



ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ(CBD)

ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

โดย

นายกุลวิชญ์ น้อยเพชร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ(CBD)

ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

โดย

นายกุลวิชญ์ น้อยเพชร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



AN INVESTMENT BENEFIT FOR THE RENOVATION OF OLD COMMERCIAL
BUILDING IN CENTRAL BUSSINESS DISTRICT (CBD)
OF BANGKOK TO HOME OFFICE BUILDING
FOR ENERGY CONSERVATION

BY

MR. KULAWICH NUIPETCHARA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
INNOVATIVE REAL ESTATE DEVELOPMENT
FACULTY OF ARCHITECTURE AND PLANNING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นายกุลวิชญ์ น้อยเพชร

เรื่อง

ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD)
ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์)

เมื่อ วันที่ 10 เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ รัตนพงษ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. ดำรงค์ศักดิ์ รินชุมภู)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(อาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว)

คณบดี

(รองศาสตราจารย์ เกลิมวัฒน์ ดันตสวัสดิ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขต พื้นที่ย่านธุรกิจ(CBD)ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์ พลังงาน
ชื่อผู้เขียน	นายกุลวิชญ์ น้อยเพชร
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	นวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ สถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ รินชุมภู
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาแนวทางการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน โดยพิจารณาเปรียบเทียบการใช้ค่าพลังงานที่ประหยัดได้และความคุ้มค่าในการลงทุนจากการปรับปรุงอาคารโดยใช้วิธีการการรวบรวมข้อมูลอาคารฐานและทำการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์ 4 ชั้น โดยจำลองและประมวลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Openstudio 1.11 เพื่อนำมาวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานในอาคารจาก 4 กรณีศึกษา ผลการศึกษาพบว่าแนวทางการติดตั้งแผงระแนงบังแดดบริเวณด้านหน้าอาคารและช่องเปิดด้านหลัง สามารถประหยัดพลังงานจากเดิมได้ร้อยละ 1.53 ของพลังงานทั้งหมดต่อปี โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 50,492 บาทซึ่งต้นทุนในการปรับปรุงเชื่อมโยงถึงปัจจัยด้านความคุ้มค่าทางการเงิน ในส่วนของรายจ่ายค่าพลังงานที่ประหยัดตลอดอายุการใช้งานอาคารจนถึงระยะเวลาคืนทุน ส่วนผลในด้านการลงทุนนั้นจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการระยะเวลา 20 ปีพบว่าการลงทุนแบบสัญญาเช่าช่วงสามารถให้ผลตอบแทนเป็นที่น่าพอใจ และให้ความคุ้มค่าทางการลงทุนมากกว่าแบบการซื้อกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างพร้อมที่ดินทั้งนี้ในการศึกษาอาจนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงรูปด้านอาคารที่เหมาะสม รวมถึงการวิเคราะห์การลงทุนสำหรับรูปแบบโครงการอื่นต่อไป ซึ่งเป็นการนำทรัพยากรทางเศรษฐกิจที่มีอยู่กลับมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่า, โฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน, ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคาร

Thesis Title	AN INVESTMENT BENEFIT FOR THE RENOVATION OF OLD COMMERCIAL BUILDING IN CENTRAL BUSSINESS DISTRICT (CBD) OF BANGKOK TO HOME OFFICE BUILDING FOR ENERGY CONSERVATION
Author	Mr. Kulawich Nuipetchara
Degree	Master of Science
Major Field/Faculty/University	Innovative Real Estate Development Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Damrongsak Rinchumphu, Ph.D
Academic Years	2015

ABSTRACT

The objectives of this research are to study about the investment guidelines in process renovation of old commercial building in Central Business District (CBD) of Bangkok to Home Office for Energy Conservation. The researcher collects the data about standard building (4 story building) and uses a computer simulation program, OpenStudio 1.11 as an analysis tool to analyze energy using in 4 types of case studies. The results of this research are the lathing models in front of the building and building envelope. It can save the energy 1.53% when comparing with reference of energy usage per year. It uses 50,492 baht for investment. The cost relates to the financial worth. In the section of payment of energy saving has throughout life cycle cost until payback period. The result of cash flow from investing around 20 years found that the investment in sublease agreement can give a good dividend and perceive value of investment more than buying a freehold property. Moreover, this study can apply for updating property facade building including the others investment. Moreover, this research is not help to reduce energy consumption but also promoted the high efficiency of resources.

Keywords: Renovation of Old Commercial Building, Energy Conservation for Home Office, Investment Benefit for the Renovation Building



กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง “ความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน” ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่าน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.ดำรงศักดิ์ ริมชุมภู อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อีกทั้งอาจารย์ ดร.ชัยวัฒน์ ธีรตันพงษ์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ ดร.สัทธา ปัญญาแก้ว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาใช้เวลาให้ความรู้และคำปรึกษาที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ 2559 ภายใต้ “ทุนวิจัยทั่วไป” ตามสัญญาเลขที่ ทน20/2559

ขอขอบพระคุณบริษัท เลิศ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ที่ให้คำแนะนำ ปรึกษาที่ดี และเข้าใจในระยะเวลาการดำเนินการไปศึกษาเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ตลอดมา

ขอขอบพระคุณพ่อวิทยา คุณแม่ภรณ์นิการ์ และครอบครัวทุกท่าน รวมทั้งเพื่อน ๆ พี่ ๆ MIRED รุ่น 7 ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในเรื่องเรียน และเรื่องทำงานตลอดจนทัศนคติในการดำเนินชีวิตและกำลังใจเสมอมาตลอดการศึกษา

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้ จะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางแก่ผู้ที่สนใจศึกษาหรือประกอบการทำธุรกิจปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรม ไม่มากก็น้อย ซึ่งคุณค่าและประโยชน์จากงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้กล่าวมา

นายกุลวิชญ์ น้อยเพชร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(4)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	3
1.4.1 รูปแบบการวิจัย	3
1.4.2 ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล	3
1.4.2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น	4
1.4.2.2 การทดลองและออกแบบ	4
1.4.2.3 วิเคราะห์และสรุปผล	4
1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	5
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย	5
1.6 นิยามศัพท์	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่เขตน่านศูนย์กลางธุรกิจความต้องการพื้นที่ อาคารสำนักงานในเขตน่านนี้	7
2.2 หลักการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ	12
2.2.1 การปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมและตึกแถวเก่า	12
2.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถว	15
2.2.3 ประวัติความเป็นมาของสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ	17
2.2.4 แนวคิดการออกแบบสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ	18
2.3 แนวคิดและทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน	22
2.3.1 นโยบายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน	22
2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานอาคาร	26
2.3.2.1 กรอบอาคาร	26
2.3.2.2 การให้แสงสว่างภายในอาคาร	35
2.3.2.3 การคำนวณภาระปรับอากาศ	40
2.3.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองพลังงาน	44
2.4 การหาค่าพลังงานอาคาร และการคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น	47
2.4.1 พลังงานไฟฟ้า	48
2.4.2 กำลังไฟฟ้า	48
2.4.3 การคิดเงินจากปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้า	52
2.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	55
2.5.1 มูลค่าตลอดช่วงอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost: LCC)	55
2.5.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)	55
2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)	56
2.5.4 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)	57
2.6 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
2.7 สรุปผลงานวิจัย	59
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	64
3.1 การศึกษาตัวแปรในงานวิจัย	66
3.2 วิธีหาค่าตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้กระบวนการวิจัย	67

3.2.1 การเลือกอาคารอ้างอิงและข้อมูลในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ที่เหมาะสม	67
3.2.2 การจำลองการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	67
3.2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณความคุ้มค่าทางการเงิน	70
3.2.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)	70
3.2.3.2 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)	71
3.2.3.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)	71
3.3 การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล	72
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	73
4.1 การกำหนดตัวแทนอาคารในการศึกษา	73
4.2 ข้อมูลรายละเอียดในการจำลองตัวแทนอาคาร	74
4.2.1 ที่ตั้งอาคารและบริบทโดยรอบจากการเก็บข้อมูล	74
4.2.2 รูปแบบสถาปัตยกรรมอาคารฐาน	79
4.3 การจำลองแนวทางปรับปรุงอาคารตามรูปแบบการใช้งานโฮมออฟฟิศ	81
4.3.1 พฤติกรรมการใช้งานพื้นที่	81
4.3.2 จำนวนผู้ใช้งานอาคาร	85
4.3.3 การใช้แสงสว่างภายในอาคาร	86
4.3.4 การใช้ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ	93
4.4 การจำลองแนวทางปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงาน	95
4.4.1 รายงานผลค่าพลังงานอาคารฐาน	95
4.4.2 รายงานผลกลุ่มแนวทางการปรับปรุง	101
4.4.3 รายงานผลกลุ่มความคุ้มค่าในการลงทุน	108
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	118
5.1 ข้อสรุปจากการวิจัย	119
5.1.1 รูปแบบและปัจจัยการออกแบบปรับปรุงการใช้งาน อาคารพาณิชย์เก่าเป็นรูปแบบโฮมออฟฟิศ	119
5.1.2 ประสิทธิภาพการใช้ค่าพลังงานจากการปรับปรุง โฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน	120

5.1.3	ความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน	121
5.1.4	แนวทางปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน การใช้ประโยชน์และผลด้านประสิทธิภาพของอาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง	121
5.2	ข้อเสนอแนะในการวิจัย	122
5.3	ข้อจำกัดในงานวิจัย	123
	รายการอ้างอิง	125
	ภาคผนวก	130
ก	กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถว	131
ข	เอกสารการอ้างอิงเกณฑ์คุณสมบัติวัสดุอาคาร	134
ค	เอกสารค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าและการส่องสว่างที่เหมาะสม	142
ง	รายงานการประเมินผลค่าพลังงานอาคารฐานด้วยโปรแกรม EnergyPlus8.5	145
จ	การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ	170
ฉ	การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ	178
	ประวัติผู้เขียน	185

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงช่วงอายุการใช้สอยอาคารและแผนการปรับปรุงอาคาร	14
2.2 ค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิงและอาคารมาตรฐาน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2551	21
2.3 แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)	23
2.4 ค่าสัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ และจำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท	26
2.5 การประกอบฉนวนกับอาคาร	28
2.6 ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด	30
2.7 การเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อน (Q) ของหลังคารูปทรงต่างๆ โดยใช้ผนังอาคารเดียวกันและมีการยื่นชายคาเท่ากัน	32
2.8 ค่ามาตรฐานการส่องสว่างขององค์กรในประเทศไทย	36
2.9 การใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดแสงต่อพื้นที่	37
2.10 ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า daylight factor ตามประเภทการใช้งาน	39
2.11 เกณฑ์มาตรฐานเครื่องปรับอากาศฉลากเบอร์ 5	43
2.12 แสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	49
2.13 แสดงชั่วโมงใช้งานของอาคารประเภทต่าง ๆ	52
2.14 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าปกติรายเดือนประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	53
2.15 แสดงอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้รายเดือนประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก	53
2.16 แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง	59
3.1 แสดงโหมดการป้อนคำสั่งที่อยู่ในโปรแกรม OpenStudio	69
4.1 แสดงส่วนประกอบอาคารฐานอ้างอิง	79
4.2 ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ	89
4.3 อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับภาวะอากาศตามกฎหมาย	95
4.4 ค่าการใช้พลังงานจากการใช้แสงสว่างภายในอาคาร	97
4.5 แสดงค่าการใช้พลังงานจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร	98

4.6แสดงการใช้งานภาระปรับอากาศในโซนทำงานและพักอาศัย	99
4.7หน่วยการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามพลังงานที่ใช้ภายในอาคารฐาน	100
4.8แสดงรายละเอียดการปรับปรุงอาคารทั้ง 4 แนวทาง	102
4.9แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายแต่ละแนวทางในการปรับปรุงอาคาร	106
4.10แนวทางการปรับปรุงค่าพลังงานที่เกิดขึ้นรายปีและต้นทุนในการปรับปรุง	107
4.11ผลการวิเคราะห์ทางความคุ้มค่าในการลงทุน	108
4.12แสดงการปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบ	109
4.13แสดงค่าราคาปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบ	111
4.14แสดงค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ	111
4.15แสดงสมมติฐานค่าเช่าโฮมออฟฟิศ	112
4.16แสดงสมมติฐานรายรับค่าเช่ารายเดือนและรายปี	112
4.17แสดงรายการสรุบทันทุน สัดส่วนเจ้าของกิจการ และสัดส่วนการกู้ยืมธนาคาร	113
4.18อัตราเติบโตของรายรับและรายจ่าย	114
4.19แสดงรายการสรุบทันทุน สัดส่วนเจ้าของกิจการ และสัดส่วนการกู้ยืมธนาคารรูปแบบสัญญาเช่าช่วง	116
4.20แสดงรายการสรุปผลตอบแทนจากกระแสเงินสดแต่ละรูปแบบในการลงทุน	117
ข1 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบโครงสร้าง	134
ข2 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบฉนวน	136
ข3 แสดงคุณสมบัติวัสดุกระจก	138
ข4 การศึกษาความเหมาะสมในการปรับปรุงวัสดุอาคารพักอาศัย	141
ค1 ค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ	142
ค2 กำลังส่องสว่างไฟฟ้าที่เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งาน	144
จ1 แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2559-2570	170
จ2 แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2571-2579	171
จ3 แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2559-2570	174
จ4 แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2571-2579	175

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการกำหนดใช้ประโยชน์ที่ดินและขอบเขตพื้นที่ย่าน CBD ซึ่งประกอบด้วยเขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตราชเทวี	8
2.2 อุปสงค์ อุปทานและอัตราการว่างของการเช่าพื้นที่สำนักงาน	11
2.3 ข้อมูลย้อนหลังและแนวโน้มความต้องการสำนักงานในย่านเขตพื้นที่ CBD และไม่ได้อยู่ในย่านเขตพื้นที่ CBD	11
2.4 อัตราค่าเช่าสำนักงานในย่านเขตพื้นที่ CBD และไม่อยู่ในเขต CBD	12
2.5 สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทสำนักงาน	21
2.6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร โดยเปรียบเทียบ รูปแบบช่องเปิดที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด มีอุปกรณ์บังแดดภายใน และมีอุปกรณ์ บังแดดภายนอก	35
2.7 ลักษณะระนาบของช่องเปิดที่มีผลต่อมุมตกกระทบรังสีจากดวงอาทิตย์	35
2.8 แสดงสภาพท้องฟ้าของ CIE ทั้ง 3 ลักษณะ	38
2.9 เปอร์เซ็นต์การรั่วซึมของอากาศผ่านส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	44
2.10 แสดงกระบวนการใช้เครื่องมือ Openstudio ในการจำลองค่าพลังงาน	45
2.11 แสดงขั้นตอนการประมวลผลผ่านการใช้โปรแกรมจำลองค่าพลังงานโดยคอมพิวเตอร์	45
2.12 แสดงลักษณะหน้าต่างคำสั่งภายในโปรแกรม Openstudio	46
2.13 แสดงลักษณะหน้าต่างคำสั่งภายในโปรแกรม EnergyPlus8.5	46
2.14 แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus	47
3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย	64
3.2 การใช้โปรแกรม GoogleSketchUp ร่วมกับ Openstudio	68
3.3 แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus	68
4.1 แสดงตำแหน่งการสำรวจรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่า ในบริเวณที่ตั้งเขตย่าน CBD	74
4.2 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยรางน้ำ เขตราชเทวี	75
4.3 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยพญานาค เขตราชเทวี	75
4.4 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านถนนสีพระยา เขตปทุมวัน	76
4.5 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านสยามสแควร์ซอย 7 เขตปทุมวัน	76

4.6แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยคอนแวนต์ เขตบางรัก	77
4.7แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยพิพัฒน์ 2 เขตบางรัก	77
4.8แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยสาทร 11 เขตสาทร	78
4.9แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านถนนเจริญกรุง เขตสาทร	78
4.10แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าเพื่อเป็นอาคารฐาน	79
4.11แสดงผังพื้นอาคารพาณิชย์เก่าเพื่อเป็นอาคารฐาน	80
4.12แสดงผังพื้นอาคารพาณิชย์เก่าที่ปรับปรุงในรูปแบบโฮมออฟฟิศ	81
4.13แสดงรูปทัศนียภาพภายในที่ปรับปรุงในรูปแบบโฮมออฟฟิศ	83
4.14แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้งาน	84
4.15การแบ่งส่วนพื้นที่จากรูปผังอาคารตามพฤติกรรมช่วงเวลาการใช้งาน	87
4.16การแบ่งส่วนพื้นที่จากรูปจำลองสามมิติตามพฤติกรรมช่วงเวลาการใช้งาน	88
4.17แสดงการใช้แสงสว่างในช่วงเวลาวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนสำนักงาน	88
4.18แสดงการใช้แสงสว่างในช่วงเวลาวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนพักอาศัย	89
4.19แสดงการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนสำนักงาน	92
4.20แสดงการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนพักอาศัย	93
4.21แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ปรับอากาศส่วนสำนักงาน ส่วนพักอาศัย และไม่ใช้ระบบปรับอากาศจากรูปผังอาคาร	94
4.22แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ปรับอากาศส่วนสำนักงาน ส่วนพักอาศัย และไม่ใช้ระบบปรับอากาศจากรูปจำลองสามมิติ	94
4.23แสดงตำแหน่งวัสดุอาคารจากรูปจำลองสามมิติ	96
4.24แสดงวัสดุพื้นผิวลักษณะสำคัญในการจำลองอาคาร	96
4.25แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับกำลังของเครื่องทำความเย็นตลอดปี	99
4.26แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคารฐานตลอดปี	100
4.27แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารฐาน	101
4.28แสดงบริเวณวัสดุต่าง ๆ เพื่อทำการปรับปรุงอาคารฐาน	101
4.29แสดงรูปจำลองสามมิติอาคารฐานและแนวทางการปรับปรุงทั้ง 4 กรณี	104
4.30แสดงหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารฐานและแต่ละแนวทางการปรับปรุง	105
4.31แสดงหน่วยการใช้พลังงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ที่มีผลต่อการปรับปรุง	105
4.32แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่เกิดขึ้นรายปีกับต้นทุน ในแนวทางการปรับปรุง	107

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่าที่อยู่ในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (Central Business District: CBD) เป็นจำนวนมากที่เสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาของการใช้งาน และการเปิดขายเป็นอาคารพร้อมที่ดินตามช่องทางต่าง ๆ อีกทั้งส่วนหนึ่งเป็นทรัพย์สินด้อยคุณภาพ (Non-Performing Asset, NPA) ของสถาบันทางการเงินต่าง ๆ ซึ่งในขณะนี้ได้มีโครงการและนโยบายในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผู้ซื้อทรัพย์สิน โดยร่วมกับสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ได้ออกแบบตกแต่งทรัพย์สินและนำเสนอทัศนียภาพให้แก่ทางผู้สนใจซื้อทรัพย์สิน อาคารพาณิชย์กรรมเหล่านี้ (สยามธุรกิจ, 2558) และยังมีความต้องการเช่าพื้นที่สำนักงานในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ ที่เพิ่มขึ้น ทำให้ราคาอัตราค่าเช่าพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานนั้นเพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น (CBRE, 2015) จึงส่งผลไปสู่ ผู้ประกอบการรายใหม่ต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ อีกทั้งพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกซื้อ อาคารพาณิชย์ในเขตนี้เพื่อเป็นเพียงที่อยู่อาศัยเท่านั้น อาจจะไม่เหมาะสมกับมูลค่าราคาขายหรือเช่า ของอาคารในปัจจุบัน ที่มีระดับราคาใกล้เคียงกับคอนโดระดับสูงในเขตย่านนี้ อาคารพาณิชย์จึงเป็น ทางเลือกหนึ่งในการตัดสินใจซื้อสำหรับผู้ประกอบการหรือเจ้าของบริษัทขนาดย่อม และที่สำคัญ คือ โอกาสของรูปแบบการลงทุนพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของตลาดที่มีแนวโน้มในอนาคต (Bangkok office finder, 2015)

การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคารเก่าเพื่อเชิงพาณิชย์นั้น แทนที่ผู้ลงทุนจะทำการรื้อถอนแล้วสร้างใหม่ หรือทำประเภทการใช้อาคารที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น อาคารชุด อาคารสำนักงาน ต่างๆ อาจจะมีข้อจำกัดในการพัฒนาด้านกฎหมาย เช่น รั้วรอบอาคาร ความสูงอาคาร การซื้อที่ดินจำนวนเพียงพอ ต่อลักษณะประเภทอาคาร เรื่องต้นทุนในการก่อสร้างที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น ระยะเวลาการก่อสร้างโครงการ ที่ตามมา ซึ่งในการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นโฮมออฟฟิศสามารถทำได้ระยะเวลาที่รวดเร็วกว่า ทั้งนี้ การใช้งานอาคารที่มีลักษณะเป็นสำนักงานขนาดเล็ก โดยจะมีผู้ใช้โดยเฉลี่ยจำนวน 7-15 คนต่อวัน (วลีรัตน์ ทองพูล, 2554) ซึ่งเกิดย่อมมีการใช้พลังงานต่าง ๆ ภายในอาคาร การใช้แสงสว่าง ระบบปรับอากาศและการถ่ายเทพลังงานกับบริบทโดยรอบ ดังนั้นการคำนึงถึงการประหยัดต่อการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น ส่งผลต่อความคุ้มค่าต่อค่าใช้จ่ายในระยะยาวของผู้ประกอบการ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อ อีกทั้งเป็นโอกาสที่จะใช้การอนุรักษ์พลังงานตาม แนวทางของ

พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ รวมถึงการอยู่อาศัยใน ภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ที่จะช่วยให้ก่อเกิดประสิทธิภาพในการทำงาน ภายในองค์กรที่ดี

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้เห็นถึงความสำคัญ เพื่อที่จะการศึกษาการปรับปรุงอาคาร เก่า ให้เป็นอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงาน โดยประยุกต์ใช้นำการออกแบบทั้งการใช้พลังงานธรรมชาติที่ ได้รับ โดยตรง (passive) กับการนำพลังงานธรรมชาติมาใช้ผ่านกับระบบกลต่างๆ (active) และการ เปลี่ยนแปลงพื้นที่ใช้สอยอาคาร เพื่อทำให้รองรับการใช้งานในรูปแบบออฟฟิศอย่างเหมาะสม นอกจากการด้านการลดใช้พลังงานที่เกิดขึ้น ยังที่จะสามารถสร้างความคุ้มค่าให้แก่ผู้ลงทุนได้ ซึ่ง การศึกษาความเป็นไปได้ของกลุ่มเป้าหมาย (ผู้ประกอบการหรือเจ้าของบริษัท) ที่ให้คุณค่าแก่ ผลลัพธ์ และคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลดใช้พลังงานต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ เป็นทางเลือกหนึ่ง ที่ใช้ประกอบในการลงทุน ทั้งนี้นอกเหนือจากว่าเป็นประโยชน์ในด้านการลดใช้พลังงาน และมลภาวะ ต่อสิ่งแวดล้อม ยังเป็นการนำทรัพยากรทางเศรษฐกิจที่มีอยู่กลับมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์ พลังงาน อีกทั้งปัจจัยภายในและภายนอกที่มีผลต่อการใช้งานโฮมออฟฟิศอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2.2 พิจารณาเปรียบเทียบการใช้ค่าพลังงานที่ประหยัดได้หรือพลังงานทดแทนที่ได้รับ จากการปรับปรุงอาคาร กับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานแบบโฮมออฟฟิศ

1.2.3 ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิง อนุรักษ์พลังงาน ความสอดคล้องระหว่างความคุ้มค่าของผู้ลงทุนกับความคุ้มค่าผู้บริโภค (ผู้ประกอบการ)

1.2.4 นำเสนอแนวทางตามหลักประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ ผลกระทบและการใช้ ประโยชน์จากบริบทอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดของอาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การสร้างแบบจำลองและการเลือกอาคารที่นำมาศึกษาทางกายเป็นประเภท อาคารพาณิชย์ หรือตึกแถว เพื่อศึกษาความคุ้มค่า ผลตอบแทนค่าพลังงานโดยมีที่ตั้งและบริบท โดยรอบ เป็นตัวแปรควบคุม

1.3.2 ศึกษาและดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลอาคารพาณิชย์กรรมเก่าเพื่อนำมาเป็นฐานอาคารอ้างอิงซึ่งมีอายุของอาคาร 20 ปีขึ้นไป แต่ไม่เกิน 30 ปี เพื่อให้เป็นไปตามช่วงอายุที่สมควรการปรับปรุงอาคาร โดยอยู่ในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) กรุงเทพมหานคร ได้แก่ เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตบางรัก เขตราชเทวี โดยมีที่ตั้งอยู่ในข้อกำหนดต่าง ๆ ตามลักษณะการออกแบบเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้งาน

1.3.3 ศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน ความคุ้มค่าในการลงทุน ในส่วนของผลิตภัณฑ์รูปแบบที่เป็นโฮมออฟฟิศ โดยไม่ครอบคลุมถึงการศึกษาทางการตลาดเชิงลึก

1.3.4 ศึกษาและทำการวิเคราะห์แบบจำลองค่าพลังงานในส่วนของโครงสร้างหลักของอาคาร ค่าการใช้พลังงานส่วนภาระของระบบไฟฟ้าโดยเฉลี่ย โดยใช้ค่าพลังงาน ราคาวัสดุแลค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ได้มาจากการทบทวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ไม่รวมวัสดุอุปกรณ์การตกแต่งภายใน

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

1.4.1 รูปแบบการวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ และตึกแถวเก่า ในขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การออกแบบลักษณะทางภาพของอาคารให้มีความสวยงาม สอดคล้องรูปแบบการใช้งาน และ ความต้องการของพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการทำเป็นโฮมออฟฟิศในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) ต้นทุนและค่าใช้จ่ายตลอดการทำการปรับปรุงอาคาร ตลอดจนการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากผูู้ใช้งานอาคาร และปัจจัยการถ่ายเทพลังงานระหว่างอาคารกับบริบทโดยรอบของที่ตั้ง การออกแบบปรับปรุงอาคารที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินด้านต้นทุน ค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนให้มีความคุ้มค่าในการลงทุนสูงสุด จุดคุ้มทุนในระยะสั้นและระยะยาว ความเป็นไปได้ทางการตลาด การให้คุณค่าของตลาดต่อผลิตภัณฑ์สำหรับอาคาร ความคุ้มค่าของผู้ประกอบการในการตัดสินใจเลือกซื้อเพื่อลดค่าใช้จ่ายและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพโดยมุ่งเน้นไปที่การวิจัยเชิงจำลองเสมือนจริง (Simulation Research) เป็นหลักซึ่งมีรายละเอียดตามลำดับดังต่อไปนี้

1.4.2 ขั้นตอนและวิธีการรวบรวมข้อมูล

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลและแหล่งข้อมูลมาจากแบ่งเป็น 2 ส่วนทั้งในการวิจัยเชิงปริมาณ และการวิจัยเชิงคุณภาพดังนี้

1.4.2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

(1) เก็บข้อมูลพื้นฐานด้านกายภาพของอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวเก่าที่มีแนวโน้มในการพัฒนาปรับปรุงอาคารศึกษาต่อได้ รูปแบบลักษณะอาคาร อายุอาคาร พื้นที่ใช้สอยภายใน โดยพิจารณาถึงข้อกำหนดกฎหมายเรื่องต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ผังสี ข้อบัญญัติควบคุมอาคาร ลักษณะอาคารพาณิชย์ และตึกแถว กระบวนการขั้นตอนดัดแปลง ต่อเติมหรือรื้อถอนอาคาร รูปแบบโฮมออฟฟิศ ราคาเช่าสำนักงานในเขตย่าน ศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) ที่มีอยู่ในตลาดอสังหาริมทรัพย์ในปัจจุบัน ด้านราคาต้นทุนและค่าใช้จ่ายต่างๆ ในการพัฒนา ระยะเวลาการปรับปรุงอาคาร

(2) ศึกษาแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคาร ภายใต้แนวคิดอาคารอนุรักษ์พลังงาน การออกแบบเพื่อใช้พลังงานทดแทน ปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานภายใต้การใช้งานรูปแบบโฮมออฟฟิศ ปัจจัยและความสัมพันธ์ของพลังงานภายในกับบริบทที่ตั้งโดยรอบ ต้นทุนค่าเปลี่ยนแปลงเป็นอาคาร เชิงอนุรักษ์พลังงาน

1.4.2.2 การทดลองและออกแบบ

(1) ประเมินผลประสิทธิภาพเบื้องต้นของการนำแนวคิดเชิงอนุรักษ์พลังงานมาใช้ในการ ปรับปรุงอาคาร โดยจัดกลุ่มการทดลองเพื่อแสดงค่าความสมดุลของการจัดกลุ่มออกแบบ

(2) สร้างแบบจำลองของอาคารที่ได้เลือกไว้ เพื่อออกแบบพื้นที่ใช้สอยภายในอย่างเหมาะสม และแบบจำลองการอนุรักษ์พลังงาน ค่าการใช้พลังงานภายในอาคาร การถ่ายพลังงานระหว่างภายใน อาคารกับบริบทที่ตั้ง โดยวิเคราะห์และประมวลผลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

(3) ประเมินผลเปรียบเทียบของค่าพลังงานที่ใช้ และการถ่ายเทพลังงานระหว่างอาคาร พาณิชนัยทั่วไปกับอาคารที่ผู้วิจัยได้ทำการทดลองออกแบบในกลุ่มตัวอย่างที่ต่างกันผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป

(4) เก็บรวบรวมข้อมูลการทดลองของแบบจำลอง เพื่อนำไปวิเคราะห์และการกำหนด แนวทางออกแบบที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยในเรื่องความคุ้มค่าของผู้ลงทุนและผู้บริโภค (ผู้ประกอบการ)

1.4.2.3 วิเคราะห์และสรุปผล

(1) สรุปผลแสดงประสิทธิภาพการค่าการใช้พลังงานที่มีความสัมพันธ์กับต้นทุนจาก แบบจำลองกลุ่มตัวอย่าง

(2) วิเคราะห์ทางการเงินในด้านความคุ้มค่า ระยะคืนทุนทั้งผู้ลงทุนและผู้ประกอบการ

(3) ประเมินผลการออกแบบ แสดงถึงความคุ้มค่าและค่าพลังงานที่ได้จากการออกแบบ ผ่านแบบสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุรกิจขนาดเล็ก ที่มีผู้ประกอบการอยู่ในลักษณะเช่า หรือซื้อพื้นที่อาคารพาณิชย์หรือตึกแถว

(4) เสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่า ที่เหมาะสมต่อการทำเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD)

1.4.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1.4.3.1 การศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง การศึกษาการปรับปรุงอาคาร และการออกแบบในเป็นรูปแบบลักษณะโฮมออฟฟิศ อีกทั้งเพื่อศึกษาตัวแปรที่มีความสำคัญในงานวิจัย ค่าพลังงาน และความคุ้มค่าทางการเงิน

1.4.3.2 การสร้างแบบจำลอง การเลือกอาคารที่นำมาศึกษาทางกายเป็นประเภทอาคารพาณิชย์ หรือตึกแถว เพื่อศึกษาความคุ้มค่า ผลตอบแทน และค่าพลังงานโดยมีที่ตั้งและบริบทโดยรอบ

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัย

1.5.1 สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาทรัพย์สิน NPA ที่เป็นอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่าของสถาบันทางการเงินต่าง ๆ เพื่อเพิ่มมูลค่าการแก่งสิทธิ์ และอีกทั้งเป็นการลดทรัพยากรทางเศรษฐกิจไม่ให้สูญเปล่าในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD)

1.5.2 นักลงทุนสามารถนำไปใช้เป็นเครื่องมือตัดสินใจในการลงทุนประเภทการปรับปรุงอาคาร เพื่อปล่อยเช่าหรือขาย และเป็นแนวทางลงทุนโครงการปรับปรุงอาคารในย่านต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งธุรกิจ ภายในอนาคตได้

1.5.3 สร้างความทัศนคติและการยอมรับที่ดีต่ออาคารอนุรักษ์พลังงานที่แสดงถึงความคุ้มค่า ในการตัดสินใจเลือกซื้อและการลดใช้พลังงานของผู้ประกอบหรือเจ้าของกิจการ

1.5.4 เป็นแหล่งข้อมูลเอกสารทางวิชาการแก่ผู้ที่มีความสนใจทั่วไป สำหรับแนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ให้ประหยัดพลังงาน

1.6 นิยามศัพท์

1.6.1 ความคุ้มค่าในการลงทุน คือ ผลที่ได้รับจากการดำเนินการลงทุน โดยโครงการจะมีความคุ้มค่าก็ต่อเมื่อ ผลที่ได้รับมีมูลค่าสูงกว่าต้นทุนของทรัพยากรที่ต้องใช้เพื่อการลงทุนในโครงการ และ รวมกับผลกระทบด้านลบที่เกิดขึ้น ตลอดจนการเป็นที่ยอมรับให้แก่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

1.6.2 การปรับปรุงอาคาร หมายถึง การปรับปรุงหรือปฏิสังขรณ์ ทำการบูรณะซ่อมแซม ให้กลับมามีสภาพดีเหมือนเดิม หรือเป็นการทำให้มีสภาพใหม่ ซึ่งเป็นสิ่งที่จะทำให้ธุรกิจด้านการปรับปรุงอาคาร สามารถลดต้นทุนและเวลาในการก่อสร้างอาคารใหม่ โดยอาศัยความโดดเด่นในลักษณะทำเลที่ตั้งที่ได้ยาก

1.6.3 อาคารพาณิชย์ หมายถึง อาคารที่ใช้ประโยชน์ในการพาณิชย์กรรม หรือบริการธุรกิจหรือ อุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้า และให้ความหมายรวมถึงอาคาร อื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ ในการพาณิชย์กรรมได้

1.6.4 ตึกแถว หมายถึง อาคารที่ก่อสร้างติดต่อกันเป็นแถวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังร่วม แบ่งอาคารคูหา และประกอบด้วยวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

1.6.5 พื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) หมายถึง บริเวณใจกลางเมืองกรุงเทพมหานคร บริเวณที่มีกิจกรรมทางสังคมและเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก ทั้งอาคารสำนักงาน ศูนย์รวมสินค้าส่งออก ศูนย์รวมห้างสรรพสินค้าชั้นนำ โรงแรมที่พัก อีกทั้งการคมนาคมขนส่งที่รองรับได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งปัจจุบันได้ครอบคลุมเขตพื้นที่ต่าง ๆ ดังนี้ คือ เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตบางรัก เขตราชเทวี

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในขั้นตอนการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่มีความเกี่ยวข้องกับการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องจากเอกสารงานวิจัยตามสื่อสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ อีกทั้งข้อมูลสารสนเทศจากช่องทางอินเทอร์เน็ต โดยส่วนใหญ่นำมาเพื่อเป็นแนวทางในกระบวนการศึกษาวิจัย และนำมาวิเคราะห์และสรุปผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีหัวข้อหลักสำคัญในการศึกษาดังต่อไปนี้

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจและอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวเก่า ความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานในเขตย่านนี้

2.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ

2.3 ศึกษาและวิเคราะห์หลักทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน

2.4 ศึกษาการหาค่าพลังงานอาคาร และการคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

2.5 ศึกษาและวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.6 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

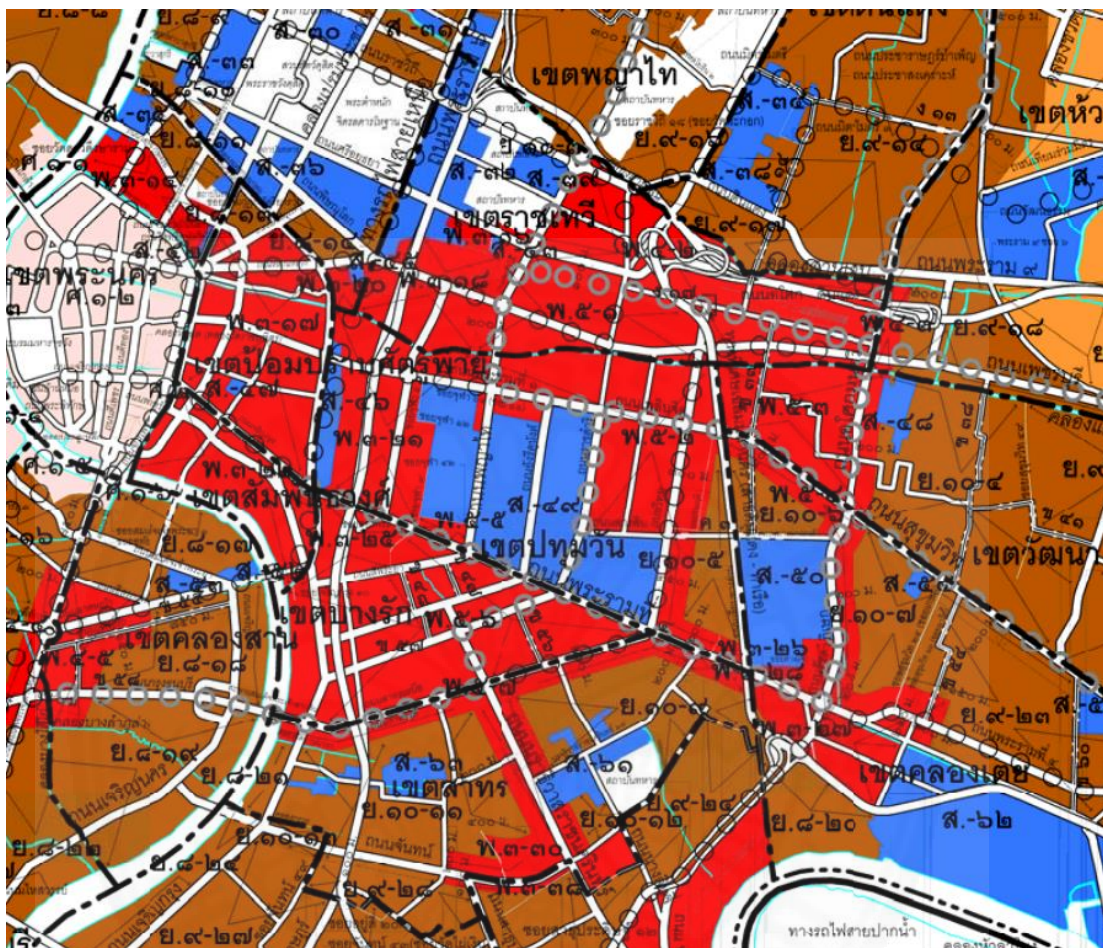
2.7 สรุปผลงานวิจัย

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานในเขตย่านนี้

กรุงเทพมหานครมีส่วนใจกลางเมืองที่มีความสำคัญตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน และส่งผลสามารถวัดระดับความเจริญทางด้านการค้าและเศรษฐกิจ ดังนั้นเขตพื้นที่ในบริเวณที่ใช้เลือกอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวนี้จะอยู่ในเขตใจกลางเมืองหลวง ได้แก่ เขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตราชเทวี (CBRE, 2015)

เขตพื้นที่ย่าน CBD นั้นหมายถึง ย่านพาณิชย์กรรมศูนย์กลางเมือง (Central business district) กมลรัตน์ บำรุงตน (2546) ได้สรุปความหมายไว้ว่าเป็นบริเวณที่กว้างใหญ่ที่สุดของธุรกิจการค้าเป็นย่านที่มีกิจกรรมหนาแน่นมากที่สุด ซึ่งตามมาด้วยการจราจรที่หนาแน่นและการรวมเส้นทางการคมนาคม อีกทั้งเป็นที่รวมของกิจการค้าปลีก ห้างสรรพสินค้า สถาบันการเงิน โรงแรม

กิจกรรมเหล่านี้ใช้พื้นที่น้อย ซึ่งอยู่ในทำเลที่ตั้งของการแข่งขัน อาคารจึงขึ้นทางสูงเหตุเพราะราคาที่ดินสูง เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ในพื้นที่จำกัด



ภาพที่ 2.1 แสดงการกำหนดใช้ประโยชน์ที่ดินและขอบเขตพื้นที่ย่าน CBD ซึ่งประกอบด้วยเขตบางรัก เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตราชเทวี. โดย สำนักผังเมือง, 2556.

จากภาพที่ 2.1 ซึ่งแสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินตามที่ได้จำแนกประเภททำกฎกระทรวง ให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร มานพ พงศทัต (2527) ได้กล่าวถึงปัจจัยหลักที่จะทำการใช้ที่ดินที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในอนาคตดังนี้

(1) ประชากรที่เพิ่มขึ้นจะทำให้เกิดกิจกรรมหลัก คือ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องที่อยู่อาศัย การทำงาน และกิจกรรมส่งเสริมที่เพิ่มขึ้นตามความเจริญของสังคมและเศรษฐกิจ โดยที่ลักษณะจำนวนประชากรเพิ่มขึ้นนั้น ย่อมมีผลต่อการใช้ที่ดินเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งกิจกรรมใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น

(2) การให้บริการด้านการคมนาคมและการเข้าถึง ถ้าที่ดินผืนใดมีรูปแบบของการขนส่งหลายรูปแบบ ที่ดินผืนนั้นจะมีระดับการเข้าถึง (Level of Accessibility) นอกเหนือจากนี้หากที่ดิน

ผืนนั้นเป็นที่ตั้งซึ่งเป็นเส้นทางคมนาคมขนาดใหญ่มารวมกันเป็นจุดรวมแล้ว สถานที่นั้นจะเป็นศูนย์กลางของกิจกรรม และในกรณีที่อยู่ใจกลางเมือง จะกลายเป็นศูนย์กลางการค้าบริการในเมือง (Central Business District) โดยที่จุดนี้จะเป็นการเกิดเป็นศูนย์กลางเมือง

(3) การควบคุมของรัฐจะบ่งบอกถึงลักษณะการใช้ที่ดินที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยรัฐเป็นผู้วางแนวทางการใช้ที่ดินให้สอดคล้องกับความต้องการของรัฐ การพัฒนาการใช้ที่ดินของเอกชนก็จะมี การชี้แนะและการควบคุมการใช้

(4) ราคาที่ดิน ราคาที่ดินที่สูงย่อมจะใช้ในกิจกรรมที่ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้นราคาที่ดิน มักจะเป็นปฏิกิริยากลับกับระยะทางที่ห่างจากจุดศูนย์กลาง ราคาที่ดีจะเป็นปัจจัยสำคัญในการระบุถึงกิจกรรมที่จะใช้ในอนาคต

ชนิดของสำนักงานในเขตกรุงเทพมหานคร

สำนักงานในกรุงเทพมหานครสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้

แบบเป็นเจ้าของแต่เพียงผู้เดียว (Single Ownership)

โครงการอาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะเป็นอาคารสูงที่มีเจ้าของคนเดียว และดำเนินการโดยผู้ เป็นเจ้าของอาคารแต่เพียงผู้เดียวซึ่งมักจะให้เช่าเพียงอย่างเดียวเท่านั้น

แบบเป็นเจ้าของหลายคน (Multiple Ownership)

โครงการอาคารสำนักงานที่มีเจ้าของหลายคนหรือที่เรียกกันว่า สำนักงานแบบ office condominium ในประเทศไทย อาคารสำนักงานดังกล่าวนี้จะสร้างขึ้นเพื่อขายและจะแบ่งขายพื้นที่ ให้กับผู้นิยมซื้อเป็นราย ๆ ไปทำให้มีหลายเจ้าของ (เจ้าของร่วม) มีการจัดตั้งบริษัทที่คอยดูแลจัดการ พื้นที่ส่วนกลาง (นิติบุคคลอาคารชุด) ซึ่งตั้งขึ้นโดยเจ้าของร่วมทั้งหมดในโครงการ และผู้เป็นเจ้าของ สำนักงานแต่ละสำนักงานมีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลพื้นที่ภายในสำนักงานของตนเอง

การเช่าพื้นที่สำนักงานในกรุงเทพ

โดยทั่วไปการเช่าสำนักงานในกรุงเทพมหานครมีเงื่อนไขการเช่าดังนี้ (CBRE, 2015)

(1) เงื่อนไขการเช่าสำนักงาน

ในกรุงเทพมหานครระยะเวลาเช่าสำนักงานเพื่อการพาณิชย์จะมีระยะเวลา 3 ปี โดย สามารถการต่อสัญญาได้หลังจากครบระยะเวลา 3 ปี ค่าเช่าสำหรับการต่อสัญญาจะถูกปรับตาม ข้อตกลงร่วมกัน ในกรณีที่ต้องการเช่าสำนักงานมีระยะเวลาเช่ามากกว่า 3 ปี จำเป็นต้องไปจดทะเบียน การเช่าที่สำนักงานที่ดิน และโดยต้องชำระค่าธรรมเนียมการจดทะเบียนการเช่าและอากรแสตมป์ เทียบเท่ากับ 1.1% ของค่าเช่าทั้งหมดที่ต้องจ่ายตลอดเงื่อนไขการเช่า

(2) การคิดพื้นที่เช่า

โดยส่วนใหญ่จะมีการคิดพื้นที่ให้เช่าโดยวัดจากหน้าต่าง (window) ไปจนถึงพื้นที่ตรงกลางอาคาร (core area) รวมถึงเสา แต่ทั้งนี้ไม่นับรวมทางเดินส่วนกลาง ห้องน้ำ และโถงลิฟต์ ค่ามัดจำ จะคิดเป็นเงินค่าเช่ารวม 3 เดือน ซึ่งผู้เช่าสามารถเรียกคืนได้หลังจากหมดอายุสัญญาเช่า โดยไม่มีดอกเบี้ย

(3) ช่วงตกแต่งภายในโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของสำนักงานที่เช่า เช่น ผู้ที่เช่าสำนักงานขนาด 1,000 ตารางเมตรอาจจะได้รับช่วงเวลาปลอดค่าเช่าเป็นเวลา 2 เดือน เพื่อใช้ในการตกแต่งพื้นที่สำนักงาน

ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าเช่า

(1) ค่าไฟฟ้า

อัตราทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 4.50 – 5 บาทต่อกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งจะชำระให้กับผู้เป็นเจ้าของอาคารสำนักงานโดยตรง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับระบบปรับอากาศในอาคาร

(2) ค่าระบบปรับอากาศ

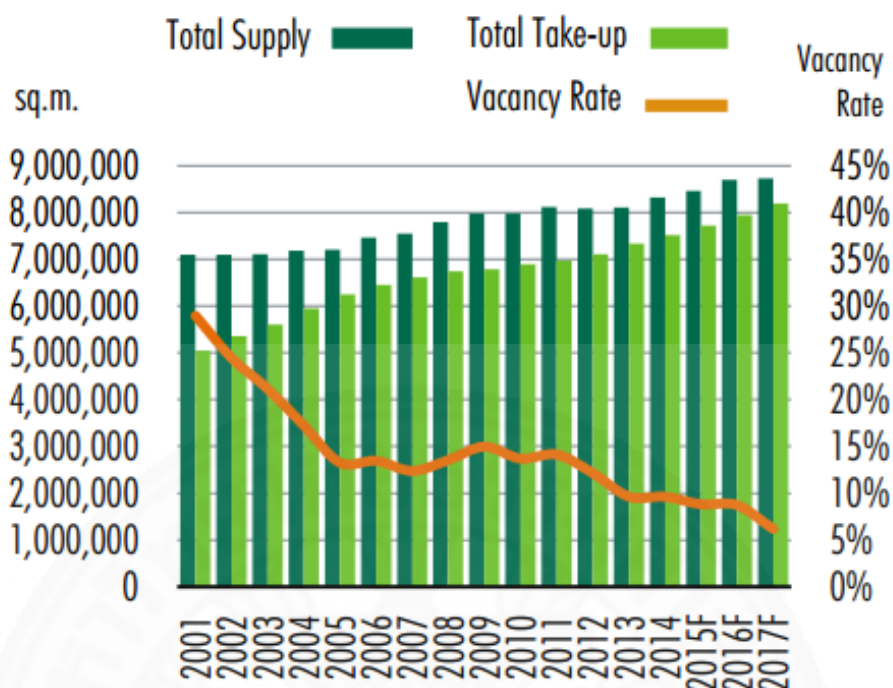
สำนักงานที่ปล่อยเช่าโดยทั่วไปจะมีระบบปรับอากาศส่วนกลาง ถึงแม้ว่าอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานครยังคงมีการใช้ระบบปรับอากาศสองระบบ ชนิดของระบบปรับอากาศจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้เช่าโดยรวม แต่ถ้าหากอาคารมีการใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำหล่อเย็น (Water Cooled Package Unit) ผู้เช่าจะต้องชำระค่าไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศเพิ่มเติมอีกประมาณ 40-50 บาทต่อตารางเมตรต่อเดือน หากอาคารมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง (Central Chiller System) ผู้เป็นเจ้าของอาคารจะเป็นผู้รับภาระค่าไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

(3) ค่าระบบปรับอากาศนอกเวลาทำการ

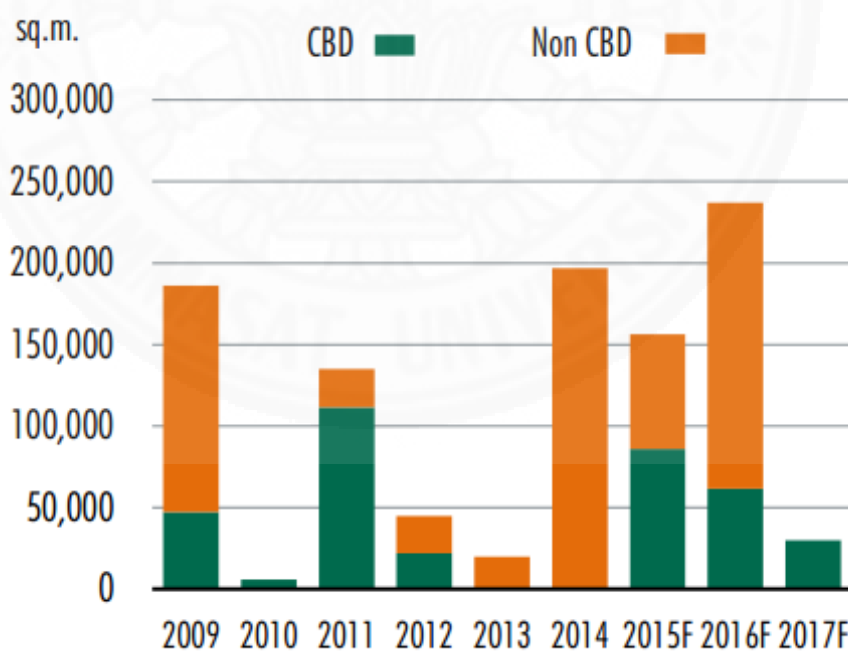
เวลาทำการปกติในสำนักงานทั่วไปเริ่มตั้งแต่ 8:00 น. ถึง 18:00 น. ในวันทำการ หากมีการใช้เครื่องปรับอากาศนอกเวลานี้ ผู้เช่าจำเป็นต้องจ่ายค่าบริการที่ประมาณ 2.00 บาทต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

(4) ที่จอดรถ

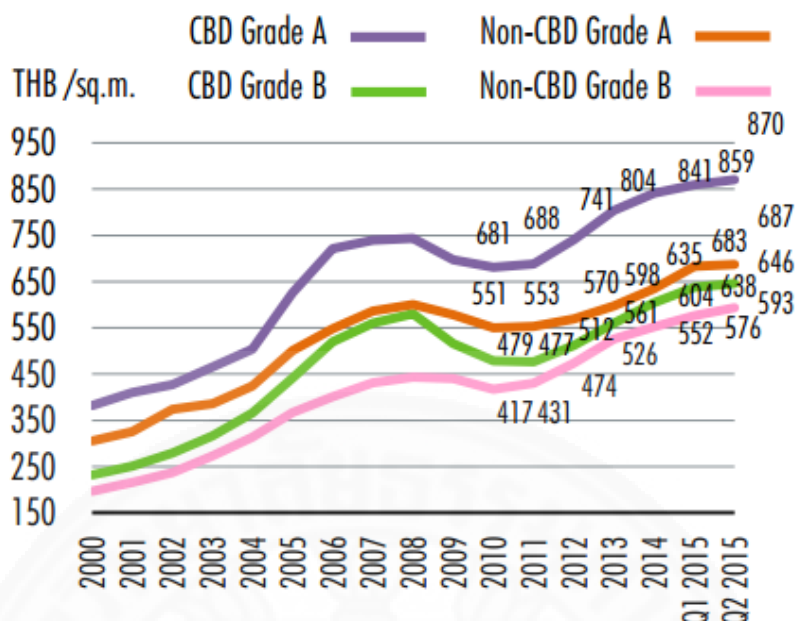
สำนักงานในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่จะสร้างขึ้นโดยอ้างอิงมาตรฐานที่ถูกตั้งขึ้นโดยกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolitan Authority - BMA) โดยจัดให้มีพื้นที่จอดรถหนึ่งคันต่อพื้นที่ให้เช่าได้ 60 ตารางเมตร สำนักงานที่มีการจัดที่จอดรถให้มากกว่าข้างต้นค่อนข้างหาได้จำกัดมาก โดยปกติแล้วผู้เช่าจะได้รับที่จอดรถฟรีหนึ่งคันเมื่อทำการเช่าพื้นที่ทุก 100 ตารางเมตร หากทางอาคารมีที่ว่างพอ พื้นที่จอดรถจะสามารถเช่าเพิ่มเติมได้โดยการจ่ายค่าเช่าเป็นรายเดือนต่อคัน



ภาพที่ 2.2 อุปสงค์ อุปทานและอัตราการว่างของการเช่าพื้นที่สำนักงาน. โดย CBRE, 2015.



ภาพที่ 2.3 ข้อมูลย้อนหลังและแนวโน้มความต้องการสำนักงานในย่านเขตพื้นที่ CBD และไม่ได้อยู่ในย่านเขตพื้นที่ CBD. โดย CBRE, 2015.



ภาพที่ 2.4 อัตราค่าเช่าสำนักงานในย่านเขตพื้นที่ CBD และไม่อยู่ในเขต CBD. โดย CBRE, 2015.

จากการรวบรวมข้อมูลที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า ตลาดของสำนักงานในระยะยาวในเขตกรุงเทพมหานครนั้น มีการเจริญเติบโตยิ่งขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งมีการขยายตัวไปในพื้นที่ที่ไม่อยู่ในเขต CBD อาจจะเป็นส่วนหนึ่งที่เกิดจากการขยายเส้นทางคมนาคมเช่น รถไฟฟ้าบีทีเอส รถไฟฟ้าใต้ดิน ซึ่งโดยปกติแล้วย่านพาณิชยกรรมศูนย์กลางเมืองจะเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีราคาที่ดินสูงเนื่องจากพื้นที่มีศักยภาพของการบริการโครงสร้างพื้นฐานสูง

2.2 หลักการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ

2.2.1 การปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมและตึกแถวเก่า

วิวัฒนาการของตึกแถวในประเทศไทยที่เปลี่ยนไปจากรูปแบบ และที่ตั้งแล้ว ปัจจัยอื่น ๆ ที่มีความเกี่ยวข้องและแนวโน้มของการวิวัฒนาการ คือ ลักษณะการใช้งานการใช้สอย จะพบว่าอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวในอดีตนั้น โดยเฉพาะในสมัยรัชกาลที่ 4 ผู้ใช้อาคารตึกแถว คือ ชาวตะวันตกเป็นสำคัญ เนื่องด้วยทรงเปลี่ยนนโยบายการต่างประเทศ เปิดเมืองไทยให้ชาวยุโรปเข้ามาอย่างเต็มที่ อีกทั้งการตัดถนนบริเวณพระราม 4 ถนนเจริญกรุง และถนนอีกหลายสายในกรุงเทพมหานคร จึงเป็นที่อยู่อาศัย ที่อยู่อาศัยถึงร้านค้า หรือร้านค้าของชาวตะวันตก (ธวัช พันธุ์เจริญลักษณ์, 2543)

ในเวลาต่อมาช่วงสมัยรัชกาลที่ 5-6 มีการสร้างตึกแถวเป็นจำนวนมากในเขตเมืองเก่า อีกทั้งสำเพ็ง และบางรักของกรุงเทพมหานคร ซึ่งผู้ใช้งานเริ่มเปลี่ยนไปจากชาวตะวันตกมาสู่ชาวจีน ซึ่งย่านที่เด่นชัดที่สุดคือ ย่านถนนเยาวราช และ ถนนเจริญกรุงตอนนอก เป็นต้น (Suwanee, 1977) หลักจากที่เข้าสู่ยุคการเปลี่ยนแปลง ที่มีการกำหนดกฎหมายพรบ.ควบคุมอาคาร ในปี 2479 อีกทั้งเป็นยุคหลังสงครามโลกครั้งที่สองที่มีการพัฒนาระบบอุตสาหกรรมซึ่งทำให้ตึกแถว นั้น สามารถก่อสร้างได้อย่างรวดเร็ว และราคาค่าก่อสร้างที่ถูก จึงเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้น ส่งผลให้มีการใช้งานอาคารแบบทวีประโยชน์ หรือการพักอาศัยรวมกับกิจกรรมอื่น ของตึกแถวมีความหลากหลายมากยิ่งขึ้น (กัมพล ปัญกุล, 2536) ซึ่งในยุคสมัยใหม่หรือปัจจุบันนี้ ได้มีการใช้งานที่หลากหลายมากยิ่งขึ้น ซึ่งเพ็ญศรี ฉันทวรารักษ์ (2528) ได้สำรวจลักษณะการใช้งานแบบผสมของตึกแถวใน กรุงเทพมหานคร ซึ่งแบ่งการใช้งานแบบผสมไว้ 5 ประเภท ดังนี้

(1) อาคารแบบผสมกึ่งพักอาศัย (*Residential Mixed-use*) เป็นตึกแถวที่ใช้งานแบบผสม แต่เน้นการพักอาศัยเป็นหลัก เช่น อาคารพาณิชย์หรือตึกแถวที่เป็นหอพัก อพาร์ทเม้น

(2) อาคารแบบผสมกึ่งการค้า (*Commercial Mixed-use*) เป็นตึกแถวที่ใช้งานแบบผสมแต่เน้นการประกอบการค้าเป็นหลัก เช่น สยามสแควร์ สหกรณ์ ร้านขายยา ห้างสรรพสินค้า

(3) อาคารแบบผสมกึ่งอุตสาหกรรม (*Industrial Mixed-use*) เป็นตึกแถวที่ดัดแปลงเป็นโรงงานอุตสาหกรรมทั้งผลิต และบริการ เช่น โรงงานเสื้อผ้า โรงพิมพ์ อู่ซ่อมรถยนต์

(4) อาคารแบบผสมกึ่งบริการ (*Service Mixed-use*) เป็นการใช้ประโยชน์ตึกแถวเพื่อการบริการต่าง ๆ เช่น โรงแรม สโมสร สมาคม ร้านอาหาร ไนต์คลับ

(5) อาคารผสมแบบอื่น ๆ (*Other Mixed-use*) เป็นการใช้ประโยชน์ตึกแถวที่นอกเหนือ จากข้างต้นที่กล่าวมา เช่น โกดังสินค้า อาคารที่จอดรถ

การปรับปรุงอาคารเก่ามาใช้ใหม่ (Rehabilitation) หมายถึงการซ่อมแซมปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงอาคารเก่า เพื่อตอบสนองประโยชน์ใช้สอยในปัจจุบัน โดยอาคารยังคงประโยชน์ใช้สอยเดิม หรืออาจมีการปรับเปลี่ยนหรือเพิ่มเติมประโยชน์ใช้สอยใหม่ก็ได้ (Shepheared, 1972) อีกทั้ง ทวัตต์ อำไพพรรณ (2550: น.25) ได้เสนอแนวคิดด้านการต่อเติมส่วนใหม่ในงานสถาปัตยกรรมไว้ว่าเป็นการแก้ปัญหากรณีที่อาคารเดิมมีพื้นที่ไม่เพียงพอ สำหรับการรองรับการใช้งานรูปแบบใหม่ ๆ ที่เกิดขึ้น ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีการต่อเติมส่วนใหม่ให้กับอาคารเดิม โดยต่อเติมตามแนวคิดของ กรีดและแมเรียน (Greed, C. & Robert, M., 1998) คือ การต่อเติมในลักษณะรูปแบบของการอยู่ระหว่าง (in-between) ซึ่งการต่อเติมส่วนใหม่นั้น จำเป็นต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเช่น บริบทด้านสิ่งแวดล้อม ขนาดและมวลสารของอาคาร (scale and massing) เป็นต้น

อาคารที่มีการใช้สอยระหว่างกิจกรรมที่เกิดขึ้นนั้น ย่อมมีการเสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาการใช้งาน ทั้งนี้อายุอาคาร วัสดุและอุปกรณ์อาคารต่างจึงมีเกณฑ์ช่วงอายุอาคาร เพื่อช่วงในการวางแผนงานปรับปรุงอาคารได้อย่างสมควร ซึ่งจากการศึกษาของ (บดีนทร์ ตั้งศิลาปะโอฬาร, 2545) ได้สรุปช่วงอายุการใช้สอยงานอาคารไว้เป็น 5 ช่วงดังนี้

ตารางที่ 2.1

แสดงช่วงอายุการใช้สอยอาคารและแผนการปรับปรุงอาคาร

ช่วงการใช้สอยอาคาร	การปรับปรุงอาคาร
<u>ช่วงที่ 1</u> - 0-20 ปี	-ปรับปรุงเล็กน้อยในส่วนงานระบบปรับอากาศ ไฟฟ้า -ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้สอยจากกิจกรรมที่เปลี่ยนไป การเปลี่ยนหรือเพิ่มระบบและอุปกรณ์อื่น ๆ
<u>ช่วงที่ 2</u> - 20-30 ปี	-การเพิ่มการซ่อมแซมประจำปี -ความถี่ของการเปลี่ยนอุปกรณ์หรือวัสดุประกอบอาคารที่เพิ่มขึ้น
<u>ช่วงที่ 3</u> - 30-40 ปี	-อุปกรณ์พื้นฐานเดิมทั้งหมดของอาคารถูกเปลี่ยนหรือมีการ รื้อถอนออกไป -ดูแลหรือเปลี่ยนใหม่งานกรอบอาคารและระบบแสงสว่าง
<u>ช่วงที่ 4</u> - 40-50 ปี	-การเสื่อมลงของการใช้อาคารมีการเพิ่มขึ้น -มีผลกระทบขึ้นมากมาย การใช้สอยภายในอาจเกิดการเปลี่ยนแปลง
<u>ช่วงที่ 5</u> - 50 ขึ้นไป	-เมื่อมีการใช้งานที่ยาวนาน มักจะถูกรื้อถอนในช่วง 60-70 ปี

หมายเหตุ. โดย บดีนทร์ ตั้งศิลาปะโอฬาร, 2545.

