การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

โดย

นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

โดย

นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศา
ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

FEASIBILITY STUDY OF GREEN BUILDING TOWARD THAI'S RATING OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

BY

MR. PAWARES TARWORNPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

DEPARTMENT OF INNOVATIVE REAL ESTATE DEVELOPMENT

FACULTY ARCHITECTURE AND PLANNING

THAMMASAT UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2015

COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง

วิทยานิพนธ์

ของ

นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ

เรื่อง

การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (นวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์)

เมื่อ วันที่ 10 สิงหาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ ริรัตนพงษ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ รินชุมภู)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ _____
(อาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว)

คณบดี _____
(รองศาสตราจารย์ เฉลิมวัฒน์ ต้นตสวัสดิ์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย
ชื่อผู้เขียน	นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ
ชื่อปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ รินชุมภู
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) เป็นสถานการณ์ปัญหาของโลกในปัจจุบัน สถาปัตยกรรมเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมหาศาลและยังเป็นสิ่งจำเป็นในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ ที่มีความต้องการเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและสภาพเศรษฐกิจ มนุษย์จึงไม่สามารถปฏิเสธความต้องการของสถาปัตยกรรมได้ จึงมีการจัดตั้งองค์กรที่เล็งเห็นความสำคัญและความจำเป็นนี้ ซึ่งได้จัดทำเกณฑ์การประเมินขึ้นมาเพื่อรับรองว่าสถาปัตยกรรมที่สร้างขึ้นเป็นสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมแต่ยังคงมีหลายประเด็นที่ทำให้การลงทุนในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมยังไม่ได้รับความสนใจเท่าที่ควรจากผู้พัฒนาโครงการ

จึงทำให้เกิดการศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบ ความแตกต่างด้านพลังงาน การศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงิน และนำเสนอแนวทางการลงทุนอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคารโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (simulation) ด้วยโปรแกรม Building Energy Code Software (BEC) และ Energy Plus Version 8.0 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษาซึ่งแบ่งเป็นอาคารอ้างอิง และอาคารทางเลือก 1-4 โดยยึดตัวแปรจากเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และจากการสำรวจอาคารสำนักงานในประเทศไทยจำนวน 211 อาคารแล้วใช้เทคนิคทางสถิติทำการทดสอบค่าผิดปกติ (Outlier) ด้วยวิธีการ Interquartile Range (IQR) หลังจากนั้นนำมาทำการศึกษาความเป็นไปได้ใน

การลงทุนโดยอ้างอิงการเพิ่มขึ้นของมูลค่าทางการตลาดจากเอกสารโดยใช้เครื่องมือชี้วัดทางการเงิน คือ NPV, IRR, ROI, และ Payback Period เพื่อเปรียบเทียบความคุ้มค่าและอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ ประเมินผลและจัดทำข้อเสนอเพื่อเสนอแนวทางในการลงทุน

จากการศึกษาสามารถจัดทำแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC และพบว่าอาคารทางเลือก 1-4 ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลงร้อยละ 12.84-22.92 ใช้น้ำลดลงร้อยละ 25.89-72.32 จากอาคารอ้างอิง โดยใช้เงินลงทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.09-3.75 จากมูลค่าก่อสร้างอาคารอ้างอิง และสามารถสรุปผลทางการเงินของอาคารอ้างอิงเปรียบเทียบกับอาคารทางเลือก 1-4 ทั้ง 4 กรณีพบว่า IRR เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.09-1.79 ROI เพิ่มขึ้นร้อยละ 0.12-3.61 และมีงวดเวลาคืนทุนเร็วขึ้นที่ 0.15-2.92 ปี จากการวิจัยสามารถสรุปได้ว่าในการพัฒนาโครงการที่เป็นอาคารเขียวควรลงทุนตาม แนวทางอาคารทางเลือก 4 ซึ่งมี IRR เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.92 และคืนทุนเร็วขึ้นที่ 2.92 ปีเนื่องพิจารณาจากพิจารณาอัตราผลตอบแทนการลงทุนพัฒนาโครงการแล้วมีความคุ้มค่าและอัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุด ซึ่งสามารถเป็นข้อมูลในการตัดสินใจการลุงทุนอาคารเขียวในประเทศไทยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้

คำสำคัญ: เกณฑ์ประเมิน TREES-NC, การศึกษาความเป็นไปได้, อาคารสำนักงาน,การศึกษาความเป็นไปได้ด้านกายภาพ

Thesis Title	FEASIBILITY STUDY OF GREEN BUILDING TOWARD THAI'S RATING OF ENERGY AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY
Author	Mr. Pawares Tarwonprasert
Degree	Master of Science
Major Field/Faculty/University	Innovative Real Estate Development Architecture and Planning Thammasat University
Thesis Advisor	Dr. Damrongsak Rinchumphu
Academic Years	2015

ABSTRACT

Global warming or climate change is the World's problems today. Architecture is one of the tremendous natural resources, while it is essential in the life of human. Therefore, there is a growing demand due to the population and the economy, which cannot ignore the needs of green architectures. On the other hand, it has not received enough attention from project developers.

The purpose is to study on feasibility study of commercial building project, including of financial feasibility with reflected from energy saving and increasing of construction costs due to the variables in the Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability criteria Thailand (TREES). Furthermore, it is proposed in investing by using the experimental research applying simulation in buildings with a computer program with Building Energy Code Software (BEC) and EnergyPlus Version 8.0 Software to compare the different types of energy used in a building case study, as the building reference. The reference building set up from a survey of 211 office buildings in market will be use to compare with 4 alternatives case of various green design items related to 4 level of TREES certificate, Certified, Silver, Gold and Platinum, respectively. Then, study the possibility of investing based on the increase in the market value of documents, using financial indicators which are PV, IRR, ROI and

Payback Period (PB) to compare value and return on investment. Lastly, the results were analyzed for the evaluation and prepared of proposal for the proposed investment in green buildings participating in the energy and environmental sustainability criteria Thailand.

The study can be conducted to select the initial design criteria TREES-NC building and found the energy consumption decreased between 12.84 to 22.92 percent, water use decreased between 25.89 to 72.32 percent for alternative 1-4. Moreover, in the financial indicator present that the IRR increased between 0.09 to 1.79 percent, ROI increased between 0.12 to 3.61 percent and PB shorter of 0.15 to 2.92 year for the building base case compared to the alternative 1-4. The research presents that alternative 4 makes IRR increase 1.79 percent, The PB will be 2.92 year shorter. And, the best of yield and cost effective. Eventually, the study will be a supportive information to all stakeholder for making a decision in the Green architecture development in Thailand.

Keywords: TREES-NC, Feasibility study, Physical Feasibility, Office building

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความอนุเคราะห์จากหลายท่านที่เกี่ยวข้องและช่วยเหลือสนับสนุนด้านข้อมูล และสละเวลาอันมีค่าเพื่อสนับสนุน

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยสำหรับนักศึกษาระดับบัณฑิต จากกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เพื่อสนับสนุนการดำเนินการวิจัย

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. ดำรงศักดิ์ รินชุมภู อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา สนับสนุน และแนะนำตลอดระยะเวลาที่ผ่านมาจนงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. ชัยวัฒน์ ริรัตนพงษ์ ประธานกรรมการสอบ และอาจารย์ ดร. สัทธา ปัญญาแก้ว กรรมการสอบที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยชี้แนะจุดบกพร่องของงานศึกษา

ขอขอบคุณ ดร. ปรีชา มนีสถิต และถนัดวุฒิ วนสุทธิกุล ผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว ที่ช่วยสนับสนุนด้านคำปรึกษา แนะนำ และสละเวลาอันมีค่าให้ตลอดมาจนงานศึกษาแล้วเสร็จ

นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญตาราง	(11)
สารบัญภาพ	(13)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย	4
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย	5
1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ	6
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	10
2.1 อาคารสำนักงานในประเทศไทย	10

2.1.1 ข้อมูลอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร 11
2.1.1.1 ย่านและที่ตั้งอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร 11
2.1.1.2 คุณสมบัติของอาคารระดับเกรดเอ 12
2.1.1.3 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าเช่าพื้นที่ 12
2.1.2 แนวโน้มของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว 13
2.1.3 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว 14
2.2 เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 15
2.2.1 ที่มาของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 15
2.2.2 คุณสมบัติขั้นต่ำอาคารที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 16
2.2.3 ค่าใช้จ่ายในการขอรับรองเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 17
2.2.4 ระดับคะแนนและโครงสร้างคะแนนของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 18
2.2.5 หัวข้อคะแนนในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย 20
2.2.5.1 หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร 20
2.2.5.2 หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ 21
2.2.5.3 หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ 22
2.2.5.4 หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ 22
2.2.5.5 หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง 23
2.2.5.6 หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร 23
2.2.5.7 หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 24
2.2.5.8 หมวดที่ 8 นวัตกรรม 25
2.3 ผลประโยชน์และผลกระทบที่ได้รับจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 25
2.3.1 ผลประโยชน์จากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 25
2.3.1.1 ผลประโยชน์จากภาครัฐบาล 25
2.3.1.2 ผลประโยชน์จากส่วนเพิ่มมูลค่าสินทรัพย์ 26
2.3.1.3 ผลประโยชน์การประหยัดต้นทุนพลังงานจากการดำเนินการ 29
2.3.1.4 ผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ 29

2.3.2 ผลกระทบจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม 30
2.4 เทคนิคเทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคาร 31
2.4.1 Building Energy Code Software: BEC V.1.0.6. 32
2.4.1.1 ฐานข้อมูล 32
2.4.1.2 แบบจำลองอาคาร 32
2.4.1.3 รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงาน 32
2.4.2 EnergyPlus version 8.0 & OpenStudio Plug-in Program 33
2.4.2.1 งานวิจัยที่ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ 34
2.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน 35
2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) 35
2.5.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) 37
2.5.3 งวดเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) 39
2.5.4 อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุน (Return on Investment: ROI) 40
2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 41
2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้ 41
2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน 43
2.7 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 45

บทที่ 3 วิธีการวิจัย 46

3.1 การศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือ 48
3.1.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงาน และสิ่งแวดล้อมไทย 48
3.1.2 การศึกษารูปแบบอาคารสำนักงานในประเทศไทย 48
3.1.3 การศึกษาด้านอาคารประหยัดพลังงาน 50
3.1.3.1 ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อกับการอนุรักษ์พลังงาน 50
3.1.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน 54
3.2 การกำหนดรูปแบบการออกแบบ และอาคารอ้างอิง 54
3.2.1 การกำหนดรูปแบบการออกแบบของเกณฑ์ TREES-NC ในแต่ละลำดับขั้น 54

3.2.2 การกำหนดรูปแบบอาคารอ้างอิง 55
3.3 การจำลองสถานการณ์ในอาคาร 56
3.4 การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุน 57
3.5 การสรุปผลและนำเสนอ 57

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 58

4.1 การกำหนดรูปแบบการออกแบบของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES) 58
4.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC 58
4.1.2 แนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบเกณฑ์ TREES-NC 63
4.2 การศึกษารูปแบบอาคารสำนักงานและอาคารอ้างอิง (Baseline) 65
4.2.1 การศึกษาอาคารสำนักงานในตลาด 65
4.2.2 การกำหนดอาคารอ้างอิง (Baseline) 67
4.2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นอาคารอ้างอิง 67
4.2.2.2 ข้อมูลเปลือกอาคารอ้างอิง 73
4.2.2.3 ข้อมูลอื่นๆของอาคาร 77
4.3 การศึกษาความแตกต่างทางพลังงานของอาคารทางเลือก 78
4.3.1 การกำหนดอาคารทางเลือก 78
4.3.2 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ 81
4.3.3 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง 85
4.3.4 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้ารวม 89
4.3.5 ความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำ 94
4.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน 98
4.4.1 การประมาณต้นทุนโครงการและการเพิ่มลด 99
4.4.2 การประมาณการรายรับ 106
4.4.2.1 รายรับรวมทั้งหมด (Potential Gross Income: PGI) 106
4.4.2.2 อัตราการเช่า (Occupancy Rate) 107

4.4.2.3 รายรับรวมที่แท้จริง (Effective Gross Income: EGI) 108
4.4.3 การประมาณการรายจ่ายและรายรับสุทธิ 109
4.4.3.1 การประมาณการรายจ่าย (Operating Expenses) 109
4.4.3.2 การประมาณการรายได้สุทธิ (Net Operating Income: NOI) 110
4.4.4 การกำหนดอัตราคิดลด (Discount Rate) 111
4.4.5 การสรุปผลทางการเงิน 113

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 116

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 116
5.1.1 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC 116
5.1.2 ความแตกต่างด้านพลังงานของอาคารสำนักงาน 117
ที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC
5.1.3 ความเป็นไปได้ในการลงทุนของอาคารสำนักงาน 119
ที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC
5.1.4 นำเสนอแนวทางการลงทุนของอาคารสำนักงาน 120
ที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC
5.2 ข้อเสนอแนะ 121
5.2.1 ข้อเสนอแนะต่อผู้ออกแบบ 121
5.2.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาโครงการ 121
5.2.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป 122

รายการอ้างอิง 123

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก 128
ภาคผนวก ข 146

ประวัติผู้เขียน 156

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอาคารธุรกิจแยกตามประเภทอาคารในปี 2550	3
2.1 แสดงจำนวนโครงการที่ผ่านและอยู่ระหว่างการประเมิน TREES	14
2.2 แสดงค่าตรวจประเมินอาคาร	18
2.3 แสดงคะแนนในแต่ละช่วงระดับของเกณฑ์ประเมิน TREES	19
2.4 แสดงคะแนนและสัดส่วนของคะแนนในแต่ละหมวดของเกณฑ์ประเมิน TREES	20
2.5 แสดงอัตราการเช่าและมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของทรัพย์สิน	27
3.1 แสดงค่า OTTV RTTV LPD ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552	51
4.1 แสดงผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC	59
4.2 แสดงแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายออกแบบเกณฑ์ TREES-NC	63
4.3 แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้เทคนิคตัดข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติ (Outlier)	66
4.4 แสดงข้อมูลเฉลี่ยจากการสำรวจของอาคารสำนักงานให้เช่า	66
4.5 แสดงข้อมูลเบื้องต้นอาคารอ้างอิง	67
4.6 แสดงประสิทธิภาพของพื้นที่ให้เช่าอาคารอ้างอิง	68
4.7 แสดงรายการวัสดุของเปลือกอาคารอ้างอิง	75
4.8 แสดงพื้นที่ของเปลือกอาคารอ้างอิงตามรายการวัสดุ	76
4.9 แสดงอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังอาคาร (WWR) ของอาคารอ้างอิง	76
4.10 แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงตาม FTE	77
4.11 แสดงรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารของอาคารทางเลือก 1-4	79
4.12 แสดงค่าความแตกต่างของ OTTV และค่า RTTV ของอาคารทางเลือก 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง	80
4.13 แสดงอัตราขนาดของระบบปรับอากาศทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง	82
4.14 แสดงอัตราการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง	84
4.15 แสดงชนิดหลอดไฟฟ้าของอาคารทางเลือก 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง	86

4.16 แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่างของอาคารทางเลือก 1-4 เทียบกับอาคารอ้างอิง 88
4.17 แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางพลังงานของโปรแกรม BEC กับโปรแกรม EnergyPlus 90
4.18 แสดงความแตกต่างของพลังงานรวมอาคารทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง 91
4.19 แสดงรายการการใช้น้ำของสุขภัณฑ์อาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง 94
4.20 แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง 95
4.21 แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1-4 เทียบกับอาคารอ้างอิง 98
4.22 แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าดำเนินการในการก่อสร้าง 99
4.23 แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุในการก่อสร้าง 100
4.24 แสดงการลดลงของต้นทุนค่าระบบประกอบอาคารในการก่อสร้าง 104
4.25 แสดงการเพิ่มขึ้นของค่าก่อสร้างโครงการ 104
4.26 แสดงการประมาณการรายรับตลอดระยะเวลาลงทุน 108
4.27 แสดงรายจ่ายและรายรับสุทธิของอาคารอ้างอิงเทียบกับอาคารทางเลือก 110
4.28 แสดงอัตราเฉลี่ยของดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลย้อนหลัง 5 ปี 112
4.29 แสดงผลตอบแทนเฉลี่ยจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ย้อนหลัง 5 ปี 112
4.30 แสดงค่า NPV IRR PB ROI ของอาคารอ้างอิงเปรียบเทียบกับอาคารทางเลือก 1-4 ในทั้ง 4 กรณี 114
5.1 สรุปอัตราลดการพลังงานไฟฟ้า น้ำประปา และอัตราการเพิ่มของต้นทุน 118

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 อัตราค่าเช่าและการว่างของพื้นที่อาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร	2
1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย	5
2.1 แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus	33
3.1 กรอบกระบวนการวิจัย (Research Framework)	46
3.2 กรอบความคิดในการพิจารณาเงื่อนไข	55
3.3 แสดงกระบวนการในการกำหนดอาคารทางเลือก	56
4.1 แสดงข้อมูลจำนวนของอาคารและขนาดพื้นที่ให้เช่า	65
4.2 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น G	69
4.3 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 2nd	70
4.4 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 3rd-7th	71
4.5 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 8th-24th	72
4.6 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศใต้	73
4.7 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศตะวันออก	74
4.8 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศเหนือ	74
4.9 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศตะวันตก	75
4.10 แสดงระบบปริมาณลมจ่ายแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume)	82
4.11 แสดงการลดของ Peak Cooling Load	83
4.12 แสดงการใช้ไฟฟ้าต่อปีระบบปรับอากาศ	84
4.13 แสดงการใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่างต่อปี	88
4.14 แสดงความแตกต่างของโปรแกรม BEC กับโปรแกรม EnergyPlus	90
4.15 แสดงการลดลงของพลังงานรวม	92
4.16 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคาร ของระบบต่าง ๆ	93
4.17 แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุน	105
5.1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่ออาคารสำนักงาน ที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC	117
5.2 แสดงอัตราลดการพลังงานไฟฟ้า น้ำประปา และอัตราการเพิ่มของต้นทุน	118

บทที่ 1
บทนำ

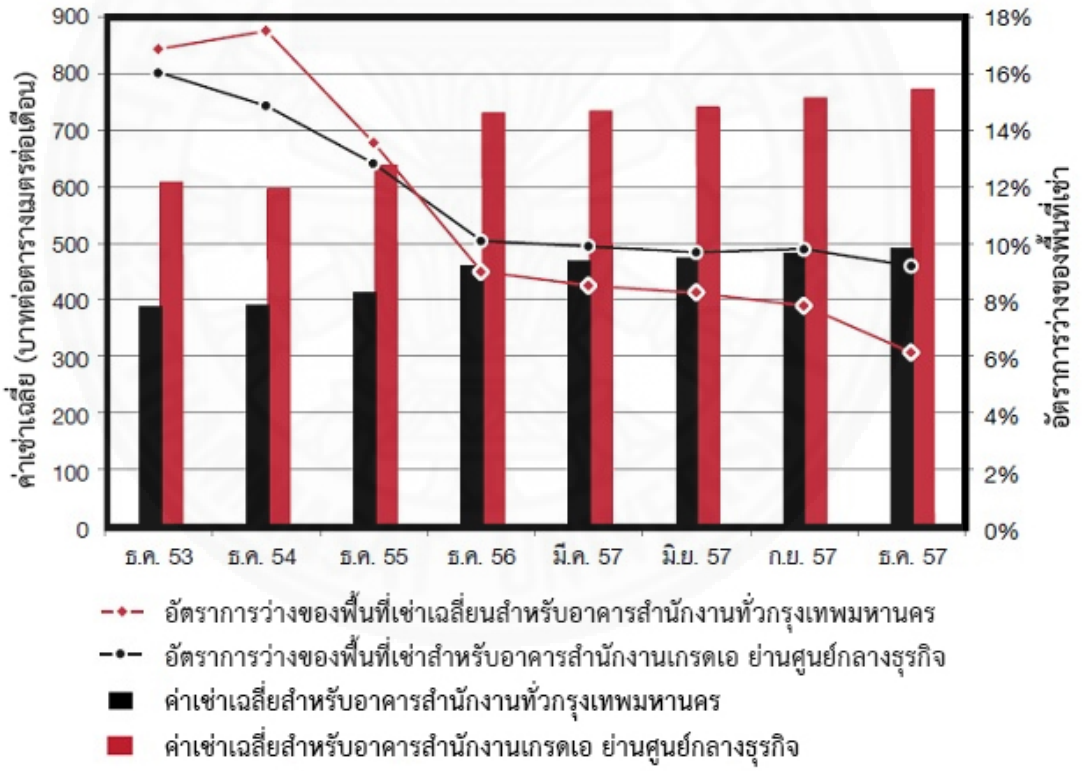
1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) หรือภาวะภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Climate Change) เป็นสถานการณ์ปัญหาของโลกในปัจจุบัน สภาพอากาศและสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันมีความแตกต่างจากในอดีตมากจนคาดเดาไม่ได้ สังเกตได้จากทุกภูมิภาคของโลกมีสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงที่ส่งผลให้มนุษย์ประสบภัยธรรมชาติอย่างต่อเนื่อง เหตุมาจากการที่มนุษย์ทำลายธรรมชาติไม่ได้อยู่ร่วมกับธรรมชาติอย่างแต่ในอดีตแต่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติในการเปลี่ยนแปลงเป็นสิ่งต่างๆด้วยเทคโนโลยีเพื่อความสะดวกสบาย (Greenpeace Thailand, 2558)

สถาปัตยกรรมเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ใช้ทรัพยากรธรรมชาติอย่างมหาศาลและยังเป็นสิ่งจำเป็นในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ที่มีแต่ทวีความต้องการเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากรและสภาพเศรษฐกิจจึงไม่สามารถปฏิเสธความต้องการของสถาปัตยกรรมได้ แต่สามารถหาวิธีสร้างสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและยั่งยืนได้เพื่อการอยู่ร่วมกับธรรมชาติ ดังตัวอย่างเช่นองค์กร USGBC (US Green Building Council) เล็งเห็นความสำคัญและความจำเป็นนี้ได้จัดทำเกณฑ์การประเมิน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) ขึ้นมาเพื่อรับรองว่าสถาปัตยกรรมที่สร้างขึ้นเป็นสถาปัตยกรรมที่คำนึงถึงสิ่งแวดล้อมโดยแบ่งลำดับขั้นการได้คะแนน 4 ระดับไล่จากล่างสุดได้แก่ Certified, Silver, Gold และสูงสุดคือ Platinum ทำให้เกิดแรงกระตุ้นในภาคอสังหาริมทรัพย์ให้ร่วมแก้ไขปัญหาสิ่งแวดที่เกิดจากสถาปัตยกรรมทำให้นักธุรกิจในวงการอสังหาริมทรัพย์ต้องปรับตัวตามแรงกระตุ้นทางการตลาดเพื่อสร้างสร้างสถาปัตยกรรมตามความต้องการและความคาดหวังของผู้บริโภคที่กระแสสิ่งแวดล้อมเป็นเรื่องที่ทุกคนต้องช่วยกันรับผิดชอบ

ในประเทศไทยเองก็ได้มีการจัดตั้งองค์กรสถาบันอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Institute: TGBI) เพื่อรับรองและสนับสนุนสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ชื่อว่า เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES) ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์และนักธุรกิจในประเทศไทย "TREES-NC ของสถาบันอาคารเขียวไทยได้รับการยอมรับและถูกนำไปใช้ในวงกว้างทั้งในภาครัฐและเอกชน ในที่สุดรัฐบาลได้เข้ามาสนับสนุนการออกแบบก่อสร้างอาคารเขียวด้วยเกณฑ์ TREES-NC ของสถาบันอาคารเขียวโดยออกเป็นกฎกระทรวงผังเมืองกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2556 ที่กำหนดให้อาคารที่ออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC ได้รับสิทธิประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่ก่อสร้างอาคารได้" (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2558) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการพัฒนาอาคารเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ในธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ความต้องการพื้นที่ทำงานในประเทศไทยมีอัตราการขยายตัวขึ้นอย่างต่อเนื่องดังที่แสดงในภาพที่ 1.1 และยังมีอุปสงค์จากประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนทำให้พื้นที่ทำงานมีความต้องการมากขึ้นปัจจุบันในกรุงเทพมหานครมีพื้นที่สำนักงานให้เช่ามากกว่า 8 ล้านตารางเมตร ขณะที่อัตราพื้นที่ว่างนั้นอยู่ที่ระดับต่ำกว่าร้อยละสิบ ในปี 2557 ซึ่งถือเป็นอัตราต่ำสุดในรอบ 20 ปีและในปีนี้อัตราพื้นที่ว่างยังคงไม่เปลี่ยนแปลงอยู่ที่ระดับร้อยละเก้าจุดสามถึงร้อยละเก้าจุดสี่ โดยคาดการณ์ว่าในอีก 2-3 ปีข้างหน้า อัตราพื้นที่ว่างแตะที่ระดับต่ำกว่าร้อยละห้า สะท้อนถึงความต้องการสำนักงานที่มีความต้องการอย่างต่อเนื่อง (นิธิพัฒน์ ทองพันธุ์, 2558) โดยมีอัตราการสร้างที่เป็นอาคารสำนักงานขนาดใหญ่เป็นจำนวนมากซึ่งอาคารเหล่านี้เป็นอาคารที่ใช้พลังงานและทรัพยากรเป็นจำนวนมากดังที่แสดงในตารางที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 อัตราค่าเช่าและการว่างของพื้นที่อาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร

หมายเหตุ. ศูนย์บริการข้อมูลอสังหาริมทรัพย์ไทย เจแอลแอล

ตารางที่ 1.1

การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มอาคารธุรกิจแยกตามประเภทอาคารในปี 2550

ประเภทอาคาร	**การใช้ไฟฟ้า (GWh)**	**สัดส่วน (ร้อยละ)**
อาคารสำนักงาน	7,139	37
อาคารห้างสรรพสินค้า	2,351	12
อาคารค้าปลีกและส่ง	2,351	12
โรงแรม	2,339	12
คอนโดมิเนียม	1,303	7
สถานพยาบาล	1,172	6
สถานศึกษา	1,102	6
อาคารทั่วไป	1,365	8
รวม	**19,125**	**100**

หมายเหตุ. แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี (กระทรวงพลังงาน, 2554)

พบว่าในปัจจุบันผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภทอาคารสำนักงานมีความสนใจในการนำอาคารเข้าร่วมเกณฑ์ประเมิน TREES-NC เพื่อเป็นการสร้างอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแต่ยังคงมีข้อสงสัยบางประการในเรื่อง เงินลงทุน ความคุ้มค่าของการลงทุนในส่วนเพิ่มเติม และควรเข้าร่วมเกณฑ์ประเมินในลำดับขั้นใด (พรรณวดี มงคลเจริญ, 2557) โดยในปัจจุบันการศึกษาวิจัยในเกณฑ์การประเมิน TREES-NC ยังคงมีให้อ้างอิงจำนวนไม่มากนักจึงไม่สามารถใช้เป็นปัจจัยในการตัดสินใจลงทุนในเกณฑ์ประเมินได้ ฉะนั้นเพื่อสนับสนุนการสร้างสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและกระตุ้นการลงทุนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นวิเคราะห์ความคุ้มค่าการลงทุนในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยอาศัยเกณฑ์การประเมิน TREES-NC เป็นเครื่องมือ เพื่อแสดงให้เห็นว่าลงทุนในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและธุรกิจสามารถดำเนินกิจการไปด้วยกันได้เป็นการช่วยชะลอปัญหาภาวะโลกร้อน (Global Warming) พร้อมทั้งเริ่มการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย (World Green Building Trends, McGraw Hill Construction, 2013: ออนไลน์)

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

1.2.2 ศึกษาความแตกต่างด้านพลังงานของอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

1.2.3 ศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

1.2.4 นำเสนอแนวทางการลงทุนในอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 การวิจัยนี้จะทำการศึกษาอาคารประเภทสำนักงานในด้านกายภาพ และส่วนประกอบของอาคารภายใต้เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ไม่ได้ทำการศึกษาลงรายละเอียดถึงอุปกรณ์สำนักงานต่าง ๆ การบริหารอาคาร และด้านผู้ใช้อาคาร

1.3.2 การวิจัยนี้จะทำการศึกษาความแตกต่างของพลังงานในอาคารโดยพิจารณาตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) โดยอาศัยโปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร (Building Energy Code Software: BEC Version 1.0.6) และ EnergyPlus Version 8.0

1.3.3 การวิจัยนี้จะทำการศึกษาด้านเงินลงทุนในส่วนประกอบของอาคารโดยอาศัยมาตรฐานราคากลางงานก่อสร้างเป็นหลัก และจะอ้างอิงตามราคาของวัสดุบางประเภทที่ไม่ได้ระบุไว้ในมาตรฐานราคากลางตามราคาจำหน่ายของผู้ผลิต

1.3.4 การวิจัยนี้จะทำการศึกษาความเป็นไปได้ของการลงทุนโดยอาศัยอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าเช่าตามสถิติและอ้างอิงการเพิ่มมูลค่าของโครงการที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินตามเอกสาร

1.3.5 การวิจัยนี้จะทำการสำรวจอาคารสำนักงานในตลาดเพื่อกำหนดเป็นอาคารอ้างอิง โดยมีขอบเขตของการสำรวจคือ ต้องเป็นอาคารสำนักงานระดับเอ มีขนาดอาคารมากกว่า 10,000 ตารางเมตร เปลือกอาคารมีพื้นที่กระจกมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่เปลือกอาคาร

1.4 ระเบียบวิธีการวิจัย

1.4.1 ทบทวนวรรณกรรม ศึกษาเอกสาร ระเบียบ วิธีการ เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และเครื่องมือต่าง ๆ

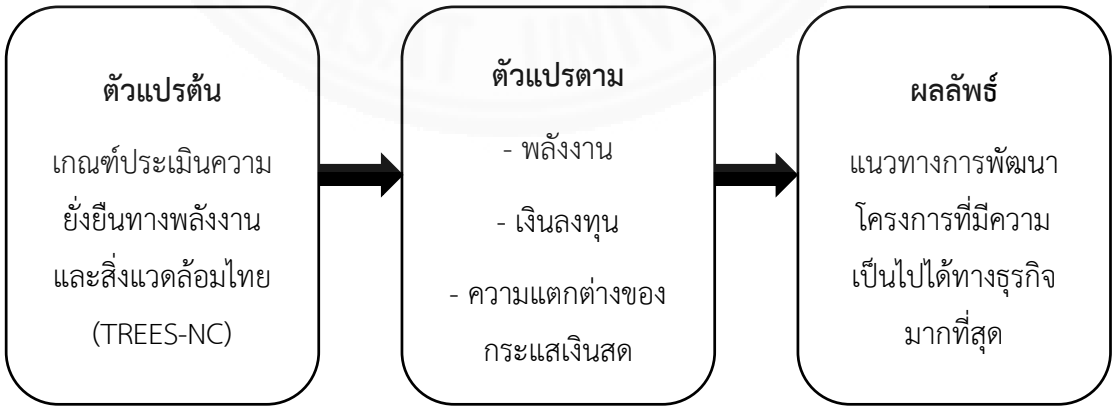
1.4.2 เก็บข้อมูลรวบรวมข้อมูลต่างๆของอาคารสำนักงานเกรดเอ และอาคารสำนักงานที่ผ่านเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) เพื่อหาค่ามาตรฐานสำหรับอาคารอ้างอิง เครื่องมือที่เหมาะสมในการจำลองสถานการณ์ในอาคาร วิเคราะห์วิธีการหลักการและค่าบริการของการดำเนินการ

1.4.3 วิเคราะห์ประเมินข้อมูลเพื่อจัดทำทางเลือกทางการออกแบบโดยอาศัยเกณฑ์ลำดับขั้นของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และจัดทำอาคารอ้างอิงเพื่อใช้ในการทดลองจำลองสถานการณ์ในอาคารเพื่อหาค่าความแตกต่างของพลังงาน

1.4.4 นำผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์มาทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนเพื่อหาแบบจำลองทางธุรกิจที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในทางธุรกิจ

1.4.5 สรุปผลงานวิจัยทั้งหมด และจัดทำข้อเสนอแนะการลงทุนในอาคารที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพที่ 1.2 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากภาพที่ 1.2 แสดงให้เห็นถึงกรอบแนวคิดในการวิจัย ประกอบด้วยตัวแปรต้นคือ เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ที่มีอิทธิพลต่อต้นทุนในการลงทุน และความแตกต่างของพลังงานจะส่งผลให้กระแสเงินสดในโครงการมีความแตกต่างกัน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงแนวทางการพัฒนาโครงการในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ที่มีความเป็นไปได้ทางธุรกิจมากที่สุด

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.6.1 สามารถเป็นแนวทางในการช่วยตัดสินใจเพื่อเข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และการเลือกประเมินของแต่ละระดับขั้น

1.6.2 เสนอแนวทางในการศึกษาเพื่อลงทุนในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.6.3 ผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์สามารถนำไปเป็นแนวทางในการลงทุนเพื่อเพิ่มมูลค่าของโครงการและลดต้นทุนการดำเนินการได้

1.6.4 เป็นข้อมูลให้ผู้ออกแบบ ผู้พัฒนาโครงการอสังหาริมทรัพย์ และบุคคลทั่วไปที่สนใจในอาคารเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อกระตุ้นการลงทุนในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะ

1.7.1 เกณฑ์การประเมิน (TREES-NC)

หมายถึง เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability)

1.7.2 ตัวประกอบแสงธรรมชาติ (Daylight Factor: DF)

หมายถึง สัดส่วนความสว่างของปริมาณแสงภายในต่อภายนอกที่ไม่ได้รับอิทธิพลจากรังสีตรงจากดวงอาทิตย์

1.7.3 ผู้ทดสอบและปรับแต่งระบบ (Commissioning Authorities)

หมายถึง บุคคลหรือทีมงานที่ถูกแต่งตั้งให้ บริหาร นำ และตรวจสอบกระบวนการทดสอบและปรับแต่งระบบ ทำหน้าที่ผสานงานระหว่างเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ และผู้รับเหมา ในการรับรองว่าระบบต่าง ๆ จะถูกติดตั้งและทำงานให้เป็นตามความต้องการของเจ้าของและผู้ออกแบบ

1.7.4 เอกสารแสดงความต้องการของเจ้าของโครงการ (Owner's Project Requirements: OPR)

หมายถึง เอกสารระบุรายละเอียด แนวคิด ความต้องการ เกณฑ์ ที่กำหนดโดยเจ้าของโครงการ ที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จและเป้าหมายของโครงการนั้น ๆ

1.7.5 เอกสารแสดงแนวคิดและเจตนารมณ์ในการออกแบบ (Basis of Design: BOD)

หมายถึง ข้อมูลในการออกแบบที่ใช้ในการทำให้ความต้องการของเจ้าของโครงการเป็นไปได้จริง โดยมีการระบุ รายละเอียดของระบบ เกณฑ์ทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ สมมติฐานการออกแบบ ตลอดจนเกณฑ์ กฎหมาย มาตรฐาน แนวทาง ที่ถูกอ้างอิงในการออกแบบ

1.7.6 กรณีอ้างอิง อาคารอ้างอิง (Baseline)

หมายถึง ลักษณะอาคารที่ถูกสร้างขึ้นตามข้อกำหนดเพื่อจำลองสภาพ พลังงาน ค่าใช้จ่ายทางพลังงาน และประสิทธิภาพด้านอื่น ๆ จะถือเป็นค่าอ้างอิง เพื่อใช้เปรียบเทียบประสิทธิภาพด้านต่าง ๆ ของกรณีแบบ

1.7.7 กรณีแบบ อาคารตามแบบ (Proposed)

หมายถึง ลักษณะอาคารตามแบบที่ใช้จำลองสภาพ พลังงาน ค่าใช้จ่ายทางพลังงาน และประสิทธิภาพด้านอื่น ๆ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่ากรณีอ้างอิง

1.7.8 การทำตามรายการ Prescriptive

หมายถึง แนวทางการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานโดยการทำตามรายการที่กำหนดไว้ มิได้อาศัยการจำลองสภาพ

1.7.9 มาตรการการอนุรักษ์พลังงาน (Energy Conservation Measures)

หมายถึง การติดตั้ง หรือปรับปรุง อุปกรณ์ ระบบ เพื่อลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง

1.7.10 พื้นที่เปิดโล่งเชิงนิเวศ (Ecological Open Space)

หมายถึง พื้นที่อันปราศจากหลังคาหรือสิ่งก่อสร้างปกคลุม รวมถึงพื้นที่ก่อสร้างหรืออาคารที่สูงจากระดับดินไม่เกิน 1.2 เมตร อันประกอบด้วยพื้นที่สีเขียวอย่างน้อยร้อยละ 40 ของพื้นที่ อาจรวมถึงบ่อน้ำลักษณะธรรมชาติ และพื้นที่ดาดแข็งที่มีกิจกรรมบนพื้นที่เป็นไปเพื่อการส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน

1.7.11 พื้นที่ฐานอาคาร (Building Footprint)

หมายถึง ขอบเขตพื้นที่ก่อสร้างประกอบด้วยอาคารโดยดูจากพื้นที่อาคารที่ปกคลุมพื้นดินชั้น 1 หรือชั้นล่างของอาคาร

1.7.12 พื้นที่ที่มีการใช้งานประจำ (Regularly Occupied Spaces)

หมายถึง บริเวณที่นั่งหรือยืนขณะทำงานโดยพื้นที่นี้จะแตกต่างกันตามประเภทของอาคาร

1.7.13 น้ำฝนไหลล้น (Stormwater runoff)

หมายถึง น้ำฝนที่ไหลผ่านผิวดินลงสู่ระบบระบายน้ำ หรือแหล่งน้ำ รวมถึงน้ำฝนที่ไหลบนผิวดินออกจากขอบเขตพื้นที่ก่อสร้างทั้งหมด

1.7.14 ภูมิอากาศจุลภาค (Microclimate)

หมายถึง สภาวะภูมิอากาศอย่างละเอียดของบรรยากาศในบริเวณใกล้ผิวดินขึ้นไปถึงระดับสูงระดับหนึ่งเฉพาะท้องที่แห่งใดแห่งหนึ่งซึ่งพื้นดินและสิ่งที่อยู่บริเวณใกล้พื้นดินยังมีอิทธิพลต่อภูมิอากาศในบริเวณนั้นอยู่ และภูมิอากาศในส่วนที่กล่าวถึงนี้มีลักษณะอากาศบางอย่างแตกต่างกับภูมิอากาศโดยทั่วไปในท้องถิ่นนั้นอย่างเห็นได้ชัดเจน

1.7.15 ค่าสะท้อนแสง (Visible Light Reflectance: Rvis)

หมายถึง ค่าสัดส่วนที่แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นสามารถสะท้อนออกจากกระจก มีหน่วยเป็นร้อยละ

1.7.16 ค่าการส่องผ่านของแสง (Visible Light Transmittance: VT)

หมายถึง ค่าสัดส่วนที่แสงในช่วงความยาวคลื่นที่ตามองเห็นสามารถส่องผ่านกระจก มีหน่วยเป็นร้อยละ

1.7.17 ค่ามาตรฐานพลังงานของกระจก

หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระจกโดยกำหนดค่าในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์ และค่าการส่องผ่านของแสงธรรมชาติต่อสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากรังสีอาทิตย์

1.7.18 อัตราการรั่วไหลของระบบปรับอากาศ

หมายถึง ช่วงระยะเวลาที่ระบบปรับอากาศสูญเสียสารทำความเย็น โดยวัดจากความต้องการการเติมสารทำความเย็นในรอบ 12 เดือนโดยมากแล้วจะถูกวัดเป็นร้อยละ

1.7.19 ค่าสัมประสิทธิ์การส่งผ่านความร้อนจากแสงอาทิตย์ (Solar heat Gain Coefficient: SHGC)

หมายถึง ค่าตัวประกอบการคูณปริมาณรังสีอาทิตย์ที่ตกกระทบกระจกซึ่งใช้บ่งบอกความสามารถในการยอมให้ปริมาณความร้อนเนื่องจากแสงอาทิตย์ส่งผ่านเนื้อกระจกที่รวมถึงรังสีอาทิตย์ที่ส่องผ่านโดยตรงและความร้อนที่ถ่ายเทจากเนื้อกระจกโดยการนำ การพาและการแผ่รังสีความร้อน

1.7.20 สารชีวฆาต (Biocide)

หมายถึง สารเคมีที่มีประสิทธิภาพทำลายจุลินทรีย์ หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

1.7.21 พื้นที่สีเขียว (Green Area)

หมายถึง พื้นที่กลางแจ้ง และกึ่งกลางแจ้งที่มีคุณลักษณะธรรมชาติ มีคุณค่าต่อระบบนิเวศและส่งเสริมคุณภาพชีวิตที่ดี ที่มีขอบเขตที่ดินทั้งหมดหรือบางส่วนปกคลุมด้วยพืชพรรณที่ปลูกบทดินที่ซึมน้ำได้โดยที่ดินนั้นอาจมีสิ่งปลูกสร้างหรือพื้นผิวที่ไม่ซึมน้ำรวมอยู่หรือไม่ก็ได้

1.7.22 พื้นที่ดาดแข็ง (Hardscape)

หมายถึง พื้นที่ภายนอกอาคารที่ปูวัสดุที่น้ำซึมผ่านไม่ได้หรือผ่านได้น้อย

บทที่ 2
วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยความคุ้มค่าการลงทุนในโครงการที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES) เน้นศึกษาปัจจัยที่ผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนโดยมีการมีการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นองค์ความรู้และออกแบบงานวิจัยดังต่อไปนี้

2.1 อาคารสำนักงานในประเทศไทย

2.2 เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

2.3 ผลกระทบและผลประโยชน์ที่ได้รับจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.4 เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคาร

2.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อาคารสำนักงานในประเทศไทย

อาคารสำนักงานในประเทศไทยเป็นโครงการที่มีการพัฒนาเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากวิกฤตเศรษฐกิจปี 2540 เนื่องมาจากมีความต้องการพื้นที่สำนักงานเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยพื้นที่ที่มีความต้องการสำนักงานสูงนั้นอยู่ในกรุงเทพมหานคร ที่เป็นแหล่งรวมของธุรกิจที่มีบริษัทชั้นนำของไทยและต่างชาติ สถาบันการเงิน สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินธุรกิจ ซึ่งส่งผลให้ความต้องการพื้นที่สำนักงานในกรุงเทพมหานครเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนมีพื้นที่สำนักงานมากที่สุดในประเทศและยังมีอัตราเติบโตอย่างต่อเนื่อง

2.1.1 ข้อมูลอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร

2.1.1.1 ย่านและที่ตั้งอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร

รายงานจาก ซีบีอาร์อี ประเทศไทย (2558) สรุปได้ว่าปัจจุบันที่ตั้งที่อยู่ใกล้กับระบบขนส่งมวลชนกลายมาเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับผู้เช่าในการเลือกสำนักงานให้เช่าในกรุงเทพมหานคร ระบบขนส่งมวลชนในกรุงเทพมหานครที่เป็นที่นิยมในการใช้งานทั้ง MRT และ BTS ซึ่งสำนักงานที่อยู่ใกล้จะส่งผลให้มีอิทธิพลต่อการตัดสินใจเช่าพื้นที่สำนักงานได้มากกว่าพื้นที่สำนักงานที่ไม่ใกล้ระบบขนส่งมวลชน พื้นที่ตั้งสำนักงานกรุงเทพมหานครสามารถแบ่งตามพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ได้ดังนี้

(1) ย่านธุรกิจกลางกรุงเทพมหานคร (Central Business District - CBD) หมายถึงพื้นที่บริเวณสีลม สาทร ถนนพระรามที่ 4 เพลินจิต ถนนวิทยุ อโศก และสุขุมวิท (ช่วงต้นจนถึงซอย 24)

(2) ใจกลางย่านธุรกิจกลางกรุงเทพมหานคร อาคารสำนักงานเกรดเอในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่และสำนักงานใหญ่ของบริษัทชั้นนำระดับโลกจะตั้งอยู่ในย่านนี้ รวมไปถึงสถานทูต โรงแรม 5 ดาว และพื้นที่ศูนย์การค้าชั้นนำจะตั้งอยู่ในบริเวณนี้ นอกจากนั้นบริการขนส่งสาธารณะทั้ง MTR และ BTS ยังให้บริการครอบคลุมในบริเวณนี้ด้วย พื้นที่ใจกลางย่านธุรกิจกลางกรุงเทพมหานครหมายถึงสีลม สาทร ถนนวิทยุ ถนนราชดำริไปจนถึงถนนพระรามที่ 4 ถนนเพลินจิต

(3) พื้นที่ย่านธุรกิจกลางกรุงเทพมหานครส่วนนอก หมายถึงพื้นที่ที่ครอบคลุมไปกับพื้นที่ที่เป็นที่อยู่อาศัยหลักของกรุงเทพมหานครตลอดเส้นทางรถไฟฟ้า BTS โดยเฉพาะบริเวณจุดเริ่มต้นของถนนสุขุมวิท และอโศกจนถึงซอย 24

(4) พื้นที่นอกย่านธุรกิจกลางกรุงเทพมหานครส่วนนอก นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้นพื้นที่ตั้งสำนักงานในกรุงเทพมหานครยังคงรวมไปถึงบริเวณย่านชานเมืองและพื้นที่โดยรอบ พื้นที่เหล่านี้เป็นที่นิยมสำหรับบริษัทที่ไม่ต้องการอยู่ในย่านใจกลางธุรกิจแต่ต้องการความสะดวกในการไปถึงบริเวณย่านพื้นที่อุตสาหกรรมและสนามบินได้โดยสะดวกพื้นที่ทางเหนือตั้งแต่ถนนเพชรบุรีไปจนถึงลาดพร้าวและรัชโยธิน มีอาคารสำนักงานตั้งอยู่จำนวนมากพื้นที่ส่วนนี้เป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่บนเส้นทางรถไฟฟ้าใต้ดินตลอดพื้นที่รัชดาภิเษกและรถไฟฟ้า BTS ที่ตัดผ่านพื้นที่พหลโยธินและวิภาวดี-รังสิต บนถนนวิภาวดี-รังสิตแจ้งวัฒนะเป็นพื้นที่ทางเหนือของกรุงเทพมหานคร จัดเป็นพื้นที่ตั้งของศูนย์ราชการใหญ่ของประเทศไทยทางฝั่งตะวันออกของกรุงเทพมหานครใกล้กับที่ตั้งของสนามบินนานาชาติสุวรรณภูมิ คือย่านบางนา-ตราด บริเวณนี้มีข้อดีคือสามารถใช้บริการสนามบินได้สะดวกและเป็นเส้นทางเดียวกับที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทางตะวันออก (Eastern Seaboards)

2.1.1.2 คุณสมบัติของอาคารระดับเกรดเอ

คุณสมบัติของอาคารสำนักงานเกรดเอ ได้มีการทำข้อกำหนดโดย Building Owner and Manager Association (BOMA) สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

(1) มีการออกแบบพื้นที่สำนักงาน (Floor Layout) ที่ไม่มีเสากลาง (Colum Free) สามารถใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายในการจัดแบ่งพื้นที่สำนักงาน

(2) มีระบบปรับอากาศโดยมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง (Central Chiller) และมีระบบที่สามารถปรับแรงลมได้โดยอัตโนมัติ (Variable Air Volume)

(3) มีระบบลิฟต์ที่มีจำนวน ความไวของลิฟต์ ใช้เวลาในการรอไม่นานและไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ และมีลิฟต์แยกในแต่ละโซนรวมถึงมีการติดตั้งลิฟต์ขนของแยกต่างหาก

(4) มีสถาปัตยกรรมที่สวยงาม และพื้นที่ส่วนกลางโดยเฉพาะโถงทางเข้าหลักและโถงในแต่ละชั้นควรได้รับการออกแบบและตกแต่งด้วยวัสดุคุณภาพดีอย่างสวยงาม

(5) ความสูงจากพื้นจรดฝ้าภายในสำนักงานควรสูงอย่างน้อย 2.7 เมตร

(6) มีการจัดการอาคารหรือผู้บริหารอาคารที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน

(7) ที่จอดรถควรออกแบบให้มีความสะดวกมีประสิทธิภาพทั้งการเข้าและออกจากพื้นที่อาคารตามมาตรฐานที่ถูกตั้งขึ้นโดยกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolitan Authority - BMA)

(8) มีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยที่มีมาตรฐานตลอด 24 ชั่วโมง

(9) มีสิ่งอำนวยความสะดวกอยู่ในอาคาร เช่น ร้านอาหาร ร้านสะดวกซื้อ

2.1.1.3 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ นอกเหนือจากค่าเช่าพื้นที่

นอกจากภาระในการชำระค่าเช่าพื้นที่แล้ว ผู้เช่ายังมีภาระในการชำระค่าใช้จ่ายอื่นๆนอกจากค่าเช่าพื้นที่ของแต่ละอาคารซึ่งสรุปได้ตามนี้

(1) ค่าไฟฟ้า โดยเฉลี่ยอัตราทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 4.50 – 5 บาทต่อกิโลวัตต์ต่อชั่วโมง ซึ่งผู้เช่าจะชำระให้กับผู้เป็นเจ้าของอาคารสำนักงานโดยตรง

(2) ค่าระบบปรับอากาศ สำนักงานให้เช่าเกือบทั้งหมดจะมีระบบปรับอากาศส่วนกลาง อย่างไรก็ตามอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานครยังคงมีการใช้ระบบปรับอากาศสองระบบ ชนิดของระบบปรับอากาศจะส่งผลต่อค่าใช้จ่ายของผู้เช่าโดยรวม หากอาคารมีระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำหล่อเย็น (Water Cooled Package Unit) ผู้เช่าจะจ่ายค่าไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศเพิ่มเติมอีกประมาณ 40-50 บาทต่อตารางเมตรต่อเดือน หากอาคารมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง (Central Chiller System) ผู้เป็นเจ้าของอาคารจะเป็นผู้รับภาระค่าไฟฟ้าในระบบปรับอากาศ

(3) ค่าระบบปรับอากาศนอกเวลาทำการ เวลาทำการปกติในสำนักงานทั่วไปเริ่มตั้งแต่ 8:00 น. ถึง 18:00 น. ในวันทำการ หากมีการใช้เครื่องปรับอากาศนอกเวลานี้ ผู้เช่าจำเป็นต้องจ่ายค่าบริการเพิ่มเฉลี่ยประมาณ 2.00 บาทต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง

(4) สายโทรศัพท์ โดยปกติแล้วผู้เช่าสำนักงานสามารถทำการติดต่อกับผู้ให้บริการโทรศัพท์ให้ทำการติดตั้งสายโทรศัพท์เองโดยตรง และต้องจ่ายค่าติดตั้งเป็นค่าธรรมเนียมให้แก่ผู้เป็นเจ้าของอาคาร

(5) ที่จอดรถ สำนักงานในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่ถูกสร้างขึ้นโดยอ้างอิงมาตรฐานที่ถูกตั้งขึ้นโดยกรุงเทพมหานคร (Bangkok Metropolitan Authority - BMA) โดยจัดให้มีพื้นที่จอดรถหนึ่งคันต่อพื้นที่ให้เช่าได้ 60 ตารางเมตร สำนักงานที่มีการจัดที่จอดรถให้มากกว่าข้างต้นค่อนข้างหาได้จำกัดมาก โดยเฉลี่ยผู้เช่าจะได้รับที่จอดรถฟรีหนึ่งคันเมื่อทำการเช่าพื้นที่ทุก 100 ตารางเมตร พื้นที่จอดรถสามารถเช่าเพิ่มเติมได้โดยการจ่ายค่าเช่าเป็นรายเดือนต่อคัน

(6) ค่าธรรมเนียมในการจัดการ ค่าบริการและค่าภาษีโรงเรือน ปกติแล้วค่าใช้จ่ายเหล่านี้ได้ถูกรวมอยู่ในค่าเช่าสำนักงานแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากผู้ให้เช่าโดยส่วนใหญ่จะเป็นผู้ชำระภาษีโรงเรือนจึงอาจจัดแบ่งค่าเช่าเป็นสองหรือสามสัญญา เพื่อลดภาระในการจ่ายภาษีโรงเรือนแก่ผู้เป็นเจ้าของอาคารประมาณร้อยละ 60 ของค่าเช่ารวมจะถูกแบ่งเป็นค่าบริการหรือค่าเช่าอุปกรณ์ซึ่งมีการคิดภาษีมูลค่าเพิ่มอีกร้อยละ 7 ส่วนที่เหลือจะเป็นส่วนของค่าเช่าพื้นที่เช่าซึ่งไม่ต้องจ่ายค่าภาษีมูลค่าเพิ่มแต่ต้องมีการจ่ายค่าภาษีโรงเรือนที่ร้อยละ 12.5 ต่อปี โดยผู้เป็นเจ้าของอาคารจะเป็นผู้ชำระ แต่ในบางอาคารผู้เป็นเจ้าของอาคารอาจผลักให้เป็นภาระของผู้เช่าให้รับผิดชอบภาษีในส่วนนี้

2.1.2 แนวโน้มของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว

พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาและสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแนวโน้มของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวในประเทศไทยมีสูงขึ้น สอดคล้องกับกระแสโลกที่ต้องการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการก่อสร้าง ถึงแม้การลงทุนอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปจากงานระบบประกอบอาคารที่เพิ่มขึ้น แต่ผลตอบแทนทางการเงินจากการประหยัดค่าไฟฟ้าและค่าน้ำจะช่วยชดเชยและคืนทุนในส่วนนี้ได้ในที่สุด ภาพลักษณ์ที่ดีขึ้นของความเป็นอาคารเขียวก็มีส่วนเพิ่มความสามารถทางการตลาดของอาคาร โดยเฉพาะกับองค์กรธุรกิจต่างชาติที่ต้องการเช่าพื้นที่สำนักงานสาขาในประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการเริ่มสนใจพัฒนาโครงการอาคารเขียวมากขึ้น เมื่อพิจารณาโครงการที่เข้าร่วมประเมินอาคารเขียวทั้งเกณฑ์ LEED ของ U.S. Green Building Council (USGBC) และเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ของสถาบันอาคารเขียวไทยมีจำนวนดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1

แสดงจำนวนโครงการที่ผ่านและอยู่ระหว่างการประเมิน TREES

จำนวนโครงการ	ประเภทเกณฑ์การประเมิน	
	LEED	TREES
โครงการผ่านการประเมินแล้ว	29	1
โครงการที่อยู่ระหว่างการประเมิน	49	22
รวม	78	23

หมายเหตุ. โดย พรรณวดี มงคลเจริญ, 2557

อย่างไรก็ตามการพัฒนาอาคารเขียวในประเทศไทยจะเป็นไปอย่างช้า ๆ เนื่องจากผู้ประกอบการยังไม่มั่นใจถึงผลตอบแทนจากการลงทุนที่จะได้รับ วัสดุ อุปกรณ์และเทคโนโลยีบางอย่างยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศ จึงมีเพียงองค์กรขนาดใหญ่และหน่วยงานของภาครัฐที่มีความรู้และงบประมาณมากพอจะบุกเบิกการก่อสร้างอาคารเขียวเพื่อส่งเสริมภาพลักษณ์ให้องค์กรและเป็นต้นแบบของการพัฒนาในประเทศไทยต่อไปจากมุมมองด้านอสังหาริมทรัพย์ ย่าน ที่ตั้งยังเป็นปัจจัยทางการตลาดที่สำคัญที่สุด

2.1.3 โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว

พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้กล่าวไว้ในงานศึกษาว่าข้อจำกัดที่เห็นได้ชัดเจนสำหรับอาคารก่อสร้างใหม่คือ ผู้ประกอบการเชื่อว่าการลงทุนอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปมาก ทั้งที่จากการรวบรวมข้อมูลทั้งในและต่างประเทศพบว่าค่าก่อสร้างอาคารเขียวจะสูงกว่าอาคารทั่วไปประมาณร้อยละ 5-10 แต่ในระยะยาวจะคืนทุนจากการประหยัดพลังงานและน้ำได้สูงกว่า

ถึงแม้ผู้ประกอบการยังไม่มั่นใจเรื่องผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับเพราะต้องลงทุนสูงกว่าอาคารทั่วไป แต่จากการที่กระแสอาคารเขียวในต่างประเทศมีมากขึ้นเรื่อย ๆ คิดว่าตลาดอาคารเขียวในประเทศไทยก็มีโอกาสเติบโตตามได้เช่นกัน เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ใช้อาคารที่เริ่มให้ความสนใจการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยเฉพาะองค์กรธุรกิจต่างชาติที่ให้ความสนใจเรื่องสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของพนักงานของตนในการเลือกที่ตั้งสำนักงาน การปรับปรุงอาคารที่อยู่ระหว่างการใช้งานให้เป็นอาคารเขียวมีข้อจำกัดตรงที่ผู้ประกอบการยังไม่เห็นความจำเป็นและไม่มั่นใจผลตอบแทนทางการเงินที่จะได้รับ รวมถึงข้อจำกัดทางกายภาพของอาคารเองที่จะมีส่วนทำให้การปรับปรุงเป็นเรื่องยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่บางองค์กรธุรกิจเต็มใจลงทุนเนื่องจากเป็นการส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร

และสามารถเป็นกรณีศึกษาให้องค์กรอื่นที่สนใจปฏิบัติตามได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้การที่มีการพัฒนาสินค้าและบริการที่ส่งเสริมการประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมก็มีส่วนช่วยให้การพัฒนาโครงการอาคารเขียวในประเทศไทยทำได้ง่ายขึ้นและเสียค่าใช้จ่ายน้อยลง การจัดตั้งสถาบันอาคารเขียวไทย เพื่อจัดทำเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES) ก็เป็นอีกโอกาสดีที่ผู้ประกอบการจะได้รับความรู้เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินอาคารเขียวมากขึ้น และสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยจนสามารถนำไปปฏิบัติได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่าเกณฑ์ของต่างประเทศ เพื่อส่งเสริมให้แนวคิดอาคารเขียวแพร่หลายมากขึ้นในประเทศไทย ภาครัฐควรให้การสนับสนุน เช่น การลดภาษีสิ่งปลูกสร้างที่เป็นอาคารเขียว การให้ความรู้แก่สาธารณชนเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และผลดีที่จะได้รับจากการใช้งานอาคารเขียว รวมถึงการปรับปรุงมาตรฐานการก่อสร้างให้ใส่ใจเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมมากขึ้น

2.2 เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

2.2.1 ที่มาของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

จากที่สถาบันอาคารเขียวไทย (2558) ได้อธิบายสรุปได้ว่า เกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES) อยู่ภายใต้การดำเนินงานของสถาบันอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Institute: TGBI) ที่ถูกจัดตั้งโดยมูลนิธิอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Foundation) โดยมีความร่วมมือระหว่าง สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์ และวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เพื่อวัตถุประสงค์ 5 ประการดังนี้

(1) ส่งเสริมการศึกษาวิจัยและพัฒนามาตรฐานวิชาการและวิชาชีพทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรม เพื่อใช้ในการออกแบบ ก่อสร้าง และจัดการอาคารประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

(2) ส่งเสริมและสนับสนุนการศึกษา การปฏิบัติวิชาชีพทางสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์อาคารเขียว

(3) เป็นสถานที่ปฏิบัติกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการก่อสร้างอาคารเขียว เช่น อบรม สัมมนา ประชุม ฯลฯ

(4) เพื่อดำเนินการหรือร่วมมือกับองค์การอื่นๆเพื่อสาธารณประโยชน์

(5) ไม่เกี่ยวข้องกับการเมืองแต่อย่างใด

โดยทางสถาบันอาคารเขียวไทยมีบทบาทในการ ส่งเสริม ให้คำแนะนำ ประเมิน และมอบรางวัล ให้แก่อาคารที่สมัครเข้าในร่วมเกณฑ์ประเมิน

2.2.2 คุณสมบัติขั้นต่ำอาคารที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

ทางสถาบันอาคารเขียวไทย (2558) ได้มีการกำหนดคุณสมบัติขั้นต่ำของอาคารที่จะเข้าร่วมเกณฑ์ประเมิน แม้ว่าเกณฑ์จะเหมาะกับอาคารหลายประเภทที่มีการก่อสร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมดหรือมีการปรับปรุงใหม่อย่างไรก็ตามความหลากหลายของโครงการในไทยอาจนำมาซึ่งคำถามว่าสามารถเข้าร่วมประเมินด้วยเกณฑ์นี้หรือไม่ทางสถาบันอาคารเขียวไทยจึงได้กำหนดเกณฑ์เบื้องต้นของลักษณะของโครงการที่เข้าร่วมประเมินต้องมีคุณสมบัติหรือไม่ตรงกับลักษณะต้องห้ามตามที่ระบุไว้ ดังต่อไปนี้

(1) ต้องเป็นอาคารที่ถูกต้องตามกฎหมาย ในกรณีที่มีการตรวจสอบพบว่าโครงการมีการละเมิดกฎหมายไม่ว่าทางใดทางหนึ่งทางสถาบันขอสงวนสิทธิในการเพิกถอนรางวัลแม้ว่ามีการตรวจสอบพบภายหลังก็ตาม

(2) ต้องเป็นอาคารถาวรที่ไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อการเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่ใหม่ ในเกณฑ์ TREES มีหลายข้อคะแนนที่เกี่ยวข้องกับที่ตั้งและภูมิทัศน์ของโครงการ ซึ่งหากอาคารมีการเคลื่อนย้ายย่อมทำให้คะแนนในหมวดดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงได้ ซึ่งย่อมสงต่อผลให้ระดับรางวัลที่ได้รับมีความเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ทั้งที่ ๆ โครงการดังกล่าวอาจได้รับรางวัลในระดับใดระดับหนึ่งจากทางสถาบันไปแล้วก็ตาม

(3) มีพื้นที่ขอบเขตของโครงการที่มีความเหมาะสม โครงการต้องมีบริเวณขอบเขตที่ชัดเจนซึ่งจำเป็นต่อการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการ ในกรณีที่โครงการประเภทกลุ่มอาคาร อาทิเช่น นิคมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย ที่ไม่มีขอบเขตชัดเจน ต้อมีการแบ่งพื้นที่ของโครงการที่จะเข้าประเมินให้เหมาะสม โดยมีลักษณะที่โครงการต่าง ๆ สามารถแยกเข้าร่วมประเมิน TREES เป็นรายโครงการได้ การพยายามแบ่งพื้นที่โครงการที่เข้าข่ายการเอื้อประโยชน์ในการทำคะแนนโดยไม่ได้อ้างอิงกับการแบ่งพื้นที่เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ของโครงการนั้นไม่สามารถกระทำได้เช่นเดียวกับ การเข้าร่วมประเมินอาคารเป็นกลุ่มพร้อมกันก็ไม่สามารถกระทำได้ในเกณฑ์การประเมินฉบับนี้ผู้เข้าร่วมประเมินต้องแยกโครงการด้วยการแบ่งพื้นที่และเข้าประเมินเป็นรายโครงการโครงการที่มีลักษณะการบริหารจัดการเป็น 2 ส่วนขึ้นไป จะแยกเข้าประเมินได้ ต่อเมื่อ

1. สามารถแบ่งพื้นที่โครงการจากผังบริเวณได้อย่างชัดเจน (ไม่อนุญาตให้แบ่งตามกลุ่มชั้นของอาคารสูง เช่น ส่วนทาว์เวอร์และ โพเดี่ยม)

2. งานระบบไม่ว่าจะเป็นน้ำ ไฟฟ้า และพลังงาน สามารถแยกการตรวจวัดออกจากกันได้อย่างชัดเจน

(4) มีพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารไม่น้อยกว่า 100 ตารางเมตร หากอาคารมีขนาดเล็กมากจนเกินไปจะส่งผลต่อเจตนารมณ์พื้นฐานของเกณฑ์การประเมินนี้ ข้อกำหนดนี้ถูกเขียนขึ้น เพื่อให้ป้องกันอาคารประเภท สนามกีฬาและ โรงจอดรถ ที่มีพื้นที่ภายในอาคารน้อย ให้ไม่ได้เปรียบในการทำคะแนนในบางหัวข้อคะแนน

