architecture
Department of Architecture
Academic Year 2024
Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	แนวทางการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางอาคารพักอาศัยรวม ให้เป็น อาคารใช้พลังงานสุทธิเข้าใกล้ศูนย์
โดย	นายอดิวิศว์ จันทรมิตร
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม (การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม) แผน ก
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	อาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

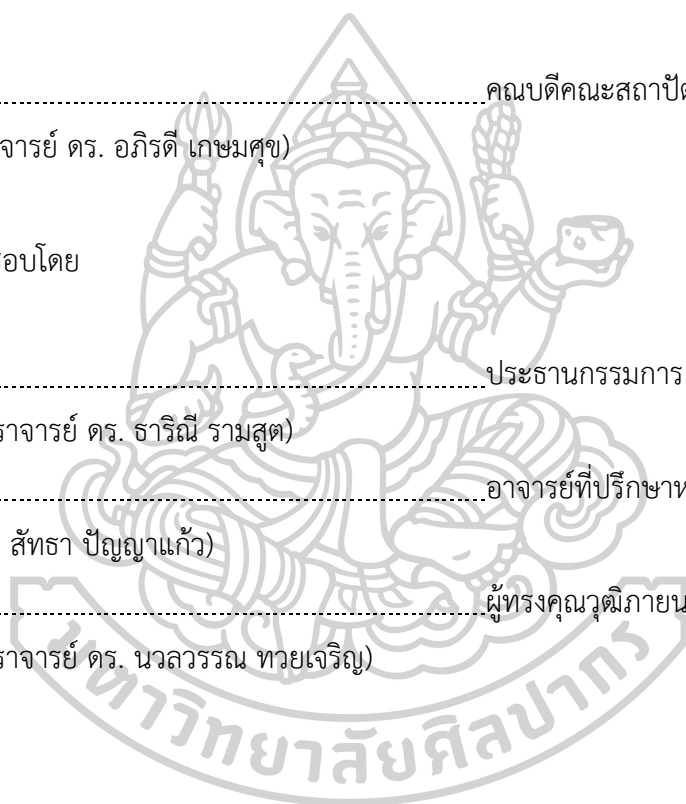
.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิรดี เกษมสุข)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธาณีย์ รามสูต)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(อาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นวลวรรณ ทวยเจริญ)



650220004 : สถาปัตยกรรม (การอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อม) แผน ข

คำสำคัญ : อาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์, อาคารพักอาศัยรวม, แผงเซลล์แสงอาทิตย์

นาย อติวิศว์ จันทรมิตร: แนวทางการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางอาคารพักอาศัยรวม ให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเข้าใกล้ศูนย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : อาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาลักษณะการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของอาคารอยู่อาศัยรวมที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานภายในอาคาร 2) ศึกษาแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร 3) เพื่อศึกษาแนวทางการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในอาคารอยู่อาศัยรวม และ 4) เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวม ให้มีปริมาณการใช้พลังงานสุทธิในพื้นที่ส่วนกลางน้อยลง และเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด ด้วยแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร การใช้งานพลังงานรวมของอาคารจะถูกทดลองด้วยการปรับปรุงกรอบอาคาร เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของการวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางที่ต่างกัน โดยคงขอบเขตของกรอบอาคารไว้เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยวัดผลจากค่าพลังงานสุทธิรายปีที่ลดลงเปรียบเทียบเป็นปริมาณร้อยละของพลังงานที่ลดลงของการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษาพบว่า การปรับปรุงกรอบอาคารสามารถทำให้การใช้พลังงานสุทธิรายปีลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญโดยสามารถลดได้ 30% ในโครงการดีคอนโด ชาร์ และ 43% ในโครงการดีคอนโด พนา โดยผนังทึบของอาคารเปลี่ยนเป็นผนังก้ออิฐมวลเบา กรอบหน้าต่างในผนังและใต้หลังคา ใช้กระจก Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness ในขณะที่การทำแผงบังแดดให้กับช่องเปิดของทั้งสองอาคารนั้น พบว่าผลการคำนวณที่ได้ไม่แตกต่างจากก่อนเสนอแนะเนื่องจากพลังงานที่ลดลงมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบที่มีค่าใช้จ่ายตามมา เมื่อเปรียบเทียบกับพลังงานสุทธิของพื้นที่ส่วนกลางทั้งหมดคิดเป็นเพียง 2% เท่านั้น โดยสามารถใช้เซลล์แสงอาทิตย์โมโนคริสตัลไลน์ขนาด 440Wp ครึ่งเซลล์เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนเพื่อชดเชยให้สมดุลพลังงานเป็นศูนย์ เมื่อพิจารณาให้ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา พบว่าทั้งสองโครงการมีพื้นที่ติดตั้งไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยดีคอนโด ชาร์ มีพื้นที่ติดตั้ง 91% และดีคอนโด พนา มีพื้นที่ติดตั้ง 78% ของพื้นที่ทั้งระบบ จึงเสนอให้มีพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมในรูปแบบของการสร้างหลังคาที่จอดรถเพื่อติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เมื่อคำนวณขนาดพื้นที่หลังคาที่จอดรถร่วมด้วยแล้วแล้วทั้งสองโครงการมีพื้นที่สำหรับติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 120% ของพื้นที่ที่ต้องการซึ่งเพียงพอต่อความต้องการของระบบ

650220004 : Major Architecture

Keyword : Net Zero Energy Building, Condominium, Solar Cell

MR. Adiwit CHANTHARANIMIT : Condominium communal area design guidelines to achieve nearly zero energy target Thesis advisor : Dr. Satta Panyakaew

This research aims to: (1) investigate the design characteristics of common areas in residential buildings related to energy usage within the building, (2) explore architectural design concepts to prevent heat ingress into buildings, (3) study the use of renewable energy in residential buildings, and (4) propose design guidelines for residential buildings to minimize net energy consumption in common areas, approaching net-zero energy. The architectural design concepts to prevent heat ingress into the buildings will be tested by modifying the building envelope to compare the layout characteristics of different common areas while keeping the building's envelope constant for a comparative analysis before and after modification. The results are measured by the annual net energy reduction, compared as a percentage of energy reduction attributable to different common area designs.

The study found that improving the building envelope can significantly reduce annual net energy use: by 30% in the D-Condo Than project and 43% in the D-Condo Phana project. The modifications involved replacing solid walls with lightweight brick walls, adding fiberglass insulation in the walls and attic, and using Clear Color Single Low-E Coat on 22 mm thick clear glass. The installation of sunshades for the openings in both buildings showed no significant difference from the calculations made before the recommendation, as the energy reduction was minimal compared to the design costs incurred, contributing only 2% to the net energy reduction of the entire common area. A half 440 Wp monocrystalline solar cell can be used as a renewable energy source to achieve a zero-energy balance. When considering the installation of a solar cell system on the roof, both projects were found to have insufficient installation space to meet demand, with D-Condo Than having 91% and D-Condo Phana having 78% of the necessary installation space. Therefore, it is proposed to add space for installing solar cells by constructing a parking roof for the solar cell system. Including the shared parking roof area, both projects have a total space for solar cell system installation that is 120% of the required area, sufficient to meet system needs.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยอิสระนี้สำเร็จลงได้เป็นอย่างดีด้วยคำแนะนำและความช่วยเหลือจากอาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และสนับสนุนตลอดการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมถึงคณะอาจารย์ที่ชี้แนะและให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ คอยชี้แนะและให้ความคิดเห็น

นอกจากนี้ ผู้เขียนขอขอบคุณบิดา มารดา เพื่อนและครอบครัวที่ให้การสนับสนุนในทุก รูปแบบตลอดระยะเวลาที่ใช้เขียนงานวิจัยอิสระนี้จนสำเร็จ

อดิวิศว์ จันทรมิตร



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูปภาพ.....	ฉ
สารบัญแผนภูมิ.....	ค
บทที่ 1 บทนำ	1
ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
สมมติฐานของการศึกษา.....	2
ขอบเขตการศึกษา.....	2
ขั้นตอนการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	5
1. แนวความคิดอาคารอนุรักษ์พลังงานและอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์	6
1.1 อาคารอนุรักษ์พลังงาน	6
1.2 อาคารยั่งยืน	7
1.3 อาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Building).....	9
1.4 อาคารพลังงานสุทธิใกล้เป็นศูนย์ (Near Zero Energy Building).....	11
1.5 แนวโน้มอาคารอนุรักษ์พลังงานในไทย	11

1.5.1	แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี	11
1.5.2	สถิติใช้งานพลังงานไฟฟ้า	15
2.	การออกแบบคอนโดมิเนียมและผลกระทบต่อการใช้พลังงาน.....	16
2.1	โครงการ ดี เอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร.....	19
2.2	พลัม คอนโด สุขุมวิท 97	21
2.3	นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค.....	24
2.4	ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65.....	27
2.5	ดีคอนโด ธาร.....	30
2.6	ดีคอนโด พนา.....	33
3.	การศึกษาการออกแบบ Passive Design ภายในอาคารคอนโดมิเนียม.....	45
3.1	Passive Cooling.....	45
3.2	การวางทิศทางของตัวอาคาร.....	48
3.3	การใช้วัสดุนำความร้อนต่ำ.....	50
3.4	การใช้ฉนวนมวลสารเพื่อหน่วงความร้อน	56
3.5	การแผ่รังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน	57
3.6	การใช้ร่มเงา	58
3.7	การใช้ลมธรรมชาติ.....	59
3.8	การใช้วิธีระเหยกลายเป็นไอ	60
3.9	การออกแบบอุปกรณ์บังแดด.....	61
4.	การใช้พลังงานทดแทนภายในอาคาร	65
	การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์.....	65
4.1	ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Standalone system).....	65

4.2	ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า (PV Grid Connected System)	66
4.3	ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid System)...	66
5.	การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อศึกษาวิจัย	70
5.1	ซอฟต์แวร์ปลั๊กอิน Sefaira	71
1.	คุณสมบัติของซอฟต์แวร์	71
2.	การติดตั้งใช้งานซอฟต์แวร์	72
3.	การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย	72
5.2	ซอฟต์แวร์ DesignBuilder	72
1.	คุณสมบัติของซอฟต์แวร์	73
2.	การติดตั้งใช้งานซอฟต์แวร์	73
3.	การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย	73
5.3	ซอฟต์แวร์ eQUEST	74
1.	คุณสมบัติของซอฟต์แวร์	74
2.	การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์	74
3.	การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย	74
6.	การใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์	75
6.1	PVsyst Photovoltaic Software	76
1.	คุณสมบัติของซอฟต์แวร์	76
2.	การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์	77
3.	การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย	77
6.2	PWatts Calculator	77
1.	คุณสมบัติของซอฟต์แวร์	78
2.	การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์	78

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย.....	78
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย	80
การคัดเลือกอาคารที่เหมาะสมในการศึกษา	82
1. ดีคอนโด ชาร์.....	84
2. ดีคอนโด พนา.....	89
วิธีการศึกษาการใช้งานพลังงานของอาคารในแต่ละรูปแบบ	94
1. โครงการดีคอนโด ชาร์ (D Condo Tann).....	95
2. โครงการดีคอนโด พนา (D Condo Panna).....	100
การใช้พลังงานรวมของโครงการในส่วนที่เป็นค่าพลังงานคงที่.....	108
การเตรียมโมเดลสำหรับการศึกษาด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira.....	109
การทดลองและการประเมินการใช้พลังงานของอาคารคอนโดมิเนียม ก่อนและหลังปรับปรุงด้วย วิธีการ Passive Design	112
1. โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	113
2. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)	115
3. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	116
4. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด	118
5. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	120
การผลิตไฟฟ้าภายในอาคาร : พลังงานหมุนเวียนระบบแสงอาทิตย์	123
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	128
ผลการปรับปรุงกรอบอาคารโครงการดีคอนโด ชาร์	129
การศึกษาเพื่อลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร.....	130
1. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (ผนังทึบ)	131

2. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (ผนังกระจก)	131
3. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (หลังคา).....	132
การศึกษาการออกแบบแผงบังแดด Shading โครงการดีคอนโด ชาร์.....	132
ผลการปรับปรุงกรอบอาคารโครงการดีคอนโด พนา	136
การศึกษาการออกแบบแผงบังแดด Shading โครงการดีคอนโด พนา	137
การคำนวณการใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira.....	143
1. การใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร์	143
2. การใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา.....	147
การคำนวณและออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์	152
สรุปผลการศึกษาการปรับปรุงอาคาร และความเป็นไปได้ในการเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์.....	163
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	166
ผลการปรับปรุงกรอบอาคาร	167
ผลการศึกษาพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira.....	171
ผลการออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์	174
ข้อจำกัดของการศึกษา	174
ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป	175
รายการอ้างอิง	176
ประวัติผู้เขียน	182

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 การจัดหาพลังงานหมุนเวียนในอาคาร Net Zero Building.....	10
ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งแยกกระดัดของโครงการตามเกณฑ์ ตามเกณฑ์ราคาต่อตารางเมตร.....	17
ตารางที่ 3 รายการคอนโดมิเนียม	18
ตารางที่ 4 ประเภทของพื้นที่ส่วนกลางในคอนโดมิเนียมกรณีศึกษา.....	37
ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องพิตเนสของโครงการกรณีศึกษา	39
ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการกรณีศึกษา	41
ตารางที่ 7 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องล็อบบี้ (Lobby) โครงการกรณีศึกษา	42
ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่สัณจรของโครงการกรณีศึกษา	43
ตารางที่ 9 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่จอดรถของโครงการกรณีศึกษา.....	43
ตารางที่ 10 แสดงวิธีการออกแบบโดยพึงพาพระบธรรมชาติ	47
ตารางที่ 11 คำร้งสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR).....	49
ตารางที่ 12 ตัวอย่างค่า U-Value ของผนังแต่ละประเภท.....	51
ตารางที่ 13 แสดงตัวอย่างค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (VLT: Visible Light Transmission) และ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) ของกระจกแต่ละชนิด	53
ตารางที่ 14 แสดงสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงอาทิตย์ของสีพื้นผิวอาคาร	54
ตารางที่ 15 แสดงตัวอย่างความหนาแน่น ค่าค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุแต่ละประเภท ...	57
ตารางที่ 16 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และองค์ประกอบที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ของการ ออกแบบคอนโดในกรณีศึกษา	64
ตารางที่ 17 ประเมินความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ใช้ศึกษา (Sefaira, DesignBuilder, eQuest) ..	75
ตารางที่ 18 ประเมินความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ใช้ศึกษา (PVSyst, PVWatts Calculator)	79
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาเพื่อคัดเลือกโครงการสำหรับศึกษาต่อ.....	82
ตารางที่ 20 ขนาดพื้นที่ส่วนกลางแยกตามประเภทการปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ชาร	84

ตารางที่ 21 แสดงขนาดพื้นที่ที่รอบอาคาร แยกตามประเภทวัสดุ อาคาร Clubhouse โครงการ ดีคอนโด ชาร์	87
ตารางที่ 22 ขนาดพื้นที่ส่วนกลางแยกตามประเภทการปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ชาร์	90
ตารางที่ 23 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด ชาร์ อาคาร A.....	95
ตารางที่ 24 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด ชาร์ อาคาร B.....	98
ตารางที่ 25 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด พนา อาคาร A	100
ตารางที่ 26 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด พนา อาคาร B	102
ตารางที่ 27 แสดงการคำนวณโหลดไฟฟ้ารวม เปรียบเทียบ โครงการดีคอนโด ชาร์ และดีคอนโด พนา	104
ตารางที่ 28 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์ และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป.....	106
ตารางที่ 29 แสดงข้อมูลการแบ่งเกณฑ์อาคารที่มีการรั่วไหลของอากาศ	112
ตารางที่ 30 แสดงข้อมูลค่า U Value ของกรอบอาคารโครงการ ดีคอนโด ชาร์ และ ดี คอนโด พนา	113
ตารางที่ 31 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	114
ตารางที่ 32 แสดงค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังโปร่งใสของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	114
ตารางที่ 33 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารหลังคาของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	115
ตารางที่ 34 แสดงค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังโปร่งใสของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต).....	116
ตารางที่ 35 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา	117
ตารางที่ 36 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารหลังคาของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา	117

ตารางที่ 37 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	121
ตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบค่า U-Value ผนังทึบ กระจก หลังคา และค่า SHGC ของโมเดลต่างๆ	122
ตารางที่ 39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ธาร	131
ตารางที่ 40 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งใสที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ธาร	131
ตารางที่ 41 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ธาร	132
ตารางที่ 42 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ธาร	134
ตารางที่ 43 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา	139
ตารางที่ 44 แสดงผลการคำนวณปริมาณไฟฟ้า (kWh) ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ธาร	143
ตารางที่ 45 แสดงผลการคำนวณปริมาณไฟฟ้า (kWh) ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ธาร	147
ตารางที่ 46 แสดงการใช้งานพลังงานไฟฟ้าสุทธิตามปีของพื้นที่ส่วนกลางคอนโดมิเนียมกรณีศึกษา	151
ตารางที่ 47 แสดงการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ (Pcell) เบื้องต้น.....	152
ตารางที่ 48 ผลการประเมินขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์	153
ตารางที่ 49 แสดงผลการคำนวณพลังงานสุทธิตามปี ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และพลังงานในระบบประปาสุขาภิบาล	154
ตารางที่ 50 แสดงการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ (Pcell) ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และพลังงานในระบบประปาสุขาภิบาล.....	155
ตารางที่ 51 ผลประเมินขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และระบบประปาสุขาภิบาล	155
ตารางที่ 52 ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการเสนอแนะการออกแบบ	162

ตารางที่ 53 แสดงผลการปรับปรุงการออกแบบ โครงการดีคอนโด ชาร์.....	163
ตารางที่ 54 แสดงผลการปรับปรุงการออกแบบ โครงการดีคอนโด พนา	164
ตารางที่ 55 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร์	168
ตารางที่ 56 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา	169



สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ตัวอย่างแนวทางการออกแบบระบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน.....	7
ภาพที่ 2 แนวความคิดการออกแบบอาคารยั่งยืนที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยสหประชาชาติ	8
ภาพที่ 3 เป้าหมายการลดใช้พลังงานในอาคารตามแผน EEP 2018	13
ภาพที่ 4 เกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน 6 ระบบ	14
ภาพที่ 5 ภาพทัศนียภาพโครงการดิเอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร.....	19
ภาพที่ 6 ภาพทัศนียภาพอาคารส่วนกลาง โครงการดิเอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร.....	20
ภาพที่ 7 ผังชั้น 1 โครงการแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ ดิเอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร. 20	
ภาพที่ 8 รูปทัศนียภาพโครงการพหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1	21
ภาพที่ 9 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1	22
ภาพที่ 10 ผังชั้น 2 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1	23
ภาพที่ 11 ผังชั้น 3 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1	23
ภาพที่ 12 ภาพทัศนียภาพโครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค	24
ภาพที่ 13 ผังชั้น 1 โครงการแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค... 25	
ภาพที่ 14 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค.....	26
ภาพที่ 15 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค.....	26
ภาพที่ 16 ภาพทัศนียภาพโครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65	27
ภาพที่ 17 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65	28
ภาพที่ 18 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65.....	29
ภาพที่ 19 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65.....	29
ภาพที่ 20 ภาพทัศนียภาพโครงการดี คอนโด ธาร	30

ภาพที่ 21	ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่โครงการดีคอนโด ชาร์	31
ภาพที่ 22	ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด ชาร์	32
ภาพที่ 23	ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด ชาร์	32
ภาพที่ 24	ภาพทัศนียภาพโครงการดี คอนโด พนา	33
ภาพที่ 25	ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่โครงการดีคอนโด พนา	33
ภาพที่ 26	ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา	34
ภาพที่ 27	ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา	35
ภาพที่ 28	ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา	36
ภาพที่ 29	ภาพทัศนียภาพห้องพิตเนสโครงการดี คอนโด ชาร์	39
ภาพที่ 30	ภาพทัศนียภาพห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการดี คอนโด พนา	40
ภาพที่ 31	เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการกรณีศึกษา	42
ภาพที่ 32	ตัวอย่างแผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ พร้อมนำเสนอวิธีการออกแบบที่ช่วยให้ผู้ใช้งานอาคารอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย (Comfort Zone)	46
ภาพที่ 33	แผนภาพ 2D Sun-Path Diagram แสดงตำแหน่งกรุงเทพฯ	48
ภาพที่ 34	ตัวอย่างการติดตั้งฉนวนใยแก้วเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกันความร้อนของกรอบอาคาร	52
ภาพที่ 35	การแผ่รังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน	57
ภาพที่ 36	การใช้ประโยชน์จากระบบเงาเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร	58
ภาพที่ 37	ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากระบบเงาในโครงการคอนโดมิเนียม	59
ภาพที่ 38	ตัวอย่างการออกแบบให้ช่องเปิดอาคารสามารถระบายอากาศ	60
ภาพที่ 39	การระบายความร้อนออกจากอาคารด้วยวิธีระเหยกลายเป็นไอ	61
ภาพที่ 40	วิธีการออกแบบแผงบังแดดในทิศทางต่างๆ	62
ภาพที่ 41	แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ มุม Altitude มุม VSA และมุม HSA สำหรับออกแบบแผงบังแดด	63

ภาพที่ 42 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ.....	65
ภาพที่ 43 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า.....	66
ภาพที่ 44 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน	66
ภาพที่ 45 ตัวอย่างเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกโมโนคริสตัลไลน์.....	67
ภาพที่ 46 ตัวอย่างเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกโพลีคริสตัลไลน์	68
ภาพที่ 47 มุมและทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์.....	69
ภาพที่ 48 ตัวอย่างหน้าต่างปลั๊กอิน Sefaira ในซอฟต์แวร์ Sketchup	71
ภาพที่ 49 ตัวอย่างหน้าต่างการใช้งานซอฟต์แวร์ PVsyst.....	76
ภาพที่ 50 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ PVWatts Calculator.....	78
ภาพที่ 51 ผังบริเวณระบุตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดีคอนโด ชาร์.....	84
ภาพที่ 52 ผังพื้นที่อาคาร Clubhouse ดีคอนโด ชาร์.....	85
ภาพที่ 53 รูปด้าน รูปตัด Clubhouse โครงการดีคอนโด ชาร์.....	86
ภาพที่ 54 ผังพื้นที่ส่วนโถงต้อนรับ โครงการดีคอนโด ชาร์ อาคาร A.....	88
ภาพที่ 55 ผังพื้นที่ส่วนโถงต้อนรับ โครงการดีคอนโด ชาร์ อาคาร B.....	88
ภาพที่ 56 ผังบริเวณระบุตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดีคอนโด พนา	90
ภาพที่ 57 ผังพื้นที่ส่วนพื้นที่ห้องฟิตเนส และห้องทำงานรวม โครงการดีคอนโด พนา.....	91
ภาพที่ 58 รูปด้านแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดีคอนโด พนา	92
ภาพที่ 59 ผังพื้นที่ส่วนกลาง ล็อบบี้อาคาร B โครงการดีคอนโด พนา	92
ภาพที่ 60 ผังพื้นที่ส่วนกลางล็อบบี้ ล็อบบี้อาคาร A โครงการดีคอนโด พนา	93
ภาพที่ 61 แผนผังช่วงเวลาการเปิดใช้งานพื้นที่ส่วนกลาง.....	93
ภาพที่ 62 แผนผังช่วงเวลาการใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างของพื้นที่ส่วนกลาง	94
ภาพที่ 63 แผนผังช่วงเวลาการใช้งานระบบปรับอากาศของพื้นที่ส่วนกลาง	94
ภาพที่ 64 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด ชาร์.....	109
ภาพที่ 65 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด พนา.....	110

ภาพที่ 66 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Upload to Sefaira	110
ภาพที่ 67 หน้าต่างเว็บไซต์สำหรับการคำนวณค่าพลังงานในอาคารด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira	111
ภาพที่ 68 ผังกรอบอาคารส่วนผนังทึบของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	113
ภาพที่ 69 รูปตัดกรอบอาคารส่วนหลังคาของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	115
ภาพที่ 70 ผังกรอบอาคารส่วนผนังทึบของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา	116
ภาพที่ 71 รูปตัดกรอบอาคารส่วนหลังคาของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา.....	117
ภาพที่ 72 หน้าต่างเว็บไซต์ Sketchup Sefaira สำหรับคำนวณระยะยื่นของแผงบังแดด (Shading)	119
ภาพที่ 73 แสดงวิธีการคำนวณระยะยื่นของแผงบังแดด (Shading) ผ่านค่าแฟคเตอร์.....	119
ภาพที่ 74 ตัวอย่างการใช้ Response Curve.....	120
ภาพที่ 75 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลค่า U Value ของกรอบอาคารในหน้า Envelope ของเว็บไซต์โปรแกรม Sketchup Sefaira	122
ภาพที่ 76 หน้าต่างเริ่มต้นขณะใช้งานโปรแกรม PVSyst 7.4 – DEMO.....	124
ภาพที่ 77 หน้าต่างเริ่มต้นขณะใช้งานโปรแกรม PVSyst 7.4 – DEMO ในคำสั่ง Grid Connect ..	125
ภาพที่ 78 หน้าต่าง Main Parameters > Orientation.....	126
ภาพที่ 79 หน้าต่าง Main Parameters > System.....	126
ภาพที่ 80 ตัวอย่างผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรม PVSyst 7.4.2 – DEMO	127
ภาพที่ 81 แสดงส่วนกลางห้องฟิตเนส และ ห้องทำงานรวมของโครงการดีคอนโด ชาร์ (บน) และดีคอนโด พนา (ล่าง)	128
ภาพที่ 82 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด ชาร์.....	130
ภาพที่ 83 ผลการคำนวณด้วยฟังก์ชัน Response Curve โครงการดีคอนโด ชาร์ ด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira	132
ภาพที่ 84 การออกแบบแผงบังแดดด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira	133

ภาพที่ 85 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร.....	134
ภาพที่ 86 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด พนา.....	137
ภาพที่ 87 ผลการคำนวณด้วยฟังก์ชัน Response Curve โครงการดีคอนโด ชาร ด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira	138
ภาพที่ 88 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา.....	139
ภาพที่ 89 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4.2 Demo โครงการ ดีคอนโด ชาร.....	157
ภาพที่ 90 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4 Demo โครงการ ดีคอนโด ชาร.....	158
ภาพที่ 91 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4.2 Demo โครงการ ดีคอนโด พนา.....	159
ภาพที่ 92 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4 Demo โครงการ ดีคอนโด พนา.....	160
ภาพที่ 93 เสนอแนะแนวทางการก่อสร้างปลั๊กเพื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม โครงการ ดีคอนโด ชาร	161
ภาพที่ 94 เสนอแนะแนวทางการก่อสร้างปลั๊กเพื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม โครงการ ดีคอนโด พนา.....	161
ภาพที่ 95 แสดงตัวอย่างสำหรับการออกแบบหลังคาที่จอดรถกลางแจ้ง สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม	162
ภาพที่ 96 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร.....	168
ภาพที่ 97 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา.....	169

สารบัญแผนภูมิ

หน้า

แผนภูมิที่ 1 สถิติการจำหน่ายหน่วยไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง ระหว่างปี 2565-2566.....	15
แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ส่วนกลางของโครงการคอนโดมิเนียมที่ศึกษา แยกตามประเภทพื้นที่ส่วนกลาง เปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่รวม.....	44
แผนภูมิที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน.....	81
แผนภูมิที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณพลังงานรวมพื้นที่ส่วนกลาง	94
แผนภูมิที่ 5 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์	105
แผนภูมิที่ 6 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา.....	105
แผนภูมิที่ 7 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา.....	106
แผนภูมิที่ 8 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์ และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป.....	107
แผนภูมิที่ 9 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด ชาร์ เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....	136
แผนภูมิที่ 10 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด ชาร์ เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....	136
แผนภูมิที่ 11 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด พนา เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....	141
แผนภูมิที่ 12 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด พนา เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์.....	141
แผนภูมิที่ 13 ข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์.....	171
แผนภูมิที่ 14 แผนผังข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา	172
แผนภูมิที่ 15 ข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์ และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป.....	173

บทที่ 1

บทนำ

ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการใช้พลังงานเพื่ออุปโภคมีแนวโน้มสูงขึ้น สืบเนื่องจากปัญหาสภาวะโลกร้อน และปัญหาพลังงานขาดแคลน ทำให้ราคาพลังงานสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายทั้งในระดับครัวเรือนและระดับธุรกิจ

โดยประเทศในเขตร้อนชื้นที่ได้รับผลกระทบจากสภาวะโลกร้อนอย่างต่อเนื่อง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิที่สูงขึ้นนั้น ส่งผลกระทบต่อพฤติกรรม การปรับตัวสภาวะสบายของประชากร ผู้ใช้งานอาคารหันไปใช้งานเครื่องปรับอากาศมากขึ้น ดังนั้น เครื่องปรับอากาศจึงทำงานหนักขึ้นเพื่อปรับให้อุณหภูมิของพื้นที่ลดลงในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิภายนอกสูงขึ้นเรื่อย ๆ ส่งผลให้ค่าไฟฟ้าสูงขึ้นตามการใช้งาน

การออกแบบอาคารมีบทบาทสำคัญในการกำหนดว่าอาคารนั้น จะใช้พลังงานมากน้อยเพียงใด โดยในปัจจุบันในประเทศไทยแนวความคิดการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานถูกพัฒนามาอย่างต่อเนื่องจากแผนอนุรักษ์พลังงานระยะ 20 ปี (พ.ศ.2554- พ.ศ.2573) ที่จัดทำโดยกระทรวงพลังงาน เพื่อประเมินอาคารให้ผ่านเกณฑ์การใช้พลังงานขั้นต่ำ และมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อพัฒนาการออกแบบอาคารให้ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Zero Energy Building: ZEB) ด้วยการออกแบบให้อาคารใช้พลังงานต่ำที่สุด และใช้พลังงานหมุนเวียน โดยเกณฑ์การประเมินครอบคลุมอาคารที่มีขนาด 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป

อาคารอยู่อาศัยรวมหรือคอนโดมิเนียมเป็นอาคารอีกประเภทหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยนอกจากจำเป็นต้องผ่านการประเมินเกณฑ์การใช้พลังงานขั้นต่ำแล้ว การใช้พลังงานยังส่งผลกระทบต่อค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในโครงการอีกด้วย โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนค่าใช้จ่ายที่ผู้อาศัยรับผิดชอบเองโดยตรง ได้แก่ ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่พักอาศัยของผู้อาศัยแต่ละห้อง และ ส่วนค่าใช้จ่ายที่ทางโครงการรับผิดชอบ ได้แก่ ค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในพื้นที่ส่วนกลาง

จากการสำรวจศึกษาการออกแบบคอนโดมิเนียมในปัจจุบัน พบว่าผู้ประกอบการให้ความสำคัญกับการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางในรูปแบบที่คล้ายคลึงกันในช่วงราคาที่ใกล้เคียงกันซึ่งลักษณะและขนาดของพื้นที่จะแตกต่างกันตามราคา โดยส่วนมากมักออกแบบให้พื้นที่ส่วนกลางที่เป็นพื้นที่ปรับอากาศมีช่องแสงขนาดใหญ่ ส่งผลให้ภายในพื้นที่ส่วนกลางนั้นรับปริมาณความร้อนโดยตรงจากภายนอกมากขึ้น ในขณะที่โครงการเป็นผู้รับผิดชอบรายจ่ายค่าไฟฟ้าในส่วนนั้น การใช้

แนวความคิดในการออกแบบสถาปัตยกรรมเข้ามาช่วยให้ความพลังงานความร้อนระหว่างวันเข้าสู่ภายในพื้นที่ส่วนกลางผ่านกรอบอาคารน้อยลง เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ได้

งานวิจัยอิสระนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาศักยภาพสูงสุดของการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวมในปัจจุบันในประเด็นของการลดการใช้พลังงานของอาคาร ผ่านแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร โดยมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อออกแบบอาคารให้ใช้พลังงานสุทธิเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุดและพิจารณาความเป็นไปได้ของการออกแบบเพื่อลดการใช้พลังงานในตลอดสังหาริมทรัพย์ปัจจุบัน ให้เป็นแนวทางสำหรับการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสำหรับผู้ประกอบการ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาลักษณะการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของอาคารอยู่อาศัยรวม ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานภายในอาคาร
2. เพื่อศึกษาแนวความคิดการออกแบบสถาปัตยกรรมเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร
3. เพื่อศึกษาแนวทางการใช้พลังงานหมุนเวียนภายในอาคารอยู่อาศัยรวม
4. เพื่อเสนอแนวทางการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวม ให้มีปริมาณการใช้พลังงานสุทธิในพื้นที่ส่วนกลางน้อยลง และเข้าใกล้ศูนย์มากที่สุด

สมมติฐานของการศึกษา

การออกแบบด้วยแนวความคิดการออกแบบเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร และการผลิตพลังงานหมุนเวียนใช้ภายในโครงการ สามารถลดการใช้พลังงานสุทธิในพื้นที่ส่วนกลางให้เหลือศูนย์

ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาด้านการทบทวนวรรณกรรม

1. ศึกษาแนวความคิดและวิธีการออกแบบอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building) จากงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาแนวความคิดการออกแบบเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยหลักการ Passive Design
3. ศึกษาการออกแบบอาคารอยู่อาศัยรวมประเภทความสูงไม่เกิน 8 ชั้น ในจังหวัด กรุงเทพมหานคร กลุ่มราคาไม่เกิน 100,000 บาทต่อตารางเมตร ที่มีจำนวนห้องพัก และสัดส่วนพื้นที่พักอาศัยต่อพื้นที่ส่วนกลางใกล้เคียงกัน ในประเด็นที่เกี่ยวข้อง เช่น วิธีการวางผังอาคาร การวางตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง ขนาดและประเภทของพื้นที่ส่วนกลาง เพื่อคัดเลือกว่าไปเป็นกรณีตัวอย่างสำหรับศึกษาในขั้นตอนการออกแบบ
4. ศึกษาการออกแบบระบบการผลิตพลังงานหมุนเวียนด้วยแสงอาทิตย์

ขอบเขตการศึกษาด้านการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของอาคารอยู่อาศัยรวมให้ใกล้เคียงอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

1. ศึกษาการใช้พลังงานรวมของอาคารอยู่อาศัยรวมที่ผ่านการคัดเลือก โดยศึกษาผ่านโมเดลพลังงานจำลองด้วยโปรแกรม Sefaira และเอกสารการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการ
2. เสนอการปรับปรุงกรอบอาคารของพื้นที่ส่วนกลาง ด้วยการปรับปรุงวัสดุผนังหลังคาของอาคาร เสนอแนวทางการติดตั้งแผงบังแดด (Shading) สำหรับช่องแสงเพิ่มเติม โดยยังคงผังพื้นที่เดิม และสัดส่วนช่องเปิดของอาคารเดิมตามแบบ เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานสุทธิในพื้นที่ส่วนกลาง

ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากงานวิจัยและบทความ ประกอบด้วย
 - 1.1 หลักการออกแบบอาคารที่มีพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Energy Building)
 - 1.2 แนวคิดการออกแบบเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

- 1.1 กรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างอาคารอยู่อาศัยรวมในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ที่อยู่ในขอบเขตการศึกษาทบทวนวรรณกรรม
- 1.2 ศักยภาพของพลังงานหมุนเวียนในระบบเซลล์แสงอาทิตย์
2. คัดเลือกอาคารจากกรณีศึกษากลุ่มตัวอย่างมาศึกษาต่อและเสนอแนวทางในการปรับปรุงให้พื้นที่ส่วนกลางให้ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
 - 2.1 คัดเลือกจากอาคารที่มีวิธีการวางตำแหน่งพื้นที่ต่างกัน ได้แก่ อาคารที่แยกพื้นที่ส่วนกลางออกจากอาคารพักอาศัยในรูปแบบของอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และอาคารที่พื้นที่ส่วนกลางรวมอยู่ในอาคารหลัก โดยอาคารตัวอย่างที่เลือกนำมาศึกษาได้แก่
 - 2.1.1 โครงการ ดิคอนโด ธาร์ ที่มีพื้นที่ส่วนกลางในรูปแบบของอาคารเดี่ยว (Clubhouse)
 - 2.1.2 โครงการ ดิคอนโด พนา ที่มีพื้นที่ส่วนกลางรวมอยู่ในอาคารหลัก
 - 2.2 ศึกษาการใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลางของอาคารที่นำมาศึกษาต่อ โดยประเมินการใช้พลังงานรวมรายปีหลังการปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนที่ปรับอากาศ ด้วยโปรแกรม Sefaira และอ้างอิงข้อมูลการใช้พลังงานรวมรายปีในส่วนไม่ปรับอากาศจากรายการคำนวณในเอกสารการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA)
3. เสนอวิธีการออกแบบด้วยแนวความคิดการออกแบบเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยการปรับปรุงกรอบอาคาร ทั้งหมด 4 โมเดล ประกอบด้วย
 - 3.1 โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของผนังโปร่งใส
 - 3.2 โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของผนังโปร่งใสและติดตั้งฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา
 - 3.3 โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของผนังโปร่งใสและติดตั้งฉนวนให้ผนังทึบ หลังคา และติดตั้งแผงบังแดด
 - 3.4 โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และติดตั้งฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา

4. ออกแบบขนาดระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยกำหนดพื้นที่ให้ติดตั้งบนหลังคาและดาต้าโฟลกรังการ โดยเลือกใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอนผลึกเดี่ยว (Monocrystalline Silicon) ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4 (Demo) เพื่อออกแบบและคำนวณปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้
5. วิเคราะห์พลังงานสุทธิตามภายในพื้นที่ส่วนกลางโดยเปรียบเทียบหลังการปรับปรุงอาคารและพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตได้ เพื่อพิจารณาศักยภาพของการออกแบบให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิต่อเป็นศูนย์
6. สรุปผลและข้อเสนอแนะของการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของอาคารอยู่อาศัยรวม ให้ใช้พลังงานสุทธิต่อหน่วยน้อยลง
2. ช่วยนำเสนอภาพรวมของการใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลางของอาคารอยู่อาศัยรวม ให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปศึกษาเพิ่มเติม เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบที่ดีขึ้นในอนาคต
3. ช่วยนำเสนอแนวทางที่ช่วยผู้ประกอบการอสังหาริมทรัพย์ประเภทคอนโดมิเนียม ลดค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานอย่างยั่งยืน
4. เพื่อพัฒนาการออกแบบสถาปัตยกรรมผ่านแนวความคิดการอนุรักษ์พลังงานให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. แนวความคิดอาคารอนุรักษ์พลังงานและอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

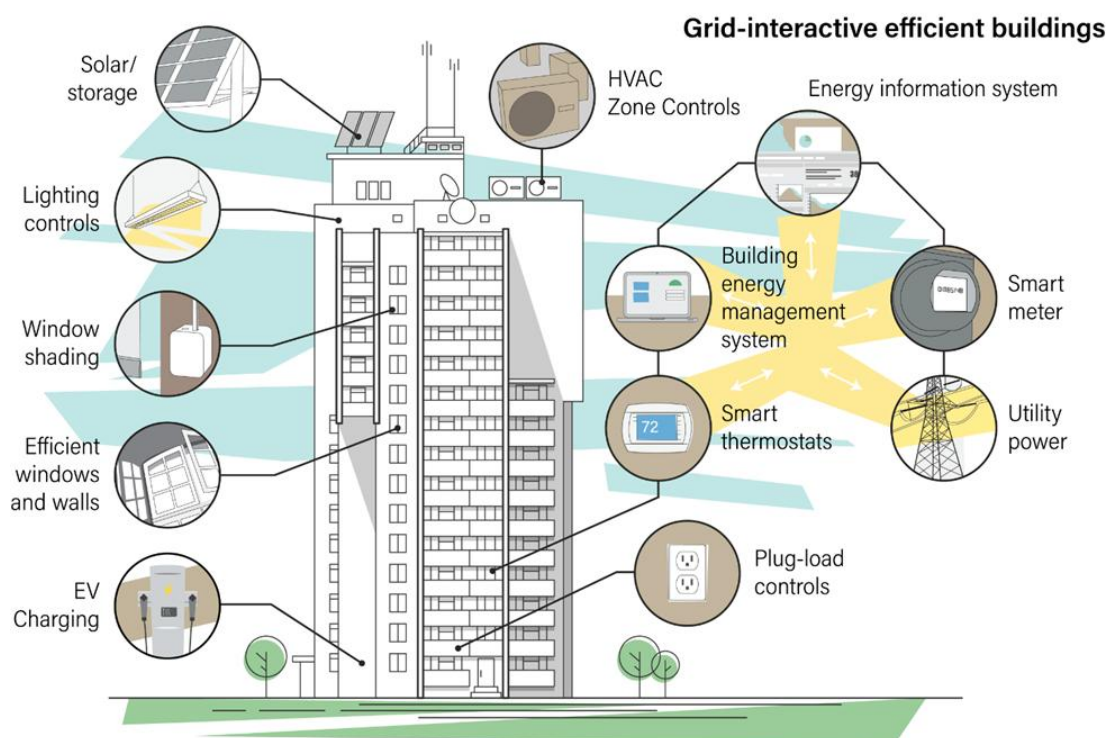
1.1 อาคารอนุรักษ์พลังงาน

อาคารอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Building) หมายถึง การออกแบบอาคารให้สามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้งานอาคาร โดยใช้พลังงานให้น้อยลงและลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงาน เพื่อให้เกินประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานสูงสุดด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพความคุ้มค่าของทรัพยากรที่นำมาใช้พร้อมลดผลกระทบเชิงลบที่จะเกิดขึ้นต่อสุขภาพของผู้ใช้งานอาคารและสิ่งแวดล้อมควบคู่ไปด้วย

แนวความคิดการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานครอบคลุมตั้งแต่การออกแบบ การก่อสร้าง การดำเนินงานควบคุมอาคาร และการบำรุงรักษา โดยมีเป้าหมายให้อาคารอนุรักษ์พลังงานสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ออกแบบและผู้ใช้งานอาคารได้ดั้งเดิมแต่ใช้พลังงานน้อยกว่า และยังมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อที่จะผลิตพลังงานหมุนเวียนทดแทนที่ใช้ในอาคารให้ได้มากกว่าหรือเท่ากับพลังงานที่ต้องการใช้ในอาคาร

อาคารอนุรักษ์พลังงานที่สมบูรณ์แบบจะรักษาสภาพแวดล้อมที่ดีที่สุดสำหรับการอยู่อาศัยของมนุษย์ โดยสามารถสร้างสภาพแวดล้อมที่มีองค์ประกอบที่ดีต่อสุขภาพและความสบายของผู้ใช้งานอาคาร มีปัจจัยที่ต้องคำนึง เช่น คุณภาพอากาศ การควบคุมความชื้น อุณหภูมิ และ แสงสว่าง ซึ่งค่าของแต่ละตัวแปรจะแตกต่างกันไปตามสภาพลักษณะภูมิประเทศ ภูมิอากาศของประเทศนั้นๆ

ในขณะที่วิกฤตพลังงานยังคงเป็นปัญหาที่ต้องการการแก้ไข อาคารอนุรักษ์พลังงานยังคงเป็นแนวความคิดที่มีความสำคัญเนื่องจากค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับพลังงานยังสูงขึ้น แนวความคิดอาคารอนุรักษ์พลังงานจึงสามารถสะท้อนออกมาผ่านการออกแบบอาคารให้สามารถจัดการกับปริมาณพลังงานที่ใช้ภายในอาคารได้ผ่านการออกแบบซึ่งเป็นขั้นเริ่มต้นของการสร้างสถาปัตยกรรม (Gupta and Chakraborty, 2021: 457-480)



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแนวทางการออกแบบระบบอาคารอนุรักษ์พลังงาน

ที่มา: Perry, C. (2019). **Grid-interactive Efficient Buildings Are the Future, and Utilities Can Help Lead the Way**. Accessed December 31. Available from <https://www.aceee.org/blog/2019/11/grid-interactive-efficient-buildings>

1.2 อาคารยั่งยืน

อาคารยั่งยืน (Sustainable Building) หมายถึงอาคารที่ถูกออกแบบและสร้างขึ้นโดยให้ความสำคัญกับความรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมและการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าตลอดวัฏจักรการใช้งานอาคาร ตั้งแต่เริ่มกระบวนการออกแบบ ก่อสร้าง การใช้งานอาคาร การซ่อมบำรุง การปรับปรุงอาคาร จวบจนถึงการรื้อถอนอาคารในขั้นตอนสุดท้าย

การออกแบบอาคารยั่งยืนมุ่งเน้นในการออกแบบสร้างอาคารที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด เพื่อป้องกันและลดความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะส่งต่อมนุษย์ ทำให้ในอายุการใช้งานอาคารนั้นจะสามารถลดการปล่อยมลพิษน้อยลงน้อยลงทั้งทางอากาศและแหล่งน้ำ ลดปริมาณขยะที่ต้องเข้าสู่กระบวนการ ฝักรวม ให้ความสำคัญกับการลดการใช้งานพลังงานภายใน

อาคาร ลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนตลอดอายุการใช้งานอาคารอาคารซึ่งเป็นตัวแปรสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อปัญหาภาวะโลกร้อน อีกทั้งอาคารยังยืนต้องสนับสนุนการใช้งานพลังงานหมุนเวียนสะอาดภายในอาคาร รวมถึงสนับสนุนการสร้างสิ่งแวดล้อมเมืองที่มีโครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนพลังงานหมุนเวียนสะอาดที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ เพื่อสร้างมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดีสำหรับทุกคน (World Green Building Council, n.d.)



ภาพที่ 2 แนวความคิดการออกแบบอาคารยั่งยืนที่สอดคล้องกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนโดยสหประชาชาติ

ที่มา: Czerwinska, D. (n.d.). Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals. Accessed December 31. Available from <https://worldgbc.org/article/green-building-improving-the-lives-of-billions-by-helping-to-achieve-the-un-sustainable-development-goals/>

1.3 อาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Building)

อาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Building) คืออาคารที่สามารถลดความต้องการในการใช้พลังงานได้อย่างมีนัยยะสำคัญจนกระทั่งพลังงานรวมที่ใช้ในอาคารสามารถทดแทนได้ด้วยเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่สามารถพบได้ในโครงการ โดยที่การผลิตพลังงานใหม่นั้นจะต้องไม่ก่อให้เกิดมลพิษ และแหล่งพลังงานนั้นจะต้องผลิตพลังงานได้เท่ากับหรือมากกว่าการใช้พลังงานรวมของอาคารที่อาจประเมินเป็นรอบเดือน ตามฤดูกาล หรือรายปี โดยอาจจำแนกลักษณะของอาคารได้ตามความหมาย ได้แก่

1. Net Zero Site Energy Building หมายถึง อาคารที่ผลิตพลังงานเพื่อใช้ในอาคารได้เทียบเท่ากับพลังงานที่อาคารใช้ในหนึ่งปี โดยพิจารณาภายในที่ตั้งโครงการ
2. Net Zero Source Energy Building หมายถึง อาคารที่ผลิตพลังงานเพื่อใช้งานในอาคารได้เท่ากับหรือมากกว่าพลังงานที่ใช้ตลอดทั้งปี เมื่อพิจารณาจากแหล่งพลังงาน (Source) โดยคำนึงถึงพลังงานที่ใช้ในการในการผลิตและลำเลียงขนส่งระหว่างที่ตั้งโครงการและแหล่งพลังงาน
3. Net Zero Energy Costs Building หมายถึง อาคารที่หน่วยงานจ่ายเงินให้เจ้าของอาคารเพื่อซื้อพลังงานที่ผลิตในอาคารเข้าสู่ระบบ โดยเงินที่ได้นั้นเทียบเท่าหรือมากกว่าค่าใช้จ่ายที่อาคารจ่ายให้หน่วยงานเพื่อใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานในรอบปี
4. Net Zero Energy Emissions Building หมายถึง อาคารที่ใช้พลังงานสะอาดที่ผลิตพลังงานหมุนเวียนสะอาดได้เทียบเท่าหรือมากกว่าพลังงานที่ใช้จากแหล่งพลังงานที่ใช้พลังงานที่สร้างก๊าซเรือนกระจก (Torcellini et al., 2006)

รูปแบบการจัดหาพลังงานทดแทนหรือพลังงานหมุนเวียนที่มีการนำมาใช้ในปัจจุบันนั้นมีความหลากหลายและควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแหล่งที่ตั้ง เช่น ระบบพลังงานหมุนเวียนแสงอาทิตย์ การผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ เป็นต้น โดยสามารถจัดลำดับขั้นตอนในการให้ความสำคัญในการเลือกใช้เทคโนโลยีพลังงานได้ดังนี้

ตารางที่ 1 การจัดหาพลังงานหมุนเวียนในอาคาร Net Zero Building

ลำดับ	การจัดหาพลังงานหมุนเวียน	ตัวอย่างพลังงานหมุนเวียน
0	ลดการใช้พลังงาน ให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานต่ำ	แสงธรรมชาติ การระบายอากาศด้วยลมธรรมชาติ อุปกรณ์งานระบบไฟฟ้าและทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพสูง
พลังงานหมุนเวียนในที่ตั้งโครงการ (On-Site Supply Options)		
1	ใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนที่มีอยู่ที่พื้นที่ฐานอาคาร	โซลาร์เซลล์ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ชีวมวล
2	ใช้พลังงานหมุนเวียนและพลังงานทดแทนภายในที่ตั้งโครงการ	โซลาร์เซลล์ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม ชีวมวล ที่ไม่ได้ติดตั้งอยู่บนขอบเขตพื้นที่อาคาร
พลังงานหมุนเวียนในที่ตั้งโครงการ (Off-Site Supply Options)		
3	ใช้พลังงานหมุนเวียนนอกที่ตั้งโครงการเพื่อสร้างพลังงานภายในที่ตั้ง	ชีวมวล เอทานอล ไบโอดีเซล ที่นำเข้ามาจากนอกสถานที่ หรือการบำบัดน้ำเสียนำกลับมาใช้
4	การซื้อพลังงานหมุนเวียนจากนอกสถานที่	โซลาร์ฟาร์ม พลังงานลม emission credit

ที่มา: วรศิยา อนุศักดิ์กุล. (2559). “แนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานรัฐในประเทศไทยให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์”. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567.ฐานข้อมูลคลังปัญญา มหาวิทยาลัยศิลปากร <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/898?mode=full>

การติดตั้งระบบผลิตพลังงานหมุนเวียน จำเป็นที่จะต้องใช้พื้นที่และค่าใช้จ่ายอุปกรณ์ที่สูง จึงจำเป็นต้องทำควบคู่ไปกับการลดการใช้พลังงานภายในอาคารให้น้อยลง

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงผังอาคารคอนโดมิเนียมด้วยขั้นตอนการออกแบบทางสถาปัตยกรรม ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องความหลากหลายของทางเลือกของพลังงานหมุนเวียน อีกทั้งยังเป็นการศึกษาในบริบทพื้นที่เมืองที่มีข้อจำกัดในด้าน

ทรัพยากรที่จะนำมาผลิตในระบบพลังงานหมุนเวียน จึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเลือกระบบที่เหมาะสมกับพื้นที่ในขั้นต่อไป

1.4 อาคารพลังงานสุทธิใกล้เป็นศูนย์ (Near Zero Energy Building)

อาคารพลังงานสุทธิใกล้เป็นศูนย์ (Near Zero Energy Building) หมายถึง อาคารที่มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในระดับสูงมากโดยใช้สมดุลพลังงานมีค่าน้อยและเข้าใกล้ศูนย์ โดยออกแบบให้อาคารให้ใช้พลังงานน้อยลงและพลังงานส่วนใหญ่ที่ใช้ในอาคารเป็นพลังงานจากแหล่งพลังงานที่สามารถหมุนเวียนได้เป็นหลัก เช่น พลังงานแสงอาทิตย์จากการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ พลังงานลมจากกังหันลม เป็นต้น และแหล่งผลิตพลังงานต้องอยู่ในโครงการหรือบริเวณใกล้เคียง

ประเทศสมาชิกสหภาพยุโรป (Europe Union: EU) นำแนวความคิดอาคารพลังงานสุทธิใกล้เป็นศูนย์พัฒนาเป็นข้อตกลงร่วมกันเพื่อควบคุมประสิทธิภาพในการใช้พลังงานภายในอาคาร (Energy Performance of Buildings Directive: EPBD) โดยแต่ละประเทศสมาชิกได้กำหนดเกณฑ์ของตัวเองที่แตกต่างกันโดยคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ สังคม และเศรษฐกิจของแต่ละประเทศ โดยสหภาพยุโรปกำหนดให้ภายในปี 2563 อาคารที่สร้างขึ้นใหม่ทั้งหมดจะต้องเป็นอาคารพลังงานสุทธิใกล้เป็นศูนย์ มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานสูงเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับการยกระดับเกณฑ์ควบคุมการใช้พลังงานในอาคารให้เป็นอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ (Net Zero Building) ต่อไปในอนาคต (Maduta et al., 2025)