การเสื่อมสภาพตามปกติของอาคารนั้น หากไม่สร้างความเสียหายจนเป็นอันตรายในการใช้งานอาจทำได้ในกระบวนการซ่อมแซม แต่ถ้าหากอาคารมีความเสียหายจนอาจนำไปสู่การวิบัติของอาคาร ควรจำเป็นต้องทำการแก้ไขซึ่งกระบวนการปรับปรุงหรือการติดตั้งย่อมแตกต่างกันไปในข้อกำหนดต่าง ๆ ขนาดของอาคาร ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับมูลค่าปัจจุบันของอาคาร ตลอดจนผลที่จะได้รับเมื่อปรับปรุงแล้วเสร็จ ทั้งนี้การประเมินความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจในการปรับปรุงเกิดขึ้น

ในการปรับประโยชน์ในสอยของพื้นที่ใดอาคารหนึ่งนั้น ความสำคัญของของข้อควรคำนึง คือ ความต้องการใช้งานของผู้อาศัยหรือผู้ใช้อาคาร ซึ่งความต้องการนั้นได้มาจาก 3 กลุ่ม (เสรีชัย โชติพานิช, 2544) ดังนี้

(1) ผู้ใช้อาคาร (user) สิ่งที่ใช้ผู้ใช้อาคารให้ความสนใจ และต้องการจากระบบกายภาพของอาคาร ได้แก่ ความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สินของตนเอง สภาพแวดล้อมและอาคารที่ดี รองรับพื้นที่การใช้งานที่เหมาะสม

(2) ผู้ลงทุนหรือเจ้าของอาคาร (investor) ผู้ซึ่งคาดหวังเกี่ยวกับผลตอบแทนสูงสุด มูลค่าอาคารสูงสุด ในขณะที่มีต้นทุน ค่าใช้จ่ายดูแลรักษาสภาพอาคาร และภาพลักษณ์อาคาร

(3) องค์กร (organization) ซึ่งเป็นความสนใจและความคาดหวังที่องค์กรต้องการ เช่น สถานที่ทำงาน สำนักงานที่มีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตจากบุคลากร และค่าใช้จ่ายในการใช้งานภายในอาคารที่น้อยลง ความต้องการการใช้อาคารของกลุ่มคนแต่ละกลุ่มนั้น

ปัจจัยในการใช้ประโยชน์พื้นที่อาคาร

(1) ผู้ใช้อาคาร ประกอบด้วย จำนวนผู้ใช้ ประเภทพฤติกรรมการใช้งาน รวมทั้งกิจกรรมทั้งหมดที่เกิดขึ้น

(2) พื้นที่อาคาร ประกอบด้วย รูปร่างรูปทรง การใช้งาน บริการ รูปแบบของที่ว่างและ สาธารณูปโภค ความสอดคล้องกับบริบทสภาพแวดล้อม

(3) เวลา ประกอบด้วย ระยะเวลาและช่วงเวลา ลำดับการใช้งานที่เปลี่ยนไปตามช่วงเวลา

2.2.2 กฎหมายที่เกี่ยวข้องการปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถว

จากกฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ.2543) ข้อ 1 ได้ให้ความหมายของอาคารพาณิชย์ไว้ดังนี้ อาคารพาณิชย์ หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรม หรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้าและให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรมได้

ซึ่งตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2542 ได้ให้ความหมายของศัพท์คำว่า “ตึกแถว” และ “ห้องแถว” ดังนี้

“ตึกแถว” หมายถึง อาคารที่ก่อด้วยอิฐฉาบปูนหรือคอนกรีตเป็นห้อง ๆ เรียงติดกันเป็นแถว

“ห้องแถว” หมายถึง อาคารไม้ที่สร้างเป็นห้อง ๆ เรียงติดกันเป็นแถว ถ้าก่อด้วยอิฐฉาบปูน หรือคอนกรีตเป็นห้องๆ เรียงติดกันไปเรียกว่า ตึกแถว

อีกทั้งในทางกฎหมายตามกฎหมายกระทรวง (พ.ศ.2498) ในข้อ 1 ซึ่งได้ออกตามความใน พระราชบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2479 ดังนี้

“อาคารพาณิชย์” หมายความว่า ห้างร้าน คลังสินค้า หรือโรงงานที่ไม่ใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่

“ห้องแถว” หมายความว่า อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเป็นแถวเกินกว่าสองห้อง และประกอบด้วยวัตถุอันมิใช่วัตถุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

“ตึกแถว” หมายความว่า อาคารที่พักอาศัยหรืออาคารพาณิชย์ซึ่งปลูกสร้างติดต่อกันเป็นแถวเกินกว่าสองห้อง และประกอบด้วยวัตถุถาวรและทนไฟเป็นส่วนใหญ่

“อาคารที่พักอาศัย” หมายความว่า ตึก บ้าน เรือน โรง แพ ซึ่งโดยปกติบุคคลอาศัยอยู่ทั้งกลางวันและกลางคืน

จากกฎหมายหลักดังกล่าว ในการควบคุมการก่อสร้างอาคาร ได้กำหนดให้ผู้ที่จะทำการก่อสร้าง ดัดแปลง หรือเคลื่อนย้ายอาคารต้องได้รับใบอนุญาตจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นก่อน หรือให้แจ้งต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นพร้อมทั้งดำเนินการตามมาตรา 39 ซึ่งกฎหมายได้กล่าวถึงการกระทำดังต่อไปนี้ ไม่ถือเป็นการดัดแปลงอาคาร

จากศูนย์ข้อมูลสิ่งห้ามทรัพย์ ธนาคารอาคารสงเคราะห์ (2554) ได้สรุปจากการให้ความหมายของข้อกำหนดในการต่อเติมดัดแปลงอาคารไว้ดังนี้ การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารโดยใช้วัสดุขนาดจำนวน และชนิดเดียวกับของเดิม เว้นแต่การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ หมายถึงสิ่งเรียกกันว่าโครงสร้างของอาคาร ตัวอย่างเช่น เสา คาน ตง เป็นต้น หากโครงสร้างอาคารเหล่านี้มีการชำรุดขึ้น เช่น ปลวกขึ้น ทำให้ไม้ผุ จำเป็นต้องเปลี่ยนโครงสร้างเหล่านั้นใหม่ การใช้ไม้เช่นเดิม จำนวนและขนาดเท่าเดิมก็ไม่ถือเป็นการดัดแปลงอาคาร แต่หากโครงสร้างเหล่านี้เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือเหล็กโครงสร้างรูปพรรณเกิดเป็นสนิมผุกร่อน ถึงแม้ว่าจะเป็นวัสดุอุปกรณ์ ขนาด จำนวนเท่ากันก็ตาม ถ้าต้องเปลี่ยนใหม่ก็ต้องขออนุญาต

การเปลี่ยนส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคาร โดยใช้วัสดุชนิดเดียวกับของเดิมหรือวัสดุชนิดอื่น ซึ่งเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ ข้อนี้หมายถึงส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้างอาคาร เช่น พื้น ผนัง เป็นต้น ที่เคยเป็นพื้นไม้ปาร์เก้

เปลี่ยนเป็นพื้นหินอ่อนหรือหินแกรนิต ควรต้องคำนวณน้ำหนักดูด้วยว่าเพิ่มขึ้นกว่าเดิมเกินร้อยละสิบหรือไม่ หากเกินก็ต้องยื่นขออนุญาต

การเปลี่ยนแปลง การต่อเติม การเพิ่ม การลด หรือการขยายซึ่งลักษณะขอบเขต แบบ รูปทรง สัดส่วน น้ำหนัก เนื้อที่ส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคาร ซึ่งไม่เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้กับโครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใด เกินร้อยละสิบ เช่น การเปลี่ยนแปลงประตู หน้าต่าง เปลี่ยนลายกระเบื้อง ฝ้า เพดาน กรณีนี้ไม่ต้องยื่นขออนุญาต หรือหากการเปลี่ยนอุปกรณ์ชิ้นนั้นๆ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมาบ้าง แต่ไม่เกินร้อยละสิบของน้ำหนักเดิมก็ไม่จำเป็นต้องยื่นขออนุญาตแต่อย่างใด

2.2.3 ประวัติความเป็นมาของสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ

จากการแผ่ขยายและปฎิวัติของอุตสาหกรรมของโลก ในช่วงก่อนศตวรรษที่ 19 นั้นสำนักงานส่วนใหญ่เป็นสำนักงานที่ประกอบธุรกิจขนาดเล็ก ซึ่งทำให้รูปแบบของสำนักงานขนาดเล็กและโฮมออฟฟิศเริ่มต้นขึ้น เหตุเพราะการที่มีระบบคอมพิวเตอร์และการพัฒนาด้านข้อมูลสารสนเทศและเทคโนโลยีการสื่อสาร เกิดเป็นช่องทางและโอกาสที่ดีสำหรับสร้างงานใหม่สำนักงานที่มีจำนวนพนักงานน้อย โดยที่เจ้าของดูแลเองทั้งหมด ส่งผลต่อเจ้าของธุรกิจ สำหรับสำนักงานขนาดเล็กและโฮมออฟฟิศก็เริ่มเป็นที่รู้จักในวงกว้างเพิ่มมากขึ้น โดยที่วิชญ์ นิมิปิวัน (2533) ได้รายงานว่า อาคารสำนักงาน ที่เกิดขึ้นในยุคแรกนั้นเป็นเพียงอาคารพาณิชย์ที่เจ้าของได้ดัดแปลงตกแต่งให้มีสภาพเป็น สำนักงานที่เพื่อใช้ติดต่อกับลูกค้า แต่เมื่อกิจการของบริษัทขยายตัว เจ้าของกิจการต่างก็ขยาย สถานที่ทำงานของตน และสำนักงานใหม่จะต้องมีสภาพดีกว่าเดิม ซึ่งส่งผลให้เกิดอาคารสำนักงานในรูปของออฟฟิศคอนโดมิเนียม ช่วงปลายศตวรรษที่ 20 ซึ่งกลุ่มบริษัทที่ประกอบธุรกิจขนาดเล็กที่ต้องการมีสำนักงานของตนเองมักเริ่มต้นธุรกิจด้วยสำนักงานขนาดเล็กหรือขนาดกลาง จนเกิดเป็นแนวคิดสมัยใหม่ของสำนักงานขนาดเล็กที่ถูกเรียกว่า โฮมออฟฟิศ หรือ SOHO (คำย่อมาจาก Small Office & Home Office) ได้กล่าวถึงประเภทธุรกิจที่มีพนักงานจำนวน 1 ถึง 10 คน ซึ่งการมีเทคโนโลยีได้ตอบสนองความต้องการของธุรกิจที่สามารถสร้างความเป็นส่วนตัว สามารถทำงานจากที่บ้านได้ซึ่งปัจจุบันสำนักงานขนาดเล็กและโฮมออฟฟิศเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ ดีขึ้นเพราะเทคโนโลยีและระบบอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถทำงานได้ง่ายและสะดวกมากขึ้น ทำให้ลดจำนวนพนักงานในพื้นที่สำนักงานให้น้อยลง ซึ่งในยุคที่ผู้คนเร่งรีบในการเดินทางจึงได้รวมการอยู่อาศัยลักษณะเดียวกับบ้านและพื้นที่ทำงานแบบสำนักงานให้เป็นสถานที่เดียวกัน

ในปัจจุบันการพัฒนาโฮมออฟฟิสนั้น มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นทั้งที่อยู่อาศัย อีกทั้งยังเป็นสำนักงานได้ด้วย เปรียบกับการทำงานอยู่ที่บ้านโดย ชัยวัฒน์ คุปตะกุล (2533) ได้ให้ความหมายของการทำงานที่บ้าน คือ การทำงานอย่างจริงจังเป็นอาชีพที่มีรายได้ชัดเจนในรูปของเงินเดือนหรือรายได้ที่ค่อนข้างแน่นอน ปัจจุบันในสังคมของประเทศที่พัฒนาแล้วมีคนเป็นจำนวนมาก

ทำงานในอยู่ที่บ้านและแนวโน้มต่อไปในอนาคตก็ปรากฏชัดเจนว่าจำนวนคนทำงานอยู่บ้านที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว สมพงษ์ กิตติสรยุทธ์ (2535) ได้สรุปข้อดีที่เกิดขึ้นจากการใช้โฮมออฟฟิศ ได้ดังนี้

(1) ประหยัดค่าใช้จ่ายในการทำงานทั้งค่าใช้จ่ายในการเดินทางระหว่างบ้านกับที่ทำงาน ค่าอาหาร ค่าเครื่องแต่งกาย และค่าเครื่องประดับ ส่งผลให้รายจ่ายโดยรวมลดลง

(2) เจ้าของมีเวลาทำงานมากขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้นเพราะการทำงานอยู่กับบ้านจะมีสิ่งรบกวนจากสภาพแวดล้อมน้อยกว่า ผู้ใช้โฮมออฟฟิศจึงมีสมาธิในการทำงานดีกว่าและผลที่ตามมาคือมีเวลาให้กับครอบครัวมากขึ้น ส่งผลให้ความอบอุ่นทางสังคมครอบครัวเพิ่มขึ้นตาม

(3) การมีที่พักอาศัยและสำนักงานเป็นของตนเองนั้น นอกจากเป็นการสร้างความเชื่อถือให้กับลูกค้าและบุคคลทั่วไปแล้ว การเป็นเจ้าของอาคารและการมีกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สิน

(4) ผลจากการที่ผู้ใช้โฮมออฟฟิศไม่ต้องเดินทางจากที่อยู่อาศัยไปทำงาน ส่งผลให้ประหยัดค่าน้ำมันและค่าสึกหรอของรถ ส่งผลถึงการลดปริมาณการจราจรและประหยัดพลังงานของชาติที่เกิดขึ้นทางอ้อม และปัญหาของมลพิษที่เกิดจากเครื่องยนต์ขณะเดินทางก็มีลดน้อยลง ด้วยนอกจากเกิดผลดีที่มีต่อเศรษฐกิจส่วนรวมแล้ว ยังเกิดผลดีต่อสภาวะแวดล้อมอีกด้วย

วลีรัตน์ ทองพูล (2554) ได้รวบรวมปัจจัยการพัฒนาโฮมออฟฟิศที่เกิดขึ้นเพิ่มเติมนอกเหนือจากที่บุคคลข้างต้นได้กล่าวไว้

(1) ผู้ประกอบธุรกิจต้องการลดค่าใช้จ่ายในการเช่าสำนักงาน โดยดัดแปลงที่อยู่อาศัย ให้เป็นสำนักงาน หรือจัดหาอาคารที่สามารถใช้เป็นที่อยู่อาศัยและสำนักงานได้ในที่เดียวกัน

(2) จากความต้องการพื้นที่ดินในเมืองมีมากขึ้น จึงส่งผลให้ที่ดินในเมืองมีราคาสูงมากขึ้น อีกทั้งทำให้การใช้ประโยชน์ในอาคารเพื่อพักอาศัย หรือเพื่อสำนักงานเพียงอย่างเดียวให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่าในเชิงเศรษฐกิจการลงทุน

2.2.4 แนวคิดการออกแบบสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ

การออกแบบสำนักงานนั้นจะต้องคำนึงถึงเอกลักษณ์และลักษณะธรรมชาติของแต่ละองค์กร รวมทั้งเข้าใจพฤติกรรมของบุคลากรทุกฝ่ายและทุกตำแหน่งหน้าที่ ในการใช้งานพื้นที่ขึ้นพื้นฐาน กิริยาบทอันเป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งอาคารจะมีผลต่อธุรกิจการค้า และการประกอบกิจการสำคัญอย่างหนึ่งเป็นอาคารที่ควรได้รับการออกแบบที่ดีครบถ้วนทุกองค์ประกอบ ทั้งสถาปัตยกรรมและการออกแบบภายใน รวมไปถึงภาพลักษณ์องค์กร (พรชัย ชัยประทีป, 2553) ซึ่งมีหลักการออกแบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้โดยแบ่งเป็นหัวข้อสำคัญได้ดังนี้

2.2.4.1 ศึกษาข้อมูลพื้นฐานก่อนการออกแบบ

- การศึกษารูปแบบการทำงานเฉพาะขององค์กร ซึ่งเป็นประโยชน์ในการจัดสรรพื้นที่ลำดับความสัมพันธ์ การเข้าถึงและวางผังตามขนาดของแต่ละพื้นที่ให้เหมาะสม
- การศึกษาลักษณะเฉพาะของธุรกิจ ความเป็นลักษณะเฉพาะตัวประเภทผลิตภัณฑ์สินค้าขององค์กร รวมไปถึงลักษณะการให้บริการ
- ศึกษาด้านกายภาพของสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ

พื้นที่ใช้สอยของโฮมออฟฟิศ แบ่งได้เป็น 3 ส่วนดังนี้

(1) พื้นที่ส่วนสาธารณะ (public zone) เป็นพื้นที่ที่สามารถใช้ร่วมกันโดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่คนภายนอกสามารถเข้าถึงได้

ส่วนต้อนรับ (information) เป็นส่วนแรกที่เปรียบเสมือนหน้าตาขององค์กรสำนักงาน เมื่อแรกเจอก็คือ ส่วนนี้เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลหรือประชาสัมพันธ์ต่าง ๆ เมื่อมีผู้ติดต่อในเรื่องต่างๆทั้งการประสานงาน วางบิล รับเช็ค หรือส่งพัสดุต่าง ๆ

ส่วนพักคอย (waiting area) เป็นส่วนที่ต่อเนื่องโดยตรงกับส่วนต้อนรับ การจัดที่พักรอไว้ สำหรับผู้มาติดต่อ อาจจะเป็นภายในอาคารหรือกลางแจ้ง อาจจะทำเป็นโต๊ะประชุมขนาดเล็กสำหรับนั่งพูดคุยกับลูกค้าก่อนไปนั่งในเบื้องต้นได้

(2) พื้นที่กึ่งสาธารณะ (public zone) เป็นพื้นที่ที่จะเชื่อมต่อเข้ามาจากส่วนพื้นที่ สาธารณะ เริ่มมีการใช้งานเพื่อผู้มาติดต่อเข้าพูดคุยกับพนักงาน

ส่วนห้องประชุม (meeting room) ควรจะเป็นห้องที่สามารถเปิด ปิดได้ ในกรณีที่ต้องการความเป็นส่วนตัว ควรจะเตรียมพื้นที่สำหรับอุปกรณ์เสริมต่าง ๆ ที่จะใช้ประกอบการนำเสนอในที่ประชุม และมีการออกแบบที่ตอบสนองเรื่อง ความเป็นสัดส่วนได้

ส่วนเอนกประสงค์ (muti function) เป็นส่วนที่มีความนิยมมากขึ้นในการออกแบบพื้นที่ออฟฟิศสมัยใหม่ เป็นส่วนที่สามารถรองรับได้ทั้งลูกค้าและพนักงาน เช่น การทำมุมร้านกาแฟรวมกับห้องสมุด ซึ่งสามารถเป็นที่พักผ่อน พุดคุย หาข้อมูลหรือไว้เปลี่ยนบรรยากาศจากการทำงานที่โต๊ะพนักงาน อีกทั้งเพิ่มให้พื้นที่นั้นมีหลากหลายประโยชน์ ในพื้นที่ที่มีขนาดจำกัด

(3) พื้นที่ส่วนตัว (private zone) เป็นพื้นที่ที่จะเชื่อมต่อเข้ามาจากส่วนพื้นที่ สาธารณะ เริ่มมีการใช้งานเพื่อผู้มาติดต่อเข้าพูดคุยกับพนักงาน

ส่วนทำงาน (working area) ควรออกแบบให้สร้างบรรยากาศทำงานให้มีสมาธิและสดชื่น สร้างความกระตือรือร้น การจัดมุมมองส่วนตัวเพื่อนำทำงานมากยิ่งขึ้น เพราะการมีสภาพแวดล้อมรอบตัวที่ดี เป็นส่วนหนึ่งในการเพิ่มผลผลิตขององค์กรเป็นอย่างมาก ทุกสิ่งในพื้นที่ที่มีผลต่อสายตาส่งผลทางด้านจิตใจและพฤติกรรม การออกแบบสามารถช่วยจะกระตุ้นให้มีความ

กระฉับกระเฉงและรู้ลึกขยันขันแข็งได้ อีกสิ่งหนึ่งที่ควรงานแผนคือการทำงานระบบเพื่อรองรับเทคโนโลยีต่าง ๆ ในการทำงาน

ที่เก็บเอกสาร (file storage) ควรมีที่เก็บเอกสารชนิดแผ่นกระดาษ โดยลำดับความสำคัญของเอกสารเช่น สัญญา ใบเสร็จ หรือเอกสารรายงานทั่วไป ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีการไฟล์ข้อมูลในคอมพิวเตอร์ แต่อย่างไรก็ตามควรมีพื้นที่ส่วนนี้ไว้อยู่บ้าง

ส่วนเตรียมอาหาร (pantry) อาจใช้ร่วมกับพื้นที่ห้องครัวของส่วนพักอาศัย อาจมีโต๊ะเก้าอี้ที่รองรับไว้สำหรับพนักงาน รับประทานอาหารในส่วนนี้ด้วยในเวลาทำงาน

ส่วนที่พักอาศัย (housing area) ควรที่จะมีการวางผังที่คำนึงถึงความสัมพันธ์ระหว่างของส่วนสำนักงานกับส่วนพักอาศัยที่เหมาะสม เช่น ทางสัญจร พื้นที่ส่วนกลางที่มีการใช้ร่วมกัน ห้องนอนหรือห้องพักผ่อนสำหรับเจ้าของผู้อยู่อาศัย

2.2.4.2 กำหนดแนวความคิดสร้างสรรค์เฉพาะตัว

- กำหนดความเป็นเอกภาพของแนวคิดทั้งองค์กร โดยเสนอถึงการเชื่อมความสัมพันธ์ ซึ่งการออกแบบต้องสะท้อนแบรนด์ลักษณะเด่นขององค์กรนั้น ๆ ออกมา แล้วจึงนำมาพัฒนาเป็นรูปธรรมต่อไป

- กำหนดสัญลักษณ์ เริ่มตั้งแต่การตีความจากเอกลักษณ์ขององค์กร แล้วสะท้อนรูปแบบที่จับต้องได้ในการออกแบบที่เกิดขึ้น

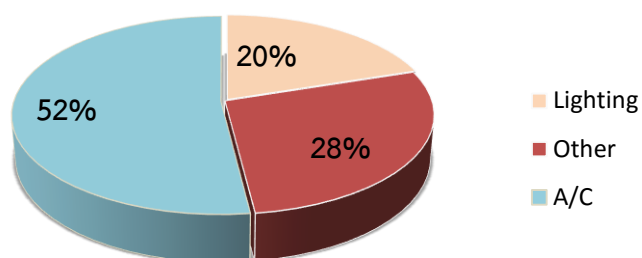
2.2.4.3 การจัดผังสำนักงาน

- คำนึงถึงวัฒนธรรมองค์กร
- คำนึงถึงรูปแบบในการทำงาน การนำเสนอการจัดวาง การกันผนังต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดมุมมองใหม่ ควรใช้หลักเหตุผลในการพัฒนาแบบต่อไป

2.2.4.4 การสร้างบรรยากาศ

- การทำให้เกิดบรรยากาศ ด้วยการใช้สีที่สดใส สบายตาแก่ผู้ใช้งาน
- การใช้แสงอย่างเหมาะสม กับขนาดพื้นที่ จำนวนผู้ใช้งาน อีกทั้งสอดคล้องกับกิจกรรมที่เกิดขึ้น ที่สำคัญนั้นควรที่จะออกแบบให้สามารถใช้แสงธรรมชาติได้มากที่สุด

2.2.4.5 การบริหารการใช้พลังงาน การออกแบบที่คำนึงถึงการรู้จักใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เช่นการวางระบบประหยัดไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ รวมถึงการคำนวณการใช้งานในแต่ละพื้นที่ตามช่วงเวลาการทำงาน



ภาพที่ 2.5 สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารประเภทสำนักงาน. โดย โครงการส่งเสริมการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคาร, 2552.

ตารางที่ 2.2

ค่าดัชนีการใช้พลังงานของอาคารอ้างอิง และอาคารมาตรฐานตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี 2551

ประเภทอาคาร	อาคารอ้างอิง kWh/m ² -y	อาคารมาตรฐาน ตาม พ.ร.บ. kWh/m ² -y
สำนักงาน	146.4	98.7
โรงแรม	173.2	117.0
โรงพยาบาล	148.8	123.9
ห้างสรรพสินค้า	556.0	394.3
สถานศึกษา	94.0	79.3
อาคารอื่น ๆ	139.7	117.2
อาคารชุด	118.4	105.3
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	394.7	300.9

จากตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นว่าในการตัดทำมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคารควบคุม นั้น สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน แบ่งออกเป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ซึ่งใช้ไปกับการปรับอากาศ เป็นจำนวนร้อยละ 52 ลำดับต่อไป คือ ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ เป็นจำนวนร้อยละ 28 และระบบแสงสว่างใช้พลังงานเป็นจำนวนร้อยละ 20 และจากตารางที่ 2.1 หากพบว่าการประเมินอาคารที่มีการใช้พลังงานสูงกว่าอาคารอ้างอิงมาก ก็ได้มีการพิจารณาปรับปรุงอาคารใหม่ เพราะหากว่าอาคารมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำมาก การปรับปรุงจะคุ้มทุนในระยะเวลาสั้น (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2552)

อาจกล่าวได้ว่าอาคารสำนักงาน เป็นการใช้งานอาคารประเภทหนึ่งที่มีกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงานเป็นจำนวนมาก เพราะมีการใช้พลังงานจากเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จำนวนผู้ใช้ อีกทั้งแสงสว่างที่เพียงพอ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นแก่เจ้าของกิจการ ทั้งนี้จึงเหมาะสมที่จะปรับปรุงให้เป็นอาคารอนุรักษ์พลังงาน

2.3 แนวคิดและทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน

การอนุรักษ์พลังงานตามพระราชกฤษฎีกาปี พ.ศ. 2538 และพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2535 มีวัตถุประสงค์ในการกำกับดูแลส่งเสริมและสนับสนุนให้ผู้ที่อยู่ภายใต้บังคับของกฎหมาย (อาคารควบคุม) มีการอนุรักษ์พลังงานด้วยการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด ส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการผลิตเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพและวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานขึ้นภายในประเทศให้มีการใช้อย่างแพร่หลาย และส่งเสริม สนับสนุนให้มีการอนุรักษ์พลังงานเป็นรูปธรรมด้วยการจัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อใช้เป็นกลไกในการให้การอุดหนุนช่วยเหลือทางการเงินในการอนุรักษ์พลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2535)

2.3.1 นโยบายและข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน

กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ซึ่งออกตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ได้มีการกำหนดรายละเอียด

เกี่ยวกับ หลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยเฉพาะการพิจารณาค่าการถ่ายเทความร้อนรวม และค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดภายในอาคารไว้ดังนี้

ตารางที่ 2.3

แสดงค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (LPD)

ประเภทอาคาร	OTTV (Watt/m ²)	RTTV (Watt/m ²)	ค่ากำลังส่องสว่าง สูงสุด(Watt/m ²)
1. สถานศึกษา สำนักงาน	50	15	14
2. โรงแรม ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40	12	18
3. โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30	10	12

หมายเหตุ. โดย พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี ฉบับที่ 2, 2550.

การถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคาร (Overall Thermal Transfer Value: OTTV) คือ ค่าเฉลี่ยต่อตารางเมตรของปริมาณความร้อนจากภายนอกถ่ายเทผ่านผนัง และช่องเปิดหรือหน้าต่างเข้าสู่ภายในตัวอาคาร โดยรวมปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังทุกด้าน แล้วนำมาหารด้วยพื้นที่ผนังทั้งหมด สำหรับค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (Roof Thermal Transfer Value : RTTV) การคำนวณค่าถ่ายเทความร้อนรวมจะใช้สำหรับอาคารปรับอากาศ ซึ่งโดยทั่วไปภาระในการทำความเย็น หรือในการปรับอากาศ ประกอบด้วย ความร้อนจากแหล่งที่มา 2 แหล่งกำเนิด (ตรึงใจ บุณสมภพ, 2539) ดังต่อไปนี้

1. ความร้อนที่ได้รับจากภายนอกอาคาร (heat gain from external sources) ส่วนใหญ่ที่เป็นสำคัญนั้นมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ และการนำความร้อนผ่านผนังอาคาร
2. ความร้อนที่ได้รับจากภายในอาคาร (heat gain from internal sources) คือ ความร้อนจากผู้อยู่อาศัยหรือการใช้พลังงานจากแสงสว่าง และอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ

ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนัง (Overall thermal transfer value: OTTV) จะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคาร ในแต่ละด้านอาคาร ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$OTTV_i = (U_w)(1-WWR)(TD_{eq}) + (U_f)(WWR)(\Delta T) + (WWR)(SHGC)(SC)(ESR) \dots (1)$$

- เมื่อ $OTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกที่พิจารณา (W/m^2)
 U_w = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
 WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง และ/หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา
 TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ ($^\circ C$)
 U_f = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของผนังโปร่งแสง หรือกระจก ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
 ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร ($^\circ C$) สำหรับประเทศไทย คือ 5°
 $SHGC$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสงหรือกระจก
 SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด
 ESR = ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสง และ/หรือผนังทึบ (W/m^2)

ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof thermal transfer value: RTTV) จะคำนวณจากค่าเฉลี่ยของค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารแต่ละส่วน โดยสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$RTTV_i = (U_r)(1-SRR)(TD_{eq}) + (U_s)(SRR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR) \dots (2)$$

- เมื่อ $RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารส่วนที่พิจารณา (W/m^2)
 U_r = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาทึบ ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
 SRR = อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา
 TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในของหลังคา ซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของหลังคา ($^\circ C$)
 U_s = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของหลังคาโปร่งแสง ($W/m^2 \cdot ^\circ C$)
 ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกหลังคาอาคาร ($^\circ C$)
 $SHGC$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง
 SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR = ค่ารังสีอาทิตย์ที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาโปร่งแสง หรือหลังคาทึบแสง (W/m²)

ในกรณีที่อาคารมีประสิทธิภาพของอุปกรณ์หรือระบบใดระบบหนึ่งหรือมากกว่าไม่ผ่านเกณฑ์ ประสิทธิภาพตามที่กำหนดไว้ โดยคำนวณค่าการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารดังกล่าวกับอาคาร อ้างอิงในรอบ 1 ปี ทั้งนี้เพื่อนำมาเปรียบเทียบพิจารณาประเมินตามเกณฑ์ อาคารจะผ่านเกณฑ์ได้ก็ ต่อเมื่อค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารนั้นทั้งปีต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานโดยรวมทั้งปีของอาคาร อ้างอิง ซึ่งมีพื้นที่การใช้งาน ทิศทาง และพื้นที่กรอบอาคารเช่นเดียวกับอาคารที่จะก่อสร้าง โดยอาคาร ที่ใช้อ้างอิงจะต้องมีคาระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศตามข้อกำหนด ของแต่ละระบบ

การหาปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$E_{pa} = \sum \left[\frac{A_w(OTTV)}{COP} + \frac{A_r(RTTV)}{COP} + A \left\{ \frac{C_1(LPD) + C_e(EQD) + 130C_o(OCCU) + 24C_v(VENT)}{COP} \right\} \right] n_h \dots(3)$$

$$+ \sum A(LPD + EQD)n_h - PVE$$

เมื่อ

LPD = กำลังไฟฟ้าส่องสว่าง (W/m²)

EQD = กำลังไฟฟ้าที่ใช้สำหรับอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ (W/m²)

OCCU = ความหนาแน่นของผู้ใช้อาคาร (person/m²)

VENT = อัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ (l/s)

COP = ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำระบบปรับอากาศขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่

A = พื้นที่ส่วนปรับอากาศ (m²)

PVE = ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยรายปีที่ผลิตโดยเซลล์แสงอาทิตย์ (kWh)

C₁, C_e, C_o, C_v = สัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ

จากไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ผู้ใช้อาคาร และการระบาย อากาศ

n_h = จำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท

ตารางที่ 2.4

ค่าสัมประสิทธิ์สัดส่วนความร้อนที่เป็นภาระแก่ระบบปรับอากาศ และจำนวนชั่วโมงใช้งานสำหรับอาคารแต่ละประเภท

ประเภทของอาคาร	Cl	Ce	Co	Cv	nh
สถานศึกษา สำนักงาน	0.84	0.85	0.90	0.90	2340
โรงแรม ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	0.84	0.85	0.90	0.90	4380
โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	1.0	1.0	1.0	1.0	8760

หมายเหตุ. โดย พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี ฉบับที่ 2, 2550.

2.3.2 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานอาคาร

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานของอาคารนั้น เป็นส่วนที่จะสามารถนำไปต่อยอดในเรื่องการคิดต้นทุนในการลงทุนนั้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะคิดเฉพาะส่วนที่มีความแตกต่างกันในการปรับปรุงระหว่างอาคารที่นำมาเปรียบเทียบ โดยต้นทุนอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวในงานวิจัยนี้ ทางผู้วิจัยได้ สมมุติให้ทั้งรูปแบบเดิมกับผ่านการจำลองปรับปรุงอาคารนำมาเปรียบเทียบเสมือนมีค่าเท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการเกิดพลังงานอาคารในด้านต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 กรอบอาคาร

วัสดุที่ใช้ระบบเปลือกอาคารได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น มีระบบผนังกระจกภายนอกอาคารและหลังคาที่สามารถกันความร้อน ความชื้น อีกทั้งมีความคงทนสูง บำรุงรักษาได้ง่ายขึ้น เมื่อจะใช้วัสดุเหล่านี้จึงควรศึกษาคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับพลังงานด้านการป้องกันความร้อน นอกจากนี้กรอบอาคารเปรียบเสมือนตัวกลางระหว่างการเกิดพลังงานจากภายในและภายนอก ปรีศนิเมชศรีสวัสดิ์ (2548) ได้กล่าวว่า การถ่ายเทความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารนั้นส่งผลต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศและการใช้พลังงานเพื่อการปรับอากาศ การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทเข้าสู่อาคารปรับอากาศจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง และเป็นสิ่งที่ทำได้ตั้งแต่การออกแบบอาคาร โดยเฉพาะส่วนที่เป็นกรอบอาคาร และปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารประกอบไปด้วย 3 แหล่ง คือ การนำความร้อนผ่านผนังทึบ การนำความร้อนผ่านกระจกหน้าต่างหรือผนังโปร่งแสง และการแผ่รังสีความร้อนผ่านกระจกหน้าต่าง หรือผนังโปร่งแสง

(1) ค่าพลังงานความร้อนที่ผ่านผนังจะแปรผันไปกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุผนัง ความเป็นฉนวนความร้อนของผนัง สีความหนาแน่นของมวลผนังและสี นั้นหมายถึง

วัสดุที่มีค่าความต้านทานความร้อนที่ดีมีผนังที่หนา สีผิวของผนังเป็นสีอ่อน และมีมวลของผนังมาก สามารถต้านทานพลังงานความร้อนที่จะผ่านเข้ามาในอาคารได้ดี สำหรับผนังทั่วไปที่มักจะนิยมก่อสร้างกัน ถ้าหากไม่มีช่องเปิด หน้าต่างหรือผนังกระจก ส่วนใหญ่จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 45 วัตต์ต่อตารางเมตรยกเว้นกรณีที่ใช้ผนังกระเบื้องซีเมนต์ชั้นเดียว ทั้งประเภทแผ่นบางและแผ่นหนา

(2) ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารทางหลังคาจะเป็นในลักษณะเดียวกับผนัง ซึ่งแปรผันกับคุณสมบัติเชิงความร้อนของวัสดุหลังคา และฝ้าเพดาน สีและความหนาแน่นของมวลหลังคา สำหรับวัสดุหลังคาที่นิยมในปัจจุบัน จะมีค่าพลังงานความร้อนต่อตารางเมตรที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 25 วัตต์ต่อตารางเมตร เพราะหลังคาส่วนใหญ่ไม่ได้มีการบุนวมกันความร้อนไว้

(3) พลังงานความร้อนที่ผ่านกระจกเข้าสู่อาคารแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1. พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารจากวิธีนำความร้อน ปริมาณความร้อนโดยจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติการนำความร้อนของกระจก และค่าอุณหภูมิที่แตกต่างกันทั้งภายในและภายนอกของอาคาร

2. พลังงานความร้อนที่เข้าสู่อาคารด้วยวิธีการส่งผ่านความร้อนรังสีอาทิตย์เข้าสู่ อาคาร ทั้งนี้ปริมาณความร้อนในส่วนนี้ขึ้นอยู่กับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด (shading coefficient) ของกระจก ค่ารังสีอาทิตย์ในแต่ละทิศทางที่กระจกรับแสงอาทิตย์ และอุปกรณ์บังแดดภายนอกอาคาร

ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้เป็นวัสดุผนังอยู่ทั่วไป ระบบของวัสดุกรอบอาคารที่ใช้เป็นวัสดุผนัง แบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่

(1) ผนังที่เป็นมวลสาร (mass wall) หมายถึง ผนังที่มีมวลสารยึดติดกันทั่วทั้งผนังจากการก่อหรือโดยที่การหล่อเข้าด้วยกัน เช่น ผนังก่ออิฐมวลเบา ผนังก่อคอนกรีตบล็อก ผนังคอนกรีตสำเร็จรูป และผนังก่อคอนกรีตมวลเบา เป็นต้น

(2) ผนังที่เป็นโครงเคร่า (framing wall) หมายถึง ผนังที่มีโครงเคร่าเป็นโครงสร้างของผนัง และบุแผ่นวัสดุปิดผิวด้านนอกและด้านใน วัสดุที่ใช้เป็นโครงเคร่า เช่น เหล็กชุบสังกะสี อลูมิเนียม ไม้ เป็นต้น ส่วนวัสดุปิดผิวที่ใช้กันทั่วไปตามความเหมาะสมในการใช้งาน ได้แก่ แผ่นไม้สังเคราะห์ แผ่นยิปซัมบอร์ด แผ่นกระเบื้องใยหิน และแผ่นไฟเบอร์บอร์ด

(3) ผนังประกอบ (composite wall) หมายถึง ผนังที่ประกอบด้วยผนังมวลสารและผนัง โครงเคร้าเข้าด้วยกัน รวมถึงการบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดต่าง ๆ ระหว่างโครงเคร้าด้วย

(4) ระบบเปลือกอาคาร (building envelope components) หมายถึง ส่วนประกอบ ของอาคารซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวกลางแบ่งกันและเชื่อมโยงสภาพแวดล้อมกับการใช้สอยของพื้นที่ภายในอาคาร

ระบบฉนวนอาคาร (building insulation systems) เมื่อฉนวนถูกติดตั้งในอาคารที่ปิดมิดชิด ความร้อนที่สูญเสียหรือได้รับมาผ่านอาคารปิดนี้将有ความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น โดยทั่วไปการติดฉนวนกับอาคารนั้นมักจะมึวัสดุอื่น ๆ ประกอบร่วมกับฉนวนด้วย ซึ่งการคำนวณค่าอนุรักษ์พลังงานนั้นจึงนำวัสดุที่ประกอบร่วมกันมาคิดจะให้ผลที่เป็นจริงมากกว่าการคิดเฉพาะฉนวนเพียงอย่างเดียว (สุธาสนี พุ่มมาลี, 2552)

ตารางที่ 2.5

การประกอบฉนวนกับอาคาร

ส่วนประกอบอาคาร	ฉนวนที่ใช้กับอาคารที่พักอาศัย
หลังคา/เพดาน	
คานโครงสร้างหลังคา	เส้นใยแร่อัดแผ่นหรือลูสฟิลล์ เซลลูโลสลูสฟิลล์
ด้านบนดาดฟ้า	โฟม/ใยไม้ แผ่นอัด
ด้านบนชั้นส่วนหลังคา	โฟมแผ่นอัด
ใต้ดาดฟ้า	เส้นใยแร่/ใยไม้ อัดแผ่น
ผนัง	
โพรงผนัง	เส้นใยแร่อัดแผ่นหรือลูสฟิลล์ เซลลูโลสลูสฟิลล์
การหุ้มโครง (Frame)	โฟม/ใยไม้ แผ่นอัด
ฐานล่างผนังภายใน	โฟมแผ่นอัด
ฐาน (Stucco)	-

ตารางที่ 2.5

การประกอบฉนวนกับอาคาร (ต่อ)

ส่วนประกอบอาคาร	ฉนวนที่ใช้กับอาคารที่พักอาศัย
เพนเนล (Panel)	-
พื้น	
ฐานล่างแผ่นคอนกรีต/ฉนวนตามแนวขอบ	โฟมแผ่นอัด
พื้นโครงไม้	เส้นใยแร่อัดแผ่น
ฐานราก/ผนัง	
การใช้งานภายนอก	โฟมแผ่นอัด
ฐานรากผนังภายใน	โฟมแผ่นอัด เส้นใยแร่อัดแผ่น

หมายเหตุ. โดย สุธาสินี พุ่มมาลี, 2552.

คุณสมบัติการถ่ายเทความร้อนของวัสดุผนัง

คุณสมบัติการที่ถ่ายเทความร้อนของวัสดุที่จะนำมาใช้เพื่อเป็นผนังภายนอกนั้นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่จะส่งผลต่อค่าปริมาณการใช้พลังงานของอาคาร ซึ่งโดยทั่วไปคุณสมบัติที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนมีดังต่อไปนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (thermal conductivity: K) คือ ค่าในส่วนพลังงานความร้อนของวัสดุที่ถ่ายเทปริมาณความร้อนที่ผ่านเนื้อวัสดุต่อ หน่วยความหนา ต่อหนึ่งหน่วยเวลา ต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิ และต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ โดยทั่วไปหน่วยที่ใช้เป็น $W/m \cdot ^\circ C$ หรือ $W/m \cdot K$

ค่าการต้านทานความร้อน (thermal resistance: R) คือ ค่าการบอกถึงอัตราส่วนระหว่างความหนาของวัสดุตามเขตแนวที่ความร้อนไหลผ่าน กับค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนของวัสดุ หรืออีกความหมายหนึ่งนั้นหมายถึง ความสามารถในการเป็นฉนวนของวัสดุ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า จำนวนชั่วโมงสำหรับงานความร้อน 1 Btu. จะถ่ายเทผ่านวัสดุหนา 1 ตารางฟุต โดยมีหน่วยเป็น $(m^2 \cdot ^\circ C)/W$ หรือ $(m^2 \cdot K)/W$

ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (coefficient of heat transmission : U) คือ ส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อน ค่า U-Value ของผนังอาคาร โดยจะต้องพิจารณาจากค่า

การต้านทานความร้อน R ของวัสดุแต่ละชนิด รวมถึงค่าการต้านทานความร้อนของฟิล์มอากาศและช่องว่างอากาศ มีหน่วยเป็น $W/m^2 \cdot ^\circ C$ หรือ $W/m^2 \cdot K$

ตารางที่ 2.6

ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด

ชนิดของผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์ การถ่ายเท ความร้อน	ผนัง สีอ่อน (W/m^2)	ผนัง สีปานกลาง (W/m^2)	ผนัง สีเข้ม (W/m^2)
ผนังชั้นเดียว				
1. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางชั้นเดียว	5.15	73.20	82.35	87.49
2. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนาชั้นเดียว	4.90	73.50	82.35	87.49
3. ผนังไม้ชั้นเดียว ½ นิ้ว	2.75	41.25	78.40	83.30
ผนัง 2 ชั้น				
4. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างบางมีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์อย่างบาง	2.63	39.45	42.08	44.71
5. ผนังกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนามีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ด้านในบุกระเบื้องซีเมนต์อย่างหนา	2.50	37.50	40.00	42.60
6. ผนังไม้ ½ นิ้ว มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีไม้อัด 4 มม.	1.82	27.30	29.12	30.94
7. ผนังไม้ ½ นิ้ว มีช่องว่างอากาศ 3 นิ้ว ภายในตีกระเบื้องซีเมนต์	1.98	29.70	31.68	33.66

ตารางที่ 2.6

ค่าพลังงานความร้อนที่ถ่ายเทผ่านผนังแต่ละชนิด (ต่อ)

ชนิดของผนัง	ค่าสัมประสิทธิ์ การถ่ายเท ความร้อน	ผนัง สีอ่อน (W/m ²)	ผนัง สีปานกลาง (W/m ²)	ผนัง สีเข้ม (W/m ²)
ผนังก่ออิฐ				
8. ผนังอิฐมอญก่อตามยาว ฉาบปูน	1.59	19.08	20.67	22.26
9. ผนังอิฐมอญก่อตามขวาง 2 ด้าน	1.37	13.70	15.07	16.44
10. ผนังอิฐซีเมนต์บล็อก ก่อฉาบปูน 2 ด้าน	1.66	19.92	21.58	23.24

หมายเหตุ. โดย พงพัฒน์ มั่งคั่ง, 2536.

ส่วนหลังคาอาคาร หมายถึง การใช้วัสดุที่ใช้มุงหลังคาของอาคารเป็นส่วนที่รองรับการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์โดยตรง โดยที่หลังคาเป็นส่วนบนสุดของอาคารที่จะได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์โดยตรงถึงร้อยละ 50 ของความร้อนที่เข้ามาในอาคารชั้นบนที่จะมาทางหลังคา (พงษ์กานต์ อานนท์วัฒนกร, 2549) สามารถใช้คำนวณกันความร้อนจำพวกเดียวกับที่ใช้บุผนัง เพื่อลดการนำความร้อนผ่านหลังคา โดยบุแนบกับพื้นล่างของหลังคาส่วนที่ทึบแสงหรือบนเพดานใต้หลังคา เพื่อลดการถ่ายเทความร้อน เช่น การติดตั้งแผ่นอลูมิเนียมฟอล์ยที่ติดมาพร้อมกับฝ้าเพดาน เพื่อสะท้อนความร้อน อาจเป็นชนิดที่เป็นอลูมิเนียม ทาสีกันความร้อนให้กับหลังคาโดยใช้สีสะท้อนแสง หรือสีกันความร้อนที่ผลิตจากวัสดุประเภทเซรามิก (ceramic coating) อาจใช้กระเบื้องที่มีสีอ่อนเพื่อทำให้ลดการดูดกลืนความร้อน ยืนยันสาเหตุหรือการทำหลังคาบังแสงแดด โดยอาจจะเป็นหลังคาชนิดเบาซ้อนเพิ่มชั้นหนึ่ง เพื่อให้อากาศสามารถถ่ายเทระหว่างกลางได้สะดวก เป็นการป้องกันไม่ให้หลังคาหรือ skylight ถูกแสงแดดโดยตรง ถ้ามีการใช้ส่องแสงบนหลังคา เพราะความร้อนมากกว่าร้อยละ 90 ของความร้อนนั้นมาจากการแผ่รังสีความร้อนของหลังคาเข้ามายังภายในอาคาร วัสดุหลังคาเองนั้นควรเป็นวัสดุที่มีมวลสารน้อยมีการดูดกลืนและสะสมความร้อนต่ำ มีค่าความต้านทานสูงเช่นกัน (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ, 2545) โดยที่หลังคาลาดเอียง เช่น หลังคาจั่ว หลังคาปั้นหยา ถือว่าเป็นลักษณะที่เหมาะสมกับสภาพดินฟ้าอากาศแบบร้อนชื้น

ตารางที่ 2.7

การเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อน (Q) ของหลังคารูปทรงต่าง ๆ โดยใช้ผังอาคารเดียวกันและมีการยื่นชายคาเท่ากัน

ลำดับ	รูปแบบหลังคา	มุม	พื้นที่ผิวหลังคา	วัสดุผนังหลังคา	ฉนวนที่ใช้	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (T_{dq})	ปริมาณความร้อน (Q) Watt	ส.ป.ส. การถ่ายเทความร้อน (U)รวม
1	ทรงปั้นหยา	35°	170.1	กระเบื้อง เหล็กเคลือบ สังกะสี	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	20	2189	0.6240
2	ทรงปั้นหยา	35°	170.1	กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	32	2638	0.4701
3	ทรงปั้นหยา	35°	170.1	กระเบื้องคอนกรีต	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	28	2438	0.4964
4	ทรงจั่ว	35°	175.6	กระเบื้อง เหล็กเคลือบ สังกะสี	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	20	2192	0.6240
5	ทรงจั่ว	35°	175.6	กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	32	2641	0.4701
6	ทรงจั่ว	35°	175.6	กระเบื้องคอนกรีต	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	28	2441	0.4964
7	ทรงจั่ว	60°	203.4	กระเบื้อง เหล็กเคลือบ สังกะสี	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	20	2977	0.7318
8	ทรงจั่ว	60°	203.4	กระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	32	3442	0.5287
9	ทรงจั่ว	60°	203.4	กระเบื้องคอนกรีต	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	20	3203	0.5623
10	ทรงราบไม่มีช่องว่างอากาศ	0°	145.6	ค.ส.ล.	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	24	3847	1.1147

ตารางที่ 2.7

การเปรียบเทียบอัตราการถ่ายเทความร้อน (Q) ของหลังคารูปทรงต่าง ๆ โดยใช้ผังอาคารเดียวกันและมีการยื่นชายคาเท่ากัน (ต่อ)

ลำดับ	รูปแบบหลังคา	มุม	พื้นที่ผิวหลังคา	วัสดุผนังหลังคา	ฉนวนที่ใช้	ค่าความแตกต่างของอุณหภูมิ (T_{deq})	ปริมาณความร้อน (Q) Watt	ส.ป.ส. การถ่ายเทความร้อน (U)รวม
11	ทรงราบไม่มีช่องว่างอากาศ	0°	145.6	ค.ส.ล.	ยิปซัมบอร์ดหนา 9 มม.	24	3222	0.9336

หมายเหตุ. โดย ศุภลักษณ์ ใจเรือง, 2542.

คุณสมบัติของกระจกอาคาร

ในอาคารที่มีกระจกซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของผนังภายนอกอาคาร คุณสมบัติของกระจกที่นอกเหนือจากการถ่ายเทความร้อนของกระจก (U-value) ซึ่งเป็นคุณสมบัติโดยทั่วไปของค่าวัสดุในการพิจารณานั้นควรที่จะนำค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจากรังสีอาทิตย์ผ่านกระจก (Solar Heat Gain Coefficient: SHGC) คือ อัตราส่วนของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านวัสดุผนังและหลังคาส่วนโปร่งใสหรือโปร่งแสงของช่องแสงสามารถทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อนเข้าภายในอาคารได้ ซึ่งได้รวมผลของรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงโดยตรง กับการถ่ายเทความร้อนที่เกิดจากรังสีอาทิตย์ที่ดูดกลืนไว้ภายในตัวกระจกหรือวัสดุโปร่งแสงเข้ามาสู่ภายในอาคาร โดยสรุปแล้วปัจจัยที่มีผลต่อค่า U และค่า SHGC ของกระจกดังกล่าว คือ ชนิดของกระจก สีและความหนาของกระจก และสารเคลือบผิวกระจก (พุทธีนันท์ สวัสดิ์รัตนาร, 2550)

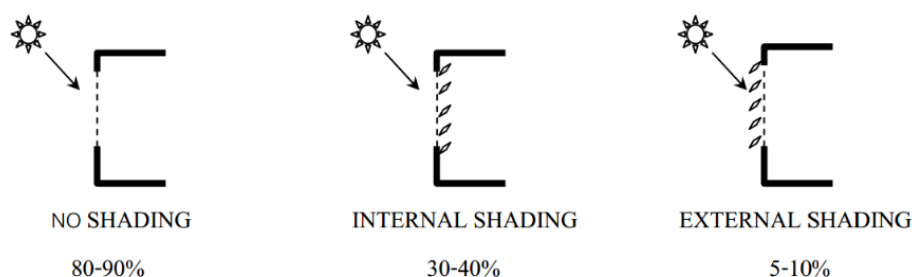
(1) ชนิดของกระจก แบ่งออกเป็น กระจกแผ่นเดียว (monolithic glass) กระจกแผ่นคู่ (laminated Glass) และกระจกอินซูลेट (insulated glass) หรือกระจกฉนวนที่มีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง ซึ่งกระจกชนิดอินซูลेटจะมีค่า U ต่ำกว่ากระจกชนิดอื่นอยู่มาก จากการใช้กระจก 2 ชั้น โดยที่มีช่องว่างอากาศและก๊าซป้องกันความร้อนขึ้นไว้บริเวณตรงกลาง พบว่าจะสามารถช่วยลดความร้อนได้ประมาณร้อยละ 70-80 (พรณจิรา ทิศาวิภาต, 2548)

(2) สีและความหนาของกระจก ส่วนใหญ่กระจกที่นิยมนำมาแปรรูปในงานอุตสาหกรรมกระจกแบ่งเป็นกระจกใสและกระจกสีเป็นหลัก เนื่องจากสีของเนื้อกระจกที่เกิดจากการเติมโลหะออกไซด์ต่าง ๆ เป็นตัวดูดความร้อน ทำให้เกิดความร้อนจากกระจกแผ่เข้าสู่ภายในอาคารซึ่งความเข้มของสีจะเพิ่มมากขึ้นตามความหนาของกระจก แต่จะทำการตัดแสงไม่ให้เข้ามาภายในอาคารมาก อีกทั้งมีค่าสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบการบังแดด (coolness index) ต่ำกว่ากระจกใสอยู่มาก และเมื่อค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดที่มากขึ้น ปริมาณแสงที่เข้ามามีค่าน้อยทำให้มีค่าแปรผันตรงกับปริมาณความร้อนที่เข้ามาได้น้อยเช่นเดียวกัน และสามารถสกัดกั้นความร้อนจากแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบได้มากกว่ากระจกใส สวิชญา ดาวประกายมงคล (2552) ได้รายงานสรุปว่า กระจกสีจะให้ค่าแสงส่องผ่านที่สูงกว่ากระจกสี แต่ ในขณะเดียวกันก็นำความร้อนผ่านเข้าสู่อาคารได้มากกว่ากระจกสี และสามารถตัดแสงได้มากขึ้นตามความหนาของกระจก

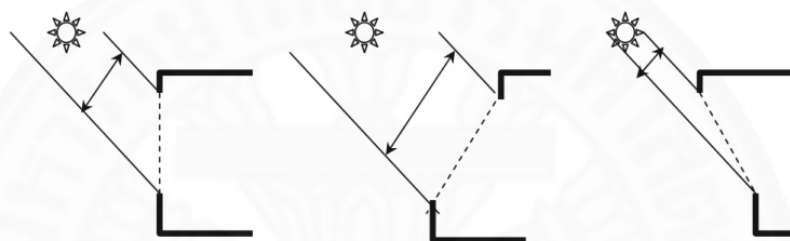
(3) สารเคลือบกระจก การเคลือบสารบนผิวกระจกนั้นมียุทธประสงค์เพื่อให้กระจกสามารถสะท้อนแสงและคลื่นรังสีความร้อนส่วนหนึ่งจากแสงแดดได้ดี กระจกที่มีสารเคลือบจะสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ กระจกสะท้อนแสงหรือกระจกสะท้อนรังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar Reflective Glass) มีลักษณะเป็นกระจกธรรมดาที่เคลือบด้วยโลหะออกไซด์มีค่าการสะท้อนแสงค่อนข้างสูงความโปร่งแสงค่อนข้างน้อย และ กระจกแผ่นรังสีต่ำ (Low-E Glass) โดยทั่วไปนั้นกระจก Low-E จะช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นจากการนำกระจกมาเคลือบสารโลหะโดยมีโลหะเงินบริสุทธิ์เป็นองค์ประกอบหลักสำคัญ ซึ่งสามารถที่จะป้องกันการถ่ายเทความร้อนผ่านกระจกได้ดี โดยที่ยอมให้แสงผ่านได้มากกว่ากระจกสะท้อนแสง อีกทั้งช่วยสะท้อนรังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ได้ไว้ในระดับหนึ่งซึ่งปริมาณการสะท้อนขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ส่งผลให้ช่วยลดความเสียหายแก่เฟอร์นิเจอร์ภายในห้องขึ้นต่าง ๆ ได้ และช่วยลดความจ้าของแสงอาทิตย์ได้น้อยกว่ากระจกสะท้อนแสงที่มีค่า SHGC สูงกว่า โดยที่ยอมให้แสงส่องผ่านเข้ามาภายในอาคารได้มากกว่า ทั้งนี้เมื่อเทียบกระจก Low-E กับกระจกที่ไม่ได้เคลือบสารจะพบว่ากระจก Low-E สามารถลดการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ได้ถึงร้อยละ 75 ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ค่าการถ่ายเทความร้อนของกระจก (U-value) ที่ลดลง (สุธาสิณี พุ่มมาลี, 2552)

สัดส่วนช่องเปิดกับผนังอาคาร (Window to Wall Ratio: WWR)

WWR หมายถึง อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง หรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่จะนำมาพิจารณา โดยที่การกำหนดค่า WWR ควรคำนึงถึงการใช้ประโยชน์ที่ได้จากแสงธรรมชาติ และรวมถึงปริมาณการใช้พลังงานของอาคารที่เหมาะสม ซึ่งการเปิดช่องเปิดไม่ควรที่จะเปิดถึงพื้น เพราะการป้องกันความร้อนจะต้องป้องกันทั้งแสงแดดโดยตรง ซึ่งชายคาจะต้องยื่นออกไปให้มากขึ้นหรือใช้ผนังอุปกรณ์การบังแดดช่วย อีกทั้งจะต้องป้องกันรังสีสะท้อนจากพื้นดิน



ภาพที่ 2.6 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความร้อนที่ผ่านเข้ามาภายในอาคาร โดยเปรียบเทียบรูปแบบช่องเปิดที่ไม่มีอุปกรณ์บังแดด มีอุปกรณ์บังแดดภายใน และมีอุปกรณ์บังแดดภายนอก. โดย Benjamin H.Evans, Daylight in Architecture, (New York : AIA ,1981), 70.



ภาพที่ 2.7 ลักษณะระนาบของช่องเปิดที่มีผลต่อมุมตกกระทบรังสีจากดวงอาทิตย์. โดย Benjamin H.Evans, Daylight in Architecture, (New York : AIA ,1981), 72.