(5) ต้องมีผู้ใช้อาคารประจำอย่างน้อย 1 คน เพื่อให้อาคารต้องถูกออกแบบระบบต่างๆที่คำนึงถึงผู้ใช้อาคารตามเจตนารมณ์ของเกณฑ์ แล้วเพื่อป้องกัน อาคารกลุ่มห้องเก็บของโกดัง ไม่ให้สามารถหลีกเลี่ยงวิธีปฏิบัติต่าง ๆ ที่เป็นไปเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ใช้อาคารและได้คะแนนไปอย่างไม่เป็นธรรม

(6) ขนาดของพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 ของพื้นที่ดินโครงการ เพื่อหลีกเลี่ยงการทำคะแนนที่ไม่เป็นธรรมสำหรับการพัฒนาโครงการบนพื้นที่ดินขนาดใหญ่ ซึ่งมีการวางแผนเพื่อการทำคะแนนในหมวดที่ตั้งและภูมิทัศน์ที่ไม่ตรงไปตรงมา

(7) เกณฑ์ TREES-NC นี้ไม่ได้ถูกออกแบบโดยตรงสำหรับบ้านพักอาศัย หรืออาคารพักอาศัยที่มีขนาดน้อยกว่า 3 ชั้น เนื่องจากจะไม่สามารถทำคะแนนในบางหัวข้อได้ ทั้งนี้ หากมีผู้ประสงค์จะนำอาคารประเภทดังกล่าวเข้าร่วมประเมิน ต้องทำการศึกษาและประเมินเบื้องต้นถึงทางเลือกที่เหมาะสมทั้งในหมวดคะแนนข้อบังคับ และ หมวดหัวข้อคะแนนทั่วไปก่อนเข้าร่วมประเมิน

2.2.3 ค่าใช้จ่ายในการขอรับการรับรองเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

ทางสถาบันอาคารเขียวไทย (2558) ได้ระบุค่าใช้จ่ายในการขอรับรองเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ไว้ดังนี้

(1) ค่าลงทะเบียน (Registration Fees) 12,800 บาท ชำระในวันลงทะเบียน ค่าลงทะเบียนเป็นรายจ่ายของโครงการเมื่อตัดสินใจเข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินโดยขั้นแรกจำเป็นต้องทำการลงทะเบียนเพื่อเข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินให้รายชื่อโครงการอยู่ในระบบ

(2) ค่าตรวจประเมินอาคาร (Certification Fees) ตามตารางที่ 2.1 ชำระในระหว่างการตรวจประเมินอาคาร

ตารางที่ 2.2

แสดงค่าตรวจประเมินอาคาร

ทางเลือก	ส่งเอกสาร TREES-NC	พื้นที่น้อยกว่า 5,000 ตารางเมตร	พื้นที่ระหว่าง 5,000-50,000 ตารางเมตร	พื้นที่มากกว่า 50,000 ตารางเมตร
		อัตราคงที่	อัตราตามพื้นที่	อัตราคงที่
2.1	Combined Design & Construction Review	50,000 บาท	10 บาทต่อตารางเมตร	500,000 บาท
2.2	Design Review	40,000 บาท	8 บาทต่อตารางเมตร	400,000 บาท
	Construction Review	30,000 บาท	6 บาทต่อตารางเมตร	300,000 บาท

หมายเหตุ. คู่มือผู้เชียวชาญอาคารเขียว รุ่นที่ 8

ค่าตรวจประเมินอาคารเป็นค่าธรรมเนียมที่ทางสถาบันอาคารเขียวเรียกเก็บกับโครงการที่เข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินเพื่อเป็นค่าดำเนินการในการตรวจประเมินของกรรมการและรับรองผลโดยรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2.2

(3) การอุทธรณ์ (Appeal) หัวข้อละ 5,000 บาท เป็นค่าธรรมเนียมในกรณีที่โครงการที่เข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินไม่ผ่านคุณสมบัติในหัวข้อที่ยื่นคะแนน ทางสถาบันอาคารเขียวสามารถให้ทำการปรับปรุงโครงการเพื่อให้ผ่านคะแนนในหัวข้อนั้น ๆ ได้โดยมีค่าธรรมเนียมในการยื่นเอกสารข้อมูลใหม่

2.2.4 ระดับคะแนนและโครงสร้างคะแนนของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

สถาบันอาคารเขียวไทย (2558) ได้กำหนดระดับคะแนนของเกณฑ์ TREES-NC แบ่งออกเป็น 4 ระดับโดยมีคะแนนเต็มที่ 85 คะแนนระดับต่าง ๆ ของเกณฑ์ประเมิน TREES-NC จะแบ่งตามคะแนนที่โครงการสามารถทำได้ระดับสูงสุด Platinum 61 คะแนนขึ้นไป Gold 46-60 คะแนน Silver 38-45 คะแนน และระดับสุดท้าย Certified 30-37 คะแนน ดังที่แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

แสดงคะแนนในแต่ละช่วงระดับของเกณฑ์ประเมิน

ระดับ	คะแนน
Platinum	61 คะแนนขึ้นไป
Gold	46-60 คะแนน
Silver	38-45 คะแนน
Certified	30-37 คะแนน

หมายเหตุ. จากสถาบันอาคารเขียวไทย, 2558

โดยเกณฑ์ TREES-NC จะแบ่งเกณฑ์การให้คะแนนออกเป็น 8 หมวด

- หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management: BM)
- หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape: SL)
- หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation: WC)
- หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere: EA)
- หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources: MR)
- หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality:IE)
- หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Protection: EP)
- หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation: GI)

โดยในแต่ละหมวดจะแยกหัวข้อการพิจารณาคะแนนออกเป็น 2 ประเภทคือ ประเภทบังคับ และทำคะแนน ในโครงการที่เข้าร่วมเกณฑ์ประเมิน TREES-NC จำเป็นต้องทำประเภทบังคับให้ได้ทุกข้อจึงจะสามารถได้รับรางวัลจากเกณฑ์ประเมิน TREES-NC และทำคะแนนในแต่ละหมวดให้ได้ตามในแต่ละระดับขั้นจึงจะสามารถได้รับรางวัลตามคะแนนที่แสดงในตารางที่ 2.3 ได้โดยคะแนนและสัดส่วนของคะแนนในแต่ละหมวดแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

แสดงคะแนนและสัดส่วนของคะแนนในแต่ละหมวดของเกณฑ์ประเมิน

หมวด	คะแนน	ร้อยละ
หมวดที่ 1 BM	3 คะแนน	ร้อยละ 4
หมวดที่ 2 SL	16 คะแนน	ร้อยละ 19
หมวดที่ 3 WC	6 คะแนน	ร้อยละ 7
หมวดที่ 4 EA	20 คะแนน	ร้อยละ 23
หมวดที่ 5 MR	13 คะแนน	ร้อยละ 15
หมวดที่ 6 IE	17 คะแนน	ร้อยละ 20
หมวดที่ 7 EP	5 คะแนน	ร้อยละ 6
หมวดที่ 8 GI	5 คะแนน	ร้อยละ 6

จากตารางที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าคะแนนในหมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere: EA) มีคะแนนมากที่สุด และคะแนนในหมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality: IE) มีคะแนนอันดับที่ 2 และคะแนนในหมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape: SL) มีคะแนนเป็นอันดับที่สาม แสดงให้เห็นว่าเกณฑ์ประเมิน TREES-NC นี้ให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานและคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคารรวมถึงความเป็นมิตรกับบริบทรอบข้างด้วย

2.2.5 หัวข้อคะแนนในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

จากคู่มืออบรมหลักสูตรผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว ได้อธิบายถึงประโยชน์และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อคะแนนในเกณฑ์ TREES-NC ไว้ดังนี้

2.2.5.1 หมวดที่ 1 การบริหารจัดการอาคาร (Building Management: BM)

(1) BM P1 การเตรียมความพร้อมความเป็นอาคารเขียว เพื่อเป็นการวางแผนการทำงานที่เป็นระบบจะส่งผลดีต่อการควบคุมการทำงาน ซึ่งสามารถช่วงลดการใช้ทรัพยากรและสามารถให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และลดปริมานของเสียที่เกิดจากความผิดพลาดในการดำเนินงาน

(2) BM 1 การประชาสัมพันธ์สู่สังคม เพื่อเป็นการสร้างแรงจูงใจและพันธะของอาคารที่มีต่อสังคมช่วยกระตุ้นให้เจ้าของอาคาร และคณะทำงานเกิดความตระหนักและระมัดระวังในการดำเนินการเพื่อให้เป็นไปตามแผนการดำเนินงาน ทั้งยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กรนับเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับโครงการ

(3) BM 2 คู่มือและการฝึกอบรมแนะนำการใช้งานและบำรุงรักษาอาคาร เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ทำให้การใช้งานอาคารเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบอย่างถูกต้องและเหมาะสม ทั้งยังเป็นการใช้งานอาคารด้วยความเรียบร้อยและมีประสิทธิภาพ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าและงานระบบอาคาร

(4) BM 3 การติดตามประเมินผลขณะออกแบบ ก่อสร้าง และเมื่ออาคารแล้วเสร็จ เพื่อให้แนวทางการประเมินมีความสอดคล้องกับการใช้งานจริง ทำให้ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพช่วยลดการใช้ทรัพยากร ทั้งยังช่วยควบคุมค่าใช้จ่ายและลดใช้วัสดุที่เกิดขึ้น

2.2.5.2 หมวดที่ 2 ผังบริเวณและภูมิทัศน์ (Site and Landscape: SL)

(1) SL P1 การหลีกเลี่ยงที่ตั้งที่ไม่เหมาะกับการสร้างอาคาร เพื่อการป้องกันการบุกรุกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตช่วยจำกัดขอบเขตของการทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ช่วยป้องกันการแผ่ขยายของเส้นทางการคมนาคมที่เกินความจำเป็น ทั้งยังเป็นการหลีกเลี่ยงหรือป้องกันการก่อสร้างในพื้นที่ที่ไม่เหมาะสม

(2) SL P2 การลดผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ทางธรรมชาติ เพื่อลดผลกระทบจากการพัฒนาในพื้นที่สีเขียวหรือพื้นที่ที่มีความสมบูรณ์ต่อระบบนิเวศ และพลิกฟื้นพื้นที่สีเขียวในโครงการที่มีการพัฒนาไปแล้วให้มีคุณค่าทางระบบนิเวศและคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร

(3) SL 1 การพัฒนาโครงการบนพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้ว เพื่อเลือกสถานที่ก่อสร้างโครงการที่พัฒนาแล้ว และอยู่ในเขตเมืองที่มีการพัฒนาแล้ว พร้อมด้วยระบบสาธารณูปโภคเพื่อป้องกันการรุกล้ำเขตป่าไม้

(4) SL 2 การลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว เพื่อลดมลภาวะและผลกระทบจากการพัฒนาที่ดิน อันเนื่องมาจากการใช้รถยนต์และจักรยานยนต์ส่วนตัว

(5) SL 3 การพัฒนาผังพื้นโครงการที่ยั่งยืน เพื่อออกแบบให้มีสัดส่วนพื้นที่เปิดโล่งมากขึ้น อันจะเป็นการเพิ่มโอกาสในการมีพื้นที่สีเขียว ลดปัญหาปรากฏการณ์เกาะความร้อนและเพิ่มพื้นที่กิจกรรมสาธารณะภายนอกอาคาร

(6) SL 4 การซึมน้ำและลดปัญหาน้ำท่วม เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ซึมน้ำและยังเป็นการช่วยลดปัญหาภาวะน้ำท่วมอีกด้วย

(7) SL 5 การลดปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากการพัฒนาโครงการ เพื่อลดผลกระทบจากปรากฏการณ์เกาะความร้อนในเมืองจากหลังคาและเปลือกอาคารที่จะส่งผลต่อสภาพอากาศจุลภาค และที่อยู่อาศัยของมนุษย์ตลอดจนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ

2.2.5.3 หมวดที่ 3 การประหยัดน้ำ (Water Conservation: WC)

(1) WC 1 การประหยัดน้ำและการใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อช่วยลดปริมาณการใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติ การลดการใช้น้ำประปา ยังส่งผลในการลดใช้สารเคมีในการบำบัดน้ำเสีย ทั้งยังเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของอาคาร

2.2.5.4 หมวดที่ 4 พลังงานและบรรยากาศ (Energy and Atmosphere: EA)

(1) EA P1 การประกันคุณภาพอาคาร เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าอาคารมีการบริโภคทรัพยากรต่าง ๆ เกินความจำเป็นตามเอกสารแสดงความต้องการของเจ้าของอาคาร

(2) EA P2 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารเป็นการลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมโดยตรง ทั้งยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในอาคารที่อาจส่งผลให้การคืนทุนของอาคารนั้นเร็วขึ้น

(3) EA 1 ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานในอาคารให้สูงกว่าอาคารมาตรฐาน ASHRAE 90.1-2007 หรือ กฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 ภายใต้ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2550 หรือ การเทียบค่าจากการประเมินอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานและเป็นมิตรต่อสภาพแวดล้อมหรืออาคารติดฉลาก (TEEAM) เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดมาจากการใช้พลังงาน

(4) EA 2 การใช้พลังงานทดแทน เพื่อให้ความสำคัญกับการใช้พลังงานหมุนเวียน เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสังคมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ทั้งยังเป็นการสนับสนุนให้เจ้าของโครงการหันมาใช้พลังงานทดแทนเพื่อลดค่าใช้จ่ายจากพลังงาน

(5) EA 3 การตรวจสอบและพิสูจน์ผลเพื่อยืนยันการประหยัดพลังงาน เพื่อเป็นการพิสูจน์ผลในการใช้พลังงานของอาคารที่มีส่วนสำคัญในการลดการใช้พลังงาน และเป็นการยืนยันว่าอาคารนั้นสามารถใช้พลังงานได้ตามเอกสารแสดงความต้องการ

(6) EA 4 สารทำความเย็นในระบบปรับอากาศที่ไม่ทำลายชั้นบรรยากาศ เพื่อเป็นการลดการใช้สารทำความเย็นที่ทำลายชั้นโอโซน ทั้งยังเป็นการช่วยในการตัดสินใจใช้ระบบปรับอากาศที่เป็นระบบใหม่เพื่อการลดใช้พลังงานในอาคาร

2.2.5.5 หมวดที่ 5 วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง (Materials and Resources: MR)

(1) MR 1 การใช้อาคารเดิม เพื่อเป็นการช่วยลดการใช้ทรัพยากรและลดปริมาณขยะจากการก่อสร้างใหม่ และยังเป็นการช่วยการลดการใช้พลังงานจากการที่ต้องหาวัตถุดิบเพื่อมาทำเป็นส่วนประกอบอาคาร

(2) MR 2 การบริหารจัดการขยะจากการก่อสร้าง เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะจากการก่อสร้างและเป็นการช่วยลดการจัดหาทรัพยากรเพื่อนำมาทำเป็นวัสดุ ถือเป็นการลดปริมาณการเพิ่มขึ้นของขยะที่ต้องกลับสู่ระบบนิเวศน์

(3) MR 3 การเลือกใช้วัสดุใช้แล้ว เพื่อเป็นการช่วยลดผลกระทบที่เกิดจากการทิ้งขยะกลับสู่ธรรมชาติและเป็นการสนับสนุนให้เกิดวัสดุการก่อสร้างที่เกิดจากกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ทั้งยังส่งผลในอนาคตเนื่องจากวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่นั้นสามารถลดต้นทุนค่าวัสดุทำให้ราคาวัสดุมีแนวโน้มที่จะมีราคาที่ถูกลง

(4) MR 4 การเลือกใช้วัสดุรีไซเคิล เพื่อเป็นการลดปริมาณขยะที่ยากต่อการกำจัดโดยตรงและลดการแสวงหาทรัพยากรจากแหล่งธรรมชาติ ทั้งยังเป็นการช่วยสนับสนุนให้เกิดวัสดุจากการรีไซเคิลเป็นการช่วยลดปริมาณขยะที่กำจัดยาก

(5) MR 5 การใช้วัสดุพื้นถิ่นหรือในประเทศ เพื่อเป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานเพื่อการขนส่งอีกทั้งยังเป็นการลดมลภาวะที่เกิดจากการขนส่ง ทั้งวัสดุท้องถิ่นที่อยู่ใกล้กับโครงการมักจะมีแนวโน้มราคาถูกกว่าวัสดุที่ส่งมาจากแกล่งที่อยู่ไกล

(6) MR 6 วัสดุที่ผลิตหรือมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ เพื่อลดมลภาวะที่เกิดจากการผลิตและจากวัสดุในการผลิตซึ่งก่อให้เกิดมลภาวะสู่ระบบนิเวศโดยตรง ทั้งยังเป็นการสนับสนุนวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดปริมาณเพิ่มขึ้นในระบบ

2.2.5.6 หมวดที่ 6 คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร (Indoor Environment Quality: IE)

(1) IE P1 ปริมาณการระบายอากาศภายในอาคาร เพื่อสามารถใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการรักษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร จึงทำให้สามารถลดปริมาณของเสียและสารปนเปื้อนที่ปล่อยสู่สภาพแวดล้อมได้ ทั้งยังส่งผลดีต่อสุขภาพผู้ใช้งานในอาคารอีกด้วย

(2) IE P2 ความส่องสว่างภายในอาคาร ความส่องสว่างขั้นต่ำผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐาน เพื่อลดปริมาณการใช้ดวงโคม ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นเมื่อหลอดไฟหมดอายุเป็นการช่วยลดผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารในหลอดไฟ ทั้งยังช่วยลดการใช้พลังงานของแสงสว่างและช่วยรักษาสุขภาพดวงตาของผู้ใช้งานอาคาร

(3) IE 1 การลดผลกระทบมลภาวะ เพื่อเป็นการช่วยลดมลภาวะที่เกิดจากการใช้อาคารส่งผลให้ช่วยลดการปล่อยมลภาวะสู่ภายนอก ทั้งยังเป็นการช่วยรักษาสุขภาพของผู้ที่ใช้งานอาคาร

(4) IE 2 การเลือกใช้วัสดุที่ไม่ก่อมลพิษ เพื่อเป็นการช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีในวัสดุที่อาจปนเปื้อนกับอากาศส่งผลให้เป็นการช่วยลดมลภาวะสู่สาธารณะ ทั้งยังเป็นการช่วยรักษาสุขภาพของผู้ที่ใช้งานอาคารอีกด้วย

(5) IE 3 การควบคุมแสงสว่างภายในอาคาร แยกวงจรแสงประดิษฐ์ทุก 250 ตารางเมตรหรือตามความต้องการ เพื่อลดปริมาณการใช้ดวงโคม ซึ่งเป็นการลดปริมาณขยะที่เกิดขึ้นเมื่อหลอดไฟหมดอายุเป็นการช่วยลดผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารในหลอดไฟ ทั้งยังช่วยลดการใช้พลังงานของแสงสว่าง

(6) IE 4 การใช้แสงธรรมชาติภายในอาคาร ออกแบบให้ห้องที่มีการใช้งานประจำได้รับแสงธรรมชาติอย่างพอเพียง เพื่อเป็นการลดความต้องการการใช้พลังงานจากแสงสว่างในเวลากลางวันเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานจากแสงสว่างโดยตรง ทั้งยังเป็นการช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าที่เสียไปกับพลังงานแสงสว่าง

(7) IE 5 สภาวะน่าสบาย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในส่วนที่มีการปรับอากาศเหมาะสมตามมาตรฐานระบบปรับอากาศและระบายอากาศ เพื่อเป็นการใช้พลังงานจากระบบปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพสูงสุดส่งผลให้การใช้พลังงานมีประสิทธิภาพสูงสุดไม่สูญเปล่า ทั้งยังเป็นการช่วยลดค่าไฟฟ้าที่เกิดจากระบบปรับอากาศโดยสิ้นเปลืองอีกด้วย

2.2.5.7 หมวดที่ 7 การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Environment Protection: EP)

(1) EP P1 การลดมลพิษจากการก่อสร้างมีแผนและดำเนินการป้องกันมลพิษและสิ่งรบกวนจากการก่อสร้าง เพื่อป้องกันผลกระทบของการสูญเสียผิวดินชั้นบน และการกัดเซาะของหน้าดินรวมถึงปัญหาต่างๆที่ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศน์

(2) EP P2 การบริหารจัดการขยะการเตรียมพื้นที่แยกขยะ เพื่อเตรียมพร้อมหรืออำนวยความสะดวกในการคัดแยกขยะหรือเศษวัสดุเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

(3) EP 1 ใช้สารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยในระบบดับเพลิงไม่ใช้สารฮาลอน (Halon) หรือ ซีเอฟซี (CFC) หรือ เอสซีเอฟซี (HCFC) ในระบบดับเพลิง เพื่อเป็นการลดการปล่อยสารที่ทำลายชั้นโอโซนที่ส่งผลให้เกิดสภาวะเรือนกระจก

(4) EP 2 ตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนการวางตำแหน่งเครื่องระบายความร้อนห่างจากที่ดินข้างเคียง เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบจากความร้อนและเชื้อโรคต่าง ๆ ที่มาจากหอระบายความร้อนและเป็นการแสดงความรับผิดชอบต่อสังคม

(5) EP 3 การใช้กระจกภายนอกอาคารกระจกมีค่าสะท้อนแสงไม่เกินร้อยละ 15 เพื่อเป็นการลดผลกระทบจากการสะท้อนของแสงจากอาคารสู่สาธารณะ ทั้งยังเป็นการช่วยให้เกิดภาวะความสบายทางการมองเห็น

(6) EP 4 การควบคุมโรคที่เกี่ยวข้องกับอาคาร เพื่อปฏิบัติตามประกาศกรมอนามัยเรื่องข้อปฏิบัติการควบคุมเชื้อ ลีจิโอเนลลา (Legionella) ในหอระบายความร้อนของอาคารในประเทศไทยที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ใช้งานอาคารและชุมชนข้างเคียง

(7) EP 5 ติดตั้งมาตรวัดไฟฟ้าที่ใช้กับระบบบำบัดน้ำเสีย เพื่อเป็นการช่วยในการปรับปรุงการทำงานของเครื่องกลเติมอากาศให้ทำงานในจังหวะและระยะเวลาที่เหมาะสม

2.2.5.8 หมวดที่ 8 นวัตกรรม (Green Innovation: GI)

(1) GI 1-5 มีเทคนิควิธีที่ไม่ระบุไว้ในแบบประเมิน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับอาคารที่เข้าร่วมประเมินได้นำเสนอ หัวข้อคะแนนที่เหมาะกับโครงการของตน เพื่อทำคะแนนในหมวดนี้นอกจากนี้การทำคะแนนในหมวด GI ยังสามารถทำได้ด้วยการทำคะแนนพิเศษตามที่ระบุไว้ในแต่ละหัวข้อคะแนน

2.3 ผลประโยชน์และผลกระทบที่ได้รับจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.3.1 ผลประโยชน์จากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

2.3.1.1 ผลประโยชน์จากภาครัฐบาล

กฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาตามวัตถุประสงค์ของผังเมืองรวม จึงได้มีการกำหนดมาตรการสร้างแรงจูงใจโดยการให้สิทธิพิเศษ (Bonus) ในการสร้างอาคาร โดยให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR) เพิ่มมากขึ้นจากข้อกำหนด ในกรณีที่มีการพัฒนาหรือดาเนินการที่เป็นประโยชน์ต่อสาธารณะ (สำนักผังเมืองกรุงเทพมหานคร 2556) โดยกฎกระทรวงให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 ตามพระราชบัญญัติการผังเมือง พ.ศ. 2518 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติการผังเมือง (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2535 ได้กำหนดให้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอาคารตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหากเจ้าของที่ดินหรือผู้ประกอบการได้จัดให้มีอาคารอนุรักษ์พลังงานตามมาตรฐานที่

รับรองโดยมูลนิธิอาคารเขียวไทยหรือองค์กรอื่นซึ่งได้รับความเห็นชอบจากคณะกรรมการผังเมืองให้มีอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดินเพิ่ม (FAR BONUS) ได้ดังต่อไปนี้

(1) อาคารที่ได้รับการรับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่ 1 ให้มี FAR BONUS ได้ไม่เกิน 5%

(2) อาคารที่ได้รับการรับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่ 2 ให้มี FAR BONUS ได้ไม่เกิน 10%

(3) อาคารที่ได้รับการรับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่ 3 ให้มี FAR BONUS ได้ไม่เกิน 15%

(4) อาคารที่ได้รับการรับการรับรองการอนุรักษ์พลังงานระดับที่ 4 ให้มี FAR BONUS ได้ไม่เกิน 20%

โดยอาคารจะต้องเป็นอาคารตามประเภทและขนาดที่จะต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน อาคารต้องมีคุณสมบัติในการถ่ายเทความร้อนของผนังด้านนอกและหลังคาอาคารตามมาตรฐานและหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตามกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

2.3.1.2 ผลประโยชน์จากส่วนเพิ่มมูลค่าสินทรัพย์

(1) พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาประโยชน์เชิงธุรกิจของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวพบว่าค่าเช่าพื้นที่ของอาคารเขียวกรณีศึกษาสามารถเรียกเก็บได้สูงกว่า และให้เช่าพื้นที่ได้เร็วกว่าอาคารสำนักงานทั่วไปในพื้นที่ใกล้เคียงเนื่องจากความเป็นอาคารเขียวช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ให้ตัวอาคารเองและองค์กรของผู้เช่าพื้นที่ว่ามีความใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นกระแสที่ได้รับการยอมรับมากขึ้นในปัจจุบัน ขณะเดียวกันค่าเสื่อมราคาของอาคารเขียวจะมีน้อยกว่าอาคารทั่วไปเนื่องจากการออกแบบให้มีความล้ำหน้ามากกว่ากว่าอาคารทั่วไป เน้นการใช้ประโยชน์จากสภาพแวดล้อมให้มากขึ้นร่วมกับความทันสมัยของงานระบบประกอบอาคาร ทำให้มูลค่าอาคารจะลดลงช้ากว่ากอปรกับการบำรุงรักษาที่ต้องทำอย่างต่อเนื่องเพื่อให้อาคารมีประสิทธิภาพสอดคล้องกับเกณฑ์การประเมินจะช่วยรักษาสภาพและมูลค่าอาคารได้อีกทางหนึ่งเมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินด้านผลตอบแทนภายใน และระยะเวลาการคืนทุนแบ่งเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินของการทำธุรกิจสำนักงานให้เช่าจะได้ว่าจากปกติผลตอบแทนภายในประมาณร้อยละ 8 และระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 13 ปีเมื่อเป็นอาคารเขียวผลตอบแทนภายใน ประมาณร้อยละ 11 และระยะเวลาการคืนทุน จะอยู่ที่ประมาณ 10 ปีซึ่งผลตอบแทนภายในจะดีขึ้นร้อยละ 3 และระยะเวลาการคืนทุนเร็วขึ้น 2 ปีซึ่งในกรณีศึกษาของอาคารปาร์คเวนเจอร์ อีโคเพล็กซ์เกิดจากรายได้ค่าเช่าที่ได้เพิ่มขึ้น และค่าน้ำ ค่าไฟฟ้า ที่ลดลงทั้งนี้ค่าก่อสร้างและค่าบำรุงรักษาก็เพิ่มขึ้นเช่นกันแต่เมื่อเปรียบเทียบความคุ้มทางธุรกิจจะเห็นว่าคุ้มค่าในระยะยาวสำหรับส่วนกรณีศึกษาของ อาคารศูนย์เอนเนอร์ยี่คอมเพล็กซ์ มีแนวคิดต่างจากอาคารปาร์คเวนเจอร์ อีโคเพล็กซ์ กล่าวคือ อาคารศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ มิได้อยู่ในเขตธุรกิจกลาง (CBD) และต้องแข่งขันกับอาคารสำนักงานเกรดเดียวกัน ดังนั้นอัตราค่าเช่าจึงไม่สามารถเพิ่มสูงได้จากการออกแบบและก่อสร้างให้เป็นอาคารเขียว แต่การออกแบบและก่อสร้างของการเป็นอาคารเขียวของอาคารศูนย์เอนเนอร์ยี่ คอมเพล็กซ์ มุ่งหวังเพื่อลดค่าน้ำ ค่าไฟ และค่าดำเนินการมากกว่า

ตารางที่ 2.5

แสดงอัตราการเช่าและมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของทรัพย์สิน

หัวข้อหลัก	หัวข้อรอง	อาคารกรณีศึกษา			
		เอนเนอร์ยี คอมเพล็กซ์	ปาร์ค เวน เจอร์ อีโคเพล็กซ์	อาคารสุขภาวะ สสส.	อาคาร สำนังงานใหญ่ เอส ซี จี
มูลค่าสินทรัพย์	อัตราการเช่า (Occupancy Rate)	100%	90-95%	100%	100%
	ราคาขาย/เช่า (บาท/ตร.ม.)	400-900 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 7)	1,000 (เพิ่มขึ้นร้อยละ 33)	เจ้าของใช้งานเอง	เจ้าของใช้งานเอง
	เกณฑ์อาคารเขียวที่ใช้ในการประเมิน	LEED for Core & Shell	LEED for Core & Shell	LEED for New Construction	LEED for Existing Building
	ระดับการประเมิน	Platinum	Platinum	อยู่ระหว่างการประเมิน	Platinum

หมายเหตุ. โดยพรรณวดี มงคลเจริญ, 2557

2. เมื่อวิเคราะห์ผลตอบแทน ค่าก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นจากการออกแบบและก่อสร้างอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวซึ่งในกรณีนี้ใช้วิเคราะห์กับอาคารสำนักงานที่เป็นเจ้าของเดียวและไม่มีการเก็บค่าเช่าพื้นที่คืออาคารศูนย์การเรียนรู้สุขภาวะ (สสส.) และอีกทั้งสามารถนำมาใช้วิเคราะห์กับงานปรับปรุงอาคารสำนักงานใหญ่ 1 2 และ 5 ของบริษัทปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน) ด้วยโดยพบว่าผลตอบแทนภายในประมาณร้อยละ 9 และระยะเวลาการคืนทุนอยู่ที่ 10 ปี

(2) พิริยะ ผลพิรุฬห์ (2557) ได้กล่าวในบทความเรื่องเศรษฐศาสตร์อาคารเขียวโดยอ้างถึงงานศึกษาของ (กมลทิพย์ เพียรพิกุล) การศึกษาเปรียบเทียบต้นทุนและผลประโยชน์ของการลงทุนก่อสร้างอาคารเขียว (Cost-Benefit Analysis of Green Building) ในประเทศไทย พบว่าถ้าพิจารณาทางด้านประโยชน์ส่วนเพิ่ม (Marginal Benefit) ของอาคารเขียวจะพบว่าประโยชน์ของอาคารเขียวจาเป็นต้องพิจารณาตลาดช่วงอายุของอาคาร (Building Life Cycle) โดยประโยชน์ประการแรกก็คือประโยชน์ในด้านของค่าเช่า (Rent) ที่เจ้าของอาคารได้รับ โดยจากการศึกษาพบว่าเจ้าของอาคารเขียวสามารถเก็บค่าเช่าเฉลี่ยได้ถึง 1,000 บาทต่อตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าค่าเช่าของอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวถึงร้อยละ 42.9 (700 บาทต่อตารางเมตร)

(3) บุญเกียรติ วิสิทธิกาศ (2552) ได้ทำการศึกษา ความต้องการอาคารเขียวของผู้เช่าสำนักงานระดับเอ กลุ่มตัวอย่างจากอาคารสำนักงานให้เช่าของกองทุนบำเหน็จบำนาญข้าราชการ มุ่งเน้นศึกษาทัศนคติมุมมองของผู้เช่าอาคารสำนักงานระดับเอในกรุงเทพมหานคร โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในงานวิจัยพบว่า ผู้เช่าส่วนใหญ่คิดว่าประโยชน์ของอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมคือการช่วยให้ผู้ใช้งานอาคารอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดี และยังพบว่าผู้เช่าร้อยละ 46 คาดว่าค่าเช่าพื้นที่ในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะมีอัตราค่าเช่าที่สูงกว่าอาคารทั่วไปโดยประมาณร้อยละ 2 และผู้เช่าอีกร้อยละ 36 คาดว่าค่าเช่าพื้นที่ในอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะมีอัตราค่าเช่าที่สูงกว่าอาคารทั่วไปโดยประมาณร้อยละ 10 และยังพบว่าอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมยังส่งผลให้ผลตอบแทนทางการเงินที่คุ้มค่าโดยให้ผลตอบแทน (IRR) ที่ประมาณร้อยละ 10

(4) USGBC (2012) ได้สรุปว่า จากการศึกษากรณีทางธุรกิจสำหรับอาคารพาณิชย์ (Commercial Building) ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า อาคารสำนักงานระดับ เอ ที่เป็นอาคารที่ได้รับการรับรองอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากเกณฑ์ประเมิน LEED สามารถเก็บค่าเช่าได้สูงกว่าอาคารที่ไม่ได้รับรองจากเกณฑ์ประเมินประมาณร้อยละ 20

(5) David Blumberg (2012) ได้สรุปว่า จากการศึกษาตลาดอาคารสำนักงานในประเทศสหรัฐอเมริกาอาคารที่ได้รับการรับรองจากเกณฑ์ประเมิน LEED จะทำให้มีอัตราค่าเช่าที่สูงขึ้นโดยประมาณอยู่ที่ร้อยละ 12.3 เมื่อเทียบกับอาคารที่ไม่ได้รับการรับรองจากเกณฑ์ประเมิน LEED

(6) Institute for Building Efficiency (2011) ได้สรุปว่า จากการศึกษาและเปรียบเทียบอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและอาคารทั่วไปในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีอายุ ขนาดอาคาร ความสูงอาคาร และที่ตั้งของอาคารอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน พบว่าอาคารที่ได้รับการรับรองจากเกณฑ์ประเมิน LEED จะส่งผลให้มีอัตราค่าเช่าพื้นที่อาคารเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ถึงร้อยละ 17

2.3.1.3 ผลประโยชน์การประหยัดต้นทุนพลังงานจากการดำเนินการ

(1) พิริยะ ผลพิรุฬห์ (2557) ได้กล่าวในบทความเรื่องเศรษฐศาสตร์อาคารเขียวพบว่าผลประโยชน์จากการที่เจ้าของอาคารเขียวจะสามารถประหยัดต้นทุนพลังงานได้ถึงร้อยละ 59 โดยอาคารเขียวจะใช้ไฟเพียง 91 kWHr ต่อตารางเมตรต่อปี ในขณะที่อาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวจะใช้ไฟประมาณ 225 kWHr ต่อตารางเมตรต่อปี โดยถ้าวิเคราะห์เป็นค่าอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) การลงทุนอาคารเขียวจะได้รับผลตอบแทน IRR ประมาณร้อยละ 25 และมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 5 ปี ซึ่งสูงกว่าอาคารทั่วไปที่ไม่ใช่อาคารเขียว ที่ได้รับผลตอบแทน IRR เพียงร้อยละ 7 และมีระยะเวลาในการคืนทุนที่นานกว่าคือ 7 ปี

(2) พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาประโยชน์เชิงธุรกิจของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวพบว่าจากการศึกษาอาคารเขียวทั้ง 4 โครงการพบว่า ค่าดำเนินการอาคารในส่วนของค่าพลังงานไฟฟ้าและค่าน้ำลดลงอันเป็นผลมาจากการใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น การใช้พลังงานทดแทน การนำน้ำกลับมาใช้ใหม่ และการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพของอาคารตามเกณฑ์อาคารเขียว ในส่วนของค่าบำรุงรักษาโดยรวมอยู่ในระดับเดียวกับอาคารสำนักงานทั่วไป ยกเว้นในด้านอุปกรณ์ระบบประกอบอาคารบางชนิดที่มีค่าบำรุงรักษาสูงกว่าเนื่องจากเป็นเทคโนโลยีใหม่ ยังมีผู้เชี่ยวชาญไม่มาก ซึ่งข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้บริหารอาคารของกรณีศึกษาทั้ง 4 อาคาร อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการลงทุนสูงในตอนแรก แต่ผลตอบแทนที่ได้รับจากการประหยัดนี้จะชดเชยค่าใช้จ่ายและคืนกำไรให้โครงการได้ในที่สุด

2.3.1.4 ผลประโยชน์ด้านอื่น ๆ

(1) บุญเกียรติ วิสิทธิกาศ (2552) ได้ทำการศึกษาความต้องการอาคารเขียวของผู้เช่าสำนักงานระดับเอ จากผลวิเคราะห์พบว่าทัศนคติที่แตกต่างของผู้เช่าที่มีสัญชาติแตกต่างกัน โดยผู้เช่าสัญชาติไทยมีทัศนคติว่าอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะส่งผลประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อม ผู้เช่าที่มีสัญชาติเอเชียมีทัศนคติว่าอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะส่งผลให้คุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานอาคารดีขึ้น ผู้เช่าที่มีสัญชาติยุโรปมีทัศนคติว่าอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะส่งผลต่อต้นทุนที่ใช้ในการดำเนินการ และผู้เช่าที่มีสัญชาติอเมริกันมีทัศนคติต่ออาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจะส่งผลต่อพนักงานที่ใช้อาคารทำให้อยู่สภาพแวดล้อมดีขึ้น โดยสรุปได้ว่าผู้เช่าอาคารส่วนใหญ่มีความเห็นถึงอาคารที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมว่ามีความสำคัญและต้องการอยู่ในอาคารเขียว โดยสนใจที่คุณลักษณะ

ของความเป็นอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมจากความสามารถของอาคาร ไม่ใช่จากมาตรฐานต่างๆที่ได้รับจากเกณฑ์ประเมิน

(2) พิริยะ ผลพิรุฬห์ (2557) ได้กล่าวในบทความเรื่องเศรษฐศาสตร์อาคารเขียวว่านอกจากประโยชน์จากการเพิ่มมูลค่าทรัพย์สินและค่าดำเนินการแล้วอาคารเขียวยังให้ความสำคัญกับผลประโยชน์ภายนอก (External Benefit) หรือประโยชน์ที่ไม่ใช่ทางด้านตัวเงิน (Non-Monetary Benefit) ที่เกิดขึ้นจากการลงทุนในอาคารเขียว เช่นประโยชน์ในด้านสุขภาพและความพึงพอใจของผู้ทางานในอาคารสีเขียว (เปรียบเทียบกับอาคารทั่วไป) โดยจากการสำรวจข้อมูลจากแบบสอบถามและทาการวิเคราะห์เชิงสถิติเปรียบเทียบระหว่างพนักงานที่ทางานในอาคารเขียว (ซึ่งในที่นี้สำรวจที่อาคาร Park Venture) เปรียบเทียบกับพนักงานที่ทางานในอาคารใกล้เคียงที่ไม่ใช่อาคารเขียว (ซึ่งในที่นี้คือตึก All Season Place) พบว่าพนักงานที่ทางานในอาคารเขียวจะมีผลิตภาพในการทางานที่สูงกว่ามีคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า และมีอาการเจ็บป่วยจากอาคาร (Sick Building Syndrome) น้อยกว่าพนักงานที่ทางานในอาคารทั่วไปที่ไม่ใช่อาคารเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(3) พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาประโยชน์เชิงธุรกิจของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวพบว่าจากการใช้แบบสำรวจความพึงพอใจสัมภาษณ์กลุ่มตัวแทนผู้ใช้อาคารใน 6 หัวข้อหลักคือ ข้อมูลทั่วไป อุณหภูมิในพื้นที่ทำงาน ระดับเสียงในพื้นที่ทำงาน ความส่องสว่างในพื้นที่ทำงาน คุณภาพอากาศในพื้นที่ทำงาน และความสะอาดและการบำรุงรักษาในพื้นที่ทำงานและของอาคารโดยรวม พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีความพึงพอใจต่อหัวข้อดังกล่าวอยู่ในระดับ ดี ถึง ดีมาก และคิดว่าการทำงานในอาคารเขียวช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ลดอาการเจ็บป่วยจากการทำงาน มีคุณภาพชีวิตในสำนักงานดีขึ้น อันเป็นผลมาจากออกแบบ ก่อสร้าง และเลือกใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและผู้ใช้อาคารมากขึ้นตามเกณฑ์อาคารเขียว ถึงแม้จะทำให้ต้นทุนสูงขึ้นในตอนแรก แต่ภาพลักษณ์ของอาคารที่เอื้อประโยชน์ต่อผู้ใช้อาคารช่วยให้หัวข้อนี้ส่งเสริมมูลค่าสินทรัพย์ของอาคารได้อีกทางหนึ่ง

2.3.2 ผลกระทบจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าผลกระทบจากอาคารที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวกับโครงการคือเรื่องราคาในก่อสร้างอาคารและระบบประกอบอาคารที่สูงขึ้น

(1) พิริยะ ผลพิรุฬห์ (2557) พบว่าต้นทุนเฉลี่ยในการก่อสร้างอาคารเขียวจะตกประมาณ 4 หมื่นบาทต่อตารางเมตร ในขณะที่ต้นทุนในการก่อสร้างเฉลี่ยของอาคารทั่วไปที่ไม่ใช่อาคารเขียวจะอยู่ที่เฉลี่ย 3.4 หมื่นบาทต่อตารางเมตร (หรือสูงกว่าประมาณร้อยละ 17.6) ซึ่งผลที่ได้นี้แสดงให้เห็นว่าการลงทุนก่อสร้างอาคารเขียวยังคงมีต้นทุนที่สูงกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวอยู่มากพอสมควร โดยต้นทุนดังกล่าวจะยิ่งสูงขึ้นกับการก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ที่มีพื้นที่ใช้สอยมาก

(2) พรรณวดี มงคลเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาประโยชน์เชิงธุรกิจของการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวพบว่า การก่อสร้างอาคารเขียวทำให้ต้นทุนค่าก่อสร้างเพิ่มขึ้นทุกโครงการประมาณร้อยละ 10-20 โดยต้นทุนที่เพิ่มขึ้นนี้มาจากงานประหยัดพลังงาน ซึ่งต้องมีการใช้อุปกรณ์งานระบบประกอบอาคารที่เป็นเทคโนโลยีใหม่ ต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสอดคล้องกับเกณฑ์อาคารเขียวที่ตั้งไว้ แต่จากการที่อาคารเขียวกำลังได้รับความสนใจมากขึ้น อุปกรณ์งานระบบประกอบอาคารเหล่านี้ก็มีแนวโน้มที่ราคาจะลดลงในอนาคต

2.4 เทคนิคเทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคาร

สุพจน์ เหล่างาม (2009) ได้ศึกษาเทคนิคการจำลองสถานการณ์โดยอ้างถึง Kelton, et al., Maria สรุปได้ว่าการจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือการรวบรวมวิธีการและสถานการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นจริงเพื่อใช้จำลองสถานการณ์จริงหรือพฤติกรรมของระบบต่าง ๆ มาไว้บนคอมพิวเตอร์ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Software) เข้ามาช่วย เพื่อที่จะศึกษากิจกรรมและพฤติกรรมในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เนื่องจากในการปฏิบัติจริงไม่สามารถที่จะทำการทดลองหรือปรับเปลี่ยนกระบวนการทำงานได้จนกว่าจะพบประโยชน์สูงสุด อันเนื่องมาจากข้อจำกัดหลาย ๆ ประการทั้ง ด้านเวลา และ เงินทุน ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์สภาพที่เป็นอยู่ในปัจจุบันและช่วยหาแนวทางหรือทางเลือก (Scenario) ที่เหมาะสม ก่อนนำไปใช้กับสถานการณ์หรือการปฏิบัติงานจริง ซึ่งจะช่วยให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความผิดพลาด หรือความล้มเหลวได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ประหยัดทั้งค่าใช้จ่าย และเวลาได้อีกทางด้วย

โดยในปัจจุบันโปนแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถจำลองสถานการณ์ในอาคารมีหลากหลายและมีความสามารถที่จะวิเคราะห์ผลได้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงโดยได้รับการรับรองความน่าเชื่อถือจากหลาย ๆ สถาบัน ซึ่งทางสถาบันอาคารเขียวเองก็มีการอนุญาตให้ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์ในการคำนวณพลังงานและแสงของอาคารเพื่อยืนประเมินในเกณฑ์ความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) โดยได้มีการระบุโปรแกรมจำลองสถานการณ์ที่อนุญาตให้ใช้เพื่อยืนประเมินคือ โปรแกรม Building Energy Code Software: BEC V.1.0.6. เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์ทางพลังงานในอาคาร EnergyPlus version 8.0 เพื่อใช้ในการจำลองสถานการณ์แสงสว่าง

2.4.1 Building Energy Code Software: BEC V.1.0.6.

กระทรวงพลังงาน (2558) ได้อธิบายไว้ว่า BEC เป็นโปรแกรมที่อำนวยความสะดวกในการตรวจและประเมินการออกแบบอาคาร ว่าเป็นไปตามที่กฎกระทรวงกำหนดหรือไม่ รวมทั้งช่วยสถาปนิกและวิศวกร ในการกำหนดแบบอาคารให้เกิดการอนุรักษ์พลังงาน โดยนำค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นป้อนลงในโปรแกรม เช่น ชนิดของวัสดุก่อสร้างกรอบอาคารที่ใช้ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ เพื่อใช้ในการตรวจและประเมินโดยโปรแกรม BEC เป็นโปรแกรมที่ได้รับรองจากกระทรวงพลังงาน ซึ่งในโปรแกรมจะแบ่งกลุ่มประเภทของอาคารตามเกณฑ์ออกแบบตามกฎกระทรวงฯ เป็น 3 ประเภท

(1) อาคารสถานศึกษา อาคารสำนักงาน: Office & School

(2) โรงมหรสพ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน: Department Store

(3) โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด: Hotel & Hospital

โดยโครงสร้างของโปรแกรม BEC สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

2.4.1.1 ฐานข้อมูล (Database)

(1) ข้อมูลกรอบอาคาร (Envelope)

(2) ข้อมูลระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

(3) ข้อมูลระบบปรับอากาศ (A/C System)

(4) ข้อมูลระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System)

(5) ข้อมูลระบบทำความร้อน (Hot Water System)

(6) ข้อมูลอุปกรณ์การใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ (Other)

2.4.1.2 แบบจำลองอาคาร (Building Model)

(1) การสร้างแบบจำลองอาคาร (Building Zone)

(2) การป้อนข้อมูลระบบอุปกรณ์ต่างๆ สำหรับอาคาร

2.4.1.3 รายงานผลวิเคราะห์การใช้พลังงาน (Report)

(1) ระบบกรอบอาคาร (Envelope System)

(2) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

(3) ระบบปรับอากาศ (Air-Conditioning System)

(4) ระบบเซลล์แสงอาทิตย์ (PV System)

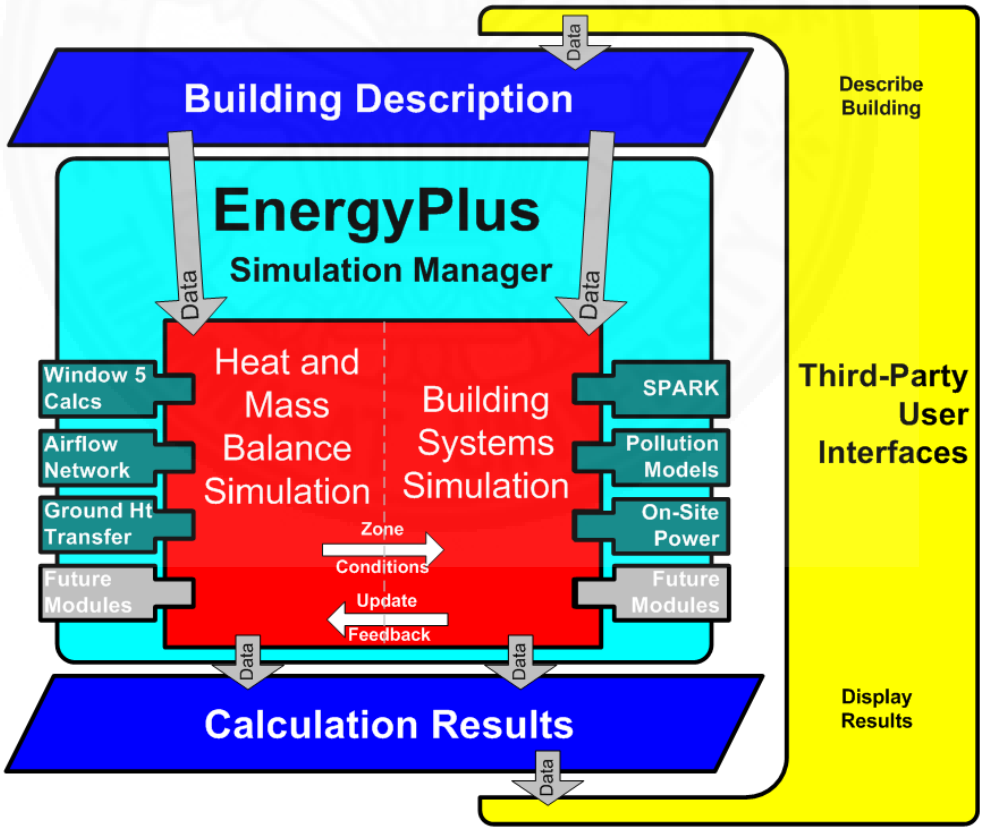
(5) ระบบทำความร้อน (Hot Water System)

(6) การใช้พลังงานรวมของอาคาร (Whole Building Energy)

2.4.2 EnergyPlus version 8.0 & OpenStudio Plug-in Program

กระทรวงพลังงาน (2558) ได้อธิบายถึง EnergyPlus version 8.0 และ OpenStudio Plug-in Program ไว้ว่าเป็นโปรแกรมที่พัฒนามาจาก DOE2 และ BLAST ช่วยในการวิเคราะห์ค่าพลังงานต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในอาคาร โดยจะใช้ข้อมูลด้านลักษณะทางกายภาพของตัวอาคาร สภาพภูมิศาสตร์ สภาพอากาศ และระบบต่าง ๆ ในอาคาร โดยโปรแกรมสามารถวิเคราะห์หาปริมาณพลังงานที่ต้องการในการทำความเย็น เพื่อให้คงสภาพที่เหมาะสมกับคนภายในอาคาร และสามารถกำหนดเงื่อนไขให้แกระบบได้เช่น การทำความร้อน การทำความเย็น หรือการถ่ายเทอากาศ

ลักษณะของโปรแกรม EnergyPlus ต้องใช้ร่วมกับโปรแกรม Google SketchUp โดยใช้ OpenStudio Plug-in Program ในการขึ้นแบบจำลอง ซึ่งโปรแกรมพัฒนาโดย National Renewable Energy Laboratory (NREL)



ภาพที่ 2.1 แสดงการทำงานของโปรแกรม EnergyPlus

หมายเหตุ. http://bigladdersoftware.com/training/#energyplus-for-practitioners

2.4.2.1 งานวิจัยที่ใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์

(1) พงษ์พิชญ์ จงศุภางครัตน์ (2554) ได้ศึกษาการพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่มีลักษณะสองชั้น โดยเลือกอาคารสำนักงานพื้นที่ไม่เกิน 10,000 ตารางเมตร และหลังคาเป็นโครงสร้าง คสล. ที่หนาไม่เกิน 10 เซนติเมตร WWR 50% เปิดเครื่องปรับอากาศระบบ VAV (Variable Air Volume) วันจันทร์-ศุกร์ 8.00-17.00 คำนวณการบังเงาและการใช้พลังงานด้วยการจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม Ecotect Analysis 2011 และโปรแกรม VisualDOE 4.0 พบว่าการเพิ่มหลังคาที่มีลักษณะสองชั้นในอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (RTTV) สูงจะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารได้มากกว่า

(2) รุ่งโรจน์ เมธชนัน (2556) ได้ศึกษาสมรรถนะของการออกแบบเปลือกอาคารด้วยวัสดุ PTFE สำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น เพื่อศึกษาแนวโน้มการใช้พลังงานของอาคารเมื่อมีการปรับเปลี่ยนอัตราส่วนระหว่างความยาวของ วัสดุที่ติดตั้งกับระยะทีโค้ง ตำแหน่งของความโค้ง ทิศทางการโค้งเข้าและออกของวัสดุ ทิศทางของ เปลือกอาคาร โดยแบ่งเป็น 2 ช่วงการศึกษา ได้ดังนี้ ช่วงที่ 1 เป็นการศึกษารูปแบบความโค้งของวัสดุ PTFE ซึ่งช่วงเวลาที่ใช้ในการทดสอบ คือ 08.00 - 17.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากดวงอาทิตย์ทั้งในด้านปริมาณรังสีความร้อนและแสงธรรมชาติในอาคาร กำหนดให้สภาพท้องฟ้าสำหรับการทดสอบเป็นแบบมีเมฆปกคลุมบางส่วน และเลือกใช้ข้อมูลสภาพอากาศกรุงเทพ มหานครในการประมวลผล โดยใช้วิธีการจำลองผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้แก่ Rhinoceros 4.0 (Plug-ins: Rhino_Membrane), Ecotect Analysis 2010 และ DIALux 4.10 รวมทั้งหมด 212 กรณีช่วงที่ 2 เป็นการทดสอบวัดจริงจากการคัดเลือกรูปแบบความโค้งของวัสดุ PTFE ที่มีประสิทธิภาพการป้องกันรังสีดวงอาทิตย์ได้ดีที่สุดในการทดลองเปรียบเทียบกับรูปแบบตั้งตรง และนำผลมาวิเคราะห์ดูแนวโน้มควบคู่กับการจำลองผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

(3) ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน (2556) ได้ทำการศึกษาการพัฒนารูปแบบทางสถาปัตยกรรมบ้านเดี่ยวขนาดย่อมแบบเปิดคอร์ทโล่งสำหรับกรุงเทพมหานคร โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบ้านเดี่ยวขนาดย่อมแบบเปิดคอร์ทโล่งในมิติทางสังคมและสภาพแวดล้อม โดยทำการวิเคราะห์โครงการใน 2 ประเด็นหลักได้แก่

1. ทดสอบระดับความเป็นส่วนตัวและการมีปฏิสัมพันธ์ในแต่ละพื้นที่ด้วยเทคนิค Space Syntax

2. ทดสอบประสิทธิภาพด้านการประหยัดพลังงาน ตั้งแต่การระบายอากาศโดยวิธีการธรรมชาติด้วยโปรแกรมคำนวณพลศาสตร์ของไหล (Computational Fluid Dynamics: CFD) ไปจนถึงการป้องกันความร้อนและการได้รับแสงธรรมชาติด้วยวิธีการจำลองโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Ecotect)

จากการศึกษาพบว่าผังอาคารแบบเปิดคอร์ทโล่งส่งเสริมให้เกิดพื้นที่ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของสมาชิกในครอบครัว และยังส่งผลดีต่อการประหยัดพลังงานในอาคารด้วยการระบายอากาศด้วยวิธีธรรมชาติ การป้องกันความร้อน และการได้รับแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารในระดับแตกต่างกันตามแต่ปัจจัยสำคัญ

2.5 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ามีปัจจัยและเครื่องมือหลายประการที่ใช้วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนและเปรียบเทียบผลจากการวิเคราะห์เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการตลอดอายุการใช้งาน โดยส่วนมาในงานวิจัยหรือการศึกษาความเป็นไปได้ทางการลงทุนนิยมใช้เครื่องมือดังต่อไปนี้เพื่อชี้วัดความคุ้มคาในการลงทุน

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

งวดเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

ค่าตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI)

2.5.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ(Net Present Value: NPV) คือ มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่ายหักจากกระแสเงินสดรับ หรือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลการประหยัดต้นทุนพลังงานในรูปตัวเงินที่คาดว่าจะได้รับในแต่ละปีตลอดอายุของโครงการ กับมูลค่าปัจจุบันของเงินที่จ่ายออกไปภายใต้โครงการที่กำลังพิจารณา ณ อัตราลดค่า (discount rate) หรือค่าของทุน (cost of capital) การคำนวณหามูลค่าปัจจุบันสุทธิจะต้องทราบข้อมูลดังนี้

(1) กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ

(2) กระแสเงินสดรับสุทธิรายปีตลอดอายุโครงการ

(3) ระยะเวลาของโครงการ

(4) อัตราลดค่าหรือค่าของทุนของธุรกิจ

จากสูตร

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} - I_0$$

เมื่อ

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t

t = ปี

n = อายุของโครงการ (ปี)

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

i = อัตราลดค่า (discount rate)

หรือ

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

เมื่อ

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

n = อายุของโครงการ (ปี)

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

t = ปี

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

i = อัตราลดค่า (discount rate)

ค่าของทุนที่ใช้เป็นอัตราลดค่า (discount rate) จะมีค่าเดียวกันตลอดอายุโครงการ และขึ้นอยู่กับอัตราดอกเบี้ยของตลาดที่ผู้ลงทุนเผชิญอยู่ ซึ่งค่าที่เป็น base case อย่างน้อยควรมีค่าของทุนเท่ากับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ผู้ลงทุนได้รับ

ในการเลือกโครงการ ค่า NPV จะแสดงให้เห็นว่าโครงการที่กาลังพิจารณามีมูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนเป็นมูลค่าเท่าไรเมื่อสิ้นสุดโครงการถ้า NPV มีค่าติดลบหมายความว่ามูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนมีค่าน้อยกว่ามูลค่าปัจจุบันของต้นทุนนั่นคือผลตอบแทนน้อยเกินไปไม่คุ้มกับต้นทุน ก็ควรจะไปลงทุนในโครงการอื่นที่ดีกว่า แต่ถ้า NPV เท่ากับศูนย์หรือมากกว่าศูนย์ก็ถือว่าเป็นโครงการที่ลงทุนได้ ดังนั้นสรุปหลักเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับมูลค่าปัจจุบันสุทธิได้ดังนี้

(1) มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์

NPV > 0 หมายความว่า คุ้มค่าแก่การลงทุน

(2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าน้อยกว่าศูนย์

NPV < 0 หมายความว่า ไม่สมควรลงทุน

(3) มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับศูนย์

NPV = 0 หมายความว่า เท่าทุน

อย่างไรก็ตามการใช้ NPV เพียงอย่างเดียวอาจทำให้มีข้อจำกัดในการตัดสินใจเลือกโครงการได้ ดังนั้นการตัดสินใจให้การสนับสนุนควรจะต้องนำเครื่องมืออื่นมาประกอบการพิจารณาควบคู่ไปกับการใช้ค่า NPV ซึ่งมีข้อจำกัดคือบอกเพียงว่าโครงการจะสามารถทำกำไรได้หรือไม่ ถ้าได้จะได้มากน้อยเพียงใด โดยการวิเคราะห์โครงการจะกำหนดอัตราส่วนลด (discount rate) ลงไปในสูตร NPV แต่หลักเกณฑ์ NPV ไม่สามารถบอกได้ว่าโครงการที่พิจารณาจะคืนทุนในอัตราเท่าใด

2.5.2 อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) คืออัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทน (NPV) มีค่าเท่ากับศูนย์ หรืออัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะต้องจ่ายในการลงทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดที่คาดว่าจะได้รับจากการดำเนินการประหยัดพลังงานตลอดอายุโครงการ อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการจะต้องทราบข้อมูลดังนี้

(1) กระแสเงินสดจ่ายลงทุนสุทธิ

(2) กระแสเงินสดรับสุทธิรายปีตลอดอายุโครงการ

(3) ระยะเวลาของโครงการ

จากสูตร

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t - C_t}{(1+IRR)^t} - I_0$$

เมื่อ

B_t = ผลตอบแทนในปีที่ t

C_t = ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายในปีที่ t

t = ปี

n = อายุของโครงการ (ปี)

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

IRR = อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return)

หรือ

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

เมื่อ

n = อายุของโครงการ (ปี)

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

t = ปี

I_0 = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ (total investment)

IRR = อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return)

โดยทั่วไปการคำนวณหาค่าอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) ก็คืออัตราลดค่า (discount rate) ที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุนกับมูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนหรือ NPV มีค่าเท่ากับศูนย์ ถ้านำค่าของ IRR มาเปรียบเทียบกับค่าของอัตราลดค่า (discount rate) ที่โครงการเลือกใช้ (i) ก็จะสามารถใช้เป็นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจในการเลือกการลงทุนได้ ดังนั้นหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจสำหรับประเมินค่า IRR สามารถสรุปดังนี้

(1) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่ามากกว่าอัตราลดค่าที่โครงการเลือกใช้ IRR > i หมายความว่า คุ้มค่าแก่การลงทุนและยอมรับข้อเสนอโครงการ

(2) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าน้อยกว่าอัตราลดค่าที่โครงการเลือกใช้ IRR < i หมายความว่า ไม่คุ้มค่าแก่การลงทุนและปฏิเสธข้อเสนอโครงการ

(3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการมีค่าเท่ากับอัตราลดค่าที่โครงการเลือกใช้ IRR = i หมายความว่า เสมอตัวจะยอมรับหรือปฏิเสธข้อเสนอโครงการก็ได้

2.5.3 งวดเวลาคืนทุน (Payback Period: PB)

งวดเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) คือระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนจากโครงการที่ลงทุนเท่ากับเงินลงทุนสุทธิตอนเริ่มโครงการ การหางวดเวลาคืนทุนสามารถทำได้ 2 วิธีโดย Static Method ใช้ในกรณีที่ผลตอบแทนจากการลงทุนเท่ากันทุกปี และ Dynamic Method ใช้ในกรณีที่ผลตอบแทนในการลงทุนในแต่ละปีไม่เท่ากันคือ

Static Method

$$\text{งวดเวลาคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุนสุทธิ}}{\text{ผลตอบแทนจากการลงทุนต่อปี}}$$

Dynamic Method

$$\text{งวดเวลาคืนทุน} = \text{จำนวนปีที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันมีค่าเท่ากับหรือมากกว่าศูนย์}$$

โดยค่าที่ได้จากสองวิธีจะมีความแตกต่างกันโดยค่าที่ได้จาก Static Method จะมีระยะเวลาที่สั้นกว่าค่าที่ได้จาก Dynamic Method เนื่องจากคำนวณแบบ Dynamic Method จะใช้ค่าที่มีการคิดอัตราลดค่า (discount rate) ในการคำนวณซึ่งหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจถ้าโครงการที่มีค่า IRR และ NPV ที่ใกล้เคียงกันควรเลือกโครงการที่มีงวดเวลาคืนทุนเร็วที่สุดเนื่องจากจะทำให้ได้รับความเสี่ยงจากเวลาการลงทุนน้อยที่สุด

2.5.4 อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุน (Return on Investment: ROI)

อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุน (Return on Investment: ROI) คืออัตราผลตอบแทนเงินลงทุนรวม เป็นดัชนีชี้วัดที่ใช้วัดศักยภาพของโครงการหรือการลงทุน ในการทำกำไรต่อการลงทุน ผลลัพธ์ที่ออกมาจะต้องแปลงค่าเป็นร้อยละจึงจะสามารถนำผลลัพธ์ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือค่าเฉลี่ยในอุตสาหกรรมของธุรกิจนั้นๆ อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุนจะต้องทราบข้อมูลดังต่อไปนี้

(1) เงินลงทุนรวมของโครงการ

(2) กำไรจากการลงทุนสุทธิ

จากสูตร

$$ROI = \frac{\text{กำไรจากการลงทุน} - \text{เงินลงทุนรวม}}{\text{เงินลงทุนรวม}}$$

หรือ

$$ROI_{ES} = \frac{\text{ผลต่างจากการประหยัดพลังงาน} - \text{เงินลงทุนส่วนเพิ่ม}}{\text{เงินลงทุนส่วนเพิ่ม}}$$

เมื่อ

ROI = อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุน

ROI_{ES} = อัตราส่วนตอบแทนจากการประหยัดพลังงานต่อเงินลงทุนส่วนเพิ่ม

โดยค่าที่ได้จะต้องนำมาแปลงเป็นร้อยละก่อนที่จะนำมาใช้พิจารณาหรือเปรียบเทียบซึ่งหลักเกณฑ์ในการพิจารณาและเปรียบเทียบถ้าโครงการใดที่มีค่า ROI มากกว่าก็ควรพิจารณาตัดสินใจในโครงการนั้น ๆ เพราะมีแนวโน้มการลงทุนที่ได้ผลตอบแทนที่มากกว่า

