สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล

ENERGY-CONSCIOUS BUILDING DESIGN FOR A LARGE METROPOLIAN POLICE STATION

T060465

อรรถกร ผลอนันต์
ATTAKORN POLANAN

ว.
ส347ก
2548
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 60465
วัน,เดือน,ปี 29 มิ.ย. 2549
b 1163428
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2548

ISBN 974-15-1393-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENERGY-CONSCIOUS BUILDING DESIGN
FOR A LARGE METROPOLIAN POLICE STATION

ATTAKORN POLANAN

A THESIS SUBMITTED IN PARATIAL FULILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ARCHITECTURE IN TROPICAL ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2005

ISBN 974-15-1393-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CORYRIGHT 2005
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล
ชื่อนักศึกษา	ร้อยตำรวจเอก อรรถกร ผลอนันต์
เลขประจำตัว	45062104
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรมเขตร้อน
พ.ศ.	2548
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ ดร.พัฒนะ รักความสุข

บทคัดย่อ

สถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาลของสำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีรูปทรงอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งเดิมพัฒนาจากความต้องการการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยแบบมาตรฐานที่มีเพียงรูปแบบเดียว ซึ่งต้องนำไปใช้กับพื้นที่ที่มีการหันด้านหน้าอาคารเข้าสู่ทิศต่างๆ ส่งผลให้ตัวอาคารได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน ซึ่งปัจจุบันมีการเพิ่มระบบปรับอากาศเข้าไปในตัวอาคารมากขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น งานวิจัยชิ้นนี้ จึงได้ทำการศึกษา วิเคราะห์ และเสนอแนวความคิดในการออกแบบรูปทรงอาคารสำหรับการใช้เป็นแบบมาตรฐาน โดยการจัดวางตำแหน่งพื้นที่การใช้งานในส่วนต่างๆ ของอาคารที่มีความแตกต่างกันในแต่ละกิจกรรม และช่วงเวลา ให้เหมาะสมกับทิศทางของการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ ผนวกกับการเลือกใช้วัสดุก่อสร้าง การใช้สัดส่วนช่องเปิดที่เหมาะสม ตลอดจนการให้ร่มเงากับตัวอาคารซึ่งจะเป็นการป้องกันความร้อนไม่ให้เข้าสู่อาคารโดยตรง ที่จะส่งผลให้อาคารมีการลดความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร และเป็นการลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะเป็นการทำให้อาคารสามารถใช้พลังงานในอาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในการศึกษานั้น ผู้ศึกษาได้แบ่งการทดลองให้หันหน้าอาคารตามทิศทางหลักที่แตกต่างกันทั้ง 8 ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ทิศตะวันตก ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันออกเฉียงใต้, ทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงเหนือ โดยการจำลองสภาพแวดล้อมอาคารจากคอมพิวเตอร์ (โปรแกรม Visual Doe.3.1) โดยการกำหนดตัวแปรให้มีจำนวนคนใช้งาน, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้า วัสดุอาคาร และสภาพแวดล้อม เดียวกัน หลังจากการศึกษา จึงนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ถึงปัญหา ร่วมกับการนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง แล้วจึงทำการวิเคราะห์การใช้พลังงานเปรียบเทียบกับอาคารตามทิศต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการทดลองพบว่าการใช้พลังงานรวมในอาคารที่หันหน้าเข้าทิศตะวันออกและทิศตะวันตก มีการใช้พลังงานของระบบเครื่องปรับอากาศมากที่สุด ซึ่งมากกว่าอาคารที่หันหน้าทิศเหนือ มีการใช้พลังงานน้อยที่สุด 8% รวมถึงห้องต่างๆ ที่มีผนังและช่องเปิดอาคารหันหน้าเข้าทิศตะวันตก มีภาระทำความเย็นที่สูงกว่าทุกด้าน สำหรับห้องที่ไม่มีผนัง หรือช่องเปิดที่ได้รับความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์จะมีภาระทำความเย็นน้อยมาก ส่วนห้องที่มีผนังหันออกทิศใต้นั้น มีการใช้แผงกันแดดแนวนอนซึ่งช่วยลดภาระทำความเย็นเข้าสู่อาคารได้ดี สำหรับข้อเสนอแนะเพื่อการออกแบบอาคารสถานีตำรวจเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน จากการทดลองพบว่า รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความเหมาะสมสำหรับการใช้เป็นแบบมาตรฐาน เนื่องจากใช้พลังงานใกล้เคียงกันในการหันด้านหน้าอาคารสู่ทิศต่างๆ โดยมีความแตกต่างในการใช้พลังงานในแต่ละด้านอยู่ประมาณ 2%

การออกแบบกำหนดตัวแปรเดิม ใช้รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส และการจัดวางตำแหน่งอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งานและทิศทางของการรับความร้อน โดยการกำหนดการใช้งานให้ชั้นล่าง หันทิศทางไปยังทิศต่างๆ ตามถนนด้านหน้าอาคาร และชั้น 2-4 ให้มีการจัดวางพื้นที่การใช้อาคารเหมือนกันในทุกทิศ ตลอดจนการใช้แผงกันแดดเพื่อให้ร่มเงากับตัวอาคาร สามารถลดการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศลง 8-19% หากรวมเข้ากับการจัดบริเวณพื้นที่รอบอาคารให้มีต้นไม้และพืชคลุมดิน เพื่อลดอุณหภูมิโดยรอบ, การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และอุปกรณ์อาคารที่ประหยัดพลังงาน รวมถึงการปลูกฝังจิตสำนึกในการอนุรักษ์พลังงานของผู้ใช้อาคาร จะทำให้อาคารนั้นบรรลุเป้าหมายในการอนุรักษ์พลังงานได้อย่างดียิ่ง สุดท้ายนี้ผู้ศึกษามีความหวังว่า ผลการศึกษาและทดลองนี้ จะสามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางกับการออกแบบมาตรฐานของอาคารราชการ และอาคารอื่นๆ ได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	ENERGY-CONSCIOUS BUILDING DESIGN FOR A LARGE METROPOLIAN POLICE STATION
Student	Pol.Capt. Attakorn Polanan
Student ID	45062104
Degree	Master of Architecture
Programme	Tropical Architecture
Year	2005
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Teeramon Wairojanakich
	Dr.Pattana Rakkwamsuk

ABSTRACT

The majority of large police stations in the metropolitan area are of rectangular shape. It was designed with the original intention to use natural ventilation. There was only one standard model and it was used for buildings in various locations, with their facades facing different directions. As a result, these buildings are exposed to different levels of sunlight and heat. At present, air-conditioning system has been added to these buildings, resulting in increased energy consumption. This research therefore attempts to study, analyze and recommend a design concept of a building shape which could be used as a standard model. A study was also made on the positions of work areas which would be suitable for different activities, for different times of day, and exposure to sunlight, including the choice of construction materials, the right proportion of apertures, and the provision of shades to screen off direct heat from the sun. These factors will alleviate the strain on the air-conditioning system and result in an efficient use of energy.

In this study, experiments were carried out by using a computer program (Visual Doe 3.1) to create virtual environment and position the building facade in various directions, i.e. the north, northwest, west, southwest, south, southeast, east and northeast. The same variables were used in these experiments, i.e. the same number of building occupants, the lighting system, the electrical equipment system, the building materials and the environment. The information obtained from these experiments was used to analyze the problems in conjunction with relevant theories. Another analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง ทำซ้ำ หรือเผยแพร่ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

was then made to compare the levels of energy consumed by buildings facing each direction.

The result of these experiments shows that the air-conditioning system of buildings facing the east and the west would require the highest level of energy, i.e. 8% higher than the building facing the north, which consumes the smallest amount of energy. Furthermore, rooms with walls and apertures facing the west also strain the air-conditioning system more than those facing other directions. Rooms without walls or apertures exposed to sunlight require very little energy for air-conditioning purpose. Rooms with walls facing the south are usually equipped with horizontal sunshades which help alleviate the strain on air-conditioners. These experiments have revealed that, in designing a police station with an aim to conserve energy, the square-shape model is most suitable. Each side of a square building would require similar levels of energy, no matter which direction it faces. The variance of energy consumption for each side of such building is approximately 2%.

In this design, the same variables and a square shape were used. The building was positioned to suit its use and sunlight exposure. Work areas on the ground floor were set to face the road in front of the building which could be in any direction, while the position of work areas on the second to fourth floors were the same, whichever direction they face. Sunshades were also installed. This design could reduce the energy consumption by 8-19%. The following factors would also contribute to successful energy conservation in a building, i.e. decoration the surrounding areas of a building with trees and ground covers to reduce the temperature around the building; the lighting system design; the use of energy-saving equipment and the promotion of energy-conscious attitude among building users. Finally, it is hoped that the result of this study and its experiments could be applied and used as a guideline in designing a standard model of state and other buildings in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาในการทำวิจัยทุกขั้นตอนจาก รศ.ธีรมน ไวโรจนกิจ และ ดร.พัฒนะ รักความสุข ซึ่งเป็นผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากท่านทั้งสองเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร.สมชาย ศรีสมพงษ์ และอาจารย์ชัยยุทธ ศรีเผด็จ ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลือตลอดจนให้คำปรึกษาเรื่องทั่วๆไป เกี่ยวกับการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ พล.ต.ต. ไกรศร ศรศรี พ.ต.อ.พิชัย พิมลศิลป์ พ.ต.อ.จิรวุฒิ จันทร์เพ็ญ และเจ้าหน้าที่กองโยธาธิการ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ที่ช่วยให้ข้อมูลในการออกแบบสถานีตำรวจขนาดใหญ่ และเป็นที่ปรึกษาในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงข้อมูลในการออกแบบเบื้องต้น

ขอขอบพระคุณ พ.ต.อ.ปิยะ ตั๊ะวิชัย ผู้กับกับการสถานีตำรวจนครบาลโชคชัย ที่ช่วยเหลือในการให้รายละเอียด ปัญหา และลักษณะการทำงานภายในสถานีตำรวจ และสารวัตรธุรการสถานีตำรวจวังทองหลาง โชคชัย บางเขน พญาไท และ ทุ่งสองห้อง ที่ได้ให้ข้อมูลในการใช้ไฟฟ้าในสถานีตำรวจ รวมถึงเจ้าหน้าที่ตำรวจทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือต่างๆ

ขอขอบพระคุณ เพื่อนๆนักศึกษาทุกคนที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ คุณย่า และ คุณเก๋ ที่ช่วยเหลือทางด้านกำลังใจเป็นอย่างดี

สุดท้ายขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้การสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยของมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

อรรถกร ผลอนันต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III
กิตติกรรมประกาศ.....V
สารบัญ.....VI
สารบัญตาราง.....VIII
สารบัญรูป.....X
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 ความสำคัญของปัญหา.....2
1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....6
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....7
1.5 ขอบเขตการวิจัย.....8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....9
1.7 ระยะเวลาและแผนดำเนินงาน.....10

บทที่ 2 การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.....12
2.1 รูปทรง และการจัดวางทิศทางอาคาร.....12
2.2 พฤติกรรมการส่งผ่านความร้อน.....13
2.3 การใช้วัสดุอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.....15
2.4 ทฤษฎีการให้ความสว่างแก่อาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติ.....30
2.5 ลักษณะการเปิดช่องเปิดที่มีผลต่อแสงสว่างภายในอาคาร.....31
2.6 การนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร.....34
2.7 สัดส่วนช่องเปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ.....36
2.8 การให้ร่มเงากับตัวอาคาร.....37
2.9 รายละเอียดโปรแกรม DOE.2.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าของสถานีตำรวจที่ใช้แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล....3
1.2 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย....11
2.1 คุณสมบัติด้านอุณหภาพของวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด....22
2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุฉนวน....24
2.3 ค่า Daylight Factor สำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ....31
2.4 ความสัมพันธ์ของช่องเปิดกับปัจจัยธรรมชาติภายนอก....36
2.5 วันวิกฤต 4 วันในรอบปีที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับโลกมากที่สุด....38
2.6 ค่า SC ของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชนิด....42
3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2546....47
3.2 การเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละเดือนจากความสำคัญมากไปความสำคัญน้อยตามลำดับ....51
3.3 การคัดเลือกปีมาตรฐานแบบ TRY เมื่อใช้ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2539 (หน่วย ^{o}C)....51
3.4 การคัดเลือกปีมาตรฐานแบบ TRY จากรังสีดวงอาทิตย์ที่รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2539 (หน่วย MJ/m^2 per day)....52
3.5 ค่าถ่วงน้ำหนักของค่าทางสถิติของข้อมูลสภาพบรรยากาศ....55
3.6 ผลรวมการถ่วงน้ำหนักของ WS ของข้อมูลภูมิอากาศ....55
3.7 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (RMSD) ระหว่างค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์รายชั่วโมงของแต่ละเดือนของ Candidate Year กับค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ของข้อมูลทุกปี....56
3.8 ค่า FS ของค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในหนึ่งวัน....57
3.9 แสดงค่า FS ของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งในหนึ่งวัน....58
3.10 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศมาตรฐานที่ทำการคัดเลือกโดยวิธี TMY แสดงเป็นข้อมูลของเดือนในปีที่เหมาะสม....58
3.11 รายละเอียดในแต่ละฟิวด์ของแฟ้มมาตรฐานแบบ TRY....59
3.12 แสดงรายละเอียดของแฟ้มมาตรฐาน TMY....60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.1 สถานภาพอัตรากำลังข้าราชการของหน่วยงานในสังกัดกองบัญชาการตำรวจนครบาล.....62

4.2 รายละเอียดการใช้งานของสถานีตำรวจขนาดใหญ่.....66

4.3 ตารางวันหยุดของสถานีตำรวจในส่วนที่ทำงานเวลาราชการที่ป้อนในโปรแกรม.....70

4.4 รายละเอียดการป้อนเข้ามูลของ Block.....72

4.5 รายละเอียดการป้อนข้อมูลของ Room.....74

4.6 BEPS ของอาคารในการหันหน้าเข้าทิศต่างๆ.....80

4.7 ค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร.....81

4.8 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด.....82

4.9 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่แต่ละทิศ.....82

4.10 การใช้ไฟฟ้าของสถานีตำรวจในแต่ละทิศ.....84

4.11 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ(kw).....85

4.12 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ(m2/ton).....85

4.13 การใช้พลังงานรวมในแต่ละทิศ.....94

5.1 แสดงการใช้พลังงานของอาคารในรูปทรงและทิศต่างๆ 98

5.2 การใช้พลังงานของอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในการหันในทิศต่างๆ.....99

5.3 เปรียบเทียบพื้นที่สถานีตำรวจขนาดใหญ่ตามแบบมาตรฐานเดิมกับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ใหม่.....103

5.4 การใช้พลังงานรวมของอาคารในการหันหน้าเข้าทิศต่างๆ.....111

5.5 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (kW).....111

5.6 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (m2/ton).....111

5.7 เปรียบเทียบการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศของอาคารเก่าและใหม่.....116

5.8 เปรียบเทียบภาระทำความเย็นของห้องต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนกรอบอาคาร (m2/ton).....118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในสถานีตำรวจในเขตนครบาล....3
1.2 ภาพแสดงพื้นที่รับผิดชอบของตำรวจในเขตนครบาล....4
1.3 ภาพแสดงสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในแต่ละพื้นที่....5
1.4 ภาพแสดงการใช้พื้นที่โดยรอบของสถานีตำรวจ....6
1.5 ขั้นตอนในการวิจัย....8
2.1 ภาพเปรียบเทียบอัตราส่วนรูปทรงในแต่ละเขต....12
2.2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูน4 " ที่เกิดจากอิทธิพลของมวลสาร และสีเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก (กรณีที่ไม่มีการปรับอากาศภายใน)....17
2.3 การเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่างๆ ที่มีความหนา 1 นิ้ว....21
2.4 แสดงอัตราความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร เปรียบเทียบระหว่างผนังอิฐ หนา 4 นิ้วทั่วไป กับ ฉนวนที่มีความหนาต่างกัน....24
2.5 ปรากฏการณ์ของแสงเมื่อกระทบกับกระจก เกิดการหักเห ดูดซับและการทะลุผ่าน....26
2.6 ค่า U-factor, SHGC, VT เปรียบเทียบของกระจกชนิดต่างๆ....29
2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้อง และความสูงของช่องเปิด....32
2.8 การเปรียบเทียบความสูงของหน้าต่างที่มีความสัมพันธ์ต่อการส่องผ่านของแสงเข้ามาภายใน....33
2.9 การเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างของหน้าต่าง 2 ด้านที่มีความสูงแตกต่างกัน....33
2.10 การเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างจากการปรับเปลี่ยนความยาวของหน้าต่าง....34
2.11 แสดงรูปแบบการนำแสงสว่างด้านข้าง....35
2.12 แสดงรูปแบบการนำแสงจากธรรมชาติจากด้านบน....35
2.13 แสดง Building Footprints....36
2.14 แสดงมุมVSA,HSA ที่กระทำกับผนังอาคาร.... 39
2.15 แสดงความสัมพันธ์ของมุม VSAและ ALT....39
2.16 แสดงมุม HAS....39
2.17 การหาระยะยื่นด้านข้างและระยะความกว้างของอุปกรณ์บังแดด....40
2.18 ลักษณะต่าง ๆ ของการบังแดด....41
2.19 ผลกระทบที่เกิดกับอุปกรณ์บังแดดชนิดต่าง ๆ....41
2.20 การประมวลผลของโปรแกรม Visual Doe 3.1....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ชั้นที่ 1 63

4.2 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ชั้นที่ 2 63

4.3 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ชั้นที่ 3 64

4.4 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ชั้นที่ 4 64

4.5 รายละเอียดรูปด้านสถานีตำรวจขนาดใหญ่ 65

4.6 แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ 68

4.7 การป้อนรายละเอียดใน PROJECT 69

4.8 การป้อนรายละเอียดใน BLOCK 71

4.9 การป้อนรายละเอียดใน ROOM 73

4.10 รายละเอียดผนังและช่องเปิดอาคาร (Façade) 75

4.11 ภาพแสดงค่า EER ของสำนักงานในกรุงเทพมหานคร 76

4.12 การป้อนรายละเอียดใน System 76

4.13 การแสดงภาพ 3 มิติของโปรแกรม 77

4.14 แสดงภาพอาคารหันเข้าสู่ทิศต่างๆ 78

4.15 ภาพแสดงการใช้พลังงาน (Energy Index) ในอาคาร 79

4.16 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่แต่ละทิศ 83

4.17 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่ตามจริง 83

4.18 กราฟแสดงการใช้พลังงาน 84

4.19 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศใต้ 86

4.20 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตกเฉียงใต้ 87

4.21 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตก 88

4.22 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตกเฉียงเหนือ 89

4.23 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศเหนือ 90

4.24 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออกเฉียงเหนือ 91

4.25 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออก 92

4.26 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออกเฉียงใต้ 93

4.27 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานระบบปรับอากาศในแต่ละทิศ 94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.1 หุ่นจำลองอาคาร เปรียบเทียบ....98
5.2 การใช้พลังงานของอาคารในรูปทรงและทิศต่างๆ....99
5.3 การใช้พลังงานของอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในการหันในทิศต่างๆ....100
5.4 การพื้นที่ปรับอากาศเทียบพื้นที่ระบายอากาศธรรมชาติ....102
5.5 การจัดวางพื้นที่อาคาร (Zoning Analysis)....102
5.6 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศใต้....104
5.7 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศตะวันออก....105
5.8 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศเหนือ....105
5.9 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศตะวันตก....106
5.10 แปลนชั้น 2 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....106
5.11 แปลนชั้น 3 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....107
5.12 แปลนชั้น 4 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....107
5.13 รูปด้านอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....108
5.14 รูปตัดอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....108
5.15 หุ่นจำลองอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)....109
5.16 การใช้พลังงานในการหันด้านหน้าอาคารในแต่ละทิศ....110
5.17 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศใต้....112
5.18 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศเหนือ....113
5.19 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออก....114
5.20 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตก....115
5.21 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศของอาคารเก่าและใหม่....116
5.22 เปรียบเทียบการเปลี่ยนกรอบอาคารชนิดต่างๆ....117
5.23 เปรียบเทียบการเปลี่ยนกรอบอาคารของห้องจราจร....119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1. 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถานีตำรวจเป็นอาคารราชการที่มีความจำเป็นต้องอำนวยความสะดวกประชาชนตลอด 24 ชั่วโมง และไม่มีวันหยุด โดยมีหน้าที่บริการให้กับประชาชนตลอดเวลา ทำให้มีการใช้งานในพื้นที่ของอาคารหลากหลายในแต่ละส่วนของอาคาร แตกต่างกันตามเวลาทำงาน รวมถึงการใช้อาคารในระบบปรับอากาศ และระบายอากาศธรรมชาติทั้ง 2 อย่าง อยู่ในอาคารเดียวกัน ซึ่งแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในปัจจุบันเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า และออกแบบโดยคำนึงถึงระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติเป็นหลัก

ปัญหาจากการบริโภคพลังงานในสถานีตำรวจขนาดใหญ่ของการใช้แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่คือ การใช้เครื่องปรับอากาศอย่างฟุ่มเฟือย เนื่องจากสภาพอากาศในกรุงเทพมหานครมีสภาพภูมิอากาศที่ร้อน-ชื้น ยากที่จะทำให้เกิดภาวะน่าสบายในการระบายอากาศแบบธรรมชาติได้ โดยปัจจุบันมีการเพิ่มระบบปรับอากาศเข้าไปใช้ตัวอาคารเพิ่มขึ้น ทำให้มีภาระทำความเย็นของอาคารที่สูง รวมถึงปัญหาที่เกิดจากการจัดวางทิศทางอาคารแตกต่างกันในแต่ละสถานีตำรวจ ซึ่งทำให้ได้รับอิทธิพลความร้อนจากดวงอาทิตย์แตกต่างกัน เนื่องจากมีแบบมาตรฐานเพียงแบบเดียว โดยต้องไปก่อสร้างตามสถานที่ต่างๆ กันในการหันด้านหน้าอาคารสู่ทิศต่างๆ ทำให้มีการใช้พลังงานโดยเฉพาะระบบปรับอากาศไม่เท่ากัน โดยเฉพาะการหันด้านหน้าอาคารเข้าสู่ทิศตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งจะทำให้มีภาระทำความเย็นของอาคารที่สูง

เนื่องจากกรุงเทพมหานครอยู่ในเขตร้อน-ชื้น ที่มีอิทธิพลจากแสงแดด ความชื้น และความร้อนจากภายนอกอาคาร โดยมีฝนตกชุก และอุณหภูมิสูงเกือบตลอดปี ทำให้เกิดปัญหาในการออกแบบอาคาร คือปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร (Cooling Load) ซึ่งส่งผลต่อการบริโภคพลังงานเป็นอย่างมาก ในการออกแบบอาคารอาคารสถานีตำรวจในเขตนครบาล ซึ่งหมายถึงอาคารสถานีตำรวจในเขตกรุงเทพมหานคร ตามปัจจัยดังกล่าวในขั้นต้น การออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร หากมีการจัดวางอาคารและรูปทรงที่เหมาะสมกับทิศทางของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคาร สัดส่วนช่องเปิดหรือหน้าต่าง เพื่อรับแสงธรรมชาติที่เหมาะสม การเลือกวัสดุที่ใช้เป็นเปลือกอาคารในส่วนผนังทึบและผนังโปร่งแสง รวมถึงการให้ร่มเงากับตัวอาคารเพื่อป้องกันความร้อนโดยตรงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งผ่านความร้อนเข้าในอาคารเป็นอย่างมาก โดยนำมาพิจารณาเป็นแนวทางการออกแบบ เพื่อความเหมาะสมในการใช้งานในแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา เพราะการควบคุมสภาวะภายในอาคาร ไม่ว่าจะโดยการใช้เครื่องปรับอากาศ หรือการใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติรวมถึงช่วงเวลาและระยะเวลาในการใช้งานเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณา ก็จะทำให้อาคารสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ความสำคัญของปัญหา

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาการหารูปทรงของอาคาร, การจัดวางทิศทางอาคารและรูปทรงอาคารที่เหมาะสม คุณสมบัติของวัสดุอาคารที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร สัดส่วนช่องเปิดของอาคาร และการใช้การให้ร่มเงากับอาคาร สำหรับอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาลตามแบบมาตรฐานที่ใช้อยู่สำหรับกองบัญชาการตำรวจนครบาล สำนักงานตำรวจแห่งชาติ เพื่อที่จะใช้เป็นแนวทางในการนำไปใช้งานของอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ให้เหมาะสมในพื้นที่ของกรุงเทพมหานคร และความแตกต่างกันในแต่ละทิศทางที่อาคารจะถูกนำไปก่อสร้าง ซึ่งหากมีการออกแบบอาคารโดยการจัดวางอาคารและรูปทรงที่เหมาะสม การเลือกใช้วัสดุสำหรับกรอบอาคาร การกำหนดสัดส่วนช่องเปิดเพื่อรับแสงธรรมชาติและการระบายอากาศ รวมถึงการให้ร่มเงากับตัวอาคารแล้วก็จะทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดสำหรับอาคารในการประหยัดพลังงาน

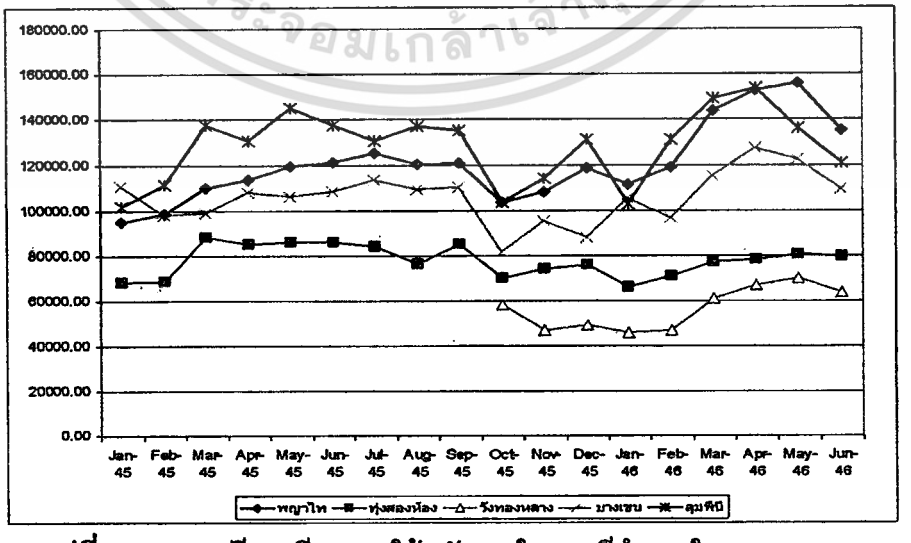
1.2.1 รายละเอียดการพลังงาน

สถานีตำรวจขนาดใหญ่มีแบบมาตรฐานสำหรับการใช้งานแตกต่างกันตามแต่ละท้องที่ ที่มีความแตกต่างในเรื่องของจำนวนคดี และช่วงเวลาที่เกิดคดี เช่นหากมีพื้นที่ อยู่ในเขตสำนักงาน จำนวนการใช้งานในช่วงเวลากลางวันจะมากกว่าตอนกลางคืน ขณะที่หากสถานีตั้งอยู่ในเขตพื้นที่แหล่งท่องเที่ยวกลางคืน ก็จะมีการใช้งานในช่วงเวลากลางคืนที่มากขึ้น รวมถึงหากอยู่ในเขตที่มีจำนวนคดีมากๆ ก็จะทำให้อัตราเจ้าหน้าที่ และการใช้งานของอาคารในส่วนต่างๆ มากขึ้น โดยแบ่งแบบมาตรฐานออกเป็น แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดเล็ก แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดกลาง และแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ซึ่งการวิจัยกำหนดการศึกษาการใช้งานในแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ตามแบบเลขที่ 6748/44 ก. ของกองโยธาธิการ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 รายละเอียดการใช้ไฟฟ้าของสถานีตำรวจที่ใช้แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล

	สน.พญาไท	สน.ทุ่งสองห้อง	สน.วังทองหลาง	สน.บางเขน	สน.ลุมพินี
ก.ย.-44	118193.25	64262.00	-	-	136405.00
ต.ค.-44	104765.50	69466.50	-	-	115421.00
พ.ย.-44	87017.00	60063.50	-	-	111307.00
ธ.ค.-44	97742.75	69182.00	-	-	118353.00
ม.ค.-45	94764.25	68421.00	-	110811.25	101687.00
ก.พ.-45	98640.00	68950.00	-	98251.00	111366.00
มี.ค.-45	109797.50	88147.25	-	99261.25	137602.00
เม.ย.-45	113376.00	85116.00	-	108277.75	130841.00
พ.ค.-45	119230.25	86126.50	-	106334.00	145260.00
มิ.ย.-45	121428.00	86126.50	-	108354.75	137678.00
ก.ค.-45	125178.75	84105.75	-	113406.75	130926.00
ส.ค.-45	120260.00	76333.00	-	109365.25	137107.00
ก.ย.-45	120600.00	85116.00	-	110375.50	135230.00
ต.ค.-45	103493.50	69918.75	58300.00	82085.00	103675.00
พ.ย.-45	108287.75	74001.75	46721.50	95219.75	113816.00
ธ.ค.-45	118365.75	76022.50	48742.25	88147.25	131065
ม.ค.-46	111210.50	65918.75	45711.25	105323.50	102716.00
ก.พ.-46	118804.00	71191.75	46514.25	96897.50	131370.00
มี.ค.-46	143610.00	77361.25	60909.50	115405.50	149164.00
เม.ย.-46	152855.00	78389.50	67079.00	127744.25	153781.00
พ.ค.-46	155929.00	80445.75	70163.50	122603.25	136241.00
มิ.ย.-46	135114.00	79417.75	63994.25	109236.25	120664.00



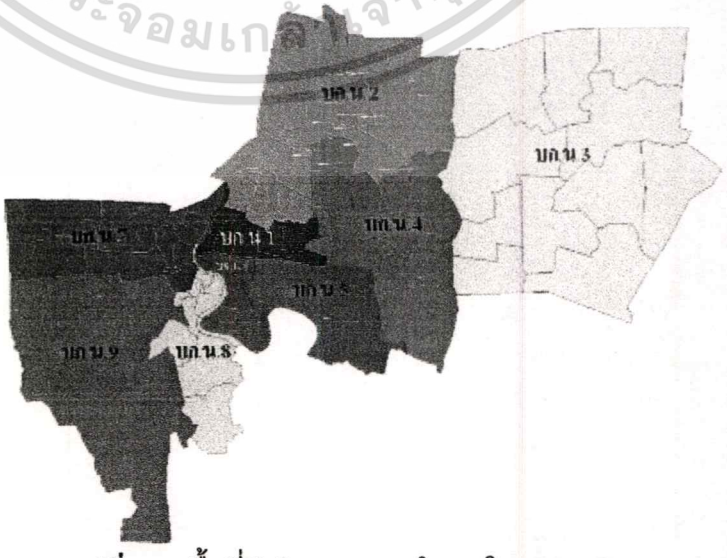
รูปที่ 1.1 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานในสถานีตำรวจในเขตนครบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าการใช้ไฟฟ้ามีความแตกต่างกันตามสถานีตำรวจขนาดใหญ่แต่ละสถานีมีการใช้ไฟฟ้าแตกต่างกันตามจำนวนของการใช้งานของเจ้าหน้าที่ในแต่ละสถานี และประชาชนที่เข้ามาติดต่อ จำนวนเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ไฟฟ้าสำนักงาน และรายละเอียดการปฏิบัติงานในแต่ละสถานี โดยสถานีตำรวจนครบาลพญาไทมีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 115,067.16 บาทต่อเดือน สถานีตำรวจนครบาลทุ่งสองห้อง มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 71,193.56 บาทต่อเดือน สถานีตำรวจนครบาลวังทองหลาง มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 56,904.50 บาทต่อเดือน สถานีตำรวจนครบาลบางเขน มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 105,949.98 บาทต่อเดือน และ สถานีตำรวจนครบาลลุมพินี มีการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย 127,426.51 บาทต่อเดือน และมีการใช้ไฟฟ้าที่สูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนมิถุนายนซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนของทุกปี และลดลงในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวของทุกปี

1.2.2 รายละเอียดการใช้งานในอาคารสถานีตำรวจ

สถานีตำรวจต่างๆในเขตนครบาล ขึ้นอยู่กับกองบัญชาการตำรวจนครบาลเป็นหน่วยราชการระดับกองบัญชาการในสังกัดสำนักงานตำรวจแห่งชาติ มีภารกิจความรับผิดชอบในการรักษาความสงบเรียบร้อย ป้องกันปราบปรามอาชญากรรม และบริการประชาชนในเขตกรุงเทพมหานครมีพื้นที่รับผิดชอบ 1,568 ตารางกิโลเมตร มีประชากรตามสำเนาทะเบียนราษฎร์ 5,680,380 คน มีประชากรแฝงประมาณ 6,700,000 คน รวมเป็นประชาชนที่ต้องดูแลทั้งสิ้นประมาณ 12 ล้านคนเศษ ขณะที่กองบัญชาการตำรวจนครบาลมีกำลังพลทั้งสิ้น 23,148 นาย เป็นชั้นสัญญาบัตร 3,596 นาย และชั้นประทวน/พลตำรวจ 19,552 นาย แยกเป็นกำลังพลที่ทำหน้าที่ป้องกันปราบปราม 19,062 นาย และงานสนับสนุน อำนวยการ และอื่นๆ 4,086 นาย



รูปที่ 1.2 พื้นที่รับผิดชอบของตำรวจในเขตนครบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนสถานีตำรวจทั่วประเทศมีจำนวน 1,445 สถานี เป็นสถานีตำรวจภูธรอำเภอ 795 สถานี, สถานีตำรวจกิ่งอำเภอ 81 สถานี สถานีตำรวจภูธรตำบล 482 สถานี และสถานีตำรวจที่อยู่ในกรุงเทพมหานคร หรือในเขตนครบาล 87 สถานี ปัจจุบันมีสถานีตำรวจที่ใช้แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เลขที่ 6748/44 ก. ของกองโยธาธิการ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ ซึ่งเป็นแบบปัจจุบันได้แก่ สถานีตำรวจนครบาลพญาไท สถานีตำรวจนครบาลลุมพินี สถานีตำรวจนครบาลทุ่งสองห้อง สถานีตำรวจนครบาลบางเขน สถานีตำรวจนครบาลร่มเกล้า, สถานีตำรวจนครบาลฉลองกรุง สถานีตำรวจนครบาลนิมิตรใหม่ สถานีตำรวจนครบาลท่าพระ สถานีตำรวจนครบาลบางขุนนนท์ สถานีตำรวจนครบาลโชคชัย สถานีตำรวจนครบาลวังทองหลาง สถานีตำรวจนครบาลประเวศ และสถานีตำรวจนครบาลบางซื่อ ส่วนสถานีตำรวจนครบาลธรรมศาลา กำลังอยู่ในระหว่างการก่อสร้าง โดยแนวโน้มในอนาคตของการขออนุญาตก่อสร้างสถานีตำรวจในเขตนครบาลในอนาคตจะเป็นแบบสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เนื่องจากมีความต้องการในการรองรับการขยายตัวของเมืองที่เพิ่มขึ้นในอนาคต

จากปัญหาที่พบในการใช้ที่ตั้งในการใช้งานเป็นสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ซึ่งพบว่าเนื่องจากอาคารเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า นำไปวางในแต่ละทิศที่อาคารหันด้านหน้าในทิศทางต่างๆ ไม่เหมือนกัน เนื่องจากมีแบบมาตรฐานเพียงแบบเดียว ทำให้อาคารที่หันหน้าไปทางทิศตะวันตก และทิศดังกล่าวมีปัญหาในการรับอิทธิพลความร้อนที่มาก รวมถึงการใช้วัสดุที่เป็นกรอบอาคารทั้งผนังทึบและกระจกที่ยังไม่สามารถลดความร้อนจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคาร ซึ่งหากได้มีการแก้ไขปรับปรุงการใช้รูปทรงอาคาร และการจัดวางทิศทางที่เหมาะสม การให้ร่มเงาอาคารในแต่ละทิศทางที่จะนำแบบมาตรฐานไปใช้ การใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อน ก็จะทำให้อาคารมีการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศลดลง

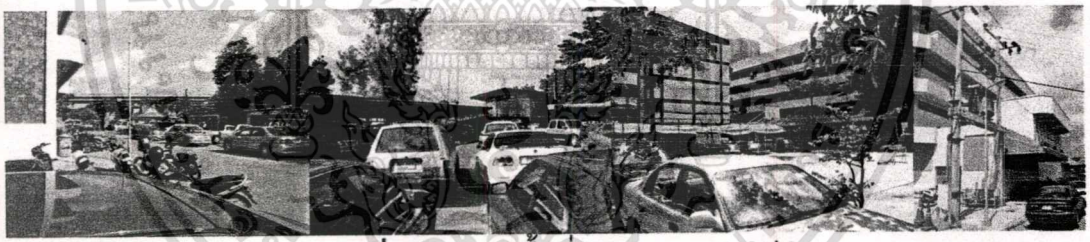
รูปที่ 1.3 สถานีตำรวจขนาดใหญ่ในแต่ละพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 ปัญหาในการเลือกที่ตั้งอาคาร และ สภาพแวดล้อม

เนื่องจากโดยทั่วไปของการเลือกที่ตั้งของการใช้เป็นพื้นที่สร้างสถานีตำรวจในเขตนครบาล ซึ่งโดยส่วนใหญ่หน่วยงานสถานีตำรวจแต่ละท้องที่จะเป็นผู้หาพื้นที่ในการก่อสร้างสถานีตำรวจเอง ซึ่งจากข้อจำกัดในเรื่องที่ดินแต่ละที่ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะการหันทิศทางของอาคารสู่ด้านหน้าในแต่ละที่ไม่เหมือนกัน ในขณะที่มีแบบมาตรฐานแบบเดียวในการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดความร้อนเข้าสู่อาคารทำให้มีการบริโภคพลังงานที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะแบบที่มีกรอบอาคารด้านยาวหันหน้าเข้ารับความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง

การที่มีขนาดของพื้นที่ของการใช้เป็นสถานีตำรวจมีขนาดค่อนข้างจำกัดเนื่องจากมีการเน้นที่ตัวอาคารมากกว่า ทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของการจอดรถที่ไม่เพียงพอและหนาแน่น ทำให้เกิดทัศนียภาพที่ค่อนข้างอึดอัด รวมถึงพื้นที่โดยรอบอาคารเป็นคอนกรีตทำให้เกิดความร้อนโดยรอบอาคารที่มาก ซึ่งหากมีการจัดพื้นที่สำหรับสถานีตำรวจให้มากขึ้น และนำต้นไม้ และพืชคลุมดินมาใช้โดยรอบอาคาร ก็จะทำให้มีทัศนียภาพที่ดียิ่งขึ้น รวมถึงทำให้อุณหภูมิโดยรอบอาคารลดลง



รูปที่ 1.4 การใช้พื้นที่โดยรอบของสถานีตำรวจ

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มุ่งที่จะศึกษาแนวทางการออกแบบอาคาร สำหรับอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาลต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร ที่มีการทำงานแตกต่างกันในด้านประเภทการใช้งาน และช่วงเวลา ภายในอาคารเพื่อให้ผู้ใช้อาคารอยู่ในสภาวะน่าสบาย และช่วยลดพลังงานในอาคาร ซึ่งมีเป้าหมายในการลดการใช้พลังงานในอาคารลง มีวัตถุประสงค์ดังนี้

3.1 เพื่อศึกษาแนวทางการเลือกสถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อม และการจัดวางทิศทางของอาคารของสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ในเขตนครบาล

3.2 เพื่อศึกษารูปทรงอาคารที่เหมาะสมกับอาคารสถานีตำรวจในเขตนครบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เพื่อศึกษาสัดส่วนของช่องเปิดเพื่อรับแสงธรรมชาติ ของสถานีตำรวจขนาดใหญ่

3.3 เพื่อศึกษาหาคุณสมบัติของการส่งผ่านความร้อนของวัสดุอาคารตามประเภทของการใช้งานในแต่ละช่วงเวลาให้เหมาะสมพฤติกรรมของอาคาร รวมถึงการใช้สี และลักษณะพื้นผิว ให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนให้กับสถานีตำรวจขนาดใหญ่

3.4 เพื่อศึกษาการให้เงากับอาคารเพื่อลดความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคาร โดยการให้ร่มเงากับอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ในแต่ละทิศ สำหรับใช้เป็นแบบมาตรฐาน

3.5 เพื่อศึกษาและเสนอแนะ แนวทางการประยุกต์ใช้สำหรับแบบมาตรฐานของอาคารราชการต่างๆ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

งานวิจัยนี้มีการแบ่งขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.4.2 ทำการศึกษาการใช้พลังงานในอาคาร จากหุ่นจำลอง หรือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual DOE version 3.1 ของอาคารสถานีตำรวจนครบาลทั้ง 8 ทิศทาง

1.4.3 ทำการแก้ไขโดยการนำพื้นที่ของอาคารเดิมมาทำการออกแบบโดยการใช้ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประหยัดพลังงาน มาใช้ในการออกแบบ ได้แก่

- การจัดวางทิศทางของอาคาร
- การกำหนดรูปทรงของอาคาร
- การกำหนดสัดส่วนช่องแสงให้กับอาคาร
- การเลือกวัสดุ และการให้ร่มเงาอาคาร

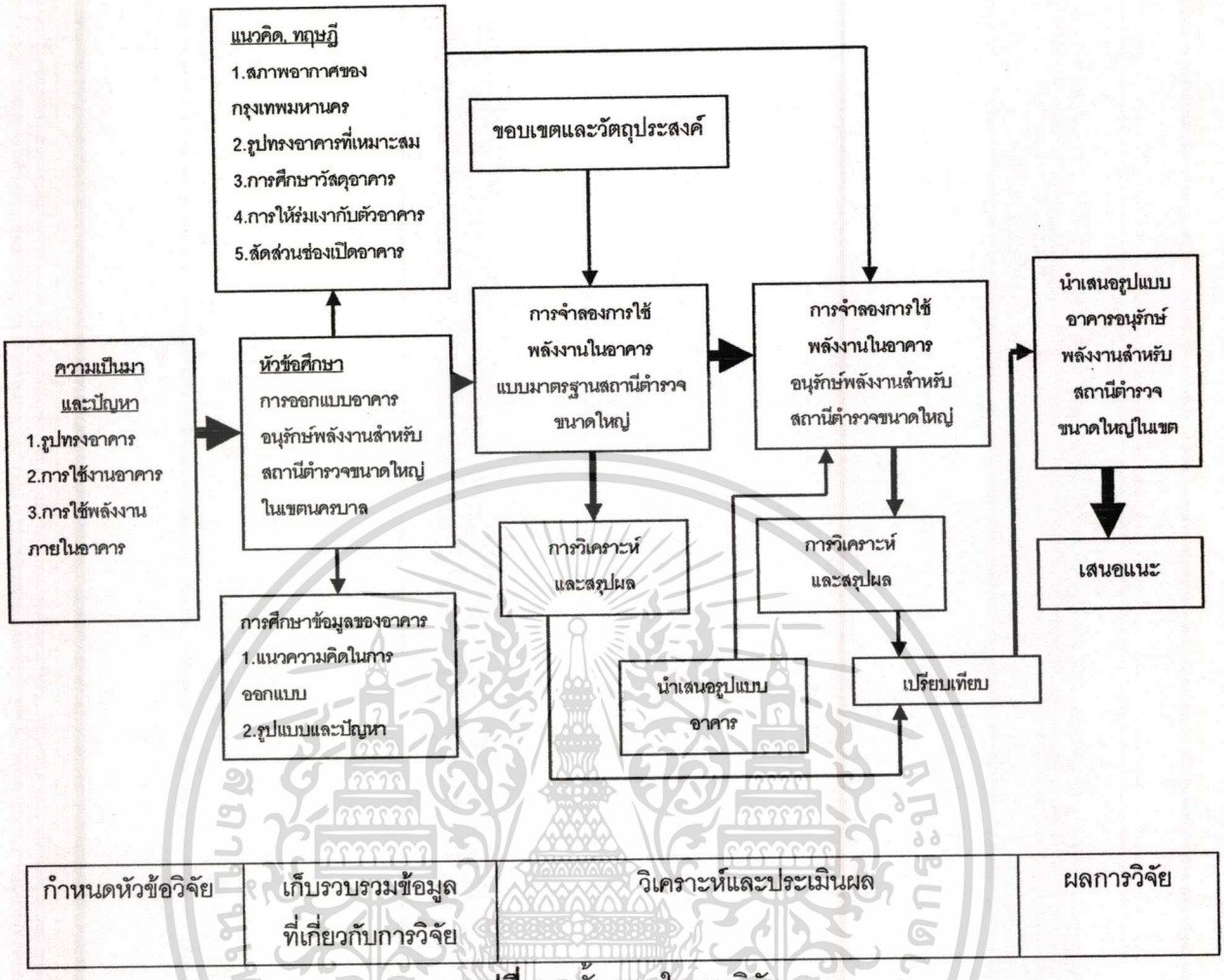
1.4.4 ทำการศึกษาอาคารที่ได้ทำการออกแบบใหม่โดย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual DOE version 3.1

1.4.5 ทำการเปรียบเทียบผลของการจำลองการใช้พลังงานในอาคารกับอาคารเดิม

1.4.6 ขั้นตอนประเมินผล

1.4.7 สรุปผลและข้อเสนอแนะในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.5 ขั้นตอนในการวิจัย

1.5. ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ศึกษาลักษณะการจัดวางอาคารบนพื้นที่ ที่หันหน้าออกสู่ต่างๆ ในแต่ละทิศ โดยกำหนด 8 ทิศ ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออก ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทิศใต้ ทิศตะวันตก และ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยกำหนดเป็นอาคารเดียว ไม่คิดถึงอาคารข้างเคียงและสิ่งแวดล้อม

1.5.2 ศึกษาการใช้พลังงานของอาคารที่ทำการสถานีตำรวจในเขตนครบาลตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ตามแบบเลขที่ 6748/44 ก. ของกองโยธาธิการ สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

1.5.3 ศึกษารูปทรง และการใช้พื้นที่อาคารที่ทำการในแต่ละส่วน สำหรับการจัดวางพื้นที่ในอาคารในส่วนต่างๆ ให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งานในเวลาต่างๆ และประเภทของการระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 ศึกษาการเลือกใช้เปลือกอาคาร ในการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคาร

1.5.5 เพื่อศึกษาคุณสมบัติในราคาการก่อสร้าง (Operation Cost) และราคาทางเศรษฐกิจ (Economic Cost)

1.5.6 เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของการจัดวางที่ตั้งอาคารที่ต้องการจะใช้สำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่รวมถึงสภาพแวดล้อมของที่ตั้งอาคาร

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 เป็นแนวทางในการออกแบบให้เข้าใจถึงรูปทรง สภาพแวดล้อม และการจัดวางทิศทางที่เหมาะสมสำหรับอาคารสถานีตำรวจในเขตนครบาลที่มีการทำงาน 24 ชั่วโมง และมีพื้นที่การทำงานในช่วงเวลาต่างๆ แตกต่างกัน รวมถึงมีการผสมระหว่างพื้นที่ปรับอากาศ และระบายอากาศธรรมชาติ

1.6.2 เป็นแนวทางในการออกแบบให้เข้าใจถึงคุณสมบัติการถ่ายเทความร้อน และตัวแปรในการกำหนดวัสดุอาคารในแต่ละช่วงเวลา ของวัสดุในการประกอบการพิจารณาเลือกใช้วัสดุอาคาร

1.6.3 เป็นแนวทางในการป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่อาคารโดยการให้ร่มเงากับอาคารเพื่อลดความร้อนเข้าสู่อาคารจากทิศต่างๆ

1.6.4 เป็นแนวทางในการเลือกใช้สัดส่วนของช่องแสงเพื่อเป็นการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เพื่อลดการใช้พลังงานจากแสงประดิษฐ์

1.6.5 เป็นแนวทางในการวิเคราะห์เลือกสถานที่ตั้ง และสภาพแวดล้อมที่ดี สำหรับอาคารสถานีตำรวจ ในเขตนครบาล

1.6.6 เป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ในเขตนครบาล หรืออาคารแบบมาตรฐานอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียง เพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงาน เพื่อลดพลังงานโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 ระยะเวลา และแผนการดำเนินงาน

1.7.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.7.2 การศึกษาทฤษฎีรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

1.7.3 ขั้นตอนการทำหุ่นจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการประเมินผล จากอาคารเดิม

1.7.4 ขั้นตอนการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงาน

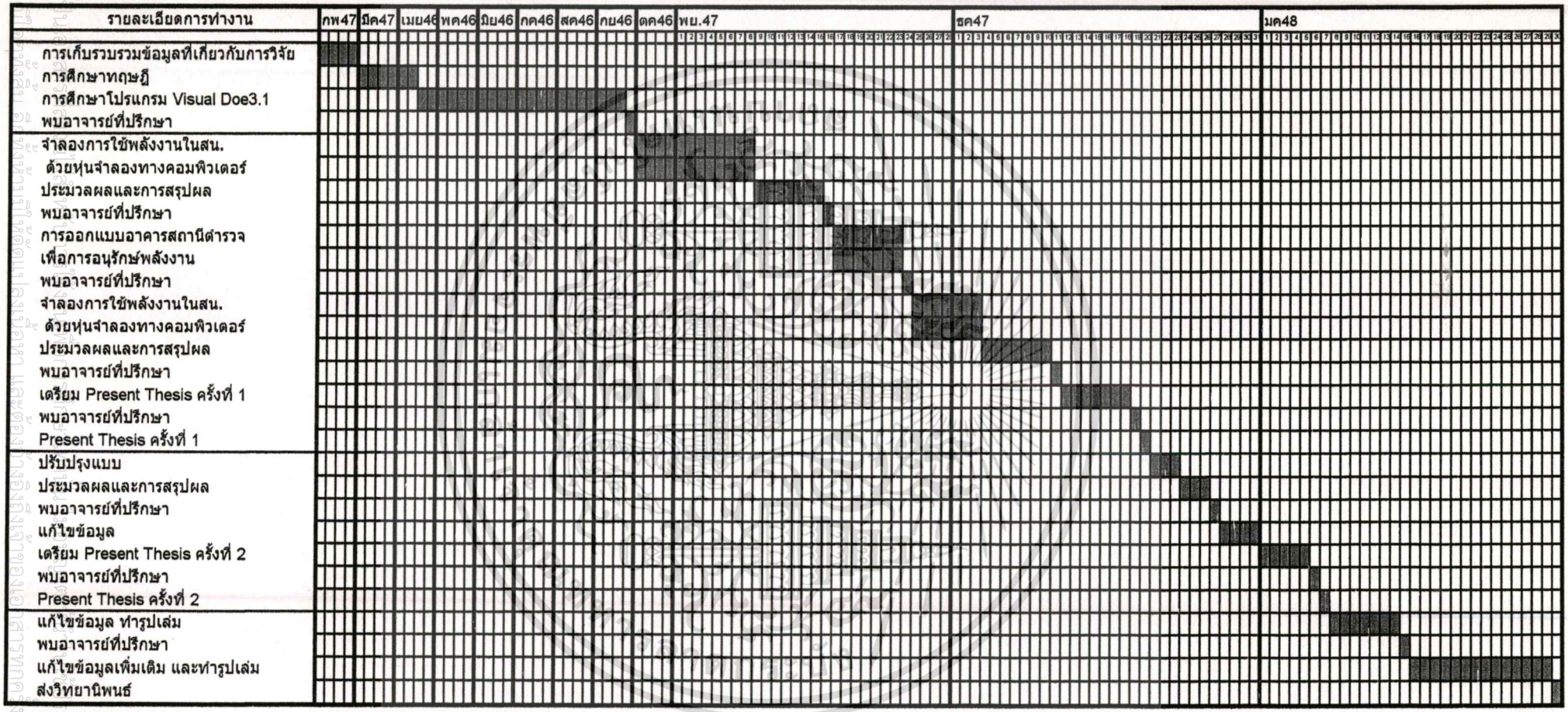
1.7.5 ขั้นตอนการทำหุ่นจำลองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และการประเมินผล จากอาคารที่ทำการออกแบบใหม่

1.7.6 ขั้นตอนการประเมินผลวิเคราะห์

1.7.7 สรุปผลและข้อเสนอแนะใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ระยะเวลาที่ดำเนินการวิจัย