1.5 แนวโน้มอาคารอนุรักษ์พลังงานในไทย

1.5.1 แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี

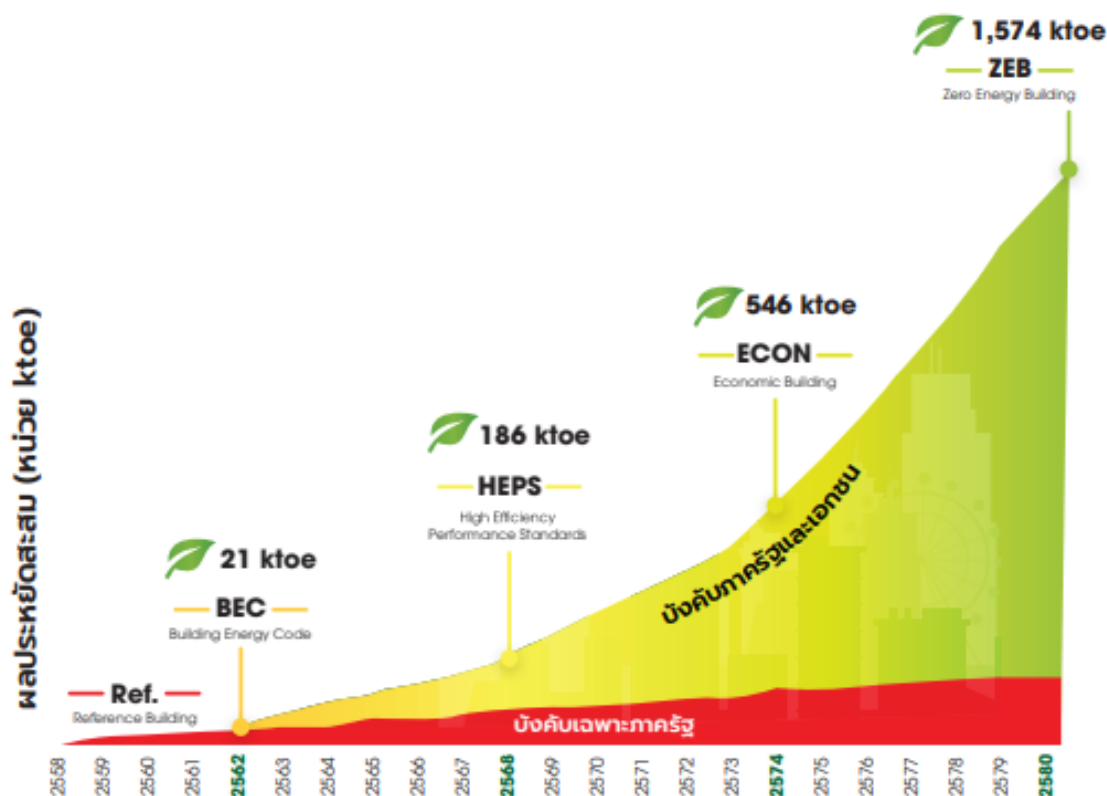
แผนการอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี จัดทำโดยกระทรวงพลังงาน โดยมีเป้าหมายเพื่อลดความเข้มข้นของการใช้พลังงาน เนื่องจากปัญหาวิกฤติพลังงานที่เกิดขึ้นทั่วโลกในขณะนั้น โดยผู้นำรัฐบาลได้ให้สัตยาบรรณต่อสมาชิกกลุ่มประเทศความร่วมมือทางเศรษฐกิจภาคพื้นเอเชีย (APEC) ว่า จะส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้ได้ตามเป้าหมาย หนึ่งในกลยุทธ์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบอาคารคือการผลักดันให้เกิดมาตรการที่สามารถรายงานและตรวจสอบอาคารที่ถูกควบคุมให้มีปริมาณการใช้พลังงานเป็นไปตามแผนการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Efficiency Plan ,EEP) โดยมีข้อเสนอนโยบาย

การปฏิรูปประเทศด้านพลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน กำเนิดเป็นข้อบัญญัติเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน (Building Energy Code : BEC) ขึ้น

ปัจจุบัน ข้อบัญญัติเกณฑ์มาตรฐานอาคารด้านพลังงาน กำหนดว่า อาคารที่มีขนาดใหญ่เกิน 2,000 ตารางเมตรขึ้นไปต้องผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำซึ่งกำหนดอยู่ในกฎกระทรวง โดยในอนาคตมีแผนที่จะปรับเกณฑ์มาตรฐานให้สูงขึ้น และมีแผนสำหรับเตรียมการพัฒนาการใช้พลังงานที่สูงกว่าระดับ BEC ในอนาคตอีกสามระดับ ได้แก่

1. HEPS (High Energy Performance Standard) คือ ระดับเกณฑ์มาตรฐานสูงที่สามารถบรรลุได้ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน
2. Econ (Economic Building) คือ เป้าหมายในอนาคตอันใกล้ เมื่อมีการพัฒนาเทคโนโลยีอุปกรณ์และระบบต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และคุ้มค่าในการลงทุน
3. ZEB (Zero Energy Building) คือ เป้าหมายที่อาคารจะใช้พลังงานจากภายนอกในรัดับใกล้เคียงศูนย์ เนื่องจากสามารถผลิตพลังงานใช้เองในโครงการได้ และมีความต้องการใช้พลังงานที่ต่ำ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2566)





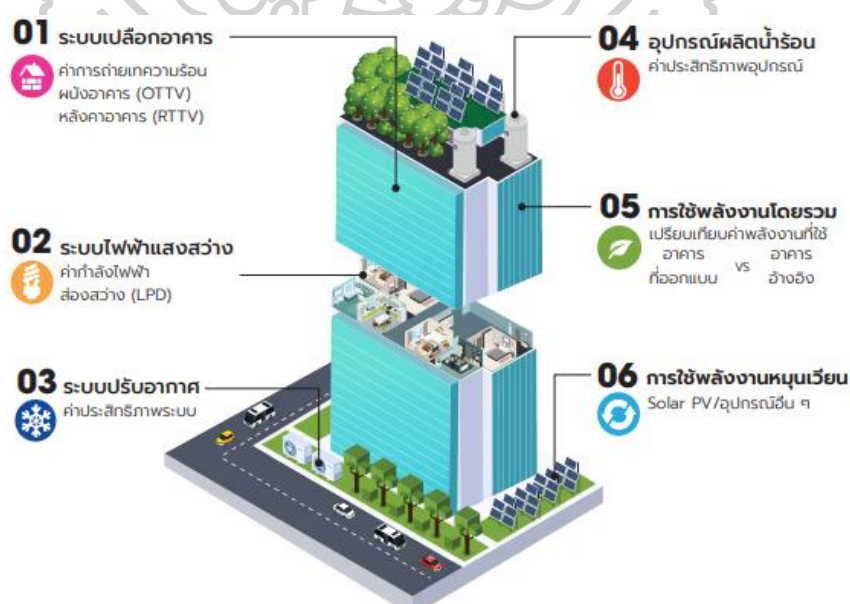
ภาพที่ 3 เป้าหมายการลดใช้พลังงานในอาคารตามแผน EEP 2018

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). คู่มือแนวทางการตรวจสอบการออกแบบและก่อสร้างอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (พิมพ์ครั้งที่ 2). เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.dede.go.th/e-book/>

จากรายละเอียดข้างต้นสรุปได้ว่า ปัญหาพลังงานเป็นปัญหาที่มีความรุนแรง กระทรวงพลังงานจึงออกมาตรการเพื่อสนับสนุนการออกแบบที่ช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคารให้น้อยลงผ่านการเสนอแผนการอนุรักษ์พลังงาน ที่ถูกออกแบบให้มีเป้าหมายคือการใช้พลังงานสุทธิในอาคารให้น้อยลงและเข้าใกล้ศูนย์ โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานสำหรับการประหยัดพลังงาน เพื่อควบคุมปริมาณพลังงานสุทธิของอาคารประกอบด้วย 6 องค์ประกอบ ที่ใช้พิจารณาดังนี้

1. ระบบกรอบอาคาร พิจารณาจากค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคาร (OTTV: Overall thermal transfer value) และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (RTTV: Roof thermal transfer value) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการเลือกวัสดุกรอบอาคารและคุณสมบัติถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร

2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ประเมินจากค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างเฉลี่ยของอาคารต่อหน่วยพื้นที่ (LPD: Lighting Power Density) ให้มีค่ากำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อการใช้งานตามประเภทอาคาร ใช้อุปกรณ์ที่มีมาตรฐาน และใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ
3. ระบบปรับอากาศ ต้องมีค่าประสิทธิภาพการพลังงานตามฤดูกาลเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพเบอร์ 5 เป็นอย่างน้อย สัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของอุปกรณ์มีค่าตามที่เกณฑ์กำหนด
4. อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำและสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของอุปกรณ์มีค่าตามที่เกณฑ์กำหนด
5. การใช้พลังงานรวมของอาคาร หากประสิทธิภาพของระบบใดระบบหนึ่งของอาคารไม่ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ สามารถเลือกพิจารณาประเมินตามเกณฑ์ของอาคารอ้างอิงได้ โดยเปรียบเทียบพลังงานรวมของอาคารในรอบ 1 ปี มาเทียบกับพลังงานรวมของอาคารในรอบ 1 ปี ของอาคารอ้างอิง
6. การใช้พลังงานหมุนเวียน พิจารณาถึงวิธีการออกแบบและการใช้พลังงานหมุนเวียนมาทดแทนการใช้พลังงานของอาคาร เช่น การยกเว้นการนับการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างหากสามารถใช้วิธีการคำนวณพิสูจน์ได้ว่า ในบริเวณรอบอาคารนั้นมีแสงสว่างธรรมชาติเพียงพอ อาคารที่มีการติดตั้งระบบผลิตไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์สามารถนำค่าพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้หักออกจากการใช้พลังงานรวมของอาคารรวมโดยพิจารณาจากค่า PVE (Photovoltaic Energy) มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี เป็นต้น

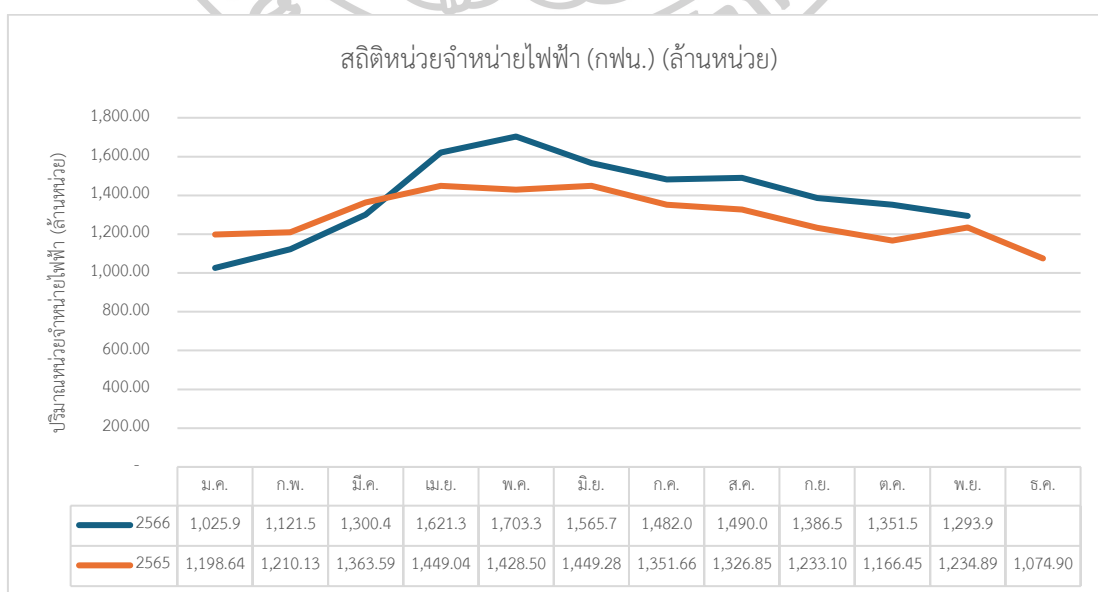


ภาพที่ 4 เกณฑ์มาตรฐานการอนุรักษ์พลังงาน 6 ระบบ

ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). **คู่มือแนวทางการตรวจสอบการออกแบบและก่อสร้างอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (พิมพ์ครั้งที่ 2)**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.dede.go.th/e-book/>

1.5.2 สถิติใช้งานพลังงานไฟฟ้า

จากสถิติหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง เปรียบเทียบข้อมูลการจำหน่ายไฟฟ้าให้อาคารประเภทบ้าน ที่พักอาศัยระหว่างปี 2565-2566 (ภาพที่ 3) พบว่ามีแนวโน้มเดียวกัน คือ จำหน่ายหน่วยไฟฟ้าที่จำหน่ายออกไปในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนของทั้ง 2 ปี มีค่าสูงกว่าช่วงอื่นๆในปีเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลสภาพอากาศ พบว่าเป็นช่วงปีที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นจากเดือนอื่นๆ จึงอาจกล่าวได้ว่า จำนวนหน่วยจำหน่ายไฟฟ้าแปรผันตรงกับอุณหภูมิ ซึ่งอาจมีผลมาจากฤดูกาลที่มีความร้อนสูง ทำให้ผู้ใช้งานมีพฤติกรรมใช้ไฟฟ้ามากขึ้นด้วยการใช้ระบบปรับอากาศ อีกทั้งการใช้งานเครื่องปรับอากาศในขณะที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้น ดังนั้น ความสำคัญลำดับแรกคือการทำให้อาคารเป็นอาคารที่ใช้พลังงานต่ำลง จึงจำเป็นต้องศึกษาลักษณะของอาคารและประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของกรอบอาคารเพื่อให้เห็นปัญหาในการออกแบบ



แผนภูมิที่ 1 สถิติการจำหน่ายหน่วยไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง ระหว่างปี 2565-2566

ที่มา: การไฟฟ้านครหลวง. (2566). สถิติจำนวนหน่วยจำหน่าย แยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://www.mea.or.th/statistics/energy-sales>.

2. การออกแบบคอนโดมิเนียมและผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

คอนโดมิเนียม (Condominium) หรืออาคารชุด ตามพระราชบัญญัติอาคารชุด พ.ศ.2522 หมายถึง อาคารที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกมาได้เป็นส่วนๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคล ได้แก่ ส่วนของอาคารที่แยกการถือกรรมสิทธิ์ออกมาเป็นส่วนเฉพาะของแต่ละบุคคล รวมถึงสิ่งปลูกสร้างหรือที่ดินที่จัดไว้ให้เป็นของเจ้าของห้องชุดแต่ละราย และกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนกลาง ได้แก่ ส่วนของอาคารที่ไม่ใช่ห้องชุดที่มีไว้เพื่อใช้ประโยชน์ร่วมกันสำหรับเจ้าของร่วม

การออกแบบคอนโดมิเนียมในตลาดอสังหาริมทรัพย์ของประเทศไทย แบ่งตามลักษณะอาคารได้สองประเภท ได้แก่ คอนโดมิเนียมประเภทความสูงต่ำกว่า 23 เมตร หรือเรียกว่าอาคารประเภท Low Rise และคอนโดมิเนียมประเภทความสูงมากกว่า 23 เมตร อาคารประเภท High Rise ซึ่งเป็นการแบ่งโดยใช้เกณฑ์ความสูงของอาคารเนื่องจากความแตกต่างทางด้านข้อกำหนดของอาคารคอนโดมิเนียมทั้งสองประเภท

การใช้พลังงานรวมภายในอาคารคอนโดมิเนียม ประกอบด้วยส่วนพักอาศัยที่กรรมสิทธิ์ในการครอบครองเป็นของผู้ซื้อ ถือเป็นกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคล ผู้ซื้อมีหน้าที่รับผิดชอบค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการใช้งานในพื้นที่นั้นด้วยตนเอง โดยจ่ายตรงต่อหน่วยงานของการไฟฟ้า ในขณะที่เดียวกันทางนิติบุคคลมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบค่าไฟฟ้าในพื้นที่ที่เป็นกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนกลาง โดยหลังจากชำระให้การไฟฟ้าแล้ว ทางนิติบุคคลอาจเก็บค่าใช้จ่ายในรูปแบบของค่าส่วนกลางโดยถือเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อดูแลพื้นที่ส่วนกลาง ดังนั้น การออกแบบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน นอกจากจะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในพื้นที่ส่วนกลางในคอนโดมิเนียม ช่วยลดค่าใช้จ่ายของทางโครงการแล้ว อาจส่งผลให้จำนวนค่าส่วนกลางที่เรียกเก็บจากผู้อยู่อาศัยมีจำนวนที่เงินที่ลดลงตามอีกด้วย

ในการศึกษานี้ แบ่งลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าในคอนโดมิเนียมเป็น 2 ประเภท ประกอบด้วย

1. พลังงานประเภทที่สามารถปรับลดได้ หมายถึง พลังงานงานไฟฟ้าที่สามารถปรับปรุงให้ลดลงได้ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบัน อาจอิงตามเกณฑ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น เกณฑ์ BEC ได้แก่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ โดยหลักสำคัญคือการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้น และสร้างสภาพแวดล้อมภายในอาคารที่มีแนวโน้มเชิงบวกต่อการประหยัดพลังงาน เช่น การออกแบบกรอบอาคารให้มีค่าการต้านทานความร้อนสูงขึ้น การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติแทนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นต้น
2. พลังงานประเภทที่ยังไม่สามารถปรับลดได้ หมายถึง ระบบอาคารที่ยังไม่สามารถหาเทคโนโลยีปัจจุบันหรือแนวทางการประหยัดพลังงานที่ดีกว่ามาทดแทนได้ ส่งผลให้จำนวนไฟฟ้าที่ใช้ขึ้นอยู่กับขนาดและประสิทธิภาพของอุปกรณ์เพียงอย่างเดียว เช่น ระบบลิฟต์ และ ระบบปั๊มน้ำ

จากการแบ่งกลุ่มเพื่อศึกษาเบื้องต้น สามารถตั้งข้อสันนิษฐานได้ว่า ในขั้นตอนการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางโดยใช้แนวคิดการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานให้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานต่ำนั้นมีความเป็นไปได้ เนื่องจากวิธีการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของคอนโดมิเนียมยังคงมีความหลากหลายในตลาดอสังหาริมทรัพย์ตามนโยบายการตลาดของแต่ละโครงการ ดังนั้น การศึกษาวิธีการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางคอนโดมิเนียมในแต่ละโครงการจึงมีความสำคัญต่อการเริ่มต้นศึกษาเพื่อพัฒนาพื้นที่ส่วนกลางเดิมที่ออกแบบทั่วไปในโครงการคอนโดมิเนียมให้กลายเป็นพื้นที่ส่วนกลางที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

การแบ่งกลุ่มการศึกษาการออกแบบคอนโดมิเนียมอาจเริ่มจำแนกโดยพื้นฐานได้จากการแบ่งกลุ่มราคาต่อตารางเมตรของโครงการ เนื่องจากคอนโดที่ราคาต่อตารางเมตรต่างกัน ก็จะทำให้ความสำคัญต่อพื้นที่ส่วนกลางแตกต่างกันด้วยตามกลุ่มลูกค้า โดยในการศึกษารั้งนี้ผู้ศึกษาอาจอิงจากการแบ่งกลุ่มดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงการแบ่งแยกระดับของโครงการตามเกณฑ์ ตามเกณฑ์ราคาต่อตารางเมตร

ระดับ	ระดับราคาของคอนโดมิเนียม	ราคาขายต่อตารางเมตร
1	Super Luxury Class	300,000 บาทขึ้นไป
2	Luxury Class	200,000 – 300,000 บาท

3	High Class	150,000 - 200,000 บาท
4	Upper Class	100,000 – 150,000 บาท
5	Main Class	70,000 – 100,000 บาท
6	Economy Class	50,000 – 70,000 บาท
7	Super Economy Class	ต่ำกว่า 50,000 บาท

ที่มา: นันทวัฒน์ สุวรรณอาศน์ และคณะ. “แบบจำลองราคาอีโตนิกสำหรับคอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.” วารสารรัชต์ภาคย์ 16, 47 (กรกฎาคม – สิงหาคม): 422-438.

การศึกษาอาคารพักอาศัยรวมในงานวิจัยอิสระนี้ เลือกศึกษาจากอาคารคอนโดมิเนียมประเภทความสูงไม่เกิน 23 เมตร (Low Rise) โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาไว้ในกลุ่มคอนโดมิเนียมในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เปรียบเทียบจำนวนยูนิตพักอาศัยต่อพื้นที่ส่วนกลางที่โครงการได้ออกแบบไว้ และเลือกศึกษาจากโครงการในระดับ MAIN CLASS ที่เป็นกลุ่มคอนโดมิเนียมราคาไม่สูงนัก และมีพื้นที่ส่วนกลางครบถ้วน และมีกลุ่มเป้าหมายหลักคือพนักงานบริษัทที่ทำงานในกรุงเทพมหานครทั่วไป กลุ่มรายได้ปานกลางโดยศึกษาการก่อรูปของอาคารหลักและพื้นที่ส่วนกลางแต่ละประเภท โดยรายการมีคอนโดมิเนียมมีดังนี้

ตารางที่ 3 รายการคอนโดมิเนียม

ชื่อโครงการ	บริษัทผู้พัฒนา อสังหาริมทรัพย์	จำนวน ยูนิต	พื้นที่รวมทั้ง โครงการ (ตรม.)	พื้นที่ ขาย (ตรม.)	สัดส่วนพื้นที่ ขายต่อพื้นที่ รวม
ดิ เอกเซลล์ ลาดพร้าว – สุทธิสาร	All Inspire	420	20589	11592	0.56
พลัม คอนโด สุขุมวิท 97.1	Pruksa	425	18757	10885	0.58
นิช ไอดี เพชรเกษม บาง แค	Sena	420	21498	13596	0.63
ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65	Lumpini	514	23845	13348	0.56
ดีคอนโด ธาร	Sansiri	484	22036	13049	0.59
ดีคอนโด พนา	Sansiri	541	24270	14830	0.61

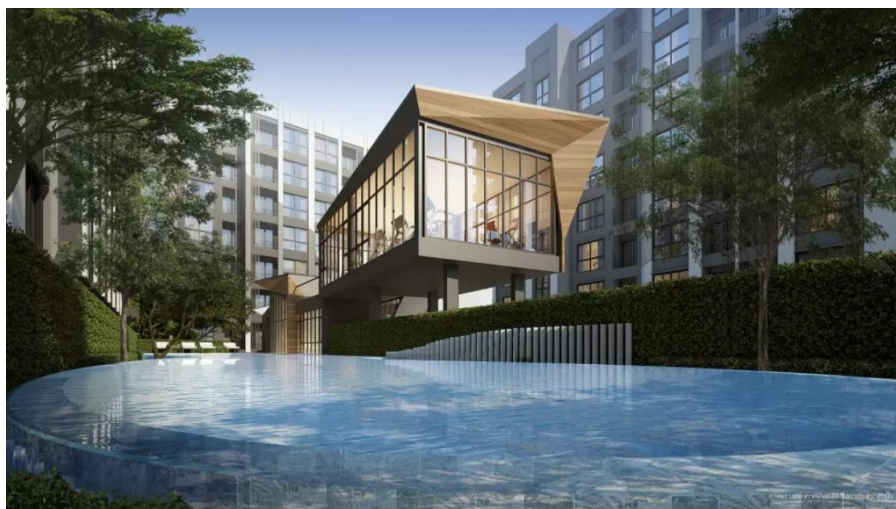
จากข้อมูลข้างต้น พบว่าคอนโดมิเนียมที่เลือกนำมาศึกษา มีจำนวนยูนิตพักอาศัยอยู่ระหว่าง 420-541 ยูนิต และมีสัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่ทั้งโครงการอยู่ระหว่าง 0.56-0.63 จึงนำข้อมูลที่ได้นี้ไปศึกษาแต่ละโครงการต่อไปในระดับผัง

2.1 โครงการ ดี เอกเซล ลาดพร้าว-สุทธิสาร



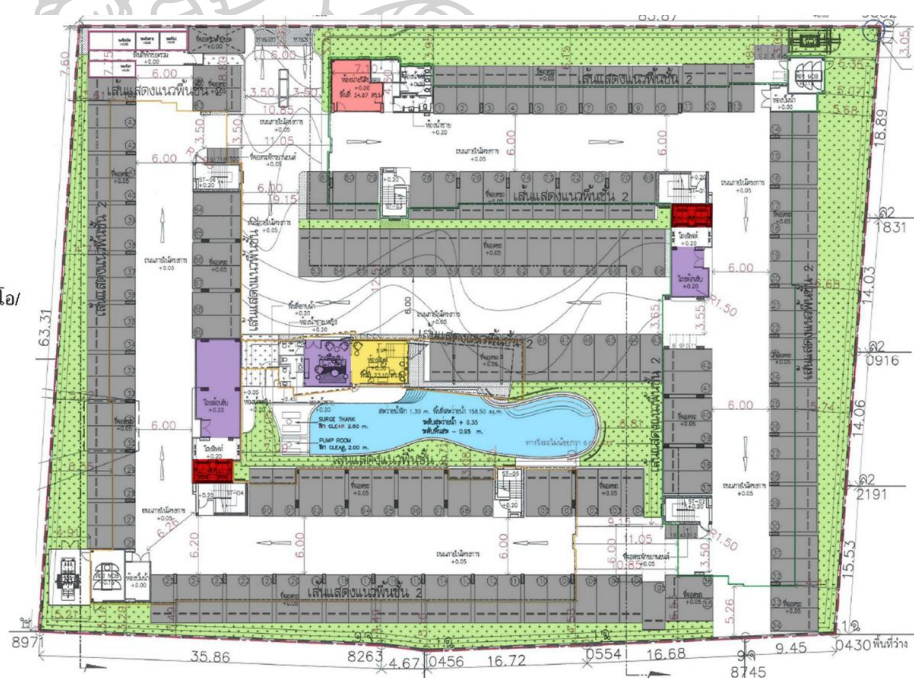
ภาพที่ 5 ภาพทัศนียภาพโครงการดีเอกเซล ลาดพร้าว-สุทธิสาร

ที่มา: ดี เอกเซล ลาดพร้าว สุทธิสาร. (2563). ดี เอกเซล ลาดพร้าว – สุทธิสาร คอนโดสุดชิค ชีวิตอินเทอร์เน็ต. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/media/set/?set=a.761718381017043&type=3&locale=th_TH



ภาพที่ 6 ภาพทัศนียภาพอาคารส่วนกลาง โครงการดิเอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร
ที่มา: ดิ เอ็กเซล ลาดพร้าว สุทธิสาร. (2563). ดิ เอ็กเซล ลาดพร้าว - สุทธิสาร คอนโดสุดชิค ชีวิต
อินเทอร์เน็ต. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/media/set/?set=a.761718381017043&type=3&locale=th_TH

- ลิฟต์
- ที่จอดรถ
- ฟิตเนส
- ห้องทำงานรวม/ สตูดิโอ/
ห้องอเนกประสงค์
- ล็อบบี้/ เลานจ์
- สระว่ายน้ำ
- นิติบุคคล
- สวน



ภาพที่ 7 ผังชั้น 1 โครงการแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ ดิเอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสาร
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท ออลล์ อินสไปร์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานการ
ประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ The Excel Ladprao - Sutthisan (ดิ เอ็กเซลล์

ลาดพร้าว - สุทธิสาร). เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=8980>

การวางผังของโครงการ ดิ เอกเซลล์ ลาดพร้าว-สุทธิสารออกแบบโดยการรวบรวมพื้นที่ส่วนกลางไว้ตรงกลาง โดยมีอาคารพักอาศัยรูปตัว L ล้อมรอบพื้นที่ส่วนกลางไว้ โดยอาคารพื้นที่ส่วนกลางมีลักษณะเป็นอาคารเดี่ยว (Clubhouse) ความสูงสองชั้น โดยมีลิบบ้อยู่ชั้นที่ 1 ร่วมกับที่จอดรถ และฟิตเนสอยู่ชั้นที่ 2 กรอบอาคารมีลักษณะเป็นช่องแสงขนาดใหญ่ถึงฝ้าเพื่อรับทัศนียภาพของสระว่ายน้ำในโครงการ ส่วนของภายในอาคารประกอบด้วยโถงลิฟต์ขนาดเล็กและโถงทางเดิน

ทั้งโครงการมีพื้นที่รวมทั้งโครงการ 20,589 ตารางเมตร พื้นที่ขาย 11,592 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องพักอาศัย 420 ยูนิต สัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่รวมทั้งโครงการคิดเป็น 0.56

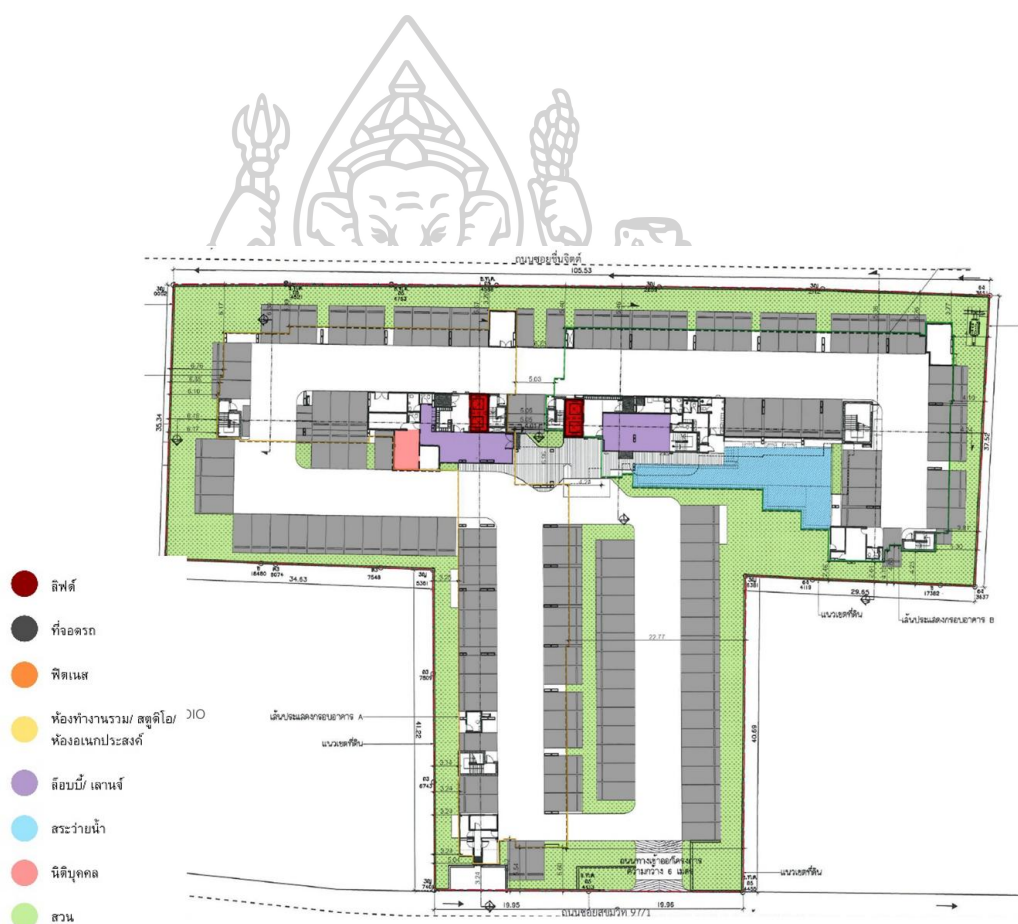
2.2 พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97



ภาพที่ 8 รูปทัศนียภาพโครงการพหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1

ที่มา: พหลิมคอนโด สุขุมวิท 97.1. (2565). Plum Condo สุขุมวิท 97.1 คอนโด Low Rise ใกล้ BTS บางจาก 550 เมตร. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/plumcondobypruksa/photos/pb.100064422200181.-2207520000/5594311130591663/?type=3>

การวางผังของโครงการ พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1 ออกแบบการวางผังอาคารรวมเป็นอาคารรูปตัว L จำนวน 2 อาคาร โดยพื้นที่ภายนอกที่เหลือออกแบบให้เป็นพื้นที่สำหรับลานจอดรถและสระว่ายน้ำในชั้น 1 ในขณะที่ส่วนกลางปรับอากาศอื่นๆกระจายอยู่ภายในอาคารตามภาพ โดยมีห้องฟิตเนสอยู่บนอาคารชั้น 2 และห้อง Co-Working อยู่บนอาคารชั้น 3 โครงการมีพื้นที่รวมทั้งหมด 18,757 ตารางเมตร พื้นที่ขายคิดเป็น 10,885 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องพักอาศัย 425 ยูนิต สัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่รวมคิดเป็น 0.58



ภาพที่ 9 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พหลิม คอนโด สุขุมวิท 97.1



ภาพที่ 10 ผังชั้น 2 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พลัม คอนโด สุขุมวิท 97.1



ภาพที่ 11 ผังชั้น 3 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ พลัม คอนโด สุขุมวิท 97.1

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท พวกษา เรียลเอสเตท จำกัด. (2563). รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ พลัมคอนโด สุขุมวิท 97/1. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9510>

2.3 นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค



ภาพที่ 12 ภาพทัศนียภาพโครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค

ที่มา: นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค. (ม.ป.ป.). **The Niche id บางแค คอนโด Low Rise** จาก **Sena Development**. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน . เข้าถึงได้จาก <https://www.sena.co.th/project/niche-id-phetkasem-bangkae>



ภาพที่ 13 ผังชั้น 1 โครงการแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการ นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท เสนาดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2558). รายงานการวิเคราะห์
ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคารชุด เดอะ นิช ไอดี บางแค. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้
จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=6245>

การวางผังโครงการ นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูปตัว L
จำนวน 2 อาคาร หันเข้าหากันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีส่วนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ
สระว่ายน้ำ และอาคาร CLUBHOUSE ที่มีห้องฟิตเนส และห้องล็อบบี้ โครงการมีพื้นที่รวม 21,498
ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่ขาย 13,596 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องพักอาศัย 420 ยูนิต สัดส่วนพื้นที่
ขายต่อพื้นที่รวมคิดเป็น 0.63



ภาพที่ 14 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค
 ที่มา: นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค. (ม.ป.ป.). The Niche id บางแค คอนโด Low Rise จาก Sena Development. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน . เข้าถึงได้จาก <https://www.sena.co.th/project/niche-id-phetkasem-bangkae>



ภาพที่ 15 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการนิช ไอดี เพชรเกษม บางแค
 ที่มา: นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค. (ม.ป.ป.). The Niche id บางแค คอนโด Low Rise จาก Sena Development. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.sena.co.th/project/niche-id-phetkasem-bangkae>

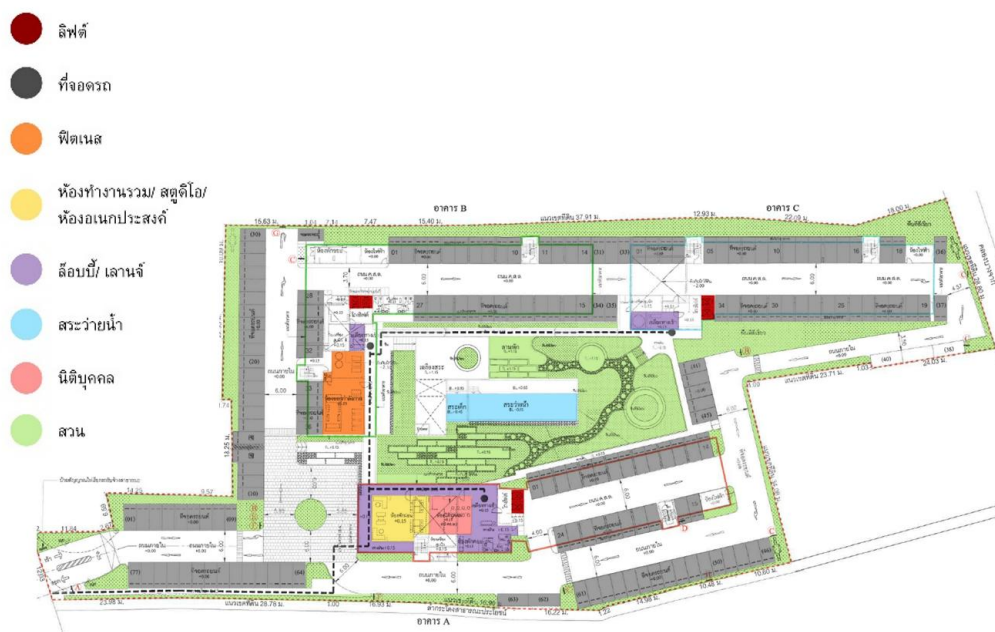
2.4 ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65



ภาพที่ 16 ภาพทัศนียภาพโครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65

ที่มา: ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65 สิริธร สเตชั่น. (ม.ป.ป.). Lumpini Selected จรัญ 65 – สิริธร สเตชั่น กลุ่มคอนโด Low Rise ใกล้ MRT สิริธร เพียง 300 เมตร จาก LPN. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.lph.co.th/คอนโดลุมพินี/โครงการ/ลุมพินี-ซีเล็คเตด-จรัญ-65-สิริธร-สเตชั่น>





ภาพที่ 17 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2563). รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65 - สิ้นธร สเตชั่น. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10007>

การวางผังโครงการ ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65 ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูป L จำนวน 1 อาคาร และอาคารรูปตัว I 1 อาคาร ล้อมรอบกันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีสวนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ สระว่ายน้ำ และห้องฟิตเนส ห้องCo-Working และห้องสโบบี อยู่ภายในอาคาร ชั้น 1 โครงการที่พื้นที่รวม 23,845 ตารางเมตร มีพื้นที่ขาย 13,348 ตารางเมตรคิดเป็นห้องพักอาศัย 514 ยูนิต และสัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่รวมคิดเป็น 0.56



ภาพที่ 18 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65

ที่มา: ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65 สิริธร สเตชัน. (ม.ป.ป.). Lumpini Selected จรัญ 65 – สิริธร สเตชัน กลุ่มคอนโด Low Rise ใกล้ MRT สิริธร เพียง 300 เมตร จาก LPN. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.lpn.co.th/คอนโดลุมพินี/โครงการ/ลุมพินี-ซีเล็คเต็ด-จรัญ-65-สิริธร-สเตชัน>



ภาพที่ 19 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลาง โครงการลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65

ที่มา: ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65 สิริธร สเตชัน. (ม.ป.ป.). Lumpini Selected จรัญ 65 – สิริธร สเตชัน กลุ่มคอนโด Low Rise ใกล้ MRT สิริธร เพียง 300 เมตร จาก LPN. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.lpn.co.th/คอนโดลุมพินี/โครงการ/ลุมพินี-ซีเล็คเต็ด-จรัญ-65-สิริธร-สเตชัน>

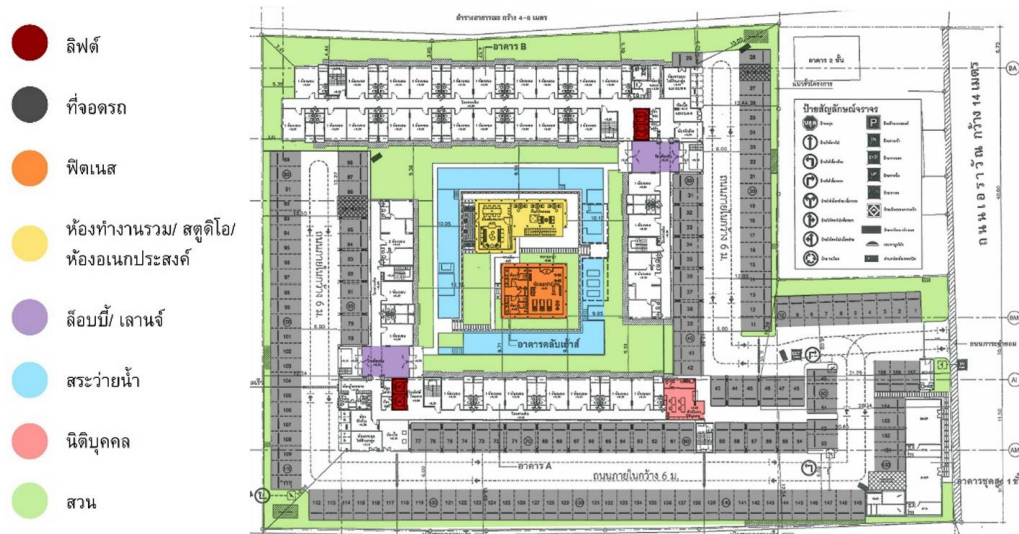
2.5 ดีคอนโด ชาร



ภาพที่ 20 ภาพทัศนียภาพโครงการดี คอนโด ชาร

ที่มา: ดีคอนโด ชาร. (ม.ป.ป.). ห้องตัวอย่าง dcondo tann คอนโด Low Rise จาก แสนสิริ. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://sansiri.com/media-project/dcondo-tann/dcondo-tann-condominium-brochure.pdf>

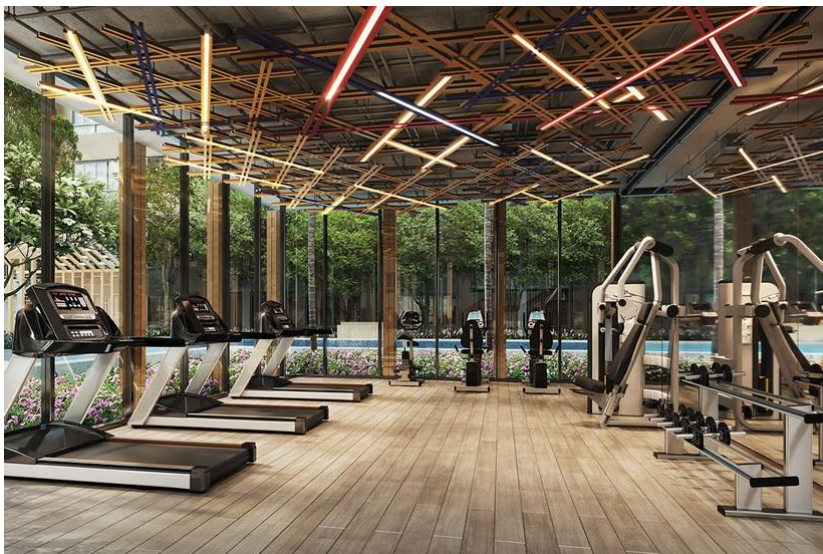




ภาพที่ 21 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่โครงการดิคอนโด ชาร

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลรี จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการดิคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

การวางผังโครงการ ดิคอนโด ชาร ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูปตัว L จำนวน 2 อาคาร ล้อมรอบกันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีส่วนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ สระว่ายน้ำ และ อาคาร Clubhouse อยู่ระหว่างทั้งสองอาคาร ภายในอาคาร Clubhouse ประกอบด้วยห้องฟิตเนส และ ห้อง Co-Working ส่วนของห้องล็อบบี้อยู่ในอาคารยูนิตพักอาศัยทั้ง 2 อาคาร พื้นที่รวมทั้งโครงการคิดเป็น 22,036 ตารางเมตร พื้นที่ขาย 13,049 ตารางเมตรคิดเป็น 484 ยูนิต สัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่รวมคิดเป็น 0.59



ภาพที่ 22 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด ชาร์
ที่มา: ดีคอนโด ชาร์. (ม.ป.ป.). ห้องตัวอย่าง dcondo tann คอนโด Low Rise จาก แสนสิริ.
เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://sansiri.com/media-project/dcondo-tann/dcondo-tann-condominium-brochure.pdf>



ภาพที่ 23 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด ชาร์
ที่มา: ดีคอนโด ชาร์. (ม.ป.ป.). ห้องตัวอย่าง dcondo tann คอนโด Low Rise จาก แสนสิริ.
เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://sansiri.com/media-project/dcondo-tann/dcondo-tann-condominium-brochure.pdf>

2.6 ดีคอนโด พนา

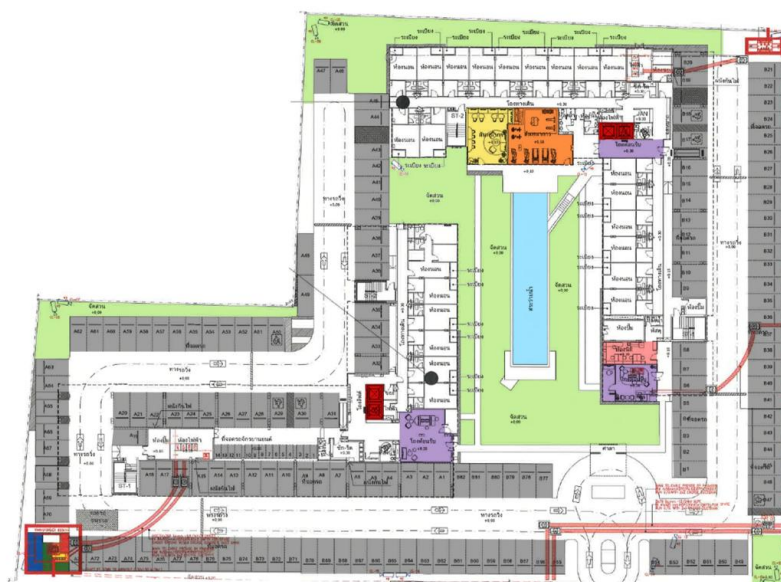


ภาพที่ 24 ภาพทัศนียภาพโครงการดี คอนโด พนา

ที่มา: ดีคอนโด พนา. (ม.ป.ป.). ดีคอนโด พนา คอนโดใจกลางจรัญฯ. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน.

เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>

- ลิฟต์
- ที่จอดรถ
- ฟิตเนส
- ห้องทำงานรวม/ สตูดิโอ/
ห้องอเนกประสงค์
- ล็อบบี้/ เลานจ์
- สระว่ายน้ำ
- นิตยภัต
- สวน



ภาพที่ 25 ผังชั้น 1 แสดงตำแหน่งพื้นที่โครงการดีคอนโด พนา

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานการประเมินผลกระทบ

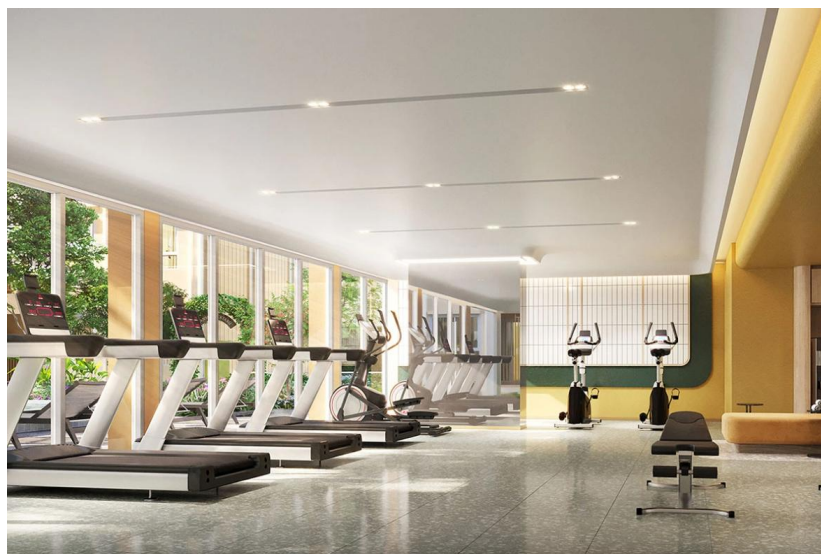
สิ่งแวดล้อม โครงการ ดีคอนโด จรัญฯ-ปิ่นเกล้า (PHASE 2). เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้

จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>

การวางผังโครงการดีคอนโด พนา ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูปตัว L จำนวน 2 อาคาร ล้อมรอบกันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีส่วนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ สระว่ายน้ำ และมีพื้นที่ส่วนกลาง ห้องล็อบบี้ ห้องฟิตเนส และห้อง Co-Working อยู่ภายในอาคารชั้น 1 พื้นที่รวมทั้งโครงการคิดเป็น 24,270 ตารางเมตร พื้นที่ขาย 14,830 ตารางเมตร ประกอบด้วยห้องพักอาศัย 541 ยูนิต สัดส่วนพื้นที่ขายต่อพื้นที่รวมคิดเป็น 0.61



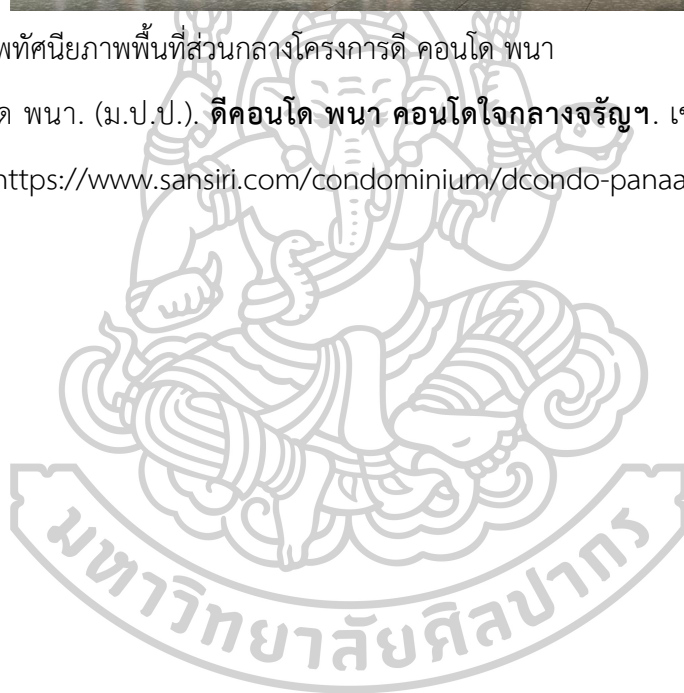
ภาพที่ 26 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา
ที่มา: ดีคอนโด พนา. (ม.ป.ป.). ดีคอนโด พนา คอนโดใจกลางจรัญฯ. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน.
เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>



ภาพที่ 27 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา

ที่มา: ดีคอนโด พนา. (ม.ป.ป.). ดีคอนโด พนา คอนโดใจกลางจรัญฯ. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน.

เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>





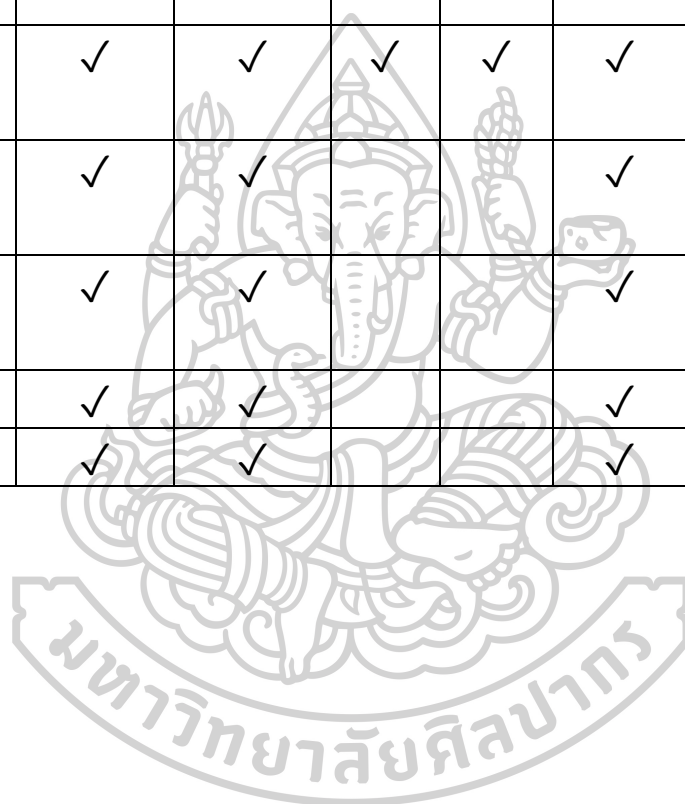
ภาพที่ 28 ภาพทัศนียภาพพื้นที่ส่วนกลางโครงการดี คอนโด พนา

ที่มา: จันทวรรณ. (2564). รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท บนถนนเลียบทางรถไฟตลิ่งชัน ใกล้ รพ.ศิริราช จาก แسنสิริ [รีวิวฉบับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท-บนถนนเลียบทางรถไฟตลิ่งชัน-ใกล้-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิวฉบับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

โดยจากการสำรวจการออกแบบผังของแต่ละโครงการ พบว่าแต่ละโครงการมีการออกแบบพื้นที่ส่วนกลาง และจัดสรรพื้นที่ส่วนกลางให้ผู้ใช้งานที่แตกต่างกัน โดยสามารถจำแนกประเภทการออกแบบได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการวางพื้นที่ส่วนกลางภายในโครงการ ได้แก่ พื้นที่ส่วนกลางที่เป็นอาคารเดี่ยว (CLUBHOUSE) และพื้นที่ส่วนกลางที่อยู่ภายในอาคาร ในส่วนของประเภทของกิจกรรมภายในพื้นที่ส่วนกลางของแต่ละโครงการ สามารถจำแนกได้ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 ประเภทของพื้นที่ส่วนกลางในคอนโดมิเนียมกรณีศึกษา

ชื่อโครงการ	ประเภทของพื้นที่ส่วนกลาง										
	พื้นที่ส่วนกลางปรับอากาศ						พื้นที่ส่วนกลางไม่ปรับอากาศ				
	ลิอบบี้	ฟิตเนส	CO WORKING	ห้องนิตยบุคคล	ห้องสตูดิโอ	ห้องเกม	โถงลิฟต์	สระว่ายน้ำ	ห้องจดหมาย	ห้องซักรีด	โถงทางเดิน
ดิ เอกเซลล์ ลาดพร้าว – สุทธิสาร	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
พลัม คอนโด สุขุมวิท 97.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
นิช ไอดี เพชร เกษม บางแค	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
ดีคอนโด ธาร	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓
ดีคอนโด พนา	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓



จากตารางเบื้องต้น พบว่า คอนโดมิเนียมในกลุ่มที่เลือกศึกษาทั้ง 6 โครงการ มีพื้นที่กิจกรรมในส่วนกลางที่คล้ายกัน โดยมีขนาดแตกต่างกันตามสัดส่วนขนาดพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวมทั้งโครงการ สามารถสรุปการออกแบบและลักษณะการใช้งานพลังงานในพื้นที่ได้ 2 รูปแบบ ได้แก่กลุ่มพื้นที่ปรับอากาศ ประกอบด้วย ห้องฟิตเนส ห้องทำงานรวม (Co-Working) ห้องล็อบบี้ และห้องนิตยบุคล และ กลุ่มพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ประกอบด้วย พื้นที่จอดรถ โถงทางเดิน สรรว่ายน้ำ ห้องจดหมาย ห้องซักผ้า

จากการจัดกลุ่มข้างต้น จึงเลือกนำพื้นที่ปรับอากาศมาศึกษาลักษณะการใช้งาน เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงคุณสมบัติให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนของกรอบอาคารสูงขึ้น โดยมีรายละเอียดลักษณะการออกแบบ ดังนี้

1. ห้องฟิตเนส (Fitness)

ห้องฟิตเนส คือ พื้นที่สำหรับให้บริการเครื่องออกกำลังกายภายในโครงการ โดยทางโครงการจะจัดเตรียมอุปกรณ์เครื่องออกกำลังกายสำหรับให้บริการแก่ผู้พักอาศัย การออกแบบฟิตเนสภายในคอนโดมิเนียมที่นำมาศึกษานั้นในโครงการที่นำมาศึกษาทั้งหมดเป็นพื้นที่ปรับอากาศ โดยออกแบบให้รับแสงสว่างธรรมชาติได้เต็มที่ ช่องเปิดขนาดใหญ่จนถึงฝ้าเพดาน และใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติทำให้พื้นที่มีลักษณะโปร่งและโล่ง ส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากกรอบอาคารเข้ามาภายในพื้นที่ปรับอากาศ ส่งผลให้มีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศที่สูงขึ้น จากโครงการที่นำมาศึกษา พบทั้งอาคารห้องฟิตเนสที่ออกแบบให้เป็นอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และห้องฟิตเนสที่อยู่ในอาคารพักอาศัย



ภาพที่ 29 ภาพทัศนียภาพห้องฟิตเนสโครงการดี คอนโด ธาร
 ที่มา: จันทวรรณ. (2564). รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท
 บนถนนเลียบริมทางรถไฟตลิ่งชัน ใกล้ รพ.ศิริราช จาก แสนสิริ [รีวิวฉบับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12
 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท-บนถนนเลียบริมทางรถไฟตลิ่งชัน-ใกล้-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิว-ฉบับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องฟิตเนสของโครงการกรณีศึกษา

โครงการ	ขนาดพื้นที่ (ตรม.)	ขนาดพื้นที่รวม (ตรม.)	ร้อยละพื้นที่ / พื้นที่รวม
เอ็กเซลล์ ลาดพร้าว สุทธิสาร	52	20589	0.25
นิชไอดี เพชรเกษม บางแค	37.5	21570	0.17
พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1	81	18757	0.43
ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65	105	23845	0.44
ดีคอนโด ธาร	64	22037	0.29
ดีคอนโด พนา	72	24270	0.29

2. ห้องทำงานรวม (Co-Working)

ห้องทำงานรวม (Co-Working) คือ สถานที่สำหรับให้บริการพื้นที่สำหรับทำงานภายในโครงการ โดยลักษณะของห้องทำงานรวมภายในโครงการที่นำมาศึกษานั้นพบว่า มีการออกแบบให้มีช่องเปิดขนาดใหญ่จนถึงฝ้าเพดานยาวตลอดแนว ทั้งในรูปแบบที่เป็นอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และในส่วนที่เป็นห้องทำงานรวมในอาคารพักอาศัย โดยมีบางโครงการที่เลือกออกแบบมาให้มีลักษณะเป็นโถงเปิดโล่งสองชั้น (Double Volume) ห้องทำงานรวมของโครงการที่นำมาศึกษาทั้งนั้น 5 ใน 6 โครงการมีห้องทำงานรวมที่เป็นพื้นที่ปรับอากาศ โดยออกแบบให้รับแสงสว่างธรรมชาติได้เต็มที่ระหว่างวัน ซึ่งส่งผลต่อการถ่ายเทความร้อนจากกรอบอาคารเข้ามาภายในพื้นที่ปรับอากาศ ทำให้มีการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศที่สูงขึ้น



ภาพที่ 30 ภาพทัศนียภาพห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการดี คอนโด พนา

ที่มา: จันทวรรณ. (2564). รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ทบนถนนเลียบริมทางรถไฟใต้ดินชั้น ไกล่ รพ.ศิริราช จาก แสนสิริ [รีวิวฉบับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ทบนถนนเลียบริมทางรถไฟใต้ดินชั้น-ไกล่-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิวฉบับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการกรณีศึกษา

โครงการ	ขนาดพื้นที่ (ตรม.)	ขนาดพื้นที่รวม (ตรม.)	ร้อยละพื้นที่ / พื้นที่รวม
เอ็กเซลล์ ลาดพร้าว สุทธิสาร	52	20589	0.25
นิชไอดี เพชรเกษม บางแค	0	21570	0
พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1	120	18757	0.61
ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65	87	23845	0.36
ดีคอนโด ธาร	36	22037	0.16
ดีคอนโด พนา	47	24270	0.19

3. ห้องล็อบบี้ (Lobby)

ห้องล็อบบี้ เป็นพื้นที่สำหรับพักคอย และคัดกรองบุคคลในโครงการ ก่อนจะแจกจ่ายไปยังจุดต่างๆของโครงการ การออกแบบห้องล็อบบี้ในโครงการที่นำมาศึกษานั้นมีการออกแบบให้พื้นที่ปรับอากาศ ออกแบบช่องแสงให้มีความสูงจรดฝ้าเพดาน ในขณะที่โครงการพลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1 และโครงการดีคอนโด ธาร ออกแบบให้เป็นแบบฝ้าสูงสองชั้น (Double Volume) การออกแบบห้องล็อบบี้ และทิศทางการวางตำแหน่ง ขึ้นอยู่กับการจัดการระบบสัณฐานภายในโครงการ โดยโครงการที่นำมาศึกษา 5 ใน 6 โครงการออกแบบให้ห้องล็อบบี้เป็นพื้นที่ปรับอากาศอยู่ภายในอาคารพักอาศัย โดยแต่ละอาคารมีห้องล็อบบี้เป็นของตัวเอง ในขณะที่โครงการลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65 ไม่มีพื้นที่ห้องล็อบบี้ปรับอากาศในรูปแบบที่เหมือนโครงการอื่น โดยใช้โถงลิฟต์เพื่อแจกจ่ายและรองรับคนเป็นหลัก



ภาพที่ 31 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องทำงานรวม (Co-Working) โครงการกรณีศึกษา

ที่มา: จันทวรรณ. (2564). รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท บนถนนเลียบทางรถไฟใต้ดิน-ใกล้ รพ.ศิริราช จาก แسنสิริ [รีวิวฉบับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท-บนถนนเลียบทางรถไฟใต้ดิน-ใกล้-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิว-ฉบับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ห้องล็อบบี้ (Lobby) โครงการกรณีศึกษา

โครงการ	ขนาดพื้นที่ (ตรม.)	ขนาดพื้นที่รวม (ตรม.)	ร้อยละพื้นที่ / พื้นที่รวม
เอ็กเซลล์ ลาดพร้าว สุทธิสาร	86	20589	0.42
นิชไอดี เพชรเกษม บางแค	52	21570	0.24
พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1	105	18757	0.64
ลุมพินี ซีเล็คเต็ด จรัญ 65	98	23845	0.41
ดีคอนโด ธาร	104	22037	0.47
ดีคอนโด พนา	86	24270	0.35

4. ระบบสัญญาณภายในโครงการ

ระบบสัญญาณภายในโครงการ ประกอบด้วย ระบบสัญญาณในแนวตั้ง ได้แก่ ลิฟต์โดยสารของอาคาร และระบบสัญญาณในแนวนอน ได้แก่ ทางเดินในแต่ละชั้น โครงการที่นำมาศึกษาบริเวณโถงทางเดินทั้งหมดเป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่สัญจรของโครงการกรณีศึกษา

โครงการ	ขนาดพื้นที่ Fitness (ตรม.)	ขนาดพื้นที่รวม (ตรม.)	ร้อยละพื้นที่ / พื้นที่รวม
เอ็กเซลล์ ลาดพร้าว สุทธิสาร	3416	20589	16.6
นิชไอดี เพชรเกษม บางแค	2400	21570	11.12
พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1	2520	18757	13.5
ลุมพินี ซีล็กเต็ด จรัญ 65	3311	23845	13.88
ดีคอนโด ธาร	2884	22037	16.13
ดีคอนโด พนา	2765	24270	11.4

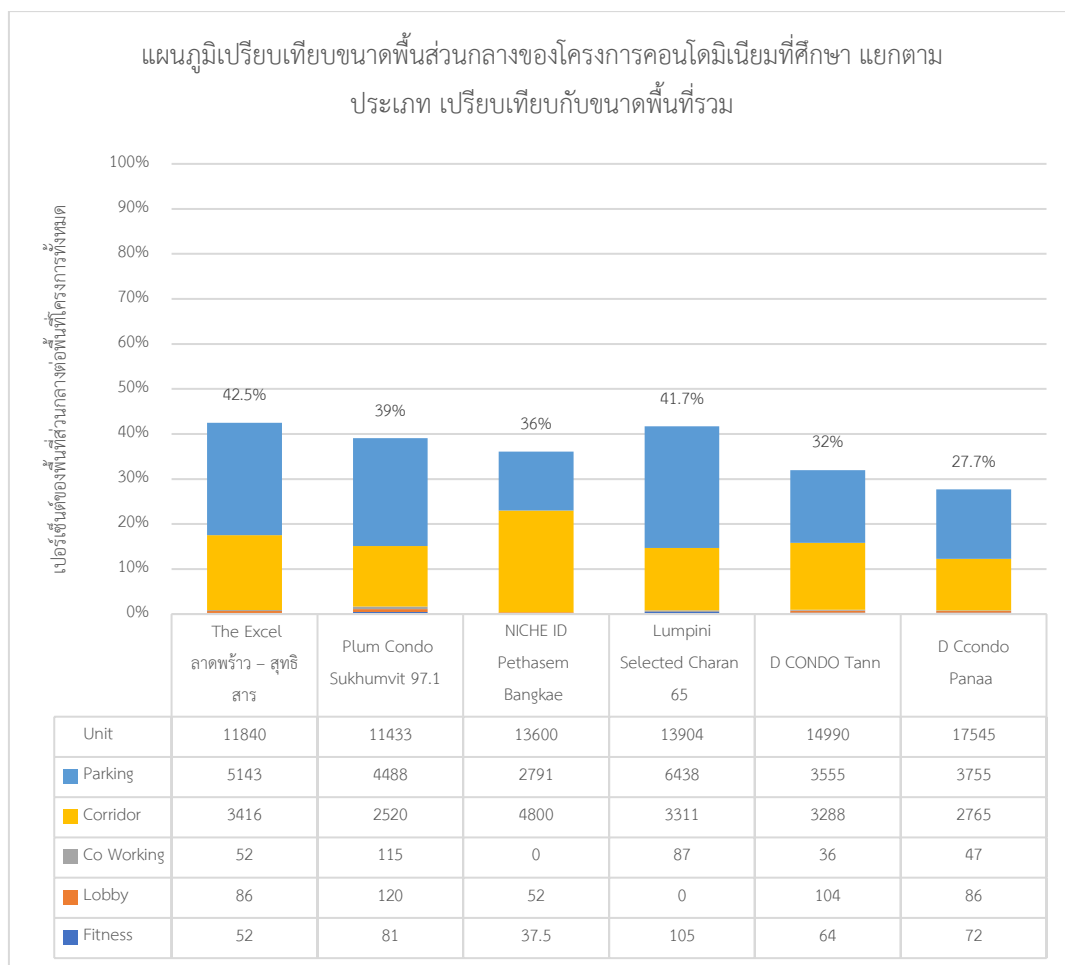
5. พื้นที่จอดรถ

พื้นที่จอดรถในโครงการที่นำมาศึกษาทั้งหมดเป็นพื้นที่จอดรถที่อยู่ในระดับพื้นถนน ไม่มีระบบอัตโนมัติเพื่ออำนวยความสะดวกในเวลาจอดรถ

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่จอดรถของโครงการกรณีศึกษา

โครงการ	ขนาดพื้นที่ Fitness (ตรม.)	ขนาดพื้นที่รวม (ตรม.)	ร้อยละพื้นที่ / พื้นที่รวม
เอ็กเซลล์ ลาดพร้าว สุทธิสาร	5143	20589	24.97
นิชไอดี เพชรเกษม บางแค	2791	21570	12.93
พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1	4488	18757	23.92
ลุมพินี ซีล็กเต็ด จรัญ 65	3311	23845	27
ดีคอนโด ธาร	3555	22037	16.15
ดีคอนโด พนา	3755	24270	15.47

จากการศึกษาเปรียบเทียบพื้นที่ระหว่างคอนโดมิเนียมที่นำมาศึกษาทั้ง 6 รายการ สามารถสรุปเป็นแผนภูมิเพื่อเปรียบเทียบได้ ดังนี้



แผนภูมิที่ 2 เปรียบเทียบขนาดพื้นที่ส่วนกลางของโครงการคอนโดมิเนียมที่ศึกษา แยกตามประเภทพื้นที่ส่วนกลาง เปรียบเทียบกับขนาดพื้นที่รวม

จากแผนภูมิเปรียบเทียบ พบว่า พื้นที่ส่วนกลางที่เป็นเป้าหมายในการศึกษาปรับปรุงประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานนั้น คิดเป็น 27-42 เปอร์เซ็นต์ของขนาดพื้นที่ทั้งโครงการ โดยการศึกษาปรับปรุงการออกแบบอาคาร ประกอบด้วย 2 วิธี ได้แก่ การปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนพื้นที่ปรับอากาศและการปรับปรุงอุปกรณ์ในระบบอาคารอื่นๆ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าเพื่ออุปกรณ์งานระบบอาคาร เป็นต้น โดยในการศึกษานี้ เลือกใช้วิธีการปรับปรุงกรอบอาคารเป็นหลักเพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน โดยศึกษาผ่านแนวคิด Passive Design

3. การศึกษาการออกแบบ Passive Design ภายในอาคารคอนโดมิเนียม

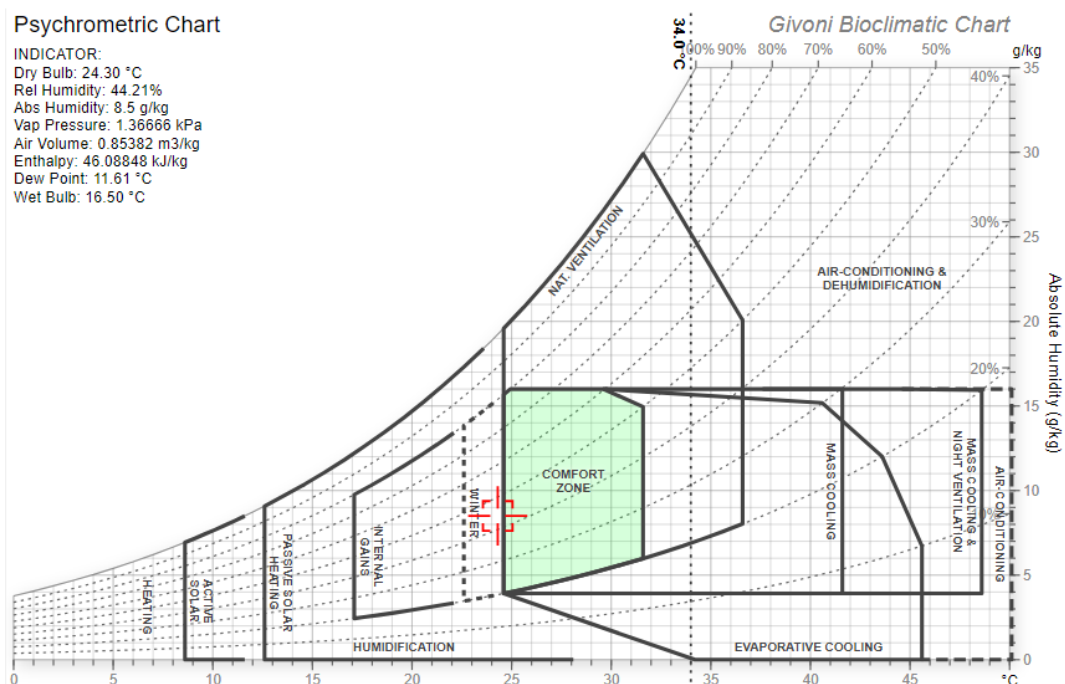
การออกแบบอาคารเพื่อประหยัดพลังงาน มีหลักการคือการใช้กระบวนการออกแบบอาคารแบบเพื่อบูรณาการผลของการออกแบบในแนวความคิดที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพด้านประหยัด ด้วยหลักการออกแบบอาคารให้สามารถป้องกันปรากฏการณ์ทางสภาพอากาศที่ส่งผลต่ออุณหภูมิภายนอกอาคารให้ลดความรุนแรงลง ทำให้ผู้ใช้งานอาคารสามารถใช้งานอาคารได้ในสภาวะสบายมากขึ้น โดยไม่ใช้พลังงาน เรียกแนวความคิดนี้ว่า Passive Design

การออกแบบอาคารป้องกันสภาพอากาศภายนอกที่ดี จะทำให้ระบบอาคารที่ทำงานเพื่อตอบสนองต่อสภาวะสบายทางอุณหภูมิ (Active Design) เช่น ระบบปรับอากาศใช้พลังงานน้อยลง

3.1 Passive Cooling

Passive Cooling คือรูปแบบของการออกแบบที่มีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบให้ผู้ใช้งานอาคารอยู่ในภาวะความสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ในประเทศเขตร้อน ที่สภาพอากาศภายนอกอาคารมีอุณหภูมิสูง ซึ่งจะส่งผลเสียต่อระบบการทำงานของร่างกาย การปรับสภาพร่างกายให้เข้าสู่สภาวะสบายทางอุณหภูมิ สามารถทำได้ 2 วิธี ได้แก่ Active Cooling ได้แก่การจ่ายพลังงานให้อุปกรณ์ในระบบปรับอากาศระบายอากาศ เช่น พัดลม หรือเครื่องปรับอากาศ ทำงานเพื่อระบายความร้อนออกไปจากพื้นที่ และ Passive Cooling คือแนวความคิดการออกแบบเพื่อสร้างภาวะสบายทางอุณหภูมิโดยพึ่งพาปรากฏการณ์ทางความร้อน และการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ หลักการคือลดความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารผ่านกรอบอาคาร ลดความร้อนที่จะสะสมอยู่ในวัสดุ การการระบายความร้อนออกจากอาคารผ่านช่องเปิด และการปรับความรู้สึกของผู้ใช้งานอาคารให้เข้าสู่สภาวะสบาย

การนำแนวความคิด Passive Cooling เข้ามาใช้งานในการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางของคอนโดมิเนียมนั้น จำเป็นต้องมีความเข้าใจในสภาพอากาศของแหล่งที่ตั้ง โดยที่คอนโดนำมาศึกษานี้เป็นคอนโดมิเนียมที่ตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทยทั้งหมด โดยศึกษาผ่านการใช้แผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart)



ภาพที่ 32 ตัวอย่างแผนภูมิ Psychrometric Chart แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ พร้อมนำเสนอวิธีการออกแบบที่ช่วยให้ผู้ใช้งานอาคารอยู่ในขอบเขตสภาวะสบาย (Comfort Zone)

ที่มา: HVAC Engineering. (n.d.). **Interactive psychrometric chart**. Accessed January 11. Available from <https://hvac-eng.com/interactive-psychrometric-chart/>

แผนภูมิ Psychrometric เป็นแผนภูมิที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิของอากาศและความชื้น โดยแผนภูมิที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น จะถูกระบุด้วย 2 ตัวแปร ได้แก่

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) หมายถึง อัตราส่วนของความชื้นในอากาศ ต่อความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถรับได้เต็มที่ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry Bulb Temperature) หมายถึง อุณหภูมิของอากาศ ณ ขณะเวลาที่ต้องการศึกษา มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ผู้ทำการทดลองสามารถใช้ข้อมูลสภาพอากาศจากพื้นที่นั้น เพื่อระบุจุดที่ความสัมพันธ์ระหว่างทั้ง 2 ตัวแปร ที่ทำให้ผู้ใช้งานพื้นที่อยู่ในขอบเขตของสภาวะสบาย (Comfort Zone) โดยนำเสนอรวมกับการแนะนำการออกแบบเพื่อขยายขอบเขตของสภาวะสบายด้วย

Givoni-Milne Bioclimatic Chart ที่จะนำเสนอศักยภาพเพิ่มขอบเขตความสบายด้วยการเปลี่ยนวิธีการออกแบบ ให้จัดการกับความร้อนได้ดีมากขึ้น

จากแผนภูมิ Psychrometric Chart ข้างต้น พบว่า ในพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีลักษณะภูมิอากาศร้อนและชื้น การที่จะทำให้ผู้ใช้งานอาคารเข้าสภาวะสบายได้ จำเป็นที่จะต้องลดอุณหภูมิ และ ลดความชื้นในอากาศ โดยแผนภูมิได้ระบุถึงขอบเขตของความเป็นไปได้ที่จะทำให้ผู้ใช้งานอาคารเข้าสู่สภาวะสบายทางอุณหภูมิ ซึ่งในช่วงที่มีอุณหภูมิสูง หรือความชื้นสูง จำเป็นต้องทำตามวิธีการ Active Cooling ด้วยการใช้เครื่องปรับอากาศ ในขณะที่ช่วงที่อุณหภูมิและความชื้นไม่ได้สูงมากเกินไป สามารถใช้วิธีการ Passive Cooling เพื่อจัดการกับสภาวะความสบายทางอุณหภูมิของผู้ใช้งานพื้นที่ ได้แก่ การลดความร้อนเข้าสู่อาคาร และการนำความร้อนออกจากอาคาร

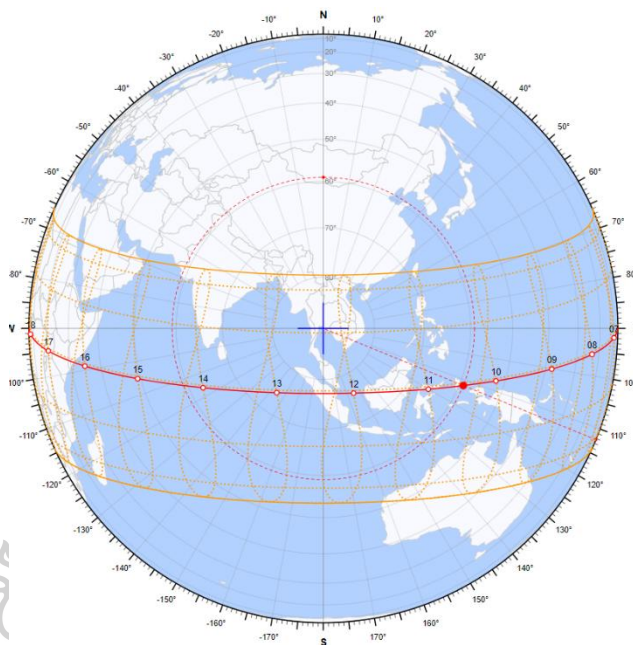
ตารางที่ 10 แสดงวิธีการออกแบบโดยพึงพาธรรมชาติ

การลดความร้อนเข้าสู่อาคาร	การนำความร้อนออกจากอาคาร
การวางทิศทางของตัวอาคาร	การใช้ลมธรรมชาติ
การใช้วัสดุที่นำความร้อนต่ำ	การแผ่รังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้า
การใช้ผนังและหลังคาสีอ่อน	-
การใช้ผนังมวลสารเพื่อหน่วงความร้อน	-
การใช้วิธีบังแดด	-
การใช้วิธีระเหยกลายเป็นไอ	-

ที่มา: พันธดา พุทธิไพโรจน์. (2563). การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

3.2 การวางทิศทางของตัวอาคาร

การวางทิศทางของตัวอาคารสัมพันธ์กับทิศทางของดวงอาทิตย์ (Sun Path) เนื่องจากกรอบอาคารจะรับความร้อนจากแสงอาทิตย์ ในแต่ละทิศทางในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยในตำแหน่งที่ตั้งของประเทศไทยนั้น การออกแบบอาคารให้มีด้านที่มีพื้นที่กรอบอาคารน้อยหันไปทางทิศตะวันออก – ตะวันตก จะสามารถช่วยลดความร้อนที่จะส่งผ่านกรอบอาคารลงได้



ภาพที่ 33 แผนภาพ 2D Sun-Path Diagram แสดงตำแหน่งกรุงเทพฯ

ที่มา: Marsh, A. (n.d.). **Sunpath2D: Solar path diagram tool**. Accessed January 11. Available from <https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html>

จากแผนภาพ Sun Path Diagram จะพบว่าในช่วงเวลาส่วนใหญ่ของพิกัดกรุงเทพมหานคร ดวงอาทิตย์จะเคลื่อนที่อ้อมไปทางทิศใต้ระหว่างวัน ทำให้ช่วงทางทิศใต้เป็นช่วงที่ได้รับความร้อนในช่วงบ่ายเป็นจำนวนมาก โดยเปรียบเทียบจากตารางค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR) ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 11 ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อน (ESR)

มุม เอียง (องศา)	ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนตามทิศทางของผนัง (W/m ²)							
	เหนือ	ตะวันออก เฉียง เหนือ	ตะวันออก	ตะวันออก เฉียงใต้	ใต้	ตะวันตก เฉียงใต้	ตะวันตก	ตะวันตก เฉียง เหนือ
0	191.44	191.44	191.44	191.44	191.44	191.44	191.44	191.44
15	177.49	185.24	190.45	193.01	193.33	191.76	188.38	183.39
30	157.51	171.84	181.79	186.87	187.63	154.64	178.12	168.59
45	134.67	153.68	167.29	174.48	175.71	171.59	162.54	149.52
60	112.13	133.17	148.76	157.33	158.93	154.12	143.54	128.65
75	93.08	112.74	128.05	136.87	138.66	133.74	123.01	108.45
90	80.68	94.81	106.98	114.57	116.26	111.96	102.86	91.40

ที่มา: “ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564.” (2564). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 138, ตอนพิเศษ 315ง (24 ธันวาคม): 30.

อย่างไรก็ตาม การออกแบบอาคารคอนโดมิเนียมออกแบบภายในแนวความคิดที่ให้น้ำหนักกับการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอยู่ในการสร้างจำนวนห้องพักอาศัยเพื่อขายให้ได้สูงสุดมากที่สุดมากกว่าการวางตามทิศทางของการวางอาคารตามทิศทางของดวงอาทิตย์ ด้วยลักษณะของที่ดินที่มีการวางตัวตามทิศแตกต่างกันไปในแต่ละโครงการ อาจทำให้วิธีการนี้ ไม่เหมาะกับการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางคอนโดมิเนียมที่อยู่ในอาคารพักอาศัย ในขณะที่พื้นที่ส่วนกลางแบบอาคารเดี่ยว (Clubhouse) สามารถนำแนวความคิดนี้ไปประยุกต์กับเลือกตำแหน่งที่ตั้งอาคาร เพื่อใช้ประโยชน์จากเงาของอาคารพักอาศัยที่มีความสูงมากกว่าได้

3.3 การใช้วัสดุนำความร้อนต่ำ

กรอบอาคารเป็นพื้นที่ถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารโดยตรง ดังนั้น การออกแบบกรอบอาคารให้มีคุณสมบัติในการนำความร้อนต่ำ จะสามารถช่วยทำให้ความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าการนำความร้อน (U-Value) ต่ำ ซึ่งค่า U-Value เป็นส่วนแปรผกผันกับค่าความต้านทานความร้อนของอาคาร ดังสมการ [1]

$$U = \frac{1}{Rr} \quad [1]$$

U = ค่าการนำความร้อน

Rr = ค่าความต้านทานความร้อนรวมของอาคาร มีหน่วยเป็นตารางเมตร – องศาเซลเซียสต่อวัตต์

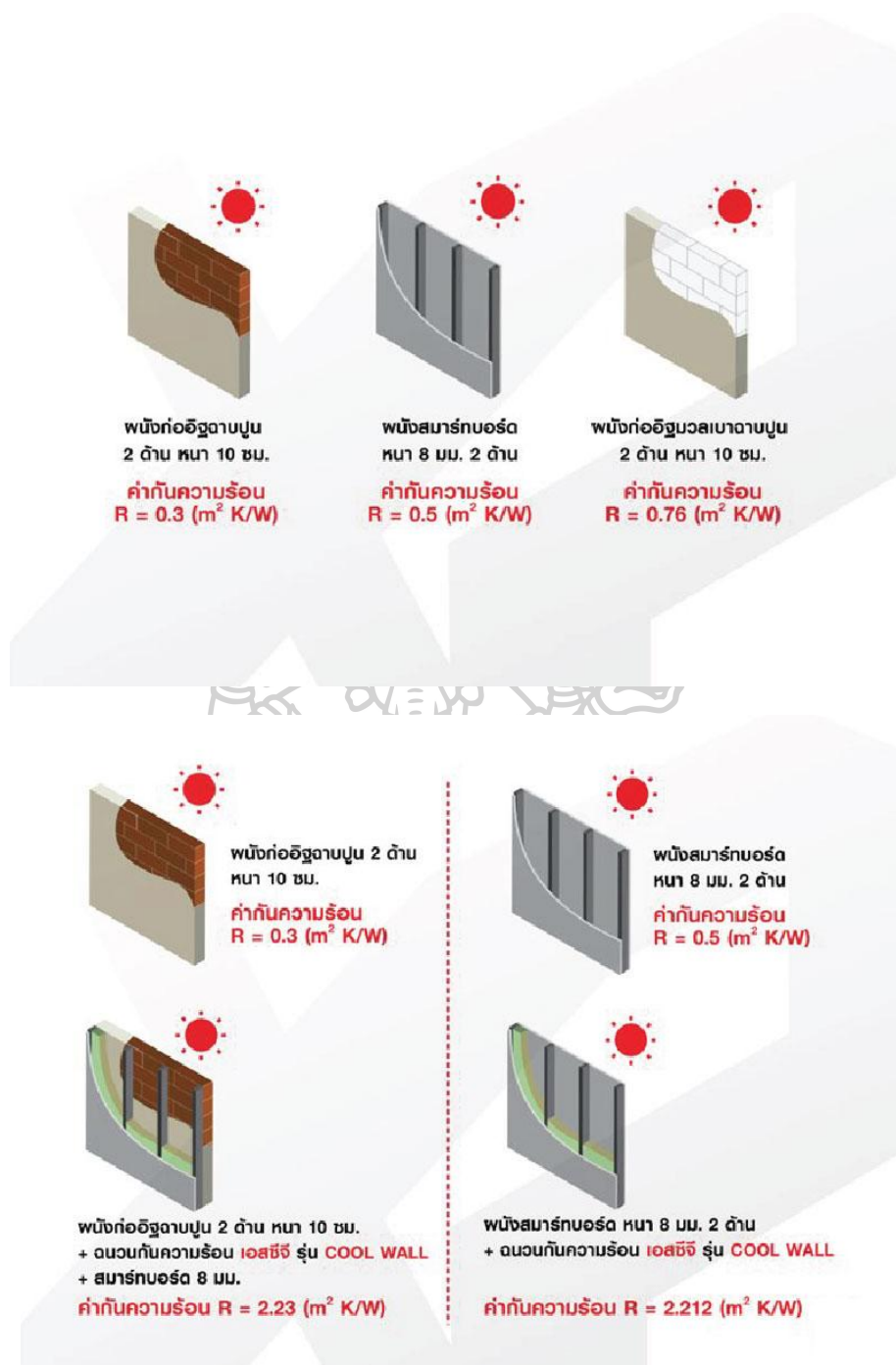
ที่มา: “ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564.” (2564). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 138, ตอนพิเศษ 315ง (24 ธันวาคม): 30.

การลดค่า U-Value ทำได้โดยการการเพิ่มค่าความเป็นฉนวนให้กับกรอบอาคาร อาจทำได้โดยการติดตั้งฉนวนเพิ่มเติมให้กับกรอบอาคาร เป็นการเพิ่มคุณสมบัติในการเป็นฉนวนของกรอบอาคารรวม โดยสามารถศึกษาเกี่ยวกับค่าความสามารถในการนำความร้อนได้จากผู้ผลิต ตัวอย่างค่า U Value ของกรอบอาคารแต่ละรูปแบบนำเสนอตั้งในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 12 ตัวอย่างค่า U-Value ของผนังแต่ละประเภท

ประเภทของผนัง	ค่า U-Value (W/m ² °C)
ผนังคอนกรีตหนา 10 ซม.	4.285
ผนังก่ออิฐมวลเบา หนา 7 ซม. ฉาบปูนซีเมนต์ผสมทรายด้านละ 1.5 ซม.	3.715
ผนังก่ออิฐมวลเบา หนา 14 ซม. ฉาบปูนซีเมนต์ผสมทรายด้านละ 1.5 ซม.	3.006
ผนังก่ออิฐมวลเบา หนา 7 ซม. ก่อ 2 ชั้น มีช่องอากาศตรงกลาง หนา 10 ซม. ฉาบปูนซีเมนต์ผสมทรายด้านละ 1.5 ซม.	2.030
ผนังคอนกรีตมวลเบาประหยัดพลังงานเบอร์ 5 ชนิดหนา 7.5 ซม. ฉาบปูนสำหรับคอนกรีตมวลเบาด้านละ 1.25 ซม.	1.223
ผนังคอนกรีตมวลเบาประหยัดพลังงานเบอร์ 5 ชนิดหนา 10 ซม. ฉาบปูนสำหรับคอนกรีตมวลเบาด้านละ 1.25 ซม.	0.990
ผนังซีเมนต์บอร์ด หนา 1 ซม. ใส่ฉนวนใยแก้วหนา 5 ซม. ในโครงคร่าวด้านในปิดด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด หนา 1.2 ซม.	0.606
ผนังซีเมนต์บอร์ด หนา 1 ซม. ใส่ฉนวนใยแก้วหนา 6.5 ซม. ในโครงคร่าวด้านในปิดด้วยแผ่นยิปซัมบอร์ด หนา 1.2 ซม.	0.478
ผนังโลหะ กรูณวนโฟมโพลีสไตรีนตรงกลาง หนา 10 ซม. แผ่นโลหะ หนาด้านละ 0.55 มม.	0.349

ที่มา: พันธดา พุทธิไพโรจน์. (2563). การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.



ภาพที่ 34 ตัวอย่างการติดตั้งฉนวนใยแก้วเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกันความร้อนของกรอบอาคาร
ที่มา: เอสซีจี สมาร์ท ลิฟวิ่ง. (ม.ป.ป.). ปัญหาความร้อนหลังการติดตั้งฉนวนกันความร้อน [Heat problem after installing heat insulation]. เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก <https://www.scgsmartliving.com/ideas/Heat-Problem-After-Installing-Heat-Insulation>

การออกแบบกรอบอาคารเพื่อป้องกันความร้อนนั้น นอกจากจะพิจารณาค่า U Value ในส่วนของวัสดุที่เป็นผนังทึบแล้ว ในส่วนช่องแสงจะต้องมีการพิจารณาเพิ่มเติม เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ความร้อนจากแสงอาทิตย์จะเข้าสู่พื้นที่ภายในอาคารได้โดยเป็นจำนวนมาก ด้วยการออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์ให้เห็นทัศนียภาพของพื้นที่โดยรอบ อาจต้องพิจารณาค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (Tmin) ซึ่งส่งผลต่อทัศนวิสัยของผู้ใช้งานภายในพื้นที่ และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์ ที่จะส่งผลต่อความร้อนที่จะเข้าสู่ภายในพื้นที่อาคาร

จากการศึกษาวิธีการออกแบบของพื้นที่ส่วนกลางคอนโดมิเนียมที่นำเสนอไปเบื้องต้น พบว่า คอนโดมิเนียมที่นำมาศึกษาจะออกแบบพื้นที่ส่วนกลางให้มีช่องแสงขนาดใหญ่ โดยเน้นที่จะเปิดให้ผู้ใช้งานอาคารได้ชื่นชมทัศนียภาพรอบอาคาร เพราะฉะนั้น กระจกที่นำมาใช้เป็นกรอบอาคาร ควรมีคุณสมบัติที่มีค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็นสูง ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้งานภายในอาคารสามารถรับรู้ภาพและแสงสว่างได้ใกล้เคียงกับภายนอก ในขณะที่ควรจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากแสงอาทิตย์ต่ำ เพื่อป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่พื้นที่มากเกินไป ตัวอย่างคุณสมบัติของกระจก แสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 13 แสดงตัวอย่างค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (VLT: Visible Light Transmission) และสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC) ของกระจกแต่ละชนิด

ความหนาของกระจก (mm)	ชนิดของกระจก	ค่าการส่งผ่านรังสีที่ตามองเห็น (VLT)	สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (SHGC)
6	กระจกสองชั้น ใส ไม่เคลือบผิว	0.67	0.43
6	กระจกสองชั้นสีเขียว คุณภาพสูง	0.59	0.33
6	กระจกสะท้อนแสงสองชั้น เคลือบไทเทเนียม 30 เปอร์เซ็นต์	0.27	0.25
6	กระจกเคลือบสารที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ กระจกใส (0.2)	0.73	0.53
6	กระจกสองชั้นสีเขียว คุณภาพสูง เคลือบสารที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำ (0.1)	0.57	0.27

ที่มา: สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). อาคารโปร่งแสง. เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.energy.in.th/components/transparent>

การใช้ผนังและหลังคาสีอ่อน จะช่วยลดความร้อนจากการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ เนื่องจากมนุษย์สามารถมองเห็นสีของวัตถุได้จากการที่วัตถุดูดซับคลื่นสเปกตรัมช่วงที่เป็นสีอื่นไว้และสะท้อนคลื่นสเปกตรัมช่วงที่เป็นสีที่ตามองเห็นออกมา แต่สีดำเป็นสีของวัตถุที่จะไม่สะท้อนคลื่นออกมา พลังงานความร้อนของคลื่นสเปกตรัมจะถูกดูดซับไว้ทั้งหมด จึงทำให้วัตถุสีดำจะเก็บความร้อนไว้ในวัตถุไว้มากกว่าวัตถุสีอื่นๆ โดยในเกณฑ์การประเมินอาคาร BEC ได้แบ่งลักษณะของการใช้สีของผนังและสีของวัสดุกรุผนังด้วยค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ดังนี้

ตารางที่ 14 แสดงสัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงอาทิตย์ของสีพื้นผิวอาคาร

พื้นผิวของผนังภายนอกอาคาร	สัมประสิทธิ์การดูดกลืนแสงอาทิตย์	หมายเหตุ
วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว - แผ่น สะท้อนแสงทำด้วยอะลูมิเนียม - หินอ่อนสีขาว - กรวดล้างสีขาว สีทาภายนอก - สีขาว - สีเงิน - สีเงินหรือสีบรอนซ์สะท้อนแสง	0.3	วัสดุที่สะท้อนแสง และวัสดุที่มีสีขาว
วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว - หินอ่อนสีครีม หรือสีอ่อน - หินแกรนิตสีครีม หรือสีอ่อน - กรวดล้างสีครีม หรือสีอ่อน - วัสดุปิดผิว สีอ่อน สีทาภายนอก - สีครีม - สีฟ้าอ่อน - สีเหลืองอ่อน - สีส้มอ่อน	0.5	วัสดุที่มีผิวสีอ่อน

วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว - คอนกรีตไม่ทาสี - อิฐไม่ทาสี - แผ่นไฟเบอร์ ไม่ทาสี - กรวดล้างสีเทา - แผ่นซีเมนต์แอสเบสทอสไม่ทาสี สีทาภายนอก - สีแดง - สีฟ้า - สีเขียว - สีส้ม - สีสนิม (Rustic)	0.7	วัสดุที่มีผิวสีค่อนข้างเข้ม
วัสดุที่ใช้ฉาบหรือปิดผิว - อิฐสีแดง - แอสฟัลต์ - คอนกรีตสีเทาเข้ม และสีดำ - วัสดุผนังหลังคาสีเขียวเข้ม และสีแดงเข้ม สีทาภายนอก - สีน้ำเงินเข้ม หรือเขียวเข้ม - สีเทาเข้ม - สีน้ำตาลเข้ม - สีดำ	0.9	วัสดุที่มีผิวสีเข้มหรือสีดำ

ที่มา: “ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564.” (2564). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 138, ตอนพิเศษ 315ง (24 ธันวาคม): 30.

จากข้อมูลตามตารางข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการเลือกสีของผนังและหลังคาของ คอนโดมิเนียมส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ซึ่งจะส่งผลต่อปริมาณความร้อนที่ผ่าน เข้าสู่อาคาร อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบคอนโดมิเนียม นอกจากจะพิจารณาตามการออกแบบ อาคารเพื่อการประหยัดพลังงานแล้ว อาจจะต้องพิจารณาเรื่องทางการตลาด และอัตลักษณ์ของ โครงการร่วมด้วย

3.4 การใช้ผนังมวลสารเพื่อหน่วงความร้อน

เป็นการใช้วัสดุที่มีค่าความจุความร้อนสูงมาทำเป็นกรอบอาคาร โดยอาศัยค่าความจุความร้อนที่คุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดและความหนาอาคาร มาใช้หน่วงความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารไว้ โดย ค่าความจุความร้อนมีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม - องศาเซลเซียส ($\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$) กล่าวคือ เมื่ออาคาร ตั้งอยู่กลางแสงอาทิตย์ในเวลากลางวัน วัตถุที่มีค่าความจุความร้อนมากหรือมีความหนามาก จะต้อง ใช้เวลานานกว่าในการสะสมความร้อนให้เพียงพอที่จะทำให้กรอบอาคารมีความอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส ในขณะที่ช่วงเวลากลางคืนที่อุณหภูมิลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิผิวผนัง ความร้อนที่สะสมไว้ ภายในผนังจะถูกคายคืนสู่สภาพแวดล้อมโดยรอบ โดยอาคารที่กรอบอาคารทำมาจากวัสดุที่มีค่าความ จุความร้อนสูงกว่าหรือผนังหนากว่า จะสะสมพลังงานความร้อนระหว่างวันไว้มากกว่า ทำให้ต้องใช้ เวลามากกว่าในการคายความร้อนออกไป ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าการหน่วงความร้อน ความร้อนถูก หน่วงนี้มีประโยชน์ในพื้นที่ในเขตภูมิอากาศร้อนแห้ง เนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิในระหว่าง กลางวันและกลางคืนสูง ผู้ใช้อาคารจึงสามารถใช้ประโยชน์ในการป้องกันความร้อนในเวลากลางวัน และคายความร้อนออกมาให้ความอบอุ่นในเวลากลางคืนที่อุณหภูมิต่ำ

ในการออกแบบคอนโดมิเนียม นั้น มีข้อจำกัดอยู่ที่พื้นที่ส่วนกลางส่วนใหญ่เปิดใช้งานถึงเวลา กลางคืน การออกแบบให้ผนังมีค่าความจุความร้อนสูง อาจทำให้ขณะใช้งานในเวลากลางคืน ผนังจะ คายความร้อนเข้าสู่พื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานหนักขึ้นในช่วงเวลานั้น จึง ควรมีช่วงเวลาที่เปิดหน้าต่างเพื่อระบายความร้อนในอาคารออกไปในช่วงเย็น ตัวอย่างค่าความจุความ ร้อนจำเพาะของวัสดุประเภทต่างๆ แสดงในตารางดังต่อไปนี้

ตารางที่ 15 แสดงตัวอย่างความหนาแน่น ค่าค่าความจุความร้อนจำเพาะของวัสดุแต่ละประเภท

ตัวอย่างวัสดุ	ความหนาแน่น (kg/m^3)	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ ($\text{kJ/kg } ^\circ\text{C}$)
แผ่นอิปซั่ม	800	1.09
คอนกรีตมวลเบา	1280	0.84
อิฐมอญแห้ง	1760	0.807
ปูนซีเมนต์	1568	0.840
คอนกรีต	2400	0.92

ที่มา: สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). อาคารโปร่งแสง. เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.energy.in.th/components/transparent>

3.5 การแผ่รังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน

ในกลางคืนที่อุณหภูมิต่ำกว่าช่วงกลางวันและมีความชื้นต่ำ หลังจากจะสามารถคายความร้อนให้กับท้องฟ้าที่เย็นกว่า ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลง ในอดีตสามารถทำได้โดยการทำ Roof Pond หรือการสร้างสระน้ำบนหลังคา เพื่อช่วยในการแผ่รังสีความร้อนกลับไปสู่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน



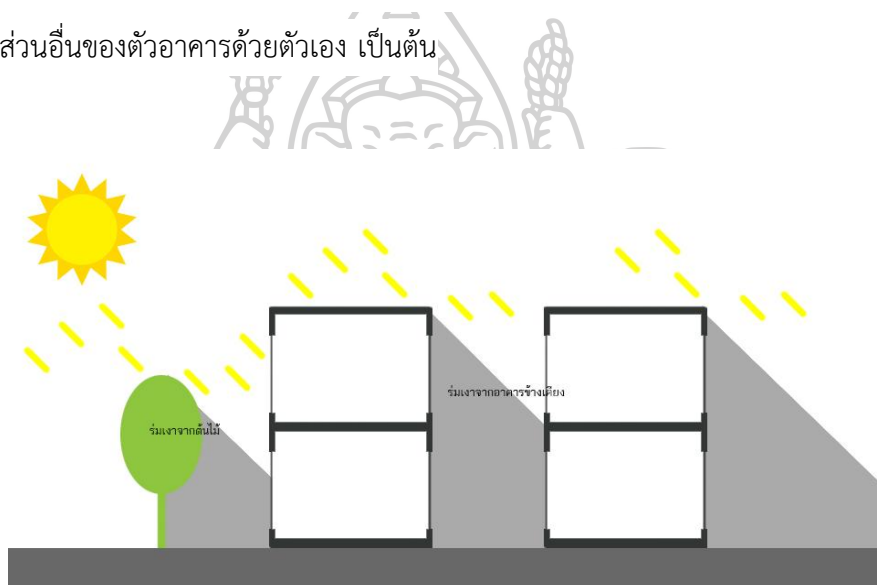
ภาพที่ 35 การแผ่รังสีความร้อนให้แก่ท้องฟ้าในเวลากลางคืน

ที่มา: Košir, M. (2019). **Climate Adaptability of Buildings Bioclimatic Design in the Light of Climate Change**. n.p.: Springer International Publishing.

ปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์ที่จะช่วยให้พื้นผิวสามารถแผ่ความร้อนสู่สภาพแวดล้อมได้ เรียกว่า Radiative Cooling Paint ประสิทธิภาพของการแผ่รังสีจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศในเวลากลางคืน

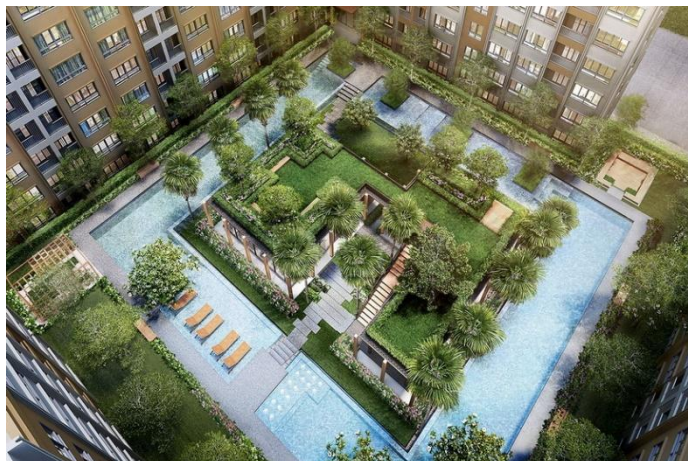
3.6 การใช้ร่มเงา

การใช้ร่มเงาเป็นการอาศัยเงาบังแสงและความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร โดยอาจใช้เงาจากสภาพแวดล้อมรอบอาคาร เช่น ต้นไม้ อาคารอื่นโดยรอบ ชายคาอาคาร หรือใช้เงาจากชิ้นส่วนของตัวอาคาร เช่น การออกแบบแผงบังแดด (Shading) หรือการออกแบบลักษณะอาคารเพื่อให้เงาของอาคารบังส่วนอื่นของตัวอาคารด้วยตัวเอง เป็นต้น



ภาพที่ 36 การใช้ประโยชน์จากร่มเงาเพื่อป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

การออกแบบวางผังคอนโดมีเนียมในปัจจุบัน มักให้ความสำคัญกับการออกภูมิสถาปัตยกรรมของพื้นที่สีเขียวภายในโครงการเพื่อเป็นจุดขายให้กับโครงการ อาคารพื้นที่ส่วนกลางจึงสามารถใช้ประโยชน์จากร่มเงาที่เกิดภูมิสถาปัตยกรรมเหล่านั้น อีกทั้งอาคารที่พักอาศัยมักเป็นอาคารที่มีความสูงมากที่สุดในโครงการ การวางผังพื้นที่ส่วนกลางจึงสามารถใช้ประโยชน์จากร่มเงาที่เกิดจากอาคารพักอาศัยได้

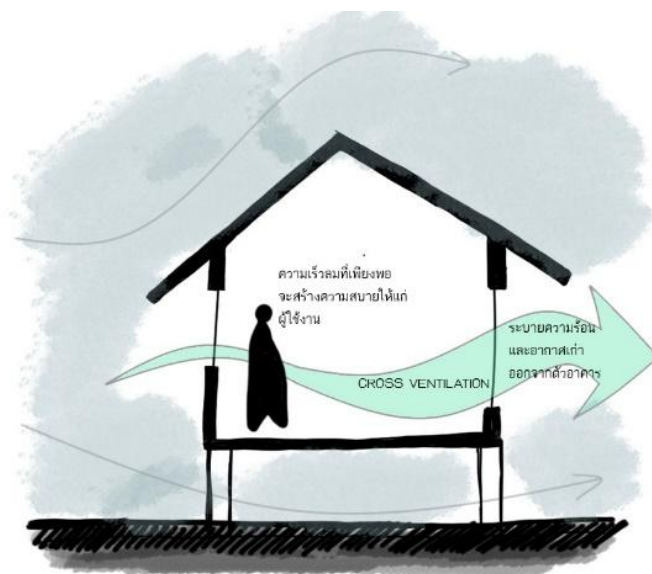


ภาพที่ 37 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์จากร่มเงาในโครงการคอนโดมิเนียม

ที่มา: จันทวรรณ. (2564). รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท บนถนนเลียบทางรถไฟตลิ่งชัน ใกล้ รพ.ศิริราช จาก แسنสิริ [รีวิวฉบับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท-บนถนนเลียบทางรถไฟตลิ่งชัน-ใกล้-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิวฉบับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

3.7 การใช้ลมธรรมชาติ

การใช้ลมธรรมชาติ หากลมมีความเร็วลมที่เพียงพอจะสามารถสร้างสภาวะสบายให้กับผู้ใช้งาน อีกทั้งยังช่วยระบายความร้อนออกจากอาคารได้ ในพื้นที่ที่ใช้ระบบเครื่องปรับอากาศเป็นหลักจึงควรมีช่วงเวลาที่จะเปิดช่องเปิดให้อากาศภายในพื้นที่สามารถถ่ายเทออกไปได้ เพราะนอกจากจะระบายความร้อนออกจากตัวอาคารแล้ว ยังส่งผลให้คุณภาพอากาศในอาคารดีขึ้น เนื่องจากสามารถการระบายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดในห้องขึ้นออกไป



ภาพที่ 38 ตัวอย่างการออกแบบให้ช่องเปิดอาคารสามารถระบายอากาศ

ความเร็วลม (Velocity) เป็นหนึ่งปัจจัยหลักที่ควรคำนึงถึงเมื่อต้องการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ โดยสิ่งที่ส่งผลต่อความเร็วลมได้แก่ ทิศทางของช่องเปิด ทิศทางของลม ขนาดของช่องเปิด ทั้งทางเข้าและทางออก การจัดวางผังภายในอาคาร ทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นนี้ เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณา เมื่อต้องการใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติ

3.8 การใช้วิธีระเหยกลายเป็นไอ

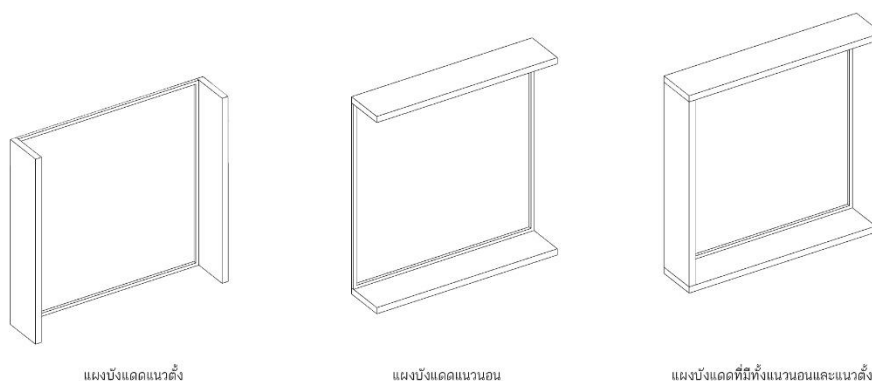
เป็นการใช้ประโยชน์จากความชื้นของภูมิสถาปัตยกรรมภายในโครงการ โดยในการออกแบบ คอนโดมิเนียมในประเทศไทยในปัจจุบัน นิยมออกแบบให้มีสระว่ายน้ำและพื้นที่สีเขียวอยู่แล้ว การใช้ประโยชน์จากภูมิสถาปัตยกรรมเหล่านี้ช่วยให้อุณหภูมิลดลงได้ หลักการคือการให้ความชื้นในอากาศ ดึงพลังงานความร้อนที่มีอยู่เพื่อใช้ในการระเหยกลายเป็นไอ ซึ่งจะส่งผลให้อุณหภูมิของอากาศลดลง อย่างไรก็ตามความชื้นในอากาศที่มากเกินไปมักจะทำให้เกิดสภาวะไม่สบาย เนื่องจากเมื่อความชื้นมากเกินไป เหนือจากร่างกายจะไม่สามารถระเหยเข้าสู่สภาพแวดล้อมได้ และยังทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักในการรีดความชื้นออกจากอากาศอีกด้วย



ภาพที่ 39 การระบายความร้อนออกจากอาคารด้วยวิธีระเหยกลายเป็นไอ

3.9 การออกแบบอุปกรณ์บังแดด

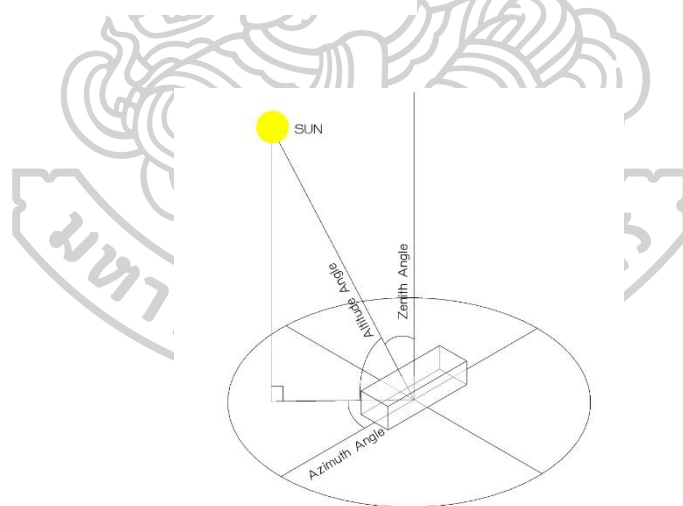
การออกแบบอุปกรณ์บังแดด (Shading) ให้กับกรอบอาคารบริเวณที่เป็นวัสดุโปร่งใสสามารถช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาภายในอาคารได้ โดยรูปแบบของแผงบังแดดจะมีลักษณะแตกต่างกันตามลักษณะขนาดช่องเปิด ตำแหน่งของช่องเปิด และทิศทางของแดดตลอดทั้งปี โดยการออกแบบวิธีนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในพื้นที่ส่วนกลางแบบอาคารแยก (Clubhouse) และพื้นที่ส่วนกลางที่อยู่ในอาคารหลัก โดยวัสดุที่นำมาทำแผงบังแดดไม่ควรเป็นวัสดุที่สะสมความร้อนเนื่องจากมีโอกาสที่ความร้อนจากวัสดุจะถ่ายเทเข้าไปภายในอาคารได้ โดยการออกแบบ แผงบังแดดทำได้ทั้งแผงบังแดดแนวนอน แผงบังแดดแนวตั้ง และแผงบังแดดที่มีทั้งแนวนอนแนวตั้ง