2.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื่องจากงานวิจัยชิ้นนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนเกี่ยวกับอาคารประหยัดพลังงาน ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาในด้านของความคุ้มค่าและด้านการประหยัดพลังงานเพื่อที่จะได้ทราบถึงกระบวนการ แนวความคิด ระเบียบวิธี ขั้นตอน และเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยทางผู้วิจัยจึงได้แบ่งการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องออกเป็นสองด้านคือ ด้านการศึกษาความเป็นไปได้ และด้านการออกแบบอาคารประหยัดพลังงาน

2.6.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้

2.6.1.1 ประภาศิลป์ อเนกสุวรรณมณี (2555) ได้ทำการศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานกองดุริยางค์ทหารบก มีวัตถุประสงค์หลักของการวิจัยเพื่อศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่าย รายได้ และวิเคราะห์เปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายในการจัดทำโครงการ เป็นการนำแนวคิดของการตัดสินใจลงทุนโดยการนำต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายและผลตอบแทนที่เกิดขึ้นในปีต่า ๆ ในอนาคตของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้ามารวมกัน เพื่อเปรียบเทียบกัน แบบที่คำนึงถึงมูลค่าของเงินในอนาคตเป็นการวิเคราะห์เชิงปริมาณทางการเงินมาวิเคราะห์ เพื่อประเมินหลักเกณฑ์การตัดสินใจ 3 ประการคือ NPV BCR และ IRR โดยคำนึงถึงการประหยัดพลังงานเพื่อให้เข้ากับภาวะโลกร้อน โดยได้กำหนดใช้หลอดประหยัดไฟเป็นหลอดประหยัดไฟแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์ เบอร์ 5 หรือ T5 ใช้กำลังไฟเพียง 28 watt แต่ให้ความสว่างมากกว่าหลอดผอมT8 36watt ในจำนวนหลอดที่ต้องการ 4,000 หลอด

(1) ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) กรณีฐานซึ่งคือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการกรณีฐาน (= 0) กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนในการคำนวณ NPV กำหนดให้อัตราคิดลดเท่ากับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ผลการคำนวณปรากฏว่า NPV ของการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้ากองดุริยางค์ทหารบกกรณีฐานมีค่าเท่ากับ -12,604,704.05 บาท

(2) ผลการคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) กรณีการเปลี่ยนหลอดไฟซึ่งคือผลต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการกรณีมีโครงการ (= 0) กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุ กรณีมีโครงการโดยในการคำนวณ NPV กำหนดให้อัตราคิดลดเท่ากับอัตราดอกเบี้ยร้อยละ 8 ผลการคำนวณปรากฏว่า NPV ของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานกองดุริยางค์ทหารบก กรณีมีโครงการ มีค่าเท่ากับ -9,832,475.46 บาท

(3) ผลการศึกษาพบว่า NPV ของการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้ากองดุริยางค์ทหารบกกรณีฐานคือไม่มีโครงการมีค่าเท่ากับ -12,604,704.05 บาท หมายความว่ากองดุริยางค์ทหารบกจะมีค่าใช้จ่ายเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 12,604,704.05 บาท ทั้งนี้หากมีโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าซึ่งจะประหยัดไฟฟ้าได้เท่ากับร้อยละ 28 พบว่า NPV จะเท่ากับ -9,832,475.46บาท หมายความว่ากองดุริยางค์ทหารบกจะมีค่าใช้จ่ายเป็นค่าไฟฟ้าลดลงเหลือ เท่ากับ 9,832,475.46 บาท และแม้ว่าโครงการเกิดการประหยัดเพียงร้อยละ 15 ก็ยังพบว่าค่า NPV จะมีค่าเท่ากับ -10,173,230.74 บาท หมายความว่ากองดุริยางค์ทหารบกก็ยังจะมีค่าใช้จ่ายเป็นค่าไฟฟ้าลดลงเหลือเท่ากับ 10,173,230.74 บาท

2.6.1.2 พลวุฒิ ไชยนุวัติ (2556) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ของอาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน (FAR BONUS) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าการใช้พลังงานของอาคารต่อมาตรการการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน และทำการวิเคราะห์หาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์จากปัจจัยทางด้านการลงทุนและค่าการประหยัดพลังงานของอาคาร ตามข้อกำหนดให้ใช้บังคับผังเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2556 และเกณฑ์การประเมินที่จัดทำโดยสถาบันอาคารเขียวไทย (TREES) โดยการคัดเลือกอาคารที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านตามมาตรฐานให้เป็นอาคารอ้างอิงเพื่อใช้จำลองสภาพการใช้งานและหาค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยโปรแกรม Visual DOE

(1) ผลจากการวิจัยพบว่าอาคารสำนักงานทางเลือกซึ่งใช้แผ่นอลูมิเนียมสำเร็จรูปร่วมกับกระจกลามิเนต Low-E ที่มีค่า SHGCเท่ากับ 0.39 และหลอดหลอดไฟ T5 ซึ่งจะได้ FAR BONUS เท่ากับร้อยละ 5 จะมีค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 230 KWh/m2.yr ประหยัดร้อยละ 5.2 ทั้งนี้หากเปลี่ยนเป็นกระจกอินซูเลท Low-E ที่มีค่า SHGC เท่ากับ 0.22 หลอดไฟชนิด LED ซึ่งทำให้ได้ FAR BONUS เท่ากับร้อยละ 20 จะให้ค่าการใช้พลังงาน 182 KWh/m2.yr ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 25.2 ในลักษณะเดียวกับห้างสรรพสินค้าทางเลือกซึ่งใช้แผ่นอลูมิเนียมสาเร็จรูปร่วมกับกระจกลามิเนต Low-E ที่มีค่า SHGC เท่ากับ 0.39 และหลอดไฟ T8 ซึ่งได้ FAR BONUS เท่ากับร้อยละ 5 จะมีค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 288 KWh/m2.yr ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 9.8 หากเปลี่ยนเป็นกระจกอินซูเลท Low-E ที่มีค่า SHGC เท่ากับ 0.22 หลอดไฟ LED และการได้รับคะแนนจากการวิเคราะห์ตามเกณฑ์อาคารเขียว โดย FAR BONUS เท่ากับร้อยละ 20 จะมีค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 219 KWh/m2.yr ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 31.5 โดยอาคารที่ประหยัดพลังงานมากหรือได้ FAR BONUS มากจะมีค่าก่อสร้างสูงกว่าอาคารประหยัดพลังงานน้อยหรือได้รับ FAR BONUS น้อย ซึ่งผลจากการวิจัยยังพบว่าอัตราค่าเช่าพื้นที่เป็นปัจจัยสาคัญต่อการวิเคราะห์ผลประโยชน์ทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้รับจาก FAR BONUS ทั้งนี้หากกาหนดให้ค่าเช่าพื้นที่เพิ่มขึ้นเท่ากันโดยไม่คำนึงถึงระดับของการ

ประหยัดพลังงานอาคารประหยัดพลังงานระดับที่ 1 จะให้ค่า NPV และ IRR มากกว่าอาคารระดับที่สูงซึ่งได้รับ FAR BONUS มากกว่าในทางกลับกันหากพิจารณาให้ค่าเช่าสามารถปรับเพิ่มขึ้นได้ตามระดับอาคารประหยัดพลังงานโดยกำหนดให้อาคารระดับ 1 2 3 และ 4 ได้ค่าเช่าเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 5 10 15 และ 20 ตามลำดับจะพบว่าทั้งอาคารสำนักงานและห้างสรรพสินค้าที่ได้ประเมินเป็นอาคารระดับที่ 4 จะให้ค่า NPV ที่สูงที่สุดอย่างไรก็ตามหากอาคารประหยัดพลังงานดังกล่าวไม่ได้ค่าเช่าในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากเดิมค่า NPV ที่วิเคราะห์ได้จะมีค่าน้อยกว่าศูนย์ซึ่งหมายถึงการเป็นทางเลือกที่ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนผลจากการศึกษานี้สามารถนาไปใช้เป็นปัจจัยในการพิจารณาถึงผลประโยชน์ความคุ้มค่าและแนวทางในการลงทุนก่อสร้างอาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับการส่งเสริมการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน

2.6.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน

2.6.2.1 ยุทธนา ทองท้วม วรางคณา จวงจันดี และ เศรษฐพงศ์ เศรษฐบุปผา (2555) ได้ทำการศึกษาความคุ้มค่าของการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานผสานระบบพลังงานทดแทน กรณีศึกษาอาคารสำนักงานโครงการศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน (Cost Efficiency of Energy Conservation Building Integrated with Renewable Energy System: A Case Study of Office Area, Renewable Energy Learning Center) ได้ทำการเปรียบเทียบในเชิงเศรษฐศาสตร์กรณีที่มีการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานพลังงาน อาคารประหยัดพลังงานที่ผสานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ และอาคารประหยัดพลังงานที่ผสานระบบปรับอากาศพลังงานแสงอาทิตย์โดยการใช้โปรแกรม OTTVEE คำนวณค่าภาระปรับอากาศ และทำการเก็บข้อมูลภาคสนามเพื่อหาค่าประสิทธิภาพ พบว่าการออกแบบที่ติดตั้งแผงกันแดดที่ผสานระบบเซลล์แสงอาทิตย์มีความคุ้มค่าที่สุด

2.6.2.2 ภานุพงษ์ ญาณเวทย์สกุล (2556) ได้ทำการศึกษาและวิจัยแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคาร มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเกณฑ์การประเมินค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านเปลือกอาคารในส่วนของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานโดยใช้อาคารที่ทำการกรมโยธาธิการและผังเมืองถนนพระราม 6 เป็นอาคารกรณีศึกษา การศึกษาวิจัยจะประกอบด้วย การสร้างอาคารอ้างอิงด้วยการจำลองในโปรแกรม Visual DOE 4.1 โดยปรับปรุงอาคารสำนักงานอ้างอิงให้มีความสอดคล้องกับอาคารสำนักงานราชการ การใช้วิธีการทางสถิติเพื่อหาค่าเฉลี่ยหลายกลุ่มแบบพาราเมตริก (Parameterization) สัมประสิทธิ์ในสมการการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารตามกฎกระทรวงกระทรวงพลังงาน พ.ศ. 2552 การหาแนวทางการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคารให้สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ร้อยละ 10 จากฐานการใช้พลังงานเฉลี่ย

ของอาคารราชการ ผลการวิจัยเสนอสมการการคำนวณค่า OTTV ของอาคารสำนักงานราชการ ขนาดใหญ่พิเศษอ้างอิงเรียกว่า OTTV ราชการ แบ่งเป็น 2 สมการตามทิศทางของอาคาร ค่า OTTV ราชการอาคารในทิศทาง A (หันด้านยาวของอาคารไปทิศเหนือและใต้) เท่ากับ 32.525 W/m2 และค่า OTTV ราชการอาคารในทิศทาง B, C และ D (หันด้านยาวของอาคารไปทิศทางอื่น) เท่ากับ 22.469 W/m2 ค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ในสมการทิศทาง A ได้แก่ TDeq ΔT และ ESR เท่ากับ 6.054, 3.375, 44.2 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของสัมประสิทธิ์ในสมการทิศทาง B C และ D ได้แก่ TDeq ΔT และ ESR เท่ากับ 6.337 3.496 และ 61.85 ตามลำดับ อาคารอ้างอิงใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 112.94 kWh/m2-year

2.6.2.3 ปรัชญา ปัตถาวงศ์ และ วิทยา ยงเจริญ (2557) ได้ทำการศึกษาและวิจัยกรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงานโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยปรับปรุงค่าการถ่ายเทความร้อนของกรอบอาคารและหลังคาในอาคารชุดที่ก่อสร้างก่อนการประกาศใช้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 โดยมีอาคารชุดจำนวนมากที่มีค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารไม่ผ่านมาตรฐานพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน การศึกษาใช้การสำรวจตัวอย่างอาคารชุดอ้างอิงประเภทไม่เกิน 8 ชั้น จำนวน 5 อาคาร โดยนำรายละเอียดจากแบบพิมพ์เขียวอาคารชุดตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารและค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยโปรแกรม Building Energy Code (BEC) v.1.0.5 พบว่ามีจำนวน 5 อาคารไม่ผ่านค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคา จึงได้เสนอแนวทางการปรับปรุงกรอบอาคารเพื่อลดค่าความร้อนของกรอบอาคาร และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าในอาคารให้ดีขึ้นโดยแบ่งการปรับปรุงกรอบอาคารเป็น 2 ส่วน

(1) ส่วนของผนังซึ่งการปรับปรุงผนังจะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดในส่วนของผนังโปร่งแสง โดยจะเลือกใช้อุปกรณ์บังแดดลักษณะแนวนอนและแนวตั้ง ยื่นออกจากผนังที่ระยะ 40 เซนติเมตร (S40) 80 เซนติเมตร (S80) และแบบระแนง (STT) ส่วนผนังทึบจะเลือกใช้ฉนวนโพลีเอทธีลีนที่มีความหนาที่ 5 มิลลิเมตร (W5) และ10 มิลลิเมตร (W10)

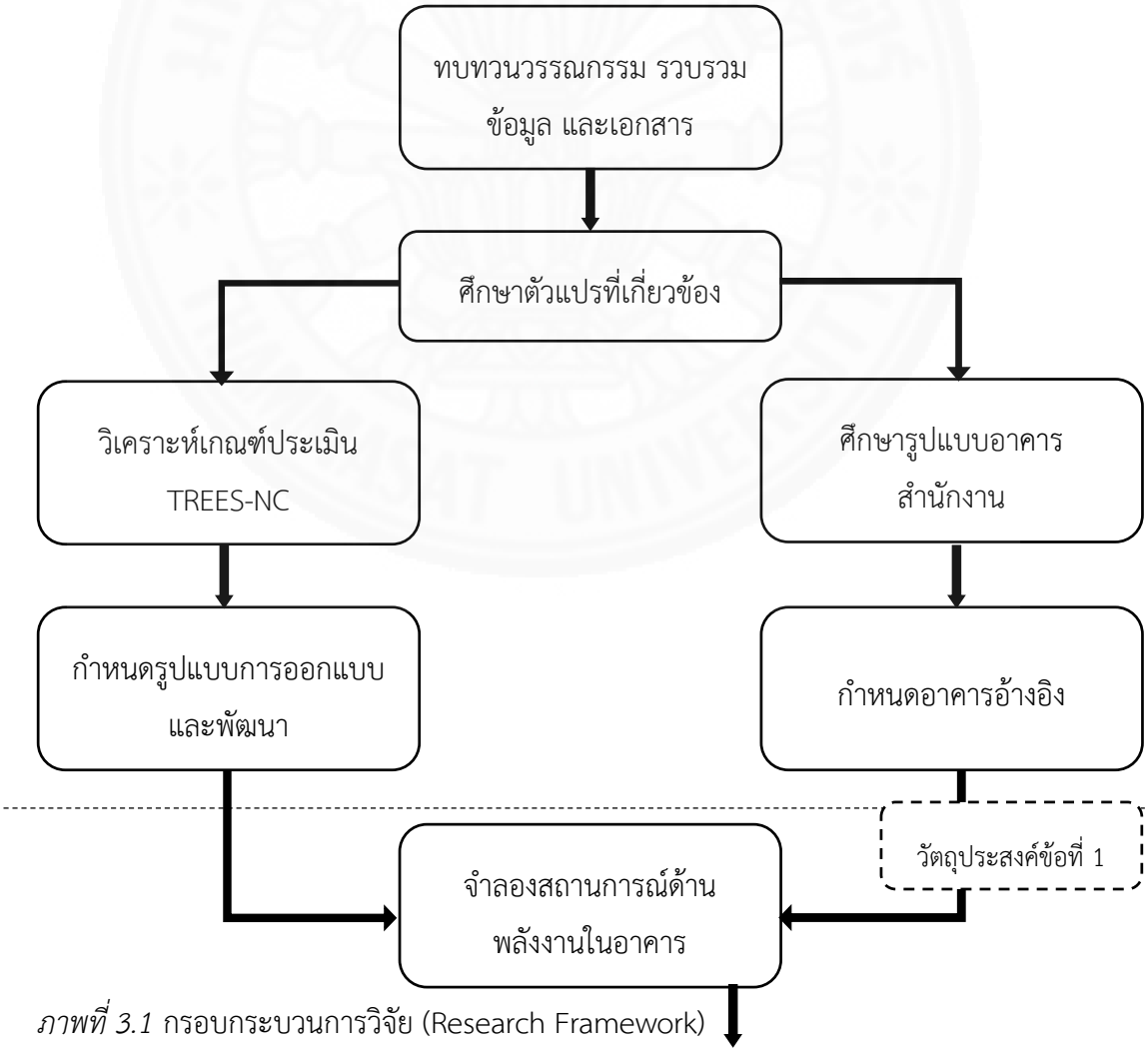
(2) ส่วนของหลังคาซึ่งปรับปรุงโดยใช้ฉนวนกันความร้อนที่มีความหนา 5 มิลลิเมตร (R5) ติดตั้งบนฝ้าเพดานรวมทั้งสิน 6 แนวทาง ผลการทดลองอาคารชุดตัวอย่างจากโปรแกรม พบว่ามี 4 แนวทางที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานค่าความร้อนกรอบอาคารคือ S80W5R5 STTW5R5 S80W10R5 และ STTW10R5 ในด้านของการประหยัดพลังงานแนวทาง STTW10R5 สามารถประหยัดพลังงานได้สูงที่สุดโดยมีผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารเฉลี่ยเท่ากับ 77,563 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ส่วนด้านความคุ้มทุนทางการเงินแนวทาง STTW5R5 มีระยะเวลาคุ้มทุนเฉลี่ยเร็วที่สุดเท่ากับ 2.75 ปี

2.7 สรุปแนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

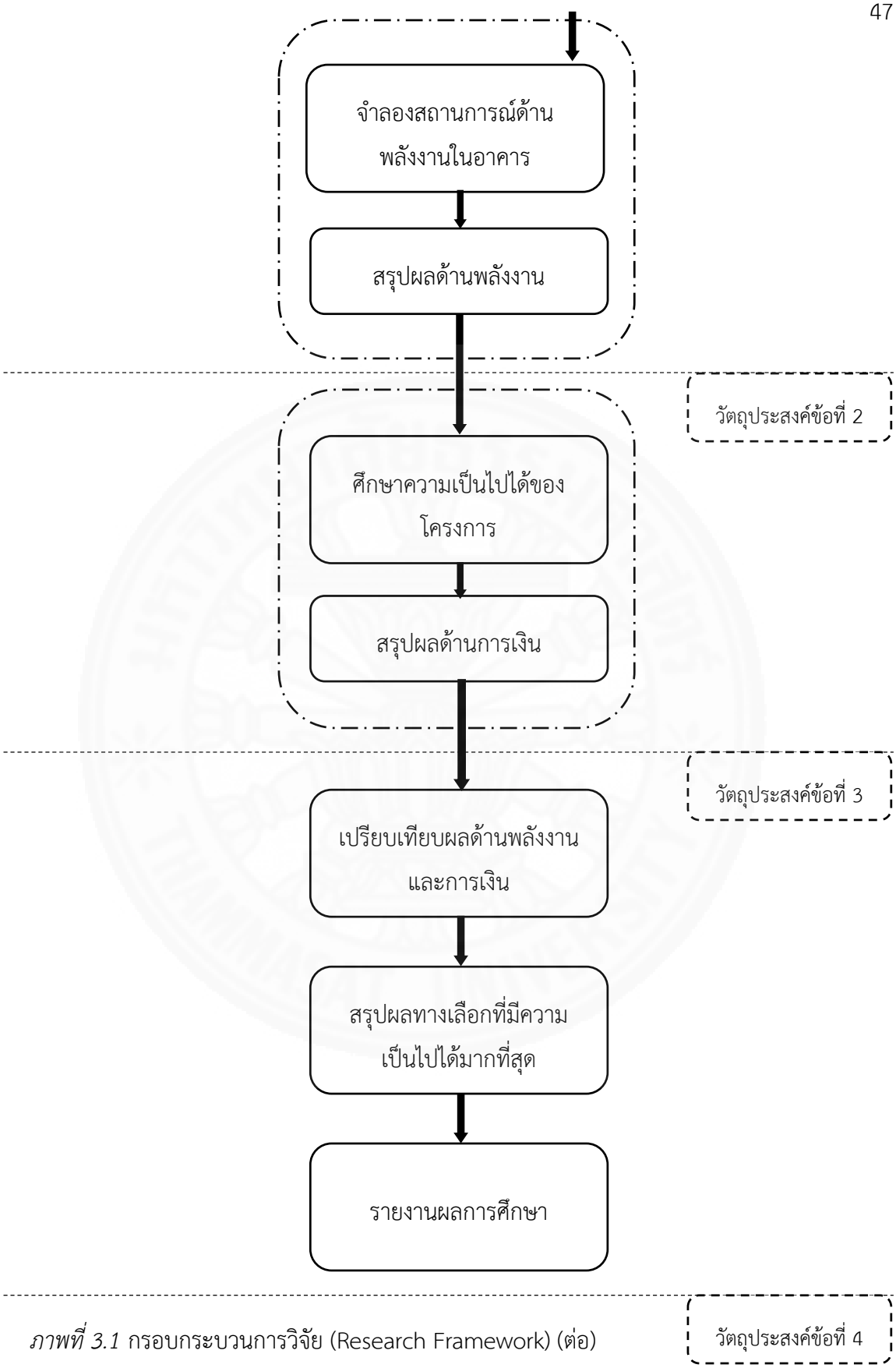
จากการทบทวนวรรณกรรมในบทที่ 2 ผู้วิจัยได้รับรู้ถึงแนวคิด กระบวนการ เครื่องมือและความหมายต่างๆ ซึ่งมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับการวิจัย ได้แก่อาคารคุณสมบัติของอาคารสำนักงานในประเทศไทย แนวคิดเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ผู้ที่เกี่ยวข้องกับเกณฑ์การประเมิน รวมถึงวิธีการในการศึกษาความเป็นไปได้ที่แสดงถึงตัวชี้วัดเพื่อใช้ในการพิจารณาโครงการ กระบวนการหาค่าความแตกต่างทางพลังงาน ผลประโยชน์ที่ได้จากอาคารอนุรักษ์พลังงานรวมถึงทัศนคติของคนแต่ละชนชาติที่มีต่ออาคารอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของโลกในการลงทุนเกี่ยวกับอาคารอนุรักษ์พลังงาน และผลที่ได้รับการตอบแทนจากการลงทุนในอาคารอนุรักษ์พลังงาน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวคิด กระบวนการและเครื่องมือที่เกี่ยวข้องมาใช้ออกแบบการวิจัย ซึ่งจะนำเสนอต่อไปในวิธีการวิจัยในบทที่ 3 และนำเสนอผลการวิจัยและบทสรุปของการวิจัยในบทที่ 4 และ 5 ต่อไป

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคารโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (simulation) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา โดยยึดตัวแปรจากเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) และนำมาทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยอ้างอิงการเพิ่มขึ้นของมูลค่าทางการตลาดจากเอกสาร จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาประเมินผลและจัดทำข้อเสนอ เพื่อเสนอแนวทางการลงทุนในอาคารเขียวที่เข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย เป็นการส่งเสริมให้ผู้ลงทุนเลือกพิจารณาลงทุนในอาคารเขียวที่เหมาะสมและมีความเป็นไปได้มากที่สุดโดยมีกรอบกระบวนการวิจัย (Research Framework) ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3.1 กรอบกระบวนการวิจัย (Research Framework)



ภาพที่ 3.1 กรอบกระบวนการวิจัย (Research Framework) (ต่อ)

3.1 การศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องและเครื่องมือ

การศึกษานั้นเริ่มต้นด้วยการทบทวนวรรณกรรม ศึกษาจากงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับเกณฑ์ประเมิน TREES-NC การศึกษาความเป็นไปได้ และการศึกษาด้านอาคารอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ทราบถึงแนวคิด เครื่องมือ และกระบวนการในการวิจัยแต่ละด้านเพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ โดยสามารถแบ่งได้ดังนี้

3.1.1 การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

จากการทบทวนวรรณกรรมสามารถสรุปได้เบื้องต้นถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจเลือกหัวข้อในการทำคะแนนของเกณฑ์ประเมิน TREES-NC เพื่อให้สามารถทำคะแนนในแต่ละระดับขั้นของเกณฑ์ประเมิน

(1) ความแตกต่างของเงินลงทุนในส่วนเพิ่มเติม ทั้งในส่วนของการทำคะแนนในแต่ละหัวข้อ ส่วนของการจ้างที่ปรึกษาและผู้ประเมิน

(2) ความแตกต่างด้านพลังงานหรือความคุ้มค่าต่อเงินลงทุนในส่วนเพิ่มเติมเป็นปัจจัยในการตัดสินใจเลือกทำคะแนนว่าควรอยู่ที่ระดับขั้นใด

(3) ความสามารถของศักยภาพโครงการในการทำคะแนนในแต่ละหัวข้อ

โดยการศึกษาตัวแปรนี้จะทำการศึกษาเพิ่มเติมถึงปัจจัยที่ส่งผลในแต่ละหัวข้อการทำคะแนน ประมาณการเพิ่มขึ้นของเงินลงทุนในส่วนเพิ่มเติม ประมาณการความแตกต่างด้านพลังงานความรับผิดชอบของผู้ดำเนินการ เพื่อที่ระบุให้ได้ถึงปัจจัยที่ส่งผลและนำมาวิเคราะห์เพื่อจัดทำเป็นแนวทางในการออกแบบในเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ซึ่งจะกล่าวต่อไปใน 3.2

3.1.2 การศึกษารูปแบบอาคารสำนักงานในประเทศไทย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการสร้างหรือเลือกใช้อาคารอ้างอิง (Baseline) ในการอนุรักษ์พลังงานอาจจะไม่สมเหตุสมผลกับอาคารที่มีอยู่ในปัจจุบันที่เป็นอาคารเพื่อให้เช่าพื้นที่ ซึ่งอาจส่งผลให้งานวิจัยมีความคลาดเคลื่อนของผล ฉะนั้นการศึกษารูปแบบอาคารจะรวบรวมข้อมูลอาคารที่ให้เช่าพื้นที่ในตลาด เพื่อที่จะสามารถกำหนดอาคารอ้างอิง (Baseline) ที่มีต้นทุนค่าก่อสร้าง อัตราค่าเช่าเฉลี่ย ขนาดพื้นที่ของแต่ละชั้น รูปแบบการดำเนินการ รวมถึงค่าการตลาด ที่จะใช้เป็นอาคารอ้างอิงในงานวิจัยต่อไป โดยมีข้อกำหนดในการพิจารณาอาคารดังนี้

(1) เป็นอาคารสำนักงานในระดับเอ ตามมาตรฐานของ BOMA

(2) มีขนาดพื้นที่ให้เช่ามากกว่า 10,000 ตารางเมตร

(3) เปลือกอาคารมีพื้นที่กระจกมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่เปลือกอาคาร

(4) กำหนดราคาเช่าโดยอ้างอิงจากราคาตลาด โดยใช้อัตราค่าเช่าเฉลี่ยของสำนักงานเกรดเอ ในการกำหนดราคา

(5) กำหนดการวางผังอาคารโดยอิงจากการวางผังอาคารในทิศทางที่ใช้พลังงานมากที่สุด

(6) กำหนดอาคารให้มีความสูงอาคารมากกว่า 20 ชั้นขึ้นไป

(7) กำหนดจำนวนคนที่ใช้อาคารตามมาตรฐานการออกแบบ

และทำการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าอาคารจำนวน 211 อาคารที่มีเงื่อนไขตามข้างต้นและใช้เทคนิคทางสถิติทำการทดสอบค่าผิดปกติ (Outlier) ด้วยวิธีการ Interquartile Range (IQR) (จรัล ทรัพย์เสรี, 2553) ซึ่งถ้าเราแบ่งการกระจายของข้อมูลออกเป็น 4 ส่วน ในแต่ละส่วนจะเรียกว่า ควอไทล์ (quartile) เพราะฉะนั้น First Quartile (Q1) คือ ค่าที่แบ่งข้อมูลร้อยละ 25 Second Quartile (Q2) คือ ค่าที่แบ่งข้อมูลร้อยละ 50 Third Quartile (Q3) คือ ค่าที่แบ่งข้อมูลร้อยละ 75 หลังจากนั้นจะทำการหา IQR สามารถหาค่าได้ตามกระบวนการต่อไปนี้

จากสูตร

$$IQR = Q_3 - Q_1$$
$$Low\ Value = Q_1 - 1.5(IQR)$$
$$High\ Value = Q_3 + 1.5(IQR)$$

จากกระบวนการข้างต้นจะสามารถทราบของค่า Low Value และค่า High Value เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาค่าผิดปกติ โดยหากข้อมูลมีค่าที่น้อยกว่า Low Value และมีค่ามากกว่า High Value จะทำการตัดข้อมูลนั้นออกจากการพิจารณาเนื่องจากเป็นค่าผิดปกติ

หลังจากได้ทำการตัดค่าผิดปกติข้อข้อมูลออกไปแล้วจะทำการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่ได้เพื่อที่จะนำมาเป็นค่าในกำหนดข้อมูลของอาคารอ้างอิงของการศึกษาในลำดับต่อไป

3.1.3 การศึกษาด้านอาคารประหยัดพลังงาน

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องกับอาคารประหยัดพลังงานเพื่อที่ให้ทราบถึงแนวคิด กระบวนการ แนวทางการประหยัดพลังงานในอาคาร ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อพลังงานในอาคาร การสร้างอาคารอ้างอิงทางพลังงาน วัสดุที่ใช้ในอาคารประหยัดพลังงาน รวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยต่าง ๆ เพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์ ปรับใช้กับงานวิจัยชิ้นนี้ และสามารถประมานการค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในอาคาร รวมถึงการเลือกเครื่องมือในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลังงานในอาคารซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

3.1.3.1 ข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อกับการอนุรักษ์พลังงาน

กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ข้อ 3 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (1) ค่าการถ่ายเทเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกของอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศ ในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้ (2) ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารในส่วนที่มีการปรับอากาศในแต่ละประเภทของอาคารต้องมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้ (3) อาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนต้องใช้ ข้อกำหนดของระบบ กรอบอาคารตามลักษณะการใช้ งานของพื้นที่แต่ละส่วนนั้น

ข้อ 4 การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ (1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคารต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้นกำหนด (2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้นี้ ซึ่งจากข้อ 3 และข้อ 4 สามารถแสดงได้ตามตารางที่ 3.1

ข้อ 8 เมื่อมีการใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารให้ยกเว้นการนับรวมการใช้ไฟฟ้าบางส่วน ในอาคารในกรณีที่ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารที่มีการออกแบบเพื่อใช้แสงธรรมชาติเพื่อการส่องสว่าง ภายในอาคารในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร ให้ถือเสมือนว่าการติดตั้งอุปอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างในพื้นที่ตามแนวกรอบอาคารนั้น โดยการออกแบบดังกล่าวต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้ (1) ต้องแสดงอย่างชัดเจนว่ามีการออกแบบสวิตช์ที่สามารถเปิดและปิดอุปกรณ์แสงสว่างที่ใช้กับพื้นที่ตามแนวกรอบอาคาร โดยอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างต้องมีระยะห่างจากกรอบอาคารไม่เกิน 1.5 เท่าของความสูงของหน้าต่างในพื้นที่นั้นและ (2) กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารตาม (1) ต้องมีค่าประสิทธิผลของสัมประสิทธิ์การบังแดด (effective shading coefficient) ไม่น้อย

กว่า 0.3 และอัตราส่วนการส่งผ่านแสงต่อความร้อน (light to solar gain) มากกว่า 1.0 และพื้นที่กระจกหน้าต่างตามแนวกรอบอาคารตาม (1) ต้องไม่น้อยกว่าพื้นที่ผนังทึบ

ตารางที่ 3.1

แสดงค่า OTTV RTTV LPD ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ประเภทอาคาร	OTTV (Watt/m2)	RTTV (Watt/m2)	LPD (Watt/m2)
1.สถานศึกษา สำนักงาน	50	15	14
2.โรงมหรสพ ศูนย์การค้า สถานบริการ ห้างสรรพสินค้า อาคารชุมนุมคน	40	12	18
3.โรงแรม สถานพยาบาล อาคารชุด	30	10	12

หมายเหตุ. พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552

ซึ่งค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกอาคารแต่ละด้าน (Overall thermal transfer value: OTTV) สามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้ (คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน, 2553)

จากสูตร

$$OTTV_{\mathrm{i}} = (\mathrm{U_w})(1 - \mathrm{WWR})\left(\mathrm{TD_{eq}}\right) + (\mathrm{U_f})(\mathrm{WWR})(\Delta \mathrm{T}) + (\mathrm{WWR})(\mathrm{SHGC})(\mathrm{SC})(\mathrm{ESR})$$

เมื่อ

$OTTV_{\mathrm{i}}$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของผนังด้านนอกที่พิจารณา (W/m2)

$\mathrm{U_w}$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังทึบ (W/m2)

WWR = อัตราส่วนพื้นที่ของหน้าต่างผนังโปร่งแสง และหรือของผนังโปร่งแสงต่อพื้นที่ทั้งหมดของผนังด้านที่พิจารณา

$\mathrm{TD_{eq}}$ = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (C)

$\mathrm{U_f}$ = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของผนังโปร่งแสงหรือกระจก (W/m2.C)

$\Delta \mathrm{T}$ = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

SHGC = ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านผนังโปร่งแสง

SC = สัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์บังแดด

ESR = ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงหรือผนังทึบ (W/m2)

ค่า OTTV คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่า OTTVi แต่ละด้านรวมกันให้คำนวณค่า OTTV จากสมการดังต่อไปนี้

จากสูตร

$$OTTV = \frac{(A_{w1})(OTTV_1)+(A_{w2})(OTTV_2)+\ldots+(A_{wi})(OTTV_i)}{A_{w1}+A_{w2}+\ldots+A_{wi}}$$

เมื่อ

A_{wi} = พื้นที่ผนังซึ่งรวมพื้นที่ผนังทึบและพื้นที่ผนังโปร่งแสง (m2)

$OTTV_i$ = ค่า OTTVi ของผนังแต่ละด้าน ซึ่งคำนวณได้จากสมการข้างต้น

และค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคาร (Roof thermal transfer value: RTTV) สามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้ (คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน, 2553)

จากสูตร

$$RTTV_i = (U_i)(1-SSR)\left(TD_{eq}\right) + (U_s)(SSR)(\Delta T) + (SRR)(SHGC)(SC)(ESR)$$

เมื่อ

$RTTV_i$ = ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาส่วนที่พิจารณา (W/m2)

U_i = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคา (W/m2)

SSR = อัตราส่วนพื้นที่ของหลังคาโปร่งแสง ต่อพื้นที่ทั้งหมดของหลังคาส่วนที่พิจารณา

TD_{eq} = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิเทียบเท่าระหว่างภายนอกและภายในอาคารซึ่งรวมถึงผลการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของผนังทึบ (C)

U_s = สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังค่าโปร่งแสงหรือกระจก (W/m2.C)

ΔT = ค่าความแตกต่างอุณหภูมิระหว่างภายในและภายนอกอาคาร

$SHGC$ = ค่าสัมประสิทธิ์ความร้อนจากรังสีอาทิตย์ที่ส่งผ่านหลังคาโปร่งแสง

ESR = ปริมาณรังสีอาทิตย์ตกกระทบที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังโปร่งแสงหรือผนังทึบ (W/m2)

ค่า RTTV คือค่าเฉลี่ยที่ถ่วงน้ำหนักของค่า RTTVi แต่ละส่วนรวมกันให้คำนวณค่า RTTV จากสมการดังต่อไปนี้

จากสูตร

$$RTTV = \frac{(A_{w1})(RTTV_1)+(A_{w2})(RTTV_2)+\ldots+(A_{wi})(RTTV_i)}{A_{w1}+A_{w2}+\ldots+A_{wi}}$$

เมื่อ

A_{wi} = พื้นที่หลังค่าซึ่งรวมพื้นที่หลังคาทึบและพื้นที่หลังคาโปร่งแสง (m2)

$RTTV_i$ = ค่า RTTVi ของหลังคาแต่ละส่วน ซึ่งคำนวณได้จากสมการข้างต้น

3.1.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน

ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวของกับการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน โดยให้ทราบถึงแนวคิดในการศึกษา ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง และค่าชี้วัดถึงความคุ้มค่าทางการเงินในการลงทุน เพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์และปรับใช้ในงานวิจัย รวมถึงการเลือกตัวชี้วัดความคุ้มค่าทางการเงินที่ควรจะพิจารณา และกำหนดเงื่อนไขในการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาความเป็นไปได้

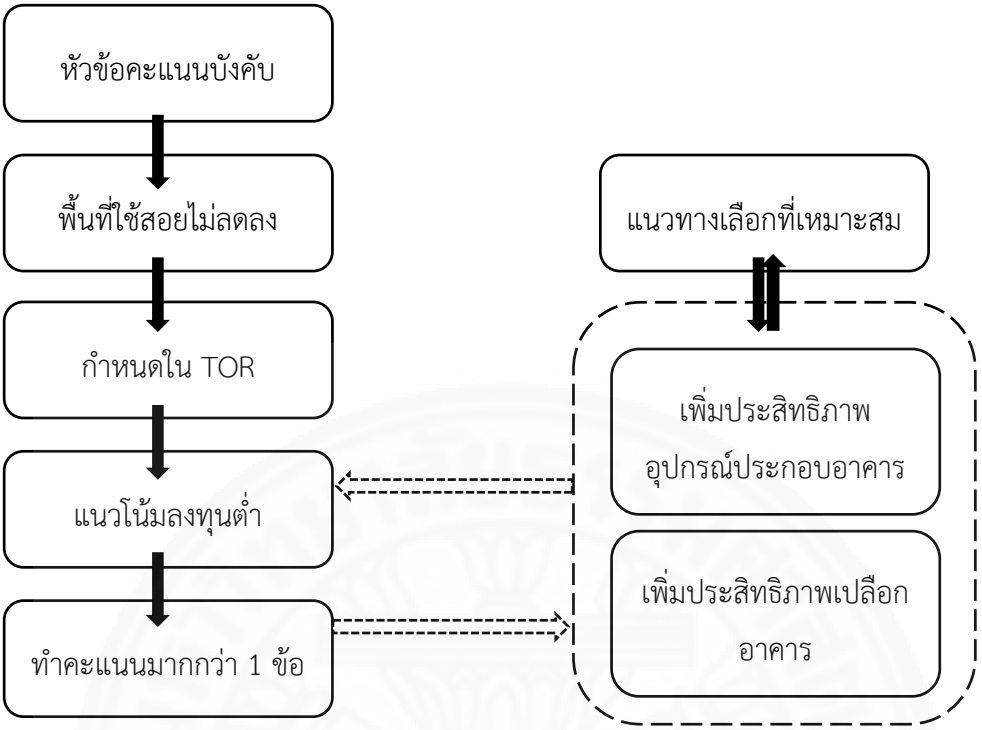
3.2 การกำหนดรูปแบบการออกแบบ และอาคารอ้างอิง

3.2.1 การกำหนดรูปแบบการออกแบบของเกณฑ์ TREES-NC ในแต่ละลำดับขั้น

หลังจากได้ผลจากการวิเคราะห์ ประมาณการ และเปรียบเทียบในแต่ละหัวข้อทำคะแนนของเกณฑ์ TREES-NC แล้วจะนำผลที่ได้มาจัดทำเป็นทางเลือกในการออกแบบโดยแบ่งตามระดับขั้นของเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ตามลำดับ Certified 30 คะแนน Silver 38 คะแนน Gold 46 คะแนน Platinum 61 คะแนน และพิจารณาตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

(1) หัวข้อคะแนนที่บังคับ
(2) พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารไม่ลดลง
(3) สามารถอยู่ในข้อกำหนดของ TOR
(4) มีแนวโน้มการเพิ่มเติมเงินลงทุนที่ต่ำ
(5) ส่งผลต่อการทำคะแนนมากกว่า 1 หัวข้อ
(6) เพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์ประกอบอาคาร
(7) เพิ่มประสิทธิภาพเปลือกอาคาร

โดยมีกรอบความคิดในการพิจารณาเงื่อนไขในการทำคะแนนในแต่ละหัวข้อเพื่อกำหนดเป็นรูปแบบในการออกแบบดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 กรอบความคิดในการพิจารณาเงื่อนไข

การพิจารณาเริ่มจากหัวข้อคะแนนที่บังคับ ลำดับที่สองคือหัวข้อที่พื้นที่ใช้สอยภายในอาคารไม่ลดลง ลำดับที่สามคือสามารถเป็นข้อกำหนดใน TOR ได้หรือสามารถอยู่ความรับผิดชอบของผู้รับจ้างโดยไม่มีส่วนเพิ่มเติมจากค่าจ้าง ลำดับที่สี่มีแนวโน้มลงทุนในส่วนเพิ่มเติมที่ต่ำ ลำดับที่ห้าส่งผลต่อการทำคะแนนได้มากกว่า 1 หัวข้อ และลำดับสุดท้ายคือการเพิ่มประสิทธิภาพอุปกรณ์ประกอบอาคารหรือเปลือกอาคาร โดยพิจารณาว่าการเพิ่มส่วนใดมีแนวโน้มลงทุนที่ต่ำกว่าและถัดไปคือสามารถทำคะแนนได้มากกว่า 1 ข้อ หรือถ้าหากว่าการเพิ่มทั้งสองสามารถทำคะแนนได้มากกว่า 1 ข้อให้เปรียบเทียบว่าการเพิ่มไหนมีแนวโน้มลงทุนที่ต่ำกว่า

3.2.2 การกำหนดรูปแบบอาคารอ้างอิงและอาคารทางเลือก

การกำหนดรูปแบบอาคารอ้างอิงจะทำการรวบรวมข้อมูลอาคารในตลาดเพื่อวิเคราะห์ขนาด พื้นที่ อัตราค่าเช่าเฉลี่ย และรูปแบบของอาคารเพื่อจะกำหนดรูปแบบอาคารที่ใช้เป็นอาคารอ้างอิงแล้วทำการประมาณราคาค่าก่อสร้างโดยอ้างอิงราคาจากราคากลางวัสดุ ทำการรวบรวมข้อมูลค่าดำเนินการ ค่าการตลาด และค่าเช่าเฉลี่ยของอาคารอ้างอิง เพื่อใช้ในงานวิจัยต่อไป โดยการกำหนดอาคารทางเลือกมีกระบวนการตามภาพที่ 3.3

ภาพที่ 3.3 แสดงกระบวนการในการกำหนดอาคารทางเลือก

3.3 การจำลองสถานการณ์ในอาคาร

หลังจากได้รูปแบบการออกแบบและอาคารอ้างอิงแล้วจะนำรูปแบบการออกแบบมาปรับใช้กับอาคารอ้างอิงแล้วทำการจำลองสถานการณ์ของพลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Building Energy Code Software (BEC) และ Energy Plus Versios 8.0 โดยทำการจำลองพลังงานในอาคารอ้างอิง อาคาร Certified อาคาร Silver อาคาร Gold และอาคาร Platinum หาค่าความแตกต่างของพลังงานในอาคารแต่ละทางเลือก จึงนำมาวิเคราะห์หาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารอีกครั้งเพื่อนำไปคำนวณเป็นค่าการประหยัดพลังงานที่คาดว่าจะได้รับจากอาคารทางเลือกต่าง ๆ และนำไปใช้เพื่อการศึกษาความเป็นไปได้โครงการต่อไป

สถาบันอาคารเขียวไทย (2558) ได้มีประกาศระบุให้การคำนวณค่าการใช้พลังงานรวมของอาคารที่จะนำมาประเมินตามเกณฑ์อาคารเขียวจะต้องมีการพิจารณาให้เพิ่มการใช้พลังงานในอาคารอ้างอิงและอาคารตามแบบในส่วนของพลังงาน Process ที่ 25% ของอาคารอ้างอิงในทั้ง 2 อาคาร ซึ่งจะถือเป็นพลังงานที่ไม่สามารถประหยัดได้ ตัวอย่างเช่น พลังงานอาคารอ้างอิงที่ 100 MWh/Year ต้องมีพลังงาน Process ที่ 25 MWh/Year โดยพลังงานรวมของอาคารอ้างอิงถือเป็น 125MWh/Year โดยหากอาคารตามแบบมีการใช้พลังงานเดิม 60 MWh/Year ต้องนำพลังงาน 25MWh/year ไปรวมด้วยซึ่งพลังงานของอาคารตามแบบจะถือเป็น 85 MWh/year

3.4 การศึกษาความเป็นไปได้การลงทุน

จากการทบทวนวรรณกรรมมีค่าชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุนหลายค่าที่ใช้ในการพิจารณาการลงทุน ทางผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าชี้วัดที่นิยมใช้ในการพิจารณาโครงการอสังหาริมทรัพย์มาใช้โดยไม่ได้พิจารณาค่าทางบัญชีเพื่อชี้วัด หลังจากได้ผลจากการจำลองสถานการณ์พลังงานในอาคารแล้วจะนำค่าที่ได้มาเปลี่ยนเป็นค่าพลังงานที่สามารถประหยัดได้ของแต่ละทางเลือก การหามูลค่าเพิ่มทางการตลาดจากเอกสารและงานวิจัยของแต่ละทางเลือก เงินลงทุนส่วนเพิ่มเติมจากแต่ละทางเลือก หลังจากนั้นจะนำศึกษาความเป็นไปได้โดยใช้กระแสเงินเงินเป็นหลักในการวิเคราะห์แล้วจึง มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (IRR) งวดเวลาคืนทุน (PB) อัตราส่วนตอบแทนต่อเงินลงทุน (ROI) สามารถคำนวณได้ตามสมการที่ได้กล่าวมาในข้างต้น โดยค่าที่ได้จะสามารถนำไปเพื่อใช้ในการพิจารณานำเสนอข้อสรุปได้

3.5 การสรุปผลและนำเสนอ

นำผลที่ได้จากการศึกษาความเป็นไปได้ และการจำลองสถานการณ์ของทางเลือกทุกกรณีมาทำการเลือกทางเลือกที่มีความเป็นไปได้ทางธุรกิจมากที่สุด โดยพิจารณาตามเงื่อนไขทางการเงิน และพลังงานดังข้างต้นมาสรุปและเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการลงทุนอาคารสำนักงานในเกณฑ์ TREES-NC เพื่อเป็นการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาโครงการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น และเป็นข้อมูลให้ผู้ที่สนใจ เจ้าของอาคาร ผู้ออกแบบ สามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเพื่อที่จะพัฒนาโครงการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 การกำหนดรูปแบบการออกแบบของเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES)

การกำหนดรูปแบบการออกแบบนั้นได้แบ่งตามลำดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC คือ Certified Silver Gold และ Platinum ตามลำดับ โดยในแต่ละลำดับนั้นได้ระบุรายการออกแบบตามที่เกณฑ์ได้กำหนดไว้ สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

4.1.1 ปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC

จากการศึกษารายการออกแบบของเกณฑ์ ขั้นตอนการดำเนินงาน คุณสมบัติอาคารที่เข้าร่วมประเมิน ข้อกำหนด ข้อบังคับ และประเด็นทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจของเกณฑ์ TREES-NC (สถาบันอาคารเขียว, 2558) พบว่าแนวคิดในการพัฒนาเกณฑ์ TREES-NC มีแนวคิดมาจากเกณฑ์การประเมิน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) นำมาปรับปรุงและประยุกต์ให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยมากขึ้นโดยคะแนนจะเน้นไปที่ 3 หมวด คือ หมวด EA พลังงานและบรรยากาศ เน้นการลดการใช้พลังงานของอาคารซึ่งส่งผลต่อการประหยัดต้นทุนค่าพลังงาน หมวด IE คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคารเน้นการควบคุมภาวะน่าสบาย ลดมลภาวะ สารพิษซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของผู้ใช้งานอาคาร และหมวด SL ผังบริเวณและภูมิทัศน์ เน้นการลดปัญหาการจราจร ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Islands) น้ำท่วม และเลี่ยงที่ตั้งอาคารที่ไม่เหมาะสมซึ่งจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายในเมืองทำให้ประชากรในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยเกณฑ์ TREES-NC มุ่งเน้นการประเมินอาคารสาธารณะที่จะสร้างใหม่หรือทำการปรับปรุงครั้งใหญ่รายการในเกณฑ์ประเมินจึงเหมาะสมกับอาคารสาธารณะมากกว่าอาคารประเภทอยู่อาศัย และจากการศึกษาถึงข้อกำหนด รายละเอียด การดำเนินการในแต่ละรายการจะพบรายที่ขัดแย้งกันเอง หรือจำเป็นต้องเลือกรายการใดรายการหนึ่งเพื่อจะทำคะแนนเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ทับซ้อนกัน และมีรายการที่มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการค่อยข้างน้อยเนื่องจากวัสดุและศักยภาพโครงการ รวมถึงรายการที่ไม่ชัดเจนในการวัดหรือประเมินผลได้ตามที่แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1

แสดงผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC

รายการ และคะแนน		เงื่อนไขพิจารณา A	B	C	D	E	ความเป็นไปได้	แนวโน้มการลงทุน
BM P1	-	o					-	-
BM 1	1		o		o		5	5
BM 2	1		o	o	o		5	5
BM 3	1		o	o	o		5	5
SL P1	-	o					-	-
SL P2	-	o					-	-
SL 1	1		o		o		4*	-
SL 2(1)	1		o				2*	2*
SL 2(2)	1		o				3*	2*
SL 2(3)	1				o		4	4
SL 2(4)	1		o		o		5	5
SL 3.1	1		o		o	o	4	4
SL 3.2	1		o		o	o	3	3
SL 3.3	1		o		o		5	4
SL 4(1)	1		o	o	o		5	5
SL 4(2)	1		o		o		4	4
SL 4(3)	1		o				3	3
SL 4(4)	1		o				3	2
SL 5.1(1)	1		o			o	3	2
SL 5.1(2)	1		o			o	2	1
SL 5.2	1		o		o		5	5
SL 5.3	1		o				1	4
WC (1).2	2		o		o		5	5
WC (2).2	2		o		o		5	4
WC (3).2	2		o		o		3	3
EA P1	-	o					-	-
EA P2	-	o					-	-
EA 1(1)	4	o					-	-

ตารางที่ 4.1

แสดงผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC (ต่อ)

รายการ		เงื่อนไขพิจารณา					ความเป็นไปได้	แนวโน้มการลงทุน
และคะแนน		A	B	C	D	E		
EA 1(2)	2		o		o	o	5	4
EA 1(3)	2		o		o	o	4	4
EA 1(4)	2		o			o	3	3
EA 1(5)	2		o			o	2	2
EA 1(6)	2		o			o	2	1
EA 1(7)	2		o			o	1	1
EA 2(1)	1		o			o	4	2
EA 2(2)	1		o			o	3	2
EA 3	1		o	o	o		4	4
EA 4	1		o				5	3
MR 1	2						0	-
MR 2(1)	1		o	o			5	5
MR 2(2)	1		o	o			3	5
MR 3(1)	1		o		o		1	3
MR 3(2)	1		o		o		1	2
MR 4(1)	1		o		o		5	4
MR 4(2)	1		o		o		4	4
MR 5(1)	1		o		o		5	4
MR 5(2)	1		o		o		4	4
MR6.1(1)	1		o		o		3	4
MR6.1(2)	1		o		o		2	3
MR 6.2	1		o		o		1	3
IE P1	-	o					-	-
IE P2	-	o					-	-
IE 1.1	1		o		o		2	4
IE 1.2	1		o		o		4	5
IE 1.3	1		o		o		5	5
IE 1.4	1		o		o		5	5

ตารางที่ 4.1

แสดงผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ประเมิน TREES-NC (ต่อ)

รายการ และคะแนน		เงื่อนไขพิจารณา A	B	C	D	E	ความเป็นไปได้	แนวโน้มการลงทุน
IE 1.5	1		o				4	2
IE 2.1	1		o		o		3	4
IE 2.2	1		o		o		4	4
IE 2.3	1		o		o		5	4
IE 2.4	1		o				2	2
IE 3	1		o		o		5	5
IE 4(1)	1		o		o	o	5	5**
IE 4(2)	1		o		o	o	4	4**
IE 4(3)	1		o		o	o	3	2**
IE 4(4)	1		o		o	o	2	1**
IE 5(1)	1		o				3	2
IE 5(2)	1		o				2	2
IE 5(3)	1		o				1	1
EP P1	-	o					-	-
EP P2	-	o					-	-
EP 1	1		o		o		5	5
EP 2	1		o		o		5	5
EP 3	1		o		o	o	4	4
EP 4	1		o		o		1	-
EP 5	1		o		o		5	4
GI 1	1		o	o	o		5	5

1. “ * ” หลังตัวเลข หมายถึง ขึ้นอยู่กับศักยภาพที่ตั้งและโครงการ

2. “ ** ” หลังตัวเลข หมายถึง ขึ้นอยู่กับการออกแบบขั้นต้น

3. “ (X) ” หลังรายการ หมายถึง หัวข้อคะแนนที่ X ของรายการ

4. “ .X ” หลังรายการ หมายถึง ทางเลือกที่ X ของรายการ

5. ตัวอักษรย่อตามเอกสารของเกณฑ์ TREES-NC

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นถึงการจำแนกตามเงื่อนไขการพิจารณาในแต่ละรายการโดยเรียงลำดับตามหมวด A คือรายการที่บังคับ B คือรายการที่ไม่ลดพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารจากเดิม C คือรายการที่สามารถระบุอยู่ใน TOR (Terms of Reference) D คือรายการที่มีแนวโน้มการลงทุนต่ำ E คือรายการที่สามารถทำคะแนนได้ร่วมมากกว่า 1 ข้อ ส่วนช่องความเป็นไปได้มีการระบุเป็นตัวเลข 1-5 เพื่อแทนค่าจากความเป็นไปได้น้อยถึงความเป็นไปได้สูงตามลำดับตัวเลข ในส่วนช่องแนวโน้มการลงทุนได้มีการระบุเป็นตัวเลข 1-5 เพื่อแทนค่าจากแนวโน้มการลงทุนสูงถึงแนวโน้มการลงทุนต่ำตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการทำคะแนนตามหมวดของเกณฑ์ TREES-NC (กมล ตันพิพัฒน์, 2557) พบว่าหมวด BM มีความเป็นไปได้สูง (5) และแนวโน้มการลงทุนต่ำ (5) เนื่องจากรายการส่วนใหญ่สามารถระบุลงใน TOR ได้โดยเฉลี่ยการทำคะแนนจะอยู่ที่ร้อยละ 100 หมวด SL มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.5) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.3) เนื่องจากรายการบางส่วนจำเป็นต้องอาศัยศักยภาพที่ตั่งโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 50 หมวด WC มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง (4.3) และแนวโน้มการลงทุนค่อนข้างต่ำ (4) เนื่องจากปัจจุบันอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีเทคโนโลยีที่ช่วยในการประหยัดน้ำและมีราคาถูกลงโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 89 หมวด EA มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.3) และแนวโน้มการลงทุนค่อนข้างสูง (2.7) เนื่องมาจากราคาวัสดุและเทคโนโลยีมีราคาสูงจึงส่งผลต่อการทำคะแนนในหมวดนี้โดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 78 หมวด MR มีความเป็นไปได้ค่อนข้างน้อย (2.8) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.7) เนื่องมาจากวัสดุในปัจจุบันยังมีให้เลือกใช้ไม่ครอบคลุมถึงแม้ราคาวัสดุจะไม่ได้สูงกว่ามากโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 41 หมวด IE มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.4) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.3) เนื่องมาจากบางรายการจำเป็นต้องอาศัยการออกแบบช่วยและอาศัยเทคโนโลยีที่อาจเป็นไปได้อยากในปัจจุบันโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 49 หมวด EP มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง (4) และมีแนวโน้มการลุงทุนค่อนข้างต่ำ (4.5) เนื่องจากในรายการส่วนใหญ่มีวัสดุและเทคโนโลยีรองรับแล้วในปัจจุบันโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 60 หมวด GI ในการศึกษาไม่ได้นำรายการในหมวดนี้เข้ามาพิจารณายกเว้นที่สามารถทำคะแนนได้จากการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวแต่โดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 80 ผลจากตารางที่ 4.1 จะทำการจัดหมวดหมู่ตามระดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตามลำดับคือ Certified 30-37 คะแนน Silver 38-45 คะแนน Gold 46-60 คะแนน Platinum 61 คะแนนขึ้นไปด้วยการคัดแยกตามเงื่อนไขการพิจารณาออกเป็นกลุ่มตามเงื่อนไข และพิจารณาควบคู่กับอัตราส่วนการทำคะแนนตามรายการของเกณฑ์ TRESS-NC (กมล ตันพิพัฒน์, 2557) แนวคิดและจุดมุ่งหมายของเกณฑ์ TREES-NC (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2557) ความคุ้มค่าการลงทุน (พิริยะ ผลพิรุฬห์, 2557) ประโยชน์เชิงธุรกิจ (พรรณวดี มงคลเจริญ, 2557) และพิจารณาควบคู่กับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวจำนวน 3 ท่านเพื่อหามติซึ่งผลที่ได้จะแสดงในลำดับถัดไป

4.1.2 แนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบเกณฑ์ TREES-NC

หลังจากศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อเกณฑ์ TREES-NC สามารถสรุปแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายออกแบบเกณฑ์ TREES-NC ตามกระบวนการที่ได้กล่าวไว้ได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

แสดงแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายออกแบบเกณฑ์ TREES-NC

Certified 30 คะแนน						
หมวด	หัวข้อรายการ					
BM	BM P1	BM 1	BM 2	BM 3		
SL	SL P1	SL P2	SL 2(4)	SL 3.3	SL 4(1)	SL 5.2
WC	WC (1).2	WC (2).2				
EA	EA P1	EA P2	EA 1(1)	EA 1(2)	EA 3	
MR	MR 2(1)	MR 4(1)	MR 5(1)			
IE	IE P1	IE P2	IE 1.3	IE 1.4	IE 2.3	IE 3
	IE 4(1)					
EP	EP P1	EP P2	EP 1	EP 2	EP 5	
GI	GI 1					
Silver 38 คะแนน						
หมวด	หัวข้อรายการ					
SL	SL 3.1	SL 4(2)				
EA	EA 1(3)					
MR	MR 4(2)	MR 5(2)				
IE	IE 1.2					
EP	EP 3					

ตารางที่ 4.2

แสดงแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายออกแบบเกณฑ์ TREES-NC (ต่อ)

Gold 46 คะแนน	
หมวด	หัวข้อรายการ
SL	SL 3.2 SL 4(3)
WC	WC (3).2
EA	EA 1(4) EA 4
MR	MR 2(2) MR 6.1(1)
IE	IE 2.1
Platinum 61 คะแนน	
หมวด	หัวข้อรายการ
SL	SL 4(4)
EA	EA 1(5) EA 1(6) EA 2(1) EA 2(2)
MR	MR 6.1(2)
IE	IE 1.1 IE 1.5 IE 4(3) IE 5(1) IE 5(2)

*หากโครงการมีศักยภาพตามรายการ SL 1 SL 2(1) และ SL 2(2) ให้เลือกรายการตามนี้ก่อน

จากรูปที่ 4 จะสังเกตได้ว่าช่วงห่างคะแนนที่เท่ากันได้แก่ Certified Silver Gold ห่างกัน 8 คะแนนส่วน Platinum นั้นมีช่วงคะแนนที่ห่างจาก Gold ถึง 15 คะแนนแสดงให้เห็นถึงความยากของการทำคะแนนในส่วนของ Platinum ซึ่งหากจะเลือกลำดับขั้นในการทำคะแนนนั้นควรจะเลือกเริ่มต้นที่ Certified และกำหนดเป้าลำดับต่อไปที่ Gold แทนที่จะเป็น Silver เพราะพิจารณาจากรายการแล้วนั้นความเป็นไปได้และแนวโน้มการลงทุนมีความต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้นถัดไปที่ Platinum มีแนวโน้มการลงทุนที่สูง เพราะหากพิจารณาจากรายการแล้วจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรวมถึงวัสดุที่ช่วยลดการใช้พลังงานทำให้เหล่านี้เป็นต้นทุน

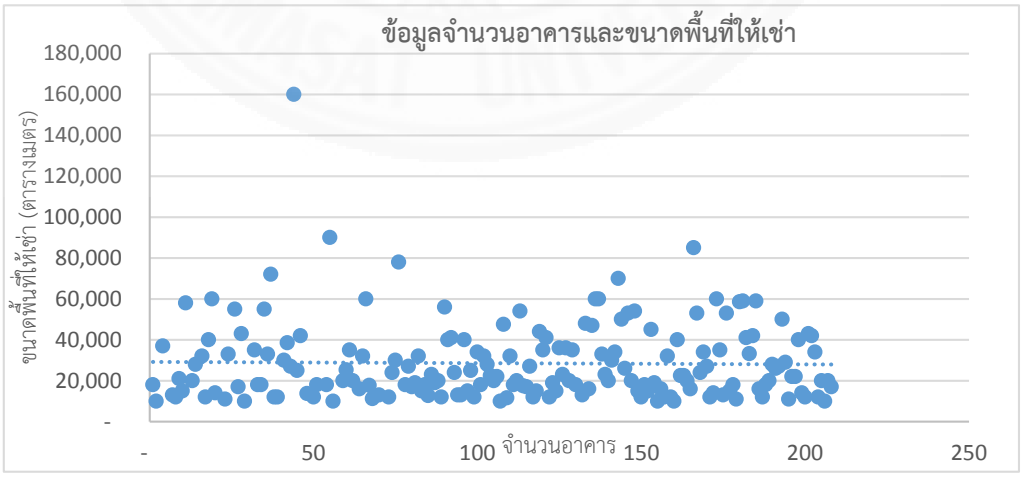
เพิ่มขึ้นสูง แต่หากพิจารณาเพิ่มในด้านการประหยัดพลังงาน คุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน และมูลค่าที่เพิ่มขึ้นของโครงการก็มีความน่าสนใจในการลงทุน

4.2 การศึกษารูปแบบอาคารสำนักงานและอาคารอ้างอิง (Baseline)

อาคารที่ใช้สามารถเป็นตัวแทนในการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนควรจะมีลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับอาคารที่มีอยู่ในตลาดในด้านของขนาดพื้นที่ให้เช่า ราคาค่าเช่าพื้นที่ขนาดพื้นที่ให้เช่าต่อชั้น ขนาดความสูงฝ้าถึงเพดาน ราคาค่าสาธารณูปโภค และใช้ทดลองเพื่อสรุปค่าทางพลังงานที่สามารถยอมรับผลของความแตกต่างด้านพลังงานได้

4.2.1 การศึกษาอาคารสำนักงานในตลาด

จาการสำรวจอาคารสำนักงานให้เช่าจำนวน 211 อาคาร ที่มีขนาดพื้นที่ให้เช่ารวมทั้งอาคารเกิน 10,000 ตารางเมตร เพื่อหาค่าเฉลี่ยของขนาดพื้นที่ให้เช่า อัตราค่าไฟฟ้า อัตราค่าน้ำ อัตราค่าเช่าที่จอดรถ อัตราค่าติดตั้งโทรศัพท์ จำนวนชั้น ความสูงพื้นถึงฝ้าเพดาน และราคาค่าเช่าโดยทำการทดสอบค่าผิดปกติ (Outlier) ด้วยวิธีการนำข้อมูลลงในแผนภูมิควบคุม และวิธีการทางสถิติจึงพิจารณาตัดข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติออกตามที่ได้แสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 เพื่อให้ได้ผลที่สามารถนำไปปรับใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่างอาคารได้อย่างเหมาะสมสรุปผลได้ดังนี้



ภาพที่ 4.1 แสดงข้อมูลจำนวนของอาคารและขนาดพื้นที่ให้เช่า

ตารางที่ 4.3

แสดงวิธีการหาค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยใช้เทคนิคตัดข้อมูลที่เป็นค่าผิดปกติ (Outlier)

	AVERAGE	SD	Q1	Q2	Q3	IQR	LOW	HIGH
AREA	27,373	19,020	15,000	22,250	35,750	31,125	-16,125	66,875

จากภาพที่ 4.1 และตารางที่ 4.3 จะแสดงให้เห็นถึงวิธีการพิจารณาตัดตัดค่าที่สูงหรือต่ำผิดปกติ เมื่อข้อมูลมีค่าน้อยกว่า Q1-1.5IQR หรือมีค่าสูงกว่า Q3+1.5IQR จากข้อมูลชุดนี้พบว่ามีค่าผิดปกติที่แสดงค่าสูงผิดปกติ จึงทำการตัดค่าสูงผิดปกติแล้วจึงหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูล หลังจากนั้นใช้กระบวนการนี้กับทุกชุดข้อมูลสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