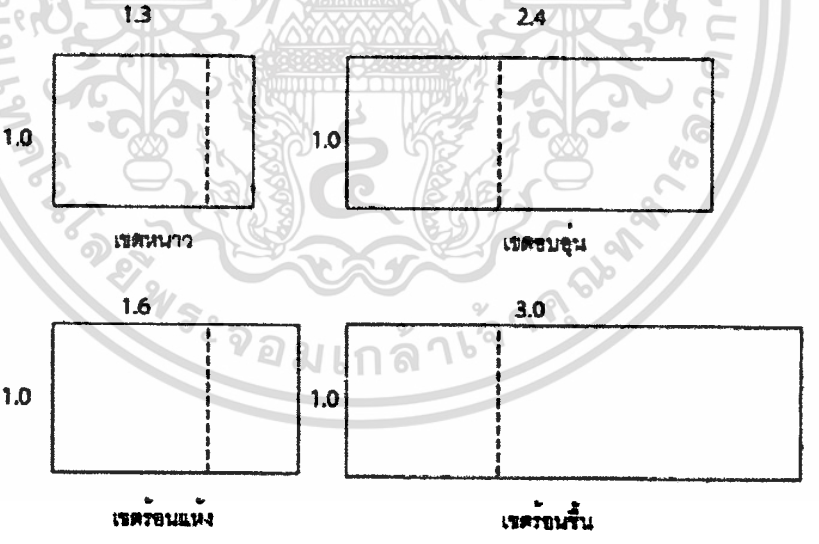


บทที่ 2
การออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

2.1 รูปทรง และการจัดวางทิศทางอาคาร

โดยทั่วไป รูปทรงอาคารที่ดีที่สุดคือรูปทรงที่เสียความร้อนในบรรยากาศน้อยที่สุดในฤดูหนาว และรับความร้อนจากบรรยากาศในฤดูร้อนน้อยที่สุด (สมสิทธิ์ นิตยะ, 2545) แต่สำหรับในเขตร้อนชื้น เช่นในประเทศไทย อาคารต้องการรูปทรงที่ก่อให้เกิดการสูญเสียความร้อนให้กับบรรยากาศให้มากที่สุด แม้ในฤดูหนาว การทดลองเปรียบเทียบของบ้านขนาดเดียวกันและรูปทรงต่างกันในเขตหนาวจัด เขตอบอุ่น เขตร้อนแห้ง และเขตร้อนชื้นได้ผลปรากฏออกมาคือ

รูปทรงของอาคารในเขตหนาว ควรเป็น	1 : 1.3
รูปทรงของอาคารในเขตอบอุ่น ควรเป็น	1 : 2.4
รูปทรงของอาคารในเขตร้อนแห้ง ควรเป็น	1 : 1.6
รูปทรงของอาคารในเขตร้อนชื้น ควรเป็น	1 : 3



รูปที่ 2.1 ภาพเปรียบเทียบอัตราส่วนรูปทรงในแต่ละเขต

ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากดวงอาทิตย์แตกต่างกันออกไปตามฤดูกาล และตำแหน่งของท้องถิ่น เมื่ออุณหภูมิทั่วไปต่ำ อาคารควรจะวางให้รับการแผ่รังสีความร้อนมากที่สุด และในทางตรงข้าม เมื่ออุณหภูมิทั่วไปสูงเกินควร อาคารควรจะหันหลบการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ แต่การโคจรของดวงอาทิตย์บังคับไม่ให้สามารถที่หันทิศทางหนีได้มากนัก เนื่องจากถ้าหันทิศทางหนี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากเกินควร อาคารที่มีทิศทางการเปิดสองด้าน (เพื่อรับแสงธรรมชาติ รับลม และการระบายอากาศ) จะกลับต้องได้รับความร้อนเพิ่ม เนื่องจากการทะลุผ่านของแสงแดด และความร้อน

อย่างไรก็ตาม การวางทิศทางอาคาร (Orientation of Building) ในเขตร้อนยังต้องผนวกกับทิศทางลม เพื่อหาตำแหน่งที่ดีที่สุดในการวางอาคาร

2.2 พฤติกรรมการส่งผ่านความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เมื่อเข้าสู่วัตถุใดก็จำทำให้อุณหภูมิของวัตถุนั้นสูงขึ้น ปรากฏการณ์นี้สามารถอธิบายด้วยทฤษฎี "The Kinetic Theory of Matter" วัตถุใดก็ตามจะประกอบขึ้นด้วยโมเลกุล และโมเลกุลเหล่านั้นจะขยับเคลื่อนที่ตลอดเวลาทุกอุณหภูมิที่มีค่าสูงกว่าอุณหภูมิศูนย์สมบูรณ์ (Absolute Zero) หรือที่ –273.15 °C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับอุณหภูมิที่อยู่ในสภาพแวดล้อมปกติ เมื่อวัตถุได้รับความร้อน โมเลกุลของวัตถุจะเคลื่อนที่เร็วขึ้น อุณหภูมิก็จะสูงขึ้นตาม ที่เราเรียกว่า "ร้อนขึ้น" ขณะเดียวกันวัตถุที่สูญเสียความร้อนมีการย้ายความร้อนออกไปจากวัตถุ โมเลกุลของวัตถุเคลื่อนที่ช้าลง อุณหภูมิของวัตถุก็จะลดลง ที่เราเรียกว่า "เย็นลง" ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมปิด อุณหภูมิของวัตถุจะแลกเปลี่ยนกันจนอุณหภูมิของวัตถุทั้งหมดเท่ากัน ทั้งวัตถุที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ เพียงแต่ว่าการแลกเปลี่ยนและปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะแปรตามชนิดและคุณสมบัติของวัสดุ

2.2.1 วิธีการถ่ายเทความร้อน และคุณสมบัติเชิงอุณหภาพของวัสดุก่อสร้าง

วิธีการถ่ายเทความร้อนของวัตถุเกิดขึ้นโดยอาศัยหลักเบื้องต้น 3 วิธี คือ การนำ การพา และการแผ่รังสี นอกจากนี้ความร้อนยังสามารถถูกถ่ายเทออกไปด้วยกระบวนการระเหย โดยความร้อนแฝงที่มีอยู่ในอากาศถูกดูดซับโดยละอองความชื้นที่อยู่ในอากาศ และถูกปลดปล่อยออกไปสู่ที่อื่น

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่าการส่งผ่านความร้อนของวัสดุแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดที่ทำให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนผ่านเนื้อวัสดุแตกต่างกัน คุณสมบัติทั้ง 3 ประการ คือ สภาพการนำความร้อน (Thermal Conductivity), ความร้อนเฉพาะ (Specific Heat) และ ความหนาแน่น (Density)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 อิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิของวัสดุที่มีผลต่อสภาพการนำความร้อนของวัสดุ

ปริมาณความชื้นในเนื้อวัสดุ มีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการนำของวัตถุนั้น ๆ เพราะความชื้นคือการเพิ่มปริมาณน้ำในเนื้อวัสดุ และน้ำมีประสิทธิภาพการนำความร้อนค่อนข้างดี สามารถนำความร้อนได้ดีกว่าฉนวนถึง 10 เท่า ดังนั้นฉนวนที่มีความชื้น สภาพการเป็นฉนวนจะลดลง ส่วนอิทธิพลเรื่องอุณหภูมิของวัสดุที่มีผลต่อสภาพการนำความร้อนของวัสดุนั้น จะไม่เหมือนกับอิทธิพลเรื่องความชื้น เพราะไม่มีหลักการที่แน่นอน แต่เปลี่ยนแปลงไปตามชนิดของวัสดุนั้นๆ วัสดุบางชนิดมีสภาพการนำความร้อนได้ดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเช่นวัสดุก่อสร้างทั่วไป และมีวัสดุบางชนิดเช่น เหล็กที่ความสามารถในการนำความร้อนลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อวัสดุมีอุณหภูมิสูงขึ้น ความสามารถในการนำความร้อนจะลดหรือเพิ่ม จะแปรผันในลักษณะเป็นเส้นตรงกับคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิดเสมอ

2.2.3 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารแทนค่าด้วย U-Value มีหน่วยเป็น $W/m^2{}^\circ C$ เช่นเดียวกับค่าการนำความร้อนผ่านวัสดุ (Thermal Conductance, C) ต่างกันที่ค่า U คือปริมาณความร้อนที่ผ่านทะลุต่อหน่วยพื้นที่ขององค์ประกอบอาคาร เช่น ผนัง หลังคา หรือพื้น เป็นต้น ภายใต้สภาวะปริมาณความร้อนคงที่ ในหนึ่งหน่วยเวลา ต่อหน่วยอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปของอากาศในแต่ละด้านขององค์ประกอบอาคาร ซึ่งในการผ่านทะลุไปยังแต่ด้านขององค์อาคารนั้น มีชั้นอากาศบางๆ ที่เคลือบผิวหน้าของวัสดุแต่ละด้านซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนรวมขององค์ประกอบอาคารด้วย

2.2.4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสีความร้อน

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการแผ่รังสีความร้อนโดยทั่วไป แบ่งได้เป็น

Black Body เป็นวัสดุสมมุติทางทฤษฎี ซึ่งมีคุณสมบัติดูดกลืนรังสีทั้งหมดที่กระทบผิวของตัวมันเอง ไม่มีการสะท้อนกลับ ไม่มีการทะลุออกไป ดังเช่นวัสดุที่มีอยู่ทั่วไป ดังนั้นจึงใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบหาค่าการเปล่งความร้อนของวัตถุทั่วไป

การเปล่งความร้อน (Emissivity) คือ อัตราส่วนของค่าการแผ่รังสีความร้อนจากหน่วยพื้นที่ผิวของวัสดุชนิดที่ต้องการหาค่าการเปล่งความร้อน ต่อค่าการแผ่รังสีความร้อนจากหน่วยพื้นที่เดียวกันของ Black Body ที่อุณหภูมิเดียวกัน เช่น ค่าการเปล่งความร้อนของ Aluminum foil เท่ากับ 0.05 ที่อุณหภูมิผิววัสดุ หมายความว่า Aluminum foil เปล่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความร้อนออกมาเพียง 5% ของปริมาณความร้อนที่เปล่งออกมาจาก Black Body ในอุณหภูมิเดียวกัน

การสะท้อนความร้อน (Reflectivity) คือ อัตราส่วนของจำนวนรังสีความร้อนที่สะท้อนจากผิวของวัตถุต่อปริมาณรังสีความร้อนทั้งหมดที่ตกลงที่ผิวของวัตถุนั้น วัตถุที่มีค่าการสะท้อนความร้อนสูงจะมีค่าเปล่งความร้อนต่ำเสมอ ค่า 2 ตัวนี้ เป็นอัตราส่วนผกผันต่อกัน เมื่อนำค่าการเปล่งความร้อนกับค่าการสะท้อนความร้อนมารวมกันจะมีค่าเท่ากับ 1 เสมอ

คลื่นความร้อน คุณสมบัติการสะท้อนรังสีความร้อนของผิววัตถุเปลี่ยนแปลงตามความยาวของช่วงคลื่นความร้อนซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

สรุปแล้วความร้อนผ่านอากาศที่อยู่ช่องว่างระหว่างชั้นวัตถุจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายตัว คือ

- ความหนาของชั้นอากาศระหว่างชั้นวัตถุ และรูปลักษณะของชั้นอากาศในช่องว่างนั้น
- สภาพของชั้นอากาศระหว่างชั้นวัตถุ (แนวตั้ง แนวเอียง แนวนอน)
- ทิศทางการถ่ายเทอากาศ (ไหลขึ้นหรือไหลลง)
- การเปล่งความร้อนของผิวแต่ละด้าน
- ความต่างของอุณหภูมิสองข้างของชั้นอากาศระหว่างชั้นวัตถุ
- การพาความร้อนของชั้นอากาศในช่องว่างที่อยู่ใกล้ชิดกัน
- การระบายอากาศของชั้นอากาศระหว่างชั้นวัตถุ

2.3 การใช้วัสดุอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม มีผลโดยตรงต่อการสร้างสภาวะน่าสบาย และการอนุรักษ์พลังงาน การใช้วัสดุอาคารที่นำมาใช้ในการตกแต่งอาคาร หรือผิวเปลือก เป็นการสื่อถึงรูปแบบอาคาร และ เป็นการป้องกันความเย็น หรือความร้อนต่างๆ ที่จะเข้าสู่อาคาร ซึ่งในปัจจุบันมีวัสดุให้เลือกใช้อยู่หลากหลายชนิดด้วยกัน โดยความแตกต่างในเรื่องของการใช้ และคุณสมบัติของตัววัสดุ

ในการออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ (อรศิริ ปาณินท์, 2525) ได้เสนอให้เลือกใช้วัสดุผนังและหลังคาเป็นวัสดุเบา และมีการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (time lag) สั้น การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะท้อนรังสีความร้อน รวมทั้งเสนอให้ใช้ผนัง 2 ชั้น ที่มีช่องว่างระหว่าง 5-7.5 ซ.ม. ซึ่งจากการค้นคว้าพบว่า สามารถประหยัดพลังงานปรับอุณหภูมิได้มากกว่าผนังชั้นเดียวถึงร้อยละ 13.25 (ผนังอิฐ) 16.65 (ผนังไม้) 18.65 (ผนังกระเบื้องกระดาษ)

การใช้ผนังที่มีช่องระบายอากาศระหว่างผนังชั้นนอกกับผนังชั้นในการศึกษาระบบป้องกันรังสีความร้อนในเปลือกอาคาร (ธนิต จินดาวณิค, 2532 และ 2535) ผนังโดยทั่วไปมักไม่มีช่องระบายอากาศ ฉนวนป้องกันรังสีความร้อน (radian barrier) จะทำหน้าที่ได้ถ้าได้ออกแบบให้ผนังมีช่องอากาศอยู่ด้านนอก โดยให้ฉนวนหันหน้าสู่ช่องอากาศ อากาศร้อนในช่องอากาศจะลอยตัวขึ้นออกไป และอากาศเย็นกว่าจะเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ การระบายอากาศเกิดจากความแตกต่างของความดันอากาศเนื่องจากอุณหภูมิเดียวกัน

2.3.1 **มวลสาร**

ในการเลือกใช้วัสดุในส่วนที่เป็นผนังทึบภายนอกของอาคาร ให้มีคุณสมบัติในการประหยัดพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น นอกจากจะพิจารณาถึงความสามารถในการกันความร้อนได้ดี หรือมีค่า R-Value สูงแล้ว ยังต้องคำนึงถึงอิทธิพลของ "มวลสาร" (Thermal Mass) ที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนในอาคารอีกด้วย เพราะวัสดุที่มีมวลสารมากจะมีผลทำให้เกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ซึ่งเป็นปัจจัยหลักอันหนึ่งในการลด Peak Cooling Load ให้กับตัวอาคารได้

<u>อิทธิพลของมวลสารต่อการประหยัดพลังงาน</u>

1. ลด Peak Cooling Load ของการใช้พลังงานในอาคาร โดยมวลสารจะลด Peak ของความร้อนโดยการหน่วงเหนี่ยวความร้อนให้เข้ามาในอาคารในช่วงที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงกว่าภายใน ซึ่งเกิดการถ่ายเทความร้อนออกสู่ภายนอก ซึ่งเป็นการลด Impact ของผนังและอุณหภูมิภายนอกไม่ให้เกิดพร้อมๆ กัน

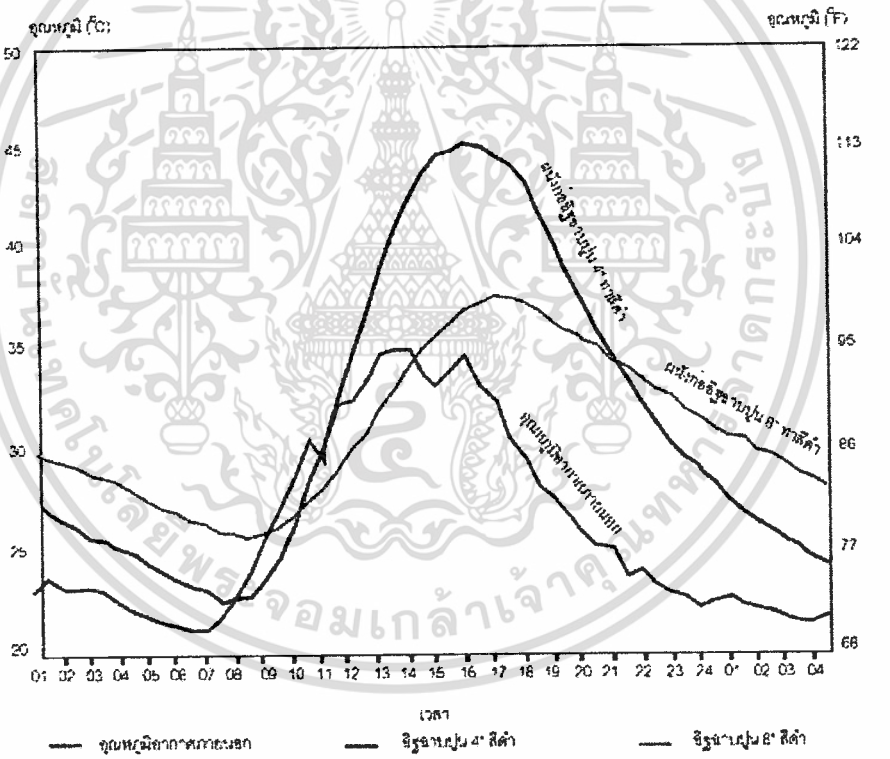
2. การลดทั้ง Peak Cooling Load และปริมาณพลังงานรวมที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร ซึ่งเกิดได้เฉพาะในกรณีที่อุณหภูมิภายในห้องอยู่ระหว่างค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดของอุณหภูมิอากาศภายนอกหรืออุณหภูมิผนังเท่านั้น สภาวะดังกล่าวจะเกิดได้ขึ้นอยู่กับที่ตั้งอาคาร เดือน การปรับสภาพแวดล้อม และการลดอุณหภูมิผิวผนัง

ในสภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร ซึ่งมีอุณหภูมิอากาศภายนอกสูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องมาก ทำให้การใช้มวลสารไม่สามารถช่วยลดปริมาณพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคารได้ แต่จะช่วยลดเฉพาะ Peak ของการใช้พลังงานในอาคารได้เท่านั้น เพราะไม่ว่าจะใช้มวลสารหรือผนังที่หนามากเพียงใด ก็ไม่สามารถช่วยลดอุณหภูมิเฉลี่ยของผนังได้

ผนังที่มีมวลสารมากก็จะมีค่าหน่วงเหนี่ยวเวลา (Time Lag) มาก โดยผนังก่ออิฐฉาบปูนจะมีอุณหภูมิภายในสูงสุดหลังจากอุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่าสูงสุดเป็นเวลา 3-2ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับความหนา และสีของผนัง และจะมีอุณหภูมิภายในสูงกว่าภายนอกต่อไปอีกหลายชั่วโมงเนื่องจากความจุความร้อนของมวลสาร (Heat Capacity) เมื่อเปรียบเทียบกับผนังโฟม ซึ่งมีมวลสารน้อย พบว่าเกือบจะไม่มีค่าการหน่วงเหนี่ยวเวลาเลย โดยอุณหภูมิภายในผนังโฟมจะแปรเปลี่ยนคล้อยตามอุณหภูมิภายนอกตลอดเวลา



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในของผนังก่ออิฐฉาบปูน 4" ที่เกิดจากอิทธิพลของมวลสารและสีเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอก (กรณีที่ไม่มีการปรับอากาศภายใน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
60465

2.3.2 การพิจารณาระบบควบคุมอาคาร ที่มีผลต่อการเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงาน

ในการออกแบบหรือเลือกใช้วัสดุเพื่อการประหยัดพลังงานในส่วนที่เป็นเปลือกอาคาร ต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานภายในอาคาร ซึ่งมีผลกระทบต่อการพิจารณาเลือกใช้วัสดุในส่วนนั้นๆ ด้วย เพราะการควบคุมสภาวะภายในอาคารไม่ว่าจะโดยการใช้เครื่องปรับอากาศ หรือการใช้ระบบระบายอากาศแบบธรรมชาติเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำมาพิจารณา โดยระบบควบคุมสภาวะภายในอาคารจำแนกเป็น 2 รูปแบบ คืออาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ และอาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ

<u>อาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ</u>

อาคารที่ใช้เฉพาะระบบการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยไม่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารจะมีความสัมพันธ์กับสภาวะภายนอกมาก ผู้ออกแบบจำเป็นต้องมีความเข้าใจถึงพฤติกรรม (Behavior) ที่เกิดขึ้นกับอาคารในช่วงเวลาต่างๆ เมื่อเลือกใช้วัสดุต่างชนิดกัน เพราะวัสดุผนังที่มีมวลสารแตกต่างกัน จะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในอาคารแต่ละช่วงเวลา ถ้าเป็นวัสดุที่มีมวลสารมาก เช่น ผนังก่ออิฐฉาบปูน หรือ ผนังคอนกรีต จะทำให้อุณหภูมิภายในมีการเปลี่ยนแปลงไม่รุนแรง เมื่อเปรียบเทียบกับผนังที่มีมวลสารน้อย เพราะมวลสารของผนังจะทำหน้าที่สะสมความร้อนไว้ในช่วงเวลาหนึ่ง ก่อนจะกระจายออกสู่ภายในอาคารเกิดการหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) ทำให้ในเวลากลางวันที่ภายนอกมีอากาศร้อนจัด แต่อุณหภูมิภายในไม่สูงนัก บางครั้งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกได้ ซึ่งเป็นเหตุผลเดียวกับการที่อุณหภูมิภายใน "โบสถ์ไทยโบราณ" เย็นสบายในเวลากลางวัน ดังนั้น ลักษณะของระบบผนังหรือเปลือกอาคารที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานในอาคารที่ไม่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคาร คือ

- มีความหนามากกว่าปกติ
- กันความร้อนได้ดี
- มีการหน่วงเหนี่ยวเวลา
- ไม่ดูดซับความร้อน,ความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาคารที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศ

ในกรณีที่อาคารมีการติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อควบคุมสภาวะภายในอาคาร ผู้ออกแบบจำเป็นต้องพิจารณาถึงรูปแบบการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศที่แตกต่างกันในอาคารแต่ละประเภท เพราะลักษณะของระบบควบคุมอาคารที่แตกต่างกันมีผลกระทบอย่างมากต่อปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในการทำความเย็นให้กับอาคาร

ลักษณะของระบบผนังหรือเปลือกอาคาร ที่มีความเหมาะสมกับการใช้งานของอาคารที่แตกต่างกันมีดังนี้

อาคารที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลา สามารถควบคุมอุณหภูมิภายในมีความคงที่ในระดับที่ต้องการ ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าสู่อาคารส่วนใหญ่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายนอก แนวทางในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารทำได้โดยการเลือกใช้วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อน (R-Value) สูง หรือค่า "U" ต่ำ เพื่อลดภาระการทำความเย็นให้กับเครื่องปรับอากาศ

อาคารที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศเป็นระยะยาว เปิดเครื่องปรับอากาศตลอดเวลากลางวัน และปิดเวลากลางคืน ต้องมีการเลือกใช้วัสดุต่างๆให้ผสมผสานกันอย่างเหมาะสม เพื่อให้สามารถควบคุมสภาวะภายในอาคาร และเป็นการประหยัดพลังงาน โดยพิจารณาจากตำแหน่งในการติดตั้งและคุณสมบัติของวัสดุ ดังนี้

- การนำ "Mass" ไว้ด้านนอก เป็นการลดความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิจากสภาวะภายนอก
- การติดตั้ง "ฉนวน" ไว้ด้านในอาคาร เป็นการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร
- การใช้ "Reflective Insulation" เป็นการนำคุณสมบัติในการต้านความร้อนในกรณีที่เกิดความร้อนไหลลง (Heat Flow Down) ในช่วงเวลากลางวันมาใช้โดยเฉพาะส่วนของหลังคา

อาคารที่มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศบ่อยๆ สำหรับพื้นที่ที่ต้องการเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศบ่อยๆ เป็นระยะเวลาสั้นๆ ระบบผนังที่เหมาะสมกับการใช้งานแบบนี้คือ ต้องเป็นผนังที่มีมวลสารน้อย มีการติดตั้งฉนวนป้องกันความร้อน วัสดุที่ไม่มีการสะสมความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การเลือกใช้วัสดุอาคาร

ปัญหาหลักอย่างหนึ่งในการออกแบบอาคาร คือ การลดปริมาณความร้อนที่จะเข้ามาในอาคาร (Cooling Load) เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตร้อน-ชื้น ที่มีอิทธิพลจากแสงแดด ความชื้น และความร้อนจากภายนอกอาคาร พบว่า การที่จะนำเอาความเย็นในตอนกลางคืนมาใช้ในเวลากลางวัน โดยการอาศัยการหน่วงเวลา (Time Lag) ของวัสดุ ทำได้ยากมาก เพราะความแตกต่างของอุณหภูมิกลางวันและกลางคืนไม่มากพอ ดังนั้นการลดประมาณความร้อนเท่าที่เทคโนโลยีในปัจจุบันจะเอื้ออำนวย จึงเป็นการควบคุมความร้อนให้เข้ามาในอาคารได้น้อยที่สุดเป็นหลัก

วัสดุที่ใช้เป็นเปลือกอาคารในส่วนผนังทึบ จัดว่าเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อการส่งผ่านความร้อนเข้าในอาคารเป็นอย่างมาก ข้อควรคำนึงในการพิจารณาเลือกใช้วัสดุทึบแสงสำหรับสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นแบบในประเทศไทย จึงมีลักษณะ ดังนี้

<u>คุณสมบัติด้านการประหยัดพลังงานและการกันความชื้น</u>

- มีความสามารถในการกันความร้อนได้ดี (ค่า R-Value สูง)
- ไม่สะสมความร้อน หรือมีความจุความร้อน (Thermal Capacity) ต่ำ
- มีความทนทานต่อการขยายตัวและหดตัวได้ดี เพื่อลดปัญหาการแตกร้าว
- ไม่ดูด หรือ อมความชื้น และกันน้ำได้ดี
- กันการรั่วซึมของอากาศได้ดี

<u>คุณสมบัติในการก่อสร้าง และเศรษฐกิจ</u>

- มีน้ำหนักเบา และ มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
- มีความสามารถต้านทานแรงลม และการสั่นสะเทือน
- ราคาประหยัด และหาได้ง่าย
- ค่าบำรุงรักษาต่ำ และมีความทนทานสูง

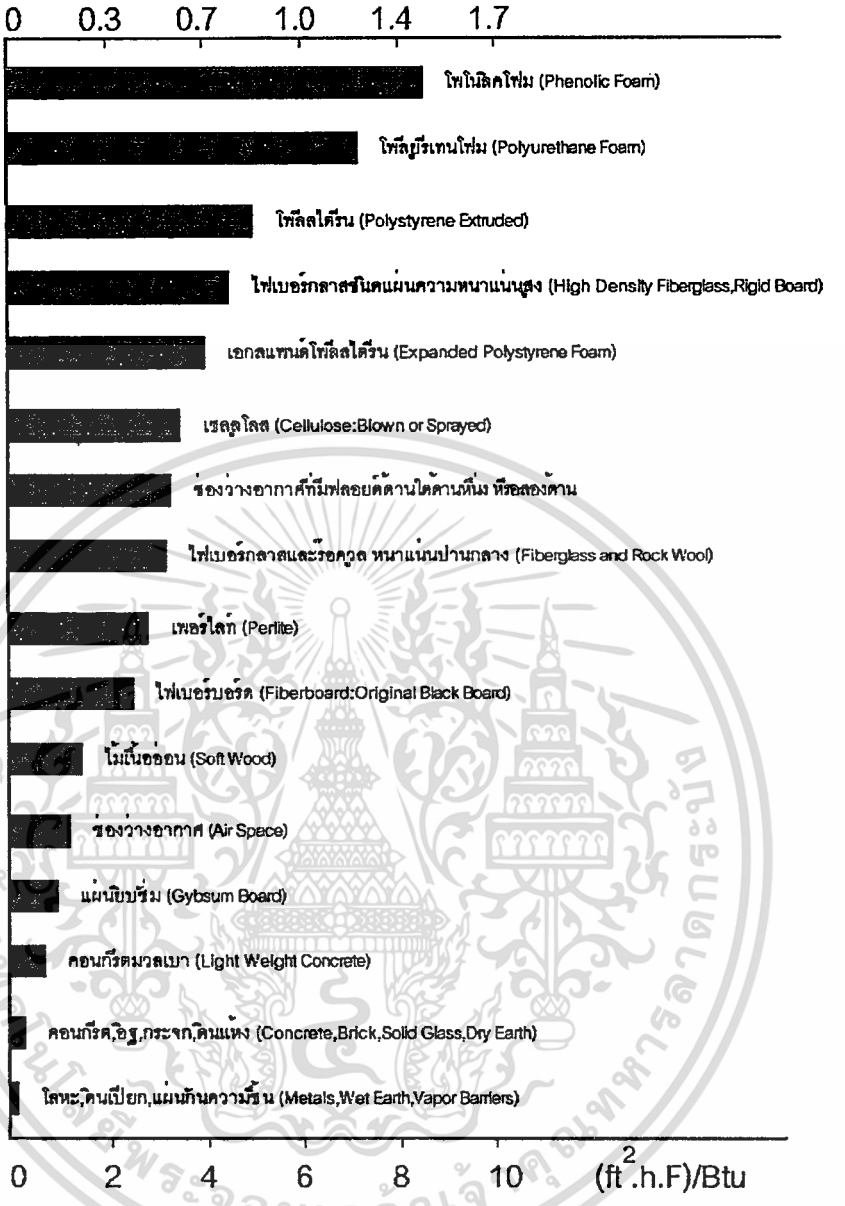
<u>คุณสมบัติทางด้านที่เกี่ยวกับสภาพแวดล้อม</u>

- ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และสภาพแวดล้อม
- มีความสวยงาม และทนทาน
- มีอัตราการกันไฟสูง หรือไม่ติดไฟ

<u>คุณสมบัติด้านการกันเสียง</u>

- สามารถป้องกันเสียงจากภายนอก หรือแหล่งกำเนิดเสียงได้ดี
- มีค่าการดูดซับเสียง หรือสะท้อนเสียงภายในได้ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเปรียบเทียบค่าความต้านทานความร้อน (R) ของวัสดุต่างๆ ที่มีความหนา 1 นิ้ว

1. ช่องว่างอากาศที่มีฟลอยด์ด้านเดียวหรือสองด้าน มีค่าความต้านทานความร้อนไม่แตกต่างกันมาก **แต่ค่าความต้านทานความร้อนจะมากน้อย ขึ้นอยู่กับทิศทางของการไหลของความร้อน ในตารางเป็นการถ่ายเทความร้อนในแนวนอน**

2. **ค่าความต้านทานความร้อนของช่องว่างอากาศ ไม่ได้แปรผันโดยตรงกับช่องว่างอากาศ**

3. **ขึ้นอยู่กับความหนาแน่น ค่าความต้านทานความร้อนของคอนกรีตมวลเบาอาจแปรผันได้ตั้งแต่** 0.03 ไปจนถึง 0.3 m2,K/W

ที่มา : เอกสารประกอบการบรรยาย รศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติด้านอุณหภาพของวัสดุก่อสร้างแต่ละชนิด

รายชื่อวัสดุ	k-value (W/m°C)	ความหนาแน่น ($Kg./m^3$)	ความร้อนจำเพาะ (Kj./Kg.°C)
<u>หมวดวัสดุทั่วไป</u>			
1. อากาศ	0.026	1.2058	1.009
2. น้ำ	0.667	1.000	4.187
3. อะลูมิเนียม	210.82	2560	0.900
4. เหล็กเคลือบผิว	50.05	7769	0.502
5. กระจก	1.0528	2451	0.670
<u>หมวดวัสดุก่อสร้าง</u>			
1. ค.ส.ล.	1.7307	2290	0.8790
2. คอนกรีตเบา	0.4327	1281	1.05
3. แผ่นซีเมนต์ไยหิน	0.649	1922	0.8371
4. ปูนฉาบ	0.8797	1890	0.8790
5. อิฐ	1.1538	1585	0.8371
6. กระเบื้องดินเผา	0.8365	1890	0.9209
7. กระเบื้องโมเสก	1.7307	2242	0.8371
8. แผ่นหินอ่อน	1.6297	2723	0.8371
9. แผ่นหินทราย	1.298	2002	0.8374
10. แผ่นหินแกรนิต	4.220	2604	0.920
11. ไม้ ,ไม้อัด	0.1384	720	1.8836
12. ไม้เนื้อแข็ง	0.202	881	1.884
13. แผ่นยิบซั่ม	0.173	990	0.840
14. แผ่นแอสฟัล)กันน้ำ	0.9374	1121	1.3395
<u>วัสดุฉนวนกันความร้อน</u>			
1. ไฟเบอร์กลาสผิวด้าน	0.0403	48	0.8790
2. ไยแร่	0.034-0.04	48-300	0.8790
3. โปลีสไตริน	0.0317	16	1.3395
4. โปลียูรีเทนโฟม	0.021	32	-
5. ไฟเบอร์บอร์ด	0.605	267	1.507
6. เวอมิคูไลท์	0.0692	128	0.8790

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 การใช้วัสดุ "ฉนวน" ในอาคาร

ในการลดปริมาณความร้อนเข้าสู่อาคารที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดทางหนึ่ง คือ การเลือกใช้วัสดุที่สามารถป้องกันความร้อนถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคาร หรือมีค่า R-Value สูง ฉนวน คือ วัสดุที่มีคุณสมบัติในการป้องกันความร้อน โดยมีค่าหน่วงเหนี่ยวความร้อน (Time Lag) น้อย ทำให้อิทธิพลภายนอกที่เข้ามาภายในเกิดขึ้นค่อนข้างรุนแรง ซึ่งมีทางแก้โดยการเพิ่มความหนาของฉนวนให้มากขึ้น แต่จะทำให้ราคาแพง ดังนั้น การออกแบบโดยการผสมผสานการใช้ฉนวนและมวลสาร จะเป็นผลดีในการหน่วงเหนี่ยวความร้อน ทำให้อุณภูมิภายในอาคารไม่เปลี่ยนแปลงรุนแรง เหมือนภายนอก และถ้าสามารถหน่วงเหนี่ยวเวลาได้อย่างเหมาะสม คือ ทำให้ปริมาณความร้อนที่เข้ามาภายในอาคารในช่วงเวลาที่อุณหภูมิภายนอกลดต่ำลงมากที่สุด ก็จะทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น

<u>ข้อพิจารณาในการเลือกใช้วัสดุฉนวน</u>

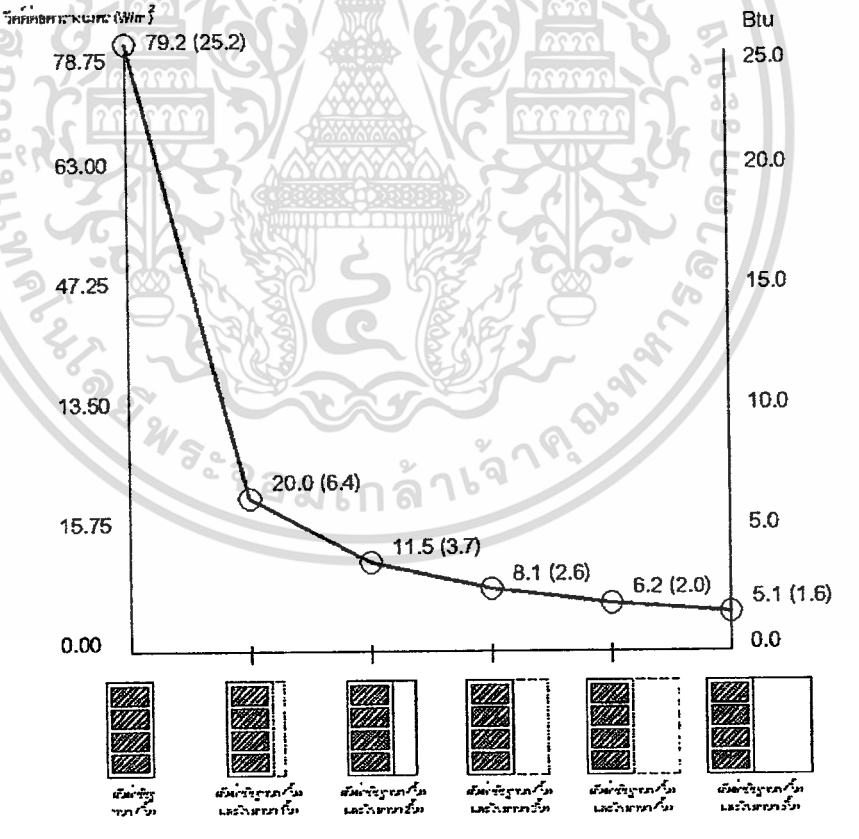
- ความสามารถในการกันความร้อน (Thermal Conductivity)
- ลักษณะทางกายภาพ (Physical Forms) เช่น เป็นม้วน เป็นแผ่น เป็นฝอย ฯลฯ
- ความหนาแน่น และน้ำหนัก (Bulk Density)
- ช่วงอุณหภูมิของการใช้งาน (Suitable for Service Temperature)
- การยืดหดตัวเมื่อได้รับความร้อน (Thermal Expansion)
- การกันน้ำและความชื้น (Resistance to Water Penetration)
- การทนต่อแรงอัด (Resistance to Compaction)
- ความแข็งแรงทนทาน (Mechanical Strength)
- อันตรายจากเพลิงไหม้ (Fire & Explosion Hazards)
- การทนต่อแมลง และเชื้อรา (Resistance to Vermin & Fungus)
- ความปลอดภัยต่อสุขภาพ (Health Hazards)
- ความจุความร้อน (Optimum Heat Capacity)
- ความปลอดจากสารเคมี และกลิ่น (Freedom from Objectionable Odour)
- การเสื่อมสภาพ (Corrosion)
- ความทนต่อสารเคมี (Chemical Resistance)
- ความต้องการในการบำรุงรักษา (Maintenance Requirement)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของวัสดุฉนวน

ชนิดของฉนวน Insulation	ราคา Price	ช่วงอุณหภูมิใช้งาน Temperature Range	ค่าการนำความร้อน Thermal Conductivity	คุณสมบัติด้านเสียง Acoustic Performance	การป้องกันไฟ Fire Protection	การดูดซับความชื้น Moisture Absorption	ความเป็นพิษ Toxic	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม Environment Effect
Rockwool	B	A	C	A	A	C	C	C
Glasswool	B	C	C	B	D	C	C	C
Polyurethene	E	E	C	D	F	B	E	E
Polystyrene	D	E	D	D	F	B	E	E
Polyethylene	E	E	D	D	-	B	E	E
Cellulosic Fiber	E	D	D	D	D	F	C	D
Calcium Silicate	E	E	C	D	B	D	D	E

A=ดีที่สุด	B=ดีมาก	C=ดี	D=ปานกลาง	E=พอใช้	F=ไม่ดี	- = แย่



รูปที่ 2.4 แสดงอัตราความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร เปรียบเทียบระหว่างผนังอิฐ หนา 4 นิ้วทั่วไป กับฉนวนที่มีความหนาต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการผสมผสานวัสดุฉนวนเข้าไปในระบบผนังก่ออิฐหนา 4 นิ้ว ของอาคารทั่วไปนั้นจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งหมายถึง สามารถลดอัตราความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่ภายในอาคารได้มากที่สุดที่ ความหนา 1 นิ้วแรกของฉนวน เพราะจะลดอัตราความร้อนที่เข้าสู่อาคารได้มากถึง 75% แสดงว่า ค่าความต้านทานความร้อนของผนังที่มีการใส่ฉนวนเข้าไปนั้นไม่ได้เป็นอัตราส่วนที่แปรผันโดยตรงกับอัตราความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ดังนั้นการเพิ่มปริมาณฉนวนมากเกินไป จึงอาจไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้น

2.3.5 กระจก

ในการออกแบบอาคารนั้น ความต้องการทางด้านสายตาในการมองจากภายในสู่ภายนอกอาคาร และมองจากภายนอกเข้ามาสู่ภายในอาคารเป็นสิ่งที่มีความจำเป็นในแง่ของความต้องการด้านจิตวิทยา ดังนั้นกระจกจึงถูกนำมาใช้ในการควบคุมสภาพแวดล้อมในเรื่องการมอง การที่กระจกมีความสามารถในการมองผ่านได้แล้ว ยังมีความสามารถในเชิงอุณหภาพ คือแสงสว่างและความร้อนสามารถผ่านทะลุกระจกได้ โดยยอมให้รังสีความร้อนคลื่นสั้นที่มีความยาวคลื่น 0.23 –0.5 μm. ผ่านทะลุกระจกเข้าไปได้

การนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารนั้น องค์ประกอบหนึ่งคือการเลือกใช้ชนิดของกระจก ซึ่งการเพิ่มค่าความสว่างให้แก่อาคารได้มาก หรือน้อย ขึ้นอยู่กับชนิดของกระจก ดังนั้นการเลือกใช้กระจกที่เหมาะสมจึงจำเป็นต้องรู้ถึงคุณสมบัติแต่ละชนิดของกระจก ดังนี้

- ค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmission)
- ค่าการสะท้อนของกระจกด้านนอก และด้านใน (Visible Light Reflection: Out, In)
- ค่าการส่งผ่านรังสีอัลตร้าไวโอเลต ที่ผ่านกระจก (Ultra-violet Transmission)
- ค่าการส่งผ่านของแสงอาทิตย์โดยตรงผ่านกระจก (Solar Energy Transmission or Direct Energy Transmission)
- ค่าการสะท้อนแสงของแสงอาทิตย์ผ่านกระจก (Solar Energy Reflection)
- ค่าของแสงอาทิตย์ที่ถูกดูดกลืนไว้โดยกระจก (Solar Energy Absorption)
- ค่าของแสงอาทิตย์รวมผ่านกระจก (Solar Factor or Total Energy Transmission)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

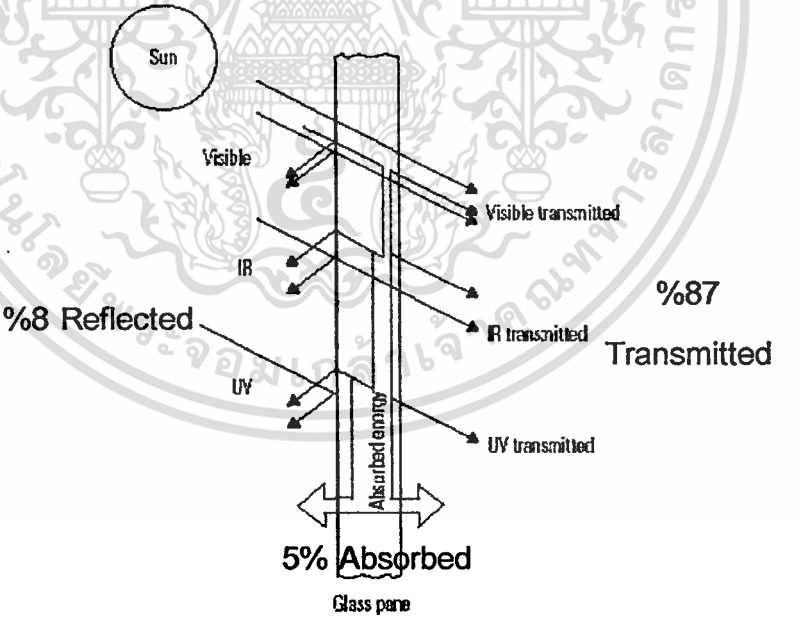
สัมประสิทธิ์การบังแสงของกระจก (Shading Coefficient)

ASHRAE ใช้กระจกหนา 3 ม.ม . เป็นกระจกมาตรฐาน โดยตั้งสมมุติฐานว่า กระจกใช้งานในอาคารที่ยอมให้รังสีความร้อนผ่านเข้ามามากที่สุด เพราะบางและโปร่งแสง ดังนั้น ค่านี้จึงเป็นฐานเพื่อเปรียบเทียบกับค่าปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกประเภทต่างๆ ว่ามีสัดส่วนมากน้อยเท่าใด เมื่อเทียบกับค่าปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกมาตรฐาน ถ้าเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

SC = Solar heat gain ที่ผ่านกระจก / Solar heat gain factor หรือ

SC = (t + 27 %a) ของกระจก0.8835 /

ค่าความร้อนที่ผ่านกระจกมาตรฐานเข้าไป เรียกว่า Solar heat gain factor, SHGF เมื่อเอาปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกประเภทอื่นไปเปรียบเทียบกับ solar heat gain factor จะได้ค่าที่เรียกว่า สัมประสิทธิ์การบังแสง (Shading Co-efficient, SC)



รูปที่ 2.5 ปรากฏการณ์ของแสงเมื่อกระทบกับกระจก เกิดการหักเห,ดูดซับและการทะลุผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบของ ASHRAE ผลปรากฏว่า กระจกมาตรฐานมีคุณสมบัติ ดังนี้

- สะท้อนรังสีความร้อน 8 % ของปริมาณรังสีความร้อนที่ได้รับ
- ดูดกลืนรังสีความร้อน 5% ของปริมาณรังสีความร้อนที่ได้รับ
- ยอมให้รังสีความร้อนผ่าน 87% ของปริมาณรังสีความร้อนที่ได้รับ

ปรากฏการณ์ทั้ง 3 อย่างนี้มีค่าไม่คงที่เปลี่ยนแปลงไปตามอิทธิพลต่างๆ กัน เช่น มุมกระทบของรังสีดวงอาทิตย์ต่อผิวกระจก กระทบมุมชันมาก รังสีก็จะทะลุผ่านได้มาก สะท้อนได้น้อย ส่วนถ้าทำมุมราบมาก รังสีก็จะสะท้อนออกมากเช่นกัน นอกจากนี้ความหนาของกระจก องค์ประกอบของสารที่มีส่วนในการดูดกลืนความร้อนเข้าไปในเนื้อกระจกไม่เท่ากัน ซึ่งจะส่งผลให้ความร้อนทะลุผ่านกระจกได้มากน้อยต่างกัน ส่วนแผ่นฟิล์มสะท้อนความร้อนที่ติดตั้งที่ผิวกระจกก็มีส่วนให้รังสีความร้อนทะลุผ่านกระจกได้น้อยลง

ASHRAE ยังได้ทำการทดสอบต่อไปเพื่อหาค่า Solar heat gain factor ที่แท้จริง ซึ่งประกอบด้วย ปริมาณรังสีความร้อนที่ผ่านทะลุ คือ 87% ของรังสีความร้อนที่ได้รับ รวมกับบางส่วนของรังสีความร้อนที่กระจกดูดกลืนไว้ซึ่งจะส่งถ่ายเข้าไปยังด้านในและออกไปด้านนอกของกระจกพร้อม ๆ กัน ปริมาณความร้อนที่ผ่านเข้าไปจากส่วนของการดูดกลืนนี้ใช้คำนวณโดย Standard calculation method ซึ่งตั้งสมมุติฐานที่ความเร็วลมภายนอกเท่ากับ 3.35 เมตรต่อวินาที ทำให้เกิดค่าการต้านทางความร้อนที่ผิวด้านนอกกระจกเท่ากับ 0.044 HRU และด้านในกระจกเป็นอากาศหยุดนิ่ง ซึ่งทำให้ค่าการต้านทานความร้อนของผิวกระจกด้านในมีค่าเป็น 0.120 HRU จากคุณสมมุติฐานนี้ ปริมาณความร้อนที่ถูกดูดกลืนในเนื้อกระจกจะถ่ายเทออกอากาศด้านนอก 73% โดยถ่ายเทเข้าอากาศด้านในกระจก 27% ค่า 27% ของ 5 % ที่ปริมาณความร้อนที่กระจกได้ดูดกลืนไว้เท่ากับ 1.35% ของปริมาณความร้อนที่กระจกได้รับ รวมกับค่ารังสีที่ทะลุกระจกอีก 87% จะได้ค่าความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านกระจกหนา 3 ม.ม .ซึ่งใช้เป็นค่ามาตรฐานในการกำหนด Solar heat gain factor เท่ากับ %88.35 ของรังสีความร้อนที่กระจกได้รับ ใช้ตัวเลขเต็มคือ 88%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณความร้อนทั้งหมดที่ผ่านกระจก

ตามที่ได้กล่าวแล้วว่าคุณสมบัติของกระจก แตกต่างจากวัสดุก่อสร้างทั่วไป ที่ยอมให้คลื่นรังสีความร้อนผ่านทะลุกระจกเข้าไปได้ เป็นเหตุให้ปริมาณความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารนั้น ที่ค่ารวมกันของแหล่งความร้อน 2 แหล่ง คือ

1. Solar heat gain ซึ่งประกอบด้วยความร้อนที่มาจากรังสีดวงอาทิตย์ผ่านทะลุกระจกเข้าไป ทั้งนี้รวมรังสีตรงและรังสีกระจายอีก 27% ของความร้อนที่ถูกดูดกลืนอยู่ในเนื้อกระจกซึ่งสรุปแล้ว ความร้อนที่เป็น Solar heat gain มีค่าเท่ากับ t+27 %ของ a
2. Conducted heat คือค่า U ของกระจก ซึ่งมีค่าขึ้นอยู่กับความแตกต่างของอุณหภูมิทั้ง 2 ข้างของกระจก ชนิดของกระจก และความหนาของกระจก ปกติค่า K ของกระจกเท่ากับ 1.050 W/m°C การคำนวณหาค่า U ปกติตั้งสมมุติฐานที่ R_0 = 0.044 ค่านี้มาจากความเร็วลมภายนอกทีค่าเท่ากับ3.35 เมตร/วินาที และค่า Ri = 0.120 โดยให้ค่าความเร็วลมภายในเป็นอากาศหยุดนิ่ง ในกรณีที่ผิวด้านในของกระจกมีการฉาบฟิล์มสะท้อนความร้อนค่า Ri ก็จะเปลี่ยนไป

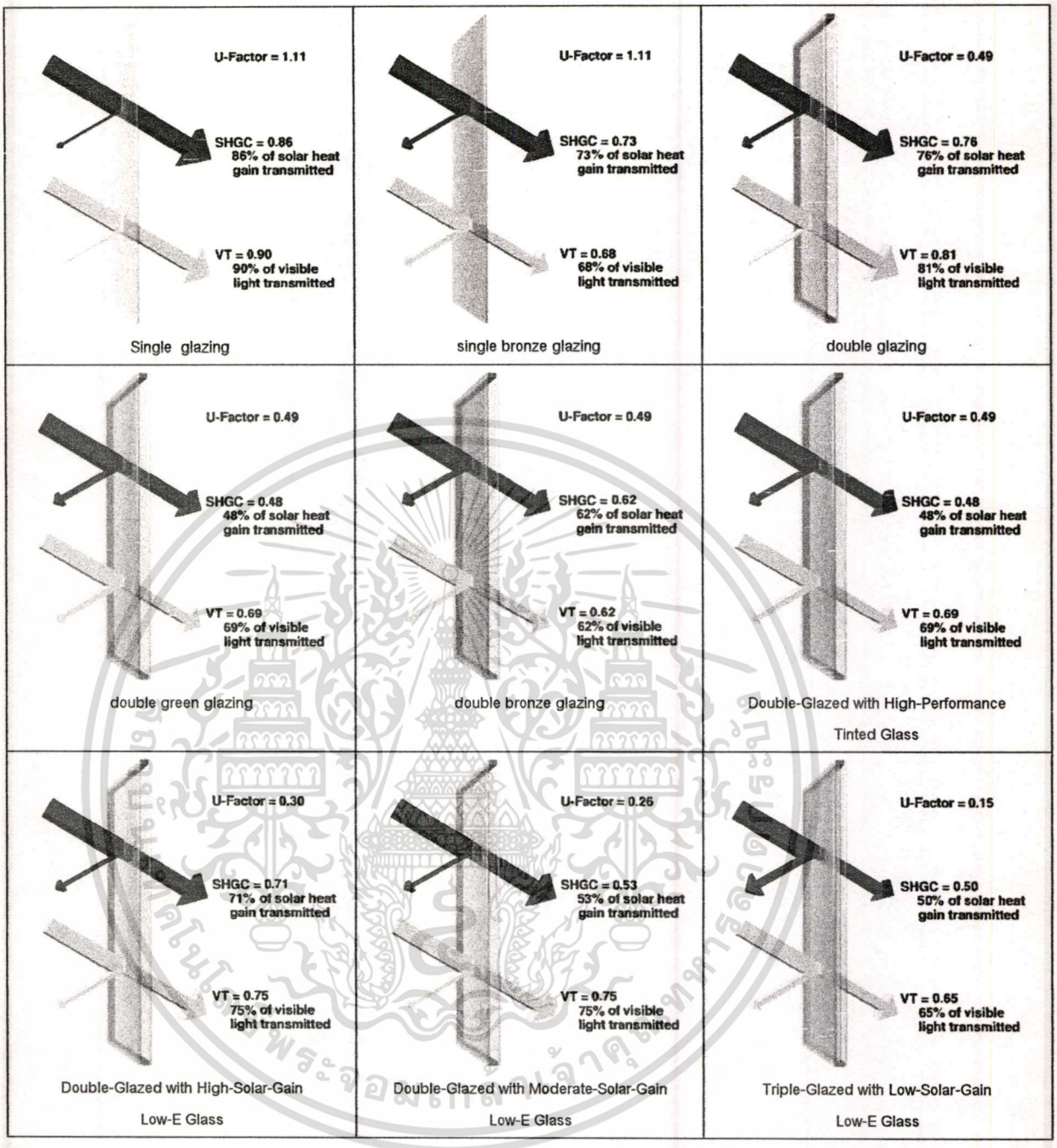
สัมประสิทธิ์การมองเห็น (VT)

เป็นการวัดค่าสัดส่วนของแสง Visible light ที่สามารถผ่านทะลุกระจกได้ กระจกที่มีค่า VT สูงคือ ระหว่าง 0.9-0.7 ทำให้แสงธรรมชาติส่องเข้ามาได้มาก การมองเห็นชัดเจน แต่ก็ทำให้เกิดความจ้าได้เช่นกัน หากไม่มีการควบคุมปริมาณแสงที่ส่องเข้ามาให้ดี ส่วนกระจกที่มีค่า VT ต่ำ เช่น 0.4 ก็ทำให้แสงผ่านเข้าน้อยและอาจทำให้ห้องดูมืดในวันที่มีเมฆ ท้องฟ้าครึ้ม