2.3.2.2 การให้แสงสว่างภายในอาคาร

ในการคำนวณการส่องสว่างที่นิยมใช้มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ วิธีการคำนวณแบบลูเมน (lumen method) และแบบจุดต่อจุด (point by point) การคำนวณแบบวัดต่อตารางเมตรนั้นมีการใช้มากขึ้นเพราะใช้เวลารวดเร็วกว่า และเหมาะสมกับงานที่ไม่ใช้ในการหาค่าอย่างละเอียดมากนัก เช่น การส่องสว่างภายในกับพื้นที่ขนาดไม่ใหญ่มาก กรณีที่ต้องการให้แสงสว่างสม่ำเสมอ โดยใช้คุณสมบัติการสะท้อนแสงของวัสดุทั้งผนัง พื้น และเพดาน มาประกอบการพิจารณาด้วยเช่นกัน ซึ่งการคำนวณการส่องสว่างในส่วนสำนักงาน ห้องเรียนในอาคารเรียน ห้องในบ้านพักอาศัย ส่วนการคำนวณแบบจุดต่อจุดมักใช้สำหรับการส่องสว่างแบบเน้นเป็นจุด หรือกรณีที่ต้องการคำนวณอย่างละเอียดเพื่อความถูกต้องในการมองเห็นของวัตถุหรือความปลอดภัย ตัวอย่าง เช่น การให้แสงกับรูปภาพ และการส่องสว่างของไฟข้างถนนหรือสนามกีฬา (พรรณชลัท, 2547) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกวิธีการคำนวณแบบลูเมนแบบวัดต่อตารางเมตร เพื่อหาจำนวนการใช้พลังงานจากปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ โดยที่ต้องมีค่าความส่องสว่างที่เหมาะสมและสอดคล้องต่อการใช้งานในพื้นที่นั้นด้วย

การคำนวณโดยวิธีลูเมนและวัตต์ต่อตารางเมตร

$$E = \frac{F \cdot n \cdot N \cdot MF \cdot UF}{A} \dots\dots\dots (4)$$

- เมื่อ E = ความส่องสว่าง (ลักซ์)
 F = ปริมาณแสง (ลูเมน/หลอด)
 n = จำนวนหลอดหรือโคม
 N = จำนวนดวงโคม
 MF = แฟกเตอร์การบำรุงรักษา (กำหนดค่า = 0.7)
 UF = สัมประสิทธิ์การใช้งาน (กำหนดค่า = 0.55)
 A = พื้นที่ (ตารางเมตร)

จากสมการข้างต้นค่าสัมประสิทธิ์การใช้งาน (UF) และแฟกเตอร์การบำรุงรักษา(MF) ที่นำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงตามตัวอย่างการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน คู่มือมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลง โดยที่ค่าความส่องสว่าง (Illuminance, E) ได้จากค่ามาตรฐานต่าง ๆ เช่น IES , CIE ที่ได้กำหนดความส่องสว่างของพื้นที่ใช้งานในแต่ละพื้นที่ใช้งานดังแสดงในตารางที่ 2.6 และค่าของ ASHERE ที่กำหนดการใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดวัตต์ต่อพื้นที่ในตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.8

ค่ามาตรฐานการส่องสว่างขององค์กรในประเทศไทย

ค่าการส่องสว่าง (lx)	รูปแบบการใช้งาน	องค์กร
400 ขึ้นไป	งานพิมพ์ดีด การเขียน การอ่าน	กระทรวงแรงงาน
300	พื้นที่เก็บเอกสาร ถ่ายเอกสาร พื้นที่สัญจร	สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA-GD003)
500	พื้นที่พิมพ์ เขียน อ่าน ใช้คอมพิวเตอร์	
750	พื้นที่ใช้เขียนแบบ	
300-700	พื้นที่ทำงานทั่วไป	กระทรวงพลังงาน (ตามมาตรฐาน IES)
300	พื้นที่ทำงานในสำนักงาน	กฎกระทรวง ฉ.39 พรบ. 2552

หมายเหตุ. โดย อรจิรา นพมงคล, 2556.

ตารางที่ 2.9

การใช้พลังงานของแหล่งกำเนิดแสงต่อพื้นที่

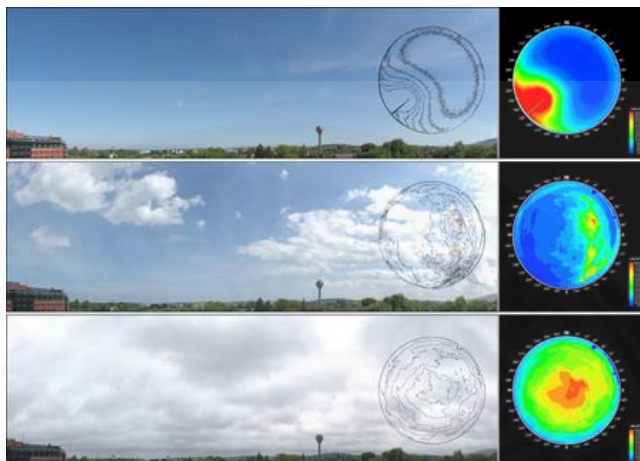
Common Space Types	LPD, W/ft ²	RCR Threshold
Lobby	0.9	4
Lounge/Recreation	0.73	4
Corridor/Transition	0.66	Width<8 ft
Conference/Meeting/Multipurpose	1.23	6
Office Enclosed	1.11	8
Office Open Plan	0.98	4
Restrooms	0.98	8
Storage	0.63	6
Dining Area	0.65	4

หมายเหตุ. จาก ASHRAE Fundamentals Handbook, โดย ASHRAE, 2010, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.

ทั้งนี้แสงจากดวงอาทิตย์ที่ให้งานกำเนิดแสงส่องผ่านมายังยังชั้นบรรยากาศนั้น เมื่อแสงตกกระทบกับพื้นผิวหรือวัสดุต่าง ๆ ในสภาพแวดล้อมจะเกิดพฤติกรรมการสะท้อนและดูดซึม จากนั้นส่งผ่านไปยังพื้นผิวทั้งวัสดุ โดยที่ปริมาณของแสงจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของพื้นผิวของวัตถุ เนื่องจากแสงธรรมชาติมีความเข้มแสงที่ปริมาณสูงมาก การนำมาใช้โดยไม่ควบคุมแสง อาจทำให้ความเข้มแสงที่ตกกระทบนั้นมีอยู่มากเกินไป อาจทำให้เกิดแสงจ้าได้ เช่น แสงตรงจากดวงอาทิตย์ที่ให้ระดับความส่องสว่างตั้งแต่ 10,000 ฟุตแคนเดิลขึ้นไป ไม่ควรนำแสงเหล่านั้นมาใช้โดยตรง ดังนั้นจึงควรออกแบบเปลือกอาคารหรือแผ่นบังแดดเพื่อลดและป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาลักษณะสภาพท้องฟ้าของ CIE (International Commission on Illumination) ได้แบ่งลักษณะท้องฟ้าออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะแรก คือ สภาพท้องฟ้าแจ่มใส (clear sky) ซึ่งปริมาณความสว่างจะขึ้นอยู่กับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ (solar altitude) เป็นหลัก ความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งประมาณ 3 เท่า มีค่าที่มากกว่าความสว่างในระดับสูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบซึ่งมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ระหว่าง 3,000-20,000 ลักซ์โดยมีค่าเฉลี่ย 10,000 ลักซ์ ลักษณะที่สอง สภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆเป็นบางส่วน (partly cloudy sky) มีค่าความสว่างที่ได้จากท้องฟ้าแบบโปร่ง 10%-15% จากการสะท้อนแสงของเมฆ ลักษณะที่สาม คือ และสภาพท้องฟ้าแบบมีเมฆเต็มท้องฟ้า (overcast sky) ค่าความสว่างในระดับ

สูงสุดที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวระนาบมีค่ามากกว่าค่าความสว่างในแนวระนาบที่ส่องกระทบพื้นผิวในแนวตั้งถึง 3 เท่า เกิดเป็นกรณีที่ความสว่างมีปริมาณที่แตกต่างกัน (non uniform brightness) ทำให้พื้นผิวในแนวระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้ง และในกรณีที่มีความสว่างสม่ำเสมอ (uniform brightness) ทั้งสองระนาบยังคงทำให้พื้นผิวในแนวระนาบมีความสว่างมากกว่าพื้นผิวในแนวตั้งเช่นกัน



ภาพที่ 2.8 แสดงสภาพท้องฟ้าของCIE ทั้ง 3 ลักษณะ. จาก *Whole-Sky Luminance Maps from Calibrated Digital Photography*, โดย Kenny, P., Olley, J., Lewis, J. O., 2006, in Eurosun, Glasgow, [Online].

ค่า Daylight Factor (DF) คือ ค่าสัดส่วนของปริมาณของแสงที่ตกลงบนพื้นที่ภายในอาคารแต่ละจุดต่อปริมาณแสงที่ตกลงบนพื้นที่ระนาบภายนอกของอาคาร โดยเงื่อนไขสภาพท้องฟ้าโปร่ง และไม่มีเมฆ (clear sky) หรือสิ่งกีดขวาง ซึ่งไม่รวมแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (excluded direct sun) ค่าที่ได้เป็นค่าเปอร์เซ็นต์ แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมเพื่อนำไปใช้เพื่อช่วยในการประเมินค่า DF เบื้องต้น (CIBSE, 1994) ทั้งนี้ค่า DF เป็นเพียงการชี้วัดค่าที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่หรือกิจกรรมภายในอาคารว่ามีความเหมาะสมเพียงพอต่อการใช้งาน

$$DF = \frac{A_g \theta \tau}{A(1-R^2)} \% \dots\dots\dots (5)$$

- เมื่อ
- A_g = พื้นที่ของกระจก (เมื่อหักพื้นที่ของวงกบและบานกรอบ)
 - θ = ขนาดของมุมท้องฟ้าจากจุดกึ่งกลางหน้าต่าง
 - τ = ค่าส่องผ่านของกระจกที่รวมถึงค่าสัมประสิทธิ์การดูแลรักษา
 - A = พื้นที่รวมของห้อง
 - R = ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนของแสงพื้นผิวถ่วงน้ำหนัก

ตารางที่ 2.10

ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการส่องสว่างระหว่าง CIE และ IES (USA) และมาตรฐานการกำหนดค่า daylight factor ตามประเภทการใช้งาน

พื้นที่ใช้งาน	ค่าการส่องสว่าง (lx) ตาม มาตรฐาน CIE	ค่าการส่องสว่าง (lx) ตามมาตรฐาน IES	ค่า daylight factor (%)		
			เฉลี่ย	ต่ำ	จุดที่วัด
อาคารทั่วไป					
ทางเดิน	50 – 100 -150	50 – 75 -100	2	0.6	พื้น
บันได – บันไดเลื่อน	100 – 150 – 200	100 – 150 – 200	2	0.6	ลูกนอน
ที่เก็บของ, ห้องเก็บของ	100 – 150 – 200	100 – 150 – 200	1.5	0.5	Work plane
ห้องน้ำ	100 – 150 – 200	100 – 150 – 200	1.5	0.5	Work plane
สำนักงาน					
พื้นที่ทั่วไป, พิมพ์ดีด, คอมพิวเตอร์	300 – 500 – 750	500 – 750 – 1000	5	2.5	Work plane
เขียนแบบ	500 – 750 – 1000	500 – 750 – 1000	5	2.5	Work plane
ห้องประชุม	300 – 500 - 750	200 – 300 -500	2	0.6	Work plane
โถงทางเข้า	500 – 750 – 1000	100 – 150 - 200			
ห้องสมุด					
หิ้งหนังสือ	150 – 200 - 300	200 - 300 – 500	5	1.5	Vertical
โต๊ะอ่านหนังสือ	300 - 500 – 750	200 - 300 – 500	5	1.5	Work plane
เคาน์เตอร์	200 - 300 - 500	200 - 300 – 500	5	2	Work plane
ห้องประชุม					
เอนกประสงค์	150 – 200 - 300	200 - 300 – 500	5	2.5	Work plane

หมายเหตุ. โดย ดลยา ศิริปัฐ, 2548.

การใช้แสงธรรมชาติร่วมกับแสงประดิษฐ์

การควบคุมแสงสว่างจากธรรมชาติที่ผ่านช่องแสงหรือหน้าต่างอาคาร สามารถนำไปเป็นประโยชน์ต่อวิธีช่วยลดการใช้พลังงานแสงไฟฟ้าได้ โดยที่ในขณะช่วงเวลากลางวันที่ใช้แสงไฟฟ้าร่วมกับแสงธรรมชาติ จนทำให้สามารถใช้งานอย่างสอดคล้องกับแสงธรรมชาติที่แปรเปลี่ยนไปตลอดวัน และการคำนึงถึงการมาช่วยในการสร้างความรู้สึกระตุ้นทางสายตา สร้างสภาพแวดล้อมให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกกระตือรือร้นในการทำงาน (productive environment) อีกทั้งการสร้างความสะดวกของปริมาณความร้อนที่รับเพิ่มขึ้น (heat gain) หรือที่สูญเสียไป (heat loss) การลดแสงบาดตา (glare) และความเปรียบต่าง (contrast) ที่สูงเกินไปที่พื้นที่ใช้งานนั้น ๆ การประสานความสวยงามและเป็นประโยชน์ใช้สอยของแสงธรรมชาติ ไม่เพียงแต่ให้แสงสว่างที่พอเพียงแก่ผู้ใช้อาคารเท่านั้น ยังมีความสำคัญในด้านการออกแบบที่จะสามารถลดปัญหามันอาจเกิดจากแสงธรรมชาติให้ได้ด้วย โดยอาศัยพื้นฐานเกี่ยวกับแสงสว่างและการมองเห็น (Benjamin H., 1981)

2.3.2.3 การคำนวณภาระปรับอากาศ

การคำนวณภาระปรับอากาศที่นิยมในปัจจุบันเป็นการคำนวณด้วยวิธี cooling load temperature difference, solar cooling load, cooling load factor (CLTD, SCL, CLF) จากหนังสือ ASHRAE Fundamental Hand Book (1997) ได้แบ่งการคำนวณภาระปรับอากาศด้วยวิธีต่าง ๆ โดยแบ่งออกเป็นรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) External cooling load

1. การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนผ่านเข้ามาทางกรอบอาคารที่หมายถึงผนังหลังคา ช่องเปิดหรือกระจกช่องแสง) โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Q = (U)(A)(CLTD) \dots\dots\dots (6)$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ($W/m^2 - K$)

A = พื้นที่ที่พิจารณา ตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินเข้ามา (m^2)

$CLTD$ = cooling load temperature difference ($^{\circ}C$)

โดยที่ค่า CLTD นี้จะแปรตามละติจูดและช่วงเวลาในการใช้งานในอาคาร ซึ่งกรณีของประเทศไทยมีการพิจารณาปรับใช้ค่าตามหนังสือคู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารซึ่งจะใช้ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายนอกและภายในอาคาร (TD_{eq}) แทนค่าดังกล่าว

2. การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนเนื่องจากรังสีแสงอาทิตย์ที่ส่องผ่านกระจกช่องแสงเข้ามาสู่ภายในอาคาร โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Q = (A)(SC)(SF) \dots\dots\dots (7)$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

A = พื้นที่โดยที่พิจารณาจากแนวตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเข้ามา (m^2)

SC = shading coefficientของวัสดุตัวกลาง

SF = solar heat gain factor

3. การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากการนำความร้อนเนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างอากาศในห้องฝ้าเพดานและพื้นห้อง โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Q = (U)(A)(T_1 - T_2) \dots\dots\dots (8)$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

U = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน ($W/m^2 - k$)

A = พื้นที่ที่พิจารณาตั้งฉากกับทิศทางที่ความร้อนเดินเข้ามา (m^2)

T_1 = อุณหภูมิในส่วนที่ต่อเนื่องกับพื้นที่ปรับอากาศ ($^{\circ}C$)

T_2 = อุณหภูมิในส่วนพื้นที่ปรับอากาศ ($^{\circ}C$)

(2) Internal cooling load

1. การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากผู้ใช้อาคาร โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Q_{\text{sensible}} = (N)(250)(CLF) \dots\dots\dots (9)$$

$$Q_{\text{latent}} = (N)(200)(CLF)$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

N = จำนวนผู้ใช้งานในอาคาร

CLF = cooling load factor มีค่าเท่ากับ 1

2. การคำนวณภาระปรับอากาศที่เกิดจากระบบแสงสว่างและอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร โดยใช้สูตรคำนวณ

$$Q = (W)(F_r)(F_s)(CLF) \dots\dots\dots (10)$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

- W = watt input ของอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือของระบบแสงสว่าง
 F_f = lighting use factor ของระบบแสงสว่าง
 F_s = special allowance factor ของอุปกรณ์ไฟฟ้าและแสงสว่าง
 CLF = cooling load factor มีค่าเท่ากับ 1

(3) Ventilation and Infiltration

การคำนวณภาระปรับอากาศจะประกอบด้วย 3 ส่วน โดยใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$Q_{\text{sensible}} = 1.08(V)\Delta T \dots\dots\dots (11)$$

$$Q_{\text{latent}} = 4840(V)\Delta W$$

$$Q_{\text{total}} = 4.5(V)\Delta H$$

เมื่อ

Q = ภาระการปรับอากาศ (W)

V = ปริมาณอัตราการถ่ายเทอากาศภายนอกที่นำเข้ามาในห้อง (CFM)

ΔT = ความต่างระหว่างอุณหภูมิอากาศภายนอกและภายใน (°C)

ΔW = ค่าความแตกต่างของความชื้นระหว่างภายนอกและภายใน
kg(water)/kg(dry air)

ΔH = ค่าความแตกต่างของ enthalpy ระหว่างภายในและภายนอก
kj/kg(dry air)

ทั้งนี้ในส่วนประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของภาระเครื่องปรับอากาศ โดยมีค่าแสดงอัตราส่วนของเครื่องปรับอากาศ ซึ่งเป็นค่าหลักที่ใช้วัดประสิทธิภาพการใช้พลังงานกับการใช้พลังงานค่าไฟฟ้าที่ใช้ คือค่า EER (Energy Effective Ratio) โดยมีสมการดังต่อไปนี้

ความเย็นที่เครื่องปรับอากาศสามารถทำได้ (Output) = Btu/hr บีทียู/ชั่วโมง
 กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็น (Input) = W กำลังไฟฟ้า (วัตต์)

$$EER = \frac{Output}{Input} = \frac{Btu/hr}{W} \dots\dots\dots (12)$$

เมื่อ $EER =$ ค่าวัดประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ

$Btu =$ ปริมาณความร้อนที่เพิ่มอุณหภูมิของน้ำ 1 ปอนด์ หรือ 0.45 กิโลกรัม
 ขึ้นที่อุณหภูมิ 1 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 0.56 องศาเซลเซียส

$hr =$ จำนวนชั่วโมง

$W =$ กำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ได้กำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standard (MEPS) โดยกำหนดให้เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องขนาดไม่เกิน 8,000 และ 12,000 วัตต์ มีอัตราส่วน ประสิทธิภาพพลังงานไม่น้อยกว่า 2.82 และ 2.53 (9.6 และ 8.6 BTU/hr/W กฟผ. จึงได้ปรับเกณฑ์ประสิทธิภาพเบอร์ 5 จากเดิม เพื่อให้เกิดการพัฒนาและประหยัดพลังงานเพิ่มขึ้น จากค่าประสิทธิภาพพลังงาน EER 10.6 เป็น EER 11 ซึ่งสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ประมาณร้อยละ 5

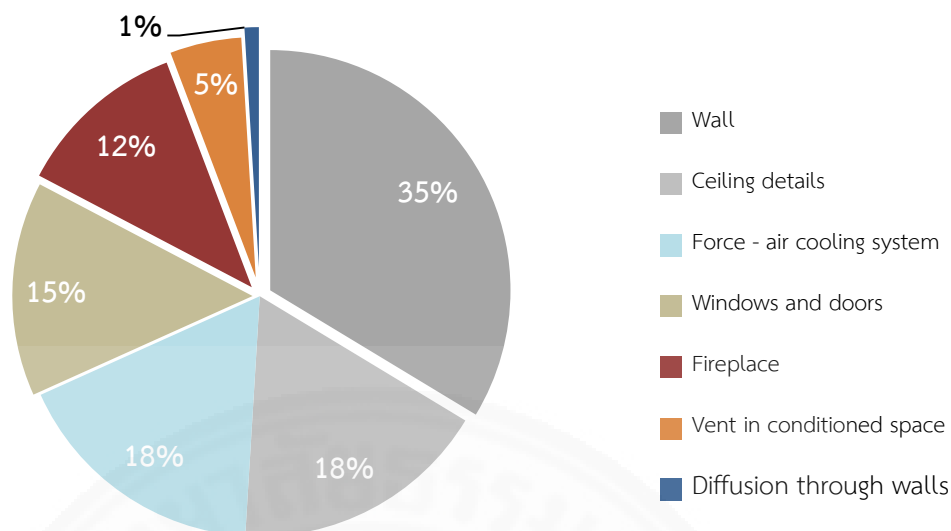
ตารางที่ 2.11

เกณฑ์มาตรฐานเครื่องปรับอากาศฉลากเบอร์ 5

เบอร์ฉลาก	EGAT regulation $Q \leq 8000W$	
	EER	COP Reference
	BTU/h-w	W/W
5	$11.6 \leq EER$	$3.40 \leq COP$
4	$10.6 \leq EER < 11.6$	$3.11 \leq COP < 3.40$
3	$9.6 \leq EER < 10.6$	$2.82 \leq COP < 3.11$
2	$8.6 \leq EER < 9.6$	$2.53 \leq COP < 2.82$
1	$EER < 8.6$	$COP < 2.53$

หมายเหตุ. โดย การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2559.

โดยที่ $COP = EER/3.412$
 หรือเท่ากับ $EER = COP \times 3.412$

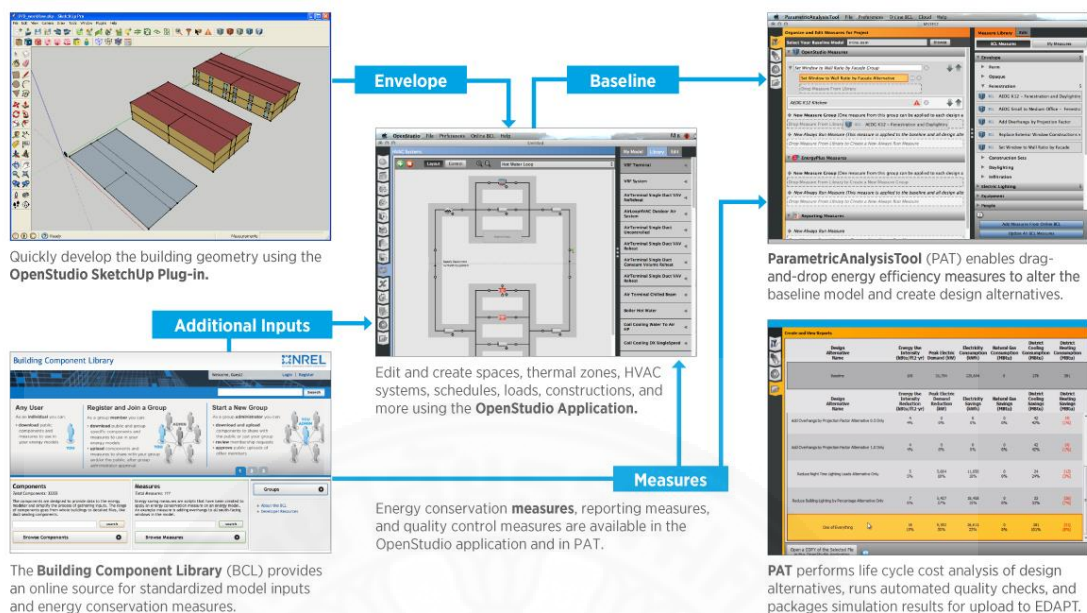


ภาพที่ 2.9 เปอร์เซนต์การรั่วซึมของอากาศผ่านส่วนต่าง ๆ ของอาคาร. ดัดแปลงจาก ASHRAE, 2005.

2.3.3 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจำลองค่าพลังงาน

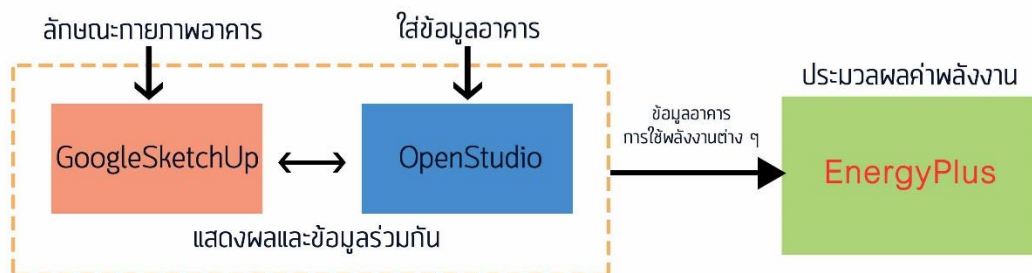
โปรแกรมโอเพ่นสตูดิโอ ปลั๊กอิน (OpenStudio Plug-in Program)

โปรแกรม OpenStudio Plug-in เป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดยหน่วยงาน National Renewable Energy Laboratory (NREL) โดยจัดทำให้กับ U.S. Department of Energy ในลักษณะของโปรแกรมเสริม (Plugin) สำหรับเพิ่มความสามารถให้กับโปรแกรมหลัก คือโปรแกรม Google SketchUp โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้โปรแกรมในการจำลองการใช้พลังงานอาคาร การจำลองแบบบ้านและพลังงาน ในระหว่างช่วงกระบวนการออกแบบได้ง่ายและสะดวกขึ้นต่อการสร้างหรือแก้ไขรูปทรงเรขาคณิตไว้เป็นข้อมูลในส่วนของโปรแกรม EnergyPlus เช่น พื้นผิววัสดุต่าง ๆ พื้น หลังคา หรือผนัง อีกทั้งสามารถใส่ข้อมูลบ้านหรืออาคารที่เป็นนามสกุลชนิดไฟล์ของโปรแกรม EnergyPlus โดยที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างโปรแกรม GoogleSketchUp กับ EnergyPlus ซึ่งไม่จำเป็นต้องออกจากโปรแกรม โดยผู้สร้างโปรแกรมต้องการให้เป็นโปรแกรมในลักษณะของ Open Source License เพื่อส่งเสริมให้เกิดการความร่วมมือกันในการพัฒนาโปรแกรมต่อไปซึ่งโปรแกรม OpenStudio นั้นได้เริ่มเผยแพร่สู่สาธารณะในเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 เป็นต้นมา

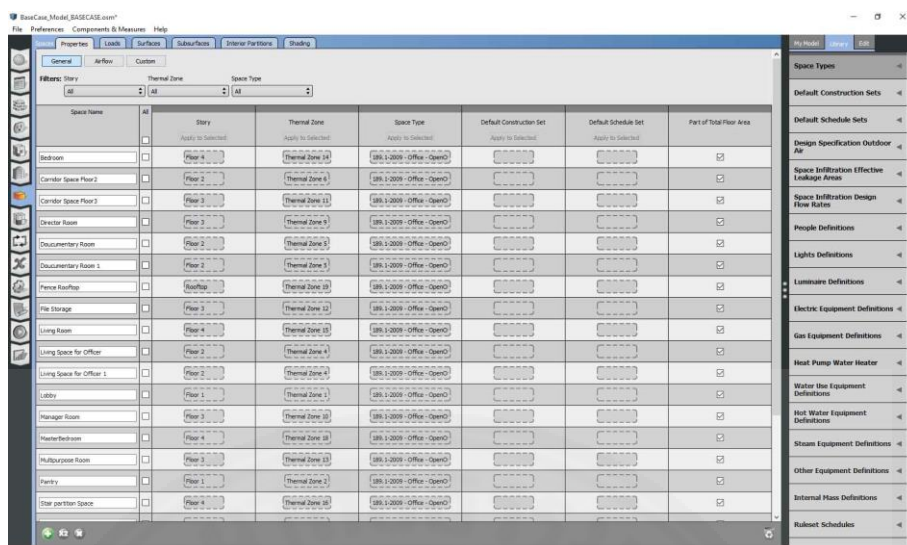


ภาพที่ 2.10 แสดงกระบวนการใช้เครื่องมือ Openstudio ในการจำลองค่าพลังงาน. จาก Energy Design Assistance Program โดย National Renewable Energy Laboratory (NREL)-[Online], 2015.

จากภาพที่ 4.10 แสดงกระบวนการใช้เครื่องมือโดยการพัฒนากรอบอาคารนั้น รูปทรงทางภาพภาพใช้การขึ้นภาพจำลองอาคารภาพโปรแกรม GoogleSketchUp จากนั้นนำการกรอกข้อมูลต่าง ๆ ด้วยโปรแกรม OpenStudio เช่น โชนสถานที่ตั้งของอาคาร องค์ประกอบอาคาร คุณสมบัติพื้นผิวของกระจกและวัสดุโครงสร้าง ภาระบรรจุในแต่ละช่วงเวลาของผู้ใช้งานอาคาร ภาระปรับอากาศ การใช้แสงสว่าง อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงตารางเวลาการใช้งานภาระต่าง ๆ ข้างต้นทั้งนี้โปรแกรม OpenStudio มีลักษณะการแสดงผลหน้าต่างคำสั่งที่มีสัญลักษณ์และรูปแบบคำสั่งที่เข้าใจง่ายขึ้น โดยที่การแสดงผลของข้อมูลหรือค่าวัสดุระหว่างโปรแกรมเชิงรูปภาพและข้อมูลระหว่างโปรแกรมได้ จากนั้นสามารถประมวลผลไปยัง EnergyPlus ต่อไป



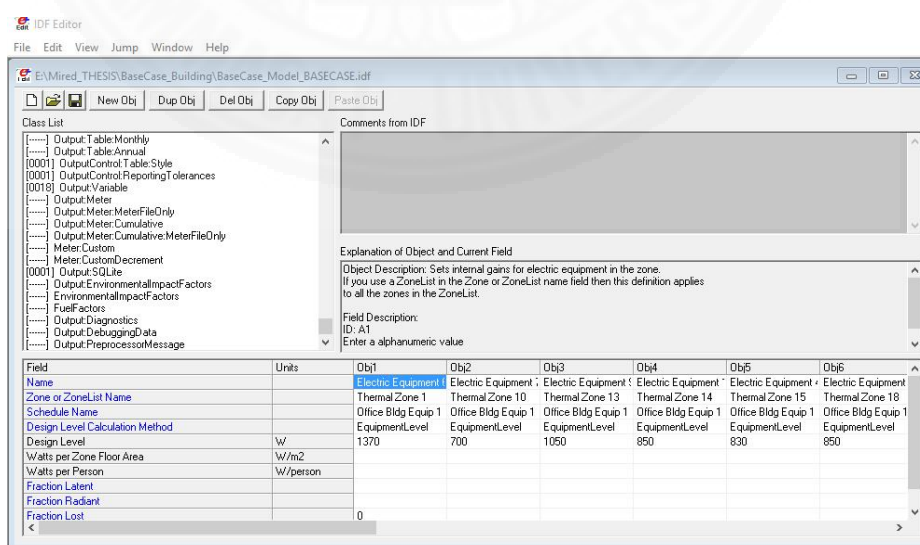
ภาพที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการประมวลผลผ่านการใช้โปรแกรมจำลองค่าพลังงานโดยคอมพิวเตอร์



ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะหน้าต่างคำสั่งภายในโปรแกรม Openstudio

โปรแกรม EnergyPlus version 8.5

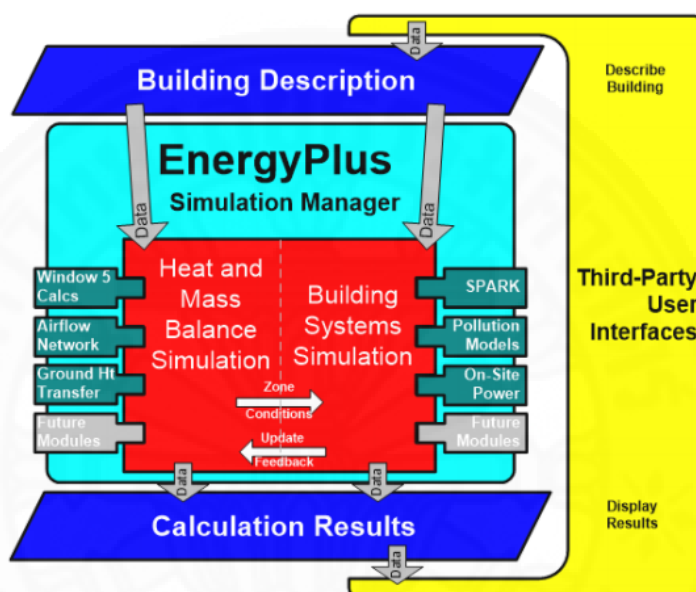
โปรแกรม EnergyPlus เป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจาก DOE2 และ BLAST นำมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์การใช้พลังงาน โดยส่วนประกอบหลักของโปรแกรม แบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนควบคุมหลัก (simulation manager) ส่วนการคำนวณภาระการปรับอากาศ (heat and Mass Balance Simulation) ข้อมูลการจำลองของระบบอาคาร (Building Systems Simulation) และข้อมูลสภาพอากาศ (weather data) โดยป้อนข้อมูลของอาคาร (Building Description) เช่น พิกัดที่ตั้ง ขนาดอาคาร วัสดุและค่าคุณสมบัติวัสดุ ตารางการใช้งานในส่วนต่าง ๆ



ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะหน้าต่างคำสั่งภายในโปรแกรม EnergyPlus 8.5

จากภาพที่ 2.13 แสดงตัวอย่างหน้าต่างคำสั่งในโปรแกรมส่วน EnergyPlus ที่ใช้ป้อนข้อมูลมีความต่างจากโปรแกรม DOE-2 และ BLAST ในด้านรูปแบบที่เป็นลักษณะเดียว ซึ่งในส่วนของ EnergyPlus นั้น ส่วนควบคุมหลักจะทำการเชื่อมโยงรับส่งข้อมูลไปมาระหว่างทั้งสอง เป็นการคำนวณแบบวนรอบ (Iteration) แทนที่จะเป็นการส่งข้อมูลในทิศทางเดียวเหมือนในโปรแกรมต้นแบบ ทำให้ได้ผลลัพธ์ที่มีประสิทธิภาพถูกต้องที่ใกล้เคียงความเป็นจริงมากยิ่งขึ้น

การป้อนข้อมูลที่สำคัญในการจำลองอาคารด้วยโปรแกรม EnergyPlus



ภาพที่ 2.14 แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus. จาก *Getting Started with EnergyPlus, Basic Concepts Manual – Essential Information You need about Running EnergyPlus*, โดย Lawrence Berkeley National Laboratory, [Online].

2.4 การหาค่าพลังงานอาคาร และการคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

ในการใช้งานอาคารรูปแบบโฮมออฟฟิศ ย่อมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น ทั้งเพื่อกำหนดแสงสว่างให้เพียงพอต่อการใช้งาน หรือเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในสำนักงานและส่วนพักอาศัย อีกทั้งการใช้ระบบปรับอากาศ เพื่อให้เกิดสภาวะน่าสบายในการอยู่อาศัยในอาคาร โดยการใช้พลังงานเหล่านี้ จะเกิดภาระค่าใช้จ่ายที่ตามมาแก่เจ้าของกิจการ หรือผู้พักอาศัยนั้น ซึ่งจะมีวิธีการคิดคำนวณโดยการแปลงจากหน่วยปริมาณพลังงานที่ใช้เป็นจำนวนค่าเงินออกมา ซึ่งเห็นว่าควรศึกษาในเรื่องที่มาของการเกิดค่าพลังงานและกำลังไฟฟ้า จนกระทั่งการคิดค่าพลังงานดังกล่าว

2.4.1 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (electric energy) คือ งานหรือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในการเคลื่อนที่หรือการถ่ายเทประจุไฟฟ้า Q คูลอมบ์ จากอีกจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง ซึ่งจะมีค่าเท่ากับผลคูณของปริมาณประจุไฟฟ้า Q กับความต่างศักย์ไฟฟ้า V ระหว่างสองจุดนั้น คือ

$$W = QV \dots\dots\dots (13)$$

เนื่องจาก $Q = It$, $V = IR$, $I = V/R$ ดังนั้นจะได้สมการ คือ

$$W = QV$$

$$\text{จาก } Q = It ; W = VIt$$

$$\text{จาก } V = IR ; W = I^2Rt$$

$$\text{จาก } I = V/R ; W = V^2t/R$$

เพราะฉะนั้นสามารถสรุปสูตรได้ว่า $W = QV = VIt = I^2Rt = V^2t/R$

หน่วยของพลังงานไฟฟ้า จะมีหน่วยเช่นเดียวกับงานหรือพลังงานที่เกิดขึ้น คือมีหน่วยเป็น จูล (J) สำหรับงานหรือพลังงานที่ใช้เคลื่อนที่ประจุไฟฟ้า Q ดังกล่าวไป จะไม่ได้มีการสูญหายไป แต่จะไปเกิดขึ้นบนตัวความต้านทานหรือโหลด R (load) หรืออาจจะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่เป็นตัวความต้านทานโหลด หรือเมื่อเครื่องใช้ไฟฟ้าได้รับพลังงาน (W) จะมีการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้า กลายเป็นพลังงานรูปอื่นๆ เพื่อประโยชน์ในการใช้งานต่อไป

2.4.2 กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (electric power) คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ในเวลาหนึ่งหน่วย

$$P = W/t \dots\dots\dots (14)$$

หน่วยของกำลังไฟฟ้า จะเป็น จูลต่อวินาที (J/s) หรือ (W)

เนื่องจาก $Q = It$, $V = IR$, $I = V/R$ ดังนั้นจะได้สมการ คือ

$$P = W/t$$

$$\text{จาก } W = QV \text{ และ } I = Q/t ; P = QV/t = VI$$

$$\text{จาก } V = IR ; P = I^2R$$

เพราะฉะนั้นสามารถสรุปสูตรได้ว่า $P = W/t = VI = I^2R = V^2/R$

ดังนั้นจึงสามารถนิยามได้ว่า กำลังไฟฟ้า 1 วัตต์ เกิดจากกระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์นั้นไหลผ่านตัวนำที่มีความต่างศักย์ไฟฟ้า 1 โวลต์ เช่นกัน

จากสมการข้างต้นทำให้สามารถทราบถึงการหาพลังงานที่เกิดขึ้นเบื้องต้นที่สามารถนำมาคิดหาเป็นค่าเงินต่อการใช้พลังงานต่อไปซึ่ง สุชีกิตต์ พิรกิจ (2552) ได้รายงานที่เกี่ยวข้องกับการหาค่าพลังงานไว้ดังนี้

(1) เครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด เมื่อนำมาใช้งานจะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าต่างกัน และอีกทั้งถึงแม้จะเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดเดียวกัน แต่ถ้ามีขนาดต่างกัน ย่อมจะสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าไม่เท่ากัน

(2) เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิด ที่บริเวณป้ายชื่อเครื่องจะมีตัวเลขของการใช้กำลังไฟฟ้าระบุไว้ด้วย ตัวอย่างเช่น 220 V 700 W หมายความว่า การใช้กำลังไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 700 วัตต์ หรือแสดงถึงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 700 จูล ในเวลา 1 วินาที

(3) เมื่อทราบศักย์ไฟฟ้าที่ใช้และกำลังไฟฟ้า จะสามารถคำนวณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ ได้จากสูตร $P = VI$ หรือ $I = P/V$

1. เมื่อทราบศักย์ไฟฟ้าคงที่ ($V_{\text{คงที่}}$) กำลังไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะแปรผันกันโดยตรง ($I \propto P$) หมายความว่า ถ้าเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาก แสดงว่าใช้กำลังมาก ถ้ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อย แสดงว่าใช้กำลังไฟฟ้าน้อย

2. ค่าความต้านทานของเครื่องใช้ไฟฟ้าหนึ่ง ๆ จะมีค่าคงที่เสมอ ไม่ว่าจะใช้กับศักย์ไฟฟ้าขนาดเท่าไรก็ตาม ค่าคงที่ประจำเครื่องใช้ไฟฟ้า นั้นสามารถหาได้จากสูตรนี้

$$R = V^2/P \text{ หรือ } R = V/I \dots \dots \dots (15)$$

ตารางที่ 2.12

แสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า

ตารางแสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดที่ใช้ไฟฟ้า (วัตต์)
หลอดไฟฟ้า	
หลอดไส้	
100 วัตต์	100
60 วัตต์	60
40 วัตต์	40

ตารางที่ 2.12

แสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางแสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดที่ใช้ไฟฟ้า (วัตต์)
หลอดไฟฟ้า	
25 วัตต์	25
หลอดฟลูออเรสเซนต์	
36 วัตต์	46
18 วัตต์	28
10 วัตต์	17
หลอดตะเกียบ	
20 วัตต์	25
15 วัตต์	20
11 วัตต์	16
9 วัตต์	14
7 วัตต์	12
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	
25 วัตต์	30
18 วัตต์	23
13 วัตต์	18
9 วัตต์	14
เครื่องปรับอากาศ	
24,000 บีทียู	2,500
20,000 บีทียู	2,130
18,000 บีทียู	2,020

ตารางที่ 2.12

แสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า (ต่อ)

ตารางแสดงหน่วยที่ใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า	
เครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดที่ใช้ไฟฟ้า (วัตต์)
เครื่องปรับอากาศ	
16,700 บีทียู	1,670
16,100 บีทียู	1,520
12,500 บีทียู	1,260
12,000 บีทียู	1,000
9,000 บีทียู	880
พัดลม	
ติดผนัง 16 นิ้ว	66
ตั้งพื้น 16 นิ้ว	55
ตั้งโต๊ะ 12 นิ้ว	48
โทรทัศน์	
สื่อบันทึก	
29 นิ้ว	180
25 นิ้ว	168
21 นิ้ว	112
20 นิ้ว	70
14 นิ้ว	68
เครื่องคอมพิวเตอร์	
ขนาดจอ 14 นิ้ว	90
ขนาดจอ 15 นิ้ว	100
ขนาดจอ 17 นิ้ว	120

หมายเหตุ. โดย สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, 2546.

2.4.3 การคิดเงินจากปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้า

การคิดเงินจากปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้า) คือ งานหรือพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ในช่วงเวลาหนึ่งหน่วยของพลังงานไฟฟ้า ซึ่งคิดเป็นหน่วย หรือ 1 กิโลวัตต์.ชั่วโมง

$$\text{ดังนั้น จำนวนยูนิต} = \text{กิโลวัตต์} \times \text{ชั่วโมง}$$

$$\text{หรือ จำนวนยูนิต} = \frac{\text{วัตต์}}{1,000} \times \text{ชั่วโมง} \quad (1 \text{ กิโลวัตต์} = 1,000 \text{ วัตต์})$$

$$\text{ค่าเงินของพลังงานไฟฟ้า} = \text{จำนวนหน่วย} \times \text{ราคาหน่วย}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า 1 ยูนิต} = 1 \text{ กิโลวัตต์} \times 1 \text{ ชั่วโมง}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้า 1 ยูนิต} = 1,000 \text{ วัตต์} \times 3,600 \text{ วินาที}$$

$$\text{ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า 1 ยูนิต} = 3.6 \times 10 \text{ จูล}$$

ตารางที่ 2.13

แสดงชั่วโมงใช้งานของอาคารประเภทต่าง ๆ

ประเภทของอาคาร	ช่วงเวลาใช้งาน	จำนวนชั่วโมงใช้งาน ต่อปี
อาคารสำนักงาน และสถานศึกษา	8.00 - 17.00	2,340
ห้างสรรพสินค้า	10.00 - 22.00	4,380
โรงพยาบาล และ โรงแรม	24 ชั่วโมง	8,760

หมายเหตุ. โดย โครงการปรับปรุงข้อกำหนดการใช้พลังงานในอาคารควบคุม, 2547.

จากคิดค่าไฟฟ้าจากการแบ่งประเภทการใช้ไฟฟ้านครหลวง พบว่ามีรูปแบบลักษณะการใช้งานประเภทที่ 2 กิจกรรมขนาดเล็ก คือสำหรับการใช้ไฟฟ้าเพื่อประกอบธุรกิจ ธุรกิจรวมกับที่อยู่อาศัย อุตสาหกรรม หน่วยราชการ สำนักงาน หรือหน่วยงานอื่นใดของรัฐ องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ หรืออื่น ๆ ตลอดจนบริเวณที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีที่สูงสุด ต่ำกว่า 30 กิโลวัตต์ โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว ซึ่งมีอัตราตามที่ตารางที่ 2.11 และตารางที่ 2.12 ดังนี้

ตารางที่ 2.14

แสดงอัตราค่าไฟฟ้าปกติรายเดือนประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

อัตราปกติ - อัตรารายเดือน	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)	ค่าบริการ (บาท/เดือน)
1) แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	3.4230	312.24
2) แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์		46.16
-150 หน่วย (กิโลวัตต์ชั่วโมง) แรก (หน่วยที่ 1 - 150)	2.7628	-
-250 หน่วยต่อไป (หน่วยที่ 151 - 400)	3.7362	-
-เกินกว่า 400 หน่วย (หน่วยที่ 401 เป็นต้นไป)	3.9361	-

หมายเหตุ. โดย การไฟฟ้านคร-หลวง, 2555.

ในปัจจุบันการคิดค่าไฟฟ้าฐานสามารถแบ่งตามประเภทผู้ใช้งาน เงื่อนไขการคิดค่าไฟฟ้ามีอยู่ 3 อัตรา คือ อัตราปกติ อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ และอัตราตามช่วงเวลาของวันซึ่งการเลือกใช้อัตราค่าไฟฟ้าขึ้นอยู่กับประเภทของผู้ใช้งานที่การไฟฟ้าได้แบ่งประเภทไว้ ซึ่งจากการปรับระบบโครงสร้างของการไฟฟ้าของการไฟฟ้า 2540 โดยอาคารประเภทโฮมออฟฟิศเป็นประเภทกิจการขนาดเล็ก จะมีขนาดการใช้น้อยกว่า 250,000 หน่วยต่อเดือน ซึ่งการคิดค่าไฟเป็นอัตรา TOU

ตารางที่ 2.15

แสดงอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้รายเดือนประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On peak	Off peak	
1) แรงดัน 12 - 24 กิโลโวลต์	4.5827	2.1495	312.24

ตารางที่ 2.15

แสดงอัตราค่าไฟฟ้าตามช่วงเวลาของการใช้รายเดือนประเภทที่ 2 กิจการขนาดเล็ก (ต่อ)

อัตราตามช่วงเวลาของการใช้ (Time of Use Tariff : TOU Tariff)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/หน่วย)		ค่าบริการ (บาท/เดือน)
	On peak	Off peak	
2) แรงดันต่ำกว่า 12 กิโลโวลต์	5.274	.1827	6.16

หมายเหตุ. โดย การไฟฟ้านครหลวง, 2555.

On Peak : เวลา 09.00 - 22.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

Off Peak : เวลา 22.00 - 09.00 น. วันจันทร์ - วันศุกร์

เวลา 00.00 - 24.00 น. วันเสาร์ - วันอาทิตย์ วันแรงงานแห่งชาติ

วันหยุดราชการตามปกติ (ไม่รวมวันพืชมงคลและวันหยุดชดเชย)

การพิจารณาค่าไฟฟ้าในปัจจุบันได้แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

(1) ค่าไฟฟ้าฐาน สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$(\text{จำนวนพลังงานไฟฟ้า} \times \text{อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า}) + \text{ค่าบริการ} = \text{ค่าไฟฟ้าฐาน}$$

(2) ค่าไฟฟ้าผันแปร (F_t)

$$\text{จำนวนพลังงานไฟฟ้า} \times \text{ค่า } F_t = \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร}$$

(3) ภาษีมูลค่า 7%

$$(\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร}) \times 7/100 = \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้าฐาน} + \text{ค่าไฟฟ้าผันแปร} + \text{ภาษีมูลค่าเพิ่ม} = \text{ค่าไฟฟ้ารวม}$$

เมื่อสามารถหาค่าเงินที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้าได้แล้วนั้น ซึ่งต่อไปจะถูกคิดเป็นส่วนหนึ่งของรายจ่ายทางบัญชีการเงินที่เกิดขึ้น โดยที่จะมีความเชื่อมโยงถึงการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางการเงิน ในกรณีการใช้พลังงานเชิงอนุรักษ์ ในกระบวนการหลังจากปรับปรุงอาคารพาณิชย์ดังกล่าวทั้งในด้านของผู้ลงทุนและผู้อยู่อาศัยหรือเจ้ากิจการร่วมด้วย

2.5 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ทฤษฎีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ถือว่าเป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์และประเมินความคุ้มค่าของโครงการตลอดอายุการใช้งานจากการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานได้ พลวุฒิ ไชยนิวติ (2556) ได้รวบรวมการคำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ที่เกี่ยวข้องสำหรับอาคารอนุรักษ์พลังงานดังนี้

2.5.1 มูลค่าตลอดช่วงอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost: LCC)

มูลค่าตลอดช่วงอายุการใช้งาน (Life Cycle Cost: LCC) คือ ต้นทุนตลอดอายุ ซึ่งได้มาจากการคำนวณต้นทุนทั้งหมดจนตลอดอายุการใช้งานเป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present Value) โดยใช้ตัวคูณลด (discount factor) ซึ่งต้นทุนตลอดอายุนั้นประกอบด้วย เงินลงทุน (Capital Cost) ค่าใช้จ่ายทางการเงิน (Financial Cost) ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการ (Operational Cost) และ ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา (Maintenance Cost) โดยสามารถพิจารณาความสัมพันธ์ของอัตราเงินเฟ้อ (inflation rate) และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่จะคาดการณ์ไว้เป็นหลักสำคัญได้ดังนี้

จากสูตร

$$PV = A \left\{ \frac{\left(\frac{1+e}{1+i} \right) \left[\left(\frac{1+e}{1+i} \right)^n - 1 \right]}{\left[\left(\frac{1+e}{1+i} \right) - 1 \right]} \right\} \dots\dots\dots (16)$$

เมื่อ

PV = มูลค่าปัจจุบัน

A = ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานต่อปี

n = อายุของโครงการ (ปี)

e = ค่า escalation rate พิจารณาจากอัตราเงินเฟ้อ (inflation rate)

i = อัตราลดค่า (discount rate) พิจารณาจากอัตราดอกเบี้ยเงินกู้

2.5.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) คือ ค่าเงินจริงตามระยะเวลาอธิบายได้ว่า จำนวนเงิน 1 บาท หรือ 1 หน่วยในวันนี้ จะมีค่าเท่าใดในอนาคต หรือจำนวนหนึ่งในอนาคต ถ้าคิดย้อนกลับมาในวันนี้จะมีค่าเท่าใด ซึ่งในการวิจัยนี้ มีความหมายถึง ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนพลังงานจากมาตรการในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไป และการพิจารณาอัตราลดค่า (discount rate) หรือค่าของทุน (cost of capital) การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ จะต้องทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

- ค่าเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิการเริ่มปรับปรุงอาคาร
- ค่าเงินสดของพลังงานที่ประหยัดได้ตลอดอายุโครงการ
- ระยะเวลาของรอบอายุอาคารที่ได้รับการปรับปรุง
- อัตราลดค่าทุนของธุรกิจ อัตราดอกเบี้ย

จากสูตร
$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \dots\dots\dots (17)$$

เมื่อ

n = อายุของโครงการ (ปี)

ES_t = ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ (energy cost savings) รายปี
ตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

i = อัตราลดค่า (discount rate)

ค่าของทุนที่ใช้เป็นอัตราลดค่า (discount rate) ซึ่งจะมีค่าเดียวกันตลอดอายุของโครงการ และขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยของตลาดที่ผู้ลงทุนได้รับ ซึ่งค่าที่เป็นค่าพื้นฐาน base case อย่างน้อย ควรมีค่าของทุนเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ผู้ลงทุนควรได้รับ

การเลือกโครงการโดยค่า NPV จะแสดงให้เห็นว่าโครงการที่กำลังพิจารณามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเป็นมูลค่าเท่าใด เมื่อสิ้นสุดโครงการ หากพบว่าค่า NPV มีค่าเป็นลบ ทำให้แสดงว่าโครงการดังกล่าวไม่ควรที่จะลงทุน ในทางตรงกันข้ามถ้าค่า NPV นั้นมีค่าเป็นบวกแสดงให้เห็นว่าโครงการดังกล่าวนั้นมีความเหมาะสมแก่การลงทุน และเลือกโครงการที่ให้ค่า NPV เป็นบวกสูงที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้ NPV มาคำนวณเพียงสิ่งเดียว เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจให้การสนับสนุนควรจะต้องนำเครื่องมืออื่นมาพิจารณาประกอบควบคู่กันไป เนื่องด้วยสาเหตุจากข้อจำกัดในการตัดสินใจที่จะทำการเลือกโครงการ โดยเฉพาะในกรณีที่แสดงค่าออกมาในลักษณะที่โครงการมีขนาดต่างกันแต่ให้ค่า NPV ที่เป็นบวกเท่ากัน

2.5.3 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึงอัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนโครงการปรับปรุงอาคารดังกล่าว มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะได้รับจากการดำเนินการประหยัดพลังงานตลอดอายุโครงการ ภายใต้ข้อเงื่อนไขที่สมมติว่าไม่มีมูลค่าซากอาคารและเงินลงทุนสุทธิเท่ากับต้นทุนทางบัญชี โดยที่การคำนวณหาอัตราผลตอบแทนลดค่าจะต้องมีข้อมูลเหล่านี้ในการคำนวณ คือ

- ค่าเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิการเริ่มปรับปรุงอาคาร
- ค่าเงินสดของพลังงานที่ประหยัดได้ตลอดอายุโครงการ
- ระยะเวลาของรอบอายุอาคารที่ได้รับการปรับปรุง

จากสูตร
$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \dots\dots\dots (18)$$

เมื่อ n = อายุของโครงการ (ปี)
 ES_t = ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ (energy cost savings)
 รายปี ตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n
 I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)
 IRR = อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return)

ค่า IRR ในการคำนวณที่เกิดขึ้นทำการหาค่า discount rate ที่ทำให้ NPV มีค่าเท่ากับ ศูนย์ ถ้าค่า IRR มากกว่าหรือเท่ากับค่าของทุน discount rate (i) ที่ผู้ลงทุนเลือกใช้เป็นจุดตัดสินใจซึ่ง ถือได้ว่าเป็นโครงการที่น่าลงทุน โดยทั่วไปทั้งวิธีในการประเมินโครงการจากค่า IRR และ NPV จะ ให้ผลการตัดสินใจยอมรับโครงการหรือปฏิเสธในการลงทุนโครงการซึ่งจะเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

2.5.4 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) คือ ระยะเวลาในที่นี้อาจเป็นจำนวนปี เดือน หรือวันตามที่กำหนดไว้ โดยที่จะได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดรายรับเท่ากับกระแส เงินสดรายจ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการ โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลา ซึ่งเป็น การพิจารณาจากการลงทุนเพียงครั้งเดียวในปีแรก และจากการให้ผลตอบแทนหรือผลการประหยัด พลังงานที่เท่ากันทุกปีตลอดอายุของโครงการ การคำนวณหาค่า PB สามารถทำได้ 2 วิธีดังนี้

Static Method

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ (Total Investment)}}{\text{ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี (Annual Energy Cost Saving)}} \dots\dots\dots (19)$$

Dynamic Method

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนปีที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV มีค่าเท่ากับหรือมากกว่าศูนย์} \dots\dots\dots (20)$$

ระยะเวลาคืนทุนที่ได้จากทั้ง 2 จะมีความแตกต่างกัน ซึ่งค่าจาก Static method จะให้ระยะเวลาคืนทุนเร็วกว่า Dynamic method เนื่องจาก Dynamic method จะใช้การคำนวณจากค่าแบบสะสมจากมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ซึ่งคิดอัตราลดค่า (discount rate) ซึ่งในการเลือกทำโครงการ ระยะเวลาคืนทุนจะแสดงให้เห็นว่าต้องใช้เวลานานเพียงใดในการได้ทุนคืนเท่านั้น โดยที่มีข้อเสีย คือ ในการคำนวณเพื่อประกอบการตัดสินใจเลือกโครงการ วิธีการนี้จะไม่ให้ความสำคัญต่อเงินที่เข้าสู่ส่วนที่ได้หลังจากช่วงเวลาคืนทุนแล้ว เนื่องจากอาจจะมีผลตอบแทนภายหลังที่มากกว่าโครงการที่มีระยะเวลาคืนทุนที่รวดเร็วกว่านั้นย่อมเป็นไปได้

2.6 เอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรชัย ชัยประทีป (2553) ได้รายงานผลการแนวคิดในการออกแบบสำนักงานขนาดเล็กหรือโฮมออฟฟิศ ตั้งแต่การศึกษาข้อมูลความเป็นมาของโฮมออฟฟิศ จนถึงกระบวนการวิเคราะห์สภาพแวดล้อมทางกายภาพที่เหมาะสมในการออกแบบ โดยคำนึงถึงเอกลักษณ์และลักษณะธรรมชาติของแต่ละองค์กร พฤติกรรมของบุคลากรทุกฝ่ายและทุกตำแหน่งหน้าที่ ในการใช้งานพื้นที่ชั้นพื้นฐาน กิริยาบทอันเป็นลักษณะเฉพาะ ซึ่งอาคารจะมีผลต่อธุรกิจการค้า และการประกอบการซึ่งผ่านใช้งานในสถาปัตยกรรม ภายในและภายนอก

ดลยา ศิริปฐ (2548) ได้ทำการศึกษาพบว่าวัสดุเปลือกอาคารมีปริมาณการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังอาคาร หลังคา และกระจกเข้ามาภายในอาคารมากกว่าองค์ประกอบประเภทอื่น ๆ จึงได้มีการกำหนดแนวทางการปรับปรุง เพื่อทำการเปรียบเทียบให้เหมาะสมกับการอาคารสำนักงาน และประหยัดพลังงาน วิเคราะห์ความต้านทานความร้อนรวมของวัสดุเปลือกอาคารแล้วจึงทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางด้านปริมาณการใช้พลังงานของเปลือกอาคารแต่ละแนวทาง โดยมุ่งเน้นที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศ แสงสว่าง และอุปกรณ์ไฟฟ้า

ทสพล เขตเจนการ และคณะ (2550) ได้แสดงนำเสนอบทความที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการใช้โปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคาร ของอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากรโดยใช้ EnergyPlus ร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศรายชั่วโมงตลอดทั้งปี สามารถนำมาใช้ในการประเมินปริมาณการใช้พลังงานและผลประหยัดที่จะได้จากมาตรการต่าง ๆ ทำให้สามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลประหยัดและความคุ้มค่าในการลงทุน

พลวุฒิ ไชยณูวัตติ (2556) ได้สรุปผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อหาระยะเวลาคืนทุนและค่าใช้จ่ายตลอดช่วงอายุการใช้งานของอาคารนั้น โดยพบว่า การปรับปรุงโดยการเลือกใช้วัสดุที่มีประสิทธิภาพสูงนั้นมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ในขณะเดียวกันเมื่อต้องการพิจารณาถึงปัจจัยเพิ่มเติมจากจำนวนพื้นที่อาคารที่เพิ่มขึ้น และอัตราค่าเช่าพื้นที่ที่คาดว่าจะได้เพิ่มขึ้นหาก

อาคารได้รับการพิจารณาให้เป็นอาคารประหยัดพลังงาน พบว่าผลตอบแทนที่ได้จากค่าไฟฟ้าที่ลดลงจะเป็นส่วนน้อยเมื่อเทียบกับการได้รับค่าเช่าพื้นที่ที่จะได้มากขึ้นทั้งจากพื้นที่เดิมและจากพื้นที่อาคารที่ได้เพิ่มตามอัตราส่วน FAR BONUS และยังพบว่าสัดส่วนการลงทุนเลือกใช้อุปกรณ์ประหยัดพลังงานจะมีค่าน้อยกว่าค่าใช้จ่ายสำหรับการก่อสร้างอยู่มาก ด้วยปัจจัยประกอบ เช่น ค่าเช่าพื้นที่และค่าก่อสร้างอาคารที่ส่งผลต่อการลงทุน

2.7 สรุปผลงานวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมและงานวิจัยที่สามารถสรุปการใช้ข้อมูลหรือตัวแปรต่าง ๆ เกี่ยวข้องจากตารางที่ 2.16 ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.16

แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง

เอกสารหลักที่ใช้ในการอ้างอิง	ตัวแปร							
	รูปแบบอาคารฐาน	การออกแบบพื้นที่โหม่ออฟฟิศ	คุณสมบัติวัสดุที่ปรับปรุง	ตารางการใช้งาน	ค่าพลังงานการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่	ภาวะปรับอากาศและระบายอากาศสถานะน่าสบาย	ความคุ้มค่าในการลงทุน
พรชัย ชัยประทีป. (2553). แนวทางการออกแบบสำนักงานขนาดเล็กและโหม่ออฟฟิศสำหรับสำนักงานออกแบบสถาปัตยกรรมและออกแบบภายในเขตกรุงเทพมหานคร.		✓		✓		✓		
ตรึงใจ บุณสมภพ. (2539). การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน.		✓	✓			✓	✓	