แสดงข้อมูลเฉลี่ยจากการสำรวจของอาคารสำนักงานให้เช่า

รายการ	ค่าเฉลี่ยของอาคารสำนักงานให้เช่า	
ขนาดพื้นที่ให้เช่าทั้งอาคาร	27,373	ตารางเมตร
ขนาดพื้นที่ให้เช่าต่อชั้น	1,651	ตารางเมตร
จำนวนชั้น	25.15	ชั้น
ความสูงพื้นถึงฝ้าเพดาน	2.61	เมตร
ราคาค่าเช่าพื้นที่	620	บาท/ตารางเมตร/เดือน
ราคาค่าน้ำ	19.92	บาท/ลิตร/เดือน
ราคาค่าไฟฟ้า	5.56	บาท/กิโลวัตต์/เดือน
ราคาค่าติดตั้งโทรศัพท์	6,134	บาท/คู่สาย
ราคาค่าเช่าที่จอดรถยนต์	1,872	บาท/คัน

จากตารางที่ 4.4 สามารถนำข้อมูลค่าเฉลี่ยของอาคารสำนักงานให้เช่าไปปรับใช้สำหรับการออกแบบอาคารอ้างอิงเพื่อเป็นตัวแทนของอาคารสำนักงานให้เช่าในตลาดในลำดับต่อไป

4.2.2 การกำหนดอาคารอ้างอิง (Baseline)

หลังจากได้ขนาดพื้นที่ให้เช่าจากการสำรวจแล้วจะทำการออกแบบอาคารอ้างอิงตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร มาตรฐาน BOMA ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง และเงื่อนไขอื่น ๆ เพื่อที่จะได้ตัวแทนอาคารที่สามารถเป็นตัวแทนในด้านตลาดรวมถึงสามารถยอมรับผลทดลองในด้านพลังได้สามารถสรุปอาคารได้ดังต่อไปนี้

4.2.2.1 ข้อมูลเบื้องต้นอาคารอ้างอิง

จากระบวนการที่กล่าวมาในข้างต้นสามารถออกแบบอาคารอ้างอิงเพื่อกำหนดเป็นตัวแทนอาคารที่จะนำไปใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไปได้ดังนี้

ตารางที่ 4.5

แสดงข้อมูลเบื้องต้นอาคารอ้างอิง

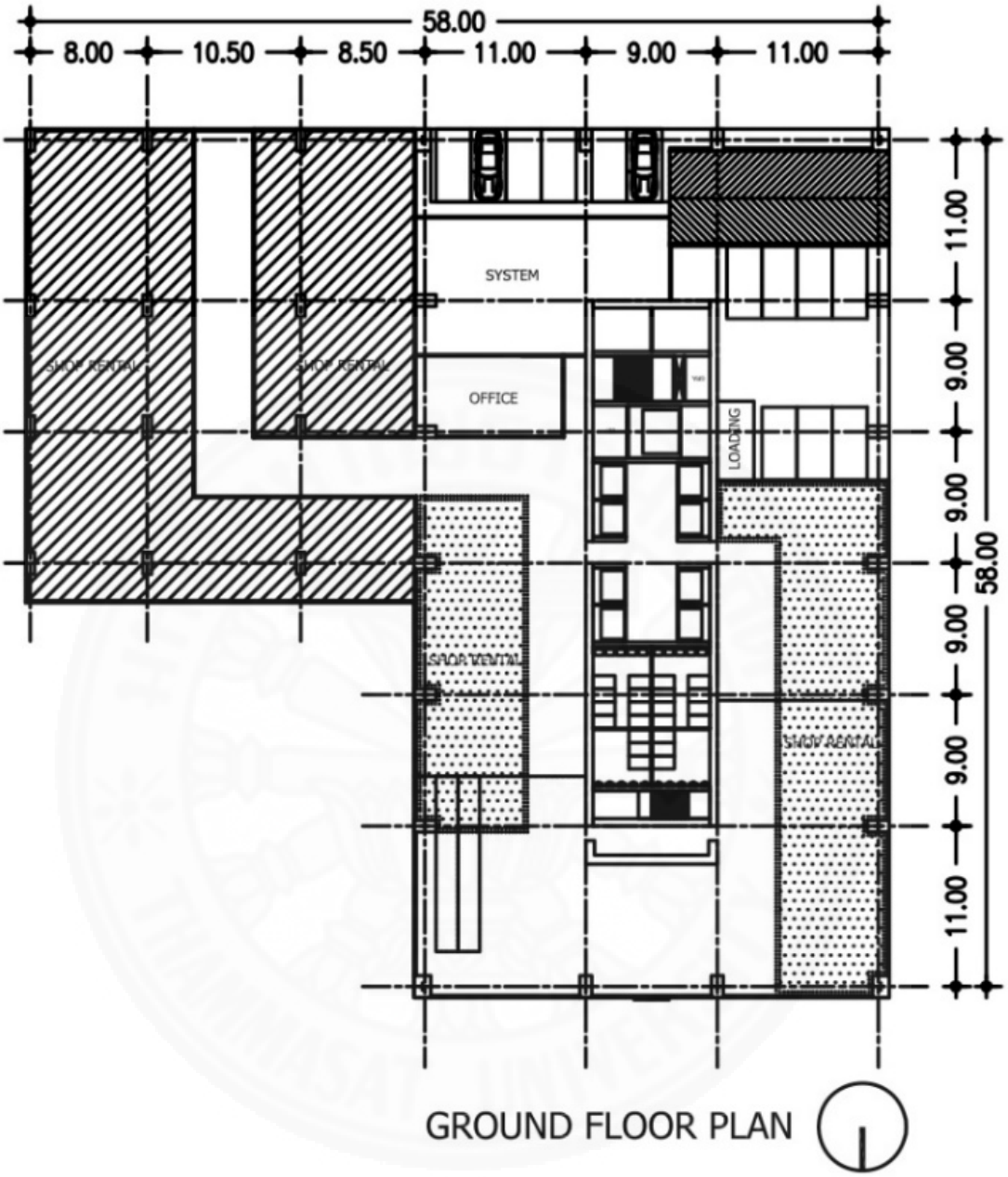
LAND AREA	4-3-11.6 RAIS 1,911 SQ.W 67,646.50 SQ.M.				
BUILDING AREA	53,525.50	SQ.M.	RENT	620	BATH/SQ.M.
LEASEABLE AREA	29,474.75	SQ.M.	ELECTRICITY	5.56	BATH/kWh
OFFICE AREA	27,365.75	SQ.M.	WATER	20	m3
SHOP AREA	2,109	SQ.M.	TEL.	6,134	BATH/TEL.
TYPICAL AREA	1,609.75	SQ.M.	PARKING	1,872	BATH/CARS
NO. OF STOREYS	25	STOREYS	OFFICE HOURS	8.00-20.00	
BUILDING HEIGHT	92.2	M.	LIFT	HIGH ZONE	4
FLOOR TO FLOOR	3.60	M.		MIDDEL ZONE	4
FLOOR TO CELLING	2.75	M.		SERVICE	1
PARKING	492	LOTS		CARPARK	3
PARKING INCLUDED	1/100	LOTS/SQ.M.	HVAC SYSTEM	CENTERAL	VAV

ตารางที่ 4.6

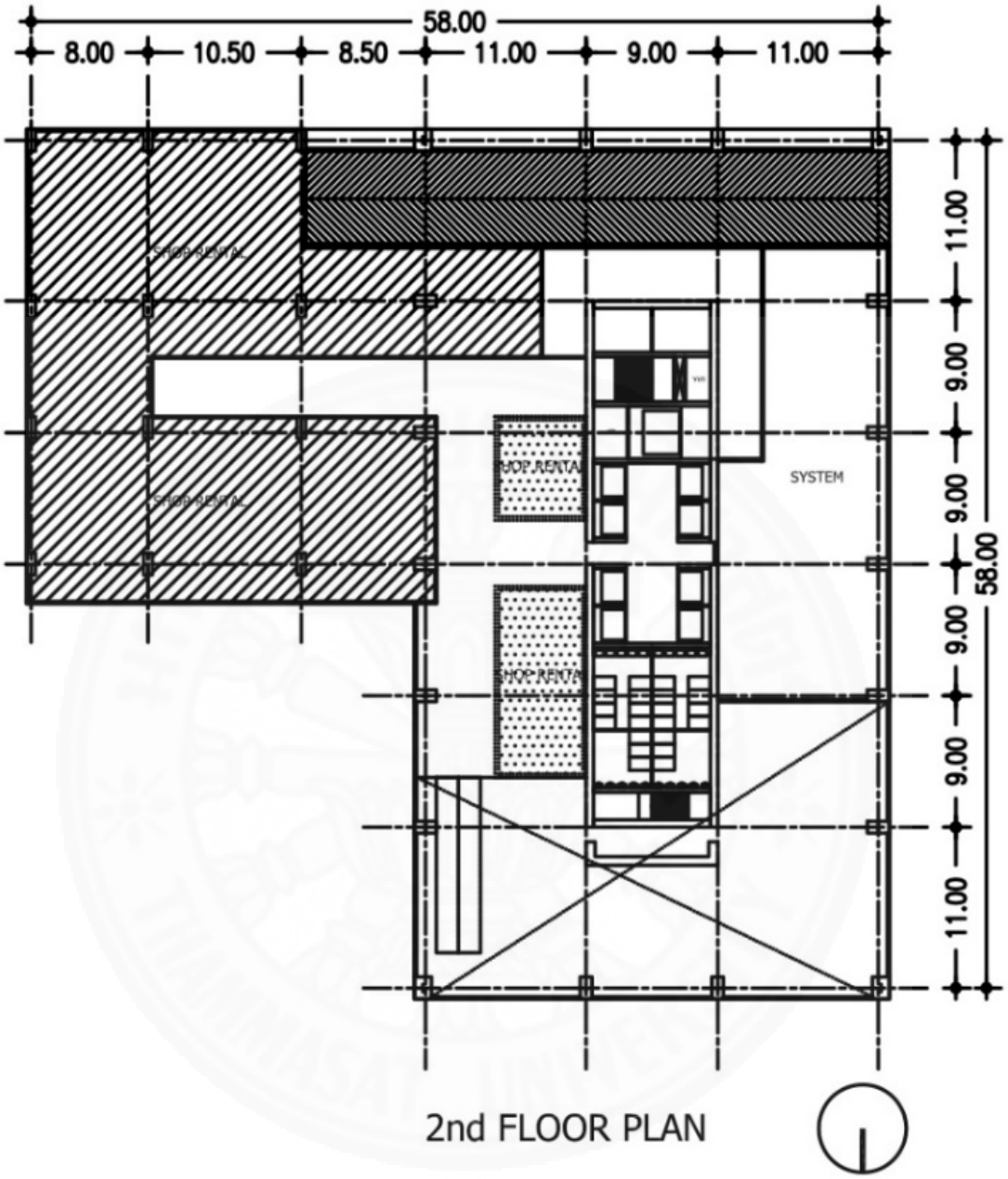
แสดงประสิทธิภาพของพื้นที่ให้เช่าอาคารอ้างอิง

FL. NAME	GFA.	LEAS.AREA	STOREYS	HEIGHT	EFF%/FL	EFF%/GFA
G. FL.	2,795.00	1,171.00	1	4	41.90%	2.19%
2nd FL.	1,948.00	938.00	1	4	48.15%	1.75%
3rd-7th FL.	2,795.00	0	5	3	0.00%	0.00%
8th-24th FL.	1,933.75	1,609.75	17	3.6	83.24%	51.13%
System	1,933.75	0	1	5	0.00%	0.00%
GFA.	53,525.50	29,474.75	25	92.2		55.07%

จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลอาคารอ้างอิงโดยขนาดพื้นที่ให้เช่าของอาคาร ขนาดพื้นที่ให้เช่าต่อชั้น อัตราค่าสาธารณูปโภค จำนวนชั้นมาจากผลของการสำรวจอาคารสำนักงานให้เช่าในข้อที่ 4.2.1 ความสูงพื้นถึงฝ้าเพดานอ้างอิงจาก Building Owner and Manager Association (BOMA) ความสูงชั้นถึงชั้นและระบบโครงสร้างของอ้างอิงจากงานศึกษาเรื่อง Space efficiency in High-Rise office buildings (Ayşin SEV and Aydan ÖZGEN, 2009) ผังพื้นอาคารอ้างอิงออกแบบตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคารและกฎหมายที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปรูปแบบผังพื้นสถาปัตยกรรมได้ตามภาพที่ 4.2-4.5 ขนาดและจำนวนของลิฟต์อ้างอิงจากบทความวิธีการเลือกใช้ลิฟต์เบื้องต้น (สมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย, 2558) ซึ่งจะอธิบายลายละเอียดในลำดับถัดไป

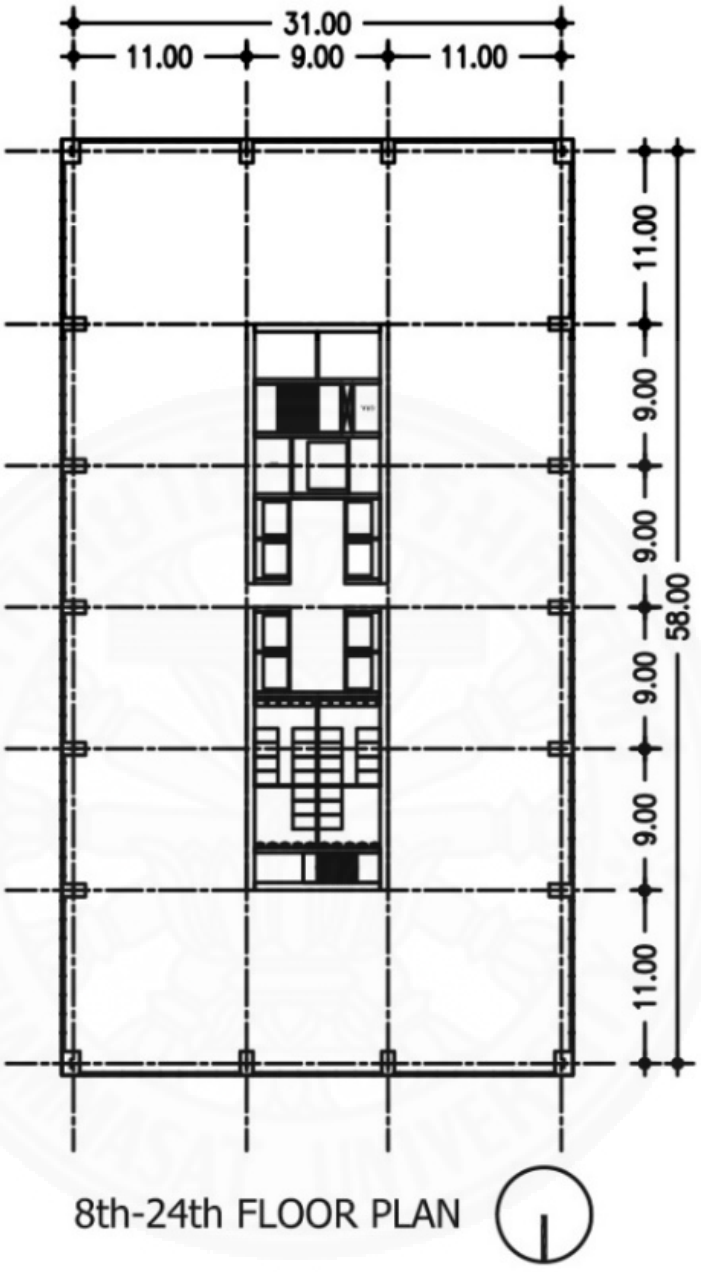


ภาพที่ 4.2 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น G



ภาพที่ 4.3 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 2nd

ภาพที่ 4.4 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 3rd-7th

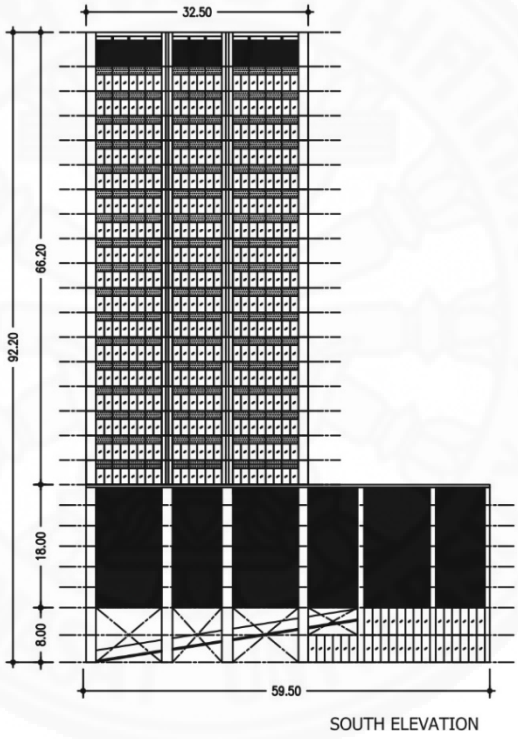


ภาพที่ 4.5 แสดงผังพื้นอาคารอ้างอิงชั้น 8th-24th

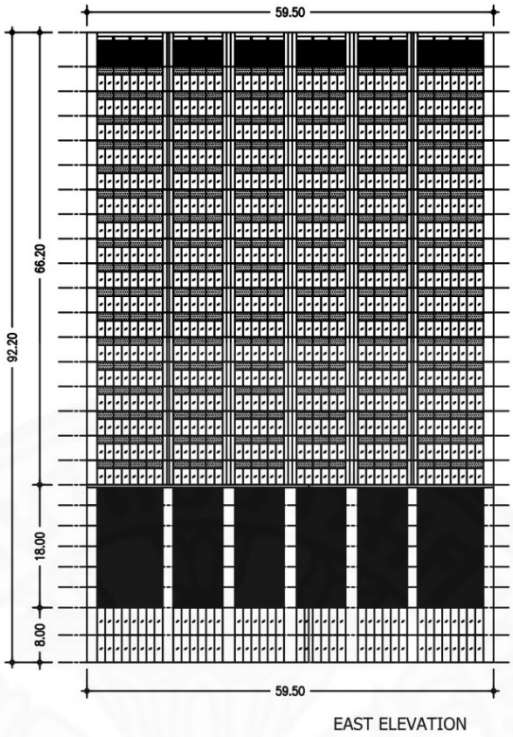
จากภาพที่ 4.2-4.5 แสดงให้เห็นถึงการออกแบบรูปทรงอาคารเป็นรูปสี่เหลี่ยมพื้นผ้าในส่วนชั้นของพื้นที่ให้เช่า มีสัดส่วนด้านสั้นเป็น 1 ต่อ 2 ของด้านความยาวและวางตัวอาคารตามยาวตามทิศเหนือ-ใต้ เพื่อให้สัดส่วนอาคารเป็นกรณีที่เลวร้ายที่สุดในด้านการทดลองพลังงาน

4.2.2.2 ข้อมูลเปลือกอาคารอ้างอิง

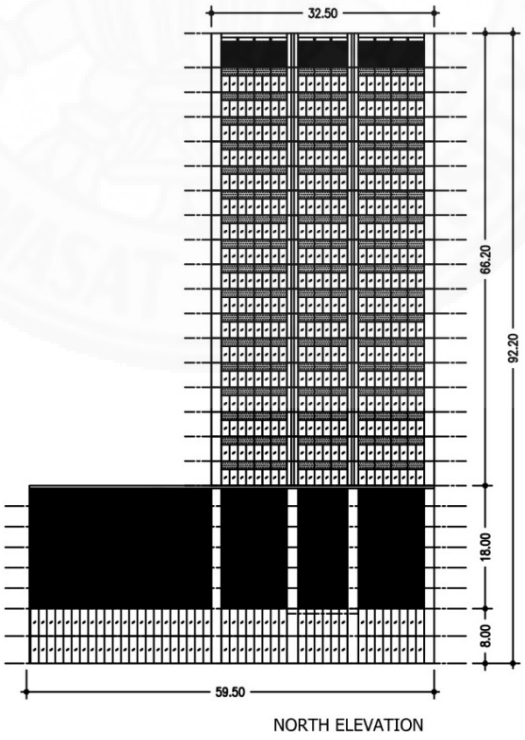
หลังจากได้ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารจะนำมากำหนดวัสดุและกำหนดพื้นที่รูปด้านของอาคารอ้างอิงเพื่อใช้ในการศึกษา โดยพื้นที่เปลือกอาคารมีความสำคัญส่งผลต่อค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านผนัง (OTTV) และค่าการส่งผ่านความร้อนรวมผ่านหลังคา (RTTV) ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังอาคาร (Window to Wall Ratio: WWR) ที่มีผลต่อการนำแสงสว่างธรรมชาติและความร้อนเข้าสู่อาคาร วัสดุของผนังและหลังคาที่มีผลต่อค่าการนำความร้อน สามารถกำหนดเปลือกอาคารของอาคารอ้างอิงได้ดังต่อไปนี้



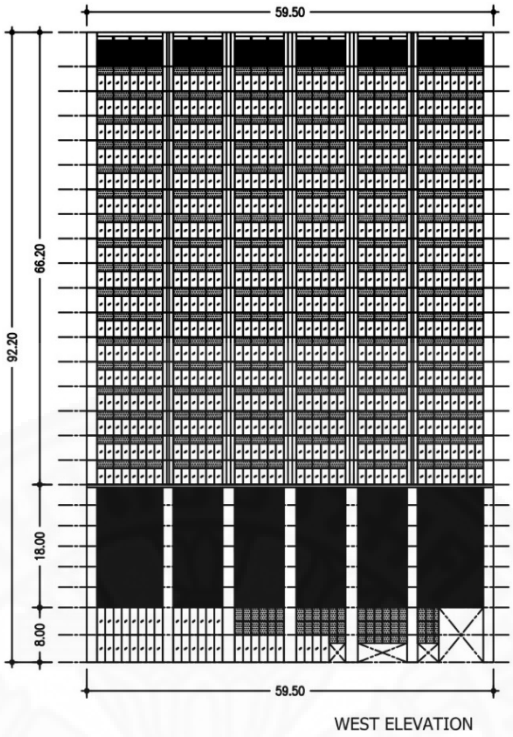
ภาพที่ 4.6 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศใต้



ภาพที่ 4.7 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศตะวันออก



ภาพที่ 4.8 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศเหนือ



ภาพที่ 4.9 แสดงรูปด้านอาคารอ้างอิงทิศตะวันตก

จากภาพที่ 4.6-4.9 แสดงให้เห็นรูปด้านของอาคารอ้างอิงโดยการออกแบบตามพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร และวัสดุที่ใช้เป็นเปลือกอาคารอ้างอิงเป็นวัสดุที่นิยมใช้ในอาคารสำนักงานของประเทศไทยโดยรายการวัสดุ พื้นที่เปลือกอาคาร แสดงอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังอาคาร (WWR) ของอาคารอ้างอิงแสดงตามตารางที่ 4.7 – 4.9

ตารางที่ 4.7

แสดงรายการวัสดุของเปลือกอาคารอ้างอิง

ชื่อ	รายการวัสดุ	ความหนา	หน่วย
A	กระจกใส 6 mm. + PVB 0.76 mm. + กระจกใส 6 mm.	1.276	เซนติเมตร
B	ผนังอลูมิเนียมคอมโพสิต 6 mm.	0.6	เซนติเมตร
C	เสากรุอลูมิเนียมคอมโพสิต 6 mm.	0.6	เซนติเมตร
D	อลูมิเนียมคอมโพสิตเจาะรู 6 mm.	0.6	เซนติเมตร
D1	ผนังก่ออิฐมวลเบา	15	เซนติเมตร

ตารางที่ 4.8

แสดงพื้นที่ของเปลือกอาคารอ้างอิงตามรายการวัสดุ

	พื้นที่เปลือกอาคาร					พื้นที่เปลือกอาคารติดปรับอากาศ				
ทิศ	รายการวัสดุ					รายการวัสดุ				
	A	B	C	D	SUM	A	B	C	D	SUM
เหนือ	1500.7	729.5	362.14	931.92	3524.3	1500.7	690.80	269.88	-	2461.4
ใต้	1240.3	735.52	376.54	931.92	3524.3	1240.3	680.4	257.68	114.2	2292.6
ออก	2041.8	1355.1	637.52	1031.1	5164.6	2140.8	1312.6	586.9	720	4760.3
ตก	2342.4	1326.2	651.1	844.8	5164.6	2342.4	1277	498	-	4117.4

ตารางที่ 4.9

แสดงอัตราส่วนของช่องเปิดต่อผนังอาคาร (WWR) ของอาคารอ้างอิง

ทิศ	ผังพื้นชั้น	WWR %	ทิศ	ผังพื้นชั้น	WWR %
เหนือ	ชั้น G	79	ใต้	ชั้น G	81
	ชั้น 2nd	81		ชั้น 2nd	81
	ชั้น 8th-24th	54		ชั้น 8th-24th	54
รวม		55	รวม		57
ตะวันออก	ชั้น G	87	ตะวันตก	ชั้น G	90
	ชั้น 2nd	86		ชั้น 2nd	90
	ชั้น 8th-24th	54		ชั้น 8th-24th	54
รวม		57	รวม		61
เฉลี่ย WWR ของอาคารอ้างอิงเท่ากับ					57.5

จากตารางที่ 4.9 สามารถสรุปค่า WWR ของอาคารอ้างอิงที่ 57.5 ซึ่งจากงานศึกษาการพัฒนาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของเปลือกอาคารในอาคารทาวน์เฮ้าส์ (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2550) พบว่าอัตราของ WWR ที่ 40-90 ส่งผลให้อัตราการใช้พลังงานสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยอัตราการใช้พลังงานสูงขึ้นตามสัดส่วนอาคาร

4.2.2.3 ข้อมูลอื่นๆของอาคาร

(1) ปริมาณการใช้น้ำของอาคารได้จากการคำนวณจากพนักงานที่ใช้งานอาคารเป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันหรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์เท่ากับ 1.0 FTE (Full-Time Equivalent) และปริมาณความถี่ในการใช้งานสุขภัณฑ์แต่ละประเภท อ้างอิงจากโครงการอบรมผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว เพื่อที่สามารถนำมาใช้เป็นค่าของปริมาณการใช้น้ำอาคารอ้างอิงเพื่อใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป สามารถสรุปปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงได้ตามตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10

แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงตาม FTE

สุขภัณฑ์	จำนวนผู้ใช้งาน		ความถี่ต่อวัน		การใช้น้ำ		ปริมาณการใช้น้ำ	
	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ
	(คน)		(คน)		(ลิตรต่อครั้ง)		(ลิตร)	
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	6.0	6.0	41,886	0
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	6.0	6.0	13,962	0
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	3.8	3.8	17,685.2	0
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1.5	1.5	20,943	0
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	2.1	97,73.4	0
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงต่อวัน							104,249.6	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงต่อปี							27,104,896	

จากตารางที่ 4.10 สามารถสรุปปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงตามวิธีการคำนวณ FTF ได้คือ 104,424.6 ลิตรต่อวัน หรือ 27,104,896.00 ลิตรต่อปีเพื่อเป็นข้อมูลของอาคารอ้างอิงที่นำไปใช้ในการศึกษาในลำดับต่อไป

4.3 การศึกษาความแตกต่างทางพลังงานของอาคารทางเลือก

การศึกษาความแตกต่างทางพลังงานจะทำการกำหนดอาคารทางเลือกตามเกณฑ์ TREES-NC ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2 โดยแบ่งอาคารตามลำดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC และจัดทำอาคารทางเลือกออกเป็น 4 อาคาร ในการกำหนดวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารจะพิจารณาจากการทำตามเกณฑ์ TREES-NC ให้ผ่านข้อกำหนดขั้นต่ำ การเลือกวัสดุและอุปกรณ์ที่มีตามผู้ผลิตจริง และพิจารณาร่วมกับวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

4.3.1 การกำหนดอาคารทางเลือก

การกำหนดอาคารทางเลือกนั้นได้กำหนดอาคารแบ่งตามลำดับคะแนนขั้นของเกณฑ์ TREES-NC ตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ยังมีเงื่อนไขในการพิจารณากำหนดอาคารอ้างอิงโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปด้านของอาคาร วัสดุหรืออุปกรณ์ประกอบอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่มีการแก้ไขในส่วนนั้น อุปกรณ์สำนักงานกำหนดค่าพลังงานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 25 ของปริมาณการใช้พลังงานรวมของอาคารอ้างอิงเท่ากับ 8,368,535.37 kWh/Year โดยมีขั้นตอนในการกำหนดอาคารทางเลือกด้วยตั้งสมมุติฐานของวัสดุที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ทำการจำลองสถานการณ์ของแต่ละอาคารทางเลือกเพื่อให้ทราบว่าสามารถผ่านในแต่ละเงื่อนไขของเกณฑ์ TREES-NC แล้วจึงระบุวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารเพื่อกำหนดเป็นอาคารทางเลือก สามารถสรุปรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารของอาคารทางเลือก 1-4 ได้ตามตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

แสดงรายการวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารของอาคารทางเลือก 1-4

รายการ		อาคาร ทางเลือก 1	อาคาร ทางเลือก 2	อาคาร ทางเลือก 3	อาคาร ทางเลือก 4
ลำดับขั้น	จากการสำรวจ	Certified	Silver	Gold	Platinum
โครงสร้าง	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต
หลังคา	คอนกรีต + อากาศชั้นงาน ระบบ + คอนกรีต	คอนกรีต + อากาศชั้นงาน ระบบ + คอนกรีต	คอนกรีต + อากาศชั้นงาน ระบบ + คอนกรีต	คอนกรีต + อากาศชั้นงาน ระบบ + คอนกรีต	คอนกรีต + ฉนวน + อากาศชั้นงาน ระบบ + คอนกรีต
ผนังทึบ	อลูมิเนียมคอมโพสิต	อลูมิเนียมคอมโพสิต + ฉนวนใยแก้ว หนา 75 mm.	อลูมิเนียมคอมโพสิต + ฉนวนใยแก้ว หนา 75 mm.	อลูมิเนียมคอมโพสิต + ฉนวนใยแก้ว หนา 75 mm.	อลูมิเนียมคอมโพสิต + ฉนวนใยแก้ว หนา 75 mm.+ โฟลียูรีเทนโฟม 75 mm.
ช่องแสง	กระจกลามิเนต 6+0.76+6 mm.	กระจกลามิเนตตัดแสง 6+0.76+6 mm.	กระจกลามิเนตสะท้อนแสง 6+0.76+6 mm.	กระจกลามิเนตสะท้อนแสง 6+0.76+6 mm.	กระจกลามิเนตสะท้อนแสงสองชั้น6+0.76+6 mm.
หลอดไฟ	Flu. T5 + Compact E27	LED T5 + LED E27	LED T5 + LED E27	LED T5 + LED E27	LED T5 + LED E27
ชนิดเครื่องปรับอากาศ	VAV + Chiller Water + Water Cooling Tower	VAV + Chiller Water + Water Cooling Tower	VAV + Chiller Water + Water Cooling Tower	VAV + Chiller Water + Water Cooling Tower	VAV + Chiller Water + Water Cooling Tower
ค่า COP	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
โถสุขภัณฑ์	6 ลิตร	4.8 ลิตร	4.8 ลิตร	1.5 ลิตร	1 ลิตร
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	3.8 ลิตร	1.9 ลิตร	1.9 ลิตร	0.5 ลิตร	0 ลิตร
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	1.5 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร
ก๊อกซิงค์	2.1 ลิตร	2.1 ลิตร	2.1 ลิตร	2.1 ลิตร	2.1 ลิตร

จากตารางที่ 4.11 สังเกตได้ว่าวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารบางรายการมีการใช้ซ้ำกันในทุกอาคารทางเลือกเนื่องจากมีการปรับใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่สุดและมีความคุ้มค่ามากที่สุดไปแล้วในอาคารทางเลือกที่ 1 จึงทำให้ในอาคารทุกทางเลือกมีรายการซ้ำกัน ในส่วนของระบบปรับอากาศได้มีการกำหนดค่า COP ไว้ที่ 6.24 เพื่อให้ทราบถึงขนาดกำลังของระบบปรับอากาศที่เปลี่ยนไปตามภาระการทำความเย็นในแต่ละอาคารทางเลือก ในส่วนของอุปกรณ์ประกอบห้องน้ำนั้นได้มีการเลือกใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงที่สุดไว้ในอาคารทางเลือกที่ 4 เพื่อให้เห็นถึงผลต่างของปริมาณการใช้น้ำที่มีอุปกรณ์ประกอบอาคารคุณภาพสูงที่สุดโดยมีราคาใกล้เคียงกับอุปกรณ์ในอาคารทางเลือกที่ 3 และในส่วนของวัสดุเปลือกอาคารได้มีการเปลี่ยนแปลงโดยคำนึงค่าการใช้พลังรวมของอาคารมากกว่าค่า OTTV ของเปลือกอาคาร โดยสามารถสรุปค่า OTTV ของอาคารทางเลือกเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงได้ตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12

แสดงค่าความแตกต่างของ OTTV และค่า RTTV ของอาคารทางเลือก 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	SHGC	OTTV (w/sq.m.)	ลดลง	RTTV (w/sq.m.)	ลดลง
อ้างอิง	0.72	113.023	-	3.996	-
ทางเลือก 1	0.5	107.82	4.60%	3.996	0%
ทางเลือก 2	0.44	91.7	18.87%	3.996	0%
ทางเลือก 3	0.37	80.41	28.86%	3.996	0%
ทางเลือก 4	0.2	44.797	60.36%	3.996	0%

จากตารางที่ 4.12 แสดงให้เห็นถึง OTTV และ RTTV ของอาคารทางเลือก 1-4 สังเกตได้ว่าค่า OTTV ส่งผลต่อการใช้พลังงานรวมในอาคารโดยจะเห็นได้ชัดจากค่าการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศซึ่งจะแสดงผลในลำดับถัดไป ในส่วนของวัสดุอาคารที่เป็นกระจกที่มีค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนรังสีอาทิตย์ (Reflectance) น้อยกว่าร้อยละ 15 ตามหัวข้อ EP 3 ค่าการส่องผ่านของแสง (Light Transmittance: LT) มากกว่าร้อยละ 20 และส่วนที่เป็นผนังทึบได้มีค่าพิจารณาฉนวนเพื่อ

ติดตั้งระหว่างช่องว่างของผนังพิจารณาจากค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity) ที่ต่ำภายในช่องว่างของโครงเคร่าผนัง โดยอาคารทางเลือกที่ 1 ได้มีการติดตั้งฉนวนใยแก้วที่มีค่า K 0.035 W/mK ผนังส่วนกระจกได้เปลี่ยนจากกระจกใสลามิเนต 6+0.76+6 มิลิเมตรเป็นกระจกลามิเนตเขียวตัดแสง 6+0.76+6 มิลลิเมตรที่มีค่า SHGC 0.5 ซึ่งน้อยลงจากเดิมที่มีค่า SHGC 0.72 U-value 5.44 W/sq.m. ส่วนอาคารทางเลือก 2 ผนังทึบยังคงใช้วัสดุเดียวกับทางเลือกที่ 1 แต่เลือกเปลี่ยนกระจกเป็นกระจกลามิเนต Solartag TS140 6+0.76+6 มิลลิเมตรที่มีค่า SHGC 0.44 U-value 5.44 W/sq.m. ส่วนอาคารทางเลือกที่ 3 ยังคงพิจารณาเลือกเปลี่ยนเพียงกระจกเป็นกระจกลามิเนต Solartag TS240 6+0.76+6 มิลลิเมตรที่มีค่า SHGC 0.37 U-value 5.44 W/sq.m. และส่วนอาคารทางเลือกที่ 4 ผนังทึบได้มีการเพิ่มฉนวนโฟมโพลียูรีเทนทีมีค่า K 0.029 W/mK หนา 75 มิลลิเมตรเข้าไปในช่องว่างระหว่างผนังทึบ ผนังกระจกได้มีการเปลี่ยนกระจกเป็นกระจก Insulating Glass Solartag TS520 6+6+6 มิลลิเมตรที่มีช่องว่างอากาศ มีค่า SHGC 0.2 U-value 3.25 W/sq.m. จะสังเกตได้ว่าค่า SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) และ U-value จะส่งผลต่อคุณภาพของกระจกค่อนข้างมาก ดังนั้นการพิจารณาเลือกกระจกที่ช่วยในการลดพลังงานควรพิจารณากระจกที่มีค่า SHGC และค่า U-value ที่ต่ำจากงานศึกษาสมรรถนะของระบบผนังสองชั้นแบบใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ (เชษฐพรรณ สินเจิมสิริ และอรรจน์ เศรษฐบุตร, 2553) พบว่าค่า SHGC ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการป้องกันความร้อนมากกว่าค่า U-value

4.3.2 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ

จากการลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยวัสดุเปลือกอาคารและลดความร้อนภายในอาคารจากระบบแสงสว่างส่งผลต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุดในอาคารทำให้ขนาดของระบบปรับอากาศมีขนาดเล็กลงซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการใช้พลังงานในอาคารและยังส่งผลโดยตรงต่อราคาค่าก่อสร้างอาคาร โดยในการจำลองสถานการณ์ที่มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ (COP) ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ COP 6.24 ซึ่งจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าค่า COP ของเครื่องทำน้ำเย็นที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีค่า COP มากกว่า 6.24 และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำของระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลงเย็น มีค่า COP รวมกันไม่น้อยกว่า 7.03 แลเป็นระบบปรับอากาศชนิดปริมาตรอากาศแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume System: VAV) โดยปริมาณลมเย็นที่ส่งออกจากชุดส่งลมเย็นเข้าสู่บริเวณพื้นที่ปรับอากาศต่าง ๆ สามารถแปรเปลี่ยนได้ตามภาระความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศนั้น ๆ ควบคุมอุณหภูมิภายในบริเวณพื้นที่ปรับอากาศให้คงที่ตามภาพที่ 4.10 และกำหนดค่าอัตราการระบายอากาศตามกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ. 2537) หลังจากนั้นนำอาคารทางเลือกทั้ง 4 อาคาร มาจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม EnergyPlus เพื่อหาค่าสูงสุดของ

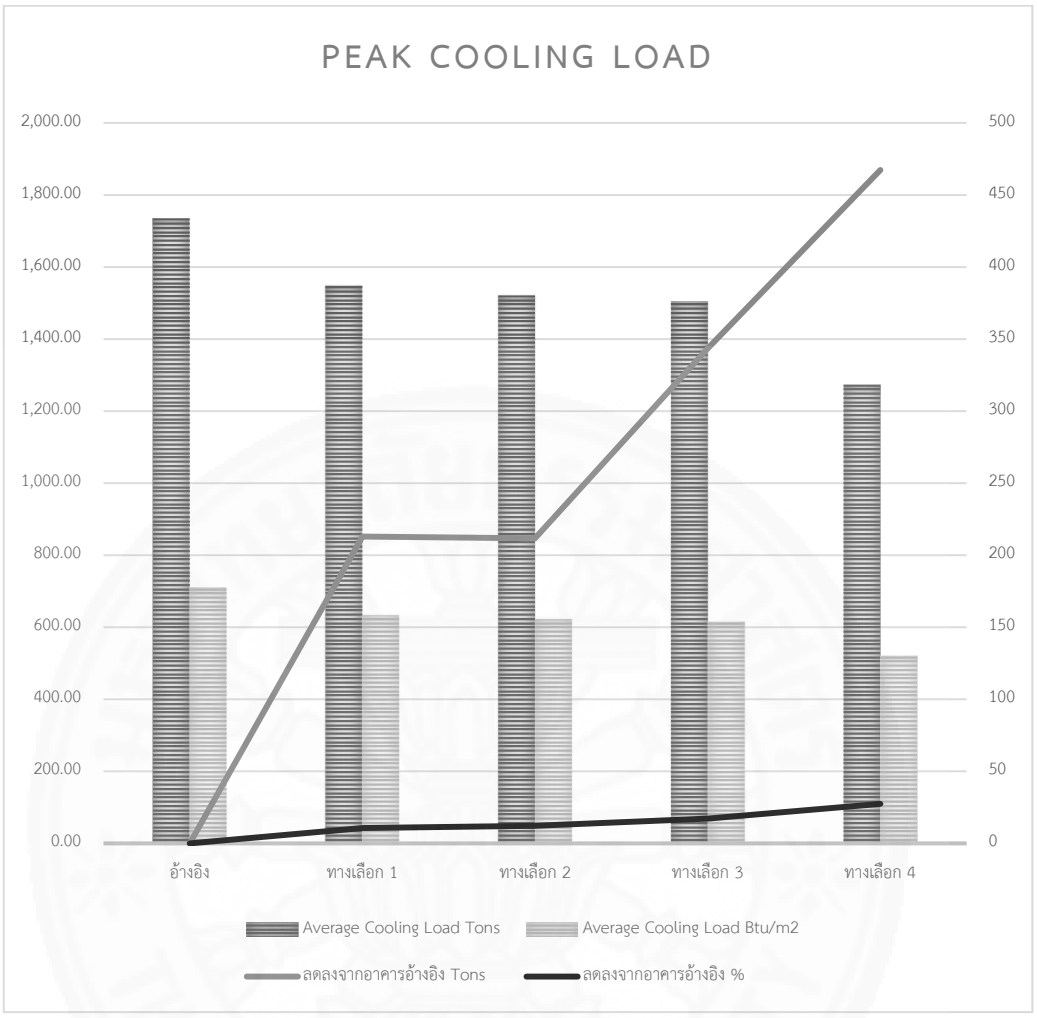
ขนาดระบบปรับอากาศ (Peak Cooling Load) และการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีแสดงผลได้ตามตารางที่ 4.13-4.14

ภาพที่ 4.10 แสดงระบบปริมาณลมจ่ายแปรเปลี่ยน (Variable Air Volume)
หมายเหตุ. เอกสารเผยแพร่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ภาคอาคารธุรกิจ

ตารางที่ 4.13

แสดงอัตราขนาดของระบบปรับอากาศทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	ขนาดพื้นที่	Peak Cooling Load		Average Cooling Load		ลดลงจากอาคารอ้างอิง	
	m2	Tons	Btu/m2	Tons	Btu/m2	Tons	%
อ้างอิง	29,361.75	1,994.15	815	1,735.15	709.15	-	-
ทางเลือก 1	29,361.75	1,781.23	727.98	1,548.90	633.03	212.92	10.68
ทางเลือก 2	29,361.75	1,749.47	715	1,521.25	621.73	211.68	12.27
ทางเลือก 3	29,361.75	1,650.69	674.63	1,504.30	614.80	343.46	17.22
ทางเลือก 4	29,361.75	1,446.55	592.20	1,273.86	520.62	467.34	27.46



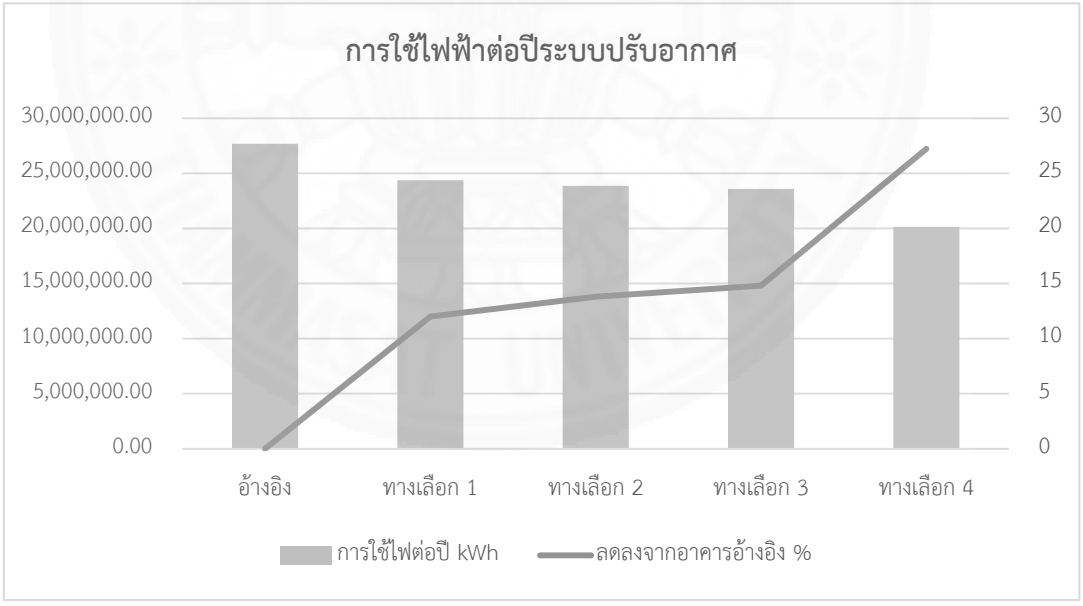
ภาพที่ 4.11 แสดงการลดของ Peak Cooling Load

จากตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.11 แสดงให้เห็นถึงขนาดที่ลดลงของระบบปรับอากาศในแต่ละแต่ละอาคารทางเลือกซึ่งส่งผลโดยตรงต่อราคาค่าก่อสร้างอาคารที่แสดงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนโดยสังเกตได้จากอัตราภาระการทำความเย็นที่ระบบปรับอากาศต้องการน้อยลงโดยการเลือกใช้ค่าของขนาดเครื่องปรับอากาศจะเลือกจากค่า Peak Cooling Load เพื่อกำหนดเป็นขนาดของระบบปรับอากาศในแต่ละอาคารทางเลือก และได้มีการสรุปค่าภาระการทำความเย็นต่อตารางเมตร เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงความต้องการของระบบปรับอากาศที่ใช้น้อยลง เนื่องมาจากการลดความร้อนที่เข้าสู่อาคารน้อยลงนั้นเองและยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป

ตารางที่ 4.14

แสดงอัตราการใช้พลังงานเครื่องปรับอากาศทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	OTTV	Peak Cooling Load	การใช้ไฟต่อปี	ลดลงจากอาคารอ้างอิง
	(w/sq.m.)	Tons	kWh	%
อ้างอิง	113.023	1,994.15	27,696,687.47	-
ทางเลือก 1	107.82	1,781.23	24,374,008.21	12.00
ทางเลือก 2	91.7	1,749.47	23,872,842.32	13.81
ทางเลือก 3	80.41	1,650.69	23,593,692.83	14.81
ทางเลือก 4	44.797	1,446.55	20,155,658.08	27.23



ภาพที่ 4.12 แสดงการใช้ไฟฟ้าต่อปีระบบปรับอากาศ

จากตารางที่ 4.14 และภาพที่ 4.12 แสดงให้เห็นถึงขนาดของระบบปรับอากาศและการใช้ไฟฟ้าต่อปีในแต่ละอาคารทางเลือกจะสังเกตได้ว่าค่า OTTV ที่ลดลงจะส่งผลต่อขนาดของระบบปรับอากาศและขนาดของระบบปรับอากาศจะส่งผลต่อการใช้ไฟฟ้าต่อปีของระบบ ซึ่งสรุปได้ว่า

ค่า OTTV เป็นอีกปัจจัยที่สำคัญในการลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศที่จะทำให้ขนาดของระบบปรับอากาศมีขนาดลดลงส่งผลต่อการใช้ไฟฟ้าโดยในอาคารทางเลือก 1-3 ไม่ได้มีการใช้กระจก Insulating Glass และกำหนดค่า U-value ให้ใกล้เคียงกันส่วนอาคารทางเลือกที่ 4 ได้มีการใช้กระจก Insulating Glass ที่มีค่า U-value ต่ำกว่าผลจึงแสดงให้เห็นอัตราการลดที่มากกว่าอย่างชัดเจน และจากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม EnergyPlus ความร้อนที่เกิดจากระบบแสงสว่างก็เป็นอีกปัจจัยในการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของระบบปรับอากาศโดยผลที่แสดงตามตารางที่ 4.14 เป็นผลที่เกิดจากการควบคุมปัจจัยความร้อนจากระบบแสงสว่างโดยมีการใช้หลอดไฟฟ้าที่เป็นหลอดชนิดเดียวกันในอาคารทางเลือกทั้ง 4 ซึ่งจะแสดงชนิดของหลอดไฟฟ้าและอัตราการใช้ไฟฟ้าของระบบแสงสว่างในส่วนถัดไป

4.3.3 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่าง

จากความแตกต่างของพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่ได้กล่าวมาในข้างต้นแล้วการกำหนดเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟฟ้านอกจากจะช่วยลดความร้อนภายในอาคารยังสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าได้คำนึงถึงความส่องสว่างที่ใช้ (Lumen) ความยาวและขนาดของหลอดไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ราคา ปริมาณแสง และอายุการใช้งาน โดยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจะยังคงต่อให้ค่าความส่องสว่างต่อตารางเมตร (Lux) ที่เพียงพอต่อการใช้งานตามเดิมและยังพิจารณาจากความคุ้มค่าในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าโดยการคำนวณด้วยวิธีลูเมนและวัตต์ต่อตารางเมตรตามสมการที่แสดงผลที่ได้แสดงตามตารางที่ 4.15 และด้วยขั้นตอนการดำเนินการในการเลือกใช้หากเป็นอาคารก่อสร้างใหม่ไม่ได้ซับซ้อนและจากงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าหลายชิ้นมีการสรุปผลไปในแนวทางเดียวกันว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอด Fluorescent มาเป็นหลอด LED คุ้มค่าทางการเงินและส่งผลต่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จึงสมควรที่จะพิจารณานำหลอด LED มาใช้เพื่อลดพลังงานค่าไฟฟ้าในอาคารทางเลือกทั้งหมดซึ่งอัตราการใช้ไฟฟ้าแสดงได้ตามตารางที่ 4.16

จากสูตร

$$E = \frac{F.n.N.MF.UF}{A}$$

เมื่อ E = ความส่องสว่าง (Lux)

F = ปริมาณแสงต่อหลอด (Lumen)

n = จำนวนหลอด

N = จำนวนดวงโคม

MF = แฟตเตอร์การบำรุงรักษา (ในงานศึกษากำหนดค่า = 0.7)

UF = สัมประสิทธิ์การใช้งาน (ในงานศึกษากำหนดค่า = 0.55)

A = พื้นที่ (sq.m.)

จากสมการค่า UF และค่า MF ที่นำมากำหนดในงานศึกษาอ้างอิงตามตัวอย่างการคำนวณของกรมพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (กระทรวงพลังงาน, 2558) ค่า E ได้จากข้อกำหนดต่าง ๆ ตามกฎหมาย

ตารางที่ 4.15

แสดงชนิดหลอดไฟฟ้าของอาคารทางเลือก 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	พื้นที่	ค่าส่องสว่าง	ชนิดหลอด	จำนวนโคม	จำนวนหลอด	กำลังไฟ	อายุการใช้งาน	Lumen
อ้างอิง	สำนักงาน	400	Fluorescent T5	5,321	10,642	34 W	15,000	2,400
	ห้องน้ำ	200	Compact E27	722	722	18 W	15,000	760
	บันได	100	Fluorescent T5	76	76	34 W	15,000	2,400
	งานระบบ	100	Fluorescent T5	232	232	34 W	15,000	2,400
	ต้อนรับและร้านค้าเช่า	300	Fluorescent T5	598	1,196	34 W	15,000	2,400
	ที่จอดรถ	50	Fluorescent T5	243	486	34 W	15,000	2,400

ตารางที่ 4.15

แสดงชนิดหลอดไฟฟ้าของอาคารทางเลือก 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง (ต่อ)

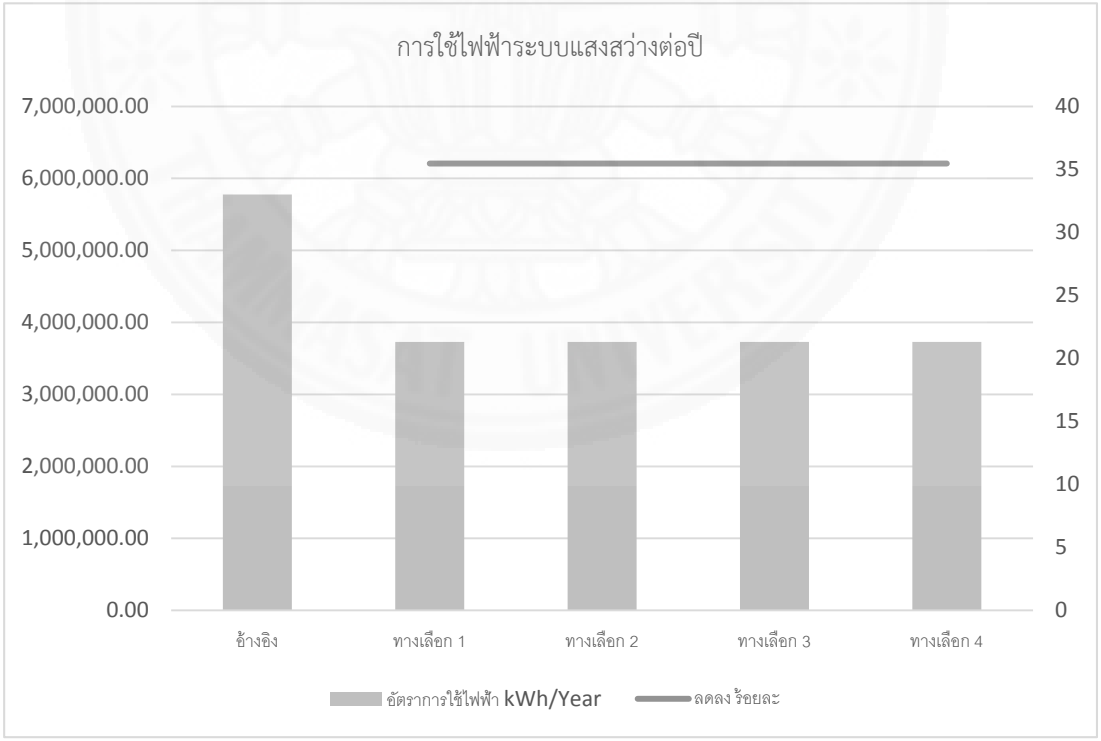
อาคาร	พื้นที่	ค่าส่องสว่าง	ชนิดหลอด	จำนวนโคม	จำนวนหลอด	กำลังไฟ	อายุการใช้งาน	Lumen
ทางเลือก 1-4	สำนักงาน	400	LED T5	6,783	13,556	17 W	40,000	2,100
	ห้องน้ำ	200	LED E27	760	760	18 W	40,000	2,000
	บันได	100	LED T5	76	76	17 W	40,000	2,100
	งานระบบ	100	LED T5	254	254	17 W	40,000	2,100
	ต้อนรับและร้านค้าเช่า	300	LED T5	761	13,566	17 W	40,000	2,100
	ที่จอดรถ	50	LED T5	308	616	17 W	40,000	2,100

จากตารางที่ 4.15 แสดงให้เห็นถึงจำนวนที่เพิ่มขึ้นของหลอดไฟฟ้าและดวงโคม รวมถึงอายุการใช้งาน โดยกำหนดโคมแบบตะแกรง (Louver Luminaire) สำหรับหลอด T5 และโคมไฟส่งลงชนิดฝังสำหรับ E27 กำหนดหลอด Fluorescent T5 2 หลอดต่อ 1 ดวงโคม หลอด Compact E27 1 หลอดต่อ 1 โคม หลอด LED T5 2 หลอดต่อ 1 โคม และหลอด LED E27 1 หลอดต่อ 1 โคม แยกวงจรให้เปิดปิดได้ไม่เกินทุก 150 ตารางเมตร สังเกตได้ว่าการเปลี่ยนจากหลอด Fluorescent T5 มาเป็นหลอด LED T5 จะมีจำนวนของหลอดและดวงโคมที่เพิ่มขึ้นเนื่องมาจากค่า Lumen ของหลอด Fluorescent T5 มี 2,400 Lumen ส่วนหลอด LED T5 มี 2,100 Lumen ถึงส่งผลทำให้ต้องใช้จำนวนหลอดที่มากกว่าเพื่อให้ได้ค่าความส่องสว่างเท่าเดิม เพื่อที่จะสามารถนำไปคิดความคุ้มค่าในการลงทุนและอัตราการใช้ไฟฟ้าตามตารางที่ 4.16 ในการศึกษาลำดับต่อไป

ตารางที่ 4.16

แสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่างของอาคารทางเลือก 1-4 เทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	อัตราการใช้ไฟฟ้า	ลดลง	อัตราต่อตารางเมตร
	kWh/Year	ร้อยละ	W/sq.m.
อ้างอิง	5,777,454.00		10.375
ทางเลือก 1	3,727,954.00	35.47	7.498
ทางเลือก 2	3,727,954.00	35.47	7.498
ทางเลือก 3	3,727,954.00	35.47	7.498
ทางเลือก 4	3,727,954.00	35.47	7.498



ภาพที่ 4.13 แสดงการใช้ไฟฟ้าระบบแสงสว่างต่อปี

ตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.13 จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอด Fluorescent T5 เป็นหลอด LED T5 มีค่าการประหยัดมากกว่าร้อยละ 30 และให้อัตราส่วน Benefit-Cost Ratio มากกว่า 1.35 ซึ่งจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการประหยัดพลังงานนั้นเป็นไปในแนวทางเดียวกับงานศึกษาเรื่องการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าชิ้นอื่น ๆ โดยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจาก Fluorescent T5 เป็นหลอด LED T5 สามารถส่งผลเรื่องอัตราการใช้ไฟฟ้าให้มีปริมาณลดลงถึงร้อยละ 35.47 ซึ่งได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม EnergyPlus ที่แสดงค่าการใช้ไฟฟ้า kWh/Year ส่วนโปรแกรม BEC แสงค่า W/sq.m. ค่าที่ได้หลังจากการจำลองสถานการณ์คือ 7.498 W/sq.m. ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานในกรณีปรับปรุงอาคาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556) ที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 7.64 W/sq.m. ค่าที่ได้จากงานศึกษามีอัตราน้อยกว่าอันเนื่องมาจากเทคโนโลยีในการผลิตหลอดไฟฟ้า LED ในปัจจุบันสามารถผลิตหลอดไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นกว่าอดีตด้วยเหตุผลทางการแข่งขันของตลาดและกระแสการอนุรักษ์พลังงาน

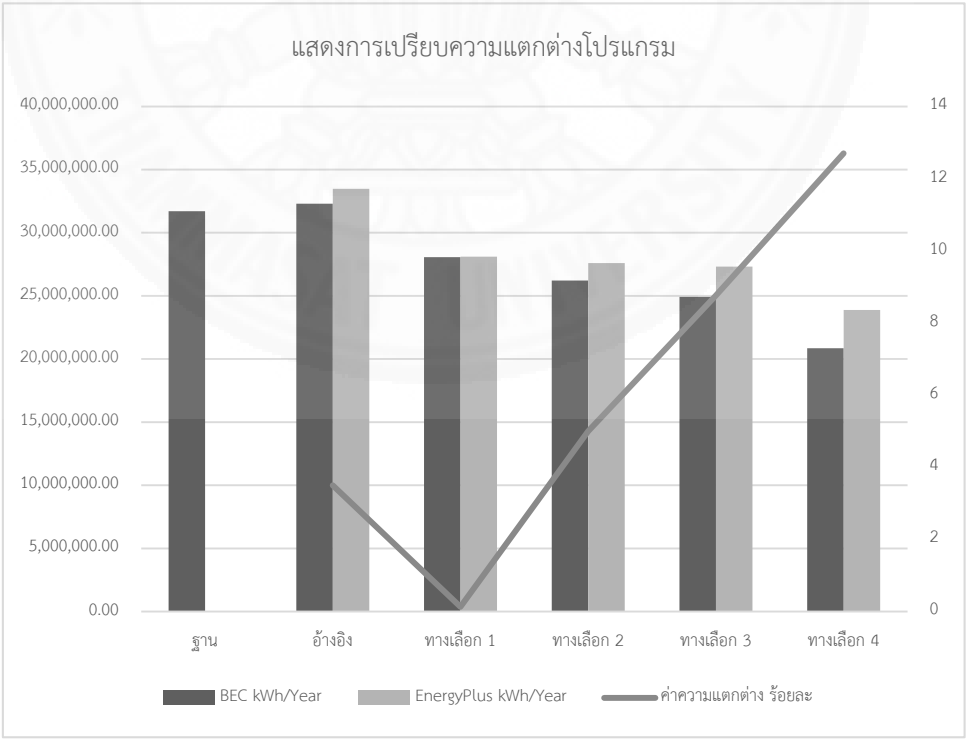
4.3.4 ความแตกต่างพลังงานไฟฟ้ารวม

หลังจากได้นำเสนอผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบแล้วจะทำการนำผลที่ได้จากการศึกษามารวมกันเพื่อแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของอาคาร โดยการจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม BEC เพื่อยืนยันว่าอาคารทางเลือกสามารถทำคะแนนได้ผ่านตามเกณฑ์ TREES-NC หลังจากนั้นจะนำค่าของวัสดุและระบบต่าง ๆ จากโปรแกรม BEC ไปกรอกลงในโปรแกรม EnergyPlus เพื่อเทียบผลที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ระหว่าง จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม BEC และ EnergyPlus ด้วยการกำหนดเงื่อนไขของอาคารที่เหมือนกัน พบว่าความแตกต่างทางพลังงานรวมของทั้งสองโปรแกรมนั้นมีความคลาดเคลื่อนของผล ที่ได้จากพลังงานที่แตกต่างกันแสดงตามตารางที่ 4.17 ซึ่งจากการศึกษายังพบข้อจำกัดของโปรแกรม BEC ในการกำหนดอัตราการระบายอากาศที่โปรแกรมกำหนดให้ทุกพื้นที่มีการระบายอากาศเท่ากับ 0.25 ลิตรต่อวินาทีต่อตารางเมตร และมีค่าคงที่ตลอด 24 ชั่วโมง (มัลลิการ ปู่เพ็ชร์, 2555) ซึ่งต่างจากโปรแกรม EnergyPlus ที่สามารถกรอกข้อมูลการระบายอากาศของแต่ละพื้นที่ได้โดยอ้างอิงข้อมูลในการกำหนดค่าจากกฎกระทรวงฉบับที่ 39 (พ.ศ.2537) กำหนดให้อัตราการระบายอากาศในกรณีที่มีระบบการปรับภาวะอากาศของสำนักงานที่ 2 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร ห้องน้ำที่ 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร การกำหนดอัตราผู้ใช้งานในอาคาร 9 ชั่วโมงต่อวัน 5 วันต่อสัปดาห์ 52 สัปดาห์ต่อปี จำนวนผู้ใช้งานอาคาร 14 ตารางเมตรต่อคน

ตารางที่ 4.17

แสดงการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างทางพลังงานของโปรแกรม BEC กับโปรแกรม EnergyPlus

อาคาร	BEC	ลดลงจากอาคารฐาน	EnergyPlus	ลดลงจากอาคารฐาน	ค่าความแตกต่าง
	kWh/Year	ร้อยละ	kWh/Year	ร้อยละ	ร้อยละ
ฐาน	31,701,087.00				
อ้างอิง	32,303,407.65	-	33,474,141.47	-	3.5
ทางเลือก 1	28,063,170.15	11.48	28,099,962.21	11.36	0.13
ทางเลือก 2	26,219,443.35	17.29	27,600,795.32	12.93	5.00
ทางเลือก 3	24.928.833.57	21.36	27,321,646.83	13.81	8.76
ทางเลือก 4	20,850,293.84	34.23	23,883,612.08	24.66	12.70