สัดส่วนแสงสว่างต่อความร้อนสะสม (LSG)

เป็นค่าที่ได้จากการเอาสัมประสิทธิ์การมองเห็น (VT) ส่วนด้วยสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนของกระจก (SHGF) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถที่แสงสว่างและความร้อนสามารถส่องผ่านทะลุกระจกได้ หากค่า LSG มีค่ามากกว่า 1 นั่นแสดงว่าแสงสว่างสามารถส่องเข้าได้ดีกว่าความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 ค่า U-factor, SHGC, VT เปรียบเทียบของกระจกชนิดต่างๆ

การเลือกใช้กระจกส่วนใหญ่ เป็นความต้องการมองทัศนียภาพภายนอกใน ขณะเดียวกันข้อควรระวังคือรังสีคลื่นสั้นจากดวงอาทิตย์ที่จะเข้าสู่อาคาร และพิจารณาถึงค่าต่างๆ เช่น U-Factor, SHGC (Solar Heat Gain Transmitted), VT (Visible Light Transmitted) และจำเป็นที่ต้องศึกษา คุณสมบัติ ข้อดีและข้อด้อยของกระจกแต่ละชนิดให้ละเอียด เพื่อสะดวกในการเลือกใช้อย่างถูกต้อง เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศของแต่ละพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ทฤษฎีการให้ความสว่างแก่อาคารโดยอาศัยแสงธรรมชาติ

วิธีการออกแบบเพื่อนำเอาแสงสว่างจากธรรมชาติมาใช้ในอาคารโดยทั่วไปมีอยู่ 3 วิธี ได้แก่ Daylight Factor Method, CIE Method และ IES Method พบว่าท้องฟ้าในกรุงเทพมหานครเป็นสภาพท้องฟ้าแบบ Broken Cloud ซึ่งต้องใช้วิธี Daylight Factor Method จะทำให้ได้ผลใกล้เคียงความจริงมากกว่า CIE Method ซึ่งเหมาะกับสภาพท้องฟ้าแบบ Overcast Sky และ IES Method ซึ่งมีข้อจำกัดในเรื่องการคำนวณที่จะต้องใช้แสงจากด้านบน (Top Light) และแสงสะท้อนจากพื้นเป็นหลัก

Daylight Factor Method เป็นการพิจารณาปริมาณความสว่างภายในอาคารที่ได้จากแสงธรรมชาติที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ระดับแสงภายในจะขึ้นอยู่กับสภาพท้องฟ้าเป็นหลักซึ่งสัมพันธ์กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ นอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำต่อพื้นที่ แต่ละที่ (Altitude, Azimuth) ซึ่งเปลี่ยนไปตามวันและเวลาที่แตกต่างกัน องค์ประกอบที่สำคัญต่อแสงธรรมชาติโดยทั่วไป พิจารณาจากองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. องค์ประกอบจากท้องฟ้า Sky Component (SC)

แสงกระจายที่ได้รับจากท้องฟ้าโดยตรง

SC = Incident Sky Light – Window Losses

2. องค์ประกอบจากภายนอก Externally Reflected Component (ERC)

แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายนอก หรือบริเวณใกล้เคียง

ERC = Sky Component x RF (of Obstruction)

3. องค์ประกอบจากภายใน Internally Reflected Component (IRC)

แสงที่เกิดจากการสะท้อนของวัตถุหรืออาคารที่ตั้งอยู่ภายในอาคารได้รับแสงจาก SC และ ERC การกำหนดค่า Daylight Factor (D.F.) ก็คือการหาสัดส่วนของปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ภายในอาคารแต่ละจุดใดๆ ต่อปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่แนวระนาบภายนอกอาคาร ภายใต้สภาพ Clear Sky ที่ไม่มีสิ่งกีดขวาง ไม่รวมแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Excluded Direct Sun) ค่าที่ได้เป็นเปอร์เซนต์

$$D.F.\ (\%) = \frac{\text{ความสว่างภายใน} \times 100\%}{\text{ค่าสว่างภายนอก (ไม่รวมแสงแดดตรง)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่า Daylight Factor นั้นไม่สามารถเป็นตัวบ่งชี้ถึงปริมาณของแสงที่แน่นอน แต่ก็สามารถชี้ได้ว่าค่าที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ มีความเหมาะสมเพียงพอหรือไม่ การกำหนดค่า DF สำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 2.3 ค่า Daylight Factor สำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ

การใช้งาน	ค่า DF (%)
การอ่านหนังสือ หรือการทำงานปกติ	1.5-2.5
การอ่านหนังสือ หรือการที่ต้องใช้สายตามาก	2.5-4.0
การทำงานที่ต้องควบคุมความละเอียดสูง หรือใช้เครื่องจักร	4.0-8.0

ที่มา : Stein and Reynolds (1992:197)

2.5 ลักษณะการเปิดช่องเปิดที่มีผลต่อแสงสว่างภายในอาคาร

การกำหนดความกว้างและความสูงของช่องเปิดนั้น จะมีผลกับปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาสู่ภายในห้อง ถ้าหากช่องเปิดมีความสูงมากก็จะช่วยให้แสงสว่างส่องเข้าไปในพื้นที่ที่ลึกได้ ส่วนความกว้างของช่องเปิดที่มีความกว้างมากก็จะช่วยให้ห้องได้รับแสงสว่างจากภายนอกได้มากกว่าช่องเปิดที่แคบและลึก ดังนั้น การที่จะให้พื้นที่ด้านในสุดได้รับแสงสว่างในระดับมาตรฐาน ความลึกของห้องจึงเป็นสัดส่วนแปรผันตามความสูงของช่องเปิด

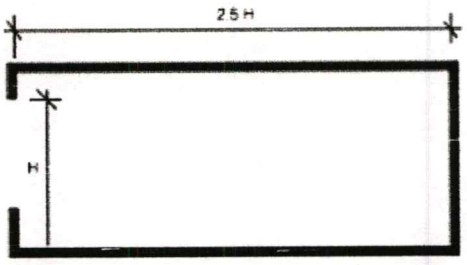
2.5.1 ความสัมพันธ์ของช่องเปิดที่มีผลต่อสภาพส่องสว่างภายใน

โดยลักษณะทั่วไป สัดส่วนของช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับลักษณะการส่องสว่าง 2 กรณี

A สัดส่วนช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับปริมาณแสงที่สองผ่านเข้ามายังพื้นที่ภายใน

B สัดส่วนช่องเปิดมีความสัมพันธ์กับลักษณะการกระจายแสง ที่ส่องผ่านเข้ามาพื้นที่ภายใน ในลักษณะแนวกว้าง แนวยาว และแนวตั้ง โดยความลึกของห้องไม่ควรเกิน 2.5 H (H คือ ความสูงของช่องเปิด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

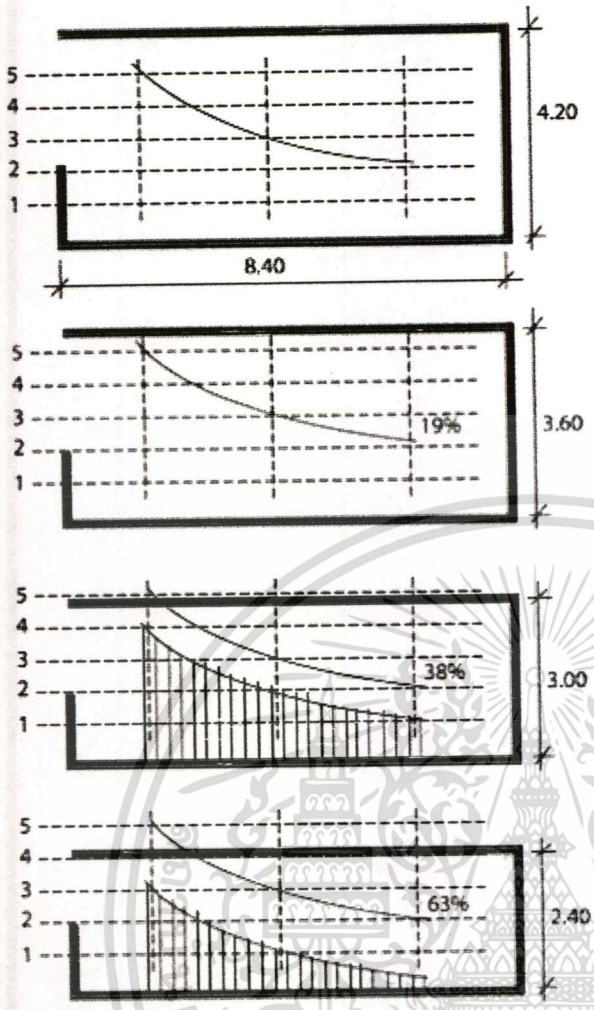


รูปที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกของห้อง และความสูงของช่องเปิด
ที่มา : Egan (1993:169)

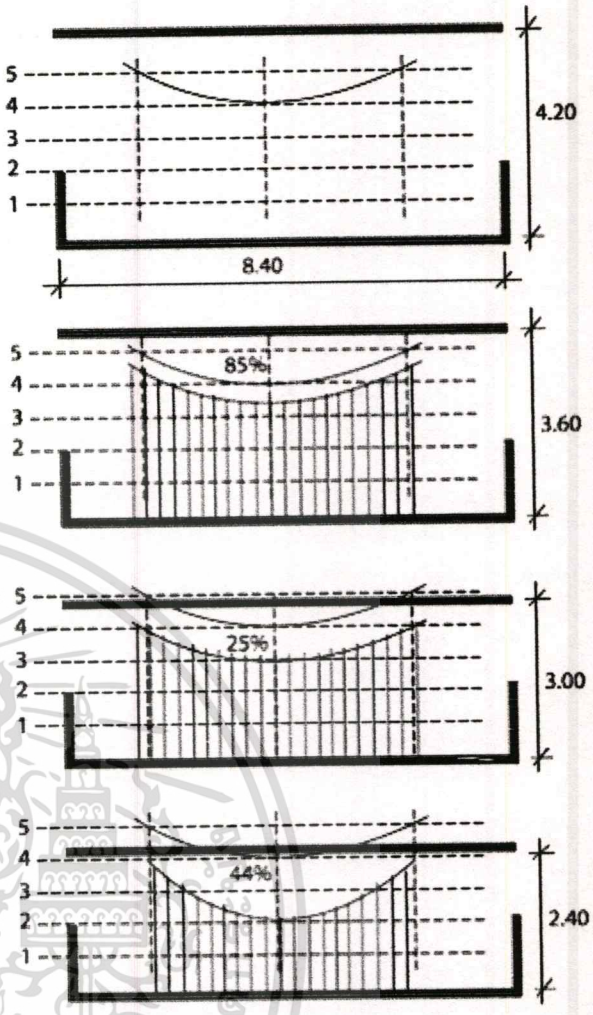
2.5.2 ความสูงและความกว้างของหน้าต่าง (Windows Height and Windows Width)

ขนาดของหน้าต่างและความสูงของหน้าต่างโดยมีระดับที่อยู่เหนือระดับการทำงาน (Work Plane) จะเป็นตัวแปรที่สำคัญในการออกแบบแสงสว่างจากธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติรูปแบบของหน้าต่างที่มีขนาดใหญ่จะยอมให้ปริมาณแสงส่องเข้ามาได้มาก แต่ความสูงของหน้าต่างจะเป็นตัวแปรสำคัญมากกว่า โดยที่ความสูงของหน้าต่างจะมีผลต่อความลึกในการส่องแสงที่ผ่านเข้ามาภายใน ในส่วนความกว้างของหน้าต่างจะมีผลต่อปริมาณการส่องสว่างภายใน คือหน้าต่างที่ยาวจะมีประสิทธิภาพในการส่องสว่างที่ดีกว่าหน้าต่างที่แคบ ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงการเปรียบเทียบความสูงของหน้าต่างที่มีความสัมพันธ์ต่อการส่องผ่านของแสงเข้ามาภายใน

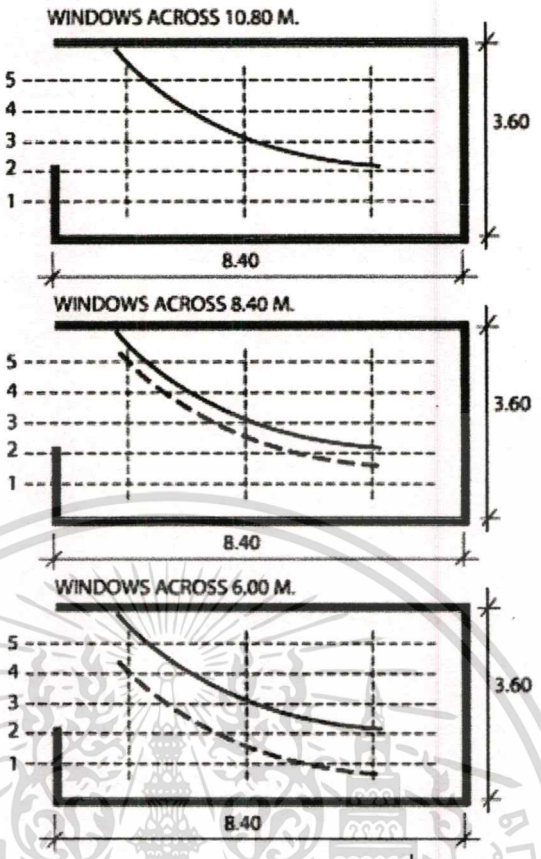


รูปที่ 2.9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างของหน้าต่าง 2 ด้านที่มีความสูงแตกต่างกัน

จากรูปที่ 2.8 ประสิทธิภาพในการส่องสว่างเข้ามาภายใน จะมีปริมาณลดน้อยลง 19%, 38% และ 63% ตามลำดับ จากบริเวณด้านหลังของห้อง โดยขนาดของช่องเปิดจะมีการแปรเปลี่ยนขนาดลง แต่ความลึกของห้องคงที่ คือ 28 ฟุต (8.4 เมตร)

จากรูปที่ 2.9 แสดงการเปรียบเทียบของปริมาณการส่องสว่างของแสง โดยมีหน้าต่างทั้ง 2 ด้าน ปริมาณการส่องสว่างจะมีแนวโน้มที่ลดลงในบริเวณส่วนกลางของห้องจากระดับ 8.5%, 25% และ 44% โดยที่ขนาดของหน้าต่างมีการแปรเปลี่ยนแต่ขนาดของห้องคงที่คือ 28 ฟุต (8.4 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 การเปรียบเทียบปริมาณการส่องสว่างจากการปรับเปลี่ยนความยาวของหน้าต่าง

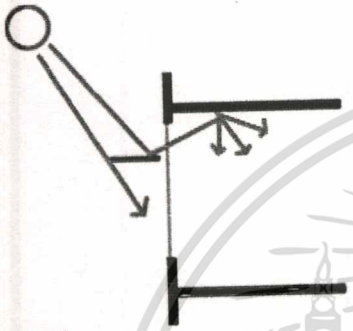
จากรูปที่ 2.10 ปริมาณการส่องสว่างของแสงที่ส่องผ่านเข้ามาภายในจะมีขนาดที่ลดลง จากการแปรเปลี่ยนความยาวของหน้าต่างที่แตกต่างกัน 36 ฟุต (10.8 เมตร) , 28 ฟุต (8.4 เมตร) และ 20 ฟุต(6 เมตร) ประสิทธิภาพในการส่องสว่างจะลดลง 7% และ 25% จากจุดที่อยู่บริเวณด้านหลังของห้อง

2.6 การนำแสงสว่างจากธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร

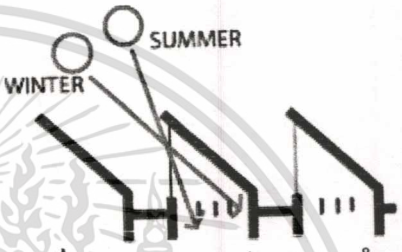
รูปแบบในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารมีหลายวิธีโดยการพิจารณาจากลักษณะทางสถาปัตยกรรม ลักษณะกิจกรรมและช่วงเลาที่ใช้อาคาร เช่น อาคารประเภทเก็บสินค้า โรงงาน หรือ อาคารสาธารณะที่มีความสูงมาก หรือมีโถงสูง เหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาทางด้านบน (Top-lighting Techniques) ส่วนอาคารประเภทการศึกษา สำนักงาน ที่พักอาศัย หรืออาคารที่มีความสูงหลายชั้น หรืออาคารที่แสงสว่างธรรมชาติไม่สามารถส่องเข้าไปได้ในส่วนในสุด ส่วนมากเหมาะสมกับการนำแสงธรรมชาติเข้ามาจากด้านข้าง (Side-lighting Techniques) เป็นต้น และประเภทของการนำแสงธรรมชาติเข้ามาในอาคารมี 7 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสงจากด้านข้าง (Side Lighting)
- แสงจากด้านบน (Top Lighting)
- แสงจากช่องเปิดเอียง (Angled Lighting)
- แสงจากการสะท้อนเป็นลำ (Beam Lighting)
- แสงจากการสะท้อน (Indirect Lighting)
- แสงจากโถงสูง (Atria, Light Court)
- แสงจากรูปแบบผสม (Combinations)



รูปที่ 2.11 แสดงรูปแบบการนำแสงสว่างด้านข้าง
ที่มา : Lechner (1991 : 323)

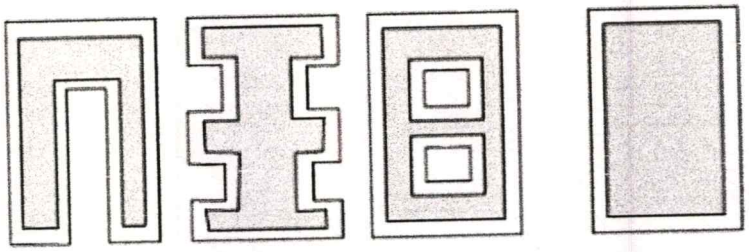


รูปที่ 2.12 แสดงรูปแบบการนำแสงจากธรรมชาติจากด้านบน

การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ด้านข้าง มีสิ่งที่ต้องคำนึงคือรูปแบบของช่องเปิด ขนาดความสูง และความกว้างของช่องเปิด โดยที่ตำแหน่งของช่องเปิดยิ่งสูงมาก แสงธรรมชาติก็สามารถเข้าไปได้ลึกขึ้น และมีการกระจายแสงได้อย่างทั่วถึง ซึ่งรวมเป็นข้อพิจารณาเรียกว่า Window Concept

การนำแสงสว่างเข้ามาใช้ด้านข้างนั้น ปัจจัยที่สำคัญอีกประการ คือระยะความลึกของช่องเปิด ซึ่งถ้าความลึกของห้องยิ่งมาก แสงสว่างธรรมชาติก็ยิ่งเข้าไปได้น้อย ด้วยเหตุนี้ความลึกที่น้อยที่สุดที่เหมาะสมในการลักษณะผังพื้นรูป E, H, F, L, U และ O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Typical building plan footprints for daylighting.

Block building reuire fluorescent lighting.

รูปที่ 2.13 แสดง Building Footprints

ที่มา : Simplified Design of Building

สำหรับรูปแบบหรือวิธีนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารทางด้านข้างนั้น ผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องเข้าใจบทบาทหน้าที่ของช่องเปิด ดังตาราง ดังนั้นผู้ออกแบบจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำความคิดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้กับสภาพแวดล้อมของอาคาร เพื่อจะนำประโยชน์จากที่ตั้งมาใช้อย่างเต็มที่ และเหมาะสม

ตารางที่ 2.4 ความสัมพันธ์ของช่องเปิดกับปัจจัยธรรมชาติภายนอก

ความสัมพันธ์ของช่องเปิด	ปัจจัยภายนอก		
	ความร้อน	แสงสว่าง	ภาพภายนอก
ตัวเชื่อมต่อ (Connector)		●	●
ตัวกรอง (Filter)		●	
ตัวสกัด (Barrier)	●		
ตัวเลือก (Switcher)		●	●

2.7 สัดส่วนช่องเปิดที่มีผลต่อการระบายอากาศ

งานวิจัย การออกแบบอาคารพักอาศัยที่ใช้พลังงานต่ำ (อรศิริ ปาณินท์, 2525) ได้เสนอการวิจัยโดยการสำรวจ และการทดลองประกอบกัน เพื่อวิเคราะห์ผลที่ใช้เป็นแนวทางการออกแบบให้เกิดการประหยัดพลังงานทางอ้อม ผลการวิจัยพบว่านอกจากการออกแบบอาคารให้ส่วนยาวของอาคารหันสู่ทิศเหนือ-ใต้ แล้ว การออกแบบอาคารให้มีส่วนเปิดโล่ง การออกแบบไม่ให้มีห้องซ้อนกัน และการออกแบบให้มีช่องเปิดที่ผนังทิศเหนือ-ใต้ ในอัตราส่วนร้อยละ 40-80 ของพื้นที่ผนังสามารถทำให้เกิดการระบายอากาศผ่านตลอด (Cross Ventilation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 การออกแบบร่มเงาให้กับอาคาร

แสงแดดที่มีผลต่ออาคารนั้นประกอบด้วย 3 องค์ประกอบได้แก่ ลำแสงตรง (Direct Beam) แสงกระจาย (Diffuse Radiation from sky) และแสงสะท้อน (Reflected Radiation) ซึ่งอุปกรณ์บังแดดสามารถป้องกันแสงแดดที่เป็นแสงตรงได้เป็นส่วนใหญ่ และยังสามารถลดปริมาณแสงกระจายได้เป็นบางส่วน

ความต้องการการบังแดดของอาคารแต่ละหลังไม่เท่ากัน ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์การบังแดดจำเป็นจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยของอาคารเป็นหลัก โดยพิจารณาร่วมกับสภาพภูมิอากาศและที่ตั้งของอาคาร ว่ามีความจำเป็นในการป้องกันแดดในฤดูร้อน การเปิดรับแดดในฤดูหนาวเพื่อความอบอุ่นในอาคารเพื่อลดภาระการทำความร้อนของอาคารในเขตหนาว หรือในเขตที่มีอากาศร้อนจำเป็นต้องทำการป้องกันแดดให้กับหน้าต่างทั้งวันดังตารางที่ 2-3 แสดงชนิดของอุปกรณ์บังแดดที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบังแดดในพื้นที่เขตซีกโลกใต้ ซึ่งแต่ละด้านของอาคารต้องการการบังแดดไม่เท่ากัน

ดังนั้นการออกแบบอุปกรณ์บังแดดจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศของแต่ละที่ ปริมาณแสงแดดที่ส่องมาในพื้นที่นั้นๆ ตลอดจนวันวิกฤตในการออกแบบเพื่อให้การบังแดดได้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยเริ่มจากขั้นตอนดังนี้

1. กำหนดวันวิกฤตที่จำเป็นต้องทำการบังแดด โดยพิจารณาว่าวันใดบ้างที่ต้องทำการบังแดด รวมถึงผนังด้านใดบ้างที่ต้องใช้เครื่องบังแดด
2. กำหนดช่วงเวลาที่ต้องการการบังแดด โดยต้องไม่ลืมว่าช่วงเวลาที่อาคารต้องการแดดเพื่อให้สามารถกำจัดเชื้อโรคและกำจัดความชื้นในอาคารได้ด้วย
3. พิจารณาตำแหน่งมุมของดวงอาทิตย์ในวันและเวลาที่ต้องการบังแดด โดยใช้ Sun Path Diagram
4. ทำการคำนวณหาค่าของมุม HSA, VSA โดยแทนค่าในสูตรข้างต้นคำนวณหาระยะความลึกและความกว้างของแผงบังแดดโดยสูตรข้างต้นในหน้าต่างแต่ละด้าน
5. หรือใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่าไม้บรรทัดเงา (Shadow Angle Protractor) ทาบลงบนกระดาษไขและลากเส้นเพื่อหามุมที่ต้องใช้ในการออกแบบอุปกรณ์บังแดด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวันวิกฤต 4 วันที่จำเป็นต้องพิจารณาในการออกแบบเครื่องบังแดดให้กับอาคาร ดังปรากฏในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 วันวิกฤต 4 วันในรอบปีที่ดวงอาทิตย์ทำมุมกับโลกมากที่สุด

NAME	DATE		DESCRIPTION
	(Sth.Hem.)	(Nth.Hem.)	
Summer Solstice	22 Dec.	22 Jun.	Sun at its highest noon altitude
Autumn Equinox	21 Mar.	21 Sep.	Sun rises due east, sets due west
Winter Solstice	21 Jun.	21 Dec.	Sun at its lowest noon altitude
Spring Equinox	21 Sep.	21 Mar.	Sun rises due east, sets due west

ชนิดของอุปกรณ์บังแดดที่มีประสิทธิภาพสำหรับการบังแดดในพื้นที่เขตซีกโลกใต้ในการออกแบบเครื่องบังแดดให้กับอาคารนั้น เพื่อประสิทธิภาพที่ดีที่สุดแล้วจำเป็นต้องพิจารณาถึงทิศทางที่ตั้งของหน้าต่างหรือผนังด้านที่เราออกแบบ เพราะแต่ละด้านมีความยากง่ายในการป้องกันแดดไม่เท่ากัน บางด้านสามารถป้องกันแดดได้ง่าย ดังตัวอย่างที่อยู่ในตารางล่างนี้ แสดงถึงชนิดของเครื่องบังแดดที่เหมาะสมสำหรับหน้าต่างของอาคารที่ตั้งอยู่ในเขตซีกโลกใต้ ซึ่งแน่นอนว่าไม่เหมือนหน้าต่างที่ตั้งอยู่ในเขตอื่น ซึ่งจะแปรผันไปตามการโคจรของดวงอาทิตย์

มุมเงา (Shadow Angles)

มุมเงาแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างตำแหน่งของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับผนังของอาคาร สามารถหาได้โดยจำเป็นต้องทราบพิกัดของดวงอาทิตย์ ซึ่งก็คือมุม Azimuth และ มุม Altitude

Horizontal shadow angle (HSA)

คือมุมในแนวนอนระหว่างผนังอาคารและมุม Azimuth ของดวงอาทิตย์ หากเราทราบมุมที่อาคารกระทำกับแนวปกติซึ่งคือทิศเหนือ เราสามารถทราบมุม HSA จากสมการ

$$HSA = azimuth - orientation$$

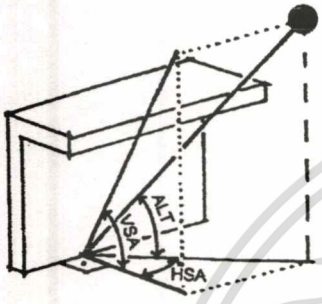
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vertical shadow angle (VSA)

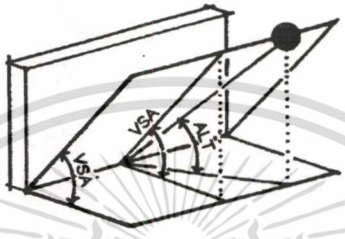
หรือมุมprofile คือมุมของดวงอาทิตย์ที่กระทำกับผนังอาคารในทางตั้ง หาได้จาก สมการ

VSA = atan(tan(altitude) / cos(HSA))

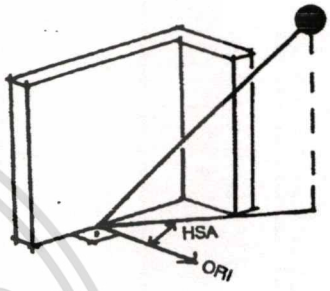
มุมVSA จะมีค่าก็ต่อเมื่อมุม HSA มีค่าอยู่ระหว่าง90- °และ90+° เราจะทราบระยะยื่นของแผงบังแดดในแนวนอน



รูปที่ 2.14 แสดงมุม VSA,HSA ที่กระทำกับผนังอาคาร



รูปที่ 2.15 แสดงความสัมพันธ์ของมุม VSAและALT



รูปที่ 2.16 แสดงมุม HSA

การทราบค่าของมุมทั้งสอง ทำให้เราสามารถหาระยะยื่นของแผงบังแดดได้ทั้งในแนวนอนและแนวตั้งโดยหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

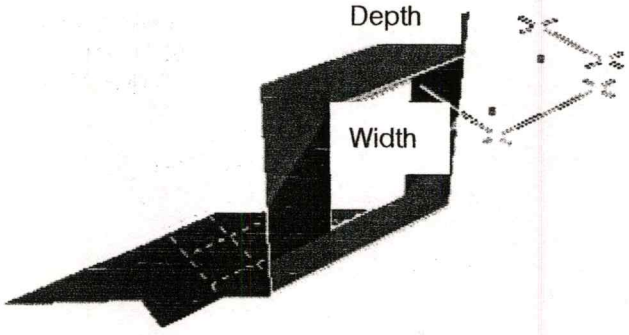
ความลึกของแผงบังแดดหมายถึงระยะที่ยื่นออกมาจากผนังในแนวตั้งฉากกับผนังหาได้โดย

Depth = height / tan(VSA)

ความกว้างของแผงบังแดดหมายถึงระยะยื่นที่ออกมาจากด้านข้างของหน้าต่าง (ดูได้จากรูปด้านล่าง) หาได้โดย

Width = depth * tan(HSA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การหาระยะยื่นด้านข้างและระยะความกว้างของอุปกรณ์บังแดด

นอกจากวิธีดังกล่าวแล้ว ยังได้มีการพัฒนาเทคนิคการออกแบบอุปกรณ์บังแดดให้มีความสะดวกมากขึ้น เพื่อสามารถนำมาใช้พิจารณาเปรียบเทียบชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับสภาพภูมิอากาศอย่างแท้จริง เทคนิคดังกล่าวได้แก่ การใช้ Shadow Angle Protractor หรือไม้บรรทัดแสดงเงา และการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการหาอุปกรณ์การบังแดด

2.8.1 ข้อแนะนำในการออกแบบเครื่องบังแดดสำหรับอาคารในเขตร้อนชื้น

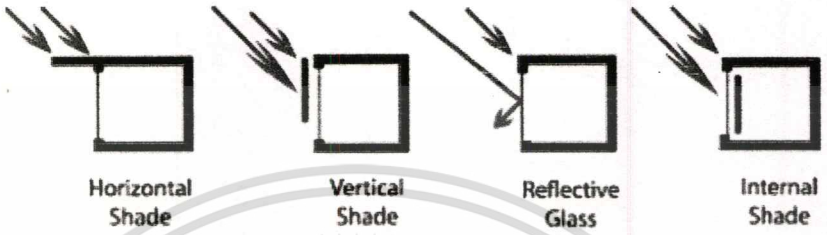
1. โดยที่ด้านตะวันตกและตะวันออก เป็นด้านที่รับแดดมากที่สุด ดังนั้นควรหันอาคารด้านยาวรับทิศเหนือและทิศใต้
2. ทางด้านทิศเหนือ ต้องการแผงบังแดดทางนอนเช่นเดียวกับแผงบังแดดทางตั้ง แต่ส่วนยื่นของแผงบังแดดทางนอนน้อยกว่าด้านทิศใต้
3. ทางด้านทิศใต้ แผงบังแดดทางนอนใช้ได้ผลดีที่สุดเพราะช่วยบังแดดและฝน
4. ด้านทิศตะวันออกและทิศตะวันตก แผงบังแดดทางตั้งชนิดทแยงใช้ได้ผลดีและควรทแยงไปทางทิศเหนือเพื่อบังแดดที่อ้อมใต้
5. ด้านอื่นนอกจากนี้ แบบผสม นอนและตั้งได้ผลดี
6. เครื่องบังแดดชนิดปรับมุมได้นั้นมีที่ใช้เช่นเดียวกับแบบติดตาย แต่จะเหมาะอย่างยิ่งกับด้านที่แสงแดดปรับมุมเร็ว เช่นด้านทิศตะวันออก ตะวันตก หรือด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ตะวันตกเฉียงใต้

2.8.2 การเลือกรูปแบบของอุปกรณ์บังแดด

การออกแบบช่องเปิดและอุปกรณ์บังแดดสำหรับอาคารจึงจำเป็นที่ต้องคำนึงถึงความต้องการแสงแดดในฤดูหนาว การบังแดดในฤดูร้อน และความสามารถในการเข้ามาของแสงธรรมชาติ และมุมมองจากภายในสู่ภายนอก

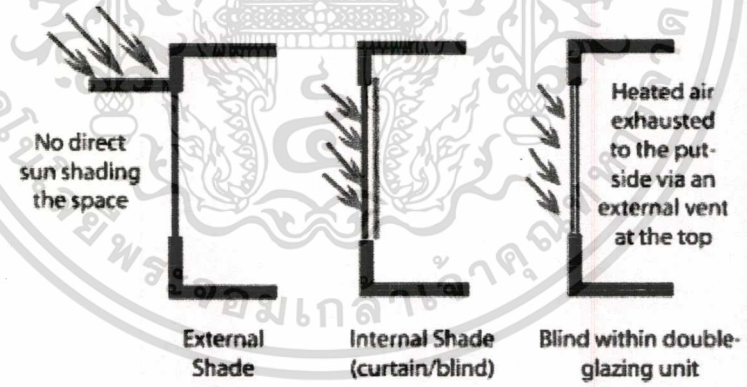
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ นอกจากจะเป็นเรื่องของความสวยงามทางด้านสถาปัตยกรรมแล้ว สิ่งที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงคือเรื่องการเลือกชนิดและตำแหน่งของอุปกรณ์บังแดดให้เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศ การออกแบบระบบบังแดดให้กับอาคารสามารถลดภาระการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศได้มาก



รูป 2.18 ลักษณะต่าง ๆ ของการบังแดด

โดยทั่วไปลักษณะของการบังแดดที่พบมี 4 ลักษณะ รูปที่ 2.19 แสดงให้เห็นเครื่องบังแดดแนวนอน แนวตั้ง การใช้กระจกชนิดพิเศษในการสะท้อนความร้อน และการใช้ม่านหรือมู่ลี่บังแดดภายในอาคาร แต่หากแบ่งตามตำแหน่งการติดตั้งสามารถแบ่งได้ 2 แบบคือ ติดตั้งภายนอก (External) และ ติดตั้งภายใน (Internal)



รูป 2.19 ผลกระทบที่เกิดกับอุปกรณ์บังแดดชนิดต่าง ๆ

2.8.3 อุปกรณ์บังแดดแบบติดตั้งภายนอก External Shading Device

โดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ แบบติดตาย (Fixed Shading Device) และแบบเคลื่อนย้ายได้ (Operable Shading Device)

เครื่องบังแดดชนิดติดตั้งภายนอก เช่นแผงบังแดดติดตายที่เป็นส่วนหนึ่งของอาคาร มีผลที่สามารถสะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ให้กระจายออกได้โดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของวัสดุ และสีที่ใช้ทำแผงบังแดดด้วย ถ้าวัสดุมีสีอ่อนความสามารถในการสะท้อนรังสีได้ดีก็ทำให้ลดความร้อนที่สะสมในแผงบังแดดได้ รูปแบบที่พบได้ทั่วไปสำหรับอุปกรณ์บังแดดที่ติดตั้งภายนอกแบบอื่นๆ ได้แก่ กันสาด มีทั้งแบบผ้าใบ และอลูมิเนียม อุปกรณ์บังแดดชนิดติดตายนี้มีข้อดีคือ การบำรุงรักษาน้อย นอกจากนี้ยังมีแผงบังแดดที่สามารถปรับมุมได้ มีลักษณะเป็นเกล็ดปรับมุมก็สามารถเอื้อประโยชน์ในการบังแดดที่ทำมุมเปลี่ยนไปได้ตลอดทั้งปี แต่จำเป็นต้องทำการปรับเปลี่ยนมุมของแผงบังแดดเสมอซึ่งอาจทำให้เกิดการชำรุดเสียหายได้ง่ายกว่าแบบติดตาย

อุปกรณ์บังแดดแบบติดตั้งภายใน Internal Shading Device

อุปกรณ์บังแดดชนิดนี้ได้แก่ ม่าน มู่ลี่ ที่สามารถปรับมุมได้ทั้งบังแดดในแนวตั้งและแนวนอน สามารถติดตั้งกับหน้าต่างที่ไม่สามารถสร้างแผงบังแดดยื่นออกไปนอกอาคารได้ แต่ข้อเสียของการบังแดดภายในอาคารคือ ความร้อนจะส่องเข้ามาและมีโอกาสเกิดการพาความร้อน และการแผ่รังสีได้มาก ทำให้อุณหภูมิภายในห้องเพิ่มสูงขึ้นได้

ในการเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดแต่ละชนิด สิ่งที่ต้องคำนึงถึงคือเรื่องของแสงสว่างจากธรรมชาติ ตารางที่ 5-4 แสดงให้เห็นถึงค่า SC ของอุปกรณ์บังแดดประเภทต่าง ๆ ที่แสงสามารถส่องเข้ามาได้มาก เริ่มตั้งแต่ค่ามากที่สุดเท่ากับ 1 ของกระจกใสหนา 3 มม. และน้อยที่สุด เท่ากับ 0.2 คือ ม่านบังแสงติดตั้งภายนอกทำการรูดปิดสนิทมีความสามารถในการให้แสงสว่างส่องเข้ามาได้น้อยมาก

ตารางที่ 2.6 ค่า SC ของอุปกรณ์บังแดดแต่ละชนิด

SC	DESCRIPTION
1.0	3mm Clear Float Glass
0.9	Standard Double Glazing
0.5-0.9	Internal Venetian Blinds - Fully Drawn
0.4-0.8	Internal Curtains - Fully Drawn
0.4-0.8	Internal Roller Blinds - Fully Drawn
0.7	Heat Absorbing Glass
0.6	Vegetation and Trees Providing Light Shade
0.5	Internal Blind with Reflective Foil Backing
0.4	Solar Control Glass
0.3	1m Eaves Overhang on Equator-Facing Side
0.2	2m Pergola on Equator-Facing Side
0.2	External Blinds - Fully Drawn
0.2	External Shutters - Fully Drawn

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการออกแบบควบคุมแสงแดดที่ได้ผลนั้น เราจำเป็นที่จะต้องศึกษาอิทธิพลของสิ่งที่เป็นปัจจัยหลักของความร้อน นั่นคือเรื่องดวงอาทิตย์ พลังงานจากดวงอาทิตย์ การโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ ซึ่งทำให้เราทราบถึงปริมาณพลังงานของดวงอาทิตย์ที่ส่องมายังโลก ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยเรื่องตำแหน่งที่ตั้ง สภาพท้องฟ้า ลักษณะของมุมตกกระทบ ช่วงเวลาของการตกกระทบฤดูกาล เพราะนั่นหมายถึง มุมที่ดวงอาทิตย์กระทำกับพื้นโลก เมื่อทราบตำแหน่ง ความสำคัญของมุมที่ดวงอาทิตย์กระทำกับโลกแล้ว จำเป็นที่ต้องศึกษาถึงการทำนายแสงและเงาที่จะเกิดขึ้น ในวันที่ต่างๆ บนพื้นที่ตั้งต่างๆ บนพื้นโลกได้ เพื่อให้สามารถออกแบบเงาตามที่ต้องการได้ด้วย จากนั้นจึงทำการศึกษาเกี่ยวกับคลื่นความร้อน การส่งผ่านความร้อนของวัสดุเพื่อเป็นแนวทางในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับการเพิ่มอุณหภูมิภายในอาคาร การส่งผ่านความร้อนผ่านกระจก รวมไปถึงชนิดต่างๆ ของกระจกซึ่งมีผลต่อการสะสมความร้อนในอาคาร รวมทั้งศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งาน

ท้ายที่สุดเมื่อทำการศึกษารูปแบบของอุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ การระบายอากาศ สีของอุปกรณ์บังแดดที่มีผลกระทบกับอุณหภูมิภายในอาคาร (Baruch Givoni; 1997) พบว่าในพื้นที่ที่ทำการทดลองในเขตขั้วโลกเหนือ ประมาณละติจูดที่15 ° คืออยู่ในช่วงศูนย์สูตร ควรหลีกเลี่ยงการส่องโดยตรงของแดด เพราะในเขตนี้แดดมีปริมาณมาก ดังนั้นผนังด้านทิศตะวันออกและตะวันตกควรได้รับการบังเงาที่เหมาะสม ส่วนผนังด้านทิศเหนือและใต้ จำเป็นต้องมีช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศที่ดี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีเครื่องบังแดดที่มีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยให้อุณหภูมิภายในอาคารไม่สูงเกินความสบาย Olgyay ได้ทำการศึกษาพบว่า แผงบังแดดชนิดติดตาย น่าจะเป็นวิธีที่ง่ายที่สุดในการออกแบบป้องกันความรังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ ต่อมา Soebarto และ Degelman ได้พิสูจน์ว่าการใช้กระจกชนิดพิเศษจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างและการดูแลรักษา มากกว่าการใช้อุปกรณ์บังแดดแบบติดตายตามวิธีแบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นการเน้นให้เห็นถึงความสำคัญของการควบคุมแสงอาทิตย์ด้วยอุปกรณ์บังแดด ที่มีการคิดค้นเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อตอบสนองปัจจัยเบื้องต้นในการสร้างภาวะน่าสบายให้แก่อาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 รายละเอียดโปรแกรม Visual DOE version3.1

โปรแกรม DOE-2 เป็นโปรแกรมประเภท FORTRAN (formula translator) สำหรับการก่อสร้างอาคารและการวิจัย ที่มีชื่อเสียง เป็นการจำลองการใช้พลังงานภายในอาคารด้วยการใช้หุ่นจำลองจากคอมพิวเตอร์ โดยวิเคราะห์ถึงการใช้พลังงานระหว่างชั่วโมงในแต่ละวัน รวมถึงราคาของการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นทางเลือกของการตัดสินใจในการออกแบบ และปรับปรุงอาคาร ให้สามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โครงสร้างของ DOE-2

1. BDL (Building Description Language)

อ่านค่าการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบข้อมูล จากการป้อนค่าเข้าไปในคอมพิวเตอร์ เป็นการประมวลผลตัวแปรสำหรับ heat flow บนผนัง และตัวแปรของน้ำหนักสำหรับความร้อนที่มีผลต่ออาคาร

2. LOAD

เป็นการประมวลผล sensible และ latent heating หรือ cooling load ซึ่งมีผลต่อสภาพภูมิอากาศ และ ความร้อนจากดวงอาทิตย์, ตารางการใช้งาน, การใช้แสงสว่าง และอุปกรณ์อาคาร

3. SYSTEMS

Load เป็นการประมาณค่าพลังงานในที่ใช้ในอาคาร แต่ Systems บ่งบอกถึง การประมาณการทำงานของอุปกรณ์อาคาร, แผนการควบคุม HVAC Equipment, เพื่อให้ได้อุณหภูมิ และความชื้น ให้ได้ตามที่ตั้งไว้ ผลที่ออกจาก Systems เป็นรายการของ heating และ cooling load ในแต่ละพื้นที่ของแต่ละชั้น

4. PLANT

เป็นการจำลองพฤติกรรมของงานระบบต่าง เช่น ระบบทำน้ำร้อน, กังหันน้ำ, chiller, cooling tower, ถังเก็บน้ำ เป็นต้น ซึ่งเป็นการประมวลผลของการใช้พลังงานและความต้องการภายในอาคาร

5. ECONOMIC

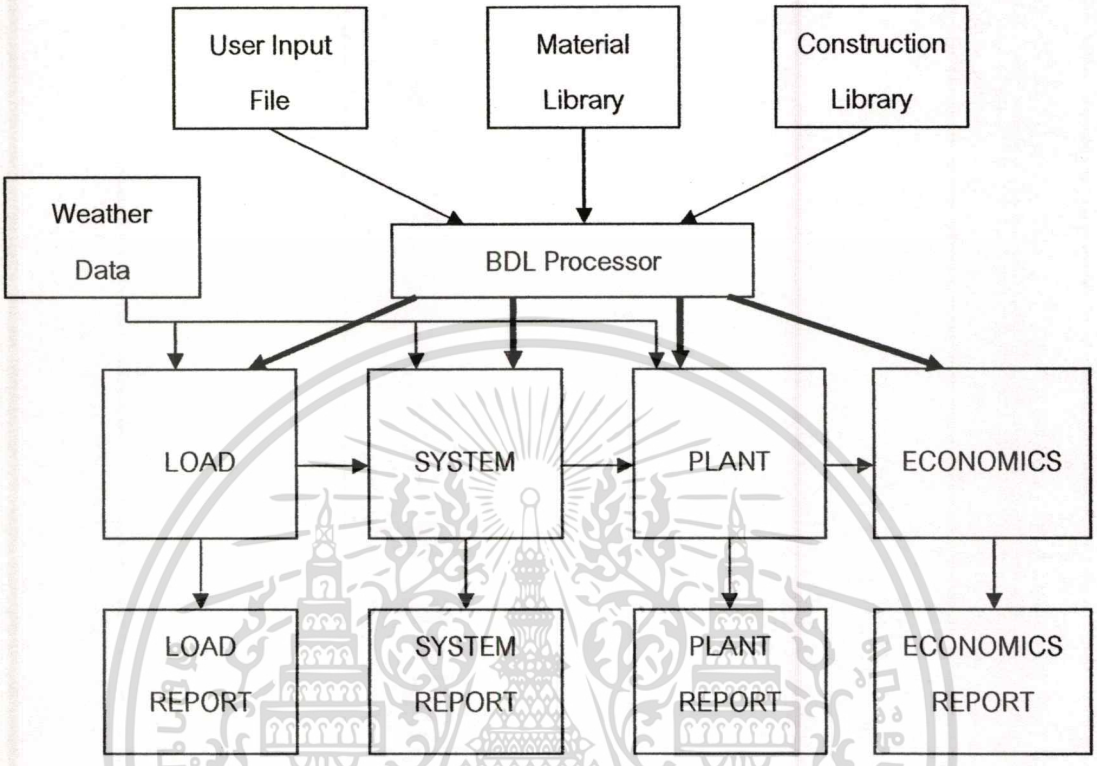
เป็นการคำนวณราคาของพลังงาน ซึ่งใช้เปรียบเทียบราคาของอาคารที่มีการออกแบบต่างกัน หรือประมวลผลการประหยัดกับอาคารเปรียบเทียบ

6. Weather Data

7. Library

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย building input elements, wall materials, layered wall constructions, และหน้าต่างชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.20 การประมวลผลของโปรแกรม Visual Doe 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ลักษณะของสภาพอากาศของกรุงเทพมหานคร

3.1 สภาพภูมิอากาศในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้ง (Latitude) ที่ 13 องศา 44 ลิปดาเหนือ และเส้นแวง (Longitude) 100 องศา 34 ลิปดา สภาพภูมิอากาศโดยทั่วไปจะมีลมมรสุมอยู่ 2 ช่วง คือลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

3.2.1 อุณหภูมิ

เนื่องจากกรุงเทพมหานครตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร ได้รับแสงตั้งฉากจากดวงอาทิตย์เกือบตลอดปี โดยเฉพาะช่วงเดือนเมษายน ประเทศไทยหันเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 24.5-31.8 องศาเซลเซียส ทำให้มีอุณหภูมิสูงกว่าช่วงอื่นๆ และความแตกต่างของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนมีน้อย โดยมีอุณหภูมิต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนธันวาคมและมกราคม มีอุณหภูมิสูงสุดอยู่ที่เดือนเมษายน และพฤษภาคม

3.2.2 ความชื้นสัมพัทธ์

ช่วงเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม เป็นช่วงที่อากาศแห้งที่สุด โดยมีความชื้นสัมพัทธ์ระหว่าง 67-77% เมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน ลมจะเริ่มเปลี่ยนทิศทางเป็นลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และทิศใต้ ทำให้ความชื้นในอากาศสูงขึ้น แต่เนื่องจากอุณหภูมิอากาศยังอยู่ในระดับสูง ความชื้นสัมพัทธ์จึงยังไม่สูงมากจนกระทั่งเข้าสู่ฤดูฝน ซึ่งจะมีความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง 80% ขึ้นไป ซึ่งโดยเฉลี่ยมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดในเดือนธันวาคม และเดือนตุลาคมจะมีความชื้นสัมพัทธ์สูงที่สุด

3.2.3 ปริมาณน้ำฝน

โดยเฉลี่ยในกรุงเทพมหานครจะมีฝนตกเกือบทั้งปี โดยจะมีปริมาณน้ำฝนมากขึ้นตั้งแต่เดือนเมษายนไปจนถึงเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงสุดของปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ทิศทาง และ กระแสลม

กรุงเทพมหานครได้รับอิทธิพลมาจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ในฤดูร้อน) และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ในฤดูหนาว)) ที่เกิดจากการโคจรของดวงอาทิตย์ ที่กระทำต่อโลก ส่งผลต่อความกดอากาศ และอุณหภูมิ ซึ่งจะเกิดขึ้นทุกๆปี ซึ่งจะเห็นได้ว่าอิทธิพลของลมในกรุงเทพมหานครไม่เพียงพอที่จะสร้างความสบายภายในอาคาร นอกจากฤดูหนาวในบางช่วงเท่านั้น

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลภูมิอากาศ ปี พ.ศ. 2546

จังหวัด	กรุงเทพมหานคร												
เดือน	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
อุณหภูมิเฉลี่ย													
รายวัน	26.4	27.7	29.1	30.1	29.7	29.1	28.7	28.4	28.0	27.8	27.1	25.9	28.2
ต่ำสุดในตอนเช้า	21.7	23.7	25.4	26.4	25.9	25.8	25.3	25.2	24.8	24.5	23.3	21.1	24.4
ต่ำที่สุด	11.5	14.9	15.7	21.9	22.0	22.5	22.1	21.6	22.1	18.3	14.2	10.5	10.5
สูงที่สุดในตอนบ่าย	32.2	32.9	34.0	35.1	34.4	33.4	33.0	32.7	32.6	32.3	31.9	31.4	33.0
สูงที่สุด	37.6	37.0	37.6	40.0	39.5	37.7	37.8	37.0	36.0	36.2	36.0	35.8	40.0
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย (%)													
เวลา 07.00 น.	85	87	86	85	86	84	84	85	90	90	84	81	86
เวลา 13.00 น.	52	55	56	57	61	62	61	63	65	65	56	52	59
ลมผิวพื้น													
ความเร็วลมเฉลี่ย (กม./ชม.)	4.3	7.0	8.7	7.6	6.1	6.5	6.3	6.3	4.1	3.5	4.1	4.4	5.7
ทิศทางลม (ทิศ)	E,S	S	S	S	S	S,SW	S,SW	SW	W	NE	NE	NE	S
ฝนเฉลี่ย													
ปริมาณ (มม./เดือน)	9.1	19.6	31.3	73.9	219.6	149.5	161.4	213.6	345.3	268.9	46.0	5.0	1543.2
จำนวนวันฝนตก (วัน/เดือน)	1.4	2.5	2.9	6.3	15.8	16.1	17.3	19.8	20.9	17.3	6.0	0.8	127.1
จำนวนวันฝนตกหนัก (วัน/เดือน) (มากกว่า 35 มม./วัน)	0.1	0.2	0.4	0.7	2.0	0.9	1.0	1.7	2.7	2.5	0.3	0.0	12.2
ทัศนวิสัยเฉลี่ย (กม.)													
เวลา 07.00 น.	5.6	5.9	6.8	7.9	9.0	9.2	9.3	9.1	8.8	8.3	8.4	7.9	8.0
รายวัน	8.1	8.3	8.5	9.4	10.3	10.6	10.6	10.5	10.0	9.8	10.0	9.3	9.6
ความยาวนานแสงแดดเฉลี่ย (ชม./วัน)													
รายวัน	8.2	8.6	8.3	8.0	6.8	5.4	5.2	4.8	4.8	5.8	5.8	7.8	6.7

ที่มา กรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ลักษณะการโคจรของดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อกรุงเทพมหานคร

ลักษณะการโคจรรอบดวงอาทิตย์มีลักษณะเป็นวงรี ในขณะที่โคจรไปก็จะหมุนรอบตัวเองไปพร้อมกัน แกนของโลกที่เอียง 23.5° กับแนวโคจรรอบดวงอาทิตย์ ในวันที่ 21 มิถุนายนบริเวณเส้นรุ้งที่ 23.5° เหนือ จะเข้าใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบกับจุดอื่นๆ บนโลกในเขตกรุงเทพมหานคร ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนเข้าสู่ฤดูฝน จะสังเกตพบว่าเมื่อเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์ไม่ได้อยู่ตรงศีรษะ แต่เอียงไปทางทิศเหนือเป็นมุม 23.5° สำหรับกรุงเทพมหานครซึ่งอยู่ที่เส้นรุ้งที่ 13°44' นั้นเอียงทำมุมกับทิศเหนือ (23.5°-13.4°) =10.1°

ในวันที่ 21 ธันวาคม บริเวณเส้นรุ้งที่ 23.5° ใต้ จะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด เมื่อเทียบกับจุดอื่นๆบนโลก ในเขตกรุงเทพมหานครจะเป็นช่วงฤดูหนาว ซึ่งจะเห็นดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่เอียงไปทางทิศใต้เป็นมุม 23.5° สำหรับกรุงเทพมหานครนั้นเอียงทำมุมกับทิศใต้ (13.4°-(23.5°)) = 36.9° ดวงอาทิตย์จะอ้อมใต้