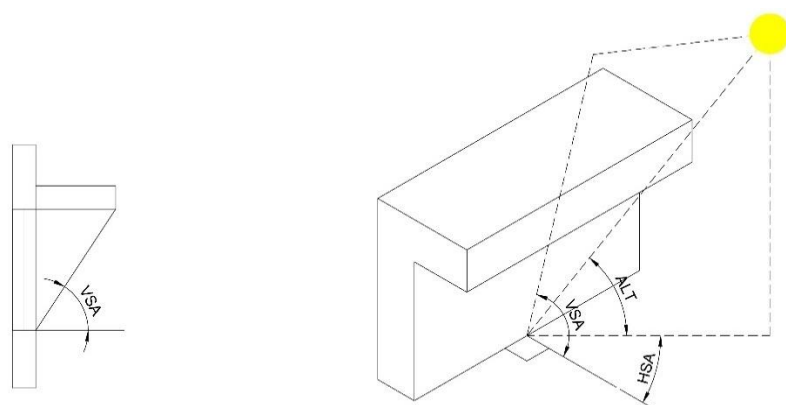
ภาพที่ 40 วิธีการออกแบบแผงบังแดดในทิศทางต่างๆ

ระยะยื่นของแผงบังแดด หาได้จากการที่ระบุค่ามุมที่แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ ประกอบด้วย

1. มุม Azimuth คือมุมที่แสดงตำแหน่งของดวงอาทิตย์ในแนวราบ โดยเริ่มวัดจากแกนทิศเหนือ
2. มุม Altitude เป็นมุมที่แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ในแนวตั้ง โดยวัดมุมองศาระหว่างพื้นกับแนวดวงอาทิตย์



การระบุมุม Azimuth และมุม Altitude นำไปสู่การคำนวณหามุมที่เกี่ยวข้องกับการหา ระยะยื่นของแผงบังแดด ได้แก่มุม VSA (Vertical Shadow Angle) ที่จะระบุระยะยื่นของแผงบังแดด ในแนวนอน และ มุม HSA (Horizontal Shadow Angle) ที่จะระบุระยะยื่นของผนังในแนวตั้ง



ภาพที่ 41 แสดงตำแหน่งดวงอาทิตย์ มุม Altitude มุม VSA และมุม HSA สำหรับออกแบบแผงบังแดด

การหามุม HSA และ VSA สามารถหาได้โดยวิธีการคำนวณ ดังนี้

HSA (Horizontal Shadow Angle) = มุม Azimuth – มุมทิศทางการหันของหน้าต่าง

โดยมุมทิศทางการหันของหน้าต่างมีค่าตั้งแต่ 0-360 องศา โดยวัดจากทิศเหนือกับเส้นที่ลากตั้งฉากกับหน้าต่าง

$$\text{VSA (Vertical Shadow Angle)} = \arctan (\tan \text{ALT} / \cos \text{HSA})$$

โดย ALT คือมุม Altitude และ HSA คือค่า Horizontal Shadow Angle)

ความสามารถในการบังแดดของแผงบังแดดช่วยลดความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารจะพิจารณาตามระยะของแผงบังแดดที่เหมาะสม หากแผงบังแดดมีระยะยื่นที่มากเกินไป อาจทำให้แสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารได้น้อยลง ซึ่งอาจส่งผลให้การใช้พลังงานเพื่อแสงสว่างสูงขึ้นได้

หลังจากศึกษาแนวทางการออกแบบเบื้องต้น สามารถสรุปข้อดีและข้อเสียในการออกแบบคอนโดมิเนียมในกลุ่มที่นำมาศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันความร้อนภายในอาคารได้ดังนี้

ตารางที่ 16 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสีย และองค์ประกอบที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้ของการออกแบบคอนโดในกรณีศึกษา

ข้อดี	ข้อเสีย	องค์ประกอบที่เพิ่มประสิทธิภาพได้
การออกแบบโดยใช้ประโยชน์จากเงาของตึกพักอาศัย	ช่องแสงขนาดใหญ่	เพิ่มความเป็นฉนวนของกรอบอาคาร และหลังคา
การจัดภูมิสถาปัตยกรรมให้ร่มเงาเป็นจุดขายของโครงการ	สีของโครงการมักเลือกตามแผนการตลาด	ติดตั้งแผงบังแดด (SHADING)
บางพื้นที่มีช่วงเวลาในการใช้งานที่ยาวนาน	ระบายอากาศด้วยลมได้น้อย อาคารพักอาศัยมักบังทิศทางลม	
สระว่ายน้ำช่วยลดอุณหภูมิโดยรวม	การวางตำแหน่งภายในอาคารเลือกตามลำดับการเข้าถึงมากกว่าเหตุผลทางด้านการใช้พลังงาน	

จากตารางในแต่ละโครงการที่นำมาศึกษา พบการออกแบบในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน จึงอาจกล่าวได้ว่า ข้อดี ข้อเสีย และองค์ประกอบที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้นี้ เป็นลักษณะที่แต่ละโครงการมีร่วมกัน จึงนำข้อมูลนี้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการออกแบบการทดลองในขั้นตอนต่อไป

4. การใช้พลังงานทดแทนภายในอาคาร

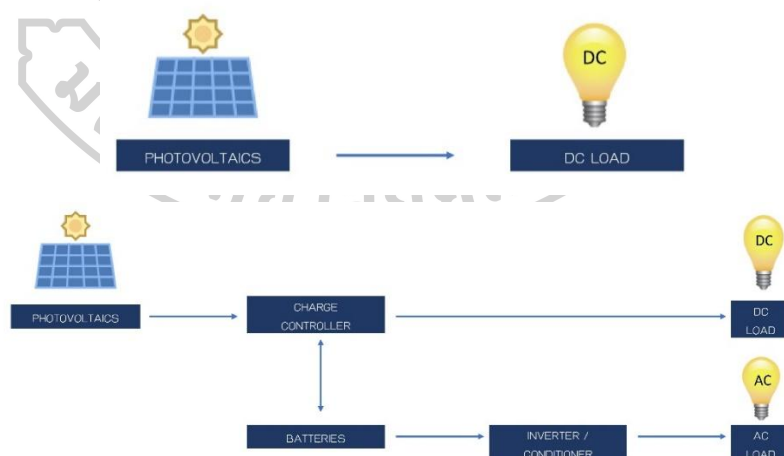
การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์

หลักการทำงานพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์ คือการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าตรง ด้วยคุณสมบัติของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า จึงสามารถนำไปใช้งานได้ การใช้งานจะต้องนำเซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม เพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น โดยเซลล์ที่ถูกนำมาต่อกันจะถูกเรียกว่า แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module หรือ Solar Panel) ด้านหน้าของแผงประกอบด้วยแผงกระจกที่ยอมให้แสงผ่านได้ดีป้องกันแผ่นเซลล์ด้านหลังไว้

การผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์แบ่งออกเป็นสามระบบตามรูปแบบของวงจร ได้แก่

4.1 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Standalone system)

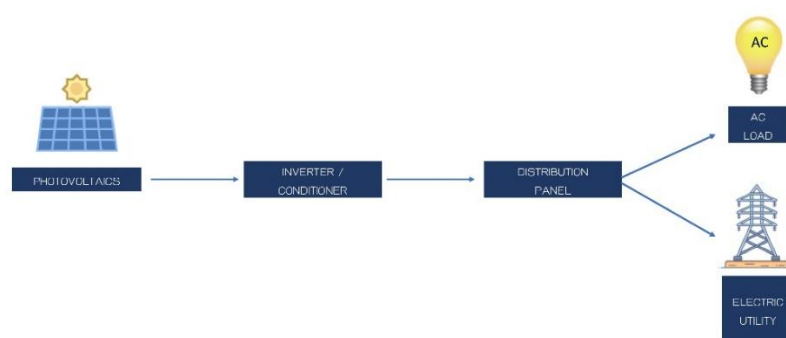
ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยต่อตรงกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรง หรือต่อเข้ากับแบตเตอรี่ ที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ เหมาะจะใช้กับพื้นที่ที่ไม่มีระบบสายไฟฟ้าเข้าถึง



ภาพที่ 42 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ

4.2 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า (PV Grid Connected System)

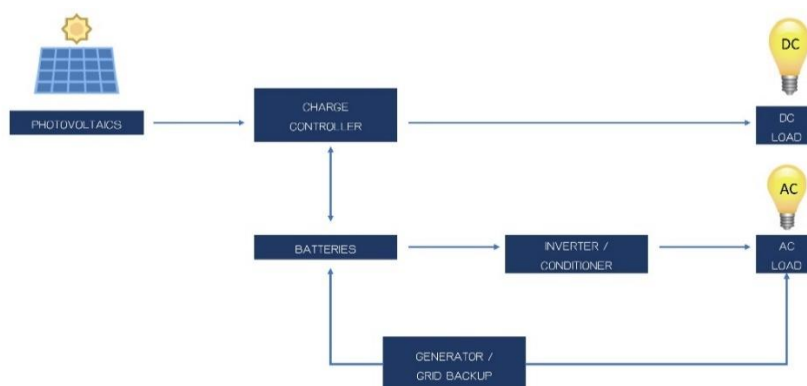
ประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ต่อเข้ากับตัวแปลงกระแสสลับผ่านกล่องต่อสาย และเบรกเกอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกำลังไฟฟ้าตามที่ต้องการใช้งาน สามารถต่อกับระบบโครงข่ายไฟฟ้าผ่านสวิตช์ตัดตอนและมิเตอร์ ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าในเขตเมืองหรือบริเวณที่มีโครงข่ายไฟฟ้าเข้าถึง



ภาพที่ 43 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า

4.3 ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าแสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid System)

ออกแบบระบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าชนิดอื่นๆ เช่น กังหันลมไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยสามารถต่อกับโหลดไฟฟ้าได้โดยตรง หรือต่อกับระบบจำหน่ายของการไฟฟ้า



ภาพที่ 44 การผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน

ชนิดของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ใช้ในปัจจุบันสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่ แบบใช้สารกึ่งตัวนำกึ่งซิลิกอน (Silicon Semiconductor) และแบบที่ใช้สารกึ่งตัวนำแบบผสม (Compound Semiconductor)

โดยกลุ่มที่นิยมในท้องตลาดได้แก่แบบใช้สารกึ่งตัวนำซิลิกอนแบบผลึก ซึ่งสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูง ทำจากซิลิคอนเกรดสูงสุด ประสิทธิภาพของแผงโดยทั่วไปจะสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นพลังงานไฟฟ้าได้ 15-20 เปอร์เซ็นต์ มีขนาดเล็ก ประหยัดพื้นที่เมื่อเทียบกับพลังงานที่ผลิตได้ อายุการใช้งานยาวนาน ราคาสูง



ภาพที่ 45 ตัวอย่างเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกโมโนคริสตัลไลน์

ที่มา: กรมพัฒนาและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2565). การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์. เข้าถึงเมื่อ 18 มกราคม. เข้าถึงได้จาก https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/คู่มือ%20การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์%20BLN_0.pdf

2. โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย แต่ผลิตง่ายกว่า เสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่า และเกิดขยะจากการผลิตน้อยกว่า โดยประสิทธิภาพของแผงอยู่ที่ 13-16 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากซิลิกอนที่ใช้ผลิตมีค่าความบริสุทธิ์น้อยกว่า

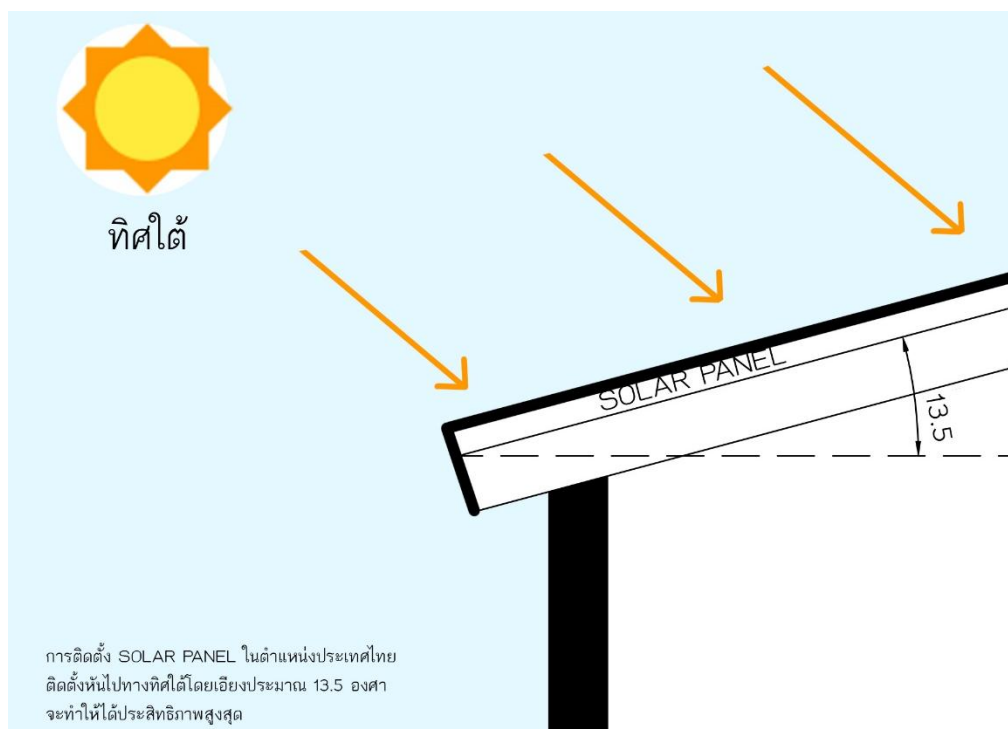


ภาพที่ 46 ตัวอย่างเซลล์แสงอาทิตย์ผลึกโพลีคริสตัลไลน์

ที่มา: กรมพัฒนาและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2565). การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์. เข้าถึงเมื่อ 18 มกราคม. เข้าถึงได้จาก https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/คู่มือ%20การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์%20BLN_0.pdf

3. แผ่นฟิล์มบาง ผลิตด้วยการพ่นซิลิคอนไปยังพื้นผิว นิยมใช้ในโซลาร์ฟาร์มขนาดใหญ่และไม่ค่อยพบในที่พักอาศัย มีประสิทธิภาพอยู่ที่ 8-10 เปอร์เซ็นต์ เป็นประเภทที่ผลิตได้ง่าย และราคาถูก ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นน้อยกว่าแบบโมโนคริสตัลไลน์ และโพลีคริสตัลไลน์ ติดตั้งบนระนาบโค้งได้ และเนื่องจากเป็นประเภทที่ไม่ค่อยนิยมโดยทั่วไปจึงทำให้มีข้อจำกัดในการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบ

การเลือกวิธีการติดตั้งแผงเป็นหนึ่งตัวแปรที่จะใช้งานแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยทั่วไปในประเทศไทยจะติดตั้งแนวระนาบของแผงเซลล์ให้หันไปทางทิศใต้ โดยมีความชันประมาณ 13.5 องศาจากพื้นดิน เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่จะได้รับแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มของแสงสูงที่สุด โดยต้องติดตั้งโดยเผื่อพื้นที่ไว้สำหรับให้แผงเซลล์ได้ระบายอากาศได้ เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะทำให้ประสิทธิภาพของแผงลดลง



ภาพที่ 47 มุมและทิศทางการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการศึกษารายละเอียดประเภทของการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์พบว่า อุปกรณ์ที่ควรนำมาใช้ได้แก่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทโมโนคริสตัลไลน์ เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งมีจำกัด จึงเลือกใช้แผงประเภทที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

ขนาดของกำลังเซลล์แสงอาทิตย์ที่ควรติดตั้ง สามารถคิดได้จากสมการ [1]
ดังต่อไปนี้ (พิชิตา จิรวรรษวงศ์, 2556)

$$P_{cell} = \frac{PL}{Q \times A \times B \times C/D} \quad [1]$$

P Cell คือกำลังไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์

PL คือ ความต้องการไฟฟ้าในหนึ่งวัน

Q คือ พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (Wh/m²)

A คือ ค่าขดเคยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์

B คือ ค่าขดเคยการสูญเสียเชิงความร้อน

C คือ ค่าประสิทธิภาพของ Inverter

D คือ ความเข้มของแสง (W/m)

โดยจากสมการข้างต้นจะเห็นได้ว่า กำลังไฟฟ้าของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการจะแปรผันตรงกับความต้องการไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในวัน โดยสามารถประมาณได้จาก โหลดไฟฟ้าที่ในในแต่ละวัน โดยในการศึกษานี้ จะนำข้อมูลของโหลดไฟฟ้ามาจากการรายการคำนวณไฟฟ้า ซึ่งเป็นข้อมูลที่วิศวกรโครงการได้คำนวณมาเพื่อหาขนาดของเครื่องปั่นไฟ (Generator) ที่นำมาติดตั้ง

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยได้ง่าย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่ได้รับความเข้มของแสงอาทิตย์สูง ได้รับแสงแดดอย่างสม่ำเสมอทั้งปี จึงเป็นตัวเลือกพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมนำมาใช้เป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนในโครงการ

5. การใช้ซอฟต์แวร์เพื่อศึกษาวิจัย

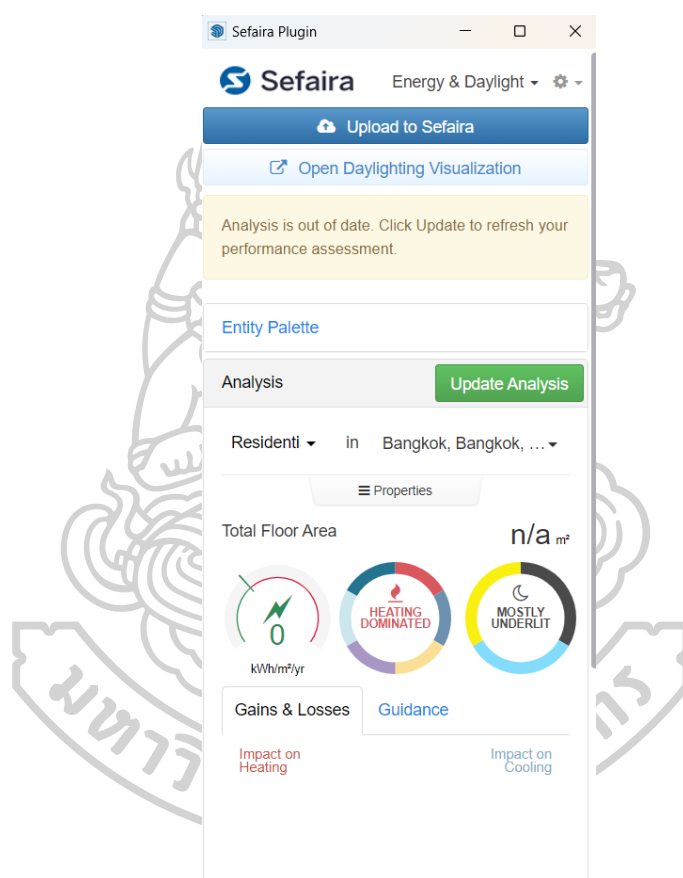
ในงานวิจัยนี้เลือกใช้ซอฟต์แวร์เข้ามาช่วยศึกษา เนื่องจากต้องการทดสอบประสิทธิภาพของอาคารที่มีตัวแปรในการออกแบบแตกต่างกันหลายชุดเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่เหมาะสมที่สุด การนำซอฟต์แวร์เข้ามาช่วยจึงมีความรวดเร็วและประหยัดงบประมาณมากกว่า โดยซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้มีจำนวนทั้งหมด 2 ประเภท ได้แก่ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ประเมินศักยภาพการใช้พลังงานของอาคาร เพื่อคำนวณหาพลังงานสุทธิที่อาคารใช้ และซอฟต์แวร์การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยพิจารณาเลือกผ่าน 3 ประเด็นหลัก ได้แก่

1. ความเหมาะสมกับประเด็นที่จะศึกษา ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะต้องสามารถคำนวณหาค่าพลังงานสุทธิของอาคารได้ เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัยโดยทั่วไป โดยอาจมีความสามารถอื่นที่จะช่วยสนับสนุนให้จากจำลองถูกต้อง และแม่นยำขึ้น
2. ความสะดวกในการใช้งาน ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะใช้งานได้ง่ายและสะดวก เพื่อลดโอกาสเกิดความผิดพลาดในระหว่างขั้นตอนการจำลองที่เกิดจากผู้ใช้งาน
3. ราคา ซอฟต์แวร์ที่ใช้จะต้องมีราคาที่เหมาะสม เพื่อใช้งานได้ถูกกฎหมาย หรือมีเวอร์ชันทดลองใช้งานที่สามารถใช้งานได้ใกล้เคียงกับเวอร์ชันสมบูรณ์การประเมินศักยภาพการใช้พลังงานของอาคาร

การประเมินศักยภาพการใช้พลังงานของอาคาร สามารถใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการประเมินได้ โดยการศึกษาตั้งเป้าว่าจะพิจารณาจากพลังงานสุทธิรายปีที่ลดลงเพื่อเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุง ซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณาได้แก่

5.1 ซอฟต์แวร์ปลั๊กอิน Sefaira

เป็นปลั๊กอินของซอฟต์แวร์ Sketchup ที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานสูงและส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อย โดยสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพของอาคารที่ออกแบบผ่านระบบคลาวด์ได้ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบขั้นต้น เพื่อรวบรวมข้อมูลและข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการออกแบบอาคารให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจได้



ภาพที่ 48 ตัวอย่างหน้าต่างปลั๊กอิน Sefaira ในซอฟต์แวร์ Sketchup

1. คุณสมบัติของซอฟต์แวร์

1. ประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของกรอบอาคารอาคารที่ออกแบบ โดยใช้ข้อมูลจากลักษณะการวางผังของอาคารที่สัมพันธ์กับตำแหน่งดวงอาทิตย์ ขนาดช่องเปิด การออกแบบชายคา แผงบังแดด และค่า U-Value ของผนังทึบและโปร่ง โดยสามารถเลือกแสดงค่าให้เป็นค่าที่ต้องการได้เช่น พลังงานสุทธิต่อปี ความเข้มข้นของการใช้พลังงาน

2. ประเมินผลกระทบของแสงธรรมชาติภายในอาคารเช่น ความสว่างของพื้นที่ ภาวะแสงจ้า
3. ประเมินภาวะความสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ประสิทธิภาพของการระบายอากาศ รวมถึงปัจจัยอื่นๆที่จะส่งผลต่อความสบายของผู้ใช้งานอาคาร
4. แนะนำวิธีการออกแบบที่จะทำให้ประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารที่ออกแบบดีขึ้น

2. การติดตั้งใช้งานซอฟต์แวร์

สามารถใช้งานได้หลังจากสมัครใช้บริการ โดยล็อกอินผ่านซอฟต์แวร์ Sketchup และมีค่าใช้จ่ายสำหรับใช้งาน

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย

การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย ในประเทศไทยที่มีการใช้ซอฟต์แวร์ Sefaira สำหรับวิจัย โดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษา ดังนี้

1. วุฒิสักดิ์ มุสิกรัตน์ธำรง (2565) ใช้ซอฟต์แวร์ Sefaira เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารชุดพักอาศัยขนาดพื้นที่ไม่เกิน 10,000 ตารางเมตร ให้สอดคล้อง กับอาคารมาตรฐาน ASHRAE 90.1 2019
2. นิรันดร์ ชนะวิเศษ (2566) ใช้ซอฟต์แวร์ Sefaira เพื่อศึกษาแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารเรียนพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ มีกรณีศึกษาคือโรงเรียนในสังกัดของ สพฐ. โดยใช้โรงเรียนวัดบ้านกระชาย จังหวัดบุรีรัมย์

5.2 ซอฟต์แวร์ DesignBuilder

เป็นซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร โดยจำลองจากโมเดลที่เขียนขึ้นในซอฟต์แวร์ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพลังงานออกมา รวมถึงสามารถใช้เพื่อจำลองข้อมูลของอุณหภูมิ การระบายอากาศภายในอาคาร ความเร็วของลม เพื่อใช้เป็นข้อมูลให้ผู้ออกแบบนำไปพัฒนาการออกแบบอาคารต่อไป

1. คุณสมบัติของซอฟต์แวร์

1. ประเมินประสิทธิภาพพลังงานของกรอบอาคารที่ออกแบบโดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การวางผังอาคารที่สัมพันธ์กับตำแหน่งดวงอาทิตย์ ขนาดและตำแหน่งของช่องเปิด การออกแบบชายคาและแผงบังแดด และค่า U-Value ของผนังทึบและโปร่ง การวิเคราะห์ผลกระทบของปัจจัยเหล่านี้สามารถคำนวณและแสดงผลลัพธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พลังงานสุทธิรายปี ความเข้มข้นของการใช้พลังงาน และปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์
2. ประเมินผลกระทบแสงธรรมชาติในอาคาร รับรองการคำนวณ Daylight Credit สำหรับมาตรฐานอาคารเขียว เช่น LEED BREEAM WELL และ Green Star สามารถสร้างแผนภาพคอนทัวร์แสดงการกระจายของแสงธรรมชาติและภาวะแสงจ้าในแต่ละส่วนของอาคาร และนำเสนอในรูปแบบของตารางรายงาน
3. ประเมินข้อมูลเกี่ยวกับความสบายความสบายทางอุณหภูมิ (Thermal Comfort) ของผู้ใช้งานอาคาร เช่น ชั่วโมงที่มีความร้อนหรือความเย็นเกินเกณฑ์ความสบายตามมาตรฐาน ASHRAE 55
4. ประเมินการระบายอากาศตามธรรมชาติ โดยใช้แบบจำลอง CFD วิเคราะห์ทิศทางและความเร็วของลม

2. การติดตั้งใช้งานซอฟต์แวร์

สามารถติดตั้งและใช้งานได้ เวอร์ชันทดลองใช้สามารถทดลองได้ 30 วัน โดยใช้งานได้เหมือนซอฟต์แวร์เวอร์ชันสมบูรณ์

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย

ในประเทศไทยที่มีการใช้ซอฟต์แวร์ DesignBuilder สำหรับวิจัย โดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษา ดังนี้

1. ณรรฐพล จันพิชัยโกศล (2564) ใช้ซอฟต์แวร์ DesignBuilder เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของสถานศึกษาโดยใช้ทดสอบกรอบอาคารที่ออกแบบเพื่อหาแนวทางที่ดีที่สุดในการลดการใช้พลังงาน
2. ทัดพงศ์ คมกฤส และชนิกานต์ ยิ้มประยูร (2567) ใช้ซอฟต์แวร์ DesignBuilder เพื่อศึกษาการออกแบบรูปทรง ทิศทาง และเปลือก

อาคารสำนักงาน ที่ส่งผลต่อค่าประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานตาม
มาตรฐาน AHSRAE 90.1-2016

5.3 ซอฟต์แวร์ eQUEST

eQUEST เป็นซอฟต์แวร์จำลองการใช้พลังงานของอาคารที่เป็นซอฟต์แวร์ฟรี ทำงานด้วยการสร้าง แบบจำลองอาคารและสามารถป้อนข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ซอฟต์แวร์ คำนวณปริมาณพลังงานที่ใช้ออกมาได้ โดยทำงานร่วมกับซอฟต์แวร์ DOE-2 ช่วยให้ผู้ใช้สามารถ ประเมินผลกระทบของมาตรการประหยัดพลังงานต่าง ๆ ต่อการใช้พลังงานของอาคารได้

1. คุณสมบัติของซอฟต์แวร์

1. ประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคารที่ออกแบบ โดยใช้ข้อมูล จากลักษณะการวางผังของอาคารที่สัมพันธ์กับตำแหน่งดวงอาทิตย์ ขนาดช่องเปิด การออกแบบชายคา แผงบังแดด และค่า U-Value ของ ผนังทึบและโปร่ง โดยสามารถเลือกแสดงค่าให้เป็นค่าที่ต้องการได้เช่น พลังงานสุทธิรายปี ค่าไฟฟ้าสุทธิรายปี
2. วิเคราะห์แบบจำลองระบบไฟฟ้าและปรับอากาศภายในอาคาร โดย สามารถกำหนดประสิทธิภาพของอุปกรณ์เพื่อคำนวณปริมาณการใช้ งานไฟฟ้าทั้งอาคาร โดยใช้ข้อมูลจากผังไฟฟ้า

2. การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์

สามารถติดตั้งและใช้งานได้ โดยซอฟต์แวร์ eQuest เป็นซอฟต์แวร์ที่ ผู้ใช้งานสามารถใช้ซอฟต์แวร์เวอร์ชันสมบูรณ์ได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย

ในประเทศไทยมีการใช้ซอฟต์แวร์ eQuest สำหรับวิจัย โดยมีตัวอย่าง งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษา ดังนี้

1. สุตาภรณ์ สุดประเสริฐ (2561) ใช้ซอฟต์แวร์ eQuest เพื่อศึกษา แบบจำลองค่าพลังงานไฟฟ้าการปรับอากาศและเปรียบเทียบพลังงาน ไฟฟ้าสุทธิตามรูปแบบของระยะเวลาการคืนทุน หลังปรับเปลี่ยน กรอบอาคารโดยใช้ฉนวนกันความร้อนในอาคารพักอาศัยประเภทบ้าน เดี่ยว

2. จารุวรรณ สุขสีดา และดารณี จาริมิตร (2562) ใช้ซอฟต์แวร์ eQuest เพื่อศึกษาการใช้พลังงานภายในอาคารบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อเสนอแนวทางการลงทุนปรับปรุงเปลือกอาคารบ้านประหยัดพลังงานตามเกณฑ์ประเมินพลังงาน TEEAM (Thailand Energy and Environmental Assessment Method)

จากการศึกษาพบว่าทั้งซอฟต์แวร์ Sefaira, DesignBuilder และ eQuest มีคุณสมบัติเพียงพอที่จะนำมาใช้ศึกษา โดยทั้งสามซอฟต์แวร์สามารถคำนวณค่าพลังงานสุทธิรายปีได้แม่นยำในระดับที่สามารถยอมรับได้ จึงเปรียบเทียบกับคุณสมบัติอื่นๆที่ต้องการพิจารณาตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งได้ผลดังตาราง 17 ต่อไปนี้

ตารางที่ 17 ประเมินความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ใช้ศึกษา (Sefaira, DesignBuilder, eQuest)

คุณสมบัติที่พิจารณา	Sefaira	DesignBuilder	eQuest
ความเหมาะสมกับประเด็นที่จะศึกษา	2	2	2
ความสะดวกในการใช้งาน	2	1	0
ราคา	1	0	2
รวม	5	3	4

จากการประเมินพบว่า ซอฟต์แวร์ Sefaira เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความเหมาะสมเนื่องจากสามารถคำนวณค่าพลังงานสุทธิรายปีได้โดยมีงานวิจัยที่เคยใช้ Sefaira ศึกษาพลังงานรวมของอาคารมาก่อน ใช้งานง่ายเพราะใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ Sketchup ได้และมีราคาไม่สูงมาก ผู้เขียนสามารถจ่ายเพื่อใช้งานซอฟต์แวร์ในเวอร์ชันสมบูรณ์ได้

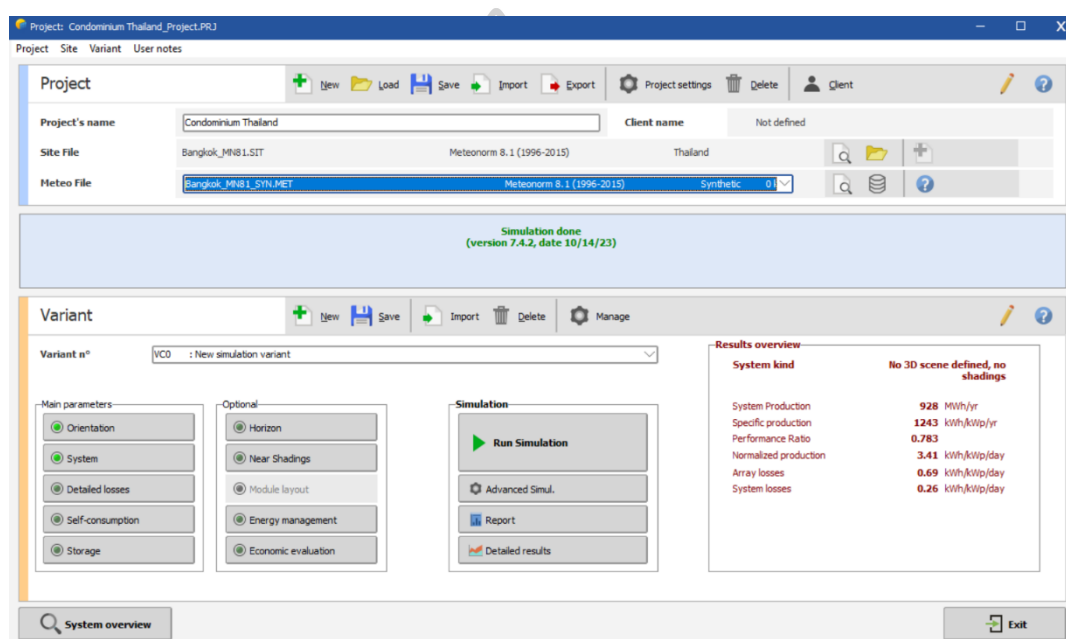
6. การใช้ซอฟต์แวร์ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์เพื่อช่วยในการออกแบบได้ โดยใช้ข้อมูลพลังงานสุทธิที่ได้จากการคำนวณในซอฟต์แวร์ Sefaira มาใช้เป็นปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการและคำนวณด้วยซอฟต์แวร์ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เหมาะสม เพื่อดูแนวโน้ม

ความเป็นไปได้ของการออกแบบอาคารพลังงานสุทธิเป็นศูนย์โดย ซอฟต์แวร์ที่สามารถใช้งานได้ตาม วัตถุประสงค์ที่นำมาพิจารณา ได้แก่

6.1 PVsyst Photovoltaic Software

PVSyst เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบระบบพลังงานแสงอาทิตย์ โดยสามารถ ออกแบบระบบและกำหนดรายละเอียดคุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบได้โดยอาศัยค่าพลังงานสุทธิ และทำงานร่วมกับฐานข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 49 ตัวอย่างหน้าต่างการใช้งานซอฟต์แวร์ PVsyst

1. คุณสมบัติของซอฟต์แวร์

- ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งระบบโดยใช้ข้อมูลพลังงานสุทธิที่ต้องการ โดยมี ฐานข้อมูลของสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา
- มีฐานข้อมูลของอุปกรณ์ในระบบ เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ อินเวอร์เตอร์ ที่สามารถ เลือกกำหนดค่าเอง หรือให้ซอฟต์แวร์แนะนำได้

2. การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์

สามารถติดตั้งและใช้งานได้ เวอร์ชัน Demo Mode สามารถใช้งานได้เต็มรูปแบบ แต่จะไม่สามารถบันทึกข้อมูลและพิมพ์รายงานการวิเคราะห์ได้ และสามารถใช้งานได้ทดลองใช้ Evaluation Mode ได้ 30 วัน โดยใช้งานได้เหมือนซอฟต์แวร์เวอร์ชันสมบูรณ์

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย

ในประเทศไทยที่มีการใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst สำหรับวิจัย โดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษา ดังนี้

1. วงศิยา อนุศักดิ์กุล (2559) ใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst เพื่อศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานภาครัฐในประเทศไทย โดยใช้ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ภายหลังจากการที่เสนอแนวทางปรับลดพลังงานสุทธิต่อปีลงเพื่อดูความเป็นไปได้ในการเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์
2. วันวิสาข์ ศรีสงคราม (2563) ใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst เพื่อออกแบบระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาสำหรับอาคารเรียนในประเทศไทย โดยมีกรณีศึกษา โรงเรียนสระบุรีวิทยาคม แบบอาคารเรียนมาตรฐาน สพฐ. 108 ล./30

6.2 PVWatts Calculator

ซอฟต์แวร์ PVWatts Calculator เป็นซอฟต์แวร์ออนไลน์ที่เปิดให้ใช้งานฟรี สำหรับออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยสามารถแสดงผลออกมาได้ในรูปแบบของพลังงานที่ผลิตได้รายปี

My Location Bangkok » Change Location English Español Українська

HELP **FEEDBACK**

RESOURCE DATA **SYSTEM INFO** RESULTS

SYSTEM INFO RESTORE DEFAULTS

Modify the inputs below to run the simulation.

Go to resource data

DC System Size (kW): 4

Module Type: Standard

Array Type: Fixed (open rack)

System Losses (%): 14.08

Tilt (deg): 20

Azimuth (deg): 180

Loss Calculator

Advanced Parameters

Rooftop Size Estimator

Click below to estimate the system size from your roof area on a map. (optional)

Go to PVWatts results

ภาพที่ 50 ตัวอย่างซอฟต์แวร์ PVWatts Calculator

1. คุณสมบัติของซอฟต์แวร์

ใช้ออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบคริสตัลไลน์ โดยสามารถกำหนดขนาดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการ ซอฟต์แวร์จะแสดงผลในรูปแบบของพลังงานสุทธิที่ผลิตได้รายปี

2. การติดตั้งและใช้งานซอฟต์แวร์

PVWatts Calculator เป็นซอฟต์แวร์ออนไลน์ สามารถใช้งานได้ผ่านทาง <https://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>

3. การรวบรวมการศึกษาและงานวิจัย

ในประเทศไทยที่มีการใช้ซอฟต์แวร์ PVsyst สำหรับวิจัยโดยมีตัวอย่างงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังศึกษา ดังนี้

1. พรสุรีย์ สิทธิสมบูรณ์ (2565) ใช้ซอฟต์แวร์ PVWatts Calculator เพื่อการศึกษาออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อทดแทนพลังงานที่ในบ้านต้นแบบ
2. กษิเดช ทิพย์อมรวิวัฒน์ และชัยรัตน์ วิสุทธิรัตน์ (2565) ใช้ซอฟต์แวร์ PVWatts Calculator เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ จุดคุ้มทุน ของการติดตั้งแผงเซลล์

แสงอาทิตย์ โดยเลือกใช้ PVWatts Calculator เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้คำนวณปริมาณ
พลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากการศึกษาพบว่าทั้งซอฟต์แวร์ PVSyst และ PVWatts Calculator มีคุณสมบัติเพียงพอที่จะนำมาใช้ศึกษา และเป็นสองซอฟต์แวร์ที่ได้รับความนิยมและมีวิจัยทางสถาปัตยกรรมในประเทศไทยรองรับเพียงพอ จึงนำทั้งสองซอฟต์แวร์เปรียบเทียบกับคุณสมบัติอื่นๆที่ต้องการพิจารณาตามที่กล่าวไว้ข้างต้น ซึ่งได้ผลดังตาราง 18 ต่อไปนี้

ตารางที่ 18 ประเมินความเหมาะสมของซอฟต์แวร์ใช้ศึกษา (PVSyst, PVWatts Calculator)

คุณสมบัติที่พิจารณา	PVSyst	PVWatts Calculator
ความเหมาะสมกับประเด็นที่จะศึกษา	2	1
ความสะดวกในการใช้งาน	2	1
ราคา	1	2
รวม	5	4

จากการประเมินพบว่า ซอฟต์แวร์ PVSyst เป็นซอฟต์แวร์ที่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีความยืดหยุ่นในการใช้งานกว่า สามารถเลือกออกแบบระบบแสงอาทิตย์จากพลังงานสุทธิต่ที่ต้องการได้ และยังสามารถคำนวณพลังงานที่ผลิตได้จากพื้นที่ติดตั้งได้ อีกทั้งยังมี Version Evaluation ให้สามารถเลือกใช้เวอร์ชันสมบูรณ์ได้ในเวลาที่กำหนด

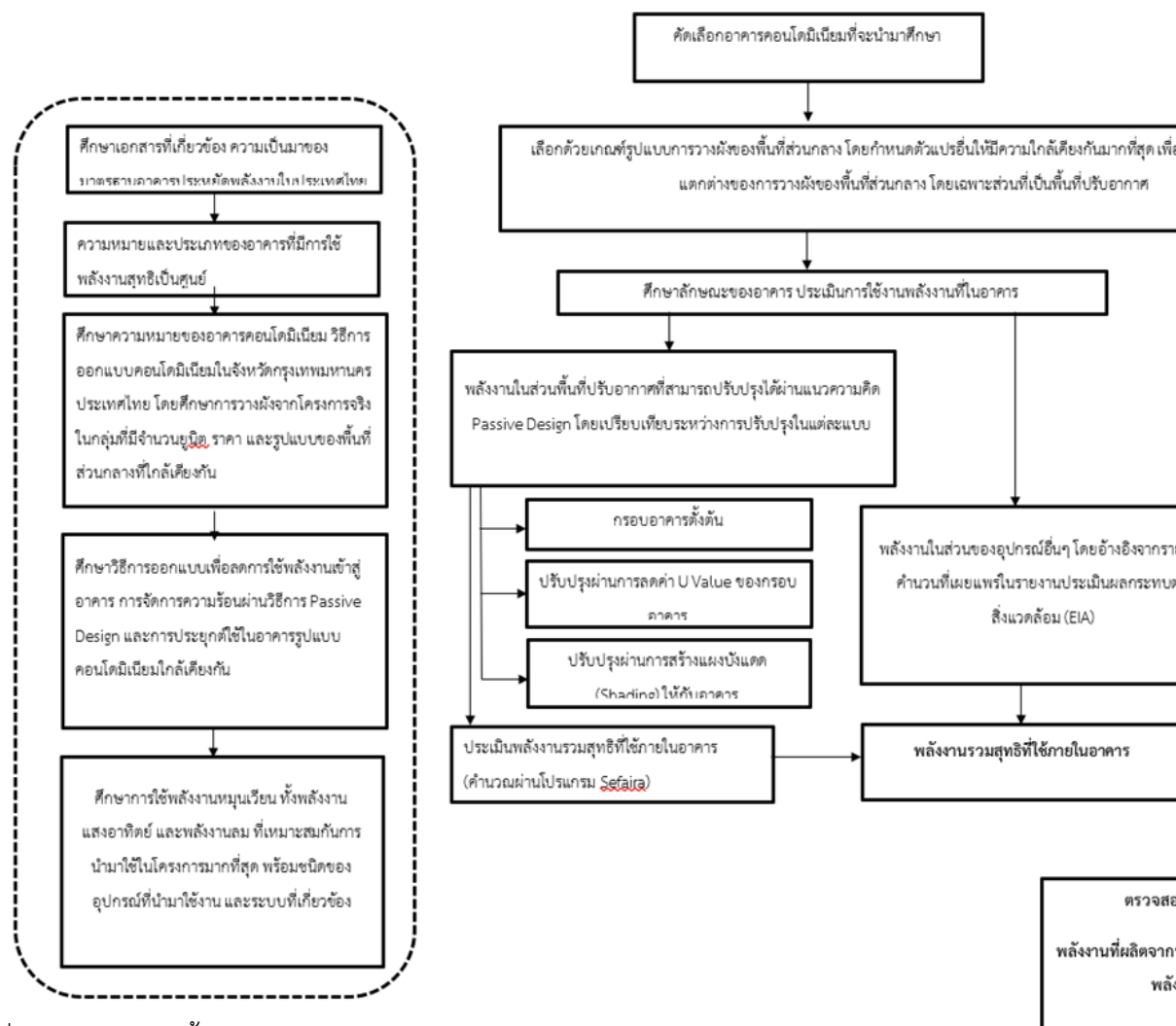
บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษาวิจัย

งานวิจัยอิสระนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการลดการใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลางของโครงการคอนโดมิเนียม ให้เข้าใจลึกลง มีเป้าหมายเพื่อลดการใช้งานพลังงานรวมสุทธิรายปีของพื้นที่ส่วนกลางในอาคารและทดแทนพลังงานด้วยพลังงานจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเลือกศึกษาจากอาคารคอนโดมิเนียมระดับ ECONOMY CLASS ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อเสนอหาแนวทางออกแบบที่เหมาะสม โดยยังคงการออกแบบที่ตอบสนองต่อความต้องการทางตลาดของโครงการคอนโดมิเนียมไว้

การปรับปรุงการใช้งานพลังงานรวมของอาคารจะถูกทดลองด้วยการปรับปรุงกรอบอาคารจากข้อมูลที่นำมาศึกษาในบทที่ 2 เพื่อเปรียบเทียบลักษณะของการวางพื้นที่ส่วนกลางที่ต่างกัน โดยคงขอบเขตของกรอบอาคารไว้เพื่อเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง โดยวัดผลจากค่าพลังงานสุทธิรายปีที่ลดลงด้วยวิธีการตามหลักการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารเพื่อเปรียบเทียบปริมาณร้อยละของพลังงานที่ลดลงของการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางตามวิธีการวางของแต่ละประเภท โดยมีรายละเอียดวิธีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้





แผนภูมิที่ 3 แผนผังแสดงขั้นตอนวิธีการดำเนินงาน

การคัดเลือกอาคารที่เหมาะสมในการศึกษา

จากบทที่ 2 ในการศึกษาคอนโดมิเนียมในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร เพื่อแบ่งประเภทของโครงการคอนโดมิเนียมโดยสามารถแบ่งออกเป็นสองประเภทตามวิธีการวางผังพื้นที่ส่วนกลาง ได้แก่ พื้นที่ส่วนกลางแบบอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และพื้นที่ส่วนกลางแบบอยู่ในอาคารพักอาศัย ได้พิจารณาเพื่อเลือกอาคารที่จะนำมาทดลองศึกษาความเป็นไปได้ในการที่จะทำให้การใช้พลังงานสุทธิรายปีในพื้นที่ส่วนกลางน้อยลงและเข้าใกล้ศูนย์ โดยการเกณฑ์การคัดเลือกอาคารที่จะนำมาศึกษาต่อจะต้องเป็นอาคารที่มีรูปแบบการวางผังพื้นที่ส่วนกลางแตกต่างกัน เพื่อเปรียบเทียบความต่างในบริบทของการใช้พลังงานเมื่อมีการออกแบบที่แตกต่างกัน และมีรายละเอียดอื่นที่นำมาเป็นเกณฑ์ตัดสิน ได้แก่

1. มีประเภทของพื้นที่กิจกรรมที่เท่ากับโครงการอื่น
2. มีอัตราส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวมโครงการใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยสัดส่วนพื้นที่

ส่วนกลางต่อพื้นที่รวมจากการวิเคราะห์สามารถแจกแจงผลได้ตามตาราง ดังนี้

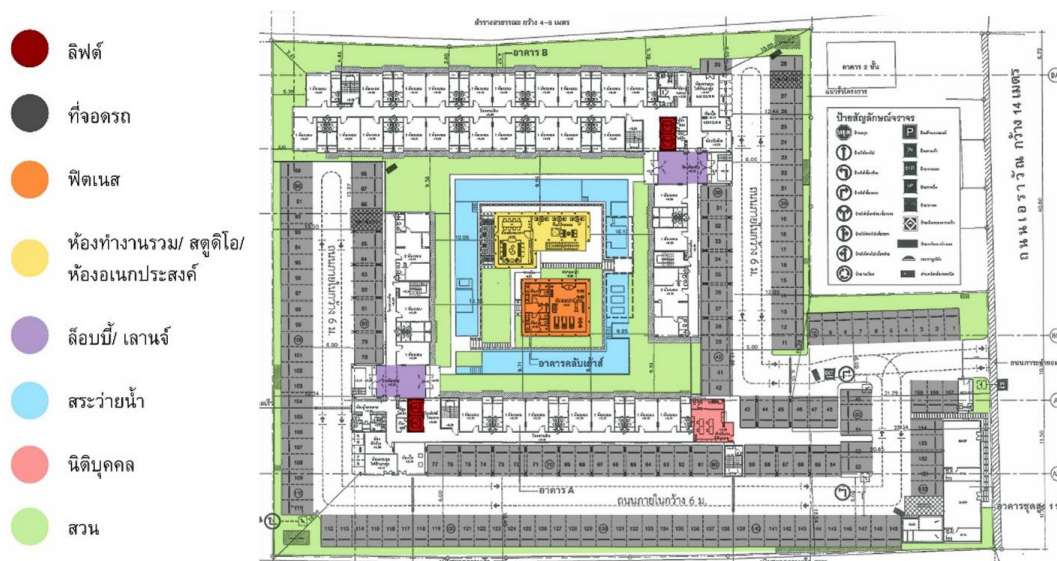
ตารางที่ 19 การวิเคราะห์โครงการกรณีศึกษาเพื่อคัดเลือกโครงการสำหรับศึกษาต่อ

โครงการ	ประเภทพื้นที่ส่วนกลาง	ประเภทพื้นที่ส่วนกลาง	ผล	สัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวม	ส่วนต่างค่าเฉลี่ยสัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวม (0.412)	ผล
ดี เอกเซลล์ ลาดพร้าว – สุทธิสาร	อาคารแยก	9	ผ่านเกณฑ์	0.44	0.028	ไม่ผ่านเกณฑ์
พลัม คอนโด สุขุมวิท 97.1	อยู่ในอาคาร	11	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.42	0.008	ผ่านเกณฑ์

โครงการ	ประเภทพื้นที่ส่วนกลาง	ประเภทพื้นที่ส่วนกลาง	ผล	สัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวม	ส่วนต่างค่าเฉลี่ยสัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่รวม (0.412)	ผล
นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค	อาคารแยก	7	ไม่ผ่านเกณฑ์	0.37	0.042	ไม่ผ่านเกณฑ์
ลุมพินี ซีเล็ค เติ๊ด จรัญ 65	อยู่ในอาคาร	9	ผ่านเกณฑ์	0.44	0.028	ไม่ผ่านเกณฑ์
ดีคอนโด ธาร	อาคารแยก	9	ผ่านเกณฑ์	0.41	0.002	ผ่านเกณฑ์
ดีคอนโด พนา	อยู่ในอาคาร	9	ผ่านเกณฑ์	0.39	0.022	ผ่านเกณฑ์

จากข้อมูลตารางข้างต้น เลือกที่จะศึกษาคอนโดมิเนียมสองโครงการ ได้แก่ ดีคอนโด ธาร และดีคอนโด พนา ที่มีคุณสมบัติตรงตามที่พิจารณาด้วยหลักเกณฑ์ข้างต้น ได้แก่ ลักษณะของการวางตำแหน่งของพื้นที่ส่วนกลางทั้ง 2 โครงการแตกต่างกัน มีจำนวนประเภทของพื้นที่ส่วนกลางเท่ากัน และ ส่วนต่างค่าเฉลี่ยสัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่ร่วมน้อย ซึ่งทั้ง 2 โครงการเป็นโครงการที่ผ่านเกณฑ์ทั้ง 2 ข้อ จึงใช้เป็นโครงการตัวอย่าง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการออกแบบที่เกี่ยวข้องกับพลังงานให้กับคอนโดมิเนียมที่มีจำนวนยูนิตใกล้เคียงกัน ช่วงของราคาต่อตารางเมตรเดียวกัน ซึ่งปรับใช้ได้กับการออกแบบปรับปรุงโครงการเดิม และสร้างโครงการใหม่

1. ดีคอนโด ธาร



ภาพที่ 51 ผังบริเวณระบุตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดีคอนโด ธาร

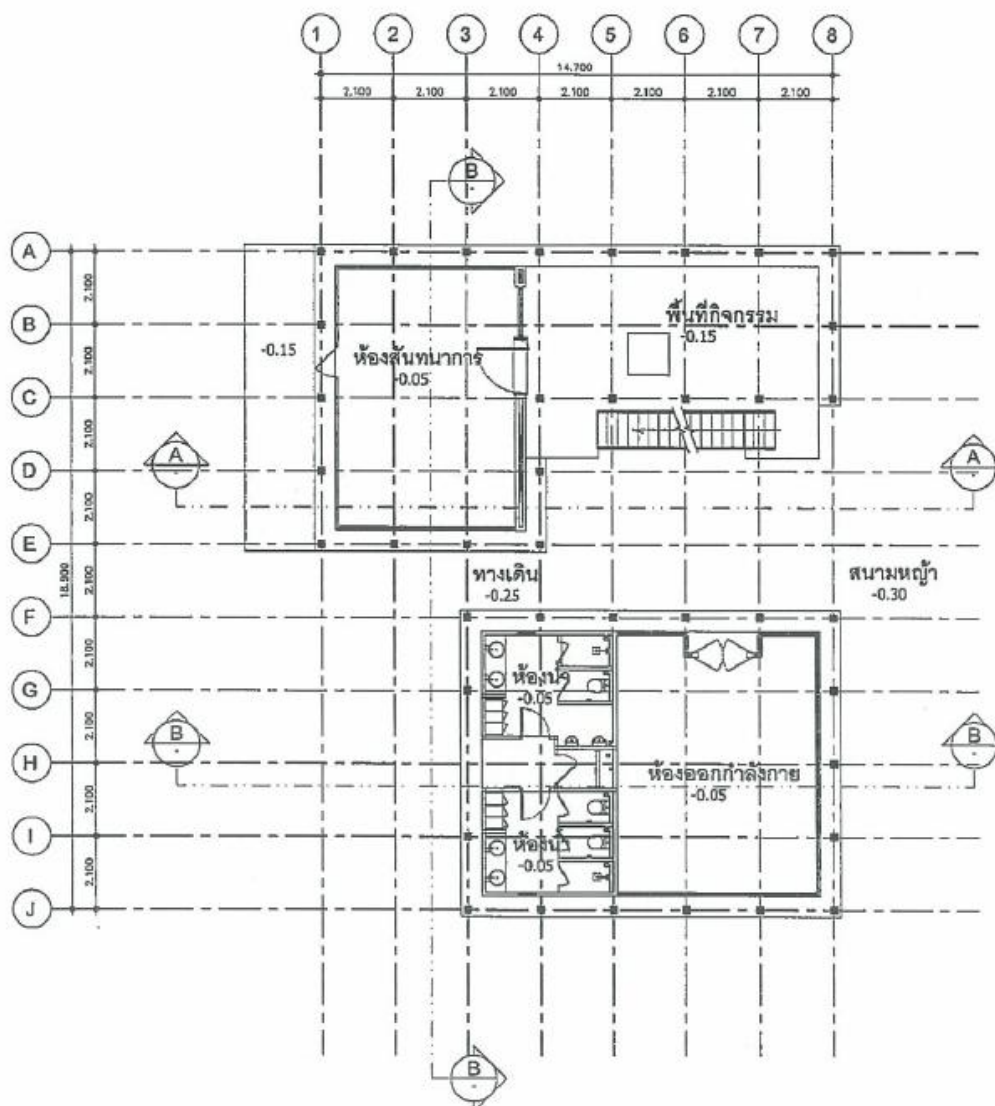
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิ่ง จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

