การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลด พลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก

THE FEASIBILLITY STUDY ON BUILING ENERGY SAVING IN ASPECT OF ENERGY AND ECONOMICAL FOR WINDOW MATERIAL RENOVATION.

โดย

นายจิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE FEASIBILLITY STUDY ON BUILING ENERGY SAVING IN ASPECT OF ENERGY AND ECONOMICAL FOR WINDOW MATERIAL RENOVATION.

JIRAWAT PHANITJAREANWONG

A PAPERSUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE BACHELOR DEGREE IN ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT
OF ELECTRICAL ENGINEERING SCHOOL OF ENGINEERINGKING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2565

การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลดพลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก

THE FEASIBILLITY STUDY ON BUILING ENERGY SAVING IN ASPECT OF ENERGY AND ECONOMICAL FOR WINDOW MATERIAL RENOVATION.

โดย

นายจิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลดพลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก

ผู้จัดทำ

1.นาย จิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลด

พลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก

นาย จิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์

รศ.ดร. อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นรายงานเกี่ยวกับการศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลดพลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก เพื่อต้องการหาความคุ้มค่าต่อการลงทุนระยะยาวได้ ในการพิจารณาการลงทุน สำหรับการปรับปรุงกรอบอาคาร ได้แก่ อาคารสำนักงาน อาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติ เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วยทางด้านเศรษฐศาสตร์ และ การประเมินทางความร้อน ซึ่งจะอ้างอิงตึกเรียน คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เนื่องอาคารแห่งนี้ติดตั้งวัสดุกระจกติดตามกรอบอาคารส่วนใหญ่ จึงเขียนโครงงานเล่มนี้ขึ้นมาเป็นประโยชน์ต่อทางด้านวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE FEASIBILLITY STUDY ON BUILING ENERGY SAVING IN ASPECT

OF ENERGY AND ECONOMICAL FOR WINDOW MATERIAL RENOVATION.

Mr.Jirawat Phanitjareanwong

Assoc.Prof.Dr.Atthapol Ngaopitakkul Advisor

ABSTRACT

This paper is a report on the development feasibility and economics of building energy reduction for glass material improvement. To want to find value for long-term investment in considering investment for the improvement of the building framework, including office buildings. Controlled buildings according to the Act, etc. The analysis will consist of economics and thermal assessment. Which will refer to the school building faculty of Information Technology at King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang since this building is equipped with most of the glazing materials to frame the building. Therefore, this project was written to be useful for academic purposes.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากการให้คำที่ปรึกษาการทำงานเพื่อสอดคล้องตากหลักหัวเรื่องได้ ดังนั้นจึงขอขอบคุณ รศ.ดร. อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาอย่างยิ่งที่ได้กรุณามาเป็นผู้ที่ปรึกษาการทำงานให้สำเร็จลุล่วงจนสามารถนำบทความวิชาการเล่มนี้ไปใช้ให้เกอดประโยชน์ได้ และได้กรุณาตรวจแก้ไข ปริญญานิพนธ์เป็นไปอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์แบบ

ขอขอบคุณ คุณสันติพนธ์ อนันต์วัฒนาพร เป็นที่ปรึกษาทำงานที่มีประสิทธิภาพของข้าพเจ้า ช่วยเหลือทางด้านการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ Sefaira สามารถปรับใช้การทำปริญญานิพนธ์ เพื่อสามารถนำข้อมูลแสดงผลออกได้

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง VII

บทที่ 1 บทนำ 2

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 2
1.2 วัตถุประสงค์ 4
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 4
1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ 5
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
1.6 แผนการดำเนินงาน 6

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 โปรแกรมในการจำลองของโครงงาน 8
2.2 องค์ประกองที่มีผลต่อการใช้พลังงานของอาคาร 8
2.2.1 บริเวณอาคารที่มีการปรับอากาศ และไม่มีการปรับอากาศ 8
2.2.2 รูปทรงทิศทางของกรอบอาคารกับการใช้พลังงาน 11
2.2.3 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง 20
2.2.4 การปรับอากาศ 24
2.2.5 การผลิตไอน้ำและน้ำร้อน 27
2.2.6 การใช้เซลล์แสงอาทิตย์ 28
2.3 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานในอาคารของต่างประเทศ 28
2.3.1 ประเทศสหรัฐอเมริกา 28
2.3.2 ประเทศเดนมาร์ค 31
2.3.3 ประเทศสิงคโปร์ 36
2.3.4 ประเทศฮ่องกง 41
2.3.5 สรุปผลการศึกษาเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน 45

บทที่ 3 BEC (BUIDING ENERGY CODE) และผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ 47

3.1 BEC (BUILDING ENERGY CODE) 47
3.1.1 ชนิดกระจก 47
3.1.2 ผลการประเมิน BEC (Buiding Energy Code) 48
3.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3.2.1 พื้นที่ของวัสดุกระจก 51
3.2.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft 52

บทที่ 4 ผลจาการคำนวณโปรแกรม SEFAIRA จากSKETCHUP 59

4.1 ขั้นตอนการประเมินโปรแกรม SEFAIRA 59
4.2 ผลการคำนวณของโปรแกรม SEFAIRA 56

บทที่ 5 สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ 64

5.1 สรุปผลการปรับปรุงวัสดุกระจกที่ติดกรอบอาคาร 64
5.2 ปัญหาในโครงงาน 59
5.3 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร 60

เอกสารอ้างอิง 61

ภาคผนวก 62

ภาคผนวก ก ชนิดกระจกจกที่ใช้ทำโครงงาน 5 ชนิด(With Basecase) 63
ภาคผนวก ข แปลน Top View 65
ภาคผนวก ค ผลจากการประมวลผลโปรแกรม BEC ของกระจก 73
ภาคผนวก ง ผลการคำนวณทางความร้อนด้วยโปรแกรม Sefaira 101
ภาคผนวก จ รูปแบบตึกจำจองของโปรแกรม SketchUp 122
ภาคผนวก ซ บทความวิชาการ 124

ประวัติผู้เขียน 128

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

1.1 ภาพร่วมการใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2564 2

1.2 ภาพตึกคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 3

2.1 สภาพของอากาศที่มีการปรับอากาศ 8

2.2 ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอก และภายในอาคารต่อภาระการปรับอากาศ 10

2.3 ค่ากำลังของรังสีอาทิตย์บนระนาบเอียงที่หันสู่ทิศต่างๆ 14

2.4 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ 15

2.5 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่ากับค่าความแตกต่างอุณหภูมิ 15

2.6 อุปกรณ์บังแดดแนวนอนที่บังรังสีตรงบางส่วนและใช้ประโยชน์จากรังสีกระจายได้ 19

2.7 อุปกรณ์บังแดดแนวนอนที่บังรังสีตรงได้ดีแต่บังรังสีกระจาย 20

2.8 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวนอน 22

2.9 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายในแนวนอน 22

2.10 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวตั้งทิศเหนือ 23

2.11 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวตั้งทิศตะวันออก 23

2.12 การกระจายสะสมของปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวราบ 24

2.13 การกระจายสะสมของปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายในแนวราบ 24

2.14 ขอบเขตของช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ในกรณีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ 26

2.15 วิธีการที่ใช้กำหนดเกณฑ์ที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน 90.1 29

2.16 กรอบของเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารของฮ่องกง 45

3.1 ชนิดกระจกที่ในใช้การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์ 47

3.2 6mm Clear A/N(BaseCase) 48

3.3 6mm Ocean Green AN 49

3.4 6mm CS130 AN#2 49

3.5 6mm CS214 HS#2 50

3.6 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS 50

4.1 ตึกอ้างอิงจากค่า WWR (Windows-to-Wall ratio) 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	6
1.1 (ต่อ) แผนการดำเนินงาน	7
2.1 ปริมาณรังสีอาทิตย์ต่อพื้นที่ผิวและต่อปริมาตรของอาคารรูปทรงต่างๆ	12
2.2 อัตราส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอยต่อชั้นของอาคารรูปทรงต่างๆ	13
2.3 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าสำหรับผนังที่หันสู่ทิศใต้ของอาคารทั้ง 3 ประเภท	16
2.4 ช่วงของ U-value และ SHGC ที่อนุญาตให้ใช้ได้	30
2.5 เกณฑ์ Energy frame	32
2.6 ค่า U-value และค่า Linear transmission loss สูงสุดของส่วนต่างๆ ของอาคาร	33
2.7 เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน	34
2.8 ตัวอย่างค่า U-value และค่า Linear transmission loss สูงสุดของส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	35
2.9 ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผ่านหลังคา (Roof U-value)(W/m^2 K)	38
2.10 ค่ามาตรฐานในการออกแบบระบบปรับอากาศ	38
2.11 ค่าความต้องการการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า	39
2.12 ค่าความสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า (Retail mall building)	40
2.13 ค่าความสว่างของอาคารสำนักงาน (Office building)	40
2.14 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของการส่องสว่าง (Luminous efficacy) ของหลอดไฟฟ้า	42
2.15 เกณฑ์ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ	43
2.16 สรุปเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารของประเทศต่างๆ	46
3.1 พื้นที่กระจกและกำแพงอิฐมวลเบาฉาบด้วยปูน	52
3.2 ตารางข้อมูลผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์	53
4.1 ค่าแสดงตารางผลของการคำนวณ Sefaira ของ Peak Load	57
4.2 ค่าผลการสลายพลังงานของแต่ล่ะชนิดกระจก(Energy Breakdown)	57
5.1 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ในการสรุปผล	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

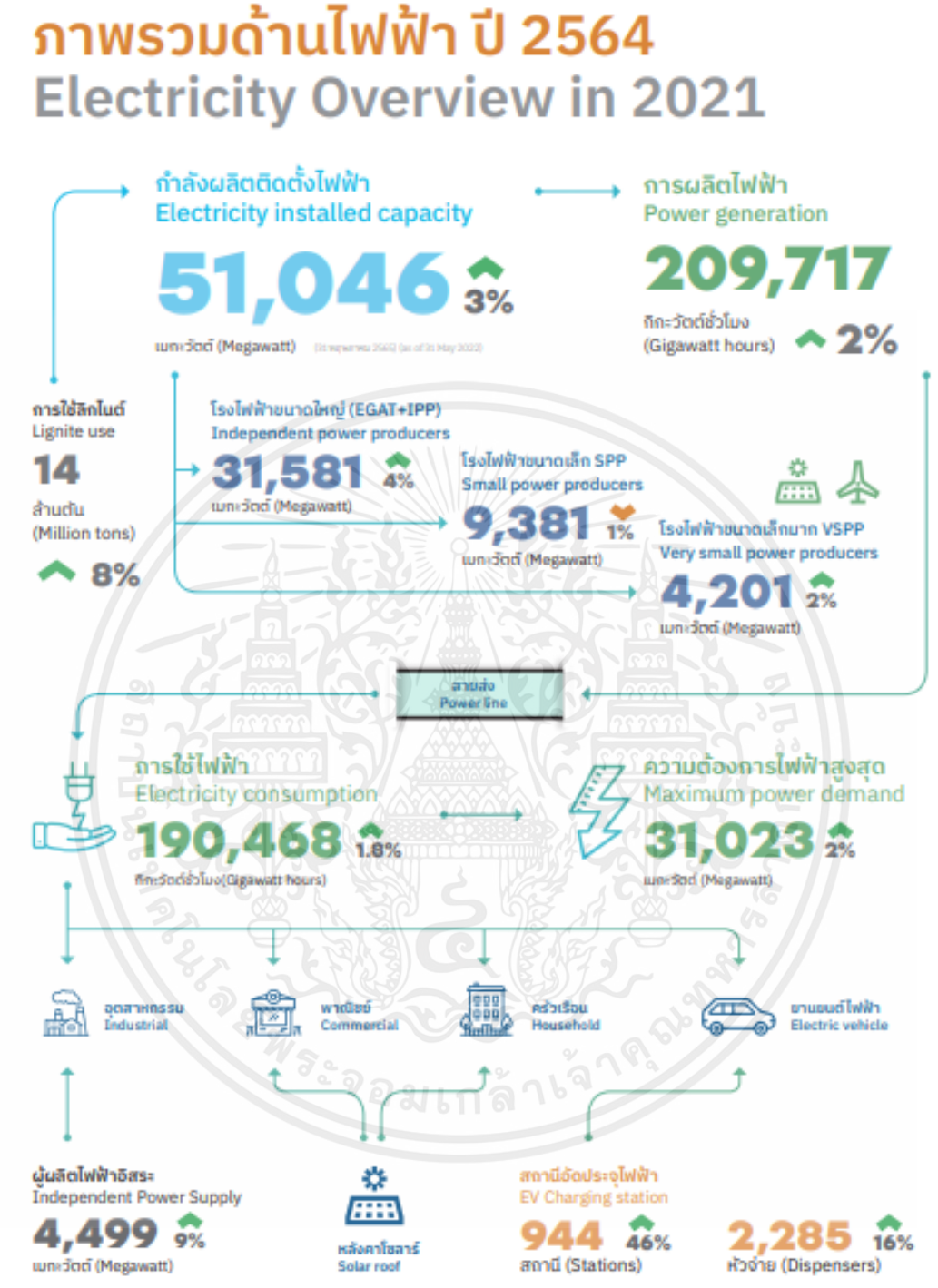
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยมีต้องการใช้ไฟฟ้าที่มากสูงขึ้นโดยในรายงานประจำปีของกระทรวงพลังงานพบว่าแนวโน้มความต้องการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นโดย รายงานว่า สำหรับปี 2564 [1] แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งสิ้นอยู่ที่ 190,468 กิกะวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.2 เนื่องการฟื้นตัวของเศรษฐกิจ แต่สำหรับการใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้นรอยละ 2.7 จากการแพร่ระบาดโควิด-19 ส่วนภาคธุรกิจมีการใช้ไฟฟ้าลดลงร้อยละ 5.5 ทำให้หน่วยภาคการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ก่อมลพิษทางกาศ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มหาศาลอาจจะก่อให้เกิด อันตรายต่อระบบหายใจของมนุษย์ พร้อมแฝงมาในรูปแบบโรคร้ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ ในสถานการณ์ปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้าทางด้านเชิงพาณิชย์ ร่วมทั้งกำลังฟื้นตัวเศรษฐกิจในช่วงสถานการณ์โควิด-19 เป็นปัจจัยหลักการใช้พลังงานโดยร่วม ซึ่งหลักอยู่ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงานที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เนื่องจากการติดตั้งระบบปรับอากาศอาคารสำนักงานอัตราการใช้พลังงานสูงมาก ยิ่งถ้าการใช้พลังงานสูงขึ้น การเพิ่มอัตราการเกิดมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ก็เพิ่มสูงขึ้น ปัญหาเหล่านี้ล้วนผลจากการใช้พลังงานที่ภาพร่วมสูงขึ้น จนน่าผิดสังเกต ปัจจัยที่อาจจะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น เช่น ภาวะสถานการณ์โลกร้อน ภาวการณ์แพร่ระบาดโควิด-19 ภาวการณ์ขยายตัวขนาดเศรษฐกิจ ภาวะมลพิษการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เป็นต้น ดังรูปที่ 1.1

แสงสว่างที่ส่องผ่านภายในอาคารเป็นตัวปัญหาที่ทำให้การใช้พลังงานโดยร่วมของอาคารสำนักงานหรือสถานประกอบมีค่าสูงขึ้น ส่งผลต่อการใช้งานต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าโดยร่วมทั้งหมดนั้นสูงขึ้นไปด้วย แล้วอุณหภูมิภายในอาคารก็เป็นเหตุปัจจัยหลักต่อเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคาร ปกติการใช้งานพลังงานของอาคารจะสูงมากเนื่องจาก จำนวนเครื่องปรับอากาศต่อหน่วยพื้นที่ค่อนข้างนั้นเป็นที่ต้องรับภาระในการจัดการต่อพื้นที่ใช้ประโยชน์ของผู้คนในอาคารสูงมาก แต่การที่อาคารได้รับจากแสงสว่างภายนอกปริมาณมากจนเกิดปัญหา การถ่ายเททางความร้อนมีคุณภาพต่ำประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องทำหน้าที่ในการรับภาระต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น ซึ่งอาจจะส่งผลไม่ดีในการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นกว่าเหตุ ถ้าปกติการที่หาแนวทางในการแก้ปัญหาสำหรับการลดการใช้พลังงานอาคาร ค่อนข้างยากมาก สาเหตุต้นๆ คือเรื่อง แสงจากภายนอกกับการถ่ายเททางความร้อนโดยร่วมของอาคาร เพราะเป็นอุปสรรคสูงที่อาคารมีความขนาดใหญ่และการบริโภคพลังงานไฟฟ้าสูงมากสำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 ภาพร่วมการใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2564 [2]

จากบทความวิจัยต่างประเทศมีโครงงานชนิดหนึ่งชื่อว่า “Study of the feasibility of energy efficiency improvement in a residential building.”[3] ของนักศึกษาชื่อว่า Jonathan Hajek จากนักศึกษาวิศวกรรมพลังงาน จากประเทศเยอรมณี ซึ่งบทความอธิบายว่า การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งกระจกที่ชนิด Double-glazed windows ซึ่งทำการวัดค่าของก๊าซชนิดต่างๆที่ก่อเกิดให้มลพิษทางอากาศ ค่าพลังงานการถ่ายเทความร้อนในกระจกชนิดนี้ และค่าพลังงานทางไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคารอ้างอิง ซึ่งพบว่า หลังการติดตั้งกระจกชนิดนี้เมื่อทำการวัดค่าต่างๆ พบว่า ปริมาณของก๊าซเรือนกระจกสู่ภายนอกลดลงแต่ละชนิด ค่าการถ่ายพลังงานความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคารของแสงอาทิตย์ลดลง การใช้พลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงมาก

บทความต่อมา “Feasibility Study and Impact of Daylight on Illumination Control for Energy-Saving Lighting Systems.” [4] หรือ การศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบของแสงกลางวันการควบคุมไฟส่องสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานระบบแสงสว่าง ของของสภาบันศึกษา 2 แห่ง คือ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อธิบายว่า การที่ลดการใช้แสงจากการสังเคราะห์ขึ้นมาของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งการทำโดยการปรับทิศทางของวัสดุโปร่งแสงตามมุมองศา หรือปรับระยะการติดตั้งช่องว่างหน้าต่างของอาคารนั้น พบว่าการเพิ่มแสงจากแหล่งภายนอกอาคารโดยขึ้นอยู่กับชนิดห้องมีผลต่อการเพิ่มแสงสว่างโดยร่วมของอาคารดีขึ้น การลดการใช้งานไฟฟ้าทางด้านระบบแสงสว่างได้ดี [3]

รูปที่ 1.2 ภาพตึกคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง [4]

โครงงานเป็นการประมวลผลทางด้านซอฟแวร์จึงใช้ตึกอ้างอิง เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติกระจกที่ติดตั้งตามกรอบอาคาร ซึ่งสำหรับตึกอ้างอิง คือ ตึกเรียนคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง รูปที่ 1.2

วัสดุโปร่งแสงที่มาทดสอบนี้มีคุณสมบัติที่แตกต่างตามค่าคุณสมบัติ เมื่อทำการติดตั้งบริเวณกรอบอาคารอ้างอิงจะเป็นเหมือนการทำหน้าที่ลดทอนค่าพลังงานความร้อนต่างๆ ที่แฝงในรูปจากแสงภายนอกสาดส่องสู่ตัวอาคารที่อาจจะก่อให้เกิดผลอุณภูมิสูงกว่าระดับปกติ เป็นภาพร่วมการใช้พลังงานภายในตัวอาคารสูงขึ้นตาม จากการผ่านแสงที่เรนรอดเข้ามา สำหรับอาคารสำนักงานในส่วนกรอบอาคาร ส่วนใหญ่มักจะเว้นช่องทางแสงธรรมชาติเพื่อใช้ประโยชน์ต่อผู้ใช้อาคารมากที่สุด จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็งเห็นการแก้ปัญหาเบื้องต้นสำหรับการลดการใช้พลังงานโดยร่วมของอาคารดีมากขึ้น จึงเป็นลดภาระเครื่องใช้ไฟฟ้าทางอ้อมด้วย โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศทุกประเภทบริโภคพลังงานไฟฟ้าต่ำลงเมื่อเทียบกับการไม่ติดตั้งวัสดุโปร่งแสงมีความแตกต่างอย่างมาก เนื่องจากการอาคารส่วนใหญ่ภายในประเทศไทยการใช้พลังงานโดยร่วมสูงจากการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าในการทำงานระบบ เพื่อความสะดวกสบายให้เหมาะสมต่อการทำงานของบุคคลากร มีความสามารถในการทำงานดียิ่งขึ้น ดังนั้นการแก้ปัญหาการติดตั้งวัสดุโปร่งแสงเปรียบเสมือนการแก้ปัญหาระยะยาวมรประสิทธิภาพมาก ต่ออนาคตของการใช้พลังงานโดยร่วมสำหรับอาคาร แต่การที่นำวัสดุที่นำมาติดตั้งต้องหาจุดคุ้มในการลงทุนนั้น พิจารณาปัจจัยหลายอย่าง เช่น ค่าวัสดุโปร่งแสงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ ค่าคุณสมบัติของวัสดุโปร่งแสง ราคาทั้งโครงการปรับปรุงอาคารสำหรับการติดตั้งวัสดุโปร่งแสงนี้ เป็นต้น เหตุที่อธิบายมาเป็นการคำนึงเบื้องต้นหาจุดคุ้มทุนของการปรับปรุงอาคารอ้างอิง การหาจุดคุ้มนี้วัสดุโปร่งแสงแต่ละประเภทมีระยะเวลาจุดคุ้มทุน ช้าหรือเร็วขึ้นอยู่คุณสมบัติการทำหน้าที่ของวัสดุโปร่งแสงเองตามหลักเศรษฐศาสตร์ ต่อไปเป็นการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าของการปรับปรุงอาคารของกระจกตามลักษณะประเภทวัสดุโปร่งแสงของกระจก

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1.นักศึกษาสามารถหาข้อมูลเพื่อสำหรับการค้นคว้าวิจัยของวัสดุโปร่งแสงของกระจกที่มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันตามเทคโนโลยีปัจจุบัน

1.2.2.เป็นแหล่งค้นคว้างานวิจัยในอนาคตเพื่อใช้ข้อมูลอ้างอิง

1.2.3.ศึกษาแนวโน้มวัสดุโปร่งแสงของกระจกที่มีผลการประหยัดการใช้พลังงานโดยร่วมของอาคาร

1.2.4.วิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์เกี่ยวกับการใช้วัสดุโปร่งแสงตามชนิดต่างๆของคุณสมบัติกระจก

1.2.5.จำลองสถานการณ์การใช้วัสดุโปร่งแสงผ่านโปรแกรม BEC และ ให้พรรณนาสมมุติฐานจริงได้ง่ายมากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ตัวโครงงานจะมีจุดมุ่งหมายการหาความคุ้มของกระจกที่ติดตั้งกรอบอาคารทั้งหมดโดยแต่ล่ะชนิดนำผลมาวิเคราะห์เพื่อหาความคุ้มค่าเท่านั้น กระจกมาจากทางบริษัทมาให้ข้อมูลเบื้องของคุณสมบัติ 5 ชนิด ดังภาพที่ 18 แต่จะมีตัวแปรที่ไม่ได้มาวิเคราะห์ เช่น ผนังกรอบอาคาร สีทากรอบอาคารชนิดฟิลม์กระจก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1.4.1 คำนวณพื้นที่เบื้องต้นระหว่างกระจกกับกำแพง

1.4.2 ใส่ค่าคุณสมบัติของวัสดุกระจก และกำแพง
ชนิดของกระจกจะอยู่ที่ภาพที่ 18
กำแพงจะใช้อิฐมวลฉาบด้วยปูนทั้ง 2 ข้างที่มีในโปรแกรม BEC (Building Energy Code)

1.4.3 ป้อนค่าลงในโปรแกรม BEC (Building Energy Code) ของกระทรวงพลังงานของกระจกทั้ง 5 ชนิด

1.4.4 คำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Micrsoft Exel(เวอร์ชั่น ปี 2016)

1.4.5 สร้างตัวโมเดลแบบ 3D ในโปรแกรม SketchUp(เวอร์ชั่น ปี 2023)

1.4.6 คำนวณทางความร้อนเข้าตัวอาคารจากโปรแกรม Sefaira ใช้ร่วมกับ SketchUp

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้รับความรู้จากการจำลองโปรแกรม BEC(Building Energy Code) ที่ใช้สำหรับการประเมินการใช้พลังงานโดยร่วมของอาคาร

1.5.2 ได้รู้ความบกพร่องของวัสดุโปร่งแสงขึ้นแต่ล่ะชนิดรุ่นต่างๆ ตามคุณลักษณะของวัสดุโปร่งแสงกระจก

1.5.3 ได้ความรู้แนวทางการแก้ปัญหาการใช้พลังงานโดยร่วมของอาคารเบื้องต้นจากการใช้วัสดุโปร่งแสงในการปรับปรุงอาคาร

1.5.4 เป็นแนวทางการศึกษาจุดคุ้มทุนของการปรับปรุงอาคารโดยใช้วัสดุโปร่งแสงเพื่อใช้การลดพลังงานโดยร่วมของอาคารได้

1.5.5 ลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าในระยะยาวซึ่งเป็นการลดการใช้พลังงานภายในอาคารได้อย่างประสิทธิภาพตามชนิดของวัสดุกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2565																			
	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ทำการคำนวณพื้นที่เบื้องต้นระหว่างกระจกกับกำแพง																				
2.การใส่ค่าคุณสมบัติของวัสดุกระจก และกำแพงจากบริษัทที่ส่งตัวอย่างมา																				
3.ป้อนค่าลงในโปรแกรม BEC (Building Energy Code) ของกระทรวงพลังงานของกระจกทั้ง 5 ชนิด																				
4.คำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft Exel																				
5.สร้างตัวโมเดลแบบ 3D ในโปรแกรม SketchUp																				
คำนวณทางความร้อนเข้าตัวอาคารจากโปรแกรม Sefaira ใช้ร่วมกับ SketchUp																				

แผนงานที่วางไว้

แผนงานที่ได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 (ต่อ) แผนการดำเนินงาน

รายการดำเนินงาน	ปี พ.ศ. 2566																			
	ม.ค.				ก.พ				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.ทำการคำนวณพื้นที่เบื้องต้นระหว่างกระจกกับกำแพง																				
2.การใส่ค่าคุณสมบัติของวัสดุกระจก และกำแพงจากบริษัทที่ส่งตัวอย่างมา	→																			
3.ป้อนค่าลงในโปรแกรม BEC (Building Energy Code) ของกระทรวงพลังงานของกระจกทั้ง 5 ชนิด	→	→	→	→	→															
4.คำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft Exel	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
5.สร้างตัวโมเดลแบบ 3D ในโปรแกรม SketchUp	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
คำนวณทางความร้อนเข้าตัวอาคารจากโปรแกรม Sefaira ใช้ร่วมกับ SketchUp									→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

แผนงานที่วางไว้ →
แผนงานที่ได้จริง →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โปรแกรมในการจำลองของโครงงาน

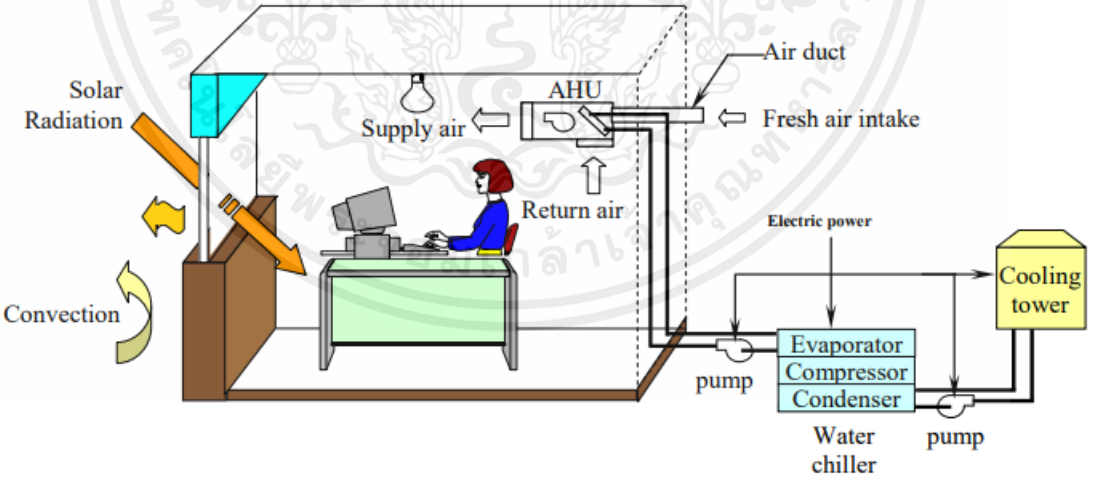
BEC (Building Energy Code) คือ เครื่องมือคำนวณค่าการอนุรักษ์พลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่ออนุรักษ์พลังงาน ประกอบด้วย ระบบเปลือกอาคารผนังอาคารและหลังอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน การใช้พลังงานหมุนเวียน และการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร

2.2 องค์ประกองที่มีผลต่อการใช้พลังงานของอาคาร [5]

2.2.1 บริเวณอาคารที่มีการปรับอากาศ และไม่มีการปรับอากาศ

2.2.1.1 บริเวณอาคารที่มีการปรับอากาศ

การปรับอากาศในอาคารภูมิประเทศบริเวณร้อนขึ้น เช่น อำนวยคงามสะดวกสบายเชิงอุณหภาพแก่ผู้อยู่อาศัยประกอบกิจการงานไอดอย่างราบรื่น และประสิทธิภาพได้อย่างต่อเนื่อง กลไกการปรับอากาศประกอบด้วยการลดอุณหภูมิ และความชื้นของอากาศ แลพอากาศที่จ่ายเข้าตรงบริเวณที่รับภาระทางความร้อนของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ภายในอาคารที่ใช้ประโยชน์ต่อผู้อาศัยอาคาร เพื่อความสะดวกสบายเชิงอุณหภาพ แต่ไม่เกิดภาระการใช้พลังงานเกินความจำเป็น



รูปที่ 2.1 สภาพของอากาศที่มีการปรับอากาศ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 เป็นอธิบายสำหรับเพื่อให้เห็นภาพของผู้ที่อยู่อาศัย ใช้ประโยชน์จากเครื่องใช้ไฟฟ้า พร้องทั้งอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำงาน ซึ่งปกติพลังงานไฟฟ้านั้นในที่สุดจะกลายเป็นความร้อน ถ่ายเทสู่สถาพแวดล้อมและอากาศภายในห้องปรับอากาศ ที่เป็นส่วนหนึ่งของภาระการปรับอากาศ และสำหรับอุปกรณ์บางอย่าง เช่น ความร้องจากจอคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการทำงานเป็นเวลานาน อุปกรณ์ชนิดนี้ปล่อยความร้อนที่อยู่รูปการพาความร้อนจากจอคอมพิวเตอร์สู่อากาศนั้นเอง เป็นต้น

เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมภายนอกอาคารพบว่า มีรังสีอาทิตย์ และอากาศที่ความร้อนสูง และความชื้นสูงกว่าอาคาร รังสีอาทิตย์สามารถส่งผ่านที่เป็นผนังโปร่งแสง หรือวัสดุโปร่งแสงเข้าสู่อาคารโดยตรง อาจจะมีค่าความร้อนจากแสงอาทิตย์สูงถึง 250 วัตต์ต่อตารางเมตร แต่บางครั้งอาจจะมีอุปกรณ์ที่มีหน้าหน้าที่ลดทอนภาระความเข้าจาดแสงอาทิตย์เพื่อรังสีโดยตรงได้ จากดวงอาทิตย์ให้ตกกระทบผนังโปร่งแสงน้อยที่สุด ซึ่งก็ยังเร้นรอดเข้าอาคารในรูปแบบการดูดกลืนความร้อนของผนังโปร่งแสง ทำให้ผนังโปร่งแสงมีอุณหภูมิสูงมากขึ้น ก่อให้เกิดภาระทางความร้อนที่อยู่ในรูปแสงอาทิตย์ผ่านผนังโปร่งแสง และกระทบต่อลักษณะผิวอาทิตย์จะถูกดูดกลืนโดยผิวของวัตถุนั้น ถึงแม้อาจจะเป็นส่วนที่มีอุณหภูมิสูงขึ้น รังสีความร้อนก็ยังคงแผ่ช่วงคลื่นความยาว ซึ่งจะไม่ผ่านผนังอาคารออกปภายนอกได้

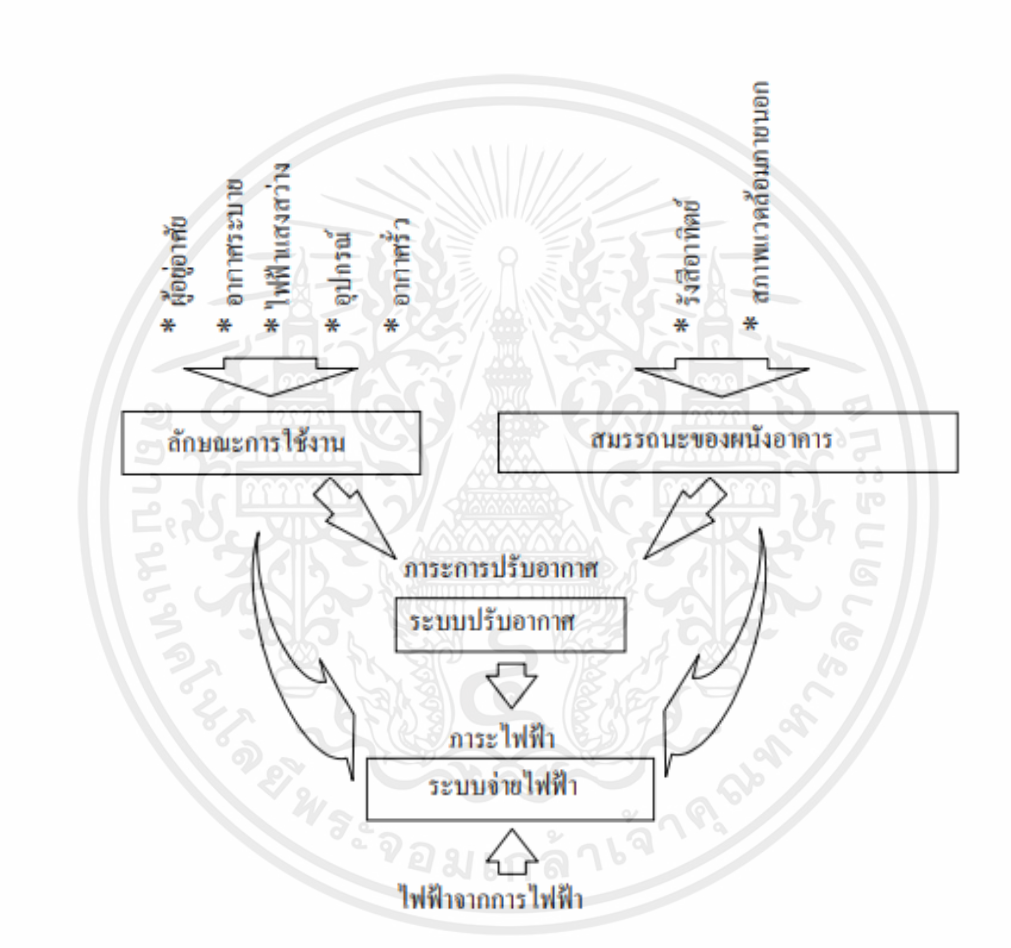
สำหรับรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผนังทึบ ส่วนหนึ่งจะถูกสะท้อนออกจากผนังอาคาร และส่วนที่ถูกดูดกลืนที่ผิวด้านนอกพลังงานรังสีอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้ที่ผิวผนังด้านนอกจะกลายเป็นความร้อน และทำให้ผิวอาคารด้านอกมีอุณหภูมิสูงขึ้น เป็นผลให้เกิดการนำความร้อนสู่ผิวในอาคารหรือภายในอาคาร โดยปกติความร้อนจะอยู่ในรูปการพา และการแผ่รังสีสู่ภายในบริเวณที่มีการปรับอากาศ และเป็นภาระการปรับอากาศในที่สุด ซึ่งรังสีที่แผ่กระทบบริเวณผิวผนังสามารถทำให้การถ่ายเทความร้อนสู้บริเวณภายในสูงขึ้น อาจจะถึง 3 เท่า เมื่อทำการเปรียบเทียบสำรับไม่รับแสงอาทิตย์

ความร้อนที่ถูกถ่ายเทผ่านผนังโปร่งแสง และผนังทึบสู่ภายในอาคารจะส่งผลเป็นภาระทางการปรับอากาศของคอยล์เย็นของระบบปรับอากาศ โดยมีการศึกษาพบว่าภาระทที่สะสมบริเวณที่คอยลีเย็นในช่วงเวลาหนึ่ง เช่น 1 ปี แยกออกได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาระสะสมของคอยล์เย็น = ภาระสะสมจากภายนอกอาคาร + ภาระสะสมจากภายในอาคาร

ซึ่งภาระตรงบริเวณคอยล์เย็นจะสะท้อนถึงการใช้ไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ รูปที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมภายนอกอาคารที่ขับเคลื่อนความร้อนผ่านผนังทึบ และโปร่งแสง และแรงขับจากการกระทำมนุษย์ อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร รวมกันเป็นภาระการปรับอากาศของระบบปรับอากาศ ที่ส่งผลกระทบต่อการใช้ไฟฟ้าโดยตรง



รูปที่ 2.2 ความสัมพันธ์ของสภาพแวดล้อมภายนอก และภายในอาคารต่อภาระการปรับอากาศ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 บริเวณอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ

อาคารส่วนใหญ่ในประเทศจะสร้างประตู และหน้าหน้าต่างหันไปทางด้านที่มีลมโดยตลอดปี เพื่อให้อากาศถ่ายได้สะดวก และถ่ายเททางความร้อนไปในตัวด้วยซึ่งลมที่พัดเป็นลมมรสุมและลมอื่นๆ พัดเข้าเป็นส่วนใหญ่ โดยจะมีหน้าต่างที่เปิดทางด้านหลังเพื่อเป็นการให้ลมเข้ามาถ่ายเทได้สะดวกมากยิ่งขึ้น ซึ่งภายในอาคารไม่แตกต่างมากนัก จากอุณหภูมิอากาศนอกอาคาร และอุณหภูมิของผิวผนัง เพดานและพื้นก็ไม่แตกต่างกับอุณหภูมิอากาศ