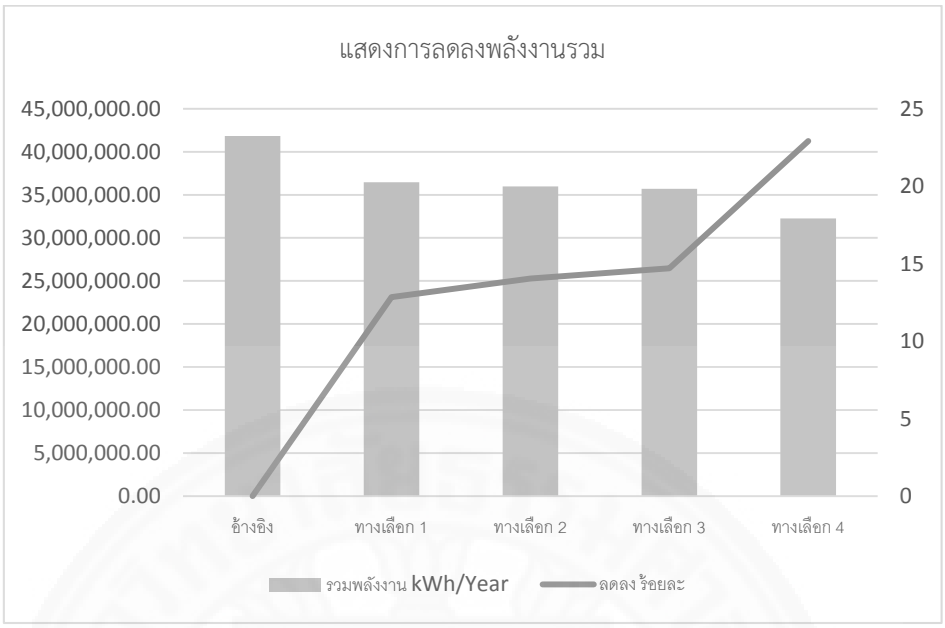
ภาพที่ 4.14 แสดงความแตกต่างของโปรแกรม BEC กับโปรแกรม EnergyPlus

จากตารางที่ 4.17 และภาพที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงค่าความแตกต่างของพลังงานที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ของทั้งสองโปรแกรมโดยในงานศึกษาชิ้นนี้จะยึดถือผลที่ได้จากโปรแกรม EnergyPlus เป็นผลในการศึกษาเนื่องจากเป็นค่าการใช้พลังงานของอาคารที่มีค่าเลวร้ายกว่าและด้วยตัวโปรแกรมที่เป็นที่ยอมรับในงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการจำลองสถานการณ์ในอาคารทั้งในประเทศและต่างประเทศซึ่งผลของพลังงานรวมของอาคารสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.18

ตารางที่ 4.18

แสดงความแตกต่างของพลังงานรวมอาคารทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	ระบบปรับอากาศ	ระบบแสงสว่าง	อื่น ๆ	รวมพลังงาน	ลดลง
	kWh/Year	kWh/Year	kWh/Year	kWh/Year	ร้อยละ
อ้างอิง	27,696,687.47	5,777,454.00	8,368,535.37	41,842,676.84	
คิดเป็น	66.19%	13.81%	20.00%	100%	
ทางเลือก 1	24,373,008.21	3,727,954.00	8,368,535.37	36,469,497.58	12.84
คิดเป็น	58.25%	10.22%	22.95%	100%	
ทางเลือก 2	23,872,841.32	3,727,954.00	8,368,535.37	35,969,330.69	14.04
คิดเป็น	57.05%	10.36%	23.27%	100%	
ทางเลือก 3	23,593,692.83	3,727,954.00	8,368,535.37	35,690,182.20	14.70
คิดเป็น	56.39%	10.45%	23.45%	100%	
ทางเลือก 4	20,155,658.08	3,727,954.00	8,368,535.37	32,252,147.45	22.92
คิดเป็น	48.17%	11.56%	25.95%	100%	

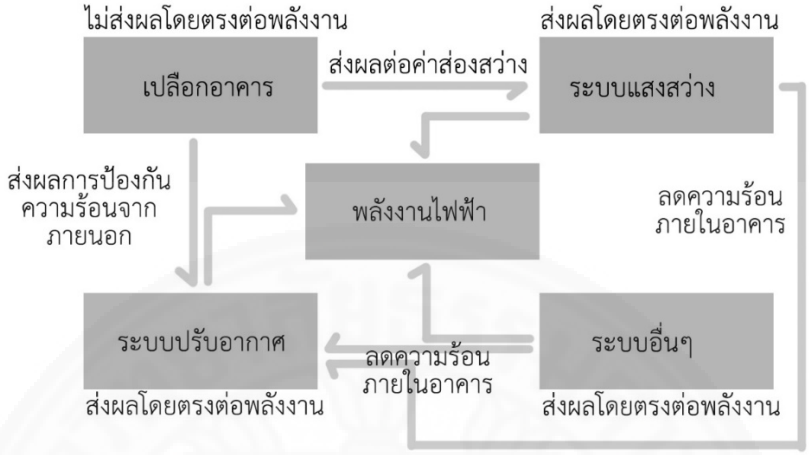


ภาพที่ 4.15 แสดงการลดลงของพลังงานรวม

จากตารางที่ 4.18 และภาพที่ 4.15 แสดงถึงค่าการใช้พลังไฟฟ้าของอาคารทางเลือกที่ 1-4 โดยเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงหลังจากนำค่าพลังงานอื่น ๆ มารวม สังเกตได้ว่าการพลังงานไฟฟ้าในอาคารมีปัจจัยหลักอยู่ 3 ส่วนคือส่วนระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารมากที่สุดถึงร้อยละ 48.17-66.19 ถัดมาเป็นระบบอื่นๆเช่น ลิฟต์ อุปกรณ์สำนักงาน การใช้ไฟฟ้าของบุคคล มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ร้อยละ 20.00-25.95 ในการศึกษาได้กำหนดปัจจัยนี้เป็นค่าคงที่ และลำดับสุดท้ายระบบแสงสว่างมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ร้อยละ 13.81-11.56 โดยการจำลองสถานการณ์ในโปรแกรม BEC ไม่สามารถระบุอัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์อื่นต่อพื้นที่ลงไปได้ในการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม EnergyPlus จึงไม่กำหนดค่าการใช้พลังงานในส่วนอุปกรณ์อื่นเพื่อกำหนดปัจจัยให้ผลที่ออกมามีความถูกต้องที่สามารถใช้เปรียบเทียบได้มากที่สุดเพื่อนำค่าที่ได้ไปใช้ในการศึกษาความคุ้มค่าในลำดับถัดไป

จากการศึกษาเรื่องพลังงานไฟฟ้าของอาคารผลที่ออกมาสามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนวัสดุอาคารให้มีค่าการป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารส่งผลต่อภาระการทำความเย็นทำให้ขนาดของระบบปรับอากาศมีขนาดเล็กลง และการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอด Fluorescent เป็นหลอด LED ส่งผลให้ลดความร้อนภายในอาคารทำให้มีส่วนในการลดขนาดของเครื่องปรับอากาศลงและส่งผลโดยตรงต่ออัตราการใช้ไฟฟ้าในอาคาร และขนาดเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดเล็กลงนั้นส่งผลต่อ

การใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของอาคารให้มีอัตราที่น้อยลงเนื่องมาจากระบบปรับอากาศเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารมากที่สุดตามภาพที่ 4.16



ภาพที่ 4.16 แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารของระบบต่าง ๆ

จากภาพที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนวัสดุที่เปลือกอาคารโดยผนังทึบให้คำนึงถึงค่า K ของวัสดุส่วนกระจกให้คำนึงถึงค่า SHGC U-value สามารถช่วยลดความร้อนที่เข้าสู่ภายในอาคารที่ส่งผลต่อขนาดของเครื่องปรับอากาศ และมีผลต่อค่าความส่องสว่างที่ส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดไฟ การเปลี่ยนชนิดของหลอดไฟฟ้าเป็น LED ถึงจะมีจำนวนหลอดที่มากขึ้นแต่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่ารวมถึงมีการปล่อยความร้อนที่น้อยกว่า ซึ่งมีผลต่อความร้อนภายในอาคารที่ช่วยลดภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศได้ ในส่วนระบบอื่นๆในงานศึกษาได้กำหนดค่าคงที่ไว้แต่ก็มีแนวทางในการลดใช้พลังงาน เช่น การปรับอุปกรณ์สำนักงานจากคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะที่ใช้ไฟฟ้า 1.2 kWh มาเป็นคอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คที่ใช้ไฟฟ้า 0.7 kWh (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556) การใช้ระบบการจัดการลิฟต์ที่สามารถช่วยลดพลังงานการใช้ลิฟต์ลงได้ร้อยละ 20 (สมาคมลิฟต์แห่งประเทศ, 2558) และส่วนระบบปรับอากาศซึ่งเป็นส่วนที่ใช้พลังงานในอาคารมากที่สุดการใช้พลังงานนอกจากขนาดของระบบปรับอากาศแล้วการควบคุมการปล่อยลมในอาคารก็ส่งผลต่อค่าพลังงาน และการติดตั้ง VSD ที่เครื่องปั๊มส่งน้ำเย็นสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากปั๊มน้ำเย็นได้ถึงร้อยละ 80 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556)

4.3.5 ความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำ

ปริมาณการใช้น้ำของอาคารได้จากการคำนวณจากพนักงานที่ใช้งานอาคาร FTE (Full-Time Equivalent) และปริมาณความถี่ในการใช้งานสุขภัณฑ์แต่ละประเภทเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือกเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง โดยแสดงปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างของสุขภัณฑ์ในแต่ละอาคารทางเลือกตามตารางที่ 4.19 และสามารถสรุปปริมาณการใช้น้ำที่แตกต่างในแต่ละอาคารทางเลือกตามตารางที่ 4.20-4.21

ตารางที่ 4.19

แสดงรายการการใช้น้ำของสุขภัณฑ์อาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	รายการการใช้น้ำของสุขภัณฑ์ (ลิตร)				
	โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	ฟลัชวาล์ว ปัสสาวะ	ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	ก๊อกซิงค์
	ลิตร	ลิตร	ลิตร	ลิตร	ลิตร
อ้างอิง	6	6	3.8	1.5	2.1
ทางเลือก 1	4.8	4.8	1.9	1	2.1
ทางเลือก 2	4.8	4.8	1.9	1	2.1
ทางเลือก 3	1.5	1.5	0.5	1	2.1
ทางเลือก 4	1	1	0	1	2.1

ตารางที่ 4.20

แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

สุขภัณฑ์	จำนวนผู้ใช้งาน		ความถี่ต่อวัน		การใช้น้ำ		ปริมาณการใช้น้ำ	
	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ลดลง	FTE	ลดลง
	(คน)		(คน)		(ลิตรต่อครั้ง)		(ลิตร)	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิง								
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	6.0	-	41,886	-
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	6.0	-	13,962	-
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	3.8	-	17,685.2	-
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1.5	-	20,943	-
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	-	97,73.4	-
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงต่อวัน							104,249.6	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารอ้างอิงต่อปี							27,104,896	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1								
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	4.8	20%	33,508.8	20%
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	4.8	20%	11,169.6	20%
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	1.9	50%	8,842.6	50%
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1	33.3%	13,962.0	33.3%
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	0%	97,73.4	0%
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ต่อวัน							77,256.40	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ต่อปี							20,086,664.00	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ลดลงร้อยละ							25.89%	

ตารางที่ 4.20

แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง (ต่อ)

สุขภัณฑ์	จำนวนผู้ใช้งาน		ความถี่ต่อวัน		การใช้น้ำ		ปริมาณการใช้น้ำ	
	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ลดลง	FTE	ลดลง
	(คน)		(คน)		(ลิตรต่อครั้ง)		(ลิตร)	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 2								
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	4.8	20%	33,508.8	20%
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	4.8	20%	11,169.6	20%
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	1.9	50%	8,842.6	50%
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1	33.3%	13,962.0	33.3%
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	0%	97,73.4	0%
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 2 ต่อวัน							77,256.40	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 2 ต่อปี							20,086,664.00	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 2 ลดลงร้อยละ							25.89%	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 3								
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	1.5	75.1%	10,461.5	75.1%
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	1.5	75.1%	3,490.5	75.1%
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	0.5	86.8%	2,327.0	86.8%
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1	33.3%	13,962.0	33.3%
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	0%	9,773.4	0%
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 3 ต่อวัน							40,024.40	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 3 ต่อปี							10,406,344.00	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 3 ลดลงร้อยละ							61.61%	

ตารางที่ 4.20

แสดงปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1 ทางเลือก 2 ทางเลือก 3 ทางเลือก 4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง (ต่อ)

สุขภัณฑ์	จำนวนผู้ใช้งาน		ความถี่ต่อวัน		การใช้น้ำ		ปริมาณการใช้น้ำ	
	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ผู้ติดต่อ	FTE	ลดลง	FTE	ลดลง
	(คน)		(คน)		(ลิตรต่อครั้ง)		(ลิตร)	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 4								
โถสุขภัณฑ์ (หญิง)	2,327	0	3	0.5	1	83.3%	6,981.0	83.3%
โถสุขภัณฑ์ (ชาย)	2,327	0	1	0.1	1	83.3%	2,327.0	83.3%
ฟลัชวาล์วปัสสาวะ	2,327	0	2	0.4	0	100%	0	100%
ก๊อกน้ำอ่างล้างมือ	4,654	0	3	0.5	1	33.3%	13,962.0	33.3%
ก๊อกซิงค์	4,654	0	1	0	2.1	0%	5,584.8	0%
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 4 ต่อวัน							28,854.80	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 4 ต่อปี							7,502,248.00	
ปริมาณการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 4 ลดลงร้อยละ							72.32%	

ตารางที่ 4.21

แสดงการเปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำของอาคารทางเลือก 1-4 เทียบกับอาคารอ้างอิง

อาคาร	อัตราการใช้น้ำต่อวัน	อัตราการใช้น้ำต่อปี	ลดลง
อ้างอิง	104,249.6	27,104,896	
ทางเลือก 1	77,256.40	20,086,664.00	25.89%
ทางเลือก 2	77,256.40	20,086,664.00	25.89%
ทางเลือก 3	40,024.40	10,406,344.00	61.61%
ทางเลือก 4	28,854.80	7,502,248.00	72.32%

จากตารางที่ 4.20-4.21 แสดงให้เห็นถึงปริมาณการใช้น้ำที่ลดลงของแต่ละอาคารทางเลือกสังเกตได้จากการลดลงของปริมาณการใช้น้ำมาจากการใช้สุขภัณฑ์เป็นหลักเนื่องจากอาคารเป็นประเภทสำนักงานที่ไม่จำเป็นต้องมีฝักบัวหรือสายชำระ ดังนั้นหากทำการเปลี่ยนขนาดของการใช้น้ำของสุขภัณฑ์ให้มีขนาดที่น้อยลงก็จะส่งผลโดยตรงต่อการใช้น้ำรวมของอาคารโดยอาคารทางเลือกที่ 4 ที่มีการเลือกใช้สุขภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพในการใช้น้ำสูงสุดไปจนถึงการไม่ใช้น้ำ สามารถประหยัดน้ำได้ถึงร้อยละ 72.32

4.4 การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุน

หลังจากได้ผลจากการศึกษาที่กล่าวมาในข้างต้นจะนำข้อมูลมาทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินโดยพิจารณาจากกระแสเงินสดรับ-จ่าย (Cash Flow) โดยวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นและลดลงของต้นทุน ค่าดำเนินการ อัตราค่าเช่าที่เพิ่มขึ้น อัตราการเช่าพื้นที่ ของอาคารทางเลือกเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงตลอดระยะเวลาการลงทุนโครงการที่ 20 ปี เพื่อสรุปผลชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ ซึ่งใช้เครื่องมือทางการเงินได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR) งวดเวลาคืนทุน (Payback Period: PB) ค่าตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment: ROI) สามารถแสดงผลได้ดังต่อไปนี้

4.4.1 การประมาณต้นทุนโครงการและการเพิ่มลด

การเพิ่มขึ้นและลดลงของต้นทุนโครงการได้ทำการกำหนดต้นทุนค่าพัฒนาโครงการของอาคารอ้างอิงที่ตารางเมตรละ 33,400 บาท ตามราคาประเมินค่าก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2558 (มูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย, 2558) ซึ่งจะได้มูลค่าก่อสร้างอาคารอ้างอิงที่ 1,787,751,700.00 บาท โดยการเพิ่มขึ้นของต้นทุนในการก่อสร้างอาคารตามเกณฑ์ TREES-NC สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ต้นทุนค่าดำเนินการในการก่อสร้างแสดงตามตารางที่ 4.22 และต้นทุนค่าวัสดุและระบบประกอบอาคารในการก่อสร้างแสดงตามตารางที่ 4.23 การลดลงของต้นทุนในการก่อสร้างมาจากงานระบบปรับอากาศซึ่งแสดงตามตารางที่ 4.24 ในการศึกษาครั้งนี้จะไม่นำค่าที่ดินเข้ามาพิจารณาเพื่อให้ได้ผลจากความคุ้มค่าของตัวอาคารเท่านั้น

ตารางที่ 4.22

แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าดำเนินการในการก่อสร้าง

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
		บาท	บาท	บาท	บาท
ค่าลงทะเบียน TREES (บาท)	-	12,800.00	12,800.00	12,800.00	12,800.00
ค่าตรวจประเมินอาคาร (บาท)	-	500,000.00	500,000.00	500,000.00	500,000.00
ค่าจ้างที่ปรึกษาและผู้ตรวจสอบระบบ	-	0.50% ของค่าก่อสร้าง	0.75% ของค่าก่อสร้าง	1.00% ของค่าก่อสร้าง	1.25% ของค่าก่อสร้าง
	-	8,938,758.50	13,408,137.75	17,877,517.00	22,346,896.25
รวมค่าดำเนินการ	-	9,451,558.50	13,920,937.75	18,390,317.00	22,859,696.25

จากตารางที่ 4.22 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าดำเนินการในการก่อสร้างที่มาจากการเข้าร่วมในเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ซึ่งต้นทุนจะแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกค่าใช้จ่ายในการลงทะเบียน (Registration Fees) และค่าตรวจประเมินอาคาร (Certification Fees) อัตราเป็นไปตามที่ทางสถาบันอาคารเขียวกำหนด ซึ่งไม่ว่าจะเข้าร่วมเกณฑ์ในลำดับขั้นใดก็จะ

มีอัตราที่เท่ากันตามขนาดของพื้นที่อาคาร ส่วนที่สองคือค่าจ้างที่ปรึกษาอาคารเขียว (TREES-A) ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดอัตราค่าจ้างที่ปรึกษาที่แน่ชัดแต่โดยทั่วไปแล้วนั้นนิยมคิดค่าธรรมเนียมในการบริการตามมูลค่าของการก่อสร้างซึ่งอัตราการคิดค่าธรรมเนียมจะเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้นของการเข้าร่วมเกณฑ์ ในการศึกษาได้กำหนดอัตราตามลำดับขั้นดังนี้ Certified 0.50% Silver 0.75% Gold 1.00% Platinum 1.25% โดยอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากในลำดับขั้นที่เพิ่มมากขึ้นนั้นจำเป็นต้องทำเอกสารและติดตามผลที่มากกว่าทำให้อัตราค่าธรรมเนียมสูงขึ้นตามปริมาณของงาน

หลังจากนั้นจะทำการคิดการเพิ่มขึ้นจากต้นทุนของวัสดุในการก่อสร้างโดยพิจารณาวัสดุที่เปลี่ยนตามที่ได้กล่าวมาในข้างต้น ในส่วนวัสดุอื่น ๆ ได้มีการกำหนดให้เพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 1 ของมูลค่าก่อสร้าง เนื่องมาจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าราคาวัสดุที่เพิ่มขึ้นมาจากวัสดุเปลือกอาคาร และระบบประกอบอาคารเป็นหลัก ในส่วนวัสดุอื่น ๆ จะมีราคาใกล้เคียงกันในตลาดอยู่แล้วเพียงจำเป็นต้องเลือกวัสดุที่ผ่านข้อกำหนดของเกณฑ์ TREES-NC แสดงได้ตามตารางที่ 4.23 – 4.25

ตารางที่ 4.23

แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุในการก่อสร้าง

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
วัสดุเปลือกอาคารที่เป็นช่องแสง					
กระจก	ใส	เขียวตัดแสง	Solartag TS140	Solartag TS240	Solartag TS520
ปริมาณ (ตร.ม.)	7,224.20	7,224.20	7,224.20	7,224.20	7,224.20
ราคาวัสดุ (บาท)	2,475.70	2,798.62	3,067.71	3,282.99	3,928.83
ค่าแรง (บาท)	495.00	495.00	560.00	560.00	985.00
รวม (บาท)	21,460,930.94	23,793,769.60	26,207,302.58	27,762,528.36	35,498,490.69
เพิ่มขึ้น (บาท)		2,332,838.66	4,746,371.64	6,301,597.42	14,037,559.75
		10.87%	22.12%	29.36%	65.41%

ตารางที่ 4.23

แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุในการก่อสร้าง

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
วัสดุเปลือกอาคารที่เป็นผนังทึบ					
ฉนวน	-	ใยแก้ว 75 mm.	ใยแก้ว 75 mm.	ใยแก้ว 75 mm.	ใยแก้ว 75 mm. + PU 75 mm.
ปริมาณ (ตร.ม.)	-	5,573.20	5,573.20	5,573.20	5,573.20
ราคาวัสดุ (บาท)	-	212.00	212.00	212.00	542.00
ค่าแรง (บาท)	-	50.00	50.00	50.00	150.00
รวม (บาท)		1,460,178.40	1,460,178.40	1,460,178.40	3,856,654.40
เพิ่มขึ้น (บาท)		1,460,178.40	1,460,178.40	1,460,178.40	3,856,654.40
วัสดุระบบส่องสว่าง					
หลอดไฟ	T5	LED T5	LED T5	LED T5	LED T5
ปริมาณ (หลอด)	12,632.00	13,556.00	13,556.00	13,556.00	13,556.00
ราคาวัสดุ (บาท)	170.00	450.00	450.00	450.00	450.00
รวม (บาท)	2,147,440.00	6,100,200.00	6,100,200.00	6,100,200.00	6,100,200.00
ดวงโคม	T5 x 2 LOV.	T5 x 2 LOV.	T5 x 2 LOV.	T5 x 2 LOV.	T5 x 2 LOV.
ปริมาณ (ดวง)	6,470.00	8,182.00	8,182.00	8,182.00	8,182.00
ราคาวัสดุ (บาท)	979.00	979.00	979.00	979.00	979.00
ค่าแรง (บาท)	225.00	225.00	225.00	225.00	225.00
รวม (บาท)	7,789,880.00	9,851,128.00	9,851,128.00	9,851,128.00	9,851,128.00
หลอดไฟ	E27	LED E27	LED E27	LED E27	LED E27
ปริมาณ (หลอด)	722.00	760.00	760.00	760.00	760.00
ราคาวัสดุ (บาท)	135.00	450.00	450.00	450.00	450.00
รวม (บาท)	97,470.00	342,000.00	342,000.00	342,000.00	342,000.00

ตารางที่ 4.23

แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุในการก่อสร้าง (ต่อ)

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
วัสดุระบบส่องสว่าง					
ดวงโคม	E27 x1 Box.	E27 x1 Box.	E27 x1 Box.	E27 x1 Box.	E27 x1 Box.
ปริมาณ (ดวง)	722.00	760.00	760.00	760.00	760.00
ราคาวัสดุ (บาท)	225.00	225.00	225.00	225.00	225.00
ค่าแรง (บาท)	115.00	115.00	115.00	115.00	115.00
รวม (บาท)	245,480.00	258,400.00	258,400.00	258,400.00	258,400.00
รวมระบบแสง	10,280,270.00	16,551,728.00	16,551,728.00	16,551,728.00	16,551,728.00
เพิ่มขึ้น		6,271,458.00	6,271,458.00	6,271,458.00	6,271,458.00
		61.00%	61.00%	61.00%	61.00%
วัสดุห้องน้ำและสุขภัณฑ์					
ชักโครก	6 ลิตร	4.8 ลิตร	4.8 ลิตร	1.5 ลิตร	1 ลิตร
ปริมาณ (ชิ้น)	720.00	720.00	720.00	720.00	720.00
ราคาวัสดุ (บาท)	11,900.00	13,483.00	13,483.00	15,000.00	18,000.00
ค่าแรง (บาท)	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
รวม (บาท)	8,892,000.00	10,031,760.00	10,031,760.00	11,124,000.00	13,284,000.00
โถปัสสาวะ	3.8 ลิตร	1.9 ลิตร	1.9 ลิตร	0.5 ลิตร	0 ลิตร
ปริมาณ (ชิ้น)	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
ราคาวัสดุ (บาท)	13,540.00	14,143.00	14,143.00	18,400.00	22,500.00
ค่าแรง (บาท)	450.00	450.00	450.00	450.00	450.00
รวม (บาท)	5,036,400.00	5,253,480.00	5253,480.00	6,786,000.00	8,262,000.00

ตารางที่ 4.23

แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุในการก่อสร้าง (ต่อ)

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
วัสดุห้องน้ำและสุขภัณฑ์					
ก๊อกอ่าง	1.5 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร	1 ลิตร
ปริมาณ (ชิ้น)	360.00	360.00	360.00	360.00	360.00
ราคาวัสดุ (บาท)	6,500.00	9,500.00	9,500.00	9,500.00	9,500.00
ค่าแรง (บาท)	200	200	200	200	200
รวม (บาท)	2,412,000.00	3,492,000.00	3,492,000.00	3,492,000.00	3,492,000.00
รวมสุขภัณฑ์	16,340,400.00	18,777,240.00	18,777,240.00	21,402,000.00	25,038,000.00
เพิ่มขึ้น		2,436,840.00	2,436,840.00	5,061,600.00	8,697,600.00
		14.91%	14.91%	30.98%	53.23%

จากตารางที่ 4.23 แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของราคาวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงแล้วนั้นจะพบว่าวัสดุที่มีราคาสูงขึ้นมากที่สุดจะมาจากระบบเปลือกอาคารคือ กระจกรวมกับฉนวน ถัดมาคือสุขภัณฑ์และระบบแสงสว่างตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาจากราคาในท้องตลาดพบว่าราคาของสุขภัณฑ์และหลอดไฟที่ลดการใช้พลังงานมีแนวโน้มราคาปรับลดลงอย่างต่อเนื่องและมีสินค้าให้เลือกมากขึ้น

ตารางที่ 4.24

แสดงการลดลงของต้นทุนค่าระบบประกอบอาคารในการก่อสร้าง

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
ระบบปรับอากาศ (ขนาดเครื่องทำน้ำเย็น)					
ขนาด (TONS)	1,994.15	1,781.23	1,749.47	1,650.69	1,446.55
ราคา	23,929,800.00	21,374,760.00	20,993,640.00	19,808,280.00	17,358,600.00
ลดลง		2,555,040.00	2,936,160.00	4,121,520.00	6,571,200.00
		10.68%	12.27%	17.22%	27.46%

จากตารางที่ 4.24 สามารถสรุปได้ถึงส่วนต่างของราคาเครื่องทำน้ำเย็นที่มีราคาลดลงมาจากอ้างอิงตามลำดับ เนื่องมาจากภาระการทำความเย็นลดลง โดยประมาณราคาเครื่องทำน้ำเย็นที่ Btu ละ 1 บาท หลังจากนั้นจะนำราคาเพิ่มลดไปรวมเพื่อสรุปเป็นราคาก่อสร้างในแต่ละอาคารทางเลือกซึ่งสามารถแสดงได้ตามตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25

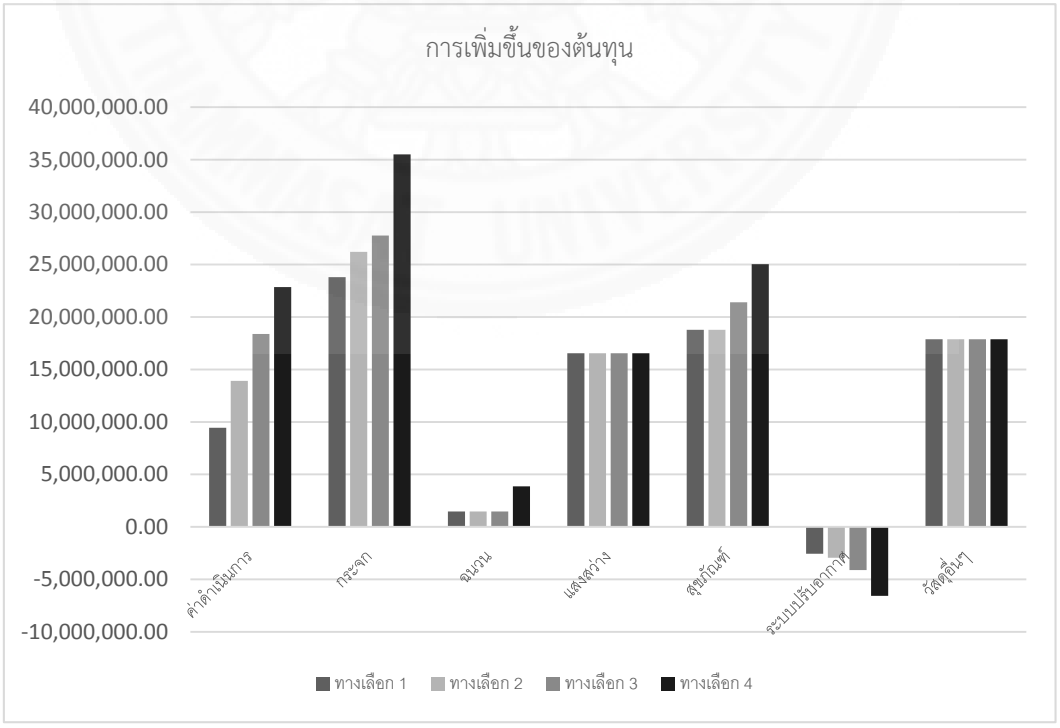
แสดงการเพิ่มขึ้นของค่าก่อสร้างโครงการ

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
	บาท	บาท	บาท	บาท	บาท
ค่าดำเนินการ	-	9,451,558.50	13,920,937.75	18,390,317.00	22,859,696.25
กระจก	21,460,930.94	23,793,769.60	26,207,302.58	27,762,528.36	35,498,490.69
ฉนวน	-	1,460,178.40	1,460,178.40	1,460,178.40	3,856,654.40
แสงสว่าง	10,280,270.00	16,551,728.00	16,551,728.00	16,551,728.00	16,551,728.00
สุขภัณฑ์	16,340,400.00	18,777,240.00	18,777,240.00	21,402,000.00	25,038,000.00

ตารางที่ 4.25

แสดงการเพิ่มขึ้นของค่าก่อสร้างโครงการ (ต่อ)

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
	บาท	บาท	บาท	บาท	บาท
ระบบปรับอากาศ	23,929,800.00	21,374,760.00	20,993,640.00	19,808,280.00	17,358,600.00
วัสดุอื่น ๆ	-	17,877,517.00	17,877,517.00	17,877,517.00	17,877,517.00
รวม	72,011,400.94	109,286,751.50	115,788,543.73	123,252,548.76	139,040,686.34
เพิ่มขึ้น	-	37,275,350.56	43,777,142.79	51,241,147.82	67,029,285.40
	-	51.76%	60.79%	71.16%	93.08%
ร้อยละของค่าก่อสร้าง	-	2.09%	2.45%	2.87%	3.75%



ภาพที่ 4.17 แสดงการเพิ่มขึ้นของต้นทุน

จากตารางที่ 4.25 สามารถสรุปการเพิ่มขึ้นของมูลค่าก่อสร้างได้ดังนี้ ทางเลือกที่ 1 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.09 ทางเลือกที่ 2 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.45 ทางเลือกที่ 3 เพิ่มขึ้นร้อยละ 2.87 และทางเลือกที่ 4 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.75 ซึ่งสังเกตได้ว่าทางเลือกที่ 4 มีการเพิ่มขึ้นในอัตราก้าวกระโดดโดยเนื่องมาจากการที่มีราคาค่าวัสดุ และค่าแรงในการติดตั้งมีอัตราสูงเพื่อให้สามารถผ่านค่าพลังงานได้

4.4.2 การประมาณการรายรับ

รายรับของโครงการมาจากการใช้เช่าพื้นที่และบริการโดยการประมาณการรายรับต้องการที่จะทราบถึงรายรับรวมที่แท้จริง (Effective Gross Income: EGI) เพื่อที่สะท้อนให้เห็นถึงความสามารถในการสร้างรายรับของโครงการ สามารถหาได้จากการนำรายรับรวมทั้งหมดของโครงการ (Potential Gross Income: PGI) คูณกับอัตราการเช่า (Occupancy Rate) ก็จะสามารถทราบถึง EGI

4.4.2.1 รายรับรวมทั้งหมด (Potential Gross Income: PGI)

รายรับรวมทั้งหมดของโครงการสามารถจำแนกออกได้เป็นรายได้หลักและรายได้อื่นๆโดยรายได้หลักของโครงการมาจากค่าเช่าพื้นที่สำนักงานและพื้นที่ร้านค้าในโครงการโดยปกติแล้วจะเป็นผู้เช่าหลักระยะยาว (Anchor Tenant) และผู้เช่ารายย่อยที่ทั่วไปแล้วจะทำสัญญา 3 ปี ซึ่งพบว่าโดยทั่วไปแล้วจะมีสัดส่วนการเช่าของผู้เช่าหลักอยู่ที่ 30 : 70 ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ให้เช่า ซึ่งหากการมีผู้เช่าหลักมากนั้นจะทำให้โครงการมีอัตราการเช่า (Occupancy Rate) มากขึ้นและเป็นการลดความเสี่ยงจากการขาดผู้เช่าอีกด้วย จากการสำรวจอาคาร ทบทวนวรรณกรรม เอกสารหนังสือชี้ชวนการเสนอขายหน่วยทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลเด้นเวนเจอร์ (บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน กสิกรไทย จำกัด, 2558) และพิจารณาร่วมรายงานวิจัยสภาวะตลาดอสังหาริมทรัพย์ในกรุงเทพประเภทอาคารสำนักงาน (CBRE Thailand, 2558) เพื่อใช้เป็นสมมติฐานราคาค่าเช่าและประมาณการรายได้สามารถสรุปได้ดังนี้

(1) รายได้จากค่าเช่าและบริการพื้นที่สำนักงาน 27,474.75 ตารางเมตร ค่าเช่าตารางเมตรละ 620.00 บาท โดยปรับขึ้นราคาค่าเช่าร้อยละ 2.60 ต่อปี

(2) รายได้จากค่าเช่าและบริการพื้นที่ร้านค้า 2,109.00 ตารางเมตร ค่าเช่าตารางเมตรละ 1,200.00 บาท โดยปรับขึ้นราคาค่าเช่าร้อยละ 2.60 ต่อปี

(3) รายได้จากค่าไฟฟ้าคิดจากการใช้ไฟฟ้าจริงโดยเรียกเก็บผู้เช่าที่อัตรา 5.56 ต่อหน่วย โดยปรับขึ้นทุก 5 ปีเป็นอัตราร้อยละ 3.00

(4) รายได้จากค่าน้ำประปาคิดจากการใช้น้ำจริงโดยเรียกเก็บผู้เช่าที่อัตรา 20 บาทต่อหน่วย โดยปรับขึ้นทุก 5 ปีเป็นอัตราร้อยละ 3.00

(5) รายได้จากค่าที่จอดรถยนต์คิดเป็นร้อยละ 3 ของรายได้หลักโดยปรับขึ้นทุก 5 ปีเป็นอัตราร้อยละ 3.00

(6) รายได้อื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.60 ของรายได้หลัก

นอกจากนั้นยังทราบถึงการเพิ่มขึ้นของราคาค่าเช่าของอาคารที่เป็นอาคารเขียวโดยราคาค่าเช่าจะสูงกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวอยู่ที่ร้อยละ 3-7 ดังนั้นสามารถสรุปสมมติฐานการเพิ่มขึ้นของราคาค่าเช่าอาคารทางเลือก 1 ราคาค่าเช่าเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 3 อาคารทางเลือก 2 ราคาค่าเช่าเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 4 อาคารทางเลือก 3 ราคาค่าเช่าเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 5 และอาคารทางเลือก 4 ราคาค่าเช่าเพิ่มขึ้นที่ร้อยละ 7 ตามลำดับ

4.4.2.2 อัตราการเช่า (Occupancy Rate)

จากเอกสารหนังสือชี้ชวนการเสนอขายหน่วยทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลเด้นเวนเจอร์ (บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน กสิกรไทย จำกัด, 2558) ได้ระบุอัตราการเช่าของอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวอยู่ที่ร้อยละ 96-99 ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นสมมติฐานในการกำหนดอัตราการเช่าของอาคารทางเลือก 1-4 ได้และรายงานวิจัยสภาวะตลาดอสังหาริมทรัพย์ในกรุงเทพประเภทอาคารสำนักงาน (CBRE Thailand, 2558) ได้มีการสำรวจอัตราการเช่าของอาคารสำนักงานโดยเฉลี่ยแล้วอัตราการเช่าจะอยู่ที่ร้อยละ 91.6 เนื่องมาจากอุปสงค์ของอาคารสำนักงานเติบโตเพิ่มมากขึ้นในตลาดแต่อุปทานของอาคารสำนักงานนั้นเติบโตตามได้ช้ากว่ามากจึงส่งผลให้อัตราการเช่าและราคาการเช่าปรับตัวสูงขึ้นตามกลไกของตลาด ดังนั้นสามารถสรุปสมมติฐานของอัตราการเช่าอาคารอ้างอิง โดยปีที่ 1 อัตราการเช่าอยู่ที่ร้อยละ 75 ปีที่ 2 ร้อยละ 80 ปีที่ 3 ร้อยละ 85 ปีที่ 4-20 ร้อยละ 91.6 ตามลำดับ และสมมติฐานของอัตราการเช่าอาคารทางเลือกที่ 1-4 โดยปีที่ 1 อัตราการเช่าอยู่ที่ร้อยละ 80 ปีที่ 2 ร้อยละ 85 ปีที่ 3 ร้อยละ 90 ปีที่ 4-20 ร้อยละ 96 ตามลำดับ

จากผลที่ได้กล่าวมาสังเกตได้ว่าอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวมีอัตราการเช่าร้อยละ 96-99 มากกว่าอาคารสำนักงานที่ไม่ใช่อาคารเชียวที่มีอัตราการเช่าอยู่ที่ 91.6 จึงสรุปได้ว่าที่เป็นอาคารเขียวจะสามารถช่วยเพิ่มอัตราการเช่าได้มากกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวเนื่องมาจากอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียวนั้นเป็นที่ต้องการของผู้เช่าจึงส่งผลต่ออัตราการเช่าให้ปรับสูงขึ้นตามความต้องการของผู้เช่า และยังส่งผลถึงอัตราการเช่าในช่วง 3 ปีแรกที่มีอัตราสูงขึ้นกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวซึ่งสอดคล้องตามการทบทวนวรรณกรรมที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น

4.4.2.3 รายรับรวมที่แท้จริง (Effective Gross Income: EGI)

หลังจากได้ผลจากรายรับรวมที่แท้จริง (PGI) และอัตราการเช่า (Occupancy Rate) จะสามารถทำให้ทราบถึงรายรับรวมที่แท้จริง (EGI) ได้โดยการนำรายรับรวมที่แท้จริงคูณกับอัตราการเช่าก็จะทำให้ทราบถึงรายรับรวมที่แท้จริงตลอดระยะเวลาการลงทุนซึ่งแสดงตามตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26

แสดงการประมาณการรายรับตลอดระยะเวลาลงทุน

	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
ค่าเช่าเพิ่ม	-	3%	4%	5%	7%
รายได้หลัก	234,781,740	234,781,740	234,781,740	234,781,740	234,781,740
รายได้หลัก (ค่าเช่าเพิ่ม)	-	241,825,192	244,173,009	246,520,827	251,216,461
ปรับขึ้น	2.6 % ทุก 1 ปี	2.6 % ทุก 1ปี	2.6 % ทุก 1ปี	2.6 % ทุก 1ปี	2.6 % ทุก 1ปี
รายได้อื่น ๆ	89,993,758	78,458,174	78,458,174	78,264,567	78,206,485
รายได้อื่น ๆ (ค่าเช่าเพิ่ม)	-	78,782,173	78,890,172	78,804,565	78,962,483
ปรับขึ้น	3.00%/5 ปี	3.00%/5 ปี	3.00%/5 ปี	3.00%/5 ปี	3.00%/5 ปี
PGI	7,468,314,341	7,238,547,009	7,238,547,009	7,234,690,717	7,233,533,847
PGI (ค่าเช่าเพิ่ม)	-	7,415,274,656	7,474,183,872	7,529,236,796	7,645,898,357
(Occupancy Rate)	75-91.6%	80-96%	80-96%	80-96%	80-96%
EGI	6,726,429,715	6,844,222,439	6,844,222,439	6,840,584,290	6,839,492,861
EGI (ค่าเช่าเพิ่ม)	-	7,011,407,316	7,067,135,608	7,119,225,751	7,229,590,907

จากตารางที่ 4.26 สังเกตได้ว่ารายรับที่ได้ผลประโยชน์จากการเป็นอาคารเขียวจะส่งผลให้มีค่าความแตกต่างมากในระยะยาว ซึ่งหากพิจารณาในระยะเวลาลงทุนที่สั้นนั้นอาจจะไม่เห็นถึงความแตกต่างของรายรับมากนักเนื่องจากราคาค่าเช่า (Rental Rate) ที่เพิ่มขึ้นมานั้นไม่ได้มีอัตราที่มาก แต่หากพิจารณาในระยะเวลาการลงทุนที่นานขึ้นจะส่งผลให้เห็นชัดเจนขึ้นเนื่องจากอัตราการเช่า (Occupancy Rate) ที่มีจำนวนสูงกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวจะทำให้รายรับรวมของโครงการมีแนวโน้มสูงมากกว่าในระยะยาว

และในการศึกษายังพบว่าในงานวิจัยชิ้นนี้อัตราการเช่า (Occupancy Rate) จะส่งผลต่อรายรับรวมที่แท้จริง (EGI) มากกว่าการเพิ่มขึ้นของราคาค่าเช่า (Rental Rate) เนื่องมาจากราคาค่าเช่าที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้มีอัตราที่สูงมาก หลักจากนำไปคูณกับอัตราการเช่าแล้วนั้นจะทำให้อัตราการเช่ามีความสำคัญที่ส่งผลต่อรายรับรวมที่แท้จริงมากกว่า

4.4.3 การประมาณการรายจ่ายและรายรับสุทธิ

นอกจากเงินลงทุนแล้วในการพัฒนาและก่อสร้างอาคารแล้ว ในการดำเนินกิจการยังมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ค่าสาธารณูปโภค บริหาร และบำรุงรักษาอาคารในแต่ละปี เพื่อที่จะสามารถหาค่ารายได้สุทธิ (Net Operating Income: NOI) ของโครงการได้โดยการนำรายรับรวมที่แท้จริง (EGI) ลบกับค่ารายจ่ายในการดำเนินกิจการ (Operating Expenses) ก็จะสามารถทราบรายได้สุทธิ (NOI) ของโครงการได้ซึ่งจะนำไปใช้เพื่อสรุปผลทางการเงินต่อไป สามารถแสดงประมาณการรายจ่ายได้ดังต่อไปนี้

4.4.3.1 การประมาณการรายจ่าย (Operating Expenses)

การประมาณการรายจ่ายต่อปีของโครงการได้ทำการศึกษาจากเอกสารหนังสือชี้ชวนการเสนอขายหน่วยทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลเด้นเวนเจอร์ (บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน กสิกรไทย จำกัด, 2558) เพื่อใช้เป็นสมมติฐานในการประมาณการรายจ่ายสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) เงินเดือนบุคลากรและผู้บริหารอาคารร้อยละ 2 ของ EGI) ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี

(2) ต้นทุนค่าสาธารณูปโภคตามการใช้พลังงานปรับขึ้นร้อยละ 2 ทุก 3 ปี

(3) ค่าใช้จ่ายทางการตลาดและโฆษณาร้อยละ 3 ของรายรับที่แท้จริง

(4) ค่าประกันภัยอาคารร้อยละ 0.04 ของมูลค่าก่อสร้าง โดนปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 3 ทุกปี

(5) ค่าใช้จ่ายการซ่อมและบำรุงรักษาอาคารร้อยละ 1 ของ EGI

(6) ค่าใช้จ่ายการปรับปรุงอาคารร้อยละ 5 ของ EGI ปรับปรุงทุก 5 ปี

(7) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ร้อยละ 0.25 ของรายรับรวมที่แท้จริง (EGI)

(8) ค่าภาษีโรงเรือนร้อยละ 12.5 และภาษีมูลค่าเพิ่มร้อยละ 7 โดยคิดภาษีโรงเรือนที่สัดส่วนร้อยละ 40 ของมูลค่าค่าเช่าและภาษีมูลค่าเพิ่มคิดจากส่วนที่เหลือของรายรับรวมที่แท้จริงหลังจากหักรายได้ในส่วนของภาษีโรงเรือนแล้ว

4.4.3.2 การประมาณการรายได้สุทธิ (Net Operating Income: NOI)

หลังจากได้รายจ่าย แล้วสามารถหารายได้สุทธิ (NOI) ได้ด้วยการนำรายจ่ายลบกับรายรับที่แท้จริง (EGI) ก็จะทราบถึงรายได้สุทธิตลอดระยะเวลาการลงทุน 20 ปีตามตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27

แสดงรายจ่ายและรายรับสุทธิของอาคารอ้างอิงเทียบกับอาคารทางเลือก

รายการ	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
EGI	6,726,429,715	6,844,222,439	6,844,222,439	6,840,584,290	6,839,492,861
Property Tax	212,842,743	227,032,260	227,032,260	227,032,260	227,032,260
VAT	272,894,566	278,220,566	278,220,566	278,004,614	277,939,829
Marketing	201,792,891	205,326,673	205,326,673	205,217,528	205,184,785
Operating	198,366,404	191,320,699	191,320,699	191,202,447	191,166,973
Insurance	17,961,089	17,961,089	17,961,089	17,961,089	17,961,089
Maintain	67,264,297	68,442,224	68,442,224	68,405,842	68,394,928
Renovation	67,264,297	68,442,224	68,442,224	68,405,842	68,394,928
ETC.	16,816,074	17,110,556	17,110,556	17,101,460	17,098,732
Cost Utility	2,147,784,940	1,980,814,822	1,953,803,248	1,933,318,233	1,746,023,882
Sum Operating Expenses	3,202,987,304	3,054,671,116	3,027,659,542	3,006,649,320	2,819,197,410
NOI	3,523,442,411	3,789,551,323	3,816,562,897	3,833,934,969	4,020,295,451

จากตารางที่ 4.27 ได้ค่า NOI โดยที่ยังไม่ได้ปรับเพิ่มค่าเช่าเพื่อแสดงให้เห็นถึงค่า NOI ของอาคารที่เป็นอาคารเขียวในกรณีที่ไม่ได้ปรับเพิ่มราคาค่าเช่า สังเกตได้ว่า NOI ของโครงการที่เป็นอาคารเขียวมีค่ามากกว่าอาคารที่ไม่ใช่อาคารเขียวเนื่องมาจากต้นทุนค่าสาธารณูปโภค (Cost Utility) ที่เป็นรายจ่ายในการดำเนินกิจการมีค่าน้อยลง ซึ่งจะส่งผลตรงต่อรายรับสุทธิทำให้มีค่าเพิ่มมากขึ้นถึงแม้ว่าจะไม่สามารถเรียกเก็บค่าเช่าเพิ่มขึ้นได้

ในการศึกษายังพบว่างานวิจัยชิ้นนี้การที่ไม่สามารถเรียกค่าเช่าเพิ่มได้นั้นทำให้ส่งผลต่อค่า EGI ให้มีค่าน้อยลงเนื่องจากการเรียกเก็บค่าสาธารณูปโภคจากผู้เช่ามีจำนวนน้อยลงซึ่งจะส่งผลให้รายจ่ายในการดำเนินกิจการบางรายการมีค่าน้อยลงตาม และต้นทุนค่าสาธารณูปโภคของโครงการมีค่าน้อยลงเนื่องมาจากการใช้พลังงานของอาคารมีจำนวนที่น้อยลง

4.4.4 การกำหนดอัตราคิดลด (Discount Rate)

การกำหนดอัตราคิดลดที่ใช้ในกาศึกษานั้นใช้วิธีการ Capital Asset Pricing Model (CAPM) ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

จากสูตร

$$CAPM = R_f + \beta_i(R_m - R_f)$$

เมื่อ

R_f = ผลตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยง (อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล) หรือ Risk Free Rate (RF)

β_i = ความเสี่ยงของบริษัทเมื่อเทียบกับตลาด (Beta)

R_m = ผลตอบแทนเฉลี่ยจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ หรือ Market Return (RM)

โดยในการหาค่าตอบแทนที่ไม่มีความเสี่ยงนั้นหาได้จากค่าเฉลี่ยของผลตอบแทนพันธบัตรรัฐบาลย้อนหลัง 5 ปีแสดงตามตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28

แสดงอัตราเฉลี่ยของดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลย้อนหลัง 5 ปี

ค่าเฉลี่ย	2554	2555	2556	2557	2558
3.55 %	4.00 %	3.75 %	3.50 %	3.25 %	3.25 %

จากตารางที่ 4.28 แสดงให้เห็นถึงค่าเฉลี่ยของดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลย้อนหลัง 5 ปีที่อัตราร้อยละ 3.55 หลังจากนั้นจะทำการหาค่า Beta เฉลี่ยของบริษัทในกลุ่มพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์ทั้ง 57 บริษัท (ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย, 2558) ซึ่งจะได้ค่า Beta ที่ 0.7094 และในลำดับสุดท้ายจะหาค่าผลตอบแทนเฉลี่ยจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ย้อนหลัง 5 ปีแสดงได้ตามตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29

แสดงผลตอบแทนเฉลี่ยจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ย้อนหลัง 5 ปี

ปี	Market Cap.	ผลตอบแทนรายปี	ผลตอบแทน 5 ปี	เฉลี่ยผลตอบแทน
2554	1,005.02	21.06%		
2555	1,222.11	21.60%		
2556	1,504.13	23.08%		
2557	1,588.30	5.60%		
2558	1,639.85	3.25%	63.16%	12.63%

จากตารางที่ 4.29 แสดงให้เห็นถึงอัตราผลตอบแทนเฉลี่ยจากการลงทุนในตลาดหลักทรัพย์ย้อนหลัง 5 ที่ร้อยละ 12.63 หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปแทนค่าในสมการเพื่อหาอัตราคิดลด (Discount Rate) ดั้งนั้น CAPM = 3.25+0.7094(12.63-3.25) ได้อัตราคิดลดด้วยวิธี CAPM เท่ากับร้อยละ 9.90 ซึ่งจะนำอัตราคิดลดนี้ไปใช้เพื่อหาค่า NPV ในการสรุปผลทางการเงิน

4.4.5 การสรุปผลทางการเงิน

หลังจากได้ต้นทุน รายรับสุทธิ และอัตราคิดลดแล้วจะทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินของอาคารอ้างอิงและอาคารทางเลือก 1-4 เพื่อทำการเปรียบเทียบในระยะเวลาการลงทุนที่ 20 ปี กำหนดระยะเวลาดำเนินการออกแบบและก่อสร้าง 24 เดือน เปิดดำเนินกิจการในปีที่ 2 สิ้นสุดโครงการในปีที่ 20 และกำหนดมูลค่าขายสินทรัพย์เมื่อยุติโครงการ (Terminal Value) มีวิธีคิดมูลค่าคือ NOI ของปีที่ 19 หารกับอัตราผลตอบแทนในธุรกิจ (Capitalization Rate) ซึ่งจากรายงานวิจัยสภาวะตลาดอสังหาริมทรัพย์ในกรุงเทพประเภทอาคารสำนักงานปี 2558 (CBRE Thailand, 2558) พบว่าอัตราผลตอบแทนในธุรกิจประเภทสำนักงานให้เช่าอยู่ที่ร้อยละ 6.47 ดังนั้นจึงได้ Terminal Value ของอาคารอ้างอิงเท่ากับ 3,606,800,180 หลังจากนั้นนะทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางการเงินและรายงานผลการศึกษาด้วยค่าดัชนีชี้วัดทางการเงินที่ได้กล่าวมาในข้างต้น

เนื่องจากการลงทุนในอาคารสำนักงานให้เช่ามีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อการลงทุนของโครงการจึงทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการโดยทำการศึกษาพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยที่อาจส่งผลต่อกระแสเงินสดรับ-จ่าย (Cash Flow) ของโครงการ ที่ส่งผลทำให้อัตราผลตอบแทนที่ได้รับมีการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้

(1) กรณีที่ 1 ไม่สามารถปรับเพิ่มค่าเช่า (Rental Rate) และไม่สามารถเพิ่มอัตราการเช่า (Occupancy Rate) เนื่องจากปัจจัยด้านที่ตั้งทำให้ไม่สามารถปรับเพิ่มค่าเช่าและอัตราการเช่าได้ตามการศึกษา ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราผลตอบแทนที่แท้จากการประหยัดพลังงานของอาคารทางเลือกที่ 1-4 เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิง

(2) กรณีที่ 2 สามารถปรับเพิ่มค่าเช่า (Rental Rate) ได้ตามอัตราร้อยละ 3-7 ตามลำดับ แต่ไม่สามารถเพิ่มอัตราการเช่า (Occupancy Rate) เนื่องมาจากจำนวนของคู่แข่งในบริเวณพื้นที่ที่ตั้งอาคาร อาจส่งผลให้ไม่สามารถเพิ่มอัตราการเช่าให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้นได้ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงาน และผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวที่สามารถปรับเพิ่มราคาค่าเช่า

(3) กรณีที่ 3 ไม่สามารถปรับเพิ่มค่าเช่าได้ (Rental Rate) แต่สามารถเพิ่มอัตราการเช่า (Occupancy Rate) ให้อยู่ที่ร้อยละ 96 เนื่องมาจากการแข่งขันด้านราคาอาจส่งผลให้ไม่สามารถปรับเพิ่มราคาค่าเช่าได้ แต่โครงการยังคงมีจุดเด่นจากการเป็นอาคารเขียวที่ดึงดูดผู้เช่าและเป็นจุดแข็งของโครงการ ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงาน และ

ผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวที่สามารถนำมาเป็นจุดแข็งเพื่อดึงดูดผู้เช่าทำให้อัตราการเช่าเพิ่มมากขึ้น

(4) กรณีที่ 4 สามารถปรับเพิ่มค่าเช่า (Rental Rate) ได้ตามอัตราร้อยละ 3-7 ตามลำดับ และสามารถปรับเพิ่มอัตราการเช่า (Occupancy Rate) ให้อยู่ที่ร้อยละ 96 เนื่องจากเป็นกรณีที่ได้รับผลประโยชน์จากการเป็นอาคารเขียวสูงที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงอัตราผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงาน และผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวที่สามารถปรับเพิ่มราคาค่าเช่ารวมถึงอัตราการเช่า เป็นจุดที่ส่งผลให้การเป็นอาคารเขียวมีความน่าสนใจในการลงทุนมากที่สุดในแง่ของธุรกิจ

สามารถแสดงค่าชี้วัดทางการเงินของอาคารทางเลือก 1-4 เทียบกับอาคารอ้างอิงในทั้ง 4 กรณีที่ได้กล่าวมาตามตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30

แสดงค่า NPV IRR PB ROI ของอาคารอ้างอิงเปรียบเทียบกับอาคารทางเลือก 1-4 ในทั้ง 4 กรณี

	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
กรณีที่ 1 ไม่เพิ่มค่าเช่าและไม่เพิ่มอัตราเช่า					
NPV	190,161,694.41	210,193,196.98	217,741,694.39	219,491,986.52	299,069,779.96
IRR	10.90%	10.99%	11.02%	11.03%	11.41%
PB	18.06	17.91	17.84	17.84	17.16
ROI	14.94%	15.06%	15.12%	15.12%	15.84%
กรณีที่ 2 เพิ่มค่าเช่าแต่ไม่เพิ่มอัตราเช่า					
NPV	190,161,694.41	282,174,925.14	313,717,331.93	339,461,533.44	467,027,145.66
IRR	10.90%	11.34%	11.49%	11.61%	12.20%
PB	18.06	17.26	17.01	16.81	15.86
ROI	14.94%	15.80%	16.09%	16.34%	17.52%

ตารางที่ 4.30

แสดงค่า NPV IRR PB ROI ของอาคารอ้างอิงเปรียบเทียบกับอาคารทางเลือก 1-4 ในทั้ง 4 กรณี (ต่อ)

	อ้างอิง	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
กรณีที่ 3 ไม่เพิ่มค่าเช่าแต่เพิ่มอัตราเช่า					
NPV	190,161,694.41	300,323,592.54	308,688,534.40	310,976,255.63	396,190,633.63
IRR	10.90%	11.44%	11.47%	11.48%	11.88%
PB	18.06	17.11	17.05	17.04	16.39
ROI	14.94%	15.96%	16.02%	16.02%	16.78%
กรณีที่ 4 เพิ่มค่าเช่าและเพิ่มอัตราเช่า					
NPV	190,161,694.41	375,948,373.88	409,521,576.17	473,017,557.85	572,648,456.74
IRR	10.90%	11.80%	11.96%	12.08%	12.69%
PB	18.06	16.49	16.25	16.05	15.14
ROI	14.94%	16.73%	17.04%	17.30%	18.55%

จากตารางที่ 4.30 เมื่อพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงทั้ง 4 กรณีข้างต้นแล้ว พบว่าการลงทุนในอาคารทางเลือก 1-4 เมื่อเปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงแล้วมีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุน (IRR) สูงกว่าอัตราคิดลดหรือผลตอบแทนที่ต้องการของนักลงทุนในทุกกรณี มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) เป็นบวกและมีค่ามากกว่าอาคารอ้างอิงในทุกกรณี งวดเวลาคืนทุน (Payback Period) มีระยะเวลาเร็วกว่าในทุกกรณี และอัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุน (ROI) มีอัตรามากกว่าในทุกกรณี แสดงถึงความคุ้มค่าในการลงทุนอาคารเขียวสามารถช่วยเพิ่มผลตอบแทนจากการลงทุนได้ โดยในกรณีที่ 1 อาคารทางเลือก 1 เป็นกรณีที่เลวร้ายที่สุดสามารถเพิ่ม IRR ร้อยละ 0.09 ROI ร้อยละ 0.12 ในกรณีที่ 4 อาคารทางเลือก 4 เป็นกรณีที่ดีที่สุดสามารถเพิ่ม IRR ร้อยละ 1.79 และ ROI ร้อยละ 3.61 สามารถสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารเขียวนั้น สามารถเพิ่ม IRR ร้อยละ 0.09-1.79 ROI ร้อยละ 0.12-3.61 และมีงวดเวลาคืนทุนที่เร็วขึ้น 0.15-2.92 ปี

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

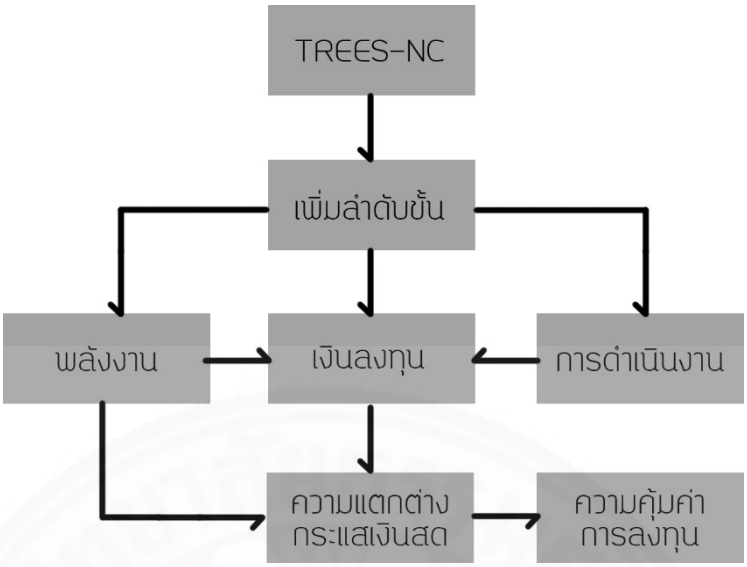
งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Reseaech) โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ในอาคารโดยอาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (simulation) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของพลังงานที่ใช้ในอาคารอ้างอิงกับอาคารทางเลือก โดยกำหนดตัวแปรทางพลังงานของอาคารอ้างและอาคารทางเลือกจากเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) หลังจากได้ผลของค่าพลังงานในอาคารจะทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนโดยอ้างอิงการเพิ่มขึ้นของมูลค่าทางการตลาดจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงนำผลที่ได้มาประเมินผลและจัดทำข้อเสนอ เพื่อเสนอแนวทางการลงทุนในอาคารเขียวที่เข้าร่วมในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย และมีข้อจำกัดในการศึกษาความแตกต่างทางพลังงานเพียงตัวอาคารเท่านั้นไม่ได้นำปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อพลังงานเช่น การปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ (Landscape) มาพิจารณาในความแตกต่างทางพลังงานด้วย

5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์การศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย จากระเบียบวิธีวิจัยและผลการวิจัยที่ได้ สามารถตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นได้ดังนี้

5.1.1 ตัวแปรที่มีผลกระทบต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC

การวิเคราะห์เกณฑ์ TREES-NC จากวรรณกรรม เอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษากับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวจำนวน 3 ท่าน และจากการทดลอง พบว่าตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC นั้นคือ ลำดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC ที่เข้าร่วมประเมินความแตกต่างของพลังงาน ความแตกต่างของกระแสเงินสด การดำเนินงาน และความแตกต่างของกระแสเงินสด ซึ่งสามารถสรุปความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC ได้ดังภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ส่งผลต่ออาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC

จากภาพที่ 5.1 สามารถสรุปได้ว่า หากเพิ่มลำดับขั้นในการเข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC จะส่งผลโดยตรงให้ เพิ่มเงินลงทุนและการดำเนินการ เนื่องมาจากข้อกำหนดที่เพิ่มมากขึ้นทำให้ในบางเงื่อนไขมีความจำเป็นต้องจัดจ้างผู้ประเมินระบบ ที่ปรึกษาอาคารเขียว รวมถึงต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบอาคาร ระบบอาคาร ที่มีราคาสูงขึ้นและมีความลำบากในการจัดหาวัสดุ ณ ปัจจุบัน ซึ่งส่งผลการดำเนินการและความเป็นได้ให้มีความยากขึ้นรวมถึงระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย แต่การที่เพิ่มลำดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC นั้นจะส่งผลให้การใช้พลังงานในอาคารลดลงซึ่งจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ช่วยเพิ่มกระแสเงินสดของโครงการอันจะทำให้มีความคุ้มค่าในการลงทุน

จากการศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อเกณฑ์ TREES-NC ยังสามารถสรุปและจัดทำแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบของเกณฑ์ TREES-NC ตามที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2 เพื่อให้ผู้ออกแบบ ผู้พัฒนาโครงการ ผู้ที่สนใจสามารถนำไปเป็นแนวทางในการศึกษาและลงทุนในเกณฑ์ TREES-NC ได้อีกด้วย

5.1.2 ความแตกต่างด้านพลังงานของอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC

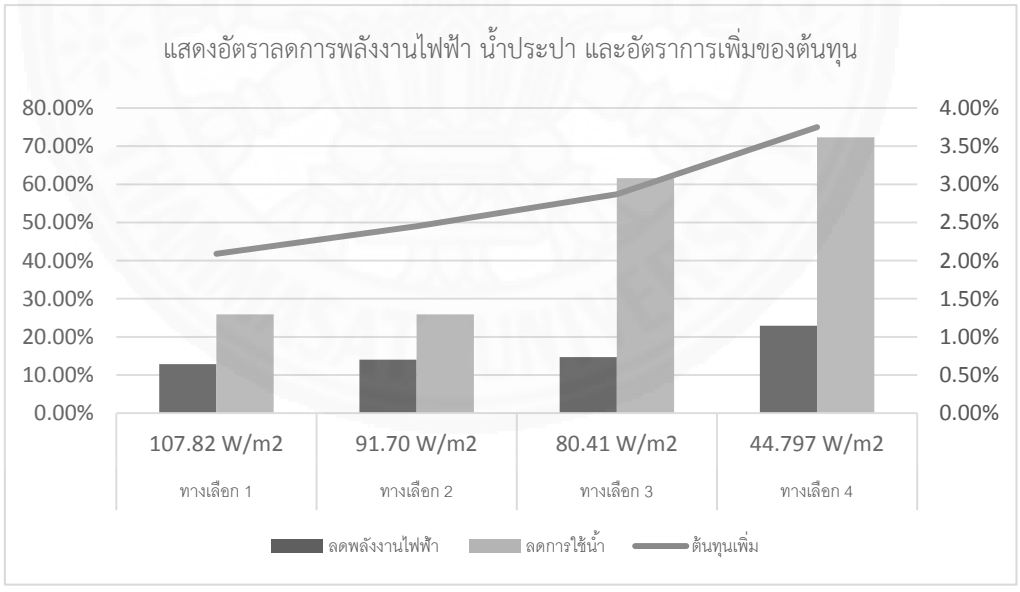
จากการศึกษาความแตกต่างด้านพลังงานไฟฟ้าด้วยการจำลองสถานการณ์ (Simulation) และการคำนวณปริมาณการใช้น้ำด้วยวิธี พบว่าอาคารทางเลือก 1 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 12.84 ลดการใช้น้ำลงร้อยละ 25.89 อาคารทางเลือก 2 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 14.04 ลดการใช้น้ำลงร้อยละ 25.89 อาคารทางเลือก 3 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 14.70 ลดการใช้น้ำลงร้อยละ 61.61 อาคารทางเลือก 4 ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 22.92 ลด