ในวันที่ 21 มีนาคม และวันที่ 21 กันยายน บริเวณเส้นศูนย์สูตรจะอยู่ใกล้ดวงอาทิตย์ที่สุดเทียบกับจุดอื่นๆ บนโลกของทุกปี จะสังเกตเห็นว่าเวลาเที่ยงวัน ดวงอาทิตย์อยู่เหนือศีรษะพอดี

3.3 การหาข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐานของกรุงเทพมหานคร

ข้อมูลภูมิอากาศรายชั่วโมงของกรุงเทพมหานครที่ทำการตรวจวัดโดยกรมอุตุนิยมวิทยาจำนวน 16 ปี ถูกนำมาคัดเลือกเพื่อเป็นตัวแทนข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐานสำหรับใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้สำหรับการคำนวณการใช้พลังงานของอาคารตลอดปี การคัดเลือกกระทำโดย 2 วิธี คือ วิธี Test Reference Year (TRY) และวิธี Typical Meteorological Year (TMY) จากการคัดเลือกแบบ TRY โดยใช้อุณหภูมิกระเปาะแห้งเป็นพารามิเตอร์ในการเลือก จะได้ข้อมูลภูมิอากาศปี พ.ศ. 2537 เป็นข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐาน ในขณะที่หากเลือกใช้ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์เป็นพารามิเตอร์ในการเลือกจะได้ข้อมูลอากาศปีพ.ศ. 2527 เป็นข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐาน สำหรับการคัดเลือกด้วยวิธีแบบ TMY จะมีการนำเอารังสีแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพารามิเตอร์หลักในการเลือก รวมทั้งใช้ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง, จุดน้ำค้าง และความเร็วลมเป็นพารามิเตอร์ประกอบในการเลือกที่มีความสำคัญน้อยกว่า การเลือกจะใช้การถ่วงน้ำหนักความสำคัญของพารามิเตอร์ที่พิจารณา และวิธีทางสถิติ เช่น การใช้ค่าความถี่สะสม, ค่า Root Mean Square Difference และสมการทางสถิติอื่นๆ เป็นต้น จากการวิเคราะห์จะได้ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภูมิอากาศมาตรฐานที่มีตัวแทนเป็นข้อมูลภูมิอากาศของเดือนแต่ละเดือนที่เหมาะสมในปีที่ต่างๆ กันไป

3.2.1 การคัดเลือกข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐาน

ในการทำนายการใช้พลังงานของอาคารหรือการวิเคราะห์หาสมรรถนะของหน่วยผลิตพลังงานแสงอาทิตย์นั้น ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นข้อมูลหนึ่งของข้อมูลภูมิอากาศจะเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ถูกใช้ในการวิเคราะห์ และเนื่องจากข้อมูลภูมิอากาศนั้นมักจะแปรเปลี่ยนไปในแต่ละปี ปัญหาจึงเกิดขึ้นตรงที่ว่าจะใช้ข้อมูลภูมิอากาศปีใดเป็นตัวแทนที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งการนำข้อมูลจำนวนหลายปีมาเฉลี่ยไม่นับว่าเป็นวิธีที่เหมาะสม การหาตัวแทนของข้อมูลภูมิอากาศที่เหมาะสมสามารถกระทำได้หลายรูปแบบ แล้วแต่เงื่อนไขของการนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ ASHREA ได้เสนอวิธีการจัดหาค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเพื่อเป็นตัวแทนที่ใช้ในการออกแบบระบบปรับอากาศ โดยทำการเลือกค่าอุณหภูมิที่เป็นค่าสูงสุดที่มีโอกาสเกิดขึ้นเพียง 0.4%,1.0% และ 2.0% ของกลุ่มข้อมูลอุณหภูมิตลอดทั้งปี ในขณะที่หากต้องการใช้ข้อมูลอากาศรายชั่วโมงตลอดปี (8760 ชั่วโมง) เป็นตัวแทนไปใช้ในการหาค่าการใช้พลังงานตลอดปีของอาคารนั้น คงต้องใช้วิธีที่แตกต่างกันไป โดยจะกล่าวถึง 2 วิธี คือ วิธี Test Reference Year (TRY) และวิธี Typical Meteorological Year (TMY)

ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์เป็นข้อมูลที่ทำการตรวจวัดที่กรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี พ.ศ. 2524-2539 ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจำนวน 11 ชนิด ได้แก่

- ข้อมูลรังสีรวมจากดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นในแนวนอน (Global radiation)
- อุณหภูมิกระเปาะแห้ง
- อุณหภูมิกระเปาะเปียก
- อุณหภูมิหยาดน้ำค้าง (Dew point temperature)
- ความเร็วลม
- ทิศทางลม
- ความชื้นสัมพัทธ์
- ความดันบรรยากาศ
- ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า (Cloud cover)
- ช่วงเวลาส่องสว่างของดวงอาทิตย์ (Sunshine duration)
- ค่าทัศนวิสัย (Visibility)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลภูมิอากาศที่จัดเก็บนี้มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ จัดเก็บในรูปแบบของค่าเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมงสำหรับข้อมูลที่ถูกบันทึกระหว่างปี พ.ศ.2524-2530 และการจัดเก็บในรูปแบบเฉลี่ยรายชั่วโมงสำหรับข้อมูลที่ถูกบันทึกระหว่างปี พ.ศ.2531-2539 เนื่องจากข้อมูลภูมิอากาศที่ใช้มีจำนวนมาก และมีข้อมูลสูญหายไปบ้างในช่วงเวลา 16 ปี การซ่อมแซมข้อมูลจะใช้การประมาณค่าในช่วงด้วยสมการเชิงเส้นตรง โดยใช้ข้อมูลก่อนและหลังข้อมูลที่สูญหายเป็นตัวแปรต้น

3.2.2 วิธีคัดเลือกแบบ Test Reference Year (TRY)

เป็นวิธีที่ ASHRAE เสนอโดยจะทำการคัดเลือกปีมาตรฐานจากข้อมูลภูมิอากาศที่ถูกบันทึกไว้จำนวนหลายปี โดยจะคัดเลือกตัวแปรทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสำคัญต่อการประมาณค่าการใช้พลังงานของอาคารมาเป็นตัวแปรที่ใช้พิจารณา ในการศึกษานี้จะใช้ตัวแปร 2 ตัวแปร คือ ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง และค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบรวม ในกรณีที่เลือกตัวแปรหลักเป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ขั้นตอนในการคัดเลือกสามารถกระทำได้ดังนี้

1. คำนวณค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดแต่ละเดือน โดยพิจารณาจากค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุดและต่ำสุดในแต่ละวัน แล้วนำค่ามาเฉลี่ยในหนึ่งเดือน
2. ลำดับความสำคัญของแต่ละเดือนที่มีต่ออัตราการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งสำหรับกรุงเทพมหานคร เดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุด จึงถือว่าเป็นเดือนที่มีความสำคัญมากที่สุด และเดือนที่อยู่ใกล้เดือนเมษายนมากที่สุด เป็นเดือนที่มีความสำคัญรองลงมา ในขณะที่เดือนที่อยู่ห่างออกไปก็จะมีความสำคัญน้อยลง ดังตารางที่ 3.5
3. นำค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งเฉลี่ยสูงสุด และต่ำสุดของแต่ละเดือนของข้อมูลภูมิอากาศในแต่ละปีมาบรรจุในตารางที่ 3.6 จนครบทุกปี
4. เนื่องจากข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐาน ควรเป็นปีที่มีระดับพลังงานอยู่ในระดับปานกลาง จึงต้องทำการขจัดเดือนที่มีอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุด และต่ำสุดออก โดยเริ่มขจัดเดือนที่มีความสำคัญสูงสุด และไล่มาจนถึงเดือนที่มีความสำคัญรองลงมา จนถึงเดือนที่มีความสำคัญน้อยที่สุด จากนั้นก็ทำการขจัดเดือนที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มจากเดือนที่มีความสำคัญสูงสุด ไล่ลงมาตามความสำคัญของแต่ละเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. เมื่อขจัดเดือนที่มีค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งสูงสุดและต่ำสุดรอบแรกแล้ว (ตัดออกจำนวน 24 ครั้ง) จึงพิจารณาว่ามีปีไหนบ้างที่ไม่มีเดือนใดในปีนั้นถูกขจัดออกบ้าง ในกรณีที่ยังเหลือปีที่ไม่ถูกขจัดมากกว่าหนึ่งปี ให้กระทำซ้ำจนกระทั่งเหลือเพียงปีเดียว

เมื่อเลือกอุณหภูมิกระเปาะแห้งเป็นตัวแปรหลัก จะได้ข้อมูลภูมิอากาศปี พ.ศ. 2537 เป็นข้อมูลมาตรฐาน และหากเลือกรังสีแสงอาทิตย์แบบรวมเป็นตัวแปรหลัก จะได้ข้อมูลภูมิอากาศปี พ.ศ.2527 เป็นข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐาน

ตารางที่ 3.2 การเรียงลำดับความสำคัญของแต่ละเดือนจากความสำคัญมากไปความสำคัญน้อยตามลำดับ

สูงสุด	เมษายน	ต่ำสุด
สูงสุด	พฤษภาคม	ต่ำสุด
สูงสุด	มีนาคม	ต่ำสุด
สูงสุด	มิถุนายน	ต่ำสุด
สูงสุด	กุมภาพันธ์	ต่ำสุด
สูงสุด	กรกฎาคม	ต่ำสุด
สูงสุด	มกราคม	ต่ำสุด
สูงสุด	สิงหาคม	ต่ำสุด
สูงสุด	ธันวาคม	ต่ำสุด
สูงสุด	กันยายน	ต่ำสุด
สูงสุด	พฤศจิกายน	ต่ำสุด
สูงสุด	ตุลาคม	ต่ำสุด

ตารางที่ 3.3 การคัดเลือกปีมาตรฐานแบบ TRY เมื่อใช้ค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้งที่รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2539 (หน่วย ^{o}C)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Max of 2524	28.62	29.28	30.19	30.92	30.37	29.96	29.63	29.98	29.50	29.10	29.29	27.77
Min of 2524	21.23	25.53	28.13	25.47	26.05	27.06	27.04	25.99	26.05	25.63	23.90	21.78
Max of 2525	27.14	29.35	30.65	31.58	31.75	30.10	29.32	29.71	29.88	29.31	29.43	27.80
Min of 2525	23.31	26.77	24.70	26.47	26.23	26.84	26.61	25.14	24.22	25.07	26.61	20.00
Max of 2526	28.45	28.72	30.84	31.84	32.95	31.45	30.95	29.83	29.58	29.45	29.16	28.83
Min of 2526	20.22	26.40	25.27	29.53	28.09	26.81	27.34	25.79	25.29	23.97	20.93	21.56
Max of 2527	29.35	29.29	30.51	31.58	31.89	30.27	29.80	29.62	28.69	29.06	29.26	28.61
Min of 2527	20.59	24.70	27.14	28.20	27.29	26.33	25.15	27.48	26.52	25.71	25.08	24.80
Max of 2528	28.08	30.13	30.80	32.13	31.87	29.99	29.63	29.27	28.80	29.44	28.90	28.88
Min of 2528	24.28	26.80	26.97	26.18	26.93	27.48	25.61	26.88	25.74	25.65	25.90	32.38
Max of 2529	28.18	28.63	30.32	31.23	30.64	31.10	30.40	29.73	30.01	29.92	28.88	28.17
Min of 2529	20.78	25.64	21.17	26.67	25.09	27.00	26.00	26.48	25.47	25.27	23.93.	21.56
Max of 2530	28.46	29.24	30.28	31.57	31.87	30.57	31.15	31.57	30.67	29.74	29.72	27.62

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Min of 2530	24.19	24.54	25.29	27.38	27.55	27.16	27.53	27.88	25.10	26.47	26.15	20.61
Max of 2531	29.35	29.47	31.21	31.73	31.45	30.63	30.24	29.77	30.88	29.33	28.04	27.68
Min of 2531	25.00	26.16	27.99	26.37	26.21	26.88	26.82	26.90	25.86	25.39	23.86	22.89
Max of 2532	28.96	28.80	30.11	31.84	32.27	30.48	30.30	29.90	29.10	29.70	29.54	27.35
Min of 2532	25.99	26.15	24.15	29.79	27.30	25.98	25.26	26.35	26.32	25.64	24.18	22.99
Max of 2533	28.63	29.14	30.60	32.51	31.55	30.59	30.38	30.60	30.27	29.05	29.49	28.52
Min of 2533	25.91	26.99	26.30	28.38	26.89	28.01	25.36	26.50	26.28	23.85	24.02	22.29
Max of 2534	29.25	29.87	31.32	32.07	32.30	30.71	30.83	30.20	30.35	28.84	28.97	0.00
Min of 2534	26.30	25.71	29.20	26.43	27.53	27.78	27.07	26.43	26.22	25.12	24.41	0.00
Max of 2535	28.00	28.87	30.49	32.07	32.88	32.44	31.12	29.52	29.64	28.93	28.67	28.38
Min of 2535	0.00	25.10	28.01	30.09	29.09	27.53	25.88	27.06	25.90	23.18	22.65	18.47
Max of 2536	27.98	28.67	30.23	31.91	32.16	31.63	30.84	29.38	29.44	28.65	29.39	28.80
Min of 2536	20.71	24.05	26.24	25.94	26.19	27.93	27.78	26.39	25.63	25.73	24.34	21.72
Max of 2537	28.27	29.88	30.24	31.88	32.10	30.64	30.06	30.17	29.75	28.98	29.04	28.19
Min of 2537	23.55	27.93	24.61	28.73	26.05	26.34	26.79	26.40	26.53	24.12	25.90	24.86
Max of 2538	28.30	29.46	31.03	32.03	32.42	31.01	31.11	30.14	29.98	29.96	29.74	29.55
Min of 2538	21.57	23.10	27.52	28.32	28.17	28.11	26.87	26.85	26.51	25.55	25.20	22.08
Max of 2539	29.77	29.37	31.72	32.35	31.43	31.03	31.05	31.10	29.75	30.62	29.46	29.38
Min of 2539	22.79	24.51	27.38	26.59	26.93	27.70	26.51	26.27	26.50	26.36	25.47	23.75

ตารางที่ 3.4 การคัดเลือกปีมาตรฐานแบบ TRY จากรังสีดวงอาทิตย์ที่รวบรวมตั้งแต่ปี พ.ศ.2524-2539 (หน่วย MJ/m^2 per day)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Max of 2524	1911	1968	2473	2479	2578	2365	2259	2028	2177	2264	2042	2428
Min of 2524	1160	527	1163	858	320	232	576	372	572	398	312	637
Mis of 2524	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2525	2299	2024	2122	2439	2669	2472	2467	2093	2531	2535	2326	2123
Min of 2525	1020	859	201	911	365	730	761	534	291	293	621	828
Mis of 2525	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2526	1951	2152	2306	2410	2615	2494	2512	2452	2189	1965	1921	1964
Min of 2526	1124	1590	956	1698	830	748	926	735	484	270	633	688
Mis of 2526	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2527	1950	2047	2295	2480	2482	2311	2632	2197	2186	2103	1965	1868
Min of 2527	1040	1144	570	872	721	704	863	971	920	793	911	1121
Mis of 2527	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2528	1919	2249	2290	2500	2446	2379	2262	1879	2033	1838	1997	1827
Min of 2528	767	1069	999	606	847	515	846	1132	736	541	840	1350
Mis of 2528	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2529	1762	1996	2314	2507	2499	2486	2117	2345	2442	2000	1978	1867
Min of 2529	1083	505	1261	714	211	1027	725	897	750	672	979	431
Mis of 2529	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2530	1882	1904	2246	2374	2531	2279	2362	2415	2159	2097	1173	1876
Min of 2530	607	206	13	1186	613	818	937	897	444	698	869	1025
Mis of 2530	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2531	2139	2560	2778	2606	2877	2796	2646	2654	2763	2335	2280	2192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 (ต่อ)

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Min of 2531	1428	869	1161	762	377	1209	1084	533	486	752	838	1647
Mis of 2531	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Max of 2532	2108	2413	2751	2916	2834	2823	2870	2672	2427	2433	2222	2135
Min of 2532	866	926	490	1721	941	799	709	848	1186	948	1076	652
Mis of 2532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Max of 2533	2051	2578	2775	2836	2837	2629	2864	2928	2458	2289	2257	2177
Min of 2533	1332	915	1251	1206	658	1194	934	1032	846	340	841	1244
Mis of 2533	0	3	0	1	0	0	2	0	1	0	0	1
Max of 2534	2099	2326	2748	2986	2895	2871	2706	2731	2388	2200	2182	1928
Min of 2534	881	1037	1731	888	1320	1130	1051	609	718	712	1019	1057
Mis of 2534	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Max of 2535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2048	2297	2164
Min of 2535	0	0	0	0	0	0	0	0	0	569	1333	464
Mis of 2535	31	29	31	30	31	30	31	31	30	12	0	0
Max of 2536	2215	2463	2817	2924	2872	2840	2711	2447	2543	2323	2130	2046
Min of 2536	817	1792	1346	402	624	769	1043	917	605	690	923	625
Mis of 2536	4	1	2	0	1	1	0	2	0	2	1	0
Max of 2537	2073	2387	2723	2896	2936	2680	2471	2817	2619	2510	2265	2162
Min of 2537	1610	1141	895	1697	826	847	992	1018	1036	1118	1026	1189
Mis of 2537	0	8	0	5	7	0	0	0	2	4	0	0
Max of 2538	2148	2537	2521	2693	2490	2306	2310	1849	1545	0	0	0
Min of 2538	1086	1718	1471	1258	997	1131	1267	670	705	0	0	0
Mis of 2538	0	0	0	0	0	0	0	1	3	31	30	31
Max of 2539	0	0	2716	2840	2723	2803	2911	2800	2504	2534	2327	5085
Min of 2539	0	0	2111	911	831	710	616	866	718	742	500	1314
Mis of 2539	31	29	20	0	4	2	2	1	7	1	1	0

3.2.3 วิธีคัดเลือกแบบ Typical Meteorological Year (TMY)

Sandia National Laboratories ได้เสนอเกณฑ์การคัดเลือกปีมาตรฐานด้วยการคัดเลือกเดือนที่เหมาะสมจำนวน 12 เดือนที่เรียกว่า Typical Meteorological Month (TMM) จากข้อมูลภูมิอากาศที่ตรวจวัดที่สถานีตรวจอากาศจำนวนหลายปีด้วยวิธีทางสถิติ ส่งผลให้เดือนที่เหมาะสมอาจมาจากข้อมูลภูมิอากาศต่างปีก็ได้ ซึ่งช่วงต่อของเดือนอาจมีความไม่ต่อเนื่อง จึงจำเป็นต้องมีการประมาณค่าตรงช่วงต่อช่วง 6 ชั่วโมงก่อน และหลังจุดต่อของเดือนด้วยการประมาณแบบ Cubic spline interpolation

การคัดเลือกปีมาตรฐาน TMY นั้นกระทำโดยอ้างอิงแนวทางของ Pissimanis et.al (Typical Meteorological Year for the city of Athens Solar Energy Vol.4 N.O.5, 1998) และ Hall (Generation of Typical Meteorological Year Proceeding of 1978 annual meeting of AS of ISES, 1978) โดยตัวแปรที่ใช้เลือกจะมีจำนวน 13 ค่า ได้แก่ ค่าเฉลี่ยสูงสุด, ต่ำสุด,ค่าแตกต่างระหว่างค่ามากที่สุดกับค่าน้อยที่สุดรายวันของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิกระเปาะแห้ง ข้อมูลอุณหภูมิหยาดน้ำค้าง ข้อมูลความเร็วลม และข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์รวม ขั้นตอนการเลือกเดือนมาตรฐาน (TMM) ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการคัดเลือก Candidate year จำนวน 5 ปี และขั้นตอนการคัดเลือกเดือนมาตรฐาน (TMM) จาก Candidate year

ขั้นตอนการเลือก Candidate year กระทำโดยการเปรียบเทียบค่าฟังชั่นความถี่สะสม (Cumulative Frequency Distribution, CFD) ของข้อมูลแต่ละแบบของแต่ละเดือนในหนึ่งปี กับค่าฟังชั่นความถี่สะสมระยะยาวของข้อมูลทุกปี (Long term cumulative distribution function) โดยใช้สมการทางสถิติที่เสนอโดย Finkelstein และ Schafer (FS) โดยที่ n คือจำนวนข้อมูลของตัวแปร x ที่ได้จากการตรวจวัด และข้อมูลเหล่านี้ถูกเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก $(x_1,x_2,.....,x_n)$ ค่าความถี่สะสมของตัวแปรกำหนดเป็น $S_n(x)$ โดยที่

$$S_n(x) = \begin{cases} 0 & \text{for} \quad x < x_{(1)} \\ (k-0.5)/n & \text{for} \quad x_{(k)} \le x < x_{(k+1)} \\ 1 & \text{for} \quad x \ge x_{(n)} \end{cases} \qquad (1)$$

ค่า $S_n(x)$ เป็นฟังก์ชั่นเพิ่มแบบคงที่ด้วย Step size เท่ากับ 1/n ที่ข้อมูล x โดยจะมีขอบเขตอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ค่าความถี่สะสมระยะยาว (S_n) ของข้อมูลอุตุนิยมวิทยาประจำเดือนมกราคมซึ่งถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1 เป็นตัวอย่าง ส่วนค่า FS สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$FS = (1/n).\sum_{i=1}^{n} \delta_i \qquad (2)$$

เมื่อ δ_i เป็นค่าสัมบูรณ์ของผลต่างระหว่างค่าความถี่สะสมของข้อมูลทุกปีของเดือนที่กำลังพิจารณากับค่าความถี่สะสมของข้อมูลแต่ละปีที่เดือนเดียวกัน ค่า FS ถูกใช้เป็นตัวแทนของการเปรียบเทียบของข้อมูลในแต่ละเดือนของแต่ละปี สำหรับตัวแปรทางสถิติทั้งหมด 13 ตัวแปร แต่เนื่องจากตัวแปรแต่ละตัวแปรมีความสำคัญต่อประเด็นวิเคราะห์ (การใช้พลังงานของอาคาร) ไม่เท่ากัน จึงจำเป็นต้องมีการถ่วงน้ำหนักให้ค่า FS แต่ละตัวแปรเพื่อหาค่า Weighting Sum (WS) ตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$WS = \sum_{j=1}^{m} w_j \cdot FS_j \qquad (3)$$

เมื่อ m คือ จำนวนตัวแปรของข้อมูลสภาพบรรยากาศ และ w_j เป็นค่าถ่วงน้ำหนักของแต่ละตัวแปร จากการศึกษา Hall พบว่า ตัวแปรอุตุนิยมวิทยาจำนวน 4 ตัวแปรจากตัวแปรอุตุนิยมวิทยาจำนวน 13 ตัวแปร มีความสำคัญน้อยมากจนสามารถสมมุติให้ค่าถ่วงน้ำหนักของตัวแปรเหล่านี้มีค่าเท่ากับศูนย์ได้ ตัวแปรเหล่านั้นได้แก่ ค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่มากที่สุดกับค่าที่น้อยที่สุดรายวันของค่าอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ค่าอุณหภูมิหยาดน้ำค้าง และค่าความเร็วลม รวมทั้งหมด 3 ตัวแปร และค่าความเร็วลมต่ำสุดรายวันอีก 1 ตัวแปร ซึ่งจะเหลือตัวแปรที่ต้องมีการถ่วงน้ำหนักอีก 9 ตัวแปร และในการวิเคราะห์นี้จะถือว่ารังสีแสงอาทิตย์แบบรวมมีความสำคัญสูงสุด ดังนั้นจึงกำหนดให้ค่าถ่วงน้ำหนักของค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์มีค่าสูงสุด คือ 12 ส่วนใน 24 ส่วน และข้อมูลอื่นๆ ที่มีความสำคัญน้อยกว่าก็จะกำหนดให้มีค่าถ่วงน้ำหนักลดน้อยลงตามลำดับ โดยที่ค่าถ่วงน้ำหนักดังกล่าวจะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.6

ตารางที่ 3.5 ค่าถ่วงน้ำหนักของค่าทางสถิติของข้อมูลสภาพบรรยากาศ

	Dry Bulb Temp.			Dew point Temp.			Wind Vel.		Solar Rad.
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Mean	
w_i	1/24	1/24	2/24	1/24	1/24	2/24	2/24	2/24	12/24

ตารางที่ 3.6 ผลรวมการถ่วงน้ำหนักของ WS ของข้อมูลภูมิอากาศ

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2524	0.1226	0.1286	0.092	0.1245	0.1111	0.1345	0.1057	0.1248	0.111	0.0875	0.151	0.1061
2525	0.1035	0.1315	0.1556	0.1346	0.0587	0.1088	0.086	0.995	0.0738	0.1085	0.181	0.0748
2526	0.1112	0.1787	0.1117	0.2149	0.143	0.0844	0.106	0.1161	0.0836	0.1169	0.1095	0.1272
2527	0.0891	0.1196	0.1009	0.1132	0.0864	0.1224	0.0884	0.1075	0.0892	0.0903	0.0955	0.1709
2528	0.1316	0.1356	0.1161	0.1101	0.1015	0.177	0.1467	0.143	0.099	0.1145	0.112	0.1511
2529	0.1478	0.1427	0.1448	0.1106	0.1326	0.1049	0.1089	0.1048	0.076	0.0728	0.1025	0.1315
2530	0.2211	0.276	0.286	0.2411	0.1987	0.241	0.2356	0.2537	0.1934	0.242	0.336	0.264
2531	0.2062	0.257	0.3211	0.2258	0.2252	0.2778	0.2197	0.2293	0.2218	0.2066	0.2632	0.2702
2532	0.1607	0.1166	0.1699	0.2184	0.1276	0.1818	0.113	0.1913	0.1467	0.1037	0.1573	0.1174
2533	0.1682	0.1819	0.1517	0.159	0.1263	0.1159	0.1143	0.159	0.1236	0.1209	0.0595	0.1739
2534	0.1444	0.145	0.2022	0.109	0.0825	0.067	0.0663	0.0612	0.0919	0.103	0.1347	0.4057
2535	0.4991	0.484	0.49	0.5386	0.5356	0.518	0.5162	0.502	0.5035	0.1352	0.2237	0.0846
2536	0.0696	0.227	0.1203	0.1264	0.1282	0.1516	0.1709	0.0704	0.1024	0.0812	0.0728	0.0881
2537	0.1793	0.1213	0.0737	0.1479	0.0979	0.0693	0.089	0.0873	0.1162	0.1591	0.2165	0.1348
2538	0.1484	0.2271	0.131	0.1509	0.1186	0.1396	0.0999	0.1958	0.1825	0.5031	0.5421	0.5206
2539	0.4798	0.499	0.1133	0.1002	0.0695	0.0903	0.0756	0.1583	0.1118	0.1244	0.1031	0.2607

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากถ่วงน้ำหนักให้กับค่า FS ตามสมการที่ 3 แล้วจึงทำการคัดเลือก Candidate year โดยเลือกปีที่มีค่า WS น้อยที่สุดของแต่ละเดือน จำนวน 5 ปี ตามตารางที่ 3.8 โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่าทางสถิติจำนวน 3 ค่า คือ Root mean square difference (RMSD) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่างค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์รายชั่วโมงของแต่ละเดือนของ Candidate year กับค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ของข้อมูลทุกปี ค่า FS ของค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในหนึ่งวัน และค่า FS ของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งในหนึ่งวัน

ค่า Root mean square difference (RMSD) สามารถเขียนได้เป็น

$$RMSD = \left[\sum_{I=1}^{N} (x_{ki}-x_i)^2/N\right]^{1/2} \qquad (4)$$

เมื่อ k และ I หมายถึง ปี และ ชั่วโมงในแต่ละวันตามลำดับ และ N คือ จำนวนชั่วโมงในหนึ่งวันที่ค่ารังสีดวงอาทิตย์ไม่เท่ากับศูนย์ ส่วนการเลือกปีที่เหมาะสมในขั้นตอนต่อไป จะเลือกปีที่มีค่า RMSD อยู่ในช่วง 0.02 $MJ/m^2/hour$ ของค่าที่น้อยที่สุดที่ปรากฏอยู่ใน Candidate year (ค่า RMSD น้อยกว่า 4% ของค่าเฉลี่ยของรังสีดวงอาทิตย์รายชั่วโมงของ 12 เดือน) ซึ่งจะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.9

ตารางที่ 3.7 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (RMSD) ระหว่างค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์รายชั่วโมงของแต่ละเดือนของ Candidate Year กับค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ของข้อมูลทุกปี

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2524	0.106	0.199	0.311	0.274	0.274	0.357	0.185	0.350	0.205	0.178	0.471	0.155
2525	0.146	0.171	0.368	0.369	0.150	0.225	0.125	0.194	0.124	0.126	0.254	0.105
2526	0.078	0.155	0.129	0.099	0.107	0.088	0.045	0.131	0.117	0.268	0.192	0.487
2527	0.060	0.101	0.124	0.157	0.132	0.153	0.068	0.170	0.042	0.098	0.334	0.202
2528	0.106	0.063	0.140	0.277	0.459	0.568	0.174	0.118	0.168	0.364	0.215	0.285
2529	0.122	0.062	0.095	0.418	0.132	0.086	0.235	0.071	0.096	0.090	0.146	0.190
2530	0.072	0.405	0.410	0.192	0.186	0.102	0.087	0.129	0.133	0.294	0.395	0.136
2531	0.150	0.113	0.231	0.227	0.112	0.299	0.154	0.115	0.170	0.068	0.174	0.202
2532	0.080	0.109	0.163	0.414	0.081	0.158	0.193	0.277	0.273	0.228	0.287	0.141
2533	0.123	0.285	0.191	0.286	0.191	0.177	0.204	0.462	115.000	0.194	0.300	0.545
2534	0.498	0.173	0.208	0.180	0.161	0.095	0.137	0.077	0.131	0.165	0.276	0.148
2535	5.729	6.051	7.007	0.780	0.284	5.753	5.619	5.341	4.988	0.110	0.318	0.146
2536	0.082	0.311	0.140	0.226	0.251	0.292	0.299	0.343	0.195	0.189	0.201	0.035
2537	0.180	0.102	0.405	0.432	0.141	0.118	0.066	0.117	0.279	0.419	0.367	0.091
2538	0.152	0.325	0.137	0.217	0.207	0.180	0.245	0.529	0.522	0.523	5.619	6.084
2539	5.729	6.051	0.334	0.458	0.324	0.104	0.079	0.234	0.100	0.170	0.150	2.007

หมายเหตุ ค่าที่ระบายสีหมายถึงค่าที่เข้าเกณฑ์ของการคัดเลือกโดยพิจารณาเฉพาะค่า Candidate Year

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจะทำการคัดเลือกค่า FS ของค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในหนึ่งวันของ Candidate year ซึ่งอยู่ในช่วง 0.03 MJ/m^2/hour ของค่าที่น้อยที่สุด ซึ่งจะถูกแสดงดังตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8 ค่า FS ของค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์ในหนึ่งวัน

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2524	0.12	0.16	0.04	0.14	0.09	0.15	0.10	0.16	0.14	0.07	0.25	0.08
2525	0.05	0.15	0.22	0.13	0.07	0.09	0.04	0.11	0.06	0.07	0.17	0.05
2526	0.14	0.15	0.08	0.16	0.06	0.04	0.03	0.06	0.05	0.11	0.10	0.12
2527	0.07	0.11	0.10	0.11	0.08	0.10	0.07	0.06	0.09	0.07	0.10	0.19
2528	0.10	0.09	0.13	0.11	0.09	0.16	0.09	0.11	0.08	0.16	0.12	0.22
2529	0.13	0.12	0.13	0.07	0.08	0.09	0.10	0.09	0.09	0.07	0.13	0.12
2530	0.10	0.21	0.20	0.14	0.08	0.09	0.06	0.13	0.05	0.09	0.23	0.16
2531	0.06	0.14	0.25	0.09	0.08	0.20	0.11	0.09	0.07	0.08	0.07	0.21
2532	0.10	0.12	0.22	0.29	0.08	0.15	0.13	0.20	0.18	0.12	0.21	0.14
2533	0.17	0.21	0.22	0.18	0.16	0.10	0.10	0.21	0.15	0.15	0.07	0.21
2534	0.10	0.18	0.22	0.13	0.08	0.06	0.06	0.04	0.12	0.14	0.18	0.15
2535	0.82	0.83	0.87	0.91	0.89	0.91	0.92	0.90	0.88	0.13	0.25	0.05
2536	0.06	0.27	0.14	0.17	0.18	0.20	0.23	0.04	0.14	0.09	0.08	0.08
2537	0.27	0.04	0.04	0.21	0.09	0.04	0.06	0.07	0.16	0.22	0.31	0.11
2538	0.23	0.36	0.14	0.13	0.11	0.11	0.10	0.21	0.23	0.88	0.92	0.93
2539	0.82	0.83	0.09	0.10	0.06	0.06	0.04	0.13	0.11	0.10	0.07	0.41

หมายเหตุ ค่าที่ระบายสีหมายถึงค่าที่เข้าเกณฑ์ของการคัดเลือกโดยพิจารณาเฉพาะค่า Candidate Year

ในกรณีที่ผ่านการคัดเลือกขั้นตอนย่อยทั้งสองขั้นตอนแล้วยังมี Candidate year เหลือมากกว่าหนึ่งปี ให้เลือกปีที่มีค่า FS ของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งในหนึ่งวันที่มีค่าน้อยที่สุด ค่า FS ของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งในหนึ่งวันที่มีค่าน้อยที่สุด ค่า FS ดังกล่าวจะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.9 โดยค่าที่ถูกขีดเส้นใต้ในตารางจะเป็นค่า FS ที่น้อยที่สุดของ Candidate year ที่เหลืออยู่ ซึ่งจะถูกคัดเลือกให้เป็นเดือนมาตรฐาน (TMM) ดังตารางที่ 3.10 ซึ่งจะแสดงถึงเดือนมาตรฐานที่ประกอบเป็นปีมาตรฐานแบบ TMY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.9 แสดงค่า FS ของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิกระเปาะแห้งในหนึ่งวัน

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2524	0.15	0.08	0.10	0.19	0.17	0.15		0.06	0.05	0.10	0.14	0.17
2525	0.24	0.08	0.05	0.24	0.06	0.17		0.18	0.07	0.09	0.27	0.15
2526	0.09	0.11	0.06	0.05		0.10		0.08	0.05	0.09	0.18	0.06
2527	0.15	0.10	0.10	0.06	0.07	0.06		0.08	0.09	0.13	0.04	0.12
2528	0.12	0.21	0.11	0.10	0.17	0.15	0.24	0.09	0.11	0.12	0.10	0.04
2529	0.21	0.19	0.14	0.14	0.12	0.04	0.13	0.09	0.04	0.03	0.08	0.09
2530	0.07	0.06	0.05	0.05	0.05	0.14	0.24	0.28	0.04	0.14	0.11	0.16
2531	0.10	0.11	0.22	0.07	0.15	0.04	0.05	0.09	0.08	0.07	0.27	0.11
2532	0.21	0.12	0.19	0.13	0.04	0.07	0.06	0.03	0.05	0.03	0.03	0.10
2533	0.24	0.19	0.03	0.10	0.04	0.13	0.05	0.11	0.04	0.06	0.04	0.17
2534	0.29	0.07	0.20	0.06	0.07	0.05		0.06	0.05	0.06	0.06	0.94
2535	0.26	0.11	0.04	0.29	0.28	0.09		0.06	0.12	0.20	0.19	0.16
2536	0.10	0.22	0.13	0.07	0.07	0.15	0.24	0.16	0.08	0.05	0.06	0.07
2537	0.09	0.33	0.10	0.09	0.05	0.10	0.09	0.13	0.03	0.08	0.10	0.21
2538	0.06	0.08	0.10	0.14	0.07	0.10	0.09	0.09	0.05	0.17	0.18	0.11
2539	0.18	0.09	0.15	0.10	0.05	0.14	0.03	0.22	0.03	0.24	0.20	0.11

หมายเหตุ ค่าที่ระบายสีหมายถึงค่าที่ได้รับเลือก

ตารางที่ 3.10 ข้อมูลสภาพภูมิอากาศมาตรฐานที่ทำการคัดเลือกโดยวิธี TMY แสดงเป็นข้อมูลของเดือนในปีที่เหมาะสม

JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
2536	2537	2537	2529	2537	2534	2539	2534	2526	2529	2527	2536

แฟ้มข้อมูลภูมิอากาศที่มีการจัดรูปแบบ TRY และ TMY ที่โปรแกรม DOE2.1E ยอมรับนั้น จะมีรูปแบบโดยเฉพาะในการกำหนดค่าข้อมูลแต่ละตัวให้อยู่ในตำแหน่งเฉพาะเจาะจง รายละเอียดของการจัดตำแหน่งของข้อมูลจะถูกแสดงไว้ในตารางที่ 3.10 และ 3.11 ซึ่งเป็นรายละเอียดที่ระบุจากคู่มือการใช้โปรแกรมของ DOE2.1E ในแฟ้มข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 3.10 และ 3.11 นั้น ในแถวแรกในแนวดิ่งจะเป็นจำนวนข้อมูล แถวที่สองในแนวดิ่งเป็นตำแหน่งของการใส่ข้อมูล แถวที่สามในแนวดิ่งจะเป็นคำบรรยายถึงชนิดของข้อมูลที่ใส่ในแต่ละช่อง และแถวสุดท้ายจะเป็นข้อสังเกต (Remark) ซึ่งจะเป็นคำอธิบายลักษณะข้อมูลที่ต้องป้อนในแต่ละฟิวด์ที่กำหนดโดยตัวโปรแกรม จะเห็นได้ว่าแฟ้มข้อมูลภูมิอากาศในรูปแบบ TRY นั้น ในข้อมูลภูมิอากาศหนึ่งชั่วโมงต้องมีส่วนที่เติมข้อมูลอยู่ 122 ช่อง ในส่วนข้อสังเกตนั้นนอกเหนือจากคำอธิบายที่กำหนดโดยตัวโปรแกรมแล้วนั้น จากการวิเคราะห์พบว่า Source Code และผลที่โปรแกรมทำการประมวลข้อมูลขาเข้าแต่ละตัว และพบว่าข้อมูลขาเข้าในหลายฟิวด์ที่กำหนดไว้นั้น โปรแกรมไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำไปใช้ แต่จะให้ใส่ให้เกิดความสมบูรณ์ของข้อมูลในแง่การตรวจสอบโดยผู้ใช้เท่านั้นเอง ตัวอย่างเช่น Field No.10-23 นั้นจำเป็นต้องใส่ข้อมูลเฉพาะในส่วนของ Field No.11 เท่านั้น และโปรแกรมจะทำการประมวลข้อมูลเมฆจากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโปรแกรมเองเป็นต้น ดังนั้นจึงได้มีการกำหนดเพิ่มเติมไว้ด้วยคำว่า Not use in simulation และ Not use by program นั้นหมายความว่าจะใส่หรือไม่ใส่ข้อมูลที่โปรแกรมไม่ใช่เหล่านี้ โปรแกรมก็สามารถทำงานได้ แต่ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดเจนของการจัดข้อมูลรูปแบบ 2 รูปแบบในส่วนของข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ก็คือ ในรูปแบบ TRY มีการกำหนดให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบรวม (Global Solar Radiation) กับข้อมูลเมฆ ในขณะที่รูปแบบของ TMY ผู้ใช้ต้องใส่ข้อมูลแสงอาทิตย์ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ คือ ข้อมูลค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบรวม (Global Solar Radiation) ข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์แบบตรงตั้งฉาก (Direct Normal Solar) และ ข้อมูลค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Solar Radiation)

ตารางที่ 3.11 รายละเอียดในแต่ละฟิวด์ของแฟ้มมาตรฐานแบบ TRY

FIELD NUMBER	TAPE POSITION	FIELD DESCRIPTION	REMARK
001	01-05	STATION NUMBER	Not use by program
002	06-08	DRY BULB TEMPERATURE	
003	09-11	WET BULB TEMPERATURE	
004	12-14	DEW POINT TEMPERATURE	Not use in simulation
005	15-17	WIND DIRECTION	
006	18-20	WIND SPEED	
007	21-24	STATION PRESSURE	
008	25	WEATHER	Not use in simulation
009	26-27	TOTAL SKY COVER	
010	28-29	AMOUNT OF LOWEST CLOUD LAYER	Not use in simulation
011	30	TAPE OF LOWEST CLOUD OR OBSCURING PHENOMENA	
012	31-33	HEIGHT OF BASE OF LOWEST LAYER	Not use in simulation
013	34-35	AMOUNT OF SECOND CLOUD LAYER	Not use in simulation
014	36	TAPE OF CLOUD-SECOND LAYER	Not use in simulation
015	37-39	HEIGHT OF BASE OF SECOND LAYER	Not use in simulation
016	40-41	SUMMATION OF FIRST TWO LAYER	Not use in simulation
017	42-43	AMOUNT OF THIRD CLOUD LAYER	Not use in simulation
018	44	TAPE OF CLOUD- THIRD LAYER	Not use in simulation
019	45-47	HEIGHT OF BASE OF THIRD LAYER	Not use in simulation
020	48-49	SUMMATION OF FIRST THREE LAYER	Not use in simulation
021	50-51	AMOUNT OF FOURTH CLOUD LAYER	Not use in simulation
022	52	TAPE OF CLOUD- FOURTH LAYER	Not use in simulation
023	53-55	HEIGHT OF BASE OF FOURTH LAYER	Not use in simulation
024	56-59	SOLAR RADIATION	Total solar radiation in Langleys to tenths. 0000-1999= 0-199.9 Langleys 9999= Missing Not use in simulation
025	60-69	BLANK	
026	70-73	YEAR	
027	74-75	MONTH	
028	76-77	DAY	
029	78-79	HOUR	
030	80	BLANK	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.12 แสดงรายละเอียดของแฟ้มมาตรฐาน TMY

FIELD NUMBER	TAPE POSITION	FIELD DESCRIPTION	REMARK
001	001-005	STATION NUMBER	Not use by program
002	006-015	SOLAR TIME (Yr, Mo, Day, Hour, Minute)	Not use by program
003	016-019	LOCAL STANDARD TIME (Hr, Minute)	Not use by program
101	020-023	EXTRA TERRESTRIAL RADIATION	KJ/(m^2.hr), 9999=Missing
102	024-028	DIRECT RADIATION	KJ/(m^2.hr), 9999=Missing
103	209-033	DIFFUSE RADIATION	KJ/(m^2.hr), 9999=Missing
104	034-038	NET RADIATION	Not use by program
105	039-043	TILT RADIATION	Not use by program
106	044-048	OBSERVATION RADIATION	Not use by program
107	049-053	ENGINEERING CORRECT RADIATION	Not use by program
108	054-058	STANDARD YEAR CORRECT RADIATION	GLOBAL RADIATION, KJ/(m^2.hr), 9999=Missing
109,110	059-068	ADDITIONAL RADIATION (A, B)	Not use by program
111	069-070	MINUTE OF SUNSHINE	Not use by program
201	071-072	TIME OF SURFACE OBSERVATION	Hour of observation in Local Standard Time 00-23=0000-2300 LST
202	073-076	CEILING HEIGHT	Not use by program
203	077-081	SKY CONDITION	Not use by program
204	082-085	VISIBILITY	Not use by program
205	086-093	WEATHER	Not use by program
206	094-103	PRESSURE	Pressure at satation in Pascal/10 00000-10135=000000-101320 Pascal
207	104-107	DRY BULB TEMPERATURE	x10 Degree Celsius, 999=Missing
208	108-111	DEW POINT TEMPERATURE	x10 Degree Celsius, 999=Missing
209	112-114	WIND DIRECTION	Direct from which the wind is blowing in whole degree (clockwise from north) 000=Calm, 001-360=1-360 degree, 9999=Missing
210	115-118	WIND SPEED	Wind speed in x10 m/s, 9999=Missing
211	119-120	TOTAL CLOUD AMOUNT	Amount of the celestial dome coverd by cloud or obscuring phenomena in tenths. 00-10=0-10 tenths, 9999=Missing
222	121-122	TOTAL OPAQUE	Not use by program

ในขณะที่ข้อมูลภูมิอากาศของจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทยยกเว้นกรุงเทพมหานครมักไม่สมบูรณ์ หรือบางทีก็ขาดค่าข้อมูลภูมิอากาศบางตัวที่จำเป็นต้องใช้เป็นข้อมูลขาเข้าของโปรแกรม DOE2.1E จะมีก็เพียงกรุงเทพมหานครที่มีข้อมูลภูมิอากาศค่อนข้างสมบูรณ์ โดยเฉพาะข้อมูลรังสีแสงอาทิตย์ที่มีการตรวจวัดมายาวนานพอสมควร หน่วยงานของรัฐที่ทำการตรวจวัดและจัดเก็บข้อมูลภูมิอากาศอย่างเป็นทางการคือ กรมอุตุนิยมวิทยา ในส่วนของรังสีแสงอาทิตย์นั้น กรมอุตุนิยมวิทยาได้จัดเก็บข้อมูลเฉพาะรังสีแสงอาทิตย์ในองค์ประกอบของรังสีแสงอาทิตย์แบบรวมเท่านั้น และมีการบันทึกข้อมูลเมฆไว้ด้วย การเก็บรังสีแสงอาทิตย์ในองค์ประกอบอื่น เช่น ค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบกระจาย และค่ารังสีแสงอาทิตย์แบบตั้งฉากนั้น มักกระทำโดยสถานบันการศึกษาเพื่องานวิจัย เช่น สถาบันเทคโนโลยีเอเชีย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นต้น ดังนั้นในขณะที่โปรแกรมสามารถอ่านข้อมูลได้ทั้งสองรูปแบบ (TRY และ TMY) และข้อมูลภูมิอากาศที่ถูกจัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยานั้นมีฐานข้อมูลที่มาก และอ้างอิงได้ง่ายกว่า ทำให้การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ข้อมูลภูมิอากาศที่จัดเก็บจากกรมอุตุนิยมวิทยามาจัดให้อยู่ในรูปแบบ TRY จึงเป็นที่นิยมกว่าในรูปแบบ TMY

การใช้ข้อมูลภูมิอากาศมาตรฐานในกรุงเทพมหานครสำหรับการใช้ในการวิจัยเพื่อเป็นตัวแทนของปีมาตรฐาน (Weather Data) นี้เป็นข้อมูลจากสถาบันเทคโนโลยีเอเชีย ซึ่งเป็นแฟ้มมาตรฐานแบบ Test Reference Year (TRY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การศึกษาการใช้พลังงานของ สถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล

4.1 ลักษณะทั่วไปของอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล

4.4.1 ลักษณะทั่วไป

อาคารสถานีตำรวจตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เป็นลักษณะอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 4 ชั้น รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเจ้าหน้าที่ปฏิบัติงาน เฉลี่ย 207 คน โดยปฏิบัติหน้าที่สับเปลี่ยนเวรกันตลอด 24 ชั่วโมง รวมถึงการปฏิบัติงานภายนอกอาคาร เช่น ตำรวจสายตรวจ และตำรวจจราจร

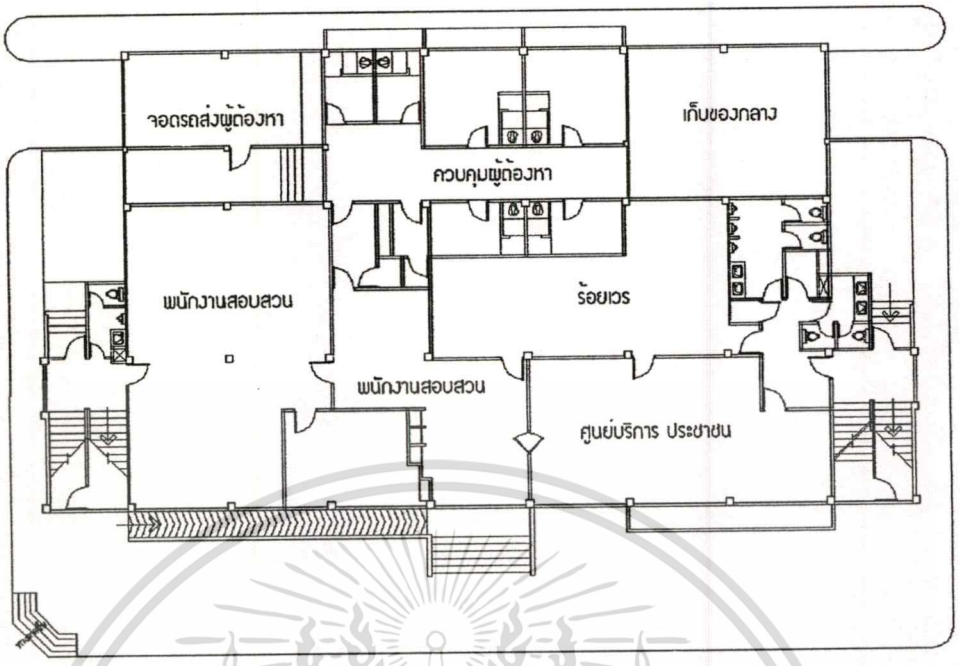
ตารางที่ 4.1 สถานภาพอัตรากำลังข้าราชการของหน่วยงานในสังกัดกองบัญชาการตำรวจนครบาล

สถานีตำรวจ	ตำแหน่ง			อัตราจริง			อัตราจริงรวม ร้อยละ
	สัญญาบัตร	ประทวน	รวม	สัญญาบัตร	ประทวน	รวม	
สน.พญาไท	71	234	305	39	218	257	84.26
สน.บางรื่อ	77	332	409	43	268	311	76.04
สน.บางเขน	70	247	317	37	240	277	87.38
สน.ทุ่งสองห้อง	47	228	275	35	215	250	90.91
สน.นิมิตรใหม่	32	135	167	22	100	122	73.05
สน.ฉลองกรุง	29	148	177	16	104	120	67.80
สน.โชคชัย	83	224	307	36	205	241	78.50
สน.วังทองหลาง	42	191	239	31	160	191	79.92
สน.ลุมพินี	57	272	329	40	239	279	84.80
สน.ท่าพระ	35	123	158	21	98	119	75.32
สน.บางขุนนนท์	30	118	148	22	84	106	71.62

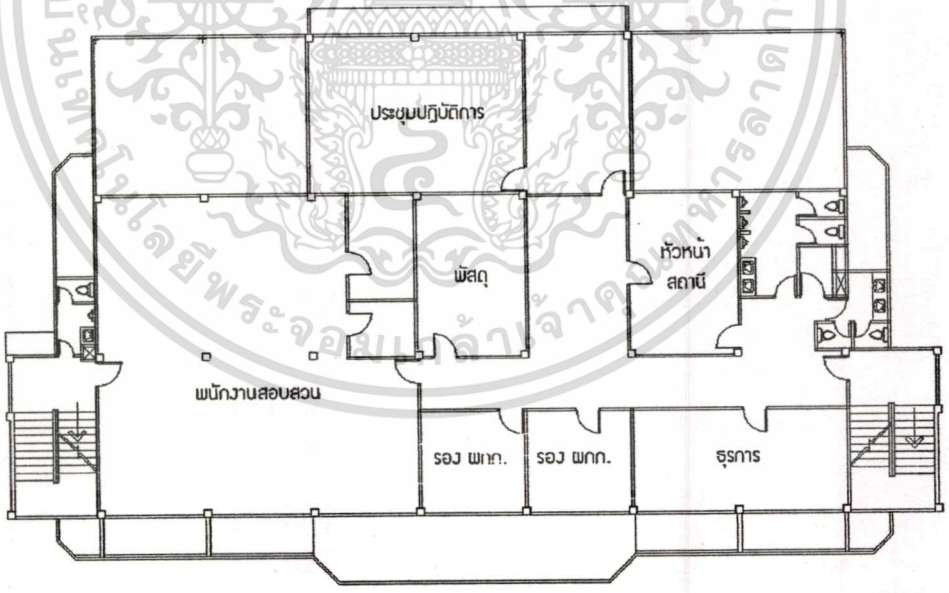
ที่มา : กองอัตรากำลัง สำนักงานกำลังพล สำนักงานตำรวจแห่งชาติ

หมายเหตุ เฉพาะสถานีตำรวจที่ใช้แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