แต่สำหรับอาคารปัจจุบันออกแบบการเปิดปิดหน้าที่สะดวกมากยิ่งขึ้น และติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งการปิดหน้าต่างที่ติดกระจกในบริเวณหนึ่งของอาคารลักษณะนี้ โดยบริเวณนั้นจะมีสภาพเป็นเรือนกระจกเกิดขึ้นและมีอุณหภูมิ และในบริเวณอาคารที่ไม่มีการปรับอากาศ ความร้อนที่มาจากการทำงานของเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และจากบุคคลตรงบริเวณนั้นจะทำหน้าที่ระบายเองโดยธรรมชาติ เป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าประกอบด้วยเพียงที่ตรงอุปกรณ์ และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

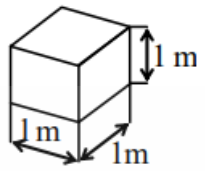
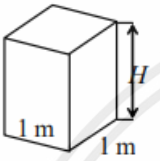
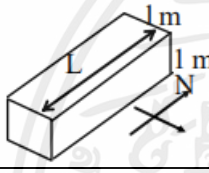
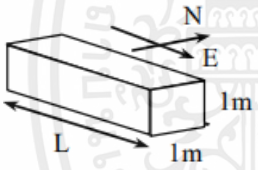
2.2.2 รูปทรงทิศทางของกรอบอาคารกับการใช้พลังงาน

2.2.2.1 รูปทรงอาคาร

การออกแบบอาคารมีวัตถุประสงค์ เพื่อหลีกเลี่ยงการเข้าหาของแสงอาทิตย์ที่มาในอาคารให้น้อยที่สุด ซึ่งการออกแบบต้องคำนึงปริมาณความร้อนแสงอาทิตย์ที่กระทบต่อพื้นที่ผิว และต่อปริมาณอาคารต่ำ น้อยที่สุดเป็นการเพิ่มอายุการใช้ประโยชน์อาคาร และประสิทธิการใช้พลังงานโดยร่วมของอาคารดียิ่งขึ้น โดยตารางด้านล่างเป็นการอธิบายลักษณะรูปแบบเรขาคณิต หรือรูปทรงต่างๆ ที่มีผลต่อการรับแสงอาทิตย์ที่เข้ามาในอาคารได้ไม่เหมือนกัน ดังแสดงตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

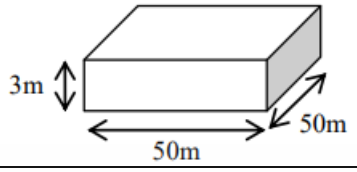
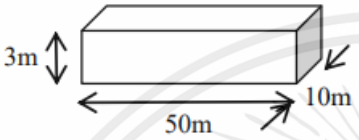
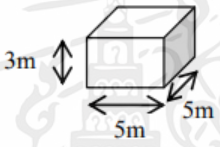
ตารางที่ 2.1 ปริมาณรังสีอาทิตย์ต่อพื้นที่ผิวและต่อปริมาตรของอาคารรูปทรงต่างๆ [5]

รูปทรงอาคาร	ลักษณะ	มิติที่สำคัญ	ปริมาณรังสีอาทิตย์	
			ต่อพื้นที่ผิว วัตต์/ตร.ม.	ต่อปริมาณ วัตต์/ลบ.ม.
	ลูกเต๋า	-	242	1,211
	สูง	ความสูง, H 5 10	199 193	836 789
	ยาว เหนือ-ใต้	ความยาว, L 5 10	273 279	927 891
	ยาว ออก-ตก	ความยาว, L 5 10	265 269	900 861

ในการพิจารณาโดยรวมอาคารที่มีพื้นที่ใช้ชั้นมาก และมีพื้นที่เป็นรูปจัตุรัสที่มีความกว้าง และความยาวมาก จะมีอัตราส่วนพื้นที่ผนังต่ำ ซึ่งอาคารลักษณะนี้มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนภายนอกต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำ และมีภาระการปรับอากาศสืบเนื่องจากองค์ประกอบภายนอกต่อพื้นที่ใช้สอยต่ำ ทำให้อาคารที่มีการปรับเท่ากัน เพราะ ปัจจัยดังกล่าว แต่ขณะดียวกันอาคารที่มีลักษณะเช่นนี้การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติน้อยกว่า และระบายความร้อนจากภายในอาคารได้ยากกว่าอาคารที่มีรูปร่างซับซ้อนสูง ที่อัตราส่วนพื้นที่ผนังอาคารกับพื้นที่ใช้สอยสูง ดังตารางที่ 2.2 อัตราส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอยแต่ละชั้นของอาคารรูปทรงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

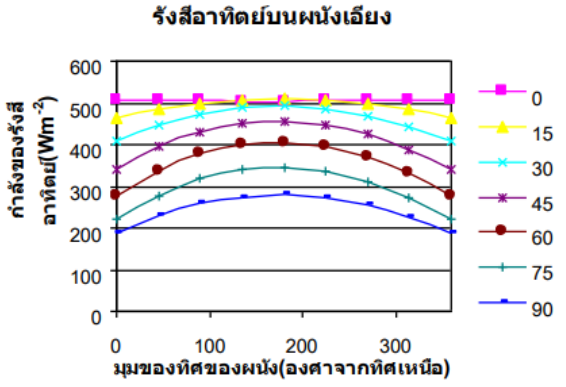
ตารางที่ 2.2 อัตราส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอยต่อชั้นของอาคารรูปทรงต่างๆ [5]

รูปอาคาร	ลักษณะ	อัตราส่วนพื้นที่ผนังต่อพื้นที่ใช้สอย
	กว้างและยาว	0.24
	แคปและยาว	0.72
	แคบและสั้น	2.4

2.2.2.2 รังสีอาทิตย์

สำหรับประเทศไทยความเข้มแสงอาทิตย์ที่กระทบแนวระนาบจะมีความเข้มสูงมาก เนื่องจากประเทศไทยอยู่บริเวณเขตศูนย์สูตรเพียงเล็กน้อย และมีความเข้มรัวสีอาทิตย์ตามแนวทิศทางต่างๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไม่มากเกือบเท่าตัว โดยกำลังของรังสีทางทิศใต้จะมีความเข้มข้นสูงสุดในบรรดาทิศทางอื่น แต่ระนาบที่ทำมุมเอียงที่หันสู่ทิศทางต่างๆ กราฟแต่ละเส้นแสดงค่าของกำลังรังสีอาทิตย์บนแต่ละระนาบ โดยระนาบนอนมีมุมศูนย์องศา(0^{o})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ค่ากำลังของรังสีอาทิตย์บนระนาบเอียงที่หันสู่ทิศต่างๆ [5]

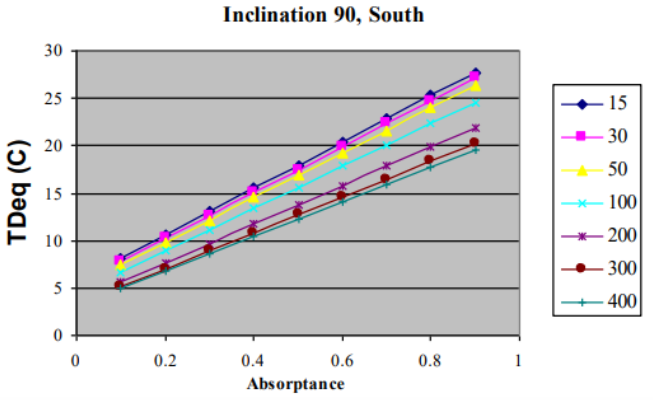
2.2.2.3 ผนังทึบ

ผนังทึบภายนอกมักที่เป็นการนิยมคือ อิฐฉาบปูน ซีเมนต์บล็อกฉาบปูน อิฐมวลเบาฉาบปูน คอนกรีตหล่อ และผนังอื่นๆ ที่มีความแข็งแกร่งสูง และอาจมีชั้นที่มีฉนวนภายในหรือ ไม่มีก็ได้ นอกจากผลของวัสดุที่นำใช้มีผลกระทบโดยตรงต่อการใช้พลังงานในอาคารแล้ว สีที่ใช้ทาผนังผนังทึบด้านนอกก็มีผมต่อการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ซึ่งผนังสีอ่อนจะค่าการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้น้อยกว่าผนังสีเข้ม ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรัวสีอาทิตย์ของผนังที่ใช้กัน อยู่ที่ระหว่าง 0.3 ถึง 0.8 แต่ในระหว่างการใช้งานผนังที่ทาสีขาวเมื่อใช้งานและอาจจะมีฝุ่นเกาะจับก็ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์เพิ่มขึ้นได้

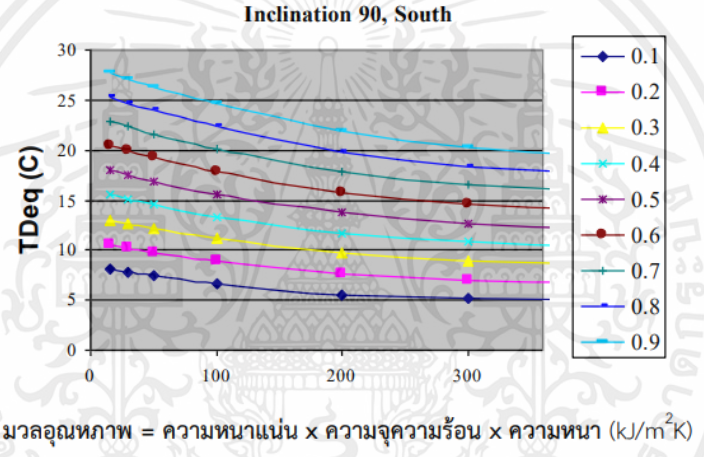
มวลของผนังและความจุความร้อนของวัสดุผนังเป็นส่วนช่วยหน่วงการถ่ายเทความร้อนได้ดี ซึ่งศักยภาพในการหน่วงความร้อนเป็นสัดส่วนเท่ากับผลคูณของความหนาของผนัง (Thickness) ความหนาแน่น (Density) และ ความจุความร้อนของวัสดุผนัง (Specific heat) จึงเรียกว่ามวลอุณหภาพ (Thermal mass) ในช่วง โดยตอนกลางคืนผนังจะคายมวลอุณหภาพออกสู่บรรยากาศข้างนอก พอสำหรับตอนเช้าผนังก็จะทำหน้าที่กลับมาอีกรอบหนึ่งเป็นวนซ้ำในการทำหน้าที่ของมัน

ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าของอาคาร (Equivalent temperature difference, TD_{eq}) เป็นตัวแปรชี้วัดสำหรับการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนของผนังอาคารในโครงงานนี้ เป็นตัวเปรียบเทียบ ระดับศักยภาพการถ่ายเทความร้อนของผนังที่มีค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ และค่ามวลอุณหภาพ แตกต่างกันได้ รูปที่ 2.4 แสดงกราฟของค่า TD_{eq} กับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ (Absorptance) และรูปที่ 2.5 แสดงกราฟของ TD_{eq} กับค่ามวลอุณหภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่ากับค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ [5]



รูปที่ 2.5 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่ากับค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่ากับค่ามวลอุณหภาพ [5]

ตารางที่ 2.3 แสดงค่า TD_{eq} สำหรับอาคารสำนักงาน อาคารสรรพสินค้า และอาคารโรงแรมหรือ โรงพยาบาลในกรณีที่ผนังหันสู่ทิศใต้ ได้ว่าค่า TD_{eq} ในตารางแปรผันตามค่าสัมประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ของผิวผนังและค่ามวลอุณหภาพของผนัง ซึ่งกรณีของอาคารสำนักงานที่ใช้งานเฉพาะในช่วงกลางวันจะมีค่า TD_{eq} ลดลง สำหรับในกรณีของอาคารสรรพสินค้า ค่า TD_{eq} มีค่าสูงสุดที่ค่ามวลอุณหภาพ 100 กิโลจูลต่อตร. ม.-เคลวิน และมีค่าลดลงเมื่อมวลอุณหภาพลดลงหรือเพิ่มขึ้น และในกรณีของอาคารโรงแรมหรือโรงพยาบาล ค่า TD_{eq} จะเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตามค่ามวลอุณหภาพของอาคารที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าอาคารที่มีมวลอุณห ภาพสูงสามารถหน่วงการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกที่เกิดขึ้นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าสำหรับผนังที่หันสู่ทิศใต้ของอาคารทั้ง 3 ประเภท [5]

ค่ามวลอุณหภาพกิโลจูลต่อตร.ม.-เคลวิน(kJ/m^2K)	**ค่าประสิทธิ์การดูดกลืนรังสีอาทิตย์**			
	0.3	**0.5**	**0.7**	**0.9**
	อาคารสำนักงาน			
15	13.0	18.0	22.9	27.8
30	12.7	17.5	22.3	27.1
50	12.2	16.9	21.6	26.3
100	11.1	15.6	20.1	24.6
200	9.7	13.7	17.8	21.9
300	8.9	12.7	16.5	20.3
400	8.6	12.2	15.9	19.5
	อาคารสรรพสินค้า			
15	9.8	13.1	16.4	19.7
30	9.9	13.3	16.6	20.0
50	10.0	13.4	16.9	20.3
100	10.1	13.7	17.2	20.8
200	9.8	13.3	16.9	20.4
300	9.1	12.5	15.9	19.3
400	8.5	11.8	15.0	18.3
	อาคารโรงแรมและอาคารโรงพยาบาล			
15	5.6	7.7	9.7	11.8
30	5.6	7.7	9.8	11.8
50	5.7	7.7	9.8	11.9
100	5.7	7.8	9.9	12.0
200	5.8	8.0	10.1	12.3
300	5.9	8.1	10.3	12.5
400	5.9	8.2	10.4	12.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (Coefficient of heat transfer, U-value) เป็นค่าอธิบาย ความสามารถของการถ่ายเทความร้อนโดยการนำความร้อนผ่านผนังทึบได้อย่างดี ซึ่งค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับประเภทและ ความหนา และสมบัติทางความร้อนของวัสดุที่ติดตั้ง โดยทั่วไปผนังประเภทอิฐฉาบปูน ซีเมนต์บล็อกฉาบปูน และ คอนกรีตหล่อมีค่า U-value อยู่ระหว่าง 3 - 5 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน และผนังอิฐมวลเบามีค่า U-value อยู่ระหว่าง 1 - 4 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน ปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทึบเข้าสู่ภายในอาคารนั้นเท่ากับ ผลคูณระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (U-value) และค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่า (TD_{eq}) ของผนัง ถ้าผนังจะหันไปทิศทางไหนเมื่อใช้ค่าวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนต่ำทำให้ลดการถ่ายเทความร้อนได้อย่างดีเช่นกัน

ในส่วนต่อมาคือฉนวนกันความร้อนที่มีคุณสมบัตินำความความร้อนต่ำ เมื่อทำการเคลือบสารที่มีคุณสมบัติการสะท้อนแสง เพื่อให้ช่วยลดการบทบาทสำหรับภาระการกรองค่าการถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารได้ อาจจะทำให้ค่าการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ภายในอาคารเหลืออยู่ที่ 0.3 - 1 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน โดยขึ้นอยู่ลักษณะชนิดวัสดุ สำหรับประเทศไทยมีความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ และอุณหภูมที่สูงมาก การใช้ในประเทศไทยจึงคุ้มค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าไปกับเครื่องปรับอากาศ

2.2.2.4 ผนังโปร่งแสง

วัสดุโปร่งแสงชนิดนี้เป็นสิ่งนำมาใช้ในการติดตั้งกรอบอาคารมาก เนื่องจากการเป็นสิ่งที่นิยม เพื่อใช้การกรองแสงเพื่อลดภาระการถ่ายเทความร้อนเข้ามาภายในอาคารได้อย่างดีเยี่ยม และสามารถจัดการเรื่องการนำแสงธรรมชาติเข้ามาภายในอาคารได้ดีเช่นกัน แล้วมีความทนทานสูงด้วย

วัสดุโปร่งแสงที่เรียกว่า กระจกนี้ทำมาจากเม็ดที่มีคุภาพสิ่งเจือปนต่ำทำสามารถผลิตที่มาตารฐานสูง เพื่อใช้ประโยชน์ให้มีคุณภาพมากที่สุด โดยสารที่นำมาใช้มีสารละลายได้แก่ ออกไซด์ของเหล็กเจือ ปน ในกรณีที่เจือปนด้วยอ๊อกไซด์ของเหล็ก กระจกจะมีสีเขียวและมีคุณสมบัติการส่งผ่าน (Transmit) รังสี แม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงคลื่นที่มองเห็นได้ (Visible electromagnetic radiation) ได้ดีกว่าช่วงรังสีแสด (Infrared radiation) ที่ประกอบอยู่ในรังสีอาทิตย์ กระจกสีส่วนใหญ่ยกเว้นสีเขียวจะลดทอนรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่าน โดยการลดทอนทุกช่วงความยาวคลื่น สารที่ใช้ฉาบบนผิวกระจกสามารถจำแนกได้เป็นสามประเภทดังนี้

1. สารที่ดูดกลืนรังสีอาทิตย์ได้สูง กระจกที่ฉาบด้วยสารประเภทนี้ไม่เหมาะกับอาคารในเขตอากาศร้อน
2. สารที่สะท้อนรังสีอาทิตย์ได้สูง สารฉาบประเภทนี้ส่วนใหญ่จะสะท้อนรังสีอาทิตย์เท่าเทียมกันตลอด ทุกความยาวคลื่นของรังสีอาทิตย์ รวมทั้งช่วงที่เป็นแสงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะเช่นนี้ทำให้กระจกมีลักษณะเหมือน บทที่ 3 - 10 องค์ประกอบที่มีผลต่อการใช้พลังงานของอาคาร กระจกเงาเนื่องจากส่วนที่เป็นแสงในรังสีอาทิตย์ส่งผ่านได้น้อยและถูกสะท้อนออกได้มาก ในกรณีที่ค่าการ สะท้อนสูง แสงจากรังสีอาทิตย์อาจผ่านได้ไม่เพียงพอสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคาร

3. สารที่มีค่าสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อนต่ำ (Low thermal emissivity) สารฉาบชนิดนี้มีผลทำให้กระจกแผ่รังสีความร้อนได้น้อยและให้ผลในการส่งผ่านส่วนของรังสีอาทิตย์ในช่วงที่เป็นแสงสูงกว่าส่วน ในช่วงเป็นรังสีแสด (Infrared) สารประเภทนี้ไม่ทนต่อการขูดขีดหรือต่ออากาศ ดังนั้นมักมีการประกอบกระจก ที่ฉาบสารนี้เป็นสองชั้น โดยหันผิวด้านที่ฉาบสารนี้จะอยู่ข้างในระหว่างกระจก

ดัชนีที่ใช้บ่งชี้สมรรถนะเชิงอุณหภาพ (Thermal performance) ของกระจกที่สำคัญดังนี้

1. สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวม (Overall heat transfer coefficient, U-value) แสดง ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านกระจกโดยการนำความร้อน เมื่อมีความแตกต่างของอุณหภูมิอากาศที่ผิวนอก กระจกชั้นเดียวมีค่าสัมประสิทธิ์นี้ประมาณ 5 - 6 วัตต์ต่อตารางเมตร-เคลวิน กระจกสองชั้นจะมีค่าสัมประสิทธิ์ นี้ประมาณ 2.5 - 3.5 วัตต์/ตร.ม.-เคลวิน ขึ้นอยู่กับความกว้างของช่องว่างระหว่างกระจกและชนิดของแก๊สที่ บรรจุอยู่ในช่องว่าง ซึ่งมีค่ากับค่า U-value ของผนังอิฐหรือซีเมนต์ธรรมดา

2. สัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (solar heat gain coefficient, SHGC) แสดง ปริมาณความร้อนที่ส่งผ่านกระจกเมื่อรังสีอาทิตย์ตกกระทบ โดยสัมประสิทธิ์นี้เป็นผลรวมของค่าการส่งผ่านรังสี อาทิตย์ (solar transmittance) และค่าความร้อนที่เป็นผลจากการที่กระจกดูดกลืนรังสีอาทิตย์

3. ค่าสัดส่วนสัมประสิทธิ์การส่งผ่านแสงต่อสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากรังสีอาทิตย์ (Ratio of visible transmission to solar heat gain coefficient, T_V/SHGC) แสดงสัดส่วนของแสงในรังสีอาทิตย์ที่ กระจกส่งผ่านต่อค่าความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่กระจกส่งผ่าน กระจกสีเขียวหรือน้ำเงินบางชนิดและกระจกที่ ฉาบสารที่ลดการแผ่รังสีความร้อนมีค่าสัดส่วนนี้สูงซึ่งเหมาะที่จะใช้กับอาคารหรือบริเวณอาคารที่ต้องการใช้ แสงธรรมชาติส่องสว่าง

หน้าต่างกระจกควรมีความสูงตั้งแต่ระดับระนาบใช้งาน (ระดับโต๊ะทำงาน) หรือ 0.7 เมตร ขึ้นไป และ ไม่ควรมีความสูงถึงระดับเพดาน เพราะว่า แสงธรรมชาติที่ผ่านเข้ามาในหน้าต่างต่ำกว่าโต๊ะ อาจจะไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ไม่ดีที่สุดเท่าที่ควร แนะให้เลือกหน้าต่างที่มีมูลี่

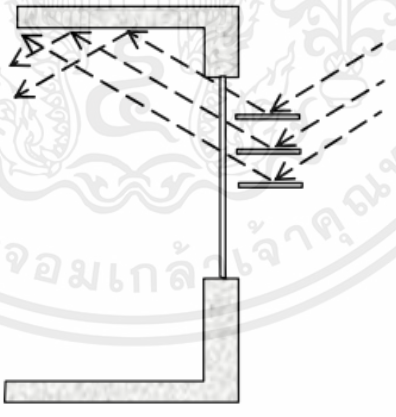
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Venetian blind) หรือม่านปรับแสง หรือม่านทึบ (Curtain) สามารถปรับแสงเข้ามาภายในอาคาร ของแสงอาทิตย์ไม่ให้เข้าสู่อาคารได้มาก ซึ่งมีการพัฒนาต่อเนื่องตลอดการออกแบบหน้าต่างชนิดนี้ โดยมีกระจก 2 ชั้นหรือม่านปรับแสงตรงกลางระหว่างกระจก 2 ชั้น เป็นการลดทอนความเข้ม

2.2.2.5 การใช้อุปกรณ์บังแดด

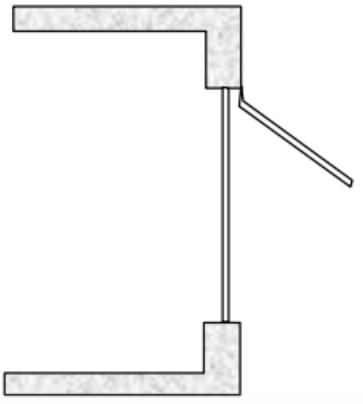
อุปกรณ์บังแดดสามารถถูกจำแนกเป็น 2 ประเภทตามตำแหน่งของอุปกรณ์ ได้แก่ อุปกรณ์บังแดดที่ถูก ติดตั้งภายในและภายนอกอาคาร อุปกรณ์บังแดดที่ติดตั้งภายนอกอาคารให้ผลในการบังแดดได้ดีกว่าอุปกรณ์ บังแดดภายในอาคาร เนื่องจากอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคารจะสะท้อนและดูดกลืนรังสีอาทิตย์ ซึ่งเป็นการบัง ไม่ให้รังสีอาทิตย์เข้าสู่อาคารโดยตรง

อุปกรณ์บังแดดในแนวนอน (Horizontal shading device) นิยมใช้บังรังสีอาทิตย์เมื่อดวงอาทิตย์มี เนื่องจากว่า มีมุมเงยสูงซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในทิศตะวันออกและทอศตะวันตก จึงทำให้อุปกรณ์บังแดดนี้ใช้ได้ดีเมื่อทำการติดตั้งไปทิศตะวันออก และทิศใต้สำหรับอุปกรณ์บังแดดแนวตั้ง (Vertical shading device) จะใช้ใช้ในการติดตั้งทิศทางเหนือ และทิศใต้ เพราะว่า อุปกรณ์บังแดดนี้จะได้ได้รับแสงเลยในช่วงเช้า และตอนเย็น อุปกรณ์บังแดดในแนวนอนในรูปที่ 2.6 ซึ่งไม่ค่อย นิยมใช้ทั่วไปเพราะติดตั้งยาก แต่ในทางทฤษฎีแล้วสามารใช้ประโยชน์จากการกระจายแสงและจะให้ผลดีกว่าอุปกรณ์บังแดดในรูปที่ 2.7 อุปกรณ์บังแดด ในรูปที่ 2.6 มีสมรรถนะในการบังรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ได้ดีและ ให้รังสีกระจายและแสงธรรมชาติจากท้องฟ้าผ่านเข้าได้ดี ในขณะที่อุปกรณ์บังแดดในรูปที่ 2.7 บังรังสีตรงได้ สมบูรณ์แต่บังวิสัยทัศน์และรังสีกระจายมากกว่า



รูปที่ 2.6 อุปกรณ์บังแดดแนวนอนที่บังรังสีตรงบางส่วนและใช้ประโยชน์จากรังสีกระจายได้ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อุปกรณ์บังแดดแนวนอนที่บังรังสีตรงได้ดีแต่บังรังสีกระจาย [5]

2.2.3 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง

อาคารประเทศไทยส่วนใหญ่อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบสว่างคิดเป็นร้อยละ 20 ของการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยทั้งหมดของอาคาร สำหรับบทที่ 2 จะอธิบาบจากการศึกษา ของภาระทางไฟฟ้าที่มาจากความร้อนเครื่องใช้ไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง ส่วนหนึ่งก็มาจากการปรับอากาศถึงร้อยละ 25 โดยการออกแบบควรนึกถึงประสิทธิของการให้แสงสว่าง อนุรักษ์พลังงาน และการนำแสงธรรมชาติมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วย

2.2.3.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

สำหรับการออกระบบไฟฟ้าแสงสว่างนี้ ควรตระหนักที่ผู้ใช้อาคารต้องการที่ใช้จุดประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากระบบแสงสว่างเพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ แต่การที่จะออกแบบเพื่อตอบสนองต่อผู้ใช้อาคารแล้ว ควรหาทราบการใช้แสงสว่างแต่ละระดับแสงสว่างของงาน ซึ่งจะไม่ยึดติดกับกฎเกณฑ์ทั่วไปของระบบแสงสว่าง และออกแบบตามความเหมาะสมของงาน สภาพแวดล้อมต่างๆ จึงเป็นการจัดการเรื่องการใช้ประโยชน์ระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพได้ดี โดยผู้ที่อยู่อาศัยไม่เกิดความรำคาญไปในตัวด้วยเอง

ต่อมาในอีกส่วนปัจจัยหนึ่งที่ต้องตระหนัก คือความสบายในการมองเห็น ของผู้ใช้อาคารที่เหมาะสม ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และทัศนียภาพการมองเห็น ต้องไม่ให้เกิดความจ้าจากความเข้มแสงได้ ซึ่งก็ไม่ควรมีความแตกต่างความเข้มแสงด้วย แนะให้ควรมีความสว่างอยู่ที่ระดับอัตราส่วนระหว่างวามสว่างที่สว่างสุดกับความสว่างที่ต่ำสุดในบริเวณหนึ่งต้องกว่า 10 ต่อ 1

การให้แสงสว่างอย่างอนุรักษ์พลังงาน เป็นการให้แสงสว่างที่คำนึงแสงให้ตกกระทบโดยไม่มีการสูญเสียระหว่างที่ผ่านตัวกลางใดๆ จึงต้องให้เกิดประโยชน์สูงสุดจากประสิทธิภาพแหล่งแสงสว่างเองด้วย ซึ่งมีตัวช่วยในหารเพิ่มการส่องสว่าง เช่น การเลือกสีผนัง หรือวัตถุมีขาวเพื่อให้การเพิ่มความสว่างเอง ให้มีคุณภาพดี และการเลือกเลือกโคมไฟก็เป็นสิ่งที่ต้องคำนึงให้สามารถใช้ไฟฟ้าใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกิดแสงสว่างดีที่สุด เป็นให้ใช้แหล่งแสงสว่างเหมาะสมทั้งทางด้านเทคนิค และการใช้ประโยชน์ของผู้อยู่อาศัยภายในอาคารอีกด้วย

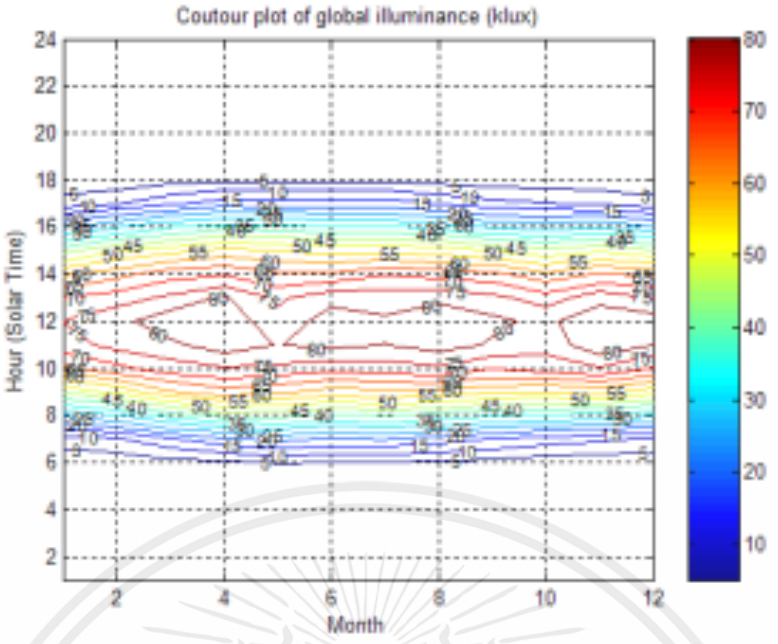
การควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างควรมีการจัดการให้มีความชัดเจนไปในตัว โดยแบกเป็นประเภทลักษณะของแต่ละโซนว่ามีการติดตั้งสวิตซ์แก่ระบบแสงสว่างตามตำแหน่งต่างๆ ชัดเจน และการที่จะติดตั้งต้องสังเกตแต่ละบริเวณมรแสงจากธรรมชาติมากน้อยเพียงใด

2.2.3.2 การใช้แสงธรรมชาติ

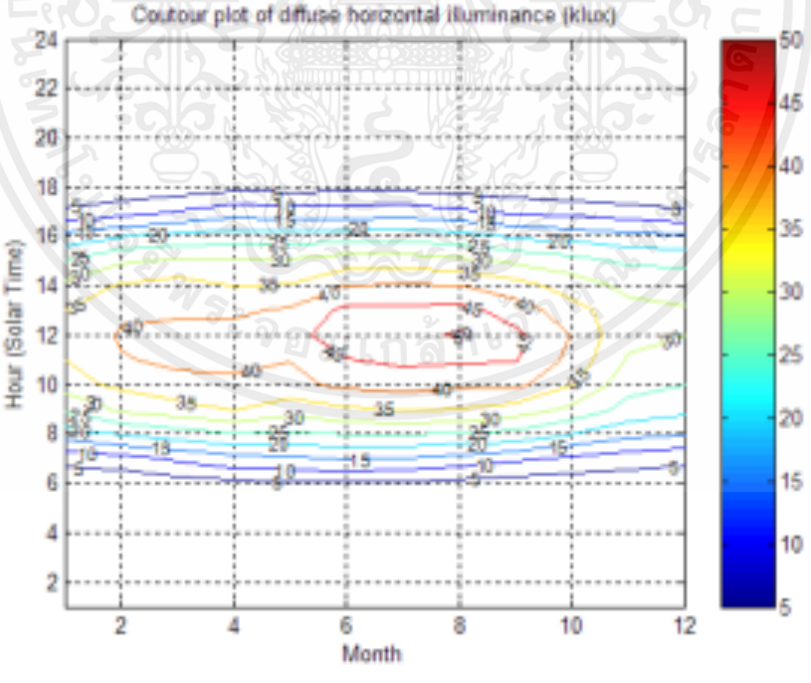
ในประเทศไทยมีแสงที่มาจากธรรมชาติสูง และเวลาใช้แสงสว่างมีความสม่ำสมอเป็นอย่างมากตลอดทั้งปี ปัจจัยในการลดภาระทางความร้อนจากรัวสีอาทิตย์ โดยใช้วัสดุโปร่งแสง คือ กระจกที่มีคุณสมบัติการลดทอนการถ่ายเทความร้อนจากรังสีแสงอาทิตย์

รูปที่ 2.8 แสดงปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมบนแนวระนาบ รูปที่ 2.9 แสดงปริมาณแสง ธรรมชาติจากรังสีกระจายบนแนวระนาบ จากรูปทั้งสองจะเห็นว่าปริมาณแสงธรรมชาติในแนวระนาบมีค่าเกิน กว่า 10 กิโลลักซ์ (klux) ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 น. ของทุกวันในทุกเดือนของปี รูปที่ 2.10 และรูปที่ 2.11 แสดงให้เห็นว่าค่าปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวตั้งทิศเหนือและแนวตั้งทิศตะวันออกตามล าดับมี เกินกว่า 5 กิโลลักซ์ ตั้งแต่ 7.00 ถึง 17.00 น. และเกินกว่า 10 กิโลลักซ์ ตั้งแต่ 9.00 ถึง 15.00 น. ของทุกวัน ปริมาณแสงธรรมชาติในแนวทิศใต้จะสูงกว่าทิศเหนือเล็กน้อย ส่วนปริมาณในแนวตั้งทิศตะวันตกมีค่าสูงในตอน บ่ายแต่จะมีค่าไม่น้อยกว่า 5 และ 10 กิโลลักซ์ ในระหว่างระหว่าง 7.00 ถึง 17.00น. และระหว่าง 9.00 ถึง 15.00 น. ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

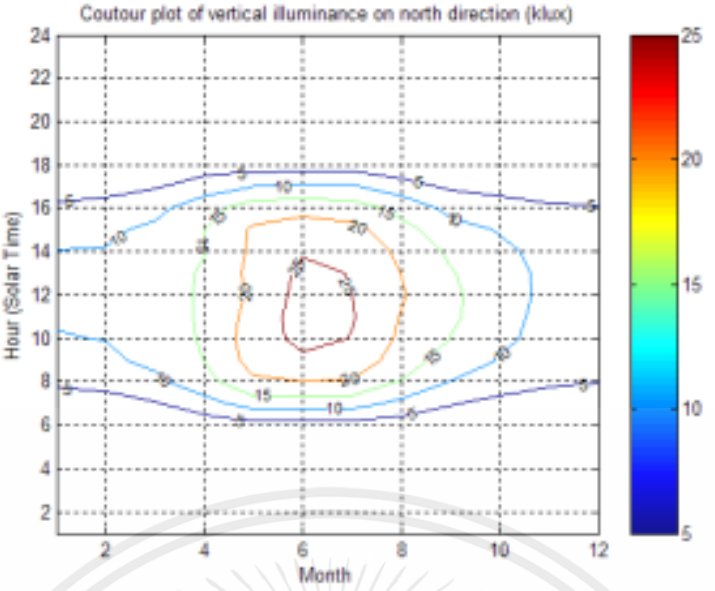


รูปที่ 2.8 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวนอน [5]

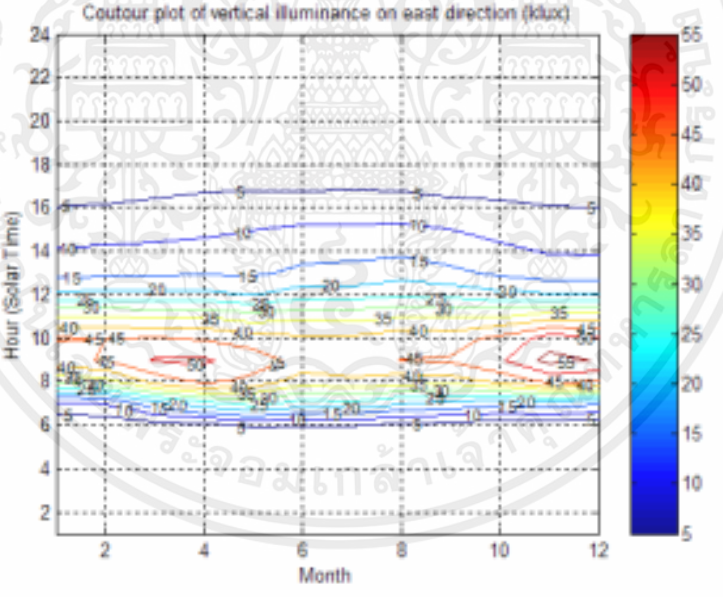


รูปที่ 2.9 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายในแนวนอน [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวตั้งทิศเหนือ [5]

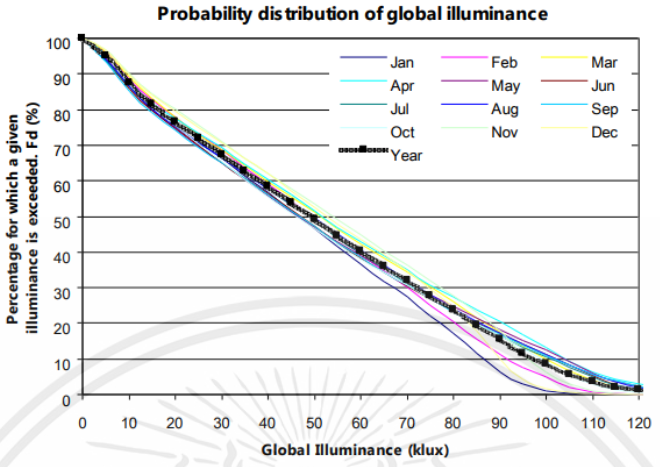


รูปที่ 2.11 ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวตั้งทิศตะวันออก [5]

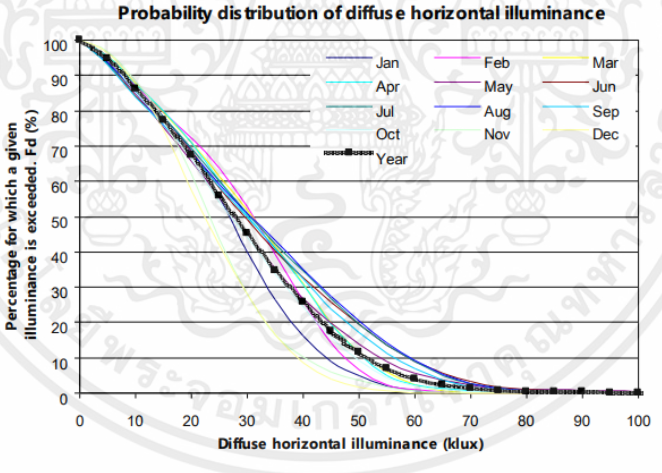
รูปที่ 2.12 และรูปที่ 2.13 แสดงค่าการกระจายสะสมของปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมใน แนวราบและปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายในแนวราบ จากรูปทั้งสองจะพบว่ามีโอกาสเกิน 95 % และ 90 % ที่ปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมและปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายจะเกินกว่า 5 กิโลลักซ์ และ 10 กิโลลักซ์ ตามลำดับ ซึ่งในบริเวณอาคารที่ไม่ปรับอากาศ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้แสงธรรมชาติยิ่งมีความเป็นไปได้สูง กว่าเมื่อมีการเปิดหน้าต่างเพื่อรับอากาศธรรมชาติทำให้ได้รับแสงธรรมชาติด้วย