การใช้น้ำลงร้อยละ 72.32 โดยใช้เงินลงทุนเพิ่มขึ้นในทางเลือกที่ 1 ร้อยละ 2.09 ทางเลือกที่ 2 ร้อยละ 2.45 ทางเลือกที่ 3 ร้อยละ 2.87 ทางเลือกที่ 4 ร้อยละ 3.75 สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1

สรุปอัตราลดการพลังงานไฟฟ้า น้ำประปา และอัตราการเพิ่มของต้นทุน

รายการ	ทางเลือก 1	ทางเลือก 2	ทางเลือก 3	ทางเลือก 4
OTTV	107.82 W/m2	91.70 W/m2	80.41 W/m2	44.797 W/m2
ลดพลังงานไฟฟ้า	12.84%	14.04%	14.70%	22.92%
ลดการใช้น้ำ	25.89%	25.89%	61.61%	72.32%
ต้นทุนเพิ่ม	2.09%	2.45%	2.87%	3.75%



ภาพที่ 5.2 แสดงอัตราลดการพลังงานไฟฟ้า น้ำประปา และอัตราการเพิ่มของต้นทุน

สังเกตได้ว่าค่าความแตกต่างของพลังงานในอาคารทางเลือกที่ 2 และ 3 มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากว่าในการทดลองค่าที่ได้จากการจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม BEC และโปรแกรม EnergyPlus มีค่าที่แตกต่างกันดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกใช้ค่าที่ได้จากโปรแกรม

EnergyPlus ที่ได้รับการยอมรับในงานวิจัยระดับสากลมากกว่า ซึ่งจากผลการวิจัยสามารถสรุปได้ว่า อาคารที่มีความน่าสนใจในการประหยัดพลังงานมากที่สุดคือ อาคารทางเลือก 4 และอาคารทางเลือก 1 ตามลำดับจากการวิเคราะห์การลดลงของการใช้พลังงาน ต่อต้นทุนที่เพิ่มขึ้น

และจากผลการวิจัยยังพบว่าหากต้องการพิจารณาเลือกเปลี่ยนวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารเพื่อการลดใช้พลังงาน สามารถสรุปเป็นแนวทางตามลำดับได้ดังนี้

(1) ระบบแสงสว่างควรพิจารณาเป็นอันดับแรกเนื่องจากมีความคุ้มค่าใช้หลอด LED พิจารณาเลือกหลอดรุ่นที่มีค่า Lumen/Watt มากที่สุด

(2) ระบบเปลือกอาคาร กระจกพิจารณาจากค่า SHGC ในอันดับแรก ถัดไปคือค่า U-value ควรเลือกกระจกที่มีค่าเหล่านี้น้อยที่สุดในการพิจารณา และฉนวนพิจารณาจากค่า K ที่น้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิผลระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ส่งผ่านกระจกกับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์ (จิรเดช เทพพิพิธ และธนิต จินดาวณิค , 2556) และงานศึกษาเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานในกรณีปรับปรุงอาคาร (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2556)

5.1.3 ความเป็นไปได้ในการลงทุนของอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC

ผลจากการศึกษาความคุ้มค่าในการลงทุนของอาคารทางเลือกที่ 1-4 เปรียบเทียบกับอาคารอ้างอิงทั้ง 4 กรณี โดยใช้เครื่องมือทางการเงินเป็นตัวชี้วัด พบว่า

(1) ในกรณีที่ 1 ที่ไม่มีการปรับเพิ่มค่าเช่าและอัตราเช่า ซึ่งจะแสดงผลความคุ้มค่าจากการลดการใช้พลังงานโดยตรง ในอาคารทางเลือก 1-4 มี NPV 210,193,196-299,069,779 ซึ่งมีค่าสูงขึ้น IRR ร้อยละ 10.99-11.41 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.09-0.51 ROI ร้อยละ 15.06-15.84 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.12-0.9 PB 17.91-17.16 ปี มีค่าลดลง 0.15-0.9 ปี เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง ซึ่งสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารทางเลือก 1-4 ในกรณีที่ 1 มีความคุ้มค่าทุกทางเลือก

(2) ในกรณีที่ 2 มีการปรับเพิ่มค่าเช่าแต่ไม่เพิ่มอัตราเช่า ซึ่งจะแสดงผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวที่สามารถปรับเพิ่มราคาค่าเช่าได้ ในอาคารทางเลือก 1-4 มี NPV 282,174,925-467,027,145 ซึ่งมีค่าสูงขึ้น IRR ร้อยละ 11.34-12.20 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.44-1.30 ROI ร้อยละ 15.80-17.52 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.86-2.58 PB 17.26-15.86 ปี มีค่าลดลง 0.8-2.2 ปี เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง ซึ่งสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารทางเลือก 1-4 ในกรณีที่ 2 มีความคุ้มค่าในทุกทางเลือก

(3) ในกรณีที่ 3 ไม่มีการปรับเพิ่มค่าเช่าแต่สามารถเพิ่มอัตราเช่า ซึ่งจะแสดงผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวที่สามารถนำมาเป็นจุดแข็งเพื่อดึงดูดผู้เช่าทำให้อัตราการเช่าเพิ่มมากขึ้น ในอาคารทางเลือก 1-4 มี NPV 210,193,196-299,069,779 ซึ่งมีค่าสูงขึ้น IRR ร้อยละ 10.99-11.41 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.09-0.51 ROI ร้อยละ 15.06-15.84 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.12-0.9 PB 17.91-17.16 ปี มีค่าลดลง 0.15-0.9 ปี เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง ซึ่งสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารทางเลือก 1-4 ในกรณีที่ 3 มีความคุ้มค่าในทุกทางเลือก

(4) ในกรณีที่ 4 สามารถปรับเพิ่มค่าเช่าแต่สามารถเพิ่มอัตราเช่า ซึ่งจะแสดงผลประโยชน์ของการเป็นอาคารเขียวสูงสุดที่สามารถปรับเพิ่มราคาค่าเช่ารวมถึงอัตราการเช่าเป็นจุดที่ส่งผลให้การเป็นอาคารเขียวมีความน่าสนใจในการลงทุนมากที่สุด ในอาคารทางเลือก 1-4 มี NPV 375,948,373-572,648,456 ซึ่งมีค่าสูงขึ้น IRR ร้อยละ 11.80-12.69 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 0.90-1.79 ROI ร้อยละ 16.73-18.55 มีอัตราสูงขึ้นร้อยละ 1.43-3.61 PB 16.49-15.14 ปี มีค่าลดลง 1.57-2.92 ปี เมื่อเทียบกับอาคารอ้างอิง ซึ่งสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารทางเลือก 1-4 ในกรณีที่ 4 มีความคุ้มค่าในทุกทางเลือก

ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการลงทุนในอาคารเขียว สามารถเพิ่มอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนได้ในทุกกรณี โดยเพิ่ม IRR ที่ร้อยละ 0.09-1.79 ROI ที่ร้อยละ 0.12-3.61 และมีงวดเวลาคืนทุนเร็วขึ้นที่ 0.15-2.92 ปี เนื่องผลจาการศึกษาพบว่าการลงทุนในอาคารเขียวของอาคารทั้ง 4 ทางเลือกมีความคุ้มค่าในทุกกรณีจึงต้องพิจารณาจากผลตอบแทนซึ่ง ผลสรุปได้ว่าอาคารทางเลือกที่ 4 มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนดีที่สุดในอาคารทางเลือกของทุกกรณี ส่วนอาคารทางเลือกที่ 1 มีอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนน้อยที่สุดในอาคารทางเลือกของทุกกรณี

5.1.4 นำเสนอแนวทางการลงทุนของอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย สามารถสรุปแนวทางการลงทุนในอาคารเขียวได้ดังนี้

(1) ในการพัฒนาโครงการที่เป็นอาคารเขียว แนะนำว่าควรให้ความสนแนวทางตามอาคารทางเลือก 4 เป็นอันดับแรก ซึ่งมีรายละเอียดหัวข้อตามตารางที่ 4.2 เนื่องพิจารณาจากการลงทุนพัฒนาโครงการแล้วมีความคุ้มค่าและอัตราผลตอบแทนที่ดีที่สุด

(2) หากพิจารณาแล้วว่าไม่สามารทำตามแนวทางของอาคารทางเลือกที่ 4 ได้แต่ยังคงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาโครงการที่เป็นอาคารเขียว ควรจะเลือกแนวทางตามอาคารทางเลือก 1 ซึ่งมีรายละเอียดหัวข้อตามตารางที่ 4.2 เนื่องจากมีความง่ายในการดำเนินการพัฒนาโครงการ และยังมีอัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนดีที่สุด

(3) ในส่วนของอาคารทางเลือก 2 และ 3 นั้นไม่ได้มีความโดดเด่นเท่าไร เนื่องจากหากพิจารณาอัตราผลตอบแทนต่อเงินลงทุนแล้วก็ไม่ได้มีความสามารถทำอัตราผลตอบได้มากกว่าอาคารเลือก 1 และ 4 หรือหากพิจารณาด้านการดำเนินงานก็ไม่ได้มีความง่ายเท่ากับอาคารทางเลือก 1 เพราะฉะนั้นควรเป็นทางเลือกอันดับท้าย ๆ ที่ผู้พัฒนาโครงการควรให้ความสนใจ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการลงทุนอาคารเขียวตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย ที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนำไปสู่ข้อเสนอแนะโดยแบ่งได้ดังนี้ดังนี้

5.2.1 ข้อเสนอแนะต่อผู้ออกแบบ

(1) ทางผู้ออกแบบที่กำลังศึกษา ออกแบบพัฒนาโครงการอาคารเขียวสามารถนำกระบวนการในการศึกษาความแตกต่างของพลังงานในงานวิจัยชิ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ได้เพื่อหาค่าความแตกต่างทางพลังงาน

(2) ทางผู้ออกแบบที่ได้รับเงื่อนไขในการออกแบบอาคารที่เข้าร่วมในเกณฑ์ TREES-NC สามารถนำแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบของเกณฑ์ TREES-NC ในงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้หรือเป็นแนวทางในงานออกแบบได้

(3) ทางผู้ออกแบบสามารถนำข้อมูลในงานวิจัย เพื่อไปปรับใช้ในการเลือกวัสดุและอุปกรณ์ประกอบอาคารได้

5.2.2 ข้อเสนอแนะต่อผู้พัฒนาโครงการ

(1) ทางผู้พัฒนาโครงการที่สนใจลงทุนในอาคารเขียว สามารถนำกระบวนการในงานวิจัยชิ้นนี้ไปเป็นแนวทางในการลงทุน ศึกษาความเป็นไปได้ เพื่อพัฒนาโครงการอาคารเขียว

(2) ในการตัดสินเลือกลำดับขั้นในการเข้าร่วมในเกณฑ์ TREES-NC ทางผู้วิจัยได้นำเสนอแนวทางการลงทุนของอาคารสำนักงานที่เข้าร่วมเกณฑ์ TREES-NC ไว้แล้วในข้างต้น

(3) ทางผู้พัฒนาโครงการสามารถนำค่าที่ได้จากการศึกษาความคุ้มค่าทางการเงินในงานวิจัย มาเพื่อช่วยในการพิจารณาตัดสินใจลงทุนในอาคารเขียวได้

(4) การนำข้อมูลไปใช้ควรคำถึงการผันผวรของเศรษฐกิจที่จะส่งผลทำให้ราคาค่าเช่าและอัตราเช่าเปลี่ยนไปจากค่าในงานวิจัย

5.2.3 ข้อเสนอแนะในการศึกษาวิจัยต่อไป

(1) ควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องความแตกต่างทางพลังงานของระบบผนังอาคารที่แตกต่างออกไป ว่าส่งผลต่อการใช้พลังงานในอาคารเพิ่มขึ้นหรือลดลงมากน้อยเพียงใด

(2) ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงความความแตกต่างทางพลังงานของอาคารเมื่อมีการปรับเปลี่ยนภูมิทัศน์ (Landscape) ที่ส่งผลต่อพลังงานรวมของอาคาร เนื่องจากเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อพลังงานรวมของอาคาร

(3) ควรศึกษาเพิ่มในส่วนที่ได้ผลประโยชน์ FAR BONUS ว่าหากเพิ่มพื้นที่ขึ้นแล้วจะส่งผลต่อความคุ้มค่าและผลตอบแทนในการลงทุนอย่างไร เนื่องจากการเพิ่มพื้นที่ก่อสร้างนั้นส่งผลให้พื้นที่ให้เช่าของอาคารเพิ่มมากขึ้น

(4) ควรมีการศึกษาเพิ่มในเรื่องต้นทุนค่าดำเนินการ บริหารอาคาร การซ่อมบำรุงและการปรับปรุงอาคารเขียวว่ามีอัตราเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างไร ซึ่งต้นทุนค่าดำเนินการที่แตกต่างนั้นจะส่งผลต่อกระแสเงินสดของโครงการ

(5) ควรมีการศึกษาการลงทุนในอาคารประเภทอื่น ๆ เพื่อนำมาเปรียบเทียบความคุ้มค่าในการลงทุนอาคารเขียวในภาพรวม

(6) ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงผลประโยชน์ของอาคารเขียวในส่วนอัตราค่าเช่าที่ปรับเพิ่มขึ้น (Rental Rate) และการเพิ่มขึ้นของอัตราเช่า (Occupancy Rate) เนื่องจากส่งผลโดยตรงต่อกระแสเงินสดรับ-จ่าย

รายการอ้างอิง

หนังสือและบทความในหนังสือ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2549). *โครงการจัดทำหลักเกณฑ์และแนวทางการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.*

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2550). *คู่มือมาตรฐานการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.*

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2553). *คู่มือผู้รับผิดชอบด้านพลังงาน(อาคาร).*

ชูชีพ พิพัฒน์ศิถี และชาย กิตติคุณาภรณ์. (2539). *คู่มือประกอบธุรกิจอสังหาริมทรัพย์.* กรุงเทพฯ: พี.พริ้นติ้ง กรุ๊ป.

สถาบันอาคารเขียว. (2557). *โครงการอบรมหลักสูตรผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว รุ่นที่8.*

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2547). *คู่มือชุดความรู้การอนุรักษ์พลังงานสำหรับสำนักงาน.*

กระทรวงพลังงาน. (2554). *แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี.*

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2556). *งานศึกษาเทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานในอาคารสำนักงานในกรณีปรับปรุงอาคาร.*

บทความวารสาร

ภานุพงษ์ ญาณเวทย์สกุล. (2556). แนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพด้านการใช้พลังงานของอาคารสำนักงานราชการขนาดใหญ่พิเศษด้วยการปรับปรุงวัสดุเปลือกอาคาร. *โครงการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference, BERAC 4.*

ยุทธนา ทองท้วม วรางคณา จวงจันดี และ เศรษฐพงศ์ เศรษฐบุปผา. (2555). ความคุ้มค่าของการออกแบบอาคารประหยัดพลังงานผสานระบบพลังงานทดแทน กรณีศึกษาอาคารสำนักงานโครงการศูนย์การเรียนรู้พลังงานทดแทน. *โครงการประชุมวิชาการ Built Environment Research Associates Conference, BERAC 3.*

มนวิกา ผดุงสิทธิ์. (2549). ROI และผลตอบแทนเชิงเศรษฐศาสตร์. *วารสารวิชาชีพบัญชี.*

ศรีศักดิ์ พัฒนวศิน. (2556). การพัฒนารูปแบบทางสถาปัตยกรรมบ้านเดี่ยวขนาดย่อมแบบเปิดคอร์ทโล่งสำหรับกรุงเทพมหานคร. *วารสาร JARS.*

ปรัชญา ปัตถาวงศ์ และ วิทยา ยงเจริญ. (2557). การศึกษากรอบอาคารชุดและแนวทางการประหยัดพลังงาน. *วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 2557*

สมาคมลิฟต์ แห่งประเทศไทย. (2551). วิธีการเลือกใช้ลิฟต์เบื้องต้น. *สาส์นสำหรับสมาชิกสมาคมลิฟต์แห่งประเทศไทย ฉบับที่ 2 2551*

จิรเดช เทพพิพิธ และธนิต จินดาวณิค. (2556). เปรียบเทียบประสิทธิผลระหว่างค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนที่ส่งผ่านกระจกกับค่าสัมประสิทธิ์การบังแดดของอุปกรณ์. *วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 10 ฉบับที่ 2 2556*

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2550). การพัฒนาเกณฑ์ขั้นต่ำของคุณสมบัติการป้องกันความร้อนของเปลือกอาคารในอาคารทาวน์เฮ้าส์. *วารสาร Journal of Architectural/Planning Research and Studies Volume 5(1) 2007*

จรัล ทรัพย์เสรี. (2553). รู้จักกับ Box Plot. *วารสาร For Quality Management Vol.16 No.148 February 2010*

เชษฐพรรณ สินเจิมสิริ และอรรจน์ เศรษฐบุตร. (2553). สมรรถนะของระบบผนังกระจกสองชั้นแบบใช้การระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติ. *วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 7 ฉบับปี 2553/2*

Ayşin SEV and Aydan ÖZGEN. (2009). SPACE EFFICIENCY IN HIGH-RISE OFFICE BUILDINGS. *วารสาร METU JFA 2009/2*

วิทยานิพนธ์

พรรณวดี มงคลเจริญ. (2557). *ประโยชน์เชิงธุรกิจในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว.* (วิทยานิพนธ์เคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

พลวุฒิ ไชยนุวัติ. (2556). *การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ ของอาคารประหยัดพลังงานที่ได้รับการส่งเสริมการเพิ่มอัตราส่วนพื้นที่อาคารรวมต่อพื้นที่ดิน.* (วิทยานิพนธ์เคหพัฒนศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

พงษ์พิชญ์ จงศุภางครัตน์. (2555). *การพัฒนาตัวแปรปรับแก้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของหลังคาอาคารที่มีลักษณะสองชั้น*. (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

สุชาดา ใยเทศ. (2555). *วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการลงทุนประกอบธุรกิจอพาร์ทเม้นท์ในเขตอำเภอธัญบุรี จังหวัดประทุมธานี*. (การค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี. คณะบริหารธุรกิจ.

บุญเกียรติ วิสิทธิกาศ. (2552). *ความต้องการอาคารเขียวของผู้เช่าสำนักงานระดับเอ: กลุ่มตัวอย่างจากอาคารสำนักงานให้เช่าของกองทุนบำเหน็จบำนาญข้าราชการ.* (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์.

รุ่งโรจน์ เมธชนัน. (2556). *การใช้ผนังโค้งในการออกแบบเปลือกอาคารด้วยวัสดุ PTFE สำหรับภูมิอากาศแบบร้อนชื้น.* (วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. คณะสถาปัตยกรรมศาสาตร์.

ประภาศิลป์ อเนกสุวรรณมณี. (2555). *การศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน กองดุริยางค์ทหารบก*. (ภาคนิพนธ์รัฐประศาสนศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์. บัณฑิตวิทยาลัย

สื่ออิเล็กทรอนิกส์

Greenpeace Thailand. (12 กันยายน 2558). ปัญหาภาวะโลกร้อน. สืบค้นจาก http://www.greenpeace.org/seasia/th/

สถาบันอาคารเขียวไทย. (10 กันยายน 2558). TREES Rating System. สืบค้นจาก http://www.tgbi.or.th/trees.php

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (10 กันยายน 2558). ความสนใจในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยของผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์. สืบค้นจาก http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9580000081865

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (15 ตุลาคม 2558). โปรแกรมประเมินประสิทธิภาพพลังงานของอาคาร. สืบค้นจาก http://www.2e-building.com/article.php?cat=download&id=126

นิธิพัฒน์ ทองพันธุ์. (15 ตุลาคม 2558). อัตราพื้นที่ว่างตลาดสำนักงาน. สืบค้นจาก http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9580000077337&Html=1&TabID=2&

CBRE ประเทศไทย. (15 ตุลาคม 2558). ย่านและที่ตั้งอาคารสำนักงานในกรุงเทพมหานคร และค่าใช้จ่ายอื่นๆนอกเหนือจากค่าเช่าพื้นที่. สืบค้นจาก http://www.cbre.co.th/th/ResearchCentre

BOMA. (15 ตุลาคม 2558). คุณสมบัติของอาคารสำนักงานระดับเอ. สืบค้นจาก http://www.boma.org/standards/Pages/default.aspx

พิริยะ ผลพิรุฬห์. (12 ตุลาคม 2558). เศรษฐศาสตร์อาคารเขียว. สืบค้นจาก www.econ.nida.ac.th; piriya.pholphirul.blogspot.com

สุพจน์ เหล่างาม. (30 ตุลาคม 2558). เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation Model). สืบค้นจาก http://logisticscorner.com/index.php?option=com_content&view=article&id=579:simulation

CBRE Thailand. (24 เมษายน 2559). Bangkok office rents continue to rise with low vacancy rate. สืบค้นจาก http://www.cbre.co.th/en/ResearchCentre/ListResearch/12

CBRE Thailand. (24 เมษายน 2559). Bangkok Office MarketView Q1-Q4 2015. สืบค้นจาก http://www.cbre.co.th/en/ResearchCentre

CBRE Thailand. (24 เมษายน 2559). Bangkok Property Report. สืบค้นจาก http://www.cbre.co.th/en/SubServices/research-bangkok-property-report

บริษัทหลักทรัพย์จัดการกองทุน กสิกรไทย จำกัด. (12 พฤษภาคม 2559). เอกสารหนังสือชี้ชวนการเสนอขายหน่วยทรัสต์เพื่อการลงทุนในสิทธิการเช่าอสังหาริมทรัพย์โกลเด้นเวนเจอร์. สืบค้นจาก http://www.gvreit.com/th/about_reit/investment

มูลนิธิประเมินค่าทรัพย์สินแห่งประเทศไทย. (12 พฤษภาคม 2559). ราคาประเมินสิ่งปลูกสร้าง 2558. สืบค้นจาก http://www.thaiappraisal.org/thai/value/value.php

ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย. (12 พฤษภาคม 2559). ค่า Beta บริษัทในกลุ่มพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ในตลาดหลักทรัพย์. สืบค้นจาก http://www.set.or.th/set

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารอ้างอิง

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าใช้จ่าย					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
รายได้					89,993,758.86	89,993,758.86	89,993,758.86	89,993,758.86	92,693,571.62	92,693,571.62	92,693,571.62
Potential Gross Income (PGI)					324,775,498.86	330,879,824.10	337,142,861.79	343,568,738.47	352,861,500.71	359,625,866.86	366,566,106.54
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					243,581,624.14	264,703,859.28	286,571,432.52	314,708,964.44	323,221,134.65	329,417,294.05	335,774,553.59
Property Value Tax		40%	12.50%		8,804,315.25	9,033,227.45	9,268,091.36	9,509,061.74	9,756,297.34	10,009,961.07	10,270,220.06
VAT		60%	7%		12,120,297.15	12,312,583.40	12,509,869.08	12,712,284.20	13,061,702.28	13,274,779.81	13,493,397.36
Marketing & Sales Asst Budget			3%		7,307,448.72	7,941,115.78	8,597,142.98	9,441,268.93	9,696,634.04	9,882,518.82	10,073,236.61
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,485,509.88	6,820,285.48	7,161,799.75	7,519,364.74	7,895,332.97	8,290,099.62	8,704,604.60
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ภาษีป้าย			0.04%		715,100.680	736,553.70	758,650.31	781,409.82	804,852.12	828,997.68	853,867.61
ค่าธรรมเนียมต่างๆ			1%		2,435,816.24	2,647,038.59	2,865,714.33	3,147,089.64	3,232,211.35	3,294,172.94	3,357,745.54
ค่าภัยธรรมชาติ			1%		2,435,816.24	2,647,038.59	2,865,714.33	3,147,089.64	3,232,211.35	3,294,172.94	3,357,745.54
ค่าดูแลพื้นที่			0.25%		608,954.06	661,759.65	716,428.58	786,772.41	808,052.84	823,543.24	839,436.38
							2%			2%	
ค่าก่อสร้าง		125,495,392.93			94,121,544.70	100,396,314.34	108,804,505.67	108,804,505.67	108,804,505.67	110,980,595.78	110,980,595.78
ค่าบำรุง		843,526.00			632,644.50	674,820.80	731,337.04	731,337.04	731,337.04	745,963.78	745,963.78
Sum					135,677,447.52	143,870,737.77	154,278,753.42	156,580,183.84	158,023,136.99	161,424,805.59	162,675,813.26
NOI				0	107,904,176.62	120,833,121.50	132,292,679.10	158,128,780.60	165,197,997.66	167,992,488.36	173,097,740.33
Development Cost		1,787,751,700.00		715,100,680.00	1,072,651,020.00						
Cash Flow BTCF				- 715,100,680.00	- 1,072,651,020.00	107,904,176.62	120,833,121.50	132,292,679.10	158,128,780.60	165,197,997.66	167,992,488.36	173,097,740.33
Terminal Value		3,606,800,180.23	6.47%								
Other DC		10.90%		- 715,100,680.00	- 1,072,651,020.00	107,904,176.62	120,833,121.50	132,292,679.10	158,128,780.60	165,197,997.66	167,992,488.36	173,097,740.33
DC Rate			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 715,100,680.00	- 976,024,585.99	89,339,366.85	91,031,755.42	90,687,001.37	98,633,049.30	93,760,221.46	85,757,297.67	81,341,065.89
NPV		190,161,694.41										
IRR		0.91%										
TOTAL INVESTMENT		1,787,751,700.00										
TOTAL REVENUE		5,342,490,891.26										
NOI		298.84%										
GP Margin		14.942%										
YIELD		10.37%				6.04%	6.76%	7.40%	8.85%	9.24%	9.40%	9.68%
INVESTMENT		1,787,751,700.00										
AVERAGE INCOM		185,464,337.42										
AVERAGE INCOM 10		99,015,103.18										
YIELD(%)		9.64036824										
PAYBACK		18.05										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
92,693,571.62	92,693,571.62	95,474,378.77	95,474,378.77	95,474,378.77	95,474,378.77	95,474,378.77	98,338,610.13	98,338,610.13	98,338,610.13	98,338,610.13	98,338,610.13
373,686,792.45	380,992,616.19	391,269,198.49	398,959,863.81	406,850,486.42	414,946,265.22	423,252,534.26	434,638,997.67	443,382,807.75	452,353,956.88	461,558,355.90	471,002,069.29
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
342,297,101.88	348,989,236.43	358,402,585.82	365,447,235.25	372,675,045.56	380,090,778.94	387,699,321.39	398,129,321.67	406,138,651.90	414,356,224.51	422,787,454.00	431,437,895.47
10,537,245.78	10,811,214.17	11,092,305.74	11,380,705.69	11,676,604.04	11,980,195.74	12,291,680.83	12,611,264.53	12,939,157.41	13,275,575.50	13,620,740.47	13,974,879.72
13,717,698.97	13,947,832.41	14,329,961.71	14,572,197.66	14,820,752.28	15,075,769.31	15,337,416.78	15,756,239.24	16,031,669.26	16,314,260.45	16,604,199.02	16,901,676.00
10,268,913.06	10,469,677.09	10,752,077.57	10,963,417.06	11,180,251.37	11,402,723.37	11,630,979.64	11,943,879.66	12,184,159.56	12,430,686.74	12,683,623.62	12,943,136.86
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,139,834.83	9,598,826.58	10,076,867.90	10,580,501.30	11,109,526.36	11,665,002.68	12,248,252.82	12,860,665.46	13,503,698.73	14,178,883.67	14,887,827.85	15,632,219.24
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
879,483.64	905,868.15	933,044.19	961,035.52	989,866.58	1,019,562.58	1,050,149.46	1,081,653.94	1,114,103.56	1,147,526.67	1,181,952.47	1,217,411.04
3,422,971.02	3,489,892.36	3,584,025.86	3,654,472.35	3,726,750.46	3,800,907.79	3,876,993.21	3,981,293.22	4,061,386.52	4,143,562.25	4,227,874.54	4,314,378.95
3,422,971.02	3,489,892.36	3,584,025.86	3,654,472.35	3,726,750.46	3,800,907.79	3,876,993.21	3,981,293.22	4,061,386.52	4,143,562.25	4,227,874.54	4,314,378.95
855,742.75	872,473.09	896,006.46	913,618.09	931,687.61	950,226.95	969,248.30	995,323.30	1,015,346.63	1,035,890.56	1,056,968.64	1,078,594.74
	2%			2%			2%			2%	
110,980,595.78	113,200,207.70	113,200,207.70	113,200,207.70	115,464,211.85	115,464,211.85	115,464,211.85	117,773,496.09	117,773,496.09	117,773,496.09	120,128,966.01	120,128,966.01
745,963.78	760,883.06	760,883.06	760,883.06	776,100.72	776,100.72	776,100.72	791,622.73	791,622.73	791,622.73	807,455.19	807,455.19
163,971,420.63	167,544,766.98	169,209,186.06	170,641,510.78	174,402,501.73	175,935,608.78	177,522,026.83	181,776,731.39	183,475,027.01	185,235,066.90	189,427,482.34	191,313,096.71
178,325,681.25	181,444,469.45	189,193,399.77	194,805,724.47	198,272,543.83	204,155,170.16	210,177,294.55	216,352,590.47	222,662,624.89	229,121,157.60	233,359,971.66	240,124,798.76
										3,606,800,180.23	
178,325,681.25	181,444,469.45	189,193,399.77	194,805,724.47	198,272,543.83	204,155,170.16	210,177,294.55	216,352,590.47	222,662,624.89	229,121,157.60	3,840,160,151.90	240,124,798.76
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
76,249,089.13	70,593,840.75	66,977,875.03	62,752,264.95	58,115,580.09	54,449,348.64	51,005,899.52	47,774,815.74	44,739,028.92	41,889,649.95	638,841,588.25	36,348,221.46
9.97%	10.15%	10.58%	10.90%	11.09%	11.42%	11.76%	12.10%	12.45%	12.82%	13.05%	13.43%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 1 กรณี 1

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
รายได้หลัก					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
รายได้อื่นๆ					78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	80,811,919.44	80,811,919.44	80,811,919.44
Potential Gross Income (PGI)					313,239,914.22	319,344,239.46	325,607,277.15	332,033,153.83	340,979,848.53	347,744,214.68	354,684,454.36
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					234,929,935.66	255,475,391.57	276,766,185.58	304,142,368.91	312,337,541.25	318,533,700.65	324,890,960.19
Property Rental Tax		40%	12.50%		8,804,315.25	9,033,227.45	9,268,091.36	9,509,061.74	9,756,297.34	10,009,961.07	10,270,220.06
VAT		60%	7%		11,514,678.96	11,706,965.20	11,904,250.89	12,106,666.00	12,437,915.54	12,650,993.07	12,869,610.62
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,047,898.07	7,664,261.75	8,302,985.57	9,124,271.07	9,370,126.24	9,556,011.02	9,746,728.81
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating expenses			2%		5,264,798.28	6,578,038.20	6,906,940.11	7,252,287.11	7,614,901.47	7,995,646.54	8,395,428.87
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกัน%			0.04%		730,010.820	751,911.14	774,468.48	797,702.53	821,633.61	846,282.62	871,671.10
ค่าซ่อมบำรุงอาคาร			1%		2,349,299.36	2,554,753.92	2,767,661.86	3,041,423.69	3,123,375.41	3,185,337.01	3,248,909.60
ค่าบริหารอาคาร			1%		2,349,299.36	2,554,753.92	2,767,661.86	3,041,423.69	3,123,375.41	3,185,337.01	3,248,909.60
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		587,324.84	638,688.48	691,915.46	760,355.92	780,843.85	796,334.25	812,227.40
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		109,364,406.99			82,023,305.24	87,491,525.59	94,818,940.86	94,818,940.86	94,818,940.86	96,715,319.68	96,715,319.68
ค่าน้ำ		625,750.00			469,312.50	500,600.00	542,525.25	542,525.25	542,525.25	553,375.76	553,375.76
อื่นๆ					122,140,242.68	129,474,725.64	138,745,441.69	140,994,657.87	142,389,934.98	145,494,598.02	146,732,401.49
NOI				0	112,789,692.99	126,000,665.93	138,020,743.89	163,147,711.04	169,947,606.27	173,039,102.63	178,158,558.70
Development Cost		1,825,027,050.56		730,010,820.22	1,095,016,230.34						
Cash flow PDF				- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	112,789,692.99	126,000,665.93	138,020,743.89	163,147,711.04	169,947,606.27	173,039,102.63	178,158,558.70
Terminal Value		3,697,609,541.59	6.47%								
NOI for DC		10.99%		- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	112,789,692.99	126,000,665.93	138,020,743.89	163,147,711.04	169,947,606.27	173,039,102.63	178,158,558.70
DC Factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 730,010,820.22	- 996,375,095.85	93,384,334.83	94,924,815.81	94,613,605.80	101,763,614.22	96,455,922.14	89,363,548.82	83,719,215.72
NPV		209,990,564.97										
IRR		0.99%										
TOTAL INVESTMENT		1,825,027,050.56										
TOTAL RETURN		5,497,077,129.77										
EC		301.21%										
EC-NCAT		15.06%										
YIELD		10.45%				6.18%	6.90%	7.56%	8.94%	9.31%	9.48%	9.76%
INVESTMENT		1,825,027,050.56										
AVAILABLE INCOME		190,762,875.72										
AVAILABLE INCOME DC		101,914,551.63										
IO SIMPLE		9.56699276										
IO DYNAMIC		17.907										

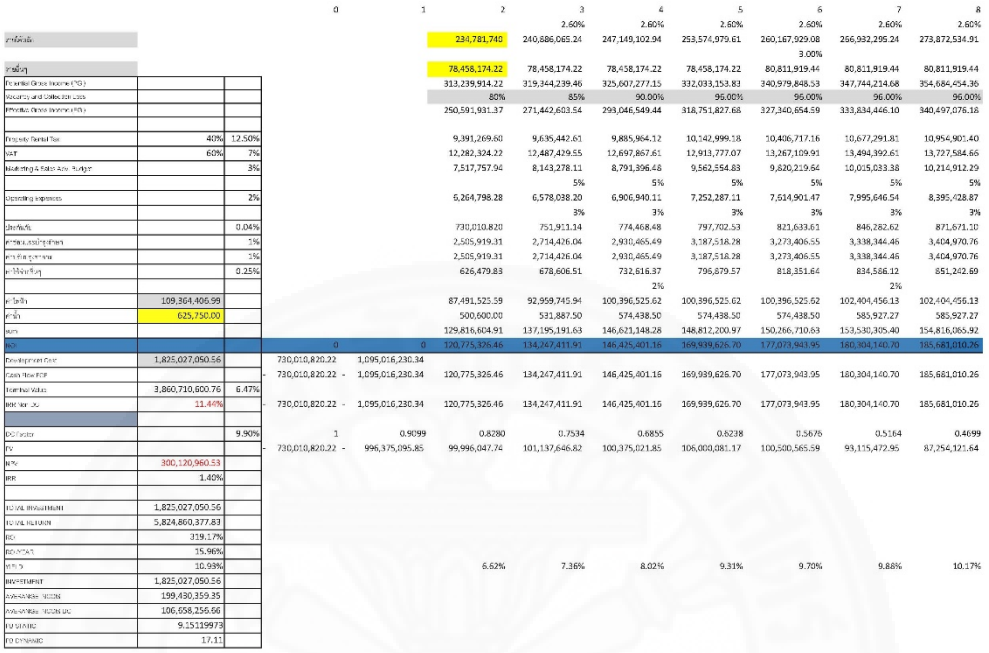
9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,811,919.44	80,811,919.44	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34
361,805,140.27	369,110,964.01	379,031,096.75	386,721,762.06	394,612,384.67	402,708,163.47	411,014,432.52	422,033,752.87	430,777,562.95	439,748,712.09	448,953,111.10	458,396,824.49
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
331,413,508.48	338,105,643.03	347,192,484.62	354,237,134.05	361,464,944.36	368,880,677.74	376,489,220.19	386,582,917.63	394,592,247.66	402,809,820.27	411,241,049.77	419,891,491.24
10,537,245.78	10,811,214.17	11,092,305.74	11,380,705.69	11,676,604.04	11,980,195.74	12,291,680.83	12,611,264.53	12,939,157.41	13,275,575.50	13,620,740.47	13,974,879.72
13,093,912.23	13,324,045.67	13,687,441.37	13,929,697.32	14,178,251.93	14,433,268.97	14,694,916.44	15,094,463.89	15,369,893.90	15,652,485.10	15,942,423.67	16,239,900.64
9,942,405.25	10,143,169.29	10,415,774.54	10,627,114.02	10,843,948.33	11,065,420.33	11,294,676.61	11,597,487.53	11,837,767.43	12,084,294.61	12,337,231.49	12,596,744.74
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,815,200.31	9,255,960.33	9,718,758.35	10,204,696.26	10,714,931.08	11,250,677.63	11,813,211.51	12,403,872.09	13,024,065.69	13,675,268.98	14,359,032.43	15,076,984.05
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
897,821.23	924,755.87	952,498.54	981,073.50	1,010,505.70	1,040,820.87	1,072,045.50	1,104,206.87	1,137,333.07	1,171,453.06	1,206,596.66	1,242,794.56
3,314,135.08	3,381,056.43	3,471,924.85	3,542,371.34	3,614,649.44	3,688,806.78	3,764,892.20	3,865,829.18	3,945,922.48	4,028,098.20	4,112,410.50	4,198,914.91
3,314,135.08	3,381,056.43	3,471,924.85	3,542,371.34	3,614,649.44	3,688,806.78	3,764,892.20	3,865,829.18	3,945,922.48	4,028,098.20	4,112,410.50	4,198,914.91
828,533.77	845,264.11	867,981.21	885,592.84	903,662.36	922,201.69	941,223.05	966,457.29	986,480.62	1,007,024.55	1,028,102.62	1,049,728.73
	2%			2%			2%			2%	
96,715,319.68	98,649,626.07	98,649,626.07	98,649,626.07	100,622,618.59	100,622,618.59	100,622,618.59	102,635,070.96	102,635,070.96	102,635,070.96	104,687,772.38	104,687,772.38
553,375.76	564,443.27	564,443.27	564,443.27	575,732.14	575,732.14	575,732.14	587,246.78	587,246.78	587,246.78	598,991.71	598,991.71
148,012,084.18	151,280,591.64	152,892,678.78	154,307,691.65	157,755,553.06	159,268,549.52	160,835,889.07	164,731,728.29	166,408,860.82	168,144,615.95	172,005,712.43	173,865,626.35
183,401,424.31	186,825,051.39	194,299,805.85	199,929,442.40	203,709,391.30	209,611,128.22	215,653,331.11	221,851,189.34	228,183,386.84	234,665,204.32	239,235,337.34	246,025,864.88
										3,697,609,541.59	
183,401,424.31	186,825,051.39	194,299,805.85	199,929,442.40	203,709,391.30	209,611,128.22	215,653,331.11	221,851,189.34	228,183,386.84	234,665,204.32	3,936,844,878.93	246,025,864.88
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
78,419,392.27	72,687,241.26	68,785,634.86	64,407,754.97	59,709,172.11	55,904,483.79	52,334,826.00	48,989,012.20	45,848,301.43	42,903,754.19	654,925,871.75	37,241,478.88
10.05%	10.24%	10.65%	10.95%	11.16%	11.49%	11.82%	12.16%	12.50%	12.86%	13.11%	13.48%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 1 กรณี 2

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
[illegible]					241,825,192	248,112,647.20	254,563,576.02	261,182,229.00	267,972,966.95	274,940,264.10	282,088,710.96
									3.00%		
[illegible]					78,782,173.02	78,782,173.02	78,782,173.02	78,782,173.02	81,145,638.21	81,145,638.21	81,145,638.21
Potential Gross Income (PGI)					320,607,365.22	326,894,820.22	333,345,749.04	339,964,402.02	349,118,605.16	356,085,902.30	363,234,349.17
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					240,455,523.91	261,515,856.17	283,343,886.69	311,407,392.25	319,782,642.33	326,174,686.51	332,722,663.84
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,068,444.71	9,304,224.27	9,546,134.10	9,794,333.59	10,048,986.26	10,310,259.90	10,578,326.66
VAT		60%	7%		11,753,557.64	11,951,612.47	12,154,816.73	12,363,304.30	12,701,294.47	12,920,764.32	13,145,940.40
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,213,665.72	7,845,475.69	8,500,316.60	9,342,221.77	9,593,779.27	9,785,240.60	9,981,679.92
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		5,412,147.30	6,732,754.67	7,069,392.40	7,422,862.02	7,794,005.12	8,183,705.38	8,592,890.65
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
[illegible]			0.04%		730,010,820	751,911.14	774,468.48	797,702.53	821,633.61	846,282.62	871,671.10
[illegible]			1%		2,404,555.24	2,615,158.56	2,833,438.87	3,114,073.92	3,197,926.42	3,261,746.87	3,327,226.64
[illegible]			1%		2,404,555.24	2,615,158.56	2,833,438.87	3,114,073.92	3,197,926.42	3,261,746.87	3,327,226.64
[illegible]			0.25%		601,138.81	653,789.64	708,359.72	778,518.48	799,481.61	815,436.72	831,806.66
							2%			2%	
[illegible]		109,364,406.99			82,023,305.24	87,491,525.59	94,818,940.86	94,818,940.86	94,818,940.86	96,715,319.68	96,715,319.68
[illegible]		625,750.00			469,312.50	500,600.00	542,525.25	542,525.25	542,525.25	553,375.76	553,375.76
sum					123,080,693.22	130,462,210.60	139,781,831.87	142,088,556.64	143,516,499.29	146,653,878.70	147,925,464.09
NCI				0	0	117,374,830.70	131,053,645.58	143,562,054.81	169,318,835.60	176,276,143.04	179,520,807.81	184,797,199.75
Development Cost		1,825,027,050.56		730,010,820.22	1,095,016,230.34						
Cash Flow PDP			-	730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	117,374,830.70	131,053,645.58	143,562,054.81	169,318,835.60	176,276,143.04	179,520,807.81	184,797,199.75
Terminal Value		3,831,401,806.52	6.47%								
IRR for DC		11.34%		- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	117,374,830.70	131,053,645.58	143,562,054.81	169,318,835.60	176,276,143.04	179,520,807.81	184,797,199.75
DCF factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
FV				730,010,820.22	- 996,375,095.85	97,180,604.00	98,731,566.83	98,412,189.93	105,612,861.85	100,047,763.55	92,710,931.98	86,838,806.64
NPV		281,972,293.12										
IRR		1.31%										
TOTAL INVESTMENT		1,825,027,050.56										
TOTAL RETURN		5,765,192,869.60										
ROI		315.90%										
ROI-YEAR		15.79%										
WACC		10.84%				6.43%	7.18%	7.87%	9.28%	9.66%	9.84%	10.13%
INVESTMENT		1,825,027,050.56										
AVERAGE INCOME		197,832,532.30										
AVERAGE INCOME DC		105,703,063.64										
FO STATIC		9.22511090										
FO DYNAMIC		17.268										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
289,423,017.45	296,948,015.90	304,668,664.31	312,590,069.59	320,717,390.88	329,056,043.04	337,611,500.16	346,389,399.16	355,395,523.54	364,635,807.15	374,116,338.14	383,843,362.93
		3.00%					3.00%				
81,145,638.21	81,145,638.21	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58
370,568,655.66	378,093,654.11	388,248,671.67	396,170,076.94	404,297,398.23	412,636,050.39	421,191,507.51	432,476,806.74	441,482,931.12	450,723,214.73	460,203,745.71	469,930,770.51
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
339,440,888.58	346,333,787.16	355,635,783.25	362,891,772.16	370,336,416.78	377,974,622.16	385,811,420.88	396,148,754.97	404,398,364.90	412,862,464.69	421,546,631.07	430,456,585.78
10,853,353.15	11,135,550.60	11,425,074.91	11,722,126.86	12,026,902.16	12,339,601.61	12,660,431.26	12,989,602.47	13,327,332.13	13,673,842.77	14,029,362.68	14,394,126.11
13,376,971.06	13,614,008.51	13,985,013.31	14,234,536.95	14,490,548.20	14,753,215.74	15,022,712.64	15,430,854.97	15,714,547.89	16,005,616.82	16,304,253.55	16,610,654.83
10,183,226.66	10,390,013.61	10,669,073.50	10,886,753.16	11,110,092.50	11,339,238.66	11,574,342.63	11,884,462.65	12,131,950.95	12,385,873.94	12,646,398.93	12,913,697.57
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,022,535.18	9,473,661.94	9,947,345.04	10,444,712.29	10,966,947.90	11,515,295.30	12,091,060.06	12,695,613.07	13,330,393.72	13,996,913.41	14,696,759.08	15,431,597.03
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
897,821.23	924,755.87	952,498.54	981,073.50	1,010,505.70	1,040,820.87	1,072,045.50	1,104,206.87	1,137,333.07	1,171,453.06	1,206,596.66	1,242,794.56
3,394,408.89	3,463,337.87	3,556,357.83	3,628,917.72	3,703,364.17	3,779,746.22	3,858,114.21	3,961,487.55	4,043,983.65	4,128,624.65	4,215,466.31	4,304,565.86
3,394,408.89	3,463,337.87	3,556,357.83	3,628,917.72	3,703,364.17	3,779,746.22	3,858,114.21	3,961,487.55	4,043,983.65	4,128,624.65	4,215,466.31	4,304,565.86
848,602.22	865,834.47	889,089.46	907,229.43	925,841.04	944,936.56	964,528.55	990,371.89	1,010,995.91	1,032,156.16	1,053,866.58	1,076,141.46
	2%			2%			2%			2%	
96,715,319.68	98,649,626.07	98,649,626.07	98,649,626.07	100,622,618.59	100,622,618.59	100,622,618.59	102,635,070.96	102,635,070.96	102,635,070.96	104,687,772.38	104,687,772.38
553,375.76	564,443.27	564,443.27	564,443.27	575,732.14	575,732.14	575,732.14	587,246.78	587,246.78	587,246.78	598,991.71	598,991.71
149,240,032.70	152,544,570.08	154,194,879.77	155,648,336.98	159,135,916.57	160,890,951.92	162,299,699.79	166,240,404.75	167,962,838.72	169,745,423.20	173,654,934.19	175,564,907.38
190,200,855.88	193,789,217.09	201,440,903.48	207,243,435.18	211,200,500.21	217,283,670.24	223,511,721.09	229,908,350.22	236,435,526.19	243,117,041.49	247,891,696.68	254,891,678.40
										3,831,401,806.52	
190,200,855.88	193,789,217.09	201,440,903.48	207,243,435.18	211,200,500.21	217,283,670.24	223,511,721.09	229,908,350.22	236,435,526.19	243,117,041.49	4,079,293,503.40	254,891,678.40
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
81,326,715.88	75,396,760.08	71,313,712.19	66,758,792.58	61,904,887.82	57,950,794.52	54,241,902.83	50,768,188.38	47,506,382.58	44,448,482.51	678,623,348.39	38,583,516.67
10.42%	10.62%	11.04%	11.36%	11.57%	11.91%	12.25%	12.60%	12.96%	13.32%	13.58%	13.97%

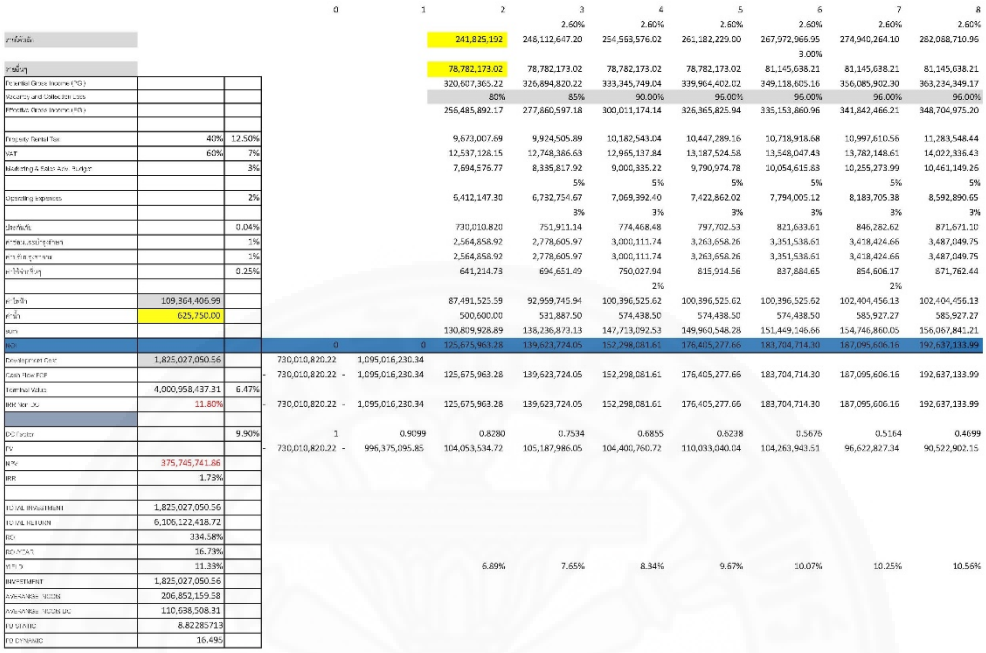
ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 1 กรณี 3



			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
รายได้หลัก					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	256,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
รายได้อื่นๆ					78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	80,811,919.44	80,811,919.44	80,811,919.44
Potential Gross Income (PGI)					313,239,914.22	319,344,239.46	325,607,277.15	332,033,153.83	340,979,848.53	347,744,214.68	354,684,454.36
Vacancy and Bad Debt for Loss					80%	85%	90.00%	95.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					250,591,931.37	271,442,603.54	293,046,549.44	315,751,827.68	327,340,654.59	333,834,446.10	340,497,076.18
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,391,269.60	9,695,442.61	9,885,964.12	10,142,999.18	10,406,717.16	10,677,291.81	10,954,901.40
VAT		60%	7%		12,282,324.22	12,487,429.55	12,697,867.61	12,913,777.07	13,267,109.91	13,494,392.61	13,727,584.66
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,517,757.94	8,143,278.11	8,791,396.48	9,562,554.83	9,820,219.64	10,015,033.38	10,214,912.29
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating expenses			2%		6,264,798.28	6,578,038.20	6,906,940.11	7,252,287.11	7,614,901.47	7,995,646.54	8,395,428.87
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกัน%			0.04%		730,010,820	751,911.14	774,468.48	797,702.53	821,633.61	846,282.62	871,671.10
ค่าธรรมเนียมวิชาชีพ			1%		2,505,919.31	2,714,426.04	2,930,465.49	3,187,518.28	3,273,406.55	3,338,344.46	3,404,970.76
ค่าซ่อมบำรุง			1%		2,505,919.31	2,714,426.04	2,930,465.49	3,187,518.28	3,273,406.55	3,338,344.46	3,404,970.76
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		626,479.83	678,606.51	732,616.37	796,879.57	818,351.64	834,586.12	851,242.69
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		109,364,406.99			87,491,525.59	92,959,745.94	100,396,525.62	100,396,525.62	100,396,525.62	102,404,456.13	102,404,456.13
ค่าน้ำ		625,750.00			500,600.00	531,887.50	574,438.50	574,438.50	574,438.50	585,927.27	585,927.27
NOI					129,816,604.91	137,195,191.63	146,621,148.28	148,812,200.97	150,266,710.63	153,530,305.40	154,816,065.92
NCF				0	0	120,775,326.46	134,247,411.91	146,425,401.16	169,939,626.70	177,073,943.95	180,304,140.70	185,681,010.26
Development Cost		1,825,027,050.56		730,010,820.22	1,095,016,230.34						
Cash flow PDP				- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	120,775,326.46	134,247,411.91	146,425,401.16	169,939,626.70	177,073,943.95	180,304,140.70	185,681,010.26
Terminal Value		3,860,710,600.76	6.47%								
IRR for Dev		11.44%		- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	120,775,326.46	134,247,411.91	146,425,401.16	169,939,626.70	177,073,943.95	180,304,140.70	185,681,010.26
DCF factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 730,010,820.22	- 996,375,095.85	99,996,047.74	101,137,646.82	100,375,021.85	106,000,081.17	100,500,565.59	93,115,472.95	87,254,121.64
NPV		300,120,960.53										
IRR		1.40%										
TOTAL INVESTMENT		1,825,027,050.56										
TOTAL RETURN		5,824,860,377.83										
ROI		319.17%										
ROI PCAT		15.96%										
YIELD		10.93%				6.62%	7.36%	8.02%	9.31%	9.70%	9.88%	10.17%
INVESTMENT		1,825,027,050.56										
AVAILABLE INCOME		199,430,359.35										
AVAILABLE INCOME DC		106,658,256.66										
TO SIMPLE		9.15119973										
TO DYNAMIC		17.11										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,811,919.44	80,811,919.44	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34
361,805,140.27	369,110,964.01	379,031,096.75	386,721,762.06	394,612,384.67	402,708,163.47	411,014,432.52	422,033,752.87	430,777,562.95	439,748,712.09	448,953,111.10	458,396,824.49
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
347,332,934.66	354,346,525.45	363,869,852.88	371,252,891.58	378,827,889.29	386,599,836.93	394,573,855.22	405,152,402.76	413,546,460.43	422,158,763.60	430,994,986.66	440,060,951.51
11,239,728.83	11,531,961.78	11,831,792.79	12,139,419.40	12,455,044.31	12,778,875.46	13,111,126.22	13,452,015.50	13,801,767.90	14,160,613.87	14,528,789.63	14,906,538.17
13,966,839.71	14,212,315.39	14,599,937.46	14,858,343.81	15,123,468.73	15,395,486.90	15,674,577.54	16,100,761.48	16,394,553.50	16,695,984.11	17,005,251.92	17,322,560.69
10,419,988.04	10,630,395.76	10,916,095.59	11,137,586.75	11,364,836.68	11,597,995.11	11,837,215.66	12,154,572.08	12,406,393.81	12,664,762.91	12,929,849.60	13,201,828.55
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,815,200.31	9,255,960.33	9,718,758.35	10,204,696.26	10,714,931.08	11,250,677.63	11,813,211.51	12,403,872.09	13,024,065.69	13,675,268.98	14,359,032.43	15,076,984.05
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
897,821.23	924,755.87	952,498.54	981,073.50	1,010,505.70	1,040,820.87	1,072,045.50	1,104,206.87	1,137,333.07	1,171,453.06	1,206,596.66	1,242,794.56
3,473,329.35	3,543,465.25	3,638,698.53	3,712,528.92	3,788,278.89	3,865,998.37	3,945,738.55	4,051,524.03	4,135,464.60	4,221,587.64	4,309,949.87	4,400,609.52
3,473,329.35	3,543,465.25	3,638,698.53	3,712,528.92	3,788,278.89	3,865,998.37	3,945,738.55	4,051,524.03	4,135,464.60	4,221,587.64	4,309,949.87	4,400,609.52
868,332.34	885,866.31	909,674.63	928,132.23	947,069.72	966,499.59	986,434.64	1,012,881.01	1,033,866.15	1,055,396.91	1,077,487.47	1,100,152.38
	2%			2%			2%			2%	
102,404,456.13	104,452,545.25	104,452,545.25	104,452,545.25	106,541,596.16	106,541,596.16	106,541,596.16	108,672,428.08	108,672,428.08	108,672,428.08	110,845,876.64	110,845,876.64
585,927.27	597,645.82	597,645.82	597,645.82	609,598.73	609,598.73	609,598.73	621,790.71	621,790.71	621,790.71	634,226.52	634,226.52
156,146,952.55	159,578,377.02	161,256,345.48	162,724,500.85	166,343,608.89	167,913,547.19	169,537,283.06	173,625,575.87	175,363,128.13	177,160,873.90	181,207,010.79	183,132,180.77
191,187,982.10	194,768,148.43	202,613,507.40	208,528,390.73	212,484,280.39	218,686,289.75	225,036,572.16	231,526,826.89	238,183,332.31	244,997,889.71	249,787,975.87	256,928,770.74
										3,860,710,600.76	
191,187,982.10	194,768,148.43	202,613,507.40	208,528,390.73	212,484,280.39	218,686,289.75	225,036,572.16	231,526,826.89	238,183,332.31	244,997,889.71	4,110,498,576.63	256,928,770.74
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
81,748,794.60	75,777,628.80	71,728,835.12	67,172,711.99	62,281,176.08	58,324,881.14	54,611,954.22	51,125,579.18	47,857,564.77	44,792,353.30	683,814,563.80	38,891,875.84
10.48%	10.67%	11.10%	11.43%	11.64%	11.98%	12.33%	12.69%	13.09%	13.42%	13.69%	14.08%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 1 กรณี 4



			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					241,825,102	248,122,647.20	254,563,576.02	261,182,229.00	267,972,966.95	274,940,264.10	282,088,710.96
									3.00%		
รายได้อื่นๆ					78,782,173.02	78,782,173.02	78,782,173.02	78,782,173.02	81,145,638.21	81,145,638.21	81,145,638.21
Potential Gross Income (PGI)					320,607,365.22	326,894,820.22	333,345,749.04	339,964,402.02	349,118,605.16	356,085,902.30	363,234,349.17
Vacancy and Bad Debt for Loss					80%	85%	90.00%	95.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					256,485,892.17	277,860,597.18	300,011,174.14	326,365,825.94	335,153,860.96	341,842,466.21	348,704,975.20
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,673,007.69	9,924,505.89	10,182,543.04	10,447,289.16	10,718,918.68	10,997,610.56	11,283,548.44
VAT		60%	7%		12,537,128.15	12,748,366.63	12,965,137.84	13,187,524.58	13,548,047.43	13,782,148.61	14,022,336.43
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,694,576.77	8,335,817.92	9,000,335.22	9,790,974.78	10,054,615.83	10,255,273.99	10,461,149.26
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating expenses			2%		5,412,147.30	6,732,756.67	7,069,392.40	7,422,862.02	7,794,005.12	8,183,705.38	8,592,890.65
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
อัตรา%			0.04%		730,010,820	751,911.14	774,468.48	797,702.53	821,633.61	846,282.62	871,671.10
ค่าธรรมเนียมวิชาชีพ			1%		2,564,858.92	2,778,605.97	3,000,111.74	3,263,658.26	3,351,538.61	3,418,424.66	3,487,049.75
ค่าที่ปรึกษากฎหมาย			1%		2,564,858.92	2,778,605.97	3,000,111.74	3,263,658.26	3,351,538.61	3,418,424.66	3,487,049.75
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		641,214.73	694,651.49	750,027.94	815,914.56	837,884.65	854,606.17	871,762.44
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		109,364,406.99			87,491,525.59	92,959,745.94	100,396,525.62	100,396,525.62	100,396,525.62	102,404,456.13	102,404,456.13
ค่าน้ำ		625,750.00			500,600.00	531,887.50	574,438.50	574,438.50	574,438.50	585,927.27	585,927.27
รวม					130,809,928.89	138,236,873.13	147,713,092.53	149,960,548.28	151,449,146.66	154,746,860.05	156,067,841.21
NOI				0	125,675,963.28	139,623,724.05	152,298,081.61	176,405,277.66	183,704,714.30	187,095,606.16	192,637,133.99
Development Cost		1,825,027,050.56		730,010,820.22	1,095,016,230.34						
Cash flow PDP				- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	125,675,963.28	139,623,724.05	152,298,081.61	176,405,277.66	183,704,714.30	187,095,606.16	192,637,133.99
Terminal Value		4,000,958,437.31	6.47%								
IRR for 20		11.80%		- 730,010,820.22	- 1,095,016,230.34	125,675,963.28	139,623,724.05	152,298,081.61	176,405,277.66	183,704,714.30	187,095,606.16	192,637,133.99
DCF factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 730,010,820.22	- 996,375,095.85	104,053,534.72	105,187,986.05	104,400,760.72	110,033,040.04	104,263,943.51	96,622,827.34	90,522,902.15
NPV		375,745,741.86										
IRR		1.73%										
TOTAL INVESTMENT		1,825,027,050.56										
TOTAL RETURN		6,106,122,438.72										
ROI		334.58%										
ROI PCAT		16.73%										
YIELD		11.33%				6.89%	7.65%	8.34%	9.67%	10.07%	10.25%	10.56%
INVESTMENT		1,825,027,050.56										
AVAILABLE INCOME		206,852,159.58										
AVAILABLE INCOME DC		110,638,508.31										
TO STATIC		8.82285713										
TO DYNAMIC		16.495										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
289,423,017.45	296,948,015.90	304,668,664.31	312,590,069.59	320,717,390.88	329,056,043.04	337,611,500.16	346,389,399.16	355,395,523.54	364,635,807.15	374,116,338.14	383,843,362.93
		3.00%					3.00%				
81,145,638.21	81,145,638.21	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	83,580,007.36	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58	86,087,407.58
370,568,655.66	378,093,654.11	388,248,671.67	396,170,076.94	404,297,398.23	412,636,050.39	421,191,507.51	432,476,806.74	441,482,931.12	450,723,214.73	460,203,745.71	469,930,770.51
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
355,745,909.43	362,969,907.95	372,718,724.80	380,323,254.66	388,125,502.30	396,130,608.38	404,343,847.21	415,177,734.47	423,823,613.87	432,694,286.14	441,795,595.89	451,133,539.69
11,576,920.70	11,877,920.64	12,186,746.57	12,503,601.98	12,828,695.64	13,162,241.72	13,504,460.01	13,855,575.97	14,215,820.94	14,585,432.29	14,964,653.53	15,353,734.52
14,268,769.13	14,521,609.07	14,917,347.53	15,183,506.08	15,456,584.75	15,736,763.46	16,024,226.82	16,459,578.64	16,762,184.42	17,072,657.94	17,391,203.79	17,718,031.82
10,672,377.28	10,889,097.24	11,181,561.74	11,409,697.64	11,643,765.07	11,883,918.25	12,130,315.42	12,455,332.03	12,714,708.42	12,980,828.58	13,253,867.88	13,534,006.19
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,022,535.18	9,473,661.94	9,947,345.04	10,444,712.29	10,966,947.90	11,515,295.30	12,091,060.06	12,695,613.07	13,330,393.72	13,996,913.41	14,696,759.08	15,431,597.03
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
897,821.23	924,755.87	952,498.54	981,073.50	1,010,505.70	1,040,820.87	1,072,045.50	1,104,206.87	1,137,333.07	1,171,453.06	1,206,596.66	1,242,794.56
3,557,459.09	3,629,699.08	3,727,187.25	3,803,232.55	3,881,255.02	3,961,306.08	4,043,438.47	4,151,777.34	4,238,236.14	4,326,942.86	4,417,955.96	4,511,335.40
3,557,459.09	3,629,699.08	3,727,187.25	3,803,232.55	3,881,255.02	3,961,306.08	4,043,438.47	4,151,777.34	4,238,236.14	4,326,942.86	4,417,955.96	4,511,335.40
889,364.77	907,424.77	931,796.81	950,808.14	970,313.76	990,326.52	1,010,859.62	1,037,944.34	1,059,559.03	1,081,735.72	1,104,488.99	1,127,833.85
		2%		2%			2%			2%	
102,404,456.13	104,452,545.25	104,452,545.25	104,452,545.25	106,541,596.16	106,541,596.16	106,541,596.16	108,672,428.08	108,672,428.08	108,672,428.08	110,845,876.64	110,845,876.64
585,927.27	597,645.82	597,645.82	597,645.82	609,598.73	609,598.73	609,598.73	621,790.71	621,790.71	621,790.71	634,226.52	634,226.52
157,433,089.88	160,904,058.75	162,621,861.81	164,130,055.79	167,790,517.75	169,403,173.18	171,071,039.26	175,206,024.38	176,990,690.66	178,837,125.51	182,933,584.99	184,910,771.92
198,312,819.55	202,065,849.19	210,096,863.00	216,193,198.88	220,334,984.55	226,727,435.20	233,272,807.96	239,971,710.09	246,832,923.21	253,857,160.63	258,862,010.89	266,222,767.77
198,312,819.55	202,065,849.19	210,096,863.00	216,193,198.88	220,334,984.55	226,727,435.20	233,272,807.96	239,971,710.09	246,832,923.21	253,857,160.63	4,000,958,437.31	266,222,767.77
										4,259,820,448.21	
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
84,795,256.34	78,616,914.71	74,378,077.94	69,641,756.84	64,582,292.60	60,469,500.51	56,610,726.81	52,990,371.91	49,595,504.84	46,412,071.71	708,655,460.49	40,298,728.71
10.87%	11.07%	11.51%	11.85%	12.07%	12.42%	12.78%	13.15%	13.52%	13.91%	14.18%	14.59%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 2 กรณี 1