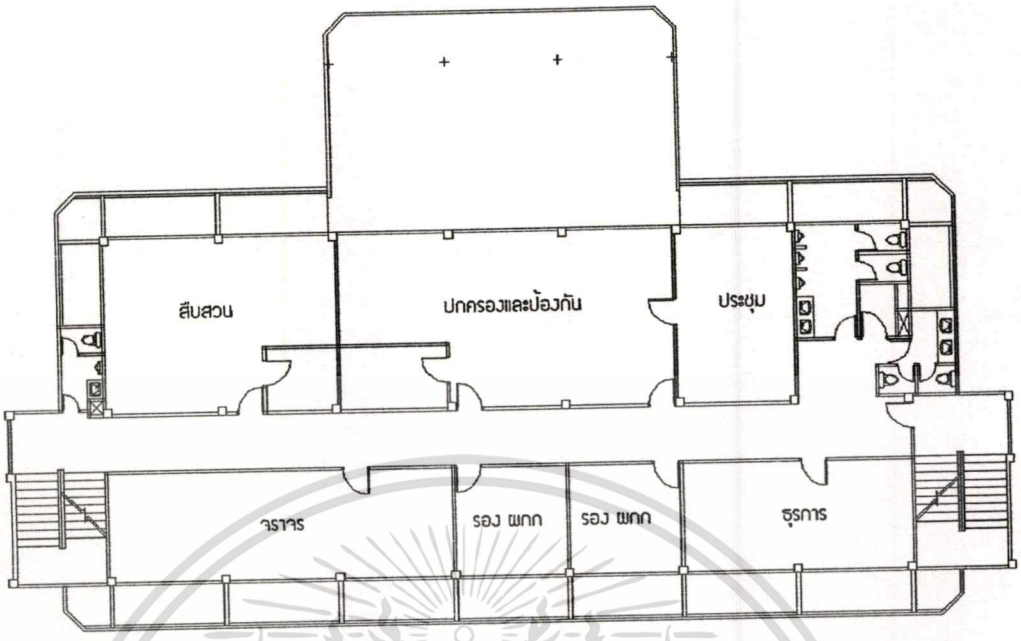


รูปที่ 4.1 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ชั้นที่ 1

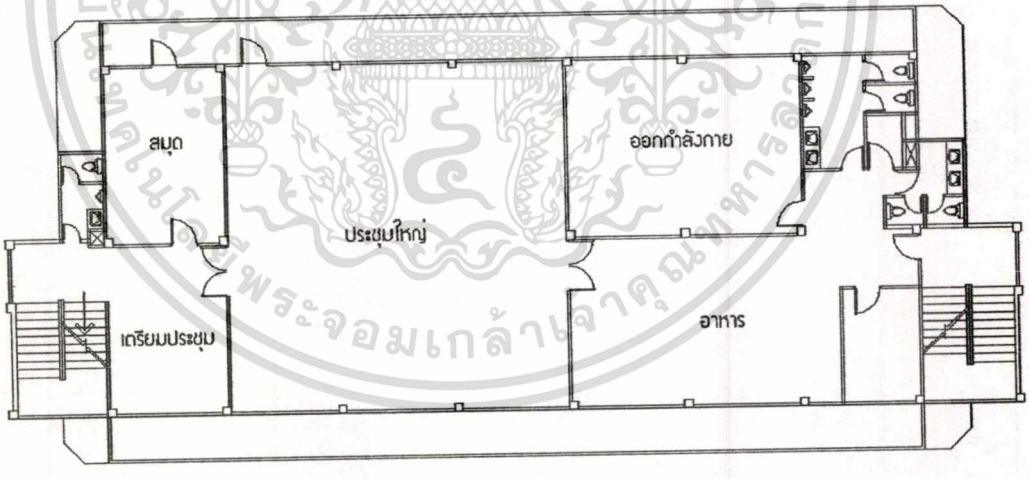


รูปที่ 4.2 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ชั้นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

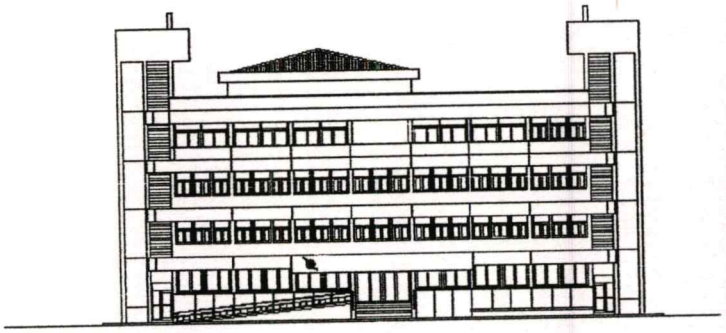


รูปที่ 4.3 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ชั้นที่ 3



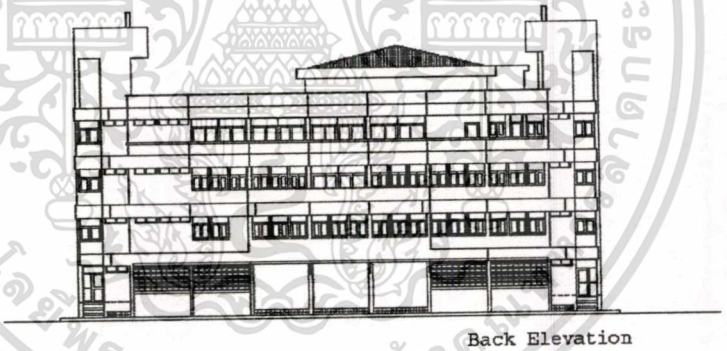
รูปที่ 4.4 รายละเอียดผังสถานีตำรวจขนาดใหญ่ชั้นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

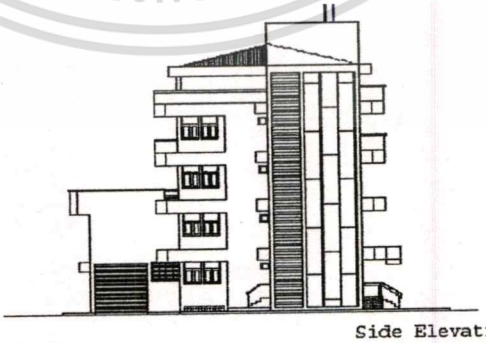


Front Elevation

Side Elevation



Back Elevation



Side Elevation

รูปที่ 4.5 รายละเอียดรูปด้านสถานีตำรวจขนาดใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานจริงเฉลี่ย 216.7 คน แบ่งเป็นสัญญาบัตรเฉลี่ย 32 คน และประทวนเฉลี่ย 184.7 คน แบ่งการทำงานเป็นผลัด โดยที่ปฏิบัติงานทั้งในสถานีตำรวจ จุดตรวจ และตามป้อมต่างๆ โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ฝ่ายได้แก่ ฝ่ายธุรการอำนวยการ ฝ่ายจราจร ฝ่ายสืบสวนและสอบสวน และฝ่ายปกครองและป้องกัน

อาคารสถานีตำรวจที่ใช้เป็นแบบมาตรฐานสำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก สูง 4 ชั้น โดยมีการใช้งานภายในอาคารสถานีตำรวจมีการใช้งานในแต่ละพื้นที่อาคารแตกต่างกัน โดยพื้นที่ในส่วนของสำนักงาน และห้องประชุมเป็นระบบปรับอากาศตามเวลาราชการ และตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนพื้นที่ที่เหลือเป็นพื้นที่ระบายอากาศธรรมชาติ

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดการใช้งานของสถานีตำรวจขนาดใหญ่

ห้อง	ขนาด (ตร.ม.)	ช่วงเวลาการใช้งาน	ระบบระบายอากาศ
ส่วนติดต่อ-ต้อนรับ			
โถงต้อนรับ และประชาสัมพันธ์	26.46	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
ศูนย์บริการประชาชน	79.38	24 ชั่วโมง	ปรับอากาศ
ห้องร้อยเวร	58.38	24 ชั่วโมง	ปรับอากาศ
ส่วนรอเยี่ยมผู้ต้องหา	21.00	08.30-16.30	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องเยี่ยมผู้ต้องหา	14.70	08.30-16.30	ระบายอากาศธรรมชาติ
รวมพื้นที่			199.92
ส่วนทำงาน			
ห้องผู้กำกับการ (หัวหน้าสถานี)	26.46	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องรับแขก	34.86	08.30-16.30	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องรองผู้กำกับการ (อำนวยการ)	18.90	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องรองผู้กำกับการ (สืบสวน)	18.90	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องรองผู้กับกำการ (ปราบปราม)	18.90	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องรองผู้กับกำการ (จราจร)	18.90	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องธุรการ (อำนวยการ)	37.80	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องทะเบียน-การเงิน	37.80	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องพนักงานสอบสวน 1	140.46	08.30-16.30	ปรับอากาศ
ห้องพนักงานสอบสวน 2	117.18	24 ชั่วโมง	ปรับอากาศ
พัสดุ	26.46	08.30-16.30	ปรับอากาศ

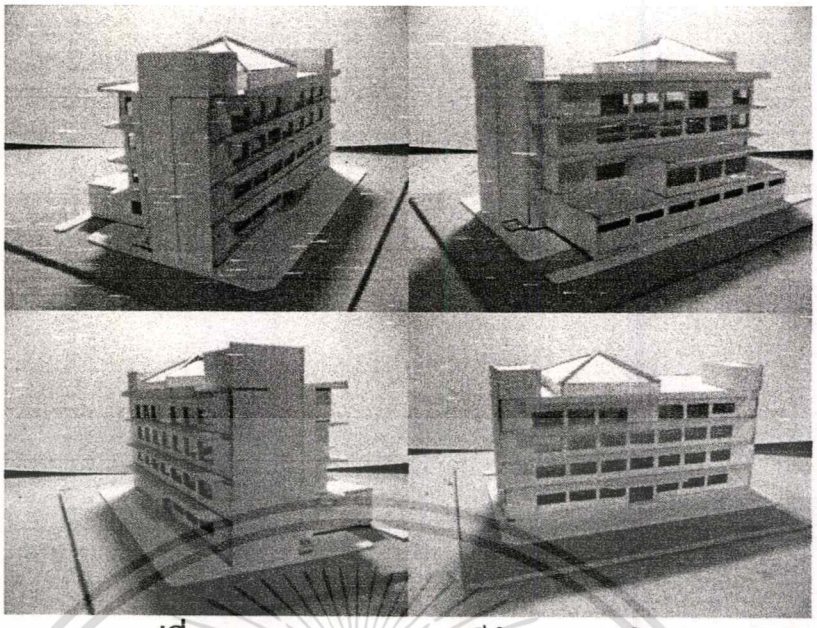
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ห้อง	ขนาด (ตร.ม.)	ช่วงเวลาการใช้งาน	ระบบระบายอากาศ
ห้องสืบสวน	52.92	24 ชั่วโมง	ปรับอากาศ
ห้องปราบปราม	79.38	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องจราจร	43.20	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
รวมพื้นที่			779.68
ส่วนบริการ			
ห้องอาหาร	71.18	12.00-13.00	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องครัว	12.60	11.00-12.00	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องสมุด	26.46	17.00-20.00	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องออกกำลังกาย	52.92	17.00-20.00	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องน้ำ	134.56	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
บันได	181.44	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
รวมพื้นที่			479.16
ส่วนปฏิบัติการ			
ศูนย์ปฏิบัติการ	18.06	เป็นครั้งคราว	ปรับอากาศ
ห้องประชุมเตรียมการ	52.92	เป็นครั้งคราว	ปรับอากาศ
ห้องปฏิบัติการปราบปราม	26.46	เป็นครั้งคราว	ปรับอากาศ
ห้องเตรียมประชุม	26.46	เป็นครั้งคราว	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องประชุมใหญ่	156.76	เป็นครั้งคราว	ปรับอากาศ
รวมพื้นที่			280.66
ส่วนเฉพาะ			
ห้องควบคุมผู้ต้องหา	65.94	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องพิมพ์มือ	13.44	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
ห้องเก็บของกลาง	59.92	24 ชั่วโมง	ระบายอากาศธรรมชาติ
รวมพื้นที่			156.10

พื้นที่อาคารรวมทางเดินทั้งหมด 1,839 ตารางเมตร มีการใช้ระบบปรับอากาศ 1002 ตารางเมตร พื้นที่ส่วนเปิดอาคาร ด้านหน้า 42% ด้านข้าง 34% และ 28% ด้านหลัง 42%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่

4.2 การใช้แบบจำลองในการคำนวณการใช้พลังงาน ด้วยคอมพิวเตอร์

4.2.1 การกำหนดตัวแปร

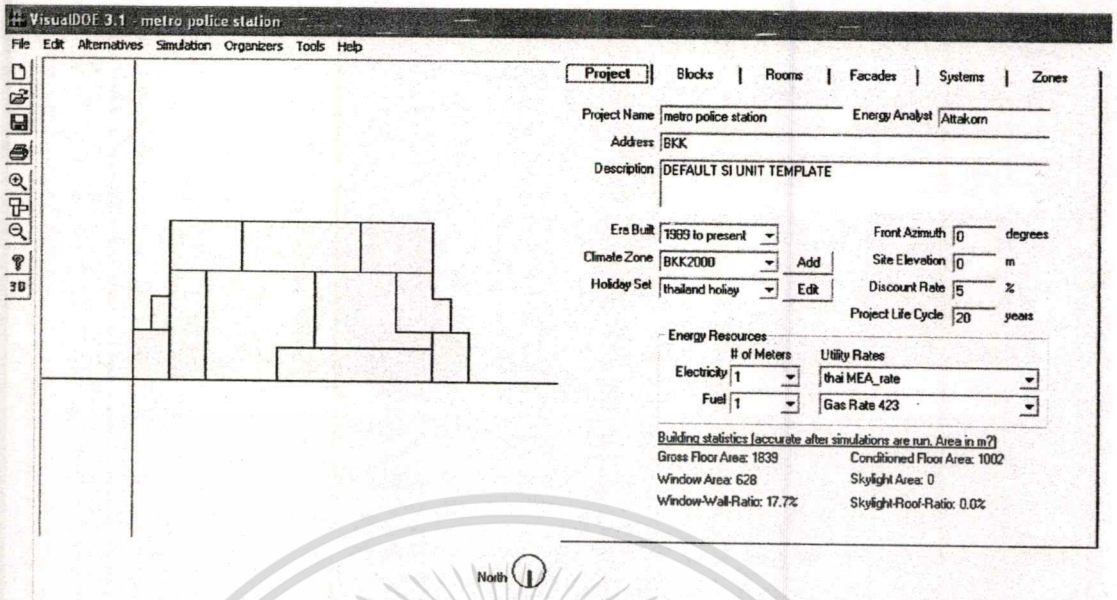
การทดลองทำโดยการกำหนดตัวแปรของอาคารในส่วนต่างๆ คงที่ แล้วจึงทำการหันตัวอาคารเข้าสู่ทิศต่างๆ 8 ทิศ ได้แก่ ทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีรายละเอียดตัวแปรดังนี้

- กำหนดเป็นอาคารเดี่ยว ไม่คิดถึงสภาพแวดล้อมอาคาร เช่น อาคารข้างเคียง ต้นไม้ ถนน
- กำหนดรายละเอียดการใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่างและอุปกรณ์อาคารเหมือนกันในแต่ละทิศที่อาคารหันหน้าออก

4.2.2 รายละเอียดโครงการ (Project)

การป้อนรายละเอียดของ Project เป็นการป้อนข้อมูลรายละเอียดทั่วไปของอาคารที่ใช้ในการทำแบบจำลองการใช้พลังงานในอาคาร ประกอบด้วยรายละเอียดทั่วไป, การคิดค่าไฟฟ้า แก๊ส ทิศทางของอาคาร Weather Data และวันหยุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 รูปการป้อนรายละเอียดใน PROJECT

การป้อนข้อมูลพื้นฐานของโครงการ รวมถึงทิศทางของการหันหน้าของอาคาร โดยกำหนด Base Case ที่การหันหน้าอาคารสู่ทิศเหนือ และจึงทำการวิเคราะห์การหันหน้าอาคารอีก 7 ทิศ โดยมีรายละเอียดในการหันหน้าเข้าทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ รวมทั้งหมด 8 ทิศ

พื้นที่ในการวิเคราะห์ 1839 ตารางเมตร ใช้ระบบปรับอากาศ 1002 ตารางเมตร (คิดเป็น 54%ของพื้นที่ทั้งหมด) ใช้ file ของ Weather Data กรุงเทพมหานครปี ค.ศ. 2000 โดยเป็นข้อมูลทางอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา และค่ารังสีแสงอาทิตย์จาก AIT มาประกอบเป็นค่า Weather Data ในรูปแบบของ TRY

การตั้งค่า Holiday set คิดวันหยุดในปี ค.ศ. 2002 โดยคิดเฉพาะวันหยุดราชการ โดยตัดวันปีใหม่กับวันสงกรานต์ออก เนื่องจากเป็นภารกิจที่เจ้าหน้าที่ตำรวจจะต้องปฏิบัติงานเตรียมพร้อมตลอด รวมวันหยุด 12 วัน โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางวันหยุดของสถานีตำรวจในส่วนที่ทำงานเวลาราชการที่ป้อนในโปรแกรม

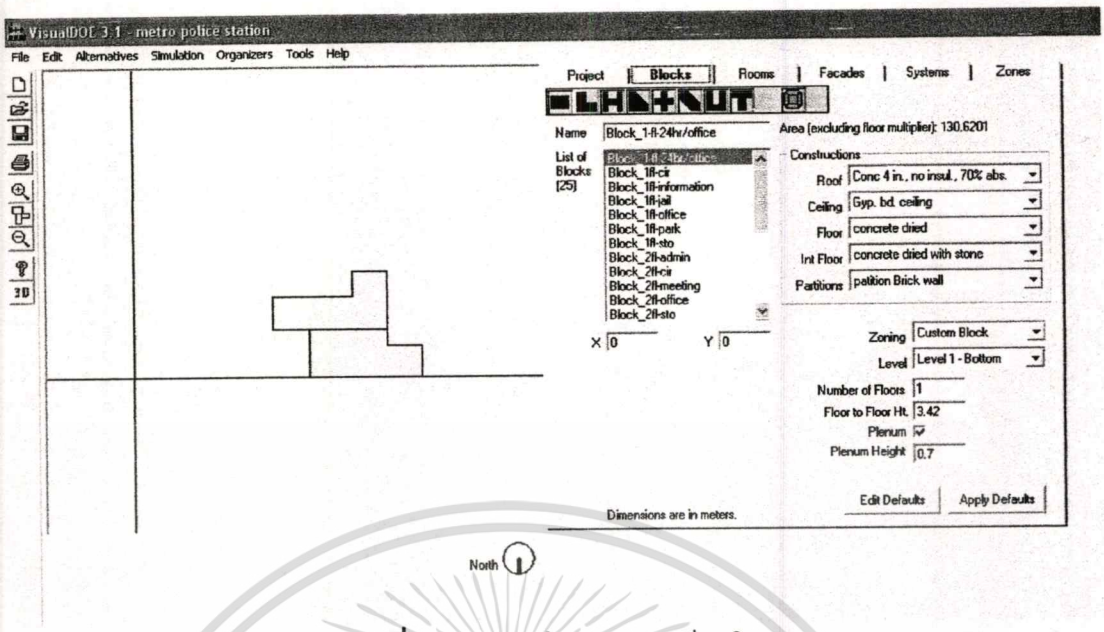
วัน/เดือน	วันหยุด
อ, 26 กุมภาพันธ์	วันมาฆบูชา (Makha Bucha Day)
จ, 6 เมษายน	วันหยุดชดเชยวันจักรี (Sub_Chakri Day)
จ, 6 พฤษภาคม	วันหยุดชดเชยวันฉัตรมงคล (sub_Coronation Day)
พฤ, 9 พฤษภาคม	วันพืชมงคล (Royal Ploughing Ceremony Day)
จ, 27 พฤษภาคม	วันหยุดชดเชยวันวิสาขบูชา (Sub_Visakha Bucha Day)
พ, 24 กรกฎาคม	วันอาสาฬหบูชา (Asamha Bucha Day)
พฤ, 25 กรกฎาคม	วันเข้าพรรษา (Buddhist Lent Day)
จ, 12 สิงหาคม	วันเฉลิมพระชนม์พรรษาสมเด็จพระนางเจ้าราชินีนาถ (H.M. The Queen's Birthday)
พ, 23 ตุลาคม	วันปิยมหาราช (Chulalongkron Memorial Day)
พฤ, 5 ธันวาคม	วันเฉลิมพระชนม์พรรษาพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว (H.M. The King's Birthday)
อ, 10 ธันวาคม	วันพระราชทานรัฐธรรมนูญ (Constitution Day)

การป้อนค่าไฟฟ้าของสถานีตำรวจจัดอยู่ในประเภท 6.1 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงผลกำไร อัตราปกติ แรงดัน 12-24 กิโลโวลท์ โดยการไฟฟ้านครหลวงคิดค่าพลังงานไฟฟ้า 2.1412 บาท/หน่วย ค่าบริการรายเดือน 288.17 บาท/เดือน

4.2.3 รายละเอียดส่วนประกอบอาคาร (Block)

การป้อนรายละเอียดอาคารในส่วนของ Block เป็นการป้อนรายละเอียดของอาคารในเรื่องของการใช้วัสดุอาคาร จำนวนชั้น และความสูงระหว่างชั้นถึงชั้น และการระดับของฝ้าเพดาน (ถ้ามี) ของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 รูปการป้อนรายละเอียดใน BLOCK

การป้อนข้อมูลพื้นที่ในแต่ละส่วนของโครงการ โดยการกำหนดขนาด ความสูง และรูปทรงของพื้นที่ในแต่ละส่วน แล้วทำการป้อนชนิดของวัสดุในส่วนของหลังคา พื้น และฝ้าเพดานโดยความสูงในแต่ละชั้นเท่ากับ 3.42 เมตร ส่วนที่ทำการติดตั้งฝ้าเพดาน ระยะจากพื้นลงมาถึงฝ้าเพดาน (Phenum High) เท่ากับ 0.70 เมตร โดยวัสดุในอาคารมีรายละเอียดดังนี้

หลังคา โดยทั่วไปเป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็กทำระบบกันซึม ยกเว้นห้องประชุมใหญ่ เป็นหลังคาทรงปั้นหยา ความชัน 13 องศา วัสดุเป็นแผ่นเหล็กรีดลอนเคลือบสังกะสี (Metal Sheet) ความหนา 0.5 มิลลิเมตร

ฝ้าเพดาน เป็นแผ่นยิบซั่มบอร์ดหนา 9 ม.ม. ยกเว้นห้องควบคุมผู้ต้องหา และจอดรถส่งผู้ต้องหา ส่วนที่ชั้น 4 ที่เป็นชั้นบนสุด ใช้แผ่นฉนวนกันความร้อนหุ้มแผ่นสะท้อนความร้อน ความหนา 2 นิ้ว วางบนแผ่นยิบซั่มบอร์ด

พื้น ทั่วไปเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก และคอนกรีตสำเร็จ โดยทำการปูพื้นผิวต่างๆ ตามรายละเอียดการใช้งาน ดังนี้

- พื้นปูกระเบื้องยาง ใช้สำหรับส่วนสำนักงาน และห้องประชุม
- พื้นปูกระเบื้องหินขัด ใช้ในส่วนทางเดิน และห้องที่ไม่ได้ใช้ระบบปรับอากาศ
- พื้นปูไม้เนื้อแข็งเข้าลิ้น ใช้ในส่วนห้องควบคุมผู้ต้องหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

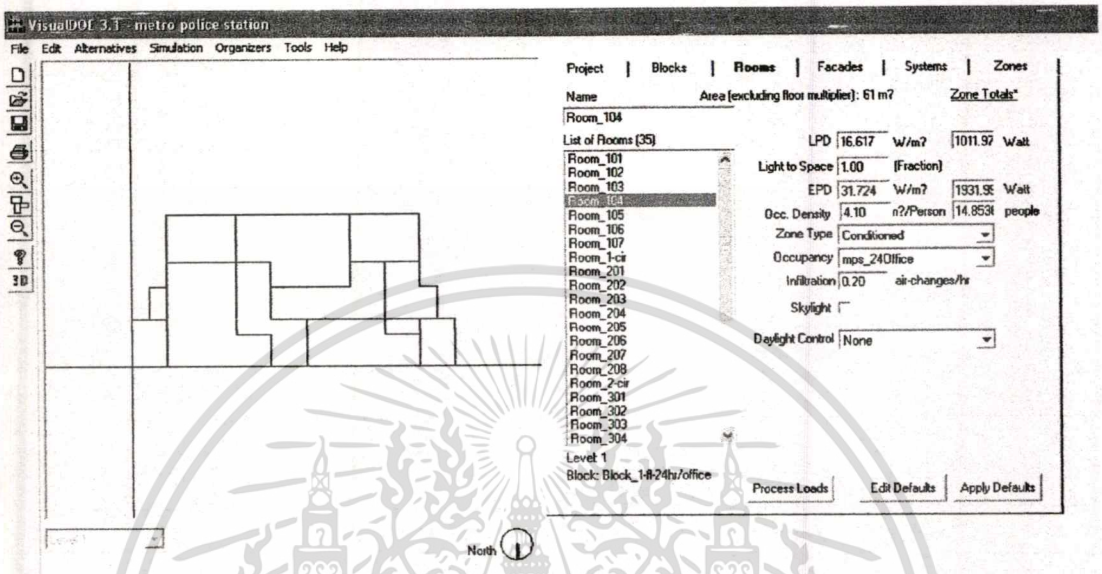
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดการป้อนเข้ามูลของ Block

รายละเอียด	Block	Roof	Ceiling	Floor
ชั้นที่ 1				
พนักงานสอบสวน	1fl-office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
ประชาสัมพันธ์	1fl-information	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ศูนย์บริการประชาชน	1fl-24office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
ห้องควบคุมผู้ต้องหา	1fl-jail	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มี	คอนกรีตเสริมเหล็กปูไม้เนื้อแข็ง
จอดรถส่งผู้ต้องหา	1fl-parking	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มี	คอนกรีตเสริมเหล็ก
เก็บของกลาง	1fl-sto	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก
ชั้นที่ 2				
พนักงานสอบสวน	2fl-24office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
รองผกก., ธุรการ	2fl-office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
เอกสารคดี	2fk-sto	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
พัสดุ	2fl-admin	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
หัวหน้าสถานี	2fl-head	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
ประชุมปฏิบัติการ	2fl-meeting	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
ทางเดิน	2fl-cir	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ชั้นที่ 3				
จราจร	3fl-office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
สืบสวน และ ป	3fl-24office	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
เก็บของ	3fl-sto	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
ทางเดิน	3fl-cir	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ชั้นที่ 4				
ห้องประชุมใหญ่	4fl-conference	เหล็กรีดลอนเคลือบสังกะสี ความชัน 13 องศา	ฉนวนกันความร้อนวางบน ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็กปูกระเบื้องยาง
เตรียมประชุม	4fl-pre_function	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ฉนวนกันความร้อนวางบน ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
สมุด	4fl-library	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ฉนวนกันความร้อนวางบน ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ออกกำลังกาย	4fl-fitness	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ฉนวนกันความร้อนวางบน ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
อาหาร	4fl-canteen	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ฉนวนกันความร้อนวางบน ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ส่วนประกอบอาคาร				
บันไดฝั่งซ้าย	Stair-L	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มี	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องเซรามิก
บันไดฝั่งขวา	Stair-R	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ไม่มี	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องเซรามิก
ห้องน้ำฝั่งซ้าย	wc-L	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด
ห้องน้ำฝั่งขวา	wc-R	คอนกรีตเสริมเหล็ก	ยิบซั่มบอร์ดฉาบเรียบ	คอนกรีตเสริมเหล็ก ปูกระเบื้องหินขัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 รายละเอียดห้องต่าง ๆ (Room)

การป้อนรายละเอียดของ Room เป็นการป้อนข้อมูลการใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ไฟฟ้าอุปกรณ์อาคาร และตารางการใช้งานของระบบปรับอากาศ รวมถึงจำนวนผู้ใช้อาคาร ของอาคารที่ทำการจำลองการใช้พลังงานในอาคาร



รูปที่ 4.9 การป้อนรายละเอียดใน ROOM

การป้อนข้อมูลรายละเอียดในแต่ละห้อง ในเรื่องของการจำนวนผู้ใช้, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ไฟฟ้าอุปกรณ์ ตารางการใช้งานของแต่ละห้อง รวมถึงระบบปรับอากาศ โดยกำหนดรายละเอียดจากรายการตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ และการเฝ้าสังเกตพฤติกรรมตามการใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

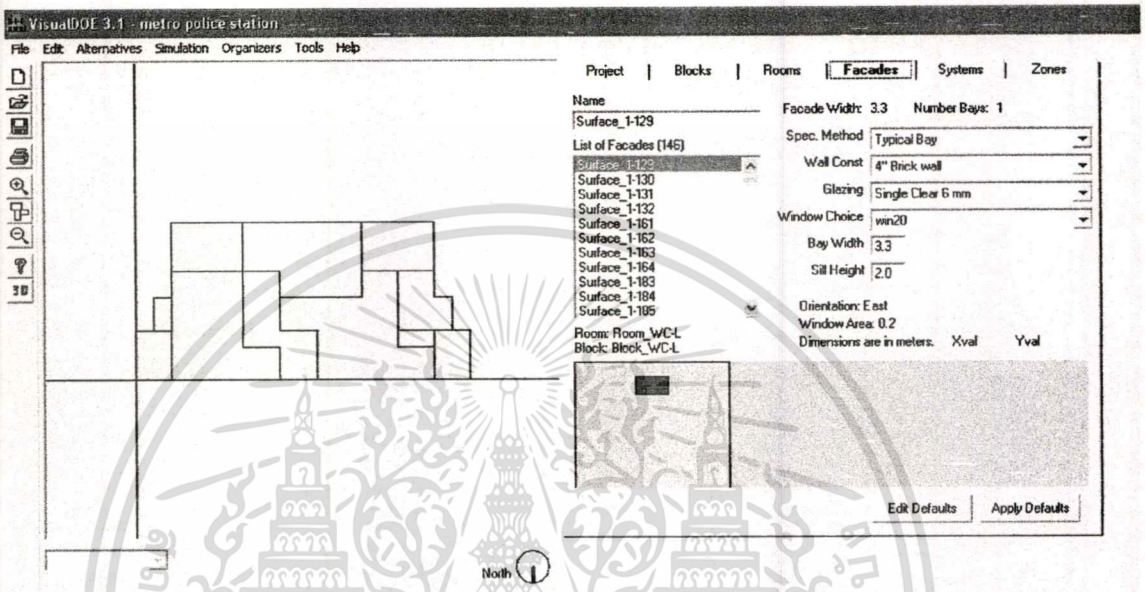
ตารางที่ 4.5 รายละเอียดการป้อนข้อมูลของ Room

	Room	User	LPD (W)	EPD (W)	Occupancy	Condition
ชั้นที่ 1						
พนักงานสอบสวน	101	20	1942	4c+4p+1b 1932	mps_office	condition
ประชาสัมพันธ์	102		560	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ศูนย์บริการประชาชน	103	30	1206	1 TV 63	mps_24office	condition
ร้อยเวร	104	15	1012	4c+4p+1b 1932	mps_24office	condition
ห้องควบคุมผู้ต้องหา	105		654	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
จอดรถส่งผู้ต้องหา	106		552	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
เก็บของกลาง	107		736	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ชั้นที่ 2						
พนักงานสอบสวน	201	20	2622	4c+4p+1b 1932	mps_24office	condition
รองผกก	202	1	184	1TV+1c+1p 792	mps_office	condition
รองผกก	203	1	184	1TV+1c+1p 793	mps_office	condition
ธุรการอำนวยการ	204	10	736	4c+4p+1b 1932	mps_office	condition
เอกสารคดี	205		175	4c+4p+1b 1933	mps_uncondition	uncondition
พัสดุ	206	2	368	ไม่มี	mps_office	condition
หัวหน้าสถานี	207	1	276	1TV+1c+1p 792	mps_office	condition
ประชุมปฏิบัติการ	208	20	1624	ไม่มี	mps_meeting	condition
ทางเดิน	2-cir		476	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ชั้นที่ 3						
จราจร	301	15	940	4c+4p+1b 1932	mps_office	condition
สืบสวน	302	10	720	4c+4p+1b 1933	mps_24office	condition
ปกครองและป้องกัน	303	15	1748	4c+4p+1b 1934	mps_24office	condition
เก็บของ	304		138	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ทางเดิน	3fl-cir		420	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ชั้นที่ 4						
ห้องประชุมใหญ่	401	100	4322	ไม่มี	mps_conference	condition
เตรียมประชุม	402		276	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
สมุด	403		552	ไม่มี	mps_rest	uncondition
อาหาร	404		820	ไม่มี	mps_canteen	uncondition
ออกกำลังกาย	405		672	ไม่มี	mps_rest	uncondition
ส่วนประกอบอาคารชั้น 1-4						
บันไดฝั่งซ้าย	Stair-L		368	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
บันไดฝั่งขวา	Stair-R		368	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ห้องน้ำฝั่งซ้าย	wc-L		224	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition
ห้องน้ำฝั่งขวา	wc-R		672	ไม่มี	mps_uncondition	uncondition

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 รายละเอียดผนังและช่องเปิดอาคาร (Façade)

การป้อนรายละเอียดของผนังและช่องเปิดอาคารเป็นการป้อนรายละเอียดของช่องเปิดและผนังทึบของอาคาร รวมถึงการป้อนรายละเอียดของแผงกันแดดแนวนอนและแนวตั้ง (ถ้ามี)



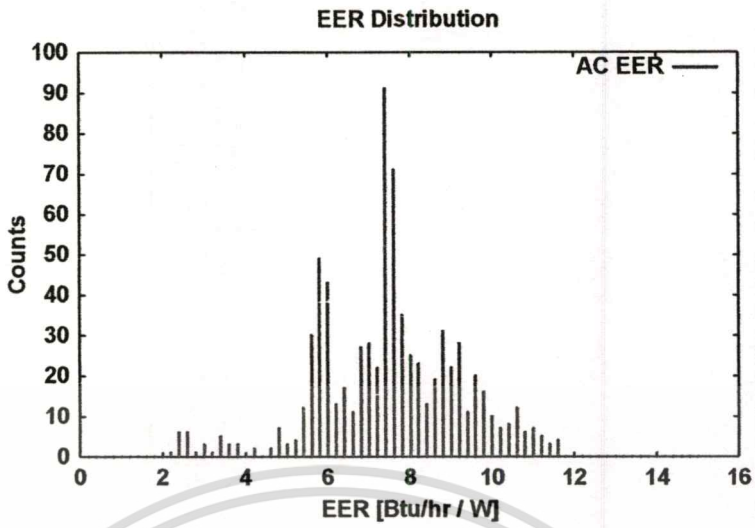
รูปที่ 4.10 การป้อนรายละเอียดใน Façade

การป้อนข้อมูลของกรอบอาคาร ที่หันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ โดยมีรายละเอียดของผนังและช่องเปิด โดยผนังของอาคารทั้งหมดเป็นคอนกรีตฉาบเรียบทาสีขาว ยกเว้นผนังในส่วนควบคุมผู้ต้องหาเป็นผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก ช่องเปิดด้านหน้าและด้านหลังอาคารมีกันสาดคอนกรีตเสริมเหล็ก ออกมา 1.80 เมตร ส่วนกระจกทั้งหมดเป็นกระจกใสหนา 6 ม.ม. ตามรายละเอียดของแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่

4.2.5 รายละเอียดระบบปรับอากาศ (System & Zone)

รายละเอียดการป้อนข้อมูลในระบบปรับอากาศต่างๆ อยู่ใน System และ Zone โดยระบบเครื่องปรับอากาศตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เป็นระบบแยกส่วน (Residential System) โดยกำหนด supply air กำหนดเป็นค่า EER 7.4 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร จากการสำรวจในรายงานการวิจัย Review of existing building design traditions and conventional technology เพื่อทำการหา ภาระการทำความเย็นของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

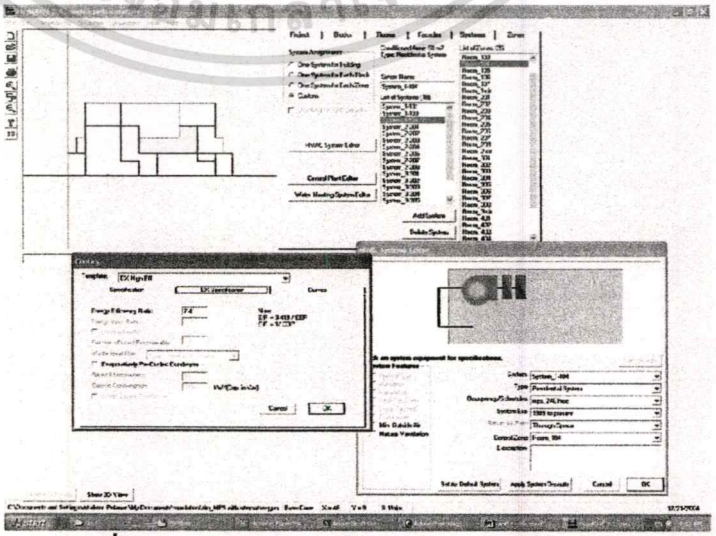


Number of data	766
Range of EER (Btu/hr / W)	2.2 – 11.6
Average (Btu/hr / W)	7.4

รูปที่ 4.11 ภาพแสดงค่า EER ของสำนักงานในกรุงเทพมหานคร

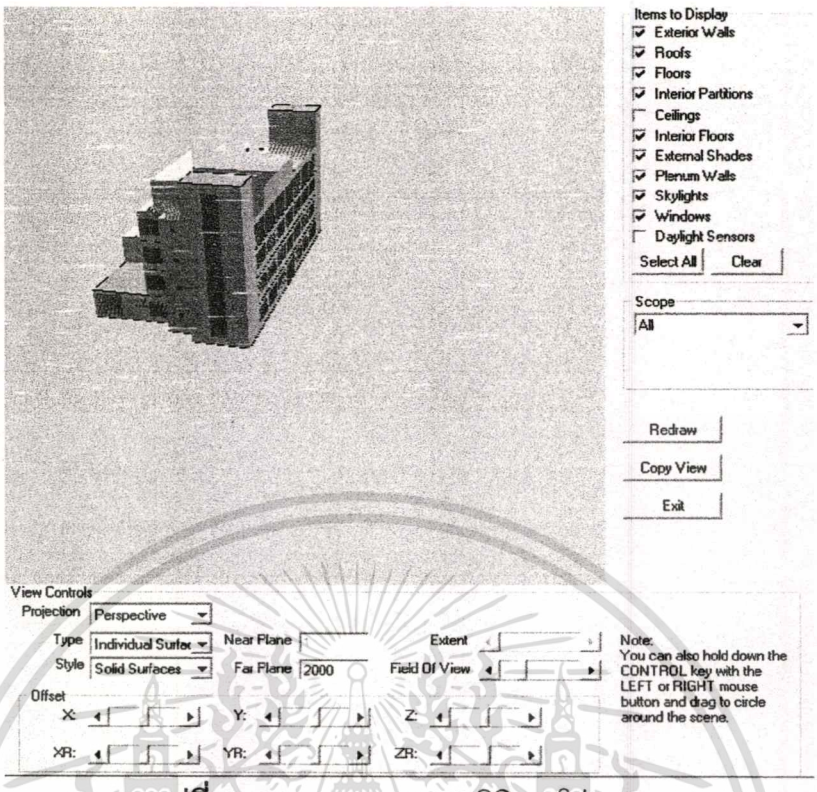
ที่มา : Review of existing building design traditions and conventional technology

จากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่า ค่า Energy Efficiency Ratio (EER) ของการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร มีค่า Energy Efficiency Ratio (EER) เกิน 10.6 ซึ่งเป็นค่า Energy Efficiency Ratio (EER) ของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 เป็นจำนวนน้อยเนื่องจากการเสื่อมของประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ โดยจะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.4 ซึ่งเป็นค่าที่นำมาป้อนในโปรแกรม



รูปที่ 4.12 การป้อนรายละเอียดใน System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

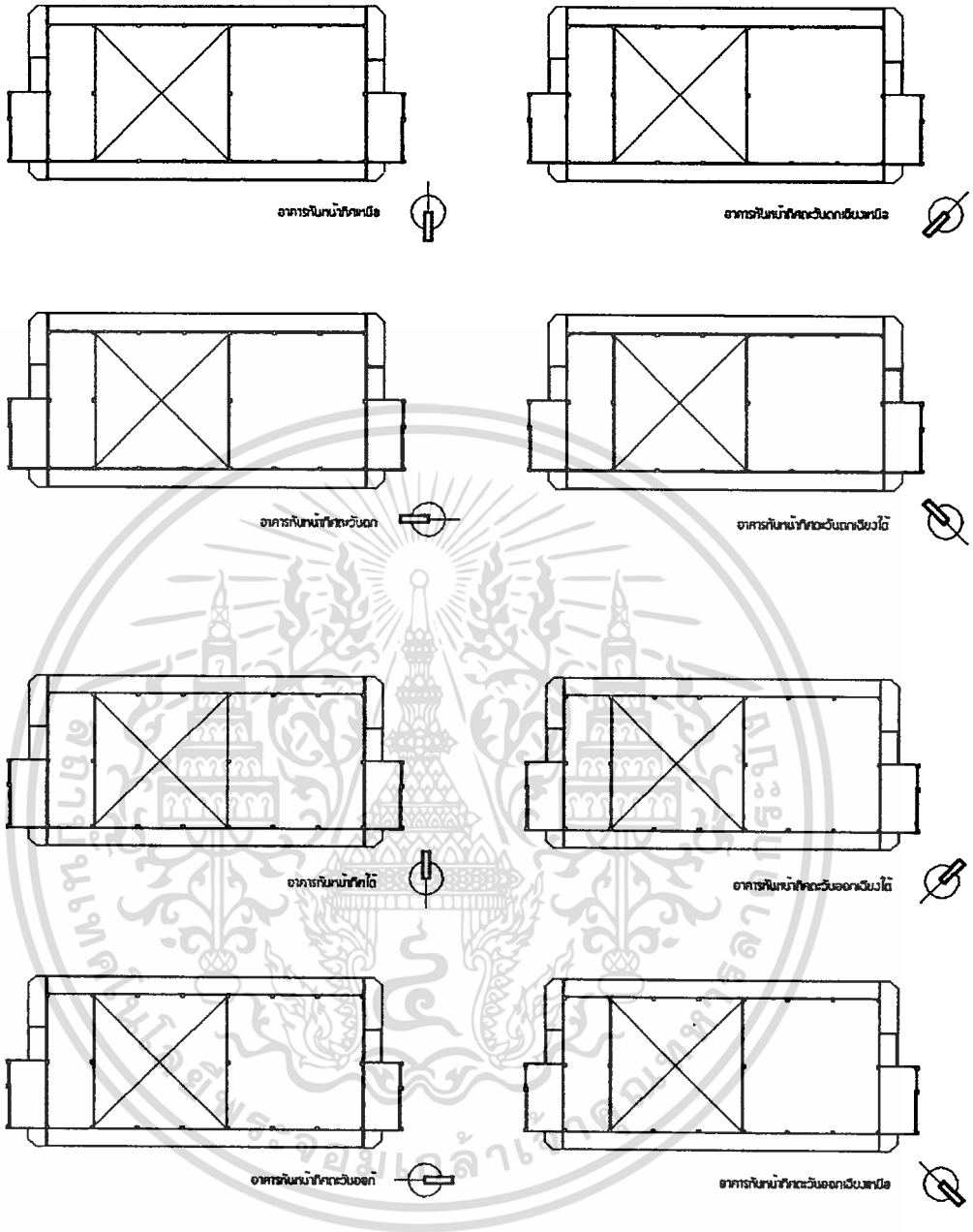


รูปที่ 4.13 การแสดงภาพ 3 มิติของโปรแกรม

4.3 ผลการทดลอง

การจำลองการใช้พลังงานของสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล ทำการทดลองโดยการป้อนรายละเอียดข้อมูลต่างๆ ลงในโปรแกรม หันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ 8 ทิศ โดยกำหนด Base Case หันหน้าอาคารเข้าสู่ทิศเหนือ และ Alternative อีก 7 ทิศ ได้แก่ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังรูปที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



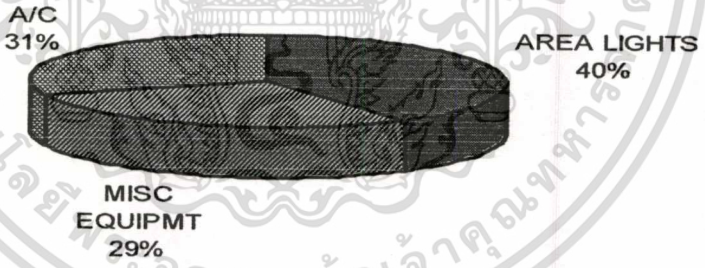
รูปที่ 4.14 แสดงภาพอาคารหันเข้าสู่ทิศต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การใช้พลังงานในอาคาร

จากการทดลองเพื่อดูอัตราส่วนการใช้พลังงานแต่ละส่วนได้แก่ การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ การใช้พลังงานแสงสว่าง และการใช้พลังงานเครื่องใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์สำนักงาน โดยดูจาก BUILDING ENERGY PERFORMANCE SUMMARY (BEPS) แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 40% การใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์สำนักงาน 29% และการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ 31%

โดยอัตราส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าสำนักงานอยู่ในอัตราส่วนที่น้อยกว่าปกติ เนื่องจากความหลากหลายในการใช้งานจริงของสถานีตำรวจซึ่งจากการสำรวจพบว่าการใช้เครื่องใช้อุปกรณ์สำนักงานไม่เท่ากัน ซึ่งการทดลองกำหนดเป็นบางส่วนเท่านั้น ส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเป็นการใช้งานจริงตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ และการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศเป็นการคำนวณจากโปรแกรม เพื่อดูภาระการทำความเย็นของอาคารในแต่ละพื้นที่ ที่หันหน้าและการใช้งานแตกต่างกัน



รูปที่ 4.15 ภาพแสดงการใช้พลังงาน (Energy Index) ในอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดง BEPS ของอาคารในการหันหน้าเข้าทิศต่างๆ

	ระบบแสงสว่าง Area Light (MWH)	**ระบบอุปกรณ์สำนักงาน** MISC EQUIPMT (MWH)	**ระบบปรับอากาศ** A/C (MWH)	**BEPS (MWH)**
อาคารหันหน้าทิศเหนือ	96.4	68.9	**70.8**	**236.2**
อาคารหันหน้าทิศใต้	96.4	68.9	71.2	236.6
อาคารหันหน้าทิศตะวันออก	96.4	68.9	**77.5**	**242.8**
อาคารหันหน้าทิศตะวันตก	96.4	68.9	76.4	241.7
อาคารหันหน้าทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	96.4	68.9	73.5	238.9
อาคารหันหน้าทิศตะวันออกเฉียงใต้	96.4	68.9	75.1	240.4
อาคารหันหน้าทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	96.4	68.9	75.9	241.1
อาคารหันหน้าทิศตะวันตกเฉียงใต้	96.4	68.9	73.0	238.4

การใช้พลังงานของอาคารจากการหันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ โดยกำหนดตัวแปรของระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์สำนักงาน เท่ากันเพื่อศึกษาดูภาระทำความเย็นของระบบปรับอากาศในแต่ละทิศ ซึ่งจะเห็นได้ว่า มีการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศทั้ง 8 ทิศ 74.175 MWH โดยอาคารหันหน้าเข้าทิศเหนือมีการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศน้อยที่สุด คือ 70.8 MWH และทิศตะวันออกมีการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศมากที่สุด คือ 77.5 MWH ความแตกต่างระหว่างการใช้พลังงาน เท่ากับ 6.7 MWH

4.2.2 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างของอาคาร

การคิดกำลังไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารคิดจากรายการประกอบแบบไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ตามแบบมาตรฐาน โดยมีรายละเอียดแต่ละห้อง ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงค่าเฉลี่ยการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในอาคาร

ROOM	DESCRIPTION	Area	LPD	Area*LPD
R-101	หนักงานสอบสวน	70	17.298	1210.860
R-102	ประชาสัมพันธ์	63	8.949	563.787
R-103	ศูนย์บริการ ปชช	70	17.298	1210.860
R-104	ร้อยเวร	61	16.617	1013.637
R-105	ควบคุมผู้ต้องหา	98	6.683	654.934
R-106	จอดรถส่งผู้ต้องหา	53	10.431	552.843
R-107	เก็บของกลาง	53	13.908	737.124
R-1-cir	ทางเดิน	10	5.797	57.970
R-201	พนักงานสอบสวน	132	19.819	2616.108
R-202	รอง ผกก	17	10.952	186.184
R-203	รอง ผกก	17	10.952	186.184
R-204	ธุรการ	34	10.952	372.368
R-205	เก็บของ	26	6.614	171.964
R-206	พัสดุ	26	13.908	361.608
R-207	หัวหน้าสถานี	26	10.431	271.206
R-208	ประชุมปฏิบัติการ	79	20.459	1616.261
R-2-cir	ทางเดิน	65	7.312	475.280
R-301	จราจร	50	18.651	932.550
R-302	รอง ผกก	17	10.952	186.184
R-303	รอง ผกก	17	10.952	186.184
R-304	ทะเบียน-การเงิน	34	10.952	372.368
R-305	สืบสวน	45	15.852	713.340
R-306	ปกครองและป้องกัน	69	21.37	1474.530
R-307	ประชุม ป	26	10.431	271.206
R-308	เก็บของ	18	7.562	136.116
R-3-cir	ทางเดิน	68	6.211	422.348
R-401	ประชุมใหญ่	159	27.223	4328.457
R-402	เตรียมประชุม	26	10.431	271.206
R-403	สมุด	26	20.862	542.412
R-404	อาหาร	79	10.33	816.070
R-405	ออกกำลังกาย	53	12.698	672.994
Stair-L	บันไดฝั่งซ้าย	23	16.226	373.198
Stair-R	บันไดฝั่งขวา	23	16.226	373.198
WC-L	ห้องน้ำฝั่งซ้าย	6	9.428	56.568
WC-R	ห้องน้ำฝั่งขวา	32	5.185	165.920

ตามกฎกระทรวง(พ.ศ.2538) ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 หมวด 3 ในเรื่องการใช้พลังงานในอาคาร ข้อ 4.2 เรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช่ส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ จะต้องใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกินค่าดังตาราง

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด

ประเภทอาคาร	ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด (วัตต์ต่อตารางเมตรของพื้นที่ใช้งาน)
(ก) สำนักงาน, โรงแรม, สถานศึกษา และ โรงพยาบาล/สถานพักฟื้น	16
(ข) ร้ายขายของ ซุปเปอร์มาเก็ต หรือศูนย์การค้า	23

ที่มา : กฎกระทรวง (พ.ศ.2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535)

รวมค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่ (Average LPD) เท่ากับ 14.694 วัตต์/ต่อตารางเมตร ซึ่งต่ำกว่าค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเท่ากับ 16 วัตต์/ตารางเมตร

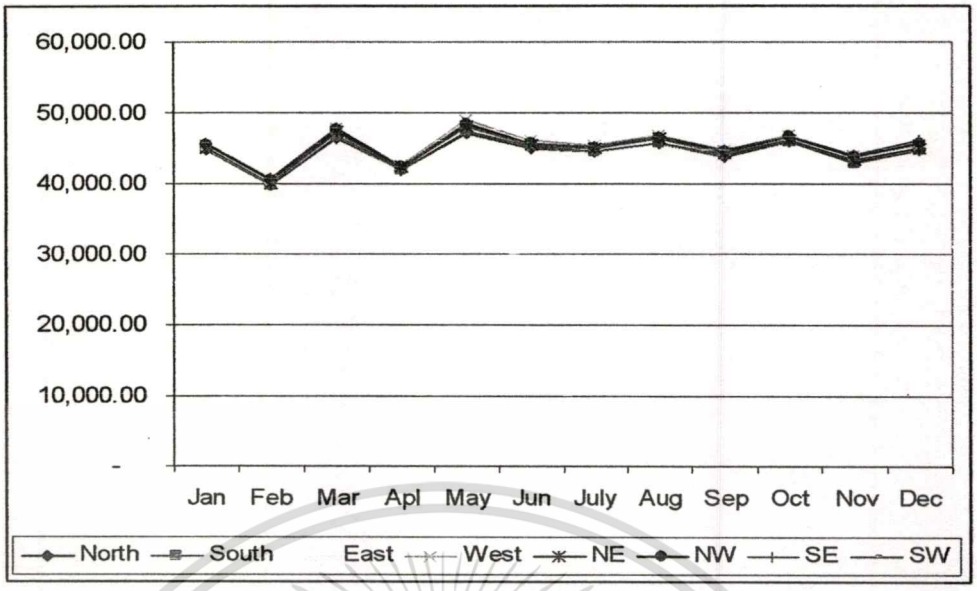
4.2.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร

การคำนวณค่าไฟฟ้าของอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่จากโปรแกรม Visaul Doe ต่ำกว่าการใช้งานจริงเนื่องจากความแตกต่างในการใช้งานในแต่ละสถานีตำรวจ รวมถึงอุปกรณ์อาคารต่างๆ ที่เพิ่มเข้ามานอกเหนือจากรายการครุภัณฑ์ที่กำหนดไว้ในอาคาร ซึ่งถูกนำมาติดตั้งภายหลังจากอาคารเสร็จสมบูรณ์แล้ว