รูปที่ 2.12 การกระจายสะสมของปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีรวมในแนวราบ [5]



รูปที่ 2.13 การกระจายสะสมของปริมาณแสงธรรมชาติจากรังสีกระจายในแนวราบ [5]

2.2.4 การปรับอากาศ

ส่วนใหญ่อาคารที่มีปัจจุบันมีมีอัตราการใช้พลังงานที่มีไปกับการปรับอากาศ ซึ่งมีสัดส่วนของพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารสูงถึง 40-60% จึงทำให้ภาระทางด้านต้นทุนสูงขึ้นขิงการปรับอากาศ และการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงเช่นกัน ควรออกแบบเพื่ออนุรักษ์พลังงงานทางด้านการปรับอากาศอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4.1 ความสบายเชิงอุณหภาพ

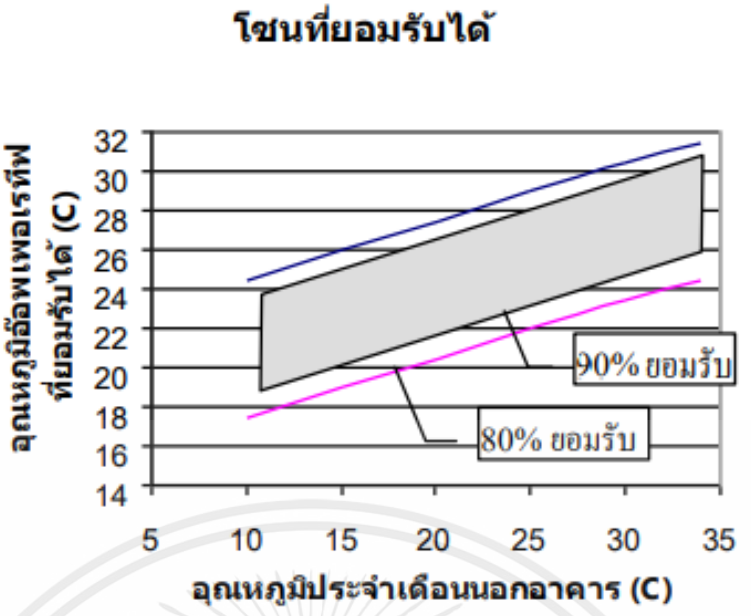
จุดประสงค์ที่สำคัญในการออกแบบ คือ การทำให้ผู้ใช้อาคารเกิดความสะดวกมากขึ้น ทางด้านอุณหภาพ เป็นผลทำให้ผู้ใช้อาคารมีประสิทธิ การทำงานต่างๆที่ดีขึ้น โดยอุณหภาพมีผลต่อการระบายความร้อนร่างกายที่ระบบการเผาผลาญต่างๆ พื้นฐานที่ใช้กับระบบอวัยะในร่างกายของมนุษย์ เมื่อมีการเผาผลาญหรือ เกิดการทำงานระบบร่างกายจะทำให้ปลดปล่อยความร้อนมากสู่ภายนอกได้ เมื่อการเผาผลาญสูงการปลดปล่อยทางความร้อนจึงสูงขึ้นตาม ดังนั้นการออกแบบการปรับอากาศจึงควรให้ความเร็วลมของการปรับอากาศสูง เพื่อให้การถ่ายเทความร้อนจากร่างกายมีประสิทธิภาพดีขึ้น เป็นผลอุณหภูมิในร่างกายจึงลดลง

ความเหมาะสมที่การใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับการปรับอากาในเขตร้อนของประเทศไทย โดยความสะดวกสบายไม่เกิดความรำคาญมากเกิดไปของผู้ที่อยู่อาศัย จึงเกิดความสบายทางด้านอุณหภาพ คือ

- อุณหภูมิกระเปาะแห้งอากาศระหว่าง 24 - 27 °C
- ความชื้นสัมพัทธ์อากาศระหว่าง 30 - 70 %
- อุณหภูมิผิวของสภาวะแวดล้อมเท่ากับอุณหภูมิอากาศ
- ความเร็วลมน้อยกว่า 0.15 เมตรต่อวินาที(m/s)
- ผู้อยู่อาศัยสวมเสื้อผ้าเบา (ไม่ใส่สูท) และทำงานในสำนักงาน

เมื่อทำการศึกษาพบว่าการที่ออกแบบให้มีความเร็วมากกว่าสถานะที่ได้กล่าวไปเบื้องต้นมีผลทำให้ชดเชยการถ่ายเทความร้อนที่เกิดอุณหภูมิสูงขึ้นได้ ซึ่งบริเวณที่มีลมจากภายนอกเข้าร่ายกายต้องปรับความรู้สึกตามสภาพแวดล้อมต่างๆ ที่เกิดขึ้นบริเวณรอบ ดังรูปที่ 2.14 แสดงขอบเขตของช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ที่ระดับ 90% และที่ระดับ 80% ช่วงอุณหภูมิ ที่ยอมรับได้ที่ระดับ 90% และ 80% คือช่วงที่คาดว่าผู้อยู่อาศัย 90% และ 80% ตามลำดับ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 ขอบเขตของช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ในกรณีการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ [5]

2.2.4.2 ข้อควรพิจารณาในการออกแบบระบบปรับอากาศ

1. ควรมีการคำนวณปริมาณพลังงานทั้งปีที่จะใช้ในระบบปรับอากาศ การเลือกอุปกรณ์ปรับอากาศ ควรพิจารณาปริมาณพลังงานที่จะใช้และค่าใช้จ่ายตลอดอายุใช้งาน (Life cycle cost) ของระบบปรับอากาศ

2. ควรมีการคำนวณภาระการปรับอากาศในแต่ละโซนอย่างละเอียดเพื่อว่าจะได้เลือกอุปกรณ์ที่เป็น ชนิดและขนาดที่สอดคล้องกับภาระและการใช้งานเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูง

3. ควรจัดกลุ่มพื้นที่หรือโซนปรับอากาศที่มีลักษณะภาวะคล้ายคลึงกันเพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์จ่าย อากาศร่วมกัน และการจัดกลุ่มให้เล็กลงจะทำให้เกิดความยืดหยุ่นในการใช้งานมากกว่า

4. ควรพิจารณาจัดระบบตรวจวัดและควบคุมเพื่อให้สามารถตรวจสอบสภาพการทำงานของอุปกรณ์ และระบบได้ดี

5. ไม่ควรมีการใช้ระบบการทำความร้อนอากาศเพื่อประกอบการควบคุมความชื้น หากต้องการควบคุม ความชื้นเป็นพิเศษควรพิจารณาระบบที่ใช้สารดูดความชื้นซึ่งอาจใช้พลังงานจากรังสีอาทิตย์หรือความร้อนทิ้ง

6. ควรพิจารณาการจัดวางห้องเครื่องทำน้ำเย็น ผังการเดินของท่ออากาศ ผังทางเดินท่อน้ำ น้ำเย็น และผังทางเดินของท่อน้ำหล่อเย็นตั้งแต่เริ่มกำหนดเค้าโครง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารเพื่อให้ระยะการเดินท่ออากาศและท่อน้ำสั้น และระบบจ่ายอากาศและน้ำมีประสิทธิภาพเชิงพลังงานดี

7. ควรเลือกใช้อุปกรณ์และระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพดีและมีความคุ้มทุนในการใช้งาน

8. หากมีการออกแบบระบบปรับอากาศโดยเลือกใช้เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ควรพิจารณาเลือก เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความคุ้มทุนในการใช้งาน

9. หากมีการใช้ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ ควรเลือกเครื่องทำน้ำเย็นและส่วนประกอบอื่นๆ ของ ระบบที่มีประสิทธิภาพสูง เครื่องทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยทั่วไปมีประสิทธิภาพดีกว่าชนิด ระบายความร้อนด้วยอากาศ

10. ในกรณีที่มีความร้อนเหลือหรือความร้อนทิ้งเนื่องจากมีการผลิตไฟฟ้าใช้เองในอาคารหรือ เนื่องจากเหตุอื่น ควรพิจารณาเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืน (Absorption chiller) ซึ่งผลิตน้ าเย็นโดย ใช้ความร้อนเป็นหลัก หากความร้อนเหลือหรือความร้อนทิ้งสามารถใช้ผลิตไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงมากพอ ควรพิจารณาเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนชนิดสองชั้น (Double effect) ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่าชนิดชั้น เดียว แต่ถึงแม้จะพิจารณาเลือกใช้เครื่องชนิดชั้นเดียว (Single effect) เนื่องจากอุณหภูมิของความร้อนเหลือ หรือความร้อนทิ้งไม่สูงมากพอ การเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดกลืนแทนเครื่องทำน้ำเย็นแบบอื่นก็ถือเป็นการใช้พลังงานอย่างอนุรักษ์และคุ้มค่า

2.2.4.3 การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ

ภูมิภาคของประเทศไทยมีลมธรรมชาติที่ไม่ทั่งถึงทั่งประเทศไทย การออกแบบควรจึงคำนึกถึงลักษณะโครงสร้างของอาคารให้มีลักษณะเอื้ออำนวยให้ลมจากธรรมชาติสามารถถ่ายเทให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ซึ่งการใช้ประโยชน์จากลมธรรมชาติ โดยทั่วไปอาจจะไม่เต็มประสิทธิภาพ ดังนั้นผู้ออกแบบจึงศึกษาลักษณะบริเวณโดยรอบอย่างชัดเจนมากที่สุด

2.2.5 การผลิตไอน้ำและน้ำร้อน

อาคารที่ติดตั้งระบบทำน้ำร้อนโดยใช้ น้ำมันเชื้อเพลิง แก๊สหุงต้ม หรือก๊าซธรรมชาติในการผลิตน้ำเพื่อต้องการอุปโภค ควรหาหม้อต้มไอน้ำที่มีประสิทธิการผลิตน้ำร้อนสูง และกรณีที่อาคารโรงแรมต้องการน้ำร้อนมาก ควรหลีกการใช้ฮีตเตอร์ที่มีลักษณะแบบขอลวด เนื่องจาก ต้องการไฟฟ้าสูง ให้หันมาใช้ฮีตปั้มในการผลิตน้ำร้อน ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 การใช้เซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์ หรือโซลาร์เซลล์ คืออุปกรณ์ที่สามารถผลิตกระไฟฟ้า เพื่อใช้ประโยชน์สำหรับการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยโซลาร์เซลล์จะผลิตจากแสงอาทิตย์ที่มากระทบที่แผ่นระนาบ ซึ่งการติดตั้งควรคำนึงถึงวางตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ให้เต็มประสิทธิของอายุการใช้งาน การติดตั้งมักจะติดตามลักษณะของสถานที่ต่างๆ อาจจะไม่เอื้ออำนวยการติดตั้ง จะส่งผลต่อการวางตำแหน่งที่ไม่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้อาคารได้ เป็นการนำพื้นที่กรอบอาคารมาใช้ประโยชน์ต่อพลังงานไฟฟ้าอาคาร ซึ่งทำมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน เมื่อมีแสงมากระทบจะทำให้อิเล็กตรอนแบบอิสระบริเวณแผ่นเซลล์ เคลื่อนที่เกิดไฟฟ้ากระแสตรง เกิดแรงเคลื่อนทางไฟฟ้าได้ แผ่นเซลล์มีกำลังการผลิตไฟฟ้ากระแสต่ำ จึงทำการต่ออนุกรม เพื่อเพิ่มขนาดแรงเคลื่อนไฟฟ้ามากพอ ในการใช้ประโยชน์ได้ โดยปัจจุบันแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน จะแบ่งตามลักษณะของผลึกที่เกิดขึ้น คือ แบบที่เป็นรูปผลึก(Crystal) แบ่งออกเป็นชนิดผลึกเดี่ยวซิลิคอน(Crystal line poly crystalline silicon) และชนิดผลึกรวมซิลิคอน(Poly crystalline silicon) และแบบชนิดฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน(Amorphous silicon solar cell)

2. กลุ่มเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน ซึ่งประเภทนี้จะเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มี ประสิทธิภาพสูงถึง 25% ขึ้นไปแต่มีราคาแพง นิยมใช้งานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่

2.3 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานในอาคารของต่างประเทศ [5]

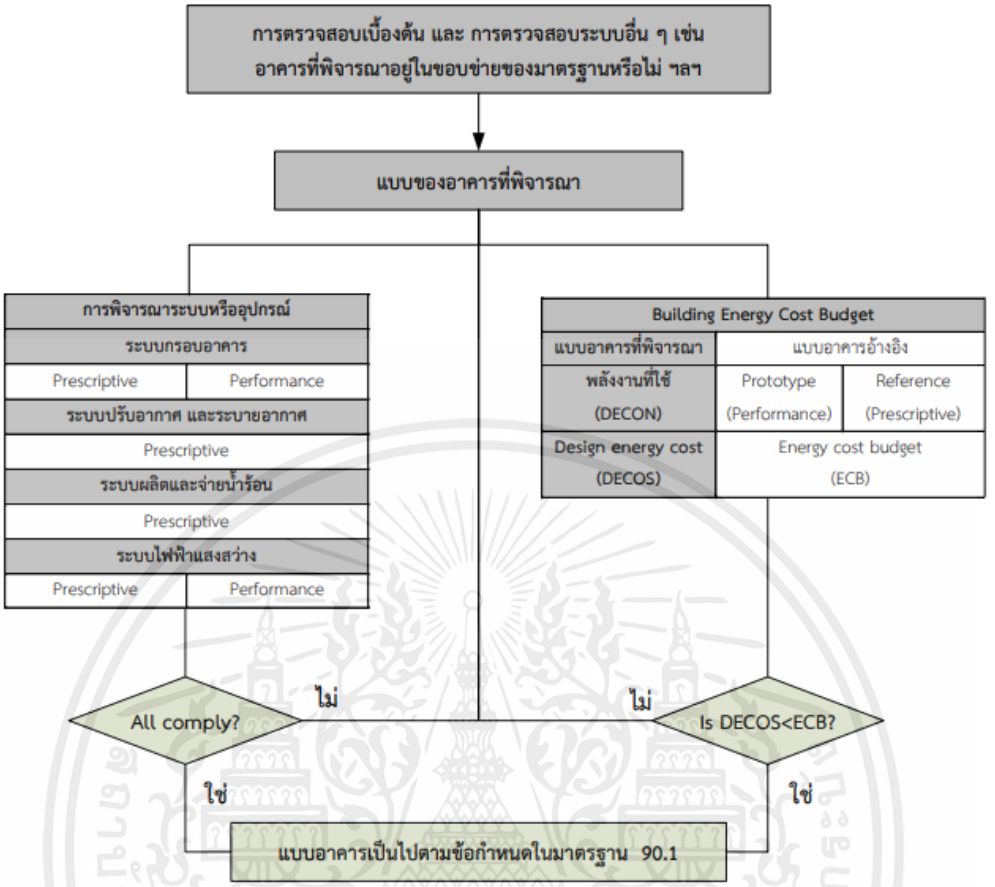
2.3.1 ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.3.1.1 การบังคับใช้แนวทางและข้อกำหนดในมาตรฐาน ASHRAE Standard 90.1

มาตรฐานสำหรับการปรับปรุงก่อสิ่งปลูกสร้าง ถูกสร้างใหม่ หรือมีการต่อเติมเพื่อเพิ่มคุณลักษณะของอาคาร เช่น อาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ที่ถูกสร้างไว้เรียบร้อย แล้วทำการปรับปรุงเพิ่มต่างจากแบบที่ถูกอ้างอิงในตอนต้น ซึ่งจะต้องทำข้อกำหนดตามมาตรฐานทุกข้อของ ASHRAE Standard 90.1 เป็นต้น

ในส่วนวิธีการกำหนดเกณฑ์ของ ASHRAE Standard 90.1 โดยจะใช้หลัก Prescriptive requirement เป็นหลัก แต่สามารถใช้เกณฑ์อีกอย่างหนึ่ง คือ System performance compliance ในส่วนของระบบกรอบอาคารและระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ภาพที่ 2.15 กำหนดให้ ใช้โปรแกรมจำลองสภาพการใช้พลังงานในอาคารเช่น DOE-2 หรือ Energy Plus ในการกำหนด Reference Building และคำนวณหา Design Energy Cost และ Energy Cost Budget ของอาคารที่ตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 วิธีการที่ใช้กำหนดเกณฑ์ที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน 90.1 [5]

2.3.1.2 ระบบและอุปกรณ์ที่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐาน ASHRAE Standard 90.1

2.3.1.2.1 ระบบกรอบอาคาร

สำหรับกรอบอาคารมีส่วนประกอบได้แก่ ผนังทึบ ผนังโปร่งแสง หลังคาทึบแสง หลังคาโปร่งแสง และค่าปริมาณความร้อนของรังสีอาทิตย์ที่กระทบ ถ่ายเทสู่ผ่านกรอบอาคาร โดยจะขึ้นอยู่กับสมรรถนะอุณหภาพในกรอบอาคารนั้น และภูมิอากาศ ตามที่อยู่ของอาคารตามมาตฐาน ASHRAE Standard 90.1 ใน ค.ศ. 2007 ที่ใช้กับการกำหนดสมรรถนะอุณหภาพของกรอบอาคารที่แตกต่างกัน ในสหรัฐอเมริกา

ดัชนีที่ใช้ในการบงชี้สมมรรถนะอุณหภาพของผนัง และหลังทึบ คือ U-value ส่วนสำหรับผนัง และหลังคาโปร่งแสง คือ U-value และ Solar heat gain coefficient (SHGC) ซึ่งเป็นความหมายสำหรับผลดีของสมรรถนะของกรอบอาคาร ตามสัดส่วนพื้นที่ของผนังโปร่งแสงต่อผนังทั้งหมด ตารางที่ 2.4 อธิบายตามค่า U-value SHGC และ WWR โดย ASHRAE Standard 90.1 ให้อนุโลมกับ U-value ตามค่าช่วงต่ำที่ใช้ในฤดูหนาว ส่วนค่า SHGC ตามค่าในฤดูอบอุ่น โดยค่า WWR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผนังจำกัดที่ 40% และค่า WWR ของหลังคาถูกจำกัด 5% ใช้ได้กับแต่ละท้องถิ่นคำนวณจากค่า CDD ที่ฐาน 50 และปริมาณของรังสีอาทิตย์ในตะวันออกและตะวันตกแต่ละท้องถิ่น

ตารางที่ 2.4 ช่วงของ U-value และ SHGC ที่อนุญาตให้ใช้ได้ [5]

ประเภท	ช่วงของ U-value($W/m^2 K$)	ช่วงของ SHGC
หลังคาทึบ	0.12-0.37	0.35-0.40
หลังคาโปร่งแสง	3.40-4.24	
ผนังทึบ	0.20-0.53	0.25-0.45
ผนังโปร่งแสง	2.00-6.80	

2.3.1.2.2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 ในส่วนของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เป็นการจัดการกำลังไฟฟ้าของแสงสว่างตามบริเวณต่างๆ แต่ยกเว้นที่ใช้เกี่ยวกับการแพทย์และการพยาบาล ซึ่งบริเวณที่กันใช้ในกรณีฉุกเฉิน และในตู้สินค้า เป็นการถือว่าผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องออกแบบให้ได้ระดับความเพียงพอของความสว่าง

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 ให้จำนวนสวิทช์เพียงพอตามบริเวณต่างๆ และอุปกรณ์ที่ค่อยสนับสนุนการใช้ระบบควบคุมการเปิดปิดไฟฟ้าแสงสว่างอัตโนมัติ

2.3.1.2.3 ระบบทำความเย็น การระบายอากาศ และระบบปรับอากาศ

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดออกแบบวิธีและเครื่องมือมาตรฐาน การคำนวณภาระทางความร้อน และความเย็น ต้องเหมาะสมตามการออกแบบขนาดระบบ

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดให้ประสิทธิภาพของเครื่องผลิตน้ำร้อนที่ใช้เชื้อเพลิง และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะปั๊มความร้อนที่ใช้ผลิตน้ำร้อนหรือทำความเย็น

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของอุปกรณ์ทุกส่วนของระบบปรับอากาศที่สภาวะพิกัด มาตรฐาน และกำหนดระดับการหุ้มฉนวนท่อน้ำร้อน ท่อน้ำเย็น ท่ออากาศ และท่อน้ำยาทำความเย็นต้อง เป็นไปตามมาตรฐานในระบบทำความร้อนและความเย็นต้องมีระบบควบคุมที่ปิดระบบตามสภาวะหรือตามเวลาที่กำหนดไว้ได้ระบบระบายอากาศต้องมี Sensor ตรวจสอบและปรับปริมาณอากาศภายในบริเวณที่มี ผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2.4 ระบบผลิตและจ่ายน้ำร้อน

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดให้มีการคำนวณปริมาณน้ำร้อนที่ต้องได้ตามวิธีมาตรฐาน กำหนด ประสิทธิภาพของระบบผลิตน้ำร้อน ระดับฉนวนและระบบควบคุมอุณหภูมิและปริมาณการจ่ายน้ำร้อน

2.3.1.2.5 ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้า

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดให้มีการออกแบบระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าตามวิธีมาตรฐาน ขนาดของสาย feeder จำกัดแรงดันไฟฟ้าตกที่จุดใช้งาน และกำหนดให้ติดตั้งมิเตอร์กับสาย feeder

2.3.1.2.6 ระบบขนส่งแนวดิ่ง และมอเตอร์ไฟฟ้ากำลัง

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 กำหนดว่ามอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนระบบขนส่งในแนวดิ่ง ที่ใช้ถังปั๊มและพัดลมจะต้อง เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง อุปกรณ์สำนักงานและอุปกรณ์อื่น ๆ ไม่อยู่ในขอบข่ายของมาตรฐานนี้

2.3.1.2.7 การใช้พลังงาน

-มาตรฐานของ ASHRAE Standard 90.1 ยอมรับการออกแบบการใช้แสงธรรมชาติโดยการใช้แสงธรรมชาติในบริเวณใต้ช่อง นำแสงที่หลังคา และบริเวณพื้นที่ริมหน้าต่างภายในระยะไม่เกินกว่า 5 เมตรจากหน้าต่าง อย่างไรก็ตามกำลังไฟฟ้าที่ใช้ส่องสว่างยังต้องจำกัดตามข้อกำหนดในมาตรฐาน

2.3.2 ประเทศเดนมาร์ค

2.3.2.1 เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่

เกณฑ์บังคับของอาคารใหม่ คือ การใช้พลังงานของอาคาร สำหรับทำความร้อนให้อุณหภูมิภายในค่าอย่างน้อย 15 °C และต้องต่ำกว่าค่าพลังงานที่อ้างอิงในเกณฑ์ ซึ่งแบ่ง 2 ชุดสำหรับอาคารแต่ละกลุ่ม ดังนี้

1. บ้านพักอาศัย โรงแรม หอนักศึกษา (การพิจารณาเกณฑ์ที่ไม่รวมระบบแสงสว่าง)
2. อาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย เช่น สำนักงานโรงเรียน (การพิจารณาเกณฑ์ที่รวมระบบแสงสว่าง)

ตามมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงาน อาคารถูกแบ่งเป็น Class 1 คือ อาคารที่มีการใช้พลังงานต่ำกว่า 50 % ของ Energy frame หรือเทียบได้กับการใช้น้ำมัน 2.5 l/m^2 และ Class 2 คือ อาคารที่มีการใช้พลังงาน ต่ำกว่าร้อยละ 75 ของ Energy frame หรือเทียบได้กับการใช้น้ำมัน 4.1 l/m^2 การประเมินสมรรถนะพลังงาน เทียบกับ Energy frame สรุปโดยย่อได้ดังแสดงในตารางที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ Energy frame [5]

บ้านพักอาศัย โรงแรม หอนักศึกษา	อาคารที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัย
เกณฑ์ขั้นต่ำ: Energy performance < 70 + 2200/A	เกณฑ์ขั้นต่ำ: Energy performance < 70 + 2200/A
Class 1: Energy performance < 35 + 1100/A	Class 1: Energy performance < 50 + 1100/A
Class 2: Energy performance < 50 + 1600/A	Class 2: Energy performance < 70 + 1600/A
A = พื้นที่ที่มีการทำความร้อน	

ค่าของ Energy frame อาคารมีลักษณะที่ไม่ใช่อาคารพักอาศัยได้กำหนดสูงกว่า ให้ครอบคลุมข้อกำหนดด้านการระบายอากาศ การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างที่มากกว่า และช่วงเวลาการใช้อาคารที่ยาวกว่า และส่วนนอกจากค่า Energy frame มาตรฐานฯ แต่ก็ยังคงกำหนดอาคารลักษณะที่ไม่ใช่ที่พักอาศัยต้องพิจารณาค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำ ได้แก่ U-value ของกรอบอาคาร การสูญเสียความร้อนสู่ภายนอกผ่านกรอบอาคาร ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำ การป้องกันการรั่วไหลของอากาศ การหุ้มฉนวนท่อ การนำความร้อนกลับมาใช้ ใหม่ และประสิทธิภาพของพัดลม ในส่วนอาคารที่ 3 ชั้นลงมา หรือมากกว่า 3 ชั้น ค่าการสูญเสียทางความร้อนอยู่ที่ 6-8 วัตต์ต่อตารางเมตร ตามลำดับตามตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ค่า U-value และค่า Linear transmission loss สูงสุดของส่วนต่างๆ ของอาคาร (ค่าเหล่านี้ใช้ กับอาคารใหม่หรือการขยายอาคารที่มีการทำความร้อนที่อุณหภูมิอย่างน้อย 15°C และทั่วไปห้องที่มีความร้อน สูงกว่า 5°C) [5]

ส่วนของอาคาร	**U-value(W/m^2 K)**
ผนังภายนอกและผนังชั้นใต้ดินที่ติดพื้นดิน	0.4
ส่วนของผนังที่สัมผัสกับห้องที่ไม่มีการทำความร้อนหรือที่มีการ ทำความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 8°C และต่ำกว่าอุณหภูมิในห้อง	0.5
เพดานและหลังคาที่สัมผัสกับอากาศภายนอก	0.25
หน้าต่าง ประตู ช่องเปิดเหนือหลังคา ผนังกระจกที่สัมผัส อากาศภายนอกของห้องที่ไม่มีการทำความร้อนหรือที่มีการทำความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 8°C และต่ำกว่าอุณหภูมิในห้อง	2.0
ส่วนของอาคาร	**Linear transmission loss (W/mK)**
ฐานรากรอบห้องที่มีการทำความร้อนที่อุณหภูมิอย่างน้อย 5°C	0.4
ฐานรากรอบห้องที่มีการทำความร้อนกับพื้น	0.2
ส่วนต่อระหว่างผนังภายนอกและหน้าต่างหรือประตู	0.06
ส่วนต่อระหว่างโครงสร้างหลังคาและช่องเปิดหลังคา	0.2

การรั่วไหลของอากาศของอาคารต้องไม่เกิน 1.5 l/s/m2 ที่ความดันทดสอบ 50 kPa สำหรับพื้นที่ที่มี การทำความร้อน ตามมาตรฐาน DN/SE 13829 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของระบบในอาคารของอุปกรณ์ที่ใช้ พลังงานให้เป็นไปตามตารางที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน (ใช้กับอาคารสร้างใหม่ การขยายอาคาร และการปรับปรุงอาคาร) [5]

หม้อไอน้ำ(เชื้อเพลิงน้ำมัน)	
การระบายอากาศ (การนำความร้อนกลับมาใช้)	ประสิทธิภาพในการนำความร้อนกลับมาใช้ 65%
การระบายอากาศ (ทิ้งภายนอก)	การใช้พลังงานเพื่อขนถ่ายลมสูงสุด 1.0 kJ/m^3
การระบายอากาศ (สำหรับบ้านเดี่ยว)	การใช้พลังงานเพื่อขนถ่ายลมสูงสุด 1.2 kJ/m^3
การระบายอากาศ (CAV)	การใช้พลังงานเพื่อขนถ่ายลมสูงสุด 2.1 kJ/m^3

2.3.2.2 เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานสำหรับการขยายอาคาร

วิธีการประเมินในกรณีของการขยายอาคาร สามารถแบ่งเป็น 3 กรณี

1. ใช้วิธีตามที่ได้กล่าวไว้ในข้อ 2.3.2.1 คือ การพิจารณา Energy frame และเกณฑ์บังคับขั้นต่ำ

2. การใช้วิธี Simple method โดยค่า U-value และการสูญเสียความร้อนผ่านส่วนต่างๆ ของกรอบ อาคารต้องเป็นไปตามข้อมูลในตารางที่ 2.8 ซึ่งสมมติพื้นที่ของหน้าต่าง ประตู ช่องแสงเหนือหลังคา ผนัง กระจก ฯลฯ มีพื้นที่รวมไม่เกินร้อยละ 22 ของพื้นที่ที่มีการทำความร้อน โดยเกณฑ์ของระบบบริการอาคาร ยังคงเป็นไปตามที่แสดงตารางที่ 2.7

3. การใช้วิธี The heat loss frame โดยค่า U-value การสูญเสียความร้อนผ่านส่วนต่าง ๆ ของกรอบ อาคาร ฯลฯ สามารถปรับเปลี่ยนได้ ตราบเท่าที่การสูญเสียความร้อนรวมยังไม่เกินค่าที่คำนวณได้จากวิธีที่ 2 และสอดคล้องกับค่าในตารางที่ 2.6 และ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ตัวอย่างค่า U-value และค่า Linear transmission loss สูงสุดของส่วนต่าง ๆ ของอาคาร (ค่า เหล่านี้ใช้กับการขยายอาคาร คำนวณโดยวิธี Simple method และการปรับปรุงอาคารที่มีการทำความร้อนที่ อุณหภูมิอย่างน้อย 15 ^{0}C) [5]

ส่วนของอาคาร	**U-value (W/m2 K)**
ผนังภายนอกและผนังชั้นใต้ดินที่ติดพื้นดิน	0.2
ส่วนของผนังและพื้นที่ติดกับห้องที่ไม่มีการทำความร้อนหรือที่มีการทำความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 8^{o}C และต่ำกว่าอุณหภูมิ ในห้อง	0.4
เพดานและหลังคาที่สัมผัสกับอากาศภายนอก	0.15
หน้าต่าง ประตูช่องเปิดเหนือหลังคา ผนังกระจกที่สัมผัส อากาศภายนอกของห้องที่ไม่มีการทำความร้อนหรือที่มีการทำความร้อนที่อุณหภูมิสูงกว่า 8^{o}C และต่ำกว่าอุณหภูมิในห้อง	1.5
ส่วนของอาคาร	**Linear transmission loss (W/m.K)**
ฐานรากอาคาร	0.15
ฐานรากรอบห้องที่มีการทำความร้อนกับพื้น	0.12
ส่วนต่อระหว่างผนังภายนอกและหน้าต่างหรือประตู	0.03
ส่วนต่อระหว่างโครงสร้างหลังคาและช่องเปิดหลังคา	0.1

2.3.2.3 เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานสำหรับการปรับปรุงอาคาร

การประเมินตามเกณฑ์สมรรถนะพลังงานสำหรับการปรับปรุงอากาศเกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะ

1. การปรับปรุงอาคาร โดยลักษณะการใช้อาคารเปลี่ยนไป กรณีนี้การคำนวณเกณฑ์มาตรฐาน ประสิทธิภาพพลังงานให้ใช้วิธีเดียวกับการขยายอาคาร

2. การปรับปรุงอาคารเป็นการปรับปรุงกรอบอาคารหรือระบบบริการอาคาร ซึ่งค่าปรับปรุงสูงกว่าร้อยละ 25 ของโครงสร้างกรอบอาคาร ในกรณีนี้มาตรการอนุรักษ์พลังงานที่มีความคุ้มทุนทั้งหมดจะต้องดำเนินการ ให้ครบถ้วน และเป็นไปตามเกณฑ์ในตารางที่ 2.7 ค่า U-value และการสูญเสียความร้อนผ่านส่วนต่างๆของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบอาคารต้องเป็นไปตามตารางที่ 2.8 กรณีนี้มาตรการเดิมไม่ได้อยู่ในแผนปรับปรุงอาคารต้องดำเนินการ

3. การปรับปรุงที่ไม่อยู่ใน 2 กรณีข้างต้น แต่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนอุปกรณ์บังฝน ผิวหลังคา หน้าต่าง หม้อไอน้ำ หรือเปลี่ยนการให้ความร้อน ให้พิจารณามาตรการปรับปรุงเฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผนดำเนินการ โดยต้องเป็นไปตามเกณฑ์ในตารางที่ 2.7 และ 2.8

2.3.2.4 การตรวจสอบอาคารตามเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงาน

การประเมินอาคาร ใช้ซอฟแวร์ชื่อว่า Danish Research Institute (DRI) โดยรายละเอียดจะอยู่ในเอกสาร SBI Direction 213: Bygningers energibehov (Energy performance of building) ที่พัฒนาจากหน่วยงาน หรือที่ปรึกษาการใช้งานจะคล้ายกัน แต่แตกต่างที่เฉพาะผู้ใช้ ซึ่งออกแบบโดยแต่ละบริษัท ซอฟแวร์มีจุดประสงค์ดังนี้

1.กรณีอาคารที่ถูกสร้างใหม่ จะนำค่าที่คำนวณสมรรถนะพลังงานเทียบกับค่าอ้างอิง Energy frame และแสดงให้เห็นว่าอาคารนั้นเป็นอาคาร Class 1 หรือ2 หรือไม่

2.กรณีอาคารที่ปรับปรุงและอาคารที่มีอยู่แล้ว นำมาใช้ในการคำนวณหาความคุ้มค่าของมาตรการอนุรักษ์พลังงาน โดยต้องดำเนินการ

วิธีการคำนวณของซอฟแวร์โดยรวมแล้วเป็นไปตามมาตรฐานของยุโรป เช่น การคำนวณการทำความ ร้อนและความเย็นอ้างอิง prEN ISO 13790:2005 การคำนวณการส่องสว่างจากหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์อ้างอิง prEN 15193-1 และการคำนวณการสูญเสียความร้อนจากท่อและหม้อไอน้ำและผลประหยัดของ Heat pump, PV และการทำความร้อนด้วยแสงอาทิตย์อ้างอิง prEN 15316

2.3.3 ประเทศสิงคโปร์

2.3.3.1 ระบบกรอบอาคาร

สิงคโปร์ได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานช่วงแรก คือค่า OTTV (Overall thermal transfer value) บังคับใช้อาคารมราไม่ใช่ที่อยู่อาศัย และมีการปรับอากาศ ปี ค.ศ. 1979 ต่อมาได้ปรับปรุงพัฒนาเพื่อให้ค่า OTTV อีกครั้ง ซึ่งมีความแม่นชัดเจนมากขึ้น และมีค่าอีกเรียกว่า ETTV (Envelope thermal transfer value) ปี ค.ศ. 2000 ซึ่งมีค่าที่คล้ายคลึงกับ OTTV แต่บังคับใช้กับหลังคา คือ RTTV (Roof thermal transfer value) ต่อพบว่าค่า ETTV ใช้ได้กับอาคารที่มีการปรับอากาศ ตอนกลางวันเท่านั้น ไม่กับอาคารที่พักอาศัยที่ก่อนหน้านี้ออกแบบให้ถ่ายเทอากาศกับธรรมชาติได้ ประกอบกับช่วงนั้นอาคารที่พักอาศัยมรการปรับอากาศในตอนกลางคืนมากขึ้น จากนั้นมีการปรับปรุงเพิ่ม ปี ค.ศ. 2008 มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ (NUS) ได้รับมอบหมายจาก BCA ให้ศึกษาการพัฒนาดัชนีประสิทธิภาพของผนังอาคารที่พักอาศัยโดยอาศัยหลักการของค่า ETTV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยแห่งชาติสิงคโปร์ได้พัฒนาดัชนีซึ่งมีชื่อว่า RETV (Residential envelope transmittance value) โดยมีสูตร การคำนวณและค่ามาตรฐานแตกต่างกับค่า ETTV

Envelope thermal transfer value (ETTV) ดัชนีนี้ประกอบด้วย 3 เทอม แต่ละเทอมแทนค่า ของผลของกลไกการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคารและข้อกำหนดของสิงคโปร์กำหนดให้ค่า ETTV ต้องไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการ (1)

- ค่าการนำความร้อนผ่านผนังทึบ (Heat conduction through opaque walls)
- ค่าการนำความร้อนผ่านกระจก (Heat conduction through glass windows)
- ค่าความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจก (Solar radiation through glass windows)

$$ETTV = 12(1\text{-}WWR)U_w + 3.4(WWR)U_f + 211(WWR)(CF)(SC) \quad (1)$$

โดย

WWR คือ ค่าอัตราส่วนของหน้าต่างต่อผนัง (พื้นที่หน้าต่างกระจก/พื้นที่ของผนังทั้งหมด)

U_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของผนังทึบ ($W/m^2 K$)

U_f คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของกระจก ($W/m^2 K$)

CF คือ ค่าการปรับแก้เนื่องจากความร้อนจากรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

Roof thermal transfer value (RTTV) ดัชนีนี้ประกอบด้วย 3 เทอมแต่ละเทอมแทนค่าของผลของกลไกการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคารและข้อกำหนดของสิงคโปร์กำหนดให้ค่า RTTV ต้องไม่เกิน 50 วัตต์ต่อตารางเมตร โดยสามารถคำนวณได้ดังสมการ (2)

- ค่าการนำความร้อนผ่านผนังทึบ (Heat conduction through opaque walls)
- ค่าการนำความร้อนผ่านกระจก (Heat conduction through glass windows)
- ค่าความร้อนจากรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก (Solar radiation through glass windows)

$$RETV=3.4(1\text{-}WWR)U_w+1.3(WWR)U_f+58.6(WWR)(CF)(SC) \quad (2)$$

โดย

WWR คือ ค่าอัตราส่วนของหน้าต่างต่อผนัง (พื้นที่หน้าต่างกระจก/พื้นที่ของผนังทั้งหมด)

U_w คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของผนังทึบ ($W/m^2 K$)

U_f คือ ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของกระจก ($W/m^2 K$)

CF คือ ค่าการปรับแก้เนื่องจากความร้อนจากรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SC คือ ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด

กรณีพิเศษในกรณีที่ค่า WWR และค่า SC เข้าข่ายเงื่อนไขต่อไปนี้ ให้ถือเสมือนว่าค่า RETV เป็นไปตามที่กำหนด