ตารางที่ 2.16

แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง (ต่อ)

เอกสารหลักที่ใช้ในการอ้างอิง	ตัวแปร							
	รูปแบบอาคารฐาน	การออกแบบพื้นที่ไฮมออฟฟิศ	คุณสมบัติวัสดุที่ปรับปรุง	ตารางการใช้งาน	ค่าพลังงานการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่	การปรับสภาพและระบายอากาศสถานะน่าสบาย	ความคุ้มค่าในการลงทุน
พีรพัฒน์ วีระดะนันท์. (2550). อาคารสำนักงานและที่พักอาศัยประหยัด.		✓	✓	✓	✓	✓	✓	
ทศพล เขตเจนการ, พงษ์ศิริ จุรยนนท์, วิชุดา เมตตานันท, พงษ์นรินทร์ ชมชื่น, และ ภาณุวัตร เกษรทอง. (2550). การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทสถานศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์.			✓	✓				
พัชรินทร์ อีร์สุนทรวัฒน์. (2553). การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการปฏิบัติตามกฎกระทรวงฯ อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538 กับกฎกระทรวงฯ อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552.			✓		✓	✓	✓	✓
ชีวารัตน์ กลับคุณ. (2550). แนวทางการพัฒนาพื้นที่บริเวณย่านธุรกิจสีลมช่วงถนนคอนแวนต์ถึงถนนนราธิวาสราชนครินทร์.	✓							
กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ. (2545). คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.			✓		✓	✓	✓	

ตารางที่ 2.16

แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง (ต่อ)

เอกสารหลักที่ใช้ในการอ้างอิง	ตัวแปร							
	รูปแบบอาคารฐาน	การออกแบบพื้นที่ไฮมออฟฟิศ	คุณสมบัติวัสดุที่ปรับปรุง	ตารางการใช้งาน	ค่าพลังงานการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่	การปรับสภาพและระบายอากาศสถานะน่าสบาย	ความคุ้มค่าในการลงทุน
พลวุฒิ ไชยนิติ. (2556). การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของอาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับ การส่งเสริมการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR BONUS).			✓				✓	✓
สุราสินี พุ่มมาลี. (2552). แนวทางการลงทุนปรับปรุงอาคารชุดพักอาศัยโดยใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.			✓			✓	✓	✓
ภานุพงษ์ ญาณเวทย์สกุล. (2556). แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษ ด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคาร.			✓		✓	✓	✓	✓
สันติภาพ เพียนนอก และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. (2558). ประสิทธิภาพวัสดุและการเว้นช่องว่างเพื่อการลดความร้อนด้วยระแนงแนวนอน.			✓					
อภิษฐา อธิคมบัณฑิตกุล และ อรรถนัย เศรษฐบุตร. (2556). การศึกษาเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพวัสดุที่มีสัมประสิทธิ์การแผ่รังสีต่ำและฉนวนกันความร้อนหลังคาทั่วไป.			✓					

ตารางที่ 2.16

แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง (ต่อ)

เอกสารหลักที่ใช้ในการอ้างอิง	ตัวแปร							
	รูปแบบอาคารฐาน	การออกแบบพื้นที่ไฮมออฟฟิศ	คุณสมบัติวัสดุที่ปรับปรุง	ตารางการใช้งาน	ค่าพลังงานการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่	การปรับสภาพและระบายอากาศสถานะนำสบาย	ความคุ้มค่าในการลงทุน
สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. ตารางแสดงระดับความส่องสว่างเฉลี่ยอย่างต่ำสำหรับพื้นที่ทำงาน และกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร.					✓	✓		
บุญยวีร์ เต็มธนาพันธ์. (2554). การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว.	✓		✓	✓	✓	✓		✓
ภานุพงษ์ ญาณเวทย์สกุล. (2556). แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษ ด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคาร.			✓				✓	✓
วรณูช ฤกษ์เสริมสุข. (2547). การปรับปรุงตึกแถวพักอาศัย เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ แสงสว่างและการระบายอากาศ.	✓	✓					✓	
การไฟฟ้านครหลวง. (2558). อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ.					✓			✓
ASHRAE. (2010). ASHRAE Fundamentals Handbook.			✓			✓	✓	

ตารางที่ 2.16

แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิง (ต่อ)

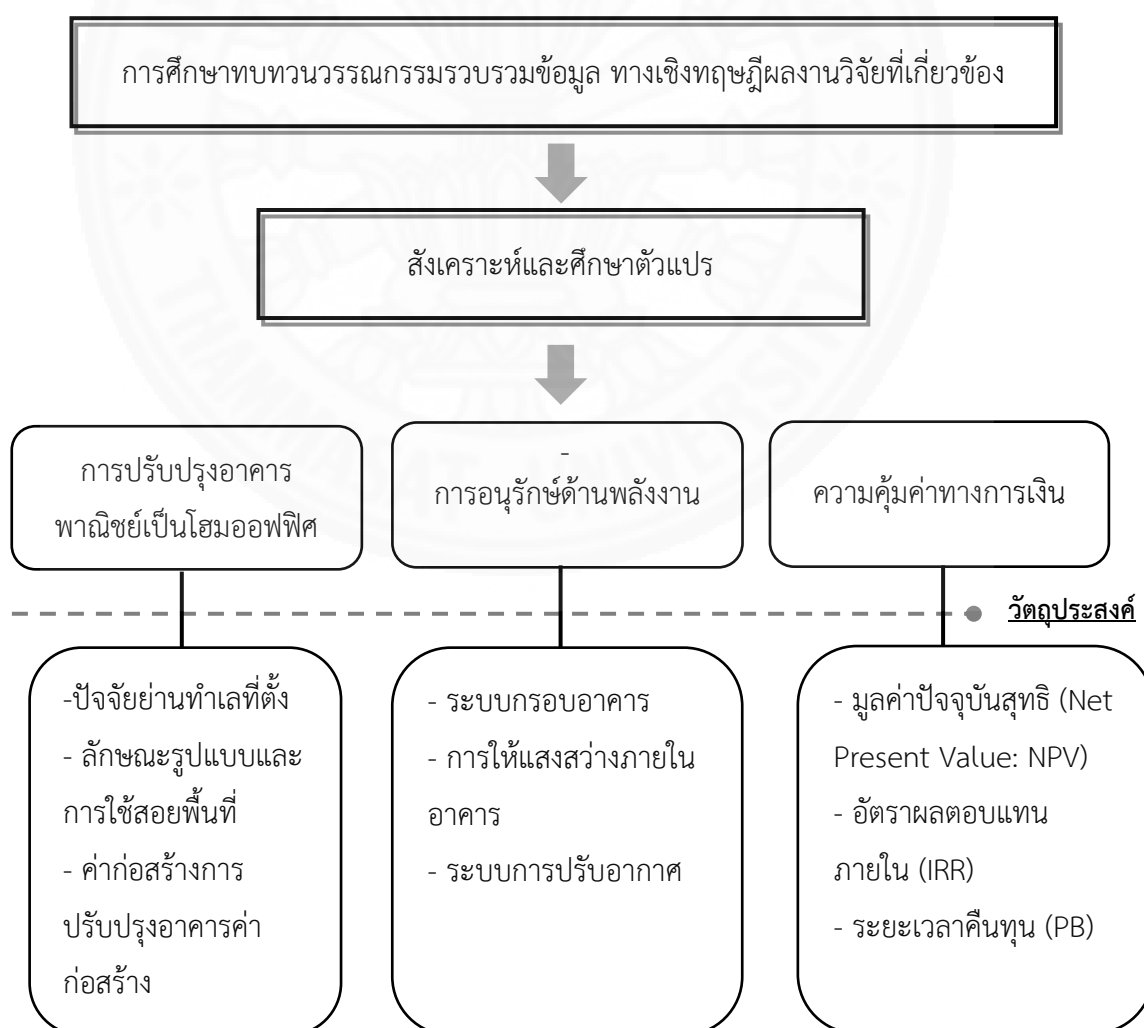
เอกสารหลักที่ใช้ในการอ้างอิง	ตัวแปร							
	รูปแบบอาคารฐาน	การออกแบบพื้นที่โอมออฟฟิศ	คุณสมบัติวัสดุที่ปรับปรุง	ตารางการใช้งาน	ค่าพลังงานการใช้ อุปกรณ์ไฟฟ้า	ความสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งานของพื้นที่	การปรับอากาศและระบายอากาศสถานะนำสบาย	ความคุ้มค่าในการลงทุน
Wattanavit N. (2002). Design recommendation for low energy Thai shophouse	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
J. Kragh, J. Rose. (2011). Energy renovation of single-family houses in Denmark utilising long-term financing based on equity.		✓	✓					✓

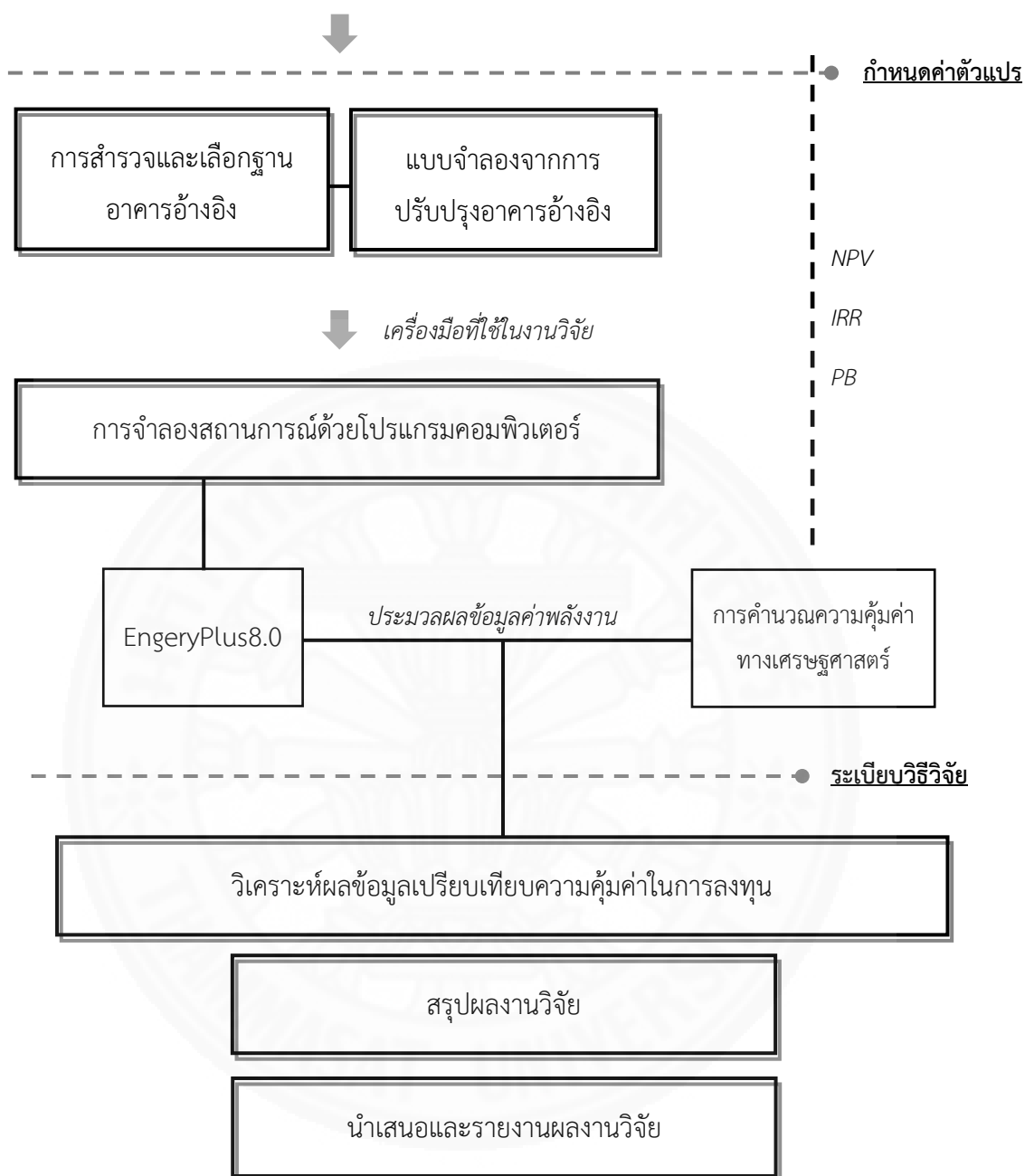
จากตารางที่ 2.16 แสดงถึงข้อมูลและค่าตัวแปรจากการทบทวนเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถนำมาป้อนข้อมูลผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากการศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น จำนวนและพฤติกรรมผู้ใช้งานอาคาร ลักษณะการประกอบการดังกล่าว โดยพบว่ามีตัวแปรในเรื่องต้นทุนและค่าใช้จ่ายมาเกี่ยวข้องในการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงการศึกษาการใช้ค่าพลังงานภายในอาคาร อีกทั้งปัจจัยที่ส่งผลต่อค่าพลังงาน อันเป็นประโยชน์ที่ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงการกำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้องในการวิจัยครั้งนี้ อีกทั้งการนำค่าต่าง ๆ มาประยุกต์ใช้จากการสรุปการทดลองที่เกิดขึ้นจากผู้วิจัยท่านอื่น ๆ ที่มีการศึกษาในเรื่องพลังงาน และวัสดุอุปกรณ์การใช้พลังงาน เทคนิคกระบวนการและเครื่องมือในการวิจัยที่สามารถใช้การคำนวณค่าพลังงาน ผ่านการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม EnergyPlus โดยใช้ร่วมกับโปรแกรม OpenStudio Plug-in เพื่อที่จะนำมาแปรผลเป็นต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายทางการเงินที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะสามารถนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มค่าทางการเงินในขั้นตอนต่อไปในงานวิจัยครั้งนี้

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงจำลองเสมือนจริง (Simulation Research) ในการออกแบบการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานให้มีประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงานสูงสุด โดยใช้เทคนิคการ จำลองแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อหาค่าการใช้พลังงานของอาคารแปรผลเป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น อีกทั้งต้นทุนในการปรับปรุงจากอาคารอ้างอิงโดยนำค่าพลังงานที่ได้จากการประมวลผลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบความคุ้มค่าในลงทุน และผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของอาคารที่ปรับปรุงในเชิงธุรกิจ จากนั้นจึงนำผลเพื่อพิจารณาหาแนวปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่า ที่เหมาะสมต่อการทำเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) ที่เหมาะสมและเป็นไปได้มากที่สุด





ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

3.1 การศึกษาตัวแปรในงานวิจัย

ในการกำหนดตัวแปรพื้นฐานในงานวิจัยนี้ มีจุดประสงค์เพื่อนำไปพิจารณาเปรียบเทียบการใช้ค่าพลังงานที่ประหยัดได้หรือพลังงานทดแทนที่ได้รับจาก การปรับปรุงอาคารกับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานแบบโฮมออฟฟิศด้วยวิธีจำลองโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์ ก่อนนำไปสู่การแปรค่าพลังงานเป็นภาระค่าใช้จ่ายทางการเงิน โดยตัวแปรที่กำหนดขึ้นมาจากปัจจัยที่ส่งผลถึงประสิทธิภาพเชิงพลังงาน ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมภายในอาคาร ทั้งนี้จึงได้กำหนดชุดแบบจำลองจากกลุ่มชุดตัวแปรต่าง ๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโฮมออฟฟิศหนึ่งชุดอาคาร ซึ่งการปรับปรุงอาคารที่เปลี่ยนไปนั้นจะเป็นการเปลี่ยนตัวแปรเพื่อให้ได้แนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการลงทุน โดยตัวแปรในการศึกษาวิจัยมีดังต่อไปนี้

3.1.1 ตัวแปรทางด้านกายภาพ

3.1.1.1 กรอบอาคาร โดยพิจารณาด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผนัง หลังคา ช่องเปิด วัสดุฉนวนกันความร้อน ขนาดตำแหน่ง และรูปแบบอาคารใช้งาน

3.1.1.2 พื้นที่ใช้สอย โดยพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนห้อง ขนาดและการใช้พื้นที่ใช้สอยในกิจกรรมในช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น การใช้แสงธรรมชาติ และการระบายอากาศ

3.1.2 ตัวแปรทางพฤติกรรมผู้ใช้งานอาคาร

3.1.2.1 ช่วงเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ

3.1.2.2 จำนวนผู้ใช้งานอาคารหรือพื้นที่ใช้สอย

3.1.2.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นหลักสำคัญ

3.1.3 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน

3.1.3.1 ราคาต้นทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรม

3.1.3.2 อัตราราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยและช่วงเวลาการใช้งาน

3.1.3.3 ระยะเวลาคุ้มทุน

3.2 วิธีหาค่าตัวแปรและเครื่องมือที่ใช้กระบวนการวิจัย

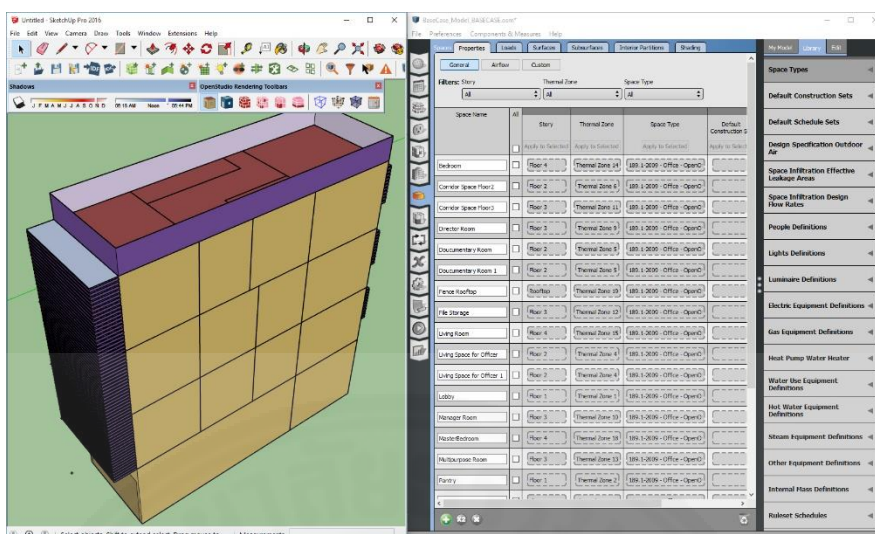
3.2.1 การเลือกอาคารอ้างอิงและข้อมูลในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์ที่เหมาะสม

3.2.1.1 การศึกษาข้อมูลในขั้นแรกนั้นผู้ทำการศึกษาวิจัยที่ได้จากเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องและงานวิจัยทางวิชาการต่างที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นและเป็นแนวทางการเลือกอาคารอ้างอิงอีกทั้งข้อมูลในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์และลักษณะรูปแบบของโฮมออฟฟิศ เพื่อกำหนดลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสม

3.2.1.2 การสำรวจฐานอาคารอ้างอิงที่จะนำมาจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมทางคอมพิวเตอร์โดยเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพของอาคาร เช่น โครงสร้าง รูปแบบ อายุอาคาร ลักษณะทิศทางแนวแกนอาคาร ลักษณะการใช้งานอาคารเดิม ลักษณะวัสดุที่ใช้เป็นผนังและหลังคา สัตสวนของช่องเปิดแต่ละทิศทางของอาคารต่อผนัง

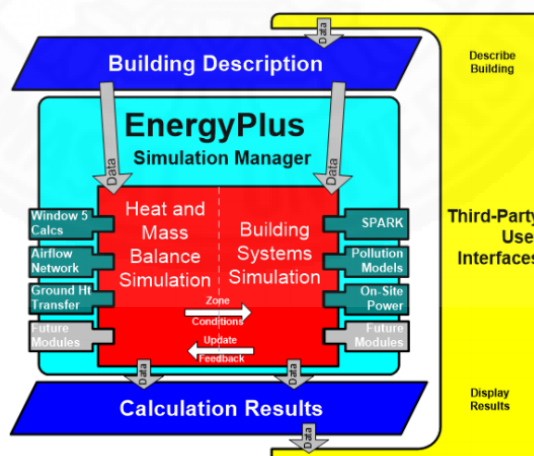
3.2.2 การจำลองการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในส่วนของโปรแกรม EnergyPlus เป็นโปรแกรมจำลองการใช้พลังงานในอาคารที่พัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 โดยกระทรวงพลังงาน ประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Department of Energy) ร่วมกับหน่วยงานต่างๆอีกหลายหน่วยงาน โปรแกรมนี้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ทดแทนโปรแกรม DOE-2 ของกระทรวงพลังงานที่ใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2503 และโปรแกรม BLAST ของกระทรวงกลาโหม (U.S. Department of Defense) ที่ใช้มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2513 โปรแกรมทั้งสองได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติมขีดความสามารถเรื่อยมา แต่ก็ทำให้โปรแกรมนั้นซับซ้อนขึ้นตามไปด้วยผู้ใช้จึงต้องศึกษาและมีความชำนาญจริงจึงจะใช้งานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ กระทรวงพลังงานของประเทศไทย จึงได้คิดที่จะพัฒนาโปรแกรม EnergyPlus นี้ขึ้นโดยรวมเอาข้อดีของโปรแกรมต้นแบบทั้งสองเข้าด้วยกัน ซึ่งในส่วนของ Openstudio เป็นการปรับปรุงหน้าต่างคำสั่งให้มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น โดยผ่านการป้อนข้อมูลในส่วนต่าง ๆ ซึ่งเมื่อได้ค่าของคุณสมบัติวัสดุและการใช้งานในอาคาร ซึ่งได้จำลองรูปแบบโซนพื้นที่ภายในอาคาร เพื่อแบ่งภาระการทำงานของการใช้พลังงานในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้งานโดยการใช้งานจาก GoogleSketchUp แสดงถึงข้อมูลทางกายภาพโครงสร้าง รูปทรงอาคาร องค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมกรรม ทั้งนี้โปรแกรมสามารถดึงข้อมูลที่เชื่อมโยงถึงกันระหว่างการแสดงผลเชิงภาพจำลองสามมิติอาคาร และข้อมูลคุณสมบัติวัสดุ ค่าทางพลังงาน จนกระทั่งภาระการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศ ที่รวมกับตารางการใช้งานพลังงานในแต่ละส่วน แต่ในการประมวลผลข้อมูลนั้นจะถูกส่งต่อไปยัง EnergyPlus



ภาพที่ 3.2 การใช้โปรแกรมGoogleSketchUp ร่วมกับ Openstudio

ภาพรวมของการทำงานของโปรแกรมซึ่งแสดงอยู่ในภาพที่ 3.3 โดยที่ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม EnergyPlusแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนควบคุมหลัก (Simulation Manager) ส่วนการคำนวณภาระการปรับอากาศ (Heat and Mass Balance Simulation) ส่วนการคำนวณระบบปรับอากาศ (Building Systems Simulation) และข้อมูลสภาพอากาศ (Weather Data)



ภาพที่ 3.3แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus. โดย Lawrence Berkeley National Laboratory, Getting Started with EnergyPlus, BasicConcepts Manual – Essential Information You need about Running EnergyPlus, [Online].

การป้อนข้อมูลของอาคาร (Building Description) เช่นคุณสมบัติของวัสดุพิกัด และโครงสร้าง ตารางการใช้งานข้อมูลของผู้ใช้อาคาร แสงสว่าง และอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานในแต่ละห้องระบบปรับอากาศ อัตราค่าไฟฟ้าและพลังงาน ทั้งนี้การป้อนผ่านโปรแกรม OpenStudioได้มีการเชื่อมต่อข้อมูลไปยังการประมวลผลของโปรแกรม EnergyPlus โดยในส่วนข้อมูลสภาพอากาศที่ใช้จะเป็นสภาพอากาศแบบรายชั่วโมงตลอดทั้งปีแทนที่จะใช้สภาวะออกแบบเพียงสภาวะเดียว

ตารางที่ 3.1

แสดงโหมดการป้อนคำสั่งที่อยู่ในโปรแกรมOpenStudio

โหมดการป้อนคำสั่ง	ข้อมูลที่ป้อนในโปรแกรม
Building	- ชื่อของอาคาร - พิกัดที่ตั้ง ทิศของอาคาร
Zone	- ชื่อของโซน - ประเภทของโซน(ปรับอากาศ/ใช้งาน/ตารางการใช้งาน)
Building Surface	- ชื่อของพื้นผิว - ประเภทของพื้นผิว - สภาพแวดล้อมที่พื้นผิวสัมผัส
Fenestration Surface	- ชื่อของพื้นผิว - ลักษณะช่องเปิด
Shading Surface	- ชื่ออุปกรณ์บังแดด - พิกัดรูปร่างของพื้นผิว
Material	- ชื่อของวัสดุ - คุณสมบัติของวัสดุ - ช่องอากาศระหว่างวัสดุ
Window Material	- ชื่อของวัสดุกระจก - คุณสมบัติของกระจก
Construction	- รายชื่อกลุ่มโครงสร้างจากการประกอบวัสดุ - รายการวัสดุ เรียงลำดับจากภายนอกไปยังภายใน

ตารางที่ 3.1

แสดงโหมดการป้อนคำสั่งที่อยู่ในโปรแกรมOpenStudio (ต่อ)

โหมดการป้อนคำสั่ง	ข้อมูลที่ป้อนในโปรแกรม
load	- จำนวนผู้ใช้งานอาคาร - การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง - ภาระปรับอากาศ - อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า - ระบบการระบายอากาศ
schedule	- ตารางการใช้งานอาคาร - ตารางการใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง - ตารางการใช้ภาระปรับอากาศ - ตารางการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า

3.2.3เครื่องมือที่ใช้ในการคำนวณความคุ้มค่าทางการเงิน

3.2.3.1มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

การเลือกโครงการโดยค่า NPV จะแสดงให้เห็นว่าโครงการที่กำลังพิจารณามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน โดยที่ค่าของทุนที่ใช้เป็นอัตราลดค่า (discount rate) ซึ่งจะมีค่าเดียวกันตลอดอายุของโครงการและขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยของตลาดที่ผู้ลงทุนได้รับ ซึ่งค่าที่เป็นค่าพื้นฐาน basecase อย่างน้อย ควรมีค่าของทุนเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ผู้ลงทุนควรได้รับ

จากสูตร
$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+i)^t} - I_0 \dots\dots\dots (15)$$

เมื่อ

n = อายุของโครงการ (ปี)

ES_t = ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ (energy cost savings) รายปี

ตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I₀ = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

i = อัตราลดค่า (discount rate)

3.2.3.2 อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) หมายถึง อัตราลดค่า(discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนโครงการปรับปรุงอาคาร

จากสูตร
$$I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{ES_t}{(1+IRR)^t} = 0 \dots\dots\dots (16)$$

เมื่อ

n = อายุของโครงการ (ปี)

ES_t = ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ (energy cost savings)

รายปีตั้งแต่ปลายปีที่ 1 ถึง n

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

IRR = อัตราผลตอบแทนภายใน (internal rate of return)

3.2.3.3 ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) คือระยะเวลาในที่นี่อาจเป็นจำนวนปีเดือนหรือวันตามที่กำหนดไว้ โดยที่จะได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดรายรับเท่ากับกระแสเงินสดรายจ่ายลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการ

ระยะเวลาคืนทุน =
$$\frac{\text{เงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ (Total Investment)}}{\text{ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ต่อปี (Annual Energy Cost Saving)}} \dots\dots\dots (17)$$

ในกระบวนการวิเคราะห์โดยที่หลังจากได้ผลการประหยัดพลังงานของอาคารปรับปรุงแล้ว ในขั้นตอนต่อไปเป็นการใช้เครื่องมือเพื่อวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางการเงินและการลงทุน อันเนื่องมาจากการปรับปรุงอาคารในด้านต่าง ๆ โดยเป็นการคำนวณเพื่อหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และงวดเวลาคืนทุน (PB) จากการพิจารณาผลจากการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อสามารถวิเคราะห์ประสิทธิภาพและผลประโยชน์จากการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานได้อย่างสมบูรณ์

3.3 การวิเคราะห์และสรุปผลข้อมูล

3.3.1 วิเคราะห์แสดงประสิทธิภาพการค่าการใช้พลังงานที่มีความสัมพันธ์กับต้นทุน และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากแบบจำลองกลุ่มตัวอย่าง

3.3.2 วิเคราะห์เปรียบเทียบทางการเงินในด้านความคุ้มค่า ระยะคืนทุนทั้งผู้ลงทุนและผู้ประกอบการ

3.3.3 วิเคราะห์ประเมินผลการออกแบบ แสดงถึงความคุ้มค่าและค่าพลังงานที่ได้จากการออกแบบจากลักษณะประกอบการอยู่ในลักษณะเช่า หรือซื้อพื้นที่อาคารพาณิชย์หรือตึกแถว

3.3.4 นำเสนอแนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่าที่เหมาะสมต่อการทำเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ(CBD)

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การกำหนดตัวแทนอาคารในการศึกษา

อาคารที่ใช้ตัวแทนในการศึกษาเพื่อทำการประมวลผลค่าพลังงานและความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารนั้นจึงขึ้นกับขอบเขตการวิจัยเป็นหลัก นอกเหนือจากขอบเขตในด้านพื้นที่การศึกษาเขตพื้นที่ย่านธุรกิจกรุงเทพมหานคร ตัวแทนอาคารนั้นควรมีลักษณะทางกายภาพรูปแบบสถาปัตยกรรมมีความเป็นลักษณะที่พบได้ส่วนใหญ่ โดยมีพื้นที่เฉลี่ยรวมที่เพียงพอรองรับการใช้งานรูปแบบสำนักงานและพักอาศัย ข้อกำหนดทางกฎหมายอีกทั้งทำเลที่ตั้งมีความน่าสนใจในการปรับปรุงพัฒนา ทั้งนี้ให้คุณสมบัติที่ดีในการเป็นตัวแทนของอาคารพาณิชย์เก่าที่จะสามารถนำไปเป็นต้นแบบในการประยุกต์ใช้ต่อไปจากการทบทวนข้อมูลเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปเกณฑ์การเลือกตัวแทนอาคารได้ดังนี้

4.1.1 สภาพอาคารและลักษณะของอาคารมีความเป็นมาตรฐาน สามารถนำมาเป็นแนวทางเพื่อการศึกษาอาคารอื่น ๆ ได้

4.1.2 เป็นอาคารที่ออกแบบตามข้อกำหนดของกฎหมายควบคุมอาคารในปัจจุบัน เช่น หน้ากว้างไม่ต่ำกว่า 4 เมตรช่องเปิดเรื่องความสูง จำนวนชั้นและระยะร่น มีผนังทั้งสองด้านปิดทึบ ติดกับคูหาถัดไป หรือเป็นอาคารที่มีข้อจำกัดในการระบายอาคารเฉพาะด้านหนึ่งและด้านหลังอาคาร และหลังคาหรือดาดฟ้าเท่านั้น

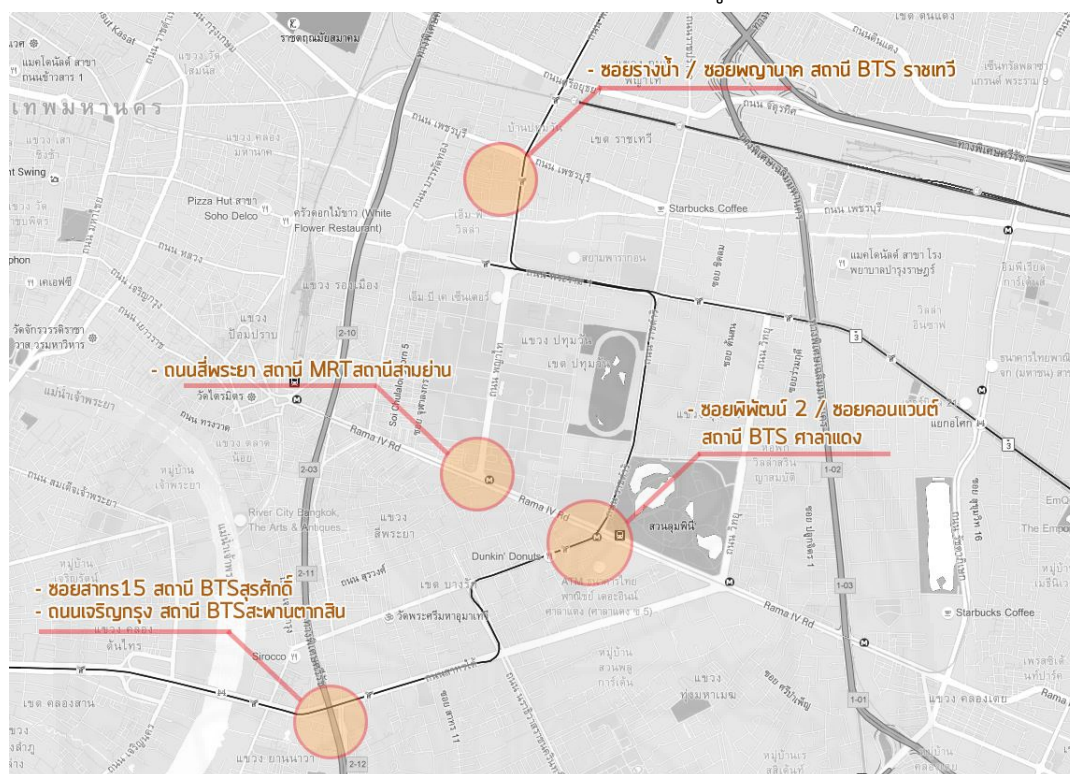
4.1.3 มีพื้นที่ใช้สอยรวมเพียงพอ ต่อการใช้งานรูปแบบสำนักงานกึ่งพักอาศัย โดยสามารถรองรับผู้ใช้งานสูงสุด 15 คนภายในอาคาร

4.1.4 อาคารที่เป็นตัวแทนมีอายุการใช้งาน 20–25 ปี เนื่องจากเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมทางด้านการปรับปรุงอาคารปรับปรุงยังคงสภาพการใช้งานโครงสร้างหลักอาคารอยู่ และเป็นจำนวนปีที่ใช้ตามวงจรของการปล่อยสินเชื่อสำหรับที่อยู่อาศัย โดยที่สามารถนำมาคิดคำนวณระยะเวลาตลอดอายุการใช้งานอาคารต่อไปได้

4.1.5 ที่ตั้งอาคารอยู่ห่างจากสถานีรถไฟฟ้า BTS หรือ MRT หรืออาคารบริการจอดรถ โดยมีระยะห่างรัศมีโดยรอบไม่เกิน 1 กิโลเมตร เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการหรือเจ้าของธุรกิจในการเดินทาง

4.2 ข้อมูลรายละเอียดในการจำลองตัวแทนอาคาร

4.2.1 ที่ตั้งอาคารและบริบทโดยรอบจากการเก็บข้อมูล



ภาพที่ 4.1 แสดงตำแหน่งการสำรวจรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าในบริเวณที่ตั้งเขตย่าน CBD

จากการรวบรวมเก็บข้อมูลในบริเวณดังกล่าวสามารถแบ่งเขตจากขอบเขตในด้านพื้นที่การศึกษาเก็บข้อมูล และความเหมาะสมในย่านทำเลที่ตั้งเพื่อนำมาประกอบการทำอาคารฐานได้โดยมีเงื่อนไขในลักษณะทำเลที่ตั้งได้ดังนี้

เขตราชเทวี

- ชอยรังกน้ำ โดยอยู่ริมที่ใกล้กับสถานี BTSราชเทวี
- ชอยพญานาค โดยอยู่ริมที่ใกล้กับสถานี BTSราชเทวี



ภาพที่ 4.2 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยรางน้ำ เขตราชเทวี



ภาพที่ 4.3 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าย่านซอยพญานาค เขตราชเทวี

เขตปทุมวัน

- ถนนสีพระยาโดยอยู่รัศมีที่ใกล้กับสถานี MRT สามย่าน
- สยามสแควร์ซอย7 โดยอยู่รัศมีที่ใกล้กับสถานี BTS สยาม



ภาพที่ 4.4แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋ย่านถนนสีพระยา เขตปทุมวัน



ภาพที่ 4.5แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋ย่านสยามสแควร์ซอย7 เขตปทุมวัน

เขตบางรัก

-ชอยคอนแวนต์ โดยอยู่ริมที่ใกล้กับสถานี MRTศาลาแดง และBTSศาลาแดง

-ชอยพิพัฒน์ 2 โดยอยู่ริมที่ใกล้กับสถานี MRTศาลาแดง และBTSศาลาแดง



ภาพที่ 4.6แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋ย่านชอยคอนแวนต์ เขตบางรัก



ภาพที่ 4.7แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋ย่านชอยพิพัฒน์ 2 เขตบางรัก

เขตสาทร

-ชอยสาทร 11 โดยอยู่รัศมีที่ใกล้กับสถานี BTSสุรศักดิ์

-ถนนเจริญกรุง โดยอยู่รัศมีที่ใกล้กับสถานี BTS สะพานตากสิน



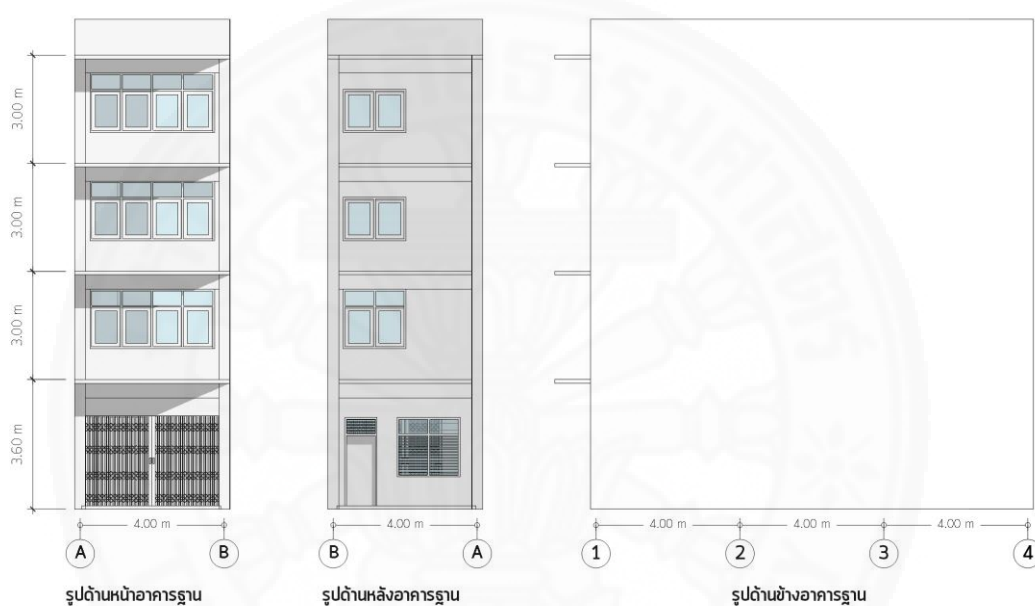
ภาพที่ 4.8แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋าย่านชอยสาทร 11เขตสาทร



ภาพที่ 4.9แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก๋าย่านถนนเจริญกรุง เขตสาทร

4.2.2 รูปแบบสถาปัตยกรรมอาคารฐาน

อาคารพาณิชย์กรรมที่ได้ทำการจำลองรูปแบบเพื่อเป็นอาคารฐานนั้น ประเภทอาคารพาณิชย์พักอาศัย 4 ชั้น จำนวน 1 คูหา โครงสร้างเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ซึ่งได้นำอาคารส่วนกลางของคูหา (ผนังด้านข้างทั้งสองด้าน ใช้ร่วมกับอาคารข้างเคียง) โดยโครงสร้างต่อเนื่องกัน ซึ่งสามารถสรุปรวบรวมข้อมูลอาคารฐานจากการเก็บข้อมูลและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องจากบทที่ 2 ตารางที่ 2.16 แสดงการสรุปข้อมูลและตัวแปรจากเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิงสามารถแสดงออกมาเป็นรูปแบบทางสถาปัตยกรรมตามภาพที่ 4.10 และตารางที่ 4.1 ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.10 แสดงรูปแบบทางสถาปัตยกรรมอาคารพาณิชย์เก่าเพื่อเป็นอาคารฐาน

ตารางที่ 4.1

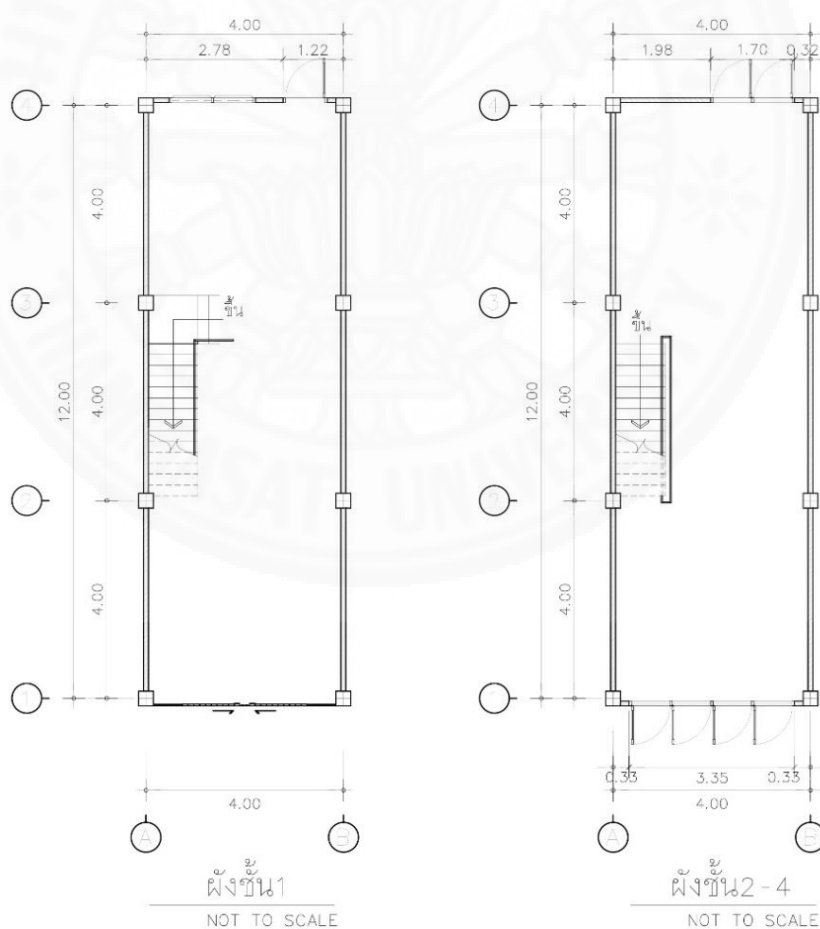
แสดงส่วนประกอบอาคารฐานอ้างอิง

ส่วนประกอบอาคาร	ข้อมูลทางสถาปัตยกรรมอาคารฐาน
ขนาดอาคาร	กว้าง 4 เมตร ลึก 12 เมตร จำนวน 4 ชั้น สูงรวม 12.60 เมตร
พื้นที่อาคาร	พื้นที่รวม 183.93 ตารางเมตร ชั้นละ 45.98 ตารางเมตร
ผนัง	ผนังภายนอก ก่ออิฐฉาบปูนเรียบ 2 ด้าน สีอ่อน หนา 10 ซม.

ตารางที่ 4.1

แสดงส่วนประกอบอาคารฐานอ้างอิง(ต่อ)

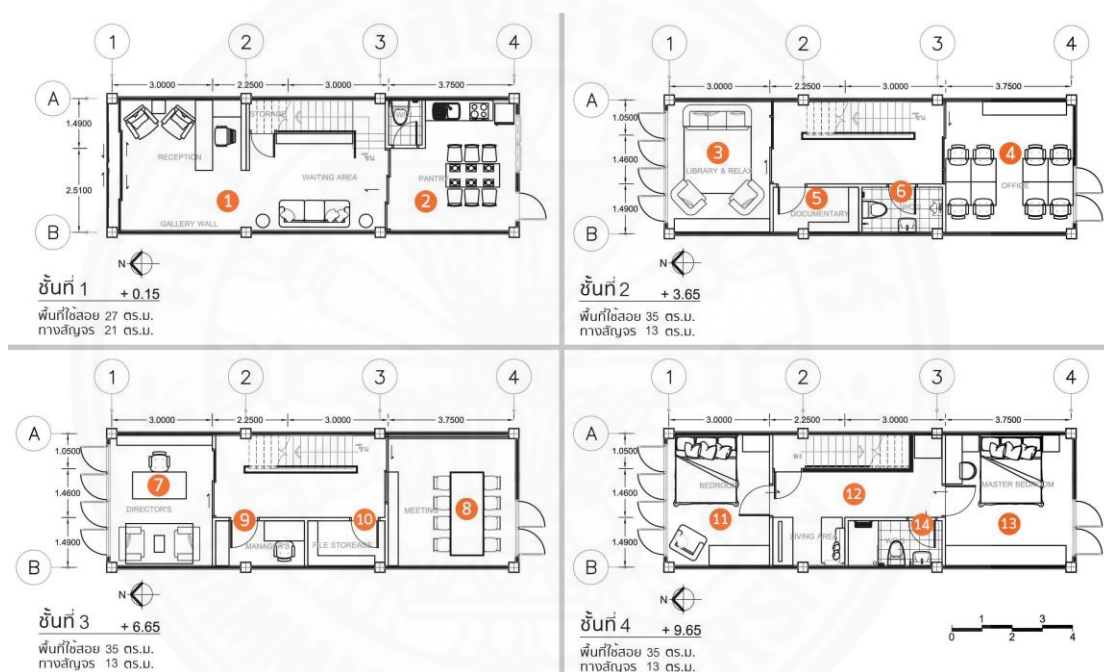
ส่วนประกอบอาคาร	ข้อมูลทางสถาปัตยกรรมอาคารฐาน
หลังคา	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 10 ซม. กรุฝ้ายิปซัมบอร์ดขนาด 9 มิลลิเมตรเฉพาะชั้น 4
ประตู	ด้านหน้าประตูเหล็กบานจิบพับทางเข้าด้านหน้า ด้านหลังประตูไม้ มีชุดช่องแสงด้านบน ติดตั้งกับวงกบไม้
หน้าต่าง	หน้าต่างและวงกบไม้เนื้อแข็งลูกฟักกระจกใส 6 มิลลิเมตร
โครงสร้างอาคาร	โครงสร้างเสาคานคอนกรีตเสริมเหล็ก บันไดหล่อในที่ผิวบันไดคอนกรีตเปลือย



ภาพที่ 4.11 แสดงผังพื้นอาคารพาณิชย์เก่าเพื่อเป็นอาคารฐาน

4.3 การจำลองแนวทางปรับปรุงอาคารตามรูปแบบการใช้งานโฮมออฟฟิศ

จากการศึกษาทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสำนักงานขนาดเล็ก หรือ โฮมออฟฟิศนั้น มีความต้องการพื้นที่ใช้งานเพื่อรองรับกิจกรรมที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสม และลำดับความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคาร ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำการศึกษาดังกล่าว มาสรุปเป็นรูปแบบแนวทางในการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเก่าจากเดิมที่มีการใช้งานจากการใช้อู่อาศัยเพียงอย่างเดียว หรือทำธุรกิจประกอบกิจการการค้าบริเวณชั้นล่าง มาเป็นลักษณะสำนักงานกึ่งที่พักอาศัยภายใต้ลักษณะอาคารพาณิชย์กรรมได้ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.12 แสดงผังพื้นที่อาคารพาณิชย์เก่าที่ปรับปรุงในรูปแบบโฮมออฟฟิศ

4.3.1 พฤติกรรมการใช้งานพื้นที่

จากภาพที่ 4.11 แสดงผังพื้นที่อาคารพาณิชย์เก่าที่ปรับปรุงในรูปแบบโฮมออฟฟิศ ได้มีการให้ลำดับความสัมพันธ์และพื้นที่ที่สำคัญในการใช้งานประเภทสำนักงานกึ่งพักอาศัยได้ดังนี้

(1) ส่วนพื้นที่ส่วนสาธารณะ (public zone) เป็นพื้นที่ที่สามารถใช้ร่วมกัน โดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่คนภายนอกสามารถเข้าถึงได้

ส่วนต้อนรับ (information) และส่วนพักคอย (waiting area) เป็นส่วนแรกของการเข้าถึงสำนักงาน โดยที่ส่วนนี้เป็นส่วนที่ให้ข้อมูลหรือ ๆ เมื่อมีผู้ติดต่อหรือลูกค้าใน

เรื่องต่างๆทั้งการประสานงาน วางบิล รับเช็ค หรือส่งพัสดุ ประชาสัมพันธ์ต่าง ๆอีกทั้งยังได้จัดโซนแสดงผลงานไว้ที่ฝั่งผนังโถงต้อนรับ ซึ่งบริเวณต่อเนื่องกับส่วนต้อนรับ ได้ทำการจัดที่พักคอยไว้สำหรับนั่งพูดคุยกับลูกค้าในเบื้องต้นได้บริเวณพื้นที่หมายเลข 1

(2)พื้นที่กึ่งสาธารณะ (public zone)เป็นพื้นที่ที่จะเชื่อมต่อเข้ามาจากส่วนพื้นที่สาธารณะ เริ่มมีการใช้งานเพื่อผู้มาติดต่อเข้าพูดคุยกับพนักงาน จนถึงส่วนพื้นที่ทำงานทั้งหมด

ส่วนห้องพักผ่อนสำหรับพนักงาน (living room for officer) ได้จัดพื้นที่สำหรับเป็นพื้นที่ผ่อนคลายให้กับพนักงานสามารถเป็นที่พักผ่อน พุดคุย หาข้อมูลหรือไว่เปลี่ยนบรรยากาศจากการทำงานที่โต๊ะพนักงาน เป็นส่วนที่สามารถรองรับได้ทั้งลูกค้าและพนักงาน ซึ่งทำขึ้นเพื่อส่งเสริมให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้น บริเวณพื้นที่หมายเลข 3

ส่วนเอนกประสงค์ (mutipurpose)เป็นส่วนที่มีความนิยมนมากขึ้นในการออกแบบพื้นที่ออฟฟิศสมัยใหม่ สามารถที่จะปรับปรุงเปลี่ยนรูปแบบการใช้พื้นที่เพื่อให้รองรับกับกิจกรรมได้ อีกทั้งทำการประชุมภายในบริษัทหรือกับทางลูกค้าอย่างเป็นทางการ รวมไปถึงการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ภายในพื้นที่ที่สามารถรองรับและปรับเปลี่ยนได้บริเวณพื้นที่หมายเลข 8

ส่วนทำงาน (working area)เป็นสจวนพื้นที่ที่มีการออกแบบให้เหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้งานและรูปแบบลักษณะการทำงานบริเวณพื้นที่หมายเลข 4 และห้องน้ำสำหรับพนักงานบริเวณพื้นที่หมายเลข 6

ห้องผู้บริหารและผู้จัดการ (direct&manager room)ส่วนพื้นที่ทำงานนี้ได้ออกแบบให้ลำดับการเข้าถึงที่มีความเป็นส่วนตัวมากขึ้น รวมถึงการจัดพื้นที่ให้แก่ผู้เข้าพบผู้บริหารเพื่อพูดคุยเจรจาต่าง ๆ อย่างเหมาะสม ทั้งนี้โดยมีห้องผู้บริหารอยู่บริเวณพื้นที่หมายเลข 7 และห้องผู้จัดการบริเวณพื้นที่หมายเลข 9

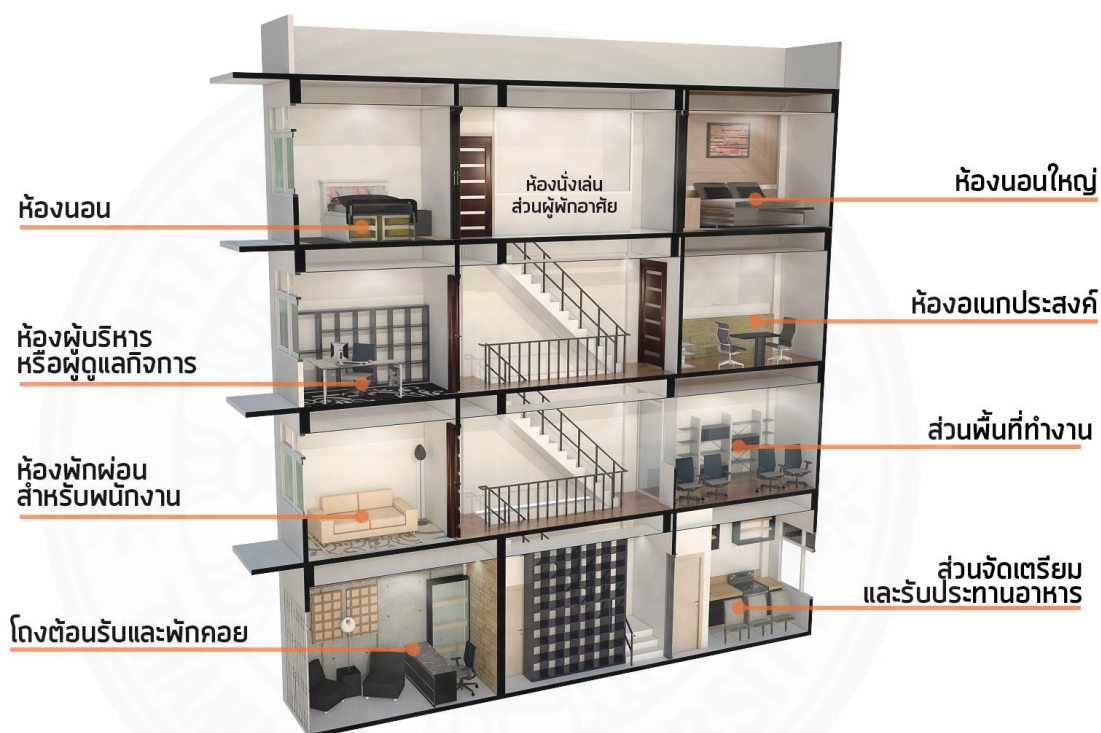
ที่เก็บเอกสาร(Documentary Room)เป็นห้องเก็บเอกสารชนิดแผ่นกระดาษเอกสารรายงานทั่วไป พร้อมกับการใช้งานเพื่อทำสำเนาเอกสารหรือทำลายเอกสารบริเวณพื้นที่หมายเลข 5

ที่เก็บเอกสารสำคัญ (file storage)เป็นห้องเก็บเอกสารชนิดที่มีความสำคัญมากขึ้น เช่น สัญญา ใบเสร็จ เอกสารทางบัญชีหรือเอกสารรายงานทั่วไป เพื่อพร้อมจัดเตรียมเอกสารในการประชุม บริเวณพื้นที่หมายเลข 10

ส่วนเตรียมอาหาร (pantry) อาจใช้ร่วมกับทับซ้อนในเรื่องเวลาการใช้งานกับพื้นที่ห้องครัวของส่วนพักอาศัย ทั้งนี้ได้มีโต๊ะเก้าอี้ที่รองรับไว้สำหรับพนักงาน รับประทานอาหารในส่วนนี้ด้วยในเวลาทำงานบริเวณพื้นที่หมายเลข 2

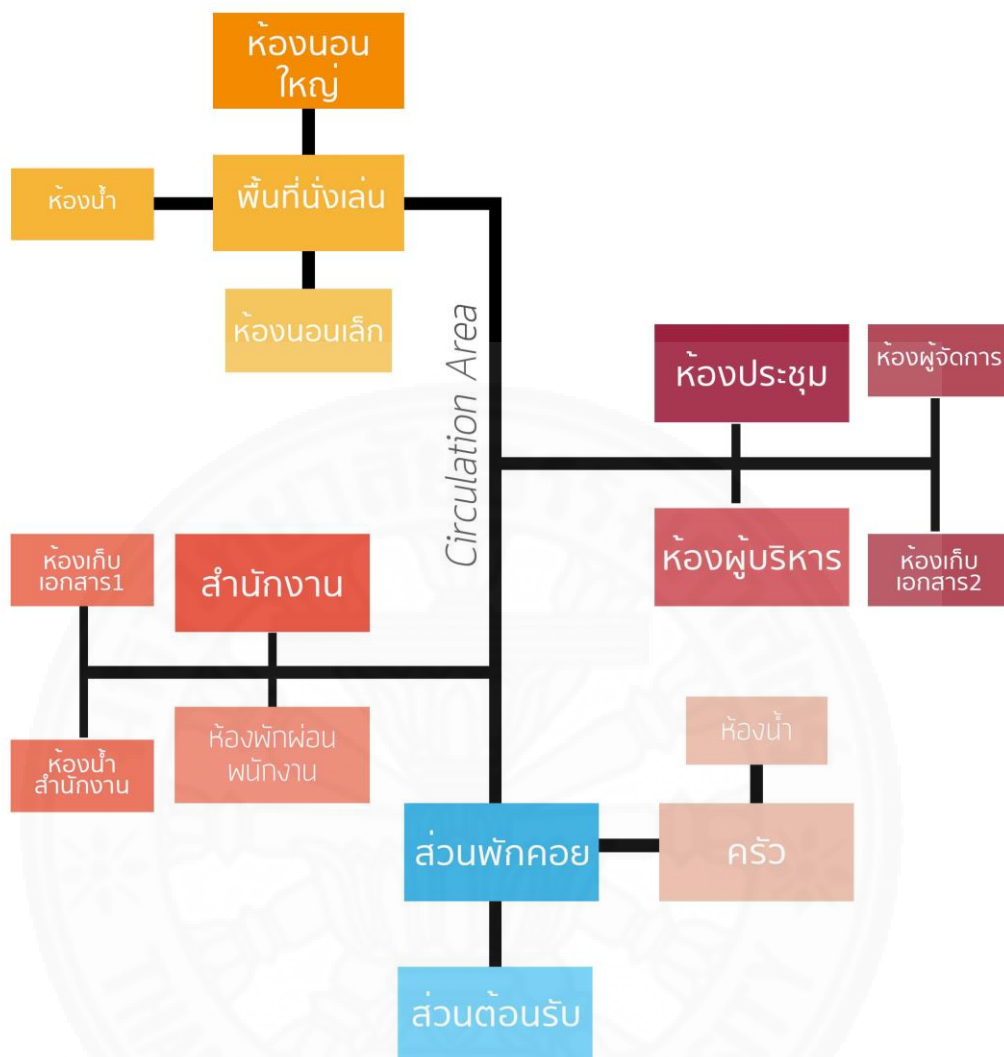
(3)พื้นที่ส่วนตัว (private zone)ในการออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการปรับปรุงลักษณะอาคารเดิมได้ทำการกั้นโซนบริเวณนี้ เพื่อให้เกิดความเป็นส่วนตัวในการพักอาศัย

ส่วนที่พักอาศัย (housing area)มีพื้นที่ส่วนกลางที่มีการใช้ร่วมกันสำหรับห้องพักผ่อนสำหรับเจ้าของผู้อยู่อาศัยบริเวณพื้นที่หมายเลข 12 โดยมีห้องนอนสำหรับผู้อยู่อาศัยบริเวณพื้นที่หมายเลข 11 และ 13 รวมถึงส่วนห้องน้ำสำหรับผู้พักอาศัยหมายเลข 14 ซึ่งได้กั้นโซนความเป็นส่วนตัวบริเวณพื้นที่พักอาศัยโดยการส่วนกั้นบริเวณทางขึ้นโรงชั้น 4



ภาพที่ 4.13แสดงรูปทัศนียภาพภายในที่ปรับปรุงในรูปแบบโฮมออฟฟิศ

จากการออกแบบปรับปรุงอาคารตามการศึกษาพฤติกรรมการใช้พื้นที่ของผู้ใช้อาคารจากการเข้าถึงห้องส่วนสาธารณะจนไปถึงพื้นที่ส่วนพักอาศัยที่เป็นพื้นที่ส่วนตัวสูง ซึ่งสามารถสรุปลำดับความสัมพันธ์ของการเข้าถึงพื้นที่ได้ตามภาพที่ 4.14 ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.14 แผนผังแสดงความสัมพันธ์ของพื้นที่ใช้งาน

โดยมีพื้นที่ของอาคารรวมทั้งหมด 183.93 ตารางเมตร ซึ่งแบ่งพื้นที่ได้ดังนี้

4.3.1.1 พื้นที่ส่วนสาธารณะ 26.5 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 14.40 ของทั้งหมด

- ส่วนต้อนรับ 16 ตารางเมตร
- ส่วนพักรถ 10.5 ตารางเมตร

4.3.1.2 พื้นที่กึ่งสาธารณะ 81.37 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 44.24 ของทั้งหมด

- ส่วนครัว 15.25 ตารางเมตร
- ห้องสมุดและพักผ่อน 12 ตารางเมตร
- ห้องเก็บเอกสาร 1 3.14 ตารางเมตร