ตารางที่ 4.9 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่แต่ละทิศ

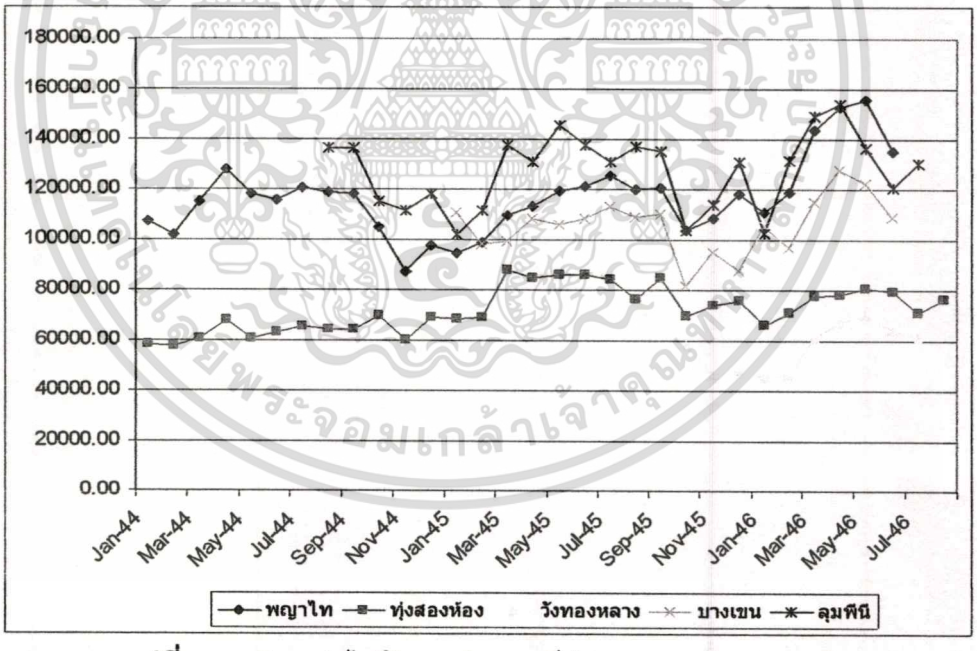
	Jan	Feb	Mar	Apl	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
North	44,824.97	39,701.28	46,523.15	41,841.39	47,178.20	44,961.82	44,421.18	45,607.89	43,858.11	45,854.65	43,007.90	44,762.16
South	44,916.95	39,672.11	46,592.69	41,881.76	47,398.04	45,132.31	44,517.64	45,738.00	43,929.90	45,899.51	42,904.71	44,858.62
East	45,569.75	40,766.84	48,122.63	42,711.79	49,194.92	46,197.87	45,547.32	47,211.85	44,970.79	46,983.03	44,212.55	45,964.57
West	45,358.88	40,558.22	47,922.97	42,595.13	48,932.46	46,105.90	45,394.77	46,978.54	44,822.73	46,805.81	43,934.38	45,549.56
NE	44,921.44	40,064.69	47,270.17	42,285.56	48,158.52	45,551.80	45,040.33	46,464.83	44,356.12	46,269.66	43,393.75	44,939.38
NW	45,410.48	40,472.97	47,559.56	42,361.83	48,324.52	45,755.94	45,060.52	46,502.96	44,533.35	46,601.67	43,795.30	45,616.86
SE	45,675.18	40,695.06	47,743.51	42,426.89	48,456.88	45,818.76	45,121.09	46,608.40	44,647.75	46,754.21	44,064.50	46,083.47
SW	44,831.70	39,961.50	47,162.68	42,224.99	48,057.57	45,513.67	44,930.41	46,343.69	44,297.80	46,211.33	43,232.23	44,728.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่แต่ละทิศ

หมายเหตุ การคำนวณอัตราค่าไฟฟ้าคิดจากการใช้ไฟฟ้าจากการจำลองสภาพการใช้พลังงาน นำไปคิดตามอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง



รูปที่ 4.17 อัตราค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจขนาดใหญ่ตามจริง

จากการเปรียบเทียบค่าไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจจากการทดลองกับการใช้งานของสถานีตำรวจจริง พบว่ามีการใช้พลังงานน้อยกว่าการใช้งานจริง ยกเว้นสถานีตำรวจนครบาลวังทองหลาง ซึ่งมีการใช้ไฟฟ้าใกล้เคียงกัน เนื่องจากเป็นสถานีตำรวจใหม่ ยังไม่มีอุปกรณ์อาคารมากนัก ส่วนในการเปรียบเทียบกับสถานีตำรวจอื่นๆ มีความแตกต่างกัน

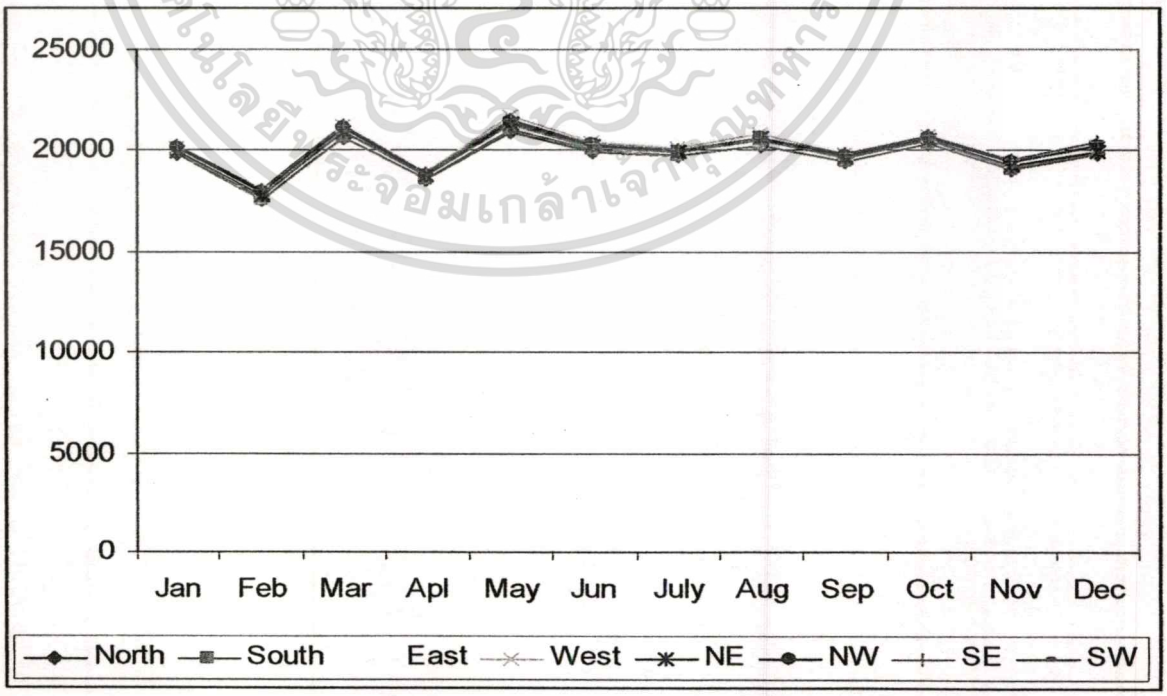
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากการใช้งานในแต่ละสถานีไม่เหมือนกัน ตามความจำเป็นในแต่ละท้องที่ รวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในสถานีตำรวจแต่ละที่จากการสำรวจ พบว่ามีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 4.10 การใช้ไฟฟ้าของสถานีตำรวจในแต่ละทิศ

	Jan	Feb	Mar	Apl	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
North	19880	17596	20637	18550	20929	19941	19700	20229	19449	20339	19070	19852
South	19921	17583	20668	18568	21027	20017	19743	20287	19481	20359	19024	19895
East	20212	18071	21350	18938	21828	20492	20202	20944	19945	20842	19607	20388
West	20118	17978	21261	18886	21711	20451	20134	20840	19879	20763	19483	20203
NE	19923	17758	20970	18748	21366	20204	19976	20611	19671	20524	19242	19931
NW	20141	17940	21099	18782	21440	20295	19985	20628	19750	20672	19421	20233
SE	20259	18039	21181	18811	21499	20323	20012	20675	19801	20740	19541	20441
SW	19883	17712	20931	18721	21321	20187	19927	20557	19645	20498	19170	19837

อาคารสถานีตำรวจที่หันหน้าเข้าสู่ทิศตะวันออกมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด คือ 236,172 MWH/YR และอาคารสถานีตำรวจที่หันหน้าเข้าสู่ทิศเหนือ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยที่สุด คือ 242,819 MWH/YR และเดือนที่มีการใช้พลังงานมากที่สุดคือเดือนพฤษภาคมเฉลี่ย 21,390.125 MWH ส่วนเดือนที่มีการใช้พลังงานน้อยที่สุดคือเดือนกุมภาพันธ์ เฉลี่ย 17,834.625 MWH



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการใช้พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 ภาระทำความเย็น (Cooling Load) ของสถานีตำรวจ

การดูภาระทำความเย็นในแต่ละห้องดูจาก SYSTEM DESIGN PARAMETERS (SV-A) ใน รายงานของ Visual Doe ซึ่งเป็นการดูปัญหาของการใช้งานของอาคารในแต่ละพื้นที่ในการหันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ

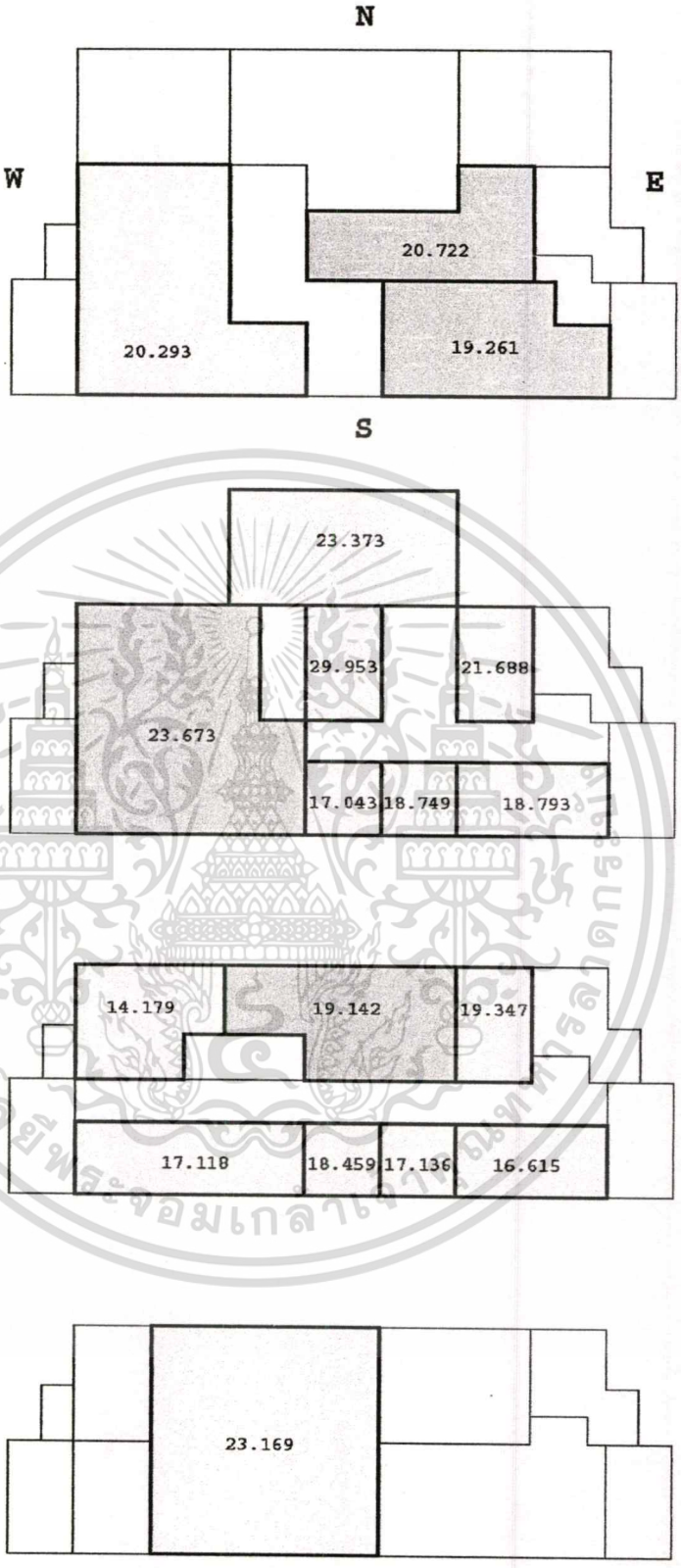
ตารางที่ 4.11 แสดงภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (kw)

kW	Room	Occupancy	Area	North	South	East	West	NE	NW	SE	SW
Room101	พนักงานสอบสวน	MPS_Office	123	17.570	21.311	22.257	21.132	18.671	19.804	23.521	18.470
Room102	ศูนย์บริการปชช	MPS_24Office	70	12.152	12.778	13.138	18.892	12.386	17.647	13.122	14.223
Room103	ร้อยเวร	MPS_24Office	61	10.061	10.350	13.131	9.788	10.828	9.768	10.557	9.710
Room201	พนักงานสอบสวน	MPS_24Office	132	17.249	19.605	20.336	23.127	17.462	21.840	20.927	17.635
Room202	รอง ผกก	MPS_Office	17	3.177	3.507	3.642	4.926	3.448	4.342	3.574	3.632
Room203	รอง ผกก	MPS_Office	17	2.960	3.188	3.388	4.627	3.151	4.053	3.357	3.267
Room204	ธุรการ	MPS_Office	34	5.739	6.361	6.996	9.038	6.391	8.142	6.901	6.841
Room206	พัสดุ	MPS_Office	26	3.064	3.052	2.814	2.931	2.858	2.966	2.852	2.920
Room207	หัวหน้าสถานี	MPS_Office	26	3.624	4.215	5.361	3.787	4.068	3.686	4.124	4.441
Room208	ประชุมปฏิบัติการ	MPS_Meeting	79	12.260	11.884	16.646	10.847	13.937	10.601	15.605	11.485
Room301	จราจร	MPS_Office	50	9.512	10.270	11.592	13.796	10.576	12.609	11.084	11.209
Room302	รอง ผกก	MPS_Office	17	2.965	3.238	3.717	4.714	3.284	4.099	4.770	3.389
Room303	รอง ผกก	MPS_Office	17	3.569	3.488	4.807	4.919	3.717	4.312	3.649	3.557
Room304	ธุรการ	MPS_Office	34	6.617	7.195	7.605	9.618	6.991	8.689	8.184	7.421
Room305	สืบสวน	MPS_24Office	45	8.810	11.159	12.351	9.355	9.900	9.236	12.551	9.616
Room306	ปกครอง,ป้องกัน	MPS_24Office	69	12.089	12.674	18.130	14.026	14.400	13.822	17.555	12.680
Room307	ประชุม	MPS_Meeting	26	4.240	4.725	5.252	4.579	4.643	4.802	4.831	4.616
Room401	ประชุมใหญ่	MPS_Conference	159	22.934	24.129	23.449	23.159	25.382	21.452	21.445	25.439

ตารางที่ 4.12 แสดงภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (m2/ton)

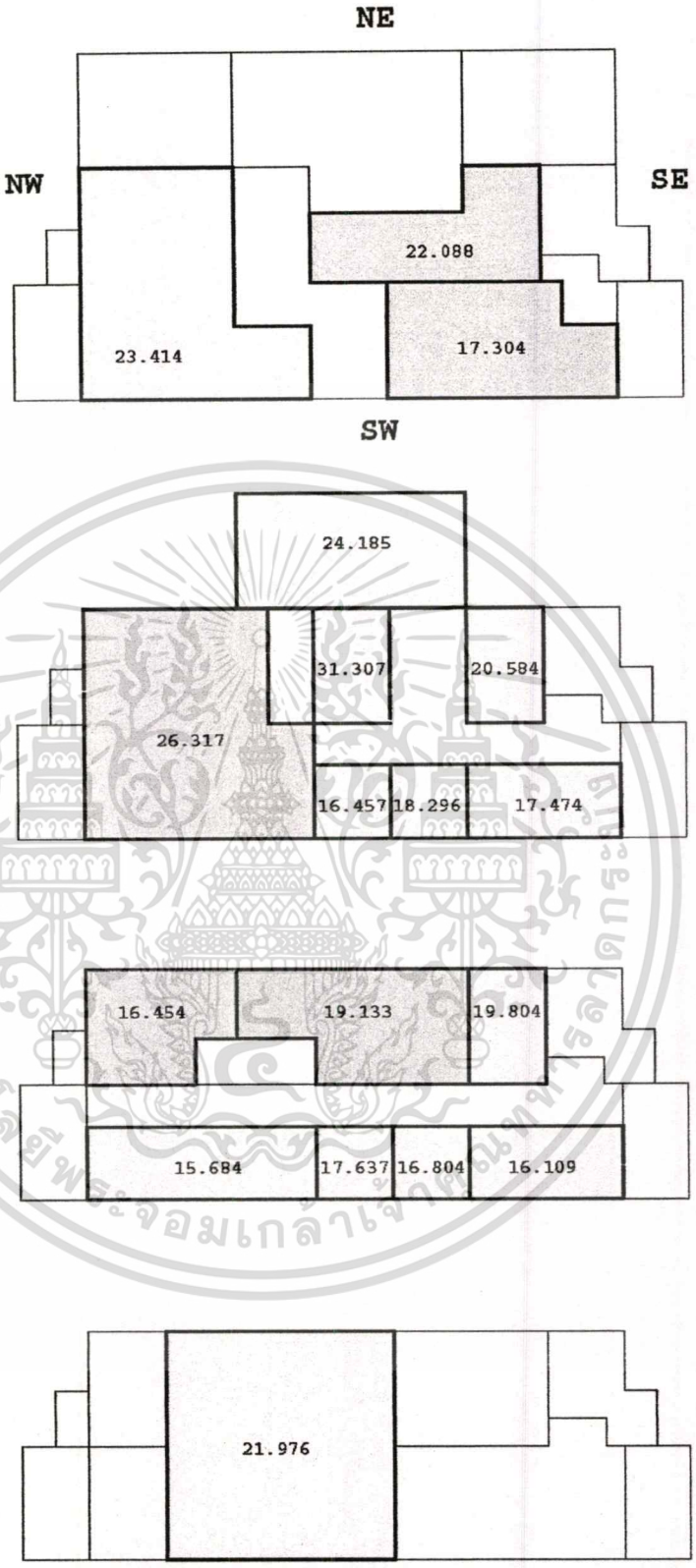
m2/ton	Room	Occupancy	Area	North	South	East	West	NE	NW	SE	SW
Room101	พนักงานสอบสวน	MPS_24Office	123	24.614	20.293	19.430	20.465	23.162	21.837	18.386	23.414
Room102	ศูนย์บริการปชช	MPS_24Office	70	20.253	19.261	18.733	13.028	19.871	13.947	18.756	17.304
Room103	ร้อยเวร	MPS_24Office	61	21.317	20.722	16.333	21.912	19.807	21.957	20.316	22.088
Room201	พนักงานสอบสวน	MPS_24Office	132	26.906	23.673	22.822	20.068	26.578	21.250	22.177	26.317
Room202	รอง ผกก	MPS_Office	17	18.814	17.043	16.412	12.134	17.335	13.766	16.724	16.457
Room203	รอง ผกก	MPS_Office	17	20.193	18.749	17.642	12.918	18.969	14.747	17.805	18.296
Room204	ธุรการ	MPS_Office	34	20.830	18.793	17.087	13.227	18.705	14.682	17.323	17.474
Room206	พัสดุ	MPS_Office	26	29.835	29.953	32.486	31.189	31.986	30.821	32.053	31.307
Room207	หัวหน้าสถานี	MPS_Office	26	25.225	21.688	17.052	24.139	22.472	24.801	22.167	20.584
Room208	ประชุมปฏิบัติการ	MPS_Meeting	79	22.656	23.373	16.686	25.607	19.930	26.201	17.800	24.185
Room301	จราจร	MPS_Office	50	18.482	17.118	15.165	12.743	16.622	13.942	15.861	15.684
Room302	รอง ผกก	MPS_Office	17	20.159	18.459	16.081	12.680	18.201	14.582	12.531	17.637
Room303	รอง ผกก	MPS_Office	17	16.747	17.136	12.434	12.151	16.081	13.862	16.380	16.804
Room304	ธุรการ	MPS_Office	34	18.066	16.615	15.719	12.429	17.100	13.758	14.607	16.109
Room305	สืบสวน	MPS_24Office	45	17.959	14.179	12.810	16.913	15.982	17.131	12.606	16.454
Room306	ปกครอง,ป้องกัน	MPS_24Office	69	20.068	19.142	13.381	17.297	16.847	17.552	13.820	19.133
Room307	ประชุม	MPS_Meeting	26	21.560	19.347	17.406	19.964	19.689	19.037	18.923	19.804
Room401	ประชุมใหญ่	MPS_Conference	159	24.376	23.169	23.841	24.139	22.025	26.060	26.068	21.976

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



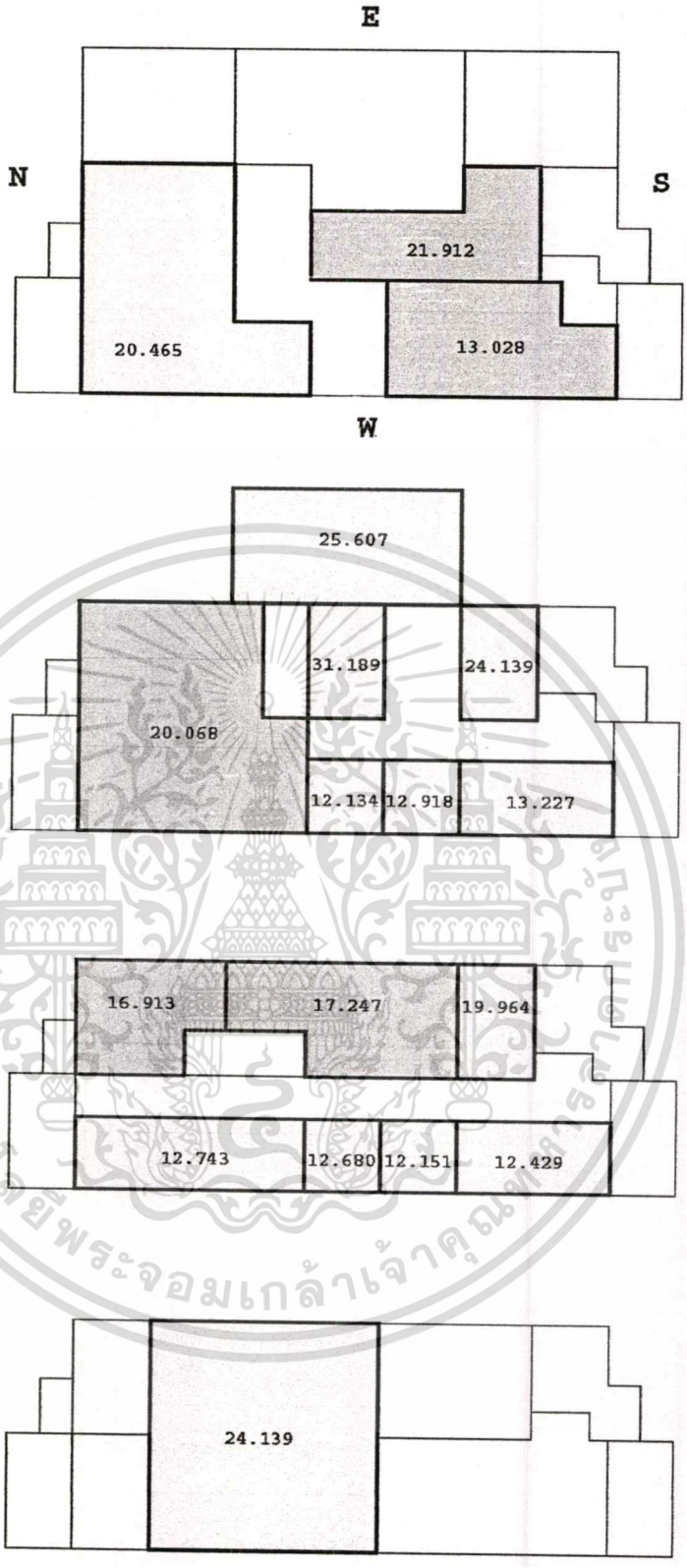
รูปที่ 4.19 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



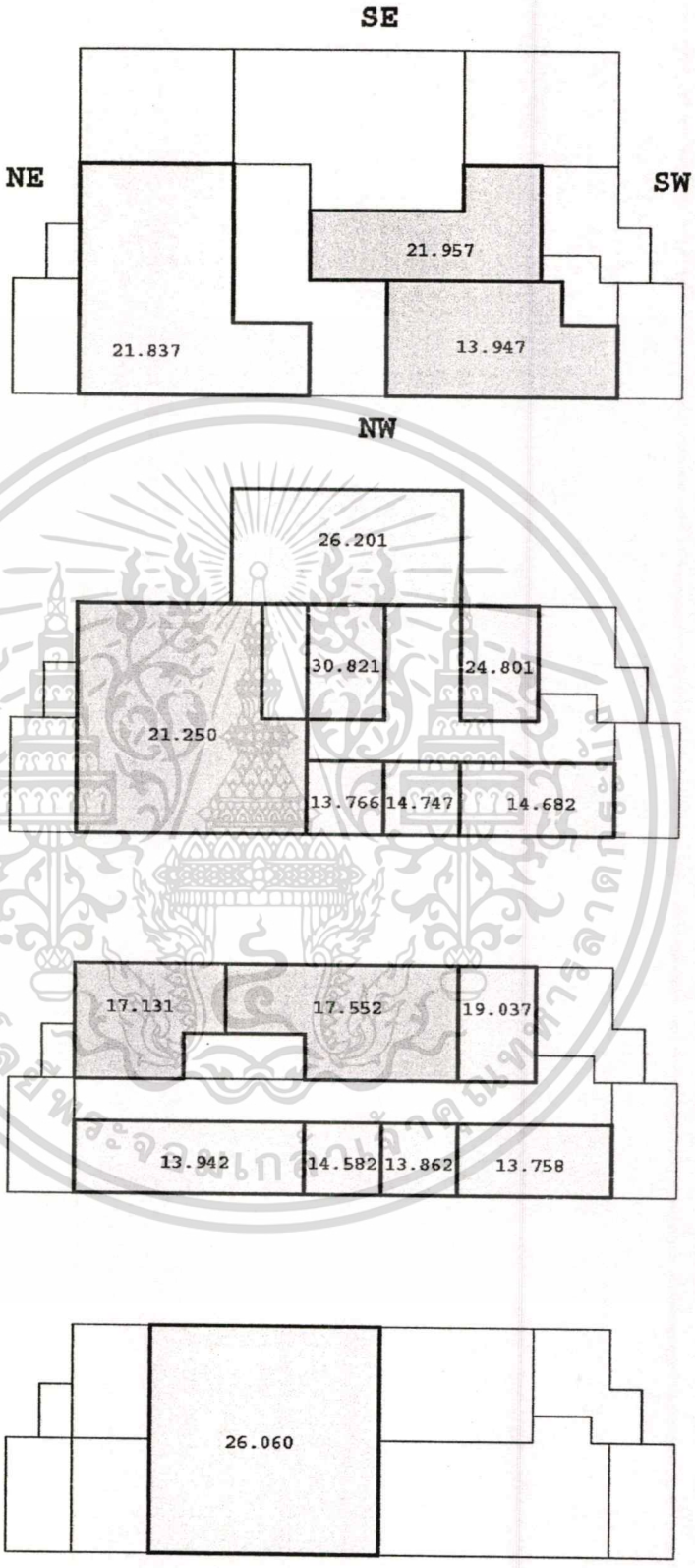
รูปที่ 4.20 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตกเฉียงใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



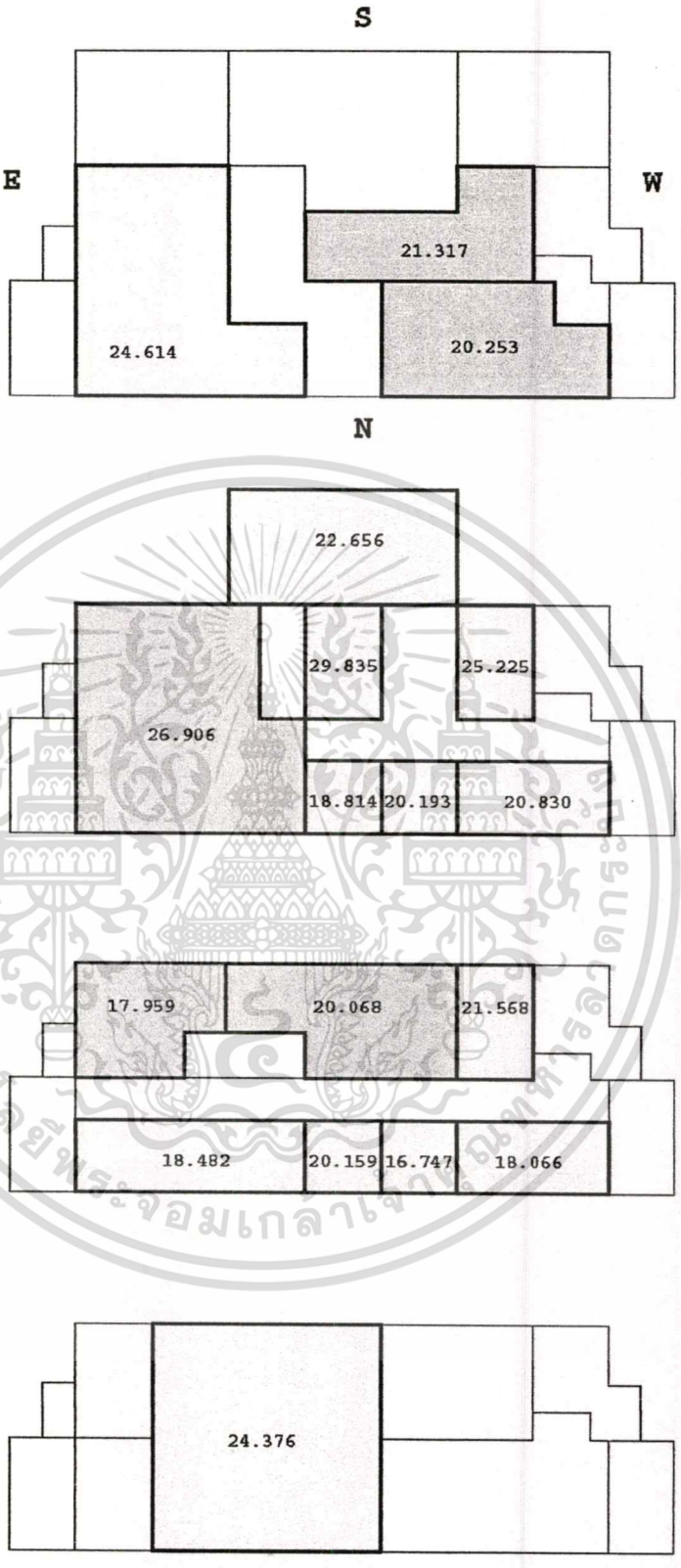
รูปที่ 4.21 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



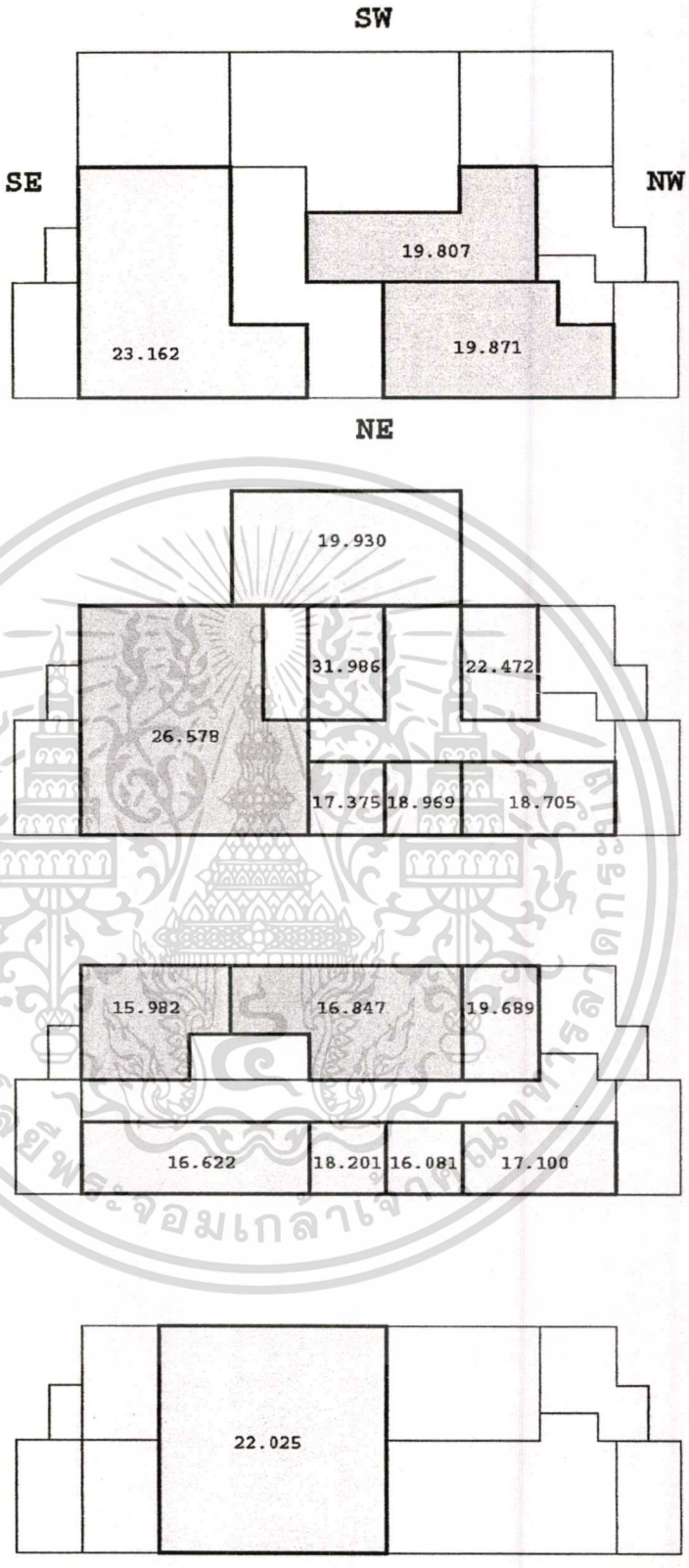
รูปที่ 4.22 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



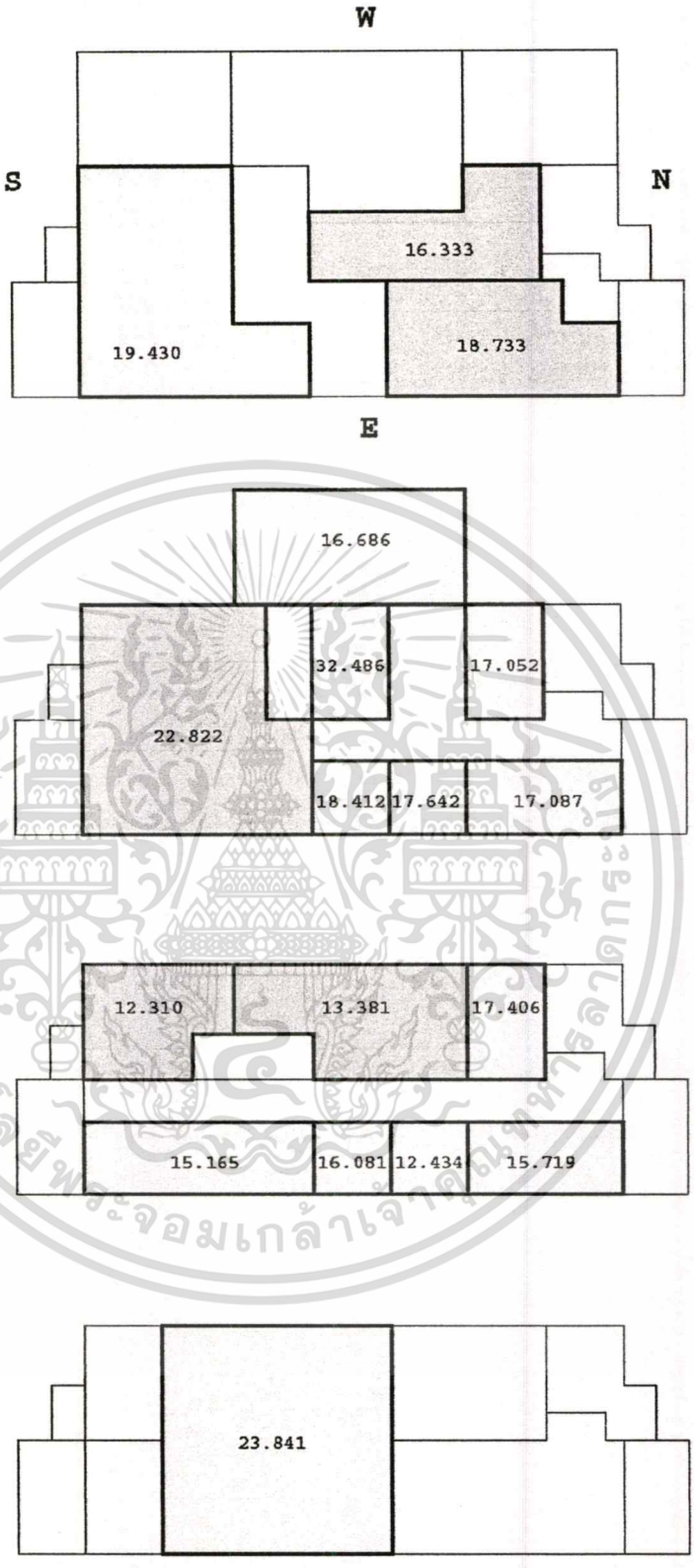
รูปที่ 4.23 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



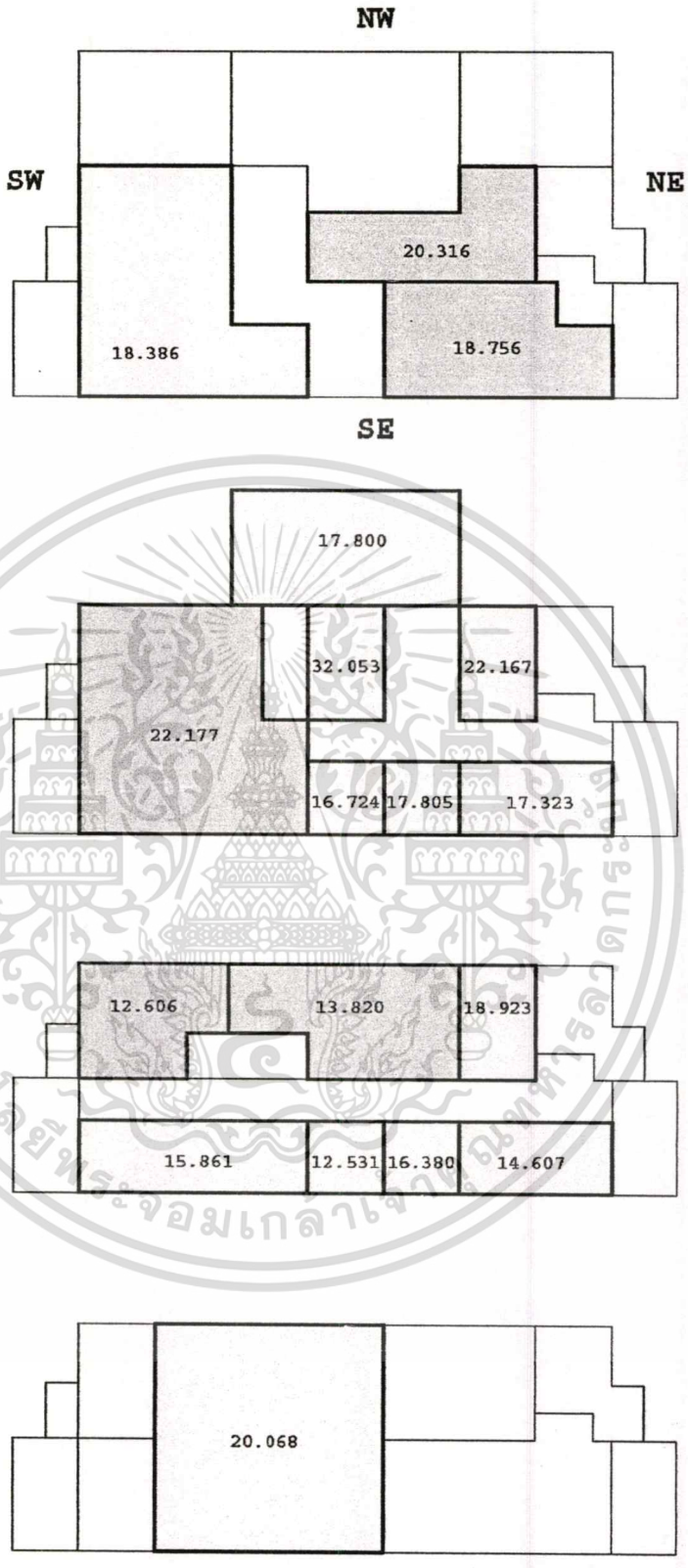
รูปที่ 4.24 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออกเฉียงใต้

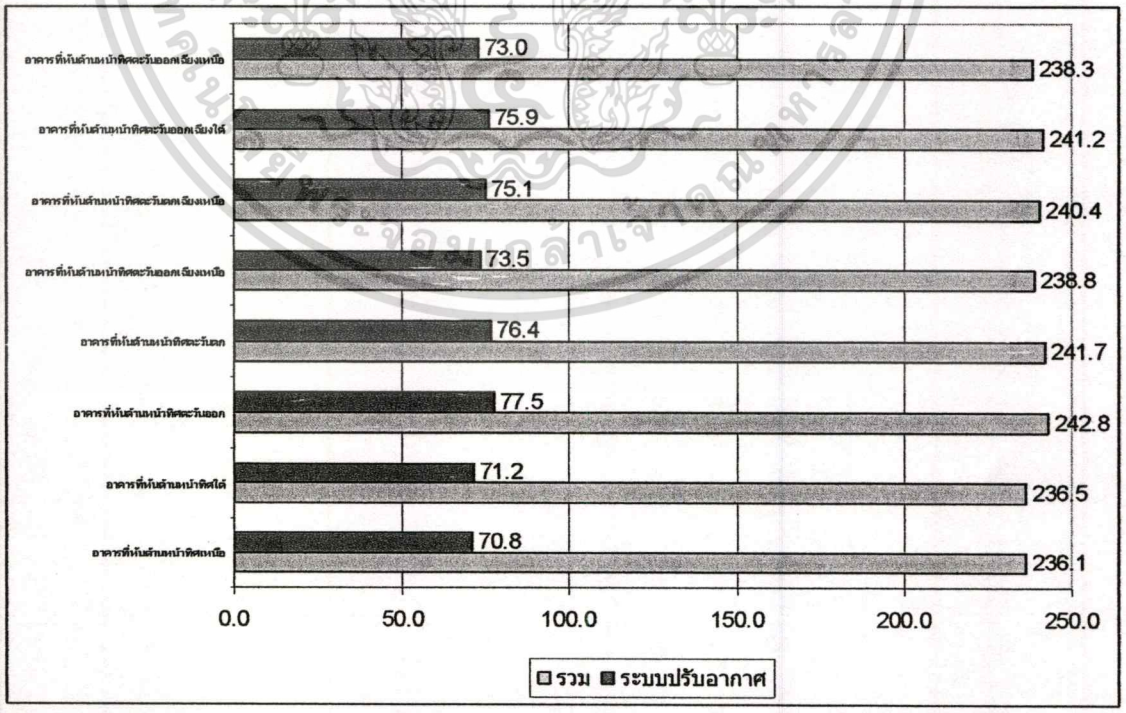
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองเห็นว่าการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศในแต่ละทิศที่อาคารหันหน้าแตกต่างกัน เนื่องจากทิศที่ผนังหันหน้ารับความร้อนจากดวงอาทิตย์แต่ละห้องไม่เหมือนกัน โดยอาคารที่หันด้านหน้าทิศเหนือมีการใช้พลังงานเฉลี่ยน้อยที่สุด ส่วนอาคารที่หันหน้าทิศตะวันออกมีการใช้พลังงานมากที่สุด ดังตารางที่ 4.14 ซึ่ง มีการใช้พลังงานต่างกัน 6.7 MWH/M2/Yr

ตารางที่ 4.13 การใช้พลังงานรวมในแต่ละทิศ

ทิศที่อาคารหันด้านหน้า	การใช้พลังงานรวมในอาคาร
ทิศเหนือ	236.1 MWH
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ	238.8 MWH
ทิศใต้	236.5 MWH
ทิศตะวันตกเฉียงใต้	238.3 MWH
ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ	240.4 MWH
ทิศตะวันออกเฉียงใต้	241.2 MWH
ทิศตะวันตก	241.7 MWH
ทิศตะวันออก	242.8 MWH



รูปที่ 4.27 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานระบบปรับอากาศในแต่ละทิศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเหตุที่อาคารที่หันหน้าไปทางทิศตะวันออกมีการใช้พลังงานมากกว่าทิศตะวันตกนั้น เนื่องจากมีการจัดวางพื้นที่ส่วนที่เป็นห้องประชุมซึ่งมีการใช้งานในเวลาบ่าย อยู่ด้านหลังอาคาร ซึ่งเป็นการหันผนังเข้าสู่ทิศตะวันตก ทำให้มีการใช้พลังงานมากกว่าอาคารที่หันหน้าเข้าทิศตะวันตก ซึ่งห้องประชุมอยู่ด้านหลังอาคาร หันผนังสู่ทิศตะวันออก

<u>ห้องที่มีการใช้งานเวลาราชการ และ 24 ชั่วโมง</u>

ห้องที่มีการใช้งานในเวลาบ่าย (ห้องประชุม) ควรหันหน้าทิศตะวันออก และทิศเหนือ

ข้อสังเกต จะเห็นได้ว่าห้องพัสดุ ซึ่งผนังไม่ได้หันเข้าสู่ทิศใดเลย มีการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศน้อยมาก เพียงแต่มีข้อเสียในเรื่องการระบายอากาศ และเรื่องแสงสว่างธรรมชาติ

<u>ห้องที่มีการใช้การระบายอากาศธรรมชาติ</u>

ห้องต่างๆ เช่น ห้องเก็บของ, ห้องเครื่อง หรือบันได สามารถใช้เป็นโซนป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ ในการวางส่วนประกอบอาคารนี้ให้อยู่ทางทิศตะวันตก ซึ่งมีอิทธิพลรุนแรงมากในการเพิ่มภาระทำความเย็นของอาคาร และควรมีช่องเปิดเป็นบางส่วนเพื่อนำแสงสว่างเข้ามาใช้ในอาคาร

ดังนั้นหากมีการจัดวางพื้นที่อาคารให้เหมาะสมกับการหันกรอบอาคารเข้าสู่ทิศต่างๆ กับกิจกรรมการใช้งานในอาคารในแต่ละเวลา จึงเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการจัดวางอาคาร โดยมีองค์ประกอบการออกแบบอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่เป็นดังนี้

<u>การวางทิศทางอาคาร</u>

- ควรจัดวางห้องต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆ
- ควรหลีกเลี่ยงการช่องเปิดอาคารในทางทิศตะวันตก
- การใช้ส่วนยื่นอาคารที่เป็นกันสาด ช่วยในการลดภาระการทำความร้อนภายในอาคาร

<u>การใช้วัสดุสำหรับกรอบอาคาร, ช่องเปิดอาคาร และการให้ร่มเงากับตัวอาคาร</u>

- ควรหลีกเลี่ยงการให้กรอบอาคารและช่องเปิดโดนแสงแดดโดยตรง
- ควรเป็นวัสดุราคาไม่แพง เนื่องจากเป็นอาคารราชการ และหาได้ง่าย
- มีค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ และมีความทนทานสูง
- ไม่เป็นอันตรายกับสุขภาพและสิ่งแวดล้อม
- ใช้วัสดุที่มีความต้านทางความร้อน (R) สูง หรือ ค่า U ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ใช้การสะท้อนความร้อนในส่วนที่เป็นหลังคา
- การใช้กันสาดยาว 1.80 เมตร ช่วยลดภาระทำความเย็นกับห้องที่หันออกทิศใต้ และทิศเหนือ
- เป็นวัสดุที่ไม่สะสมความร้อน และมีการป้องกันความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร
- เป็นวัสดุที่ไม่ดูดซับความชื้น
- มีการบำรุงรักษาที่ต่ำ และมีความทนทานสูง
- ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การออกแบบสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาลเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

5. 1 การวิเคราะห์ประเมินผล

จากการทดลองพบว่าการหันอาคารไปในแต่ละทิศทางยังไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานภายในอาคาร เนื่องจากมีการใช้งานของห้องต่างๆ ในอาคารหันไปทางทิศต่างๆ เฉลี่ยกันไปในแต่ละทิศ ทำให้พบปัญหาอย่างหนึ่งคือ ด้านหนึ่งของอาคารมีการใช้พลังงานน้อยกว่า อีกด้านของอาคาร ซึ่งหากทำการกำหนดพื้นที่การใช้งานต่างๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานของอาคารออกไปในแต่ละทิศทางที่อาคารหันออกไป น่าจะทำให้การใช้พลังงานโดยรวมของอาคารลดลง

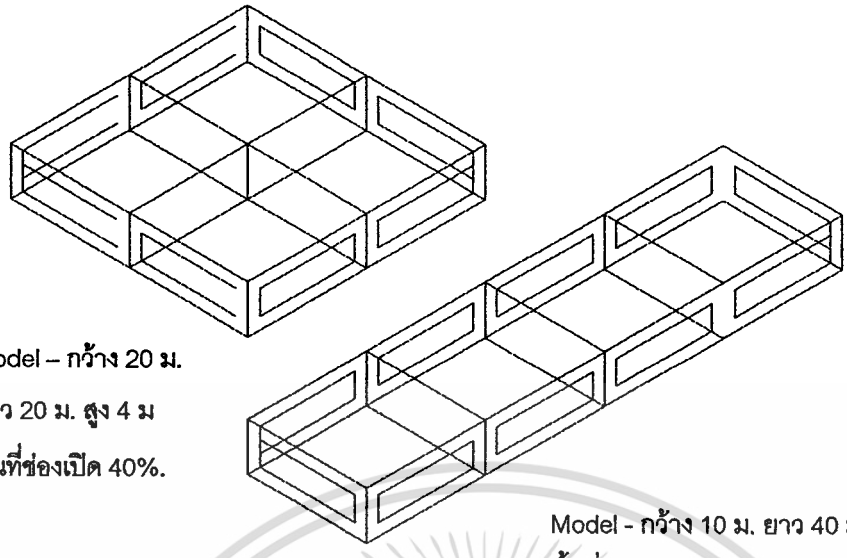
5.2 การออกแบบรูปทรงอาคารที่เหมาะสม

การทดลองเพื่อหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมสำหรับอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล ซึ่งถูกกำหนดการใช้งานของระบบเครื่องปรับอากาศสำหรับพื้นที่สำนักงาน โดยกำหนดรูปทรงเดิม (สี่เหลี่ยมผืนผ้า) ทำการเปรียบเทียบกับรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยทำการตัดรูปทรงสามเหลี่ยม ซึ่งมีปัญหากับการจัดวางพื้นที่ใช้สอย และรูปทรงวงกลม ที่มีปัญหาด้านการก่อสร้างและการจัดวางพื้นที่ใช้สอยออกไป เพื่อหารูปทรงอาคารที่เหมาะสมกับอาคารปรับอากาศ

5.2.1 การกำหนดรูปทรงอาคาร และสัดส่วนช่องเปิด

รูปทรงอาคารถูกกำหนดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า และสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 400 ตารางเมตร โดยแบ่งการจัดวางอาคาร เป็น 4 โซน โซนละ 100 ตารางเมตร สัดส่วนช่องเปิด 40 เปอร์เซ็นต์ สูง 4 เมตร วัสดุ กิจกรรมผู้ใช้อาคาร เป็นแบบเดียวกัน ระบบไฟฟ้าอุปกรณ์อาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เท่ากัน และระบบเครื่องปรับอากาศแบบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Model – กว้าง 20 ม.
ยาว 20 ม. สูง 4 ม
พื้นที่ช่องเปิด 40%.

Model - กว้าง 10 ม. ยาว 40 ม. สูง 4 ม.
พื้นที่ช่องเปิด 40%.