$WWR_{Bldg} < 0.3$ and $SC_{1facade} < 0.7$

$WWR_{Bldg} < 0.4$ and $SC_{1facade} < 0.5$

$WWR_{Bldg} < 0.5$ and $SC_{1facade} < 0.43$

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผ่านหลังคา (Roof U-value) กรณีหลังคาไม่มีช่องนำแสงในกรณีนี้ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนให้เป็นไปตามค่า ตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ค่าสูงสุดของสัมประสิทธิ์การนำความร้อนผ่านหลังคา (Roof U-value)(W/m^2 K) [5]

น้ำหนัก	ปรับอากาศ	ไม่ปรับอากาศ
น้อยกว่า 50	0.5	0.8
50-230	0.8	1.1
มากกว่า 230	1.2	1.5

2.3.3.2 ระบบปรับอากาศ

มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของงานระบบในอาคารของสิงคโปร์เรียกว่า Singapore Standard (SS) 530 – Code of practice for energy efficiency standard for building services and equipment ซึ่งระบบปรับอากาศจะอยู่ในหัวข้อ SS Cp 13:1999, Code of practice for mechanical ventilation and air-conditioning in building ตารางที่ 2.10 แสดงค่ามาตรฐานในการออกแบบระบบปรับอากาศ ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศต้องมีค่าไม่เกินกว่า 1.0 KW/TR และเครื่องปรับอากาศต้องมีสวิตช์ปิดด้วยมือหรือตัวตัดอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.10 ค่ามาตรฐานในการออกแบบระบบปรับอากาศ [5]

อุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุด	25.5 ^{0}C
อุณหภูมิกระเปาะต่ำสุด	22.5 ^{0}C
ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุด	70%
ความเร็วลมสูงสุด	0.25 m/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.3 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

Singapore Standard SSCP38: 1999 - Code of practice for artificial lightings in building เป็นมาตรฐานก าหนดค่าการใช้พลังงานสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร ดังแสดงในตารางที่ 2.11 ส่วนค่าความสว่างของอาคารแสดงอยู่ในตารางที่ 2.12 และ 2.13

ตารางที่ 2.11 ค่าความต้องการการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้า [5]

Type of usage	Maximum lighting power budget (W/m^2)
สำนักงาน	15
ห้องเรียน	15
ห้องบรรยาย	15
หอประชุม	10
ห้างสรรพสินค้า, ร้านค้า ทั่วไป	25
ร้านอาหาร	15
ห้องพักแขก/ห้องโถงใหญ่	10
บันได ทางเดิน	10
ที่จอดรถ	5
โรงงานผลิตชิ้นส่วนรายละเอียดอิเล็กทรอนิกส์	20
โรงงานขนาดกลางและใหญ่	15
โกดังสินค้า/ห้องเก็บของ	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.12 ค่าความสว่างของอาคารห้างสรรพสินค้า (Retail mall building) [5]

พื้นที่ใช้สอย	ระดับแสง(Lux)	
Car park:	กลางวัน	กลางวัน
-Driving aisles	20	10
-Ramp and corners	100	-
-Entrance and exit	100	50
Entrance hall, Lobby, Waiting room, Lift, Corridors, Escalators	300	50
Shopping precinct & Arcades	100-200	
Enquiry desk	100-200	
Shops, Department stores and Show rooms	300-750	
Canteen, Food court, Café	300-750	
Restaurant kitchens	80-200	
Lounge, Bar	300	
Cinema: Auditoria	50-100	
Foyers	100-200	

ตารางที่ 2.13 ค่าความสว่างของอาคารสำนักงาน (Office building) [5]

พื้นที่ใช้สอย	**ระดับแสง(Lux)**	
	กลางวัน	**กลางคืน**
Floors & Outdoors	20	10
Driving aisles	100	-
Ramps & Corners	100	50
Entrances & exits	300	50
Circulation areas (corridors and stairs)	150	
Enquiry desk	300-750	
Working areas (occasional visual tasks performed)	500	
Ambient lighting for computer use	300-750	
Visual tasks of high contrast or large offices	300	
Visual tasks of low contrast or large offices	750	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ประเทศฮ่องกง

ประเทศฮ่องกงมีคณะกรรมการ Energy Efficiency Advisory Committee ถูกจัดตั้งเมื่อปี ค.ศ. 1991 เป็นหน่วยงานที่ให้คำปรึกษาต่อหน่วยงานภาครัฐสำหรับกำหนดเกณฑ์มาตรฐานตามความเหมาะสม ต่อมาคณะกรรมการนี้ได้ถูกเปลี่ยนชื่อเป็น Energy Advisory Committee ในปี ค.ศ. 1996 และเมื่อปี ค.ศ. 1994 หน่วยงาน Energy Efficiency Office (EEO) ก่อหน่วยงานชื่อว่า Electrical and Mechanical Service Department (EMSD) ใช้สำหรับการสนับสนุนหน่วยงานทางด้านภาครัฐ เพื่อดำเนินการประสานรวดเร็วมากขึ้น

เมื่อปี ค.ศ. 1996 คณะอนุกรรมการ Energy Efficiency and Conservation Sub-Committee จัดตั้งเพื่อวิเคราะห์พิจารณาต่อโครงการต่างๆ เพื่อการส่งเสริมในการอนุรักษ์พลังงาน ข้อเสนอได้แก่ การพัฒนาเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารที่ก่อสร้างใหม่และที่ใช้งานแล้ว เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของระบบเป็นเกณฑ์แบบตายตัวหรือที่เรียกว่า Prescriptive code พิจารณาประสิทธิภาพพลังงาน 5 ระบบ ดังนี้

1. กรอบอาคาร
2. ระบบปรับอากาศ
3. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง
4. อุปกรณ์ไฟฟ้า
5. ลิฟต์และบันไดเลื่อน

การอธิบายก่อนหน้านี้ไม่ได้ครอบคลุมกรอบอาคารดังนั้นจึงใช้ไม่ได้กับกรอบอาคาร จากนั้นมีการก่อตั้งหน่วยงานชื่อว่า Electrical & Mechanical Services Department (EMSD) เป็นเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพขั้นต่ำของแต่ละระบบ พัฒนาในปี ค.ศ. 1998 ถึง 2000 โดย Buildings Department มีผลบังคับใช้ในปี ค.ศ. 1995 ผู้ที่รับการประเมินจะต้องทำตามเงื่อนไขของแต่ละเกณฑ์มาตรฐานของ Electrical & Mechanical Services Department (EMSD) ซึ่งใช้พียงแค่กรอบอาคารเท่านั้น ต่อมาปี ค.ศ. 2000 ฮ่องกงได้ปรับปรุงมาตรฐาน OTTV เพื่อเกณฑ์มาตรฐานมีความทันสมัย และสอดคล้องกับเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้น ขณะที่เกณฑ์มาตรฐานอื่นๆ ที่เหลือได้รับการปรับปรุงในปี ค.ศ. 2005 และ ค.ศ. 2007

2.3.4.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เกณฑ์ประสิทธิภาพขั้นต่ำของการติดตั้งระบบแสงสว่างครอบคลุมอาคารประเภทโรงแรม สำนักงาน ห้างสรรพสินค้า โรงเรียน ที่จอดรถ และสถานที่จัดกิจกรรมสาธารณะ ค่าของเกณฑ์ขั้นต่ำแสดงในรูปของ ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous efficacy) การสูญเสียกำลังของอุปกรณ์ของหลอดไฟ (Lamp control gear loss) และความเข้มของการส่องสว่าง (Lighting power density) ดังตารางที่ 2.14 แสดงค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 ค่าประสิทธิภาพขั้นต่ำของการส่องสว่าง (Luminous efficacy) ของหลอดไฟฟ้า [5]

Lamp type	Lamp code	Nominal lamp wattage (L_w)	Minimum allowable luminous efficacy (lm/W)
Tubular fluorescent	MCF	L_w,< 18 W	40
		18 W <= L_w <40 W	50
		L_w => 40 W	60
Compact fluorescent (Non-integrated type with out built-In control gear)	CFN	L_w < 11 W	50
		11 W <= L_w <30 W	65
		L_w =>30 W	75
Compact fluorescent (Integrated type complete with built-In control gear)	CFG	L_w < 30 W	40
		L_w => 30 W	60
Metal halide	MBI	L_w < 500 W	65
		L_w => 500 W	80
Mercury vapour	MBF	L_w < 50 W	35
		50 W <= L_w < 250 W	45
		L_w => 250 W	50
Low pressure sodium vapour	SOX	L_w < 40 W	130
		40 W <=L_w < 100 W	140

2.3.4.2 ระบบปรับอากาศ

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศครอบคลุมทุกประเภทยกเว้นบ้านพักอาศัย อาคารทางการแพทย์ และอาคารอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 2.15 แสดงค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (COP) ขั้นต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.15 เกณฑ์ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ [5]

ประเภทระบบปรับอากาศ	ขนาดทำความเย็น (kW)	ค่า COP ขั้นต่ำ
Air-cooled unitary air-conditioner	10 - 40	2.2
	40 - 200	2.2
	> 200	2.4
Water-cooled unitary air-conditioner	ทุกขนาด	2.5
Air-cooled chiller (Reciprocating compressor)	< 400	2.4
	> 400	2.7
Air-cooled chiller (Centrifugal compressor)	ทุกขนาด	2.7
Air-cooled chiller (Screw or Scroll compressor)	ทุกขนาด	2.7
Water-cooled chiller (Reciprocating compressor)	< 500	3.2
	500-1000	3.7
	> 1000	4.0
Water-cooled chiller (Centrifugal compressor)	< 500	3.8
	500 - 1000	4.2
	> 1000	5.2
Water-cooled chiller (Screw or Scroll compressor)	< 500	4.5
	500 - 1000	4.5
	> 1000	5.2

2.3.4.3 อุปกรณ์ไฟฟ้า

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพจะมีผลบังคับการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยร่วมซึ่งไม่ได้คำนึงถึงปริมาณกำลังไฟฟ้า ความปลอดภัยสุขภาพ ความสะดวกสบาย และอุปกรณ์ของผู้ปฏิบัติงาน เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพขั้นต่ำของการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแบ่งได้ออกเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. การออกแบบให้ระบบเสียก าลังไฟฟ้าให้ต่ำที่สุด
2. การลดการสูญเสียและการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง
3. การลดการสูญเสียเนื่องจากปัญหาปริมาณกำลังไฟฟ้าร่วมกัน
4. การจัดงบประมาณสำหรับเครื่องแสดงผลและเครื่องวัดการใช้พลังงาน

2.3.4.4 ลิฟต์และบันไดเลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพของการติดตั้งลิฟต์และบันไดเลื่อนครอบคลุมถึง ลิฟต์โดยสาร ลิฟต์ขนส่ง สิ่งของ ลิฟต์ขนส่งแนวตั้ง ลิฟต์โดยสารมีเตียง บันไดเลื่อนและสายพานในอาคาร โดยข้อกำหนดของเกณฑ์ มาตรฐานประสิทธิภาพของการติดตั้งลิฟต์และบันไดเลื่อนประกอบด้วยเกณฑ์ดังต่อไปนี้

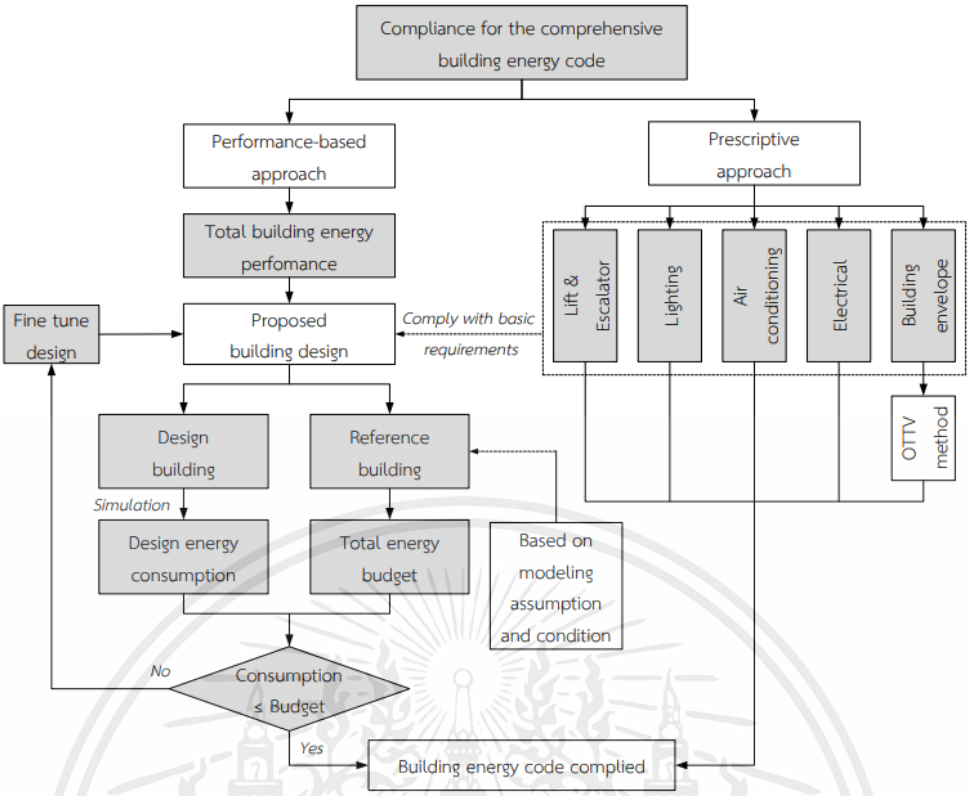
1. เกณฑ์อนุญาตสำหรับใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของลิฟต์ บันไดเลื่อน และสายพานโดยสาร
2. การจัดการพลังงานของลิฟต์ บันไดเลื่อน และสายพานโดยสาร
3. Total harmonic distortion และ Total power factor

2.3.4.5 วิธีการกำหนดสมรรถนะประสิทธิภาพพลังงานของทั้งอาคาร

ในการกำหนดสมรรถนะประสิทธิภาพนอกจากมีแบบ Prescriptive แล้วยังมีเกณฑ์มาตรฐานอาคารของฮ่องกงแบบ Performance code ที่เน้นเกี่ยวกับการพิจารณาใช้พงงานโดยอาคารทั้งอาคารชดเชยประสิทธิภาพพลังงานระหว่างระบบบริการอาคารต่างๆ ที่ใช้เมื่อปี ค.ศ. 2003 ของ EMSD ในโครงการชื่อว่า Hong Kong Energy Efficiency Registration Scheme for Buildings (HKEERSB) ซึ่งผู้ที่ได้เข้าโครงการจะเป็นผู้ที่สมัครใจ สำหรับการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของอาคารของตน ภาพที่ 2.16 แสดงกรอบมาตรฐานของฮ่องกง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของระบบ และ เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานของทั้งอาคา

สำหรับการพิจารณาการกำหนดสมรรถนะประสิทธิภาพพลังงานของทั้งอาคาร เพื่อใช้เทียบพลังงานโดยรวมของอาคาร ซึ่งประสิทธิภาพอาคารสามรถชดเชยข้ามระบบได้ การใช้พลังงานของอคารที่ออกแบบแสดงในภาพ ที่เปรียบเทียบกับอาคารที่อ้างอิง โดยที่อาคารที่มีขนาดและรูปร่างเดียวกับการออกแบบ ตามมาตรฐานของอาคารทั้งหมด ค่าการใช้พลังงานอ้างอิงชื่อว่า Total energy budget ถ้าอาคารได้รับอนุญาตให้ก่อสร้างสมรรถนะ แล้วต่ำกว่าที่อ้างอิง ถึงแม้ว่าบางระบบที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 กรอบของเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารของฮ่องกง [5]

2.3.5 สรุปผลการศึกษาเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของต่างประเทศ

สรุปผลการศึกษาการจัดทำและการใช้มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของนานาประเทศ ได้ดังตารางที่ 16 แสดงผลสรุปการศึกษาการจัดทำและการใช้มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของสหรัฐอเมริกา เดนมาร์ก สิงคโปร์ ฮ่องกง ซึ่งประเด็นสำคัญที่สรุปได้จากการศึกษาได้ดังนี้

1. ประเทศที่ศึกษาใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารตามกฎหมายสำหรับอาคารใหม่
2. เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารทั้งหมด มีส่วนประกอบดังนี้ ระบบกรอบอาคาร ระบบ ปรับอากาศ ระบบทำน้ำร้อน ระบบแสงสว่าง อุปกรณ์และเครื่องจักรในอาคาร ระบบการจ่ายไฟฟ้า แต่มีบาง ประเทศเท่านั้นที่กล่าวถึงการใช้พลังงานหมุนเวียน
3. เกือบทุกประเทศ มีเกณฑ์ Prescriptive และ System performan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 สรุปเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารของประเทศต่างๆ [5]

ประเทศ	ประเภทอาคาร	เกณฑ์กรอบอาคาร	เกณฑ์ HVAC	เกณฑ์การผลิตน้ำร้อน	เกณฑ์ไฟฟ้าแสงสว่าง	เกณฑ์ระบบจ่ายไฟฟ้า	เกณฑ์การบริหารจัดการพลังงาน	วิธีการที่ใช้กำหนดมาตรฐาน		
								Prescriptive	Trade-off หรือ Performance	Whole building compliance
สหรัฐอเมริกา	พาณิชย์	มี	มี	มี	มี	มี	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	Energy cost
	อยู่อาศัย	มี	มี	มี	มี	มี	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	Energy cost
เดนมาร์ก	พาณิชย์	มี	ทำความอุ่น	มี	มี	ไม่กำหนด	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	Energy cost
	อยู่อาศัย	มี	ทำความอุ่น	มี	ไม่มี	ไม่กำหนด	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	Energy cost
สิงคโปร์	พาณิชย์	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	ไม่มี
	อยู่อาศัย	มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	ไม่มี
ฮ่องกง	พาณิชย์	มี	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี	มีบางส่วน	Energy cost
	อยู่อาศัย	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

BEC (Buiding Energy Code) และผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

3.1 BEC (Building Energy Code)

3.1.1 ชนิดกระจก

สำหรับการประมวลผ่านโปรแกรม BEC(Buiding Energy Code) นี้แสดงผลการคำนวณ เกี่ยวกับอาคารอ้างอิงที่ใช้ประกอบทำโครงงาน โดยผลของคำนวณจะแสดงตามประเภทลักษณะของวัสดุกระจกตามตารางดังนี้ ซึ่งวัสดุกระจกที่จะนำมาคำนวณผ่านโปรแกรม จะนำแค่ 4 ชนิด ดังรูปที่ 3.1

AGC Flat Glass (Thailand)

Glass Performance Data Sheet

Project : Srinakharinwirot University
Requester :

Ref. No : NT2210/14
Report Date : 21-Oct-22

AGC
Your Dreams, Our Challenge

Item	Total Thickness (mm)	Glass Configuration	Light Properties			Energy Properties					U-Value (W/m2K)
			VLT%	VLR % External	VLR % Internal	DET %	ER %	EA %	SC	SHGC	
1	6.00	6mm Clear AN	88.2	8.1	8.1	77.9	7.2	14.9	0.95	0.82	5.25
2	6.00	6mm Ocean Green AN	73.1	7.1	7.1	44.8	5.7	49.5	0.69	0.60	5.25
3	6.00	6mm CS130 AN#2	33.0	18.6	25.9	30.4	13.7	55.9	0.53	0.46	4.65
4	6.00	6mm CS214 HS#2	13.4	23.2	34.4	8.3	13.4	78.3	0.32	0.28	3.99
5	24.00	6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	39.1	14.9	13.1	18.7	23.8	57.5	0.29	0.25	1.66
AGC Production Control and its Tolerances (exclude test uncertainty)			+- 3.0%						+/- 0.02		+- 0.10

*VLT (Visible Light Transmittance), VLR (Visible Light Reflectance), DET (Direct Energy Transmittance), ER (Energy Reflectance), EA (Energy Absorptance), SHGC (Solar Heat Gain Co-Efficient), SC (Shading Co-Efficient)
AN : Annealed, HS : Heat Strengthened, TP : Tempered, Double Glazing Unit : IGU/DGU, No Performance Data : NPD

Remarks :

1) Specifications, technical and other data are based on information available at the time of preparation of this document and are subjected to change without notice.
2) AGC cannot held responsible for any deviation between the data introduced and any test results because of production variation and test uncertainty.
3) Tempered glass and heat strengthened glass have potential risk of spontaneous breakage, AGC cannot guarantee against spontaneous breakage due to characteristics of glass.
For tempered glass, AGC strongly recommends to apply heat soak test to reduce the risk of spontaneous breakage.
4) If Energy Absorptance (EA) ≥ 70%, AGC recommend to use heat strengthened glass.
5) If area of laminated glass is greater than 4 m²/piece, AGC recommend to apply interlayer ≥ 0.76 mm.
6) The above data are calculated by AGC in-house software base on NFRC 200-2010 (in accordance with ISO 16099) for optical properties and NFRC 100-2010 Summer for thermal property (U-Value).

Prepared by : Mr. Nattapon Trakulpeankit

AGC Flat Glass (Thailand) Public Company Limited
บริษัท เอจีซี แฟลทกลาส (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
200 Moo 1, Sukswad Road, Phra Samut Chedi, Samut Prakan, 10290
Tel : +66 2815 5000, email: afl.glass@agc.com
www.agcflatglass.co.th

รูปที่ 3.1 ชนิดกระจกที่ในใช้การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

เนื่องจากกว่าการนำกระจก 4 ชนิดนี้พบว่าคุณสมบัติตามที่ลักษณะของวัสดุระจกมีความแตกต่างมากพอสมควรจึงสามารถวิเคราะห์เพื่อใช้ในการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์มากพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ผลการประเมิน BEC (Building Energy Code)

สำหรับในส่วนผลการประมวลผลตามคุณลักษณะคุณสมบัติวัสดุกระจก ที่ติดตั้งกรอบโดยอาคารอ้างอิง ซึ่งผลการประเมินของ BEC จะบอกปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมอาคารตามชนิดวัสดุกระจก ตามภาพที่ 19-23

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ <	พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	808,966.199	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	402,764.123	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

รูปที่ 3.2 6mm Clear A/N(BaseCase)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ในการออกแบบ			
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ < พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset	
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed
3. ระบบปรับอากาศ		passed	
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset	

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	709,574.370	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	303,372.294	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

รูปที่ 3.3 6mm Ocean Green AN

เกณฑ์ในการออกแบบ			
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ < พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset	
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed
3. ระบบปรับอากาศ		passed	
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset	

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	643,226.247	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	237,024.171	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

รูปที่ 3.4 6mm CS130 AN#2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ <	พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	558,497.005	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	152,294.929	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

รูปที่ 3.5 6mm CS214 HS#2

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ <	พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	525,627.863	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	119,425.787	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

รูปที่ 3.6 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์

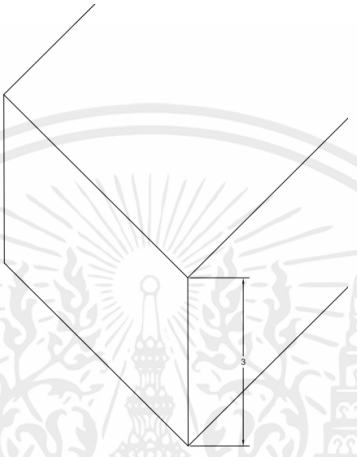
3.2.1 พื้นที่ของวัสดุกระจก

การคำนวณจะแสดงการคำนวณพื้นที่กระจกโดยจะสมมุติฐานความสูงของเพดานเท่ากับ 3 เมตร เพื่อสะดวกการคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ในเบื้องต้น

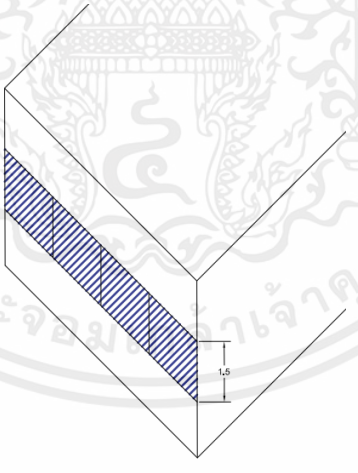
สูตรการคำนวณหาพื้นที่ : ความยาวของกระจก(m) X ความสูงของเพดาน(m)

กรณีที่คำนวณมี 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 ผนังที่มีกระจกเต็มผนังจะคิดเต็มความสูงเพดาน 3 เมตร



กรณีที่ 2 ผนังมีการติดตั้งกระจกจะคิดเพียงแค่ 1.5 เมตรเท่านั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 พื้นที่กระจกและกำแพงอิฐมวลเบาฉาบด้วยปูน

Floor	ขนาดพื้นที่(m^2)							
	ทิศเหนือ		ทิศตะวันออก		ทิศตะวันตก		ทิศใต้	
	กระจก	กำแพง	กระจก	กำแพง	กระจก	กำแพง	กระจก	กำแพง
1	11.25	153.375	92.52	5.25	-	-	30.45	65.55
	ส่วนกลาง							
	-	-	60.21	29.79	-	-	-	-
2	123.375	153.375	21.525	128.475	10.17	139.83	32.8	97.05
3-6	133.5	160.05	55.8	68.1	13.125	110.775	85.2	97.5
mz	Zone 1							
	49.95	49.95	-	-	124.35	-	59.94	59.94
	Zone 2							
	9.99	22.89	15.675	28.425	19.725	44.475	-	-

3.2.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft Exel 2016

การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ใช้จะนำชนิดของคุณลักษณะของวัสดุกระจกของการประเมินใน BEC(Binary Energy Code) ซึ่งจะนำค่าพื้นที่ของกระจกวัสดุกระจก จากผลการคำนวณเบื้องต้นก่อนหน้านี้มาเป็นใช้ประเมินราคาต้นทุนของการปรับปรุงอาคาร แสดงข้อมูลดังตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

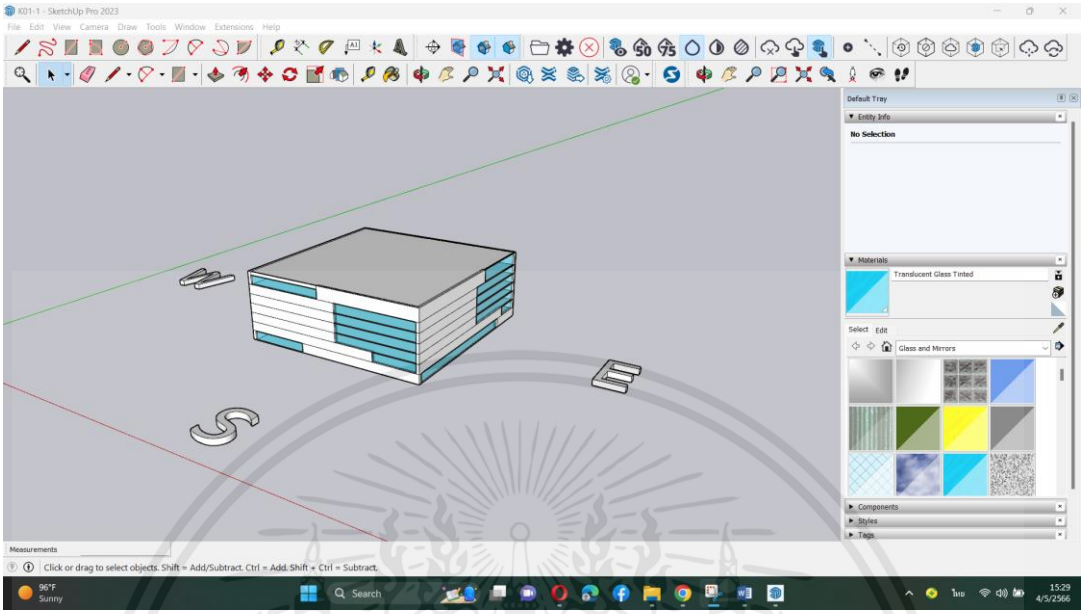
ตารางที่ 3.2 ตารางข้อมูลผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

ชนิดกระจก	(1) Energy Usage (kWh/Year)	(2) Relation in Energy Usage (kWh/Year)	(3) ราคาต่อหน่วย (Bath/m^2)	ต้นทุน (Bath) (3) X 961.585 m^2	IRR (%)	Net Present Value-NPV (Bath)	ระยะเวลาการคืนทุน (Year)
6mm Ocean Green AN	303,372.29	99,391.83	3,100	2,884,755	9.91	3,276,409.96	10.13
6mm CS130 AN#2	237,024.17	165,739.95	4,000	3,846,340	13.04	2,125,638.59	7.98
6mm CS214 HS#2	152,294.93	250,469.19	4,400	4,230,974	18.53	4,793,987.33	5.65
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	119,425.79	283,338.94	7,500	7,211,887.5	11.69	2,997,422.32	8.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

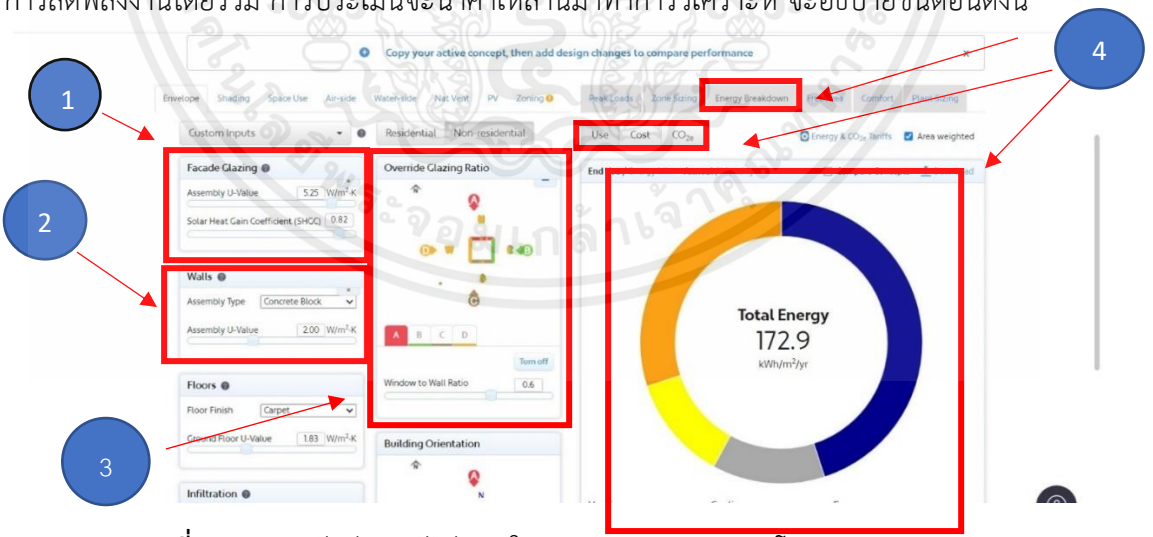
ผลจาการคำนวณโปรแกรม Sefaira จากSketchup



รูปที่ 4.1 ตึกอ้างอิงจากค่า WWR (Windows-to-Wall ratio)

4.1 ขั้นตอนการประเมินโปรแกรม Sefaira

การประเมินพลังงานความร้อนจะนำผลค่าต่างๆสำหรับการแสดงปัจจัยที่เป็นปัจจัยการลดพลังงานโดยร่วม การประเมินจะนำค่าเหล่านี้มาทำการวิเคราะห์ จะอธิบายขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 4.2 การปรับค่าสมบัติต่างๆ ในแทบ Envelope ของโปรแกรม Sefaira

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 : Facade Glazing(กระหน้าหน้า) ใช้สำหรับการค่ามี่เกี่ยวคุณกระจกที่ใช้การทดสอบประเมินผลการคำนวณทางความร้อนของ Sefaira มี 2 ค่า คือ

- ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนผ่านกระจก(U-value) : อัตราการสูญเสียความร้อนของชุดกระจกหน้าต่างแสดงไว้ในของค่า U ซึ่งบางครั้งเรียกว่า U Factor ยิ่งค่า U ต่ำเท่าใด ความต้านทานของกระจกต่อการไหลของความร้อนก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น และคุณสมบัติการเป็นฉนวนก็จะยิ่งดีขึ้นเท่านั้น
- ค่าสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากแสงอาทิตย์(SHGC) : SHGC บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของกระจกในการกันความร้อนที่เกิดจากแสงแดด

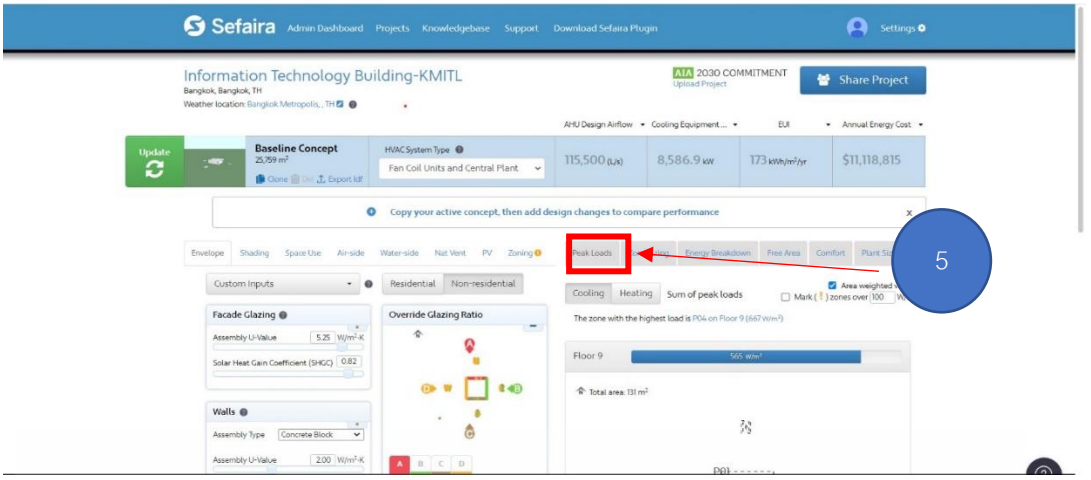
ส่วนที่ 2 : Walls

- Assembly Type คือ ประเภทการประกอบกำหนดลักษณะมวลความร้อนของผนัง กำแพงหนาช่วยลดความร้อนที่เพิ่มขึ้นและการสูญเสียความร้อนภายในอาคารทุกวัน จะกำหนดคอนกรีตมวลเบาถูกฉาบด้วยปูน 2 ฝั่ง ซึ่งจะมีค่าการถ่ายเทความร้อนของปูน และคอนกรีตมวลเบา 0.325 และ 0.476 W/m^2*K ตามลำดับ
- Assembly U-Value คือ การประกอบ R-Value (หรือ U-Value) เป็นอัตราการสูญเสียความร้อนในแง่ของค่า R ของการประกอบผนัง ค่ายิ่งสูง ความต้านทานของผนังต่อการไหลของความร้อนก็จะยิ่งมากขึ้น และคุณสมบัติการเป็นฉนวนก็จะยิ่งดีขึ้น ค่า U เป็นส่วนผกผันของค่า R ดังนั้น ยิ่งค่า U ต่ำ ก็ยิ่งมีคุณสมบัติเป็นฉนวนที่ดีกว่า

ส่วนที่ 3 : Override Glazing Ratio คือค่าอัตราส่วนพื้นที่กระจกกับกำแพงของแต่ทิศของกรอบอาคาร ทั้งเหนือ ตะวันออก ตะวันตก ใต้

ส่วนที่ 4 : Energy Breakdown(การสลายพลังงาน) คือ ค่าพลังงานที่กรอบอาคารได้รับพลังงานความร้อนแล้วเกิดการสลายให้ไปในทางอ้อม เช่น การสลายพลังงานความร้อนทางด้านการกระจายในอิฐมวลเบา เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แทบค่า Peak load ของโปรแกรม Sefaira

ส่วนที่ 5 : Peak load(ค่าโหลดทางความเย็นและความร้อน) คือ ค่าพลังงานความร้อนผ่านตัวนำความร้อนที่อยู่ในกรอบอาคาร ไหลเข้าพื้นที่ทำความเย็นและความร้อน ดังรูปที่ 4.3

4.2 ผลการคำนวณของโปรแกรม Sefaira

ผลการคำนวณประเมินค่าที่ได้มาจะยึดตามขนาดของอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างกับพื้นที่กำแพง (Window to wall ratio:WWR) เพื่อโปรแกรม Sefaira สามารถแสดงว่าผลการคำนวณมาได้นั้นเองโดยจะแสดงเป็นตารางที่ 4.1 และ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าแสดงตารางผลของการคำนวณ Sefaira ของ Peak Load

Glazing	*Peak Loads (W/m^2) per floor*														*Collect (W/m^2) (All floor)*	
	Cooling							*Heating*							*cooling*	*Heating*
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*		
6mm Ocean Green An	75	429	70	70	70	70	70	0	27	2	2	2	2	2	854	37
6mm CS130 AN#2	72	366	66	67	66	66	66	0	27	2	2	2	2	2	769	37
6mm CS214 HS#2	64	256	60	60	60	60	60	0	26	2	2	2	2	2	620	36
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	61	223	58	58	58	58	58	0	21	2	1	2	2	1	574	29

ตารางที่ 4.2 ค่าผลการสลายพลังงานของแต่ล่ะชนิดกระจก(Energy Breakdown)

Glazing	*Energy Breakdown*		
	Use($kWh/m^2/yr$)	*Cost(per m^2)*	*CO_{2e}($kgCO_{2e}/m^2$)*
6mm Ocean Green AN	138.3	$345.34	69.1
6mm CS130 AN#2	137.9	$344.45	69.0
6mm CS214 HS#2	137.4	$343.35	68.7
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	137.4	$343.41	68.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลโครงงานและข้อเสนอแนะ

การประมวลผลทางด้านซอฟแวร์กับอาคารเรียน ณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางด้านพลังงานโดยร่วม และความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร ซึ่งปัจจัยที่นำมาประเมิน คือ กระจกที่ติดกรอบอาคารเป็นหลัก เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ของโครงงาน เพื่อหาความคุ้มค่าการลงทุนเพื่อปรับปรุงวัสดุกระจกในระยะยาวทางเศรฐศาสตร์ จึงสรุปผลออกดังนี้

5.1 สรุปผลการปรับปรุงวัสดุกระจกที่ติดกรอบอาคาร

ตารางที่ 5.1 ค่าตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ในการสรุปผล