-ห้องน้ำสำหรับสำนักงาน	3.12	ตารางเมตร
-พื้นที่ทำงาน	14.8	ตารางเมตร
-ห้องผู้บริหาร	12	ตารางเมตร
-ห้องผู้จัดการ	3.14	ตารางเมตร
-ห้องเก็บเอกสาร2	3.12	ตารางเมตร
-ห้องประชุม	14.8	ตารางเมตร

4.3.1.3 พื้นที่ส่วนตัว 33.06 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.98 ของทั้งหมด

-ห้องนอนเล็ก	12	ตารางเมตร
-ส่วนนั่งเล่น	3.14	ตารางเมตร
-ห้องน้ำ	3.12	ตารางเมตร
-ห้องนอนใหญ่	14.8	ตารางเมตร

4.3.1.4 พื้นที่ส่วนทางสัญจร 43 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.38 ของทั้งหมด

4.3.2 จำนวนผู้ใช้งานอาคาร

จากการออกแบบพื้นที่ต่าง ๆ ภายในอาคาร ทำให้เกิดการรองรับจำนวนผู้ใช้งาน โดยเฉลี่ยของแต่ละพื้นที่ เพื่อสามารถที่จะนำไปคำนวณความต้องการใช้แสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบปรับอากาศได้ดังนี้

4.3.2.1 พื้นที่ส่วนสาธารณะ 26.5 ตารางเมตร

-ส่วนต้อนรับ	5	คน
-ส่วนพักผ่อน	3	คน

4.3.2.2 พื้นที่กึ่งสาธารณะ 81.37 ตารางเมตร

-ส่วนครัว	6	คน
-ห้องสมุดและพักผ่อน	5	คน
-ห้องเก็บเอกสาร1	1	คน
-ห้องน้ำสำหรับสำนักงาน	1	คน
-พื้นที่ทำงาน	8	คน
-ห้องผู้บริหาร	2	คน
-ห้องผู้จัดการ	1	คน

-ห้องเก็บเอกสาร2	1	คน
------------------	---	----

-ห้องประชุม (อนกประสงค์)	8	คน
--------------------------	---	----

4.3.2.3 พื้นที่ส่วนตัว 33.06 ตารางเมตร คิดเป็นร้อยละ 17.98 ของทั้งหมด

-ห้องนอนเล็ก	2	คน
--------------	---	----

-ส่วนนั่งเล่น	3	คน
---------------	---	----

-ห้องน้ำ	1	คน
----------	---	----

-ห้องนอนใหญ่	2	คน
--------------	---	----

4.3.3 การใช้แสงสว่างภายในอาคาร

จากหนังสือ ASHRAE Fundamental Hand Book (2010) ได้กำหนดค่ากำลังส่องสว่างต่อตารางฟุตที่ต้องการใช้งานกับพื้นที่นั้น ๆ ได้ดังนี้

4.3.3.1 พื้นที่ส่วนสาธารณะ

-ส่วนต้อนรับ	1.1	W/ft ²
--------------	-----	-------------------

-ส่วนพักคอย	1.1	W/ft ²
-------------	-----	-------------------

4.3.3.2 พื้นที่กึ่งสาธารณะ

-ส่วนครัว	1.2	W/ft ²
-----------	-----	-------------------

-ห้องสมุดและพักผ่อน	1.2	W/ft ²
---------------------	-----	-------------------

-ห้องเก็บเอกสาร1	1.2	W/ft ²
------------------	-----	-------------------

-ห้องน้ำสำหรับสำนักงาน	0.9	W/ft ²
------------------------	-----	-------------------

-พื้นที่ทำงาน	1.1	W/ft ²
---------------	-----	-------------------

-ห้องผู้บริหาร	1.1	W/ft ²
----------------	-----	-------------------

-ห้องผู้จัดการ	1.1	W/ft ²
----------------	-----	-------------------

-ห้องเก็บเอกสาร2	0.8	W/ft ²
------------------	-----	-------------------

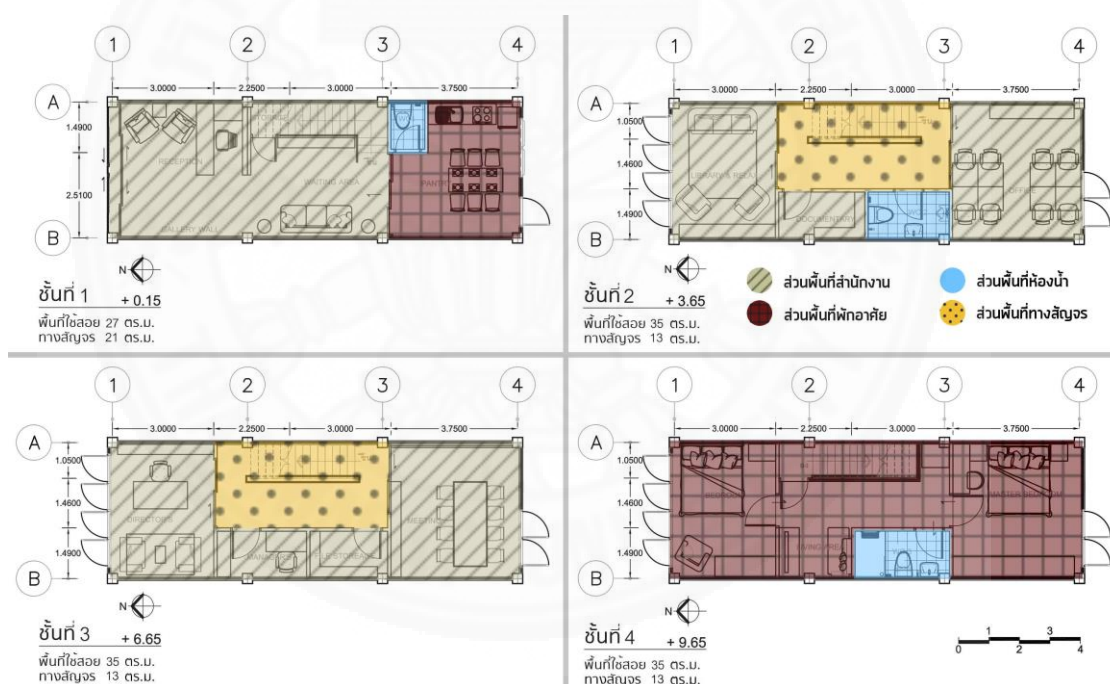
-ห้องประชุม (อนกประสงค์)	1.3	W/ft ²
--------------------------	-----	-------------------

4.3.3.3 พื้นที่ส่วนตัว

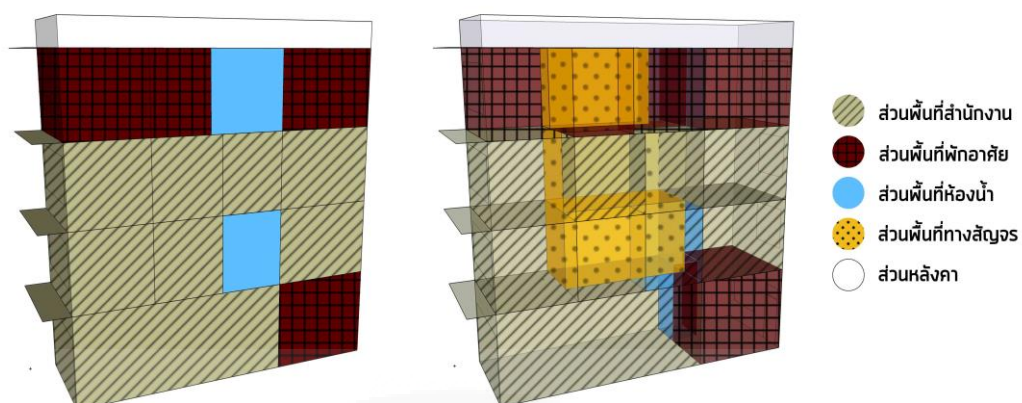
- ห้องนอนเล็ก	1.1	W/ft ²
- ส่วนนั่งเล่น	1.2	W/ft ²
- ห้องน้ำ	1.9	W/ft ²
- ห้องนอนใหญ่	1.1	W/ft ²

4.3.3.4 พื้นที่ส่วนทางเดิน หรือเส้นทางสัญจรอื่น ๆ 0.6 W/ft²

ทั้งนี้ได้สรุปช่วงเวลาการใช้งานงานอุปกรณ์ให้แสงสว่างและอุปกรณ์ตามพฤติกรรมการใช้งานในโซนพื้นที่ เพื่อใช้ในการจำลองการใช้พลังงานภายในอาคารที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนแรกโซนพื้นที่สำนักงาน ส่วนที่สองโซนพักอาศัย อีกทั้งยังมีส่วนที่เป็นพื้นที่สัญจร และส่วนพื้นที่ห้องน้ำ โดยแบ่งห้องต่าง ๆ อยู่ในโซนของผังอาคารตามภาพที่ 4.15 และภาพที่ 4.16

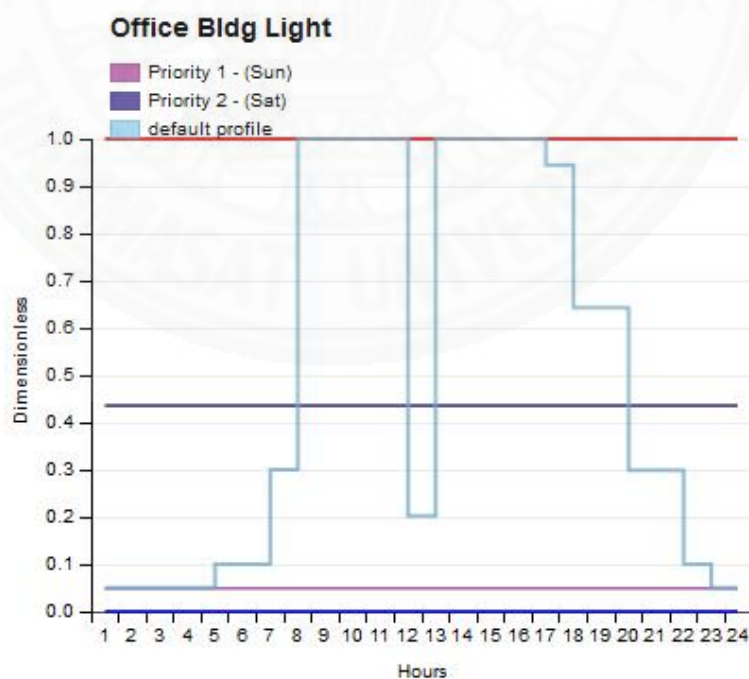


ภาพที่ 4.15 การแบ่งส่วนพื้นที่จากผังอาคารตามพฤติกรรมช่วงเวลาการใช้งาน

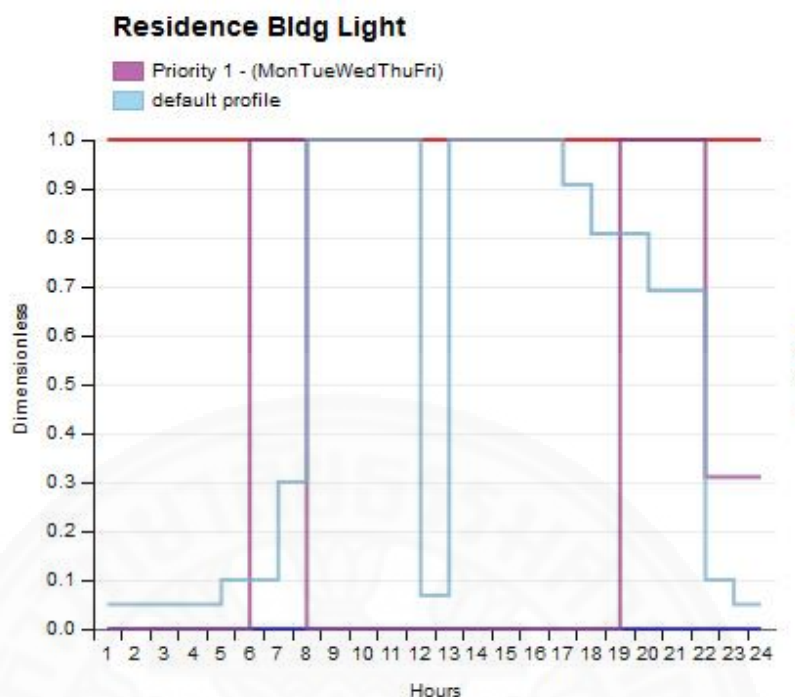


ภาพที่ 4.16 การแบ่งส่วนพื้นที่จากรูปจำลองสามมิติตามพฤติกรรมช่วงเวลาการใช้งาน

นอกเหนือจากนี้ได้แสดงการใช้งานตามตารางเวลาการใช้งานแสงสว่างที่เกิดขึ้นเฉลี่ยตลอดวันในส่วนโซนสำนักงานและโซนพักอาศัย ซึ่งได้แบ่งช่วงเวลาดำเนินการปฏิกิริยาสำหรับโซนสำนักงาน ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ เวลา 8.00-17.00 น. และปิดทำการในวันเสาร์และอาทิตย์ โดยที่เวลาช่วงการใช้งานส่วนโซนพักอาศัยในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ตั้งแต่ 19.00 น. จนถึงช่วง 7.30 น. โดยเฉลี่ย และอยู่อาศัยเกือบตลอดทั้งวันในวันเสาร์และวันอาทิตย์ จึงสามารถสรุปเวลาตามภาพของการใช้งานของแสงสว่างในภาพที่ 4.17 และภาพที่ 4.18 ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.17 แสดงการใช้แสงสว่างในช่วงเวลาวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนสำนักงาน



ภาพที่ 4.18 แสดงการใช้แสงสว่างในช่วงเวลาวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนพักอาศัย

จากภาพที่ 4.17 และภาพที่ 4.18 เส้นสีฟ้าแสดงถึงช่วงเวลาปกติของโซนทั้งสอง สำหรับโซนสำนักงานนั้นช่วงเวลาปกติอยู่ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ และช่วงเวลาอื่นหมายถึงช่วงปิดทำการ โดยที่ในกรณีของโซนพักอาศัยช่วงเวลาปกติในที่นี้ หมายถึงวันเสาร์และอาทิตย์ โดยในช่วงเวลาอื่นคือวันจันทร์ถึงวันศุกร์ แสดงด้วยสีแดงตามภาพแสดงเวลาดังกล่าว ทั้งนี้ในการใช้งานในพื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 40-50 ของการใช้งานโซนสำนักงานในวันปิดทำการ เพราะมีการใช้งานในโหมดพักอาศัยโดยการใช้งานร่วมกันระหว่างโซนพื้นที่ทั้งสอง

4.3.4 การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 4.2

ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ

บริเวณพื้นที่	ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดวัตต์ (วัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดไฟฟ้ารวมที่ใช้ (วัตต์)
โถงต้อนรับ ส่วนพักคอย	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะรวมจอแสดงผล 22.5 นิ้ว	500	1	500

ตารางที่ 4.2

ความต้องการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ(ต่อ)

บริเวณพื้นที่	ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดวัตต์ (วัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดไฟฟ้า รวมที่ใช้ (วัตต์)
โถงต้อนรับ ส่วนพักคอย	เก้าอี้ตัวรับ-ส่งสัญญาณอินเตอร์เน็ต	20	1	20
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	500	1	500
รวม				1,370
เตรียมอาหาร และ รับประทานอาหาร	เครื่องดูดควัน	300	1	300
	ไมโครเวฟ 20 ลิตร	750	1	750
	ตู้เย็น 7.9 คิว	150	1	150
	กระติกต้มน้ำร้อน 2.5 ลิตร	650	1	650
	หม้อหุงข้าว	650	1	650
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	200	1	200
รวม				2,700
ส่วนพื้นที่ทำงาน	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะรวมจอแสดงผล 22.5 นิ้ว	500	8	4,000
	เครื่องสำรองไฟ UPS	10	4	40
	ปริ้นเตอร์และสแกน A4 อิงค์เจ็ท	350	2	700
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	300	2	600
	เครื่อง SEVER workstation	300	1	300
รวม				5,640
ส่วนเก็บเอกสาร	เครื่องถ่ายเอกสาร	1100	1	1,100
	เครื่องทำลายเอกสาร	400	1	400
รวม				1,500
ส่วนห้องพักผ่อน พนักงาน	ทีวี LED ขนาด 40 นิ้ว	60	1	60
	ชุดเครื่องเครื่องเล่น DVD	30	1	30
	เครื่องขยายส่งสัญญาณ WIFI	50	1	50

ตารางที่ 4.2

ความต้องการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ(ต่อ)

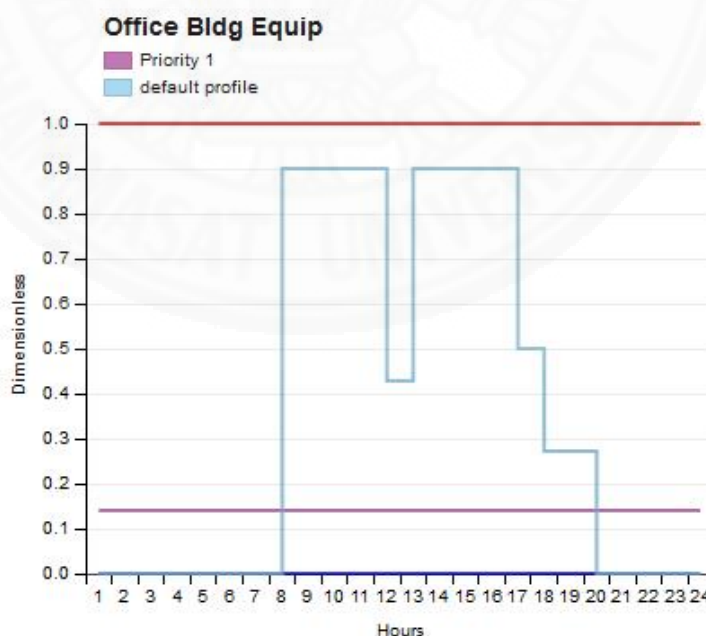
บริเวณพื้นที่	ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดวัตต์ (วัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดไฟฟ้า รวมที่ใช้ (วัตต์)
ส่วนห้องพักผ่อน พนักงาน	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	300	1	300
รวม				440
ห้องประธานกรรมการ บริษัท	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะรวมจอแสดงผล 22.5 นิ้ว	500	1	500
	ปรี้นเตอร์และสแกน A4 อิงค์เจ็ท	350	1	350
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	200	1	200
รวม				1,050
ห้องผู้จัดการบริษัท	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะรวมจอแสดงผล 27 นิ้ว	500	1	500
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	200	1	200
รวม				700
ห้องอเนกประสงค์	คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะรวมจอแสดงผล 22.5 นิ้ว	450	1	450
	โพรเจคเตอร์	200	1	200
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	400	1	400
รวม				1,050
ห้องห้องนอนใหญ่	คอมพิวเตอร์โน้ตบุค	350	1	350
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	500	1	500
รวม				850
ห้องนอน	คอมพิวเตอร์โน้ตบุค	350	1	350
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	500	1	500
รวม				850
ห้องนั่งเล่น	ทีวี LED ขนาด 40 นิ้ว	60	1	60
	ชุดเครื่องเครื่องเล่น DVD	40	1	40

ตารางที่ 4.2

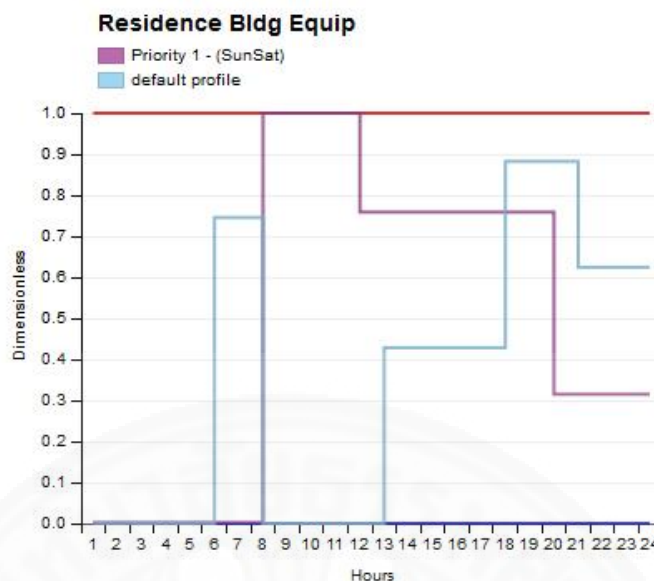
ความต้องการอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ(ต่อ)

บริเวณพื้นที่	ความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้า	ขนาดวัตต์ (วัตต์)	จำนวน (เครื่อง)	ขนาดไฟฟ้า รวมที่ใช้ (วัตต์)
ห้องนั่งเล่น	เครื่องขยายส่งสัญญาณเคเบิล	30	1	30
	คอมพิวเตอร์โน้ตบุค	350	1	350
	ปลั๊กกรองรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ	350	1	350
รวม				830

จากตารางที่ 4.2 ได้แสดงถึงความต้องการเครื่องใช้ไฟฟ้าในพื้นที่ส่วนต่างๆ เพื่อตอบสนองพฤติกรรมในการใช้งานที่มาจากการศึกษาทบทวนวรรณกรรม และเก็บข้อมูลของผู้วิจัย ซึ่งได้คำนวณขนาดวัตต์ของแต่ละเครื่องใช้ไฟฟ้า และขนาดไฟฟ้ารวมที่ใช้สูงสุดในพื้นที่ ทั้งนี้เพื่อให้การจำลองค่าพลังงานที่เกิดขึ้นให้มีความเสมือนจริงมากยิ่งขึ้นจึงได้จำลองตารางเวลาการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าในโซนพื้นที่สำนักงานและส่วนพักอาศัยซึ่งในโปรแกรมสามารถใส่ค่าพลังงานของอุปกรณ์ในแต่ละพื้นที่และคำนวณผลพร้อมกับตารางการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ตามภาพที่ 4.19 ดังนี้



ภาพที่ 4.19 แสดงการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนสำนักงาน

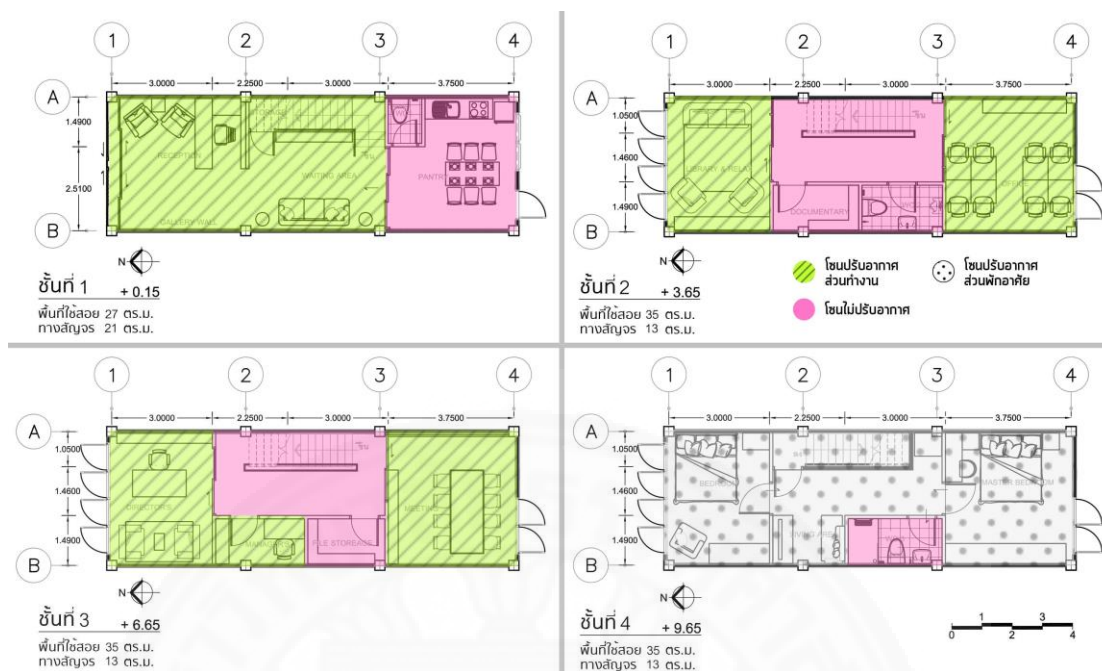


ภาพที่ 4.20 แสดงการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในวันทำงานปกติและวันปิดทำการของโซนพักอาศัย

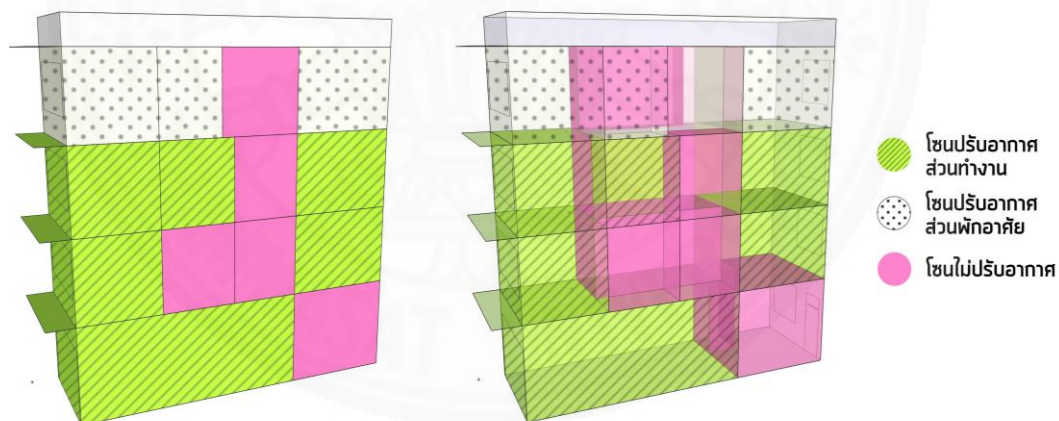
จากภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20 เส้นสีฟ้าแสดงถึงช่วงเวลาปกติของโซนทั้งสอง สำหรับโซนสำนักงานนั้นช่วงเวลาปกติอยู่ในวันจันทร์ถึงวันศุกร์ และช่วงเวลาอื่นหมายถึงช่วงปิดทำการ โดยที่ในกรณีของโซนพักอาศัยช่วงเวลาปกติในที่นี้ หมายถึงวันเสาร์และอาทิตย์ ทั้งนี้ในการใช้งานในพื้นที่ส่วนใหญ่ร้อยละ 15 ของการใช้งานโซนสำนักงานในวันปิดทำการ มาจากการใช้งานร่วมกันในบางพื้นที่ ซึ่งแสดงด้วยแสดงสีม่วงตามภาพที่ 4.19 โดยการเริ่มใช้งานของวันทั้งโซนจะอยู่ที่เวลา 08.00 น. ส่วนโซนพักอาศัยนั้นได้ออกแบบตารางเวลาให้มีกิจกรรมที่ลักษณะเดียวกันในวันเสาร์และอาทิตย์ซึ่งได้สอดคล้องกับตารางเวลาการใช้แสงสว่างข้างต้น โดยช่วงเวลาที่ใช้ไฟฟ้าอุปกรณ์ที่น้อยอยู่ในช่วงเวลา 0.00 – 7.00 น. ของตารางทั้งสองโซน

4.3.4 การใช้ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

การคำนวณภาระปรับอากาศได้นำค่า cooling load temperature difference, จากหนังสือ ASHRAE Fundamental Hand Book (2010) ได้แบ่งการคำนวณภาระปรับอากาศไว้ ซึ่งในส่วนของสภาวะน่าสบายของพนักงานและผู้อยู่อาศัยเองในการออกแบบจึงระบบปรับอากาศทำให้อุณหภูมิห้องเฉลี่ยอยู่ที่ 23.5 °C โดยจากการอ้างอิงผลการวิจัยสภาวะน่าสบายสำหรับคนไทยของ John F.B. (1992) โดยใช้ค่าประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศให้อยู่ในเกณฑ์ประสิทธิภาพเบอร์ 5 ซึ่งมีค่าอยู่ที่ EER 11.6 ซึ่งในการจำลองผ่านโปรแกรมทางผู้วิจัยจึงได้กำหนดค่า COP ไว้ที่ 3.4 อีกทั้งแบ่งเป็นโซนระบบปรับอากาศต่างๆ 3 โซน คือ โซนอุณหภูมิส่วนสำนักงาน โซนอุณหภูมิส่วนพักอาศัย โซนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ ตามภาพที่ 4.21 ดังนี้



ภาพที่ 4.21 แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ปรับอากาศส่วนสำนักงาน ส่วนพักอาศัยและไม่ใช่ระบบปรับอากาศจากรูปผังอาคาร



ภาพที่ 4.22 แสดงการแบ่งส่วนพื้นที่ปรับอากาศส่วนสำนักงาน ส่วนพักอาศัยและไม่ใช่ระบบปรับอากาศจากรูปจำลองสามมิติ

นอกจากการปรับอุณหภูมิให้เกิดภาวะความน่าสบายในการอยู่อาศัยแล้ว ภายในอาคารต้องมีการระบายอากาศที่เหมาะสม ซึ่งมีผลต่อผู้อยู่อาศัยโดยตรง ถ้ามีปริมาณระบายอากาศสูง จะทำให้มีการใช้พลังงานในระบบระบายอากาศที่สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งการที่มีอัตราการระบายอากาศต่ำ จะทำให้การระเหยความชื้นลดลง โดยแต่ละพื้นที่ได้มีข้อกำหนดอัตราการระบายอากาศที่แตกต่าง กันไปตามตารางที่ 4.3 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3

อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบปรับอากาศตามกฎหมาย

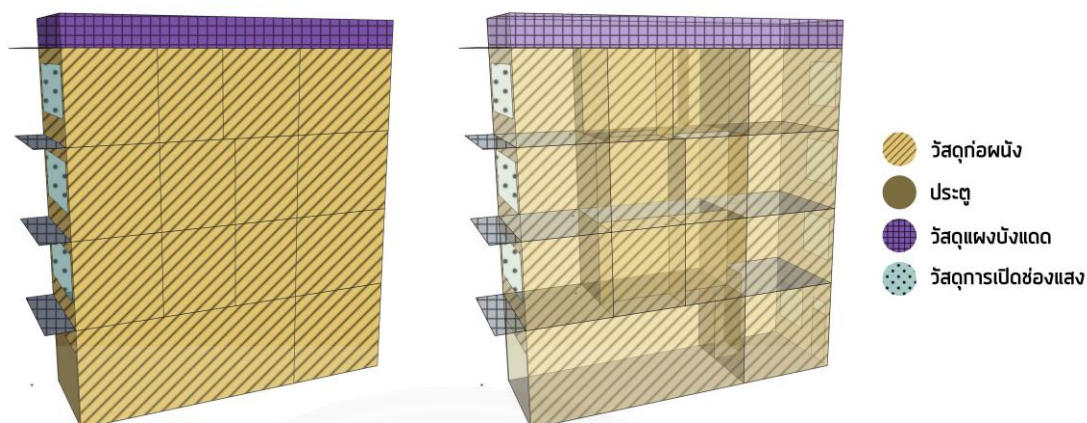
สถานที่	อัตราการระบายอากาศ (ACH) ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง/ตารางเมตร
สำนักงาน	2
ห้องพักในโรงแรมหรืออาคารชุด	2
ห้องประชุม	6
ห้องน้ำ ห้องส้วม	10

หมายเหตุ. โดย กระทรวงฉบับที่ 33 และ 39

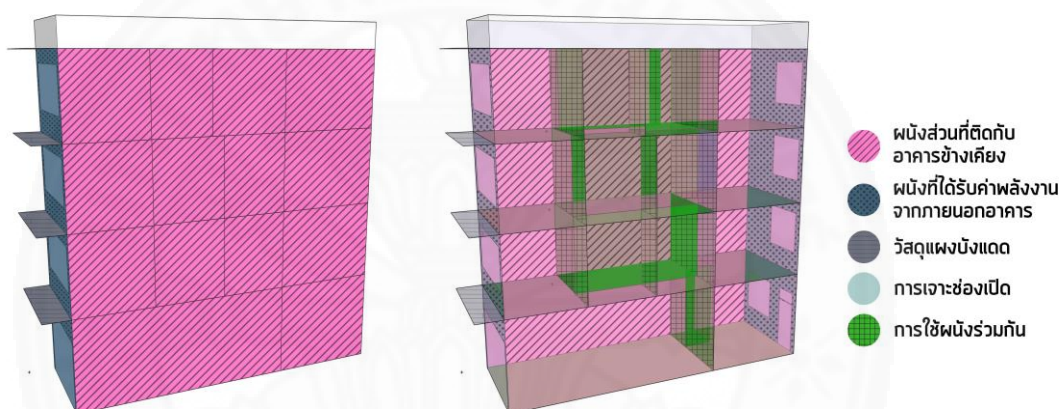
4.4 การจำลองแนวทางปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงาน

4.4.1 รายงานผลค่าพลังงานอาคารฐาน

จากข้อมูลอาคารฐานที่ได้ทำการปรับปรุงออกแบบพื้นที่ภายในอาคาร และ ตารางช่วงเวลาการใช้แสงสว่าง อุปกรณ์ไฟฟ้าและภาระปรับอากาศ สำหรับเพื่อการใช้สอยอาคาร รูปแบบโฮมออฟฟิศ ทั้งนี้ได้ทำการจำลองอาคารโดยป้อนข้อมูลเพื่อแสดงด้านกายภาพลักษณะ สถาปัตยกรรมด้วยโปรแกรมGoogleSketchupโดยเชื่อมโยงในการป้อนข้อมูลคุณสมบัติวัสดุ พฤติกรรมและตารางการใช้งานด้านต่าง ๆ ภายในอาคารจะประมวลผลค่าพลังงานทั้งหมดด้วย โปรแกรม Openstudio 1.11.0ซึ่งสามารถรายงานผลด้วยตัวโปรแกรมเอง อีกทั้งยังสามารถแสดงผลใน โปรแกรมEnergyPlus 8.5 โดยมีรายละเอียดทางภาพภาพดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.23 แสดงตำแหน่งวัสดุอาคารจากรูปจำลองสามมิติ



ภาพที่ 4.24 แสดงวัสดุพื้นผิวลักษณะสำคัญในการจำลองอาคาร

ในการเลือกอาคารฐานที่เป็นรูปแบบอาคารพาณิชย์กรรมที่อยู่ช่วงระหว่างตึกนั้น จากภาพที่ 4.23 ในส่วนผนังที่เป็นสีชมพูนั้นได้กำหนดให้ไม่ถูกคิดค่าประมาณค่าความร้อนและลมภายนอกที่เข้ามากระทำ (adiabatic) เหตุเพราะเป็นผนังร่วมจึงไม่นำมาคิดค่านี้ ส่วนผนังกันห้องภายในอาคารเป็นการแบ่งพื้นที่ใช้งานในการปรับอากาศแต่ละห้องซึ่งแสดงสีเขียวในภาพดังกล่าว ส่วนสีฟ้านั้นเป็นการแสดงช่องเปิดของอาคาร

4.4.1.1 ค่าพลังงานไฟฟ้า

(1) ค่าพลังงานจากการให้แสงสว่าง จากความต้องการใช้แสงสว่างที่เพียงพอต่อพื้นที่ในการใช้งาน โดยมีการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.4

ค่าการใช้พลังงานจากการใช้แสงสว่างภายในอาคาร

พื้นที่การใช้งาน	โซนระบบปรับอากาศ	รวม กำลังไฟฟ้า (W)	Actual Load Hours/W eek (hr)	รวมหน่วย การใช้ ไฟฟ้า (kWh)
CORRIDOR SPACE FLOOR2 LIGHTS	โซนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	139.14	71.12	516.67
CORRIDOR SPACE FLOOR3 LIGHTS		139.14	71.12	516.67
DOUCUMENTARY ROOM LIGHTS		69.29	71.12	258.33
FILE STORAGE LIGHTS		62.87	71.12	233.33
PANTRY LIGHTS	โซนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	329.68	53.95	927.78
STAIR PARTITION SPACE LIGHTS		28.35	71.12	105.56
WC1 LIGHTS		34.64	21.34	38.89
WC2 LIGHTS		70.73	21.34	77.78
WC3 LIGHTS		41.86	21.34	47.22
DIRECTOR ROOM LIGHTS	โซนอุณหภูมิส่วน สำนักงาน	129.17	71.12	477.78
LIVING SPACE FOR OFFICER LIGHTS		310.01	71.12	1,150
LOBBY LIGHTS		772.01	71.12	2,863.89
MANAGER ROOM LIGHTS		95.27	71.12	352.78
MULTIPURPOSE ROOM LIGHTS		431	71.12	1,597.22
WORKING AREA LIGHTS		364.69	71.12	1,352.78
BEDROOM LIGHTS	โซนอุณหภูมิส่วนพัก อาศัย	182.35	53.95	513.89
LIVING ROOM LIGHTS		140.78	53.95	397.22
MASTER BEDROOM LIGHTS		142.09	53.95	400
รวมการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแสงสว่าง				11,827.79

การใช้ไฟฟ้าในอาคารฐานนั้นถือว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าเท่ากับแนวทางการปรับปรุงต่าง ๆ ด้วยเหตุที่การปรับปรุงนั้นไม่ได้นำการใช้การปรับค่าพลังงานการให้แสงสว่างตามการให้ค่ากำลังส่องสว่างของแสงอาทิตย์ ถือว่าพลังงานการใช้แสงสว่างนั้นเป็นการใช้พลังงานที่เกิดขึ้นจากการออกแบบเพื่อให้เพียงพอต่อการใช้งานในพื้นที่ต่าง ๆ โดยการนำค่าการใช้กำลังส่องสว่างมาใส่ในพื้นที่เพื่อสำหรับคำนวณค่าพลังงานโดยโปรแกรมต่อไป

(2) ค่าพลังงานจากการใช้อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า จากความต้องการใช้แสงสว่างที่เพียงพอต่อพื้นที่ในการใช้งาน โดยมีการใช้ค่าพลังงานไฟฟ้างดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.5

แสดงค่าการใช้พลังงานจากการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในอาคาร

โซนที่มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า	รวมหน่วยการใช้ไฟฟ้า (kWh)	สัดส่วนการใช้ไฟฟ้า (ร้อยละ)
โซนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ	12,855.56	26.79
โซนอุณหภูมิต่ำส่วนสำนักงาน	26,744.44	55.74
โซนอุณหภูมิต่ำส่วนพักอาศัย	8,377.78	17.46
รวมการใช้ค่าพลังงานจากอุปกรณ์ไฟฟ้า	47,977.78	100

จากตารางที่ 4.5 ให้เห็นว่าการใช้พลังงานอุปกรณ์ในส่วนสำนักงานมีปริมาณสูงสุดที่เกินจากการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานจำนวนมาก ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนผู้ใช้งานในส่วนนี้ซึ่งมีจำนวนสูงสุดต่อพื้นที่ สำหรับโซนที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศในที่นี้หมายถึงพื้นที่ เช่น บริเวณครัว ส่วนจัดเก็บเอกสารที่มีการใช้เครื่องถ่ายและทำลายเอกสาร พื้นที่ส่วนห้องน้ำ

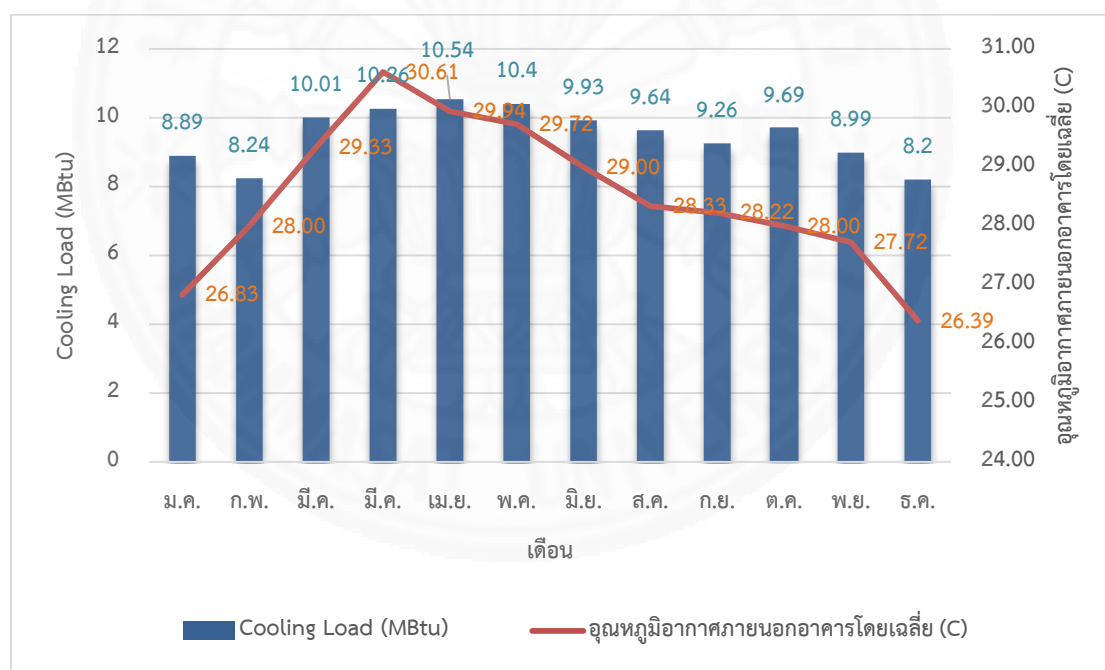
4.4.1.2 ค่าพลังงานภาระปรับอากาศ

จากการแบ่งโซนปรับอากาศให้กับพื้นที่อาคารจะสามารถแบ่งส่วนภาระปรับอากาศใน 2 ส่วน คือ ปรับอากาศส่วนพื้นที่ทำงานและส่วนพื้นที่พักอาศัยโดยมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.6

แสดงการใช้งานภาระปรับอากาศในโซนทำงานและพักอาศัย

ZONE	Heating/ Cooling	Design Load With Sizing Factor	Design Air Flow With Sizing Factor (m ³ /min)	Outdoor Temperature at Peak Load (C)	Outdoor Humidity Ratio at Peak Load (lbWater/lbAir)
OFFICER THERMAL ZONE	Cooling	6.47 (ton)	6179.09	36.74	0.02
RESIDENCE THERMAL ZONE	Cooling	2.42 (ton)	6256.79	31.77	0.02



ภาพที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิภายนอกกับกำลังของเครื่องทำความเย็นตลอดปี

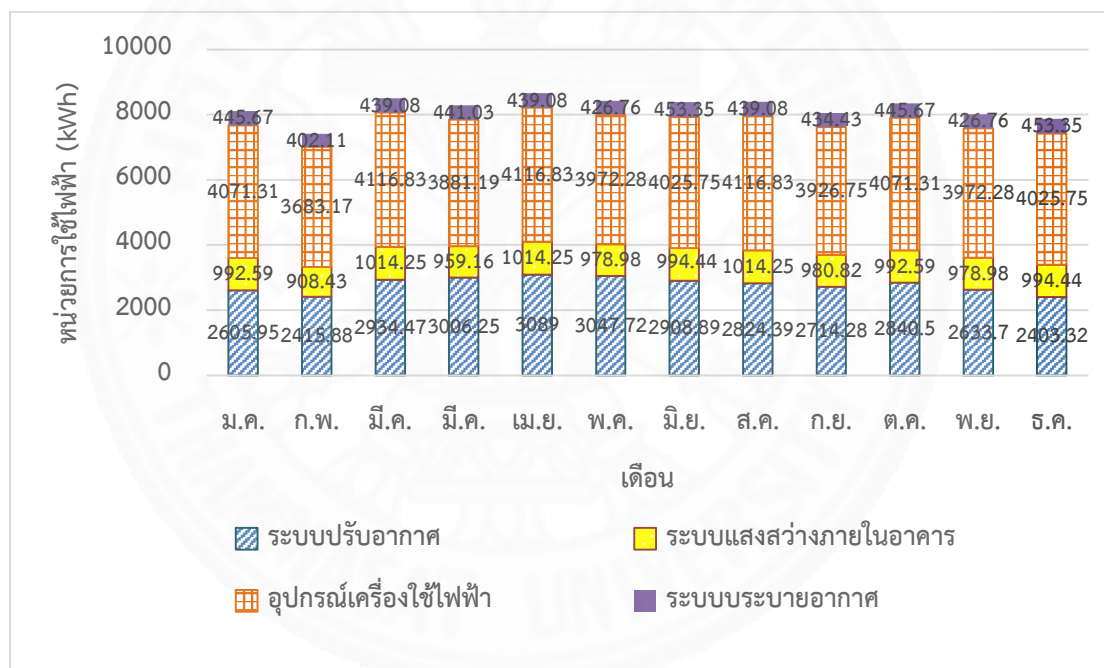
4.4.1.3 ค่าพลังงานรวมต่อปี

สำหรับการใช้พลังงานทั้งหมดของการจำลองอาคารฐานเพื่อเป็นอาคารตั้ง
ต้นในการพัฒนาปรับปรุงอาคารสามารถแสดงการใช้พลังงานทั้งหมดในรอบปีได้ดังนี้

ตารางที่ 4.7

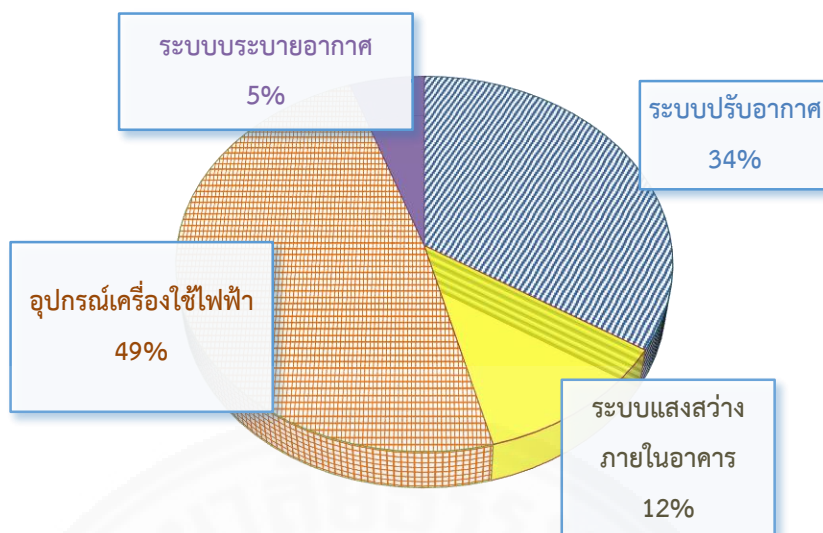
หน่วยการใช้ไฟฟ้าจำแนกตามพลังงานที่ใช้ภายในอาคารฐาน

การใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร	หน่วยไฟฟ้าที่ใช้รวมต่อปี (kWh)
ระบบปรับอากาศ	33,424.34
ระบบแสงสว่างภายในอาคาร	11,823.17
อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	47,980.28
ระบบระบายอากาศ	5,246.35
รวมค่าหน่วยการใช้ไฟฟ้า	98,474.14



ภาพที่ 4.26 แผนภูมิแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคารฐานตลอดปี

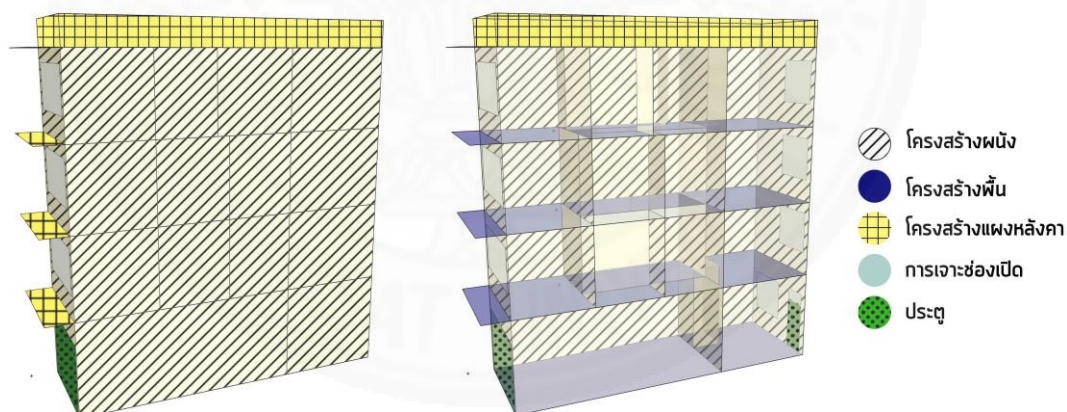
จากภาพที่ 4.25 หากพิจารณาค่าการใช้พลังงานของอาคารฐานจะพบว่าการใช้พลังงานของแสงสว่างและการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบระบายอากาศมีความสอดคล้องกันในความคงตัวของค่าพลังงานที่ใช้ แต่จะมีค่าเปลี่ยนไปขึ้นอยู่กับชั่วโมงการใช้งานพลังงานในแต่ละเดือนที่แตกต่างกันออกไป ส่วนการทำงานของภาระปรับอากาศนั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากสถานะของอุณหภูมิภายนอกอาคารที่ส่งผลต่อภาระปรับอากาศเพื่อให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในสถานะน่าสบายของผู้ใช้งานซึ่งอยู่ที่อุณหภูมิ 23.5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้สามารถสรุปการใช้พลังงานได้ดังนี้



ภาพที่ 4.27 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานทั้งหมดของอาคารฐาน

4.4.2 รายงานผลกลุ่มแนวทางการปรับปรุง

จากการศึกษาเอกสารหรือวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้นำแนวทางที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเชิงอนุรักษ์พลังงานด้วยกระบวนการต่าง ๆ การให้ลำดับความเหมาะสมในการปรับปรุงเพื่อความคุ้มค่าต่อการใช้พลังงานภายในบ้านพักอาศัย (Kragh J., 2011) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 4.28 แสดงบริเวณวัสดุต่าง ๆ เพื่อทำการปรับปรุงอาคารฐาน

แนวทางที่ 1 การปรับปรุงอาคารส่วนหลังคาของอาคารด้วยการติดตั้งฉนวน ด้วยการปูแผ่นโพลียูรีเทนขนาด 3 นิ้ว แล้วติดตั้งฉนวนใยแก้วความหนา 2 นิ้วอีกทั้งกรุแผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มิลลิเมตร แนวทางนี้เป็นการปรับปรุงส่วนหลังคาอาคารในกรณีที่มีโครงสร้างพื้นหลังคาเดิมเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยไม่ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างหลัก(อภิษฐา อธิคมบัณฑิตกุล, 2556)

แนวทางที่ 2 การปรับปรุงในส่วนผนังกรอบอาคารทั้งหมดโดยการเพิ่มฉนวนใยแก้วขนาด 3 นิ้วอีกทั้ง พร้อมทั้งกรุแผ่นยิปซัมขนาด 9 มิลลิเมตร ร่วมกับการเปลี่ยนชุดกระจกเดิมให้เป็นกระจกตัดแสงสีเขียว ขนาด 6 มิลลิเมตร โดยนำการปรับปรุงกรอบอาคารนั้นให้มีประสิทธิภาพในการต้านทานความร้อนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการติดตั้งได้นั้นสามารถจากภายในอาคารทั้งหมดโดยมีการศึกษาถึงการปรับปรุงผนังอาคารที่เหมาะสมในด้านการลดพลังงานค่าความร้อนจากภายนอกอาคารและเหมาะสมในด้านราคาวัสดุ(ดลยา ศิริปุร, 2548)

แนวทางที่ 3 การปรับปรุงโดยติดตั้งแผงกันแดดทั้งส่วนด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อกันความร้อนในส่วนบริเวณช่องเปิดอาคาร ซึ่งทำหน้าที่เปรียบเสมือนการตกแต่งกรอบหน้าอาคาร (facade) ซึ่งในการจำลองนี้ได้ใช้รูปแบบติดตั้งจากการศึกษาการทดลองการใช้การติดตั้ง (สันติภาพ เพียนนอก, 2558)สามารถป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้ดี อีกทั้งวัสดุไฟเบอร์ซีเมนต์มีราคาที่เหมาะสมต่อการปรับปรุงและมีหลายผู้ผลิตในตลาด

แนวทางที่ 4 การปรับปรุงโดยรวมแนวทางทั้งหมดในการปรับปรุง ตั้งแต่การปรับปรุงในส่วนหลังคาของอาคาร การปรับปรุงผนังกรอบอาคารและกระจกช่องเปิด อีกทั้งการติดตั้งแผงระแนงกันแดดในส่วนช่องเปิดอาคาร

ตารางที่ 4.8

แสดงรายละเอียดการปรับปรุงอาคารทั้ง 4 แนวทาง

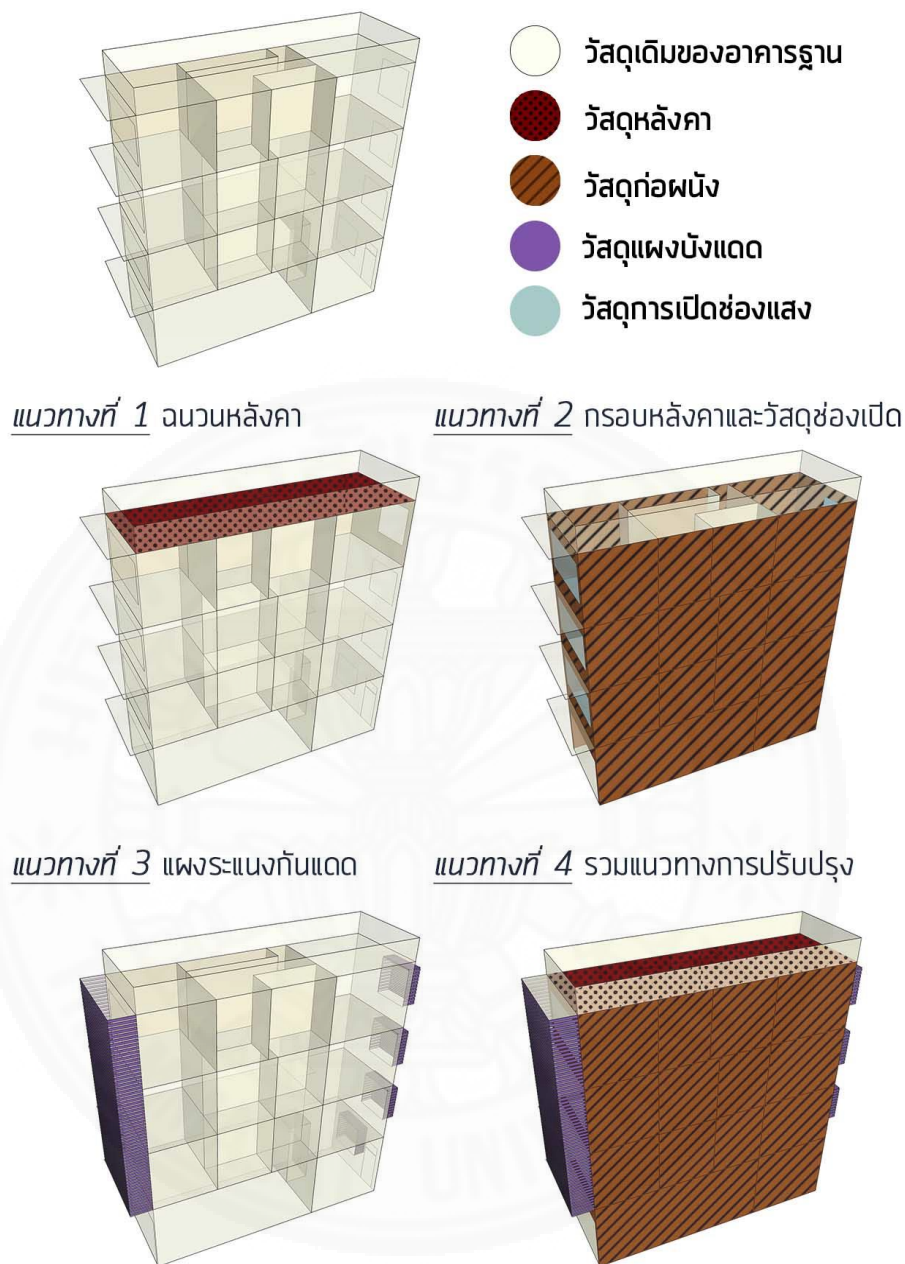
รายละเอียดวัสดุกรอบอาคาร	วัสดุหลังคาอาคาร	วัสดุผนังอาคารส่วนผนังที่บ	วัสดุผนังอาคารส่วนกระจก	แผงกันแดดภายนอกอาคาร
อาคารฐาน	- คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. กรุแผ่นฝ้ายิปซัมบอร์ด	- ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี	- กระจกใสหนา 6 มม.	- แผงกันแดดคอนกรีตด้านหน้าอาคารฐานเดิม
แนวทางที่ 1 ฉนวนหลังคา	- ฉนวนหลังคาคั่วยแผ่นโพลียูรีเทนขนาด 3 นิ้ว - ฉนวนใยแก้ว 2 นิ้ว - กรุแผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม.	- ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี	- กระจกใสหนา 6 มม.	- แผงกันแดดคอนกรีตด้านหน้าอาคารฐานเดิม

ตารางที่ 4.8

แสดงรายละเอียดการปรับปรุงอาคารทั้ง 4 แนวทาง (ต่อ)

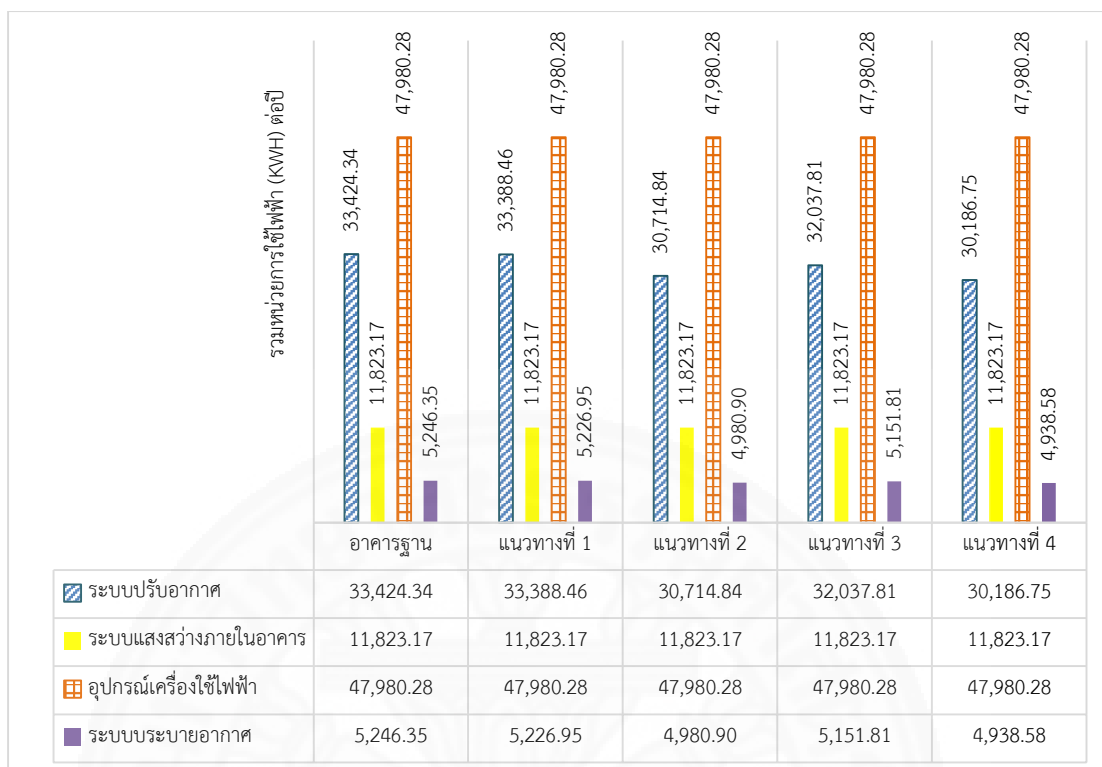
รายละเอียดวัสดุประกอบอาคาร	วัสดุหลังคาอาคาร	วัสดุผนังอาคาร ส่วนผนังทึบ	วัสดุผนังอาคารส่วนกระจก	แผงกันแดดภายนอกอาคาร
แนวทางที่ 2 กรอบอาคารและวัสดุช่องเปิด	- คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. กรูแผ่นฝ้ายิปซัมบอร์ด	- กรอบอาคารเพิ่มฉนวนใยแก้วขนาด 3 นิ้ว - กรูแผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม. - เปลี่ยนเป็นกระจกสีเขียวตัดแสงขนาด 6 มม.	- กระจกตัดแสงสีเขียวหนา 6 มม.	- แผงกันแดดคอนกรีตด้านหน้าอาคารฐานเดิม
แนวทางที่ 3 แผงระแนงกันแดด	- คอนกรีตเสริมเหล็กหนา 10 ซม. กรูแผ่นฝ้ายิปซัมบอร์ด	- ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี	- กระจกใสหนา 6 มม.	- แผงระแนงฉนวนอนด้วยไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4 นิ้วหนา 1 นิ้ว@2 นิ้วทั้งช่องเปิดด้านหน้าและหลัง
แนวทางที่ 4 (รวมแนวทาง)	- ฉนวนหลังคาวัยแผ่นโพลียูรีเทนขนาด 3 นิ้ว - ฉนวนใยแก้ว 2 นิ้ว - กรูแผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม.	- กรอบอาคารเพิ่มฉนวนใยแก้วขนาด 3 นิ้ว - กรูแผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม. - เปลี่ยนเป็นกระจกสีเขียวตัดแสงขนาด 6 มม.	- กระจกตัดแสงสีเขียวหนา 6 มม.	- แผงระแนงฉนวนอนด้วยไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์ขนาด 4 นิ้วหนา 1 นิ้ว@2 นิ้วทั้งช่องเปิดด้านหน้าและหลัง