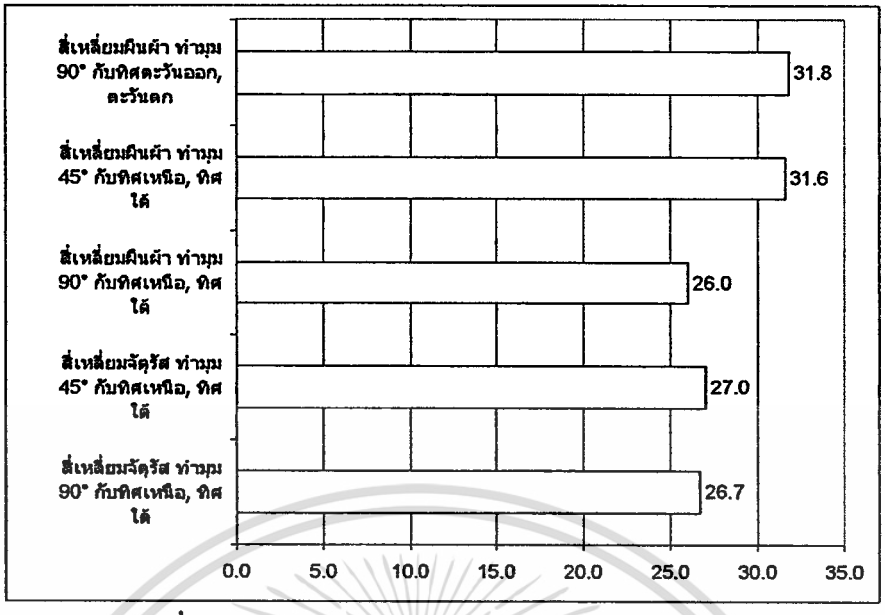
รูปที่ 5.1 หุ่นจำลองอาคาร เปรียบเทียบ

การกำหนดตัวแปรต่างๆ โดยการกำหนดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง และไฟฟ้าอุปกรณ์อาคารเท่ากัน โดยการใช้ ตารางการทำงาน (Occupancy) เป็น MSP_Office ที่ถูกกำหนดการใช้งานในการทดลองแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ และระบบเครื่องปรับอากาศเป็นแบบแยกส่วน พบความแตกต่างในการใช้พลังงานในอาคารตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงการใช้พลังงานของอาคารในรูปทรงและทิศต่างๆ

รูปทรง และทิศของอาคาร	**การใช้พลังงานรวมในอาคาร (MWH)**	**เฉพาะเครื่องปรับอากาศ (MWH)**
สี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 90° กับทิศเหนือ, ทิศใต้	56.25	26.7
สี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 45° กับทิศเหนือ, ทิศใต้	56.57	27.0
สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำมุม 90° กับทิศเหนือ, ทิศใต้	55.49	26.0
สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำมุม 45° กับทิศเหนือ, ทิศใต้	61.07	31.6
สี่เหลี่ยมผืนผ้า ทำมุม 90° กับทิศตะวันออก, ตะวันตก	61.31	31.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 การใช้พลังงานของอาคารในรูปทรงและทิศต่างๆ

พบว่าสี่เหลี่ยมจัตุรัสเหมาะสำหรับการหันไปในทิศทางต่างๆ เมื่อเป็นแบบมาตรฐานมากกว่าสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งมีความแตกต่างกันในการหันหน้าไปในแต่ละทิศทาง โดยเฉพาะเมื่อมีการหันหน้าอาคารทำมุม 45° กับทิศเหนือ ทิศใต้ และ 90° กับทิศตะวันออก ตะวันตก ซึ่งมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้น 18% ในขณะเดียวกันรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีความแตกต่างกันเพียง 1% เมื่อมีการหันทิศทาง 45 องศา จากแนวเดิม

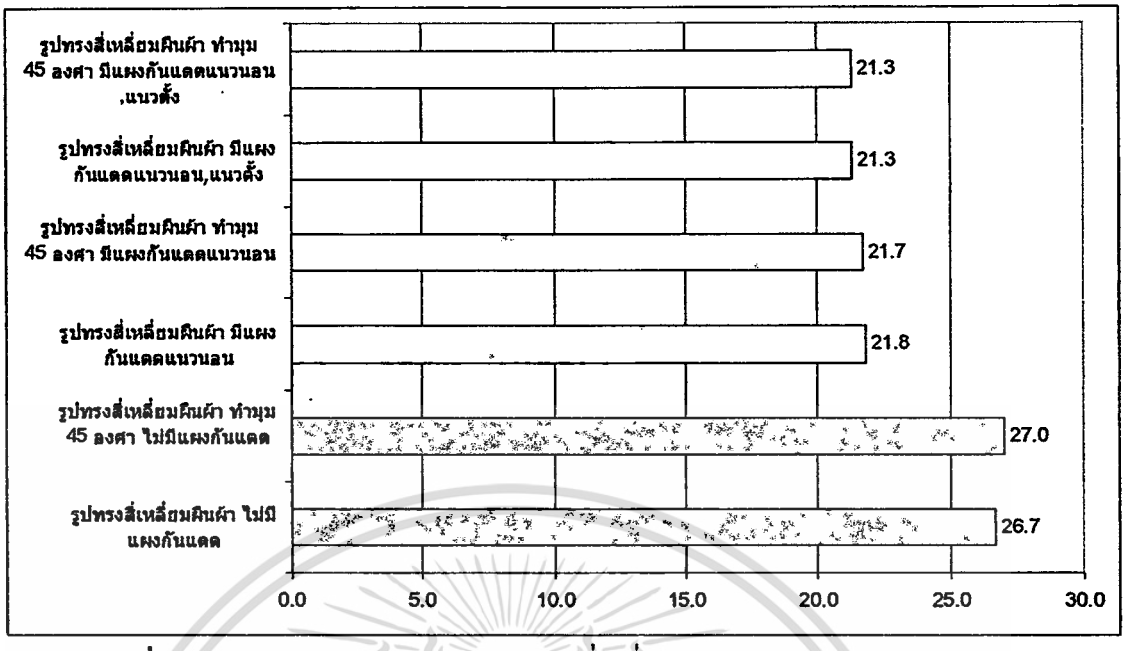
5.2.2 การออกแบบการให้ร่มเงากับตัวอาคาร

จากการทดลองแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล พบว่าการใช้กันสาดที่ยื่นออกไปความยาว 1.80 เมตร ในทิศใต้ และทิศเหนือ ทำให้สามารถป้องกันความร้อนที่เข้าสู่ตัวอาคารได้ ส่วนในทิศตะวันออกและทิศตะวันตกนั้นควรใช้แผงบังแดดในแนวตั้งมากกว่าแนวนอน

ตารางที่ 5.2 การใช้พลังงานของอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในการหันในทิศต่างๆ

รูปทรง และ การให้ร่มเงาอาคาร	เครื่องปรับอากาศ (MWH)
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีแผงกันแดด	26.7
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 45 องศา ไม่มีแผงกันแดด	27.0
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีแผงกันแดดแนวนอน	21.8
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 45 องศา มีแผงกันแดดแนวนอน	21.7
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีแผงกันแดดแนวนอน,แนวตั้ง	21.3
รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทำมุม 45 องศา มีแผงกันแดดแนวนอน,แนวตั้ง	21.3

เอกสารนี้ [illegible] ต้องได้รับอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 การใช้พลังงานของอาคารรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในการหันในทิศต่างๆ

จากการทดลองพบว่า รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีแผงกันแดดและไม่มี จะมีการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศใกล้เคียงกันเมื่อหันทำมุมปกติกับทิศต่างๆ หรือ 45 องศา กับทิศต่างๆ และเมื่อมีการให้ร่วมเงาอาคาร โดยยื่นกันสาดออกมา 2 เมตร สามารถทำให้พลังงานการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารลดลงอีก 19% ส่วนการใช้แผงกันแดดแนวตั้งและแนวนอนในตัวเดียวกัน จะมีผลใกล้เคียงในเรื่องของการใช้พลังงานรวม แต่จะมีผลในการลดภาระทำความเย็นในแต่ละห้อง ซึ่งมีการลดลง

5.2.3 การออกแบบช่องเปิดอาคาร

การกำหนดช่องเปิดอาคารมีส่วนสำคัญในการนำความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคาร และเป็นการสร้างทัศนียภาพที่ดี ในการทำงาน โดยในการออกแบบจำนวนช่องเปิดเท่ากับแบบมาตรฐานเดิม ซึ่งด้านหน้าอาคารมีสัดส่วนช่องเปิด 42 % ด้านข้างเป็น 34% และ 28% ส่วนด้านหลังมีสัดส่วนของเปิด 42% การออกแบบเนื่องจากเป็นการแบ่งพื้นที่อาคาร (Zoning Analysis) ใหม่ โดยมีข้อกำหนดในการออกแบบช่องเปิดให้มีสัดส่วนใกล้เคียงเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การกำหนดวัสดุอาคาร

การกำหนดวัสดุที่ใช้ในอาคาร พบว่าการใช้วัสดุโดยทั่วไปในการทำกรอบอาคาร โดยกำหนดกรอบอาคารโดยใช้วัสดุเช่นเดียวกับแบบมาตรฐานเดิม แล้วทำการทดลองในทิศต่างๆ จากนั้นจึงทำการเปรียบเทียบวัสดุอื่น โดยมีข้อจำกัดดังนี้

- เป็นวัสดุที่หาได้ง่าย และแพร่หลายในปัจจุบัน
- มีความแข็งแรง, ทนทาน
- มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน
- ค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ
- กันน้ำและความชื้นได้ดี
- ราคาไม่แพง

ทั้งนี้รวมถึงการกำหนดสีอาคารให้เป็นสีอ่อน ซึ่งสามารถสะท้อนความร้อนออกไปให้มากที่สุด และทำให้อาคารไม่นำความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร

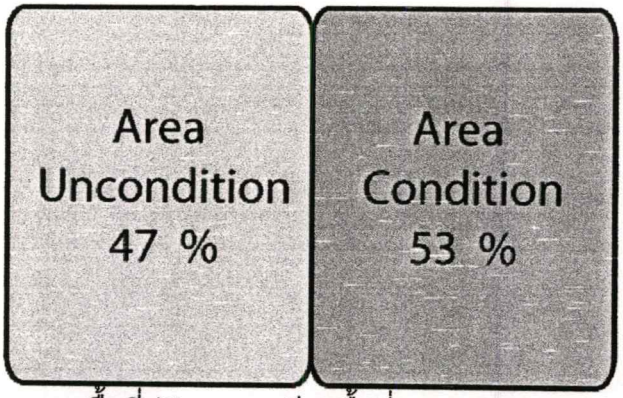
5.3 แบบสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาลเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

5.3.1 การกำหนดรูปแบบ และพื้นที่การใช้อาคาร

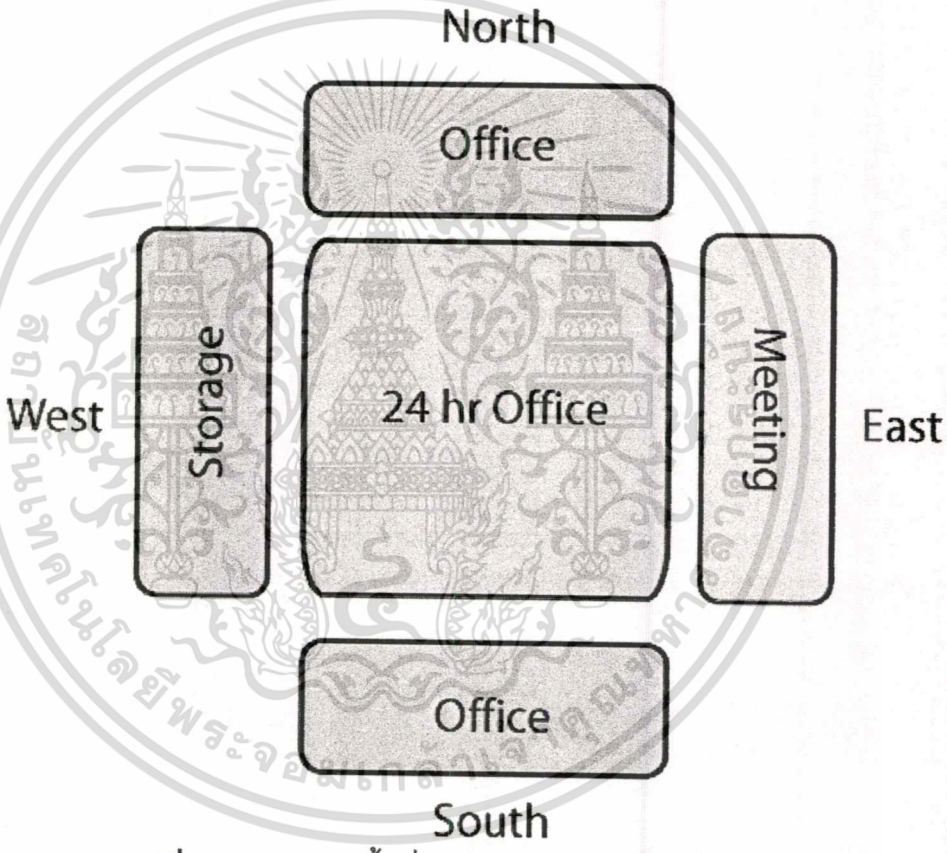
จากการทดลองทำให้เห็นว่าการใช้รูปทรงอาคารสี่เหลี่ยมผืนผ้าเหมาะสมสำหรับอาคารปรับอากาศ รวมถึงการที่จะใช้เป็นแบบมาตรฐานในการที่หันด้านหน้าอาคารในแต่ละทิศ ซึ่งจากการทดลองเห็นว่ามีการใช้พลังงานอาคารใกล้เคียงกัน เพียงแต่จะต้องจัดพื้นที่อาคารให้เหมาะสมกับ การใช้งานในแต่ละเวลา

อาคารสถานีตำรวจมีการใช้งานทั้งสำนักงาน 24 ชั่วโมง และเวลาราชการ ใช้งานเป็นครั้งคราว เช่นห้องประชุม ออกกำลังกาย และห้องสมุด รวมถึงการระบายอากาศแบบธรรมชาติ โดยมีระบบปรับอากาศ 53% ของพื้นที่ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงการพื้นที่ปรับอากาศเทียบพื้นที่ระบายอากาศธรรมชาติ



รูปที่ 5.5 การจัดวางพื้นที่อาคาร (Zoning Analysis)

การใช้สำนักงาน 24 ชั่วโมงอยู่ตรงกลางอาคาร เพื่อหลีกเลี่ยงการปะทะกับความร้อนจากดวงอาทิตย์ โดยใช้พื้นที่ที่เป็นห้องเก็บของอยู่ทางทิศตะวันตก, การใช้ห้องประชุม ซึ่งมีการใช้งานในช่วงบ่ายอยู่ทางทิศตะวันออก ส่วนทิศเหนือ,ใต้ เป็นส่วนสำนักงาน โดยทิศใต้มีการใช้กันสาด ยาว 2 เมตร เป็นสมมุติฐานในการทดลองการจัดวางอาคารเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานในแต่ละทิศ และในแต่ละเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 การกำหนดรายละเอียดอาคาร

การกำหนดรายละเอียดในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมใหม่ ซึ่งมีรูปทรงแตกต่างจากเดิม โดยกำหนดตัวแปรเดิม ได้แก่พฤติกรรมการใช้อาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบไฟฟ้าอุปกรณ์อาคาร วัสดุอาคาร และสีของอาคาร

ทั้งนี้รวมถึงการมีการใช้พื้นที่ใช้สอยอาคารที่ใกล้เคียงกันกับแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่เดิม โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ โดยมีรายละเอียดการใช้พื้นที่ต่างๆ และการจัดวางอาคารดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 เปรียบเทียบพื้นที่สถานีตำรวจขนาดใหญ่ตามแบบมาตรฐานเดิมกับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ใหม่

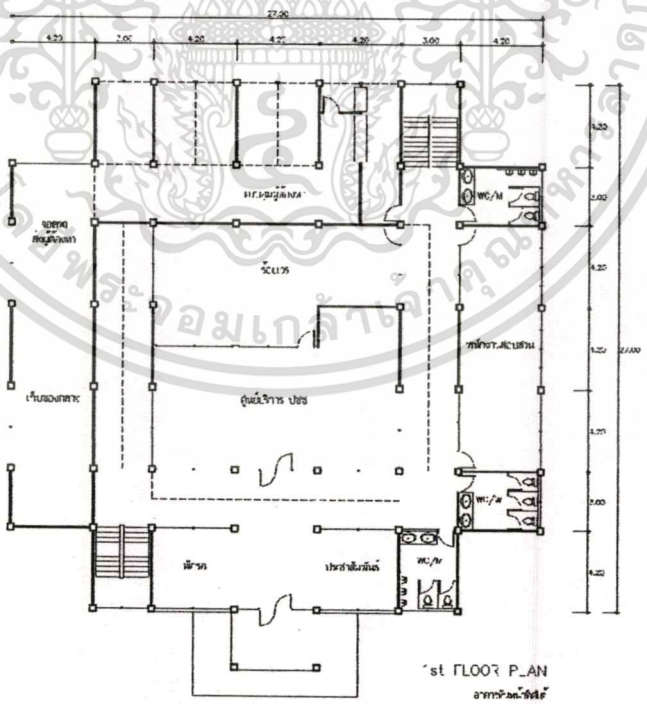
ห้อง	พื้นที่สถานีตำรวจเดิม (ตร.ม.)	พื้นที่สถานีตำรวจใหม่ (ตร.ม.)	Occupancy
ส่วนติดต่อ-ต้อนรับ			
โถงต้อนรับ และประชาสัมพันธ์	63.00	52.92	MPS-Uncondition
ศูนย์บริการประชาชน	70.00	70.56	MPS-24hrOffice
ห้องร้อยเวร	61.00	61.74	MPS-24hrOffice
ส่วนทำงาน			
ห้องผู้กำกับการ (หัวหน้าสถานี)	26.46	35.28	MPS-Office
ห้องรองผู้กำกับการ (อำนวยการ)	16.80	17.64	MPS-Office
ห้องรองผู้กำกับการ (สืบสวน)	16.80	17.64	MPS-Office
ห้องรองผู้กับกำการ (ปราบปราม)	16.80	17.64	MPS-Office
ห้องรองผู้กับกำการ (จราจร)	16.80	17.64	MPS-Office
ห้องธุรการ (อำนวยการ)	34.00	26.46	MPS-Office
ห้องทะเบียน-การเงิน	34.00	26.46	MPS-Office
ห้องพนักงานสอบสวน 1	123.00	105.84	MPS-Office
ห้องพนักงานสอบสวน 2	132.00	158.76	MPS-24hrOffice
พัสดุ	26.46	26.46	MPS-Office
ห้องสืบสวน	52.92	52.92	MPS-24hrOffice
ห้องปราบปราม	69.00	70.56	MPS-24hrOffice
ห้องจราจร	45.00	52.92	MPS-Office
ส่วนบริการ			
ห้องอาหาร	71.18	52.92	MPS-Uncondition
ห้องครัว	12.60	12.60	MPS-Uncondition
ห้องสมุด	26.46	17.64	MPS-Rest
ห้องออกกำลังกาย	52.92	35.28	MPS-Rest

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

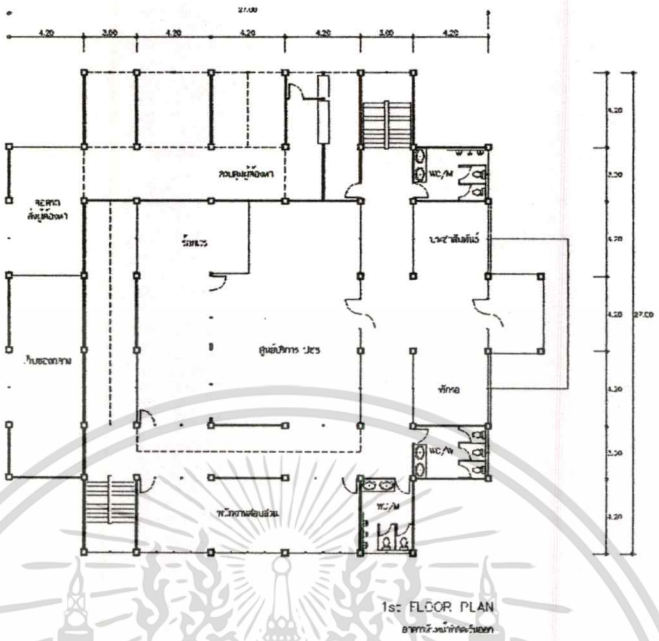
ห้อง	พื้นที่สถานีตำรวจเดิม (ตร.ม.)	พื้นที่สถานีตำรวจใหม่ (ตร.ม.)	Occupancy
ส่วนปฏิบัติการ			
ศูนย์ปฏิบัติการ	18.06	17.64	MPS-Meeting
ห้องประชุมเตรียมการ	52.92	52.92	MPS-Meeting
ห้องปฏิบัติการปราบปราม	26.46	26.46	MPS-Meeting
ห้องเตรียมประชุม	26.46	52.92	
ห้องประชุมใหญ่	156.76	158.76	MPS-Conference
ส่วนเฉพาะ			
ห้องควบคุมผู้ต้องหา	98.00	112.32	MPS-Uncondition
ห้องเก็บของกลาง	52.92	47.88	MPS-Uncondition
รวมพื้นที่	**1398.78**	**1398.78**	

หมายเหตุ Occupancy ที่ใช้ในการทดลองเป็นอันเดียวกันกับที่ทดลองแบบมาตาฐานสถานีตำรวจขนาดใหญ่ (เดิม)[49]

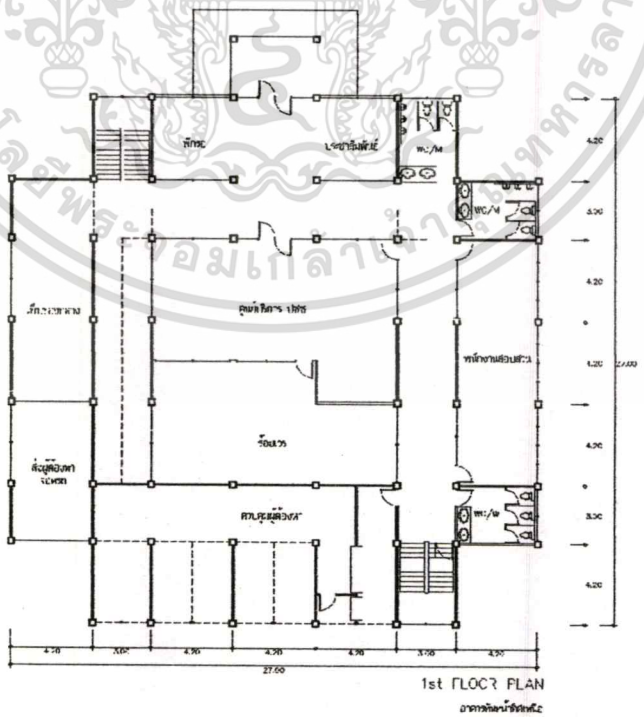


รูปที่ 5.6 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

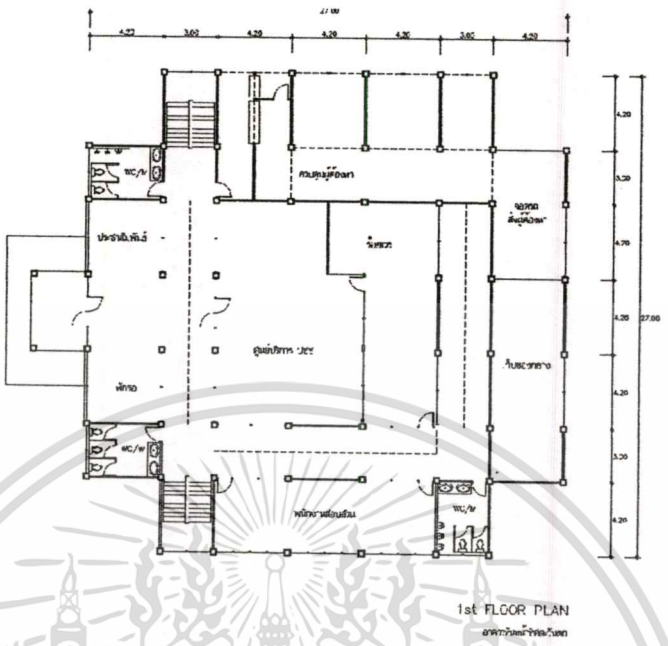


รูปที่ 5.7 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศตะวันออก

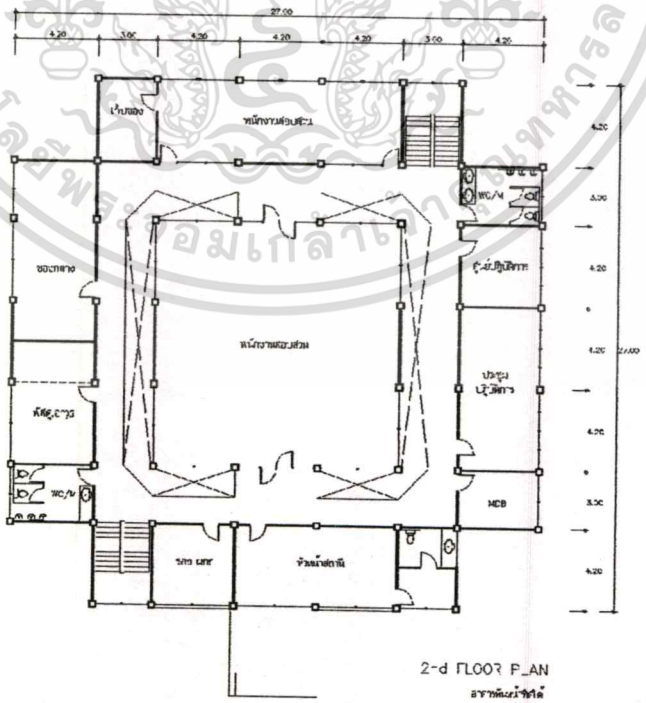


รูปที่ 5.8 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

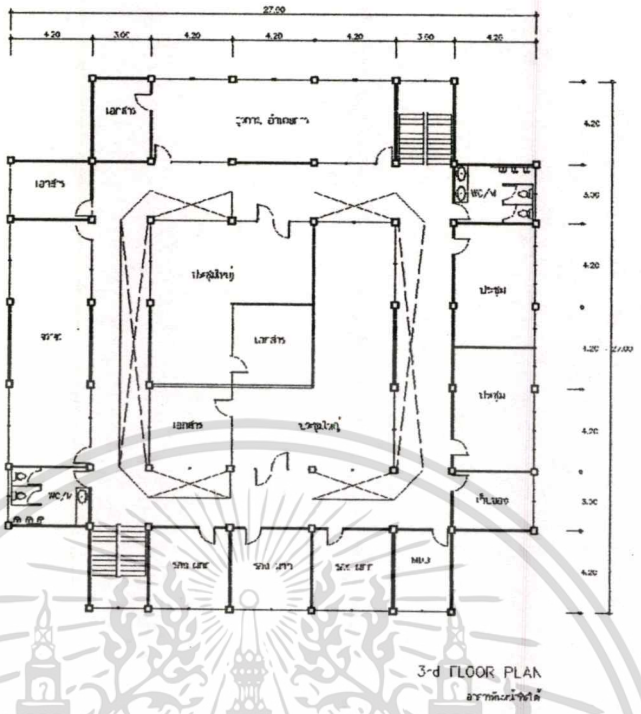


รูปที่ 5.9 แปลนชั้น 1 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) หันทิศตะวันตก

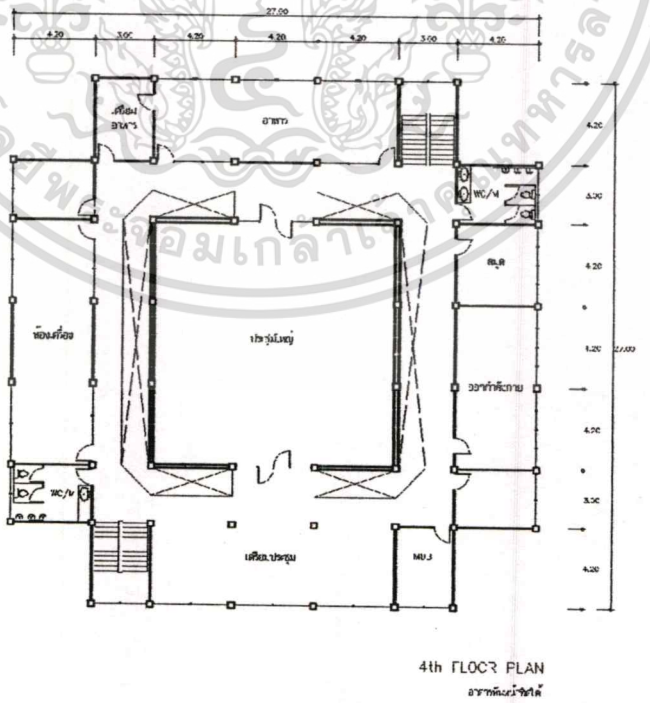


รูปที่ 5.10 แปลนชั้น 2 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

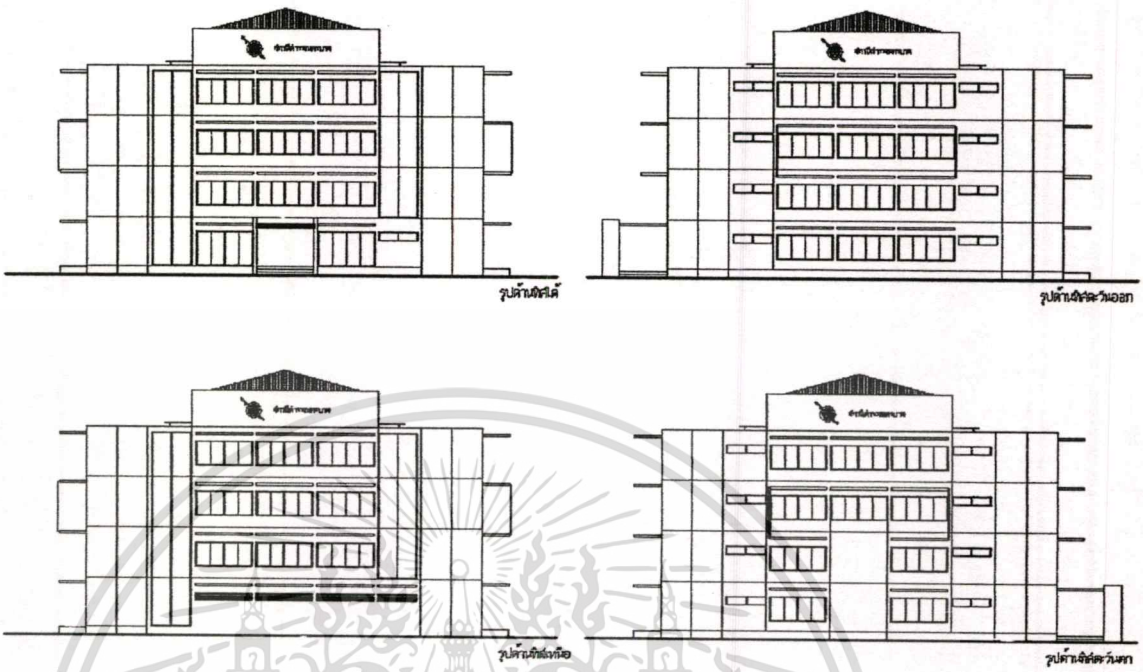


รูปที่ 5.11 แปลนชั้น 3 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) (ล่างซ้าย)

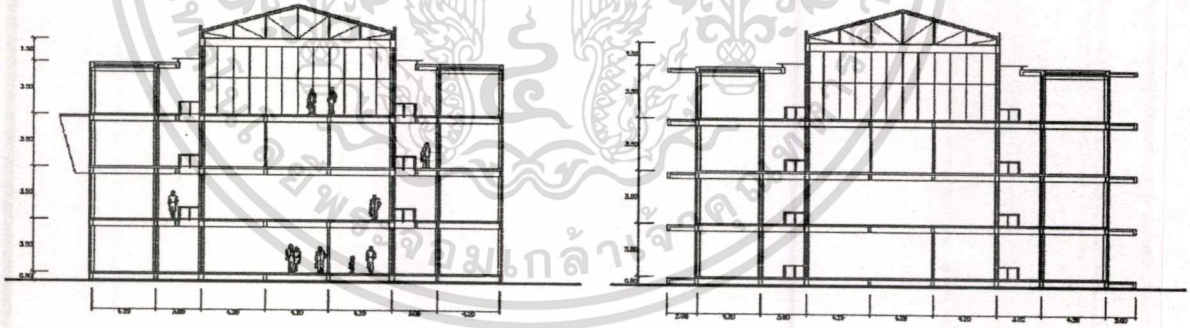


รูปที่ 5.12 แปลนชั้น 4 อาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่) (ล่างขวา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



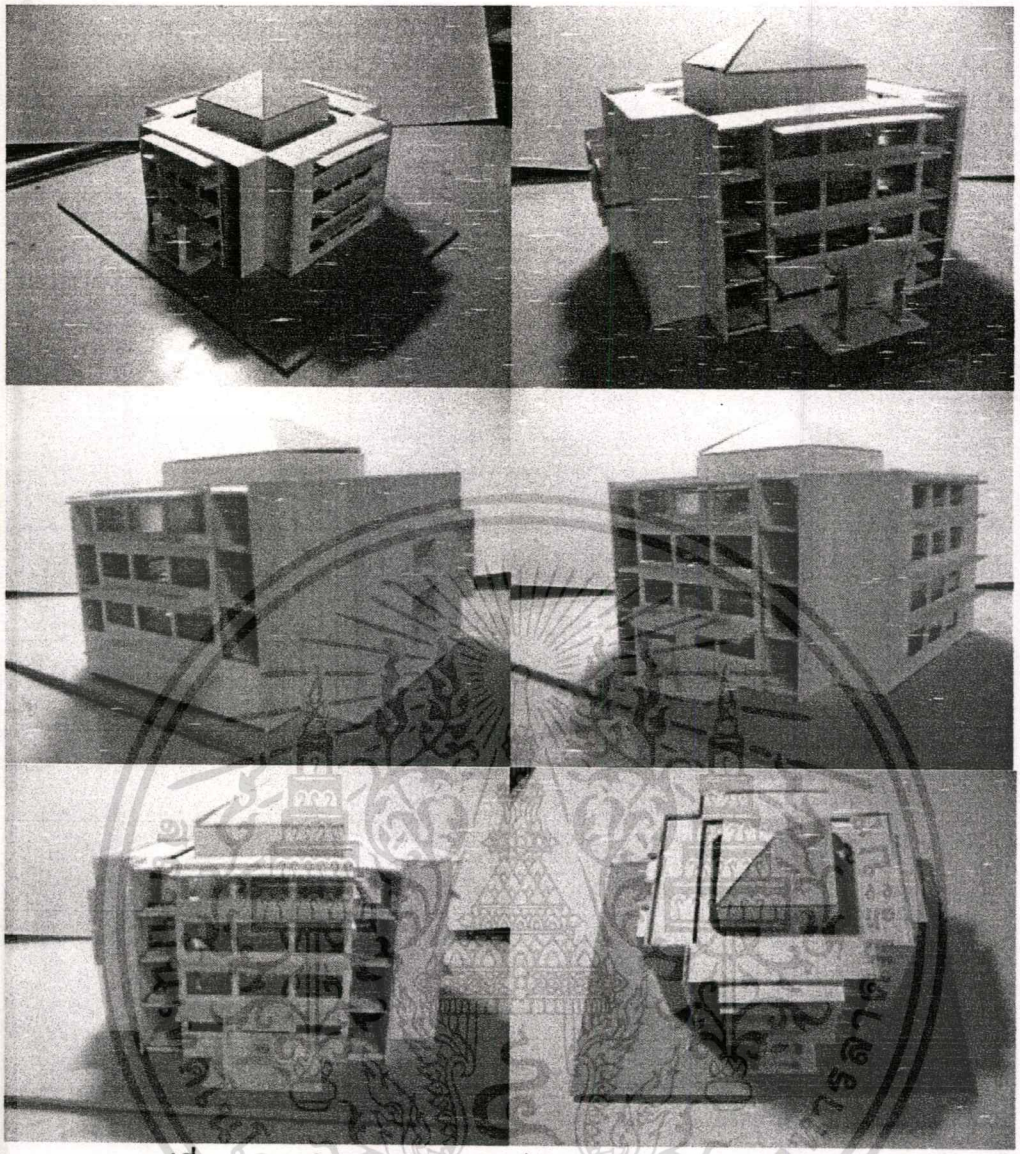
รูปที่ 5.13 รูปด้านอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)



รูปที่ 5.14 รูปตัดอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)

การใช้ออกแบบโดยจัดให้อาคารชั้นที่ 2-3 เหมือนกันในทุกทิศทางที่อาคารหันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ โดยทำการปรับเปลี่ยนอาคารเฉพาะในส่วนชั้นที่ 1 ในการหันหน้าอาคารเข้าหาในทิศต่างๆ ซึ่งมีความจำเป็นในการกำหนดทางเข้าอาคาร โดยทำการหมุนเฉพาะห้องบางห้องในทิศที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



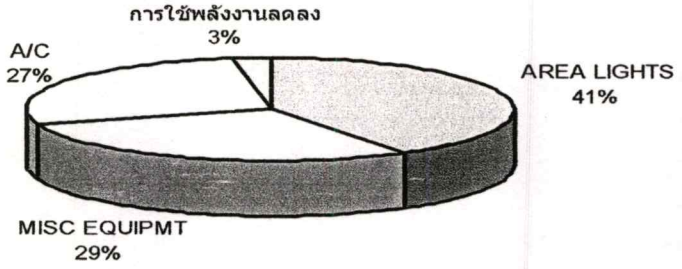
รูปที่ 5.15 หุ่นจำลองอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล (ใหม่)

5.4 การใช้แบบจำลองในการคำนวณการใช้พลังงาน ด้วยคอมพิวเตอร์

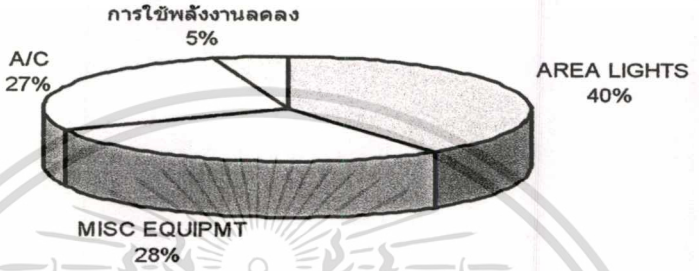
การทดลองกำหนดตัวแปรจากแบบมาตรฐานเดิมของสถานีตำรวจขนาดใหญ่ โดยใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและระบบไฟฟ้าแสงสว่างใกล้เคียงของเดิม โดยปรับเปลี่ยนรูปแบบทางสถาปัตยกรรม โดยกำหนดการวางตำแหน่งห้องต่างๆ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ทิศต่างๆในการทดลอง ใช้ผังอาคารชั้นที่ 2-3 เหมือนกันในการหันด้านหน้าอาคารทุกๆทิศ โดยปรับเปลี่ยนเฉพาะชั้นที่ 1

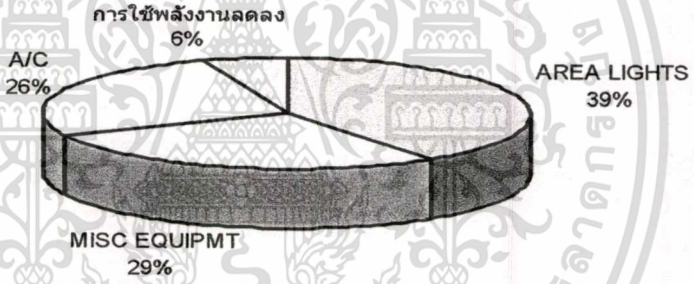
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การใช้พลังงานอาคารหันหน้าทิศเหนือ,ทิศใต้



การใช้พลังงานอาคารหันหน้าทิศตะวันออก



การใช้พลังงานอาคารหันหน้าทิศตะวันตก

รูปที่ 5.16 การใช้พลังงานในการหันด้านหน้าอาคารในแต่ละทิศ

การใช้พลังงาน (Energy Index) ของสถานีตำรวจขนาดใหญ่ แสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 39-41% การใช้พลังงานไฟฟ้าเครื่องใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์สำนักงาน 29% และการใช้พลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศ 26-27% สามารถลดการใช้พลังงานเปรียบเทียบกับอาคารแบบเดิมของอาคารที่หันหน้าทิศเหนือและใต้ 3% อาคารที่หันหน้าทิศตะวันออก 5% และอาคารที่หันหน้าทิศตะวันตก 6%

โดยรวมมีการใช้พลังงานโดยรวมใกล้เคียงกันในแต่ละทิศ โดยดูจากตารางที่ 5.4 พบว่ามีการใช้พลังงานใกล้เคียงกัน โดยมีการใช้พลังงานรวมของอาคารมีความแตกต่างกันที่ 0.5% และของเครื่องปรับอากาศเป็น 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 การใช้พลังงานรวมของอาคารในการหันหน้าเข้าทิศต่างๆ

BEPS (MWH)	N	S	E	W
AREA LIGHTS	96.4	96.4	96.4	96.4
MISC EQUIPMT	68.9	68.9	68.9	68.9
A/C	63.8	64.7	65.2	63.5
	229.1	230.0	230.5	228.8

ตารางที่ 5.5 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (kW)

kW	Room	Occupancy	Area	North	South	East	West
Room101	พนักงานสอบสวน 1	MPS_Office	53	9.983	9.983	9.732	9.793
Room102	ศูนย์บริการปชช	MPS_24Office	88	13.830	13.249	14.945	13.672
Room103	ร้อยเวร	MPS_24Office	71	10.071	10.096	10.276	10.182
Room201	พนักงานสอบสวน 3	MPS_24Office	159	18.447	18.447	18.447	18.447
Room202	หัวหน้าสถานี	MPS_Office	35	5.736	5.736	4.899	4.899
Room203	รอง ผกก1	MPS_Office	18	3.296	3.296	2.865	2.863
Room204	ประชุมปฏิบัติการ	MPS_Meeting	53	7.249	7.249	8.508	8.508
Room205	พนักงานสอบสวน 2	MPS_Office	53	10.100	10.100	10.100	10.100
Room206	พัสดุ	MPS_Office	26	4.800	4.800	4.800	4.800
Room301	รอง ผกก2	MPS_Office	18	3.218	3.218	3.213	3.228
Room302	รอง ผกก3	MPS_Office	18	3.171	3.171	3.173	3.173
Room303	รอง ผกก4	MPS_Office	18	3.401	3.401	3.406	3.406
Room304	ประชุม	MPS_Meeting	53	7.659	7.659	7.659	7.659
Room305	ธุรการ	MPS_Office	53	11.280	11.280	11.280	11.280
Room306	จราจร	MPS_Office	53	13.010	13.010	13.010	13.010
Room307	สืบสวน	MPS_24Office	53	8.463	8.463	8.463	8.463
Room308	ปกครอง,ป้องกัน	MPS_24Office	71	11.119	11.119	11.119	11.119
Room401	ประชุมใหญ่	MPS_Conference	159	16.683	16.683	16.683	16.683

ตารางที่ 5.6 ภาระทำความเย็น ของสถานีตำรวจในแต่ละห้องของแต่ละทิศ (m2/ton)

m2/ton	Room	Occupancy	Area	North	South	East	West
Room101	พนักงานสอบสวน	MPS_24Office	53	18.666	18.666	19.148	19.029
Room102	ศูนย์บริการปชช	MPS_24Office	88	22.372	23.353	20.703	22.631
Room103	ร้อยเวร	MPS_24Office	71	24.787	24.726	24.293	24.517
Room201	พนักงานสอบสวน 3	MPS_24Office	159	30.305	30.305	30.305	30.305
Room202	หัวหน้าสถานี	MPS_Office	35	21.454	21.454	25.119	25.119
Room203	รอง ผกก1	MPS_Office	18	19.201	19.201	22.090	22.105
Room204	ประชุมปฏิบัติการ	MPS_Meeting	53	25.706	25.706	21.902	21.902
Room205	พนักงานสอบสวน 2	MPS_Office	53	18.450	18.450	18.450	18.450
Room206	พัสดุ	MPS_Office	26	19.045	19.045	19.045	19.045
Room301	รอง ผกก2	MPS_Office	18	19.667	19.667	19.697	19.606
Room302	รอง ผกก3	MPS_Office	18	19.958	19.958	19.946	19.946
Room303	รอง ผกก4	MPS_Office	18	18.608	18.608	18.581	18.581
Room304	ประชุม	MPS_Meeting	53	24.330	24.330	24.330	24.330
Room305	ธุรการ	MPS_Office	53	16.520	16.520	16.520	16.520
Room306	จราจร	MPS_Office	53	14.323	14.323	14.323	14.323
Room307	สืบสวน	MPS_24Office	53	22.019	22.019	22.019	22.019
Room308	ปกครอง,ป้องกัน	MPS_24Office	71	22.451	22.451	22.451	22.451
Room401	ประชุมใหญ่	MPS_Conference	159	33.509	33.509	33.509	33.509

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสรุปการใช้ภาระทำความเย็นของอาคารในการหันหน้าสู่ทิศทางต่างๆ โดย อาคารที่หันหน้าเข้าสู่ทิศต่างๆ ดังนี้

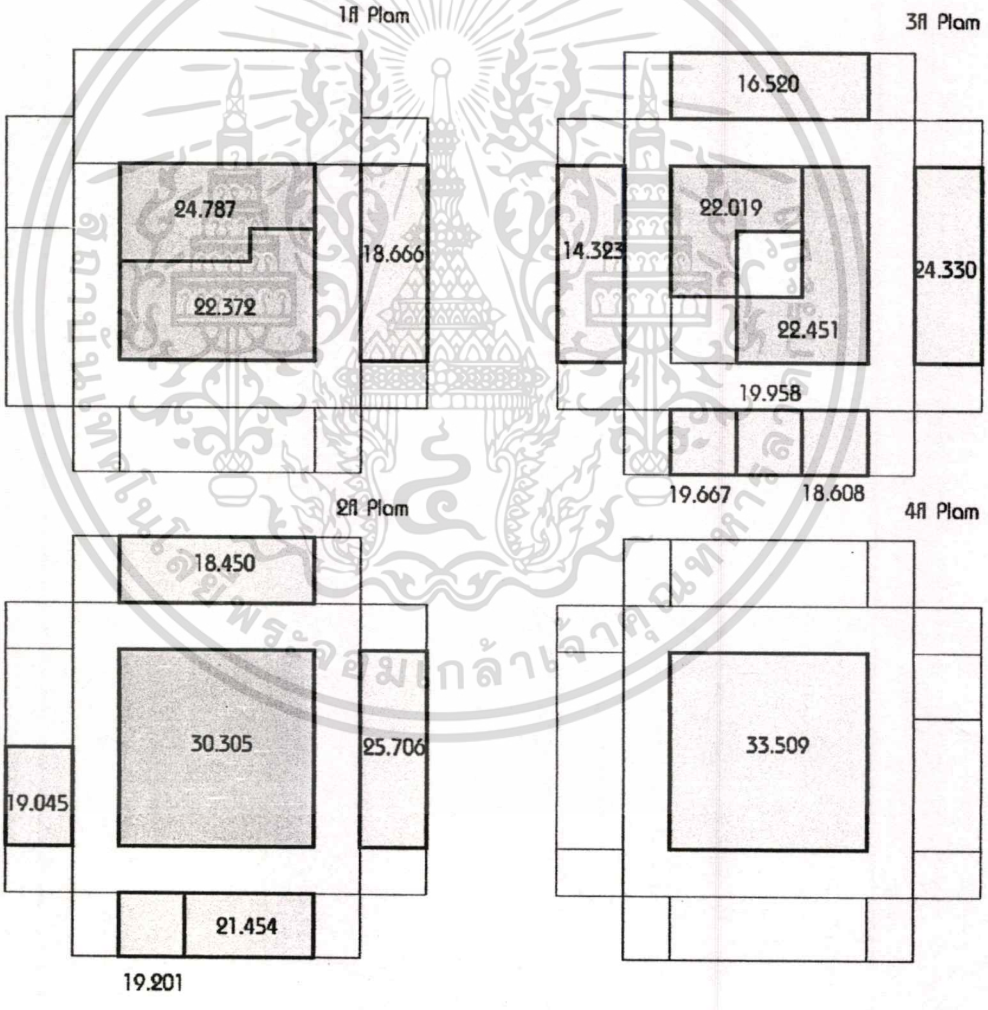
อาคารที่หันหน้าเข้าทิศเหนือ มีภาระทำความเย็นเฉลี่ย 22.90 ตารางเมตร/ตัน

อาคารที่หันหน้าทิศใต้ มีภาระทำความเย็นเฉลี่ย 22.98 ตารางเมตร/ตัน

อาคารที่หันหน้าทิศตะวันออก มีภาระทำความเย็นเฉลี่ย 22.75 ตารางเมตร/ตัน

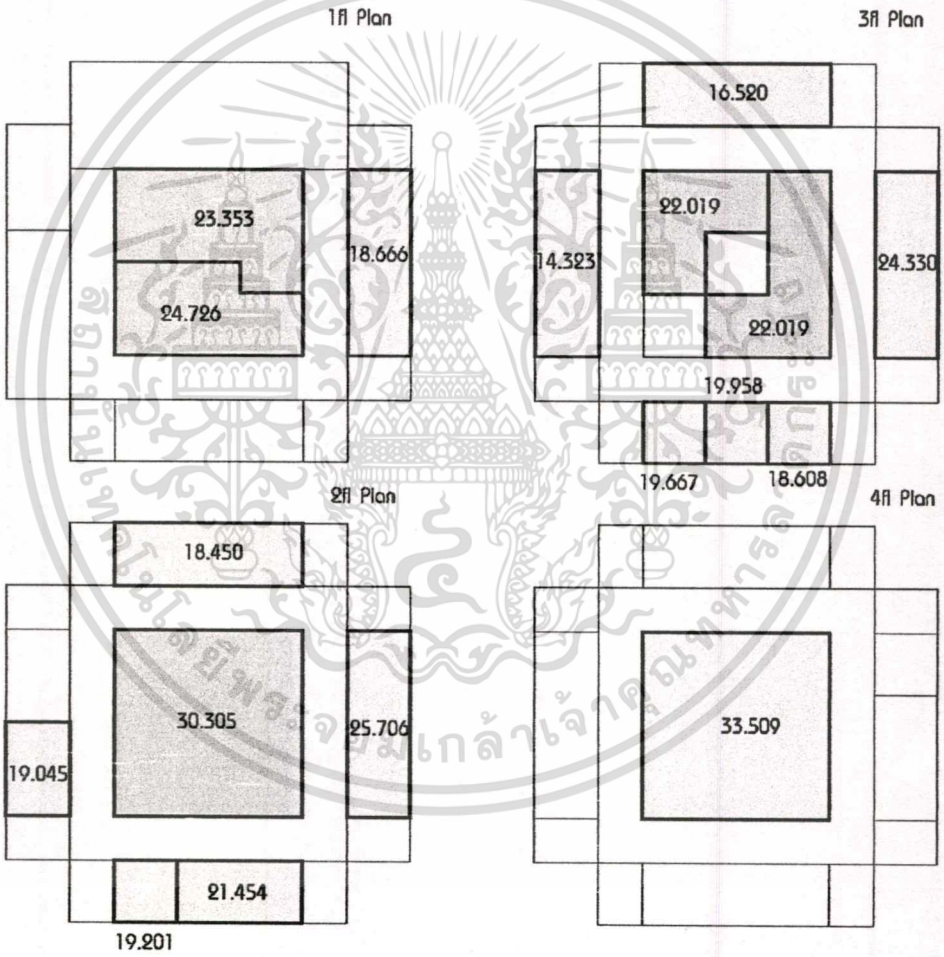
อาคารที่หันหน้าทิศตะวันตก มีภาระทำความเย็นเฉลี่ย 22.93 ตารางเมตร/ตัน

ซึ่งจากการจำลองใช้พลังงานรวมในอาคารพบว่าภาระทำความเย็นในอาคารในแต่ละห้องถือว่ามีการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกัน



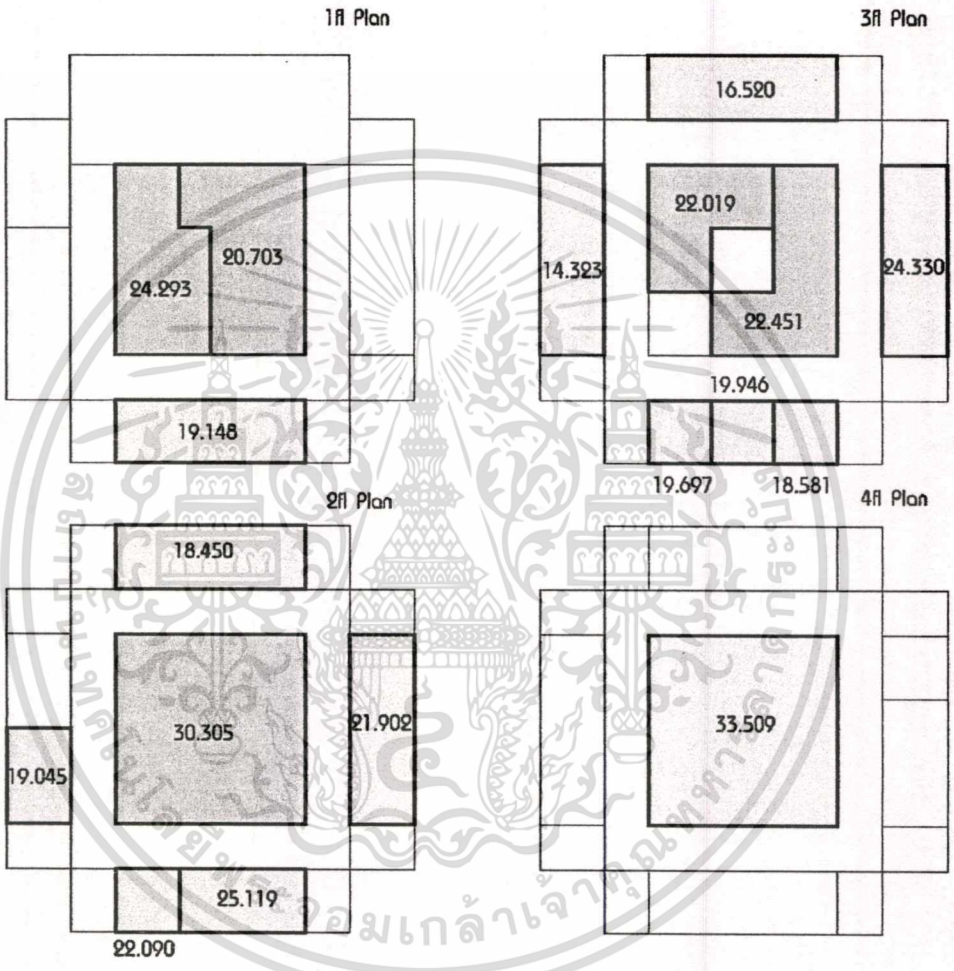
รูปที่ 5.17 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