ชนิดกระจก	*IRR (%)*	*ระยะเวลาการคืนทุน (Year)*	*Energy Breakdown*			*Peak Loads (W/m^2) Collecting all floor*	
			Use ($kWh/m^2/yr$)	*Cost (per m^2)*	*CO_{2e} ($kgCO_{2e}/m^2$)*	*Cooling*	*Heating*
6mm Ocean Green AN	9.91	10.13	138.8	$346.76	69.4	933	39
6mm CS130 AN#2	13.04	7.98	138.4	$345.65	69.2	841	39
6mm CS214 HS#2	18.53	5.65	137.9	$344.45	69.0	714	39
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	11.69	8.81	137.9	$344.45	69.0	687	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในเชิงการลงทุนการปรับปรุงอาคาร กระจกชนิด 6mm CS214 HS#2 จะตอบโจทย์มากที่สุด เนื่องจากว่าการลงทุน อาจจะต้องคิดส่วนปัจจัยเงินลงทุนที่คุ้มค่าเป็นสิ่งสำคัญ การพิจารณางบประมาณที่จำกัดจึงเป็นเหตุเบื้องต้น ของผู้ตัดสินใจหรือเหล่าพิจารณาโครงการจัดซื้อในส่วนการปรับปรุบอาคาร
- การวิเคราะห์ทางด้านประสิทธิภาพ ในเชิงความร้อน การลดทอนพลังงานความร้อนดีที่สุด คือ กระจกชนิด 6mm ACE38T HS#2+A12+6mm Clear HS เนื่องจากว่า ความร้อนที่เข้า
- ตัวอาคารผ่านกรอบอาคาร ถ้าเกิดการลดทอนให้การถ่ายเททางความร้อนมากไม่เต็มประสิทธิภาพส่งผลการเพิ่มค่าการถ่ายเททางความร้อนสูงขึ้น จึงอาจจะส่งผลต่ออัตราการใช้พลังงานภายในสูงขึ้น ดังนั้นคุณสมบัติกระจกชนิดจึงตอบโจทย์ทางด้านประสิทธิภาพ

5.2 ปัญหาในโครงงาน

- ส่วนของขอบเขตสร้างรูปแบบโมเดลจำลองนั้นอาจจะไม่เป็นตามความจริงเพราะโครงงานนี้ เพราะว่าการจำลองตัวโปรแกรมของ Sefaira ไม่สามารถจำลองรูปแบบซ้ำซ้อนของชิ้นงานจริงเลยต้องอ้างโดยการรูแบบโมเดลที่เรียบง่ายเพื่อสามารถประมวลผลออกได้ ตามภาคผนวก
- กระจกที่มาทดสอบจำนวนต่ำ ส่งผลให้การพิจารณาสำหรับการนำมาใช้ติดกรอบอาคาร ไม่แน่ชัดเจนทางการพิจารณาตัวเลือกมากพอจนไตร่ตรองไม่มากพอสำหรับการพิจารณา ในตัวโครงการ
- การคำนวณพื้นที่เป็นแหล่งอ้างอิงสมมุติฐาน เพื่อใช้เป็นจำลองการติดตั้งกระจกที่นำทดสอบตามคุณลักษณะที่แตกต่างกัน จากข้อมูลทางบริษัทเบื้องต้น ที่มาติดต่อ
- ผลการประเมินทางด้านโปรแกรม BEC(Binary Energy Code) ลักษณะอาคารที่มาคำนวณ คือ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พื้นที่กรอบอาคารส่วนใหญ่มีไว้สำหรับการติดตั้งกระจกของกรอบอาคารมาก ทางโปรแกรม BEC ประเมินส่วนกรอบอาคารไม่ผ่าน เพราะ มีช่องว่างการถ่ายเทความร้อนมากเกินค่ามาตรฐานกำหนดไว้ ดังนั้นที่ประเมินได้จึงไม่ได้นำปัจจัยเหตุนี้มาวิเคราะห์นั้นเอง
- ส่วนการประมวลผลของโปรแกรม Sefaira โดยนำโมเดลที่ได้จากการสร้าง SketchUp เข้าสู่ Sefaira การปรับเปลี่ยนเพื่อวิเคราะห์ตามคุณลักษณะ ตัวแปรค่าสัมประสิทธิ์การรับความร้อนจากแสงอาทิตย์(SHGC) ในฟังก์ชัน Facade Glazing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงตัวแปรเดียว ดังนั้น การวิเคราะห์ไม่แม่นยำชัดเจนพอ ด้วยเหตุผลการป้อนค่าคุณสมบัติมีตัวเลือกต่ำ

5.3 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงวัสดุกรอบอาคาร

- การวิเคราะห์อาจจะเพิ่มปัจจัยอื่น เพื่อตีความจากผลการทดลองได้ เช่น ปัจจัยวัสดุทึบแสงของกรอบอาคารอื่นๆ วัสดุที่ติดผิวหน้าที่มีคุณสมบัติลดทอนรังสีแสงอาทิตย์ การพิจารณาความหนาของกระจก เป็นต้น
- เมื่อวัสดุเกิดความเสียหาย ทำให้เกิดสิ่งมีคม อาจจะสามารถเกิดอุบัติอันตรายหรือเกิดเสียชีวิต ต่อผู้ปฏิบัติงานได้ ดังนั้นการทำงานควรคำนึงถึงความปลอดภัยต่อการทำงาน
- โครงงานเล่มนี้เป็นแนวทางการค้นคว้าวัสดุโปร่งแสงอื่นๆ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพคุณสมบัติกระจกดีขึ้น
- เป็นแนวทางพิจารณาในการกำหนดขอบเขตเพื่อกาความชัดเจนในการสรุปผลการสนับสนุน
- สามารถไปเป็นเอกสารอ้างอิง โดยสนับสนุนงานวิชาการของโครงงานหัวข้ออื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] กองยุทธศาสตร์และแผนงาน, รายงานประจำปี 2564, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, 2565

[2] Jonathan Hajek, “Study of the feasibility of energy efficiency improvements in a residential building,” Energy Engineering, Institute of Energy Economics and Rational Energy Use, 2021

[3] Sulee Bunjongjit and Atthapol Ngaopaitakkul, “Feasibility Study and Impact of Daylight on Illumination Control for Energy-Saving Lighting Systems,” sustainability, Vol.10, No.4075, 2018, pp.3-6

[4] ตึกคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ,จากเว็บไซต์ : https://www.techtalkthai.com/kmitl-it-opens-bachelor-degree-of-science-in-data-science-and-business-analytics/

[5] ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์, กรุงเทพ, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ชนิดกระจกจกที่ใช้ทำโครงงาน 5 ชนิด(With Basecase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGC Flat Glass (Thailand)

Glass Performance Data Sheet

Project : Srinakharinwirot University

Requester :

Ref. No : NT2210/14

Report Date : 21-Oct-22

AGC
Your Dreams, Our Challenge

Item	Total Thickness (mm)	Glass Configuration	Light Properties			Energy Properties					U-Value (W/m2K)
			VLT%	VLR % External	VLR % Internal	DET %	ER %	EA %	SC	SHGC	
1	6.00	6mm Clear AN	88.2	8.1	8.1	77.9	7.2	14.9	0.95	0.82	5.25
2	6.00	6mm Ocean Green AN	73.1	7.1	7.1	44.8	5.7	49.5	0.69	0.60	5.25
3	6.00	6mm CS130 AN#2	33.0	18.6	25.9	30.4	13.7	55.9	0.53	0.46	4.65
4	6.00	6mm CS214 HS#2	13.4	23.2	34.4	8.3	13.4	78.3	0.32	0.28	3.99
5	24.00	6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	39.1	14.9	13.1	18.7	23.8	57.5	0.29	0.25	1.66
AGC Production Control and its Tolerances (exclude test uncertainty)			+- 3.0%						+/- 0.02		+- 0.10

*VLT (Visible Light Transmittance), VLR (Visible Light Reflectance), DET (Direct Energy Transmittance), ER (Energy Reflectance), EA(Energy Absorbtance), SHGC (Solar Heat Gain Co-Efficient), SC (Shading Co-Efficient)
AN : Annealed, HS : Heat Strengthened, TP : Tempered, Double Glazing Unit : IGU/DGU, No Performance Data : NPD

Remarks :

1) Specifications, technical and other data are based on information available at the time of preparation of this document and are subjected to change without notice.
2) AGC cannot held responsible for any deviation between the data introduced and any test results because of production variation and test uncertainty.
3) Tempered glass and heat strengthened glass have potential risk of spontaneous breakage, AGC cannot guarantee against spontaneous breakage due to characteristics of glass.
For tempered glass, AGC strongly recommends to apply heat soak test to reduce the risk of spontaneous breakage.
4) If Energy Absorbtance (EA) ≥ 70%, AGC recommend to use heat strengthened glass.
5) If area of laminated glass is greater than 4 m^2/piece, AGC recommend to apply interlayer ≥ 0.76 mm.
6) The above data are calculated by AGC in-house software base on NFRC 200-2010 (In accordance with ISO 16099) for optical properties and NFRC 100-2010 Summer for thermal property (U-Value).

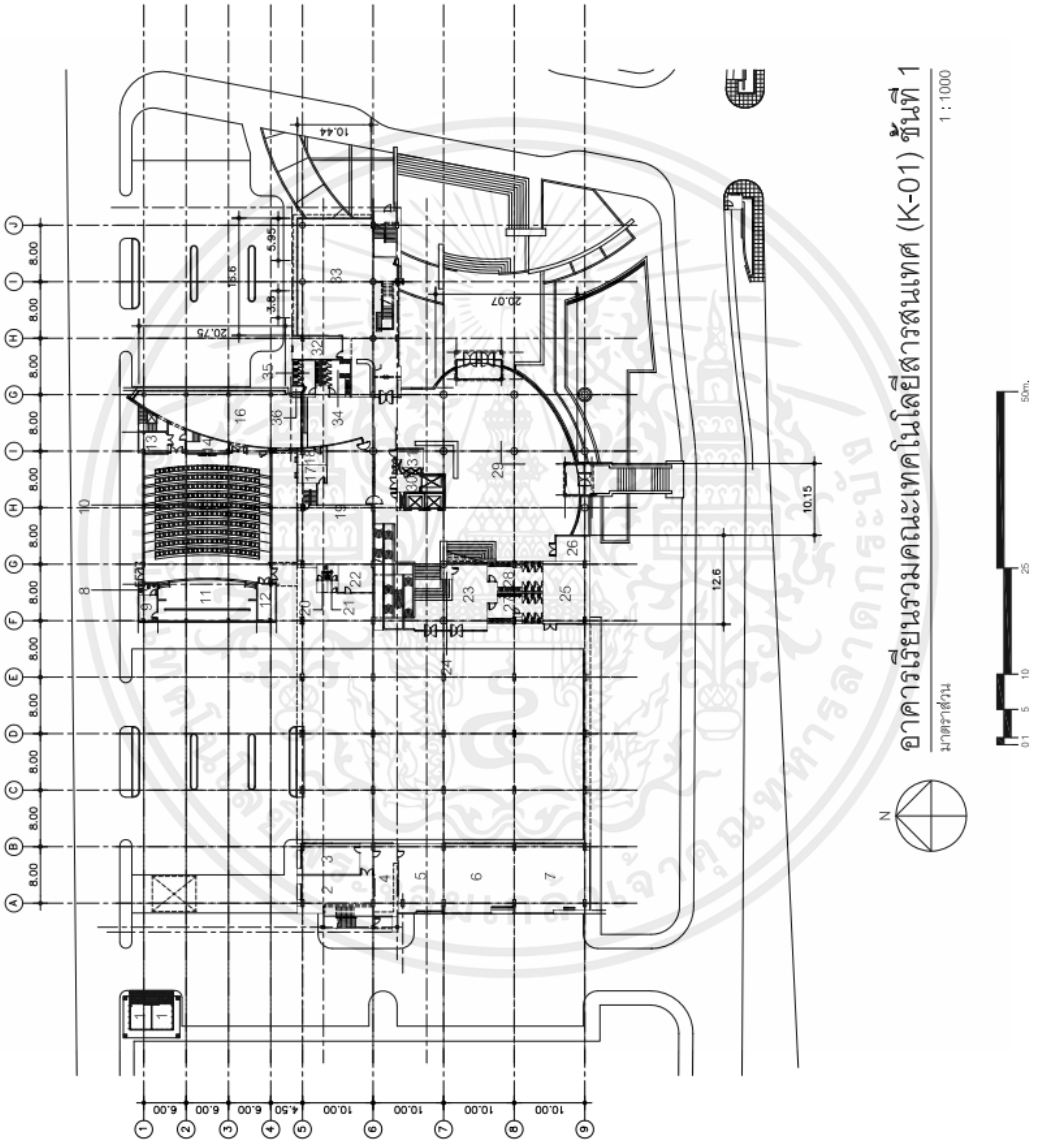
Prepared by : Mr. Nattapon Trakulpeankit

AGC Flat Glass (Thailand) Public Company Limited
บริษัท เอจีซี แฟลทกลาส (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
200 Moo 1, Suksawad Road, Phra Samut Chedi, Samut Prakan, 10290
Tel : +66 2815 5000, email: aft.glass@agc.co.th
www.agc-flatglass.co.th

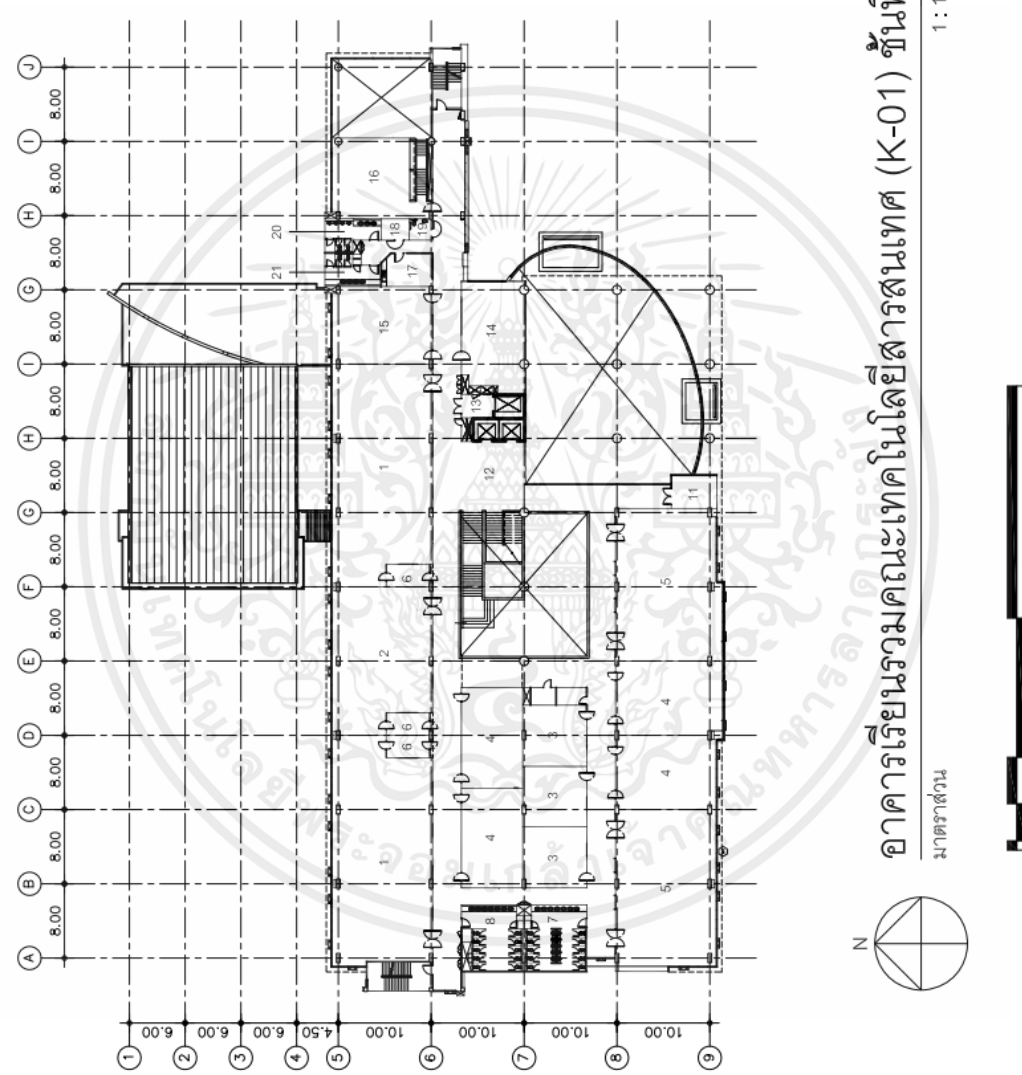
ภาคผนวก ข

แปลน Top View ของอาคารเรียนรวมคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทั้ง 7 ชั้น

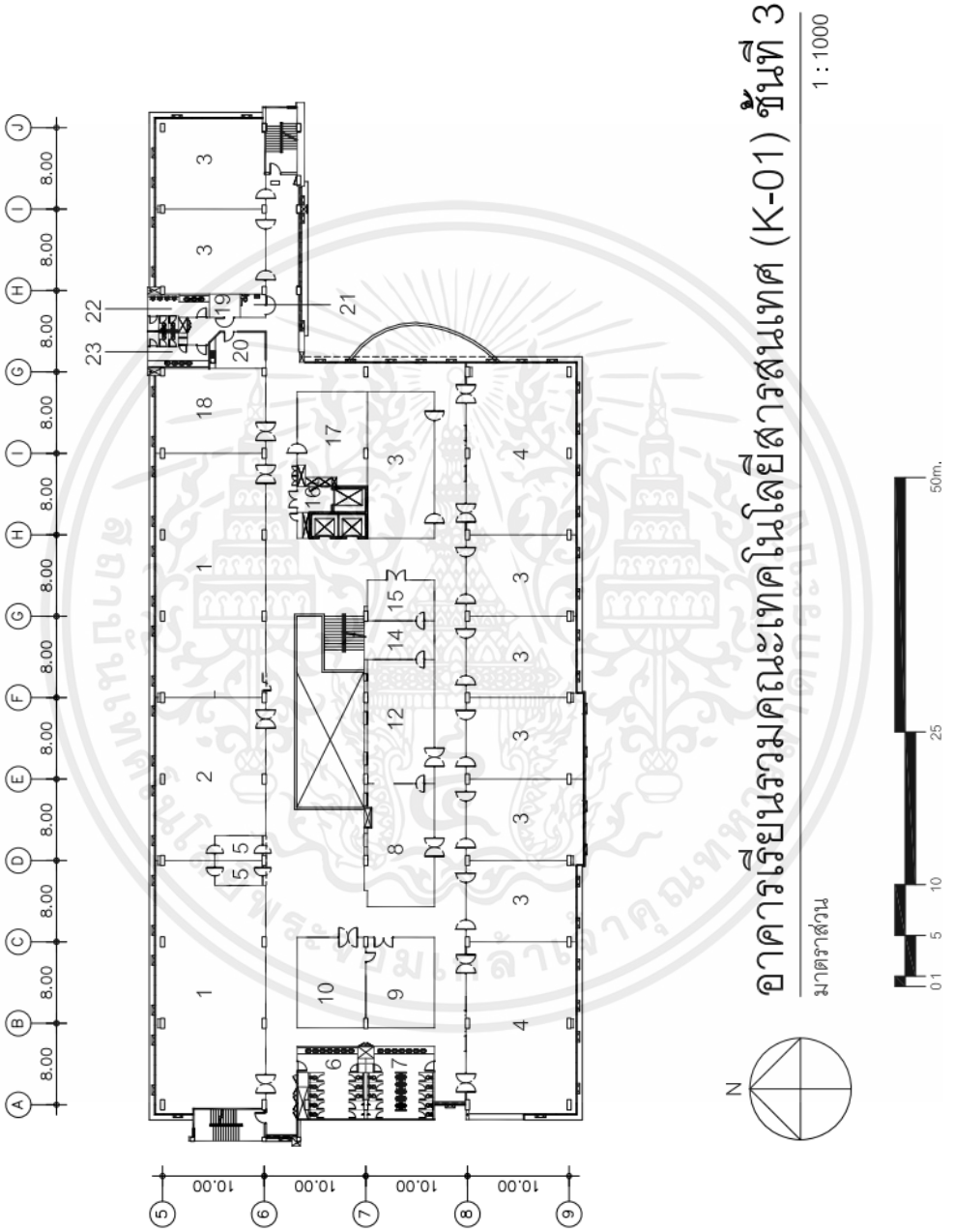
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



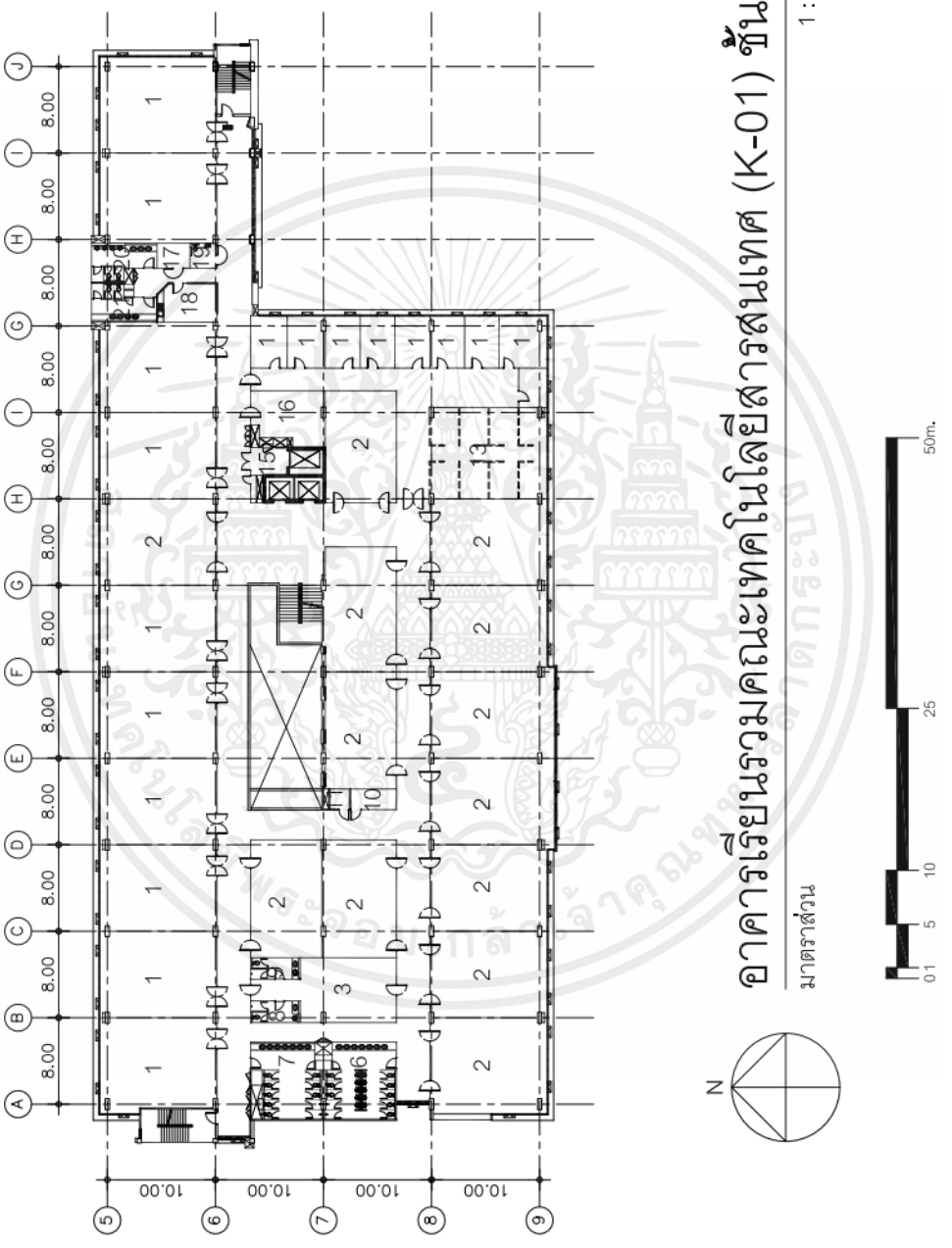
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



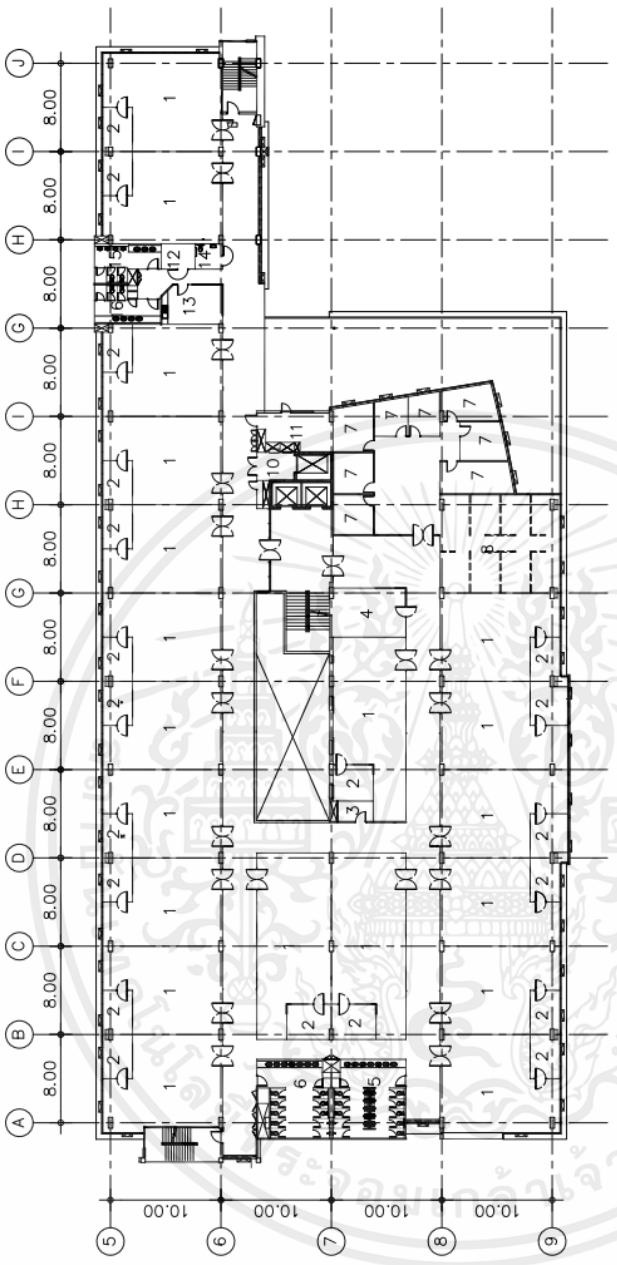
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



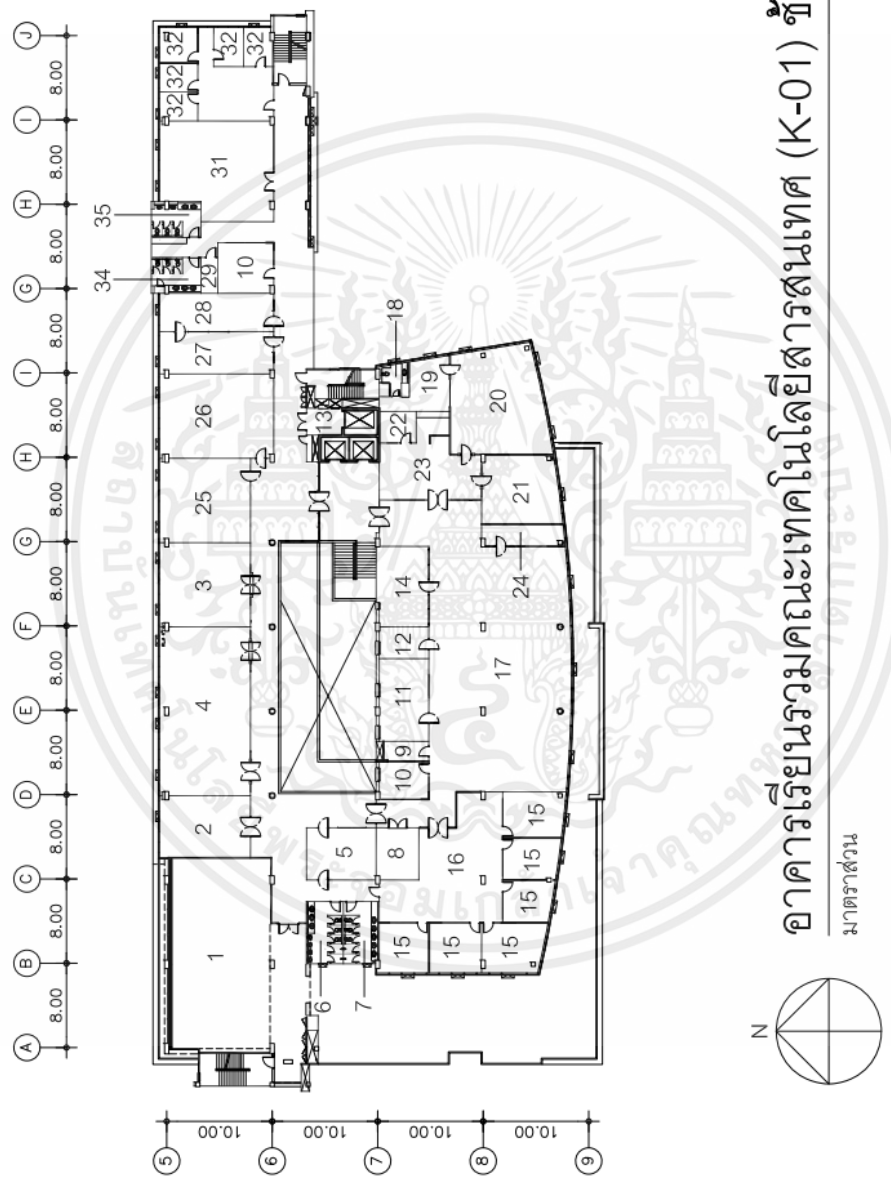
แบบแสดงแปลนชั้นที่ 5 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ (K-01)

1 : 1000

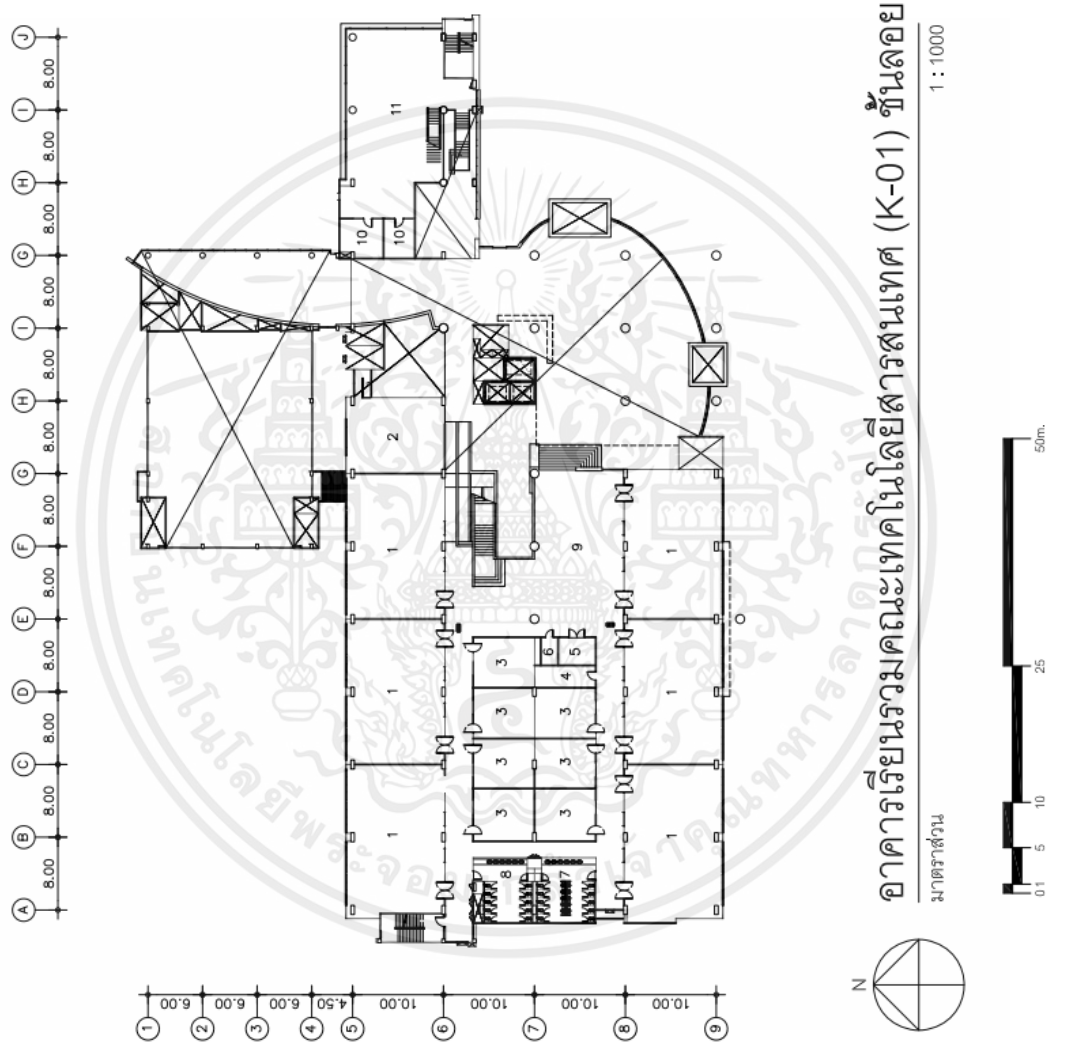
มาตราส่วน

50m. 25 10 5 0 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลจากการประมวลผลโปรแกรม BEC ของกระจก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Building Information

Project Name : อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Name : อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Type : สถานศึกษา
Location : กรุงเทพมหานคร

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ <	พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	525,627.863	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	119,425.787	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

Building Envelope System

OTTV (All Zone) :	51.570	W/m²
OTTV (A/C Zone) :	53.238	W/m²
Code OTTV :	50.000	W/m²
Building OTTV Status :	failed	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTTV (A/C Zone) : W/m²

Code RTTV : 10.000 W/m²

Building RTTV Status : unset

Building Lighting System

Total Power : 71,724.000 Watts

Total Building Area : 18,500.000 m²

Power Density : 3.877 W/m²

Compliance : 10.000 W/m²

Lighing System Status : passed

Building Energy by Floor

Floor Name	Floor Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	OCCU (head/ m²)	VENT (l/s)	Total Energy (kWh/y)
Floor 1	1,780.000	541.875	0.000	59.147		2.754	0.100	0.250	57,338.509
Floor 2	3,360.000			41.923		2.995	0.100	0.250	23,545.080
Floor 3	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	0.100	0.250	92,511.746
Floor 4	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	0.100	0.250	92,511.746
Floor 5	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	0.100	0.250	92,511.746
Floor 6	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	0.100	0.250	92,511.746
Floor mz	2,480.000	485.310	0.000	46.004		4.161	0.100	0.250	74,697.288

Building Energy by Zone

Zone Name	Zone Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	COP	EQD (W/m²)	OCCU (head/ m²)	VENT (l/s)	Total Energy kWh/y
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	355.875	0.000	57.703		3.612	3.398		0.100	0.250	25,300.073
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนเกิน	1,280.000	186.000	0.000	61.909		2.419	3.398		0.100	0.250	32,038.436
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	678.225	0.000	41.923		2.995			0.100	0.250	23,545.080
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	3.398		0.100	0.250	92,511.746
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	3.398		0.100	0.250	92,511.746
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	3.398		0.100	0.250	92,511.746
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	53.344		4.268	3.398		0.100	0.250	92,511.746
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	344.130	0.000	45.944			3.398		0.100	0.250	37,265.697
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	141.180	0.000	46.150		43.000	3.398		0.100	0.250	37,431.591

OTTV by Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Zone	Wall Name	OTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-เหนือ	53.376	164.625	0.07
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันตก	15.613	93.750	0.00
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันออก	105.481	97.500	0.95
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ใต้	45.740	96.000	0.32
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	79.156	90.000	0.67
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-เหนือ	62.793	248.375	0.50
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ใต้	39.606	129.850	0.25
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันตก	22.053	150.000	0.07
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันออก	29.243	150.000	0.14
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-เหนือ	58.809	293.550	0.45
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ใต้	59.907	182.700	0.47
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันตก	25.675	123.900	0.11
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันออก	58.390	123.900	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-เหนือ	58.809	293.550	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ใต้	59.907	182.700	0.47
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันตก	25.675	123.900	0.11
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันออก	58.390	123.900	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-เหนือ	58.809	293.550	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ใต้	59.907	182.700	0.47
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันตก	25.675	123.900	0.11
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันออก	58.390	123.900	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-เหนือ	58.809	293.550	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ใต้	59.907	182.700	0.47
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันตก	25.675	123.900	0.11
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันออก	58.390	123.900	0.45
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-เหนือ-01	63.104	99.900	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ใต้-01	63.104	119.880	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ตะวันตก-01	15.613	124.350	0.00
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ตะวันออก-02	49.374	44.100	0.36
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-เหนือ-02	44.472	32.880	0.30
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ใต้-02	44.796	64.200	0.31

RTTV by roof

Zone	Roof Name	RTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR

Opaque Components in Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uw (W/m²°C)	DSH (kJ/m²)	Solar Absorbtance	TDeq (°C)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	164.625	2.297	127.680	0.500	21.414
K01-01-ตะวันตก	K01-01-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	93.750	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	97.500	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	96.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	90.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	248.375	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	129.850	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	99.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	119.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันตก-01	K01-mz-ผนังตะวันตก-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	124.350	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	44.100	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	32.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	64.200	0.935	315.840	0.500	16.705

Transparent Components in Wall

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uf (W/m²°C)	Δt (°C)	SHGC	SC	ESR (W/m²)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	164.625	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	97.500	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	96.000	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	90.000	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	248.375	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	129.850	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	150.000	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	150.000	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	293.550	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	182.700	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	293.550	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	182.700	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	293.550	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	182.700	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	293.550	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	182.700	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	123.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	99.900	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	119.880	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	44.100	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	32.880	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	กระจก 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	64.200	0.250	5.000	0.250	1.000	437.380

Lighting System by Floor

Floor Name	Total Power (W)	Total Area (m²)	Power Density (W/m²)
Floor 1	4,902.000	1,780.000	2.754
Floor 2	10,062.000	3,360.000	2.995
Floor 3	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 4	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 5	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 6	11,610.000	2,720.000	4.268

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Floor mz	10,320.000	2,480.000	4.161

Lighting System by Zone

Floor Name	Zone Name	Zone Area (m²)	Quantity	Power (W/Unit)	Total Power (W)	Power Density (W/m²)
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	28	64.500	1,806.000	3.612
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลา ง	1,280.000	48	64.500	3,096.000	2.419
Floor 2	K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	156	64.500	10,062.000	2.995
Floor 3	K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 4	K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 5	K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 6	K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	None			
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	160	64.500	10,320.000	43.000

DX Air-Conditioning Unit

A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption (kW)	COP	SEER	Compliance	Status
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed

Central Air-Conditioning System

A/C System	Chiller cooling capacity	Total Power (kW)	CHP	CHP Compliance	CHP Status	MP	MP Compliance	MP Status	Status

Central Air-Conditioning System - Chiller Report

A/C System	Chiller Name	Chiller Type	Compressor Type	Quantity	Capacity	Power	Performance	Compliance	Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Building Information

Project Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Type :	สถานศึกษา
Location :	กรุงเทพมหานคร

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ	< พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	709,574.370	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	303,372.294	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