จากตารางที่ 4.8 แสดงรายละเอียดการปรับปรุงอาคารทั้ง 4 แนวทาง พบว่าการในบางส่วนของวัสดุได้มีการกำหนดเป็นตัวตั้งต้นไว้เพื่อที่จะได้ นำค่าพลังงานจากการประมวลผลมาเปรียบเทียบในแนวทางการปรับปรุงได้อย่างชัดเจน สามารถแสดงส่วนทางภาพภาพที่ทำการปรับปรุงอาคารจาก ภาพที่ 4.29 ได้ดังนี้

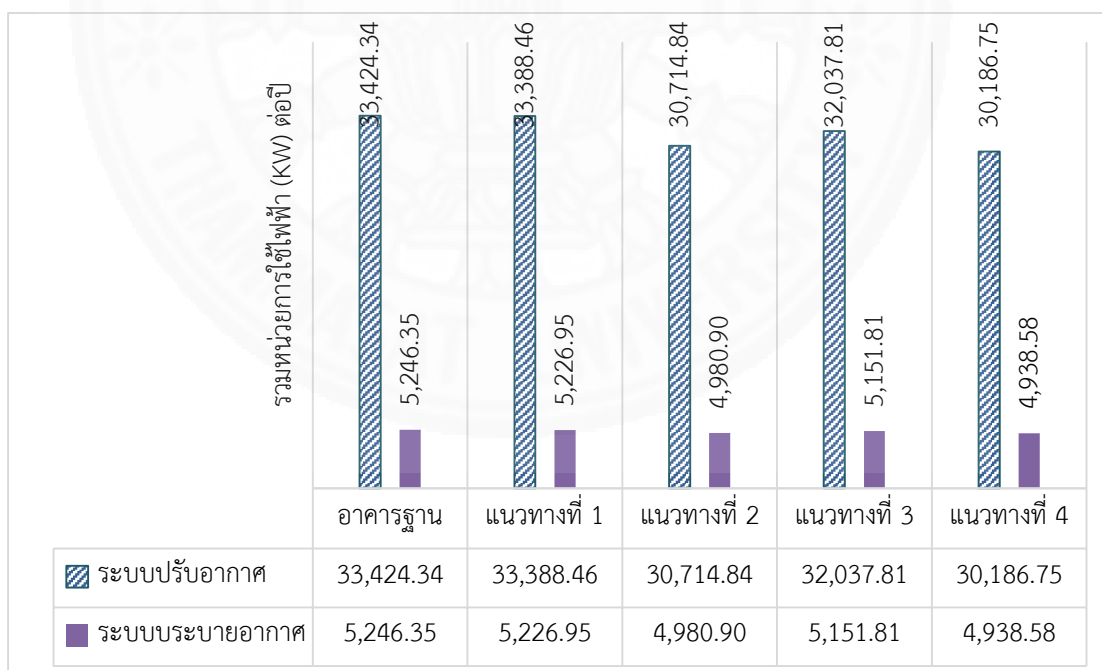


ภาพที่ 4.29 แสดงรูปจำลองสามมิติอาคารฐานและแนวทางการปรับปรุงทั้ง 4 กรณี

ผลการคำนวณค่าพลังงานจากการปรับปรุงอาคาร แสดงการใช้พลังงานตลอดปี โดยแบ่งตามหน่วยการใช้ไฟฟ้าจากแนวทางข้างต้น ซึ่งแสดงให้เห็นการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ ตามภาพที่ 4.29 ได้ดังนี้



ภาพที่ 4.30 แสดงหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารฐานและแต่ละแนวทางการปรับปรุง



ภาพที่ 4.31 แสดงหน่วยการใช้พลังงานระบบปรับอากาศและระบายอากาศที่มีผลต่อการปรับปรุง

การเปรียบเทียบค่าพลังงานที่ได้ในแต่ละแนวทางการปรับปรุงจากภาพที่ 4.29 พบว่าค่าพลังงานรับในระบบแสงสว่างในอาคารและการใช้อุปกรณ์ของทั้ง 4 แนวทางการปรับปรุงไม่เกิดผลที่จากลดค่าในพลังงานส่วนนี้ได้ แต่ในส่วนหน่วยการใช้ไฟฟ้าของภาระปรับอากาศและระบบระบายอากาศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนตามลำดับ และในการประเมินเบื้องต้นพบว่า แนวทางที่ 4 การปรับปรุงรวมแนวทางนั้นใช้ค่าพลังงานต่ำที่สุด และอีกในกรณีหนึ่งที่มีการปรับปรุงเพียงอย่างเดียว ในอาคารพบว่าแนวทางที่ 2 การปรับปรุงกรอบอาคารและวัสดุช่องเปิดมีการใช้ค่าพลังงานที่น้อยรองลงมาจากแนวทางที่ 4 และน้อยที่สุดในการเลือกการปรับปรุงเพียงอย่างเดียว ทั้งนี้ควรคำนึงถึงต้นทุนและค่าใช้จ่ายของการปรับปรุงของการปรับปรุงที่เกิดขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.9

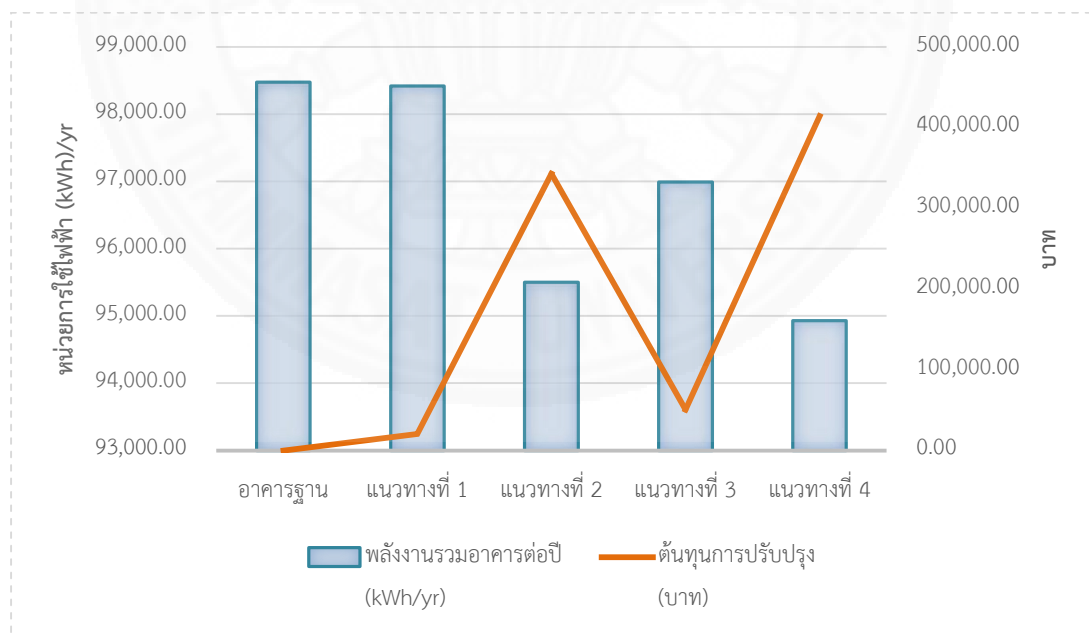
แสดงต้นทุนและค่าใช้จ่ายแต่ละแนวทางในการปรับปรุงอาคาร

แนวทางการปรับปรุง	วัสดุในการปรับปรุง	หน่วยต่อตารางเมตร	ราคาหน่วยต่อตารางเมตร + ค่าแรง (บาท)	รวมต้นทุนการปรับปรุง (บาท)
แนวทางที่ 1 ฉนวนหลังคา	ปูแผ่นโพลียูรีเทนขนาด 3 นิ้ว	48	200	20,460.00
	ฉนวนใยแก้ว 2 นิ้ว	48	80	
	แผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม.	48	150	
แนวทางที่ 2 กรอบอาคารและวัสดุช่องเปิด	ฉนวนใยแก้วขนาด 3 นิ้ว	1,259.5	120	342,931.00
	แผ่นยิปซัมบอร์ดขนาด 9 มม.	1,259.5	150	
	กระจกสีเขียวตัดแสงหนา 6 มม.	57.32	50	
แนวทางที่ 3 แผงระแนงกันแดด	ระแนงไม้ไฟเบอร์ซีเมนต์	77.68	200	50,492.00
	โครงเหล็กติดตั้งระแนง	77.68	500	
แนวทางที่ 4 รวมแนวทาง	แนวทางที่ 1+2+3	แนวทางที่ 1+2+3	แนวทางที่ 1+2+3	414,063.00

ตารางที่ 4.10

แนวทางการปรับปรุงค่าพลังงานที่เกิดขึ้นรายปีและต้นทุนในการปรับปรุง

แนวทางการปรับปรุง	พลังงานรวม อาคารต่อปี (kWh/yr)	ค่าพลังงานที่ ประหยัดได้ต่อปี (kWh/yr)	สัดส่วน การ ประหยัด พลังงานที่ ได้	ต้นทุนการปรับปรุง (บาท)
อาคารฐาน	98,474.14	-	-	-
แนวทางที่ 1 ฉนวนหลังคา	98,418.85	55.29	0.06%	20,640.00
แนวทางที่ 2 กรอบอาคารและวัสดุช่องเปิด	95,499.18	2,974.96	3.12%	342,931.00
แนวทางที่ 3 แผงระแนงกันแดด	96,993.00	1,481.14	1.53%	50,492.00
แนวทางที่ 4 (รวมแนวทาง)	94,928.78	3,545.36	3.73%	414,063.00



ภาพที่ 4.32 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าพลังงานที่เกิดขึ้นรายปีกับต้นทุนในแนวทางการปรับปรุง

4.4.3 รายงานผลกลุ่มความคุ้มค่าในการลงทุน

การคำนวณรายจ่ายนั้นการลงทุนส่วนการปรับปรุงเพื่อประหยัดพลังงานเพื่อหาต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) ผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนพลังงานที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการกับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไป และการพิจารณาอัตราลดค่า(discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนโครงการปรับปรุงอาคารหรือค่าของทุน (cost of capital) อัตราผลตอบแทนภายใน(IRR)มีค่าเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดการณ์ว่าจะได้รับจากการดำเนินการประหยัดพลังงานตลอดอายุโครงการระยะเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) โดยที่จะได้รับผลตอบแทนการพิจารณาจากการลงทุนเพียงครั้งเดียวในปีแรก และจากการให้ผลตอบแทนหรือผลการประหยัดพลังงานที่เท่ากันทุกปีตลอดอายุของโครงการซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

ผลการวิเคราะห์ทางความคุ้มค่าในการลงทุน

ผลการวิเคราะห์ทางความคุ้มค่า	อาคารฐาน	แนวทางที่ 1	แนวทางที่ 2	แนวทางที่ 3	แนวทางที่ 4
ต้นทุนในการปรับปรุง(บาท)	0	20,640.00	342,931.00	50,492.00	414,063.00
ค่าใช้จ่ายพลังงานรายปี (บาท)	344,659.49	344,465.975	334,247.13	339,475.5	332,250.73
-ค่าไฟฟ้าปรับอากาศ(บาท)	116,985.19	116,859.61	107,501.94	112,132.33	105,653.62
-ค่าไฟฟ้าแสงสว่าง (บาท)	41,381.09	41,381.09	41,381.09	41,381.09	41,381.09
-ค่าไฟฟ้าอุปกรณ์ (บาท)	167,930.98	167,930.98	167,930.98	167,930.98	167,930.98
- ค่าระบบระบายอากาศ (บาท)	18,362.23	18,294.33	17,433.15	18,031.34	17,285.03
ค่าไฟฟ้ารวมที่เกิดขึ้นใน 20ปี* (MB)	4.631	4.629	4.492	4.562	4.465
ต้นทุนรวมตลอดอายุอาคาร(MB)	4.631	4.649	4.834	4.612	4.879
ค่าใช้จ่ายที่ประหยัดได้รายปี (บาท)	-	194	10,412	5,184	12,409
ระยะคืนทุน (ปี)	-	106 ปี 7เดือน	32 ปี 11 เดือน	9ปี 8 เดือน	33 ปี 4เดือน

หมายเหตุ. *คิดอัตราคิดลด (discount rate) ที่ 3 %

จากตารางที่ 4.11 สามารถสรุปได้ว่าแบบปรับปรุงที่มีความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์มากที่สุด ได้แก่ แนวทางปรับปรุงที่ 3เนื่องจากมีระยะคืนทุนเร็วที่สุด คือ 9ปี 8เดือน โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด50,492บาทโดยเฉลี่ย ส่วนแบบปรับปรุงที่ 1มีระยะคืนทุนยาวนานที่สุด ซึ่งส่งผลให้ไม่เกิดคุ้มค่าต่อการลงทุนเพื่อที่ที่สามารถประหยัดรายจ่ายที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งการกำหนดกรอบ

อาคารหรือรูปทรงของอาคารเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะสามารถลดพลังงานความร้อนจากภายนอกได้ แต่ด้วยลักษณะพื้นที่หลังคามีอยู่ทั้งหมดรวม 48 ตารางเมตร อาจป้องกันความร้อนจากภายนอกเข้ามาส่วนพื้นที่พักอาศัยได้ และลดภาระปรับอากาศในส่วนพักอาศัย สำหรับแนวทางที่ 2 นั้นการออกแบบทั้งนี้ในการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานนั้นได้กำหนดผนังด้านข้างทั้งสองให้ไม่ถูกคิดค่าประมวลค่าความร้อนและลมภายนอกที่เข้ามากระทำ (adiabatic) เหตุเพราะเป็นการจำลองอาคารห้องกึ่งกลางของกลุ่มอาคารพาณิชย์ทำให้การปรับปรุงปรับส่วนด้านข้างอาคารนั้นไม่ได้ใช้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนได้อย่างเต็มที่มากนัก

ถึงแม้ว่าการประเมินผลจากความคุ้มค่าทางการลงทุนอาจจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้บ้างตามแนวทางที่เหมาะสม ทั้งนี้ผลของการปรับปรุงทั้งสี่ยังคงให้ ประสิทธิภาพในการลดการใช้พลังงานได้พอสมควร สำหรับผู้ประกอบการ เจ้าของกิจการที่ทำการปรับปรุงอาคารเพื่อทำรูปแบบสำนักงานกึ่งที่พักอาศัยอาจนำแนวทางเหล่านี้ไปปรับใช้ในขณะการปรับปรุงหลักส่วนโครงสร้างและการใช้พื้นที่ภายในอาคารเพื่อให้เกิดสภาวะที่น่าสบายแก่ผู้อยู่อาศัย

4.4.3 รายงานผลกลุ่มความคุ้มค่าในการลงทุน

4.4.3.1 ค่าปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเก่าในรูปแบบโฮมออฟฟิศ

การปรับปรุงอาคารส่วนงานปรับปรุงสถาปัตยกรรมที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเกินร้อยละ 5 ของโครงสร้างทั้งหมด อีกทั้งมีการเปลี่ยนแปลงขอบเขตพื้นที่ภายในอาคารไม่เกินร้อยละ 10 ของพื้นที่ภายในอาคาร ซึ่งจากแนวทางการออกแบบมีการกันพื้นที่ในส่วนต่าง ๆ ซึ่งอาจจะมีการปรับปรุงส่วนผนังภายนอก พื้น ฝ้าเพดาน การปูวัสดุใหม่เพื่อให้เกิดความสวยงามดึงดูดความสนใจของผู้ประกอบการเพื่อเกิดการเช่าซื้อ ซึ่งสามารถสรุปการปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบจากตารางที่ 4.12 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.12

แสดงการปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบ

การปรับปรุงส่วนสถาปัตยกรรม	รายการปรับปรุง
วัสดุปูพื้น	
ส่วนสำนักงาน	พื้นกระเบื้องแกรนิตโต้ 60x60 ซม.
	พื้นกระเบื้องยางลายต่าง

ตารางที่ 4.12

แสดงการปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบ (ต่อ)

การปรับปรุงส่วนสถาปัตยกรรม	รายการปรับปรุง
ส่วนพักอาศัย	ปรับระดับพื้น เตรียมปูพื้นไม้ลามิเนต
พื้นที่ห้องน้ำ	พื้นกระเบื้องแกรนิตโต้ผิวกันลื่น 30x60 ซม.
วัสดุผนัง	
ส่วนสำนักงาน	ผนังโครงเคร้ายิปซัมบอร์ด ตกแต่งทาสี
	ทาสี หรือทาสีเลียนแบบผิวปูนเปลือยโมเมนต์
ส่วนพักอาศัย	ผนังโครงเคร้ายิปซัมบอร์ด ตกแต่งทาสี
พื้นที่ห้องน้ำ	พื้นกระเบื้องแกรนิตโต้ 30x60 ซม. ปูสูงจากพื้น 160 ซม.
วัสดุฝ้าเพดาน	
ส่วนสำนักงาน	ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด
ส่วนพักอาศัย	ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด
พื้นที่ห้องน้ำ	ฝ้าเพดานยิปซัมบอร์ด ชนิดกันชื้น
ประตู หน้าต่าง	
ส่วนสำนักงาน	หน้าต่างกระจกใสบานฟิกซ์กรอบอลูมิเนียม
	กันประตูกระจกใสบานเลื่อนกรอบอลูมิเนียม 3 ตอน
ส่วนพักอาศัย	ประตู Wood Plastic Composite
พื้นที่ห้องน้ำ	ประตู Wood Plastic Composite ชนิดกันน้ำ
ระบบไฟฟ้า	การเดินสายไฟฟ้าตามความต้องการของผู้ใช้งาน
ระบบปรับอากาศ	
ส่วนสำนักงาน	แอร์Split Type
ส่วนพักอาศัย	แอร์Split Type
ระบบสุขาภิบาล	เดินระบบห้องน้ำ และชุดครัว

จากราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2559 ได้เสนอวิธีคิดประเมินราคาแนวทางการปรับปรุง เพื่อเป็นส่วนหนึ่งในรายการสมมติฐานด้านต้นทุน โดยมีส่วนของค่าก่อสร้างอาคาร (hard cost) และค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (soft cost) ในการประเมินนี้ในการวิจัยนี้จะ

แสดงราคาปรับปรุงต่อตารางเมตร โดยคิดจากราคาค่าแรงรวมค่ากับซึ่งราคาค่าวัสดุ ซึ่งราคาเปลี่ยนแปลงไปมากขึ้นอยู่กับคุณภาพ หรือตราทางการค้าของวัสดุนั้น

ตารางที่ 4.13

แสดงค่าราคาปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมจากการออกแบบ

ชั้น	พื้นที่ (ตารางเมตร)	ค่าก่อสร้างปรับปรุงต่อตารางเมตร (บาท)	รวมค่าปรับปรุงการก่อสร้าง(บาท)
1	45.98	6,000.00	275,880.00
2	45.98	3,000.00	137,940.00
3	45.98	3,000.00	137,940.00
4	45.98	4,000.00	183,920.00
รวม	183.92		735,680.00
ภาษีมูลค่าเพิ่ม 7 %			51,497.60
รวมมูลค่าก่อสร้างโครงการ			787,177.60

นอกจากค่าปรับปรุงทางสถาปัตยกรรมแล้ว ค่าใช้จ่ายทางวิชาชีพเป็นค่าใช้จ่ายที่นำมาคิดคำนวณต้นทุนทั้งนี้เพื่อให้เป็นผลตอบแทนแก่ผู้ให้คำปรึกษาซึ่งนำมาจากกา กำหนดมาตรฐานการคิดค่าบริการออกแบบของสมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ ตาม มาตรการปฏิบัติวิชาชีพสถาปัตยกรรม ในต้งสมมติฐานนี้ได้คิดค่าบริการร้อยละ 5 ของราคาค่า ก่อสร้างโดยคิดราคาควบคุมงานซึ่งอาจทำหน้าที่ลักษณะโพรแมน

ตารางที่ 4.14

แสดงค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ

ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ		รวม (บาท)
ค่าออกแบบสถาปนิกหรือมัณฑนากร	ร้อยละ 5.0 ของราคาค่าก่อสร้าง	39,358.88
ควบคุมงาน	ร้อยละ 3.0 ของราคาค่าก่อสร้าง	23,615.33
รวมค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ		62,974.21

4.4.3.2 สมมติฐานด้านรายรับทางการเงิน

ตั้งสมมติฐานให้มีอัตราเช่าร้อยละ 100 ของผู้เช่าในแต่ละปี ซึ่งแสดงถึงการเช่าที่มีอยู่ตลอดทั้งปีโดยมีสัญญาเช่าเฉลี่ย 5 ปี ทำให้ค่าเช่ามีการปรับมูลค่าขึ้นด้วย ทั้งนี้ในแต่ละส่วนการคิดอัตราค่าเช่าใช้เกณฑ์จากการศึกษาการตั้งราคาตามอัตราของ CBRE และราคาเช่าอาคารพาณิชย์กรรมในตลาดปัจจุบันในย่านพื้นที่ CBD จากเว็บไซต์ www.thaihometown.com และเว็บไซต์ www.ddproperty.com โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4.15

แสดงสมมติฐานค่าเช่าโฮมออฟฟิศ

พื้นที่การใช้สอย	ค่าเช่าต่อตารางเมตร (บาท)	หมายเหตุ
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ	600.00	ตั้งราคาเทียบกับอัตราค่าเช่าออฟฟิศเกรด B ย่าน CBD ของอัตรา CBRE
พื้นที่ส่วนพักอาศัย	400.00	ตั้งราคาเทียบกับราคาอาคารพาณิชย์พักอาศัยย่าน CBD จากราคาปัจจุบัน

ตารางที่ 4.16

แสดงสมมติฐานรายรับค่าเช่ารายเดือนและรายปี

พื้นที่การใช้สอย	ขนาดพื้นที่ใช้สอย (ตร.ม.)	ค่าเช่าต่อตารางเมตร (บาท)	ค่าเช่าต่อเดือน (บาท)	ค่าเช่าต่อปี (บาท)
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ	137.94	600.00	82,764.00	2,482,920.00
พื้นที่ส่วนพักอาศัย	45.98	400.00	18,392.00	551,760.00
รวม			101,156.00	3,034,680.00

4.4.3.2 สมมติฐานด้านรายจ่ายทางการเงิน

การประเมินรายจ่ายในการบริหารโครงการ มีดังต่อไปนี้

- ค่าประกันภัยอาคารร้อยละ 0.05 ของรายได้
- ค่าใช้จ่ายในบำรุงรักษาร้อยละ 0.5 ของรายได้
- ค่าใช้จ่ายทางการตลาด 0.05 ของรายได้ ในทุก 5 ปี
- ค่าเสื่อมมาราคาร้อยละ 5 ของมูลค่าต้นทุนโครงการ

- ค่าภาษีโรงเรือนร้อยละ 12.5 โดยคิดจากอัตราค่าเช่า

4.4.3.3 อัตราคิดลดในงบกระแสเงินสด (discount rate)

(1) ต้นทุนทางการเงินของอัตราเงินกู้

อ้างอิงจากดอกเบี้ยเฉลี่ยของธนาคารแห่งประเทศไทย วันที่ 16 มิถุนายน 2559 โดยที่อัตราดอกเบี้ยให้สินเชื่อ MRL เฉลี่ยของธนาคารพาณิชย์จดทะเบียนในประเทศไทย อยู่ที่ร้อยละ 6.9695

(2) ต้นทุนของเงินทุน (cost of capital)

- สัดส่วนเงินลงทุนของเจ้าของร้อยละ 40 ของเงินลงทุนทั้งหมด
- อัตราผลตอบแทนต่อปีที่คาดหวังร้อยละ 15
- เงินกู้ระยะยาวร้อยละ 60 ของเงินลงทุนทั้งหมด
- อัตราภาษีนิติบุคคลร้อยละ 30 ของรายรับสุทธิ
- อัตราคิดลดของโครงการใช้จากการคิดจาก WACC

$$\text{จาก } WACC = W_d K_d \times (1 - \text{Tax}) + W_e K_e$$

$$WACC = \text{สัดส่วนเงินกู้ต่อเงินทุน} \times \text{ต้นทุนเงินกู้} \times (1 - \text{อัตราภาษีเงินได้นิติบุคคล}) \\ + \text{สัดส่วนเงินลงทุน} \times \text{ต้นทุนส่วนเจ้าของ}$$

$$\text{จะได้ } [(0.60 \times 6.9695\%)] \times (1 - 0.40) + (0.40 \times 15\%) = 8.5090\%$$

ดังนั้นอัตราคิดลดเท่ากับ 9%

(3) รายการสรุปต้นทุน สัดส่วนการกู้ยืมธนาคาร และสัดส่วนเจ้าของ

ตารางที่ 4.17

แสดงรายการสรุปต้นทุน สัดส่วนเจ้าของกิจการ และสัดส่วนการกู้ยืมธนาคาร

รายการ	ต้นทุน(บาท)	เงินลงทุนเจ้าของกิจการ (บาท)	เงินกู้ระยะยาว(บาท)
		ร้อยละ 40	ร้อยละ 60
ค่าปรับปรุงอาคาร (Hard Cost)			
- อาคารพาณิชย์พร้อมที่ดิน	8,000,000.00	3,200,000.00	4,800,000.00
- เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร	787,177.60	314,871.04	472,306.56

ตารางที่ 4.17

แสดงรายการสรุปต้นทุน สัดส่วนเจ้าของกิจการ และสัดส่วนการกู้ยืมธนาคาร (ต่อ)

รายการ	ต้นทุน (บาท)	เงินลงทุนเจ้าของกิจการ(บาท)	เงินกู้ระยะยาว(บาท)
		ร้อยละ 40	ร้อยละ 60
ค่าปรับปรุงอาคาร (Hard Cost) (ต่อ)			
- ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์พลังงาน	50,492.00	20,196.80	30,295.20
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)	62,974.21	25,189.68	37,784.52
รวม	8,900,643.81	3,560,257.52	5,340,386.28

- รวมเงินกู้ระยะยาว 5,340,386.28 บาท
- โดยใช้ระยะเวลากู้ทั้งหมด 10 ปีครึ่งหนึ่งของอายุอาคาร
- จำนวนเงินผ่อนชำระทั้งหมด 120 งวด(เดือน)
- เงินผ่อนชำระพร้อมดอกเบี้ยต่อเดือนเท่ากับ 62,006.41 บาท

4.4.3.4 อัตราการเติบโตของรายได้ (Growth Rate)

รายรับและรายจ่าย มีสมมติอัตราการเติบโตได้ดังนี้

ตารางที่ 4.18

อัตราเติบโตของรายรับและรายจ่าย

รายการรายรับค่าเช่า	ระยะเวลาปรับค่าเช่า	อัตราเติบโต (ร้อยละ)
ผู้เช่าหลัก	ปรับทุก 3 ปี	5.0
รายการรายจ่าย	ระยะเวลาปรับค่าเช่า	อัตราเติบโต (ร้อยละ)
ค่าประกันภัยอาคาร	ปรับทุกปีตามดัชนีผู้บริโภค	1.0
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาซ่อมแซม	ปรับทุกปีตามดัชนีผู้บริโภค	1.5
ค่าใช้จ่ายการตลาด	ปรับทุก 5 ปี	1.0
ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ	ปรับทุกปีตามดัชนีผู้บริโภค	2.5

4.4.3.5สรุปผลการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน

หลังจากการศึกษาด้านสมมติฐานในด้านต่าง ๆ ของโครงการ ในส่วนของขั้นตอนการศึกษความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเก่าในเขตพื้นที่ย่านธุรกิจเป็นโฮมออฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานได้ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบในการลงทุน เพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value) การคำนวณอัตราผลตอบแทนในการลงทุน (Internal Rate of Return) และระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) ได้ดังต่อไปนี้

(1) รูปแบบที่ 1 การลงทุนแบบซื้อกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างอาคาร

1.มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

โครงการมีเปรียบเทียบในส่วนของมูลค่าปัจจุบันของเงินสุทธิที่ได้รับในแต่ละปีซึ่งมีค่าเท่ากับ 1,352,172.11 บาทซึ่งมีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงมูลค่ากระแสเงินสดรับปัจจุบันมากกว่ามูลค่ากระแสเงินสดจ่ายปัจจุบัน ดังนั้นจึงมีความคุ้มค่าในการลงทุน

2. อัตราผลตอบแทนในการลงทุน (Internal Rate of Return)

จากต้นทุนเงินลงทุนที่ร้อยละ 8.51 โดยอัตราผลตอบแทนในการลงทุนอยู่ที่ร้อยละ 9.1 ซึ่งถือว่ามากกว่าแต่ยังถือว่ายังไม่มากนักซึ่งควรที่จะพิจารณาในด้านอื่น ๆ ของผลตอบแทนรวมด้วย

3. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน ที่แสดงถึงสภาพคล่องทางการเงินของโครงการนั้นในรูปแบบการลงทุนนี้พบว่ามียะยะคืนทุนอยู่ที่ 10 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาครึ่งหนึ่งของอายุอาคาร ทั้งนี้เป็นระยะที่สามารถชำระหนี้แล้วเสร็จ ซึ่งถือว่ามีความสภาพคล่องอยู่ในระดับปานกลางจากการพิจารณาจากวิเคราะห์ทั้ง 3 ปัจจัยในการลงทุนจากตารางภาคผนวก ๑ แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 สามารถสรุปรูปแบบการลงทุนที่ 1 ได้ว่าการลงทุนตลอดช่วงอายุอาคารนั้น อาจจะมีอัตราผลตอบแทนที่ไม่สูงมากนักถึงแม้ว่ามีความแนวโน้มในเชิงตัวเลขกระแสเงินสดที่ดี ถ้ามีการเพิ่มระยะเวลาลงทุนออกไป อาจจะทำให้ได้อัตราผลตอบแทนที่ดีขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจในการลงทุนของผู้ประกอบการลงทุน

(2) รูปแบบที่ 2 การลงทุนแบบสัญญาเช่าช่วง

ตารางที่ 4.19

แสดงรายการสรุptionทุน สัดส่วนเจ้าของกิจการ และสัดส่วนการกู้ยืมธนาคารรูปแบบสัญญาเช่าช่วง

รายการ	ต้นทุน(บาท)	เงินกู้ระยะยาว (บาท)
		ร้อยละ 100
รายจ่ายค่าเช่า	90,000.00	ต่อเดือน
ค่าปรับปรุงอาคาร (Hard Cost)		
- เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร	787,177.60	787,177.60
- ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์พลังงาน	50,492.00	50,492.00
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)	62,974.21	62,974.21
รวม	900,643.81	900,643.81

- รายจ่ายค่าเช่า 90,000.00บาท (จากราคาเช่าอาคารปัจจุบัน โดยมีขนาดและลักษณะพื้นที่ ที่ตั้งในย่าน CBD)
- รวมเงินกู้ระยะยาว 900,643.81 บาท
- โดยใช้ระยะเวลากู้ทั้งหมด 7 ปีตามนโยบายสินเชื่อภาครัฐ สำหรับผู้ประกอบการรายปี
- จำนวนเงินผ่อนชำระทั้งหมด 84 งวด(เดือน)
- เงินผ่อนชำระพร้อมดอกเบี้ยต่อเดือนเท่ากับ 13,593.13บาท

รายงานผลการศึกษาการลงทุนรูปแบบที่ 2

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value)

โครงการมีเปรียบเทียบในส่วนของมูลค่าปัจจุบันของเงินสุทธิที่ได้รับในแต่ละปีซึ่งมีค่าเท่ากับ 214,091,582.87บาทซึ่งมีค่าเป็นบวก ซึ่งแสดงถึงมูลค่ากระแสเงินสดรับปัจจุบันมากกว่ามูลค่ากระแสเงินสดจ่ายปัจจุบัน ดังนั้นจึงแสดงถึงความคุ้มค่าในการลงทุน

2. อัตราผลตอบแทนในการลงทุน (Internal Rate of Return)

จากต้นทุนเงินลงทุนที่ร้อยละ 8.51 โดยอัตราผลตอบแทนในการลงทุนอยู่ที่ร้อยละ61.19ซึ่งถือว่ามีค่ามากเป็นที่สนใจในการพิจารณาเลือกลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

3. ระยะเวลาคืนทุน (Payback Period)

ระยะเวลาคืนทุน ที่แสดงถึงสภาพคล่องทางการเงินของโครงการนั้นในรูปแบบการลงทุนนี้พบว่า มีระยะคืนทุนอยู่ที่ 3 ปี ซึ่งเป็นระยะเวลาที่มีสภาพคล่องอยู่ในระดับสูง ถึงแม้ยังมีการชำระหนี้ในส่วนของการลงทุนปรับปรุงอยู่แต่ยังคงถือว่าเป็นตัวเลขที่แสดงแนวโน้มที่ดีในการลงทุนอาคาร

จากการพิจารณาจากวิเคราะห์ทั้ง 3 ปัจจัยในการลงทุนจากตารางภาคผนวก ง แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 สามารถสรุปรูปแบบการลงทุนที่ 2 ได้ว่าการลงทุนตลอดช่วงอายุอาคารนั้นมีอัตราผลตอบแทนที่สูง อีกทั้งมีความแนวโน้มในเชิงตัวเลขกระแสเงินสดที่ดี รวมถึงระยะเวลาคืนทุนที่เร็วและมีความคุ้มค่าในการลงทุน

ตารางที่ 4.20

แสดงรายการสรุปผลตอบแทนจากกระแสเงินสดแต่ละรูปแบบในการลงทุน

ผลตอบแทน	รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2
	การลงทุนแบบซื้อกรรมสิทธิ์ สิ่งปลูกสร้างอาคาร	การลงทุนแบบสัญญาเช่าช่วง
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(บาท) Net Present Value (NPV)	1,352,172.11	214,091,582.87
ระยะเวลาคืนทุน(ปี) (Payback Period)	10.00	3.00
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)	9.12%	61%

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องความคุ้มค่าในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน เป็นการวิจัยเชิงจำลองเสมือนจริง (Simulation Research) โดยมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- (1) ศึกษาแนวทางการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน อีกทั้งปัจจัยภายในและภายนอกที่มีผลต่อการใช้งานโฮมออฟฟิศอย่างมีประสิทธิภาพ
- (2) พิจารณาเปรียบเทียบการใช้ค่าพลังงานที่ประหยัดได้หรือพลังงานทดแทนที่ได้รับจากการปรับปรุงอาคาร กับค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการอนุรักษ์พลังงานในการใช้งานแบบโฮมออฟฟิศ
- (3) ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน ความสอดคล้องระหว่างความคุ้มค่าของผู้ลงทุนกับความคุ้มค่าผู้บริโภค (ผู้ประกอบการ)
- (4) นำเสนอแนวทางตามหลักประสิทธิภาพเชิงนิเวศน์ ผลกระทบและการใช้ประโยชน์จากบริบทอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดของอาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

ในส่วนกระบวนการศึกษานั้น ผู้วิจัยเริ่มจากการรวบรวมศึกษาทบทวนวรรณกรรม และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพื้นที่เขตนานศูนย์กลางธุรกิจและอาคารพาณิชย์หรือตึกแถวเก่า ปัจจัยความต้องการพื้นที่อาคารสำนักงานในเขตนานศูนย์กลางธุรกิจ หลักการออกแบบปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ หลักทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงาน การหาค่าพลังงานอาคาร การคิดเงินค่าพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การกำหนดเป็นรูปแบบแนวทางการปรับปรุงและใช้การจำลองผลค่าพลังงานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ EnergyPlus 8.5 ซึ่งผ่านการกรอกค่าข้อมูลจากตัวแปรต่าง ๆ ผ่านโปรแกรม OpenStudio 1.11.0 โดยทำการทดลองอาคารโดยใช้ตัวแทนอาคารเพื่อทำการประมวลผลค่าพลังงานและความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารจากขอบเขตการวิจัย ซึ่งเก็บข้อมูลในพื้นที่เขตนานศูนย์กลางธุรกิจ และการประมวลผลค่าพลังงานจากโครงสร้างอาคารเป็นหลัก โดยผลการทดลองจากการปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ของการปรับปรุงทั้งหมด 4 กรณี เพื่อนำมาเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเชิงอนุรักษ์พลังงานซึ่งสามารถวิเคราะห์และสรุปผลการทดลองได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนได้ดังนี้

5.1 ข้อเสนอจากการวิจัย

5.1.1 รูปแบบและปัจจัยการออกแบบปรับปรุงการใช้งานอาคารพาณิชย์เก่าเป็นรูปแบบโฮมออฟฟิศ

5.1.2 ประสิทธิภาพการใช้ค่าพลังงานจากการปรับปรุงโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

5.1.3 ความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

5.1.4 แนวทางปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน การใช้ประโยชน์และผลด้านประสิทธิภาพของอาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

5.1 ข้อเสนอจากการศึกษาวิจัย

5.1.1 รูปแบบและปัจจัยการออกแบบปรับปรุงการใช้งานอาคารพาณิชย์เก่าเป็นรูปแบบโฮมออฟฟิศ

(1) ย่านทำเลที่ตั้ง ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญการเลือกอาคารที่เหมาะสมแก่การปรับปรุงเพื่อความสะดวกในการเข้าถึงจึงควรอยู่ในบริเวณใกล้กับระบบขนส่งมวลชน สถานีรถไฟฟ้า MRT หรือสถานีรถไฟฟ้า BTS ด้วยเหตุที่รูปแบบลักษณะอาคารพาณิชย์ยังขาดการรองรับการใช้งานส่วนพื้นที่จอดรถซึ่งการเข้าถึงของพนักงานหรือผู้พักอาศัย

(2) การประเมินสภาพการใช้งานอาคารและอายุอาคารเป็นส่วนสำคัญในการเลือกตัดสินใจลงทุน เพื่อนำไปส่วนกระบวนการออกแบบ ทั้งนี้ควรประเมินความสามารถและประสิทธิภาพในการปรับปรุงพื้นที่รวม การรองรับจำนวนผู้ใช้งานอาคาร ส่วนโครงสร้างอาคาร ความเสียหายที่เกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ ส่วนการออกแบบต่อเติม ซึ่งในการดัดแปลงหรือต่อเติมอาคารนั้น ควรคำนึงถึงข้อกำหนดของกฎหมายร่วมด้วย

(3) การใช้งานพื้นที่อาคารมีรูปแบบการเข้าถึงจากภายนอกเข้าสู่อาคารเพียงทางเดียว อีกทั้งทางสัญจรภายในมีลักษณะเป็นทางเดียวจากชั้น 1 ของอาคาร โดยการออกแบบพื้นที่ใช้งานควรคำนึงถึงความสัมพันธ์ของลำดับพื้นที่ใช้สอย อีกทั้งความเป็นส่วนตัวของผู้ใช้งานที่เกิดขึ้น จากบุคคลทั่วไป ผู้ที่เข้ามาติดต่อ ลูกค้า พนักงาน เจ้าของกิจการ และผู้พักอาศัย

(4) การแบ่งพื้นที่โดยการใช้ผนังกัน ควรคำนึงถึงการให้แสงสว่างร่วมกันของพื้นที่
การปรับอากาศที่เกิดขึ้น และระบบระบายอากาศ โดยมีผลต่อค่าการใช้พลังงานในพื้นที่นั้นโดยตรง

5.1.2 ประสิทธิภาพการใช้ค่าพลังงานจากการปรับปรุงโสมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

(1) การใช้พลังงานอุปกรณ์ในส่วนสำนักงานมีปริมาณสูงสุดที่เกิดจากการใช้
อุปกรณ์เครื่องใช้สำนักงานจำนวนมาก ซึ่งแปรผันตรงกับจำนวนผู้ใช้งานอาคาร และพฤติกรรมการใช้
งานในพื้นที่

(2) ค่าพลังงานของแสงสว่างและการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าและระบบระบายอากาศ
จากความต้องการผู้ใช้งานอาคาร พบว่ามีความสอดคล้องกันในความคงตัวของค่าพลังงานที่ใช้ เมื่อ
พิจารณาเปรียบเทียบแนวทางการปรับปรุงในกรณีต่างๆ ถึงแม้การรายงานผลจะมีค่าเปลี่ยนไป
เนื่องจากกับชั่วโมงการใช้งานพลังงานในแต่ละเดือนที่แตกต่างกันออกไป ส่วนการทำงานของภาระ
ปรับอากาศนั้นจะมีค่าเปลี่ยนแปลงไปจากสถานะของอุณหภูมิภายนอกอาคารที่ส่งผลต่อภาระปรับ
อากาศเพื่อให้ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในสถานะน่าสบายของผู้ใช้งานซึ่งอยู่ที่อุณหภูมิ 23.5
องศาเซลเซียส โดยจากการอ้างอิงผลการวิจัยสถานะน่าสบายสำหรับคนไทยของ John F.B. (1992)
ซึ่งการปรับอุณหภูมิภายในอาคารที่มีค่าต่ำลงจะทำให้การใช้พลังงานของภาระปรับอากาศเพิ่มมาก
ยิ่งขึ้น ทั้งนี้การปรับอุณหภูมิภายในอาคารให้เพิ่มขึ้น โดยให้มีค่าความต่างกับอุณหภูมิภายนอกน้อยลง
จะส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานส่วนภาระปรับอากาศน้อยลงยิ่งขึ้น

(3) ส่วนแบบปรับปรุงที่ 1 ฉนวนหลังคา สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ
0.06 ของพลังงานทั้งหมดต่อปี โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 20,640 บาท โดยมีระยะคืนทุน
ยาวนานที่สุด ซึ่งส่งผลให้ไม่เกิดคัมค่าต่อการลงทุน ประสิทธิภาพการลดค่าพลังงานที่เกิดจากการ
ปรับปรุงฉนวนหลังคานั้น พบว่าสัดส่วนกรอบอาคารต่อชั้นหลังคามีค่าที่น้อย เนื่องจากลักษณะทาง
กายภาพของอาคารพาณิชย์กรรม ทำให้ไม่สามารถลดค่าพลังงานภายในอาคารได้ดีมากนัก สำหรับ
แนวทางปรับปรุงที่ 2 กรอบอาคารและวัสดุช่องเปิด สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 3.12 ของ
พลังงานทั้งหมดต่อปี โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 342,931 บาท จากการปรับปรุงอาคารเชิง
อนุรักษ์พลังงานนั้นได้กำหนดผนังด้านข้างทั้งสองให้ไม่ถูกคิดค่าประมวลค่าความร้อนและลมภายนอก
ที่เข้ามากระทำ (adiabatic) เพราะเป็นการจำลองอาคารห้องกึ่งกลางของกลุ่มอาคารพาณิชย์ ทำให้
การปรับปรุงปรับส่วนด้านข้างอาคารนั้นไม่ได้ใช้ประสิทธิภาพการป้องกันความร้อนได้อย่างเต็มที่มาก
นัก และการมีการลงทุนที่มีมูลค่าสูงในการลงทุน ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพที่สูงในการประหยัด
พลังงานกว่าแนวทางอื่นที่มีการปรับปรุงประเภทเดียว แนวทางปรับปรุงที่ 3 การติดตั้งแผงระแนงบัง
แดดบริเวณด้านหน้าอาคาร และช่องเปิดด้านหลัง สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 1.53 ของ

พลังงานทั้งหมดต่อปี โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 50,492 บาท การติดตั้งแผงระแนงกันแดดพบว่าสามารถป้องกันความร้อนจากแสงอาทิตย์ ทำให้ค่าความต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายใน จึงทำให้ค่าการใช้พลังงานส่วนการปรับอากาศลดลง ในส่วนของแนวทางที่ 4 การรวมแนวทางสามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 3.73 ของพลังงานทั้งหมดต่อปี งบประมาณลงทุนทั้งหมด 414,063 บาท โดยที่แนวทางนี้ถึงแม้ว่าเป็นการรวมแนวทางกันแต่ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานแต่ค่าที่ได้ไม่ใช่ผลรวมของแนวทางทั้งหมด ซึ่งเกิดมาจากแนวทางบางส่วนได้มีการใช้ประสิทธิภาพทับซ้อนกัน แต่ยังคงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

5.1.3 ความเป็นไปได้ในการลงทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

(1) จากการปรับปรุงอาคารส่วนอนุรักษ์พลังงาน สรุปได้ว่าแบบปรับปรุงที่มีความเหมาะสมด้านเศรษฐศาสตร์มากที่สุด ได้แก่ แนวทางปรับปรุงที่ 3 การติดตั้งแผงกันแดดเนื่องจากมีระยะคืนทุนเร็วที่สุด คือ 9 ปี 8 เดือน โดยใช้งบประมาณลงทุนทั้งหมด 50,492 บาท สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 1.53 ของพลังงานทั้งหมดต่อปีและซึ่งมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานเป็นที่น่าพอใจ

(2) จากรูปแบบการลงทุนทั้ง 2 รูปแบบพบว่าการลงทุนในลักษณะสัญญาเช่าช่วงสามารถให้ผลตอบแทนเป็นที่น่าพอใจ และได้ความคุ้มค่าทางการลงทุนมากกว่ารูปแบบการซื้อกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างพร้อมที่ดิน โดยกำหนดให้รายการกระแสเงินสดรายรับจากค่าเช่าและกระแสเงินสดรายจ่ายมีมูลค่าที่เท่ากัน โดยมีอายุของโครงการตามอายุอาคารซึ่งอยู่ที่ 20 ปี ด้วยความแตกต่างในลักษณะการลงทุนทำให้การผ่อนชำระหนี้ธนาคารมีระยะงวดที่ต่างกัน โดยการกำหนดสมมติเงินลงทุนต่าง ๆ มาจากราคาในตลาดอสังหาริมทรัพย์ประเภทตึกแถวและอาคารพาณิชย์กรรมในปัจจุบัน ทั้งนี้ด้วยมูลค่าปัจจุบันของเงินสุทธิของโครงการซึ่งมีค่าเป็นบวก โดยมีค่าเท่ากับ 214,091,582.87 และได้ผลตอบแทนการลงทุนอยู่ที่ร้อยละ 61 ซึ่งถือว่ามีความน่าสนใจในการพิจารณาเลือกลงทุนเป็นอย่างยิ่ง อีกทั้งมีสภาพคล่องในระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 3 ปี จากการวิเคราะห์ผลทั้ง 3 ปัจจัยทางการเงิน จึงสามารถสรุปได้ว่ารูปแบบการลงทุนในลักษณะแบบสัญญาเช่าช่วง มีความคุ้มค่าและแนวโน้มที่ดีในการลงทุนปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรม

5.1.4 แนวทางปรับปรุงอาคารพาณิชย์เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน การใช้ประโยชน์และผลด้านประสิทธิภาพของอาคารพาณิชย์ที่ปรับปรุง

(1) ในการเลือกพิจารณาอาคารเพื่อปรับปรุงควรพิจารณาประเมินสภาพทางกายภาพ อายุอาคาร ความเสียหายทางด้านโครงสร้าง และแผนการต่อเติมและดำเนินงานปรับปรุง

(2) ด้านการออกแบบปรับปรุงอาคารเพื่อรองรับการใช้งานนั้น ควรศึกษารูปแบบการใช้งานที่เหมาะสม การศึกษากลุ่มเป้าหมาย เพื่อออกแบบพื้นที่ให้รองรับกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายอาจจัดพื้นที่ที่งานระบบต่าง ๆ ไว้เพื่อเตรียมสำหรับการใช้งานรูปแบบสำนักงาน และพื้นที่การแสดงความเป็นส่วนตัวในส่วนพื้นที่พักอาศัย

(3) ด้านการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเชิงอนุรักษ์พลังงาน พบว่าจากทดลองประมวลผลพบว่า การติดตั้งแผงระแนงบังแดด เหมาะสมต่อความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อประหยัดพลังงานภายในอาคาร ทั้งนี้การติดตั้งแผงระแนงบังแดดอาจมีผลต่อการบดบังทัศนียภาพผู้อยู่อาศัยภายในอาคาร ทั้งนี้อาจเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการปรับปรุงออกแบบทางด้านวัสดุหรือทางด้านรูปแบบเพื่อเป็นประโยชน์โดยทำเป็นลักษณะ Facade ตกแต่งเพื่อสะท้อนแนวคิดในการออกแบบที่สอดคล้องในการนำเสนอเชิงการตลาดได้เพิ่มเติมของอาคารต่อไป ทั้งนี้ผู้เช่าเพื่อประกอบกิจการสามารถนำแนวทางนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อลดรายจ่ายการใช้พลังงานไฟฟ้า

(4) ด้านความคุ้มค่าในการลงทุน แนวทางลงทุนรูปแบบสัญญาเช่าช่วง ให้ผลตอบแทน และระยะคุ้มทุนที่น่าพอใจแก่ผู้ประกอบการ ทั้งนี้การตกลงกับผู้ให้เช่าเพื่อต้องการทำการปรับปรุงและปล่อยเช่าต่อ นั้น การเจรจาเพื่อทำสัญญาควรมีขอบเขตและข้อกำหนดในสัญญาดังกล่าวให้ครบถ้วน รวมถึงการระบุอัตราเติบโตของการปรับขึ้นตลอดการลงทุนเช่าอาคาร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพึงพอใจของทั้งสองฝ่ายในข้อตกลงระหว่างกัน ทั้งนี้ควรศึกษาราคาในตลาดปัจจุบัน เพื่อสามารถตั้งราคาปล่อยเช่าหลังจากการปรับปรุงอาคารได้อย่างเหมาะสม ดังนั้นผู้ประกอบการหรือเจ้าของอาคารพาณิชย์กรรมเองที่ต้องการลงทุนสามารถศึกษาจากแนวทางนี้ เป็นต้นแบบในการจำลองเพื่อตั้งสมมติฐานรายการต่าง ๆ นำไปสู่ประกอบการตัดสินใจในการลงทุนต่อไป

(5) ด้านการลดการใช้พลังงาน รวมถึงการลดการบริโภคทรัพยากรเพิ่มเติมซึ่งถือเป็นการปรับมาใช้ใหม่ ในด้านการใช้ทรัพยากรหมุนเวียน การเพิ่มอายุของอาคารหรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น หรือในที่นี้คือการปรับปรุงเพื่อเกิดการใช้งานในรูปแบบใหม่ ส่งผลการลดมลพิษต่อบริบทโดยรอบจากการก่อสร้างใหม่บริเวณพื้นที่นั้น

5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

(1) ผลจากวิจัยสามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในการออกแบบพัฒนาอาคารลักษณะประเภทอื่น ๆ ที่เป็น NPA ของสถาบันทางการเงิน ในการออกแบบเพื่อสนองความต้องการของตลาดอสังหาริมทรัพย์ เพื่อเพิ่มมูลค่าการแก่อสังหาริมทรัพย์ หรือเป็นแนวทางแนะนำผู้สนใจในการลงทุน

อสังหาริมทรัพย์ หรือภาคธุรกิจขนาดย่อม จนกระทั่งโครงการพัฒนาอาคารพาณิชย์กรรมในเขตพื้นที่อื่น ๆ ที่มีความน่าสนใจ ซึ่งจะนำไปสู่การลดทรัพยากรทางเศรษฐกิจไม่ให้อยู่เปลืองอย่างมีคุณภาพ

(2) การศึกษาด้านการตลาดเพิ่มเติมร่วมด้วยนั้น จะทำให้สมมติฐานกระแสเงินสดมีความถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น สำหรับผู้ประกอบการและนักลงทุนที่จะนำแนวทางการออกแบบ และสมมติฐานทางการเงิน นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจลงทุน รูปแบบการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรมเก่า เพื่อทำการปล่อยเช่ารายปีหรือขายกรรมสิทธิ์ถือครอง ทั้งนี้โดยความพึงพอใจนั้น จะขึ้นอยู่กับผู้ลงทุนในแต่ละบุคคล จากการจำลองต้นแบบการลงทุนนี้ จะสามารถต่อยอดแนวคิดไปสู่รูปแบบโครงการปรับปรุงอาคารในย่านต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งธุรกิจภายในอนาคตได้

(3) จากการประมวลผลค่าพลังงานในรูปแบบอาคารพาณิชย์กรรมของงานวิจัย ซึ่งได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสมสำหรับลักษณะอาคารประเภทนี้ การประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่น ๆ ควรคำนึงถึงลักษณะทางกายภาพในกรอบอาคาร การใช้พื้นที่ใช้สอยภายใน และพฤติกรรมของผู้ใช้งานอาคาร ทั้งนี้การแสดงผลประสิทธิภาพการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานอย่างสมบูรณ์ จะสามารถสร้างทัศนคติและการยอมรับที่ดีแก่ผู้บริโภคได้ ซึ่งแสดงถึงความคุ้มค่าต่ออาคารอนุรักษ์พลังงาน

(4) ในศึกษาการอนุรักษ์พลังงานของอาคารในด้านพฤติกรรมผู้บริโภคหรือผู้ใช้งาน อีกทั้งการใช้พลังงานธรรมชาติร่วมกันเพิ่มเติมขึ้น อาจส่งผลต่อแนวทางการลดใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

5.3 ข้อจำกัดในงานวิจัย

(1) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลองและออกแบบ ศึกษาด้วยวิธีการจำลองและประมวลผลด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากตัวแปรที่ได้ศึกษาทบทวนวรรณกรรม เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ค่าพลังงานที่เกิดขึ้นในการใช้งานอาคาร ซึ่งไม่ได้ทำการวัดจากการเก็บข้อมูล ดังนั้นควรที่จะทำการศึกษาในสถานการณ์จริงเพิ่มเติมเพื่อเป็นการอ้างอิงข้อมูลที่มีความถูกต้องมากขึ้น

(2) การศึกษาเพิ่มเติมด้านการใช้แสงประดิษฐ์ร่วมกับแสงสว่างธรรมชาติที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร อีกทั้งสามารถตอบสนองความต้องการแสงสว่างต่อผู้ใช้งานได้นั้น อาจส่งผลให้เป็นแนวทางในการปรับปรุงอาคารเชิงอนุรักษ์พลังงานได้

(3) จากอาคารฐานเป็นการศึกษาอาคารพาณิชย์กรรมที่ชิดติดอาคารข้างเคียงทั้ง 2 ข้าง โดยที่อาจจะนำเป็นกลุ่มชุดอาคารพาณิชย์กรรมมาทำการศึกษา เพื่อเป็นแนวทางสำหรับรูปแบบโครงการต่อไป

(4) การศึกษาการตลาดและกลุ่มเป้าหมายของผลิตภัณฑ์เพิ่มเติม อีกทั้งศึกษาการออกแบบให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอาจใช้การทำแบบสอบถามร่วมกับการศึกษาทบทวนวรรณกรรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย อีกทั้งเพื่อให้รองรับการประกอบกิจการของผู้บริโภคที่ต้องการเช่า และนำไปสู่การสร้างสมมติฐานในการศึกษาที่ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

(5) การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการในรูปแบบการลงทุนกรณีอื่นเพิ่มเติม เช่น รูปการขายกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างและที่ดินหลังปรับปรุงอาคารแล้วเสร็จ จำนวนอาคารในโครงการที่มีจำนวนเพิ่มขึ้น การแบ่งผู้เช่าในแต่ละชั้นพื้นที่ การแบ่งพื้นที่บางส่วนเพื่อประกอบกิจการร้านสะดวกซื้อ เป็นต้น ทั้งนี้การคำนวณมูลค่าซากตลอดอายุอาคาร (terminal value) ของรูปแบบที่ 1 ร่วมด้วย จะทำให้ราคามูลค่าอาคารที่ขายได้จะเป็นราคาตลาด ณ เวลาสิ้นสุดโครงการเพื่อขายทอดตลาดในปีสุดท้ายของกระแสเงินสดโครงการจะช่วยทำให้มูลค่าปัจจุบันของเงินสุทธิของโครงการและผลตอบแทนการลงทุนเพิ่มสูงขึ้น เพื่อเป็นปัจจัยประกอบทางเลือกในการลงทุนแบบการซื้อกรรมสิทธิ์สิ่งปลูกสร้างพร้อมที่ดิน

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

- _____. (2543). *การใช้วัสดุและอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานเอกสารเผยแพร่การอนุรักษ์พลังงาน*. กรุงเทพฯ.
- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ. (2545). *คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร*, พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.(2549).*โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร*.
- ตรึงใจ บุรณสมภพ. (2539). *การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน*. กรุงเทพฯ: บริษัทอัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน).
- สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร. (2556). *คู่มือประกอบการดำเนินการให้เป็นไปตามผังเมืองรวม กรุงเทพมหานคร กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556*.

วิทยานิพนธ์

- ชีวารัตน์ กลับคุณ. (2550).*แนวทางการพัฒนาพื้นที่บริเวณย่านธุรกิจสีลมช่วงถนนคอนแวนต์ถึงถนนนราธิวาสราชนครินทร์*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, ภาควิชาการวางแผนภาคเมือง.
- ดลยา ศิริপুর. (2548). *แนวทางการออกแบบปรับปรุงอาคารสำนักงานของรัฐเพื่อการประหยัดพลังงาน: กรณีศึกษาอาคารสำนักงานเทศบาลนคร จ. นครราชสีมา*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.
- บุญยวีร์เต็มธนานันท์. (2554).*การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้แสงธรรมชาติสำหรับอาคารพาณิชย์ประเภทตึกแถว*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์,คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.

- พรชัย ชัยประทีป. (2553). *แนวทางการออกแบบสำนักงานขนาดเล็กและโฮมออฟฟิศสำหรับสำนักงานออกแบบสถาปัตยกรรมและออกแบบภายในเขตกรุงเทพมหานคร*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมภายในมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรมภายใน.
- พลวุฒิ ไชยนิติ. (2556). *การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของอาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับการส่งเสริมการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR BONUS)*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.
- พัชรินทร์ อีร์สุนทรวัฒน์. (2553). *การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของการปฏิบัติตามกฎกระทรวงฯ อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2538 กับกฎกระทรวงฯ อนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552*. เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะเศรษฐศาสตร์.
- พีรพัฒน์ วีระตะนันท์. (2550). *อาคารสำนักงานและที่พักอาศัยประหยัดพลังงาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยศิลปากร, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.
- วรณัฐ ฤกษ์เสริมสุข. (2547). *การปรับปรุงตึกแถวพักอาศัย เพื่อความสบายทางด้านอุณหภูมิ แสงสว่างและการระบายอากาศ*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.
- สุธาสนี พุ่มมาลี. (2552). *แนวทางการลงทุนปรับปรุงอาคารชุดพักอาศัยโดยใช้วัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง, สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.
- Wattanavit N. (2002). *Design recommendation for low energy Thai shophouse*. School of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi.