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าพื้นที่เช่า					234,781,740	240,886,055.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	80,811,919.44	80,811,919.44	80,811,919.44
Potential Gross Income (PGI)					313,239,914.22	319,344,229.46	325,607,277.15	332,033,153.83	340,979,848.53	347,744,214.68	354,684,454.36
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					234,929,935.66	255,475,391.57	276,766,185.58	304,142,368.91	312,337,541.25	318,533,700.65	324,890,960.19
Property Rental Tax	40%	12.50%			8,804,315.25	9,033,227.45	9,268,091.36	9,509,061.74	9,756,297.34	10,009,961.07	10,270,220.06
VAT	60%	7%			11,514,678.96	11,706,965.20	11,904,250.89	12,106,666.00	12,437,915.54	12,650,993.07	12,869,610.62
Marketing & Sales Adv. Budget		3%			7,047,898.07	7,664,261.75	8,302,985.57	9,124,271.07	9,370,126.24	9,556,011.02	9,746,728.81
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses		2%			6,264,798.28	6,578,038.20	6,906,940.11	7,252,287.11	7,614,901.47	7,995,646.54	8,395,428.87
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย		0.04%			732,611.537	754,589.88	777,227.58	800,544.41	824,560.74	849,297.56	874,776.49
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์		1%			2,349,299.36	2,554,753.92	2,767,661.86	3,041,423.69	3,123,375.41	3,185,337.01	3,248,909.60
ค่าวิศวกรรม		1%			2,349,299.36	2,554,753.92	2,767,661.86	3,041,423.69	3,123,375.41	3,185,337.01	3,248,909.60
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		0.25%			587,324.84	638,688.48	691,915.46	760,355.92	780,843.85	796,334.25	812,227.40
							2%			2%	
ค่าเช่า	107,864,515.52				80,898,386.64	86,291,612.42	93,518,534.96	93,518,534.96	93,518,534.96	95,388,905.65	95,388,905.65
ค่าน้ำ	625,750.00				469,312.50	500,600.00	542,525.25	542,525.25	542,525.25	553,375.76	553,375.76
รวม					121,017,924.79	128,277,491.20	137,447,796.89	139,697,093.83	141,092,456.21	144,171,198.94	145,409,092.86
NOI	3,649,927,748.70		0	0	113,912,010.87	127,197,900.36	139,318,390.69	164,445,275.07	171,245,085.04	174,362,501.71	179,481,867.33
Development cost	1,831,528,842.79		732,611,537.12	1,098,917,305.67							
Cash flow PGI			- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	113,912,010.87	127,197,900.36	139,318,390.69	164,445,275.07	171,245,085.04	174,362,501.71	179,481,867.33
Terminal Value	3,719,734,033.20	6.47%									
IRR for DC	11.02%		- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	113,912,010.87	127,197,900.36	139,318,390.69	164,445,275.07	171,245,085.04	174,362,501.71	179,481,867.33
DC Rate		9.00%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV			- 732,611,537.12	- 999,924,754.94	94,313,559.00	95,826,773.42	95,503,146.31	102,572,971.61	97,192,322.69	90,046,999.19	84,341,057.08
NPV	217,503,718.07										
IRR	1.02%										
TOTAL INVESTMENT	1,831,528,842.79										
TOTAL RETURN	5,538,132,939.11										
ROI	302.38%										
ROI/YEAR	15.119%										
Yield	10.49%				6.22%	6.94%	7.61%	8.98%	9.35%	9.52%	9.80%
INVESTMENT	1,831,528,842.79										
AVERAGE NOI	192,101,460.46										
AVERAGE NOI DC	102,633,684.74										
PP STATIC	9.53417448										
PP DYNAMIC	17.85										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,811,919.44	80,811,919.44	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34
361,805,140.27	369,110,964.01	379,031,096.75	386,721,762.06	394,612,384.67	402,708,163.47	411,014,432.52	422,033,752.87	430,777,562.95	439,748,712.09	448,953,111.10	458,396,824.49
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
331,413,508.48	338,105,643.03	347,192,484.62	354,237,134.05	361,464,944.36	368,880,677.74	376,489,220.19	386,582,917.63	394,592,247.66	402,809,820.27	411,241,049.77	419,891,491.24
10,537,245.78	10,811,214.17	11,092,305.74	11,380,705.69	11,676,604.04	11,980,195.74	12,291,680.83	12,611,264.53	12,939,157.41	13,275,575.50	13,620,740.47	13,974,879.72
13,093,912.23	13,324,045.57	13,687,441.37	13,929,697.32	14,178,251.93	14,433,258.97	14,694,916.44	15,094,463.89	15,369,893.90	15,652,485.10	15,942,423.67	16,239,900.64
9,942,405.25	10,143,169.29	10,415,774.54	10,627,114.02	10,843,948.33	11,066,420.33	11,294,676.61	11,597,487.53	11,837,767.43	12,084,294.61	12,337,231.49	12,596,744.74
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,815,200.31	9,255,960.33	9,718,758.35	10,204,696.26	10,714,931.08	11,250,677.63	11,813,211.51	12,403,872.09	13,024,065.69	13,675,268.98	14,359,032.43	15,076,984.05
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
901,019.78	928,050.38	955,891.89	984,568.64	1,014,105.70	1,044,528.87	1,075,854.74	1,108,140.68	1,141,384.90	1,175,626.45	1,210,895.24	1,247,222.10
3,314,135.08	3,381,056.43	3,471,924.85	3,542,371.34	3,614,649.44	3,688,806.78	3,764,892.20	3,855,829.18	3,945,922.48	4,028,098.20	4,112,410.50	4,198,914.91
3,314,135.08	3,381,056.43	3,471,924.85	3,542,371.34	3,614,649.44	3,688,806.78	3,764,892.20	3,855,829.18	3,945,922.48	4,028,098.20	4,112,410.50	4,198,914.91
828,533.77	845,264.11	867,981.21	885,592.84	903,662.36	922,201.69	941,223.05	966,457.29	986,480.62	1,007,024.55	1,028,102.62	1,049,728.73
	2%			2%			2%			2%	
95,388,905.65	97,296,683.77	97,296,683.77	97,296,683.77	99,242,617.44	99,242,617.44	99,242,617.44	101,227,469.79	101,227,469.79	101,227,469.79	103,252,019.19	103,252,019.19
553,375.76	564,443.27	564,443.27	564,443.27	575,732.14	575,732.14	575,732.14	587,246.78	587,246.78	587,246.78	598,991.71	598,991.71
146,688,868.71	149,980,943.85	151,543,129.62	152,958,244.49	156,379,151.91	157,893,256.37	159,459,707.16	163,328,060.94	165,005,311.46	166,741,188.17	170,574,257.82	172,434,300.70
184,724,639.77	188,174,699.18	195,649,354.80	201,278,889.55	205,085,792.45	210,987,421.37	217,029,513.02	223,254,856.70	229,586,936.18	236,068,632.10	240,666,791.95	247,457,190.53
										3,719,734,033.20	
184,724,639.77	188,174,699.18	195,649,354.80	201,278,889.55	205,085,792.45	210,987,421.37	217,029,513.02	223,254,856.70	229,586,936.18	236,068,632.10	3,960,400,825.14	247,457,190.53
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
78,985,177.15	73,212,343.08	69,263,399.53	64,837,448.90	60,112,608.46	56,271,549.02	52,668,798.31	49,298,968.96	46,130,312.99	43,159,839.39	658,844,593.23	37,458,141.81
10.09%	10.27%	10.68%	10.99%	11.20%	11.52%	11.85%	12.19%	12.54%	12.89%	13.14%	13.51%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 2 กรณี 2

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					244,173,010	250,521,907.85	257,035,067.05	263,717,978.80	270,574,646.25	277,609,587.03	284,827,436.31
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,890,172.62	78,890,172.62	78,890,172.62	78,890,172.62	81,256,877.80	81,256,877.80	81,256,877.80
Potential Gross Income (PGI)					323,063,182.22	329,411,080.47	335,925,239.67	342,608,151.42	351,831,524.04	358,866,464.85	366,084,314.11
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					242,297,386.66	263,529,344.37	285,536,453.72	313,829,066.70	322,277,676.02	328,721,681.80	335,333,231.72
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,156,487.86	9,394,556.54	9,638,815.01	9,889,424.20	10,146,549.23	10,410,359.51	10,681,028.86
VAT		60%	7%		11,833,183.86	12,033,161.56	12,238,338.67	12,448,850.39	12,789,087.44	13,010,688.08	13,238,050.33
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,268,921.60	7,905,880.33	8,566,093.61	9,414,872.00	9,668,330.28	9,861,650.45	10,059,996.95
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,481,263.64	6,784,326.83	7,123,543.17	7,479,720.33	7,853,706.34	8,246,391.66	8,658,711.24
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย			0.04%		732,611.537	754,589.88	777,227.58	800,544.41	824,560.74	849,297.56	874,776.49
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์			1%		2,422,973.87	2,635,293.44	2,855,364.54	3,138,290.67	3,222,776.76	3,287,216.82	3,353,332.32
ค่าวิศวกรรม			1%		2,422,973.87	2,635,293.44	2,855,364.54	3,138,290.67	3,222,776.76	3,287,216.82	3,353,332.32
ค่าที่ดินอื่นๆ			0.25%		605,743.47	658,823.36	713,841.13	784,572.67	805,694.19	821,804.20	838,333.08
							2%			2%	
ค่าเช่า		107,864,515.52			80,898,386.64	86,291,612.42	93,518,534.96	93,518,534.96	93,518,534.96	95,388,905.65	95,388,905.65
ค่าน้ำ		625,750.00			469,312.50	500,600.00	542,525.25	542,525.25	542,525.25	553,375.76	553,375.76
อื่นๆ					122,271,858.85	129,594,137.81	138,829,648.46	141,155,625.54	142,596,541.95	145,716,906.52	146,999,843.00
NOI		3,829,025,715.23		0	0	120,025,527.82	133,935,206.57	146,706,805.26	172,673,441.16	179,683,134.07	183,004,775.28	188,333,388.73
Investment cost		1,831,528,842.79		732,611,537.12	1,098,917,305.67						
Cash flow FCF				- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	120,025,527.82	133,935,206.57	146,706,805.26	172,673,441.16	179,683,134.07	183,004,775.28	188,333,388.73
Terminal Value		3,898,123,719.77	6.47%								
IRR for NOI		11.49%		- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	120,025,527.82	133,935,206.57	146,706,805.26	172,673,441.16	179,683,134.07	183,004,775.28	188,333,388.73
DCF Rate			9.00%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 732,611,537.12	- 999,924,754.94	99,375,251.24	100,902,441.44	100,567,925.15	107,705,301.78	101,981,644.58	94,510,176.73	88,500,511.64
NPV		313,479,355.61										
IRR		1.45%										
TOTAL INVESTMENT		1,831,528,842.79										
TOTAL RETURN		5,895,620,592.21										
ROI		321.90%										
ROI YEAR		16.095%										
Yield		11.00%				6.55%	7.31%	8.01%	9.43%	9.81%	9.99%	10.28%
INVESTMENT		1,831,528,842.79										
AVERAGE NOI		201,527,669.22										
AVERAGE NOI DC		107,685,034.09										
PP STATIC		9.08822520										
PP DYNAMIC		17.01										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
292,232,949.66	299,681,006.35	307,626,612.51	315,624,904.44	323,831,151.95	332,250,761.90	340,889,281.71	349,752,403.04	358,845,965.52	368,175,960.62	377,748,535.60	387,569,997.52
		3.00%					3.00%				
81,256,877.80	81,256,877.80	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66
373,489,827.45	381,087,884.14	391,321,196.64	399,319,488.57	407,525,736.08	415,945,346.03	424,583,865.84	435,957,824.69	445,051,387.17	454,381,382.27	463,953,957.25	473,775,419.18
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
342,116,681.95	349,076,501.88	358,450,216.12	365,776,651.53	373,293,574.25	381,005,936.97	388,918,821.11	399,337,367.42	407,667,070.65	416,213,346.16	424,981,824.84	433,978,283.97
10,958,735.61	11,243,662.74	11,535,997.97	11,835,933.92	12,143,658.20	12,459,403.57	12,783,348.06	13,115,715.11	13,456,723.71	13,806,598.52	14,165,570.08	14,533,874.91
13,471,324.00	13,710,662.78	14,084,203.96	14,336,150.16	14,594,646.95	14,859,856.67	15,131,978.04	15,542,985.33	15,829,932.55	16,123,327.40	16,424,863.51	16,734,239.56
10,263,500.46	10,472,295.06	10,753,506.48	10,973,299.55	11,198,807.23	11,430,178.11	11,667,564.63	11,980,121.02	12,230,012.12	12,486,400.38	12,749,454.75	13,019,348.52
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,091,646.80	9,546,229.15	10,023,540.60	10,524,717.63	11,050,953.51	11,603,501.19	12,183,676.25	12,792,860.06	13,432,503.06	14,104,128.22	14,809,334.63	15,549,801.36
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
901,019.78	928,050.38	955,891.89	984,568.64	1,014,105.70	1,044,528.87	1,075,854.74	1,108,140.68	1,141,384.90	1,175,626.45	1,210,895.24	1,247,222.10
3,421,166.82	3,490,765.02	3,584,502.16	3,657,766.52	3,732,935.74	3,810,059.37	3,889,188.21	3,993,373.67	4,076,670.71	4,162,133.46	4,249,818.25	4,339,782.84
3,421,166.82	3,490,765.02	3,584,502.16	3,657,766.52	3,732,935.74	3,810,059.37	3,889,188.21	3,993,373.67	4,076,670.71	4,162,133.46	4,249,818.25	4,339,782.84
855,291.70	872,691.25	896,125.54	914,441.68	933,233.94	952,514.84	972,297.05	998,343.42	1,019,167.68	1,040,533.37	1,062,454.56	1,084,945.71
	2%			2%			2%			2%	
95,388,905.65	97,296,683.77	97,296,683.77	97,296,683.77	99,242,617.44	99,242,617.44	99,242,617.44	101,227,469.79	101,227,469.79	101,227,469.79	103,252,019.19	103,252,019.19
553,375.76	564,443.27	564,443.27	564,443.27	575,732.14	575,732.14	575,732.14	587,246.78	587,246.78	587,246.78	598,991.71	598,991.71
148,326,133.41	151,616,248.43	153,279,397.81	154,745,771.59	158,219,636.60	159,788,459.57	161,411,454.78	165,339,629.55	167,077,282.01	168,875,597.83	172,773,220.17	174,700,008.74
193,790,548.54	197,460,253.45	205,170,818.32	211,030,879.94	215,073,937.66	221,217,477.39	227,507,366.33	233,997,737.87	240,589,788.64	247,337,748.33	252,208,604.67	259,278,275.23
										3,898,123,719.77	
193,790,548.54	197,460,253.45	205,170,818.32	211,030,879.94	215,073,937.66	221,217,477.39	227,507,366.33	233,997,737.87	240,589,788.64	247,337,748.33	4,150,332,324.44	259,278,275.23
0.4275	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
82,861,608.63	76,825,034.84	72,634,169.30	67,978,832.38	63,040,229.41	58,999,963.33	55,211,567.42	51,671,203.87	48,341,087.85	45,220,143.81	690,641,228.76	39,247,525.52
10.58%	10.78%	11.20%	11.52%	11.74%	12.08%	12.42%	12.78%	13.14%	13.50%	13.77%	14.16%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 2 กรณี 3

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					234,781,740	240,886,055.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	78,458,174.22	80,811,919.44	80,811,919.44	80,811,919.44
Potential Gross Income (PGI)					313,239,914.22	319,344,229.46	325,607,277.15	332,033,153.83	340,979,848.53	347,744,214.68	354,684,454.36
Vacancy and Collection Loss					80%	85%	90.00%	96.00%	98.00%	98.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					250,591,931.37	271,442,603.54	293,046,549.44	318,751,827.68	327,340,654.59	333,834,446.10	340,497,076.18
Property Rental Tax	40%	12.50%			9,391,269.60	9,635,442.61	9,885,964.12	10,142,999.18	10,406,717.16	10,677,291.81	10,954,901.40
VAT	60%	7%			12,282,324.22	12,487,429.55	12,697,867.61	12,913,777.07	13,267,109.91	13,494,392.61	13,727,584.66
Marketing & Sales Adv. Budget		3%			7,517,757.94	8,143,278.11	8,791,396.48	9,562,554.83	9,820,219.64	10,015,033.38	10,214,912.29
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses		2%			6,264,798.28	6,578,038.20	6,906,940.11	7,252,287.11	7,614,901.47	7,995,646.54	8,395,428.87
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย		0.04%			732,611.537	754,589.88	777,227.58	800,544.41	824,560.74	849,297.56	874,776.49
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์		1%			2,505,919.31	2,714,426.04	2,930,465.49	3,187,518.28	3,273,406.55	3,338,344.46	3,404,970.76
ค่าวัสดุอุปกรณ์		1%			2,505,919.31	2,714,426.04	2,930,465.49	3,187,518.28	3,273,406.55	3,338,344.46	3,404,970.76
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		0.25%			626,479.83	678,606.51	732,616.37	796,879.57	818,351.64	834,586.12	851,242.69
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า	107,864,515.52				86,291,612.42	91,684,838.19	99,019,625.25	99,019,625.25	99,019,625.25	101,000,017.75	101,000,017.75
ค่าน้ำ	625,750.00				500,600.00	531,887.50	574,438.50	574,438.50	574,438.50	585,927.27	585,927.27
อื่นๆ					128,619,292.45	135,922,962.62	145,247,007.01	147,438,142.48	148,892,737.39	152,128,881.97	153,414,732.94
NOI	3,816,123,079.68		0	0	121,972,638.92	135,519,640.92	147,799,542.42	171,313,685.20	178,447,917.19	181,705,564.13	187,082,343.25
Development cost	1,831,528,842.79		732,611,537.12	1,098,917,305.67							
Cash flow PGI			- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	121,972,638.92	135,519,640.92	147,799,542.42	171,313,685.20	178,447,917.19	181,705,564.13	187,082,343.25
Terminal Value	3,884,140,441.21	6.47%									
IRR for DC	11.47%		- 732,611,537.12	- 1,098,917,305.67	121,972,638.92	135,519,640.92	147,799,542.42	171,313,685.20	178,447,917.19	181,705,564.13	187,082,343.25
DC Rate		9.00%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV			- 732,611,537.12	- 999,924,754.94	100,987,363.75	102,096,102.90	101,316,999.53	106,857,152.09	101,280,381.55	93,839,217.87	87,912,627.75
NPV	308,450,558.08										
IRR	1.43%										
TOTAL INVESTMENT	1,831,528,842.79										
TOTAL RETURN	5,868,734,678.10										
ROI	320.43%										
ROI/YEAR	16.021%										
Yield	10.97%				6.66%	7.40%	8.07%	9.35%	9.74%	9.92%	10.21%
INVESTMENT	1,831,528,842.79										
AVERAGE NOI/N	200,848,583.14										
AVERAGE NOI/N DC	107,420,360.53										
PP STATIC	9.11895326										
PP DYNAMIC	17.05										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,811,919.44	80,811,919.44	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	83,236,277.03	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34	85,733,365.34
361,805,140.27	369,110,964.01	379,031,096.75	386,721,762.06	394,612,384.67	402,708,163.47	411,014,432.52	422,033,752.87	430,777,562.95	439,748,712.09	448,953,111.10	458,396,824.49
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
347,332,934.66	354,346,525.45	363,869,852.88	371,252,891.58	378,827,889.29	386,599,836.93	394,573,855.22	405,152,402.76	413,546,660.43	422,158,763.60	430,994,986.66	440,060,951.51
11,239,728.83	11,531,961.78	11,831,792.79	12,139,419.40	12,455,044.31	12,778,875.46	13,111,126.22	13,452,015.50	13,801,767.90	14,160,613.87	14,528,789.83	14,906,538.37
13,966,839.71	14,212,315.39	14,599,937.46	14,858,343.81	15,123,468.73	15,395,486.90	15,674,577.54	16,100,761.48	16,394,553.50	16,695,984.11	17,005,251.92	17,322,560.69
10,419,988.04	10,630,395.76	10,916,095.59	11,137,586.75	11,364,836.68	11,597,995.11	11,837,215.66	12,154,572.08	12,406,393.81	12,664,762.91	12,929,849.60	13,201,828.55
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,815,200.31	9,255,960.33	9,718,758.35	10,204,696.26	10,714,931.08	11,250,677.63	11,813,211.51	12,403,872.09	13,024,065.69	13,675,268.98	14,359,032.43	15,076,984.05
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
901,019.78	928,050.38	955,891.89	984,568.64	1,014,105.70	1,044,528.87	1,075,854.74	1,108,140.68	1,141,384.90	1,175,626.45	1,210,895.24	1,247,222.10
3,473,329.35	3,543,465.25	3,638,698.53	3,712,528.92	3,788,278.89	3,865,998.37	3,945,738.55	4,051,524.03	4,135,464.60	4,221,587.64	4,309,949.87	4,400,609.52
3,473,329.35	3,543,465.25	3,638,698.53	3,712,528.92	3,788,278.89	3,865,998.37	3,945,738.55	4,051,524.03	4,135,464.60	4,221,587.64	4,309,949.87	4,400,609.52
868,332.34	885,866.31	909,674.63	928,132.23	947,069.72	966,499.59	986,434.64	1,012,881.01	1,033,866.15	1,055,396.91	1,077,487.47	1,100,152.38
	2%			2%			2%			2%	
101,000,017.75	103,020,018.11	103,020,018.11	103,020,018.11	105,080,418.47	105,080,418.47	105,080,418.47	107,182,026.84	107,182,026.84	107,182,026.84	109,325,667.38	109,325,667.38
585,927.27	597,645.82	597,645.82	597,645.82	609,598.73	609,598.73	609,598.73	621,790.71	621,790.71	621,790.71	634,226.52	634,226.52
154,743,712.73	158,149,144.38	159,827,211.68	161,295,468.85	164,886,031.21	166,456,077.50	168,079,924.61	172,139,108.44	173,876,778.72	175,674,646.04	179,691,100.11	181,616,399.05
192,589,221.93	196,197,381.06	204,042,641.20	209,957,422.73	213,941,858.08	220,143,759.43	226,493,930.61	233,013,294.32	239,669,681.71	246,484,117.56	251,303,886.55	258,444,552.46
										3,886,140,441.21	
192,589,221.93	196,197,381.06	204,042,641.20	209,957,422.73	213,941,858.08	220,143,759.43	226,493,930.61	233,013,294.32	239,669,681.71	246,484,117.56	4,135,444,327.75	258,444,552.46
0.4275	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
82,347,941.40	76,333,694.36	72,230,774.26	67,633,042.38	62,708,406.05	58,713,596.62	54,965,626.48	51,453,819.79	48,156,213.13	45,064,076.63	687,964,490.53	39,121,323.06
10.52%	10.71%	11.14%	11.46%	11.68%	12.02%	12.37%	12.72%	13.09%	13.46%	13.72%	14.11%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 2 กรณี 4

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					244,173,010	250,521,907.85	257,035,067.05	263,717,978.80	270,574,646.25	277,609,587.03	284,827,436.31
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,890,172.62	78,890,172.62	78,890,172.62	78,890,172.62	81,256,877.80	81,256,877.80	81,256,877.80
Potential Gross Income (PGI)					323,063,182.22	329,411,080.47	335,925,239.67	342,608,151.42	351,831,524.04	358,866,464.85	366,084,314.11
Vacancy and Collection Loss					80%	85%	90.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					258,450,545.78	279,999,928.40	302,332,715.71	328,903,825.36	337,758,263.08	344,511,806.25	351,440,941.54
Property Rental Tax	40%	12.50%			9,766,920.38	10,020,860.31	10,281,402.68	10,548,719.15	10,822,985.85	11,104,383.48	11,393,097.45
VAT	60%	7%			12,622,052.79	12,835,372.33	13,054,227.92	13,278,773.75	13,641,093.27	13,878,067.28	14,120,587.02
Marketing & Misc Adv. Budget		3%			7,753,516.37	8,399,997.85	9,069,981.47	9,867,114.76	10,132,747.89	10,335,354.19	10,543,228.25
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses		2%			6,461,263.64	6,784,326.83	7,123,543.17	7,479,720.33	7,853,706.34	8,246,391.66	8,658,711.24
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย		0.04%			732,611.537	754,589.88	777,227.58	800,544.41	824,560.74	849,297.56	874,776.49
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์		1%			2,584,505.46	2,799,999.28	3,023,327.16	3,289,038.25	3,377,582.63	3,445,118.06	3,514,409.42
ค่าวิศวกรรม		1%			2,584,505.46	2,799,999.28	3,023,327.16	3,289,038.25	3,377,582.63	3,445,118.06	3,514,409.42
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		0.25%			646,126.36	699,999.82	755,831.79	822,259.56	844,395.66	861,279.52	878,602.35
							2%			2%	
ค่าเช่า	107,864,515.52				86,291,612.42	91,684,838.19	99,019,625.25	99,019,625.25	99,019,625.25	101,000,017.75	101,000,017.75
ค่าน้ำ	625,750.00				500,600.00	531,887.50	574,438.50	574,438.50	574,438.50	585,927.27	585,927.27
อื่นๆ					129,943,724.42	137,311,871.29	146,702,932.67	148,969,272.22	150,469,318.76	153,750,954.84	155,083,766.65
NOI	4,004,142,018.80		0	0	128,506,821.35	142,688,057.11	155,629,783.03	179,934,553.14	187,288,944.32	190,760,851.42	196,357,174.89
Development cost	1,831,528,842.79		732,611,537.12	1,098,917,305.67							
Cash flow FCF			732,611,537.12	1,098,917,305.67	128,506,821.35	142,688,057.11	155,629,783.03	179,934,553.14	187,288,944.32	190,760,851.42	196,357,174.89
Terminal Value	4,071,137,556.62	6.47%									
IRR Site DC	11.95%		732,611,537.12	1,098,917,305.67	128,506,821.35	142,688,057.11	155,629,783.03	179,934,553.14	187,288,944.32	190,760,851.42	196,357,174.89
DCF%/yr		9.00%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV			732,611,537.12	999,924,754.94	106,397,346.38	107,496,555.20	106,684,651.36	112,234,430.59	106,298,218.77	98,515,690.39	92,271,001.76
NPV	409,283,599.86										
IRR	1.87%										
TOTAL INVESTMENT	1,831,528,842.79										
TOTAL RETURN	6,243,750,732.63										
ROI	340.90%										
ROI/YEAR	17.045%										
Yield	11.51%				7.02%	7.79%	8.50%	9.82%	10.23%	10.42%	10.72%
INVESTMENT	1,831,528,842.79										
AVERAGE NOI/M	210,744,316.78										
AVERAGE NOI/M DC	112,727,362.73										
PP STATIC	8.69076268										
PP DYNAMIC	16.25										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
292,232,949.66	299,681,006.35	307,626,612.51	315,624,904.44	323,831,151.95	332,250,761.90	340,889,281.71	349,752,403.04	358,845,965.52	368,175,960.62	377,748,535.60	387,569,997.52
		3.00%					3.00%				
81,256,877.80	81,256,877.80	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	83,694,584.13	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66	86,205,421.66
373,489,827.45	381,087,884.14	391,321,196.64	399,319,488.57	407,525,736.08	415,945,346.03	424,583,865.84	435,957,824.69	445,051,387.17	454,381,382.27	463,953,957.25	473,775,419.18
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
358,550,234.35	365,844,368.78	375,668,348.78	383,346,709.03	391,224,706.64	399,307,532.19	407,600,511.21	418,519,511.70	427,249,331.68	436,206,126.98	445,395,798.96	454,824,402.41
11,689,317.99	11,993,240.25	12,305,064.50	12,624,996.18	12,953,246.08	13,290,030.48	13,635,571.27	13,990,096.12	14,353,838.62	14,727,038.42	15,109,941.42	15,502,799.90
14,369,412.27	14,624,706.97	15,023,150.89	15,291,893.50	15,567,623.42	15,850,532.31	16,140,776.58	16,579,184.35	16,884,728.05	17,198,215.89	17,519,854.41	17,849,855.53
10,756,507.03	10,975,331.06	11,270,050.46	11,500,401.27	11,736,741.20	11,979,225.97	12,228,015.34	12,555,585.35	12,817,479.95	13,086,183.81	13,361,873.97	13,644,732.07
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,091,646.80	9,546,229.15	10,023,540.60	10,524,717.63	11,050,953.51	11,603,501.19	12,183,676.25	12,792,860.06	13,432,503.06	14,104,128.22	14,809,334.63	15,549,801.36
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
901,019.78	928,050.38	955,891.89	984,568.64	1,014,105.70	1,044,528.87	1,075,854.74	1,108,140.68	1,141,384.90	1,175,626.45	1,210,895.24	1,247,222.10
3,585,502.34	3,658,443.69	3,756,683.49	3,833,467.09	3,912,247.07	3,993,075.32	4,076,005.11	4,185,195.12	4,272,493.32	4,362,061.27	4,453,957.99	4,548,244.02
3,585,502.34	3,658,443.69	3,756,683.49	3,833,467.09	3,912,247.07	3,993,075.32	4,076,005.11	4,185,195.12	4,272,493.32	4,362,061.27	4,453,957.99	4,548,244.02
896,375.59	914,610.92	939,170.87	958,366.77	978,061.77	998,268.83	1,019,001.28	1,046,298.78	1,068,123.33	1,090,515.32	1,113,489.50	1,137,061.01
	2%			2%			2%			2%	
101,000,017.75	103,020,018.11	103,020,018.11	103,020,018.11	105,080,418.47	105,080,418.47	105,080,418.47	107,182,026.84	107,182,026.84	107,182,026.84	109,325,667.38	109,325,667.38
585,927.27	597,645.82	597,645.82	597,645.82	609,598.73	609,598.73	609,598.73	621,790.71	621,790.71	621,790.71	634,226.52	634,226.52
156,461,229.17	159,916,720.03	161,647,900.12	163,169,542.10	166,815,243.01	168,442,245.49	170,124,932.88	174,246,373.13	176,046,862.10	177,909,648.20	181,993,199.05	183,987,853.92
202,089,005.19	205,927,648.75	214,020,448.66	220,177,166.92	226,409,463.63	230,865,286.70	237,475,578.33	244,273,138.57	251,202,469.58	258,296,478.79	263,402,599.91	270,836,548.49
										4,071,137,556.62	
202,089,005.19	205,927,648.75	214,020,448.66	220,177,166.92	226,409,463.63	230,865,286.70	237,475,578.33	244,273,138.57	251,202,469.58	258,296,478.79	4,334,540,156.53	270,836,548.49
0.4275	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
86,409,890.39	80,119,408.91	75,767,098.02	70,925,102.18	65,776,561.41	61,573,089.11	57,630,656.60	53,940,210.10	50,473,466.56	47,223,701.18	721,085,686.11	40,997,126.89
11.03%	11.24%	11.69%	12.02%	12.25%	12.61%	12.97%	13.34%	13.72%	14.10%	14.38%	14.79%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 3 กรณี 1

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
[illegible]					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
[illegible]					78,264,567.16	78,264,567.16	78,264,567.16	78,264,567.16	80,612,504.17	80,612,504.17	80,612,504.17
Potential Gross Income (PGI)					313,046,307.16	319,150,632.40	325,413,670.09	331,839,546.77	340,780,433.25	347,544,799.41	354,485,039.09
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					234,784,730.37	255,320,505.92	276,601,619.58	303,905,024.84	312,154,876.85	318,351,035.26	324,708,295.80
Property Rental Tax		40%	12.50%			8,804,315.25	9,033,227.45	9,268,091.36	9,509,081.74	9,756,297.34	10,009,961.07	10,270,220.06
VAT		60%	7%			11,504,514.59	11,696,800.83	11,894,086.52	12,096,501.63	12,427,446.24	12,640,523.77	12,859,141.32
Marketing & Retail Adv. Budget			3%			7,043,541.91	7,659,615.18	8,298,048.59	9,118,950.75	9,364,646.31	9,550,581.09	9,741,248.87
							5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating expenses			2%			6,260,926.14	6,573,972.45	6,902,671.07	7,247,804.63	7,610,194.86	7,990,704.60	8,390,239.83
							3%	3%	3%	3%	3%	3%
[illegible]			0.04%			735,597.139	757,665.05	780,395.00	803,806.86	827,921.06	852,758.69	878,341.45
[illegible]			1%			2,347,847.30	2,553,205.06	2,766,016.20	3,039,650.25	3,121,548.77	3,183,510.36	3,247,082.96
[illegible]			1%			2,347,847.30	2,553,205.06	2,766,016.20	3,039,650.25	3,121,548.77	3,183,510.36	3,247,082.96
[illegible]			0.25%			586,961.83	638,301.26	691,504.05	759,912.56	780,387.19	795,877.59	811,770.74
								2%			2%	
[illegible]		107,027,410.06				80,270,557.55	85,621,928.05	92,792,764.52	92,792,764.52	92,792,764.52	94,648,619.81	94,648,619.81
[illegible]		325,369.00				244,026.75	260,295.20	282,094.92	282,094.92	282,094.92	287,736.82	287,736.82
[illegible]						120,146,135.76	127,348,215.59	136,441,688.43	138,690,198.10	140,084,849.97	143,143,734.17	144,381,484.83
NOI				0	0	114,638,594.61	127,972,290.33	140,159,931.15	165,274,826.74	172,070,026.89	175,207,302.09	180,326,810.98
Development Cost		1,838,992,847.82		735,597,139.13	1,103,395,708.69							
Cash Flow PDF				- 735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	114,638,594.61	127,972,290.33	140,159,931.15	165,274,826.74	172,070,026.89	175,207,302.09	180,326,810.98
Terminal Value		3,733,957,800.39	6.47%									
IRR Year 20		11.09%		- 735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	114,638,594.61	127,972,290.33	140,159,931.15	165,274,826.74	172,070,026.89	175,207,302.09	180,326,810.98
DCF factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 735,597,139.13	- 1,003,999,734.93	94,915,134.70	96,410,173.71	96,080,024.65	103,090,405.63	97,660,528.91	90,483,284.16	84,738,108.00
NPV		219,213,435.23										
IRR		1.02%										
TOTAL INVESTMENT		1,838,992,847.82										
TOTAL RETURN		5,561,192,822.76										
ROI		302.40%										
ROI/YEAR		15.120%										
[illegible]		10.49%				6.23%	6.96%	7.62%	8.99%	9.36%	9.53%	9.81%
INVESTMENT		1,838,992,847.82										
AVERAGE INCOME		192,959,361.59										
AVERAGE INCOME DC		103,095,279.44										
PAYBACK		9.53046710										
PAYBACK		17.84										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,796,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,458.15
		3.00%					3.00%				
80,612,504.17	80,612,504.17	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68
361,605,724.99	368,911,548.74	378,825,699.02	386,516,364.33	394,406,986.94	402,502,765.74	410,809,034.79	421,822,193.21	430,566,003.29	439,537,152.43	448,741,551.44	458,185,264.83
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
331,230,844.10	337,922,978.64	347,004,340.30	354,048,989.73	361,276,800.04	368,692,533.42	376,301,075.87	386,389,128.98	394,398,459.01	402,616,031.62	411,047,261.12	419,697,702.59
10,537,245.78	10,811,214.17	11,092,305.74	11,380,705.69	11,676,604.04	11,980,195.74	12,291,680.83	12,611,264.53	12,939,157.41	13,275,575.50	13,620,740.47	13,974,879.72
13,083,442.92	13,313,576.37	13,676,657.98	13,918,913.94	14,167,468.55	14,422,485.59	14,684,133.06	15,083,357.01	15,358,787.02	15,641,378.22	15,931,316.79	16,228,793.76
9,936,925.32	10,137,689.36	10,410,130.21	10,621,469.69	10,838,304.00	11,060,776.00	11,289,032.28	11,591,673.87	11,831,953.77	12,078,480.96	12,331,417.83	12,590,931.08
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,809,751.82	9,250,239.41	9,712,751.38	10,198,388.95	10,708,308.40	11,243,723.82	11,805,910.01	12,396,205.51	13,015,015.79	13,666,816.58	14,350,157.41	15,067,665.28
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
904,691.70	931,832.45	959,787.42	988,581.04	1,018,238.48	1,048,785.63	1,080,249.20	1,112,656.67	1,146,036.37	1,180,417.47	1,215,829.99	1,252,304.89
3,312,308.44	3,379,229.79	3,470,043.40	3,540,489.90	3,612,768.00	3,686,925.33	3,763,010.76	3,863,891.29	3,943,984.59	4,026,160.32	4,110,472.61	4,196,977.03
3,312,308.44	3,379,229.79	3,470,043.40	3,540,489.90	3,612,768.00	3,686,925.33	3,763,010.76	3,863,891.29	3,943,984.59	4,026,160.32	4,110,472.61	4,196,977.03
828,077.11	844,807.45	867,510.85	885,122.47	903,192.00	921,731.33	940,752.69	965,972.82	985,996.15	1,006,540.08	1,027,618.15	1,049,244.26
	2%			2%			2%			2%	
94,648,619.81	96,541,592.21	96,541,592.21	96,541,592.21	98,472,424.05	98,472,424.05	98,472,424.05	100,441,872.53	100,441,872.53	100,441,872.53	102,450,709.98	102,450,709.98
287,736.82	293,491.56	293,491.56	293,491.56	299,361.39	299,361.39	299,361.39	305,348.62	305,348.62	305,348.62	311,455.59	311,455.59
145,661,108.17	148,882,902.55	150,496,314.16	151,909,245.35	155,309,436.91	156,823,334.22	158,389,565.03	162,236,134.15	163,913,136.84	165,648,750.58	169,460,191.43	171,319,938.61
185,569,735.92	189,040,076.09	196,510,026.14	202,139,744.37	205,967,363.13	211,869,199.20	217,911,510.84	224,152,994.83	230,485,322.17	236,967,281.04	241,587,069.69	248,377,763.98
185,569,735.92	189,040,076.09	196,510,026.14	202,139,744.37	205,967,363.13	211,869,199.20	217,911,510.84	224,152,994.83	230,485,322.17	236,967,281.04	241,587,069.69	248,377,763.98
										3,733,957,800.39	
185,569,735.92	189,040,076.09	196,510,026.14	202,139,744.37	205,967,363.13	211,869,199.20	217,911,510.84	224,152,994.83	230,485,322.17	236,967,281.04	3,975,544,870.08	248,377,763.98
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
79,346,526.17	73,549,031.66	69,568,092.70	65,114,753.84	60,371,005.26	56,506,724.20	52,882,841.84	49,497,295.15	46,310,823.38	43,324,137.14	661,363,927.15	37,597,491.04
10.09%	10.28%	10.69%	10.99%	11.20%	11.52%	11.85%	12.19%	12.53%	12.89%	13.14%	13.51%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 3 กรณี 2

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
[illegible]					246,520,827	252,930,368.50	259,506,558.08	266,253,728.59	273,176,325.54	280,278,910.00	287,566,161.66
									3.00%		
[illegible]					78,804,565.16	78,804,565.16	78,804,565.16	78,804,565.16	81,168,702.11	81,168,702.11	81,168,702.11
Potential Gross Income (PGI)					325,325,392.16	331,734,933.66	338,311,123.24	345,058,293.75	354,345,027.65	361,447,612.11	368,734,863.77
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					243,994,044.12	265,387,946.93	287,564,454.76	316,073,397.08	324,580,045.33	331,086,012.70	337,761,135.22
Property Rental Tax		40%	12.50%			9,244,531.01	9,484,688.82	9,731,495.93	9,984,514.82	10,244,112.21	10,510,459.13	10,783,731.06
VAT		60%	7%			11,902,645.72	12,104,546.28	12,311,696.25	12,524,232.12	12,866,411.12	13,090,142.53	13,319,690.95
Marketing & Retail Adv. Budget			3%			7,319,821.32	7,961,638.41	8,626,933.64	9,482,201.91	9,737,401.36	9,932,580.38	10,132,834.06
							5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%			6,506,507.84	6,631,833.24	7,173,424.90	7,532,096.14	7,908,700.95	8,304,136.00	8,719,342.80
							3%	3%	3%	3%	3%	3%
Land Tax			0.04%			735,597.139	757,665.05	780,395.00	803,806.86	827,921.06	852,758.69	878,341.45
[illegible]			1%			2,439,940.44	2,653,879.47	2,875,644.55	3,160,733.97	3,245,800.45	3,310,860.13	3,377,611.35
[illegible]			1%			2,439,940.44	2,653,879.47	2,875,644.55	3,160,733.97	3,245,800.45	3,310,860.13	3,377,611.35
[illegible]			0.25%			609,985.11	663,469.87	718,911.14	790,183.49	811,450.11	827,715.03	844,402.84
								2%			2%	
[illegible]		107,027,410.06				80,270,557.55	85,621,928.05	92,792,764.52	92,792,764.52	92,792,764.52	94,648,619.81	94,648,619.81
[illegible]		325,369.00				244,026.75	260,295.20	282,094.92	282,094.92	282,094.92	287,736.82	287,736.82
[illegible]						121,713,553.33	128,994,023.85	138,169,005.40	140,513,362.73	141,962,457.16	145,075,868.64	146,369,922.50
NOI				0	0	122,280,490.79	136,393,923.08	149,395,449.36	175,560,034.34	182,617,588.17	186,010,144.06	191,391,212.72
Development Cost		1,838,992,847.82			735,597,139.13	1,103,395,708.69						
Cash Flow PDF				-	735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	122,280,490.79	136,393,923.08	149,395,449.36	175,560,034.34	182,617,588.17	186,010,144.06	191,391,212.72
Terminal Value		3,956,944,908.61	6.47%									
IRR Year 20		11.61%		-	735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	122,280,490.79	136,393,923.08	149,395,449.36	175,560,034.34	182,617,588.17	186,010,144.06	191,391,212.72
DCF factor			9.90%		1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				-	735,597,139.13	- 1,003,999,734.93	101,242,250.00	102,754,758.73	102,410,998.19	109,505,818.34	103,646,931.27	96,062,256.09	89,937,426.20
NPV		339,182,982.15											
IRR		1.56%											
TOTAL INVESTMENT		1,838,992,847.82											
TOTAL RETURN		6,008,052,389.13											
ROI		326.70%											
ROI/YEAR		16.335%											
[illegible]		11.13%				6.65%	7.42%	8.12%	9.55%	9.93%	10.11%	10.41%	
INVESTMENT		1,838,992,847.82											
AVERAGE NOI		204,742,122.54											
AVERAGE NOI DC		109,409,466.12											
P2 STATIC		8.98199562											
P2 DYNAMIC		16.81											

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
295,062,881.86	302,713,996.79	310,584,560.71	318,659,759.29	326,944,913.03	335,445,480.77	344,167,083.27	353,115,406.91	362,296,407.49	371,716,114.09	381,380,733.05	391,296,632.11
		3.00%					3.00%				
81,168,702.11	81,168,702.11	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07
376,231,583.98	383,882,698.91	394,188,323.89	402,263,522.46	410,548,676.21	419,049,243.94	427,770,826.44	439,227,282.99	448,408,283.56	457,827,990.16	467,492,609.13	477,408,508.19
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
344,609,810.92	351,636,552.20	361,076,504.68	368,473,386.58	376,062,587.40	383,849,107.45	391,838,077.02	402,332,191.21	410,741,987.75	419,370,438.99	428,223,229.96	437,306,193.50
11,064,108.07	11,351,774.88	11,646,921.03	11,949,740.97	12,260,434.24	12,579,205.53	12,906,264.87	13,241,827.76	13,586,115.28	13,939,354.28	14,301,777.49	14,673,623.70
13,555,207.64	13,796,847.76	14,172,611.23	14,426,979.98	14,687,962.33	14,955,730.21	15,230,460.06	15,644,008.81	15,933,210.33	16,229,931.09	16,534,366.58	16,846,717.41
10,338,294.33	10,549,096.57	10,832,295.14	11,054,201.60	11,281,877.62	11,515,473.22	11,755,142.31	12,069,965.74	12,322,259.63	12,581,113.17	12,846,696.90	13,119,185.80
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,155,309.94	9,613,075.43	10,093,729.20	10,598,415.66	11,128,336.45	11,684,753.27	12,268,990.93	12,882,440.48	13,526,562.50	14,202,890.63	14,913,035.16	15,658,686.92
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
904,691.70	931,832.45	959,787.42	988,581.04	1,018,238.48	1,048,785.63	1,080,249.20	1,112,656.67	1,146,036.37	1,180,417.47	1,215,829.99	1,252,304.89
3,446,098.11	3,516,365.52	3,610,765.05	3,684,733.87	3,760,625.87	3,838,491.07	3,918,380.77	4,023,321.91	4,107,419.88	4,193,704.39	4,282,232.30	4,373,061.93
3,446,098.11	3,516,365.52	3,610,765.05	3,684,733.87	3,760,625.87	3,838,491.07	3,918,380.77	4,023,321.91	4,107,419.88	4,193,704.39	4,282,232.30	4,373,061.93
851,524.53	879,091.38	902,691.26	921,183.47	940,156.47	959,622.77	979,595.19	1,005,830.48	1,026,854.97	1,048,426.10	1,070,558.07	1,093,265.48
	2%			2%			2%			2%	
94,648,619.81	96,541,592.21	96,541,592.21	96,541,592.21	98,472,424.05	98,472,424.05	98,472,424.05	100,441,872.53	100,441,872.53	100,441,872.53	102,450,709.98	102,450,709.98
287,736.82	293,491.56	293,491.56	293,491.56	299,361.39	299,361.39	299,361.39	305,348.62	305,348.62	305,348.62	311,455.59	311,455.59
147,707,689.05	150,989,533.28	152,664,649.14	154,143,654.23	157,610,042.77	159,192,338.22	160,829,249.55	164,750,594.92	166,503,100.00	168,316,762.66	172,208,894.37	174,152,073.65
196,902,121.87	200,647,018.92	208,411,855.54	214,329,732.35	218,452,544.64	224,656,769.23	231,008,827.47	237,581,596.30	244,238,887.75	251,053,676.33	256,014,335.59	263,154,119.85
										3,956,944,908.61	
196,902,121.87	200,647,018.92	208,411,855.54	214,329,732.35	218,452,544.64	224,656,769.23	231,008,827.47	237,581,596.30	244,238,887.75	251,053,676.33	4,212,959,244.20	263,154,119.85
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
84,192,065.53	78,064,896.35	73,781,554.92	69,041,483.18	64,030,531.45	59,917,242.08	56,061,303.24	52,462,588.79	49,074,291.96	45,899,517.66	700,859,721.55	39,834,220.69
10.71%	10.91%	11.33%	11.65%	11.88%	12.22%	12.56%	12.92%	13.28%	13.65%	13.92%	14.31%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 3 กรณี 3

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
					78,264,567.16	78,264,567.16	78,264,567.16	78,264,567.16	80,612,504.17	80,612,504.17	80,612,504.17
					313,046,307.16	319,150,632.40	325,413,670.09	331,839,546.77	340,780,433.25	347,544,799.41	354,485,039.09
					80%	85%	90.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
					250,437,045.73	271,278,037.54	292,872,303.08	318,565,964.90	327,149,215.92	333,643,007.43	340,305,637.52
		40%	12.50%		9,391,269.60	9,635,442.61	9,885,964.12	10,142,999.18	10,406,717.16	10,677,291.81	10,954,901.40
		60%	7%		12,271,482.22	12,476,587.55	12,687,025.62	12,902,935.08	13,255,942.65	13,483,225.35	13,716,417.41
			3%		7,513,111.37	8,138,341.13	8,786,169.09	9,556,978.95	9,814,476.48	10,009,290.22	10,209,169.13
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
			2%		5,260,926.14	6,573,972.45	6,902,671.07	7,247,804.63	7,610,194.86	7,990,704.60	8,390,239.83
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
			0.04%		735,597.139	757,665.05	780,395.00	803,806.86	827,921.06	852,758.69	878,341.45
			1%		2,504,370.46	2,712,780.38	2,928,723.03	3,185,659.65	3,271,492.16	3,336,430.07	3,403,056.38
			1%		2,504,370.46	2,712,780.38	2,928,723.03	3,185,659.65	3,271,492.16	3,336,430.07	3,403,056.38
			0.25%		626,092.61	678,195.09	732,180.76	796,414.91	817,873.04	834,107.52	850,764.09
							2%			2%	
		107,027,410.06			85,621,928.05	90,973,298.55	98,251,162.44	98,251,162.44	98,251,162.44	100,216,185.68	100,216,185.68
		325,369.00			260,295.20	276,563.65	298,688.74	298,688.74	298,688.74	304,662.52	304,662.52
					127,689,443.26	134,935,626.84	144,181,702.90	146,372,110.08	147,825,960.75	151,041,086.55	152,326,794.26
				0	122,747,602.47	136,342,410.70	148,690,600.18	172,193,854.82	179,323,255.18	182,601,920.89	187,978,843.27
		1,838,992,847.82		735,597,139.13	1,103,395,708.69						
				- 735,597,139.13	1,103,395,708.69	122,747,602.47	136,342,410.70	148,690,600.18	172,193,854.82	179,323,255.18	182,601,920.89	187,978,843.27
		3,899,229,282.00	6.47%								
		11.48%		- 735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	122,747,602.47	136,342,410.70	148,690,600.18	172,193,854.82	179,323,255.18	182,601,920.89	187,978,843.27
			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
				- 735,597,139.13	- 1,003,999,734.93	101,628,995.56	102,715,950.97	101,927,822.11	107,406,159.13	101,777,190.74	94,302,128.39	88,333,905.73
		310,697,704.34										
		1.43%										
		1,838,992,847.82										
		5,893,656,587.05										
		320.48%										
		16.024%										
		10.97%				6.67%	7.41%	8.09%	9.36%	9.75%	9.93%	10.22%
		201,758,955.94										
		107,910,240.97										
		9.11480157										
		17.04										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,796,819.72	303,485,485.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,612,504.17	80,612,504.17	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	83,030,879.30	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68	85,521,805.68
361,605,724.99	368,911,548.74	378,825,699.02	386,516,364.33	394,406,986.94	402,502,765.74	410,809,034.79	421,822,193.21	430,566,003.29	439,537,152.43	448,741,551.44	458,185,264.83
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
347,141,495.99	354,155,086.79	363,672,671.06	371,055,709.76	378,630,707.47	386,402,655.11	394,376,673.40	404,949,305.48	413,343,363.16	421,955,666.33	430,791,889.38	439,857,854.24
11,239,728.83	11,531,961.78	11,831,792.79	12,139,419.40	12,455,044.31	12,778,875.46	13,111,126.22	13,452,015.50	13,801,767.90	14,160,613.87	14,528,789.83	14,906,538.37
13,955,672.45	14,201,148.13	14,588,435.18	14,846,841.54	15,111,966.46	15,383,984.63	15,663,075.27	16,088,914.14	16,382,706.16	16,684,136.77	16,993,404.58	17,310,713.35
10,414,244.68	10,624,652.60	10,910,180.13	11,131,671.29	11,358,921.22	11,592,079.65	11,831,300.20	12,148,479.16	12,400,300.89	12,658,669.99	12,923,756.68	13,195,735.63
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,809,751.82	9,250,239.41	9,712,751.38	10,198,388.95	10,708,308.40	11,243,723.82	11,805,910.01	12,396,205.51	13,015,015.79	13,666,816.58	14,350,157.41	15,067,665.28
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
904,691.70	931,832.45	959,787.42	988,581.04	1,018,238.48	1,048,785.63	1,080,249.20	1,112,656.67	1,146,036.37	1,180,417.47	1,215,829.99	1,252,304.89
3,471,414.96	3,541,550.87	3,636,726.71	3,710,557.10	3,786,307.07	3,864,026.55	3,943,766.73	4,049,493.05	4,133,433.63	4,219,556.66	4,307,918.89	4,398,578.54
3,471,414.96	3,541,550.87	3,636,726.71	3,710,557.10	3,786,307.07	3,864,026.55	3,943,766.73	4,049,493.05	4,133,433.63	4,219,556.66	4,307,918.89	4,398,578.54
857,853.74	885,387.72	909,181.68	927,639.27	946,576.77	966,006.64	985,941.68	1,012,373.26	1,033,358.41	1,054,889.17	1,076,979.72	1,099,644.64
	2%			2%			2%			2%	
100,216,185.68	102,220,509.40	102,220,509.40	102,220,509.40	104,264,919.59	104,264,919.59	104,264,919.59	106,350,217.98	106,350,217.98	106,350,217.98	108,477,222.34	108,477,222.34
304,662.52	310,755.77	310,755.77	310,755.77	316,970.88	316,970.88	316,970.88	323,310.30	323,310.30	323,310.30	329,776.51	329,776.51
153,655,621.55	157,039,589.00	158,716,847.17	160,384,920.86	163,753,560.25	165,323,399.39	166,947,026.52	170,983,158.64	172,720,581.07	174,518,185.44	178,511,754.84	180,436,758.07
193,485,874.45	197,115,497.79	204,955,823.89	210,870,788.90	214,877,147.22	221,079,255.72	227,429,646.88	233,966,146.84	240,622,782.09	247,437,480.89	252,280,134.55	259,421,096.17
193,485,874.45	197,115,497.79	204,955,823.89	210,870,788.90	214,877,147.22	221,079,255.72	227,429,646.88	233,966,146.84	240,622,782.09	247,437,480.89	252,280,134.55	259,421,096.17
										3,899,229,282.00	
193,485,874.45	197,115,497.79	204,955,823.89	210,870,788.90	214,877,147.22	221,079,255.72	227,429,646.88	233,966,146.84	240,622,782.09	247,437,480.89	4,151,509,416.55	259,421,096.17
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
82,731,335.07	76,690,902.20	72,558,057.39	67,927,262.66	62,982,548.25	58,963,098.82	55,192,706.44	51,664,227.97	48,347,717.14	45,238,377.67	690,637,047.51	39,269,144.64
10.52%	10.72%	11.15%	11.47%	11.68%	12.02%	12.37%	12.72%	13.08%	13.46%	13.72%	14.11%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 3 กรณี 4

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
[illegible]					246,520,827	252,930,368.50	259,506,558.08	266,253,728.59	273,176,325.54	280,278,910.00	287,566,161.66
									3.00%		
[illegible]					78,804,565.16	78,804,565.16	78,804,565.16	78,804,565.16	81,168,702.11	81,168,702.11	81,168,702.11
Potential Gross Income (PGI)					325,325,392.16	331,734,933.66	338,311,123.24	345,058,293.75	354,345,027.65	361,447,612.11	368,734,863.77
Vacancy and Collection Loss					80%	85%	90.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					260,260,313.73	281,974,693.61	304,480,010.92	331,255,962.00	340,171,226.54	346,989,707.63	353,985,469.22
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,860,833.08	10,117,214.74	10,380,262.32	10,650,149.14	10,927,053.02	11,211,158.40	11,502,646.47
VAT		60%	7%		12,696,155.44	12,911,516.03	13,132,476.00	13,359,180.93	13,724,171.86	13,962,818.69	14,207,670.35
Marketing & Total Adv. Budget			3%		7,807,809.41	8,459,240.81	9,134,400.33	9,937,678.86	10,205,136.80	10,409,691.23	10,619,564.08
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		5,505,507.84	6,681,833.24	7,173,424.90	7,532,096.14	7,908,700.95	8,304,136.00	8,719,342.80
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
[illegible]			0.04%		735,597.139	757,665.05	780,395.00	803,806.86	827,921.06	852,758.69	878,341.45
[illegible]			1%		2,602,603.14	2,819,746.94	3,044,800.11	3,312,559.62	3,401,712.27	3,469,897.08	3,539,854.69
[illegible]			1%		2,602,603.14	2,819,746.94	3,044,800.11	3,312,559.62	3,401,712.27	3,469,897.08	3,539,854.69
[illegible]			0.25%		650,650.78	704,936.73	761,200.03	828,139.91	850,428.07	867,474.27	884,963.67
							2%			2%	
[illegible]		107,027,410.06			85,621,928.05	90,973,298.55	98,251,162.44	98,251,162.44	98,251,162.44	100,216,185.68	100,216,185.68
[illegible]		325,369.00			260,295.20	276,563.65	298,688.74	298,688.74	298,688.74	304,662.52	304,662.52
[illegible]					129,344,983.22	136,671,762.67	146,001,609.98	148,286,022.25	149,796,687.46	153,068,677.63	154,413,086.40
[illegible]				0	130,915,330.51	145,302,930.94	158,478,400.94	182,969,939.75	190,374,539.09	193,921,030.00	199,572,382.82
Development Cost		1,838,992,847.82		735,597,139.13	1,103,395,708.69						
Cash Flow PDF				- 735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	130,915,330.51	145,302,930.94	158,478,400.94	182,969,939.75	190,374,539.09	193,921,030.00	199,572,382.82
Terminal Value		4,132,975,675.26	6.47%								
[illegible]		12.08%		- 735,597,139.13	- 1,103,395,708.69	130,915,330.51	145,302,930.94	158,478,400.94	182,969,939.75	190,374,539.09	193,921,030.00	199,572,382.82
DCF factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 735,597,139.13	- 1,003,999,734.93	108,391,473.85	109,466,516.35	108,637,386.90	114,127,757.25	108,049,487.27	100,147,719.03	93,781,673.24
NPV		436,739,006.56									
IRR		1.98%									
TOTAL INVESTMENT		1,838,992,847.82									
TOTAL RETURN		6,362,426,665.22									
ROI		345.97%									
ROI-YEAR		17.29yr									
YIELD		11.66%				7.12%	7.90%	8.62%	9.95%	10.35%	10.54%	10.85%
INVESTMENT		1,838,992,847.82									
AVERAGE INCOME		214,128,622.99									
AVERAGE INCOME DC		114,543,993.72									
IRR MIRR		8.58826262									
IRR DYNAMIC		16.05									

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
295,062,881.86	302,713,996.79	310,586,560.71	318,659,759.29	326,944,913.03	335,445,480.77	344,167,083.27	353,115,406.91	362,296,407.49	371,716,114.09	381,380,733.05	391,296,632.11
		3.00%					3.00%				
81,168,702.11	81,168,702.11	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	83,603,763.18	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07	86,111,876.07
376,231,583.98	383,882,698.91	394,188,323.89	402,263,522.46	410,548,676.21	419,049,243.94	427,770,826.44	439,227,282.99	448,408,283.56	457,827,990.16	467,492,609.13	477,408,508.19
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
361,163,120.62	368,527,390.95	378,420,790.93	386,172,981.57	394,126,729.16	402,287,274.19	410,659,993.39	421,658,191.67	430,471,952.22	439,314,870.55	448,792,904.76	458,312,167.86
11,801,715.27	12,108,559.87	12,423,382.43	12,746,390.37	13,077,796.52	13,417,819.23	13,766,682.53	14,124,616.28	14,491,856.30	14,868,644.56	15,255,229.32	15,651,865.28
14,458,888.15	14,716,637.61	15,117,451.98	15,388,778.65	15,667,159.82	15,952,778.89	16,245,824.06	16,686,942.73	16,995,424.35	17,311,926.49	17,636,657.69	17,969,831.90
10,834,893.62	11,055,821.73	11,352,623.73	11,585,189.45	11,823,801.87	12,068,618.23	12,319,799.80	12,649,745.75	12,914,158.57	13,185,446.12	13,463,787.14	13,749,365.04
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,155,309.94	9,613,075.43	10,093,729.20	10,598,415.66	11,128,336.45	11,684,753.27	12,268,990.93	12,882,440.48	13,526,562.50	14,202,890.63	14,913,035.16	15,658,686.92
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
904,691.70	931,832.45	959,787.42	988,581.04	1,018,238.48	1,048,785.63	1,080,249.20	1,112,656.67	1,146,036.37	1,180,417.47	1,215,829.99	1,252,304.89
3,611,631.21	3,685,273.91	3,784,207.91	3,861,729.82	3,941,267.29	4,022,872.74	4,106,599.93	4,216,581.92	4,304,719.52	4,395,148.71	4,487,929.05	4,583,121.68
3,611,631.21	3,685,273.91	3,784,207.91	3,861,729.82	3,941,267.29	4,022,872.74	4,106,599.93	4,216,581.92	4,304,719.52	4,395,148.71	4,487,929.05	4,583,121.68
902,907.80	921,318.48	946,051.98	965,432.45	985,316.82	1,005,718.19	1,026,649.98	1,054,145.48	1,076,179.88	1,098,787.18	1,121,982.26	1,145,780.42
	2%			2%			2%			2%	
100,216,185.68	102,220,509.40	102,220,509.40	102,220,509.40	104,264,919.59	104,264,919.59	104,264,919.59	106,350,217.98	106,350,217.98	106,350,217.98	108,477,222.34	108,477,222.34
304,662.52	310,755.77	310,755.77	310,755.77	316,970.88	316,970.88	316,970.88	323,310.30	323,310.30	323,310.30	329,776.51	329,776.51
155,802,517.09	159,249,058.55	160,992,707.72	162,527,512.43	166,165,075.01	167,806,109.39	169,503,286.85	173,617,239.50	175,433,185.30	177,311,938.13	181,389,378.51	183,401,076.65
205,360,603.53	209,278,332.40	217,428,083.21	223,645,469.14	227,961,654.15	234,481,164.80	241,156,706.54	248,040,952.16	255,038,766.92	262,202,932.42	267,403,526.25	274,911,091.21
205,360,603.53	209,278,332.40	217,428,083.21	223,645,469.14	227,961,654.15	234,481,164.80	241,156,706.54	248,040,952.16	255,038,766.92	262,202,932.42	267,403,526.25	274,911,091.21
										4,132,975,676.26	
205,360,603.53	209,278,332.40	217,428,083.21	223,645,469.14	227,961,654.15	234,481,164.80	241,156,706.54	248,040,952.16	255,038,766.92	262,202,932.42	4,400,379,202.51	274,911,091.21
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
87,808,771.31	81,423,045.38	76,973,462.09	72,042,337.42	66,817,742.45	62,537,464.43	58,523,994.09	54,772,215.86	51,244,281.92	47,937,908.36	732,038,542.00	41,613,899.43
11.17%	11.38%	11.82%	12.16%	12.40%	12.75%	13.11%	13.49%	13.87%	14.26%	14.54%	14.95%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 4 กรณี 1

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,206,485.90	78,206,485.90	78,206,485.90	78,206,485.90	80,552,680.47	80,552,680.47	80,552,680.47
Potential Gross Income (PGI)					312,988,225.90	319,092,551.14	325,355,588.83	331,781,465.51	340,720,609.56	347,484,975.71	354,425,215.39
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					234,741,169.42	255,274,040.91	276,552,250.51	303,911,822.41	312,100,078.35	318,296,237.75	324,653,497.30
Property Rental Tax		40%	12.50%		8,804,315.25	9,033,227.45	9,268,091.36	9,509,061.74	9,756,297.34	10,009,961.07	10,270,220.06
VAT		60%	7%		11,501,465.32	11,693,751.56	11,891,037.25	12,093,452.37	12,424,305.49	12,637,383.02	12,856,000.57
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,042,235.08	7,658,221.23	8,296,567.52	9,117,354.67	9,363,002.35	9,548,887.13	9,739,604.92
							5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,259,784.52	6,572,752.74	6,901,390.38	7,246,459.90	7,608,782.90	7,989,222.04	8,388,683.14
							3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย			0.04%		741,912.394	764,169.77	787,094.86	810,707.70	835,028.94	860,079.80	885,882.20
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์			1%		2,347,411.69	2,552,740.41	2,765,522.51	3,039,118.22	3,121,000.78	3,182,962.38	3,246,534.97
ค่าวิศวกรรม			1%		2,347,411.69	2,552,740.41	2,765,522.51	3,039,118.22	3,121,000.78	3,182,962.38	3,246,534.97
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		586,852.92	638,185.10	691,380.63	759,779.56	780,250.20	795,740.59	811,633.74
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		96,717,493.33			72,538,120.00	77,373,994.66	83,854,066.72	83,854,066.72	83,854,066.72	85,531,148.05	85,531,148.05
ค่าน้ำ		235,255.00			176,441.25	188,204.00	203,966.09	203,966.09	203,966.09	208,045.41	208,045.41
อื่นๆ					112,365,930.12	119,027,987.33	127,426,639.81	129,673,085.19	131,067,701.58	133,945,391.88	135,184,288.04
NOI				0	122,395,239.30	136,246,053.58	149,127,610.70	174,238,737.22	181,032,376.78	184,349,845.87	189,469,209.26
Development cost		1,854,780,985.40		741,912,394.16	1,112,868,591.24						
Cash flow FCF				741,912,394.16	122,395,239.30	136,246,053.58	149,127,610.70	174,238,737.22	181,032,376.78	184,349,845.87	189,469,209.26
Terminal Value		3,886,906,454.48	6.47%								
IRR Site DC		11.41%		741,912,394.16	122,395,239.30	136,246,053.58	149,127,610.70	174,238,737.22	181,032,376.78	184,349,845.87	189,469,209.26
DC factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				741,912,394.16	1,012,619,282.29	101,337,256.14	102,643,358.64	102,227,394.05	108,681,657.40	102,747,224.41	95,204,819.04	89,034,249.70
NAV		298,705,403.00									
IRR		1.37%									
TOTAL INVESTMENT		1,854,780,985.40									
TOTAL RETURN		5,874,108,464.10									
ROI		316.70%									
ROI/YEAR		15.835%									
Yield		10.90%				6.60%	7.35%	8.04%	9.39%	9.76%	9.94%	10.22%
INVESTMENT		1,854,780,985.40									
AVERAGE NOI/N		202,209,631.32									
AVERAGE NOI/N DC		108,065,109.44									
PP STATIC		9.172564999									
PP DYNAMIC		17.16									