การวางผังโครงการ ดีคอนโด ธาร ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูปตัวแอล จำนวน 2 อาคาร ล้อมรอบกันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีสวนกลางอยู่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ สระว่ายน้ำ และอาคาร Clubhouse ที่มีห้องฟิตเนส และ ห้องทำงานรวม

รายละเอียดพื้นที่ส่วนกลางในโครงการ สามารถจำแนกได้ตามเกณฑ์การปรับอากาศ ดังนี้

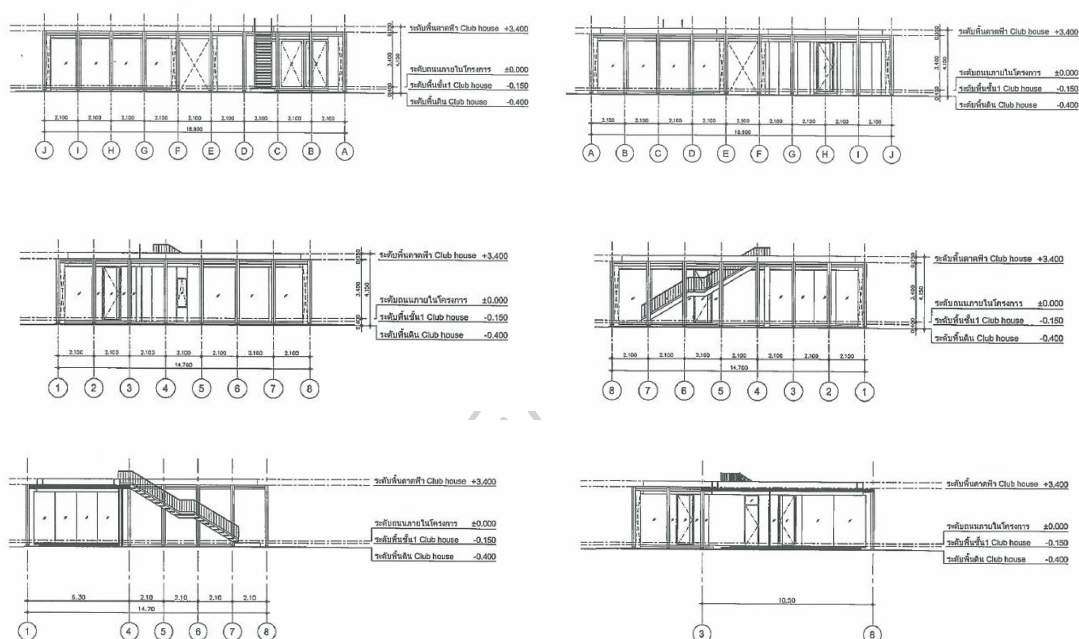
ตารางที่ 20 ขนาดพื้นที่ส่วนกลางแยกตามประเภทการปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ธาร

พื้นที่ปรับอากาศ		พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
กิจกรรม	ขนาด (ตรม.)	กิจกรรม	ขนาด (ตรม.)
ล็อบบี้	104	โถงทางเดิน	2884
ห้องฟิตเนส	64	ที่จอดรถ	3555
ห้องทำงานรวม	36		
ห้องนิติบุคคล	12		
รวม	216	รวม	6439



ภาพที่ 52 ผังพื้นที่อาคาร Clubhouse ดิคอนโด ธาร

ที่มา: บริษัท แสสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดิคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>



ภาพที่ 53 รูปด้าน รูปตัด Clubhouse โครงการติคอนโด ธาร
 ทิมา: บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการติ
 คอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

การวางผังอาคาร ห้องพิตเนสและห้องทำงานรวมเป็นพื้นที่ที่ปรับอากาศถูกออกแบบให้เป็น
 อาคารแยกอยู่ตรงกลางระหว่างอาคารสูง 8 ชั้นสองอาคารล้อมรอบทุกด้าน ห้องพิตเนสมีผนังโปร่ง
 แสงเปิดไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงเหนือ และตะวันตกเฉียงใต้
 ในขณะที่ห้องทำงานรวมผนังโปร่งแสงเปิดไปทุกทิศโดยทั้งสองพื้นที่นี้มีหลังคาคลุม ระยะยื่นของ
 หลังคาประมาณ 60 ซม. โดยกรอบอาคารมีปริมาณพื้นที่วัสดุกรอบอาคาร ดังนี้

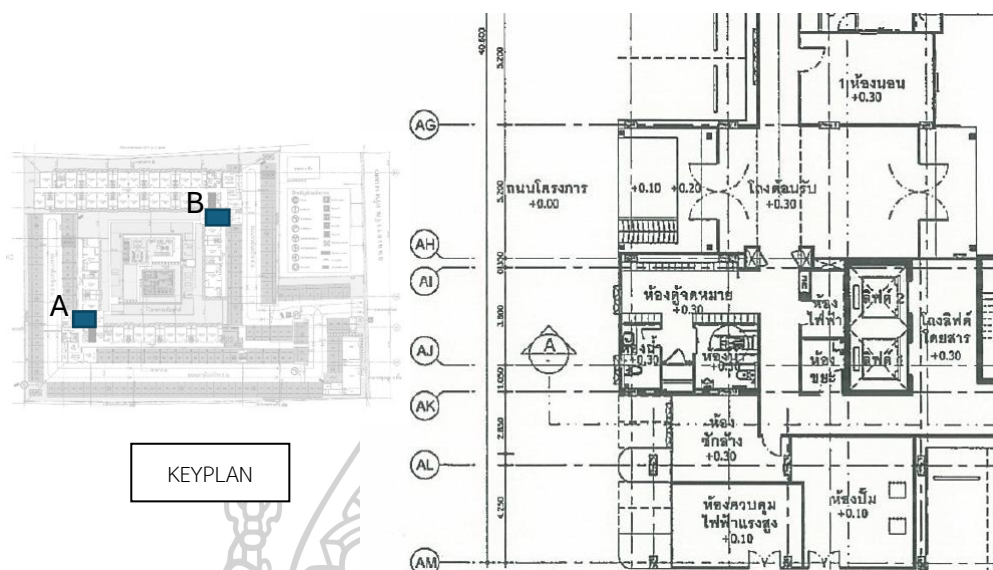
ตารางที่ 21 แสดงขนาดพื้นที่ที่รอบอาคาร แยกตามประเภทวัสดุ อาคาร Clubhouse โครงการ ดีคอนโด ชาร์

วัสดุ	ปริมาณ (ตรม.)
ทิศตะวันตกเฉียงใต้ SW	
คสล.	30.40
กระจก	29.30
อะลูมิเนียม	0.90
รวม	60.60
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ NE	
คสล.	28.50
กระจก	31.45
อะลูมิเนียม	0.70
รวม	60.65
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ NW	
คสล.	38.45
กระจก	29.00
อะลูมิเนียม	-
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ SE	
คสล.	43.05
กระจก	23.70
อะลูมิเนียม	0.70
รวม	67.45

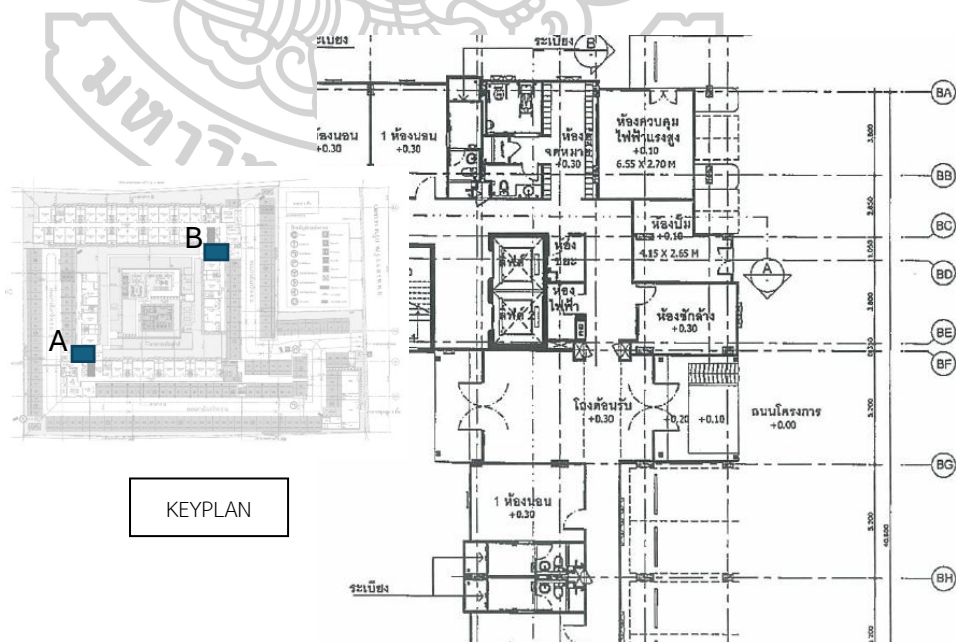
ที่มา: บริษัท แอสสิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>.

จากตาราง และรูปด้านของอาคารพบว่าวัสดุรอบอาคารที่เป็นผนังส่วนมากเป็นกระจก โดยมีหลังคาคอนกรีตคลุม

ส่วนล๊อบบี้เป็นพื้นที่ปรับอากาศโดย แต่ละอาคารพักอาศัยมีล๊อบบี้เป็นของตัวเอง โดยเป็นล๊อบบี้ที่มีความสูงสองชั้น ลักษณะของเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าวางตามแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือ – ตะวันตกเฉียงใต้ทั้งสองอาคาร



ภาพที่ 54 ผังพื้นที่ส่วนโถงต้อนรับ โครงการดีคอนโด อาร อาคาร A
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แอสเสิร์ จากัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
โครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก
<https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>



ภาพที่ 55 ผังพื้นที่ส่วนโถงต้อนรับ โครงการดีคอนโด อาร อาคาร B

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการติคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

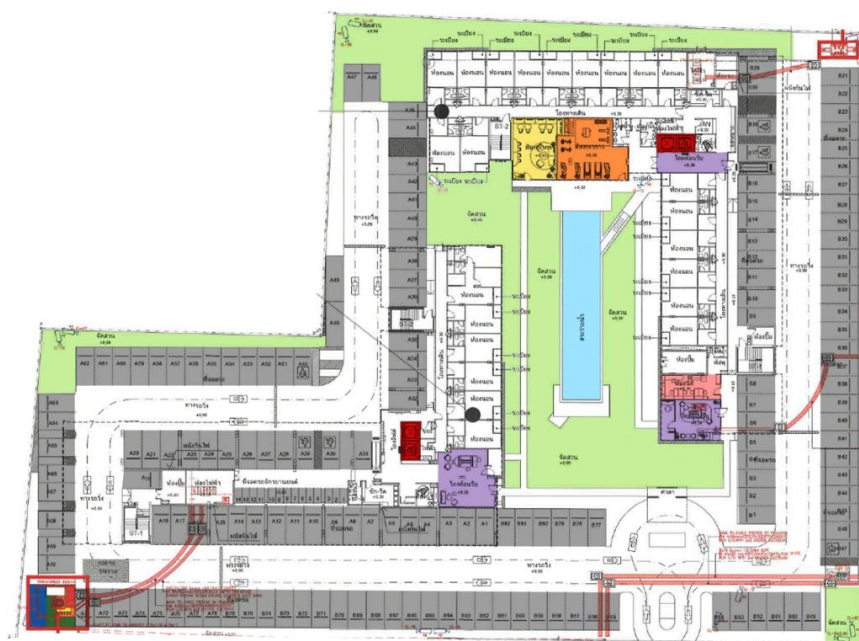
พื้นที่ล๊อบบี้ที่มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิดโล่งสูงสองชั้นและมีกระจกสูงจรดฝ้า จึงอาจทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างช่องเปิดกับพื้นที่ผนัง (WWR, Window to Wall Ratio) จึงมีค่าใกล้เคียง 1 มาก ซึ่งการเลือกใช้วัสดุกรอบอาคารที่มีประสิทธิภาพจะช่วยลดการใช้พลังงานภายในพื้นที่ได้

โครงสร้างและวัสดุอาคารเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังทึบเป็นผนังก่อฉาบเรียบ ในขณะที่ข้อมูลทางด้านวัสดุกรอบอาคารอื่นๆไม่ได้ถูกระบุชัดเจน แต่ระบุค่า U-Value ผ่านการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา (OTTV และ RTTV) ในเอกสารประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของโครงการ (EIA)

หลังคาของทั้งสองตึกพักอาศัยเป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก มีพื้นที่ทั้งหมด 2141 ตารางเมตร

2. ติคอนโด พนา

- ลิฟต์
- ที่จอดรถ
- ฟิตเนส
- ห้องทำงานรวม/ สตูดิโอ/
ห้องอเนกประสงค์
- ล็อบบี้/ เลานจ์
- สระว่ายน้ำ
- นิตยภัต
- สวน



ภาพที่ 56 ผังบริเวณระบุตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดีคอนโด พนา

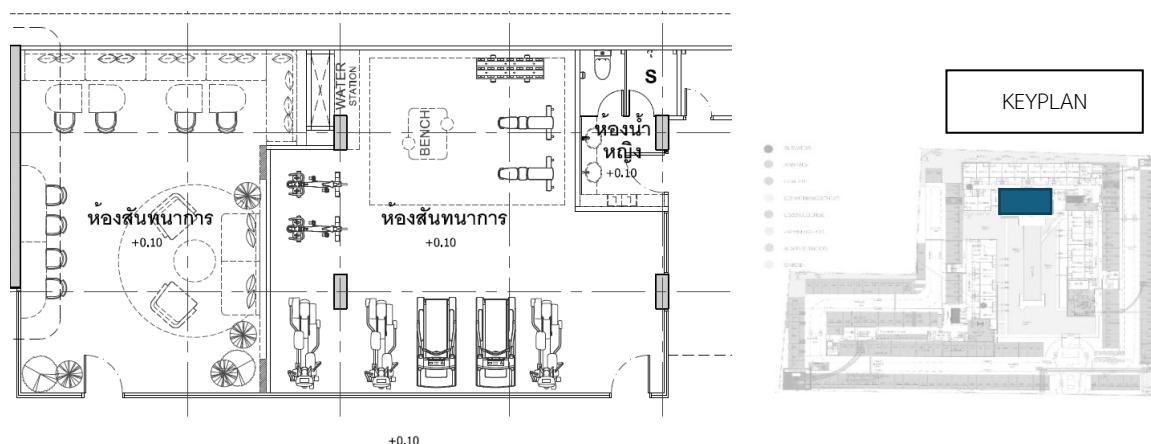
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการดีคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>

การวางผังโครงการ ดีคอนโด พนา ออกแบบวางผังอาคารรวมเป็นรูปตัวแอล จำนวน 2 อาคาร ล้อมรอบกันทำให้เกิดพื้นที่ตรงกลาง โดยมีส่วนกลางอยู่ที่ชั้น 1 ได้แก่ ลานจอดรถ สระว่ายน้ำ และมีพื้นที่ส่วนกลางส่วนห้องฟิตเนส และห้องทำงานรวม อยู่ภายในอาคารชั้น 1 โดยมีรายละเอียดพื้นที่ส่วนกลางทั้งหมดจำแนกตามการปรับอากาศพื้นที่ ดังนี้

ตารางที่ 22 ขนาดพื้นที่ส่วนกลางแยกตามประเภทการปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ธาร

พื้นที่ปรับอากาศ		พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
กิจกรรม	ขนาด (ตรม.)	กิจกรรม	ขนาด (ตรม.)
ล็อบบี้	86	โถงทางเดิน	2765
ห้องฟิตเนส	72	ที่จอดรถ	3555
ห้องทำงานรวม	47		
ห้องนิติบุคคล	15		
รวม	220	รวม	6320

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการดีคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>



ภาพที่ 57 ผังพื้นที่ส่วนพื้นที่ห้องฟิตเนส และห้องทำงานรวม โครงการดีคอนโด พนา

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการดีคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>

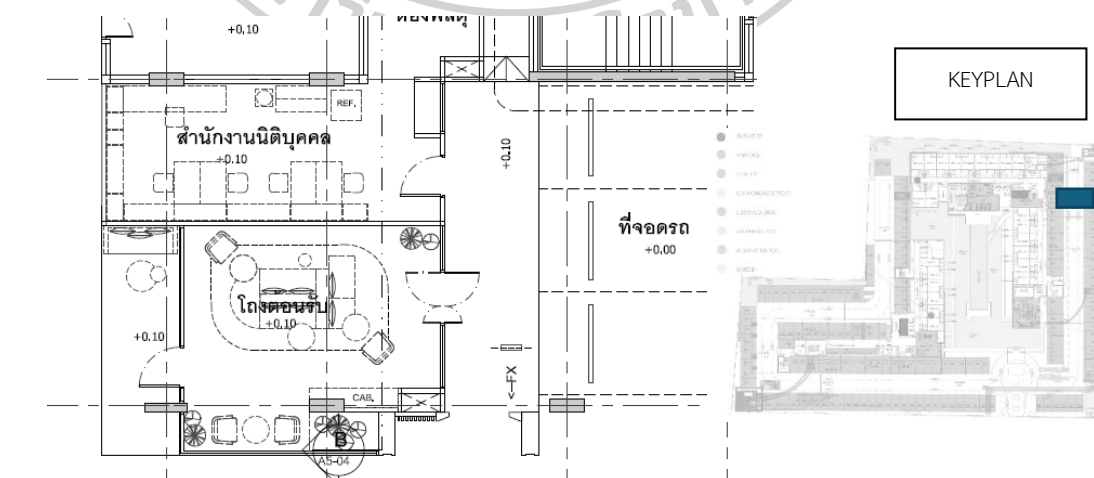
พื้นที่ห้องฟิตเนสและห้องทำงานรวมวางตำแหน่งอยู่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของโครงการ โดยอยู่บริเวณชั้น 1 ของอาคาร B พื้นที่รอบอาคารทั้งหมดเป็นกระจก หลังคาเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กไม่มีชายคายื่นออกมาจากแนวผนังกระจก แต่มีหลังคา คสล. ที่ยื่นออกมาจากแนวกรอบยูนิตพักอาศัยระยะประมาณ 60 ซม. พื้นที่ส่วนที่เหลืออยู่ใต้พื้นของส่วนยูนิตพักอาศัย



ภาพที่ 58 รูปด้านแสดงตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลาง โครงการดิคอนโด พนา

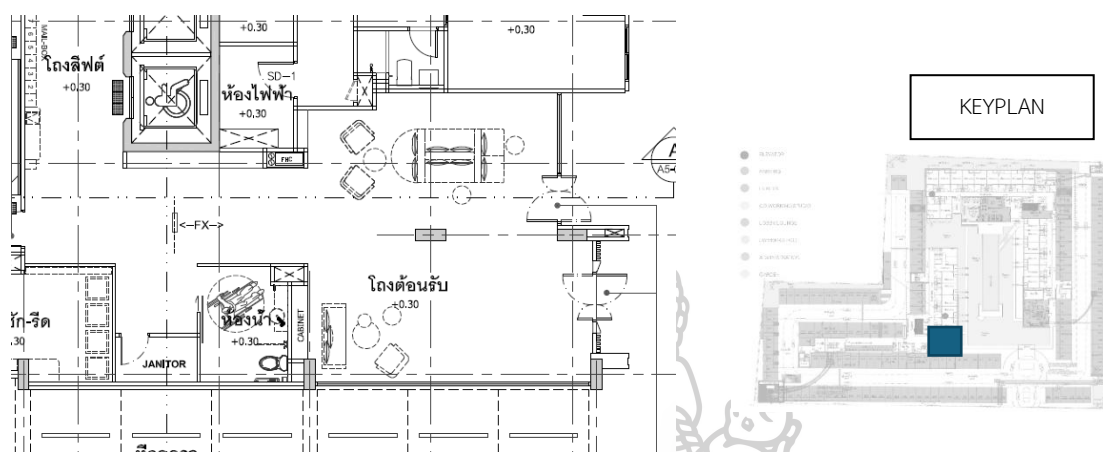
ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดิคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>

ส่วนล๊อบบี้เป็นพื้นที่ปรับอากาศโดย แต่ละอาคารมีล๊อบบี้เป็นของตัวเอง โดยตั้งอยู่ทางทิศใต้ และตะวันออกเฉียงใต้ของโครงการและกรอบอาคารเป็นกระจกตำแหน่งอยู่ทางทิศใต้และทิศตะวันออก



ภาพที่ 59 ผังพื้นที่ส่วนกลาง ล็อบบี้อาคาร B โครงการดิคอนโด พนา

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิ่ง จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
โครงการดีคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>



ภาพที่ 60 ผังพื้นที่ส่วนกลางล็อบบี้ ล็อบบี้อาคาร A โครงการดีคอนโด พนา

ที่มา: ดัดแปลงจาก บริษัท แสตนลิ่ง จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
โครงการดีคอนโด พนา. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>

โครงการดีคอนโด ธาร และดีคอนโด พนา มีจำนวนกิจกรรมในโครงการที่เหมือนกัน โดยแต่ละพื้นที่กิจกรรมได้ระบุช่วงเวลาเปิดปิดพื้นที่ไว้ชัดเจนดังนี้

	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00
PARKING													
CORRIDOR													
CO WORKING													
LOBBY													
FITNESS													

ภาพที่ 61 แผนผังช่วงเวลาการเปิดใช้งานพื้นที่ส่วนกลาง

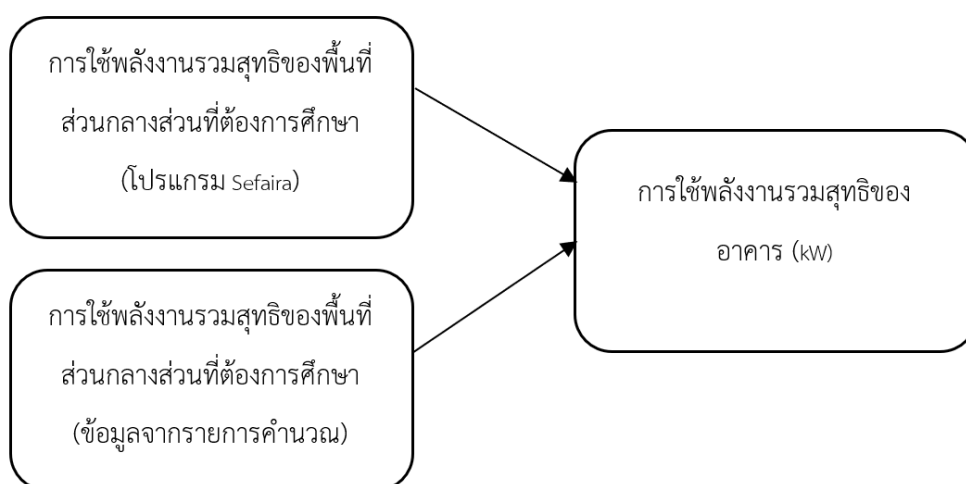
	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00
PARKING													
CORRIDOR													
CO WORKING													
LOBBY													
FITNESS													

ภาพที่ 62 แผนผังช่วงเวลาการใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างของพื้นที่ส่วนกลาง

	0:00	2:00	4:00	6:00	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00	22:00	0:00
PARKING													
CORRIDOR													
CO WORKING													
LOBBY													
FITNESS													

ภาพที่ 63 แผนผังช่วงเวลาการใช้งานระบบปรับอากาศของพื้นที่ส่วนกลาง

วิธีการศึกษาการใช้งานพลังงานของอาคารในแต่ละรูปแบบ



แผนภูมิที่ 4 แสดงวิธีการคำนวณพลังงานรวมพื้นที่ส่วนกลาง

การศึกษาการใช้งานพลังงานสุทธิของทั้งสองโครงการนั้น ศึกษาโดยจำแนกพลังงานเป็นสองส่วน ได้แก่ พลังงานงานส่วนของพื้นที่ปรับอากาศ (ห้องฟิตเนส ห้องทำงานรวม และลิอบบี้) คำนวณโดยโปรแกรม Sketchup Sefaira เนื่องจากพิจารณาแล้วว่าเป็นส่วนที่ต้องการปรับปรุง เพื่อให้ระบบปรับอากาศทำงานด้วยภาระที่เบาลง โดยใช้การกรอกข้อมูลของกรอบอาคารและแผงบังแดดที่กำหนดผ่านการออกแบบกรอบอาคาร ส่วนพลังงานส่วนอื่นๆใช้ข้อมูลจากรายการคำนวณจากรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ซึ่งพิจารณาว่าเป็นพลังงานที่ยังไม่สามารถปรับลดได้ เนื่องจากยังไม่สามารถหาเทคโนโลยีระบบอาคารที่เหมาะสมกว่า มาใช้งานทดแทน โดยรายละเอียดการใช้พลังงานในส่วนนี้ของทั้งสองโครงการ มีดังนี้

1. โครงการดีคอนโด ธาร (D Condo Tann)

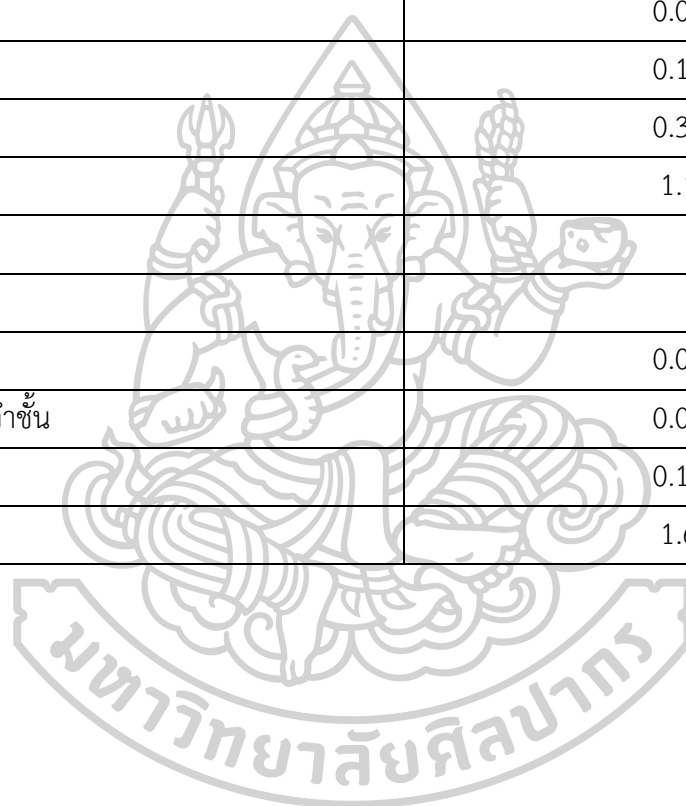
อาคาร A

ตารางที่ 23 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด ธาร อาคาร A

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดห้องพักอาศัย	
ห้องพักอาศัย (รวม)	506.82

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป	
ชั้นที่ 1	
ห้องควบคุมไฟฟ้าแรงสูง	0.45

ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องเครื่องปั๊ม	0.33
โถงต้องรับ	0.34
ห้องจดหมาย	0.14
สำนักงานนิติบุคคล	6.51
ห้องซักล้าง	0.39
ห้องเก็บขยะ	0.03
ห้องน้ำ	0.09
โถงลิฟต์	0.13
โถงบันได	0.32
โถงทางเดิน	1.1
ที่จอดรถ	
ชั้นที่ 2	
ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องขยะประจำชั้น	0.03
โถงลิฟต์	0.12
โถงบันได	1.6



ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ชั้นที่ 3 – 8	
ห้องไฟฟ้า	0.36
ห้องขยะประจำชั้น	0.18
โถงลิฟต์	0.72
โถงบันได	2.04
โถงทางเดิน	9.6
ชั้นหลังคา	
ห้องเครื่องลิฟต์	0.39
ห้องเครื่องปั๊ม	0.15
โถงบันได	0.15
อาคาร CLUBHOUSE	
ทางเดิน	4.935
ห้องสันทนาการ พื้นที่กิจกรรม	19.14
ห้องน้ำ	0.22
ห้องออกกำลังกาย	5.28
สระว่ายน้ำ	4.725
รวมหมวดส่วนกลางทั่วไป	59.90

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดลิฟต์โดยสาร	
ลิฟต์โดยสาร 1,2	20
90 Percent Demand Factor	1
หมวดอื่นๆ	
ระบบสื่อสาร	3.5
รวมโหลดอื่นๆ	3.5

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง	
ระบบปั๊ม	15
ระบบปั๊มระบายน้ำ	5
ระบบบำบัดน้ำเสีย	9
ระบบปั๊มสระว่ายน้ำ	7.5
รวมโหลดระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง	36.5

ที่มา: บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

อาคาร B

ตารางที่ 24 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด ชาร์ อาคาร B

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดห้องพักอาศัย	
ห้องพักอาศัย (รวม)	518.34

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป	
ชั้นที่ 1	
ห้องควบคุมไฟฟ้าแรงสูง	0.48
ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องเครื่องปั๊ม	0.33
โถงต้องรับ	0.28
ห้องจดหมาย	0.14
ห้องซักล้าง	0.33
ห้องเก็บขยะ	0.03
ห้องน้ำ	0.09
โถงลิฟต์	0.12

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
โถงบันได	0.34
โถงทางเดิน	1.43
ที่จอดรถและถนนในโครงการ	28
ปั๊มน้ำ	1.43
ชั้นที่ 2	
ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องขยะประจำชั้น	0.03
โถงลิฟต์	0.12
โถงบันได	1.6
ชั้นที่ 3 - 8	
ห้องไฟฟ้า	0.36
ห้องขยะประจำชั้น	0.18
โถงลิฟต์	0.72
โถงบันได	2.04
โถงทางเดิน	9.36
ชั้นหลังคา	
ห้องเครื่องลิฟต์	0.39
ห้องเครื่องปั๊ม	0.15
โถงบันได	0.12
รวมหมวดส่วนกลางทั่วไป	59.04

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดลิฟต์โดยสาร	
ลิฟต์โดยสาร 1,2	20
90 Percent Demand Factor	1
ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดอื่นๆ	
ระบบสื่อสาร	3.5
รวมโหลดอื่นๆ	3.5

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง	
ระบบปั๊ม	15
ระบบปั๊มน้ำระบายน้ำ	5
ระบบบำบัดน้ำเสีย	9

ที่มา: บริษัท แสตนลิริ จำกัด (มหาชน). (2562). รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า. เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>

2. โครงการดีคอนโด พนา (D Condo Panna)

อาคาร A

ตารางที่ 25 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดีคอนโด พนา อาคาร A

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดห้องพักอาศัย	
ห้องพักอาศัย (รวม)	556.42

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป	
ชั้นที่ 1	
โถงต้อนรับ	5.27
ห้องนันทนาการ	22.63
ห้องนิติบุคคล	4.65
ห้อง MDB	0.50
ห้องเครื่องปั๊ม	0.21
ห้องไฟฟ้า	0.08
ห้องพักรักษาพยาบาล	0.08
โถงทางเดิน	1.98
โถงบันไดหนีไฟ	0.30
พื้นที่จอดรถ	1.77

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ชั้นที่ 2	
ห้องไฟฟ้า	0.08
ห้องพักขยะประจำชั้น	0.08
โถงทางเดิน	2.25
โถงบันไดหนีไฟ	0.30
ชั้นที่ 3 - ชั้นที่ 8	
ห้องไฟฟ้า	0.45
ห้องพักขยะประจำชั้น	0.47
โถงทางเดิน	13.50
โถงบันไดหนีไฟ	1.80
ชั้นหลังคา	
โถงทางเดิน	0.09
ห้องเครื่องปั๊ม	0.45
รวมหมวดส่วนกลางทั่วไป	56.92

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดลิฟต์โดยสาร	
ลิฟต์โดยสาร 1,2	40
90 Percent Demand Factor	36
ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดอื่นๆ	
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอก	15
ระบบสื่อสาร	20
รวมโหลดอื่นๆ	35
80 Percent Demand Factor	28
ระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง	
Cold Water Pump	60
Booster Pump	5
Wastewater Treatment Pump	15

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
Drainage Pump	20
รวมโหลดระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง	100
80 Percent Demand Factor	80
ระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	
Ventilation Fan	10
รวมโหลดระบบปรับอากาศและระบายอากาศ	10
80 Percent Demand Factor	8

ที่มา: บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ
ดิคอนโด จรัญฯ-ปิ่นเกล้า (PHASE 2). เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก
<https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>

รวมโหลดทั้งหมดของโครงการ ดิคอนโด พนา อาคาร A เท่ากับ 765.34 kVA

อาคาร B

ตารางที่ 26 จำนวนโหลดไฟฟ้ารวม โครงการดิคอนโด พนา อาคาร B

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดห้องพักอาศัย	
ห้องพักอาศัย (รวม)	538.40

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป	
ชั้นที่ 1	
โถงต้อนรับ	14.11
ห้องจดหมาย	0.22
ห้องซักรีด	1.84
ห้องน้ำรวม	0.46
ห้อง MDB	0.76
ห้องเครื่องปั๊ม	0.54

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องพักขยะประจำชั้น	0.06
โถงทางเดิน	0.60
โถงบันไดหนีไฟ	0.27
พื้นที่จอดรถ1	4.97
ชั้นที่ 2	
ห้องไฟฟ้า	0.06
ห้องพักขยะประจำชั้น	0.06
โถงทางเดิน	2.33
โถงบันไดหนีไฟ	0.27
ชั้นที่ 3 - ชั้นที่ 8	
ห้องไฟฟ้า	0.34
ห้องพักขยะประจำชั้น	0.34
โถงทางเดิน	13.95
โถงบันไดหนีไฟ	1.64
ชั้นหลังคา	
โถงทางเดิน	0.08
ห้องเครื่องปั๊ม	0.75
รวมโหลดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป	746.10

ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดลิฟต์โดยสาร	
ลิฟต์โดยสาร 1,2	40
90 Percent Demand Factor	36
ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
หมวดอื่นๆ	
ระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายนอก	15
ระบบสื่อสาร	20
อุปกรณ์สระว่ายน้ำ	15

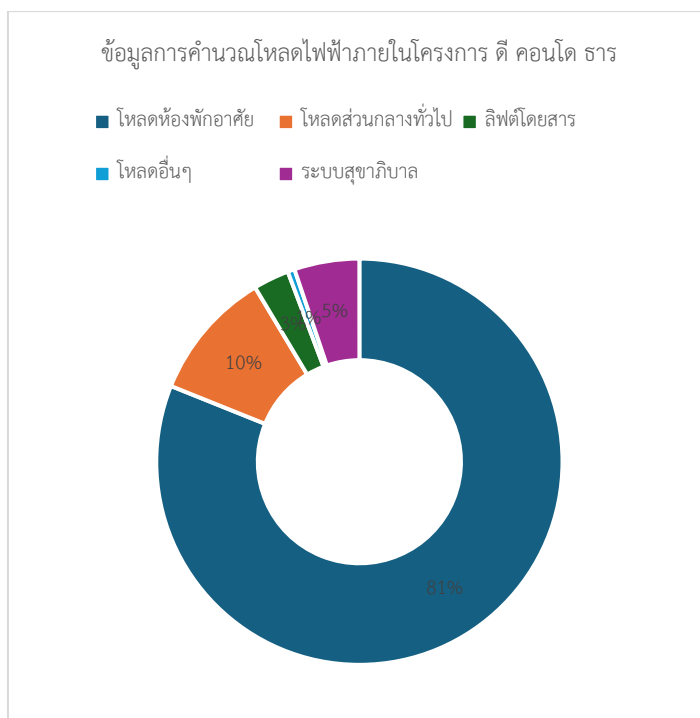
ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
Ventilation Fan	10
รวมโหลดอื่นๆ	45
80 Percent Demand Factor	36
ตำแหน่ง	โหลดไฟฟ้ารวม (kVA)
ระบบสุขาภิบาลและระบบดับเพลิง	
Cold Water Pump	60
Booster Pump	5
Wastewater Treatment Pump	15
Drainage Pump	20
รวมโหลดระบบสุขาภิบาลและดับเพลิง	100
80 Percent Demand Factor	80

ที่มา: บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ ดีคอนโด จรัญฯ-ปิ่นเกล้า (PHASE 2). เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>

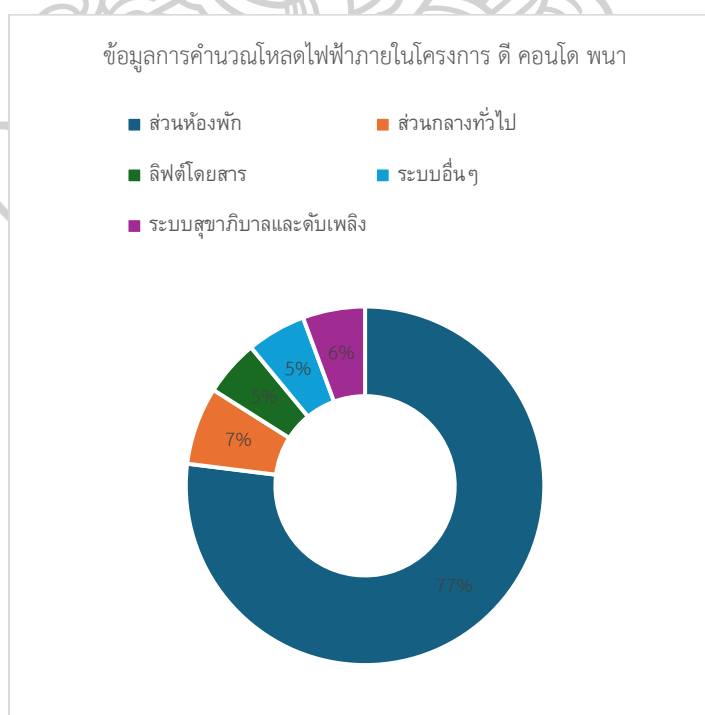
รวมโหลดทั้งหมดของโครงการ ดีคอนโด พนา อาคาร B เท่ากับ 746.10 kVA โดยจากข้อมูลเบื้องต้น สามารถสรุปโหลดไฟฟ้าภายในแต่ละโครงการ โดยแยกตามประเภทได้ ดังนี้

ตารางที่ 27 แสดงการคำนวณโหลดไฟฟ้ารวม เปรียบเทียบ โครงการดีคอนโด ธาร และดีคอนโด พนา

โครงการ	โหลดไฟฟ้าภายในโครงการ (kVA)					
	ส่วน ห้องพัก	ส่วนกลาง ทั่วไป	ลิฟต์ โดยสาร	ระบบอื่นๆ	ระบบ สุขาภิบาลและ ดับเพลิง	รวม
D Condo Tann	1025.16	130.75	36	7	65.5	1264.41
D Condo Panaaa	1094.82	99.62	72	76	80	1422.44



แผนภูมิที่ 5 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์

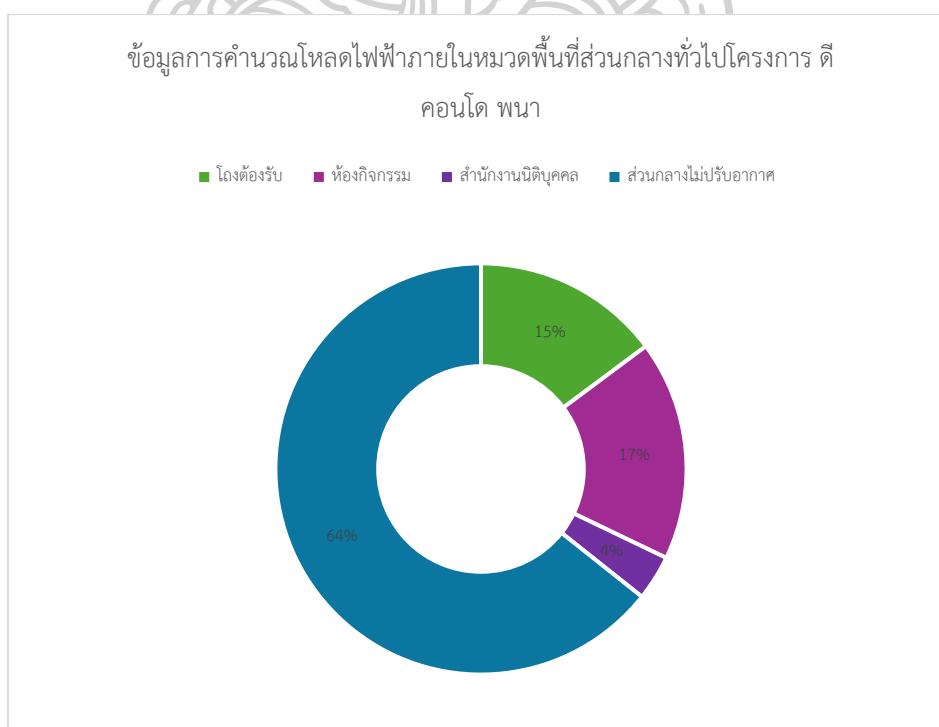


แผนภูมิที่ 6 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา

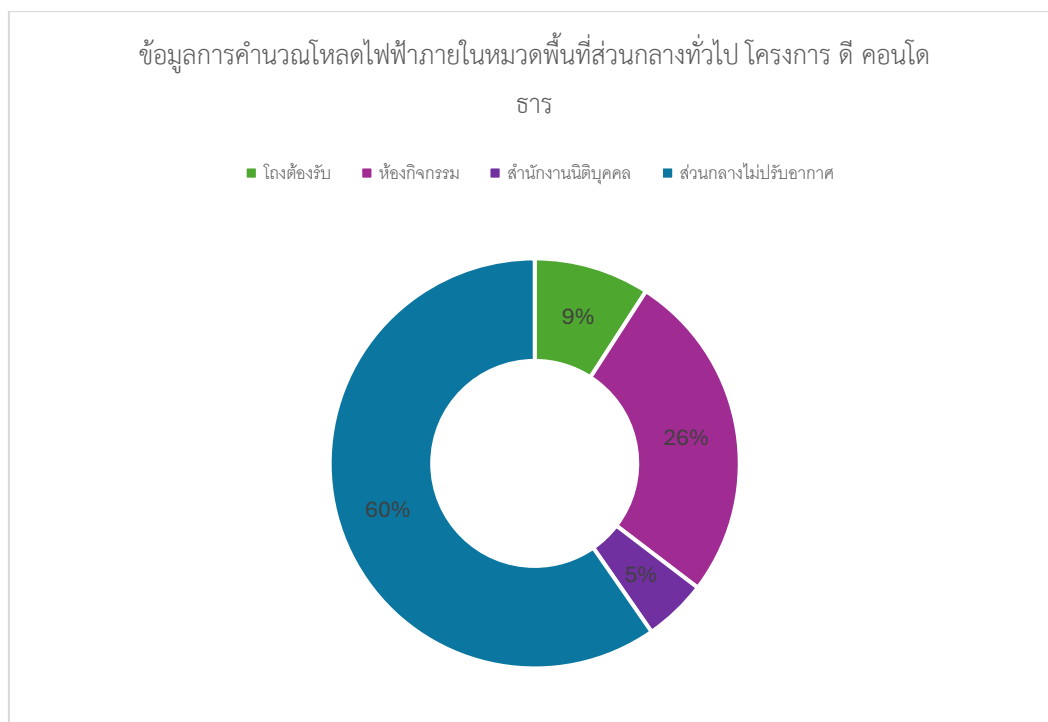
จากข้อมูลโหลดไฟฟ้าของทั้งสองโครงการ พบว่า ทางเจ้าของโครงการจะต้องรับผิดชอบค่าไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามการคำนวณโหลดไฟฟ้า โดยพื้นที่ส่วนที่มีจำนวนโหลดเยอะที่สุด ได้แก่พื้นที่ส่วนกลางทั่วไป (สีส้ม) ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ส่วนกลางที่มีระบบปรับอากาศ ได้แก่ห้องส่วนกลางต่างๆ และส่วนที่ไม่มีการปรับอากาศ ได้แก่ บริเวณโถงทางเดิน ระบบแสงสว่างทั้งอาคาร โหลดในส่วนพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป สามารถจำแนกได้ตามกิจกรรมดังนี้

ตารางที่ 28 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์ และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป

โครงการ	โหลดไฟฟ้าภายในโครงการ (kVA)			
	โถงต้องรับ	ห้องกิจกรรม	สำนักงานนิติบุคคล	ส่วนกลางไม่ปรับอากาศ
D Condo Tann	11.94	34.3	6.51	78
D Condo Panaaa	19.37	22.63	4.65	84.1



แผนภูมิที่ 7 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา



แผนภูมิที่ 8 แสดงข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ธาร และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป

เมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนพื้นที่ประเภทพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป พบว่าสัดส่วนการใช้พลังงานส่วนที่เป็นพื้นที่ไม่ปรับอากาศมีโหลดไฟฟ้าที่สูงเกิน 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าพื้นที่ในส่วนปรับอากาศที่มีค่าโหลดไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ จึงอาจพิจารณาได้ว่า สำหรับคอนโดรูปแบบที่นำมาศึกษารวมถึงโครงการอื่นๆที่มีสัดส่วนพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่ใกล้เคียงกันจะมีลักษณะการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นการใช้การออกแบบ Passive Design ควบคู่ไปกับการพิจารณาให้โครงการใช้อุปกรณ์อาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานดีขึ้นจะช่วยลดพลังงานอย่างมีนัยยะสำคัญได้มากกว่า แต่เนื่องจากการศึกษานี้เน้นพิจารณาในส่วนของการออกแบบสถาปัตยกรรมของโครงการเป็นหลัก จึงเลือกพิจารณาในส่วนพื้นที่ปรับอากาศที่สามารถลดการใช้พลังงานด้วยการออกแบบกรอบอาคารเป็นหลัก

หลังจากการพิจารณา พื้นที่ที่จะนำมาศึกษาต่อ ได้แก่พื้นที่ในหมวดห้องกิจกรรมซึ่งนับรวมเป็นพื้นที่ประมาณ 26 เปอร์เซ็นต์ของโครงการ ประกอบด้วยห้องฟิตเนส ห้องทำงานรวม และห้องลิโอบบี้ ซึ่งทั้งสองโครงการมีลักษณะของการวางผังที่แตกต่างกัน

การใช้พลังงานรวมของโครงการในส่วนที่เป็นค่าพลังงานคงที่

การใช้พลังงานรวมภายในพื้นที่เหล่านี้จะถูกคำนวณผ่านโปรแกรม Sketchup Sefaira โดยเปรียบเทียบผ่านค่าการใช้งานพลังงานสุทธิในรอบปี (Annual Energy Use, kWh) ในขณะที่พื้นที่นอกเหนือจากพื้นที่ที่ต้องการศึกษา จะใช้ข้อมูลจากการคำนวณโหลดไฟฟ้าที่ถูกคำนวณเพื่อหาขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลง โดยสามารถแปลงหน่วยจากหน่วยที่ระบุในรายการ (VA) ให้เป็นหน่วยที่ตรงกันได้ โดยการใช้ค่าพาวเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor) ซึ่งมีรายละเอียดที่เกี่ยวข้องดังนี้ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553)

$$\text{Power Factor (PF)} = \frac{P}{S} = \frac{\text{Watt}}{\text{VA}} \quad [4]$$

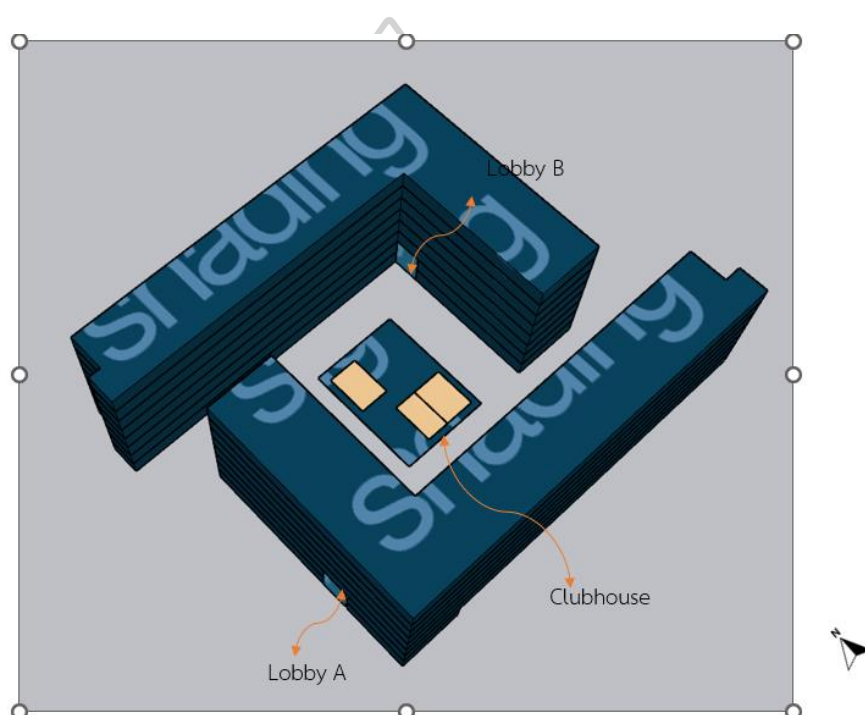
เมื่อค่า Power Factor (PF) คือ อัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริง (P) ต่อกำลังงานที่ปรากฏ (S) โดยหากระบบไฟฟ้ามีค่า Power Factor ที่ต่ำ จะทำให้เกิดกำลังงานสูญเสียในอุปกรณ์ต่างๆ เป็นภาระต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและหม้อแปลง ดังนั้น ทางกรมไฟฟ้าแห่งประเทศไทย จึงมีมาตรการกำหนดให้ผู้ที่ใช้ไฟฟ้า มีหน้าที่ต้องปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีค่า Power Factor มากกว่า 0.85 ขึ้นไป โดยมีค่าสูงสุดคือ 1 ดังนั้น จากข้อมูลการคำนวณระบบไฟฟ้าที่คำนวณค่าออกเป็นค่ากำลังงานที่ปรากฏ (VA, kVA) สามารถนำมาแปลงค่าให้เป็นกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริง เพื่อใช้ประมาณการใช้พลังงานรวมสุทธิของอาคารได้ จากการแทนค่าลงในสมการ

$$\begin{aligned} P &= PF \times S \\ P &= 0.85 \times S \end{aligned} \quad [5]$$

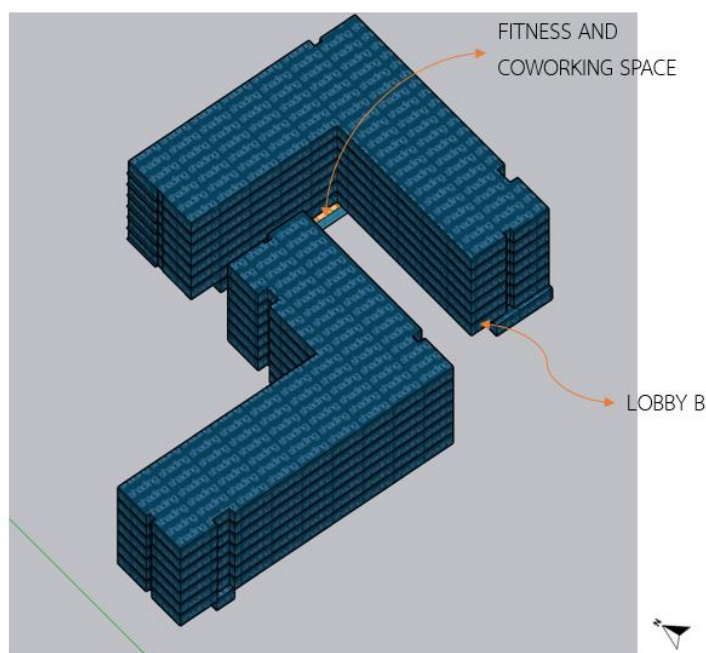
ในส่วนของการใช้พลังงานรวมสุทธิต่อปีของพื้นที่ล๊อบบี้ ฟิตเนส และห้องทำงานรวมนั้น จะเปรียบเทียบตามวิธีการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

การเตรียมโมเดลสำหรับการศึกษด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

การศึกษาด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira มีขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการขึ้นโมเดลกรอบอาคารผ่านโปรแกรม Sketchup เพื่อกำหนดค่าของกรอบอาคารในแต่ละส่วนก่อน โดยในการศึกษา คอนโดมิเนียมทั้งสองโครงการนี้ จะกำหนดพื้นที่ส่วนกลางล็อบบี้ ห้องฟิตเนส และห้องทำงานรวมให้เป็นพื้นที่ที่ถูกคำนวณด้วยโปรแกรม Sefaira และพื้นที่ส่วนอื่นจะถูกกำหนดค่าให้เป็นกลุ่มอาคารที่ไม่ได้ถูกคำนวณ แต่มีส่วนเกี่ยวข้องในการรับแสงอาทิตย์ของกรอบอาคารที่ต้องการศึกษา