บทความวารสาร

- ทสพล เขตเจนการ, พงษ์ศิริจรรย์นันท์, วิชุดา เมตตานันท์, พงษ์นรินทร์ ชมชื่น, และภาณุวัตร เกษรทอง. (ตุลาคม, 2550). *การศึกษาแนวทางการประหยัดพลังงานในอาคารประเภทสถานศึกษาด้วยโปรแกรมจำลองทางคอมพิวเตอร์*. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21, จังหวัดชลบุรี.
- ปรีชญา มหัทธนนทวิ, นนท คณคำชู, และทยากร จารุชัยมนตร. (พฤษภาคม, 2553). *การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการคำนวณค่า OTTV และ RTTV ที่ใช้งานร่วมกับโปรแกรม*

- OpenStudio.การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ภานุพงษ์ ญาณเวทย์สกุล. (2556). *แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคาร*. โครงการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference, BERAC 4.
- สันติภาพ เพียนนอก และ ชำนาญ บุญญาพุทธิพงศ์. (2558). *ประสิทธิภาพวัสดุและการเว้นช่องว่างเพื่อการลดความร้อนด้วยระแนงแนวนอน*. วารสารวิชาการ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ปีที่14 ฉบับที่ 1, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- อภิขญา อธิคมบัณฑิตกุลและอรรัตน์ เศรษฐบุตร.(2556). *การศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพวัสดุที่มีลัมประสิทธิภาพการแผ่รังสีต่ำและฉนวนกันความร้อนหลังคาทั่วไป*. โครงการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Associates Conference, BERAC 4.
- สมาคมผู้ประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย (2558). *ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ.2558*.
- A.Sobotka D.P. Wyatt. (1998). *Sustainable development in the practice of building resources renovation*. Facilities, Vol. 16. Iss 11 pp. 319 - 325.
- Busch, j. f. (1992). *A tale of two populations: thermal comfort in air-conditioned and naturally ventilated offices in Thailand*. Energy and Buildings, 18, 235-249.
- Chirarattananon S. Taveekun J. (2003). *A technical review of energy conservation programs for commercial and government buildings in Thailand*. Energy Conservation and Management, 44: 743-762.
- C.Littleford, Tim J. Ryley, Steven K. Firth. (2014) *Context, control and the spillover of energy use behaviours between office and home settings*. Journal of Environmental Psychology, Volume 40, Pages 157-166.
- DulaniHalvitigala Richard G. Reed. (2015). *Identifying adaptive strategies employed by office building investors*. Property Management, Vol. 33 Iss 5 pp. 478 - 493
- Ellis, P. G., Torcellini, P. A., Crawley, D. B. (2008). *Energy DesignPlugin: An EnergyPlus Plugin for SketchUp*. Third National Conference of IBPSA-USA, Berkeley, California, pp. 238-245.
- H. Tommerup, S. Svendsen. (2006). *Energy savings in Danish residential building stock*, Energy and Buildings, Volume 38, Issue 6, Pages 618-626.

- J. Kragh, J. Rose. (2011). *Energy renovation of single-family houses in Denmark utilising long-term financing based on equity*, Applied Energy, Volume 88, Issue 6, Pages 2245-2253.
- T. Defraeye, B. Blocken, J. Carmeliet. (2011). *Convective heat transfer coefficients for exterior building surfaces: existing correlations and CFD modelling*, Energy Conversion and Management, 52 512–522.
- Yiannis Nikolaidis, Petros A. Pilavachi, Alexandros Chletsis. (2009). *Economic evaluation of energy saving measures in a common type of Greek building*, Applied Energy, Volume 86, Issue 12, Pages 2550-2559.

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

- กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, *การไฟฟ้านครหลวง. (2558). อัตราค่าไฟฟ้าประเภทต่างๆ. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2558, จาก*
<http://www.mea.or.th>
- มูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย (องค์กรสาธารณประโยชน์). *ราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2559. สืบค้นเมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม 2559, จาก*
<http://www.thaiappraisal.org/thai/value/value.php>
- สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย. *ตารางแสดงระดับความส่องสว่างเฉลี่ยอย่างต่ำสำหรับพื้นที่ทำงาน และกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร. สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2558, จาก*
<http://www.tieathai.org/knows.php>.
- Lawrence Berkeley National Laboratory, *EnergyPlus Engineering Reference The Reference to EnergyPlus Calculations*, [Online]. Accessed 18 November 2015. Available from <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/pdfs/engineeringreference.pdf>

Books and Book Articles

- ASHRAE. (2010). *ASHRAE Fundamentals Handbook*. GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers.
- CBRE Research Thailand (2015). *Bangkok Office MarketView Q2 2015*.

CBRE Research Thailand (2015). *Bangkok Office MarketView Q3 2015*.

Klaus, Denieis.(1997)*The Technology of Ecological Building*. Germany : Chlorine – Free Pulp. TCF.

Meyer, William T.(1983). *Energy Economics and Building Design*. New York: McGraw-Hill Book.



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงอาคารพาณิชย์และตึกแถว

กฎกระทรวงฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2526) ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 (3) และมาตรา 8 (11) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยโดยคำแนะนำของคณะกรรมการควบคุมอาคารออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ในกฎกระทรวงนี้

"อาคารอยู่อาศัย" หมายความว่า อาคารซึ่งโดยปกติบุคคลใช้อยู่อาศัยได้ทั้งกลางวันและกลางคืน ไม่ว่าจะเป็นการอยู่อาศัยอย่างถาวรหรือชั่วคราว

"ตึกแถว" หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างติดต่อกันเป็นแถวยาวตั้งแต่สองคูหาขึ้นไป มีผนังร่วมแบ่งอาคารเป็นคูหาและประกอบด้วยวัสดุทนไฟเป็นส่วนใหญ่

"อาคารพาณิชย์" หมายความว่า อาคารที่ใช้เพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรม หรือบริการธุรกิจ หรืออุตสาหกรรมที่ใช้เครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตเทียบได้ไม่เกิน 5 แรงม้า และให้หมายความรวมถึงอาคารอื่นใดที่ก่อสร้างห่างจากถนนหรือทางสาธารณะไม่เกิน 20.00 เมตร ซึ่งอาจใช้เป็นอาคารเพื่อประโยชน์ในการพาณิชย์กรรมได้

หมวด 5 การใช้หรือเปลี่ยนการใช้อาคาร

ข้อ 34 เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารประเภทควบคุมการใช้ต้องดูแลรักษาและซ่อมแซมอาคารให้อยู่ในสภาพที่มั่นคง แข็งแรง ปลอดภัย ถูกสุขลักษณะ และมีให้เกิดภัยอันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สินตลอดเวลาที่ใช้อาคารนั้น

ข้อ 35 เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารประเภทควบคุมการใช้ต้องใช้หรือยินยอมให้บุคคลใดใช้อาคารดังกล่าว โดยมีให้มีการกระทำที่อาจก่อให้เกิดเหตุรำคาญหรือกระทบกระเทือนต่อการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมอันเป็นภัยอันตรายต่อสุขภาพ ชีวิต ร่างกาย หรือทรัพย์สิน

ข้อ 36 ในกรณีที่เจ้าของหรือผู้ครอบครองอาคารที่ไม่เป็นอาคารประเภทควบคุมการใช้ จะใช้หรือยินยอมให้บุคคลใดใช้อาคารดังกล่าวเป็นอาคารประเภทควบคุมการใช้ และได้รับใบอนุญาตแล้วให้นำข้อ 34 และข้อ 35 มาใช้บังคับโดยอนุโลม

ให้นำนวระหนึ่งมาใช้บังคับแก่การเปลี่ยนการใช้อาคารประเภทควบคุมการใช้สำหรับกิจการหนึ่งไปใช้เป็นอาคารประเภทควบคุมการใช้สำหรับอีกกิจการหนึ่งโดยอนุโลม

กฎกระทรวงฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2528)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 4 และมาตรา 5 (3) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 การกระทำดังต่อไปนี้ ไม่ถือเป็นการตัดแปลงอาคาร คือ

(1) การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารโดยใช้วัสดุขนาด จำนวนและชนิดเดียวกับของเดิม เว้นแต่การเปลี่ยนโครงสร้างของอาคารที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง หรือเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ

(2) การเปลี่ยนส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคาร โดยใช้วัสดุชนิดเดียวกับของเดิม หรือวัสดุชนิดอื่นซึ่งไม่เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ

(3) การเปลี่ยนแปลง การต่อเติม การเพิ่ม การลด หรือการขยายซึ่งลักษณะ ขอบเขต แบบ รูปทรง สัดส่วน น้ำหนัก เนื้อที่ของส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคารซึ่งไม่เป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารเดิมส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ

(4) การลดหรือการขยายเนื้อที่ของพื้นชั้นหนึ่งชั้นใด ให้มีเนื้อที่น้อยลงหรือมากขึ้นรวมกันไม่เกินห้าตารางเมตร โดยไม่ลดหรือเพิ่มจำนวนเสาหรือคาน หรือ

(5) การลดหรือการขยายเนื้อที่ของหลังคา ให้มีเนื้อที่มากขึ้นรวมกันไม่เกินห้าตารางเมตร โดยไม่ลดหรือเพิ่มจำนวนเสาหรือคาน

(6) การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ของระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์บนหลังคาอาคาร อยู่อาศัยที่มีขนาดพื้นที่ติดตั้งไม่เกิน 160 ตารางเมตร และมีน้ำหนักรวมไม่เกิน 20 กิโลกรัมต่อตารางเมตร โดยต้องมีผลการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงที่กระทำและรับรองโดยวิศวกรโยธาดาม กฎหมายว่าด้วยวิศวกรว่าสามารถติดตั้งได้อย่างปลอดภัย และแจ้งให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นทราบก่อนดำเนินการ

ทั้งนี้ การกระทำตามวรรคหนึ่งต้องไม่ขัดต่อกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 8 ข้อบัญญัติท้องถิ่นที่ออกตามมาตรา 9 หรือมาตรา 10 หรือประกาศของรัฐมนตรีที่ออกตามมาตรา 13 หรือมาตรา 59 แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ข้อ 2 การรื้อส่วนอื่นของโครงสร้างของอาคารดังต่อไปนี้ ถือเป็นการรื้อถอนอาคาร คือ

(1) กันสาคคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) ผนังหรือฝาที่เป็นโครงสร้างของอาคาร หรือผนังหรือฝาคอนกรีตเสริมเหล็ก

(3) บันไดคอนกรีตเสริมเหล็ก

(4) พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กตั้งแต่พื้นที่สองของอาคารขึ้นไป

ในกรณีที่มีการรื้อส่วนอื่นของโครงสร้างของอาคารตามวรรคหนึ่งเพื่อกระทำการตามข้อ 1 ในส่วนที่เป็นการดัดแปลงอาคาร มิให้ถือว่าการรื้อส่วนนั้นเป็นการรื้อถอนอาคาร

กฎกระทรวงฉบับที่ 12 (พ.ศ.2528)ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคารพ.ศ. 2522

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 (3) และมาตรา 31 (2) แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ ดังต่อไปนี้

การก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือเคลื่อนย้ายอาคารให้ผิดไปจากแผนผังบริเวณแบบแปลน และรายการประกอบแบบแปลนที่ได้รับอนุญาตตลอดจนวิธีการหรือเงื่อนไขที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนดไว้ในใบอนุญาต ให้กระทำได้ในกรณีดังต่อไปนี้

(1) ไม่เป็นการเปลี่ยนแปลงแผนผังบริเวณ เว้นแต่ระยะที่ตั้งของอาคารถึงขอบเขต ที่ดินหรือขอบเขตที่สาธารณะผิดไปจากแผนผังบริเวณที่ได้รับอนุญาตเกินร้อยละยี่สิบ

(2) ไม่เป็นการเปลี่ยนแปลง ต่อเติม เพิ่ม ลด หรือขยายซึ่งลักษณะ ขอบเขต แบบ หรือรูปทรงของโครงสร้างของอาคาร เว้นแต่

(ก) สัดส่วนโครงสร้างของอาคารจะผิดไปจากแบบแปลนหรือรายการประกอบแบบแปลนที่ได้รับอนุญาตเกินร้อยละห้า หรือ

(ข) เมื่อผู้คำนวณแบบแปลน รายการประกอบแบบแปลนและรายการคำนวณตามมาตรา 28 เห็นว่ามีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลง ต่อเติม เพิ่ม ลด หรือขยายโครงสร้างของอาคาร เพื่อความมั่นคงแข็งแรง โดยไม่ทำให้ลักษณะ แบบ รูปทรง เนื้อที่ และที่ตั้งของอาคารผิดไปจากที่ได้รับใบอนุญาต และได้แจ้งให้ผู้ควบคุมงานและเจ้าของอาคารทราบแล้วพร้อมทั้งแจ้งเป็นหนังสือให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นทราบโดยมีเหตุผลแสดงความจำเป็นพร้อมด้วยแบบแปลน รายการประกอบแบบแปลนและรายการคำนวณโครงสร้างของอาคารส่วนนั้นแล้ว ทั้งนี้ ต้องแจ้งก่อนใบอนุญาตก่อสร้าง ดัดแปลง รื้อถอน หรือเคลื่อนย้ายอาคารสิ้นอายุ

(3) ไม่เป็นการเปลี่ยนแปลง ต่อเติม เพิ่ม ลด หรือขยายซึ่งลักษณะ ขอบเขต แบบ รูปทรง สัดส่วนหรือเนื้อที่ของส่วนต่าง ๆ ของอาคารที่ไม่เป็นโครงสร้างของอาคารอันเป็นการเพิ่มน้ำหนักให้แก่โครงสร้างของอาคารส่วนหนึ่งส่วนใดเกินร้อยละสิบ

ทั้งนี้ กรณีตามวรรคหนึ่งต้องไม่ขัดต่อกฎกระทรวงที่ออกตามมาตรา 8 ข้อบัญญัติท้องถิ่นที่ออกตามมาตรา 9 หรือมาตรา 10 หรือประกาศของรัฐมนตรีที่ออกตามมาตรา 13 หรือมาตรา 59 แห่งพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522

ภาคผนวก ข
เอกสารการอ้างอิงเกณฑ์คุณสมบัติวัสดุอาคาร

ตารางที่ ข1 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบโครงสร้าง
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1. วัสดุประกอบโครงสร้าง						
รายการวัสดุ	อิฐมวล ½ แผ่น	อิฐมวล เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ฉนวนบอร์ด	โฟมบอร์ด
รูปแบบกายภาพ	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(ก้อน)	(แผ่น)	(แผ่น)
ราคาต่อหน่วย (บาท)	0.60	0.60	4.50	25.21 – 37.80	230	437
ราคารวมต่อตร.ม (บาท).	100 - 190	380	200	315 - 412	230	320
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	425 - 440	635	390	450 - 646	320	390
ขนาด (Volume) (cm. ³)	7x16x3.5	(2)7x16x3.5	7x19x39	7.5x20x60	0.12x120x240	0.12x120x240
ความหนาแน่น (kg./m ³)	1615 - 1650	1650	765	550 - 640	800	1250 - 1350
จำนวนก้อนต่อตร.ม. (ก้อน,แผ่น)	145	290	14	8.33	0.35	0.35
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m ²)	130	-	90	46.5	8.33	9.38
น้ำหนักรวมบนจาดต่อตร.ม. (kg./m ²)	180 - 200	330	130	90 – 100	30-35	-
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม "Q" (Thermal Transfer) (Watt/m ²)	30-45	58-70	-	32-42 15	-	-
ค่าการนำความร้อน "K" (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.473	0.473	0.519	0.089 - 0.132	0.14-0.19	0.210
ค่าการต้านทานความร้อน "R" (Resistivity – R value) (m ² K/W)	0.15	0.34	0.149	0.58	0.04	0.154
ค่าความจุความร้อน "C" (Thermal Capacity) (J/kg.K)	800-1000	-	-	น้อยกว่า อิฐมวล 2.5 เท่า	840	-
ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัว (Thermal Expansion / °C)	4.6 x 10 ⁻⁶	-	4.5 x 10 ⁻⁶	8-10 x10 ⁻⁶	-	-
	-	-	-	0.13	0.14-0.19	-
การหดตัวเมื่อแห้ง	1.8	-	0.8	0.2	-	-
การต้านทานแรงอัด (kg./cm ²)	35 kg./cm ²	-	-	40-50	-	9-17 นิวตัน/ตร.ม.
ความแข็งแรงทางกล (kg./cm ²)	-	-	-	23	-	-
การกันเสียง (dB)	36-40	-	-	38-43	35-65	64
การทนไฟ (ชั่วโมง)	0.5 - 2	-	-	4	½ -4	-
การปลออดกลืน	ไม่มีกลืน	ไม่มีกลืน	ไม่มีกลืน	ไม่มีกลืน	ไม่มีกลืน	ไม่มีกลืน
การทนต่อการกัดกร่อน	-	-	-	-	-	-
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อ ธรรมชาติ	-	-	-	-	ไม่ขึ้นรา เนื่องจาก ผสมสารกันเชื้อรา	ไม่ขึ้นรา เนื่องจาก ผสมสารกันเชื้อรา
อัตราการซึมน้ำ (%)	40%	-	30%	30%	-	13%
การยึดหดตัวของวัสดุ (มม./ม.)	+ 0.18	-	- 0.8	- 0.2	-	± 0.5

ตารางที่ ข1 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบโครงสร้าง (ต่อ)
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

1. วัสดุประกอบโครงสร้าง (ต่อ)						
รายการวัสดุ	ฉนวน ½ แผ่น	ฉนวน เต็มแผ่น	คอนกรีต บล็อก	คอนกรีต มวลเบา	ฉนวนใยหิน	โฟมโพลียูรีเทน
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับ ความต้องการใช้	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	4.2 ล้านตร.ม./ปี จำหน่าย 50% กำลังผลิต ไม่ เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ใช้เวลามากกว่า	ง่าย	ต้องการช่าง เฉพาะ	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก
การบำรุงรักษา	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย
อายุใช้งาน	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	มากกว่า 50 ปี	ยังไม่คงที่	-	-
ข้อดี	- เป็นที่ยอมรับ ทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรง,ทน	- เป็นที่ยอมรับ ทั่วไป - ช่างชำนาญ - แข็งแรง,ทน - กันความร้อน เข้าอาคารได้ มากกว่า	- แข็งแรง - ราคาถูก - มีช่องอากาศที่ ช่วยกันความร้อนได้	- คุณภาพคงที่ - น้ำหนักรวมน้อย - ป้องกันความร้อนดี	- ป้องกันความร้อน - ประหยัด - ง่ายต่อการดูแล รักษา - ทนไฟ ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียงรบกวน - สะดวก ติดตั้ง ง่าย	- ทำงานเร็ว - นน.เบา - ประหยัด พลังงาน - ไม่ลามไฟ - ป้องกันเสียง รบกวน - สะดวกต่อการ ติดตั้ง
ข้อเสีย	- คุณภาพและ ขนาดไม่ แน่นอน - ใช้เวลานาน - น้ำหนักมาก	- ดูดซึมน้ำและ เก็บความชื้น	- อายุใช้งานยังไม่ มีการ ยืนยัน - ต้องใช้ปูนฉาบ เฉพาะ	- ไม่ค่อยแข็งแรง - ไม่ทนน้ำ - ราคาสูง	- หากชื้นมากจะ บิดงอเปลี่ยนรูป - อาจมีรา หากขาด การป้องกัน	- เก็บความชื้น

ตารางที่ ข2 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบฉนวน
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

2. วัสดุประกอบฉนวน									
รายการวัสดุ	ฉนวนใยแก้ว 2"	ฉนวนใยแก้ว 4"	ฉนวนเยื่อกระดาษ	แผ่นสะท้อนความร้อน	ฉนวนซีเมนต์บอร์ด + แผ่นสะท้อนความร้อน	ฉนวนโฟมโพลีเอทิลีน	ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน	ฉนวนโฟมโพลิสไตรีน	เซรามิคโคตติ้ง
	Fiber Glass	Fiber Glass	Cellulose	Aluminium Foil		Polyethylene Foam	Polyurethane Foam	Polystyrene Foam	
รูปแบบกายภาพ	หุ้มปิด, บุนได้ หลังคา, ปูน ฝ้า, (แผ่น)	หุ้มปิด, บุนได้ หลังคา, ปูนฝ้า (แผ่น)	หุ้มปิด, บุนได้ หลังคา, ปูนฝ้า, (แผ่น)	ม้วน ติดตั้ง	แผ่น ติดตั้ง	ฉีดพ่น	ฉีดพ่น	หุ้ม ปิด บุน	พ่นเหนือ หลังคา
ราคาต่อหน่วย (บาท)	180	300	300	3000 - 4500	73	4,500	2,400	112 (100mm.)	
ราคารวมต่อตร.ม. (บาท)	75	125	125	40 - 60	10	314	270	700(40mm.)	265 - 284
วัสดุ+ค่าแรง+ ติดตั้ง / ตรม(บาท)	95	145	145	80	21	400	533	720(40mm.)	280 - 355
ขนาด (Volume)(cm. ³) หนา x กว้าง x ยาว cm. x cm. x cm.	5x60x400 >50 มม.(หุ้ม) >50 มม. (ปู) >75 มม. (ปู) >50mm(แผ่น)	10x60x400 >50 มม. (หุ้ม) >50 มม. (ปู) >75 มม. (ปู) >50 มม. (แผ่น)	7.5x60x400	หนา150ไมครอน x125x6,000	1.2x60x120	>25	>25	10x60x120	หนา x122x1,650 50 มม. 75 มม.
น้ำหนักต่อตร.ม. (kg./m ²)	0.5-0.8	0.8-1.5	2.5	0.25	0.9	-	0.8	-	-
ค่าอุณหภูมิใช้งานที่ เหมาะสม (C)	- 51 ถึง 204	- 51 ถึง 204	-	-	0.35	>-25 ถึง 85	>-25 ถึง 90	<80	<80
ค่าความหนาแน่น (kg./m ³)	16 >64 มม.(หุ้ม) >24 มม.(ปู) >16 มม.(ปู) >32 มม.(แผ่น)	69 >64 มม. (หุ้ม) >24 มม. (ปู) >16 มม. (ปู) >32 มม.(แผ่น)	45-80	0.17	800 + Foil	>=30 – 50	35 – 40 16	1 ปอนด์/ลบ.ฟ. 16	-
วัสดุปิดผิว	อลูมิเนียมพอยล์	อลูมิเนียมพอยล์	-	-	-	-	-	อีพ็อกซีบอร์ด	-
ค่าการสะท้อนความร้อน (%)	95	95	-	95	95	-	-	-	90
ค่าการดูดกลืนความร้อน (%)	5	5	-	5	5	-	-	-	10
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Thermal Transfer-Q value) (Watt/m ²)	1.451 (ปู) 0.696 (ปู) 1.539 (แผ่น)	-	-	-	-	-	8.48hr.ft ² /Btu	-	90%
ค่าการนำความร้อน (Conductivity – K value) (W/m.K)	0.035 (ปู) 0.0365 (ปู) 0.033 (แผ่น)	0.0365	0.029 - 0.045	-	0.19 + Foil	<0.023	0.017 – 0.045 0.024	0.035	-
ค่าการต้านทานความร้อน (Resistivity – R value) (m ² /KW)	1.392	2.334	1.875	-	0.04 + Foil	-	9.09	0.70 - 0.85	-
ค่าการต้านทานแรงอัด	-	-	-	-	-	-	2.2	0.25 - 11	-
ค่าการกันเสียง (dB)	-	-	>42 - 95%	-	65 + Foil	-	>70	-	-
การทนไฟ	-	-	ระลอกการลาม ของไฟ	ระลอกการลาม ของไฟ	½ - 4 + Foil	ระลอกการลาม ของไฟ	ระลอกการลาม ของไฟ	150 – 180 °F ไม่ทนไฟ เว้นแต่ใช้วัสดุกัน ไฟปิดผิวจะกันไฟ ได้	ไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ

ตารางที่ ข2 แสดงคุณสมบัติวัสดุประกอบฉนวน (ต่อ)
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

2. วัสดุประกอบฉนวน (ต่อ)									
รายการวัสดุ	ฉนวนใยแก้ว 2" Fiber Glass	ฉนวนใยแก้ว 4" Fiber Glass	ฉนวนเยื่อกระดาษ Cellulose	แผ่นสะท้อนความร้อน Aluminium Foil	ฉนวนฉนวนฉนวน + แผ่นสะท้อนความร้อน	ฉนวนโฟมโพลีเอทิลีน Polyethylene Foam	ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน Polyurethane Foam	ฉนวนโฟมโพลิสไตรีน Polystyrene Foam	เซรามิคโคตติ้ง
การปลดกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น	ไม่มีกลิ่น
การทนต่อการกัดกร่อน	ไม่กัดกร่อนโลหะ	ไม่กัดกร่อนโลหะ	-	ทนกรด ด่าง สารเคมี	ทนกรด ด่าง สารเคมี	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง เสื่อมเมื่อโดน uv	ทนกรด ด่าง สารเคมี
ความต้านทานแมลง เชื้อรา และความปลอดภัยต่อธรรมชาติ	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นราเนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	ไม่ขึ้นรา	ไม่ขึ้นราเนื่องจากผสมสารกันเชื้อรา	-	-	-	ไม่ขึ้นรา
อัตราการซึมาน้ำ (%)	< 3%	< 3%	2%	-	-	2-5%	5-10%	ต่ำ	-
การยึดเหนี่ยวตัวของวัสดุ (มม./ม.)	คืนรูปดีไม่หดตัว แต่เมื่อขึ้นหรือหมดอายุใช้จะยุบตัวเป็นฝุ่น	คืนรูปดีไม่หดตัว แต่เมื่อขึ้นหรือหมดอายุใช้จะยุบตัวเป็นฝุ่น	ไม่หดตัว แต่จะยุบตัวจากการยุบตัว	ไม่หดตัว แต่จะยุบตัวจากการติดตั้งไม่ดี	ไม่หดตัวแต่จะเสียรูปหรือยุบตัวเนื่องจาก การติดตั้งไม่ดี	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย	มีความยืดหยุ่นดี ไม่หดตัวหรือฉีกขาดง่าย
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	ค่อนข้างน้อย	ค่อนข้างน้อย	มาก	มาก	มาก	มาก	มาก
ปริมาณการผลิตเทียบกับความต้องการ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ	เพียงพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ง่าย	แบบพื้นต้องใช้ช่างเฉพาะ	ง่าย	ง่าย	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก	ง่าย สะดวก	สะดวก,ควรห่างจากหลังคา 30 ซม.
การบำรุงรักษา		เปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุการใช้งาน	เปลี่ยนใหม่เมื่อหมดอายุการใช้งาน	ทำไม่ได้	ทำความสะอาดได้	-	-	-	-
อายุใช้งาน (ปี)	5-10	5-10	5-10	-	-	5-20	5-20	5-15	-
ข้อดี	- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร - ง่าย - ติดตั้งง่าย - น้ำ ความร้อนต่ำ	- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร - ง่าย - ติดตั้งง่าย - น้ำ ความร้อนต่ำ	- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร - ง่าย - ติดตั้งง่าย - น้ำ ความร้อนต่ำ	- ไม่มีสารพิษ - Recycle - ลดเสียงสะท้อน - น้ำหนักเบา - ไม่มีกลิ่น - ไม่มีร่องว่างระหว่างฉนวนกับส่วนที่ติดพัน	- ทน UV, - ไม่ติดไฟ - ไม่ติดไฟ - ป้องกันการกัดกร่อนของสริม - น้ำหนักเบา	- ไม่ติดไฟ - ปรับรูปได้ - เบา - ยึดติดง่าย - กันเสียง - การนำความร้อนต่ำสุด	- ส่งความร้อนต่ำ - ไม่ลามไฟ - ติดตั้งง่าย - สะดวก อายุใช้งานนาน ไม่เป็นที่ยึดเกาะ - ประหยัดพลังงาน - ป้องกันเสียง - เป็นเนื้อเดียวกัน ทำให้ป้องกันความชื้นดี	- นำความร้อนต่ำ - ใช้เป็นส่วนลึกรหรือกันชื้น - การแทรกซึมไอน้ำและการดูดกลืนความร้อนต่ำ - น้ำหนักเบา - มรสุมต่างๆได้	- ไม่เป็นอันตราย - ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม - ทนรังสีอุลตราไวโอเล็ต - ไม่ขึ้นรา
ข้อเสีย	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่น เมื่อขึ้น - คุณสมบัติจะลดลง - สัตว์เล็กทำรังภายในตัวประสาน (binder) ลูกใหม่ได้	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่นจากตัวประสาน - สัตว์เล็กทำรังภายในตัวประสาน - คุณสมบัติจะลดลง	- น้ำหนักมาก - เป็นสารก่ออันตรายต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม - ย่อยสลายไม่ได้ - มีกลิ่นจากตัวประสาน - สัตว์เล็กทำรังภายในตัวประสาน - คุณสมบัติจะลดลง	- ขึ้นง่าย เป็นที่อยู่ของแมลง - ผสมสารกันชื้น+กันไฟลาม+กันแมลงภายใน - ยึดตัวเองไม่ได้ ต้องให้กาผสมเมื่อการโดนความร้อนที่เกินไว้ทำให้ - เสื่อมสภาพ และเยื่อกระดาษจะหลุดลงเป็นผงฝุ่น	- ถ้ามีฝุ่นเกาะคุณสมบัติจะลดลงเรื่อยๆ	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลง หากไม่มีการป้องกัน ถ้าขึ้นมากๆ จะทำให้เสื่อมสภาพ	- เป็นที่อยู่ของแมลง ถ้าขึ้นมากๆ ทำให้เสื่อมสภาพ - เกิดไฟไหม้จะมีควันมากและเกิดก๊าซไฮโดร โคลีนที่เป็นอันตรายถึงชีวิต - ความต้านทานการดูดซับน้ำและการตกค้าง	- ติดไฟได้ - ขณะถูกไฟไหม้เกิดควันที่เป็นพิษแก่วัย - การเดินสารกันไฟ - ไม่ทนน้ำมัน เบนซิน ทินเนอร์ น้ำมันสน - ไม่ทนแสงแดด	- เป็นที่อยู่อาศัยของแมลงต่างๆ หากไม่มีการป้องกันที่ดี

ตารางที่ ข3 แสดงคุณสมบัติวัสดุกระจก
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

3. วัสดุกระจก														
รายการวัสดุ	กระจกใส (Clear Glass)	กระจกสี (Tinted Glass)			กระจกดูดแสง (Heat Absorbing Glass)			กระจกสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)			กระจกกันความร้อน (Insulating Glass)			ฟิล์มลด ความร้อน (Film)
		Cool gray	Skyblue	Ocea n Green	Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Yellow	Blue	Green	Clear G. - Dry Air- Clear G.	CG.+LowE - Dry Air - Clear G.	CG.+Solar - Dry Air - Clear G.	
ราคารวมต่อตาราง ฟุต (บาท)	25 - 27	38	38	38	46 - 70	50 - 70	50 - 70	50 - 60	50 - 60	50 - 52	160 - 210	215 - 230	226- 280	
ราคาค่าแรง / ตร.ฟ. (บาท)	8	8	8	8	8	8	8	18	18	18	18	18	18	10บาท/ ม ²
ค่าวัสดุ+ค่าแรง / ตรม. (บาท)	33	46	46	46	78	78	78	68	68	68	228	233	244	
ความหนา (mm.)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6-12- 6	6-12-6	6-12- 6	
ค่าสัมประสิทธิ์การบัง แสง(SC)	0.96	0.64	0.68	0.65	0.32	0.51	0.67	0.24	0.32	0.28	0.82	0.65	0.27	0.20- 0.60
ค่าการถ่ายเทความร้อนรวม (Watt/m ²)	2.762												0.15	
ค่าการสะท้อนความร้อนรวม (%)	14	11	12	14			12	40	40	53	25	26	41	72
ค่าการนำความร้อน (Conductivity - Kvalue) (W/m.K)	0.779	0.94								0.909	0.751			
ค่าการต้านทานความร้อน (Receptivity - R- value) (m ² K/W)	0.004	0.07								0.007				
ค่าสะท้อนแสงVis-R (%)	7	5	6	7			7	19	21	29	14	14	38	<25
ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T (%)	88	38	58	72			74	10	21	14	78	72	7	>30
ค่าสะท้อนพลังงาน แสงอาทิตย์ Solar- Energy Reflectance (%)	7	6	6	7			5	21	19	24	11	12	33	
ค่าการส่งผ่านพลังงาน แสงอาทิตย์ Solar- Energy Transmittance (%)	80	43	45	42			43	6	13	10	61	46	5	<40
ค่าการดูดกลืนพลังงาน แสงอาทิตย์ Solar- Energy Absorption (%)	13	51	49	51	45	48	52	73	68	66	28	42	62	
ค่าส่งผ่านรังสีอุลตรา ไวโอเล็ต (%)							23							<5

ตารางที่ ข3 แสดงคุณสมบัติวัสดุกระจก (ต่อ)
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

3. วัสดุกระจก (ต่อ)														
รายการวัสดุ	กระจกใส (Clear Glass)	กระจกสี (Tinted Glass)			กระจกดูดแสง (Heat Absorbing Glass)			กระจกสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)			กระจกกันความร้อน (Insulating Glass)			ฟิล์มลด ความร้อน (Film)
		Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Cool gray	Skyblue	Ocean Green	Yellow	Blue	Green	Clear G. - Dry Air - Clear G.	CG.+Low E - Dry Air - Clear G.	CG.+Solar - Dry Air - Clear G.	
ค่าการถ่ายเทความร้อน(เขตร้อน) U-value (W / m ² hr°C)	5.83	6.2 7	6.21	6.23	5.90	5.94	5.96	4.74	5.08	5.03	3.18	1.93	2.68	
ค่าพลังงานความร้อน RHG(W/m ²)	650	451	478	460				191	244	217	540	423	114	
ค่าพลังงานความร้อน RHG / ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T (W/m ²)	813	118 7	824	639				1910	1162	1550	692	267	828	
ค่าการส่องผ่านแสง Vis-T /การส่งผ่าน พลังงานแสงอาทิตย์	1.10	0.8 8	1.28	1.71			1.72	1.67	1.62	1.40	1.28	1.57	1.38	
จำนวนผู้ผลิต	มาก	มาก	มาก	มาก	พอดี	พอดี	พอดี	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย	น้อย	มาก
ปริมาณผลิตต่อความต้องการใช้	มากพอ	มาก พอ	มาก พอ	มาก พอ	พอดี	พอดี	พอดี	มาก พอ	มากพอ	มากพอ	มาก พอ	มาก พอ	มาก พอ	มากพอ
ขั้นตอนการก่อสร้าง	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ยาก	ยาก	ยาก	ง่าย
การรักษาสภาพ	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ง่าย	ยาก	ยาก	ยาก	ง่าย
ข้อดี	- แสงเข้าได้เต็มที่ - เห็นภาพนอกชัดเจน - ราคาไม่สูง	- ราคาไม่สูงนัก - ยอมให้แสงผ่านเข้ามาเพื่อช่วยกระจายแสงภายในห้องอย่างเหมาะสม			- ลดความร้อนเข้าอาคารมากกว่าโดยการดูดกลืนความร้อนจากรังสีคลื่นสั้นที่ส่องกระทบกระจก 40-50% ซึ่งต่างจากการเดิมออกไซด์ของโลหะ ในเนื้อกระจก ไม่ส่งผลกระทบกับแสงที่เข้ามา - ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้สูง - เห็นทัศนียภาพภายนอกได้ชัดเจน - สีกระจกช่วยลดความจ้าของแสงที่มากเกินไปได้			- สะท้อนความร้อนไม่ให้เข้าอาคารได้ - รับแรงดันลมเพิ่มขึ้น - ลดเสียงรบกวน - สร้างความสมดุลระหว่างแสงภายใน และแสงภายนอกจึงลดความสว่างจ้า			- ป้องกันการถ่ายเทความร้อนระหว่างภายนอกสู่ภายในได้ประมาณ 70-80% - ยอมให้แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาได้สูง - บางชนิดที่ติดฟิล์มด้านในกระจกทั้งสองแผ่น จะช่วยป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตเข้ามาทำลายวัสดุภายในอาคารได้			- ป้องกันความร้อน - ประหยัดพลังงาน - สะดวกต่อการติดตั้ง

ตารางที่ ข3 แสดงคุณสมบัติวัสดุกระจก (ต่อ)
โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน

3. วัสดุกระจก (ต่อ)						
รายการวัสดุ	กระจกใส (Clear Glass)	กระจกสี (Tinted Glass)	กระจกดูดแสง (Heat Absorbing Glass)	กระจกสะท้อนแสง (Reflective Metallic Coating Glass)	กระจกกันความร้อน (Insulating Glass)	ฟิล์มลด ความร้อน (Film)
ข้อเสีย	- ความร้อน เข้าอาคาร ได้มาก - การต้าน ทานความ ร้อนเข้า ภายใน อาคารประ มาณ 20%	- ดูดกลืนความร้อนจาก ดวงอาทิตย์มาสะสมอยู่ ในเนื้อกระจกมากขึ้น - ถ้าสีมีความเข้มมากจะ บดบังการมองเห็นได้	- ราคาค่อนข้างสูง - บดบังการมองเห็น เล็กน้อยด้วยตัวสีของ กระจกบางสี	- สะท้อนความร้อนให้กับ อาคารข้างเคียง - ความสว่างของแสงที่เข้า ในอาคารลดลงมากกว่า 80% - มีประสิทธิภาพในการ ดูดกลืนความร้อนสูงด้วย จึงอาจเกิดปัญหาการ แตกร้าวของกระจกจาก การสะสมความร้อน	- ราคาสูง - อาจเกิดการแตกร้าวของผิว กระจกได้เนื่องจากความ ต่างที่มากของอุณหภูมิ ภายนอกกับภายใน โดย เฉพาะที่มีการเป่าลมเย็นจาก เครื่องปรับอากาศมากระทบ ผิวกระจก และเนื่องจากการ สะสมความร้อนในเนื้อกระจก เนื่องจากไปทาสีหรือปิด แผ่นกระดาษที่ผิวกระจก	- อาจมีการ หลุดล่อน ของฟิล์ม - ไม่ควรให้ มีน้ำเข้า ไปในช่อง ว่างภายใน กระจกจะ ทำให้เสีย คุณสมบัติ และอายุ การใช้งาน ลดลง

หมายเหตุ : SC (Shading Coefficient) Vis-R (Visible-Rays Reflectance) Vis-T (Visible-Rays Transmittance)
UV-T (Ultraviolet-Rays Transmittance) RHG (Relative Heat Gain)

ตารางที่ ข4 การศึกษาความเหมาะสมในการปรับปรุงวัสดุอาคารพักอาศัย
โดย H. Tommerup, S. Svendsen.

624

H. Tommerup, S. Svendsen / Energy and Buildings 38 (2006) 618–626

Table 5
Building envelope constructions and ventilation system before and after an energy renovation

Component	Structure/system	Existing insulation (mm)	U before ($\text{W/m}^2 \text{K}$)	Augmented (improved) insulation (mm)	U after ($\text{W/m}^2 \text{K}$)
Roof	Roof trusses (unused loft)	100	0.36	300	0.09 ^a
Windows	Wooden windows – double-pane glazing	–	2.50 ^b	–	1.29 ^c
External wall	Aerated light-weight concrete elements incorporating a facing wall	75	0.38 ^d	150	0.15 ^e
Slab floor	Joist flooring	50	0.29	–	0.29
Ventilation	Natural	–	–	Mechanical with heat recovery ^f	–

^a Extra 300 mm insulation ($\lambda_D = 37 \text{ mW/mK}$).

^b Traditional wooden windows with double-pane glazing: $U_g = 2.9$; $U_f = 1.4$; $\psi_g = 0.07$; $g_g = 0.76$.

^c Double energy-saving pane with low emissivity glazing and a warm edge construction ($U_g = 1.1$; $\psi_g = 0.05$; $g_g = 0.63$).

^d A considerable number of houses are built using massive light-weight concrete elements in the external walls ($U = 0.83$) and the energy-saving potential regarding external wall-insulation is therefore far better. The effect of having these walls compared to cavity walls is calculated.

^e 150 mm external augmented insulation ($\lambda_D = 38 \text{ mW/mK}$) with plaster rain screen.

^f Balanced mechanical ventilation with heat recovery (90%).

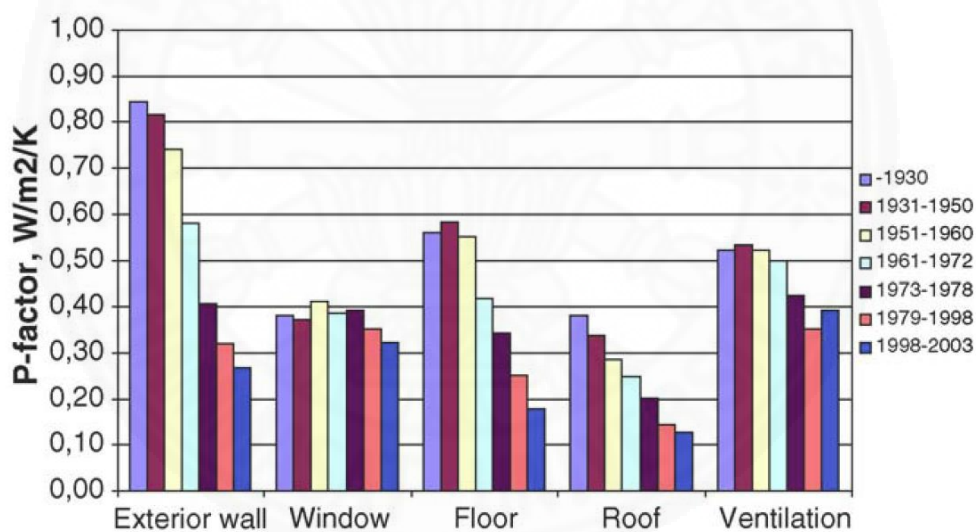


Fig. 2. Average heat loss in the Danish residential building stock depending on year of construction, normalized by heated floor area.

ภาคผนวก ค

เอกสารค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าและการส่องสว่างที่เหมาะสม

ตารางที่ ค1ค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่าง ๆ

โดย การไฟฟ้านครหลวง

Household	Approximate Wattage Required For Starting	Approximate Running Wattage Requirements
เครื่องทำกาแฟ	600	600
เครื่องซักผ้าขนาดเล็ก	540	216
กระทะไฟฟ้า	1,500	1,500
Electric Range 8-inch element	2,100	2,100
เตาไมโครเวฟ 650 watts	1,000	1,000
ตู้เย็น	1,200	132-192
เครื่องซักผ้าขนาดกลาง	1,200	1,200
เครื่องอบผ้าแห้ง	6,750	5,400
Furnace Fan, gas or fuel oil		
1/8 Horsepower	500	300
1/6 Horsepower	750	500
1/4 Horsepower	1,000	600
1/3 Horsepower	1,400	700
1/2 Horsepower	2,350	875
วิทยุ	50 to 200	50 to 200
ปั๊มน้ำ		
1/3 Horsepower	1,300	800
1/2 Horsepower	2,150	1,050
โทรทัศน์สี	300	300
แอร์ 10,000 BTU	2,200	1,500

ตารางที่ ค1 ค่าพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ(ต่อ)
โดย การไฟฟ้านครหลวง

Air Compressors	Approximate Wattage RequiredFor Starting	Approximage Running Wattage Requirements
1/2 Horsepower	1,600	975
1 Horsepower	4,500	1,600
<i>Computers</i>		
Desktop	600 to 800	600 to 800
Laptop	200 to 250	200 to 250
Monitor (CRT)	200 to 250	200 to 250
Fax	600 to 800	600 to 800
Printer	400 to 600	400 to 600

ตารางที่ ค2 กำลังส่องสว่างไฟฟ้าที่เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งาน
โดย ASHRAE, (2010).

TABLE 9.6.1 Lighting Power Densities Using the Space-by-Space Method
ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2007

In cases where both a common space type and a building-specific type are listed, the building specific space type shall apply.

Common Space Types	LPD, watts/sf	Building-Specific Space Types	LPD, watts/sf
Office – Enclosed	1.1	Gymnasium/Exercise Center	
Office – Open Plan	1.1	Playing Area	1.4
Conference/Meeting/Multipurpose	1.3	Exercise Area	0.9
Classroom/Lecture/Training	1.4	Courthouse/Police Station/Penitentiary	
For Penitentiary	1.3	Courtroom	1.9
Lobby	1.3	Confinement Cells	0.9
For Hotel	1.1	Judges' Chambers	1.3
For Performing Arts Theater	3.3	Fire Stations	
For Motion Picture Theater	1.1	Engine Room	0.8
Audience/Seating Area	0.9	Sleeping Quarters	0.3
For Gymnasium	0.4	Post Office – Sorting Area	1.2
For Exercise Center	0.3	Convention Center – Exhibit Space	1.3
For Convention Center	0.7	Library	
For Penitentiary	0.7	Card File and Cataloging	1.1
For Religious Buildings	1.7	Stacks	1.7
For Sports Arena	0.4	Reading Area	1.2
For Performing Arts Theater	2.6	Hospital	
For Motion Picture Theater	1.2	Emergency	2.7
For Transportation	0.5	Recovery	0.8
Atrium – First Three Floors	0.6	Nurses' Station	1.0
Atrium – Each Additional Floor	0.2	Exam/Treatment	1.5
Lounge/Recreation	1.2	Pharmacy	1.2
For Hospital	0.8	Patient Room	0.7
Dining Area	0.9	Operating Room	2.2
For Penitentiary	1.3	Nursery	0.6
For Hotel	1.3	Medical Supply	1.4
For Motel	1.2	Physical Therapy	0.9
For Bar Lounge/Leisure Dining	1.4	Radiology	0.4
For Family Dining	2.1	Laundry – Washing	0.6
Food Preparation	1.2	Automotive – Service/Repair	0.7
Laboratory	1.4	Manufacturing	
Restrooms	0.9	Low Bay (<25 ft Floor to Ceiling Height)	1.2
Dressing/Locker/Fitting Room	0.6	High Bay (≥25 ft Floor to Ceiling Height)	1.7
Corridor/Transition	0.5	Detailed Manufacturing	2.1
For Hospital	1.0	Equipment Room	1.2
For Manufacturing Facility	0.5	Control Room	0.5
Stairs – Active	0.6	Hotel/Motel Guest Rooms	1.1
Active Storage	0.8	Dormitory – Living Quarters	1.1
For Hospital	0.9	Museum	
Inactive Storage	0.3	General Exhibition	1.0
For Museum	0.8	Restoration	1.7
Electrical/Mechanical	1.5	Bank/Office – Banking Activity Area	1.5
Workshop	1.9	Religious Buildings	
Sales Area	1.7	Worship Pulpit/Choir	2.4
		Fellowship Hall	0.9
		Retail	
		Sales Area	1.7
		Mall Concourse	1.7
		Sports Arena	
		Ring Sports Area	2.7
		Court Sports Area	2.3
		Indoor Playing Field	1.4
		Warehouse	
		Fine Material Storage	1.4
		Medium/Bulky Material Storage	0.9
		Parking Garage – Garage Area	0.2
		Transportation	
		Airport – Concourse	0.6
		Air/Train/Bus – Baggage Area	1.0
		Terminal – Ticket Counter	1.5

ภาคผนวก ง

รายงานการประมวลผลค่าพลังงานอาคารฐานด้วยโปรแกรม EnergyPlus 8.5

Program Version: EnergyPlus, Version 8.5.0-c87e61b44b, YMD=2016.05.21 07:10

Tabular Output Report in Format: HTML

Building: Building_BASECASE

Environment: RUN PERIOD 1 ** BANGKOK - THA IVEC Data WMO#=484560

Simulation Timestamp: 2016-05-21 07:10:13

Table of Contents

Report: Annual Building Utility Performance Summary

For: Entire Facility

Timestamp: 2016-05-21 07:10:13

Values gathered over 8760.00 hours

Site and Source Energy

	Total Energy [GJ]	Energy Per Total Building Area [MJ/m2]	Energy Per Conditioned Building Area [MJ/m2]
Total Site Energy	354.94	1706.72	2476.29
Net Site Energy	354.94	1706.72	2476.29
Total Source Energy	1124.10	5405.19	7842.42
Net Source Energy	1124.10	5405.19	7842.42

Building Area

	Area [m2]
Total Building Area	207.97
Net Conditioned Building Area	143.34
Unconditioned Building Area	64.63

End Uses

	Electricity [GJ]	Natural Gas [GJ]	Additional Fuel [GJ]	District Cooling [GJ]	District Heating [GJ]	Water [m3]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	120.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	42.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	172.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	354.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

End Uses By Subcategory

	Subcategory	Electricity [GJ]	Natural Gas [GJ]	Additional Fuel [GJ]	District Cooling [GJ]	District Heating [GJ]	Water [m3]
Heating	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	General	120.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	General	42.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	General	172.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	General	19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Normalized Metrics**Utility Use Per Conditioned Floor Area**

	Electricity Intensity [MJ/m2]	Natural Gas Intensity [MJ/m2]	Additional Fuel Intensity [MJ/m2]	District Cooling Intensity [MJ/m2]	District Heating Intensity [MJ/m2]	Water Intensity [m^3/m^2]
Lighting	296.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HVAC	974.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other	1205.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	2476.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Utility Use Per Total Floor Area

	Electricity Intensity [MJ/m ²]	Natural Gas Intensity [MJ/m ²]	Additional Fuel Intensity [MJ/m ²]	District Cooling Intensity [MJ/m ²]	District Heating Intensity [MJ/m ²]	Water Intensity [m ³ /m ²]
Lighting	204.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HVAC	671.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Other	830.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	1706.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Electric Loads Satisfied

	Electricity [GJ]	Percent Electricity [%]
Electricity Coming From Utility	354.942	100.00
Surplus Electricity Going To Utility	0.000	0.00
Net Electricity From Utility	354.942	100.00
Total On-Site and Utility Electric Sources	354.942	100.00
Total Electricity End Uses	354.942	100.00

Setpoint Not Met Criteria

	Degrees [deltaC]
Tolerance for Zone Heating Setpoint Not Met Time	0.20
Tolerance for Zone Cooling Setpoint Not Met Time	0.20

Comfort and Setpoint Not Met Summary

	Facility [Hours]
Time Setpoint Not Met During Occupied Heating	0.00
Time Setpoint Not Met During Occupied Cooling	5192.00
Time Not Comfortable Based on Simple ASHRAE 55-2004	8344.00

[Table of Contents](#)

Report: **Input Verification and Results Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

General

	Value
Program Version and Build	EnergyPlus, Version 8.5.0-c87e61b44b, YMD=2016.05.21 07:10
RunPeriod	RUN PERIOD 1
Weather File	BANGKOK - THA IWEK Data WMO#=484560
Latitude [deg]	13.92
Longitude [deg]	100.60
Elevation [m]	12.00
Time Zone	7.00
North Axis Angle [deg]	0.00
Rotation for Appendix G [deg]	0.00
Hours Simulated [hrs]	8760.00

ENVELOPE

Window-Wall Ratio

	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	108.94	50.00	0.00	58.94	0.00
Above Ground Wall Area [m2]	108.94	50.00	0.00	58.94	0.00
Window Opening Area [m2]	29.03	11.96	0.00	17.08	0.00
Gross Window-Wall Ratio [%]	26.65	23.91	0.00	28.97	0.00
Above Ground Window-Wall Ratio [%]	26.65	23.91	0.00	28.97	0.00

Conditioned Window-Wall Ratio

	Total	North (315 to 45 deg)	East (45 to 135 deg)	South (135 to 225 deg)	West (225 to 315 deg)
Gross Wall Area [m2]	90.47	36.00	0.00	54.47	0.00
Above Ground Wall Area [m2]	90.47	36.00	0.00	54.47	0.00
Window Opening Area [m2]	25.74	8.66	0.00	17.08	0.00
Gross Window-Wall Ratio [%]	28.45	24.06	0.00	31.35	0.00
Above Ground Window-Wall Ratio [%]	28.45	24.06	0.00	31.35	0.00

Skylight-Roof Ratio

	Total
Gross Roof Area [m2]	48.00
Skylight Area [m2]	0.00
Skylight-Roof Ratio [%]	0.00

PERFORMANCE

Zone Summary

	Area [m2]	Conditioned (Y/N)	Part of Total Floor Area (Y/N)	Volume [m3]	Multipliers	Gross Wall Area [m2]	Window Glass Area [m2]	Lighting [W/m2]	People [m2 per person]	Plug and Process [W/m2]
NON-THERMAL ZONE	64.63	No	Yes	5.74	1.00	18.47	3.29	14.1683	3.40	64.9843
OFFICER THERMAL ZONE	104.05	Yes	Yes	43.49	1.00	66.47	17.16	20.2041	3.25	98.5141

RESIDENCE THERMAL ZONE	39.29	Yes	Yes	117.87	1.00	24.00	8.58	11.840 6	5.61	64.393 0
Total	207.9 7			167.10		108.9 4	29.03	16.748 2	3.59	81.647 6
Conditioned Total	143.3 4			161.36		90.47	25.74	17.911 5	3.68	89.161 1
Unconditioned Total	64.63			5.74		18.47	3.29	14.168 3	3.40	64.984 3
Not Part of Total	0.00			0.00		0.00	0.00			

Table of Contents

Report: **Demand End Use Components Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

End Uses

	Electricity [W]	Natural Gas [W]	Propane [W]	District Cooling [W]	Steam [W]	Water [m3/s]
Time of Peak	17-MAY- 15:00	-	-	-	-	-
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	7523.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	2578.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	12816.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	583.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total End Uses	23503.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

End Uses By Subcategory

	Subcategory	Electricity [W]	Natural Gas [W]	Propane [W]	District Cooling [W]	Steam [W]	Water [m3/s]
Heating	General	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	General	7523.73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	General	2578.98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	General	12816.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	General	583.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

[Table of Contents](#)

Report: Source Energy End Use Components Summary

For: Entire Facility

Timestamp: 2016-05-21 07:10:13

Values gathered over 8760.00 hours

Source Energy End Use Components Summary

	Source Electricity [GJ]	Source Natural Gas [GJ]	Source Additional Fuel [GJ]	Source District Cooling [GJ]	Source District Heating [GJ]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	382.11	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	134.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	547.03	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	60.16	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Source Energy End Use Components	1124.10	0.00	0.00	0.00	0.00

Normalized Metrics

Source Energy End Use Components Per Conditioned Floor Area

	Source Electricity [MJ/m2]	Source Natural Gas [MJ/m2]	Source Additional Fuel [MJ/m2]	Source District Cooling [MJ/m2]	Source District Heating [MJ/m2]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	2665.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	940.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	3816.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	419.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Source Energy End Use Components	7842.42	0.00	0.00	0.00	0.00

Source Energy End Use Components Per Total Floor Area

	Source Electricity [MJ/m2]	Source Natural Gas [MJ/m2]	Source Additional Fuel [MJ/m2]	Source District Cooling [MJ/m2]	Source District Heating [MJ/m2]
Heating	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cooling	2665.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Lighting	940.44	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Lighting	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Interior Equipment	3816.43	0.00	0.00	0.00	0.00
Exterior Equipment	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fans	419.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Total Source Energy End Use Components	7842.42	0.00	0.00	0.00	0.00

Table of Contents

Report: **Climatic Data Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

SizingPeriod:DesignDay

	Maximum Dry Bulb [C]	Daily Temperature Range [deltaC]	Humidity Value	Humidity Type	Wind Speed [m/s]	Wind Direction
BANGKOK ANN CLG .4% CONDNS DB=>MWB	37.20	9.20	26.70	Wetbulb [C]	4.10	180.00
BANGKOK ANN CLG .4% CONDNS DP=>MDB	32.10	9.20	28.70	Dewpoint [C]	4.10	180.00
BANGKOK ANN CLG .4% CONDNS ENTH=>MDB	34.00	9.20	98000.00	Enthalpy [J/kg]	4.10	180.00
BANGKOK ANN CLG .4% CONDNS WB=>MDB	34.20	9.20	29.60	Wetbulb [C]	4.10	180.00
BANGKOK ANN HTG 99.6% CONDNS DB	19.00	0.00	19.00	Wetbulb [C]	1.60	350.00
BANGKOK ANN HTG WIND 99.6% CONDNS WS=>MCDB	27.50	0.00	27.50	Wetbulb [C]	6.40	350.00
BANGKOK ANN HUM_N 99.6% CONDNS DP=>MCDB	25.80	0.00	11.20	Dewpoint [C]	1.60	350.00

Table of Contents

Report: **Envelope Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Opaque Exterior

	Construction	Reflectance	U-Factor with Film [W/m2- K]	U-Factor no Film [W/m2- K]	Gross Area [m2]	Net Area [m2]	Azimuth [deg]	Tilt [deg]	Cardinal Direction
SURFACE 16	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	14.00	8.86	0.00	90.00	N
SURFACE 66	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	4.47	4.47	180.00	90.00	S
SURFACE 14	INTERIOR FLOOR_BASECASE	0.30	3.618	8.745	1.79	1.79	0.00	180.00	
SURFACE 21	INTERIOR FLOOR_BASECASE	0.30	3.618	8.745	13.61	13.61	0.00	180.00	
SURFACE 110	ROOF_BASECASE	0.30	0.232	0.240	4.32	4.32	0.00	0.00	
SURFACE 120	ROOF_BASECASE	0.30	0.232	0.240	4.39	4.39	90.00	0.00	
SURFACE 29	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	6.31	180.00	90.00	S
SURFACE 55	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	4.47	4.47	180.00	90.00	S
SURFACE 56	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	9.11	0.00	90.00	N
SURFACE 7	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	14.00	4.38	180.00	90.00	S
SURFACE 74	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	9.11	0.00	90.00	N
SURFACE 89	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	6.31	180.00	90.00	S

SURFACE 8	INTERIOR FLOOR_BASECASE	0.30	3.618	8.745	32.60	32.60	0.00	180.00	
SURFACE 118	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	9.11	0.00	90.00	N
SURFACE 97	WALL_BASECASE	0.30	2.517	4.039	12.00	6.31	180.00	90.00	S
SURFACE 101	ROOF_BASECASE	0.30	0.232	0.240	12.00	12.00	0.00	0.00	
SURFACE 119	ROOF_BASECASE	0.30	0.232	0.240	15.40	15.40	0.00	0.00	
SURFACE 135	ROOF_BASECASE	0.30	0.232	0.240	11.89	11.89	0.00	0.00	

Exterior Fenestration

Exterior Door

	Construction	U-Factor with Film [W/m2-K]	U-Factor no Film [W/m2-K]	Gross Area [m2]	Parent Surface
SUB SURFACE 2	EXTERIOR DOOR_BASECASE	2.070	3.000	1.85	SURFACE 16
SUB SURFACE 1	EXTERIOR DOOR_BASECASE	2.070	3.000	9.62	SURFACE 7

Table of Contents

Report: **Shading Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Sunlit Fraction

	March 21 9am	March 21 noon	March 21 3pm	June 21 9am	June 21 noon	June 21 3pm	December 21 9am	December 21 noon	December 21 3pm
SUB SURFACE 3	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
SUB SURFACE 4	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

SUB SURFACE 6	0.55	0.02	0.18	0.00	0.00	0.00	0.84	0.51	0.68
SUB SURFACE 5	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
SUB SURFACE 9	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
SUB SURFACE 7	0.55	0.02	0.18	0.00	0.00	0.00	0.84	0.51	0.68
SUB SURFACE 10	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
SUB SURFACE 8	0.55	0.02	0.18	0.00	0.00	0.00	0.84	0.51	0.68

Table of Contents

Report: **Lighting Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Interior Lighting

	Zone	Lighting Power Density	Zone Area [m ²]	Total Power [W]	End Use Subcategory	Schedule Name	Scheduled Hours/Week t_{L-1}	Hours/Week > 1% [hr]	Full Load Hours/Week [hr]	Return Air Fraction	Conditioned [V_{m^3}]	Consumption [GJ]
CORRIDOR SPACE FLOOR2 LIGHTS	NON- THERMAL ZONE	2.1529	64.63	139.14	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	N	1.86
CORRIDOR SPACE FLOOR3 LIGHTS	NON- THERMAL ZONE	2.1529	64.63	139.14	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	N	1.86
DOUCUMENTA RY ROOM LIGHTS	NON- THERMAL ZONE	1.0720	64.63	69.29	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	N	0.93
FILE STORAGE LIGHTS	NON- THERMAL ZONE	0.9728	64.63	62.87	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	N	0.84

PANTRY LIGHTS	NON-THERMAL ZONE	5.1010	64.63	329.68	General	RESIDE NCE BLDG LIGHT	53.95	83.23	53.95	0.00	N	3.34
STAIR PARTITION SPACE LIGHTS	NON-THERMAL ZONE	0.4386	64.63	28.35	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	N	0.38
WC1 LIGHTS	NON-THERMAL ZONE	0.5360	64.63	34.64	General	RESIDE NCE WC LIGHT	21.34	93.01	21.34	0.00	N	0.14
WC2 LIGHTS	NON-THERMAL ZONE	1.0944	64.63	70.73	General	RESIDE NCE WC LIGHT	21.34	93.01	21.34	0.00	N	0.28
WC3 LIGHTS	NON-THERMAL ZONE	0.6477	64.63	41.86	General	RESIDE NCE WC LIGHT	21.34	93.01	21.34	0.00	N	0.17
DIRECTOR ROOM LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	1.2415	104.05	129.17	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	1.72
LIVING SPACE FOR OFFICER LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	2.9796	104.05	310.01	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	4.14
LOBBY LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	7.4199	104.05	772.01	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	10.31
MANAGER ROOM LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	0.9156	104.05	95.27	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	1.27
MULTIPURPOSE ROOM LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	4.1424	104.05	431.00	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	5.75

WORKING AREA LIGHTS	OFFICER THERMAL ZONE	3.5051	104.05	364.69	General	OFFICE BLDG LIGHT	71.12	168.00	71.12	0.00	Y	4.87
BEDROOM LIGHTS	RESIDENCE THERMAL ZONE	4.6410	39.29	182.35	General	RESIDENCE BLDG LIGHT	53.95	83.23	53.95	0.00	Y	1.85
LIVING ROOM LIGHTS	RESIDENCE THERMAL ZONE	3.5832	39.29	140.78	General	RESIDENCE BLDG LIGHT	53.95	83.23	53.95	0.00	Y	1.43
MASTER BEDROOM LIGHTS	RESIDENCE THERMAL ZONE	3.6164	39.29	142.09	General	RESIDENCE BLDG LIGHT	53.95	83.23	53.95	0.00	Y	1.44
Interior Lighting Total		2.6311	1323.8	3483.0								42.5