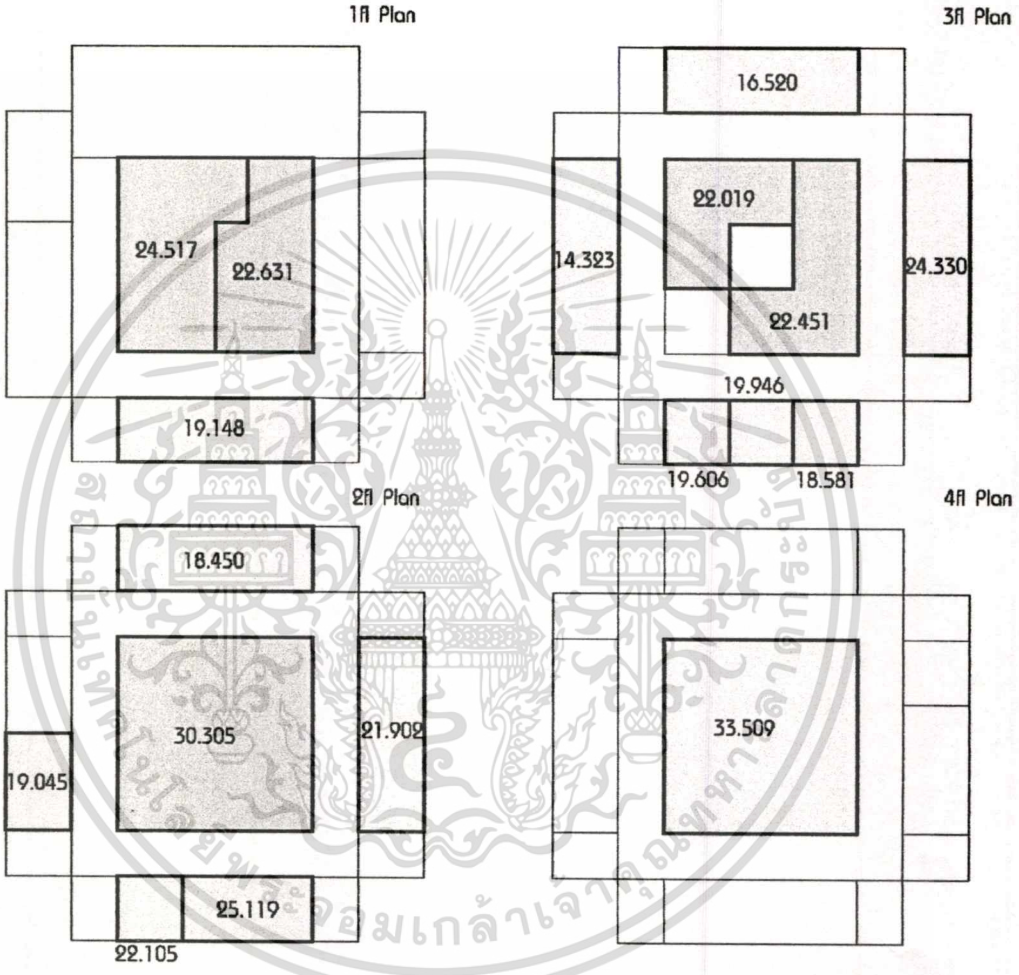
รูปที่ 5.18 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.20 ภาระทำความเย็นของสถานีตำรวจที่หันหน้าทิศตะวันตก

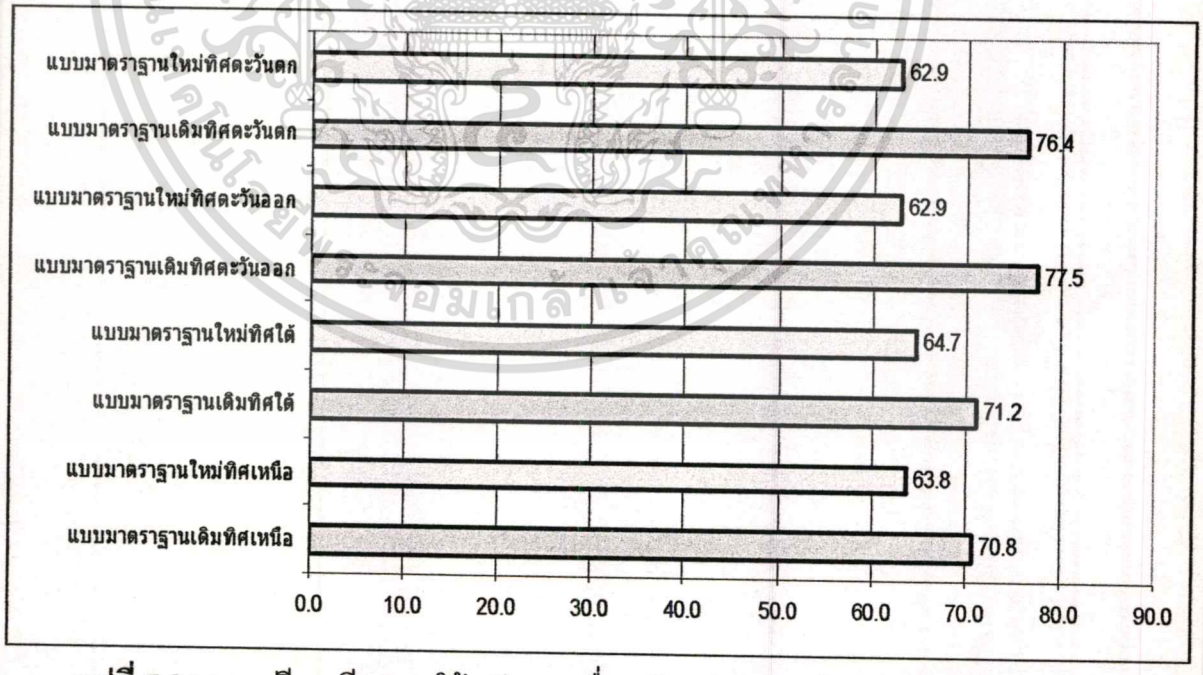
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 สรุปผลการทดลอง

การจากทดลองพบว่าการจัดรูปทรง, การวางพื้นที่อาคารหรือห้องต่างๆในอาคาร ให้เหมาะสมกับทิศต่างๆ และการใช้งานในแต่ละพื้นที่ รวมถึงการให้ร่มเงากับอาคารด้วยแผงกันแดดแนวนอน สามารถทำให้ภาระทำความเย็นในห้องต่างๆที่ใช้เครื่องปรับอากาศ และการใช้พลังงานรวมในอาคารลดลง โดยสามารถดูได้จากตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.7 ตารางเปรียบเทียบการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศของอาคารเก่าและใหม่

แบบมาตรฐานเดิมทิศเหนือ	70.8
แบบมาตรฐานใหม่ทิศเหนือ	63.8
แบบมาตรฐานเดิมทิศใต้	71.2
แบบมาตรฐานใหม่ทิศใต้	64.7
แบบมาตรฐานเดิมทิศตะวันออก	77.5
แบบมาตรฐานใหม่ทิศตะวันออก	62.9
แบบมาตรฐานเดิมทิศตะวันตก	76.4
แบบมาตรฐานใหม่ทิศตะวันตก	62.9



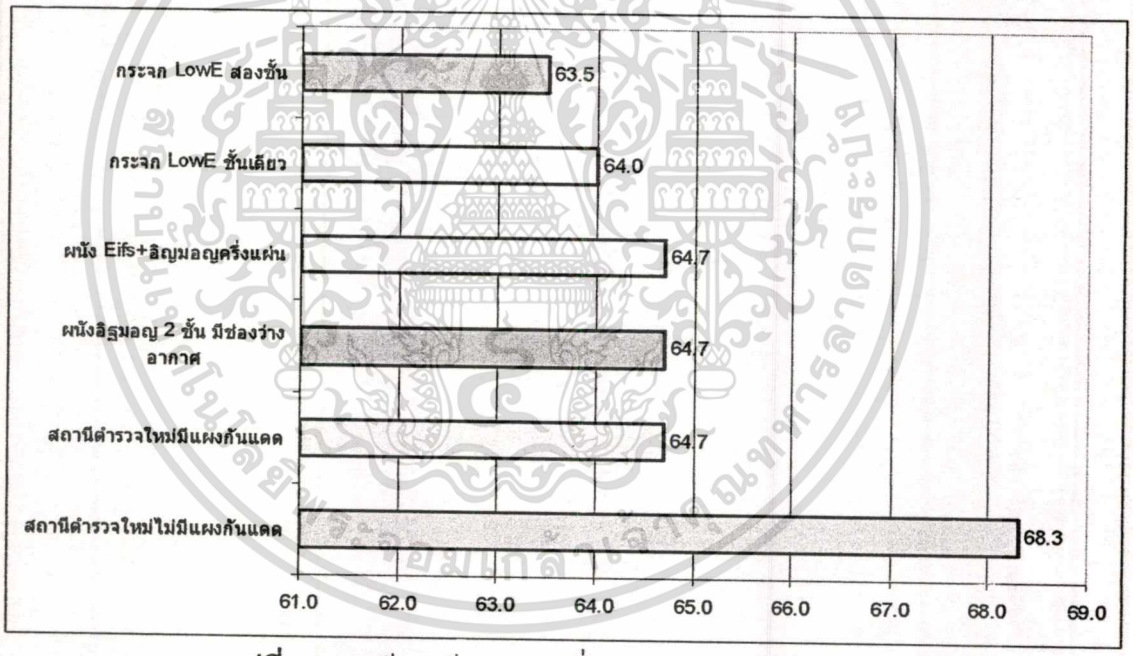
รูปที่ 5.21 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศของอาคารเก่าและใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่าการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศสามารถลดลงได้ 9-18% โดยมีรายละเอียดดังนี้

การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศอาคารในทิศใต้ ลดลง	9%
การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศอาคารทิศเหนือ ลดลง	10%
การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศอาคารทิศตะวันออก ลดลง	16%
การใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศอาคารทิศตะวันตก ลดลง	18%

การทดลองทำต่อโดยเลือกการใช้วัสดุให้กับกรอบอาคารต่างๆ โดยแบ่งเป็นช่องเปิดและผนังทึบ ได้แก่ การใช้กระจก Low E ชั้นเดียวและ 2 ชั้นให้กับกรอบอาคารที่เป็นวัสดุเดิม เปรียบเทียบกับการใช้ผนังทึบเป็นผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้น เว้นช่องว่างอากาศ 10 เซนติเมตร ผนัง EIFS หนา 2 นิ้ว ผสมกับผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น โดยเลือกเอาแบบอาคารหันหน้าทิศใต้ เป็นต้นแบบในการทดลอง ได้ผลการทดลอง ดังรูปที่ 5.21



รูปที่ 5.22 เปรียบเทียบการเปลี่ยนกรอบอาคารชนิดต่างๆ

จากการจำลองการใช้พลังงานในอาคาร พบว่าการเปลี่ยนวัสดุที่เป็นกรอบอาคารสำหรับอาคารที่มีการให้ร่มเงากับอาคาร เช่นการใช้แผงกันแดดมีความแตกต่างน้อยมากในระบบการใช้พลังงานรวม แต่จะส่งผลในส่วนห้องต่างๆ ในส่วนของภาระทำความเย็นของห้องนั้นๆ โดยจะมีผลก็ต่อเมื่อการเปลี่ยนแปลงกับวัสดุที่เป็นช่องเปิด เช่นการเปลี่ยนกระจกชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 5.8

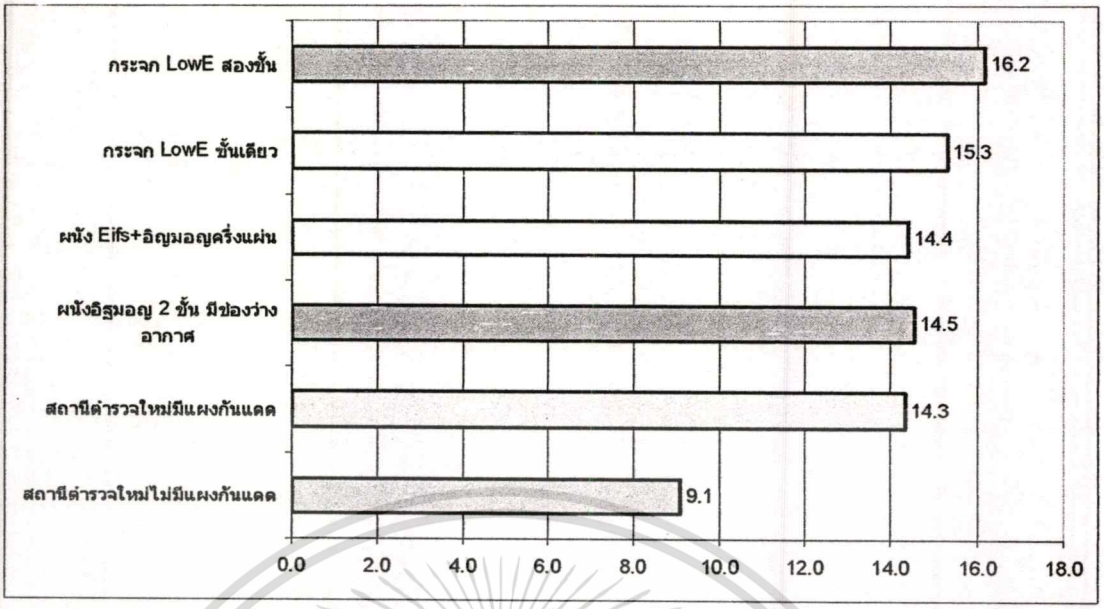
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 เปรียบเทียบภาระทำความเย็นของห้องต่างๆ เมื่อมีการเปลี่ยนกรอบอาคาร (m2/ton)

Room	Area	ไม่มีแผงกันแดด	มีแผงกันแดด	ผนังอิฐมอญสองชั้น	EIFS + ผนังอิฐมอญครึ่งแผ่น	กระจก LowE	กระจก LowE 2 ชั้น	ผสม
พนักงานสอบสวน	53	15.186	18.666	18.949	18.741	19.576	20.076	18.551
ศูนย์บริการปชช	88	23.353	23.353	23.353	23.353	23.353	23.353	23.353
ร้อยเวร	71	24.689	24.726	24.726	24.726	24.726	24.726	24.689
พนักงานสอบสวน 3	159	30.305	30.305	30.305	30.305	30.305	30.305	30.305
หัวหน้าสถานี	35	15.166	21.454	21.627	21.525	22.580	23.184	21.465
รอง ผกก1	18	14.606	19.201	19.497	19.289	20.104	20.622	19.378
ประชุมปฏิบัติการ	53	18.905	25.706	26.213	25.849	27.771	29.369	25.433
พนักงานสอบสวน 2	53	15.608	18.450	18.573	18.503	19.231	19.543	18.468
พัสดุ	26	13.186	19.045	19.706	19.262	20.314	21.673	22.242
รอง ผกก2	18	14.539	19.667	20.123	19.790	20.730	21.637	19.958
รอง ผกก3	18	14.348	19.958	20.481	20.104	21.131	22.098	20.304
รอง ผกก4	18	13.876	18.608	18.735	18.658	18.608	19.870	18.614
ประชุม	53	19.566	24.330	24.800	24.452	25.990	27.452	24.141
ธุรการ	53	16.430	16.520	16.651	16.573	17.051	17.199	16.560
จราจร	53	9.097	14.323	14.536	14.396	15.327	16.186	16.227
สืบสวน	53	22.019	22.019	22.019	22.019	22.019	22.019	22.019
ปกครอง,ป้องกัน	71	22.451	22.451	22.451	22.451	22.451	22.451	22.451
ประชุมใหญ่	159	33.509	33.509	37.210	34.430	33.509	33.509	37.210

การเปลี่ยนแปลงในส่วนที่เป็นกระจก Low E แม้จะมีภาระทำความเย็นที่ลดลง แต่มีปัญหาที่ราคาของกระจกที่สูง ดังนั้นหากทำการใช้วัสดุที่มีราคาแพงเช่นกระจก Low E จึงน่าจะเป็นการใช้ในส่วนที่มีความต้องการป้องกันความร้อนในพื้นที่ในส่วนที่ต้องการป้องกันความร้อน เช่นทิศตะวันตก ดังอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่แบบใหม่ที่มีห้องจราจรอยู่ทางทิศตะวันตก ซึ่งนอกจากจะใช้แผงกันแดดแนวนอนและแนวตั้งผสมกันแล้ว หากมีการใช้กระจก Low E ผสมผสานเข้าไปก็จะทำให้ภาระทำความเย็นลดลง 13.01 kW ลงเป็น 11.484 kW หรือจาก 14.423 m2/ton เป็น 16.186 m2/ton ซึ่งหากผสมกับการใช้ผนังอิฐมอญ 2 ชั้นก็จะทำให้ลดภาระทำความเย็นเป็น 16.227 m2/ton โดยแบบผสมจะเป็นการแก้ปัญหาสำหรับห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตก โดยใช้เป็นกระจก Low E 2 ชั้นและผนังก่ออิฐมอญ 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.23 เปรียบเทียบการเปลี่ยนกรอบอาคารของห้องจราจร

การเลือกใช้กรอบอาคารเป็นวัสดุแบบเดิมตามแบบมาตรฐานโดยการปรับเปลี่ยนรูปทรงและการวางตำแหน่งการใช้งานของห้องต่างๆ ให้เหมาะสมกับทิศทางต่างๆ ที่หันหน้าไป รวมถึงการให้ร่มเงากับตัวอาคารโดยการใช้แผงบังแดดให้กับตัวอาคาร สามารถลดการใช้พลังงานได้ถึง 9-18% จากเดิม โดยหากต้องการแก้ปัญหาให้กับส่วนต่างๆ ของอาคารให้มีภาระทำความเย็นลดลงก็สามารถใช้วัสดุที่ผสมผสานกันเป็นบางส่วน ก็จะสามารถทำให้อาคารมีราคาที่ไม่สูงมาก แต่ก็ยังสามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป และ ข้อเสนอแนะ

การศึกษาและการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล เป็นงานวิจัยโดยอาศัยการจำลองการใช้พลังงานของอาคาร ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Visual Doe: Version 3.1 โดยการนำ Weather Data จากสถาบันเทคโนโลยีเอเชียมาเป็นตัวแทนสภาพอากาศของปี โดยมีตัวแปรคือ

6. 1 การกำหนดตัวแปร

การกำหนดตัวแปรต่างๆ ในการป้อนข้อมูลลงไปในการจำลองสภาพการใช้พลังงานในอาคารสถานีตำรวจขนาดใหญ่ เป็นดังนี้

6.1.1 สภาพแวดล้อมอาคาร

- ที่ตั้งอยู่ในกรุงเทพมหานคร พิกัด ละติจูด 14 องศาเหนือ
- ตั้งอยู่ในที่โล่ง ไม่มีอาคารข้างเคียง
- ทำการจำลองการใช้พลังงานอาคาร ทั้งปี

6.1.2 ประเภทของการใช้งาน

- ห้องที่มีการใช้งาน 24 ชั่วโมง ไม่เว้นวันหยุดราชการ
- ห้องที่มีการใช้งานในเวลาราชการ และวันหยุดราชการ
- ห้องที่มีการใช้งานเป็นครั้งคราว ตามช่วงเวลาของแต่ละวัน

6.1.3 ขนาดและทิศทางของช่องเปิด

- เฉลี่ยช่องเปิดด้านหน้าและด้านหลังอาคาร 40 เปอร์เซ็นต์
- เฉลี่ยช่องเปิดด้านข้างอาคาร 28 เปอร์เซ็นต์
- ทิศทางมีการหมุนไปในแต่ละทิศ

6.1.4 การใช้พลังงานของอาคาร

- ใช้ไฟฟ้าตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดขนาดใหญ่
- การคิดค่าไฟฟ้าประมวลผลจากโปรแกรมแล้วนำไปคิดคำนวณจากอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1.5 ขนาดและจำนวนผู้ใช้อาคาร

พิจารณาจำนวนอัตรากำลังที่ใช้งานของกองอัตรากำลัง สำนักงานกำลังพล รวมถึงการสำรวจจากสถานที่จริง

6.1.6 วัสดุและสี

ตามแบบมาตรฐานสถานีตำรวจขนาดขนาดใหญ่ โดยเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสีขาว และผนังคอนกรีตเสริมเหล็ก กระจกเป็นกระจกใสหนา 6 มิลลิเมตร หลังคาเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก และหลังคาโลหะรีดลอนชุบสังกะสี

6.2 ประโยชน์และการนำผลงานวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบ

การศึกษาและการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานสำหรับสถานีตำรวจขนาดใหญ่ในเขตนครบาล สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศให้มีภาระทำความเย็นของอาคารน้อยลง ส่งผลให้การใช้พลังงานรวมในอาคารลดลง ด้วยการออกแบบรูปทรงที่เหมาะสมกับการใช้งาน, การบังเงาให้กับตัวอาคาร การกำหนดห้องต่างๆ ตามการใช้งานในแต่ละเวลาให้สัมพันธ์กับทิศทางของการรับความร้อนจากดวงอาทิตย์ สามารถลดพลังงานระบบปรับอากาศได้โดยการใช้วัสดุเดิมที่มีราคาต่ำ ที่ใช้ในหน่วยงานราชการทั่วไป ซึ่งไม่ได้ทำให้ราคาการก่อสร้างสูงขึ้น หากนำไปใช้ในการพัฒนาแนวทางการออกแบบอาคารสถานีตำรวจในเขตนครบาลในอนาคต ถึงแม้ว่าจะเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากระบบปรับอากาศลงได้ ก็จะทำให้หน่วยงานราชการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอนาคตลงอีกด้วย

ผลงานวิจัยนี้ยังสามารถนำไปพัฒนาเพื่อใช้กับอาคารจริง รวมถึงการประยุกต์ใช้กับอาคารอื่นๆ ที่มีความแตกต่างของการใช้งานในแต่ละช่วงเวลา เช่น อาคารพักอาศัย สำนักงาน, โรงพยาบาล โรงแรม เป็นต้น โดยสามารถนำแนวความคิดของงานวิจัยไปพัฒนาและประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทต่างๆ ตามความเหมาะสมของแต่ละประเภทอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 ข้อเสนอแนะ

สำหรับงานวิจัยนี้มีระยะเวลาการศึกษาที่จำกัด ดังนั้นจึงเวลาข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการศึกษา และวิจัยดังต่อไปนี้

1. สภาพแวดล้อมอาคารโดยรอบของสถานีตำรวจขนาดใหญ่ ควรใช้พื้นที่สีเขียวที่เป็นต้นไม้ และพืชคลุมดิน มาช่วยลดอุณหภูมิโดยรอบอาคาร และมีการจัดวางพื้นที่จอดรถให้เป็นระเบียบเรียบร้อย โดยเฉพาะรถของกลาง ซึ่งควรจะอยู่ในมุมที่ไม่รบกวนสายตา
2. การใช้ม่าน หรือมู่ลี่เข้ามาช่วยในการป้องกันความร้อนที่เข้าสู่กะจกอีกชั้น
3. การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงาน
4. การบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ภายในอาคาร ซึ่งจะช่วยลดการสิ้นเปลืองพลังงานจากการเสื่อมของอุปกรณ์ไฟฟ้า
5. พฤติกรรมผู้ใช้อาคาร ที่มีส่วนสำคัญอย่างมากในการใช้พลังงาน เช่น ควรปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ในขณะที่ไม่ได้ใช้งาน หรือการปิดประตุในส่วนของห้องที่มีการใช้ระบบปรับอากาศ การปลูกฝังจิตสำนักในการอนุรักษ์พลังงานกับผู้ใช้อาคาร จึงเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในการสร้างประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไปควรจะศึกษาต่อเนื่องกับงานวิจัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานในอาคาร ในด้านระบบระบายอากาศธรรมชาติเข้ามาเสริมเพื่อลดปริมาณเครื่องปรับอากาศในบางส่วน รวมถึงการวิเคราะห์ในการใช้แสงสว่างจากดวงอาทิตย์มาใช้ลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างในตัวอาคาร การศึกษาการใช้อุปกรณ์สำนักงานประหยัดพลังงาน และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาเป็นส่วนร่วมในการตัดสินใจในการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งทั้งหมดก็จะทำให้อาคารเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานอย่างครบวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ธีรมน ไวโรจนกิจ, ผศ. 2542. **สภาพแวดล้อมอาคาร.** เอกสารประกอบคำสอน วิชาเทคโนโลยีสภาพแวดล้อมของอาคาร. กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมสิทธิ์ นิตยะ, รศ.2541. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศร้อนชื้น.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์วิทยาลัย.

ตรึงใจ บูรณสมภพ . 2539. **การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน.** กรุงเทพฯ.

ธนิต จินดาวณิค, ผศ. 2542. มปป. **เอกสารประกอบการสอนเรื่องพลังงานกับการออกแบบสถาปัตยกรรม.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมสิทธิ์ นิตยะ. 2545. **การออกแบบอาคารสำหรับภูมิอากาศเขตร้อนชื้น** . กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปรีชญา รังสีรักษ์, ผศ. 2545. **เอกสารประกอบการสอนวิชาภูมิอากาศชั้นสูง.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุนทร บุญญาธิการ และคณะ. 2545. **พลังงานใกล้ตัว.** กรุงเทพฯ: บริษัท เฟิสท์ ออฟเซท (1993) จำกัด.

เรณู ด่านกุล. 2545. **การออกแบบหิ้งสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในสถานศึกษา กรณีศึกษา : อาคารเรียนมัธยมศึกษาในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์สาขาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมเขตร้อน บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิรุฬห์รัตน์ บริประเสริฐ. 2543. **รูปแบบของช่องเปิดด้านข้าง เพื่อการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารสำนักงาน.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรญา ประวิตรางกูร. 2543. **อิทธิพลของผนังมวลสารภายนอกที่มีต่อสภาวะน่าสบาย และภาระปรับอากาศในการออกแบบอาคาร.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มาลินี ศรีสุวรรณ, ผศ. ม.ป.ป. **ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบอาคารสาธารณะประเภทต่าง ๆ.** กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การไฟฟ้านครหลวง. 2548. **ตัวอย่างการคิดค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ**. [online] Available : http://www.mea.or.th/TariffMethod.htm.

R.Lambers, C.O.R. Negrao, J.Hensen, editor.2001. **Building Simulation'01. Vol.1.A.** Rio De Janeiro: Organizing Committee of Building Simulation'01.

J.A.Clarke, 2001. **Energy Simulation in Building Design**, second edition. London: A division of Reed Education and Professional Publishing Ltd.

Vaughn Bradshow, P.E. 1993. **Building Control Systems.** second edition. New York: John Wiley& Sons, Inc.

Donald W. Abrams, P.E. 1986. **Low-Energy Cooling.** New York: Van Nastrand Reinhold Company Inc.

Adrian Tyluca, 1997. **Energy-Efficient Design and Construction far Commercial Building.** New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Szkolay, S.V., 1996. **Design Tool and Techniques.** Australia: The university of Queensland Printery.

Pattana Rulkamsuk. 2004. **Review of existing building design traditions and conventional technology.** BKK.

Baruch Givoni . 1997. **Climate Considerations in Building and Urban Design.** U.S.A.

Eley Associates. 2001. **VisualDoe 3.0 Program Documentation.** San Francisco.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ตารางแสดงความสิ้นเปลืองและค่าพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ

ชนิด เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	จำนวนวัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง	จำนวนชั่วโมง ที่ใช้ต่อวัน	จำนวน หน่วย ที่ใช้ต่อ เดือน	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)
เครื่องปรับอากาศ	9,000 BTU/hr	920	0.92		138	221
*ชนิดติดหน้าต่าง	9,000 BTU/hr	680	0.68		172.5	163
	12,000 BTU/hr	1,150	1.15	เมื่อมีการใช้งาน 8 ชั่วโมง แต่คอมเพลส-เซอร์ ทำงาน 5 ชั่วโมง	448.5	276
	24,000 BTU/hr	2,990	2.99		102	718
*ชนิดติดฝาผนัง	9,000 BTU/hr	1,130	1.13		169.5	271
	12,000 BTU/hr	2,490	2.49		373.5	598
*ชนิดติดพื้น	12,000 BTU/hr	1,330	1.33		199.5	319
	24,000 BTU/hr	2,710	2.71		407	651
ตู้เย็น (ทั่วไป)	2.4 ลบ.ฟุต	60-65	0.060-0.065		28.8-31.2	46-50
	4.5-6 ลบ.ฟุต	65-68	0.065-0.088		31.2-42.4	50-68
	6.7-7.7 ลบ.ฟุต	78-117	0.078-0.117	เมื่อมีการใช้ 24 ชั่งโมง แต่ คอมเพลสเซอร์ ทำงาน 16 ชั่วโมง	37.44-56-16	60-90
	9-10 ลบ.ฟุต	115-165	0.115-0.165		55.2-79.2	88-127
	12 ลบ.ฟุต	165	0.165		79.2	127
พัดลม	12 นิ้ว	45	0.045	5	6.76	11
	16 นิ้ว	68	0.068	5	10.2	16
	48 นิ้ว (เพดาน)	80	0.08	5	12	19
	56 นิ้ว (เพดาน)	104	0.104	5	15.6	25
พัดลมดูดอากาศ	6	30	0.03	5	4.5	7
	8	33.43	0.033,0.043	5	4.95, 6.45	8, 10
โทรทัศน์	14 นิ้ว	43-50	0.043-0.05	5	6.45-7.50	10_12
	20 นิ้ว	63	0.063	5	6.45	15
	26 นิ้ว	95	0.095	5	14.25	23
วีดีโอเทป		30	0.03	3	2.7	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสิ้นเปลืองและค่าพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิด เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	จำนวนวัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง	จำนวนชั่วโมง ที่ใช้ต่อวัน	จำนวน หน่วย ที่ใช้ต่อ เดือน	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)
วิทยุ		15	0.015	7	3.15	5
เครื่องเสียง		40	0.04	5	6	10
		60	0.06	5	9	14
		100	0.1	5	15	24
เตารีด		75	0.075	1	22.5	36
		1,000	1	1	30	48
เตาหุงต้มไฟฟ้า		400	0.4	1	12	19
		800	0.8	1	24	38
		1,000	1	1	30	48
		1,500	1.5	1	45	72
หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	1 ลิตร	500	0.5	1	15	24
	1.5 ลิตร	600	0.6	1	18	29
	2.8 ลิตร	1,000	1	1	30	48
	ใหญ่	1,400	1.4	1	42	67
กาต้มน้ำไฟฟ้า		500	0.5	15 นาที	3.75	6
		700	0.7	15 นาที	5.25	8
		1,300	1.3	15 นาที	9.75	16
		2,000	2	15 นาที	15	24
เตาไมโครเวฟ		960	0.96	15 นาที	7.2	12
		1,500	1.5	15 นาที	11.25	18
เครื่องทำน้ำร้อน		2,000	2,000	1	60	96
		5,500	5,500	1	165	264
		10,000	10,000	1	300	480
เครื่องอบผ้า		650/1100 แห้งช้า/แห้งเร็ว	0.651/1.1 แห้งช้า/แห้งเร็ว	แห้งช้า 30 นาที แห้งเร็ว 30 นาที	แห้งช้า 9.75 แห้งเร็ว 16.5	16 (แห้งช้า) 26 (แห้งเร็ว)
เครื่องซักผ้า	5 กก.	250-280	0.25-0.28	30 นาที	3.75	6_7
		600	0.6	30 นาที	9	14
		800	0.8	30 นาที	12	19
กะทะไฟฟ้า		850	0.85	1	25.5	41
		1,050	1.05	1	31.5	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสิ้นเปลืองและค่าพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิด เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	จำนวนวัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง	จำนวนชั่วโมง ที่ใช้ต่อวัน	จำนวน หน่วย ที่ใช้ต่อ เดือน	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)
เครื่องเป่าผม		300	0.3	15 นาที	2.25	4
		400	0.4	15 นาที	3	5
		1,300	1.3	15 นาที	9.75	16
เครื่องดูดฝุ่น	2 ลิตร	625	0.625	1	18.75	30
		850	0.85	1	25.5	41
	5 ลิตร	1,000	1	1	30	48
		1,700	1.7	1	51	82
กระติกน้ำร้อนไฟฟ้า	2.4 ลิตร	600	0.6	8 (ต้ม 20 นาที 2 ครั้ง และ ต้ม 3 นาที/ชม.	18	29
เครื่องสูบน้ำ	15 HP	218	0.218	5	31.95	51
(คิด 70% ของประสิทธิภาพ	1/3 HP	355	0.355	5	53.25	85
มอเตอร์จักรเย็บผ้า)	1/2 HP	533	0.535	5	79.98	128
		70	0.07	1	2.1	3
		90	0.09	1	2.7	4
		120	0.12	1	3.6	6
กล่องรับสัญญาณ		15	0.015		2.7	5
cable TV						
หลอดไส้		15	0.015	5	2.25	4
		40	0.04	5	6	10
		60	0.06	5	9	14
		100	0.1	5	15	24
หลอดฟลูออเรสเซนต์	10	20	0.02	5	3	5
	18	28	0.028	5	4.2	7
	20	30	0.3	5	4.5	7
	32	42	0.042	5	6.3	10
	36	46	0.046	5	6.9	11
	40	50	0.05	5	7.5	12
หลอดคอมแพคบัลลาสต์	9	14	0.014	5	2.03	3
(ภายนอก)	11	16	0.016	5	2.4	4
คอมพิวเตอร์		230	0.23	5	34.5	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงความสิ้นเปลืองและค่าพลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่าง ๆ (ต่อ)

ชนิด เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาด	จำนวนวัตต์	จำนวนหน่วย ที่ใช้ใน 1 ชั่วโมง	จำนวนชั่วโมง ที่ใช้ต่อวัน	จำนวน หน่วย ที่ใช้ต่อ เดือน	ค่าไฟฟ้า ต่อเดือน (บาท)
จอภาพ						
ขณะใช้งาน	15 นิ้ว	85	0.085	5	12.75	21
พักการใช้		78	0.078	30 นาที	1.17	2
ขณะใช้งาน	17 นิ้ว	110	0.11	5	16.5	27
พักการใช้		102	0.102	30 นาที	1.53	3
Printer		18	0.018	1	0.54	0.8

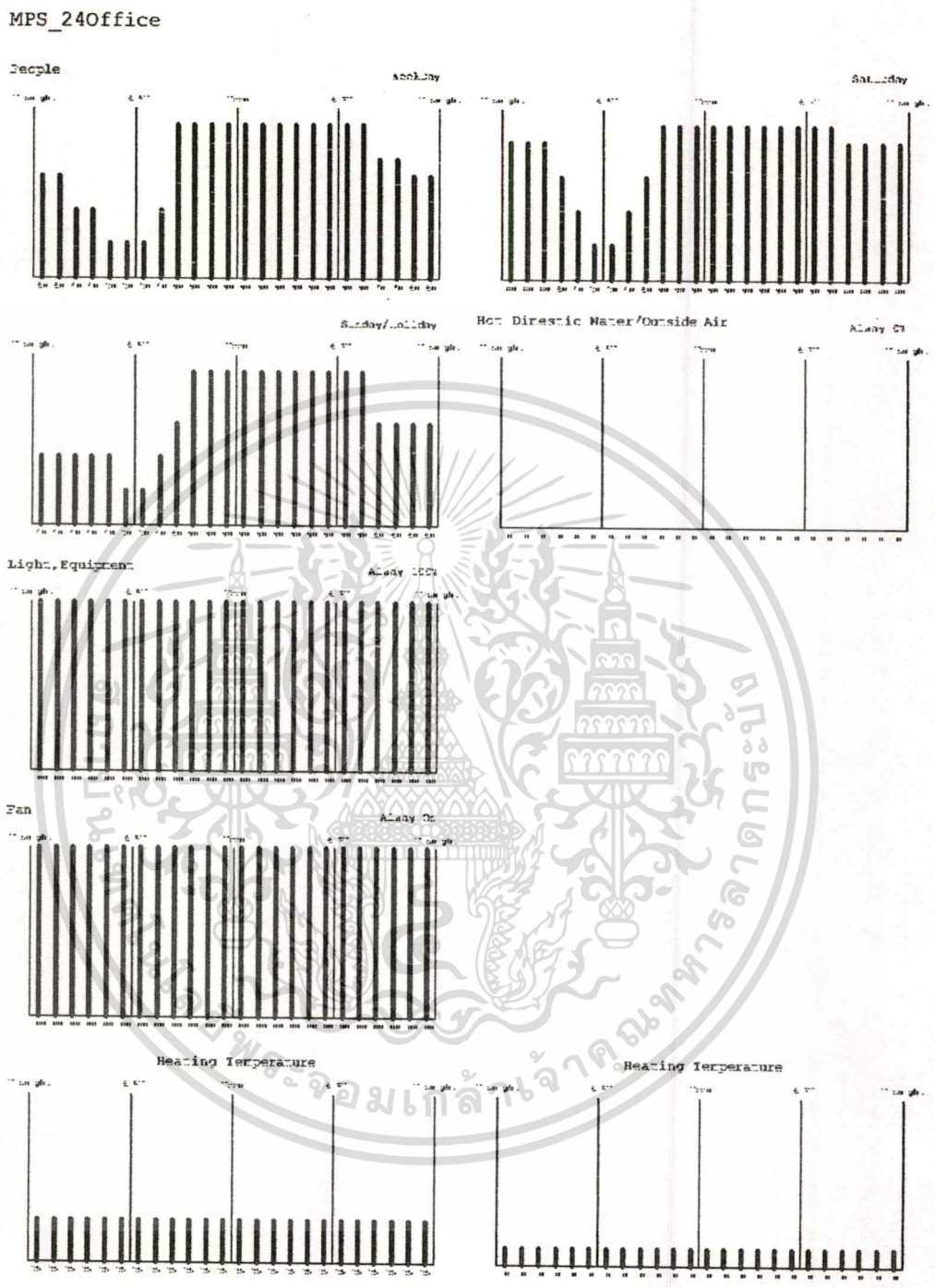
ที่มา : เอกสารเผยแพร่ข้อแนะนำการประหยัดไฟฟ้าในครัวเรือน ของกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

หมายเหตุ

1. คำนวณจากค่าไฟฟ้าเฉลี่ยของผู้ใช้ประเภทบ้านอยู่อาศัยที่ 200 หน่วยต่อเดือน คือหน่วยละ 1.6 บาท และ 30 วันต่อเดือน
2. อัตราค่าไฟฟ้าซึ่งใช้ทั่วประเทศ ประกาศใช้เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

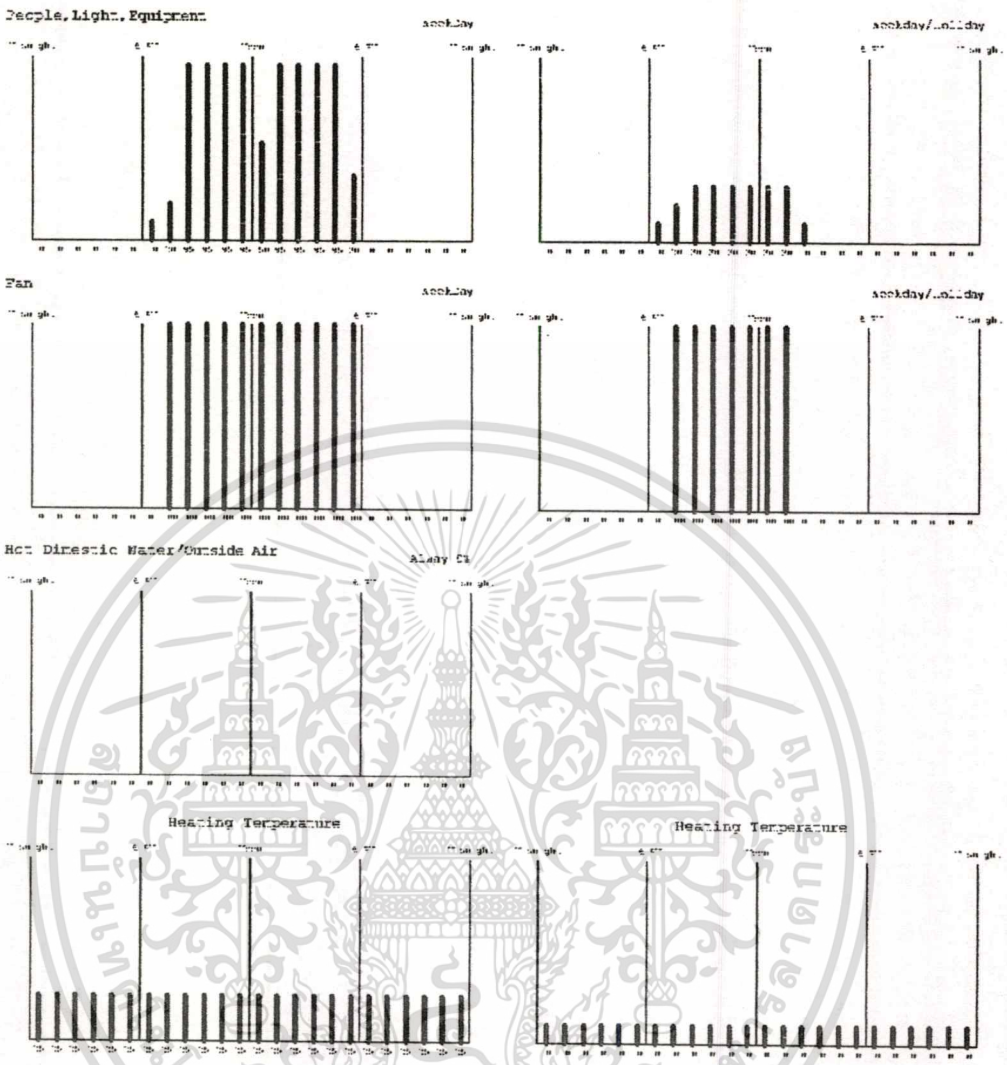
การป้อนค่า Occupancy สำหรับห้องต่าง ๆในอาคาร



กราฟแสดง Occupancy ที่ใช้ภายใน ของห้องที่เป็นสำนักงาน 24 ชั่วโมง

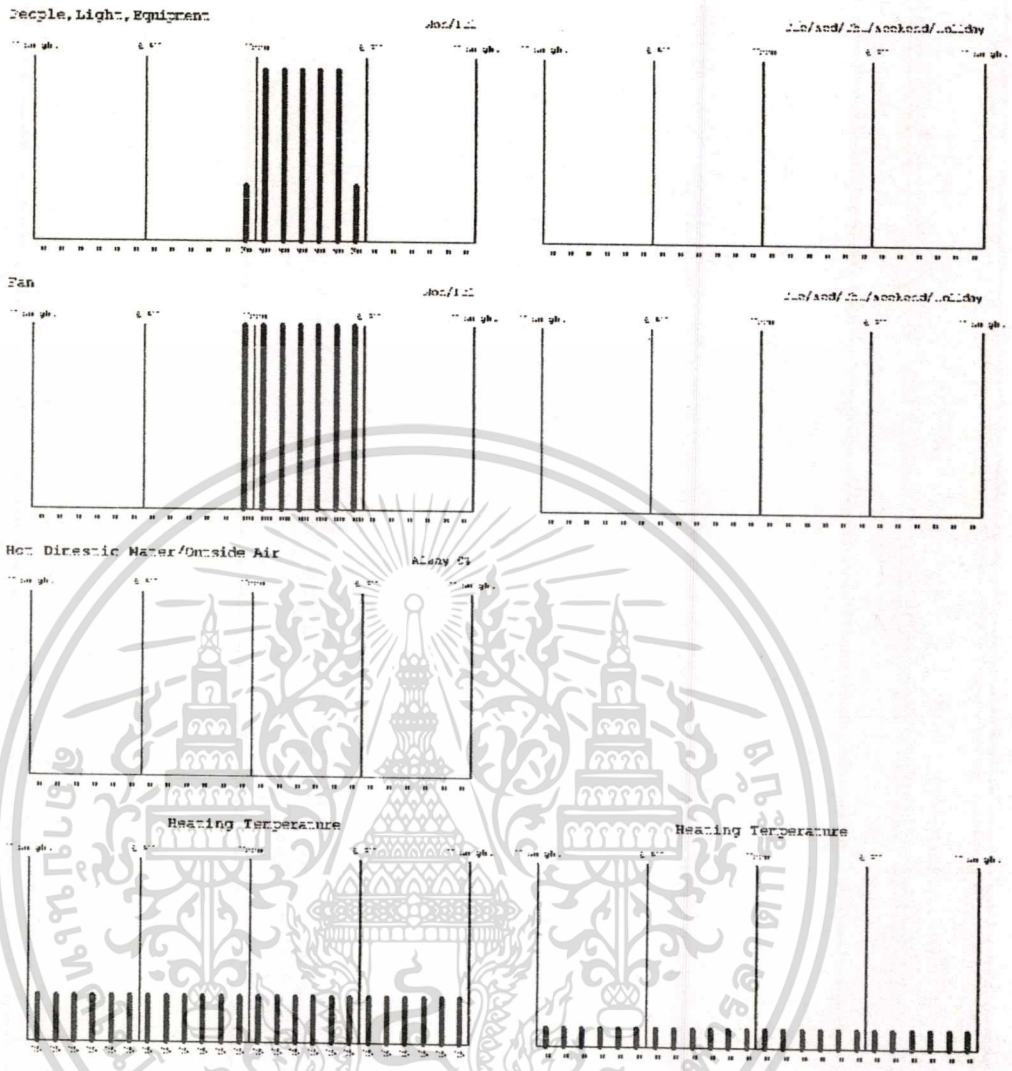
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPS_Office



กราฟแสดง Occupancy ที่ใช้ภายใน ของห้องที่เป็นสำนักงาน เวลาราชการ

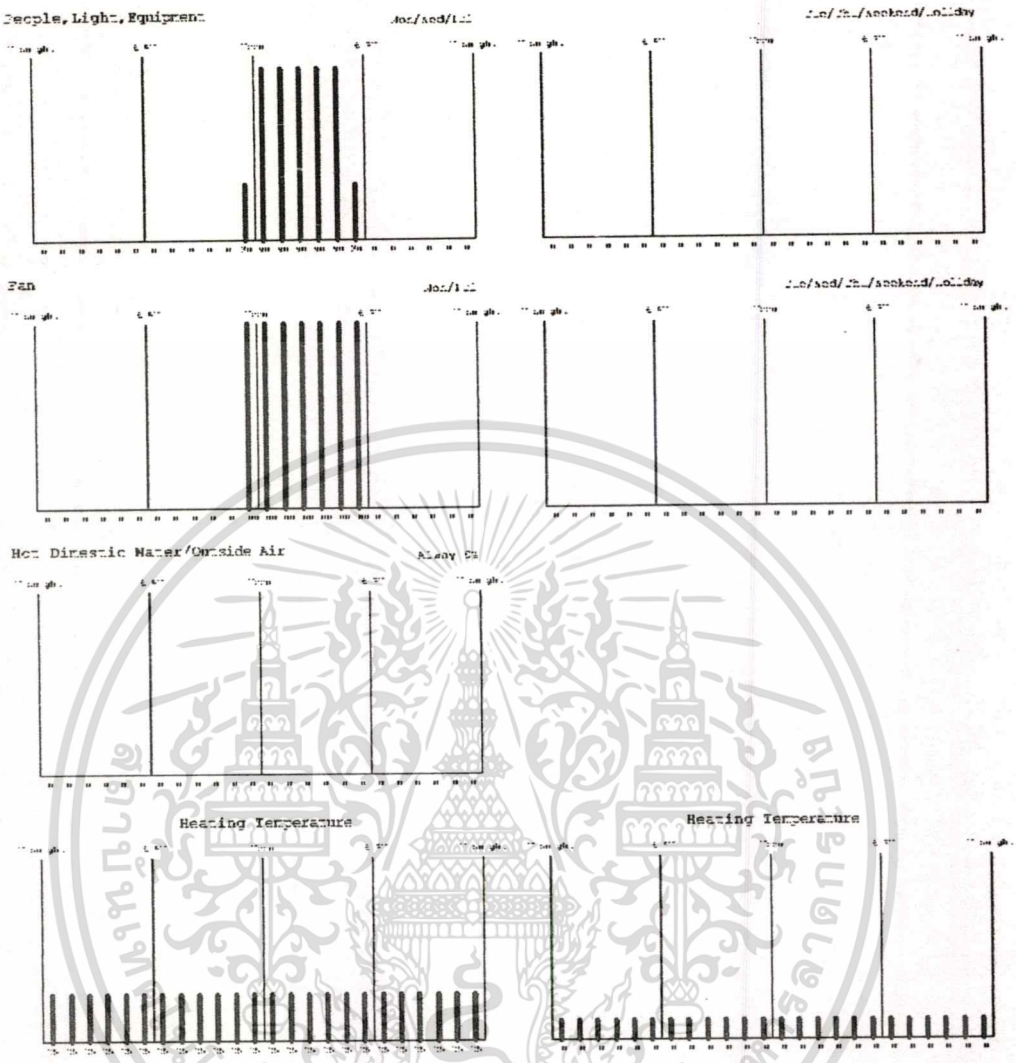
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟแสดง Occupancy ที่ใช้ภายใน ของห้องที่เป็นห้องประชุมย่อย

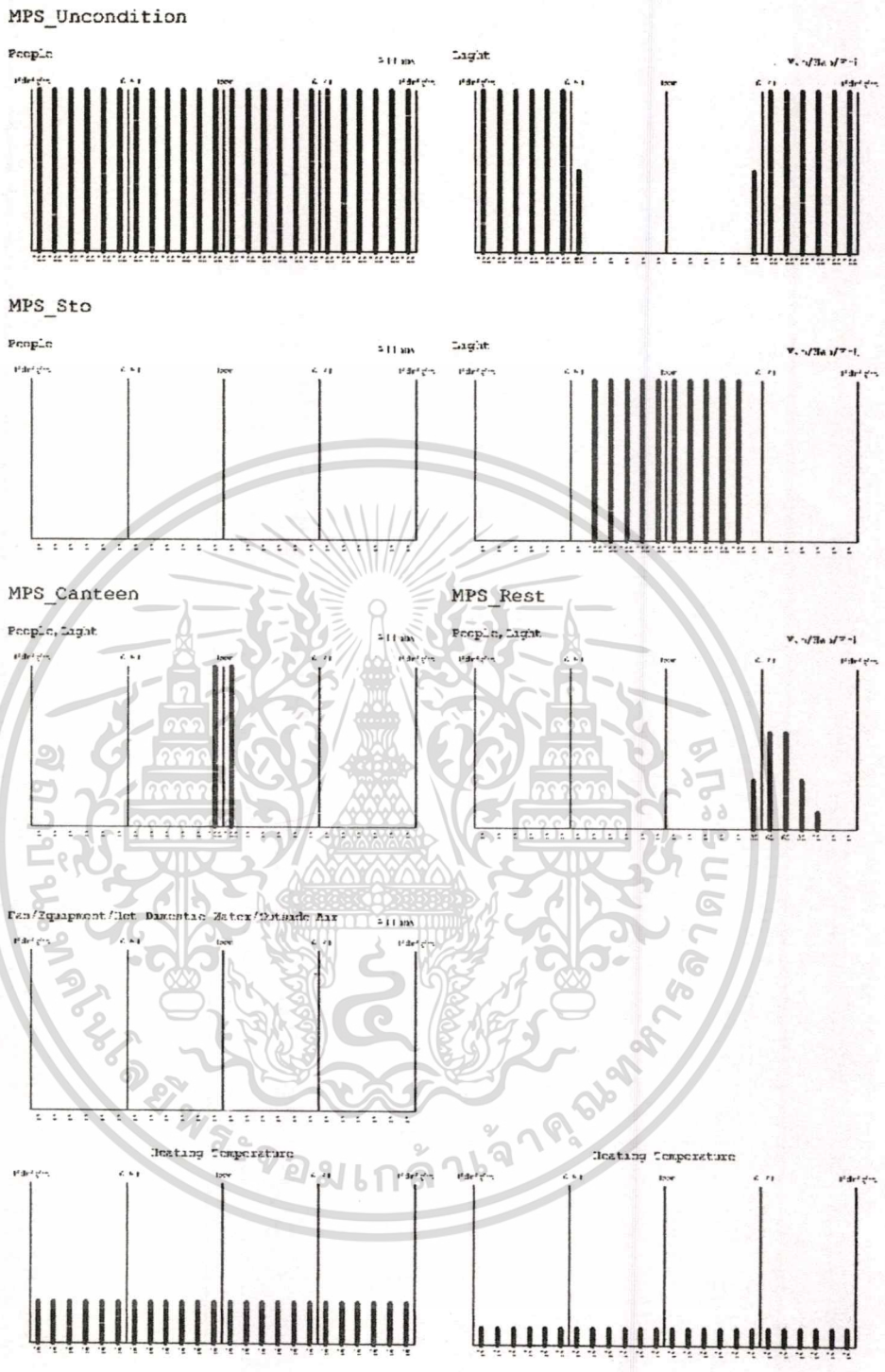
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPS_Meeting



กราฟแสดง Occupancy ที่ใช้ภายใน ของห้องที่เป็นห้องประชุมใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟแสดง Occupancy ที่ใช้ภายใน ของห้องที่เป็นระบบระบายอากาศธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ร้อยตำรวจเอกอรรถกร ผลอนันต์ เกิดเมื่อวันที่ 8 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2516 ที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา น้อม เกล้าฯ สำเร็จการศึกษาระดับอุดมศึกษาสาขาสถาปัตยกรรมบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยรังสิต เมื่อปี พ.ศ.2539

ปี พ.ศ.2539-2541 ทำงานบริษัทเอกชน ตำแหน่งสถาปนิก

ปี พ.ศ.2542 เข้ารับราชการในตำแหน่งรองสารวัตร กลุ่มงานสถาปัตยกรรม สังกัดกองโยธาธิการ สำนักงานส่งกำลังบำรุง สำนักงานตำรวจแห่งชาติ จนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้