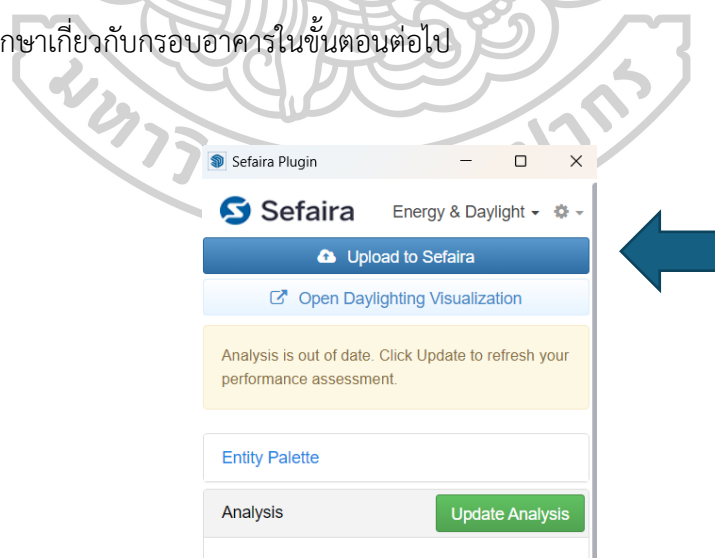


ภาพที่ 64 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด ธาร

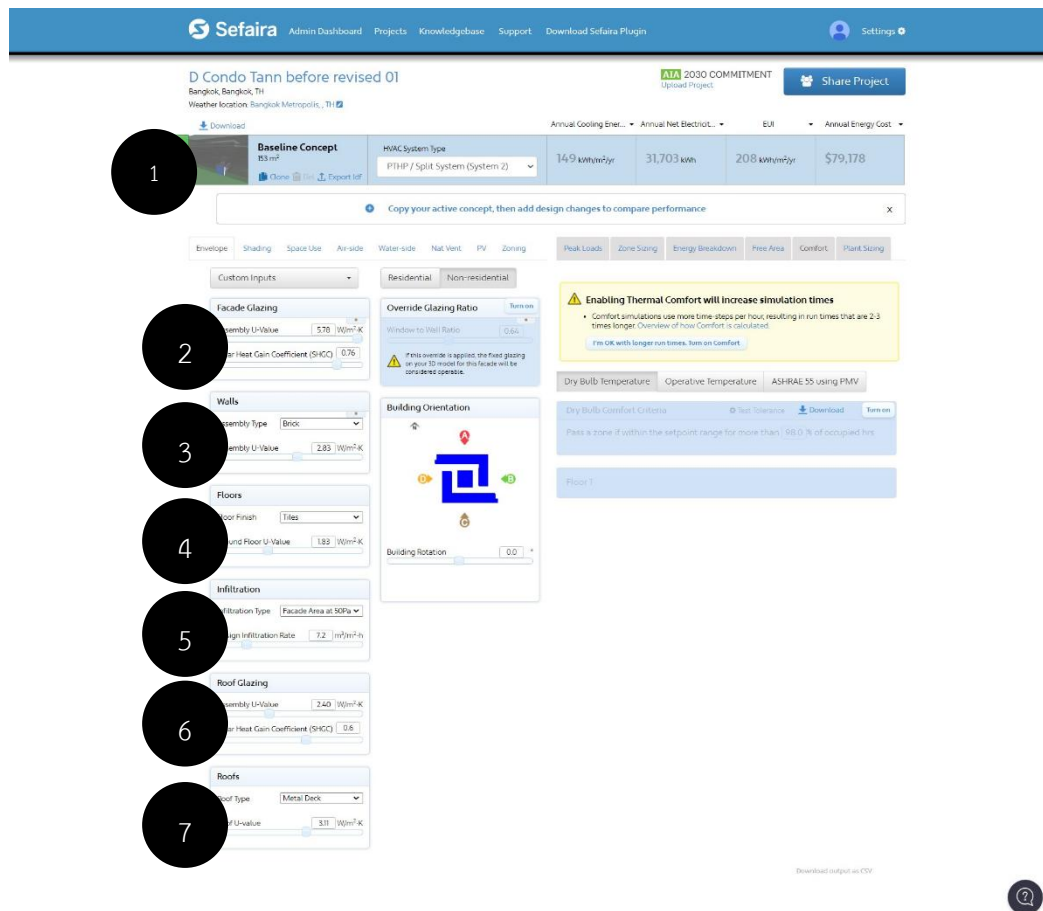


ภาพที่ 65 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการติคอนโด พนา

โดยระบุพื้นที่อาคารที่ต้องการศึกษาด้วยการใส่ Tag Floor และกรอบอาคารที่ต้องการศึกษา Tag ด้วย Wall สำหรับผนังทึบ Glazing สำหรับช่องเปิด และ Roof สำหรับส่วนของหลังคา
หลังจากนั้น อัปโหลดโมเดลที่ต้องการศึกษาสู่เว็บไซต์ Sefaira ผ่านคำสั่ง Upload to Sefaira เพื่อศึกษาเกี่ยวกับกรอบอาคารในขั้นตอนต่อไป



ภาพที่ 66 หน้าต่างแสดงคำสั่ง Upload to Sefaira



ภาพที่ 67 หน้าต่างเว็บไซต์สำหรับการคำนวณค่าพลังงานในอาคารด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

1. หน้าต่างแสดงรายละเอียดของโมเดลที่กำลังทำงานอยู่ โดยสามารถแสดงผลการคำนวณในหัวข้อที่ต้องการได้ โดยในการศึกษานี้เลือกให้แสดงเป็นพลังงานที่ใช้ในระบบรายปี (Annual Cooling Energy per Unit Area) เพื่อเปรียบเทียบพลังงานที่ใช้ในระบบปรับอากาศ พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้รายปี (Annual Net Electricity Usage) เพื่อเปรียบเทียบรวมกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งอาคาร และค่าไฟฟ้ารายปี (Annual Energy Cost) เพื่อเปรียบเทียบมูลค่าของค่าไฟฟ้าที่ลดลง
2. Façade Glazing สามารถใช้เพื่อกำหนดค่า U-Value และ Solar Heat Gain ของกรอบอาคารที่ต้องการศึกษา
3. Walls สามารถใช้เพื่อกำหนดค่า U-Value ของผนังทึบที่ต้องการศึกษา

4. Floor ใช้เพื่อกำหนดค่า U-Value ของพื้นที่ที่ต้องการศึกษา โดยในการศึกษานี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่า U-Value ของพื้น เนื่องจากไม่ได้ใช้เป็นค่าหลักในการประเมินศักยภาพของอาคารประหยัดพลังงานในประเทศไทยตามเกณฑ์กฎกระทรวง
5. ค่า Infiltration คือค่าการรั่วไหลของอากาศผ่านกรอบอาคาร โดยพิจารณาจากลักษณะการใช้งานของพื้นที่ตามการใช้งานจริงแต่ละส่วนว่าเป็นอาคารที่มีการปรับอากาศตลอดช่วงระยะเวลาการใช้งาน โดยกำหนดให้อยู่ที่ $7.2 \text{ m}^3/\text{h per m}^2$ ซึ่งเป็นค่าพื้นฐานที่ทางโปรแกรมกำหนดให้ จากเกณฑ์ที่ประเมินไว้

ตารางที่ 29 แสดงข้อมูลการแบ่งเกณฑ์อาคารที่มีการรั่วไหลของอากาศ

รายละเอียด	Infiltration Value ($\text{m}^3/\text{h per m}^2$)
มีการรั่วไหลของอากาศ	10 ขึ้นไป
ตึกทั่วไป	5-10
ตึกที่มีการรั่วไหลของอากาศน้อย	1-5
ตึกที่มีการรั่วไหลของอากาศน้อยมาก	0-1

6. Roof Glazing สามารถใช้เพื่อกำหนดค่า U-Value และ Solar Heat Gain ของหลังคาที่ต้องการศึกษา
7. Roofs สามารถใช้เพื่อกำหนดค่า U-Value ของหลังคาที่ต้องการศึกษาโดยจะใช้คุณสมบัติของเว็บไซต์ Sketchup Sefaira นี้เป็นหลักในการวัดผลจากการปรับปรุงกรอบอาคารในขั้นตอนต่อไป

การทดลองและการประเมินการใช้พลังงานของอาคารคอนโดมิเนียม ก่อนและหลังปรับปรุงด้วยวิธีการ Passive Design

ในการศึกษาการใช้พลังงานรวมสุทธิภายในพื้นที่ส่วนกลางโครงการคอนโดมิเนียมนี้ ได้เสนอวิธีการปรับปรุงอาคารด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพของกรอบอาคาร เพื่อให้การใช้พลังงานภายในพื้นที่ส่วนกลางมีค่าใกล้เคียงศูนย์ที่สุด โดยศึกษาผ่านโปรแกรม Sketchup Sefaira โดยมีโมเดลสำหรับเปรียบเทียบ ดังนี้

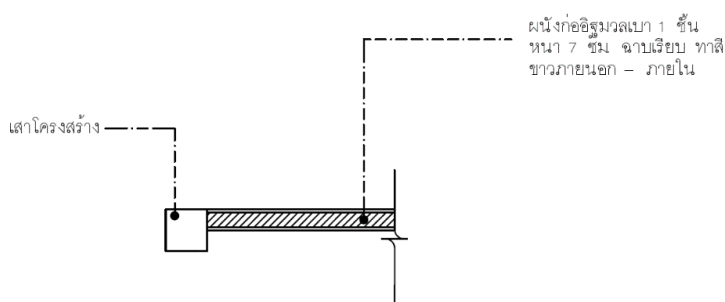
1. โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ

ในข้อมูลจากรายงาน EIA ไม่ระบุวัสดุที่ใช้เป็นกรอบอาคารอย่างชัดเจน แต่มีการระบุค่า U-Value ของผนังในรายการคำนวณค่า OTTV และ RTTV

ตารางที่ 30 แสดงข้อมูลค่า U Value ของกรอบอาคารโครงการ ดีคอนโด ชาร์ และ ดี คอนโด พนา

ดีคอนโด ชาร์		ดีคอนโด พนา	
ประเภทของกรอบอาคาร	ค่า U-Value (W/sq.m. °C)	ประเภทของกรอบอาคาร	ค่า U-Value (W/sq.m. °C)
ผนังทึบ 1	3.30	ผนังทึบ 1	4.0
ผนังทึบ 2	2.0	ผนังโปร่งแสง	5.60
ผนังโปร่งแสง	6.10		

เนื่องจากค่าของ U-Value ของผนังมีค่าที่ต่างกันระหว่างสองโครงการ และอาจทำให้เกิดความแตกต่างของผลการทดลอง จึงได้ระบุให้โมเดล สำหรับ Base Case ของทั้งสองโครงการมีค่า U Value เดียวกัน เพื่อความสะดวกแก่การเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นความแตกต่างของรูปแบบการวางผังอาคารเป็นหลักสำคัญ โดยพิจารณาจากผังพื้นที่ว่าทั้งสองโครงการเป็นคอนโดมิเนียมที่ก่อสร้างด้วยระบบผนังแบบก่อผนังฉาบเรียบ ดังนั้น จึงได้กำหนดให้กรอบอาคารในส่วนที่เป็นผนังทึบเป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบเรียบ ที่มี U Value ของผนังอยู่ที่ 2.83 ตามตารางที่ 31 และกำหนดให้ใช้กระจกโพลีใสหนา 8 มม. เป็นพื้นฐาน สำหรับเปรียบเทียบส่วนต่างของพลังงานระหว่างก่อนและหลังปรับปรุง



ภาพที่ 68 ผังกรอบอาคารส่วนผนังทึบของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ

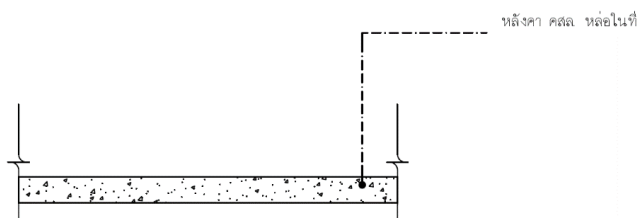
ตารางที่ 31 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของโมเดลพื้นฐานสำหรับ
คำนวณเปรียบเทียบ

วัสดุ	ความหนา	สัมประสิทธิ์การ นำความร้อน	ความ หนาแน่น	ค่าความจุ ความร้อน จำเพาะ	R Value
ปูนฉาบ	0.015	0.72	1860	0.84	0.021
อิฐมวลเบา	0.07	0.476	1280	0.846	0.147
ปูนฉาบ	0.015	0.72	1860	0.84	0.021
R Outside					0.044
R Inside					0.12
R Total					0.353
U Value					2.83

ตารางที่ 32 แสดงค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังโปร่งใสของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณ
เปรียบเทียบ

วัสดุ	ความหนา	U - Value (W/sq.m. °C)	SHGC	VT
กระจกโพลีไค หนา 8 มม.	0.008	5.780	0.760	0.88

ส่วนของหลังคา เนื่องจากลักษณะเป็นหลังคาเรียบ จึงพิจารณาให้โมเดลตั้งต้นเป็นหลังคา
คอนกรีตหล่อในที่ ที่มีความหนา 15 ซม. ซึ่งสามารถระบุค่า U-Value ได้ 3.12 ดังตารางที่ 33



ภาพที่ 69 รูปตัดกรอบอาคารส่วนหลังคาของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ

ตารางที่ 33 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารหลังคาของโมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ

วัสดุ	ความหนา	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	ความหนาแน่น	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ	R Value
คอนกรีต	0.15	1.442	2400	0.92	0.104
R Outside					0.055
R Inside					0.162
R Total					0.321
U Value					3.12

2. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)

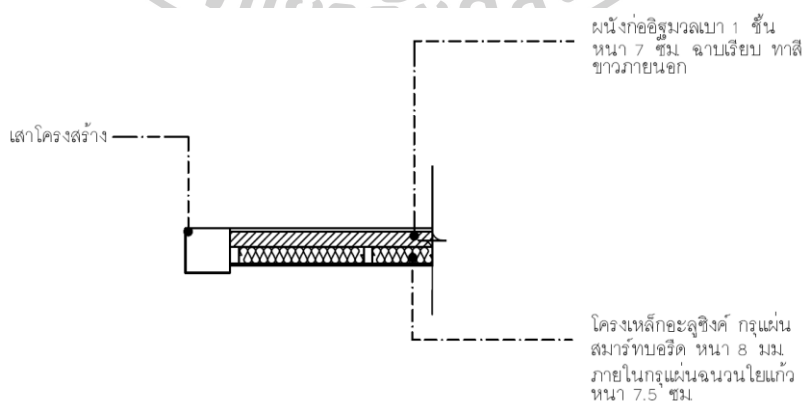
จากการทบทวนการออกแบบของคอนโดมิเนียมในตลาดอสังหาริมทรัพย์ทำให้พบว่าผู้ออกแบบมีแนวโน้มที่จะพื้นที่ส่วนกลางให้มีขนาดใหญ่ การออกแบบวิธีนี้จะส่งผลให้กรอบอาคารมีค่า WWR (Window to Wall Ratio) ที่สูง ดังนั้นอาจตั้งสมมติฐานได้ว่า การเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใสเพียงอย่างเดียวจะช่วยลดการใช้งานพลังงานในพื้นที่ได้อย่างมีนัยยะสำคัญ โดยจากโมเดลพื้นฐานสำหรับเปรียบเทียบ ระบุให้มีใช้เป็นกระจกโพลติสหนา 8 มม. เปลี่ยนเป็นกระจก Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8) ที่มีค่า U Value ต่ำลงอยู่ที่ 5.32 และค่า SHGC ลดลงเหลือ 0.69

ตารางที่ 34 แสดงค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังโปร่งใสของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต)

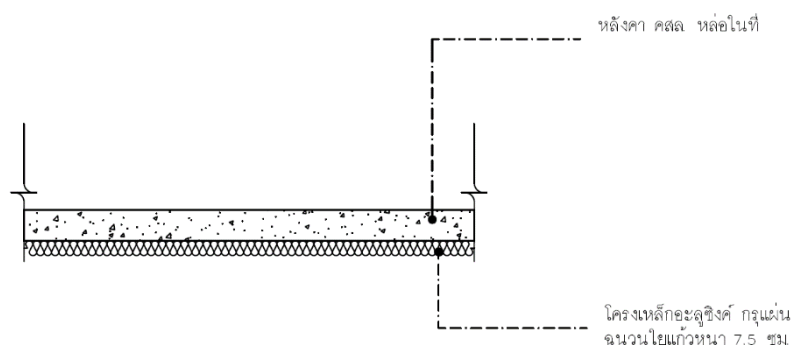
วัสดุ	ความหนา	U – Value (W/sq.m. °C)	SHGC	VT
กระจก Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8)	0.01676	5.32	0.69	0.83

3. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)

เพื่อศึกษาความต่างของการใช้พลังงานหลังการติดตั้งฉนวน ทั้งในพื้นที่ใต้หลังคา และกรอบอาคารที่เป็นผนังทึบ จึงได้ออกแบบกรอบอาคารชุดนี้ขึ้นมาเพิ่มเติม รายละเอียดประกอบด้วยผนังทึบที่เป็นผนังก่ออิฐมวลเบาฉาบเรียบ ติดตั้งฉนวนใยแก้วหนา 7.5 ซม. และปิดทับด้วยแผ่นสมาร์ทบอร์ดหนา 8 มม. ส่วนใต้หลังคาเรียบคอนกรีตหล่อในที่ ขนาดหนา 15 ซม. กรุด้วยฉนวนโพนใยแก้วหนา 7.5 ซม.



ภาพที่ 70 ผังกรอบอาคารส่วนผนังทึบของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา



ภาพที่ 71 รูปตัดกรอบอาคารส่วนหลังคาของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา

ตารางที่ 35 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา

วัสดุ	ความหนา	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	ความหนาแน่น	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ	R Value
ปูนฉาบ	0.015	0.72	1860	0.84	0.021
อิฐมวลเบา	0.07	0.476	1280	0.846	0.147
ฉนวนใยแก้ว	0.075	0.042			1.79
แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.008	0.191	800	1.09	0.42
R Outside					0.044
R Inside					0.12
R Total					2.16
U Value					0.46

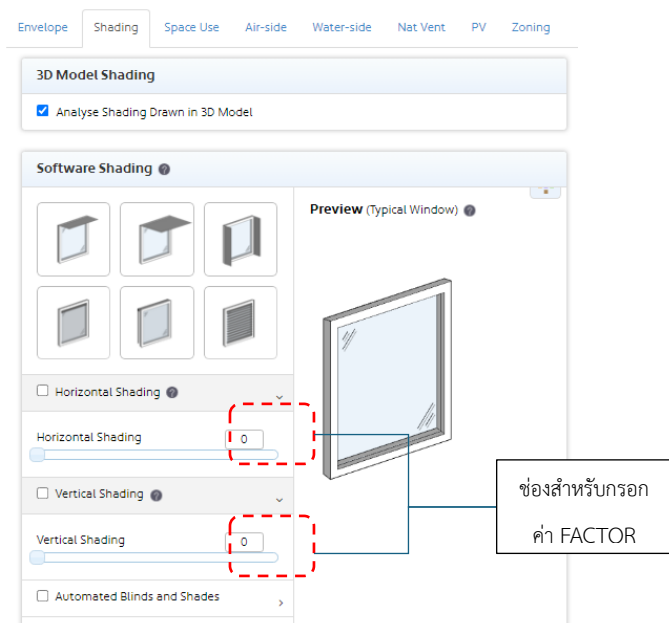
ตารางที่ 36 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารหลังคาของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา

วัสดุ	ความหนา	สัมประสิทธิ์การนำความร้อน	ความหนาแน่น	ค่าความจุความร้อนจำเพาะ	R Value
คอนกรีต	0.15	1.442	2400	0.92	0.104
ฉนวนใยแก้ว	0.075	0.042			1.79
R Outside					0.055
R Inside					0.801
R Total					2.75
U Value					0.37

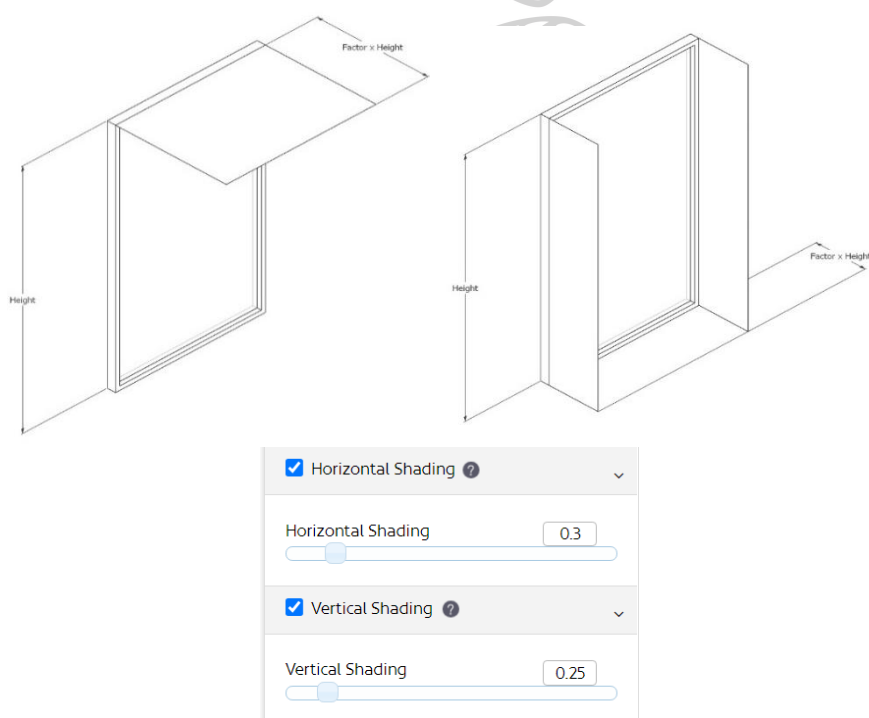
จากการติดตั้งฉนวนและคำนวณค่า U Value ใหม่ พบว่า ส่วนของผนังที่เดิมมีค่า U Value อยู่ที่ 2.83 ภายหลังการติดตั้งฉนวนค่า U Value ลดลงเหลือ 0.46 ในขณะที่ส่วนหลังคาคอนกรีตเดิม จากค่า U Value ที่ 3.12 ลดลงเหลืออยู่ที่ 0.37

4. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด

โมเดลนี้ใช้สำหรับการศึกษาแนวโน้มของการใช้พลังงานสุทธิภายในพื้นที่ส่วนกลางขณะติดตั้งแผงบังแดด โดยใช้วิธี การคำนวณพลังงานสุทธิจากการคูณค่าตัวแปร Factor ที่แปรผันตรงกับ ความสูงของช่องเปิด โดยกรอกในแถบ Shading ของเว็บไซต์ Sketchup Sefaira

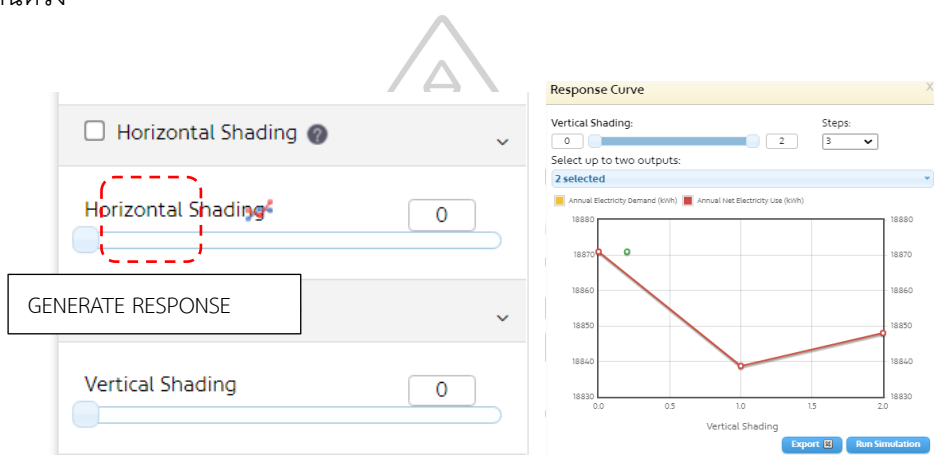


ภาพที่ 72 หน้าต่างเว็บไซต์ Sketchup Sefaira สำหรับคำนวณระยะยื่นของแผงบังแดด (Shading)



ภาพที่ 73 แสดงวิธีการคำนวณระยะยื่นของแผงบังแดด (Shading) ผ่านค่าแฟคเตอร์

กล่าวคือ หากกำหนดค่าความสูงของช่องเปิดที่ 3 เมตร การกำหนดค่าตัวแปร Factor ของแผงบังแดดแนวนอนที่ 0.3 หมายถึง โปรแกรม Sefaira จะคำนวณข้อมูลการใช้พลังงานภายในพื้นที่ที่ต้องการ โดยเปรียบเสมือนว่าช่องเปิดแนวนอนมีระยะยื่น $0.30 \times 3 = 0.9$ เมตร เป็นต้น โดยข้อมูลระยะยื่นที่เหมาะสมนั้น จะพิจารณาผ่านการใช้ฟังก์ชัน Response Curve ในโปรแกรม Sefaira ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูค่าการใช้พลังงานทั้งอาคารที่เปลี่ยนไป เมื่อเปลี่ยนค่า Factor ที่เราต้องการศึกษาไปด้วย เพื่อหาค่า Factor ที่ส่งผลให้การใช้พลังงานรวมในอาคารน้อยที่สุด โดยเป็นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง



ภาพที่ 74 ตัวอย่างการใช้ Response Curve

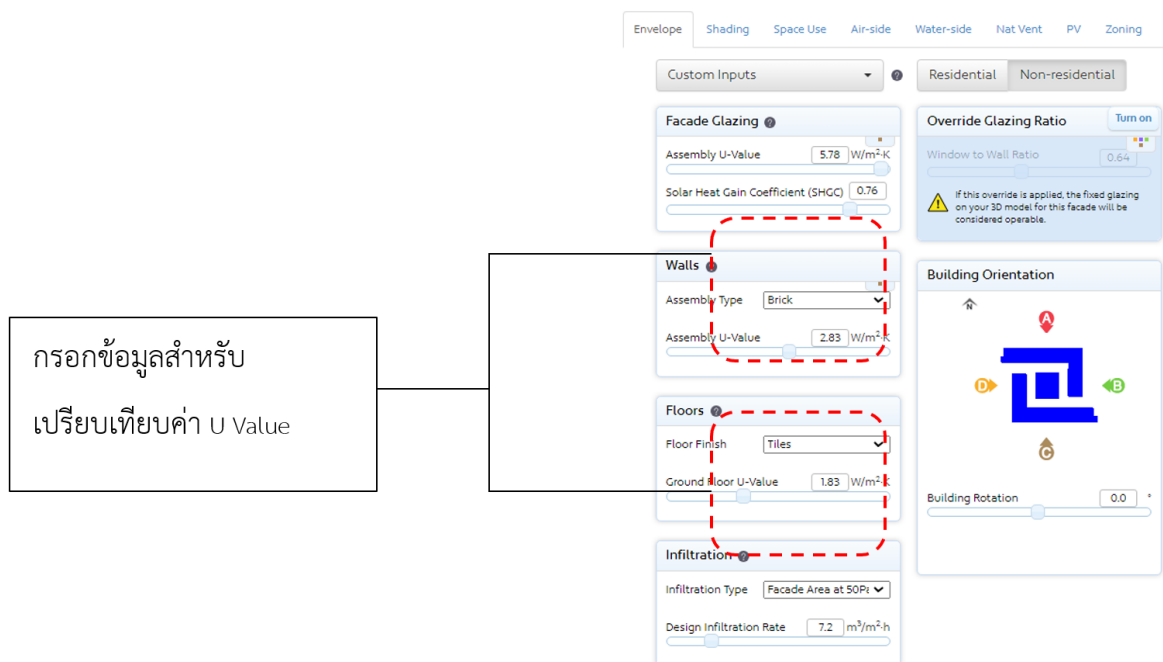
5. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)

โมเดลนี้จัดทำขึ้นเพื่อพิจารณาพลังงานสุทธิที่ต่ำที่สุดที่สามารถทำได้ผ่านการปรับปรุงกรอบอาคารให้มีค่า U Value ที่ลดลง โดยเลือกใช้กระจก LOW-E Clear Color Single Coat on Clear หนา 22 มม. (8+6+8) ที่มีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานที่สูงที่สุดในขณะที่ยังพิจารณาแล้วยังมีค่า Visual Transmittance (VT) ที่ยังอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับกระจกลามิเนตใส (8+0.76+8) แล้ว พบว่าค่า U Value ลดลงเหลือ 2.70 จาก 5.32 ในขณะที่ค่า SHGC ลดลงจาก 0.55 จาก 0.69

ตารางที่ 37 แสดงการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารผนังทึบของของโมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)

วัสดุ	ความหนา	U – Value	SHGC	VT
กระจก Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness	0.008 + 0.006 + 0.008	2.70	0.55	0.732

โมเดลการคำนวณโมเดล 5 ขึ้นนี้ จัดทำขึ้น เพื่อสรุปเป็นแนวทางในการออกแบบว่าจากวิธีการออกแบบเดิมในปัจจุบัน การเพิ่มคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนและการติดตั้งแผงบังแดดจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคารได้เล็กน้อยเพียงใด และในรูปแบบของพื้นที่ส่วนกลาง คอนโดมิเนียมทั้งสองประเภทนั้น แต่ละประเภทเหมาะสมกับวิธีใดมากกว่ากัน โดยวัดผลด้วยค่าการใช้พลังงานรวมสุทธิภายในอาคารทั้งสองโครงการ โดยสามารถหาค่าที่คำนวณได้ ในโมเดลที่อัปโหลดไว้ในเว็บไซต์ของโปรแกรม Skethup Sefaira ในหน้าต่าง Envelope



ภาพที่ 75 ตัวอย่างการกรอกข้อมูลค่า U Value ของกรอบอาคารในหน้า Envelope ของเว็บไซต์โปรแกรม Sketchup Sefaira

ตารางที่ 38 แสดงการเปรียบเทียบค่า U-Value ผนังทึบ กระฉก หลังคา และค่า SHGC ของโมเดลต่างๆ

รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระฉก	U – Value หลังคา	SHGC
1. โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	2.83	5.78	3.12	0.76
2. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)	2.83	5.32	3.12	0.69
3. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	5.32	0.37	0.69

4. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของ 4.ผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและ หลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อม ติดตั้งแผงบังแดด	0.46	5.32	0.37	0.69
5. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของ ผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและ หลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	2.70	0.37	0.55

การผลิตไฟฟ้าภายในอาคาร : พลังงานหมุนเวียนระบบแสงอาทิตย์

จากการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบพลังงานหมุนเวียนภายในอาคารจึงเลือกวิธีการผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยแสงอาทิตย์ โดยใช้อุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากข้อจำกัดในการใช้งานน้อยกว่าระบบพลังงานลม และพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดไว้บนหลังคาอาคาร

ประเภทของเซลล์แสงอาทิตย์ที่เลือกใช้ เลือกใช้เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ซิลิกอนแบบผลึกเดี่ยว (Monocrystalline Silicon) ที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งมีอยู่อย่างจำกัด เนื่องจากต้องการทราบพลังงานสุทธิที่ใช้งานภายในอาคารก่อนนำไปประเมินความต้องการของระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาดของกำลังไฟฟ้าของระบบสามารถคำนวณเบื้องต้นได้ด้วยสมการ (พิชิตา จีรวรรษวงศ์ 2556) ดังนี้

$$P_{cell} = \frac{PL}{Q \times A \times B \times C / D}$$

[6]

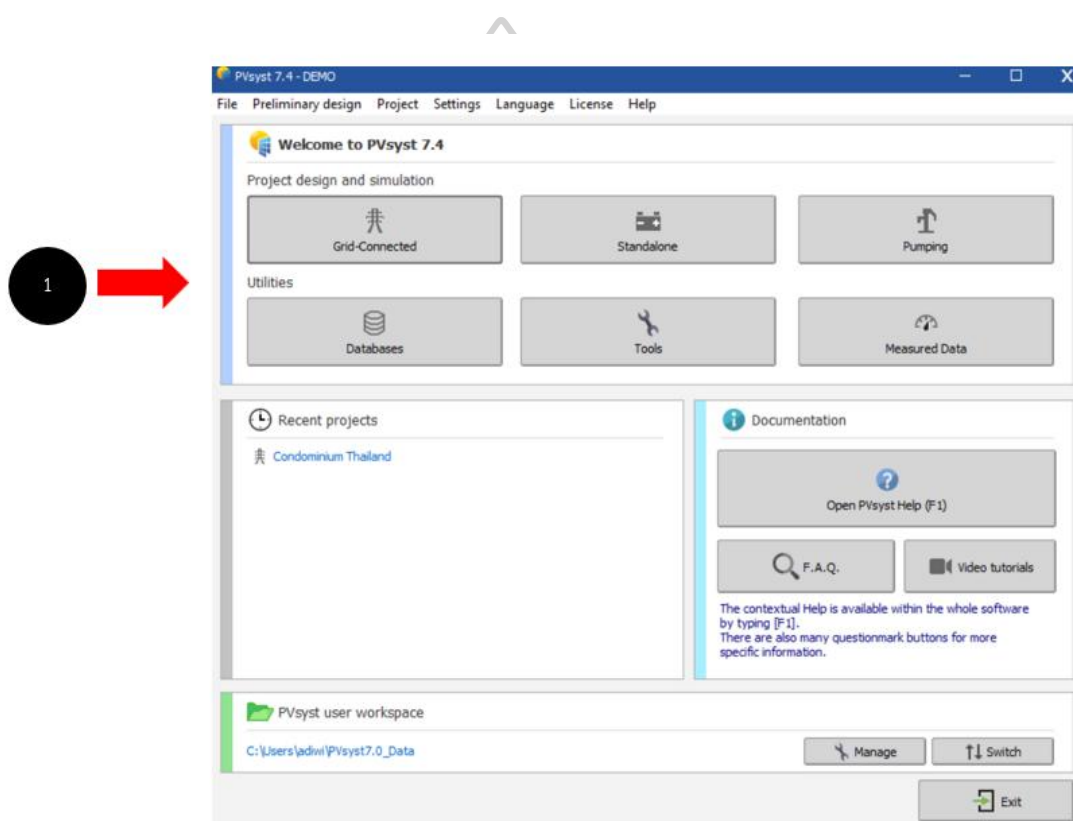
เมื่อ P_{cell} คือ กำลังไฟฟ้าของระบบ (Wp)

PL คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน

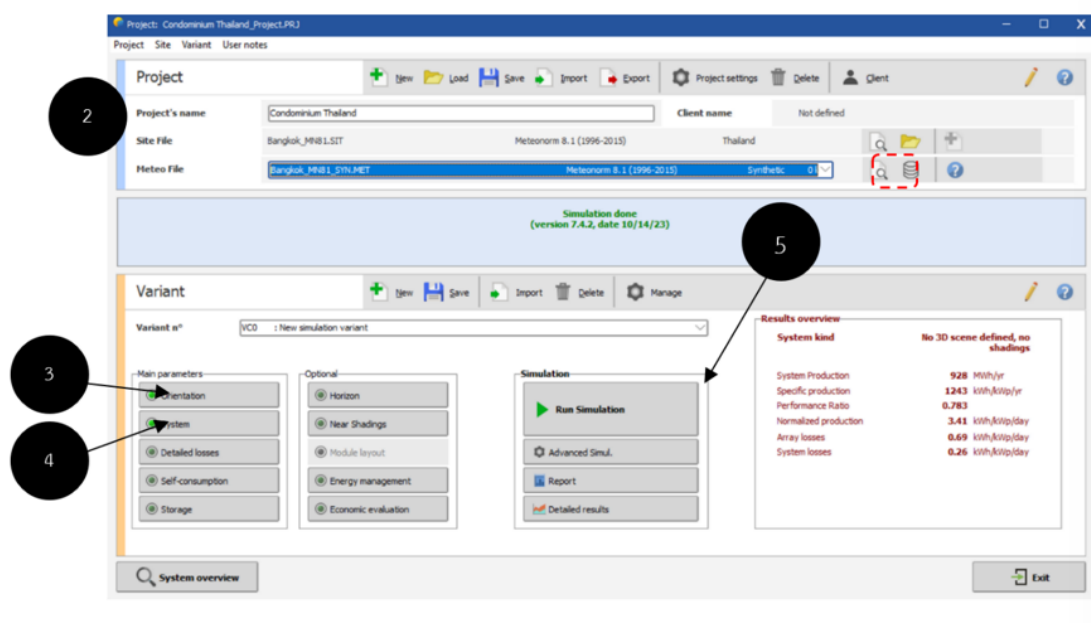
Q คือ พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (กำหนดค่าสำหรับตำแหน่งประเทศไทย 5000 Wh/m²)

- A คือ ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (กำหนดค่า 0.80)
- B คือ ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน (กำหนดค่า 0.85)
- C คือ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (กำหนดค่า 0.85)
- D คือ ค่าความเข้มแสง (กำหนดค่า 1000 W/m²)

โดยการศึกษาการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับติดตั้งในโครงการจะใช้โปรแกรม PVsyst 7.4.2 DEMO ในการคำนวณเป็นหลัก โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการใช้งาน ดังต่อไปนี้

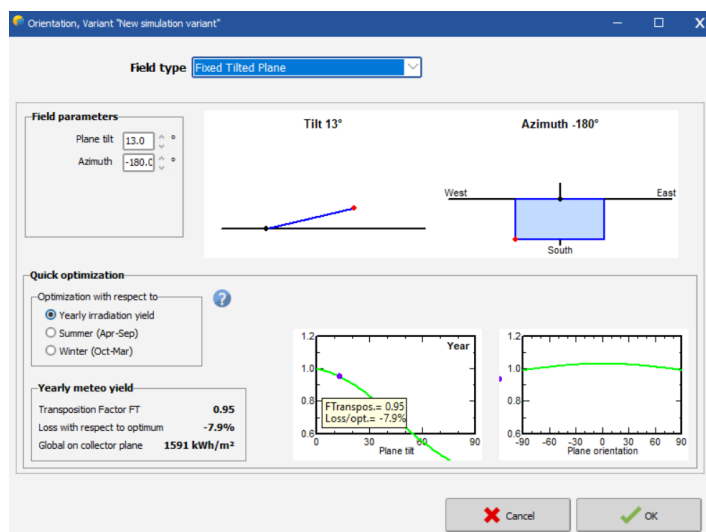


ภาพที่ 76 หน้าต่างเริ่มต้นขณะใช้งานโปรแกรม PVsyst 7.4 – DEMO



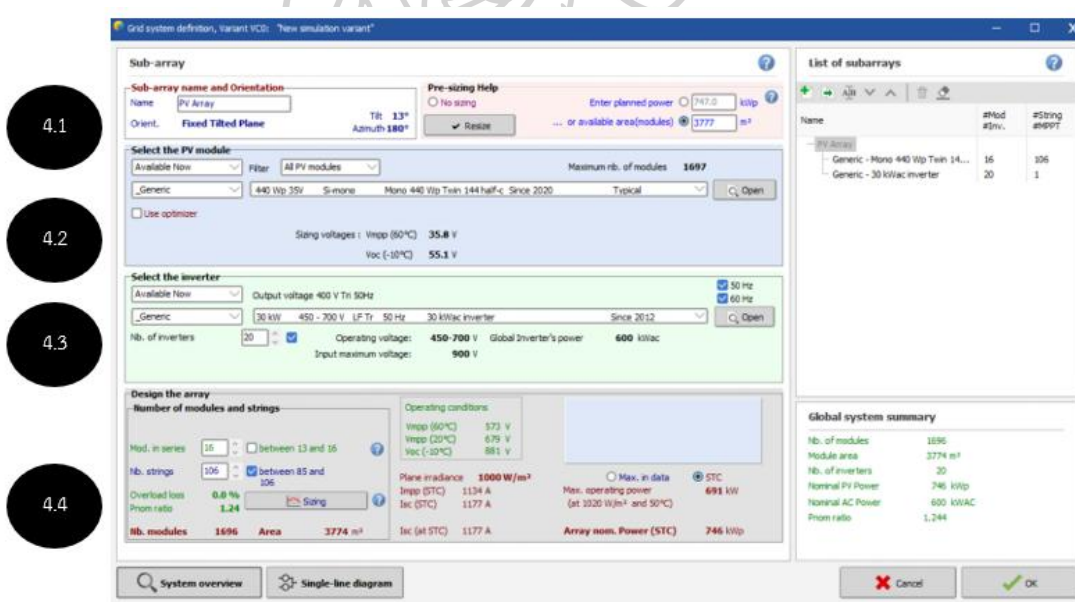
ภาพที่ 77 หน้าต่างเริ่มต้นขณะใช้งานโปรแกรม PVSyst 7.4 – DEMO ในคำสั่ง Grid Connect

1. เมื่อเปิดใช้งานโปรแกรมเลือกที่คำสั่ง Grid Connect สำหรับออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์แบบ Grid Connect
2. เมื่อหน้าต่างของคำสั่ง Grid Connect ปรากฏขึ้นมาให้ระบุชื่อโครงการ (Project's Name) และเลือกข้อมูลที่ตั้ง (Site File) และข้อมูลสภาพอากาศ (Meteo File) เลือกในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
3. คำสั่ง Main Parameters > Orientation ใช้สำหรับกำหนดค่ามุมสำหรับการวางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจากข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในประเทศไทย จะวางแผนให้ทำมุม 13 องศาสูงจากพื้นหลังคา และหันไปทางทิศใต้ (Azimuth -180)



ภาพที่ 78 หน้าต่าง Main Parameters > Orientation

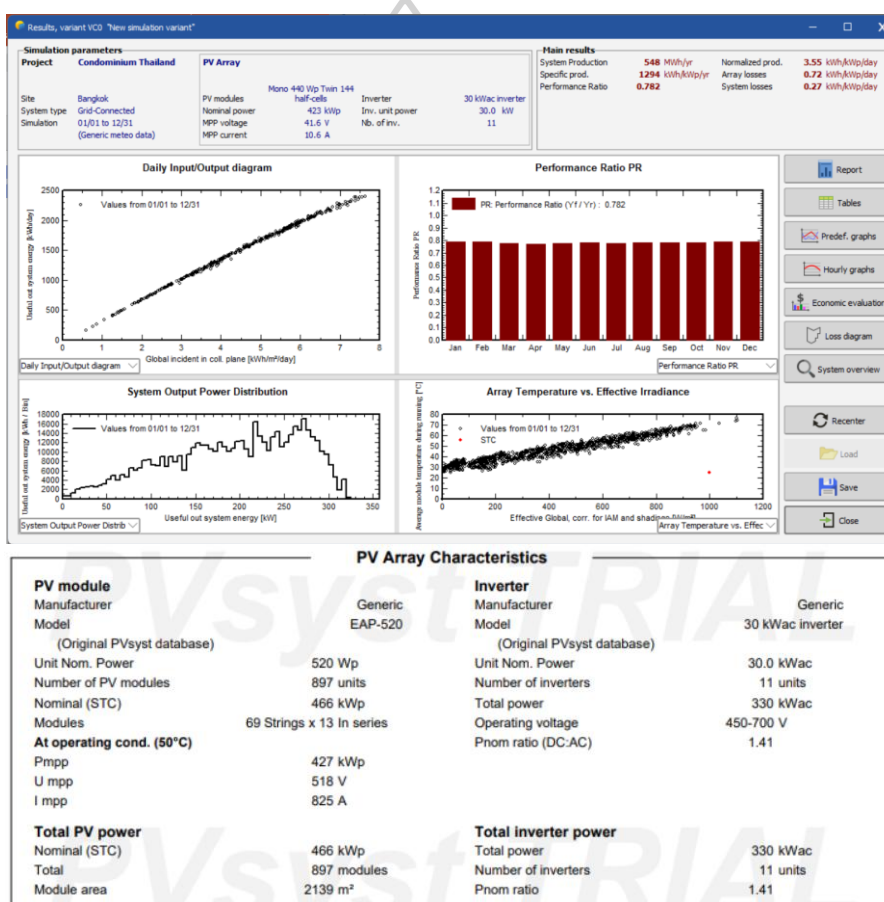
1. หน้าต่าง Main Parameters > System ใช้สำหรับกำหนดคุณสมบัติของอุปกรณ์ในระบบ โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 79 หน้าต่าง Main Parameters > System

- 1.1. Sub-array ตั้งชื่อของ Sub-array ที่ต้องการ โดยสามารถใช้คำสั่ง Pre-Sizing ในการประเมินความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ติดตั้งหรือพลังงานทั้งระบบที่ต้องการได้ เพื่อดูความเป็นไปได้ในการติดตั้ง

- 1.2. Select the PV Module สามารถเลือกขนาดของแผงที่ต้องการนำมาคำนวณได้ โดยโปรแกรมสามารถคำนวณจำนวนแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดที่ต้องใช้ให้ได้
 - 1.3. Select the Inverter เลือกเครื่อง Inverter ที่ต้องการ
 - 1.4. Design the Array สามารถเลือกวิธีการติดตั้งของเซลล์แสงอาทิตย์ได้ โดยพิจารณาจำนวน Module ในการต่อ เพื่อประเมินว่าสามารถติดตั้งได้จริงหรือไม่ และจำนวน Module ในแต่ละชุดเกินคุณสมบัติของอุปกรณ์อื่นๆที่เลือกไว้หรือไม่
2. กด Run Simulation เพื่อดูผลลัพธ์การคำนวณที่ได้



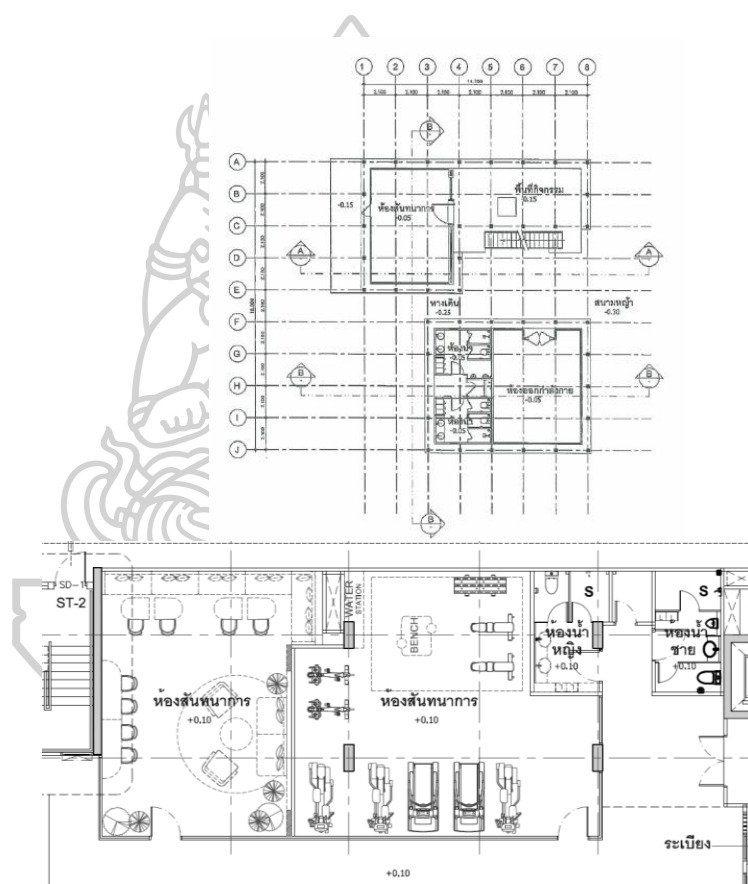
ภาพที่ 80 ตัวอย่างผลการคำนวณที่ได้จากโปรแกรม PVsyst 7.4.2 – DEMO

ในการศึกษานี้ได้ทำโปรแกรม PVsyst 7.4 DEMO เข้ามาใช้เพื่อหาความเป็นไปได้ในการนำพลังงานหมุนเวียนเข้ามาทดแทนพลังงานที่ใช้ในส่วนกลางของคอนโดมิเนียมในชั้นตอนสุดท้าย หลังจากการปรับปรุงอาคารแล้ว โดยมีเป้าหมายให้พลังงานทดแทนมีค่าใกล้เคียงกับพลังงานสุทธิในชั้นตอนสุดท้ายมากที่สุด

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาแนวทางการปรับปรุงพื้นที่ส่วนกลางอาคารคอนโดมิเนียมให้ใช้พลังงานน้อยลง โดยเสนอแนวทางเลือกการเปลี่ยนชนิดของวัสดุรอบอาคารกรณีศึกษา ได้แก่ โครงการดีคอนโด ธาร ที่ส่วนกลางมีลักษณะเป็นอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และโครงการดีคอนโด พนา ที่มีส่วนกลางอยู่ในอาคารพักอาศัย



ภาพที่ 81 แสดงส่วนกลางห้องฟิตเนส และ ห้องทำงานรวมของโครงการดีคอนโด ธาร (บน) และดีคอนโด พนา (ล่าง)

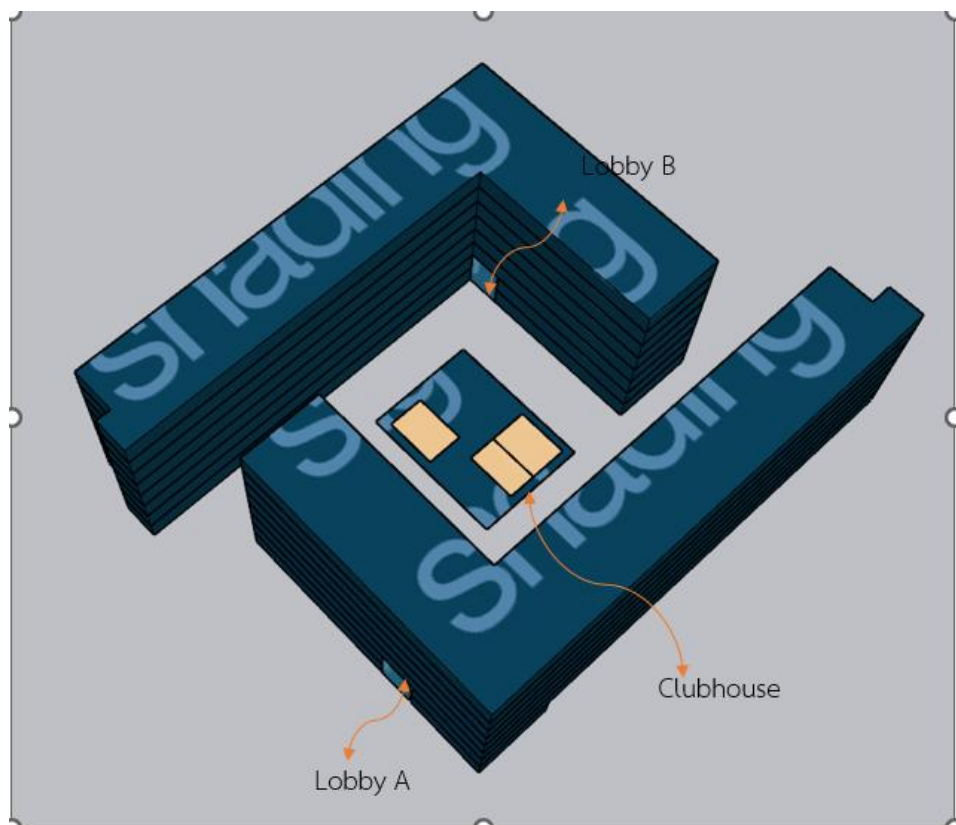
โดยมีเป้าหมายเพื่อประเมินการใช้งานพลังงานรายปีให้มีค่าต่ำที่สุด ด้วยการลดปริมาณพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่พื้นที่ปรับอากาศด้วยคุณสมบัติค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของวัสดุ (U-Value) โดยโมเดลสำหรับคำนวณเพื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม Sketchup Sefaira ประกอบด้วย

1. โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ
2. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)
3. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)
4. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด
5. โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)

ก่อนที่จะพิจารณาการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามความเป็นไปได้เพื่อพัฒนาอาคารไปสู่เป้าหมายอาคารที่ใช้พลังงานรวมสุทธิเข้าใกล้ศูนย์ โดยผลการศึกษามีรายละเอียด ดังนี้

ผลการปรับปรุงกรอบอาคารโครงการติคอนโด ชาร์

พื้นที่ส่วนกลางของกรณีศึกษาโครงการติคอนโด ชาร์ มีลักษณะเป็นอาคารแยก (Clubhouse) ทำให้มีพื้นที่กรอบอาคารมากกว่าโครงการติคอนโด พนา ที่มีกรอบอาคารเพียง 2 ด้าน โดยอาคารจะถูกล้อมรอบด้วยตึกพักอาศัยสูง 8 ชั้นทั้ง 4 ด้าน พื้นที่กรอบอาคารส่วนมากเป็นวัสดุโปร่งแสง ทำให้ความร้อนสามารถเข้าสู่อาคารได้ในปริมาณมากและส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปีเนื่องจากการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศมีค่าสูง ดำเนินการทดลองโดยใช้โปรแกรม Sketchup Sefaira ประเมินแนวทางในการปรับปรุงใน 5 แนวทางตามที่ได้เสนอไว้ข้างต้น



ภาพที่ 82 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการตีคอนโด ชาร์

การปรับปรุงกรอบอาคารศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารผ่านกรอบอาคาร โดยพิจารณาตัวแปรต้นที่เกี่ยวข้องใน 2 ส่วน ได้แก่ สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-Value) ของวัสดุกรอบอาคารในแต่ละโมเดล และการติดตั้งแผงบังแดด (Shading) ให้กับกรอบอาคาร

การศึกษาเพื่อลดความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร

จากการศึกษาการคำนวณค่า OTTV และ RTTV จากเอกสารการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ของโครงการตี คอนโด ชาร์ และพบว่าผนังที่ก่อสร้างจากอิฐมวลเบา ฉาบด้วยปูนฉาบ ผนังโปร่งใสเป็นกระจกโพลีคาร์บอเนต หนา 8 มม. และหลังคาคอนกรีต จึงเสนอทางเลือกของวัสดุอื่นที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนสูงขึ้น ดังนี้

1. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (ผนังทึบ)

ตารางที่ 39 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังทึบที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ชาร์

กรอบอาคาร (ผนังทึบ)	ความหนาของกรอบอาคาร (ม.)	U-Value (W/sq.m. °C)
ปูนฉาบ + อิฐมวลเบา + ปูนฉาบ	0.10	2.83
ปูนฉาบ + อิฐมวลเบา + ฉนวนใยแก้ว + แผ่นยิปซัมบอร์ด	0.168	0.46

2. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (ผนังกระจก)

ตารางที่ 40 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งใสที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ชาร์

กรอบอาคาร (ผนังกระจก)	ความหนาของกรอบอาคาร (ม.)	U-Value (W/sq.m. °C)	SHGC
กระจกโพลีไคโบล หนา 8 มม.	0.008	5.780	0.760
กระจก Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8)	0.01676	5.32	0.69
กระจก Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness	0.022	2.70	0.55

3. ความสามารถในการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคาร (หลังคา)

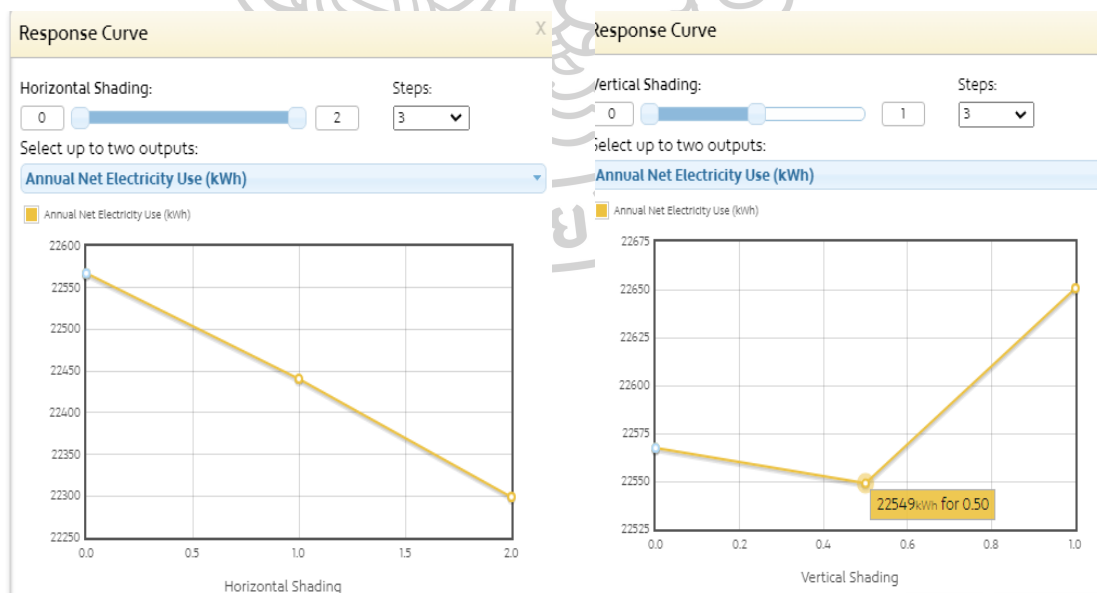
ตารางที่ 41 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาที่ใช้คำนวณสำหรับโครงการดีคอนโด ธาร