Table of Contents

Report: HVAC Sizing Summary

For: Entire Facility

Timestamp: 2016-05-21 07:10:13

Time Not Comfortable Based on Simple ASHRAE 55-2004

	Winter Clothes [hr]	Summer Clothes [hr]	Summer or Winter Clothes [hr]
OFFICER THERMAL ZONE	3640.00	2395.33	2395.33
RESIDENCE THERMAL ZONE	5877.17	3911.17	3733.83
NON-THERMAL ZONE	8344.00	8344.00	8344.00
Facility	8344.00	8344.00	8344.00

Aggregated over the RunPeriods for Weather

Time Setpoint Not Met

	During Heating [hr]	During Cooling [hr]	During Occupied Heating [hr]	During Occupied Cooling [hr]
OFFICER THERMAL ZONE	0.00	8648.50	0.00	3632.50
RESIDENCE THERMAL ZONE	0.00	5106.17	0.00	2714.17
NON-THERMAL ZONE	0.00	0.00	0.00	0.00
Facility	0.00	8656.00	0.00	5192.00

Aggregated over the RunPeriods for Weather

Table of Contents

Report: **Outdoor Air Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Average Outdoor Air During Occupied Hours

	Average Number of Occupants	Nominal Number of Occupants	Zone Volume [m3]	Mechanical Ventilation [ach]	Infiltration [ach]	AFN Infiltration [ach]	Simple Ventilation [ach]
OFFICER THERMAL ZONE	3.49	32.00	43.49	0.000	4.910	0.000	0.000
RESIDENCE THERMAL ZONE	1.99	7.00	117.87	0.000	5.354	0.000	0.000

Values shown for a single zone without multipliers

Minimum Outdoor Air During Occupied Hours

	Average Number of Occupants	Nominal Number of Occupants	Zone Volume [m3]	Mechanical Ventilation [ach]	Infiltration [ach]	AFN Infiltration [ach]	Simple Ventilation [ach]
OFFICER THERMAL ZONE	3.49	32.00	43.49	0.000	0.000	0.000	0.000
RESIDENCE THERMAL ZONE	1.99	7.00	117.87	0.000	0.000	0.000	0.000

Values shown for a single zone without multipliers

Table of Contents

Report: **Object Count Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Surfaces by Class

	Total	Outdoors
Wall	69	10
Floor	27	3
Roof	5	5
Internal Mass	17	0
Building Detached Shading	8	8
Window	8	8
Door	2	2
Shading	8	8

HVAC

	Count
HVAC Air Loops	2
Conditioned Zones	2
Unconditioned Zones	1

Input Fields

	Count
IDF Objects	633
Defaulted Fields	446
Fields with Defaults	1379
Autosized Fields	20
Autosizable Fields	24
Autocalculated Fields	257
Autocalculatable Fields	257

[Table of Contents](#)

Report: **Energy Meters**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Annual and Peak Values - Electricity

	Electricity Annual Value [GJ]	Electricity Minimum Value [W]	Timestamp of Minimum {TIMESTAMP}	Electricity Maximum Value [W]	Timestamp of Maximum {TIMESTAMP}
Electricity:Facility	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
Electricity:Building	215.29	127.05	02-JAN-00:10	15395.48	02-JAN-13:10
Electricity:Zone:NON-THERMAL ZONE	56.07	21.94	02-JAN-00:10	3455.64	07-JAN-08:10
InteriorLights:Electricity	42.56	127.05	02-JAN-00:10	2578.98	02-JAN-08:10
InteriorLights:Electricity:Zone:NON-THERMAL ZONE	9.79	21.94	02-JAN-00:10	649.69	02-JAN-19:10
General:InteriorLights:Electricity	42.56	127.05	02-JAN-00:10	2578.98	02-JAN-08:10
Electricity:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	124.35	105.11	02-JAN-00:10	11327.15	02-JAN-08:10
InteriorLights:Electricity:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	28.06	105.11	01-JAN-00:10	2102.15	02-JAN-08:10
Electricity:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	34.88	0.00	02-JAN-00:10	2995.22	01-JAN-08:10
InteriorLights:Electricity:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	4.71	0.00	02-JAN-00:10	465.22	01-JAN-08:10
InteriorEquipment:Electricity	172.73	0.00	02-JAN-00:10	12816.50	02-JAN-13:10
InteriorEquipment:Electricity:Zone:NON-THERMAL ZONE	46.28	0.00	02-JAN-00:10	2910.97	01-JAN-08:10
General:InteriorEquipment:Electricity	172.73	0.00	02-JAN-00:10	12816.50	02-JAN-13:10
InteriorEquipment:Electricity:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	96.28	0.00	02-JAN-00:10	9225.00	02-JAN-08:10
InteriorEquipment:Electricity:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	30.16	0.00	02-JAN-00:10	2530.00	01-JAN-08:10
ElectricityPurchased:Facility	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00

ElectricityPurchased:Plant	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
Cogeneration:ElectricityPurchased	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
ElectricitySurplusSold:Facility	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
ElectricitySurplusSold:Plant	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
Cogeneration:ElectricitySurplusSold	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
ElectricityNet:Facility	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
ElectricityNet:Plant	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
Cogeneration:ElectricityNet	354.94	1321.23	25-JAN-05:00	23503.14	17-MAY-16:00
Electricity:HVAC	139.65	0.00	02-JAN-18:10	9903.41	18-JUN-14:10
Fans:Electricity	19.00	0.00	02-JAN-18:10	1130.20	01-JAN-08:10
General:Fans:Electricity	19.00	0.00	02-JAN-18:10	1130.20	01-JAN-08:10
Cooling:Electricity	120.65	0.00	02-JAN-18:10	9268.15	16-AUG-08:10
Electricity:Plant	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10

Annual and Peak Values - Other by Weight/Mass

	Annual Value [kg]	Minimum Value [kg/s]	Timestamp of Minimum {TIMESTAMP}	Maximum Value [kg/s]	Timestamp of Maximum {TIMESTAMP}
Carbon Equivalent:Facility	0.00	0.000	01-JAN-00:10	0.000	01-JAN-00:10
CarbonEquivalentEmissions:Carbon Equivalent	0.00	0.000	01-JAN-00:10	0.000	01-JAN-00:10

Annual and Peak Values - Other

	Annual Value [GJ]	Minimum Value [W]	Timestamp of Minimum {TIMESTAMP}	Maximum Value [W]	Timestamp of Maximum {TIMESTAMP}
EnergyTransfer:Facility	606.97	0.00	02-JAN-18:10	45641.76	07-NOV-08:10
EnergyTransfer:Building	240.15	0.00	02-JAN-18:10	16133.06	19-JAN-15:50
EnergyTransfer:Zone:NON-THERMAL ZONE	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
Heating:EnergyTransfer	0.00	0.00	01-JAN-00:10	72.80	28-JAN-07:00
Heating:EnergyTransfer:Zone:NON- THERMAL ZONE	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
Cooling:EnergyTransfer	240.15	0.00	02-JAN-18:10	16133.06	19-JAN-15:50
Cooling:EnergyTransfer:Zone:NON- THERMAL ZONE	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
EnergyTransfer:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	153.48	0.00	01-JAN-00:10	16133.06	19-JAN-15:50
Heating:EnergyTransfer:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	0.00	0.00	01-JAN-00:10	0.00	01-JAN-00:10
Cooling:EnergyTransfer:Zone:OFFICER THERMAL ZONE	153.48	0.00	01-JAN-00:10	16133.06	19-JAN-15:50
EnergyTransfer:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	86.67	0.00	01-JAN-12:10	11827.85	05-APR-20:10
Heating:EnergyTransfer:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	0.00	0.00	01-JAN-00:10	72.80	28-JAN-07:00
Cooling:EnergyTransfer:Zone:RESIDENCE THERMAL ZONE	86.67	0.00	01-JAN-12:10	11827.85	05-APR-20:10
EnergyTransfer:HVAC	366.81	0.00	02-JAN-18:10	32260.91	07-NOV-08:10
CoolingCoils:EnergyTransfer	366.81	0.00	02-JAN-18:10	32260.91	07-NOV-08:10

Table of Contents

Report: **Sensible Heat Gain Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

System Ventilation Parameters

	People Outdoor Air Rate - Rp [m3/s- person]	Sum of Zone Population - Pz-sum	Area Outdoor Air Rate - Ra [m3/s-m2]	Sum of Zone Floor Area - Az-sum [m2]	Breathing Zone Outdoor Airflow - Vbz [m3/s]	Cooling Zone Outdoor Airflow - Voz-clg [m3/s]	Heating Zone Outdoor Airflow - Voz-htg [m3/s]
AIR LOOP HVAC 1	0.008554	32.00	0.000000	104.05	0.2737	0.2737	0.2737
AIR LOOP HVAC 2	0.005394	7.00	0.000000	39.29	0.0378	0.0378	0.0378

System Ventilation Calculations for Cooling Design

	Sum of Zone Primary Airflow - Vpz- sum [m3/s]	System Primary Airflow - Vps [m3/s]	Sum of Zone Discharge Airflow - Vdz- sum [m3/s]	Sum of Min Zone Primary Airflow - Vpz- min [m3/s]	Zone Outdoor Airflow Cooling - Voz-clg [m3/s]	Zone Ventilation Efficiency - Evz- min
AIR LOOP HVAC 1	1.87	1.869	1.87	26.0115	0.2737	1.000
AIR LOOP HVAC 2	1.75	1.748	1.75	9.8225	0.0378	1.000

System Ventilation Calculations for Heating Design

	Sum of Zone Primary Airflow - Vpz- sum [m3/s]	System Primary Airflow - Vps [m3/s]	Sum of Zone Discharge Airflow - Vdz- sum [m3/s]	Sum of Min Zone Primary Airflow - Vpz- min [m3/s]	Zone Outdoor Airflow Heating - Voz-htg [m3/s]	Zone Ventilation Efficiency - Evz- min
AIR LOOP HVAC 1	0.27	0.274	0.27	0.27	0.2737	1.000
AIR LOOP HVAC 2	0.04	0.038	0.04	0.04	0.0378	1.000

Table of Contents

Report: **LEED Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Sec1.1A-General Information

	Data
Weather File	RUN PERIOD 1 ** BANGKOK - THA IWECC Data WMO#=484560
HDD and CDD data source	Weather File Stat
Total gross floor area [m2]	207.97

EAp2-1. Space Usage Type

	Space Area [m2]	Regularly Occupied Area [m2]	Unconditioned Area [m2]	Typical Hours/Week in Operation [hr/wk]
OFFICER THERMAL ZONE	104.05	104.05	0.00	69.81
RESIDENCE THERMAL ZONE	39.29	39.29	0.00	120.13
NON-THERMAL ZONE	64.63	0.00	64.63	160.02
Totals	207.97	143.34	64.63	

EAp2-2. Advisory Messages

	Data
Number of hours heating loads not met	0.00
Number of hours cooling loads not met	5192.00
Number of hours not met	5192.00

EAp2-17a. Energy Use Intensity - Electricity

	Electricity [MJ/m2]
Interior Lighting	204.66
Space Heating	0.00
Space Cooling	580.15
Fans-Interior	91.35
Service Water Heating	0.00
Receptacle Equipment	830.56
Miscellaneous	0.00
Subtotal	1706.72

EAp2-18. End Use Percentage

	Percent [%]
Interior Lighting	11.99
Space Heating	0.00
Space Cooling	33.99
Fans-Interior	5.35
Service Water Heating	0.00
Receptacle Equipment	48.66
Miscellaneous	0.00

Table of Contents

Report: **Component Sizing Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

AirTerminal:SingleDuct:Uncontrolled

	Design Size Maximum Air Flow Rate [m3/s]
DIFFUSER	1.87
DIFFUSER 1	1.75

Branch

	Maximum Flow Rate [m3/s]
AIR LOOP HVAC 1 MAIN BRANCH	1.87
AIR LOOP HVAC 2 MAIN BRANCH	1.75

AirLoopHVAC

	Design Supply Air Flow Rate [m3/s]
AIR LOOP HVAC 1	1.87
AIR LOOP HVAC 2	1.75

Coil:Cooling:DX:SingleSpeed

	Design Size Rated Air Flow Rate [m3/s]	Design Size Gross Rated Total Cooling Capacity [W]	Design Size Gross Rated Sensible Heat Ratio
1 SPD DX CLG COIL	1.87	46401.64	0.676083
1 SPD DX CLG COIL 1	1.75	43408.54	0.676083

Fan:ConstantVolume

	Design Size Maximum Flow Rate [m3/s]
FAN CONSTANT VOLUME	1.87
FAN CONSTANT VOLUME 1	1.75

User-Specified values were used. Design Size values were used if no User-Specified values were provided.

Table of Contents

Report: **Surface Shadowing Summary**

For: **Entire Facility**

Timestamp: **2016-05-21 07:10:13**

Surfaces (Walls, Roofs, etc) that may be Shadowed by Other Surfaces

	Possible Shadow Receivers
Mir-SHADING SURFACE FRONT	Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
Mir-SHADING SURFACE REAR	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
Mir-SHADING SURFACE SIDE 1	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
Mir-SHADING SURFACE SIDE 2	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1
Mir-DIRECT ROOM SHADING SURFACE	SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2 BEDROOM SHADING SURFACE SURFACE 97
Mir-LIVING FOR OFFICER SHADING SURFACE	SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2 DIRECT ROOM SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE SURFACE 66 SURFACE 89 SURFACE 97
Mir-LOBBY SHADING SURFACE	SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2 DIRECT ROOM SHADING SURFACE LIVING FOR OFFICER SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE SURFACE 66 SURFACE 29 SURFACE 55 SURFACE 89 SURFACE 97
Mir-BEDROOM SHADING SURFACE	SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
SURFACE 66	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2 DIRECT ROOM SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE
SURFACE 110	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
SURFACE 120	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
SURFACE 29	DIRECT ROOM SHADING SURFACE LIVING FOR OFFICER SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE

SURFACE 55	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2 DIRECT ROOM SHADING SURFACE LIVING FOR OFFICER SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE
SURFACE 7	DIRECT ROOM SHADING SURFACE LIVING FOR OFFICER SHADING SURFACE LOBBY SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE
SURFACE 89	DIRECT ROOM SHADING SURFACE BEDROOM SHADING SURFACE
SURFACE 97	BEDROOM SHADING SURFACE
SURFACE 101	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
SURFACE 119	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2
SURFACE 135	Mir-SHADING SURFACE FRONT Mir-SHADING SURFACE REAR Mir-SHADING SURFACE SIDE 1 Mir-SHADING SURFACE SIDE 2

Subsurfaces (Windows and Doors) that may be Shadowed by Surfaces

	Possible Shadow Receivers
SURFACE 16	SUB SURFACE 2 SUB SURFACE 3 SUB SURFACE 4
SURFACE 29	SUB SURFACE 6
SURFACE 56	SUB SURFACE 5
SURFACE 7	SUB SURFACE 1
SURFACE 74	SUB SURFACE 9
SURFACE 89	SUB SURFACE 7
SURFACE 118	SUB SURFACE 10
SURFACE 97	SUB SURFACE 8

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ1

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2559-2570

รายการ		ระยะเวลาปรับอัตรา (ปี)	อัตราเดิโต	ปีที่ลงทุน											
				2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อัตราการเช่า					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
กระแสเงินสดรายรับ															
รายรับค่าเช่า		3	5%												
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ				-	2,482,920.00	2,482,920.00	2,482,920.00	2,607,066.00	2,607,066.00	2,607,066.00	2,737,419.30	2,737,419.30	2,737,419.30	2,874,290.27	2,874,290.27
พื้นที่ส่วนพักอาศัย					551,760.00	551,760.00	551,760.00	579,348.00	579,348.00	579,348.00	608,315.40	608,315.40	608,315.40	638,731.17	638,731.17
รวมกระแสเงินสดรายรับ					3,034,680.00	3,034,680.00	3,034,680.00	3,186,414.00	3,186,414.00	3,186,414.00	3,345,734.70	3,345,734.70	3,345,734.70	3,513,021.44	3,513,021.44

กระแสเงินสดรายจ่าย															
เงินลงทุน															
-อาคารพาณิชย์พร้อมที่ดิน				8,000,000.00											
-เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร				787,177.60											
-ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์พลังงาน				50,492.00											
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)				62,974.21											
รวมเงินลงทุน				8,900,643.81											

ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน															
ค่าประกันภัยอาคาร	0.05%	1	1.0%	-	4,450.32	4,494.83	4,585.17	4,724.11	4,915.92		5,484.54	5,880.17	6,367.38	6,963.91	7,692.49
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	0.50%	1	1.5%	-	15,173.40	15,401.00	15,632.02	15,866.50	16,104.49	16,346.06	16,591.25	16,840.12	17,092.72	17,349.11	17,609.35
ค่าใช้จ่ายการตลาด	0.50%	5	1.0%	-	15,173.40			15,325.13					15,478.39		-
ค่าเสื่อมราคา		1	5.0%	-	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน		1	12.5%	-	379,335.00	379,335.00	379,335.00	398,301.75	398,301.75	398,301.75	418,216.84	418,216.84	418,216.84	439,127.68	439,127.68
รวม				-	859,164.31	844,263.02	844,584.38	879,249.68	864,354.36	864,846.69	885,324.82	885,969.32	902,187.52	908,472.89	909,461.71

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ2

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2571-2579

รายการ		ระยะเวลาปรับ อัตรา (ปี)	อัตราเดิบท	ปีที่ลงทุน									
				2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	
อัตราการเช่า					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
กระแสเงินสดรายรับ													
รายรับค่าเช่า		3	5%										
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ				2,874,290.27	3,018,004.78	3,018,004.78	3,018,004.78	3,168,905.02	3,168,905.02	3,168,905.02	3,327,350.27	3,327,350.27	
พื้นที่ส่วนพักอาศัย				638,731.17	670,667.73	670,667.73	670,667.73	704,201.11	704,201.11	704,201.11	739,411.17	739,411.17	
รวมกระแสเงินสดรายรับ				3,513,021.44	3,688,672.51	3,688,672.51	3,688,672.51	3,873,106.13	3,873,106.13	3,873,106.13	4,066,761.44	4,066,761.44	
กระแสเงินสดรายจ่าย													
เงินลงทุน													
-อาคารพาณิชย์พร้อมที่ดิน													
-เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร													
-ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์ พลังงาน													
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)													
รวมเงินลงทุน													
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน													
ค่าประกันภัยอาคาร	0.05%	1	1.0%	8,582.27	9,670.71	11,006.18	12,651.32	14,687.78	17,222.58	20,396.78	24,397.56	29,474.91	
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	0.50%	1	1.5%	17,873.49	18,141.59	18,413.72	18,689.92	18,970.27	19,254.83	19,543.65	19,836.80	20,134.35	
ค่าใช้จ่ายการตลาด	0.50%	5	1.0%	-	-	15,633.17	-	-	-	-	15,789.50	-	
ค่าเสื่อมราคา		1	5.0%	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน		1	12.5%	439,127.68	461,084.06	461,084.06	461,084.06	484,138.27	484,138.27	484,138.27	508,345.18	508,345.18	
รวม				910,615.63	933,928.56	951,169.32	937,457.49	962,828.51	965,647.86	969,110.88	1,013,401.23	1,002,986.63	

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ 1

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2559-2570(ต่อ)

รายการ	อัตรา เดบิต	ปีทีลงทุน											
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
Gross Profit		(8,900,643.81)	2,175,515.69	2,190,416.98	2,190,095.62	2,307,164.32	2,322,059.64	2,321,567.31	2,460,409.88	2,459,765.38	2,443,547.18	2,604,548.54	2,603,559.72
Earning Before Tax and Interest (EBIT)		(8,900,643.81)	(6,725,128.12)	(4,534,711.14)	(2,344,615.51)	(37,451.19)	2,284,608.45	4,606,175.76	7,066,585.64	9,526,351.02	11,969,898.21	14,574,446.75	17,178,006.47
Interest Payment			744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96	744,076.96		
Earning Before Tax (EBT)			(7,469,205.08)	(5,278,788.09)	(3,088,692.47)	(781,528.15)	1,540,531.49	3,862,098.81	6,322,508.69	8,782,274.07	11,225,821.25	14,574,446.75	17,178,006.47
TAX Payment	-30%						(462,159.45)	(1,158,629.64)	(1,896,752.61)	(2,634,682.22)	(3,367,746.38)	(4,372,334.02)	(5,153,401.94)
Net Operation Income (NOI)								5,020,728.45	8,219,261.29	11,416,956.29	14,593,567.63	18,946,780.77	22,331,408.41
(-) งบประมาณการปรับปรุงอาคาร (CAPEX)	-20%							(1,004,145.69)	(1,643,852.26)	(2,283,391.26)	(2,918,713.53)	(3,789,356.15)	(4,466,281.68)
(+) ค่าเสื่อมราคา			445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19
Free Cash Flow		(8,900,643.81)	(7,024,172.89)	(4,833,755.90)	(2,643,660.28)	(336,495.96)	1,985,563.68	4,461,614.95	7,020,441.22	9,578,597.22	12,119,886.29	15,602,456.81	18,310,158.92

อัตราคิดลด Discount Rate	9%	1.0000	0.9174	0.8417	0.7722	0.7084	.6499	0.60	0.55	0.50	0.46	0.42	0.39
มูลค่าปัจจุบัน Present Value (PV)		(8,900,643.81)	(6,444,195.31)	(4,068,475.64)	(2,041,390.80)	(238,382.22)	1,290,480.16	2,660,315.22	3,840,421.76	4,807,174.95	5,580,332.33	6,590,646.37	7,095,788.08
มูลค่าปัจจุบันสะสม Accumulate Present Value		(8,900,643.81)	(15,344,839.12)	(19,413,314.75)	(21,454,705.55)	(21,693,087.77)	(20,402,607.61)	(17,742,292.39)	(13,901,870.62)	(9,094,695.67)	(3,514,363.34)	3,076,283.03	10,172,071.11
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ Net Present Value (NPV)	(บาท)	1,352,172.11											
ระยะเวลาคืนทุน Payback Period	(ปี)	10.00											
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)		9.12%											

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ2

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 1 ปีพ.ศ. 2571-2579 (ต่อ)

รายการ	อัตรา เติบโต	ปีลงทุน									
		2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	
Gross Profit		2,602,405.81	2,754,743.95	2,737,503.19	2,751,215.02	2,910,277.62	2,907,458.27	2,903,995.25	3,053,360.21	3,063,774.81	
Earning Before Tax and Interest (EBIT)		19,780,412.28	22,535,156.22	25,272,659.41	28,023,874.43	30,934,152.05	33,841,610.32	36,745,605.56	39,798,965.77	42,862,740.58	
Interest Payment											
Earning Before Tax (EBT)		19,780,412.28	22,535,156.22	25,272,659.41	28,023,874.43	30,934,152.05	33,841,610.32	36,745,605.56	39,798,965.77	42,862,740.58	
TAX Payment	-30%	(5,934,123.68)	(6,760,546.87)	(7,581,797.82)	(8,407,162.33)	(9,280,245.61)	(10,152,483.10)	(11,023,681.67)	(11,939,689.73)	(12,858,822.17)	
Net Operation Income (NOI)		25,714,535.96	29,295,703.09	32,854,457.24	36,431,036.76	40,214,397.66	43,994,093.41	47,769,287.23	51,738,655.50	55,721,562.75	
(-) งบประมาณการปรับปรุงอาคาร (CAPEX)	-20%	(5,142,907.19)	(5,859,140.62)	(6,570,891.45)	(7,286,207.35)	(8,042,879.53)	(8,798,818.68)	(9,553,857.45)	(10,347,731.10)	(11,144,312.55)	
(+) ค่าเสื่อมราคา		445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	445,032.19	
Free Cash Flow		21,016,660.96	23,881,594.66	26,728,597.98	29,589,861.60	32,616,550.32	35,640,306.92	38,660,461.98	41,835,956.59	45,022,282.39	

อัตราคิดลด Discount Rate	9%	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	
มูลค่าปัจจุบัน Present Value (PV)		7,472,152.78	7,789,666.23	7,998,438.46	8,123,542.65	8,215,122.79	8,235,518.94	8,195,775.93	8,136,661.39	8,033,365.91	
มูลค่าปัจจุบันสะสม Accumulate Present Value		17,644,223.88	25,433,890.12	33,432,328.58	41,555,871.22	49,770,994.01	58,006,512.95	66,202,288.88	74,338,950.27	82,372,316.18	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ Net Present Value (NPV)	(บาท)	1,352,172.11									
ระยะเวลาคืนทุน Payback Period	(ปี)	10.00									
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)		9.12%									

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ3

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2559-2570

รายการ		ระยะเวลาปรับ อัตรา (ปี)	อัตราเดิบท	ปีที่ลงทุน											
				2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
อัตราการเช่า					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
กระแสเงินสดรายรับ															
รายรับค่าเช่า		3	5%												
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ				-	2,482,920.00	2,482,920.00	2,482,920.00	2,607,066.00	2,607,066.00	2,607,066.00	2,737,419.30	2,737,419.30	2,737,419.30	2,874,290.27	2,874,290.27
พื้นที่ส่วนพักอาศัย					551,760.00	551,760.00	551,760.00	579,348.00	579,348.00	579,348.00	608,315.40	608,315.40	608,315.40	638,731.17	638,731.17
รวมกระแสเงินสดรายรับ					3,034,680.00	3,034,680.00	3,034,680.00	3,186,414.00	3,186,414.00	3,186,414.00	3,345,734.70	3,345,734.70	3,345,734.70	3,513,021.44	3,513,021.44
กระแสเงินสดรายจ่าย															
เงินลงทุน															
-อัตราค่าเช่า		5	3%	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,112,400.00	1,112,400.00	1,112,400.00	1,145,772.00	1,145,772.00	1,145,772.00	1,180,145.16	1,180,145.16
-เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร				787,177.60											
-ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์ พลังงาน				50,492.00											
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)				62,974.21											
รวมเงินลงทุน				1,980,643.81	1,080,000.00	1,080,000.00	1,080,000.00	1,112,400.00	1,112,400.00	1,112,400.00	1,145,772.00	1,145,772.00	1,145,772.00	1,180,145.16	1,180,145.16
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน															
ค่าประกันภัยอาคาร	0.05%	1	1.0%	-	4,951.61	5,001.13	5,101.65	5,256.23	5,469.66	5,748.66	6,102.32	6,542.52	7,084.61	7,748.33	8,558.98
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	0.50%	1	1.5%	-	15,173.40	15,401.00	15,632.02	15,866.50	16,104.49	16,346.06	16,591.25	16,840.12	17,092.72	17,349.11	17,609.35
ค่าใช้จ่ายทางการตลาด	0.50%	5	1.0%	-	15,173.40			15,325.13					15,478.39		-
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน		1	12.5%	-	379,335.00	379,335.00	379,335.00	398,301.75	398,301.75	398,301.75	418,216.84	418,216.84	418,216.84	439,127.68	439,127.68
รวม				-	414,633.41	399,737.13	400,068.66	434,749.61	419,875.90	420,396.48	440,910.41	441,599.48	457,872.55	464,225.12	465,296.01

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่จ4

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2571-2579

รายการ		ระยะเวลาปรับ อัตรา (ปี)	อัตราเดบิต	ปีที่ลงทุน									
				2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	
อัตราค่าเช่า					100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
กระแสเงินสดรายรับ													
รายรับค่าเช่า		3	5%										
พื้นที่ส่วนออฟฟิศ				2,874,290.27	3,018,004.78	3,018,004.78	3,018,004.78	3,168,905.02	3,168,905.02	3,168,905.02	3,327,350.27	3,327,350.27	
พื้นที่ส่วนพักอาศัย				638,731.17	670,667.73	670,667.73	670,667.73	704,201.11	704,201.11	704,201.11	739,411.17	739,411.17	
รวมกระแสเงินสดรายรับ				3,513,021.44	3,688,672.51	3,688,672.51	3,688,672.51	3,873,106.13	3,873,106.13	3,873,106.13	4,066,761.44	4,066,761.44	
กระแสเงินสดรายจ่าย													
เงินลงทุน													
-อัตราค่าเช่า		5	3%	1,180,145.16	1,215,549.51	1,215,549.51	1,215,549.51	1,252,016.00	1,252,016.00	1,252,016.00	1,289,576.48	1,289,576.48	
-เงินลงทุนปรับปรุงอาคาร													
-ปรับปรุงส่วนแนวทางอนุรักษ์พลังงาน													
ค่าใช้จ่ายด้านวิชาชีพ (Soft Cost)													
รวมเงินลงทุน				1,180,145.16	1,215,549.51	1,215,549.51	1,215,549.51	1,252,016.00	1,252,016.00	1,252,016.00	1,289,576.48	1,289,576.48	
ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน													
ค่าประกันภัยอาคาร	0.05%	1	1.0%	9,548.98	10,760.03	12,245.92	14,076.37	16,342.23	19,162.55	22,694.29	27,145.72	32,794.98	
ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา	0.50%	1	1.5%	17,873.49	18,141.59	18,413.72	18,689.92	18,970.27	19,254.83	19,543.65	19,836.80	20,134.35	
ค่าใช้จ่ายการตลาด	0.50%	5	1.0%	-	-	15,633.17	-	-	-	-	15,789.50	-	
ภาษีโรงเรือนและที่ดิน		1	12.5%	439,127.68	461,084.06	461,084.06	461,084.06	484,138.27	484,138.27	526,376.20	571,117.20	561,274.52	
รวม				466,550.15	489,985.69	507,376.87	493,850.35	519,450.76	522,555.64	526,376.20	571,117.20	561,274.52	

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ3

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2559-2570 (ต่อ)

รายการ	อัตรา เติบโต	ปีทีลงทุน											
		2559	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570
Gross Profit		(1,980,643.81)	1,540,046.59	1,554,942.87	1,554,611.34	1,639,264.39	1,654,138.10	1,653,617.52	1,759,052.29	1,758,363.22	1,742,090.15	1,868,651.15	1,867,580.27
Earning Before Tax and Interest (EBIT)		(1,980,643.81)	(440,597.22)	1,114,345.66	2,668,956.99	4,308,221.38	5,962,359.48	7,615,977.00	9,375,029.29	11,133,392.51	12,875,482.66	14,744,133.81	16,611,714.08
Interest Payment			163,117.55	163,117.55	163,117.55	163,117.55	163,117.55	163,117.55	163,117.55				
Earning Before Tax (EBT)			(603,714.76)	951,228.11	2,505,839.45	4,145,103.83	5,799,241.93	7,452,859.46	9,211,911.74	11,133,392.51	12,875,482.66	14,744,133.81	16,611,714.08
TAX Payment	-30%			(285,368.43)	(751,751.83)	(1,243,531.15)	(1,739,772.58)	(2,235,857.84)	(2,763,573.52)	(3,340,017.75)	(3,862,644.80)	(4,423,240.14)	(4,983,514.22)
Net Operation Income (NOI)								9,688,717.29	11,975,485.27	14,473,410.27	,738,127.46	19,167,373.95	21,595,228.30
(-) งบประมาณการปรับปรุงอาคาร (CAPEX)	-20%							(1,937,743.46)	(2,395,097.05)	(2,894,682.05)	(3,347,625.49)	(3,833,474.79)	(4,319,045.66)
Free Cash Flow		(1,980,643.81)	(603,714.76)	951,228.11	2,505,839.45	4,145,103.83	5,799,241.93	7,452,859.46	9,211,911.74	11,133,392.51	12,875,482.66	14,744,133.81	16,611,714.08

อัตราคิดลด Discount Rate	9%	1.0000	0.9174	0.8417	0.7722	0.7084	0.6499	0.60	0.55	0.50	0.46	0.42	0.39
มูลค่าปัจจุบัน Present Value (PV)		(1,980,643.81)	(553,866.75)	800,629.67	1,934,967.82	2,936,496.06	3,769,109.35	4,443,896.59	5,039,231.18	5,587,474.28	5,928,229.89	6,228,081.46	6,437,584.91
มูลค่าปัจจุบันสะสม Accumulate Present Value		(1,980,643.81)	(2,534,510.56)	(1,733,880.89)	201,086.93	3,137,582.99	6,906,692.34	11,350,588.92	16,389,820.11	21,977,294.39	27,905,524.28	34,133,605.74	40,571,190.64
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ Net Present Value (NPV)	(บาท)	214,091,582.87											
ระยะเวลาคืนทุน Payback Period	(ปี)	3.00											
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)		61%											

ภาคผนวก จ

การคิดความคุ้มค่าในการลงทุนจากกระแสเงินสดตลอดอายุโครงการ

ตารางที่ จ4

แสดงกระแสเงินสดรูปแบบการลงทุนที่ 2 ปีพ.ศ. 2571-2579 (ต่อ)

รายการ	อัตรา เติบโต	ปีทีลงทุน									
		2571	2572	2573	2574	2575	2576	2577	2578	2579	
Gross Profit		1,866,326.12	1,983,137.30	1,965,746.12	1,979,272.64	2,101,639.37	2,098,534.49	2,094,713.93	2,206,067.76	2,215,910.44	
Earning Before Tax and Interest (EBIT)		18,478,040.20	20,461,177.50	22,426,923.63	24,406,196.26	26,507,835.63	28,606,370.12	30,701,084.05	32,907,151.81	35,123,062.25	
Interest Payment											
Earning Before Tax (EBT)		18,478,040.20	20,461,177.50	22,426,923.63	24,406,196.26	26,507,835.63	28,606,370.12	30,701,084.05	32,907,151.81	35,123,062.25	
TAX Payment	-30%	(5,543,412.06)	(6,138,353.25)	(6,728,077.09)	(7,321,858.88)	(7,952,350.69)	(8,581,911.04)	(9,210,325.22)	(9,872,145.54)	(10,536,918.68)	
Net Operation Income (NOI)		24,021,452.26	26,599,530.75	29,155,000.71	31,728,055.14	34,460,186.32	37,188,281.16	39,911,409.27	42,779,297.36	45,659,980.93	
(-) งบประมาณการปรับปรุงอาคาร (CAPEX)	-20%	(4,804,290.45)	(5,319,906.15)	(5,831,000.14)	(6,345,611.03)	(6,892,037.26)	(7,437,656.23)	(7,982,281.85)	(8,555,859.47)	(9,131,996.19)	
Free Cash Flow		18,478,040.20	20,461,177.50	22,426,923.63	24,406,196.26	26,507,835.63	28,606,370.12	30,701,084.05	32,907,151.81	35,123,062.25	

อัตราคิดลด Discount Rate	9%	0.36	0.33	0.30	0.27	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	
มูลค่าปัจจุบัน Present Value (PV)		6,569,584.94	6,673,999.19	6,711,177.62	6,700,429.32	6,676,522.27	6,610,164.82	6,508,437.64	6,400,101.09	6,267,039.25	
มูลค่าปัจจุบันสะสม Accumulate Present Value		47,140,775.58	53,814,774.78	60,525,952.39	67,226,381.71	73,902,903.98	80,513,068.80	87,021,506.44	93,421,607.53	99,688,646.78	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ Net Present Value (NPV)	(บาท)	214,091,582.87									
ระยะเวลาคืนทุน Payback Period	(ปี)	3.00									
อัตราผลตอบแทนการลงทุน (IRR)		61%									

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความประชุมวิชาการ

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

การศึกษาปัจจัยในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

Factors Affecting the Process Renovation of Old Commercial Building in Central Business District (CBD) of Bangkok to Home Office for Energy Conservation

กุลวิชัย นัยเพชร^{1*}, ดำรงศักดิ์ รินชุมภู² และ ดนัย ลิขิตรัตน์เจริญ³

Kulawich Nuipetchara^{1*}, Damrongsak Rinchumphu² and Danai Likitratcharoen³

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

² อาจารย์ประจำ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

³ อาจารย์ประจำ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ตำบลสุเทพ อำเภอเมืองเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

^{1*} Graduate student in Master of Science (Innovative Real Estate Development) of Architecture and Planning, Thammasat University, Rangsit Campus, Paholyothin Rd., Khlong Nueng, Khlong Luang, Prathumthani, Thailand 12121

² Lecturer in Master of Science (Innovative Real Estate Development) of Architecture and Planning, Thammasat University, Rangsit Campus, Paholyothin Rd., Khlong Nueng, Khlong Luang, Prathumthani, Thailand 12121

³ Lecturer in Civil Engineering, Chiang Mai University, Suthep, Muang Chiangmai, Chiangmai, Thailand 50200

*Corresponding author, E-mail: blurrate@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ในการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน โดยนำเสนอให้เห็นถึงตัวแปรความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นในการปรับปรุงอาคาร โดยใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) ซึ่งเน้นการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) อีกทั้งการรวบรวมเอกสาร เพื่อนำมาผ่านกระบวนการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษาพบว่าการปัจจัยในด้านพฤติกรรม ตัวแปรจำนวนของผู้ใช้งาน มีความสัมพันธ์กับปรับปรุงกรอบอาคารและช่องเปิดที่เหมาะสมในด้านกายภาพ ซึ่งต้นทุนในการปรับปรุง แสดงความเชื่อมโยงถึงปัจจัยด้านความคุ้มค่าทางการเงิน ในส่วนของรายจ่ายค่าพลังงานที่ประหยัดลดค่าอายุการใช้งานอาคารจนถึงระยะเวลาต้นทุน ทั้งนี้ในการศึกษาอาจนำไปประยุกต์ใช้ในการกระบวนการวิเคราะห์การลงทุนสำหรับรูปแบบโครงการต่อไป ซึ่งนอกจากด้านการลดใช้พลังงานอาคารที่เกิดขึ้นแล้ว ยังเป็นการนำทรัพยากรทางเศรษฐกิจที่มีอยู่กลับมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: การปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่า โฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน อาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

Abstract

The objective of this research is to study about factors affecting in process renovation of old commercial building in Central Business District (CBD) of Bangkok to Home Office for Energy Conservation. The researcher would like to present about variable factors of association that increase efficiency of building improvement. This research is documentary research focus on content analysis. This research compiles the old research for analysis the data. The result of this research are that user behavior, number of users relate to the improvement of building envelope and openings are not only reducing energy usage but also reducing cost factors of building turn over. This research will help investor to make a decision to invest in this building or renovation of old commercial building. This research can be applied for any building that investor is interested. As the result, this research is not only reducing energy using but also using economic resources is more efficiency.

Keywords: Renovation of Old Commercial Building, Energy Conservation for Home Office, Old Commercial Building in CBD

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีอาคารพาณิชย์และตึกแถวเก่าที่อยู่ในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจ (Central Business District: CBD) ซึ่งได้แก่ เขตปทุมวัน เขตสาทร เขตบางรัก เขตราชเทวี ในกรุงเทพมหานครนั้น มีอาคารอยู่จำนวนมากที่เสื่อมสภาพไปตามระยะเวลาของการใช้งาน และการเปิดขายเป็นอาคารพร้อมที่ดินตามช่องทางต่าง ๆ อีกทั้งส่วนหนึ่งเป็นทรัพย์สินคือคุณภาพ (Non-Performing Asset, NPA) ของสถาบันทางการเงินต่าง ๆ แต่ด้วยเหตุที่ราคาที่ดินย่านศูนย์กลางธุรกิจนั้น มีราคาสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในขณะนี้ไม่มีโครงการและนโยบายในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผู้ซื้อทรัพย์สิน โดยร่วมกับสถาบันการศึกษาต่าง ๆ เพื่อให้นักศึกษาในคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ได้ออกแบบตกแต่งทรัพย์สินและนำเสนอทัศนียภาพให้แก่ทางผู้สนใจซื้อทรัพย์สิน อาคารพาณิชย์กรรมเหล่านี้ (สยามธุรกิจ, 2558) แต่ยังคงความต้องการเช่าพื้นที่สำนักงานในพื้นที่เขตย่านศูนย์กลางธุรกิจที่เพิ่มขึ้น ทำให้ราคาอัตราค่าเช่าพื้นที่ภายในอาคารสำนักงานนั้นเพิ่มสูงมากยิ่งขึ้น (CBRE, 2015) จึงส่งผลไปสู่ผู้ประกอบการรายใหม่ต้องรับภาระ

ค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ อีกทั้งพฤติกรรมผู้บริโภคในการเลือกซื้ออาคารพาณิชย์ในเขตนี้เพื่อเป็นเพียงที่อยู่อาศัยเท่านั้น อาจจะไม่เหมาะสมกับมูลค่าราคาขายหรือเช่าของที่ดินและอาคารในปัจจุบันที่มีระดับราคาใกล้เคียงกับคอนโดระดับสูงในเขตย่านนี้ อาคารพาณิชย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการตัดสินใจซื้อสำหรับผู้ประกอบการหรือเจ้าของบริษัทขนาดย่อมและที่สำคัญ คือ โอกาสของรูปแบบการลงทุนพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดที่มีแนวโน้มในอนาคต (Bangkok office finder, 2015)

การปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอาคารเก่าเพื่อเชิงพาณิชย์นั้น แทนที่ผู้ลงทุนจะทำการรื้อถอนแล้วสร้างใหม่ หรือทำประเภทการใช้อาคารที่แตกต่างไปจากเดิม เช่น อาคารชุด อาคารสำนักงานต่างๆ อาจจะมีข้อจำกัดในการพัฒนาด้านกฎหมาย เช่น ภาระหนี้ อาคาร ความสูงอาคาร การซื้อที่ดินจำนวนเพียงพอต่อลักษณะประเภทอาคาร เรื่องต้นทุนในการก่อสร้างที่เพิ่มมากยิ่งขึ้น ซึ่งในการปรับปรุงอาคารเพื่อเป็นโฮมออฟฟิศสามารถทำได้ระยะเวลาที่รวดเร็วกว่า ทั้งนี้

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติมหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

การใช้งานอาคารที่มีลักษณะเป็นสำนักงานขนาดเล็ก โดยจะมีผู้ใช้โดยเฉลี่ยจำนวน 7-15 คนต่อวัน (วลีรัตน์ ทองพูล, 2554) ซึ่งย่อมมีการใช้พลังงานต่าง ๆ ภายในอาคาร การใช้แสงสว่าง ระบบปรับอากาศและการถ่ายเทพลังงานกับบริบทโดยรอบ (C. Littleford et al., 2014) ดังนั้นการคำนึงถึงการประหยัดการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น ส่งผลต่อความคุ้มค่าต่อค่าใช้จ่ายในระยะยาวของผู้ประกอบการ จึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกซื้อ (พรชัย ชัยประทีป, 2553) อีกทั้งเป็นโอกาสที่จะใช้การอนุรักษ์พลังงานตาม แนวทางของพระราชบัญญัติส่งเสริม การอนุรักษ์พลังงานที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ รวมถึง การอยู่อาศัยในภาวะน่าสบาย (Comfort Zone) ที่จะช่วยให้ก่อเกิดประสิทธิภาพในการทำงานภายในองค์กรที่ดี

2. วัตถุประสงค์

ในงานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศของอนุรักษ์พลังงาน โดยนำเสนอให้หันถึงตัวแปรความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้น เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในการปรับปรุงอาคาร

3. อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาปัจจัยในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศของอนุรักษ์พลังงานนั้น ได้ใช้วิธีการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) โดยเน้น การวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) (สุภางศ์ จันทวานิช, 2548) โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษารวบรวมกระบวนการแนวคิด ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนกระบวนการออกแบบโฮมออฟฟิศ การปรับปรุงอาคารเก่า การ

อนุรักษ์พลังงานในอาคาร รวมไปถึงในเรื่องความเป็นไปได้ทางการเงิน

3.2 จำแนกประเด็นหลักในการศึกษา อีกทั้งปัจจัยหลักที่มีความสอดคล้องกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

3.3 วิเคราะห์ปัจจัยในด้านต่างๆ และสังเคราะห์ตัวแปรที่เกี่ยวข้อง โดยผ่านการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) จากวิธีการวิจัยเชิงเอกสาร (documentary research) ทางสถาปัตยกรรม การอนุรักษ์พลังงานและการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ

3.4 สรุปและนำเสนอความสัมพันธ์ของตัวแปรในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศของอนุรักษ์พลังงาน

4. ผลการวิจัย

จากการศึกษาพบว่าการรวบรวมปัจจัยจากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ข้อสรุปซึ่งแบ่งประเด็นหลักในการศึกษาออกเป็น 3 ส่วนหลัก ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ตามตารางที่ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงประเด็นหลักในการศึกษาซึ่งเชื่อมโยงถึงการหาความสัมพันธ์ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

ประเด็นหลักในการศึกษา	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ
ปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเป็นโฮมออฟฟิศ	- ปัจจัยด้านพื้นที่ตั้ง	-ราคาที่ดิน
		-ราคาขาย
	-ปรับปรุงอาคารพาณิชย์	-ขนาดพื้นที่
	-ข้อกำหนดทางกฎหมาย	-ขนาดพื้นที่
	-โครงสร้างอาคารเดิม	-ราคาต้นทุนการปรับปรุงอาคาร
	-รูปแบบทางสถาปัตยกรรม	-ขนาดพื้นที่

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

ประเด็นหลักในการศึกษา	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ	ประเด็นหลักในการศึกษา	ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ
2. การอนุรักษ์ด้านพลังงาน	- ลักษณะรูปแบบการประกอบกิจการและพักอาศัย	- ขนาดพื้นที่ - จำนวนผู้ใช้งาน - ช่วงเวลาการใช้งานพื้นที่ - การพลังงานจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	3. ความคุ้มค่าทางการเงิน	- ระบบการปรับอากาศ	- ค่าอุณหภูมิความต่างของภายนอกและภายใน - จำนวนผู้ใช้งาน - ขนาดพื้นที่ - การใช้พลังงานจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
	- ลักษณะรูปแบบและการใช้สอยพื้นที่	- จำนวนผู้ใช้งาน - ช่วงเวลาการใช้งานพื้นที่ - ขนาดพื้นที่		- อัตราค่าใช้ไฟฟ้าภายในอาคาร	- รายจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้า - การใช้พลังงานจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
	- วิธีการและวัสดุปรับปรุงอาคารค่าก่อสร้าง	- ราคาต้นทุนการปรับปรุงอาคาร - กรอบอาคาร - คุณสมบัติวัสดุ		- มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)	- อายุของโครงการ (ปี)
	- ระบบกรอบอาคาร	- OTTV - RTTV - WWR - คุณสมบัติวัสดุ		- อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)	- ต้นทุนพลังงานที่ประหยัดได้ (energy cost savings) รายปี
	- การให้แสงสว่างภายในอาคาร	- WWR - การใช้แสงธรรมชาติ - ร่วมกันแสงประดิษฐ์		- ระยะเวลาคืนทุน (PB)	- เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)
		- ค่ากำลังส่องสว่าง			- อัตราลดค่า (discount rate)
		- จำนวนผู้ใช้งาน			
		- ช่วงเวลาการใช้งานพื้นที่			
		- ขนาดพื้นที่			
		- การพลังงานจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า			

จากตารางที่ 1 ได้แสดงประเด็นหลักในการศึกษาโดยจะเชื่อมโยงถึงการหาความสัมพันธ์ตามลำดับของตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณต่อไป ซึ่งบางตัวแปรนั้นมีความสอดคล้องเช่น กรอบอาคารที่มีค่าคุณสมบัติวัสดุของแต่ละชนิด หรือวิธีการติดตั้งที่เกี่ยวข้องทำให้ค่าราคาคำนวณของการปรับปรุงนั้นแปรผันไป แต่จะสามารถลดอุณหภูมิที่เปลี่ยนผ่านระหว่างภายในและภายนอกได้ จำนวนผู้ใช้งานในพื้นที่ ขนาด

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

พื้นที่ใช้สอยและรูปแบบกิจกรรม ส่งผลถึงการใช้พลังงานในด้านแสงสว่าง การปรับอากาศ และการใช้พลังงานจากเครื่องใช้ไฟฟ้า เมื่อกำหนดช่องเปิดอาคารที่สามารถใช้แสงสว่างธรรมชาติร่วมด้วยนั้น การนำความร้อนเข้ามาของช่องเปิดยังมีความสอดคล้องกันด้วย นอกจากนั้นแล้วยังมีผลการวิจัยด้านตัวแปรที่พบประกอบด้วยปัจจัย 3 ด้านหลักในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานได้ซึ่งได้แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยในด้านต่างๆและตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์

ปัจจัยหลักที่พบในกระบวนการ	ตัวแปรที่พบในด้านต่างๆ
ด้านกายภาพ	-ที่ตั้งทำเลของอาคารที่เหมาะสมต่อการปรับปรุง -การปรับปรุงอาคารภายใต้ข้อกำหนดของกฎหมาย -การออกแบบทางสถาปัตยกรรมที่สอดคล้องกับการประกอบกิจการและพักอาศัยโดยคงสภาพโครงสร้างอาคารเดิม -การออกแบบกรอบอาคาร โดยพิจารณาในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ผนัง หลังคา ช่องเปิด วัสดุฉนวนกันความร้อน ขนาดตำแหน่ง และรูปแบบอาคารใช้งาน -พื้นที่ใช้สอย โดยพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ จำนวนห้อง ขนาดและการใช้พื้นที่ใช้สอยในกิจกรรมในช่วงเวลา ตัวอย่างเช่น การใช้แสงธรรมชาติ และการระบายอากาศ

ปัจจัยหลักที่พบในกระบวนการ	ตัวแปรที่พบในด้านต่างๆ
ด้านพฤติกรรมการใช้งาน	- ช่วงระยะเวลาในการทำกิจกรรมต่าง ๆ - จำนวนผู้ใช้รวมอาคาร - ขนาดพื้นที่ใช้สอย - ความต้องการแสงสว่างต่อกิจกรรม - การนำสายเคเบิลการปรับอากาศ - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เป็นหลักสำคัญ - ความคุ้มค่าเมื่อเปรียบเทียบกับการสร้างใหม่ - ราคาต้นทุนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์กรรม
ด้านการลงทุน	- อัตราลดค่า (discount rate) - อัตราผลตอบแทนต่อหน่วยและช่วงเวลาก่อสร้าง - ระยะเวลาคุ้มทุน

5. การอภิปรายผล

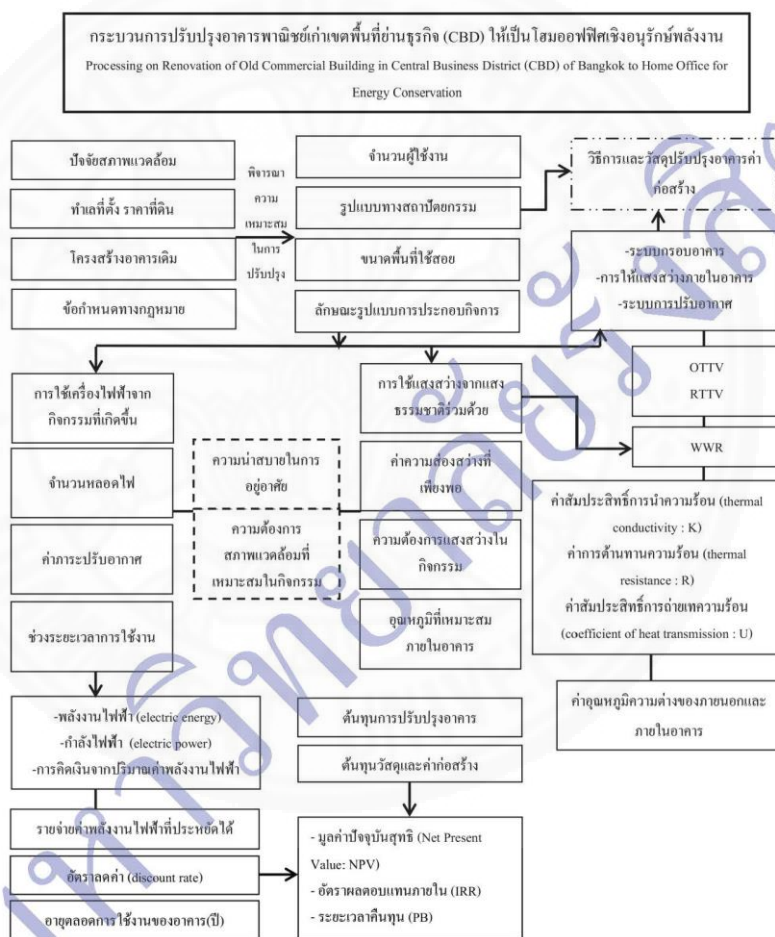
จากการศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปความสัมพันธ์ของกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงานได้ดังตามรูปที่ 1 พบว่าการพิจารณาที่เหมาะสมในการปรับปรุงอาคาร ซึ่งตัวแปรที่จะนำไปสู่ความคุ้มค่าทางการเงินนั้น การพิจารณาความเหมาะสมในการปรับปรุงตั้งแต่ขั้นตอนการเลือกอาคารเก่าที่เหมาะสมในด้านต่างๆ ทั้งสภาพแวดล้อม พื้นที่ทำเลที่ตั้ง สภาพโครงสร้างอาคารเดิมที่ไม่เกินความเสียหายมากนัก อีกทั้งการปรับปรุงที่สามารถทำได้ในขอบเขตข้อกฎหมาย เช่น ผังสีและข้อบัญญัติควบคุมอาคารรูปแบบสถาปัตยกรรมที่สะท้อนอัตลักษณ์ในการประกอบกิจการ กรอบอาคารวัสดุที่ใช้ระบบเปลือกอาคารได้มีการพัฒนาเพิ่มขึ้น มีระบบผนัง กระจกภายนอกอาคารและหลังคาที่สามารถกันความร้อน ความชื้น อีกทั้งมีความคงทนสูง บำรุงรักษาง่ายขึ้น

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559



รูปที่ 1. รูปแสดงความสัมพันธ์ของกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่าเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน

โดยเมื่อจะใช้วัสดุเหล่านี้จึงควรรักษาคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับพลังงานด้านการป้องกันความร้อน นอกจากนี้กรอบอาคารเปรียบเสมือนตัวกลางระหว่างการเกิดพลังงานจากภายในและภายนอก และ

ช่องเปิดอัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างโปร่งแสง หรือของผนัง โปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่จะนำมาพิจารณา โดยที่การกำหนดค่าสัดส่วนช่องเปิดกับผนังอาคาร (Window to Wall Ratio: WWR) ควร

ภาคผนวก จ

การตีพิมพ์บทความงานประชุมวิชาการ (ต่อ)

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016)

วันที่ 29 เมษายน 2559

คำนึงถึงการใช้ประโยชน์ที่ได้จากแสงธรรมชาติ และรวมถึงปริมาณการใช้พลังงานของอาคารที่เหมาะสม ซึ่งการเปิดช่องเปิดไม่ควรที่จะเปิดถึงพื้น เพราะการป้องกันความร้อนจะต้องป้องกันทั้งแสงแดดโดยตรง ซึ่งชายคาจะต้องยื่นออกไปให้มากขึ้นหรือใช้ผนังอุปกรณ์การบังแดดช่วยที่เหมาะสมต่อการอนุรักษ์พลังงาน ในส่วนของการออกแบบปรับปรุงพื้นที่ใหม่ให้เหมาะสมกับกิจกรรมการเป็นสำนักงานร่วมกับการพักอาศัยนั้น การแบ่งส่วนพื้นที่นั้นมีความสำคัญต่อพฤติกรรมการใช้งานมาก อีกทั้งภาวณาสบายและความต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น บรรยากาศ แสงสว่าง และอุณหภูมิ ส่งผลต่อประสิทธิภาพต่อการทำกิจกรรมนั้นๆ โดยการทำการกิจกรรมต่างๆ ตามช่วงเวลาการใช้งาน ย่อมเกิดการใช้พลังงานในอาคาร ทั้งการให้แสงสว่างโดยไฟฟ้าหรือจากธรรมชาติ การปรับอากาศซึ่งต้องมีสมดุลระหว่างจำนวนผู้ใช้งาน ขนาดพื้นที่ พลังงานแฝงจากผู้ใช้งาน และเครื่องใช้ไฟฟ้า ทำให้เกิดภาวณาสบายเกิดขึ้น การออกแบบปรับปรุงกรอบอาคารและช่องเปิดที่ดัดนั้นสามารถลดใช้พลังงานภายในอาคารที่ดีได้ ซึ่งในการปรับปรุงกรอบอาคารหรือช่องเปิดนั้น ย่อมเกิดต้นทุนในการปรับปรุง ความคุ้มค่าทางการเงินในการปรับปรุงนั้นจึงเชื่อมโยงถึงรายจ่ายค่าพลังงานที่ประหยัดได้ตลอดอายุการใช้งานอาคารจนถึงระยะเวลาคืนทุนที่จะใช้ประกอบการตัดสินใจลงทุนหรือปรับปรุงอาคารเก่าเหล่านั้น

6. บทสรุป

ในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่า เขตพื้นที่ย่านธุรกิจ (CBD) ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน พบว่าปัจจัยสำคัญอย่างอาคารเก่าทำเลที่ตั้งในย่านเขตพื้นที่ย่านธุรกิจ มีมูลค่าที่ดินและสินทรัพย์ในเกณฑ์สูง เพราะทั้งนี้ความคุ้มค่าเมื่อ

เปรียบเทียบระหว่างการทุบอาคารแล้วสร้างใหม่กับการปรับปรุงอาคารเก่าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ในเขตพื้นที่ที่มีที่ดินมูลค่าสูง และยังมีความต้องการของพื้นที่นั้นในการทำสำนักงาน การปรับปรุงอาคารเก่าที่ใช้ต้นทุนที่น้อยกว่าการสร้างใหม่เป็นทางเลือกที่ดี แต่ควรคำนึงโครงสร้างเดิมของอาคารว่ามีความเสียหายมากเพียงใด สามารถปรับปรุงให้รับน้ำหนักกับรูปแบบการใช้ใหม่ได้หรือไม่ ซึ่งเมื่อผ่านการประเมินแล้ว อาจทำให้การสร้างใหม่เกิดความคุ้มค่าที่มากกว่า ย่อมเป็นได้ซึ่งการใช้งบประมาณโฮมออฟฟิศนั้น การปรับปรุงพื้นที่เดิมให้รองรับกิจกรรมที่ทำงานและพักอาศัยเป็นส่วนหนึ่งในการตอบสนองความต้องการของพื้นที่ในย่านนี้ ซึ่งส่งผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนและนำการอนุรักษ์พลังงานมาประยุกต์ใช้เพื่อลดรายจ่ายค่าการใช้พลังงานที่เกิดขึ้น ซึ่งผลของการศึกษาทำให้เห็นกระบวนการและปัจจัยที่เกี่ยวข้องในภาพรวมซึ่งอาจนำไปประยุกต์ปรับใช้ได้ในการวิเคราะห์การลงทุนสำหรับโครงการและการศึกษาในเชิงลึกที่สามารถประมาณผลเชิงตัวเลขในส่วนต่างๆ ของการปรับปรุง เช่น ขนาดของช่องเปิดอาคาร การใช้ไฟแสงสว่าง กรอบอาคารวัสดุ ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้า การสร้างสภาวะสบาย การเพิ่มพื้นที่สีเขียวที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมสูงสุด จนถึงการทำเสนอการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการต่อไป อีกทั้งผู้ที่สนใจอาจศึกษาต่อเนื่องไปยังความเป็นไปได้ของกลุ่มเป้าหมาย (ผู้ประกอบการหรือเจ้าของบริษัท) ที่จะให้คุณค่าแก่ผลิตภัณฑ์ และคำนึงถึงความคุ้มค่าในการลดใช้พลังงานต่อการตัดสินใจเลือกซื้อ เป็นทางเลือกหนึ่งที่ใช้ประกอบการลงทุน ทั้งนี้ นอกเหนือจากการเป็นประโยชน์ในด้านการใช้พลังงาน และมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการนำทรัพยากรทางเศรษฐกิจที่มีอยู่กลับมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายกุลวิชัย น้อยเพชร
วันเดือนปีเกิด	9 สิงหาคม พ.ศ. 2533
ตำแหน่งงานปัจจุบัน	สถาปนิกโครงการ บริษัท เลิศ ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด
วุฒิการศึกษา	สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ไทย คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศิลปากร
ทุนการศึกษา	ทุนสนับสนุนการวิจัย ประเภททุนวิจัยทั่วไป กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ประจำปี งบประมาณ 2559

ผลงานวิชาการ

นำเสนอบทความงานประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016) เรื่อง “การศึกษาปัจจัยในกระบวนการปรับปรุงอาคารพาณิชย์เก่า เขตพื้นที่ย่านธุรกิจ(CBD)ให้เป็นโฮมออฟฟิศเชิงอนุรักษ์พลังงาน” ณ วันที่ 29 เมษายน พ.ศ.2559