Building Envelope System

OTTV (All Zone) :	116.889	W/m²
OTTV (A/C Zone) :	121.320	W/m²
Code OTTV :	50.000	W/m²
Building OTTV Status :	failed	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6mm Ocean Green AN

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

RTTV (A/C Zone) :	W/m²
Code RTTV :	10.000 W/m²
Building RTTV Status :	unset

Building Lighting System

Total Power :	71,724.000 Watts
Total Building Area :	18,500.000 m²
Power Density :	3.877 W/m²
Compliance :	10.000 W/m²
Lighing System Status :	passed

Building Energy by Floor

Floor Name	Floor Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	OCCU (head/m²)	VENT (l/s)	Total Energy (kWh/y)
Floor 1	1,780.000	541.875	0.000	122.956		2.754	0.100	0.250	81,149.498
Floor 2	3,360.000			91.253		2.995	0.100	0.250	23,545.080
Floor 3	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	0.100	0.250	127,784.900
Floor 4	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	0.100	0.250	127,784.900
Floor 5	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	0.100	0.250	127,784.900
Floor 6	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	0.100	0.250	127,784.900
Floor mz	2,480.000	485.310	0.000	102.983		4.161	0.100	0.250	93,740.192

Building Energy by Zone

Zone Name	Zone Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	COP	EQD (W/m²)	OCCU (head/m²)	VENT (l/s)	Total Energy kWh/y
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	355.875	0.000	109.496		3.612	3.398		0.100	0.250	37,992.890
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนเสา	1,280.000	186.000	0.000	148.710		2.419	3.398		0.100	0.250	43,156.608
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	678.225	0.000	91.253		2.995			0.100	0.250	23,545.080
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	3.398		0.100	0.250	127,784.900
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	3.398		0.100	0.250	127,784.900
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	3.398		0.100	0.250	127,784.900
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	124.087		4.268	3.398		0.100	0.250	127,784.900
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	344.130	0.000	102.810			3.398		0.100	0.250	50,742.158
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	141.180	0.000	103.405		43.000	3.398		0.100	0.250	42,998.035

OTTV by Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zone	Wall Name	OTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-เหนือ	65.546	164.625	0.07
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันตก	15.613	93.750	0.00
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันออก	273.975	97.500	0.95
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ใต้	102.226	96.000	0.32
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	198.294	90.000	0.67
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-เหนือ	151.252	248.375	0.50
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ใต้	84.589	129.850	0.25
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันตก	34.127	150.000	0.07
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันออก	54.798	150.000	0.14
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-เหนือ	139.797	293.550	0.45
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ใต้	142.954	182.700	0.47
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันตก	44.540	123.900	0.11
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันออก	138.592	123.900	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-เหนือ	139.797	293.550	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ใต้	142.954	182.700	0.47
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันตก	44.540	123.900	0.11
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันออก	138.592	123.900	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-เหนือ	139.797	293.550	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ใต้	142.954	182.700	0.47
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันตก	44.540	123.900	0.11
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันออก	138.592	123.900	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-เหนือ	139.797	293.550	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ใต้	142.954	182.700	0.47
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันตก	44.540	123.900	0.11
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันออก	138.592	123.900	0.45
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-เหนือ-01	152.146	99.900	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ใต้-01	152.146	119.880	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ตะวันตก-01	15.613	124.350	0.00
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ตะวันออก-02	112.672	44.100	0.36
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-เหนือ-02	98.579	32.880	0.30
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ใต้-02	99.511	64.200	0.31

RTTV by roof

Zone	Roof Name	RTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR

Opaque Components in Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uw (W/m²°C)	DSH (kJ/m³)	Solar Absorbtance	TDeq (°C)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	164.625	2.297	127.680	0.500	21.414
K01-01-ตะวันตก	K01-01-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	93.750	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	97.500	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	96.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	90.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	248.375	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	129.850	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	99.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	119.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันตก-01	K01-mz-ผนังตะวันตก-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	124.350	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	44.100	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	32.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	64.200	0.935	315.840	0.500	16.705

Transparent Components in Wall

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uf (W/m²°C)	Δt (°C)	SHGC	SC	ESR (W/m²)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	กระจก 6mm Ocean Green AN	164.625	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm Ocean Green AN	97.500	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	กระจก 6mm Ocean Green AN	96.000	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	กระจก 6mm Ocean Green AN	90.000	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	กระจก 6mm Ocean Green AN	248.375	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	กระจก 6mm Ocean Green AN	129.850	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm Ocean Green AN	150.000	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm Ocean Green AN	150.000	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	กระจก 6mm Ocean Green AN	293.550	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	กระจก 6mm Ocean Green AN	182.700	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm Ocean Green AN	123.900	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm Ocean Green AN	123.900	5.250	5.000	0.600	1.000	437.380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Building Information

Project Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Type :	สถานศึกษา
Location :	กรุงเทพมหานคร

เกณฑ์ในการออกแบบ					
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม		
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ	<	พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset			
2. ระบบแสงสว่าง		passed		passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed			
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset			

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	643,226.247	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	237,024.171	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

Building Envelope System

OTTV (All Zone) :	93.329	W/m²
OTTV (A/C Zone) :	96.763	W/m²
Code OTTV :	50.000	W/m²
Building OTTV Status :	failed	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6mm CS130 AN#2

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Zone	Wall Name	OTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-เหนือ	61.156	164.625	0.07
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันตก	15.613	93.750	0.00
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันออก	213.200	97.500	0.95
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ใต้	81.852	96.000	0.32
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	155.322	90.000	0.67
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-เหนือ	119.346	248.375	0.50
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ใต้	68.364	129.850	0.25
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันตก	29.772	150.000	0.07
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันออก	45.581	150.000	0.14
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-เหนือ	110.585	293.550	0.45
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ใต้	112.999	182.700	0.47
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันตก	37.735	123.900	0.11
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันออก	109.663	123.900	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-เหนือ	110.585	293.550	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ใต้	112.999	182.700	0.47
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันตก	37.735	123.900	0.11
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันออก	109.663	123.900	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-เหนือ	110.585	293.550	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ใต้	112.999	182.700	0.47
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันตก	37.735	123.900	0.11
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันออก	109.663	123.900	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-เหนือ	110.585	293.550	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ใต้	112.999	182.700	0.47
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันตก	37.735	123.900	0.11
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันออก	109.663	123.900	0.45
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-เหนือ-01	120.029	99.900	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ใต้-01	120.029	119.880	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ตะวันตก-01	15.613	124.350	0.00
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ตะวันออก-02	89.841	44.100	0.36
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-เหนือ-02	79.063	32.880	0.30
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ใต้-02	79.775	64.200	0.31

RTTV by roof

Zone	Roof Name	RTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR

Opaque Components in Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uw (W/m²°C)	DSH (kJ/m²)	Solar Absorbtance	TDeq (°C)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	164.625	2.297	127.680	0.500	21.414
K01-01-ตะวันตก	K01-01-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	93.750	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	97.500	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	96.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	90.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	248.375	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	129.850	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	99.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	119.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันตก-01	K01-mz-ผนังตะวันตก-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	124.350	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	44.100	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	32.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	64.200	0.935	315.840	0.500	16.705

Transparent Components in Wall

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uf (W/m²°C)	Δt (°C)	SHGC	SC	ESR (W/m²)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	164.625	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	97.500	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	96.000	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลา	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลา	กระจก 6mm CS130 AN#2	90.000	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	248.375	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	129.850	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS130 AN#2	150.000	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	150.000	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	293.550	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	182.700	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	293.550	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	182.700	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	293.550	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	182.700	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS130 AN#2	293.550	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	กระจก 6mm CS130 AN#2	182.700	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS130 AN#2	123.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	กระจก 6mm CS130 AN#2	99.900	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	กระจก 6mm CS130 AN#2	119.880	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	กระจก 6mm CS130 AN#2	44.100	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	กระจก 6mm CS130 AN#2	32.880	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	กระจก 6mm CS130 AN#2	64.200	4.650	5.000	0.460	1.000	437.380

Lighting System by Floor

Floor Name	Total Power (W)	Total Area (m²)	Power Density (W/m²)
Floor 1	4,902.000	1,780.000	2.754
Floor 2	10,062.000	3,360.000	2.995
Floor 3	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 4	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 5	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 6	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor mz	10,320.000	2,480.000	4.161

Lighting System by Zone

Floor Name	Zone Name	Zone Area (m²)	Quantity	Power (W/Unit)	Total Power (W)	Power Density (W/m²)
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	28	64.500	1,806.000	3.612
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนบริเวณ	1,280.000	48	64.500	3,096.000	2.419
Floor 2	K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	156	64.500	10,062.000	2.995
Floor 3	K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 4	K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 5	K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 6	K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	None			
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	160	64.500	10,320.000	43.000

DX Air-Conditioning Unit

A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption (kW)	COP	SEER	Compliance	Status
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed

Central Air-Conditioning System

A/C System	Chiller cooling capacity	Total Power (kW)	CHP	CHP Compliance	CHP Status	MP	MP Compliance	MP Status	Status

Central Air-Conditioning System - Chiller Report

A/C System	Chiller Name	Chiller Type	Compressor Type	Quantity	Capacity	Power	Performance	Compliance	Status

Central Air-Conditioning System - Equipment List

A/C System	Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Capacity

PV System

System Name	Efficiency (%)	Quantity	Module Area (m²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)	Total Energy (kWh/y)
แพเนลอาร์เรย์อย่างดี-2	70.000	1	400.000	0.000	15.000	406,202.076

Heat to Electrical Energy

System Name	Quantity	hs (MJ/Ton)	hw (MJ/Ton)	S (Ton/y)	Efficiency (%)	HEE (kWh/y)

Other Renewable Energy

System Name	Quantity	Energy (kWh/y)

Boiler

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Boiler Compliance	Quantity	Status

Heat Pump

System Name	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Heat Pump Compliance	Quantity	Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Other Equipment

Zone	Name	Power (W)	Quantity

Definition

.....

(.....)

ผู้รับรองการประเมิน
15 มีนาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6mm CS214 HS#2

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Building Information

Project Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Name :	อาคารรวมและปฏิบัติการ
Building Type :	สถานศึกษา
Location :	กรุงเทพมหานคร

เกณฑ์ในการออกแบบ				
ทางเลือก 1 ผ่านเกณฑ์ทุกระบบ			ทางเลือก 2 ใช้ประเมินค่าพลังงานรวม	
1. ระบบกรอบอาคาร	*OTTV:*	failed	พลังงานของอาคารที่ออกแบบ	< พลังงานของอาคารที่อ้างอิง
	RTTV:	unset		
2. ระบบแสงสว่าง		passed	passed	
3. ระบบปรับอากาศ		passed		
4. ระบบผลิตน้ำร้อน		unset		

สรุปรายงานผลการวิเคราะห์ passed

Building Energy Consumption

Building Energy consumption :	558,497.005	kWh/Year
Energy from PV System :	406,202.076	kWh/Year
Energy from Heat to Electrical System :		kWh/Year
Energy from Other System :		kWh/Year
Net Energy consumption (Evaluated Building) :	152,294.929	kWh/Year
Net Energy consumption (Reference Building) :	742,822.589	kWh/Year
Building Energy Code Compliance :	passed	

Building Envelope System

OTTV (All Zone) :	63.242	W/m²
OTTV (A/C Zone) :	65.403	W/m²
Code OTTV :	50.000	W/m²
Building OTTV Status :	failed	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RTTV (A/C Zone) : W/m²

Code RTTV : 10.000 W/m²

Building RTTV Status : unset

Building Lighting System

Total Power : 71,724.000 Watts

Total Building Area : 18,500.000 m²

Power Density : 3.877 W/m²

Compliance : 10.000 W/m²

Lighing System Status : passed

Building Energy by Floor

Floor Name	Floor Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	OCCU (head/ m²)	VENT (l/s)	Total Energy (kWh/y)
Floor 1	1,780.000	541.875	0.000	70.549		2.754	0.100	0.250	61,593.261
Floor 2	3,360.000			50.738		2.995	0.100	0.250	23,545.080
Floor 3	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	0.100	0.250	98,814.656
Floor 4	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	0.100	0.250	98,814.656
Floor 5	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	0.100	0.250	98,814.656
Floor 6	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	0.100	0.250	98,814.656
Floor mz	2,480.000	485.310	0.000	56.185		4.161	0.100	0.250	78,100.038

Building Energy by Zone

Zone Name	Zone Area (m²)	Wall Area (m²)	Roof Area (m²)	OTTV (W/m²)	RTTV (W/m²)	LPD (W/m²)	COP	EQD (W/m²)	OCCU (head/ m²)	VENT (l/s)	Total Energy kWh/y
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	355.875	0.000	66.958		3.612	3.398		0.100	0.250	27,568.135
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	1,280.000	186.000	0.000	77.420		2.419	3.398		0.100	0.250	34,025.126
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	678.225	0.000	50.738		2.995			0.100	0.250	23,545.080
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	3.398		0.100	0.250	98,814.656
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	3.398		0.100	0.250	98,814.656
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	3.398		0.100	0.250	98,814.656
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	724.050	0.000	65.985		4.268	3.398		0.100	0.250	98,814.656
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	344.130	0.000	56.105			3.398		0.100	0.250	39,673.787
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	141.180	0.000	56.381		43.000	3.398		0.100	0.250	38,426.251

OTTV by Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Zone	Wall Name	OTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-เหนือ	55.551	164.625	0.07
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันตก	15.613	93.750	0.00
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-01-ตะวันออก	135.589	97.500	0.95
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ใต้	55.834	96.000	0.32
K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	100.445	90.000	0.67
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-เหนือ	78.600	248.375	0.50
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ใต้	47.644	129.850	0.25
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันตก	24.211	150.000	0.07
K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-02-ตะวันออก	33.810	150.000	0.14
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-เหนือ	73.281	293.550	0.45
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ใต้	74.746	182.700	0.47
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันตก	29.046	123.900	0.11
K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-03-ตะวันออก	72.721	123.900	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-เหนือ	73.281	293.550	0.45
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ใต้	74.746	182.700	0.47
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันตก	29.046	123.900	0.11
K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-04-ตะวันออก	72.721	123.900	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-เหนือ	73.281	293.550	0.45
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ใต้	74.746	182.700	0.47
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันตก	29.046	123.900	0.11
K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-05-ตะวันออก	72.721	123.900	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-เหนือ	73.281	293.550	0.45
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ใต้	74.746	182.700	0.47
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันตก	29.046	123.900	0.11
K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	K01-06-ตะวันออก	72.721	123.900	0.45
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-เหนือ-01	79.015	99.900	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ใต้-01	79.015	119.880	0.50
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	K01-MZ-ตะวันตก-01	15.613	124.350	0.00
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ตะวันออก-02	60.684	44.100	0.36
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-เหนือ-02	54.140	32.880	0.30
K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	K01-MZ-ใต้-02	54.573	64.200	0.31

RTTV by roof

Zone	Roof Name	RTTV (W/m²)	Area (m²)	WWR

Opaque Components in Wall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมพัฒนาพลังงานทดแทน
และอนุรักษ์พลังงาน
กระทรวงพลังงาน

รายงานค่าการอนุรักษ์พลังงาน
โดยใช้โปรแกรม BEC Web-based

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m^2)	Uw ($W/m^2°C$)	DSH (kJ/m^3)	Solar Absorbtance	TDeq (°C)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	ผนังคอนกรีตมวลเบาฉาบปูน	164.625	2.297	127.680	0.500	21.414
K01-01-ตะวันตก	K01-01-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	93.750	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	97.500	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	96.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-01-ตะวันออก-ส่วนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-ส่วนกลาง	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	90.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	248.375	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	129.850	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	150.000	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	293.550	0.935	315.840	0.500	16.705

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	182.700	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	123.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	99.900	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	119.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันตก-01	K01-mz-ผนังตะวันตก-01	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	124.350	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	44.100	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	32.880	0.935	315.840	0.500	16.705
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	คอนกรีตมวลเบาฉาบด้วยปูน	64.200	0.935	315.840	0.500	16.705

Transparent Components in Wall

Wall Name	Section Name	Component Name	Area (m²)	Uf (W/m²°C)	Δt (°C)	SHGC	SC	ESR (W/m²)
K01-01-เหนือ	K01-01-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	164.625	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก	K01-01-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	97.500	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-01-ใต้	K01-01-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	96.000	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-01-ตะวันออก-สวนกลาง	K01-01-ผนังตะวันออก-สวนกลาง	กระจก 6mm CS214 HS#2	90.000	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-02-เหนือ	K01-02-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	248.375	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-02-ใต้	K01-02-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	129.850	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-02-ตะวันตก	K01-02-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS214 HS#2	150.000	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-02-ตะวันออก	K01-02-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	150.000	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-03-เหนือ	K01-03-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	293.550	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-03-ใต้	K01-03-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	182.700	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-03-ตะวันตก	K01-03-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-03-ตะวันออก	K01-03-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-04-เหนือ	K01-04-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	293.550	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-04-ใต้	K01-04-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	182.700	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-04-ตะวันตก	K01-04-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-04-ตะวันออก	K01-04-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-05-เหนือ	K01-05-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	293.550	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-05-ใต้	K01-05-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	182.700	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-05-ตะวันตก	K01-05-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K01-05-ตะวันออก	K01-05-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-06-เหนือ	K01-06-ผนังเหนือ	กระจก 6mm CS214 HS#2	293.550	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-06-ใต้	K01-06-ผนังใต้	กระจก 6mm CS214 HS#2	182.700	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-06-ตะวันตก	K01-06-ผนังตะวันตก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-06-ตะวันออก	K01-06-ผนังตะวันออก	กระจก 6mm CS214 HS#2	123.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-01	K01-mz-ผนังเหนือ-01	กระจก 6mm CS214 HS#2	99.900	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-01	K01-mz-ผนังใต้-01	กระจก 6mm CS214 HS#2	119.880	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-MZ-ตะวันออก-02	K01-mz-ผนังตะวันออก-02	กระจก 6mm CS214 HS#2	44.100	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-MZ-เหนือ-02	K01-mz-ผนังเหนือ-02	กระจก 6mm CS214 HS#2	32.880	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380
K01-MZ-ใต้-02	K01-mz-ผนังใต้-02	กระจก 6mm CS214 HS#2	64.200	3.990	5.000	0.280	1.000	437.380

Lighting System by Floor

Floor Name	Total Power (W)	Total Area (m²)	Power Density (W/m²)
Floor 1	4,902.000	1,780.000	2.754
Floor 2	10,062.000	3,360.000	2.995
Floor 3	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 4	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 5	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor 6	11,610.000	2,720.000	4.268
Floor mz	10,320.000	2,480.000	4.161

Lighting System by Zone

Floor Name	Zone Name	Zone Area (m²)	Quantity	Power (W/Unit)	Total Power (W)	Power Density (W/m²)
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศ	500.000	28	64.500	1,806.000	3.612
Floor 1	K01-01-พื้นที่ปรับอากาศส่วนกลาง	1,280.000	48	64.500	3,096.000	2.419
Floor 2	K01-02-พื้นที่ปรับอากาศ	3,360.000	156	64.500	10,062.000	2.995
Floor 3	K01-03-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 4	K01-04-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 5	K01-05-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor 6	K01-06-พื้นที่ปรับอากาศ	2,720.000	180	64.500	11,610.000	4.268
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 01	2,240.000	None			
Floor mz	K01-MZ-พื้นที่ปรับอากาศ 02	240.000	160	64.500	10,320.000	43.000

DX Air-Conditioning Unit

A/C Code	A/C Type	Cooling Capacity	Power Consumption (kW)	COP	SEER	Compliance	Status
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24,500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed
Daikin-Smash 2(FTM-PV2S)	Split Type	24.500 KBTU	2.113	3.398	50.000	15.000	Passed

Central Air-Conditioning System

A/C System	Chiller cooling capacity	Total Power (kW)	CHP	CHP Compliance	CHP Status	MP	MP Compliance	MP Status	Status

Central Air-Conditioning System - Chiller Report

A/C System	Chiller Name	Chiller Type	Compressor Type	Quantity	Capacity	Power	Performance	Compliance	Status

Central Air-Conditioning System - Equipment List

A/C System	Equipment Name	Equipment Type	Quantity	Capacity

PV System

System Name	Efficiency (%)	Quantity	Module Area (m²)	Azimuth Angle (degrees)	Inclination Angle (degrees)	Total Energy (kWh/y)
แผงโซล่าเซลล์ขนาดที่-2	70.000	1	400.000	0.000	15.000	406,202.076

Heat to Electrical Energy

System Name	Quantity	hs (MJ/Ton)	hw (MJ/Ton)	S (Ton/y)	Efficiency (%)	HEE (kWh/y)

Other Renewable Energy

System Name	Quantity	Energy (kWh/y)

Boiler

System Name	Boiler Type	Boiler Efficiency (%)	Boiler Compliance	Quantity	Status

Heat Pump

System Name	Heat Pump Type	Heat Pump Efficiency (COP)	Heat Pump Compliance	Quantity	Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Other Equipment

Zone	Name	Power (W)	Quantity

Definition

.....

( )

.....

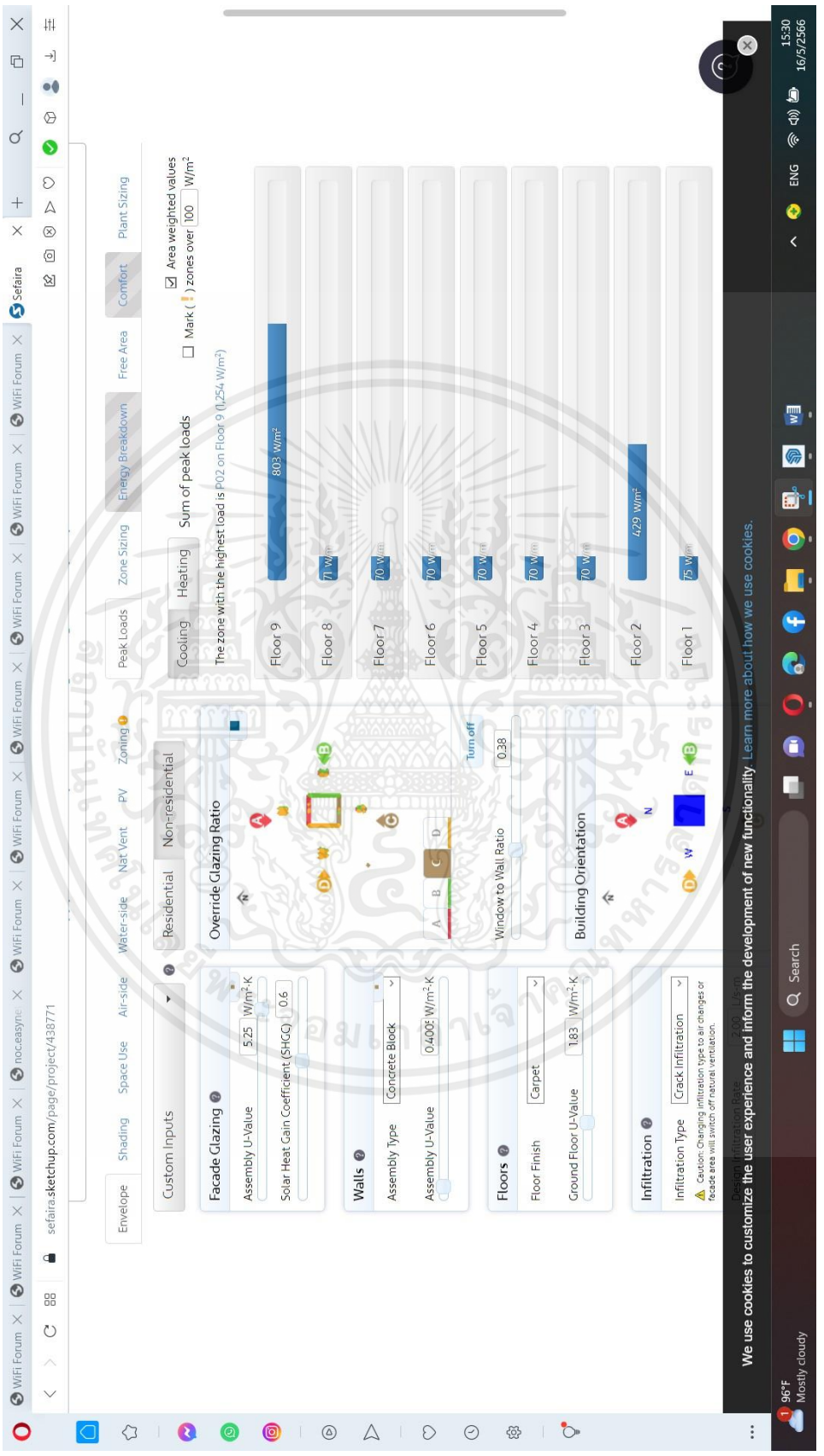
ผู้รับรองการประเมิน
19 มีนาคม 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

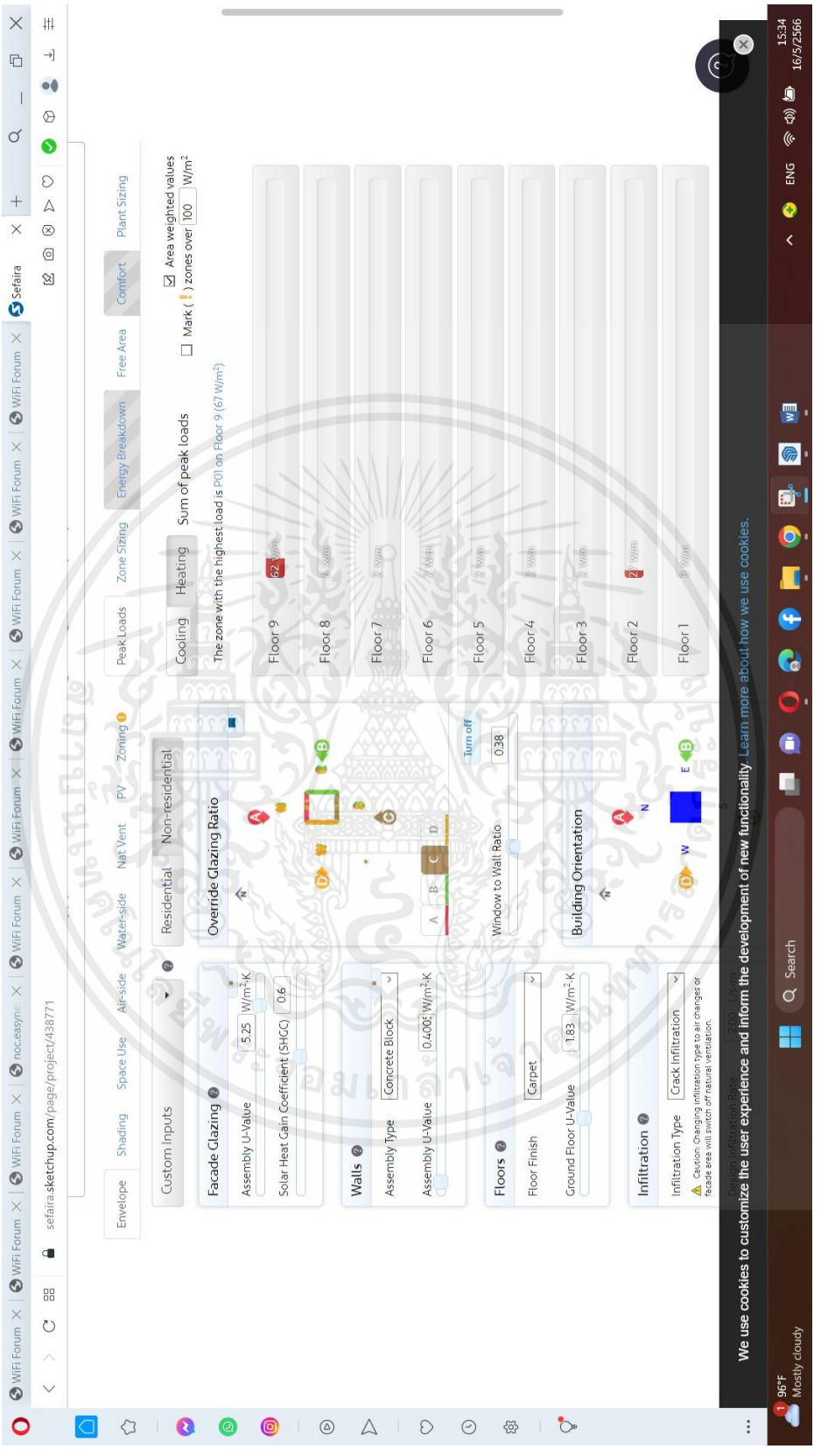
ภาคผนวก ง
ผลการคำนวณทางความร้อนด้วยโปรแกรม Sefaira

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

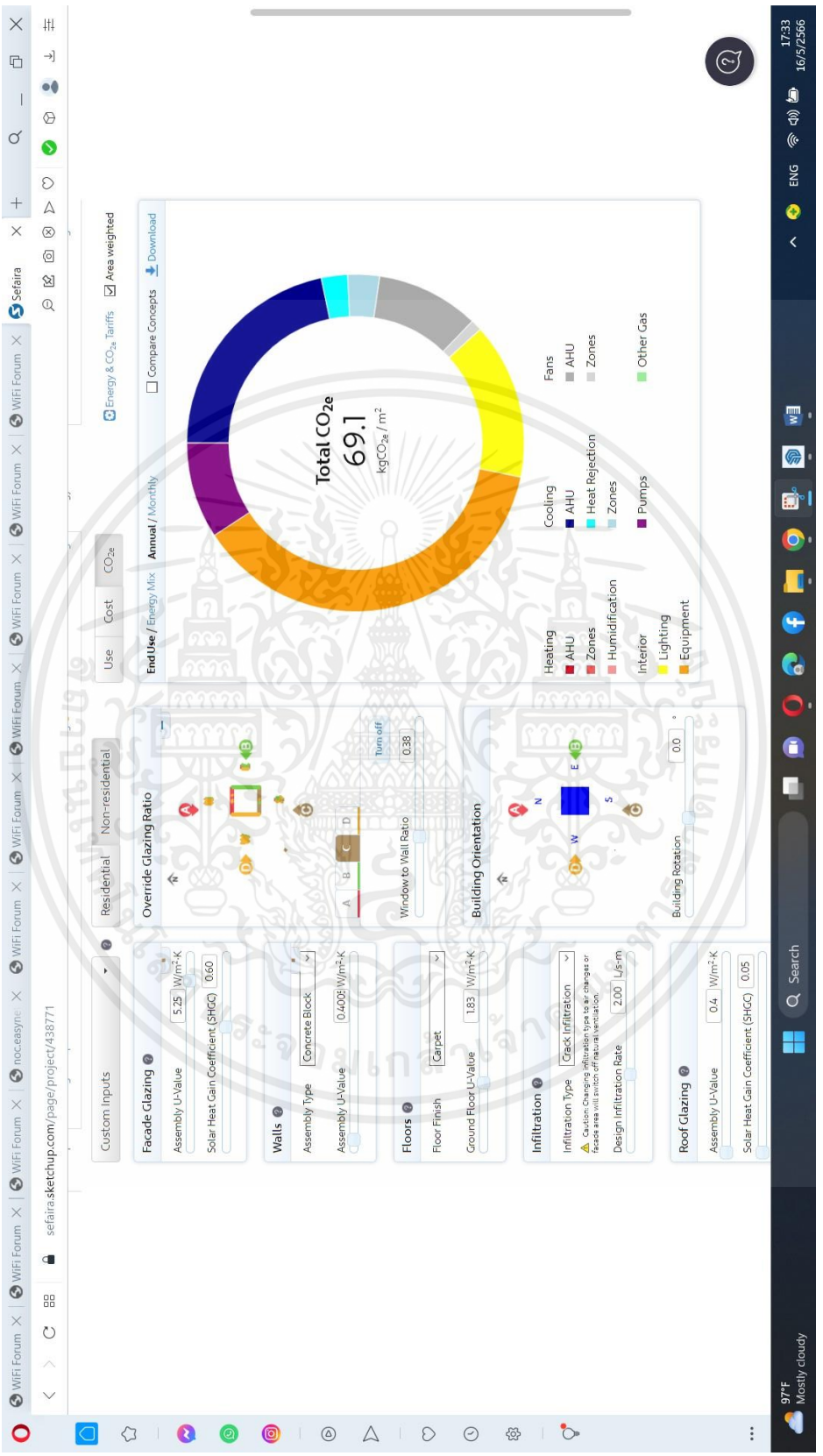
6mm Ocean Green



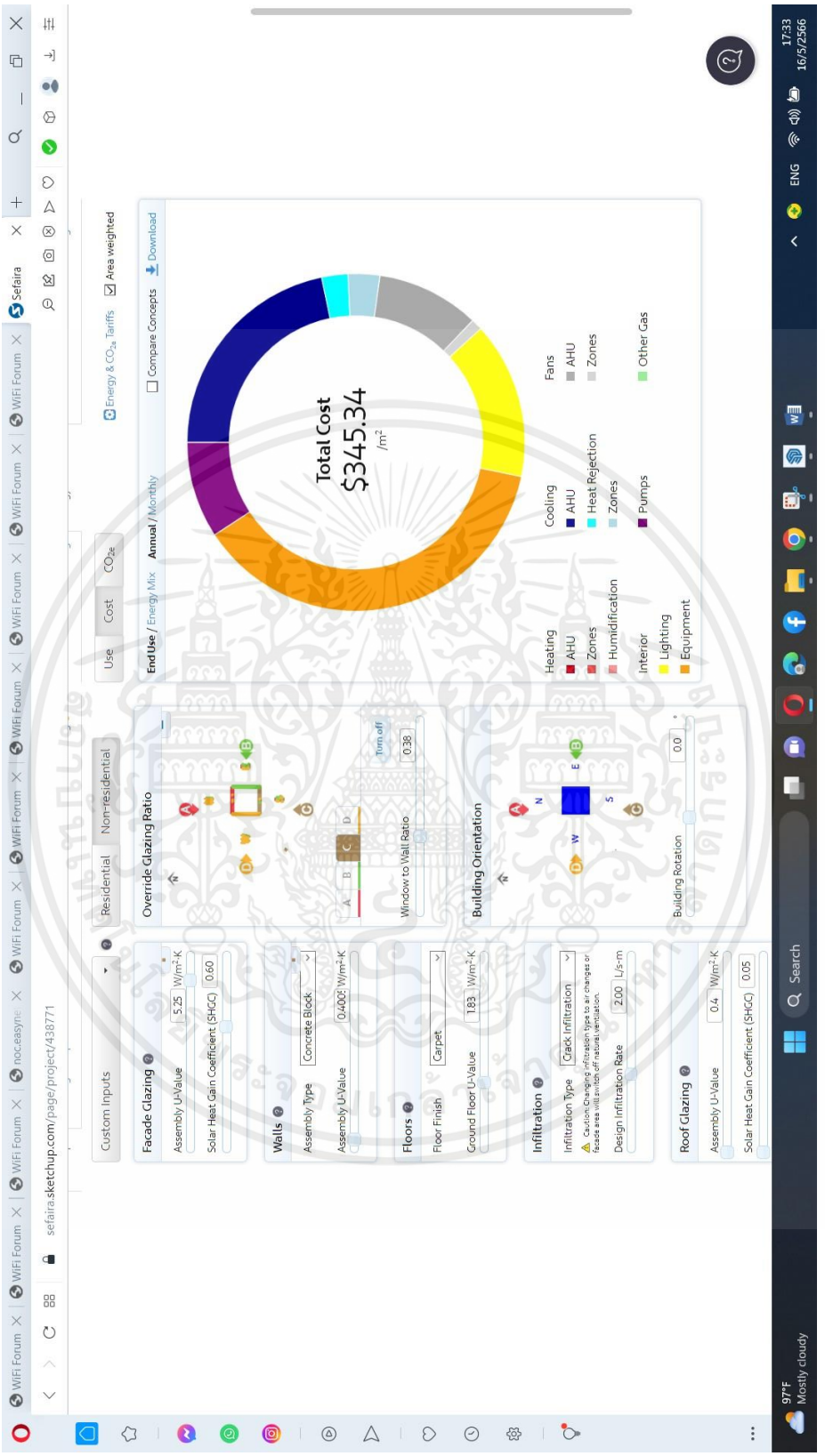
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



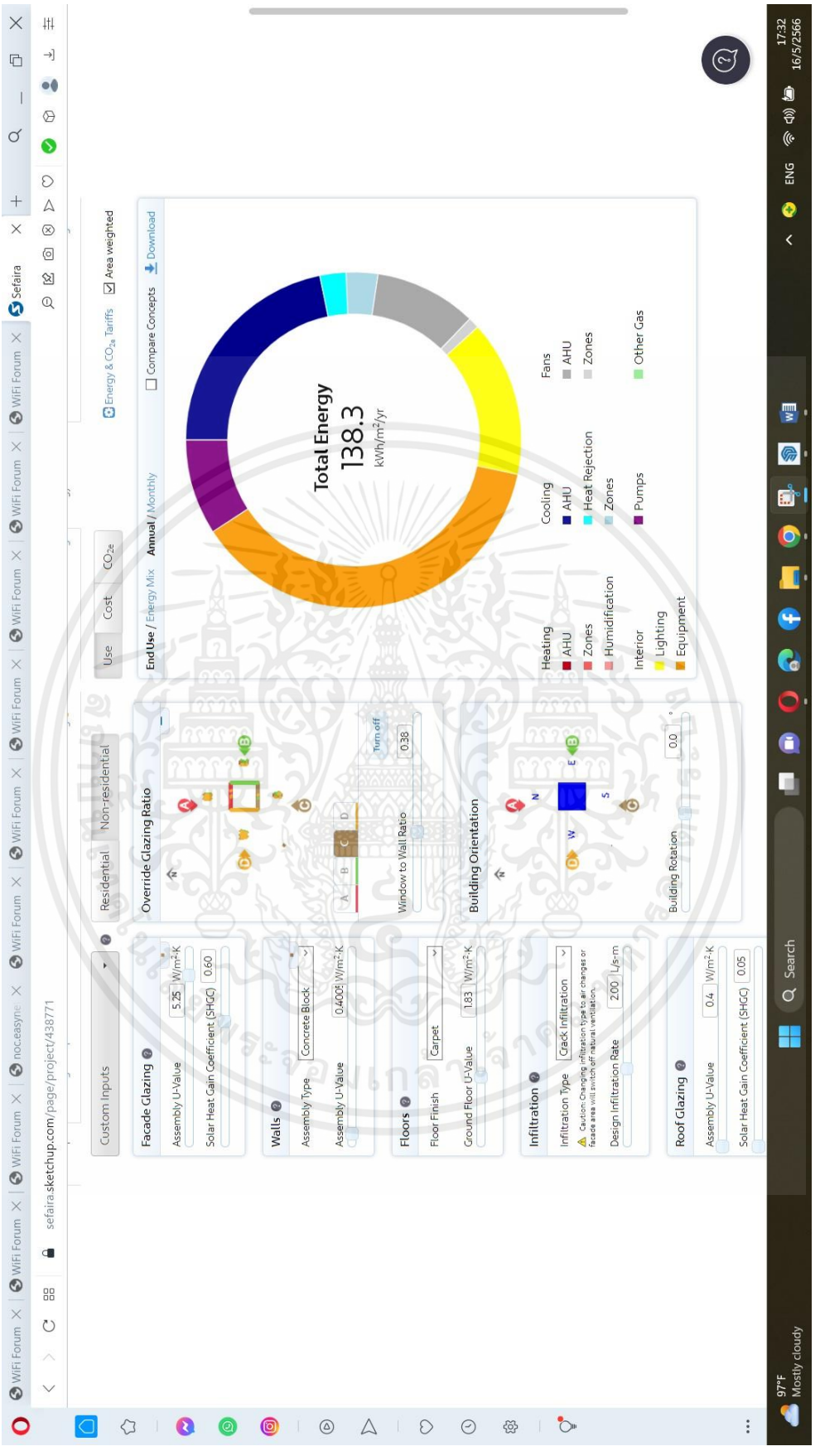
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