กรอบอาคาร (ผนังทึบ)	ความหนาของกรอบอาคาร (ม.)	U-Value (W/sq.m. °C)
คอนกรีต	0.15	3.12
คอนกรีต + ฉนวนใยแก้ว	0.225	0.37

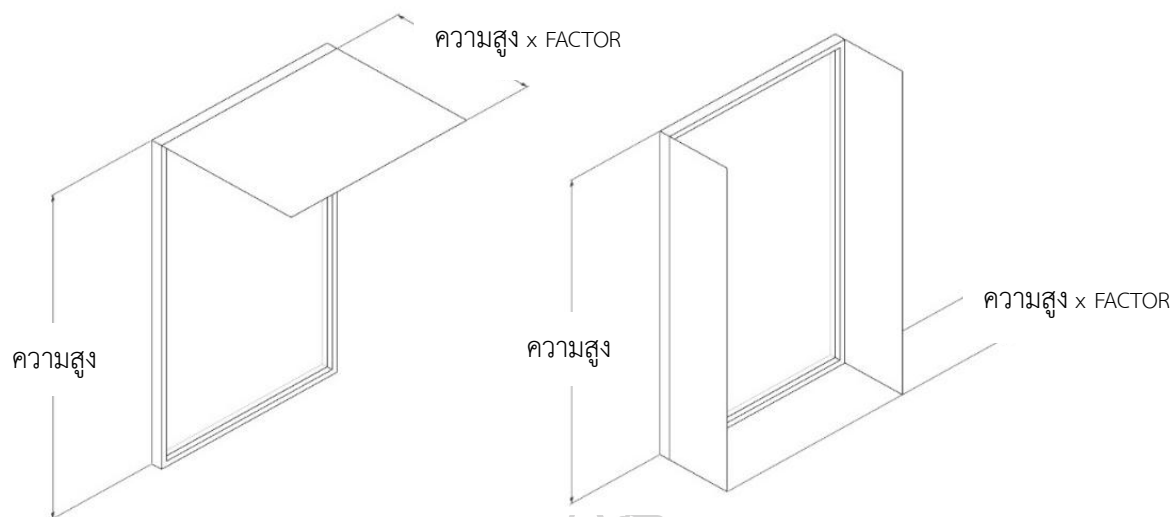
จากการคำนวณค่า U-Value ของกรอบอาคารข้างต้นสามารถนำข้อมูลข้างต้นไปกรอกในโปรแกรม Sketchup Sefaira เพื่อคำนวณการใช้พลังงานรายปีของแต่ละโมเดล

การศึกษาการออกแบบแผงบังแดด Shading โครงการดีคอนโด ธาร

ศึกษาออกแบบแผงบังแดดโดยใช้ฟังก์ชัน Response Curve ของโปรแกรม Sketchup Sefaira โดยมีรายละเอียดสำหรับโครงการดีคอนโด ธาร ดังนี้



ภาพที่ 83 ผลการคำนวณด้วยฟังก์ชัน Response Curve โครงการดีคอนโด ธาร ด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

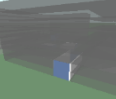


ภาพที่ 84 การออกแบบแผงบังแดดด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

จากข้อมูลใน Response Curve ที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีกับค่าตัวแปร Factor ของความลึก Shading โครงการดีคอนโด ชาร์ พบว่า ในช่วงระหว่างค่า Factor 0.00-2.00 แผงบังแดดแนวนอนจะทำให้ค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีต่ำสุด เมื่อค่า Factor เท่ากับ 2.00 และ แผงบังแดดแนวตั้งจะทำให้ค่าการใช้พลังงานรายปีต่ำสุดเมื่อค่า Factor เท่ากับ 0.50 หมายถึง เมื่อสร้างโมเดลที่มีความสูงของช่องเปิด 3 เมตรแผงบังแดดที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการลดการใช้พลังงาน คือ แผงบังแดดแนวนอนที่มีความลึก 6 เมตร และแผงบังแดดแนวตั้งที่มีความลึก 1.5 เมตร

เมื่อรวบรวมข้อมูลเฉพาะของโครงการดีคอนโด ชาร์ ได้ จึงนำไปกรอกลงในโปรแกรม Sketchup Sefaira โดยเลือกคำนวณเพื่อดูผลการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{ปี}$) และการใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh) เพื่อศึกษาแนวโน้มที่เปลี่ยนไปหลังจากเปลี่ยนแปลงการออกแบบกรอบอาคาร โดยมีผลการคำนวณ ดังนี้

Annual Cooling Ener... ▾ Annual Net Electricit... ▾

 Baseline Concept 153 m ² Clone Del Export Idf		HVAC System Type  PTHP / Split System (System 2) ▾	149 kWh/m ² /yr	31,703 kWh
	Laminated Glass	PTHP / Split System	142 ▼ 4%	30,560 ▼ 3%
	Laminated + INSULATED	PTHP / Split System	127 ▼ 14%	27,939 ▼ 11%
	Laminated + INSULATED + ...	PTHP / Split System	127 ▼ 14%	27,939 ▼ 11%
	LOW E + INSULATED	PTHP / Split System	95 *** 36%	22,299 *** 29%

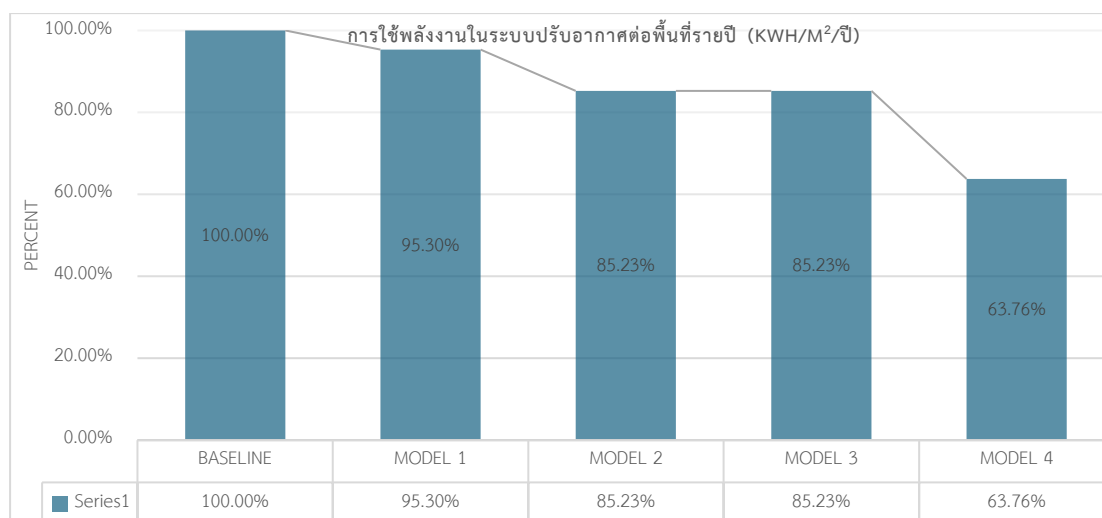
ภาพที่ 85 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร์

ตารางที่ 42 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร์

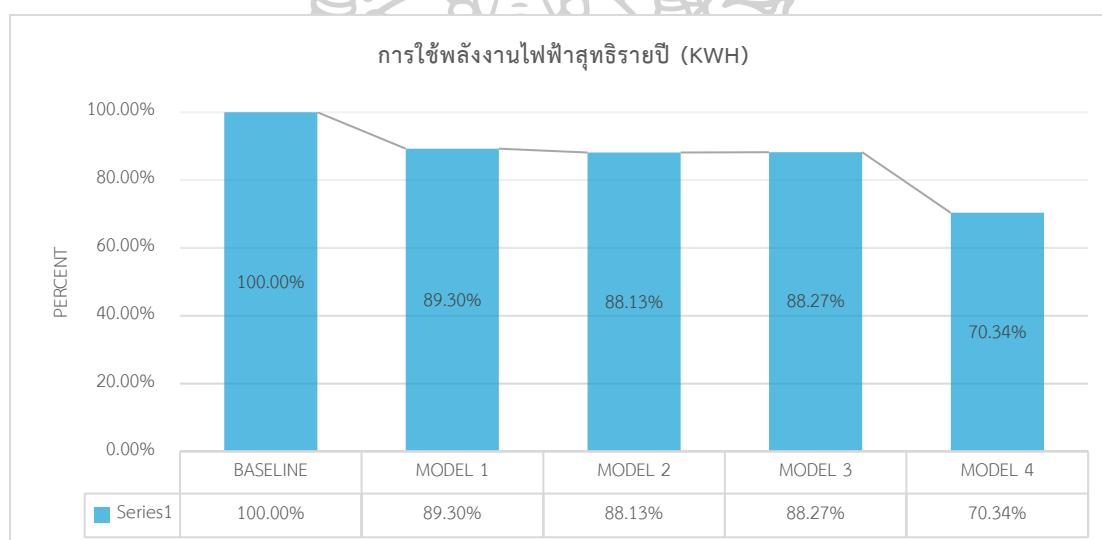
รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระจก	U – Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	2.83	5.78	3.12	0.76	X	149	31,703
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)	2.83	5.32	3.12	0.69	X	142 (-4%)	30,560 (-3%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	5.32	0.37	0.69	X	127 (-14%)	27,939 (-11%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก	0.46	5.32	0.37	0.69	✓	127 (-14%)	27,939 (-11%)

ลามิเนต) และเพิ่มฉนวน ให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อม ติดตั้งแผงบังแดด							
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพ ของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวน ให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	2.70	0.37	0.55	X	95 (-36%)	22,299 (-29%)

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira พบว่า การเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคารส่งผลให้การใช้งานพลังงานไฟฟ้ารายปีลดลง โดยตัวแปรหลักที่จะส่งผลกระทบต่อการลดลงของค่าพลังงานสุทธิรายปีได้แก่ ค่า U-Value ของวัสดุโปร่งใสเนื่องจากกรอบอาคารของโครงการดีคอนโด ชาร์ มีพื้นที่กรอบอาคารที่เป็นกระจกมาก การเลือกใช้กระจกที่มีค่า U Value ต่ำ จะช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารลง โดยจากการทดลองเปลี่ยนวัสดุของช่องแสงให้เป็นกระจกลามิเนต (Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8)) ร่วมกับการติดตั้งฉนวนใยแก้วบนผนังทึบและหลังคาลดการใช้พลังงานรวมสุทธิรายปีได้ 11 เปอร์เซ็นต์จากโมเดลพื้นฐาน และการใช้กระจก Low – E (Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness) ที่มีค่า U-Value ต่ำที่สุดในกรณีที่น่ามาศึกษา ร่วมกับการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังทึบและหลังคาสามารถลดการใช้พลังงานรวมรายปีสุทธิได้สูงสุดถึง 29 เปอร์เซ็นต์จากโมเดลพื้นฐาน โดยมีค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีต่ำสุด อยู่ที่ 22,299 kWh



แผนภูมิที่ 9 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m²/ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด ชาร์ เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

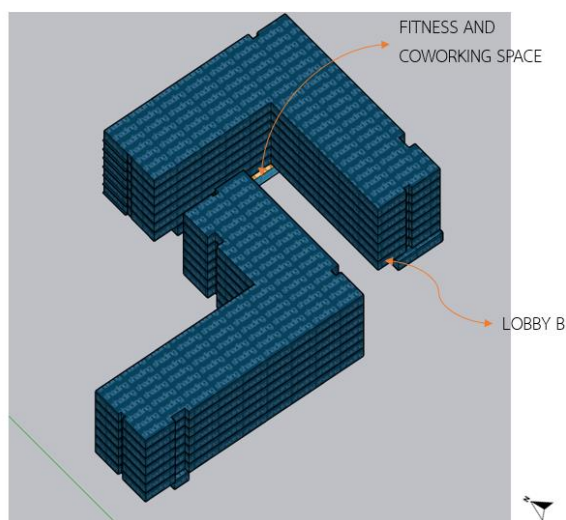


แผนภูมิที่ 10 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด ชาร์ เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

ผลการปรับปรุงกรอบอาคารโครงการดีคอนโด พนา

พื้นที่ส่วนกลางของโครงการดีคอนโด พนา มีลักษณะเป็นพื้นที่อยู่ในอาคารพักอาศัย โดยจากการออกแบบวางผังทำให้พื้นที่ส่วนกลางลักษณะนี้จะทำให้สัดส่วนระหว่างกรอบอาคารที่ช่องแสงต่อผนังมีค่าเข้าใกล้ 1 มาก หมายถึง การออกแบบรูปแบบนี้ความร้อนจะเข้าสู่พื้นที่ผ่านช่องแสงเป็นหลัก

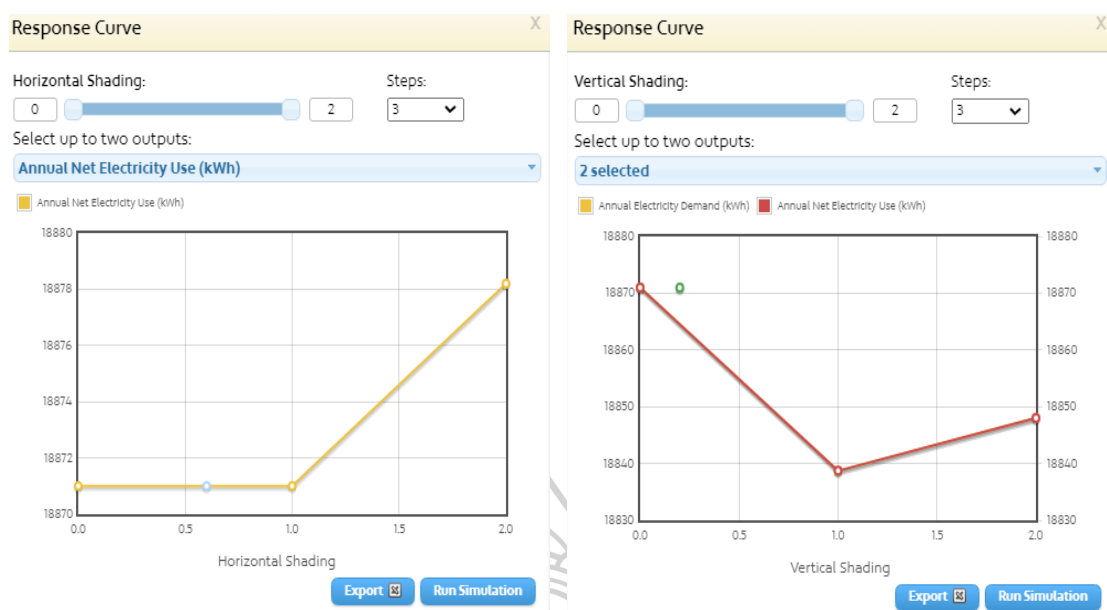
และจะส่งผลต่อการใช้พลังงานสุทธิรายปีเนื่องจากการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ ใช้โปรแกรม Sketchup Sefaira ประเมินแนวทางในการปรับปรุงใน 5 แนวทางตามที่น่าเสนอไว้ข้างต้น



ภาพที่ 86 โมเดลสำหรับโปรแกรม Sketchup Sefaira สำหรับโครงการดีคอนโด พนา

การศึกษาการออกแบบแผงบังแดด Shading โครงการดีคอนโด พนา

ส่วนค่าของข้อมูลที่แตกต่างกันจากโครงการดีคอนโด ธาร ได้แก่ ส่วนที่เป็นข้อมูลของการออกแบบแผงบังแดด ซึ่งศึกษาด้วยฟังก์ชัน Response Curve จากโปรแกรม Sketchup Sefaira เช่นเดียวกัน ข้อมูลการออกแบบแผงบังแดดของโครงการดีคอนโด พนา มีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 87 ผลการคำนวณด้วยฟังก์ชัน Response Curve โครงการดีคอนโด ชาร์ ด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

จากข้อมูลใน Response Curve ที่แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีกับค่าตัวแปร Factor ของความลึก Shading โครงการดีคอนโด พบว่าในช่วงระหว่างค่า Factor 0.00-2.00 แผงบังแดดแนวนอนจะทำให้ค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีต่ำสุด เมื่อค่า Factor เท่ากับ 1.00 และ แผงบังแดดแนวตั้งจะทำให้ค่าการใช้พลังงานรายปีต่ำที่สุด เมื่อค่า Factor เท่ากับ 1.00 หมายความว่า เมื่อสร้างโมเดลที่มีความสูงของช่องเปิด 3 เมตรแผงบังแดดที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการลดการใช้พลังงาน คือ แผงบังแดดแนวนอนที่มีความลึก 3 เมตร และแผงบังแดดแนวตั้งที่มีความลึก 3 เมตร

เมื่อรวบรวมข้อมูลเฉพาะของโครงการดีคอนโด พบว่า สำเร็จจึงนำไปกรอกลงในโปรแกรม Sketchup Sefaira โดยเลือกคำนวณเพื่อดูผลการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี ($\text{kWh}/\text{m}^2/\text{ปี}$) และการใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh) เพื่อดูแนวโน้มที่เปลี่ยนไปหลังจากเปลี่ยนการออกแบบเพื่อลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคาร โดยมีผลการคำนวณ ดังนี้

Baseline Concept 174 m ²		HVAC System Type ? PTHP / Split System (System 2)	136 kWh/m ² /yr	33,639 kWh
	Laminated Glass	PTHP / Split System	130 ✓ 4%	32,417 ✓ 3%
	Laminated + U Value Cust...	PTHP / Split System	110 ✓ 19%	28,484 ✓ 15%
	Laminated + U Value Cust...	PTHP / Split System	110 ✓ 19%	28,401 ✓ 15%
	LOW E + U Value Customize	PTHP / Split System	62 *** 54%	18,871 ✓ 43%

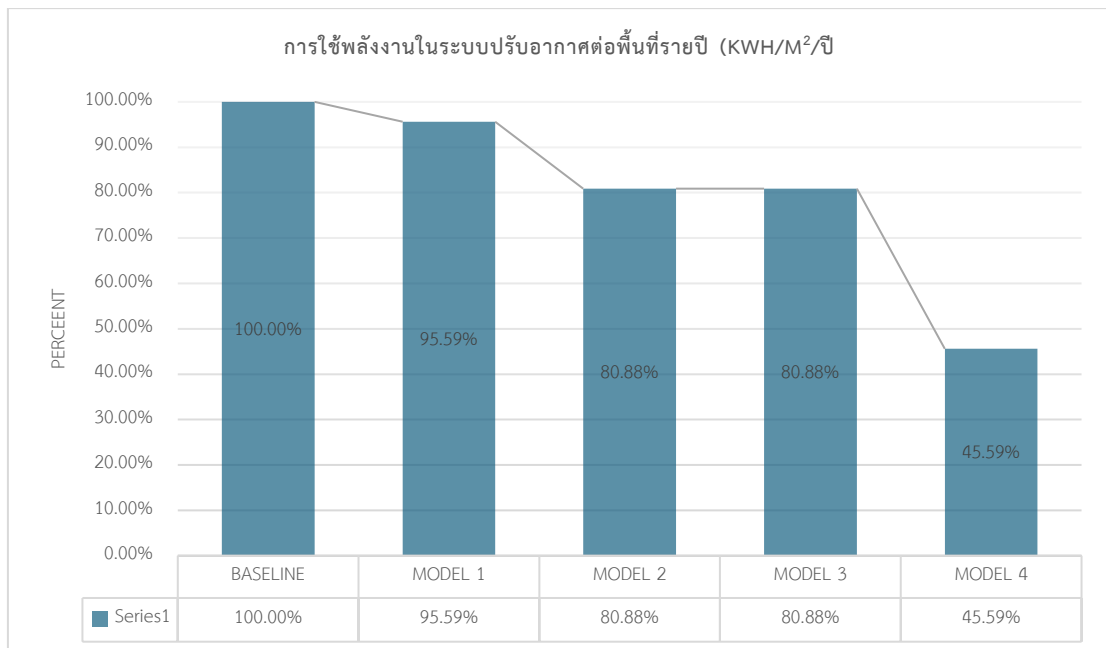
ภาพที่ 88 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา

ตารางที่ 43 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา

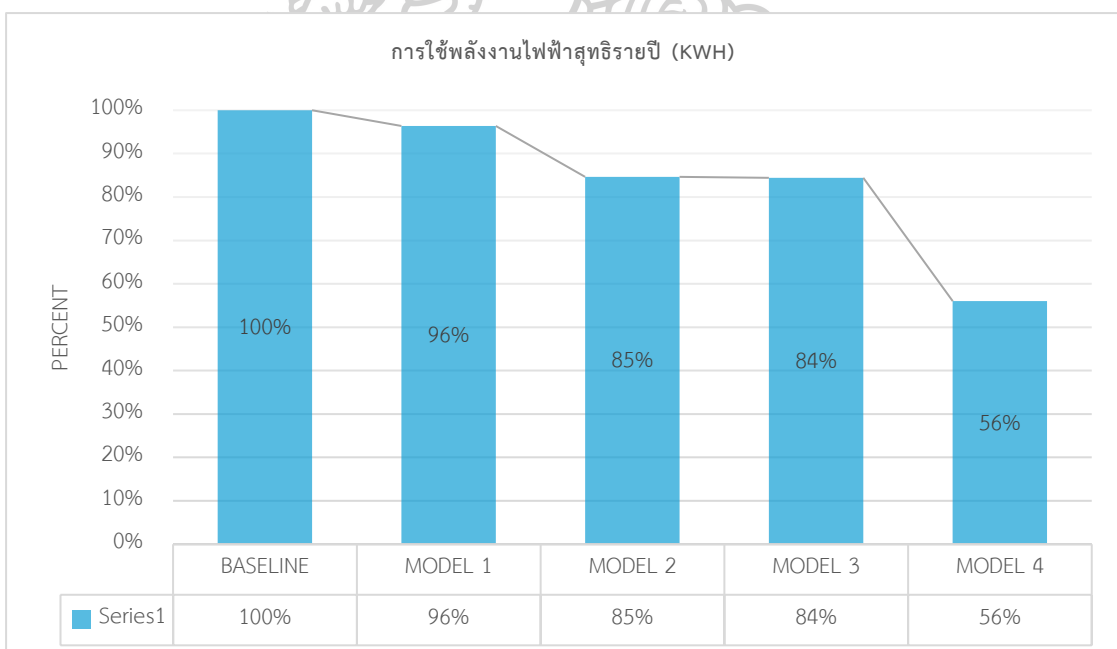
รายการเปรียบเทียบ	U - Value ผนังทึบ	U - Value ผนังกระจก	U - Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	2.83	5.78	3.12	0.76	X	136	33,639
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิเนต)	2.83	5.32	3.12	0.69	X	130 (-4%)	32,417 (-3%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	5.32	0.37	0.69	X	110 (-19%)	28,484 (-15%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิเนต)	0.46	5.32	0.37	0.69	✓	110 (-19%)	28,401 (-15%)

เน็ต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด							
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	2.70	0.37	0.55	X	62 (-54%)	18,871 (-43%)

จากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira พบว่า การเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคารส่งผลต่อการใช้งานพลังงานไฟฟ้ารายปี โดยตัวแปรหลักที่จะส่งผลต่อการลดลงของพลังงานสุทธิรายปีได้แก่ วัสดุของช่องแสงกระจก เนื่องจากรอบอาคารของโครงการดีคอนโด พนา มีพื้นที่กระจกจำนวนมาก การเลือกใช้กระจกที่มีค่า U Value ต่ำ จะช่วยลดการใช้พลังงานในอาคารลง โดยจากการทดลองเปลี่ยนช่องแสงให้เป็นกระจกลามิเนต (Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8)) และติดตั้งฉนวนบนผนังทึบและหลังคา จะช่วยลดการใช้พลังงานรวมสุทธิรายปีได้ 15 เปอร์เซ็นต์จากโมเดลพื้นฐาน และ กระจก Low – E Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness) ที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดร่วมกับการติดตั้งฉนวนบนผนังทึบและหลังคา จะช่วยลดการใช้พลังงานรวมรายปีได้สูงสุดถึง 43 เปอร์เซ็นต์จากโมเดลพื้นฐาน โดยมีค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีต่ำสุด อยู่ที่ 18,871 kWh



แผนภูมิที่ 11 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m²/ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด พนา เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์



แผนภูมิที่ 12 แสดงการลดลงของการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m²/ปี) เมื่อปรับปรุงการออกแบบอาคารดีคอนโด พนา เปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางทั้งสองรูปแบบ ปัจจัยที่ส่งผลสำคัญต่อการใช้พลังงานคือการเลือกใช้วัสดุเป็นหลัก โดยผลจากการคำนวณ การเลือกใช้วัสดุกระจกคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้น้อย มีค่า U-Value และ SHGC ต่ำ ช่วยลดการค่าการใช้พลังงานสุทธิรายปีได้มาก โดยโมเดลที่สามารถลดปริมาณพลังงานสุทธิรายปีได้มากที่สุด คือโครงการดีคอนโด พนา ที่เลือกใช้กระจก Low-E (Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness) ร่วมกับการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่ผนังทึบและหลังคา สามารถลดการใช้งานพลังงานได้ถึง 43 เปอร์เซ็นต์

ในขณะที่การออกแบบแผงกันแดด (Shading) นั้น ไม่ได้สร้างความแตกต่างในการใช้พลังงานภายในอาคารอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องได้แก่การวางผัง โดยการวางผังแบบอาคารเดี่ยว (Clubhouse) อาคารจะถูกล้อมรอบด้วยอาคารพักอาศัยที่มีความสูงถึง 8 ชั้น อาจได้ประโยชน์จากเงาของอาคารช่วยบังแสงจากดวงอาทิตย์อยู่แล้ว ในขณะที่ส่วนกลางรูปแบบที่อยู่ในอาคารของโครงการดีคอนโดพนาที่มีผนังด้านหนึ่งเปิดเข้าสู่บริเวณที่มีเงาพาดผ่านจึงอาจได้ผลกระทบจากความสูงของอาคารเช่นกันพื้นที่ส่วนกลางทั้งสองกรณีศึกษาจึงไม่ได้รับแสงอาทิตย์จากกรอบอาคารโดยตรง การออกแบบแผงบังแดดขึ้นมาเพิ่มเติมจึงอาจไม่ส่งผลต่อค่าพลังงานสุทธิรายปีเท่าที่ควร

ผลการทดลองระหว่าง 1) กระจกโฟลตใส หนา 8 มม. 2) กระจกลามิเนต (Laminated Double Glass Clear 8 mm (8-0.76-8) 3) กระจก Low –E พบว่า กระจก Low-E ที่มีค่า U Value และ SHGC ต่ำที่สุด ช่วยลดการใช้พลังงานภายในอาคารได้มากที่สุด ในขณะที่ผู้ใช้งานสามารถรับรู้สัปดาห์ที่ใกล้เคียงเดิม โดยอาจมีกระจกชนิดที่สามารถป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้มากกว่าตัวอย่างที่ยกมาศึกษา แต่อาจรับรู้สัปดาห์ภายนอกได้น้อยลงเมื่อเทียบกับกระจกทั้งสามชนิดที่ยกตัวอย่างมาข้างต้น เช่น กระจกที่ติดฟิล์มกรองแสง P18 กระจกเคลือบโลหะ (Sputtering) ย่อมสี่ เป็นต้น

การเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคารที่เป็นช่องแสงกระจกจะมีประสิทธิภาพมากขึ้น เมื่อใช้งานในอาคารที่กรอบอาคารมีสัดส่วนพื้นที่กระจกต่อผนังทึบ (WINDOW TO WALL RATIO) สูงกว่า โดยสังเกตได้จากการคำนวณพื้นที่ส่วนกลางของโครงการดีคอนโดพนาที่มีสัดส่วนช่องเปิดต่อผนังทึบทั้งกรอบอาคารมีค่าเป็น 1 เมื่อเลือกใช้กระจกที่มีคุณสมบัติดีขึ้น เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์จะลดการใช้พลังงานสุทธิรายปีได้มากกว่าโครงการดีคอนโด ธาร ที่มีค่าสัดส่วนพื้นที่กระจกต่อผนังทึบต่ำกว่า 1

การคำนวณการใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup

Sefaira

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปีที่ใช้งานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira คำนวณโดยใช้ข้อมูลโหลดไฟฟ้าจากรายการคำนวณคูณด้วยค่า Power Factor (PF) โดยระบุอยู่ที่ 0.85 เนื่องจากมีมาตรการกำหนดให้ผู้ใช้ไฟฟ้า มีหน้าที่ต้องปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีค่า Power Factor มากกว่า 0.85 ขึ้นไป คูณด้วยชั่วโมงการใช้งานในหนึ่งวันของแต่ละพื้นที่โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. การใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการตึกคอนโด ธาร

ตารางที่ 44 แสดงผลการคำนวณปริมาณไฟฟ้า (kWh) ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โครงการตึกคอนโด ธาร

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลด (kW)	Power Factor	จำนวนชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
อาคาร A					
พื้นที่ใช้ประโยชน์ทั่วไป					
ชั้นที่ 1	ห้องควบคุม ไฟฟ้าแรงสูง	0.45	0.85	24	9.2
	ห้องไฟฟ้า	0.06	0.85	24	1.2
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.33	0.85	24	6.7
	ห้องจดหมาย	0.14	0.85	12	1.4
	สำนักงานนิติบุคคล	6.51	0.85	10	55.3
	ห้องซักล้าง	0.39	0.85	24	8
	ห้องเก็บขยะ	0.03	0.85	24	0.6
	ห้องน้ำ	0.09	0.85	24	1.8
	โถงลิฟต์	0.13	0.85	12	1.3
	โถงบันได 1,2,3	0.32	0.85	12	3.3
	โถงทางเดิน	1.1	0.85	12	11.2
	ที่จอดรถ	0	0.85	12	0

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลด (kV)	Power Factor	จำนวนชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
ชั้นที่ 2	ห้องไฟฟ้า	0.06	0.85	24	1.2
	ห้องขยะประจำชั้น	0.03	0.85	24	0.6
	โถงลิฟต์	0.12	0.85	12	1.2
	โถงบันได 1,2,3	0.34	0.85	12	3.5
	โถงทางเดิน	1.6	0.85	12	16.3
ชั้นที่ 3 - 8	ห้องไฟฟ้า	0.36	0.85	24	7.3
	ห้องขยะประจำชั้น	0.18	0.85	24	3.7
	โถงลิฟต์	0.72	0.85	12	7.3
	โถงบันได 1,2,3	2.04	0.85	12	20.8
	โถงทางเดิน	9.6	0.85	12	97.9
ชั้นหลังคา	ห้องเครื่องลิฟต์	0.39	0.85	24	
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.15	0.85	24	3.1
	โถงบันได 1,2,3	0.12	0.85	12	1.2
อุปกรณ์ส่วนกลาง					
ระบบสื่อสาร	ระบบโทรศัพท์	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบโทรทัศน์	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบสัญญาณแจ้ง เหตุไฟไหม้	1	0.85	24	20.4
	ระบบควบคุม ทางเข้า	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบโทรทัศน์ วงจรปิด	1	0.85	24	20.4
ระบบลิฟต์	ระบบลิฟต์โดยสาร 2 ชุด	18	0.85	24	367.2
ระบบปั๊มน้ำ	ระบบปั๊ม	15	0.85	24	306
	ระบบปั๊มระบายน้ำ	5	0.85	24	102
	ระบบบำบัดน้ำเสีย	9	0.85	24	183.6

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลด (kV)	Power Factor	จำนวนชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
	ระบบปั๊มสระว่ายน้ำ	7.5	0.85	12	76.5
อาคาร CLUBHOUSE			0.85	24	0
	ทางเดินและพื้นที่สีเขียว	4.935	0.85	24	100.7
	ห้องสันทนาการ พื้นที่กิจกรรม	19.14	0.85	0	0
	ห้องน้ำ	0.22	0.85	24	4.5
	ห้องออกกำลังกาย	5.28	0.85	0	0
	สระว่ายน้ำ	4.725	0.85	12	48.2
อาคาร B					
ห้องพักอาศัย	ห้องพักอาศัย	51.834	0.85		
พื้นที่ใช้ประโยชน์ทั่วไป					
	ห้องควบคุม ไฟฟ้าแรงสูง	0.48	0.85	24	9.8
	ห้องไฟฟ้า	0.06	0.85	24	1.2
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.33	0.85	24	6.7
	โถงต้อนรับ	0.28	0.85	24	5.7
	ห้องจดหมาย	0.14	0.85	24	2.9
	ห้องซักล้าง	0.33	0.85	24	6.7
	ห้องเก็บขยะ	0.03	0.85	24	0.6
	ห้องน้ำ	0.09	0.85	24	1.8
	โถงลิฟต์	0.12	0.85	12	1.2
	โถงบันได 1,2,3	0.34	0.85	12	3.5
	โถงทางเดิน	1.43	0.85	12	14.6

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลต (kV)	Power Factor	จำนวนชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
	ที่จอดรถและถนน ในโครงการ	28	0.85	12	285.6
	ป้อมยาม	1.43	0.85	12	14.6
ฝั่งพื้นที่ชั้น 2	ห้องไฟฟ้า	0.36	0.85	24	7.3
	ห้องขยะประจำชั้น	0.18	0.85	24	3.7
	โถงลิฟต์	0.72	0.85	12	7.3
	โถงบันได 1,2,3	2.04	0.85	12	20.8
	โถงทางเดิน	9.36	0.85	12	95.5
ฝั่งพื้นที่ชั้น 3-8	ห้องไฟฟ้า	0.36	0.85	24	7.3
	ห้องขยะประจำชั้น	0.18	0.85	24	3.7
	โถงลิฟต์	0.72	0.85	12	7.3
	โถงบันได 1,2,3	2.04	0.85	12	20.8
	โถงทางเดิน	9.36	0.85	12	95.5
ฝั่งพื้นที่หลังคา	ห้องเครื่องลิฟต์	0.39	0.85	24	8
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.15	0.85	24	3.1
	โถงบันได 1	0.12	0.85	12	1.2
อุปกรณ์ส่วนกลาง					
ระบบสื่อสาร	ระบบโทรศัพท์	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบโทรทัศน์	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบสัญญาณแจ้ง เหตุไฟไหม้	1	0.85	24	20.4
	ระบบควบคุม ทางเข้า	0.5	0.85	24	10.2
	ระบบกล้องวงจร ปิด	1	0.85	24	20.4

หมวด	พื้นที่	จำนวน โวลต์ (kV)	Power Factor	จำนวนชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
ระบบลิฟต์					
	ระบบลิฟต์โดยสาร 2 ชุด	18	0.85	24	367.2
ระบบปั๊มน้ำ					
	ระบบปั๊ม	15	0.85	24	306
	ระบบปั๊มสระว่ายน้ำ	5	0.85	12	51
	ระบบบำบัดน้ำเสีย	9	0.85	24	183.6
รวม					3148

จากผลการคำนวณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการทำงานในหนึ่งวันระบุว่าอาคารดีคอนโด ธาร ใช้พลังงานรวม 3,148.026 kWh ในหนึ่งวัน หรือเปรียบเทียบกับเป็น 1,253,045 kWh ในหนึ่งปี

2. การใช้งานพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา

ตารางที่ 45 แสดงผลการคำนวณปริมาณไฟฟ้า (kWh) ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โครงการดีคอนโด ธาร

หมวด	พื้นที่	จำนวน โวลต์ (kV)	Power Factor	จำนวน ชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
อาคาร A					

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลต (kV)	Power Factor	จำนวน ชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
พื้นที่ใช้ประโยชน์ทั่วไป					
ฝั่งพื้นที่ 1	ห้องนิติบุคคล	4.65	0.85	10	39.5
	ห้อง MDB	0.5	0.85	24	10.2
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.21	0.85	24	4.3
	ห้องไฟฟ้า	0.08	0.85	24	1.6
	ห้องพักขยะประจำ ชั้น	0.08	0.85	24	1.6
	โถงทางเดิน	1.98	0.85	12	20.2
	โถงบันไดหนีไฟ	0.3	0.85	12	3.1
	พื้นที่จอดรถ	1.77	0.85	12	18
ฝั่งพื้นที่ 2	ห้องไฟฟ้า	0.08	0.85	24	1.6
	ห้องพักขยะประจำ ชั้น	0.08	0.85	24	1.6
	โถงทางเดิน	2.25	0.85	12	23
	บันไดหนีไฟ	0.3	0.85	12	3.06
	ส่วนกลางชั้น 3-8				
ฝั่งพื้นที่ 3-8	ห้องไฟฟ้า	0.45	0.85	24	9.2
	ห้องพักขยะประจำ ชั้น	0.47	0.85	24	9.6
	โถงทางเดิน	13.5	0.85	12	137.7
	บันไดหนีไฟ	1.8	0.85	12	18.4
ฝั่งพื้นที่หลังคา	โถงทางเดิน	0.09	0.85	12	0.9
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.45	0.85	24	9.2
อุปกรณ์ส่วนกลาง					
ระบบลิฟต์					
	ลิฟต์โดยสาร 2 ชุด	36	0.85	24	734.4

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหนด (kV)	Power Factor	จำนวน ชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
ระบบอื่นๆ	Outdoor Lighting	12	0.85	12	122.4
ระบบสื่อสาร	Communication System	16	0.85	24	326.4
ระบบสุขาภิบาลและ ระบบดับเพลิง	Cold Water Pump	48	0.85	24	979.2
	Booster Pump	4	0.85	24	81.6
	Waste Water Treatment Pump	12	0.85	24	244.8
	Drainage Pump	16	0.85	24	326.4
ระบบปรับอากาศและ ระบายอากาศ	Ventilation Fan	8	0.85	24	163.2
ฝั่งพื้นที่ 1	ส่วนกลางทั่วไป				
	โถงต้อนรับ	14.11	0.85	0	0
	ห้องจดหมาย	0.22	0.85	12	2.2
	ห้องซักรีด	1.84	0.85	24	37.5
	ห้องน้ำรวม	0.46	0.85	24	9.4
	ห้อง MDB	0.76	0.85	24	15.5
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.54	0.85	24	11
	ห้องไฟฟ้า	0.06	0.85	24	1.2
	ห้องพักขยะประจำ ชั้น	0.06	0.85	12	0.6
	โถงทางเดิน	0.6	0.85	12	6.1
	บันไดหนีไฟ	0.27	0.85	12	2.8
	พื้นที่จอดรถ	4.97	0.85	12	50.7
ฝั่งพื้นที่ 2	ห้องไฟฟ้า	0.06	0.85	24	1.2
	ห้องพักขยะประจำ	0.06	0.85	24	1.2

หมวด	พื้นที่	จำนวน โหลต (kV)	Power Factor	จำนวน ชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
	ชั้น				
	โถงทางเดิน	2.33	0.85	12	23.8
	บันไดหนีไฟ	0.27	0.85	12	2.8
	ส่วนกลางชั้น 3-8				
	ห้องไฟฟ้า	0.34	0.85	24	6.9
	ห้องพักขยะประจำ ชั้น	0.34	0.85	24	6.9
	โถงทางเดิน	13.95	0.85	12	142.3
	โถงบันไดหนีไฟ	1.64	0.85	12	16.7
	ชั้นหลังคา				
	โถงทางเดิน	0.08	0.85	12	0.8
	ห้องเครื่องปั๊ม	0.75	0.85	24	15.3
ระบบลิฟต์					
	ลิฟต์โดยสาร 2 ชุด	36	0.85	24	734.4
ระบบอื่นๆ	Outdoor Lighting	12	0.85	12	122.4
ระบบสื่อสาร	Communication System	16	0.85	24	326.4
ระบบสระว่ายน้ำ	Swimming Pool Equipment	12	0.85	12	122.4
	Cold Water Pump	48	0.85	24	979.2
	Booster Pump	4	0.85	24	81.6
	Waste Water Treatment Pump	12	0.85	24	244.8
	Drainage Pump	16	0.85	24	326.4
ระบบอัดอากาศและ ระบายอากาศ	Ventilation Fan	8	0.85	24	163.2

หมวด	พื้นที่	จำนวน โวลต์ (kV)	Power Factor	จำนวน ชั่วโมงใช้ งาน (ชั่วโมง)	ปริมาณการใช้ งานไฟฟ้า (kWh)
รวม					6747

จากผลการคำนวณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการทำงานในหนึ่งวันระบุว่าอาคารดีคอนโด ธาร ใช้พลังงานรวม 6,747 kWh ในหนึ่งวัน หรือเปรียบเทียบกับ 2,462,655 kWh ในหนึ่งปี

ดังนั้น สามารถสรุปพลังงานสุทธิรายปีที่ต้องการทั้งหมด เพื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร และนำไปเป็นเป้าหมายในการผลิตพลังงานด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดังนี้

ตารางที่ 46 แสดงการใช้งานพลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปีของพื้นที่ส่วนกลางคอนโดมิเนียมกรณีศึกษา

โครงการ	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าในส่วน อื่นๆ (kWh)	ปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าในส่วน ที่ศึกษาปรับปรุงกรอบ อาคาร (kWh)	รวมปริมาณการใช้ พลังงานไฟฟ้าสุทธิ (kWh)
ก่อนการปรับปรุงกรอบอาคาร			
ดีคอนโด ธาร	1,253,045	31,730	1,284,775
ดีคอนโด พนา	2,462,655	32,417	2,495,072
หลังการปรับปรุงกรอบอาคาร			
ดีคอนโด ธาร	1,253,045	22,299	1,275,344
ดีคอนโด พนา	2,462,655	18,839	2,481,494
ส่วนต่างระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงกรอบอาคาร			
ดีคอนโด ธาร			9,431
ดีคอนโด พนา			13,578

จากผลการปรับปรุงกรอบอาคาร โครงการดีคอนโด ชาร์ จะมีปริมาณการใช้งานไฟฟ้าสุทธิ อยู่ที่ 1,284,775 kWh และโครงการดีคอนโด พนา จะมีปริมาณการใช้งานไฟฟ้าสุทธิ อยู่ที่ 2,495,072 kWh จึงนำค่าพลังงานที่ได้ ไปใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณพลังงานที่ผลิตในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งาน

การคำนวณและออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์

ประเมินเบื้องต้นจากการคำนวณโดยสมการ

$$P_{cell} = \frac{PL}{Q \times A \times B \times C / D}$$

- เมื่อ P_{cell} คือ กำลังไฟฟ้าของระบบ (Wp)
- PL คือ ความต้องการพลังงานไฟฟ้าในหนึ่งวัน
- Q คือ พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวัน (กำหนดค่าสำหรับตำแหน่งประเทศไทย 5000 Wh/m²)
- A คือ ค่าชดเชยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์ (กำหนดค่า 0.80)
- B คือ ค่าชดเชยการสูญเสียเชิงความร้อน (กำหนดค่า 0.85)
- C คือ ประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์ (กำหนดค่า 0.85)
- D คือ ค่าความเข้มแสง (กำหนดค่า 1000 W/m²)

ตารางที่ 47 แสดงการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ (P_{cell}) เบื้องต้น

โครงการ	ค่าความ ต้องการไฟฟ้า ในหนึ่งปี	PL (kwh)	Q (Wh/m ²)	A	B	C	D (W/m ²)	P_{cell} (kWp)
---------	--------------------------------------	----------	---------------------------	---	---	---	--------------------------	---------------------

	(kwh/year)							
ดีคอนโด ธาร	1,284,775	3,519.9	5,000	0.8	0.85	0.85	1,000	1,218
ดีคอนโด พนา	2,495,072	6,835.81	5,000	0.80	0.85	0.85	1,000	2,365.3

จากผลการคำนวณ พบว่า โครงการดีคอนโด ธาร ต้องการกำลังไฟฟ้าของระบบเท่ากับ 1,218 kWp และโครงการดีคอนโด พนา ต้องการระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้าของระบบเท่ากับ 2,365.3 kWp ซึ่งอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดให้พลังงานแสงอาทิตย์ในหนึ่งวันสำหรับตำแหน่งประเทศไทยมีค่าเท่ากับ $5,000 \text{ Wh/m}^2$ มีค่าขดเซยการสูญเสียของเซลล์แสงอาทิตย์เท่ากับ 0.80 มีค่าขดเซยการสูญเสียเชิงความร้อนเท่ากับ 0.85 ค่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์เท่ากับ 0.85 และค่าความเข้มของแสงเท่ากับ 1000 W/m^2

จากข้อมูลที่ได้ นำไปคำนวณเพื่อหาขนาดของพื้นที่ที่ต้องการสำหรับการติดตั้ง โดยใช้โปรแกรม PVSyst 7.4 Demo โดยกำหนดใช้เซลล์แสงอาทิตย์โมโนคริสตัลไลน์ ขนาด 440Wp ครึ่งเซลล์ในการประเมินพื้นที่ที่ต้องการในการติดตั้ง

ตารางที่ 48 ผลการประเมินขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

โครงการ	ดีคอนโด ธาร	ดีคอนโด พนา
พลังงานรวมรายปี (kwh/ปี)	1,284,775	2,495,072

โครงการ	ดิคอนโด ธาร	ดิคอนโด พนา
พลังงานรวมต่อวัน (kwh)	3,519.9	6,835.8
ขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการ (kWp)	1,217.97	2,365.33
จำนวนแผงที่ต้องใช้ (แผง)	2,769.00	5,376.00
พื้นที่ติดตั้งที่ต้องการ (ตรม.)	14,002.00	27,185.00
พื้นที่ติดตั้งจริง (ตรม.)	2,141.00	2,441.00
ส่วนต่าง (ตรม.)	-11,861	-24,744

จากการประเมินพบว่า พื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับผลิตพลังงานตามความต้องการมีขนาดมากกว่าพื้นที่ติดตั้งจริง หมายถึงระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งภายในพื้นที่หลังคาของอาคารทั้งสองโครงการ ไม่สามารถทำให้สมดุลของพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับศูนย์ได้

ปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อปริมาณพลังงานในอาคารทั้งสองโครงการ ได้แก่ พลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และพลังงานในระบบประปาสุขาภิบาล เนื่องจากข้อมูลในการใช้งานของทั้งสองระบบเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการคำนวณต่อจากรายการคำนวณของทั้งสองโครงการมีค่าโหลดไฟฟ้าต่างกันมากแม้จะมีจำนวนของอุปกรณ์ที่ใกล้เคียงกัน จึงอาจส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนของปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จริงในระบบ อีกทั้งระบบลิฟต์โดยสารและระบบประปาสุขาภิบาลค่าการใช้พลังงานในระบบส่วนมากขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของอุปกรณ์ในระบบเป็นหลักซึ่งอาจไม่สามารถปรับลดได้ด้วยการออกแบบ ด้วยเหตุผลข้างต้นที่กล่าวมานี้จึงพิจารณาทดลองการออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ต่อไปโดยตัดข้อมูลการใช้ระบบลิฟต์โดยสารและระบบประปาสุขาภิบาลออก

ตารางที่ 49 แสดงผลการคำนวณพลังงานสุทธิรายปี ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และพลังงานในระบบประปาสุขาภิบาล

โครงการ	พลังงาน สุทธิตายปี (kwh/ปี)	พลังงานใน ระบบลิฟต์ โดยสาร (kwh/ปี)	พลังงานใน ระบบประปา สุขาภิบาล (kwh/ปี)	พลังงานสุทธิตาย ปีที่ใช้พิจารณา คงเหลือ (kwh/ปี)	พลังงานรวมที่ ใช้พิจารณา คงเหลือต่อวัน (kwh)
ดีคอนโด ธาร	1,284,775	267,910	441,175.5	575,689.5	1,577.2
ดี ค อ น โด พนา	2,495,072	536,112	1,191,360	767,600	2,103

ตารางที่ 50 แสดงการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของระบบ (Pcell) ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และพลังงานในระบบประปาสุขาภิบาล

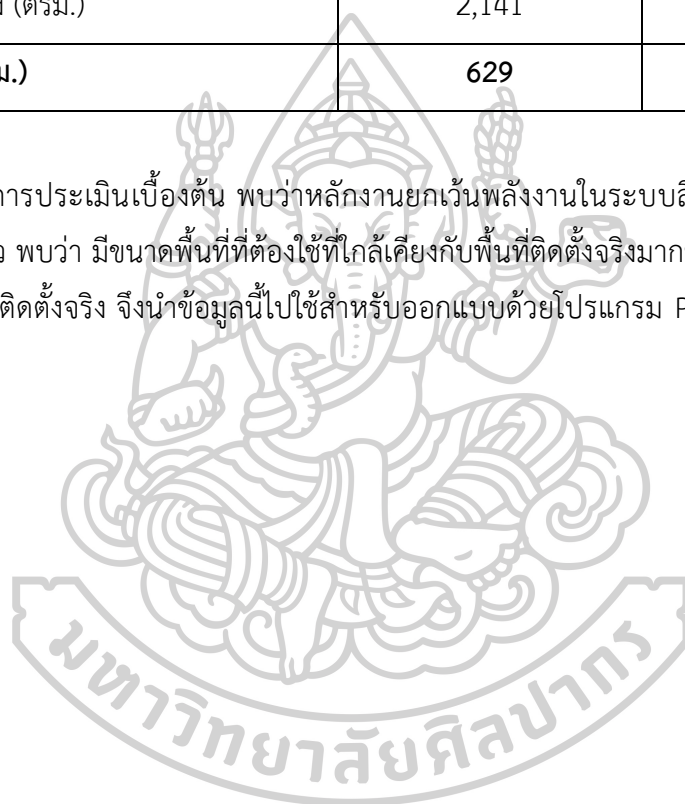
โครงการ	ค่าความ ต้องการ ไฟฟ้าในหนึ่ง ปี (kwh/year)	PL (kwh)	Q (Wh/m ²)	A	B	C	D (W/m ²)	Pcell (kWp)
ดีคอนโด ธาร	575,689.5	1,577.23	5,000	0.80	0.8 5	0.85	1,000	545.8
ดี ค อ น โด พนา	767,600	2,103.01	5,000	0.80	0.8 5	0.85	1,000	727.7

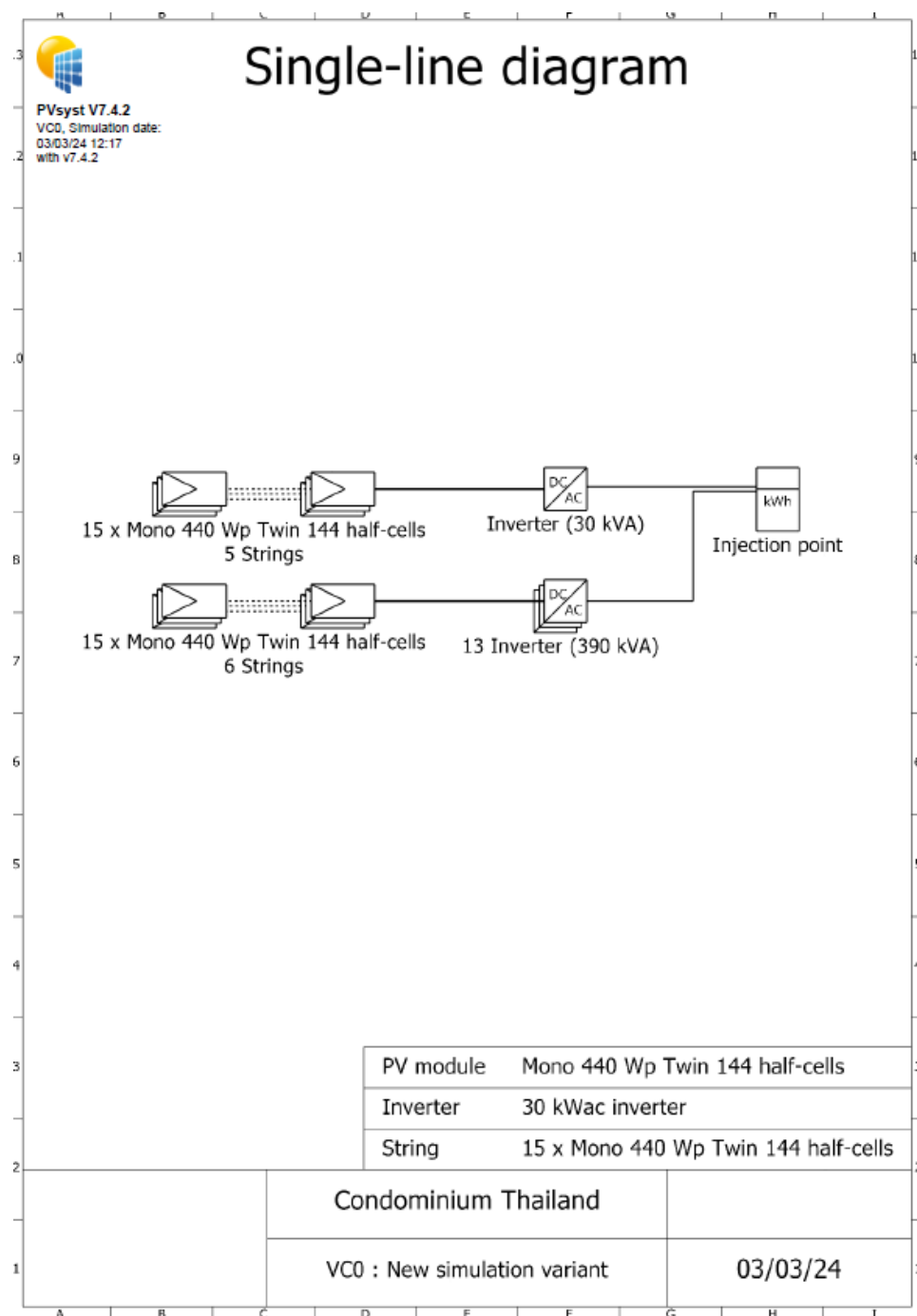
จากผลการคำนวณพบว่า โครงการดีคอนโด ธาร ต้องการระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้าของระบบเท่ากับ 545.8 kWp และโครงการดีคอนโด พนา ต้องการระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีกำลังไฟฟ้าของระบบเท่ากับ 727.7 kWp

ตารางที่ 51 ผลประเมินขนาดพื้นที่ต้องการใช้ในการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ยกเว้นส่วนพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และระบบประปาสุขาภิบาล

โครงการ	ดีคอนโด ธาร	ดีคอนโด พนา
พลังงานรวมรายปี (kwh/ปี)	575,689.5	767,600
พลังงานรวมต่อวัน (kwh)	1,577.23	2,103
ขนาดเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องการ (kWp)	545.75	727.69
จำนวนแผงที่ต้องใช้ (แผง)	1,241	1,654
พื้นที่ติดตั้งที่ต้องการ (ตรม.)	2,770	3,676
พื้นที่ติดตั้งจริง (ตรม.)	2,141	2,441
ส่วนต่าง (ตรม.)	629	1,235

จากการประเมินเบื้องต้น พบว่าหลักงานยกเว้นพลังงานในระบบลิฟต์โดยสาร และระบบ
สุขาภิบาลแล้ว พบว่า มีขนาดพื้นที่ที่ต้องใช้ที่ใกล้เคียงกับพื้นที่ติดตั้งจริงมากขึ้น ถึงแม้ว่ายังมีขนาดที่
ใหญ่กว่าพื้นที่ติดตั้งจริง จึงนำข้อมูลนี้ไปใช้สำหรับออกแบบด้วยโปรแกรม PVsyst V7.4.2 (Demo)
ต่อไป





ภาพที่ 89 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4.2 Demo
โครงการ ดีคอนโด ธาร



PVsyst V7.4.2

VCO, Simulation date:
03/03/24 12:17
with v7.4.2

Project: Condominium Thailand

Variant: New simulation variant

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Fixed plane

Tilt/Azimuth 13 / -180 °

Horizon

Free Horizon

No 3D scene defined, no shadings

Sheds configuration

No 3D scene defined

Models used

Transposition

Diffuse

Circumsolar

Perez

Perez, Meteonorm

separate

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer

Model

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

Number of PV modules

Nominal (STC)

Modules

At operating cond. (50°C)

Pmpp

U mpp

I mpp

Total PV power

Nominal (STC)

Total

Module area

Cell area

Generic

Mono 440 Wp Twin 144 half-cells

440 Wp

1245 units

548 kWp

83 Strings x 15 In series

498 kWp

562 V

885 A

548 kWp

1245 modules

2770 m²

2474 m²

Inverter

Manufacturer

Model

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power

Number of Inverters

Total power

Operating voltage

Pnom ratio (DC:AC)

Generic

30 kWac Inverter

30.0 kWac

14 units

420 kWac

450-700 V

1.30

Total inverter power

Total power

Number of Inverters

Pnom ratio

420 kWac

14 units

1.30

Array losses

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const)

Uv (wind)

20.0 W/m²K

0.0 W/m²K/m/s

Module mismatch losses

Loss Fraction

2.0 % at MPP

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290

DC wiring losses

Global array res.