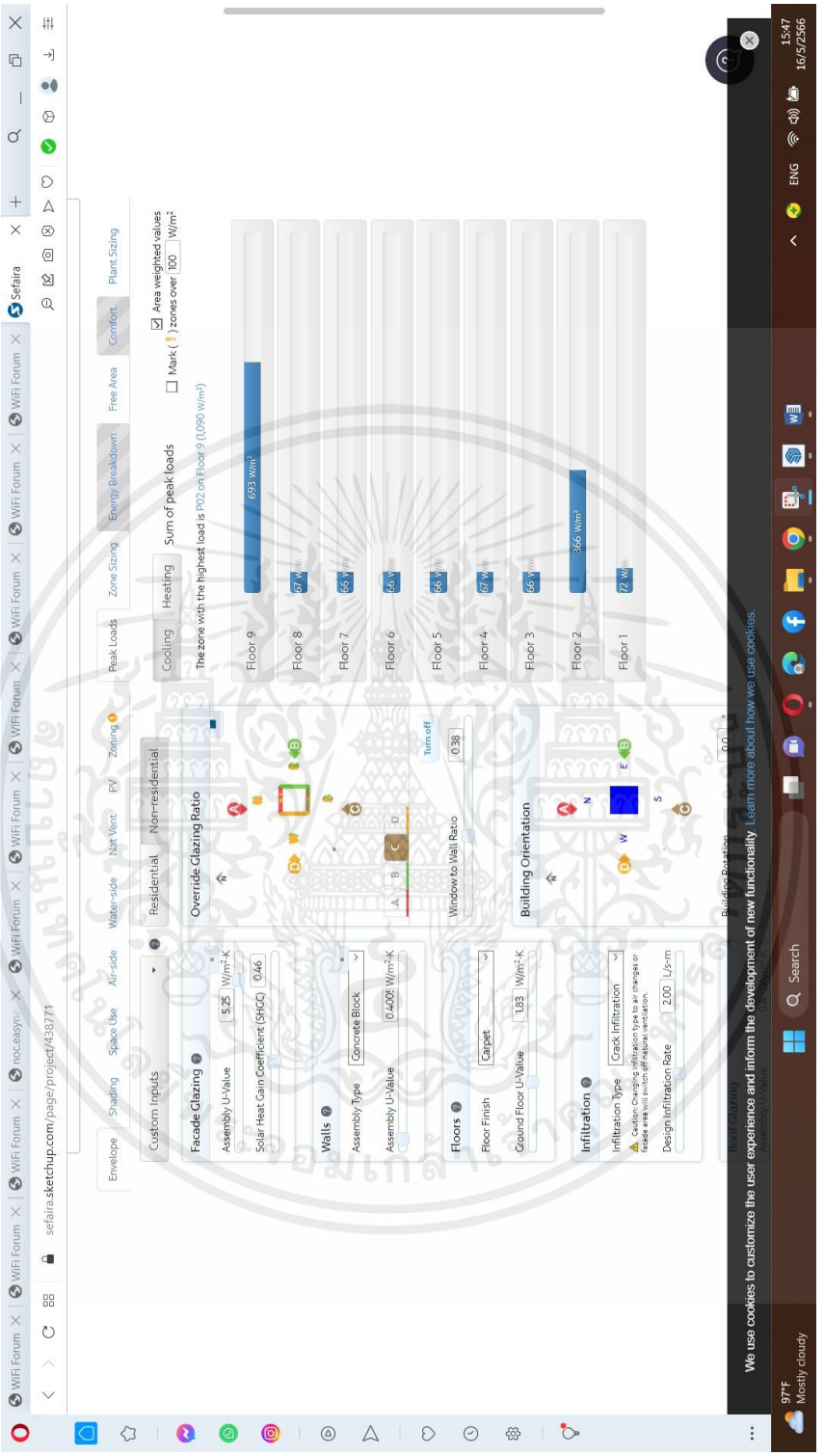


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

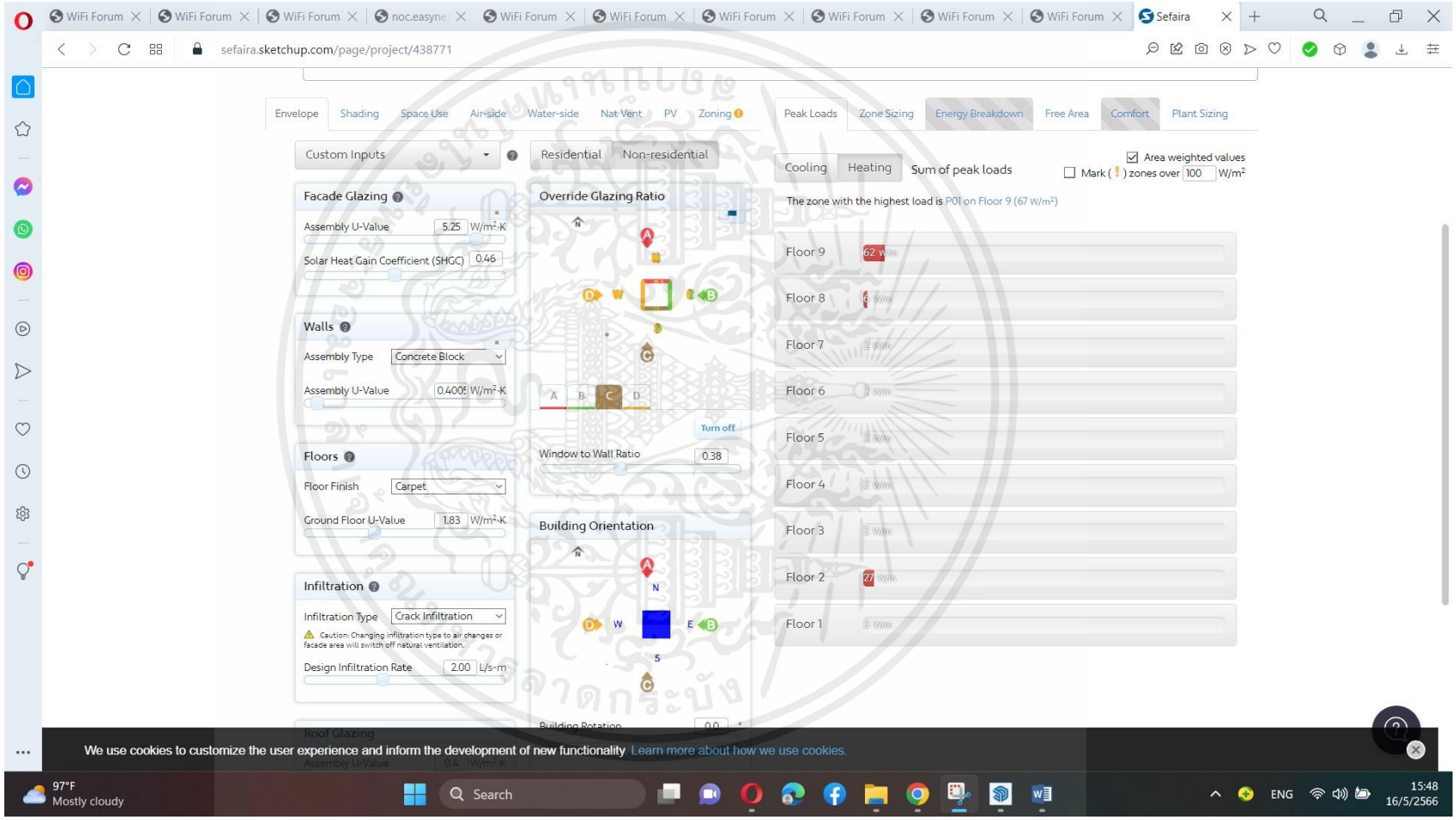


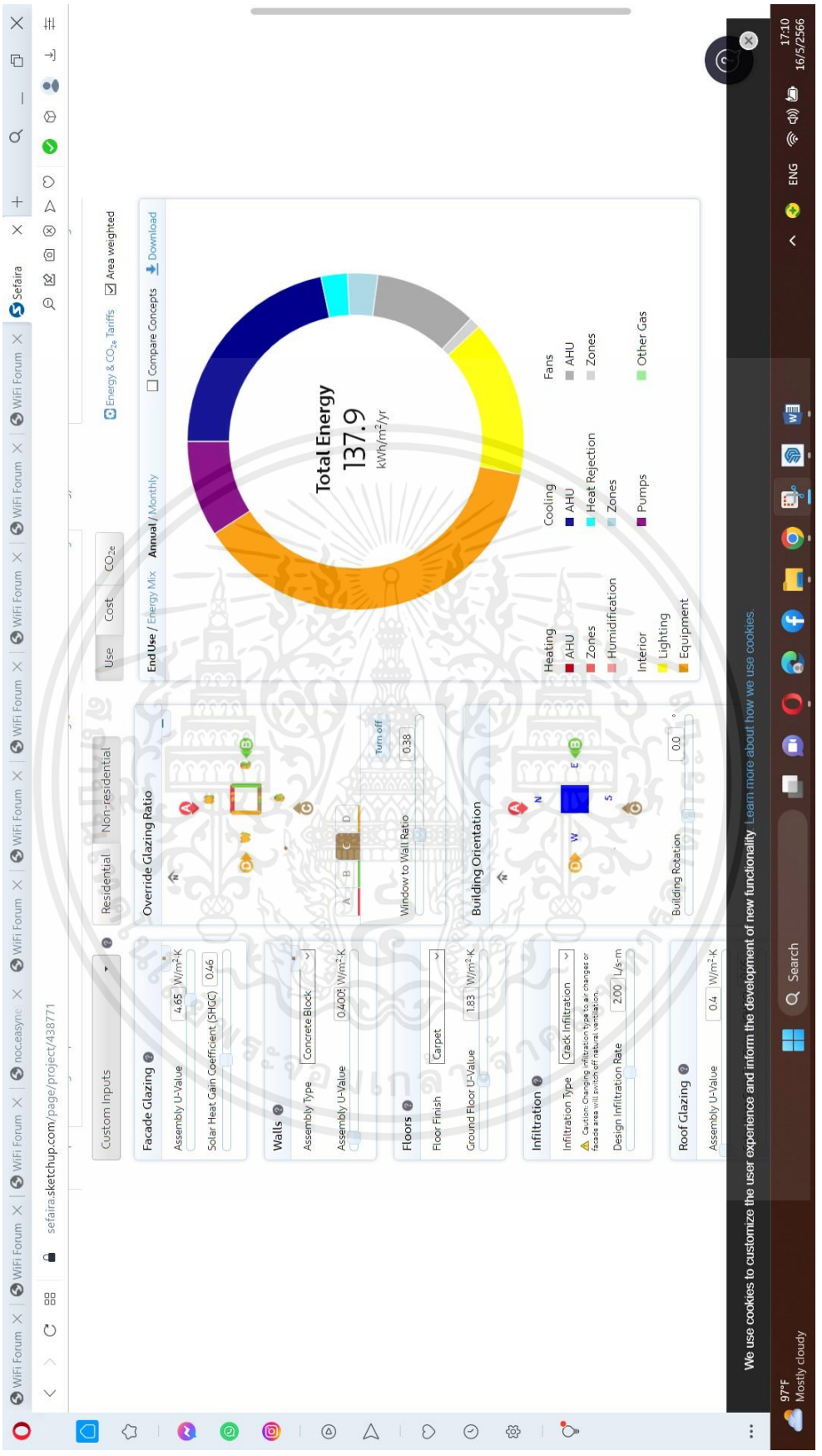
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6mm CS130 AN#2

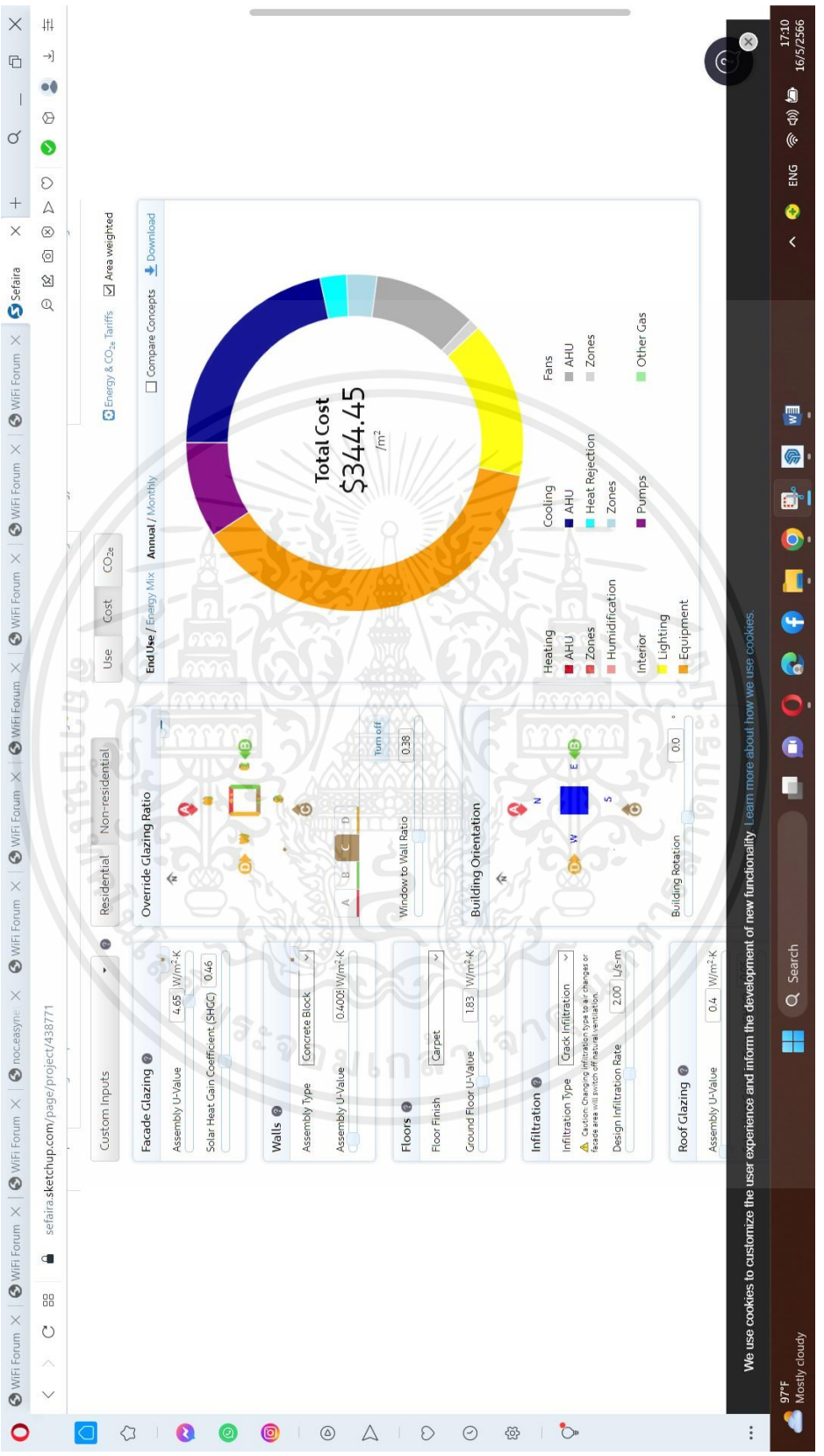


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

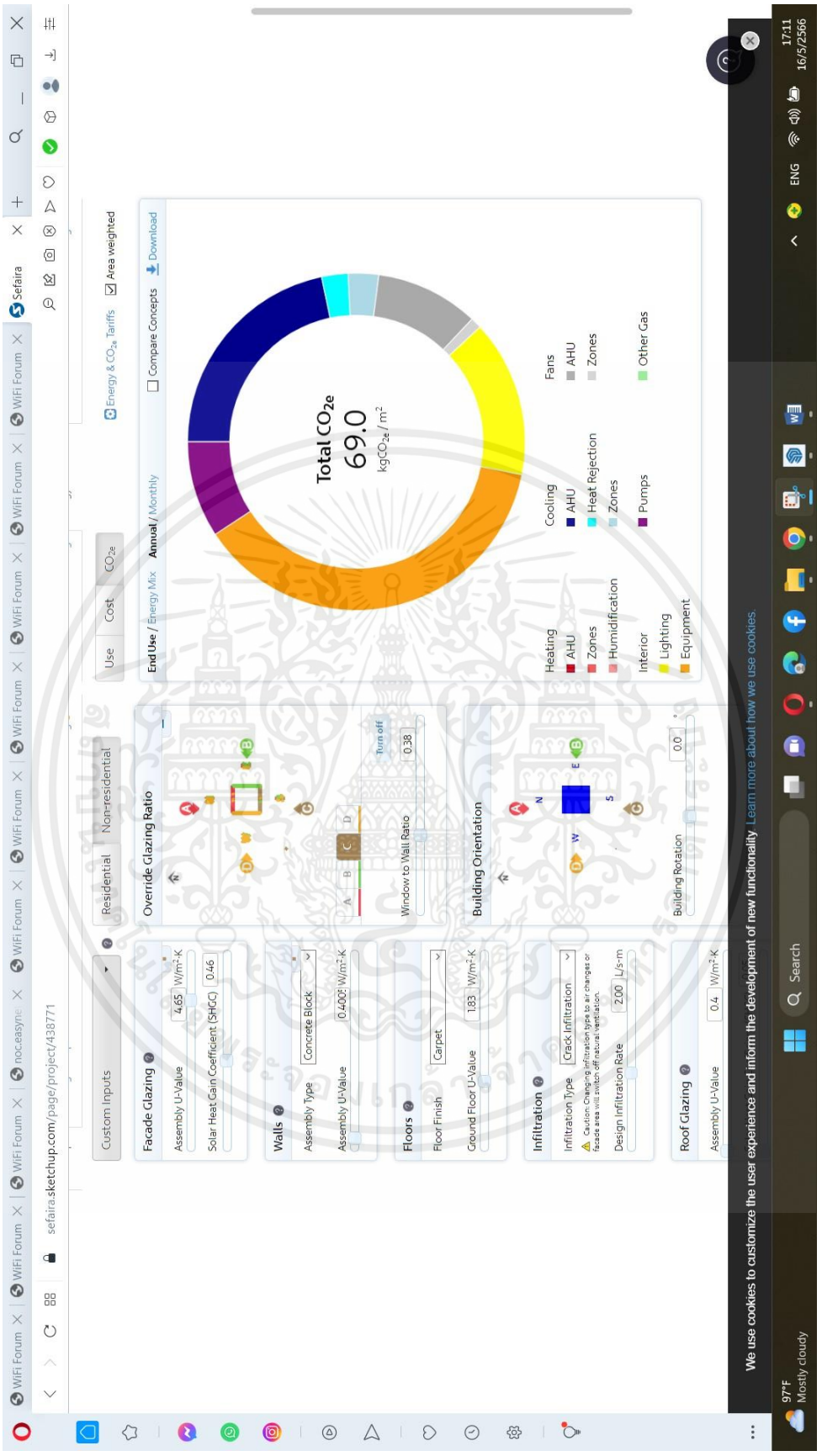

Sefaira
sefaira.sketchup.com/page/project/438771
Envelope
Shading
Space Use
Air-side
Water-side
Nat Vent
PV
Zoning
Peak Loads
Zone Sizing
Energy Breakdown
Free Area
Comfort
Plant Sizing
Custom Inputs
Residential
Non-residential
Facade Glazing
Assembly U-Value 5.25 W/m²·K
Solar Heat Gain Coefficient (SHGC) 0.46
Override Glazing Ratio
Walls
Assembly Type Concrete Block
Assembly U-Value 0.400 W/m²·K
Floors
Floor Finish Carpet
Ground Floor U-Value 1.83 W/m²·K
Window to Wall Ratio 0.38
Turn off
Infiltration
Infiltration Type Crack Infiltration
Caution: Changing infiltration type to air changes or facade area will switch off natural ventilation.
Design Infiltration Rate 2.00 L/s-m
Building Orientation
Roof Glazing
Cooling
Heating
Sum of peak loads
Area weighted values
Mark (!) zones over 100 W/m²
The zone with the highest load is P01 on Floor 9 (67 W/m²)
Floor 9
Floor 8
Floor 7
Floor 6
Floor 5
Floor 4
Floor 3
Floor 2
Floor 1
We use cookies to customize the user experience and inform the development of new functionality Learn more about how we use cookies.
97°F
Mostly cloudy
Search
ENG
15:48
16/5/2566



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

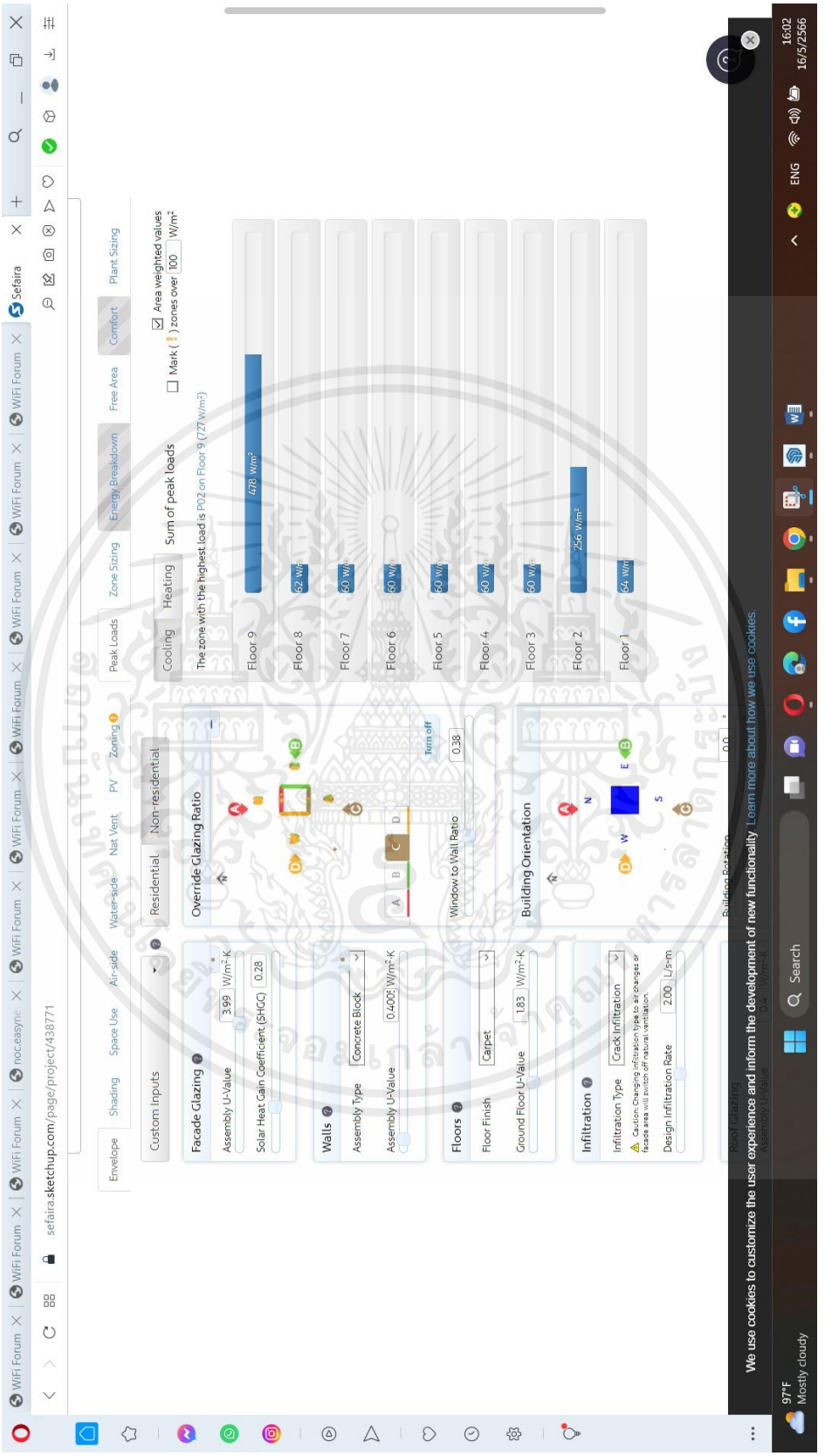


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

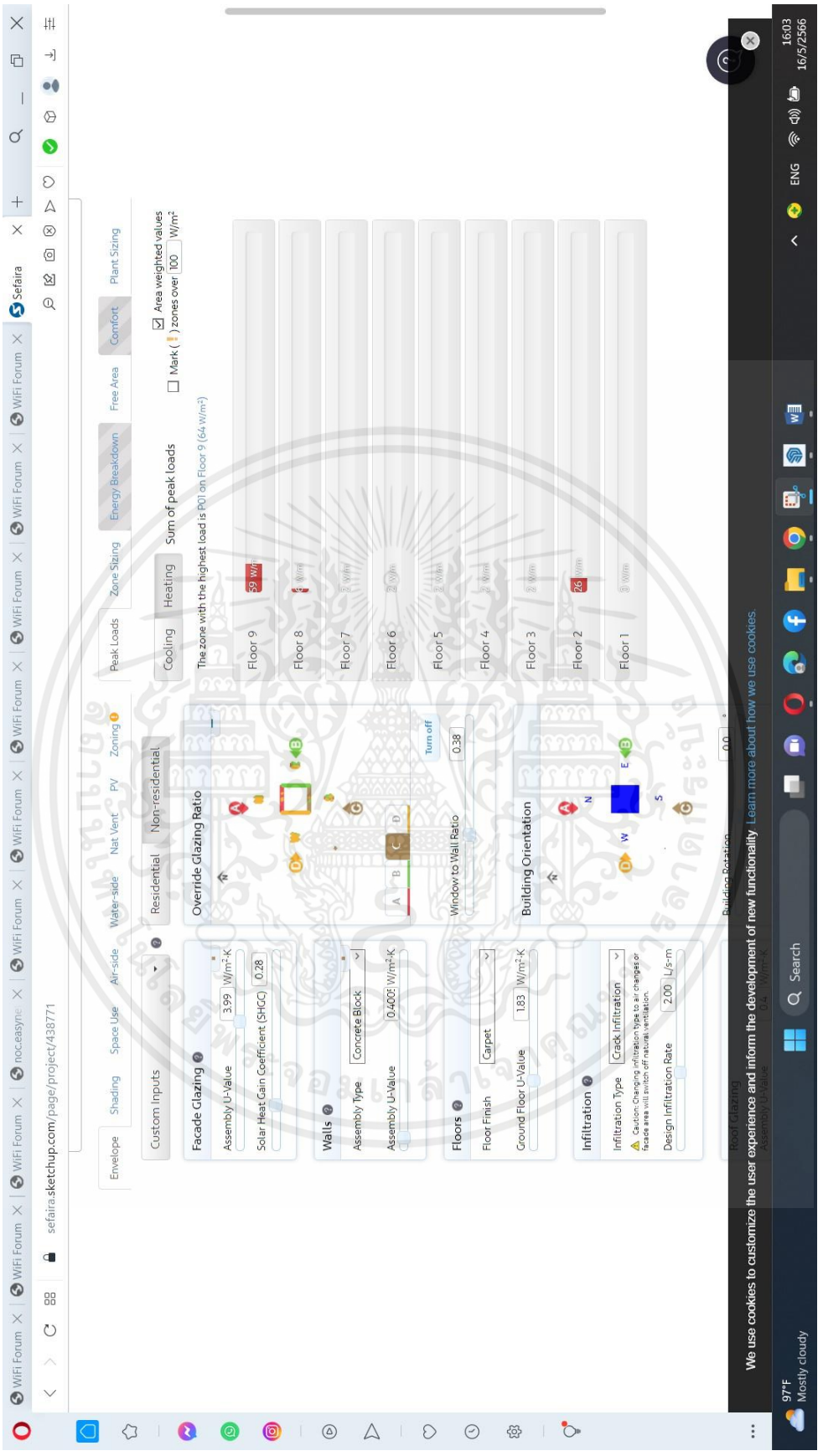


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

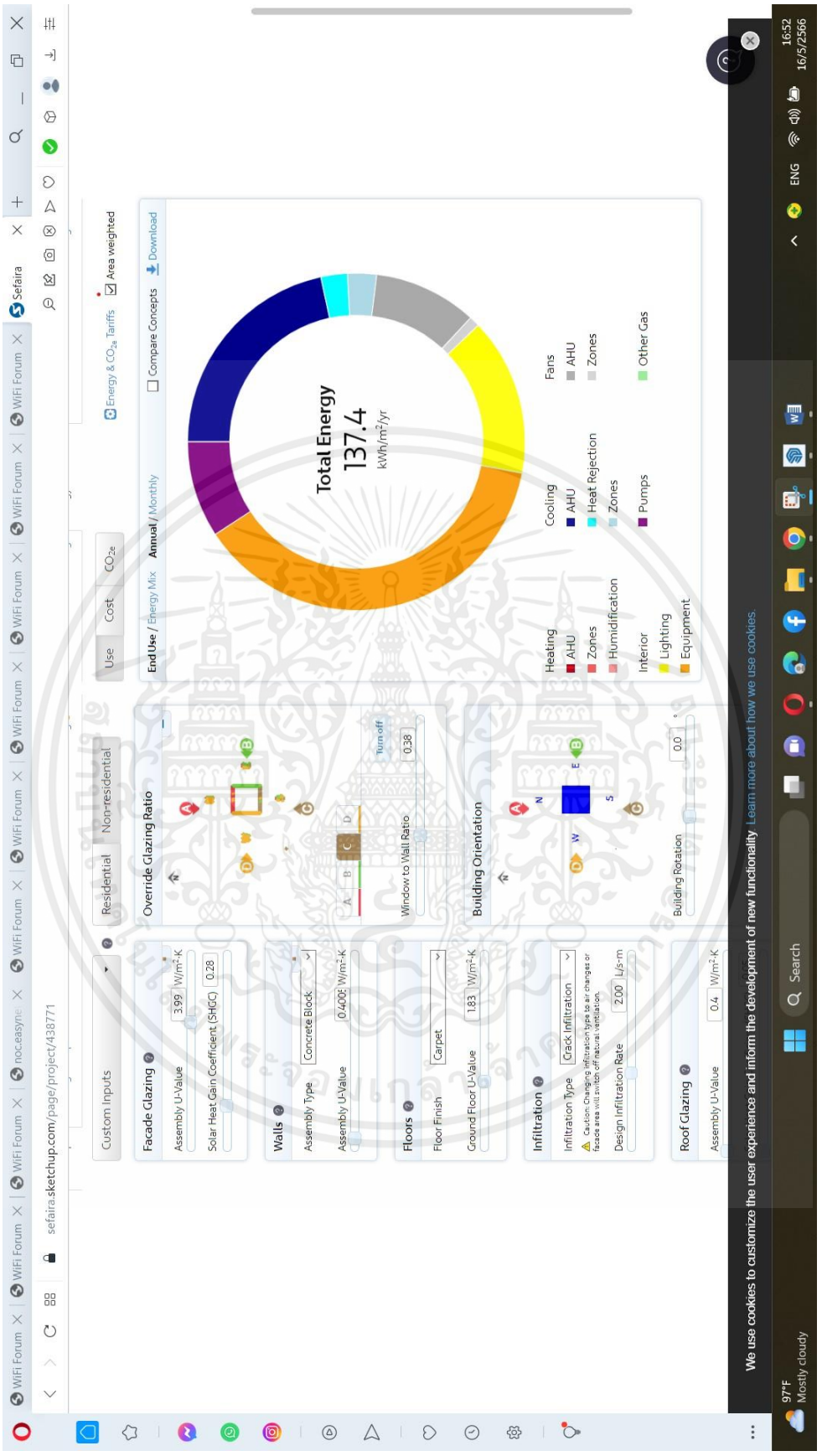
6mm CS214 HS#2



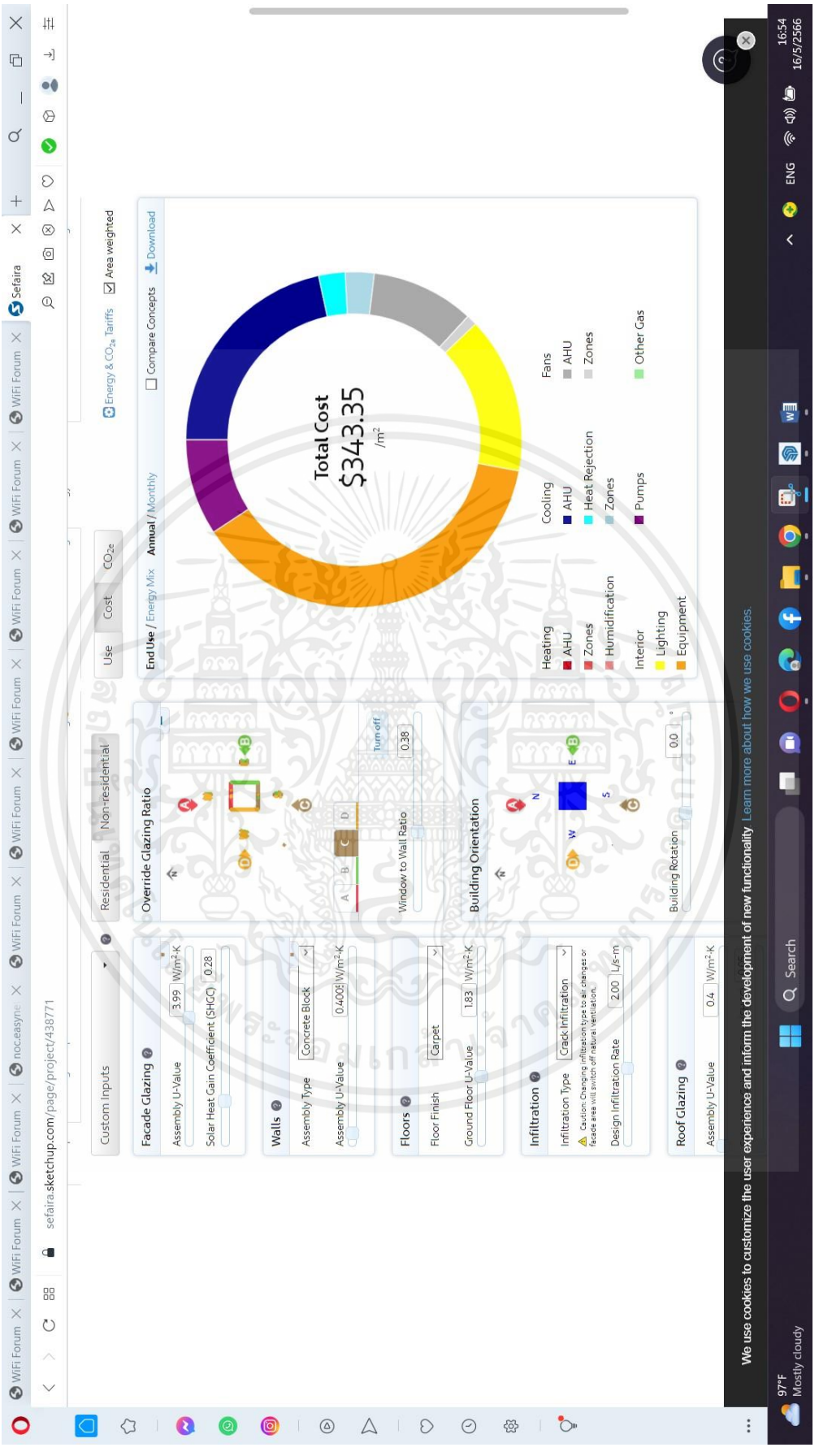
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



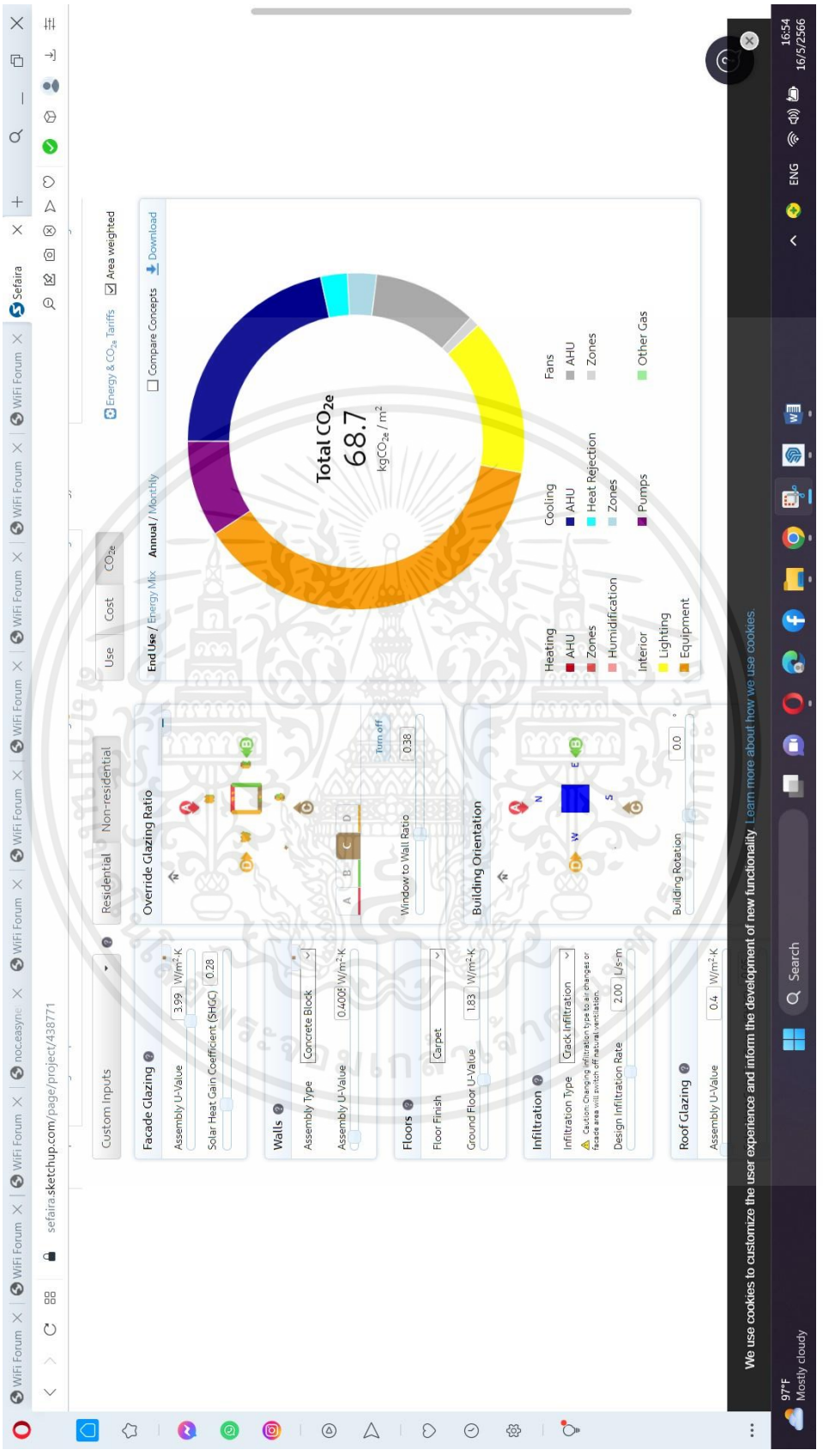
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