Loss Fraction

11 mΩ

1.5 % at STC

Strings Mismatch loss

Loss Fraction

0.2 %

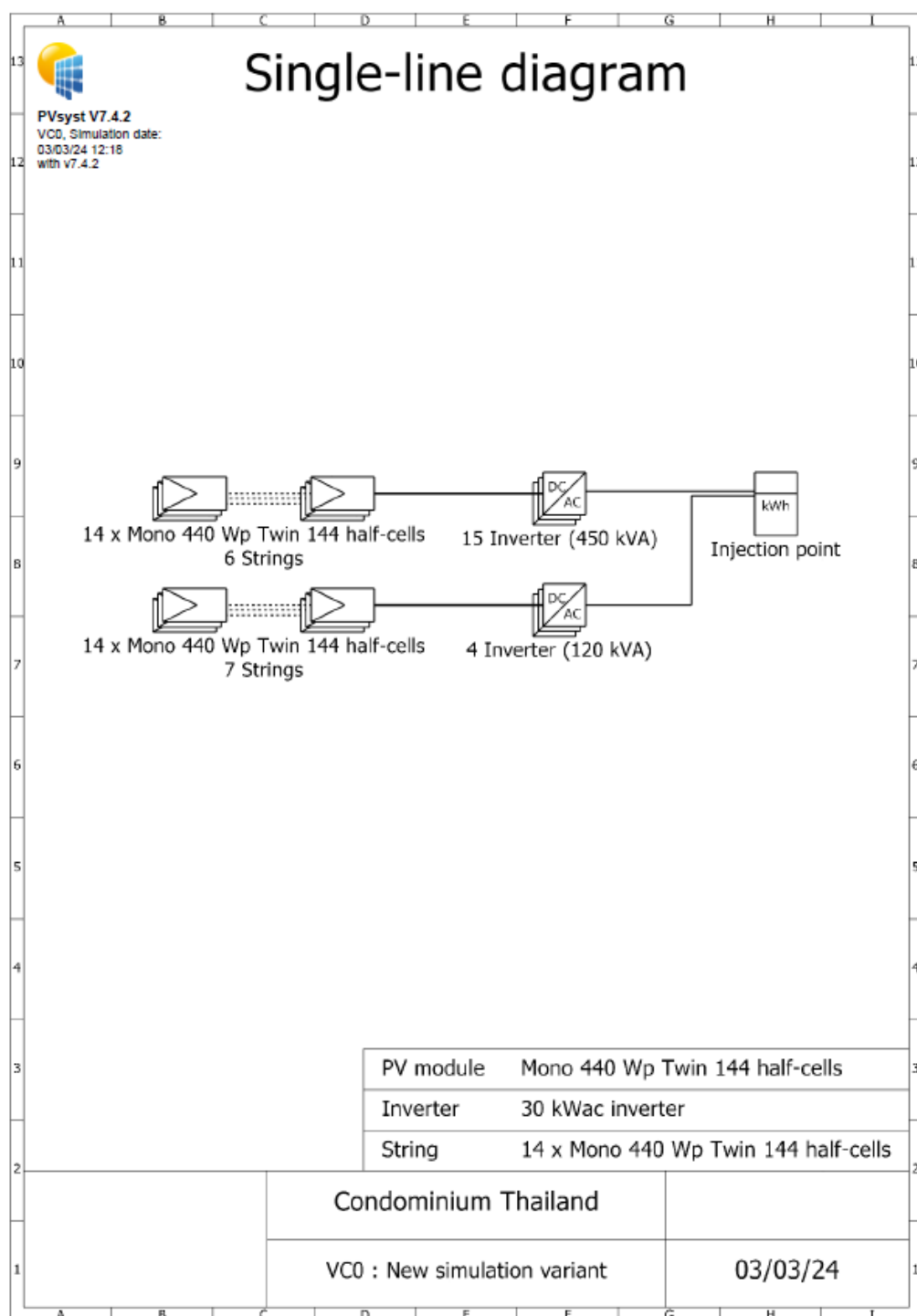
Module Quality Loss

Loss Fraction

-0.4 %

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

ภาพที่ 90 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4 Demo
โครงการ ตีคอนโด ฮาร



ภาพที่ 91 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4.2 Demo
โครงการ ดีคอนโด พนา


PVsyst V7.4.2

VCO, Simulation date:
03/03/24 12:18
with v7.4.2

Project: Condominium Thailand

Variant: New simulation variant

General parameters

Grid-Connected System			No 3D scene defined, no shadings		
PV Field Orientation			Sheds configuration		
Orientation			Models used		
Fixed plane			Transposition Perez		
Tilt/Azimuth			Diffuse Perez, Meteorom		
13 / -180 °			Circumsolar separate		
Horizon			User's needs		
Free Horizon			Unlimited load (grid)		
Near Shadings					
No Shadings					

PV Array Characteristics

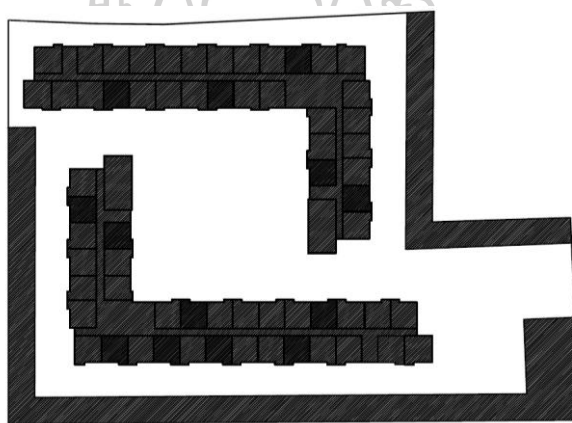
PV module			Inverter		
Manufacturer			Manufacturer		
Model			Model		
Mono 440 Wp Twin 144 half-cells			30 kWac Inverter		
(Original PVsyst database)			(Original PVsyst database)		
Unit Nom. Power			Unit Nom. Power		
440 Wp			30.0 kWac		
Number of PV modules			Number of Inverters		
1652 units			19 units		
Nominal (STC)			Total power		
727 kWp			570 kWac		
Modules			Operating voltage		
118 Strings x 14 in series			450-700 V		
At operating cond. (50°C)			Pnom ratio (DC:AC)		
Pmpp			1.28		
660 kWp					
U mpp					
525 V					
I mpp					
1258 A					
Total PV power			Total inverter power		
Nominal (STC)			Total power		
727 kWp			570 kWac		
Total			Number of Inverters		
1652 modules			19 units		
Module area			Pnom ratio		
3676 m²			1.28		
Cell area					
3283 m²					

Array losses

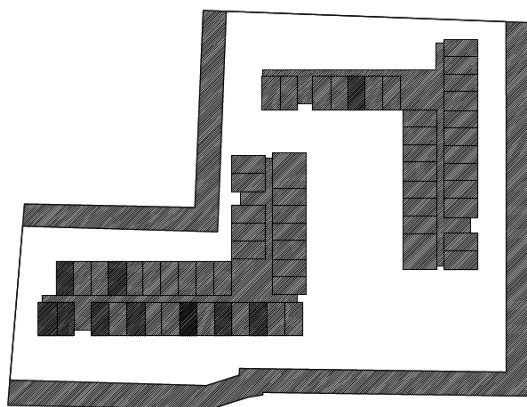
Thermal Loss factor			DC wiring losses			Module Quality Loss		
Module temperature according to irradiance			Global array res.			Loss Fraction		
Uc (const)			7.0 mΩ			-0.4 %		
20.0 W/m²K			Loss Fraction					
Uv (wind)			1.5 % at STC					
0.0 W/m²K/m/s								
Module mismatch losses			Strings Mismatch loss					
Loss Fraction			Loss Fraction					
2.0 % at MPP			0.2 %					
IAM loss factor								
Incidence effect (IAM): Fresnel, AR coating, n(glass)=1.526, n(AR)=1.290								
0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000

ภาพที่ 92 แสดงการคำนวณออกแบบระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst 7.4 Demo
โครงการ ตีคอนโด พนา

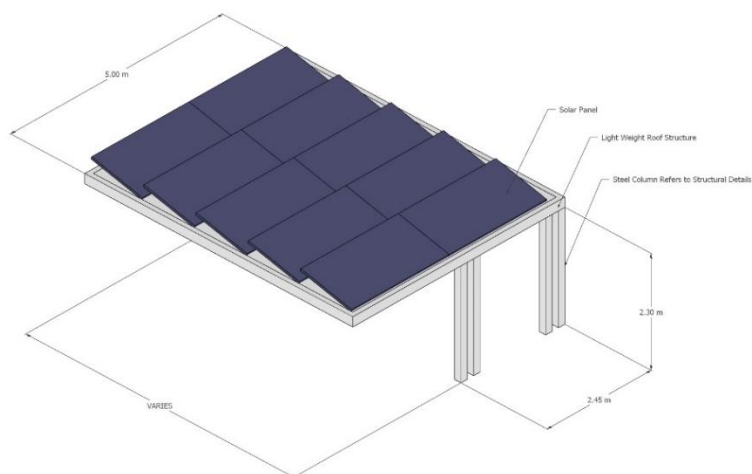
จากการคำนวณออกแบบระบบผลิตพลังงานด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PV Syst 7.4.2 Demo Version พบว่า โครงการดีคอนโด ชาร์ ต้องการพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โมโนคริสตัลไลน์ขนาด 440Wp ครึ่งเซลล์ทั้งหมด 2,770 ตารางเมตร ในขณะที่ดีคอนโด พนา ต้องการพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์อยู่ที่ 3,776 ตารางเมตร ซึ่งทั้งสองโครงการหากพิจารณาให้ติดตั้งบนหลังคาของตึกพักอาศัยจะมีพื้นที่ติดตั้งไม่เพียงพอ จึงได้นำเสนอการหาพื้นที่ติดตั้งในส่วนอื่นนอกเหนือจากส่วนหลังคาอาคารพักอาศัยเพิ่มเติม โดยพื้นที่ที่ติดตั้งต้องเป็นพื้นที่ที่แสงอาทิตย์ส่องถึง เพื่อให้การใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์สามารถทำงานได้อย่างเต็มศักยภาพที่สุด โดยหากพิจารณาจากผังและ เสนอแนะให้มีการทำหลังคาให้กับที่จอดรถของทั้งสองโครงการที่เป็นที่จอดรถกลางแจ้ง เพื่อใช้พื้นที่หลังคาในการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม



ภาพที่ 93 เสนอแนะแนวทางการก่อสร้างหลังคาเพื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม โครงการ ดีคอนโด ชาร์



ภาพที่ 94 เสนอแนะแนวทางการก่อสร้างหลังคาเพื่อติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม โครงการ ดีคอนโด พนา



ภาพที่ 95 แสดงตัวอย่างสำหรับการออกแบบหลังคาที่จอดรถกลางแจ้ง สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม

ตารางที่ 52 ขนาดพื้นที่ติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลังการเสนอแนะการออกแบบ

โครงการ	ดีคอนโด ธาร	ดีคอนโด พนา
พื้นที่หลังคาอาคารพักอาศัย (ตรม.)	2,141	2,441
พื้นที่หลังคาโรงจอดรถที่เสนอเพิ่มเติม (ตรม.)	1,295	1,400
รวมพื้นที่ (ตรม.)	3,436	3,871

จากการคำนวณระบบเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยโปรแกรม PVsyst Demo 7.4.2 พบว่า โครงการ ดีคอนโด ธาร ต้องการพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมด 2,770 ตารางเมตร ในขณะที่ ดีคอนโด พนา ต้องการพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ทั้งหมดอยู่ที่ 3,776 ตารางเมตร ภายหลังจากการเสนอให้ออกแบบหลังคาที่จอดรถเพิ่มเติมทั้งสองโครงการจึงมีพื้นที่เพียงพอต่อการผลิตพลังงานสุทธิที่ต้องการใช้ในทั้งโครงการ

สรุปผลการศึกษการปรับปรุงอาคาร และความเป็นไปได้ในการเป็นอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์

ภายหลังจากการศึกษา เก็บข้อมูล และประเมินศักยภาพความเป็นไปได้ที่จะออกแบบให้อาคารคอนโดมิเนียมโครงการดีคอนโด ชาร์ และโครงการ ดีคอนโด พนา มีผลการศึกษา ดังนี้

ตารางที่ 53 แสดงผลการปรับปรุงการออกแบบ โครงการดีคอนโด ชาร์

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง กรอบอาคาร	ปรับปรุงกรอบ อาคารพื้นที่ ส่วนกลาง	เพิ่มพื้นที่หลังคาสำหรับ ติดตั้งแผงเซลล์ แสงอาทิตย์
การใช้พลังงานสุทธิของอาคาร รายปี (kwh/year)	585,094	575,690	575,690
การใช้พลังงานสุทธิของอาคารต่อ พื้นที่รายต่อปี (kwh/sq.m/year)	83	82	82
ปริมาณพลังงานที่ลดลงต่อปี	-	1.61%	1.61%
พลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (kwh/year)	525,902	525,902	681,350
ส่วนต่างพลังงานที่ใช้และพลังงาน ที่ผลิตได้ (kwh/year)	-59,192	-49,788	115,201
เปอร์เซ็นต์ปริมาณพลังงานที่ผลิต ได้เมื่อเทียบกับพลังงานสุทธिरายปี	90%	91%	120%
	ไม่เพียงพอ	ไม่เพียงพอ	เหลือใช้

จากตารางสรุปผลการออกแบบ ปรับปรุงโครงการดีคอนโด ชาร์ พบว่าภายหลังจากการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ การปรับปรุงกรอบอาคารให้มีคุณสมบัติในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารสามารถลดการใช้พลังงานสุทธิของอาคารรายปีในส่วนพื้นที่ส่วนกลาง

ทั้งหมดได้ 1.61% โดยรูปแบบการออกแบบเดิมของอาคารมีพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานใช้สำหรับส่วนกลางทั้งโครงการ เนื่องจากพื้นที่หลังคาทั้งโครงการมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 91% ของขนาดพื้นที่ที่ต้องการทั้งหมด ภายหลังจากการเสนอการออกแบบให้มีพื้นที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมโดยเสนอให้ทำหลังคาที่จอดรถเพื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาสามารถครอบคลุมการผลิตพลังงานใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลางทั้งหมดได้ 120% โดยปริมาณพลังงานที่นำมาแสดงในค่าพลังงานสุทธิได้ยกเว้นในส่วนของระบบลิฟต์โดยสาร ระบบประปาและสุขาภิบาล

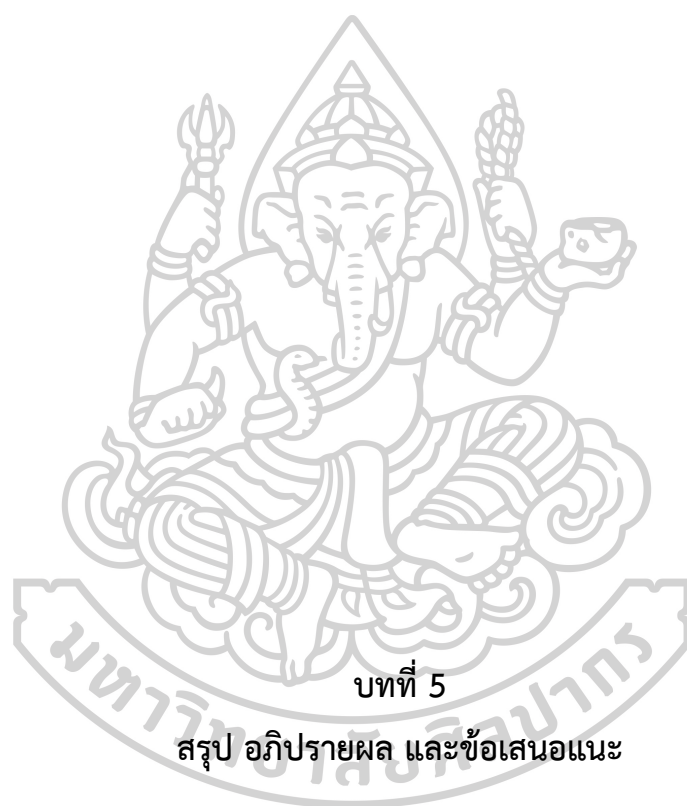
ตารางที่ 54 แสดงผลการปรับปรุงการออกแบบ โครงการดีคอนโด พนา

รายละเอียด	ก่อนปรับปรุง รอบอาคาร	ปรับปรุงรอบ อาคารพื้นที่ ส่วนกลาง	เพิ่มพื้นที่หลังคาสำหรับ ติดตั้งแผงเซลล์ แสงอาทิตย์
การใช้พลังงานสุทธิของอาคาร รายปี (kwh/year)	782,400	767,600	767,600
การใช้พลังงานสุทธิของอาคาร ต่อพื้นที่รายต่อปี (kwh/sq.m/year)	116	114	114
ปริมาณพลังงานที่ลดลงต่อปี	-	2%	2%
พลังงานที่ผลิตได้ต่อปี (kwh/year)	599,018	599,018	903,725
ส่วนต่างพลังงานที่ใช้และ พลังงานที่ผลิตได้ (kwh/year)	-183,382	-168,582	149,687
เปอร์เซ็นต์ปริมาณพลังงานที่ ผลิตได้เมื่อเทียบกับพลังงานสุทธิ รายปี	77%	78%	120%
	ไม่เพียงพอ	ไม่เพียงพอ	เหลือใช้

จากตารางสรุปผลการออกแบบ ปรับปรุงโครงการดีคอนโด พนา พบว่าภายหลังการออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ การปรับปรุงกรอบอาคารให้มีความสมบูรณ์ในการป้องกันการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร สามารถลดการใช้พลังงานสุทธิของอาคารรายปีในส่วนพื้นที่ส่วนกลางได้ 2% โดยรูปแบบการออกแบบเดิมของอาคารมีพื้นที่ไม่เพียงพอต่อการติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานใช้สำหรับส่วนกลางทั้งโครงการ เนื่องจากพื้นที่หลังคาทั้งโครงการมีขนาดพื้นที่เท่ากับ 78% ซึ่งหลังจากการเสนอการออกแบบให้มีพื้นที่ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติมโดยเสนอให้ทำหลังคาที่จอดรถเพื่อติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา สามารถครอบคลุมการผลิตพลังงานใช้พลังงานในพื้นที่ส่วนกลางทั้งหมดได้ 120% โดยปริมาณพลังงานที่นำมาแสดงในค่าพลังงานสุทธิได้ยกเว้นในส่วนของระบบลิฟต์โดยสาร ระบบประปาและสุขาภิบาล

เมื่อพิจารณาร่วมกับการออกแบบวางผังแล้ว สามารถสรุปแนวความคิดในการออกแบบที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานภายในอาคารคอนโดมิเนียมได้ดังนี้

1. อาคารคอนโดมิเนียมที่วางผังมาด้วยลักษณะตัว L สองอาคารล้อมให้เกิดพื้นที่เปิดโล่งตรงกลาง มีข้อดีที่อาคารที่พักอาศัยจะทำหน้าที่เป็นบังแสงอาทิตย์ทำให้พื้นที่ภายในไม่ได้รับแสงอาทิตย์โดยตรง ดังนั้นจึงควรออกแบบให้มีพื้นที่ส่วนกลางอยู่ภายในพื้นที่เปิดโล่งตรงกลาง หรืออยู่ภายในอาคารโดยให้ช่องเปิดขนาดใหญ่หันเข้าหากับพื้นที่ส่วนกลาง จึงสามารถสรุปได้ว่าการวางผังลักษณะนี้ส่งผลดีต่อตำแหน่งพื้นที่ส่วนกลางทั้งสองประเภท
2. การเลือกใช้วัสดุที่มีค่า U-Value สูงขึ้น ยกตัวอย่างเช่น การใช้กระจกกันความร้อน การติดตั้งฉนวนหลังคาหรือผนังทึบ จะช่วยลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารได้โดยการติดตั้งฉนวนจะสามารถลดการใช้งานพลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปีลงได้ โดยการใช้กระจกกันความร้อนแบบ Low-E ที่กันความร้อนได้ดีที่สุด ร่วมกับการติดตั้งฉนวนจะสามารถกันความร้อนได้สูงสุด 44% ในโครงการดีคอนโด พนา



จากการศึกษาการออกแบบโครงการคอนโดมิเนียมในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย ที่มีเป้าหมายเพื่อเสนอการออกแบบเพื่อผลักดันให้อาคารไปสู่เป้าหมายอาคารที่ใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ เมื่อได้พิจารณาจากแนวทางและความเป็นไปได้จากผังเดิมที่นำมาออกแบบกรอบอาคารใหม่ ในลักษณะของการออกแบบเพื่อลดการใช้พลังงานเข้าสู่อาคารผ่านวิธีการ Passive Design ถ่ายเทพลังงานความร้อนเข้าสู่อาคาร และเสนอการใช้ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เข้ามาใช้งานเป็นพลังงานหมุนเวียนภายในโครงการ

ผู้ศึกษาได้คัดเลือกอาคารคอนโดมิเนียมที่มีช่วงราคาใกล้เคียงกันเพื่อนำมาศึกษาการออกแบบพื้นที่ส่วนกลาง โดยมีเป้าหมายหลักในการศึกษาวิจัยได้แก่การทำให้พื้นที่ส่วนกลางของคอนโดมิเนียมมีการใช้พลังงานต่ำที่สุด โดยประเมินจากการใช้พลังงานในสองลักษณะที่แบ่งตามหัวข้อในการศึกษา ได้แก่ พลังงานที่สามารถปรับปรุงให้ลดลงผ่านแนวความคิด Passive Design ได้แก่การปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่อาคาร โดยเฉพาะในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ และการใช้พลังงานในระบบอุปกรณ์อาคารอื่นๆ โดยมุ่งเน้นไปที่พลังงานที่ปรับปรุงให้ลดลงได้ด้วยแนวความคิดทางการออกแบบเป็นหลัก

อาคารที่นำมาศึกษาได้แก่ อาคารดีคอนโด ธาร ที่มีพื้นที่ส่วนกลางแบบอาคารเดี่ยว (Clubhouse) และ อาคารดีคอนโด พนา ที่มีพื้นที่ส่วนกลางอยู่ในอาคาร โดยสามารถจำแนกผลการศึกษาตามหัวข้อได้ ดังนี้

ผลการปรับปรุงกรอบอาคาร

เสนอให้ปรับเปลี่ยนวัสดุกรอบอาคาร ให้มีค่า U-Value รวมต่ำลง ก่อนจะคำนวณผลการใช้พลังงานสุทธิรายปีด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira ผลการปรับปรุง พบว่าการปรับปรุงกรอบอาคารสามารถทำให้การใช้พลังงานสุทธิรายปีในพื้นที่ส่วนกลางลดลงอย่างมีนัยยะสำคัญภายในพื้นที่ที่ศึกษา โดยสามารถลดได้ถึง 30% ในโครงการดีคอนโด ธาร และ 43% ในโครงการดีคอนโด พนา หากเปลี่ยนไปใช้กรอบอาคารส่วนผนังทึบเป็นผนังก่ออิฐมวลเบา กรุด้วยฉนวนใยแก้วบนผนังและหลังคา ส่วนกรอบอาคารโปร่งใสเป็น กระดาษ Clear Color Single Low – E Coat on Clear 22 mm thickness

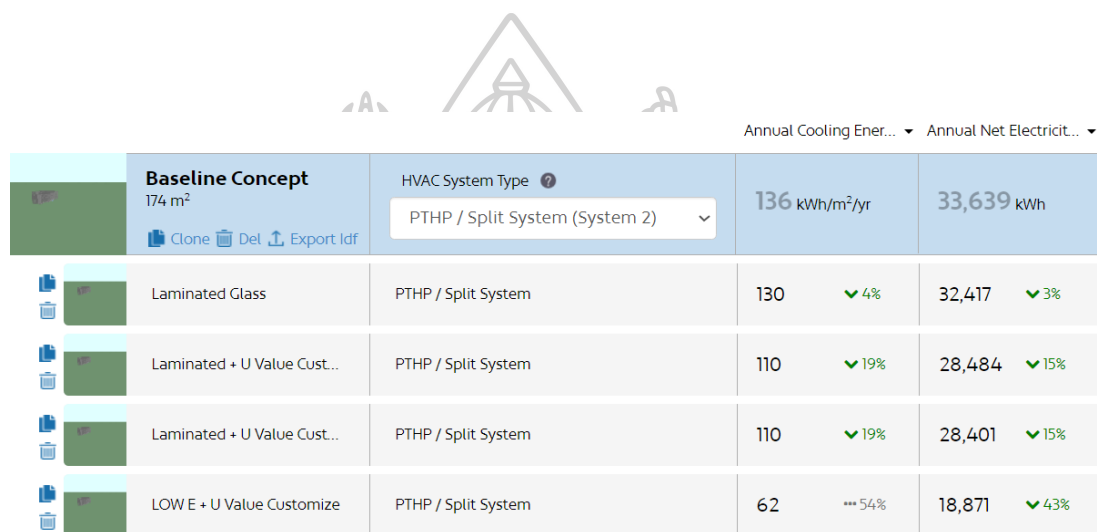
Baseline Concept 153 m ²		HVAC System Type	Annual Cooling Ener...	Annual Net Electricit...
PTHP / Split System (System 2)			149 kWh/m ² /yr	31,703 kWh
Laminated Glass	PTHP / Split System	142	▼ 4%	30,560 ▼ 3%
Laminated + INSULATED	PTHP / Split System	127	▼ 14%	27,939 ▼ 11%
Laminated + INSULATED + ...	PTHP / Split System	127	▼ 14%	27,939 ▼ 11%
LOW E + INSULATED	PTHP / Split System	95	*** 36%	22,299 *** 29%

ภาพที่ 96 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร

ตารางที่ 55 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด ชาร

รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระจก	U – Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	2.83	5.78	3.12	0.76	X	149	31,703
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต)	2.83	5.32	3.12	0.69	X	142 (-4%)	30,560 (-3%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	5.32	0.37	0.69	X	127 (-14%)	27,939 (-11%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด	0.46	5.32	0.37	0.69	✓	127 (-14%)	27,939 (-11%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปร่งใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบ	0.46	2.70	0.37	0.55	X	95 (-36%)	22,299 (-29%)

รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระจก	U – Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
และหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)							



Annual Cooling Ener... Annual Net Electricit...

Baseline Concept 174 m ²	HVAC System Type PTHP / Split System (System 2)	136 kWh/m ² /yr	33,639 kWh
Laminated Glass	PTHP / Split System	130 ▼ 4%	32,417 ▼ 3%
Laminated + U Value Cust...	PTHP / Split System	110 ▼ 19%	28,484 ▼ 15%
Laminated + U Value Cust...	PTHP / Split System	110 ▼ 19%	28,401 ▼ 15%
LOW E + U Value Customize	PTHP / Split System	62 ▼ 54%	18,871 ▼ 43%

ภาพที่ 97 ผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา

ตารางที่ 56 แสดงผลการคำนวณด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira โครงการดีคอนโด พนา

รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระจก	U – Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
โมเดลพื้นฐานสำหรับคำนวณเปรียบเทียบ	2.83	5.78	3.12	0.76	X	136	33,639
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิ)	2.83	5.32	3.12	0.69	X	130 (-4%)	32,417 (-3%)

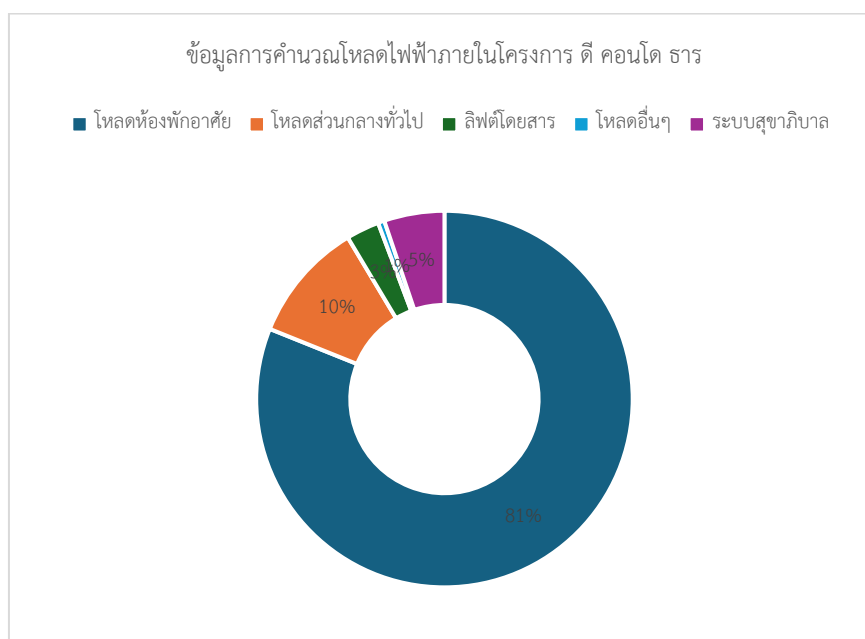
รายการเปรียบเทียบ	U – Value ผนังทึบ	U – Value ผนังกระจก	U – Value หลังคา	SHGC	SHADING	การใช้พลังงานในระบบปรับอากาศต่อพื้นที่รายปี (kWh/m ² /ปี)	การใช้พลังงานไฟฟ้าสุทธิรายปี (kWh)
เนต)							
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	5.32	0.37	0.69	X	110 (-19%)	28,484 (-15%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจกลามิเนต) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว) พร้อมติดตั้งแผงบังแดด	0.46	5.32	0.37	0.69	✓	110 (-19%)	28,401 (-15%)
โมเดลเพิ่มประสิทธิภาพของผนังโปรงใส (กระจก LOW-E) และเพิ่มฉนวนให้ผนังทึบและหลังคา (ฉนวนใยแก้ว)	0.46	2.70	0.37	0.55	X	62 (-54%)	18,871 (-43%)

ในขณะที่การทำแผงบังแดดให้กับช่องเปิดของทั้งสองอาคารนั้น พบว่าผลการคำนวณที่ได้ไม่แตกต่างจากก่อนเสนอแนะให้ออกแบบแผงบังแดดเนื่องจากพลังงานที่ลดลงมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับการออกแบบที่มีค่าใช้จ่ายตามมา ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากการวางตำแหน่งของอาคารนั้น จะทำให้อาคารบังแสงอาทิตย์ภายในพื้นที่ตรงกลางด้วยตัวเองอยู่แล้ว การออกแบบแผงบังแดดจึงอาจไม่

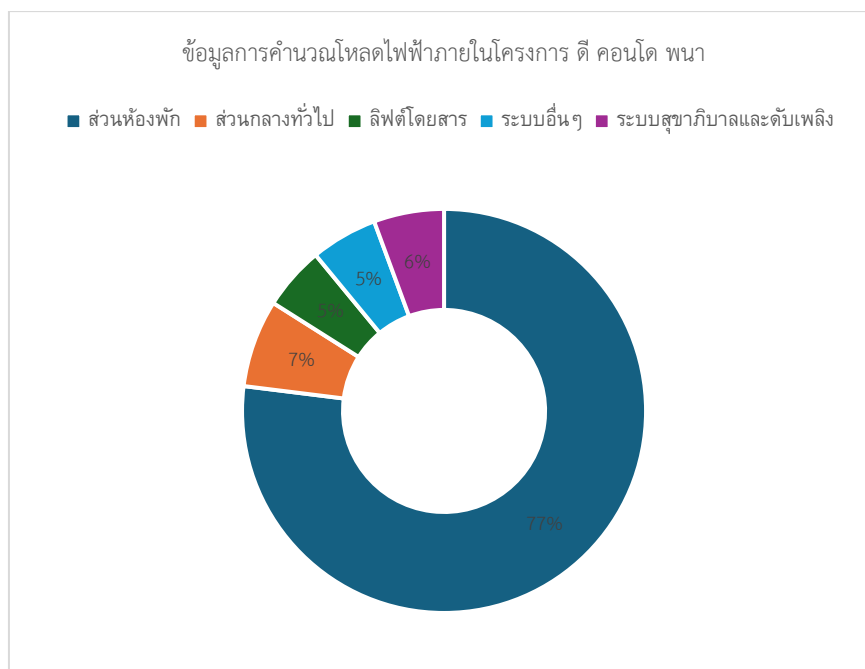
มีประสิทธิภาพมากเท่าที่ควร อีกทั้งอาจยังส่งผลให้การใช้พลังงานสุทธิมากขึ้นด้วย เนื่องจากปริมาณแสงสว่างในพื้นที่ไม่เพียงพอ อาจทำให้ชั่วโมงการ

ผลการศึกษาพลังงานในส่วนที่นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรม Sketchup Sefaira

จากการศึกษาการใช้พลังงานเปรียบเทียบในส่วนที่เป็นพื้นที่ปรับอากาศ และพื้นที่ที่ไม่ได้ปรับอากาศนั้น พบว่าพื้นที่ที่ไม่ได้ปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานที่สูงกว่าในพื้นที่ปรับอากาศ



แผนภูมิที่ 13 ข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร์



แผนภูมิที่ 14 แผนผังข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด พนา





แผนภูมิที่ 15 ข้อมูลโหลดไฟฟ้าภายในโครงการดีคอนโด ชาร และดีคอนโด พนา หมวดพื้นที่ส่วนกลางทั่วไป

จากสัดส่วนข้อมูลโหลดไฟฟ้าในพื้นที่ พบว่า พื้นที่ที่นำไปศึกษาปรับปรุงกรอบอาคารนั้นมีขนาดของโหลดไฟฟ้าน้อยเมื่อเทียบกับโหลดการใช้ไฟฟ้ารวมของทั้งโครงการ การเปลี่ยนแปลงกรอบอาคารในพื้นที่นี้ สามารถลดการปริมาณได้สูงสุดถึง 43% เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการปรับปรุงกรอบอาคาร คิดเป็น 2% ของพลังงานที่ใช้ในพื้นที่ส่วนกลางของทั้งโครงการ ดังนั้นการปรับอาคารด้วยแนวความคิด Passive Design อาจจะต้องนำไปศึกษาต่อว่ามีความคุ้มค่ากับการเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนนี้น้อยเพียงใด

อีกข้อสรุปหนึ่งที่มีความสำคัญ คือ อาคารทั้งสองอาคารมีการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนที่ไม่ปรับอากาศสูง ดังนั้นการเลือกอุปกรณ์อาคารที่มีประสิทธิภาพดี ออกแบบมาเพื่อการประหยัดพลังงานโดยเฉพาะ หรือการติดตั้งระบบอัตโนมัติต่างๆ เพื่อควบคุมการทำงานของระบบอุปกรณ์อาคาร เช่น ระบบเซนเซอร์เปิดปิดไฟตามความสว่างของพื้นที่ การอุปกรณ์อาคารที่ถูกรออกแบบมาเพื่อประหยัดพลังงานเป็นหลักจึงจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานสุทธิในส่วนอื่นได้มากขึ้นอีก โดยควรทำไปควบคู่กับการออกแบบตามที่ได้นำเสนอข้างต้น เพื่อผลสูงสุดในการลดการใช้งานพลังงาน

ผลการออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

จากผลการออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ พบว่า จากข้อมูลที่นำมาศึกษาการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้สามารถผลิตพลังงานให้จนสมดุลพลังงานเข้าใกล้ศูนย์นั้น ยังคงมีข้อจำกัดอยู่ที่อุปกรณ์ในระบบอาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง โดยหากไม่พิจารณาในส่วนจากระบบลิฟต์โดยสาร ระบบประปาและสุขาภิบาล พบว่า มีโอกาสที่ทั้งสองโครงการจะใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตพลังงานให้ครอบคลุมในส่วนอื่น โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์โมโนคริสตัลไลน์ขนาด 440Wp ครึ่งเซลล์ พบว่าทั้งสองโครงการมีพื้นที่ติดตั้งไม่เพียงพอต่อความต้องการ โดยคิคอนโด ฮาร์ มีพื้นที่ติดตั้ง 91 % และคิคอนโด พนา มีพื้นที่ติดตั้ง 78% ของพื้นที่ทั้งระบบจึงต้องจัดให้มีพื้นที่สำหรับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์เพิ่มเติม ที่ผู้จัดทำได้เสนอในรูปแบบของหลังคาที่จอดรถ อย่างไรก็ตามเจ้าของโครงการสามารถเพิ่มปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ได้ด้วยกว่าเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์

ข้อจำกัดของการศึกษา

จากการศึกษาการออกแบบพื้นที่ส่วนกลางโครงการคิคอนโดมิเนียมให้ใช้พลังงานต่ำจนเข้าใกล้ศูนย์ข้างต้น พบข้อจำกัดที่มีผลต่อการศึกษา ดังนี้

1. ข้อจำกัดของการศึกษาประเมินการใช้พลังงาน

เนื่องด้วยข้อจำกัดในการเข้าไปสำรวจในสถานที่จริง ข้อมูลที่ผ่านการคำนวณอาจมีความคลาดเคลื่อนกับจำนวนปริมาณพลังงานที่ใช้จริงในพื้นที่หน้างาน ดังนั้นในการนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบจริง ควรตรวจสอบประมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ด้วยเครื่องมือ Power Logger ก่อนติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์

2. ข้อจำกัดของการกิจกรรมภายในอาคาร

เนื่องจากห้องฟิตเนส เป็นพื้นที่ที่มีความร้อนจากผู้ใช้งานอาคารสูงเนื่องจากการออกกำลังกาย ดังนั้นในการศึกษาโดยละเอียดจึงอาจต้องพิจารณาความร้อนจากกระบวนการเผาผลาญในร่างกายของมนุษย์จากกิจกรรมที่เกิดขึ้นในพื้นที่เพิ่มเติม

3. ข้อจำกัดของการออกแบบระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากพื้นที่ติดตั้งระบบเซลล์แสงอาทิตย์ที่เสนอให้ติดตั้งบนหลังคาที่จอดรถมีระดับที่ต่ำกว่าอาคารพักอาศัย โดยทั่วไป จึงอาจจะต้องคำนึงถึงปัจจัยสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เงาจากต้นไม้ เงาจากอาคารข้างเคียง หรือโอกาสที่พื้นที่ข้างเคียงจะถูกใช้เป็นพื้นที่ก่อสร้างอาคารที่สูงกว่าที่จอดรถ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการผลิตพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดน้อยลง

ข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องครั้งต่อไป อ้างอิงจากข้อจำกัดที่พบในการศึกษา ดังนี้

1. ศึกษาการใช้งานอุปกรณ์อาคารโดยละเอียด เพื่อให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงการออกแบบทั้งในส่วนพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ โดยปรับปรุงการใช้พลังงานทั้งสองส่วนลดลงควบคู่กันไปได้
2. ศึกษางบประมาณและความคุ้มค่าของการปรับปรุงเพิ่มเติม เพื่อหาวิธีการที่คุ้มค่าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบระหว่างพลังงานสุทธิที่ลดลง และค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้ รวมถึงระยะเวลาคืนทุน
3. คำนึงถึงทางเลือกในการใช้โปรแกรมประเมินการใช้พลังงานภายในอาคารอื่นๆ เพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำและครอบคลุมมากยิ่งขึ้น
4. ศึกษาในคอนโดมิเนียมในกลุ่มราคาอื่นๆ เนื่องจากราคาที่ต่างกันจะส่งผลให้สัดส่วนของพื้นที่ส่วนกลางต่อพื้นที่พักอาศัยต่างกัน การออกแบบจึงจะมีลักษณะแตกต่างกันออกไปด้วย
5. ศึกษาโดยมีกรณีตัวอย่างคอนโดมิเนียมที่มีรูปร่างของอาคารแตกต่างกันซึ่งส่งผลต่อการใช้พลังงานสุทธิ

รายการอ้างอิง

- Czerwinska, D. (n.d.). **Green building: Improving the lives of billions by helping to achieve the UN Sustainable Development Goals**. Accessed December 31. Available from <https://worldgbc.org/article/green-building-improving-the-lives-of-billions-by-helping-to-achieve-the-un-sustainable-development-goals/>
- Gupta, J., and Chakraborty M. (2021). “15 - Energy efficiency in buildings.” In **Sustainable Fuel Technologies Handbook**, 457-480. Edited by Dutta S., and Mustansar Hussain C. n.p.: Academic Press.
- HVAC Engineering. (n.d.). **Interactive psychrometric chart**. Accessed January 11. Available from <https://hvac-eng.com/interactive-psychrometric-chart/>
- Košir, M. (2019). **Climate Adaptability of Buildings Bioclimatic Design in the Light of Climate Change**. n.p.: Springer International Publishing.
- Maduta, C., et al. (2025). “From Nearly Zero-Energy Buildings (NZEBs) to Zero-Emission Buildings (ZEBs): Current status and future perspectives.” **Energy and Buildings** 328, (February): 115133.
- Marsh, A. (n.d.). **Sunpath2D: Solar path diagram tool**. Accessed January 11. Available from <https://drajmarsh.bitbucket.io/sunpath2d.html>
- Perry, C. (2019). **Grid-interactive Efficient Buildings Are the Future, and Utilities Can Help Lead the Way**. Accessed December 31. Available from <https://www.aceee.org/blog/2019/11/grid-interactive-efficient-buildings>
- Torcellini, P., et al. (2006). “Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition; Preprint.” In **Conference: To be presented at ACEEE Summer Study, 14-18 August 2006, Long Beach, California**, 1-12. United States: National Renewable Energy Laboratory.
- World Green Building Council. (n.d.). **Sustainable built environments & the UN's Sustainable Development Goals**. Accessed January 12. Available from

<https://worldgbc.org/sustainable-developmentgoals/#::~text=Sustainable%20built%20environments%20are%20made,a%20building%20and%20city%20scale>.

“ประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่อง หลักเกณฑ์ วิธีการคำนวณ และการรับรองผลการตรวจประเมินในการออกแบบอาคาร เพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละระบบ การใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร และการใช้พลังงานหมุนเวียนในระบบต่างๆ ของอาคาร พ.ศ. 2564.” (2564). **ราชกิจจานุเบกษา** เล่ม 138, ตอนพิเศษ 315ง (24 ธันวาคม): 30.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2566). **คู่มือแนวทางการตรวจสอบการออกแบบและก่อสร้างอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน (พิมพ์ครั้งที่ 2)**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.dede.go.th/e-book/>

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2553). "ตอนที่ 2 บทที่ 2 ระบบไฟฟ้ากำลัง." ใน **คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน (โรงงาน) พ.ศ. 2553**, 457-480. ม.ป.ท.

กรมพัฒนาและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2565). **การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ การถ่ายทอดและเผยแพร่การใช้พลังงานแสงอาทิตย์**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก https://webkc.dede.go.th/testmax/sites/default/files/คู่มือ%20การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์%20BLN_0.pdf

กษิเดชทิพย์ อมรวิวัฒน์ และชัยรัตน์ วิสุทธีรัตน์. (2565). “โปรแกรมหาความเป็นไปได้ในการเลือกลงทุนติดตั้งโซลาร์เซลล์บนหลังคาด้วยโมโครซอฟท์ เอกซ์เซล.” ใน **การประชุมวิชาการ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ครั้งที่ 14**, 80-83. ม.ป.ท.

การไฟฟ้านครหลวง. (2566). **สถิติจำนวนหน่วยจำหน่าย แยกตามประเภทผู้ใช้ไฟฟ้า**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://www.mea.or.th/statistics/energy-sales>

คุณธรรม. (2562). **พาชมห้องตัวอย่าง dcondo tann คอนโด Low Rise บนถนนเลียบบทางรถไฟตลิ่งชัน จาก แสนสิริ**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/พาชมห้องตัวอย่าง-dcondo-tann-คอนโด-low-rise-บนถนนเลียบบทางรถไฟตลิ่งชัน-จาก-แสนสิริ-564781-รีวิวโครงการ/>

จันทวรรณ. (2564). **รีวิว dcondo Panaaa คอนโด Low Rise ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท บน**

ถนนเลียบบทางรถไฟตลิ่งชัน ใกล้ รพ.ศิริราช จาก แสนสิริ [รีวิวนับที่ 2289]. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://thinkofliving.com/คอนโด/รีวิว-dcondo-Panaaa-คอนโด-low-rise-ตึกคู่บรรยากาศสไตล์รีสอร์ท-บนถนนเลียบบทางรถไฟตลิ่งชัน-ใกล้-รพ-ศิริราช-จาก-แสนสิริ-รีวิวนับที่-2289-751410-รีวิวโครงการ/>

จารุวรรณ สุขสีดา และดารณี จาริมิตร. (2562). “แนวทางการลงทุนปรับปรุงเปลือกอาคารบ้านประหยัดพลังงานตามเกณฑ์ประเมินพลังงาน TEEAM.” **วารสารวิจัยและสาระสถาปัตยกรรม/การผังเมือง** 16, 1 (มิถุนายน): 69-82.

ณรรฐพล จันทิชัยโกศล (2564). “การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของสถานศึกษา.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมและการบริหาร การก่อสร้าง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. ฐานข้อมูลคลังปัญญา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ <http://cmuir.cm u.ac.th/jspui/handle/6653943832/73463>

ดิ เอ็กเซล ลาดพร้าว สุทธิสาร. (2563). **ดิ เอ็กเซล ลาดพร้าว – สุทธิสาร คอนโดสุดชิค ชีวิตอินเตอร์นด์**. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/media/set/?set=a.7617183810_17043&type=3&locale=th_TH

ดีคอนโด ธาร. (ม.ป.ป.). **ห้องตัวอย่าง dcondo tann คอนโด Low Rise จาก แสนสิริ**. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://sansiri.com/media-project/dcondo-tann/dcondo-tann-condominium-brochure.pdf>

ดีคอนโด พนา. (ม.ป.ป.). **ดีคอนโด พนา คอนโดใจกลางจรัญฯ**. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>

หัตพงษ์ คมกฤษ และชนิกานต์ ยิ้มประยูร. (2567). “ผลกระทบของรูปทรง ทิศทาง และเปลือกอาคารสำนักงาน ต่อประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานตามมาตรฐาน AHSRAE 90.1-2016.” ใน **การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 16 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**, 533-544. นครปฐม.

นันทวัฒน์ สุวรรณอาศน์ และคณะ. (2565). “แบบจำลองราคาฮีดอนิกสำหรับคอนโดมิเนียมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.” **วารสารรัชต์ภาคย์** 16, 47 (กรกฎาคม – สิงหาคม): 422-438.

- นิช ไอดี เพชรเกษม บางแค. (ม.ป.ป.). **The Niche id บางแค คอนโด Low Rise จาก Sena Development.** เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.sena.co.th/project/niche-id-phetkasem-bangkae>
- นิรันดร์ ชนวิเศษ (2566). “แนวทางการออกแบบอาคารเรียนพลังงานสุทธิเป็นศูนย์ กรณีศึกษา: โรงเรียนในกำกับของ สพฐ.(สปช105/29 10ห้อง) ประเทศไทย.” สารนิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. ฐานข้อมูลคลังปัญญา มหาวิทยาลัยศิลปากร <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/5019>
- บริษัท พุกกะยา เรียวเอสเตท จำกัด. (2563). **รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ พลัมคอนโด สุขุมวิท 97/1.** เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9510>
- บริษัท เสนาดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2558). **รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการอาคารชุด เดอะ นิช ไอดี บางแค.** เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=6245>
- บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2562). **รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า.** เข้าถึงเมื่อ 10 กุมภาพันธ์. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=9184>
- บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). **รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ ดีคอนโด จรัญ-ปิ่นเกล้า (PHASE 2).** เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://www.sansiri.com/condominium/dcondo-panaa/th>
- บริษัท แสนสิริ จำกัด (มหาชน). (2565). **รายงานประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการดีคอนโด พนา.** เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10727>
- บริษัท ออลล์ อินสไปร์ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2562). **รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ The Excel Ladprao - Sutthisan (ดิ เอ็กเซลส์ ลาดพร้าว - สุทธิสาร).** เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=8980>
- บริษัท แอล.พี.เอ็น ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด (มหาชน). (2563). **รายงานการประเมินผลกระทบ**

สิ่งแวดล้อม โครงการลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65 - สิริธร สเตชั่น. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม.

เข้าถึงได้จาก <https://eia.onep.go.th/eia/detail?id=10007>

พรสุรีย์ สิริธิตสมบุญ. (2565). “การศึกษาการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการส่องสว่างและผลิตไฟฟ้าในบ้าน.” สารนิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม วิทยาลัยนวัตกรรมการด้านเทคโนโลยี และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. แหล่งข้อมูลทางปัญญา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต <https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/Phornsuree.Sitt.pdf>

พลัมคอนโด สุขุมวิท 97.1. (2565). Plum Condo สุขุมวิท 97.1 คอนโด Low Rise ใกล้ BTS บางจาก 550 เมตร. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.facebook.com/plumcondobypruksa/photos/pb.100064422200181.-2207520000/5594311130591663/?type=3>

พันธุ์ดา พุฒิไพโรจน์. (2563). การออกแบบเพื่อการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิชยดา จิรวรรษวงศ์. (2556). “การศึกษาต้นทุนในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในบ้านที่อยู่อาศัย.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. แหล่งข้อมูลทางปัญญา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต <https://libdoc.dpu.ac.th/thesis/147901.pdf>

ลุมพินี ซีเล็คเตด จรัญ 65 สิริธร สเตชั่น. (ม.ป.ป.). Lumpini Selected จรัญ 65 - สิริธร สเตชั่น กลุ่มคอนโด Low Rise ใกล้ MRT สิริธร เพียง 300 เมตร จาก LPN. เข้าถึงเมื่อ 10 กันยายน. เข้าถึงได้จาก <https://www.lpn.co.th/คอนโดลุมพินี/โครงการ/ลุมพินี-ซีเล็คเตด-จรัญ-65-สิริธร-สเตชั่น>

วงศียา อนุศักดิ์กุล. (2559). “แนวทางการปรับปรุงอาคารสำนักงานรัฐในประเทศไทยให้เป็นอาคารใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. ฐานข้อมูลคลังปัญญา มหาวิทยาลัยศิลปากร <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/898?mode=full>

- วันวิสาข์ ศรีสงคราม. (2563). “การกำหนดแนวทางที่เหมาะสมสำหรับระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคารเรียนในประเทศไทย: กรณีศึกษาโรงเรียนสระบุรีวิทยาคมแบบอาคารเรียนมาตรฐาน สพฐ. 108 ล./30.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. คลังสารสนเทศดิจิทัล มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:187342
- วุฒิสกดิ์ มุสิกรัตน์ธารง (2565). “การศึกษาแนวทางการออกแบบอาคารชุดพักอาศัยขนาดพื้นที่ไม่เกิน 10,000 ตารางเมตร ให้สอดคล้องกับอาคารมาตรฐาน ASHRAE 90.1 2019.” สารนิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร. เข้าถึงเมื่อ 5 กุมภาพันธ์ 2567. ฐานข้อมูลคลังปัญญา มหาวิทยาลัยศิลปากร <http://ithesis-ir.su.ac.th/dspace/handle/123456789/4624>
- สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). **อาคารโปร่งแสง**. เข้าถึงเมื่อ 11 มีนาคม. เข้าถึงได้จาก <https://bec.energy.in.th/components/transparent>
- สุดาภรณ์ สุดประเสริฐ (2561). “การศึกษาแบบจำลองค่าพลังงานไฟฟ้าการปรับอากาศและระยะเวลาการคืนทุนของการใช้ฉนวนกันความร้อนในกรอบอาคารพักอาศัยประเภทบ้านเดี่ยว.” **วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.** 27, 2 (กรกฎาคม - ธันวาคม): 193-204.
- เอสซีจี สมาร์ท ลีฟวิ่ง (ม.ป.ป.). **ปัญหาความร้อนหลังการติดตั้งฉนวนกันความร้อน [Heat problem after installing heat insulation]**. เข้าถึงเมื่อ 12 มกราคม. เข้าถึงได้จาก <https://www.scgsmartliving.com/ideas/Heat-Problem-After-Installing-Heat-Insulation>

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล

อดิวิศว์ จันทรมิตร

วุฒิการศึกษา

สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