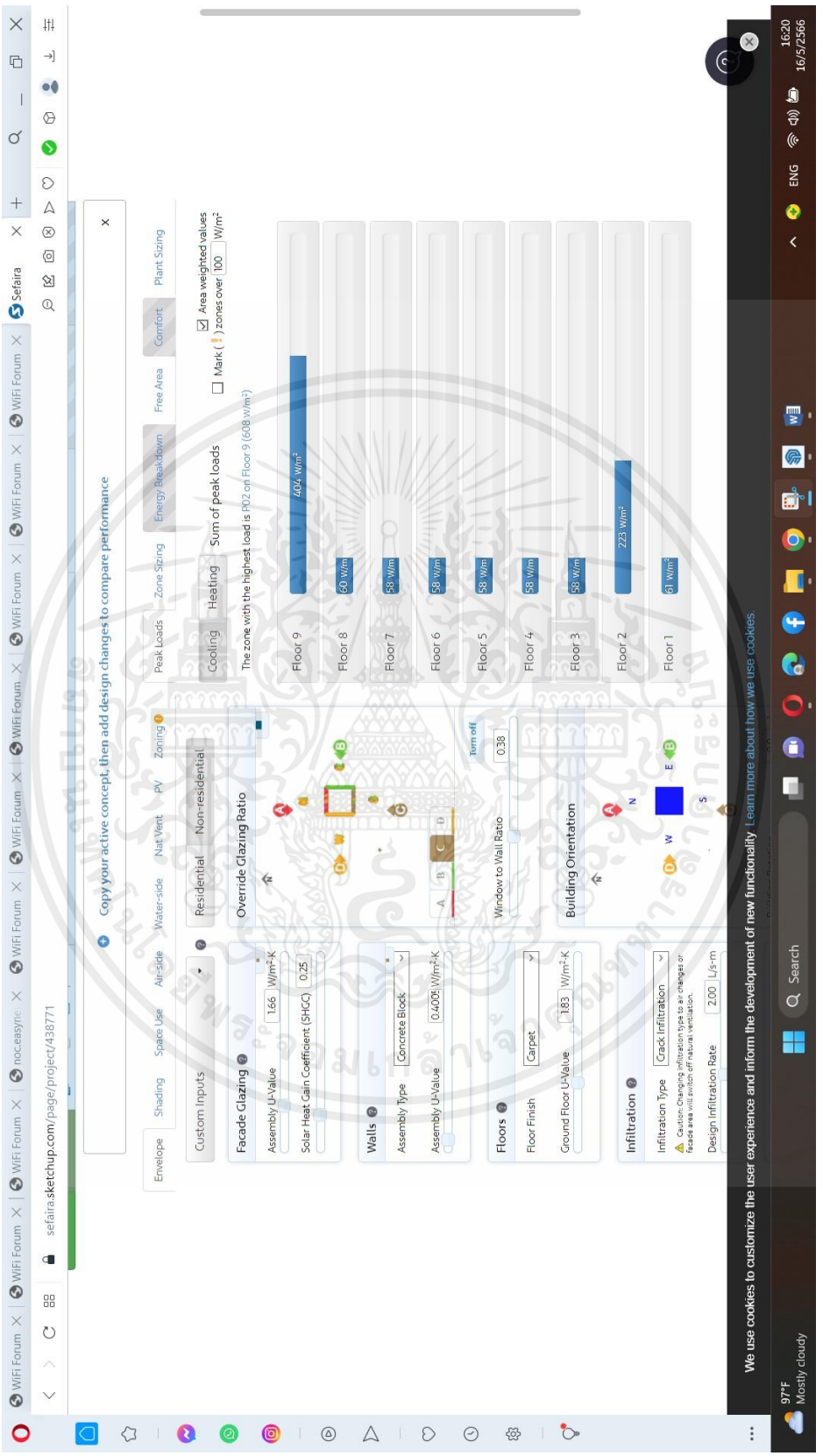


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

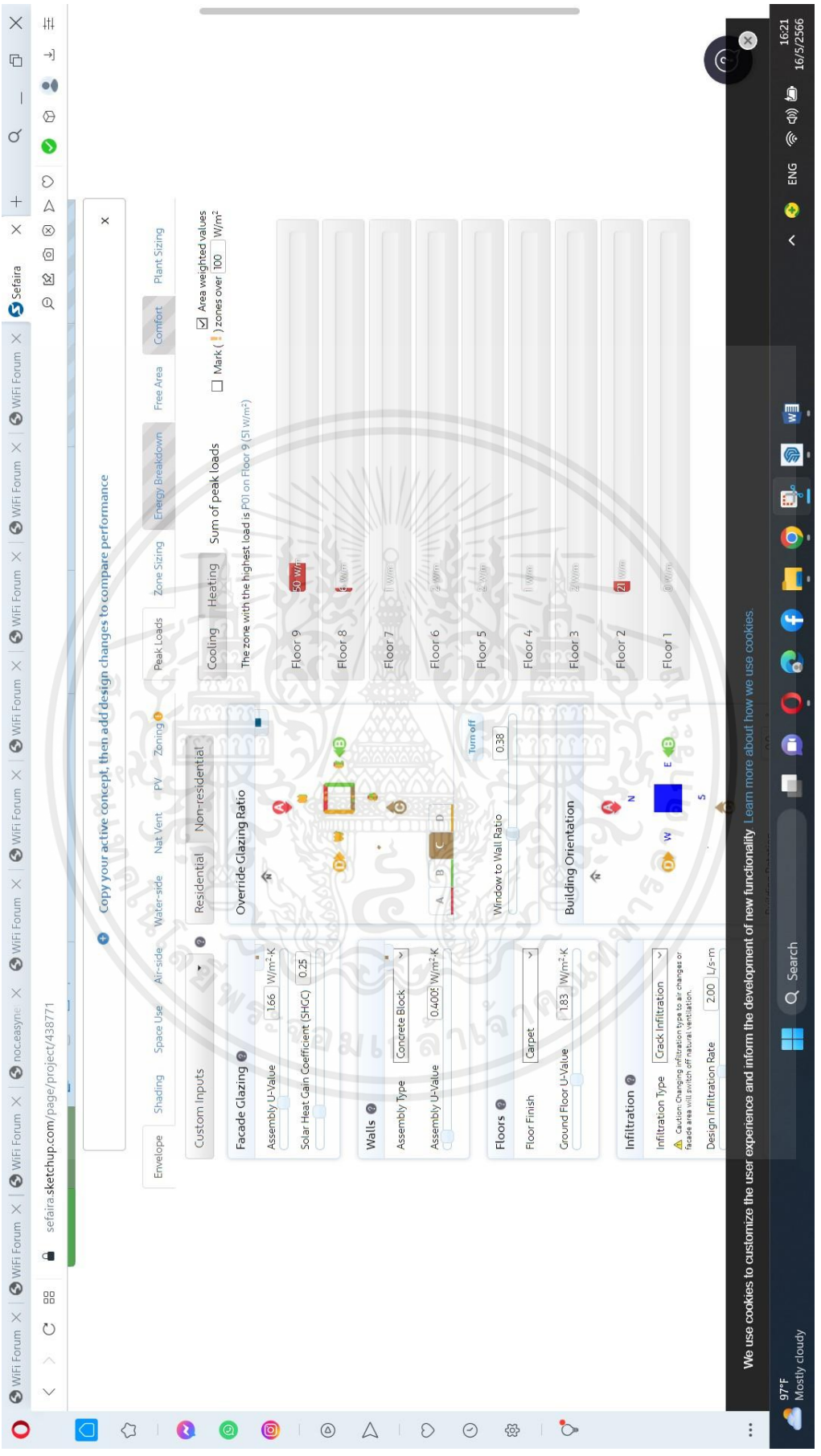


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

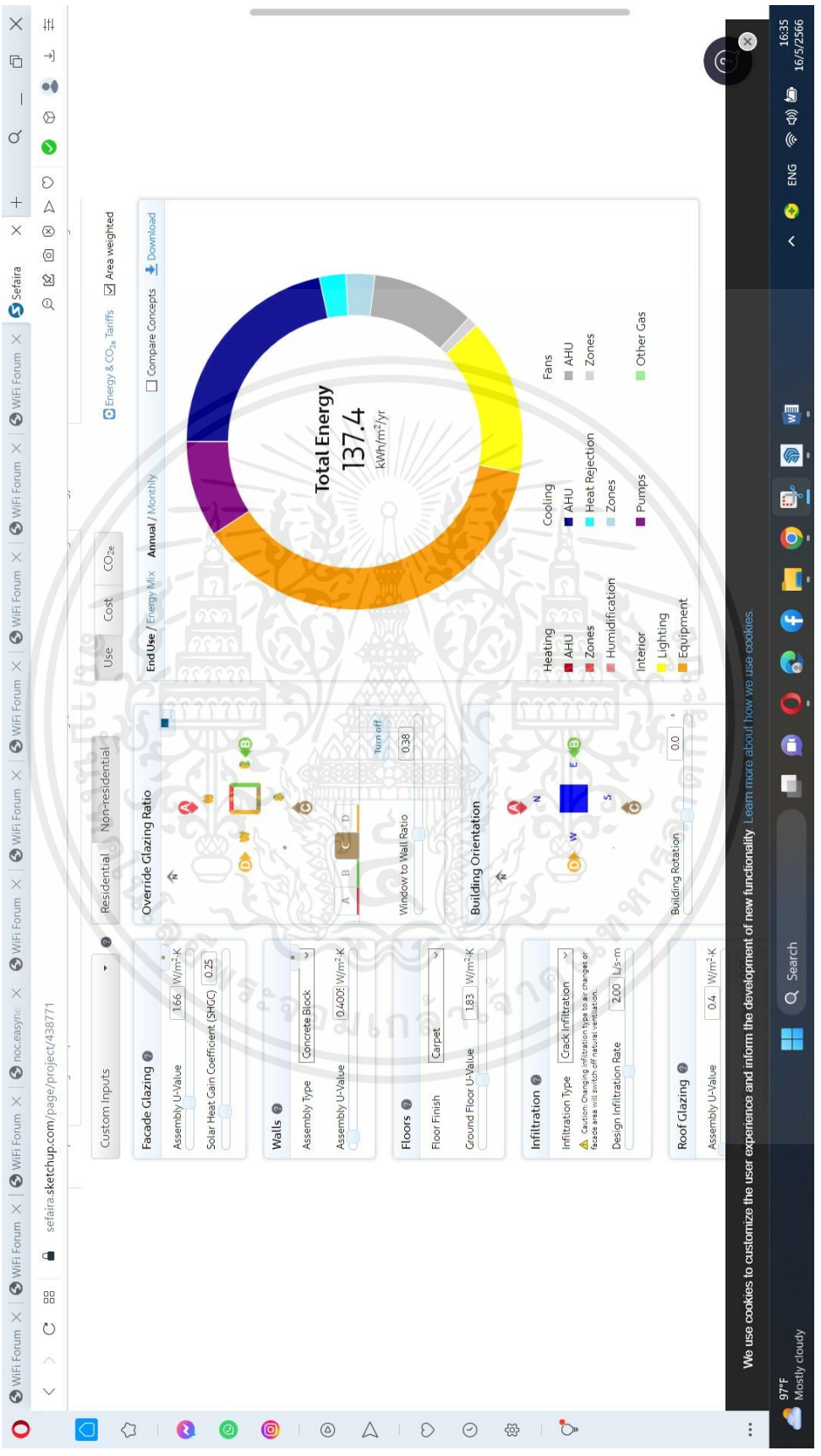
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS



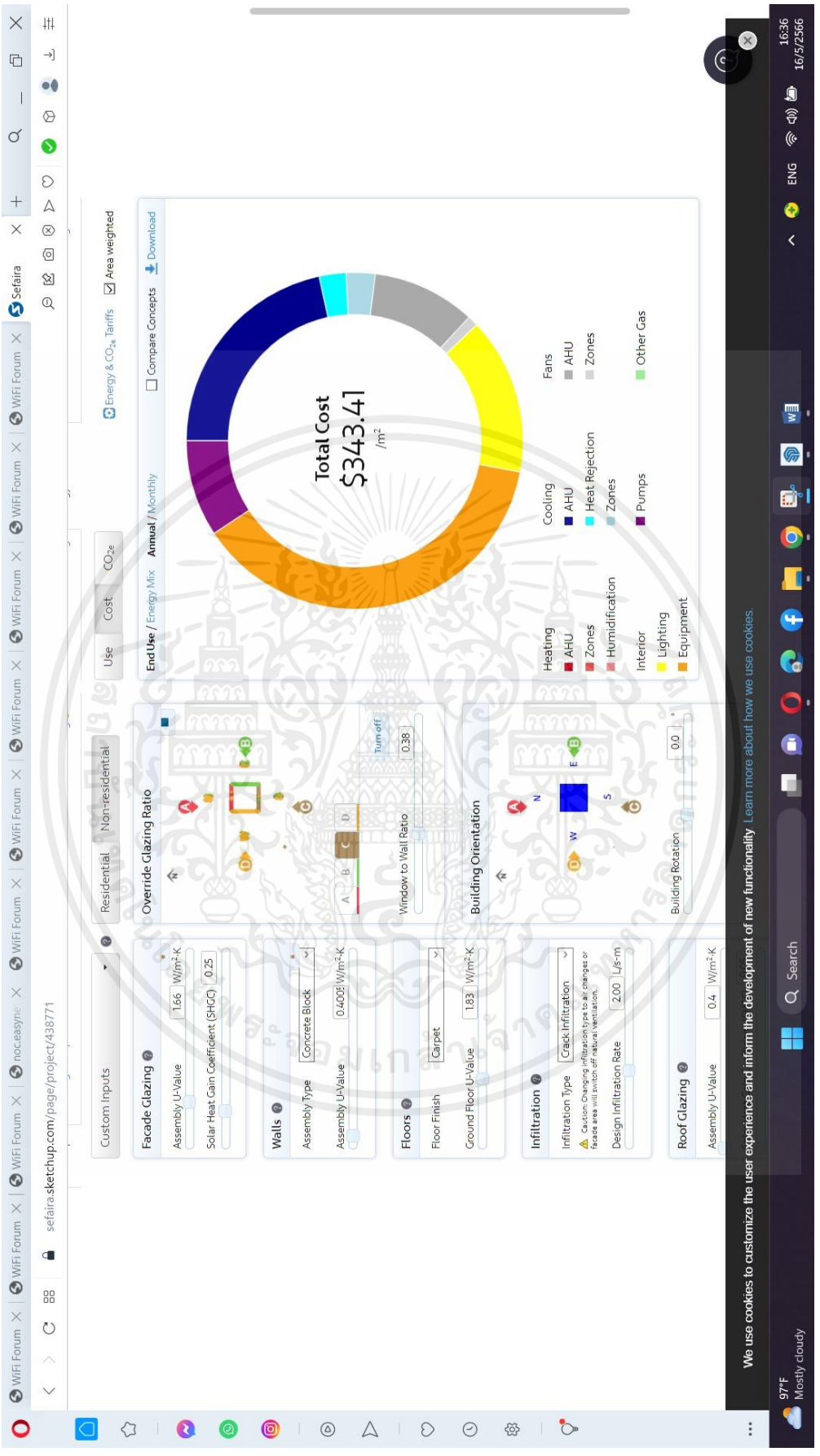
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



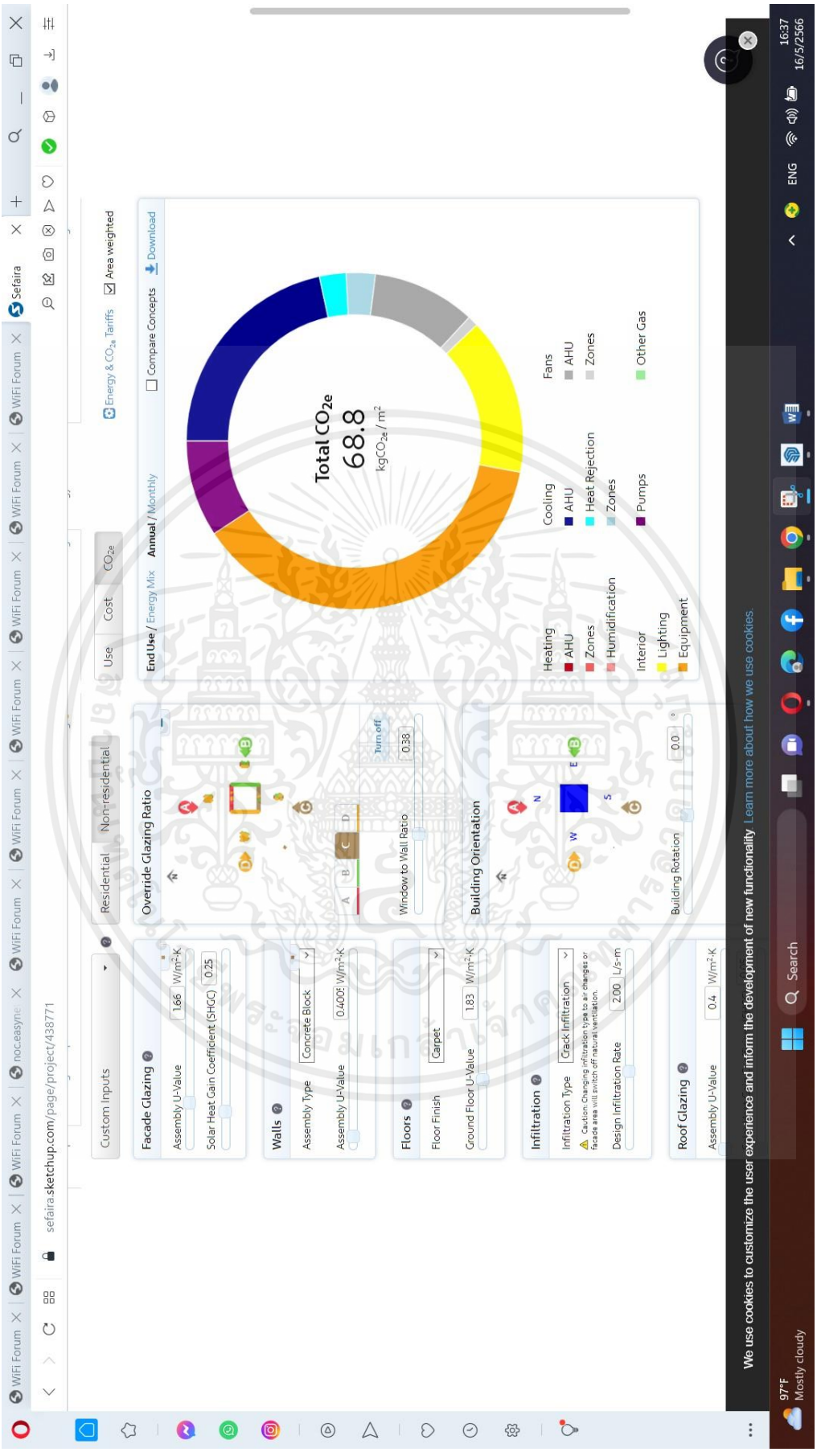
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

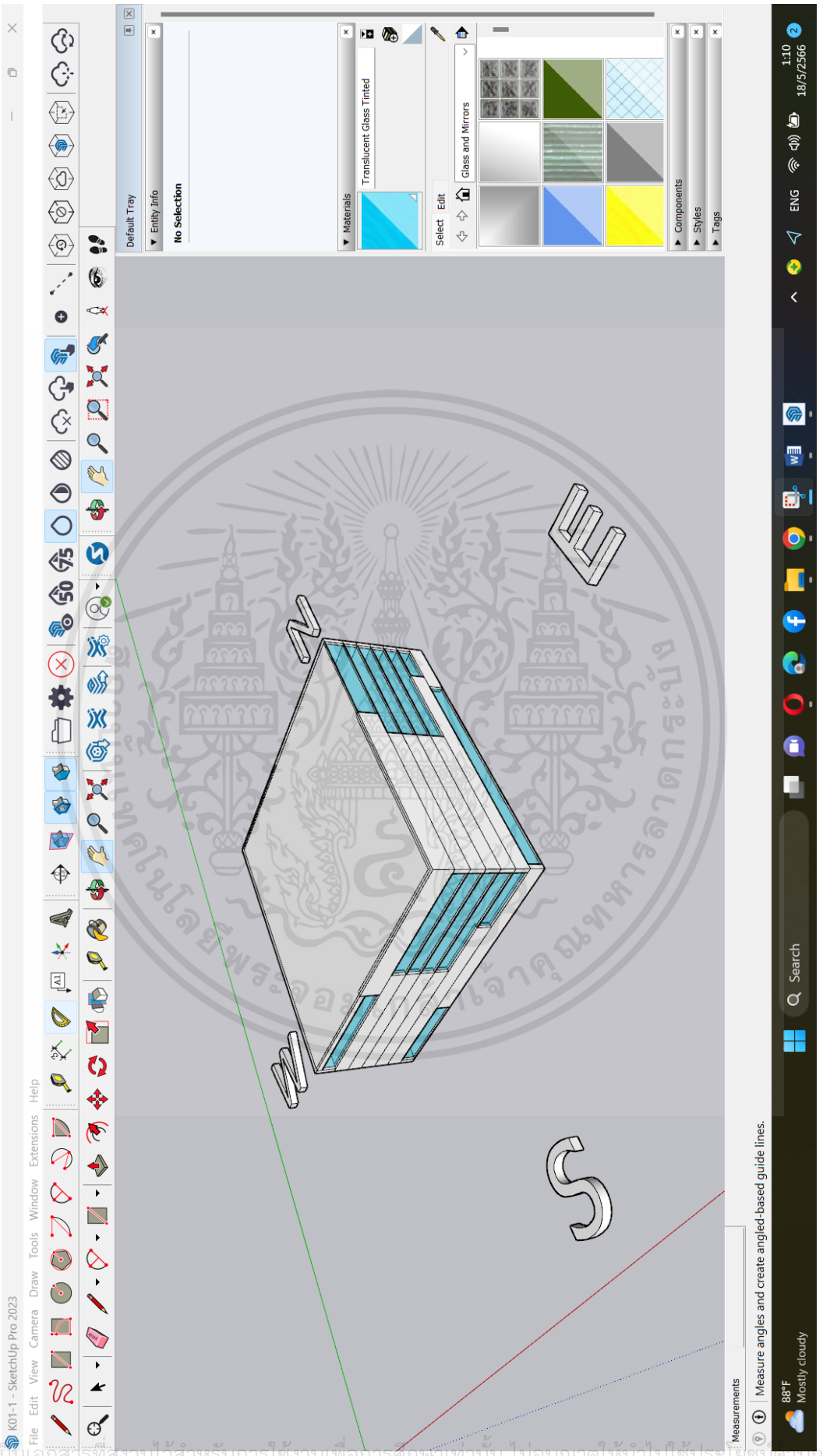


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

รูปแบบตึกจำจองของโปรแกรม SketchUp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

บทความวิชาการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลดพลังงาน ของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

THE FEASIBILLITY STUDY ON BUILING ENERGY SAVING IN ASPECT OF ENERGY AND ECONOMICAL FOR WINDOW MATERIAL RENOVATION. KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

จิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925
Email: homkymarkandsean@gmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึง การศึกษาความเป็นไปได้ทางพัฒนาและเศรษฐศาสตร์ในการลดพลังงานของอาคารสำหรับการปรับปรุงวัสดุกระจก ซึ่งหาความคุ้มค่าต่อการลงทุนปรับปรุงกรอบอาคารของวัสดุกระจก ทั้งในแง่ของเศรษฐศาสตร์ และความร้อน โดยจะจำลองผ่านโปรแกรมซอฟแวร์ เพื่อกระกอบวิเคราะห์ของกระจกแต่ละชนิดที่ทางบริษัทส่งรายละเอียดชนิดกระจกต่างๆ มาประเมินผลทางการวิเคราะห์คุณสมบัติในการลงทุนระยะยาว ตามชนิดกระจก

คำสำคัญ: เศรษฐศาสตร์,ความร้อน,กระจก

Abstract

This article will provide you with an exemplary way for developers and analysts to reduce building energy for glazing materials which seek return on the ongoing investment of glazing framing materials. Both ask for the opportunity and try the samples through Request assistance for each type of glass analysis framework that the company submits details such as glass.

1.บทนำ

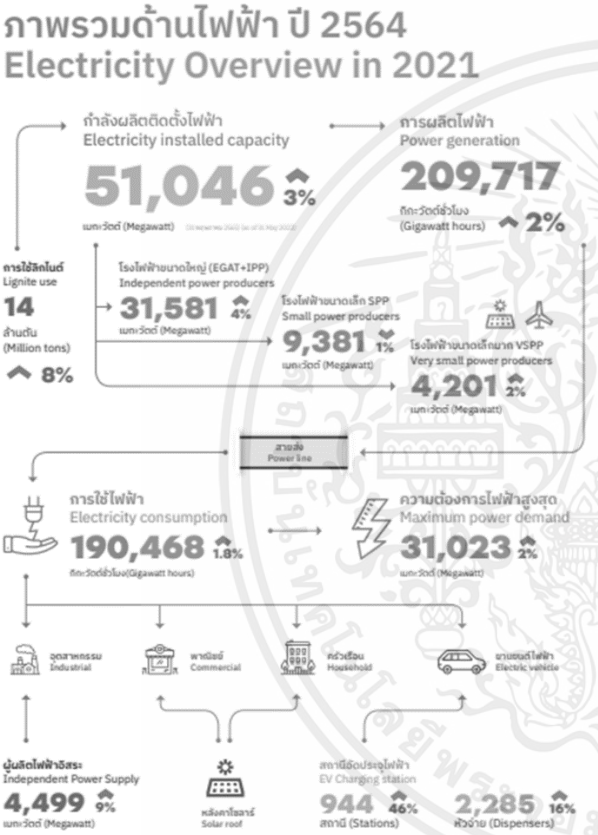
ประเทศไทยมีต้องการใช้ไฟฟ้าที่มากสูงขึ้นโดยในรายงานประจำปีของกระทรวงพลังงานพบว่าแนวโน้มความต้องการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นโดย รายงานว่า สำหรับปี 2564 [3] แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้าภาคอุตสาหกรรมปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งสิ้นอยู่ที่ 190,468 กิกะวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งมีการเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.2 เนื่องการฟื้นตัวของเศรษฐกิจ แต่สำหรับการใช้ไฟฟ้าในภาคครัวเรือนเพิ่มขึ้นรอยละ 2.7 จากการแพร่ระบาดโควิด-19 ส่วนภาคธุรกิจมีการใช้ไฟฟ้าลดลงร้อยละ 5.5 ทำให้หน่วยภาคการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าถ่านหินที่ก่อมลพิษทางกาศ ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มหาศาลอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบหายใจของมนุษย์ พร้อมแฝงมาในรูปแบบโรคร้ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ ในสถานการณ์ปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้าทางด้านเชิงพาณิชย์ ร่วมทั้งกำลังพื้นตัวเศรษฐกิจในช่วงสถานการณ์โควิด-19 เป็นปัจจัยหลักการใช้พลังงานโดยร่วม ซึ่งหลักอยู่ที่การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงานที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้ามาก เนื่องจากการติดตั้งระบบปรับอากาศอาคารสำนักงานอัตราการใช้พลังงานสูงมาก ยิ่งถ้าการใช้พลังงานสูงขึ้น การเพิ่มอัตราการเกิดมลพิษคาร์บอนไดออกไซด์ก็เพิ่มสูงขึ้น ปัญหาเหล่านี้ล้วนผลจากการใช้พลังงานที่ภาพร่วมสูงขึ้น จนน่าผิดสังเกต ปัจจัยที่อาจจะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น เช่น ภาวะสถานการณ์โลกร้อน ภาวการณ์แพร่ระบาดโควิด-19 ภาวการณ์ขยายตัวขนาดเศรษฐกิจ ภาวะมลพิษการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค เป็นต้น ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. BEC (Binary Energy Code) และผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

2.1 ชนิดกระจก

สำหรับการประมวลผ่านโปรแกรม BEC(Binary Energy Code) นี้แสดงผลการคำนวณ เกี่ยวกับอาคารอ้างอิงที่ใช้ประกอบทำโครงงาน โดยผลของคำนวณจะแสดงตามประเภทลักษณะของวัสดุกระจกตามตารางดังนี้ ซึ่งวัสดุกระจกที่จะนำมาคำนวณผ่านโปรแกรม จะนำแค่ 4 ชนิด ดังภาพที่ 2



รูปที่ 0.1 ภาพร่วมการใช้พลังงานไฟฟ้าปี 2564 [1]

2.2 การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์จากโปรแกรม Microsoft Exel 2016

การคำนวณทางด้านเศรษฐศาสตร์ใช้จะนำชนิดของคุณลักษณะของวัสดุกระจกของการประเมินใน BEC(Binary Energy Code) ซึ่งจะนำค่าพื้นที่ของกระจกวัสดุกระจก จากผลการคำนวณเบื้องต้นก่อนหน้านี้มาเป็นใช้ประเมินราคาต้นทุนของการปรับปรุงอาคาร แสดงข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางข้อมูลผลการประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

ชนิดกระจก	IRR (%)	ระยะเวลาการคืนทุน (Year)
6mm Ocean Green AN	9.91	10.13
6mm CS130 AN#2	13.04	7.98
6mm CS214 HS#2	18.53	5.65
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	11.69	8.81

3.ผลจากการคำนวณโปรแกรม Sefaira จากSketchup

ผลการคำนวณประเมินค่าที่ได้มาจะยึดตามขนาดของอัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างกับพื้นที่กำแพง(Window to wall ratio:WWR) เพื่อโปรแกรม Sefaira สามารถแสดงว่าผลการคำนวณมาได้นั้นเองโดยจะแสดงเป็นตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ค่าแสดงตารางผลของการคำนวณ Sefaira ของ Peak Load

Glazing	Collect of Peak Loads (W/m2) per floor (All floor)	
	cooling	Heating
6mm Ocean Green An	854	37
6mm CS130 AN#2	769	37
6mm CS214 HS#2	620	36
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	574	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ค่าผลการสลายพลังงานของแต่ละชนิดกระจก(Energy Breakdown)

Glazing	Energy Breakdown		
	Use ($kWh/m^2/yr$)	Cost (per m^2)	CO_{2e} ($kgCO_{2e}/m^2$)
6mm Ocean Green AN	138.3	$345.34	69.1
6mm CS130 AN#2	137.9	$344.45	69.0
6mm CS214 HS#2	137.4	$343.35	68.7
6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	137.4	$343.41	68.8

4.สรุป และข้อเสนอแนะ

การประมวลผลทางด้านซอฟแวร์กับอาคารเรียน ณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์ทางด้านพลังงานโดยร่วม และความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร ซึ่งปัจจัยที่นำมาประเมิน คือ กระจกที่ติดกรอบอาคารเป็นหลัก เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ของโครงงาน เพื่อหาความคุ้มค่าการลงทุนเพื่อปรับปรุงวัสดุกระจก ในระยะยาวทางเศรษฐศาสตร์ จึงสรุปผลออกดังนี้

วิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์ ในเชิงการลงทุนการปรับปรุงอาคาร กระจกชนิด 6mm CS214 HS#2 จะตอบโจทย์มากที่สุด เนื่องจากว่าการลงทุน อาจจะต้องคิดส่วนปัจจัยเงินลงทุนที่คุ้มค่าเป็นสิ่งสำคัญ การพิจารณางบประมาณที่จำกัดจึงเป็นเหตุเบื้องต้น ของผู้ตัดสินใจหรือเหล่าพิจารณาโครงการจัดซื้อในส่วนการปรับปรุงอาคาร

การวิเคราะห์ทางสิทธิภาพ ในเชิงความร้อน การลดทอนพลังงานความร้อนดีที่สุด คือ กระจกชนิด 6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS เนื่องจากว่า ความร้อนที่เข้าตัวอาคารผ่านกรอบอาคาร ถ้าเกิดการลดทอนให้การถ่ายเททางความร้อนมากไม่เต็มประสิทธิภาพ ส่งผลการเพิ่มค่าการถ่ายเททางความร้อนสูงขึ้น จึงอาจจะส่งผลต่ออัตราการใช้พลังงานภายในสูงขึ้น ดังนั้นคุณสมบัติกระจกชนิดจึงตอบโจทย์ทางด้านประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

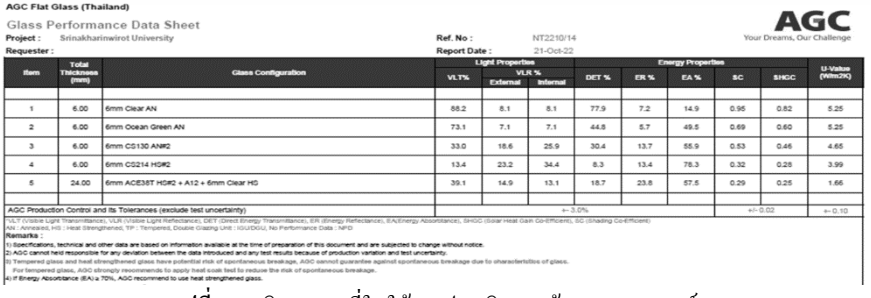
[1] กองยุทธศาสตร์และแผนงาน, รายงานประจำปี 2564, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ, สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน, 2565

[2] Jonathan Hajek, “Study of the feasibility of energy efficiency improvements in a residential building,” Energy Engineering, Institute of Energy Economics and Rational Energy Use, 2021

[3] Sulee Bunjongjit and Atthapol Ngaopaitakkul, “Feasibility Study and Impact of Daylight on Illumination Control for Energy-Saving Lighting Systems,” sustainability, Vol.10, No.4075, 2018, pp.3-6 [4] ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน, คู่มือการตรวจประเมินแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์, กรุงเทพ, สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2558

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากการให้คำที่ปรึกษาการทำงานเพื่อสอดคล้องตากหลักหัวเรื่องได้ ดังนั้นจึงขอขอบคุณ รศ.ดร. อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา อย่างยิ่งที่ได้กรุณามาเป็นผู้ที่ปรึกษาการทำงานให้สำเร็จลุล่วงจนสามารถนำบทความวิชาการเล่มนี้ไปใช้ให้เกอดประโยชน์ได้ และได้กรุณาตรวจแก้ไข ปริญญานิพนธ์เป็นไปอย่างเรียบร้อยสมบูรณ์แบบ



AGC Flat Glass (Thailand)

Glass Performance Data Sheet

Project : Srinakharinwirot University

Requester :

Ref. No : NT2210/14

Report Date : 21-Oct-22

AGC Your Dreams, Our Challenge

Item	Total Thickness (mm)	Glass Configuration	Light Properties VLT%	VLR% External	VLR% Internal	Energy Properties DET %	ER %	EA %	SC	SHGC	U-Value (W/m2K)
1	6.00	6mm Clear AN	88.2	8.1	8.1	77.9	7.2	14.9	0.95	0.82	5.25
2	6.00	6mm Ocean Green AN	73.1	7.1	7.1	44.8	5.7	49.5	0.69	0.60	5.25
3	6.00	6mm CS130 AN#2	33.0	18.6	25.9	30.4	13.7	55.9	0.53	0.46	4.65
4	6.00	6mm CS214 HS#2	13.4	23.2	34.4	8.3	13.4	78.3	0.32	0.28	3.99
5	24.00	6mm ACE38T HS#2 + A12 + 6mm Clear HS	39.1	14.9	13.1	18.7	23.8	57.5	0.29	0.25	1.66
AGC Production Control and its Tolerances (exclude test uncertainty)			+- 3.0%						+/- 0.02		+- 0.10

VLT (Visible Light Transmittance), VLR (Visible Light Reflectance), DET (Direct Energy Transmittance), ER (Energy Reflectance), EA(Energy Absorbance), SHGC (Solar Heat Gain Co-Efficient), SC (Shading Co-Efficient)
AN : Annealed, HS : Heat Strengthened, TP : Tempered, Double Glazing Unit : IGU/DGU, No Performance Data : NPD

Remarks :
1) Specifications, technical and other data are based on information available at the time of preparation of this document and are subjected to change without notice.
2) AGC cannot held responsible for any deviation between the data introduced and any test results because of production variation and test uncertainty.
3) Tempered glass and heat strengthened glass have potential risk of spontaneous breakage, AGC cannot guarantee against spontaneous breakage due to characteristics of glass.
For tempered glass, AGC strongly recommends to apply heat soak test to reduce the risk of spontaneous breakage.
4) If Energy Absorbance (EA) ≥ 70%, AGC recommend to use heat strengthened glass.

รูปที่ 0.2 ชนิดกระจกที่ในใช้การประเมินทางด้านเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย จิรวัฒน์ พานิชเจริญวงศ์
เกิดวันที่ 30 กรกฎาคม พ.ศ. 2543
บ้านเลขที่ 47/57 ซ.โรงน้ำแข็ง ถ.แสงชูโต ต.บ้านใต้ อ.เมืองกาญจนบุรี จ.กาญจนบุรี 71000
Email: homkymarkandsean@gmail.com
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประวิติการศึกษา
-พ.ศ. 2555 ระดับประถมศึกษา ณ โรงเรียนถาวรวิทยา จ.กาญจนบุรี
-พ.ศ. 2561 ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น-ปลาย ณ โรงเรียนเทพมงคลรังษี จ.กาญจนบุรี
-พ.ศ. 2565 ระดับอุดมศึกษา ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานครฯ

ประวัติการฝึกงาน
-บริษัท ไทยเมเดนชา จำกัด ชั้น 15 555 รสาทาวเวอร์ 2 ถนนพหลโยธิน แขวงจตุจักร เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้