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,483.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,552,680.47	80,552,680.47	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71
361,545,901.30	368,851,725.04	378,764,080.61	386,454,745.92	394,345,368.53	402,441,147.33	410,747,416.38	421,758,726.25	430,502,536.33	439,473,685.46	448,678,084.48	458,121,797.87
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
331,176,045.59	337,868,180.13	346,947,897.84	353,992,547.27	361,220,357.58	368,636,090.96	376,244,633.41	386,330,993.25	394,340,323.28	402,557,895.89	410,989,125.38	419,639,568.85
10,537,245.78	10,811,214.17	11,092,305.74	11,380,705.69	11,676,604.04	11,980,195.74	12,291,680.83	12,611,264.53	12,939,157.41	13,275,575.50	13,620,740.47	13,974,879.72
13,080,302.18	13,310,435.63	13,673,423.02	13,915,678.98	14,164,233.59	14,419,250.62	14,680,898.09	15,080,024.99	15,355,455.01	15,638,046.21	15,927,984.77	16,225,461.75
9,935,281.37	10,136,045.40	10,408,436.94	10,619,776.42	10,836,610.73	11,059,082.73	11,287,399.00	11,589,929.80	11,830,209.70	12,076,736.88	12,329,673.76	12,589,187.01
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,868,117.30	9,248,523.16	9,710,949.32	10,196,496.79	10,706,321.63	11,241,637.71	11,803,719.59	12,393,905.57	13,013,600.85	13,664,280.90	14,347,494.94	15,064,869.69
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
912,458.66	939,832.42	968,027.40	997,068.22	1,026,980.27	1,057,789.67	1,089,523.36	1,122,209.06	1,155,875.34	1,190,551.60	1,226,268.14	1,263,056.19
3,311,760.46	3,378,681.80	3,469,478.98	3,539,925.47	3,612,203.58	3,686,360.91	3,762,446.33	3,863,309.98	3,943,403.23	4,025,578.96	4,109,891.25	4,196,395.67
3,311,760.46	3,378,681.80	3,469,478.98	3,539,925.47	3,612,203.58	3,686,360.91	3,762,446.33	3,863,309.98	3,943,403.23	4,025,578.96	4,109,891.25	4,196,395.67
827,940.11	844,670.45	867,369.74	884,981.37	903,050.89	921,590.23	940,611.58	965,827.48	985,850.81	1,006,394.74	1,027,472.81	1,049,098.92
	2%			2%			2%			2%	
85,531,148.05	87,241,771.01	87,241,771.01	87,241,771.01	88,986,606.43	88,986,606.43	88,986,606.43	90,766,338.56	90,766,338.56	90,766,338.56	92,581,665.33	92,581,665.33
208,045.41	212,206.31	212,206.31	212,206.31	216,450.44	216,450.44	216,450.44	220,779.45	220,779.45	220,779.45	225,195.04	225,195.04
136,464,059.78	139,502,082.17	141,113,447.46	142,526,535.73	145,741,265.16	147,255,325.39	148,821,722.01	152,476,899.32	154,154,073.59	155,889,861.75	159,506,277.78	161,366,204.97
194,711,985.81	198,366,117.96	205,834,450.40	211,464,011.54	215,479,092.41	221,380,765.57	227,422,911.39	233,854,093.93	240,186,249.69	246,668,034.14	251,482,847.60	258,273,361.88
										3,886,906,454.48	
194,711,985.81	198,366,117.96	205,834,450.40	211,464,011.54	215,479,092.41	221,380,765.57	227,422,911.39	233,854,093.93	240,186,249.69	246,668,034.14	4,138,389,302.08	258,273,361.88
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
83,255,599.85	77,177,475.76	72,869,107.02	68,118,353.94	63,158,984.14	59,043,513.22	55,191,071.87	51,639,484.53	48,260,005.81	45,097,701.64	688,454,410.74	39,095,409.57
10.50%	10.09%	11.10%	11.40%	11.62%	11.94%	12.26%	12.61%	12.95%	13.30%	13.56%	13.92%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 4 กรณี 2

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					251,216,462	257,748,089.81	264,449,540.14	271,325,228.19	278,379,684.12	285,617,555.91	293,043,612.36
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,962,483.10	78,962,483.10	78,962,483.10	78,962,483.10	81,331,357.59	81,331,357.59	81,331,357.59
Potential Gross Income (PGI)					330,178,944.90	336,710,572.91	343,412,023.24	350,287,711.29	359,711,041.71	366,948,913.50	374,374,969.95
Vacancy and Collection Loss					75%	80%	85.00%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
Effective Gross Income (EGI)					247,634,208.68	269,368,458.33	291,900,219.76	320,863,543.54	329,495,314.21	336,125,204.76	342,927,472.48
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,420,617.32	9,665,553.37	9,916,857.76	10,174,696.06	10,439,238.15	10,710,658.35	10,989,135.46
VAT		60%	7%		12,058,848.91	12,264,595.19	12,475,690.88	12,692,275.05	13,038,856.32	13,266,849.28	13,500,770.06
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,429,026.26	8,081,053.75	8,757,006.59	9,625,906.31	9,884,859.43	10,083,756.14	10,287,824.17
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,603,578.90	6,933,757.84	7,280,445.74	7,644,468.02	8,026,691.42	8,428,025.99	8,849,427.29
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย			0.04%		741,912.394	764,169.77	787,094.86	810,707.70	835,028.94	860,079.80	885,882.20
ค่าเครื่องมือ/อุปกรณ์			1%		2,476,342.09	2,693,684.58	2,919,002.20	3,208,635.44	3,294,953.14	3,361,252.05	3,429,274.72
ค่าวัสดุสำนักงาน			1%		2,476,342.09	2,693,684.58	2,919,002.20	3,208,635.44	3,294,953.14	3,361,252.05	3,429,274.72
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		619,085.52	673,421.15	729,750.55	802,158.86	823,738.29	840,313.01	857,318.68
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		96,717,493.33			72,538,120.00	77,373,994.66	83,854,066.72	83,854,066.72	83,854,066.72	85,531,148.05	85,531,148.05
ค่าน้ำ		235,255.00			176,441.25	188,204.00	203,966.09	203,966.09	203,966.09	208,045.41	208,045.41
ภาษี					114,540,314.72	121,332,118.69	129,842,883.57	132,225,515.67	133,696,351.63	136,651,380.14	137,968,100.78
NOI				0	133,093,893.95	148,036,339.43	162,057,336.19	188,638,027.87	195,798,962.57	199,473,824.63	204,959,371.69
Development cost		1,854,780,985.40		741,912,394.16	1,112,868,591.24						
Cash flow FCF				- 741,912,394.16	- 1,112,868,591.24	133,093,893.95	148,036,339.43	162,057,336.19	188,638,027.87	195,798,962.57	199,473,824.63	204,959,371.69
Terminal Value		4,199,088,405.98	6.47%								
IRR Nor DC		12.20%		- 741,912,394.16	- 1,112,868,591.24	133,093,893.95	148,036,339.43	162,057,336.19	188,638,027.87	195,798,962.57	199,473,824.63	204,959,371.69
DC Factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				- 741,912,394.16	- 1,012,619,282.29	110,195,217.55	111,525,777.67	111,090,757.02	117,663,235.19	111,128,187.70	103,015,379.73	96,313,295.18
NAV		466,662,768.69										
IRR		2.09%										
TOTAL INVESTMENT		1,854,780,985.40										
TOTAL RETURN		6,499,711,857.03										
ROI		350.43%										
ROI/YEAR		17.522%										
Yield		11.79%				7.18%	7.98%	8.74%	10.17%	10.56%	10.75%	11.05%
INVESTMENT		1,854,780,985.40										
AVERAGE NOI/N		218,705,496.66										
AVERAGE NOI/N DC		136,904,970.80										
PP STATIC		8.48072414										
PP DYNAMIC		15.87										

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
300,662,746.28	308,479,977.68	316,500,457.10	324,729,468.99	333,172,435.18	341,834,918.50	350,722,626.38	359,841,414.66	369,197,291.64	378,796,421.02	388,645,127.97	398,749,901.30
		3.00%					3.00%				
81,331,357.59	81,331,357.59	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27
381,994,103.87	389,811,335.28	400,271,755.42	408,500,767.31	416,943,733.50	425,606,216.82	434,493,924.70	446,125,851.93	455,481,728.71	465,080,858.29	474,929,565.24	485,034,338.57
91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%	91.60%
349,906,599.15	357,067,183.11	366,648,927.97	374,186,702.85	381,920,459.89	389,855,794.60	397,996,435.02	408,651,280.37	417,221,263.50	426,014,066.20	435,035,481.76	444,291,454.13
11,274,852.99	11,567,999.16	11,868,767.14	12,177,355.09	12,493,966.32	12,818,809.44	13,152,098.49	13,494,053.05	13,844,898.43	14,204,865.79	14,574,192.30	14,953,121.30
13,740,772.78	13,987,015.57	14,367,757.56	14,626,971.43	14,892,924.87	15,165,793.09	15,445,755.89	15,864,937.52	16,159,647.64	16,462,020.22	16,772,254.49	17,090,554.85
10,497,197.97	10,712,015.49	10,999,467.84	11,225,601.09	11,457,613.80	11,695,658.84	11,939,893.05	12,259,538.41	12,516,637.91	12,780,421.99	13,051,064.45	13,328,743.62
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,291,898.66	9,756,493.59	10,244,318.27	10,756,534.18	11,294,360.89	11,859,078.94	12,452,032.89	13,074,634.53	13,728,366.26	14,414,784.57	15,135,523.80	15,892,299.99
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
912,458.66	939,832.42	968,027.40	997,068.22	1,026,980.27	1,057,789.67	1,089,523.36	1,122,209.06	1,155,875.34	1,190,551.60	1,226,268.14	1,263,056.19
3,499,065.99	3,570,671.83	3,656,489.28	3,741,867.03	3,819,204.60	3,898,552.95	3,979,964.35	4,086,512.80	4,172,212.64	4,260,140.65	4,350,354.82	4,442,914.54
3,499,065.99	3,570,671.83	3,656,489.28	3,741,867.03	3,819,204.60	3,898,552.95	3,979,964.35	4,086,512.80	4,172,212.64	4,260,140.65	4,350,354.82	4,442,914.54
874,766.50	892,667.96	916,622.32	935,466.76	954,801.15	974,638.24	994,991.09	1,021,628.20	1,043,053.16	1,065,035.17	1,087,588.70	1,110,728.64
	2%			2%			2%			2%	
85,531,148.05	87,241,771.01	87,241,771.01	87,241,771.01	88,986,606.43	88,986,606.43	88,986,606.43	90,766,338.56	90,766,338.56	90,766,338.56	92,581,665.33	92,581,665.33
208,045.41	212,206.31	212,206.31	212,206.31	216,450.44	216,450.44	216,450.44	220,779.45	220,779.45	220,779.45	225,195.04	225,195.04
139,329,273.00	142,451,345.19	144,151,916.42	145,656,708.15	148,962,113.37	150,571,930.99	152,237,280.34	155,997,144.39	157,780,022.00	159,625,078.66	163,354,461.89	165,331,194.03
210,577,326.15	214,615,837.92	222,497,011.55	228,529,994.70	232,958,346.52	239,283,363.61	245,759,154.68	252,654,135.98	259,441,241.50	266,388,987.54	271,681,019.87	278,960,260.09
										4,199,088,405.98	
210,577,326.15	214,615,837.92	222,497,011.55	228,529,994.70	232,958,346.52	239,283,363.61	245,759,154.68	252,654,135.98	259,441,241.50	266,388,987.54	4,470,769,425.85	278,960,260.09
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
90,039,354.95	83,499,686.33	78,767,954.13	73,615,777.02	68,282,320.80	63,818,238.25	59,640,917.81	55,790,895.68	52,128,861.82	48,703,234.37	743,748,522.91	42,226,831.07
11.35%	11.57%	12.00%	12.32%	12.56%	12.90%	13.25%	13.62%	13.99%	14.36%	14.65%	15.04%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 4 กรณี 3

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					234,781,740	240,886,065.24	247,149,102.94	253,574,979.61	260,167,929.08	266,932,295.24	273,872,534.91
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,206,485.90	78,206,485.90	78,206,485.90	78,206,485.90	80,552,680.47	80,552,680.47	80,552,680.47
Potential Gross Income (PGI)					312,988,225.90	319,092,551.14	325,355,588.83	331,781,465.51	340,720,609.56	347,484,975.71	354,425,215.39
Vacancy and Collection Loss					80%	85%	90.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					250,390,580.72	271,228,668.47	292,820,029.95	318,510,206.89	327,091,785.17	333,585,576.68	340,248,206.77
Property Rental Tax		40%	12.50%		9,391,269.60	9,635,442.61	9,885,964.12	10,142,999.18	10,406,717.16	10,677,291.81	10,954,901.40
VAT		60%	7%		12,268,229.67	12,473,335.00	12,683,773.07	12,899,682.53	13,252,592.52	13,479,875.23	13,713,057.28
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,511,717.42	8,136,860.05	8,784,600.90	9,555,306.21	9,812,753.56	10,007,567.30	10,207,446.20
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,259,764.52	6,572,752.74	6,901,390.38	7,246,459.90	7,608,782.90	7,989,222.04	8,388,683.14
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย			0.04%		741,912.394	764,169.77	787,094.86	810,707.70	835,028.94	860,079.80	885,882.20
ค่าซ่อมบำรุงอาคาร			1%		2,503,905.81	2,712,286.58	2,928,200.30	3,185,102.07	3,270,917.85	3,335,855.77	3,402,482.07
ค่าวิศวกรรม			1%		2,503,905.81	2,712,286.58	2,928,200.30	3,185,102.07	3,270,917.85	3,335,855.77	3,402,482.07
ค่าที่ดินว่างๆ			0.25%		625,976.45	678,071.67	732,050.07	796,275.52	817,729.46	833,963.94	850,620.52
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		96,717,493.33			77,373,994.66	82,209,869.33	88,786,658.88	88,786,658.88	88,786,658.88	90,562,392.05	90,562,392.05
ค่าน้ำ		235,255.00			188,204.00	199,966.75	215,964.09	215,964.09	215,964.09	220,283.37	220,283.37
ภาษี					119,368,880.34	126,095,041.30	134,633,896.97	136,824,258.14	138,278,063.21	141,302,387.08	142,568,240.30
NOI				0	131,021,700.38	145,133,627.17	158,186,132.98	181,685,948.75	188,813,721.97	192,283,189.60	197,659,966.48
Development cost		1,854,780,985.40		741,912,394.16	1,112,868,591.24						
Cash flow PGI				741,912,394.16	131,021,700.38	145,133,627.17	158,186,132.98	181,685,948.75	188,813,721.97	192,283,189.60	197,659,966.48
Terminal Value		4,061,191,574.19	6.47%								
IRR Site DC		11.88%		741,912,394.16	131,021,700.38	145,133,627.17	158,186,132.98	181,685,948.75	188,813,721.97	192,283,189.60	197,659,966.48
DC Factor			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				741,912,394.16	1,012,619,282.29	108,479,542.89	109,338,968.38	108,487,036.40	113,326,866.06	107,163,625.69	99,301,879.99	92,883,201.87
NAV		395,826,256.66									
IRR		1.80%									
TOTAL INVESTMENT		1,854,780,985.40									
TOTAL RETURN		6,226,032,613.67									
ROI		335.67%									
ROI/YEAR		16.78%									
Yield		11.41%				7.06%	7.82%	8.53%	9.80%	10.18%	10.37%	10.66%
INVESTMENT		1,854,780,985.40									
AVERAGE NOI/N		211,559,053.94									
AVERAGE NOI/N DC		133,176,733.32									
PP STATIC		8.76720212									
PP DYNAMIC		16.39									

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
280,993,220.82	288,299,044.56	295,794,819.72	303,485,483.04	311,376,107.65	319,471,886.45	327,778,155.49	336,300,387.54	345,044,197.61	354,015,346.75	363,219,745.76	372,663,459.15
		3.00%					3.00%				
80,552,680.47	80,552,680.47	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	82,969,260.89	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71	85,458,338.71
361,545,901.30	368,851,725.04	378,764,080.61	386,454,745.92	394,345,368.53	402,441,147.33	410,747,416.38	421,758,726.25	430,502,536.33	439,473,685.46	448,678,084.48	458,121,797.87
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
347,084,065.24	354,097,656.04	363,613,517.39	370,996,556.09	378,571,553.79	386,343,501.44	394,317,519.73	404,888,377.20	413,282,434.87	421,894,738.05	430,730,961.10	439,796,925.96
11,239,728.83	11,531,961.78	11,831,792.79	12,139,419.40	12,455,044.31	12,778,875.46	13,111,126.22	13,452,015.50	13,801,767.90	14,160,613.87	14,528,789.83	14,906,538.37
13,952,322.33	14,197,798.00	14,584,984.55	14,843,390.91	15,108,515.83	15,380,533.99	15,659,624.63	16,085,359.99	16,379,152.01	16,680,582.62	16,989,850.43	17,307,159.20
10,412,521.96	10,622,929.68	10,908,405.52	11,129,896.68	11,357,146.61	11,590,305.04	11,829,525.59	12,146,651.32	12,398,473.05	12,656,842.14	12,921,928.83	13,193,907.78
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
8,868,117.30	9,248,523.16	9,710,949.32	10,196,496.79	10,706,321.63	11,241,637.71	11,803,719.59	12,393,905.57	13,013,600.85	13,664,280.90	14,347,494.94	15,064,869.69
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
912,458.66	939,832.42	968,027.40	997,068.22	1,026,980.27	1,057,789.67	1,089,523.36	1,122,209.06	1,155,875.34	1,190,551.60	1,226,268.14	1,263,056.19
3,470,840.65	3,540,976.56	3,636,135.17	3,709,965.56	3,785,715.54	3,863,435.01	3,943,175.20	4,068,883.77	4,132,824.35	4,218,947.38	4,307,309.61	4,397,969.26
3,470,840.65	3,540,976.56	3,636,135.17	3,709,965.56	3,785,715.54	3,863,435.01	3,943,175.20	4,068,883.77	4,132,824.35	4,218,947.38	4,307,309.61	4,397,969.26
867,710.16	885,244.14	909,033.79	927,491.39	946,428.88	965,858.75	985,793.80	1,012,220.94	1,033,206.09	1,054,736.85	1,076,827.40	1,099,492.31
	2%			2%			2%			2%	
90,562,392.05	92,373,639.90	92,373,639.90	92,373,639.90	94,221,112.69	94,221,112.69	94,221,112.69	96,105,534.95	96,105,534.95	96,105,534.95	98,027,645.65	98,027,645.65
220,283.37	224,689.04	224,689.04	224,689.04	229,182.82	229,182.82	229,182.82	233,766.48	233,766.48	233,766.48	238,441.81	238,441.81
143,917,215.97	147,106,571.25	148,783,792.66	150,252,023.44	153,622,164.11	155,192,166.17	156,815,959.11	160,649,431.36	162,387,025.36	164,184,804.15	167,971,866.25	169,897,049.50
203,166,849.27	206,991,084.79	214,829,724.73	220,744,532.64	224,949,389.68	231,151,335.27	237,501,560.62	244,238,945.84	250,895,409.52	257,709,933.89	262,759,094.85	269,899,876.45
										4,061,191,574.19	
203,166,849.27	206,991,084.79	214,829,724.73	220,744,532.64	224,949,389.68	231,151,335.27	237,501,560.62	244,238,945.84	250,895,409.52	257,709,933.89	4,323,950,669.04	269,899,876.45
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
86,870,758.55	80,533,155.52	76,053,596.34	71,107,866.24	65,934,818.90	61,649,379.90	57,636,961.99	53,932,659.69	50,411,769.77	47,116,461.64	719,324,039.53	40,855,340.77
10.95%	11.16%	11.58%	11.90%	12.13%	12.46%	12.80%	13.17%	13.53%	13.89%	14.17%	14.55%

ตารางการศึกษาความเป็นไปได้อาคารทางเลือก 4 กรณี 4

			0	1	2	3	4	5	6	7	8
						2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
ค่าที่ดิน					251,216,462	257,748,089.81	264,449,540.14	271,325,228.19	278,379,684.12	285,617,555.91	293,043,612.36
									3.00%		
ค่าอื่นๆ					78,962,483.10	78,962,483.10	78,962,483.10	78,962,483.10	81,331,357.59	81,331,357.59	81,331,357.59
Potential Gross Income (PGI)					330,178,944.90	336,710,572.91	343,412,023.24	350,287,711.29	359,711,041.71	366,948,913.50	374,374,969.95
Vacancy and Collection Loss					80%	85%	90.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
Effective Gross Income (EGI)					264,143,155.92	286,203,986.97	309,070,820.92	336,276,202.83	345,322,600.04	352,270,956.96	359,399,971.15
Property Rental Tax		40%	12.50%		10,048,658.47	10,309,923.59	10,577,981.61	10,853,099.13	11,135,187.36	11,424,702.24	11,721,744.09
VAT		60%	7%		12,862,772.17	13,082,234.87	13,307,403.60	13,538,426.72	13,908,133.41	14,151,305.90	14,400,821.40
Marketing & Sales Adv. Budget			3%		7,924,294.68	8,586,119.61	9,272,124.63	10,088,286.09	10,359,678.00	10,568,128.71	10,781,999.13
						5%	5%	5%	5%	5%	5%
Operating Expenses			2%		6,603,578.90	6,933,757.84	7,280,445.74	7,644,468.02	8,026,691.42	8,428,025.99	8,849,427.29
						3%	3%	3%	3%	3%	3%
ประกันภัย			0.04%		741,912.394	764,169.77	787,094.86	810,707.70	835,028.94	860,079.80	885,882.20
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์			1%		2,641,431.56	2,862,039.87	3,090,708.21	3,362,762.03	3,453,226.00	3,522,709.57	3,593,999.71
ค่าวิศวกรรม			1%		2,641,431.56	2,862,039.87	3,090,708.21	3,362,762.03	3,453,226.00	3,522,709.57	3,593,999.71
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ			0.25%		660,357.89	715,509.97	772,677.05	840,690.51	863,306.50	880,677.39	898,499.93
							2%			2%	
ค่าไฟฟ้า		96,717,493.33			77,373,994.66	82,209,869.33	88,786,658.88	88,786,658.88	88,786,658.88	90,562,392.05	90,562,392.05
ค่าน้ำ		235,255.00			188,204.00	199,966.75	215,964.09	215,964.09	215,964.09	220,283.37	220,283.37
รวม					121,686,636.28	128,525,631.47	137,181,766.87	139,503,735.19	141,037,080.60	144,141,014.60	145,509,049.30
NOI				0	142,456,519.64	157,678,355.50	171,889,054.05	196,772,467.64	204,285,519.44	208,129,942.35	213,890,921.86
Development cost		1,854,780,985.40		741,912,394.16	1,112,868,591.24						
Cash flow FCF				741,912,394.16	1,112,868,591.24	142,456,519.64	157,678,355.50	171,889,054.05	196,772,467.64	204,285,519.44	208,129,942.35	213,890,921.86
Terminal Value		4,388,436,526.15	6.47%								
IRR for DC		12.69%		741,912,394.16	1,112,868,591.24	142,456,519.64	157,678,355.50	171,889,054.05	196,772,467.64	204,285,519.44	208,129,942.35	213,890,921.86
DC Rate			9.90%	1	0.9099	0.8280	0.7534	0.6855	0.6238	0.5676	0.5164	0.4699
PV				741,912,394.16	1,012,619,282.29	117,967,012.49	118,789,759.91	117,830,427.10	122,737,103.44	115,944,840.82	107,485,706.89	100,510,356.38
NAV		572,284,079.77									
IRR		2.54%									
TOTAL INVESTMENT		1,854,780,985.40									
TOTAL RETURN		6,882,310,709.09									
PO		371.08%									
PO YEAR		18.55%									
Yield		12.34%				7.68%	8.50%	9.27%	10.61%	11.01%	11.22%	11.53%
INVESTMENT		1,854,780,985.40									
AVERAGE NOI/N		228,876,587.81									
AVERAGE NOI DC		122,463,987.17									
PP STATIC		8.10384759									
PP DYNAMIC		15.15									

9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%	2.60%
300,662,746.28	308,479,977.68	316,500,457.10	324,729,468.99	333,172,435.18	341,834,918.50	350,722,626.38	359,841,414.66	369,197,291.64	378,796,421.02	388,645,127.97	398,749,901.30
		3.00%					3.00%				
81,331,357.59	81,331,357.59	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	83,771,298.32	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27	86,284,437.27
381,994,103.87	389,811,335.28	400,271,755.42	408,500,767.31	416,943,733.50	425,606,216.82	434,493,924.70	446,125,851.93	455,481,728.71	465,080,858.29	474,929,565.24	485,034,338.57
96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%	96.00%
366,714,339.72	374,218,881.87	384,260,885.21	392,160,736.62	400,265,984.16	408,581,968.14	417,114,167.71	428,280,817.86	437,262,459.57	446,477,623.96	455,932,382.63	465,632,965.02
12,026,509.85	12,339,199.11	12,660,018.28	12,989,178.76	13,326,897.41	13,673,396.74	14,028,905.06	14,393,656.59	14,767,891.66	15,151,856.84	15,545,805.12	15,949,996.05
14,656,824.30	14,919,483.28	15,325,608.06	15,602,102.86	15,885,786.53	16,176,845.97	16,475,472.95	16,922,600.02	17,236,957.48	17,559,488.23	17,890,404.79	18,229,925.17
11,001,430.19	11,226,566.46	11,527,826.56	11,764,822.10	12,007,979.52	12,257,459.04	12,513,425.03	12,848,424.54	13,117,873.79	13,394,328.72	13,677,971.48	13,968,988.95
5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
9,291,898.66	9,756,493.59	10,244,318.27	10,756,534.18	11,294,360.89	11,859,078.94	12,452,032.89	13,074,634.53	13,728,366.26	14,414,784.57	15,135,523.80	15,892,299.99
3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
912,458.66	939,832.42	968,027.40	997,068.22	1,026,980.27	1,057,789.67	1,089,523.36	1,122,209.06	1,155,875.34	1,190,551.60	1,226,268.14	1,263,056.19
3,667,143.40	3,742,188.82	3,842,608.85	3,921,507.37	4,002,659.84	4,085,819.68	4,171,141.68	4,282,808.18	4,372,624.60	4,464,776.24	4,559,323.83	4,656,329.65
3,667,143.40	3,742,188.82	3,842,608.85	3,921,507.37	4,002,659.84	4,085,819.68	4,171,141.68	4,282,808.18	4,372,624.60	4,464,776.24	4,559,323.83	4,656,329.65
916,785.85	935,547.20	960,652.21	980,401.84	1,000,664.96	1,021,454.92	1,042,785.42	1,070,702.04	1,093,156.15	1,116,194.06	1,139,830.96	1,164,082.41
	2%			2%			2%			2%	
90,562,392.05	92,373,639.90	92,373,639.90	92,373,639.90	94,221,112.69	94,221,112.69	94,221,112.69	96,105,534.95	96,105,534.95	96,105,534.95	98,027,645.65	98,027,645.65
220,283.37	224,689.04	224,689.04	224,689.04	229,182.82	229,182.82	229,182.82	233,766.48	233,766.48	233,766.48	238,441.81	238,441.81
146,922,869.74	150,199,828.63	151,969,997.42	153,531,651.63	156,998,284.78	158,667,960.16	160,394,723.57	164,337,144.56	166,184,671.28	168,096,057.92	172,000,539.39	174,047,095.51
219,791,469.98	224,019,053.23	232,290,887.78	238,629,084.98	243,267,699.39	249,914,007.98	256,719,444.14	263,943,673.29	271,077,788.29	278,381,566.04	283,931,843.24	291,585,869.51
										4,388,436,526.15	
219,791,469.98	224,019,053.23	232,290,887.78	238,629,084.98	243,267,699.39	249,914,007.98	256,719,444.14	263,943,673.29	271,077,788.29	278,381,566.04	4,672,368,369.40	291,585,869.51
0.4276	0.3891	0.3540	0.3221	0.2931	0.2667	0.2427	0.2208	0.2009	0.1828	0.1664	0.1514
93,979,169.28	87,158,155.98	82,235,162.92	76,868,970.90	71,304,090.79	66,653,491.76	62,300,754.70	58,283,842.74	54,466,963.26	50,895,807.60	777,286,131.80	44,137,997.47
11.85%	12.08%	12.52%	12.87%	13.12%	13.47%	13.84%	14.23%	14.62%	15.01%	15.31%	15.72%

ตารางการคำนวณค่าน้ำประปา

อาคารอ้างอิง				อาคารทางเลือก 1-2				อาคารทางเลือก 3				อาคารทางเลือก 4			
ราคาต่อหน่วย	คูณ	หน่วยน้ำที่ใช้	เป็นเงินทั้งสิ้น	ราคาต่อหน่วย	คูณ	หน่วยน้ำที่ใช้	เป็นเงินทั้งสิ้น	ราคาต่อหน่วย	คูณ	หน่วยน้ำที่ใช้	เป็นเงินทั้งสิ้น	ราคาต่อหน่วย	คูณ	หน่วยน้ำที่ใช้	เป็นเงินทั้งสิ้น
(บาท)		(ลบ.ม)	(บาท)	(บาท)		(ลบ.ม)	(บาท)	(บาท)		(ลบ.ม)	(บาท)	(บาท)		(ลบ.ม)	(บาท)
18	X	10	180.00 บาท	18	X	10	180.00 บาท	18	X	10	180.00 บาท	18	X	10	180.00 บาท
21	X	10	210.00 บาท	21	X	10	210.00 บาท	21	X	10	210.00 บาท	21	X	10	210.00 บาท
24	X	10	240.00 บาท	24	X	10	240.00 บาท	24	X	10	240.00 บาท	24	X	10	240.00 บาท
27	X	20	540.00 บาท	27	X	20	540.00 บาท	27	X	20	540.00 บาท	27	X	20	540.00 บาท
29	X	30	870.00 บาท	29	X	30	870.00 บาท	29	X	30	870.00 บาท	29	X	30	870.00 บาท
29.25	X	20	585.00 บาท	29.25	X	20	585.00 บาท	29.25	X	20	585.00 บาท	29.25	X	20	585.00 บาท
29.5	X	200	5,900.00 บาท	29.5	X	200	5,900.00 บาท	29.5	X	200	5,900.00 บาท	29.5	X	200	5,900.00 บาท
29.75	X	700	20,825.00 บาท	29.75	X	700	20,825.00 บาท	29.75	X	700	20,825.00 บาท	29.75	X	700	20,825.00 บาท
29.5	X	1000	29,500.00 บาท	29.5	X	1000	29,500.00 บาท	29.5	X	1000	29,500.00 บาท	29.5	X	1000	29,500.00 บาท
29.25	X	1000	29,250.00 บาท	29.25	X	1000	29,250.00 บาท	29.25	X	1000	29,250.00 บาท	29.25	X	1000	29,250.00 บาท
29	X	24104.9	699,042.10 บาท	29	X	17086.66	495,513.14 บาท	29	X	7406.34	214,783.86 บาท	29	X	4502.25	130,565.25 บาท
รวมค่าน้ำ			787,142.10 บาท	รวมค่าน้ำ			583,613.14 บาท	รวมค่าน้ำ			302,883.86 บาท	รวมค่าน้ำ			218,665.25 บาท
ค่าบริการทั่วไป			1,200.00 บาท	ค่าบริการทั่วไป			1,200.00 บาท	ค่าบริการทั่วไป			1,200.00 บาท	ค่าบริการทั่วไป			1,200.00 บาท
ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)			55,183.95 บาท	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)			40,936.92 บาท	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)			21,285.87 บาท	ค่าภาษีมูลค่าเพิ่ม (7%)			15,390.57 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			843,526.05 บาท	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			625,750.06 บาท	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			325,369.73 บาท	รวมเป็นเงินทั้งสิ้น			235,255.82 บาท

ภาคผนวก ข

บทความวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559 (RSU National Research Conference 2016) วันที่ 29 เมษายน 2559

แนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามมาตรฐานเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเพื่อพัฒนาอาคารเขียว

Preliminary Selection Guideline towards TREES-NC Indicators for Green Buildings Development

ปวเรศ ถาวรประเสริฐ[1*] และ ดำรงศักดิ์ รินชุมภู[2]

Pawares Tarwomprasert[1*] and Damrongsak Rinchumphu[2]

[1*]นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12121

[2]อาจารย์ประจำ หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานวัตกรรมการพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหก อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี 12121

[1*]Graduate student in Master of Science (Innovative Real Estate Development) of Architecture and planning Faculty, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumthani 12121

[2]Lecturer in Master of Science (Innovative Real Estate Development) of Architecture and planning Faculty, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumthani 12121

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

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์วิเคราะห์เพื่อสรุปและจัดทำแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ตามลำดับขั้นในเกณฑ์การประเมินเพื่อนำไปใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเบื้องต้น โดยมีรูปแบบการศึกษาด้วยวิธีการวิจัยเอกสาร (Documentary Research) โดยเน้นการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) ผลการศึกษาพบว่าเกณฑ์ TREES-NC มีความเหมาะสมกับอาคารประเภทสาธารณะมากกว่าประเภทพักอาศัย โดยแต่ละรายการมีแนวโน้มการลงทุนและความเป็นไปได้ในการดำเนินการไม่เท่ากันเนื่องจากปัจจัยหลายส่วน เช่น วัสดุในปัจจุบันยังมีทางเลือกไม่มาก เทคโนโลยีที่ใช้ยังคงมีราคาสูง รวมถึงศักยภาพของที่ตั้ง และได้สรุปแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการตามเกณฑ์ TREES-NC ตามลำดับขั้นไว้ในการศึกษา แต่ควรควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องมูลการลงทุน มูลค่าเพิ่มของโครงการอาคารเขียว วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอาคารเขียวเพื่อที่จะสามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาอาคารเขียว และสามารถตอบประเด็นในเรื่องการลงทุน ผลประโยชน์จากการพัฒนาอาคารเขียวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

คำสำคัญ: *การออกแบบเพื่อความยั่งยืน อาคารเขียว เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย*

บทความวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

Abstract

This study aims to analyze, summarize and provide basic guidelines to select the design criteria to assess the Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability (TREES) hierarchy in the evaluation criteria to be used as a guideline. Preliminary design the education model with Documentary Research focusing on content analysis The results showed that the TREES-NC is appropriate for public buildings rather than residential sector. Each program is likely to invest and the possibility of performing was unequal because of factors such as the limitation of materials present and the technology is still expensive. The potential of the location has also made the feasibility of the project challenging. Additionally, information on investment should be studied more in detail the added value of green building projects, environmentally friendly materials, and technology related to the development of green building in order to conclude the development of green buildings. To answer the issues of investment, the benefits of green building development should be more clarified.

Keywords: *Sustainable Design, Green Building, TREES-NC*

1. บทนำ

ท่ามกลางกระแสอาคารเขียวทั้งในประเทศและต่างประเทศที่กำลังทวีความสำคัญเพิ่มมากขึ้น องค์กรชั้นนำต่างๆ ในประเทศไทยเองก็ปรับตัวรับกับกระแสเหล่านี้ โดยได้มีการนำอาคารที่กำลังสร้างใหม่และอาคารเดิมของตนเข้าร่วมโครงการประเมินอาคารเขียวในระดับสากลอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะเกณฑ์ (Leadership in Energy and Environmental Design: LEED) ซึ่งองค์กรต่างๆ ตลอดจนองค์กรภาครัฐได้มีนโยบายการประกวดแบบและจัดจ้าง ให้อาคารต้องผ่านเกณฑ์ประเมินอาคารเขียว ไม่ว่าจะเป็นระดับรางวัลใดรางวัลหนึ่งเป็นอย่างน้อย (จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์, 2557) ในประเทศไทยเองก็ได้มีการจัดตั้งองค์กรสถาบันอาคารเขียวไทย (Thai Green Building Institute: TGBI) เพื่อรับรองและสนับสนุนสถาปัตยกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมโดยใช้ชื่อว่าเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (Thai's Rating of Energy and Environmental Sustainability: TREES) โดยมีเจตนารมณ์เพื่อใช้สำหรับประเมินอาคารประเภทสาธารณะ (สถาบันอาคารเขียว, 2558) ซึ่งได้รับความสนใจจากผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์และองค์กรต่างๆ ในประเทศไทย "TREES-NC ของสถาบันอาคารเขียวไทยได้รับการยอมรับและถูกนำไปใช้ในวงกว้างทั้งในภาครัฐและเอกชน ในที่สุดรัฐบาลได้เข้ามาสนับสนุนการออกแบบก่อสร้างอาคารเขียวด้วยเกณฑ์ การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ของสถาบันอาคารเขียวโดยออกเป็นกฎกระทรวงผังเมืองกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2556 ที่กำหนดให้อาคารที่ออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC ได้รับสิทธิประโยชน์ในการเพิ่มพื้นที่ก่อสร้างอาคารได้" (อรรจน์ เศรษฐบุตร, 2558) แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มในการพัฒนาอาคารเขียวจะมีเพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ผู้ออกแบบจำเป็นต้องนำเกณฑ์ TREES-NC มาเป็นอีกปัจจัยในการออกแบบ แต่ในกระบวนการวิชาชีพเกณฑ์ TREES-NC ยังถือเป็นเรื่องที่ใหม่และผู้ที่เข้าใจในเกณฑ์ TREES-NC ยังมีไม่มาก ส่งผลทำให้เกิดการลองผิดลองถูกในขั้นตอนดำเนินการออกแบบ เนื่องมาจาก

บทความวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

พบปัญหาการปรับเปลี่ยนแบบของโครงการที่ทับซ้อน อันเนื่องมาจากขาดการตัดสินในการพิจารณาเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC ในขั้นตอนการออกแบบจากทั้งผู้ออกแบบ และผู้พัฒนาโครงการ ทำให้ระยะเวลาในการดำเนินการโครงการล่าช้าขึ้น และในบางกรณีส่งผลให้มูลค่าการลงทุนของโครงการปรับสูงขึ้นจากที่ประมาณการไว้อันเนื่องมาจากขาดการพิจารณาเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC ไว้ตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาแบบ จากปัญหาดังกล่าวส่งผลให้การพัฒนาอาคารเขียวมีข้อจำกัดเพิ่มมากขึ้นและเป็นการส่งผลร้ายต่อการพัฒนาอาคารเขียวที่ การศึกษาแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามมาตรฐานเกณฑ์ TREES-NC จึงศึกษาโดยสรุปและจัดทำแนวทางที่สามารถให้ผู้ออกแบบ ผู้ที่เริ่มศึกษาเกณฑ์ TREES-NC ผู้พัฒนาโครงการสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกรายการออกแบบในเบื้องต้นและเป็นแนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาอาคารเขียวในประเทศไทยให้มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์วิเคราะห์เกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) เพื่อสรุปและจัดทำแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ตามลำดับขั้นในเกณฑ์การประเมินโดยแบ่งออกเป็น Certified, Silver, Gold, Platinum ตามลำดับ ให้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการเลือกรายการออกแบบเบื้องต้นสำหรับพัฒนาโครงการที่เข้าร่วมในเกณฑ์ TREES-NC

3. วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2558) มีรูปแบบการศึกษาด้วยวิธีการวิจัยเอกสาร (Documentary Research) โดยเน้นการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) (สุภางค์ จันทวานิช, 2548) มีขั้นตอนดังนี้

3.1 ศึกษาเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ทั้ง 8 หมวดแบ่งเป็น BM การบริหารจัดการอาคาร SL ผังบริเวณและภูมิทัศน์ WC การประหยัดน้ำ EA พลังงานและบรรยากาศ MR วัสดุและทรัพยากรในการก่อสร้าง IE คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร EP การป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม GI นวัตกรรม (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2558) โดยศึกษาถึงแนวความคิด ข้อกำหนด แนวทางการดำเนินการ ความเป็นไปได้ในการปฏิบัติและดำเนินการตามแต่ละรายการ และข้อจำกัดในแต่ละรายการ

3.2 กำหนดเงื่อนไขในการพิจารณารายการโดยมีหัวข้อตามลำดับตามรูปที่ 1

บทความวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

รูปที่ 1 แสดงเงื่อนไขในการพิจารณารายการตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

พิจารณาควบคู่ไปกับความเป็นไปได้ในการดำเนินการของแต่ละรายการโดยวัดที่ความสามารถในการปฏิบัติตามเงื่อนไขได้มากน้อยเพียงใด และแนวโน้มในการลงทุนส่วนเพิ่มเติมจากรายการโดยอาศัยการประมาณการราคาที่เพิ่มขึ้น

3.3 วิเคราะห์ จำแนก และจัดหมวดหมู่ ของรายการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) ตามเงื่อนไขในการพิจารณา และความเป็นไปได้ในการดำเนินการและปฏิบัติตามรายการ โดยกระบวนการวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวที่ได้ผ่านการสอบผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวจากสถาบันอาคารเขียว (TREES ASSOCIATE)

3.4 สรุปและนำเสนอแนวทางการเลือกรายการตามลำดับขั้นของเกณฑ์รายการประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

4. ผลการวิจัย

1. จากการศึกษารายการออกแบบ ขั้นตอนการดำเนินงาน คุณสมบัติอาคารที่เข้าร่วมประเมิน ข้อกำหนด ข้อบังคับ และประเด็นทางสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจของเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) (สถาบันอาคารเขียว, 2558) พบว่าแนวคิดในการพัฒนาเกณฑ์ TREES-NC มีแนวคิดมาจากเกณฑ์การประเมิน LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) นำมาปรับปรุงและประยุกต์ให้สอดคล้องกับบริบทของประเทศไทยมากขึ้นมีรายการประเมินที่ครอบคลุมถึง 8 หมวดโดยคะแนนจะเน้นไปที่ 3 หมวดคือ หมวด EA พลังงานและบรรยากาศ เน้นการลดการใช้พลังงานของอาคารซึ่งส่งผลต่อการประหยัดต้นทุนค่าพลังงาน หมวด IE คุณภาพของสภาวะแวดล้อมภายในอาคาร เน้นการควบคุมภาวะน่าสบาย ลดมลภาวะ สารพิษซึ่งส่งผลโดยตรงต่อสุขภาพของผู้ใช้งานอาคาร และหมวด SL ผังบริเวณและภูมิทัศน์ เน้นการลดปัญหาการจราจร ปรากฏการณ์เกาะความร้อน (Urban Heat Islands) น้ำท่วม และเลี่ยงที่ตั้งอาคารที่ไม่เหมาะสมซึ่งจะส่งผลต่อสภาพแวดล้อมภายในเมืองทำให้ประชากรในเมืองมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น โดยเกณฑ์ TREES-NC มุ่งเน้นการประเมินอาคารสาธารณะที่จะสร้างใหม่หรือทำการปรับปรุงครั้งใหญ่ รายการ ในเกณฑ์ประเมินจึงเหมาะสมกับอาคารสาธารณะมากกว่าอาคารประเภทอยู่อาศัย และจากการศึกษาถึงข้อกำหนด รายละเอียดการดำเนินการในแต่ละรายการจะพบรายที่ขัดแย้งกันเอง หรือจำเป็นต้องเลือกรายการใดรายการหนึ่งเพื่อจะทำคะแนนเนื่องมาจากการใช้ประโยชน์ทับซ้อนกัน และมีรายการที่มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการค่อยข้างน้อยเนื่องจากวัสดุและศักยภาพโครงการ รวมถึงรายการที่ไม่ชัดเจนในการวัดหรือประเมินผลได้ตามที่แสดงในตารางที่ 1 (ความเป็นไปได้)

2. การวิเคราะห์และจำแนกตามเงื่อนไขการพิจารณาได้มีการกำหนดให้เป็นอาคารใหญ่ถึงใหญ่พิเศษที่ก่อสร้างใหม่ประเภทสาธารณะโดยที่ตั้งโครงการอยู่จังหวัดใดก็ได้ มีการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวและผู้ตรวจสอบประเมินอาคารในการพิจารณา รวมถึงไม่ได้นำการทำคะแนนพิเศษในหมวด GI มาพิจารณายกเว้นส่วนที่ได้คะแนนจากการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียว การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการดำเนินการและปฏิบัติตามเงื่อนไข ข้อกำหนดของเกณฑ์ TREES-NC ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง (กมล ตันพิพัฒน์, 2557) และวิเคราะห์ร่วมกับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวจำนวน 3 ท่านเพื่อหามติ การประมาณการแนวโน้มการลงทุนได้ทำการเปรียบเทียบราคาวัสดุจากมาตรฐานราคากลางกับวัสดุที่มีผ่านตามเงื่อนไขในรายการจากผู้ผลิตผลปรากฏตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์และจำแนกรายการตามเงื่อนไขในการพิจารณารายการตามเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC)

รายการและคะแนน		เงื่อนไขพิจารณา A	B	C	D	E	ความเป็นไปได้	แนวโน้มการลงทุน
BM P1	-	x					-	-
BM 1	1		x		x		5	5
BM 2	1		x	x	x		5	5
BM 3	1		x	x	x		5	5
SL P1	-	x					-	-
SL P2	-	x					-	-
SL 1	1		x		x		4*	-
SL 2(1)	1		x				2*	2*
SL 2(2)	1		x				3*	2*
SL 2(3)	1				x		4	4
SL 2(4)	1		x		x		5	5
SL 3.1	1		x		x	x	4	4
SL 3.2	1		x		x	x	3	3
SL 3.3	1		x		x		5	4
SL 4(1)	1		x	x	x		5	5
SL 4(2)	1		x		x		4	4
SL 4(3)	1		x				3	3
SL 4(4)	1		x				3	2
SL 5.1(1)	1		x			x	3	2
SL 5.1(2)	1		x			x	2	1
SL 5.2	1		x		x		5	5
SL 5.3	1		x				1	4
WC (1).2	2		x		x		5	5
WC (2).2	2		x		x		5	4
WC (3).2	2		x		x		3	3
EA P1	-	x					-	-
EA P2	-	x					-	-
EA 1(1)	4	x					-	-
EA 1(2)	2		x		x	x	5	4
EA 1(3)	2		x		x	x	4	4
EA 1(4)	2		x			x	3	3
EA 1(5)	2		x			x	2	2
EA 1(6)	2		x			x	2	1
EA 1(7)	2		x			x	1	1
EA 2(1)	1		x			x	4	2
EA 2(2)	1		x			x	3	2
EA 3	1		x	x	x		4	4
EA 4	1		x				5	3
MR 1	2						0	-
MR 2(1)	1		x	x			5	5
MR 2(2)	1		x	x			3	5
MR 3(1)	1		x		x		1	3
MR 3(2)	1		x		x		1	2
MR 4(1)	1		x		x		5	4
MR 4(2)	1		x		x		4	4
MR 5(1)	1		x		x		5	4
MR 5(2)	1		x		x		4	4
MR6.1(1)	1		x		x		3	4
MR6.1(2)	1		x		x		2	3
MR 6.2	1		x		x		1	3

รายการ และคะแนน		เงื่อนไขพิจารณา A	B	C	D	E	ความเป็นไปได้	แนวโน้มการลงทุน
IE P1	-	x					-	-
IE P2	-	x					-	-
IE 1.1	1		x		x		2	4
IE 1.2	1		x		x		4	5
IE 1.3	1		x		x		5	5
IE 1.4	1		x		x		5	5
IE 1.5	1		x				4	2
IE 2.1	1		x		x		3	4
IE 2.2	1		x		x		4	4
IE 2.3	1		x		x		5	4
IE 2.4	1		x				2	2
IE 3	1		x		x		5	5
IE 4(1)	1		x		x	x	5	5**
IE 4(2)	1		x		x	x	4	4**
IE 4(3)	1		x		x	x	3	2**
IE 4(4)	1		x		x	x	2	1**
IE 5(1)	1		x				3	2
IE 5(2)	1		x				2	2
IE 5(3)	1		x				1	1
EP P1	-	x					-	-
EP P2	-	x					-	-
EP 1	1		x		x		5	5
EP 2	1		x		x		5	5
EP 3	1		x		x	x	4	4
EP 4	1		x		x		1	-
EP 5	1		x		x		5	4
GI 1	1		x	x	x		5	5

หมายเหตุ.

1. " * " หลังตัวเลข หมายถึง ขึ้นอยู่กับศักยภาพที่ตั้งและโครงการ
2. " ** " หลังตัวเลข หมายถึง ขึ้นอยู่กับการออกแบบขั้นต้น
3. " (x) " หลังรายการ หมายถึง หัวข้อคะแนนที่ X ของรายการ
4. " .x " หลังรายการ หมายถึง ทางเลือกที่ X ของรายการ
5. ตัวอักษรย่อตามเอกสารของเกณฑ์ TREES-NC

จากตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงการจำแนกตามเงื่อนไขการพิจารณาในแต่ละรายการโดยเรียงลำดับตามหมวด A คือรายการที่บังคับ B คือรายการที่ไม่ลดพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารจากเดิม C คือรายการที่สามารถระบุอยู่ใน TOR (Terms of Reference) D คือรายการที่มีแนวโน้มการลงทุนต่ำ E คือรายการที่สามารถทำคะแนนได้ร่วมมากกว่า 1 ข้อ ส่วนช่องความเป็นไปได้มีการระบุเป็นตัวเลข 1-5 เพื่อแทนค่าจากความเป็นไปได้น้อยถึงความเป็นไปได้สูงตามลำดับตัวเลข ในส่วนช่องแนวโน้มการลงทุนได้มีการระบุเป็นตัวเลข 1-5 เพื่อแทนค่าจากแนวโน้มการลงทุนสูงถึงแนวโน้มการลงทุนต่ำตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยการทำคะแนนตามหมวดอ้างอิงจาก (กมล ตันพิพัฒน์, 2557) พบว่าหมวด BM มีความเป็นไปได้สูง (5) และแนวโน้มการลงทุนต่ำ (5) เนื่องจากรายการส่วนใหญ่สามารถระบุลงใน TOR ได้ โดยเฉลี่ยการทำคะแนนจะอยู่ที่ร้อยละ 100 หมวด SL มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.5) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.3) เนื่องจากรายการบางส่วนจำเป็นต้องอาศัยศักยภาพที่ตั้งโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 50 หมวด WC มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง (4.3) และแนวโน้มการลงทุนค่อนข้างต่ำ (4) เนื่องจากปัจจุบันอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีเทคโนโลยีที่ช่วยในการประหยัดน้ำและมีราคาถูกลงโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 89 หมวด EA มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.3) และแนวโน้มการลงทุนค่อนข้างสูง (2.7) เนื่องมาจากราคาวัสดุและเทคโนโลยีมีราคาสูงจึงส่งผลต่อการทำคะแนนในหมวดนี้โดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 78 หมวด MR มีความเป็นไปได้ค่อนข้างน้อย (2.8) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.7) เนื่องมาจากวัสดุในปัจจุบันยังมีให้เลือกใช้ไม่ครอบคลุมถึงแม้ราคาวัสดุจะไม่ได้สูงกว่ามากโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 41 หมวด IE มีความเป็นไปได้ปานกลาง (3.4) และแนวโน้มการลงทุนปานกลาง (3.3) เนื่องมาจาก

บางรายการจำเป็นต้องอาศัยการออกแบบช่วยและอาศัยเทคโนโลยีที่อาจเป็นไปได้อยากในปัจจุบันโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 49 หมวด EP มีความเป็นไปได้ค่อนข้างสูง (4) และมีแนวโน้มการลงทุนค่อนข้างต่ำ (4.5) เนื่องจากในรายการส่วนใหญ่มีวัสดุและเทคโนโลยีรองรับแล้วในปัจจุบันโดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 60 หมวด GI ในการศึกษาไม่ได้นำรายการในหมวดนี้เข้ามาพิจารณายกเว้นที่สามารถทำคะแนนได้จากการจัดจ้างผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวแต่โดยเฉลี่ยการทำคะแนนอยู่ที่ร้อยละ 80

3. หลังจากที่ได้ผลจากตารางที่ 1 แล้วจะทำการจัดหมวดหมู่ตามระดับขั้นของเกณฑ์ TREES-NC แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตามลำดับคือ Certified 30-37 คะแนน Silver 38-45 คะแนน Gold 46-60 คะแนน Platinum 61 คะแนนขึ้นไปด้วยวิธีการเลือกทำคะแนนขั้นต่ำสุดของแต่ละระดับโดยมีกระบวนการคัดแยกกลุ่มดังรูปที่ 2

1.จัดกลุ่มตามเงื่อนไขพิจารณา A B C D E
2.แยกกลุ่ม A ออกมาตามรายการบังคับ
3.เหลือกลุ่ม B C D E แยกรายการที่ไม่ผ่านเงื่อนไข B ออก
4.เหลือกลุ่ม C D E แยกกลุ่ม C มาพิจารณาความเป็นไปได้และแนวโน้มการลงทุนมากกว่า 3 รายการที่ไม่ผ่านนำไปขั้นต่อไป
5.เหลือกลุ่ม D E นำมารวมกันแล้วจึงแยกรายการที่ขึ้นอยู่กับศักยภาพโครงการออกมาเป็นกลุ่ม OP
6.เลือกความเป็นไปได้ 5 แนวโน้มการลงทุน 5 จัดกลุ่ม D1
7.เลือกความเป็นไปได้ 4 แนวโน้มการลงทุน 5 จัดกลุ่ม D2
8.เลือกความเป็นไปได้ 5 แนวโน้มการลงทุน 4 จัดกลุ่ม D3
9.เลือกความเป็นไปได้ 4 แนวโน้มการลงทุน 4 จัดกลุ่ม D4
10.เลือกความเป็นไปได้ 3 แนวโน้มการลงทุน 5 จัดกลุ่ม D5
11.เลือกความเป็นไปได้ 3 แนวโน้มการลงทุน 4 จัดกลุ่ม D6
12.เลือกความเป็นไปได้ 5 แนวโน้มการลงทุน 3 จัดกลุ่ม D7
13.เลือกความเป็นไปได้ 4 แนวโน้มการลงทุน 3 จัดกลุ่ม D8
14.เลือกความเป็นไปได้ 3 แนวโน้มการลงทุน 3 จัดกลุ่ม D9
15.เลือกความเป็นไปได้ 4 แนวโน้มการลงทุน 2 จัดกลุ่ม D10

รูปที่ 2 แสดงกระบวนการจัดหมวดหมู่ตามลำดับขั้นของเกณฑ์ประเมิน TREES-NC

จากรูปที่ 2 ในข้อ 1-5 จะคัดแยกการจัดกลุ่มตามเงื่อนไขการพิจารณาออกเป็นกลุ่มตามรูปที่ 1 และข้อที่ไม่ผ่านเงื่อนไขออกเพื่อที่จะเหลือเพียงกลุ่ม D E ที่มีแนวโน้มการลงทุนต่ำในข้อที่ 6-11 จะคัดแยกการจัดกลุ่มโดยเน้นแนวโน้มการลงทุนที่ไม่มากเป็นหลักควบคู่กับความเป็นไปได้ตามเงื่อนไขในการพิจารณาในข้อที่ 12-15 จะคัดแยกการจัดกลุ่มโดยเน้นความเป็นไปได้ที่มีแนวโน้มมากกว่าเป็นหลักเนื่องจากการลงทุนเริ่มที่จะมีแนวโน้มสูงในรายการเหล่านี้ส่วนในการรายที่เหลือจะทำการขัดแยกจัดกลุ่มด้วยวิธีการพิจารณาควบคู่กับอัตราส่วนการทำคะแนนตามรายการของเกณฑ์ TRESS-NC (กมล ตันพิพัฒน์, 2557) แนวคิดและจุดมุ่งหมายของเกณฑ์ TREES-NC (สถาบันอาคารเขียวไทย, 2557) ความคุ้มค่าการลงทุน (พิริยะ ผลพิรุฬห์, 2557) ประโยชน์เชิงธุรกิจ (พรรณวดี มงคลเจริญ,2557) และพิจารณาควบคู่กับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวจำนวน 3 ท่านเพื่อหามติเป็นกลุ่ม EX ปรากฏผลดังรูปที่ 3

ผลการคัดแยกรายการตามการจัดกลุ่ม

กลุ่ม	รายการ			
A	BM P1	SL P1	EA P1	EA P2
	EA 1(1)	IE P1	IE P2	EP P1
	EP P2			
C	BM 2	BM 3	SL 4(1)	EA 3
	MR 2(1)	GI 1		
OP	SL 1	SL 2(1)	SL2(2)	
D1	BM 1	SL 2(4)	SL 5.2	WC (1).2
	IE 1.3	IE 1.4	IE 3	IE 4(1)
	EP 1	EP 2		
D2	IE 1.2			
D3	SL 3.3	WC (2).2	EA 1(2)	MR 4(1)

	MR 5(1)	IE 2.3	EP 5	
D4	MR 2(2)			
D5	SL 3.1	SL 4(2)	EA 1(3)	MR 4(2)
	MR 5(2)	EP 3		
D6	MR6.1(1)	IE 2.1		
D7	EA 4			
D8	-			
D9	SL 3.2	SL 4(3)	WC (3).2	EA 1(4)
D10	IE 1.5			
EX	SL 4(4)	EA 2(1)	EA 2(2)	MR6.1(2)
	IE 4(3)	IE 1.1	IE 5(1)	IE 5(2)
	EA 1(5)	EA 1(6)		

รูปที่ 3 แสดงผลการจัดแยกรายการในเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ตามการจัดกลุ่มจัดกลุ่ม

หลังจากได้ผลการจัดกลุ่มแล้วจะนำมาพิจารณาจัดหมวดหมู่โดยเรียงลำดับตามกลุ่มที่แสดงในรูปที่ 3 ถ้าภายในกลุ่มใดมีรายการใดที่สามารถทำได้มากกว่า 1 คะแนนให้พิจารณารายการนั้นๆในการทำคะแนนก่อน และหากที่ตั้งโครงการมีศักยภาพตามรายการในกลุ่ม OP ให้เลือกพิจารณาทำคะแนนก่อน ซึ่งขอสรุปที่ได้ของแนวทางเบื้องต้นการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์ TREES-NC จะนำเสนอในส่วนถัดไป

5. การอภิปรายผล

จากการศึกษาแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) พบว่าการจัดหมวดหมู่โดยการจัดกลุ่มและพิจารณาตามขั้นตอนร่วมกับผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวสามารถสรุปแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ที่สามารถนำไปใช้ได้ตามรูปที่ 4

Certified 30 คะแนน				
หมวด	หัวข้อที่แนะนำ			
BM	BM P1	BM 1	BM 2	BM 3
SL	SL P1	SL P2	SL 2(4)	SL 3.3
	SL 4(1)	SL 5.2		
WC	WC (1).2	WC (2).2		
EA	EA P1	EA P2	EA 1(1)	EA 1(2)
	EA 3			
MR	MR 2(1)	MR 4(1)	MR 5(1)	
IE	IE P1	IE P2	IE 1.3	IE 1.4
	IE 2.3	IE 3	IE 4(1)	
EP	EP P1	EP P2	EP 1	EP 2
	EP 5			
GI	GI 1			
Silver 38 คะแนน				
หมวด	หัวข้อที่แนะนำ			
SL	SL 3.1	SL 4(2)		
EA	EA 1.3			
MR	MR 4(2)	MR 5(2)		
IE	IE 1.2			
EP	EP 3			
Gold 46 คะแนน				
หมวด	หัวข้อที่แนะนำ			
SL	SL 3.2	SL 4(3)		
WC	WC (3).2			
EA	EA 4			
MR	MR 2(2)	MR6.1(1)		
IE	IE 2.1			
Platinum 61 คะแนน				
หมวด	หัวข้อที่แนะนำ			
SL	SL 4(4)			
EA	EA 1(4)	EA 1(5)	EA 1(6)	EA 2(1)
	EA 2(2)			
MR	MR6.1(2)			
IE	IE 1.1	IE 1.5	IE 4(3)	IE 5(1)

IE 5(2)

หมายเหตุ. หากโครงการมีศักยภาพตามรายการ SL 1, SL 2(1), SL 2(2) ให้เลือกรายการถัดนี้ก่อน

รูปที่ 4 แสดงแนวทางเบื้องต้นการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย

จากรูปที่ 4 จะสังเกตได้ว่าช่วงห่างคะแนนที่เท่ากันได้แก่ Certified, Silver, Gold ห่างกัน 8 คะแนนส่วน Platinum นั้นมีช่วงคะแนนที่ห่างจาก Gold ถึง 15 คะแนนแสดงให้เห็นถึงความยากของการทำคะแนนในส่วนของ Platinum ซึ่งหากจะเลือกลำดับขั้นในการทำคะแนนนั้นควรจะเลือกเริ่มต้นที่ Certified และกำหนดเป้าลำดับต่อไปที่ Gold แทนที่จะเป็น Silver เพราะพิจารณาจากรายการแล้วนั้นความเป็นไปได้และแนวโน้มการลงทุนมีความต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ถัดไปที่ Platinum มีแนวโน้มการลงทุนที่สูง เพราะหากพิจารณาจากรายการแล้วจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมรวมถึงวัสดุที่ช่วยลดการใช้พลังงานทำให้เหล่านี้เป็นต้นทุนเพิ่มขึ้นสูง แต่หากพิจารณาเพิ่มในด้านการประหยัดพลังงาน คุณภาพชีวิตของผู้ใช้งานและมูลค่าที่เพิ่มขึ้นก็มีความน่าสนใจในการลงทุน

6. บทสรุป

การพัฒนาอาคารเขียวนั้นพบว่าความยากอยู่ในช่วงการเริ่มต้นผู้เข้าร่วมในเกณฑ์ประเมิน TREES-NC ผู้ออกแบบจะต้องมีความเข้าใจการออกแบบอาคารเขียว หรือเทคโนโลยีอาคารในระดับนึ่งจึงจะสามารถมองเห็นแนวทางในการออกแบบได้ เช่น การใช้แสงธรรมชาติ และการลดพลังงานรวมของอาคาร รวมถึงการเลือกใช้วัสดุ ผลของการศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงแนวทางในการเลือกรายการอาจนำไปปรับใช้ประยุกต์เข้ากับโครงการที่ออกแบบแต่ต้องคำนึงเพิ่มเติมในส่วนของการเพิ่มขึ้นของต้นทุนค่าวัสดุและเทคโนโลยี การดำเนินการระหว่างทีมงานผู้เกี่ยวข้อง และจุดประสงค์ของโครงการที่ออกแบบว่ามีความสอดคล้องกับแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการมากน้อยเพียงใดจึงจะมีประสิทธิภาพมากที่สุดดังนั้นแนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทย (TREES-NC) จึงเหมาะสมกับผู้ออกแบบหรือผู้ที่เริ่มศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางเบื้องต้นในการออกแบบหรือการศึกษาเพื่อพัฒนาความรู้และความเข้าใจ เพราะการพัฒนาอาคารเขียวนั้นจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่างที่เกี่ยวข้องเพื่อโน้มน้าวหรือกระตุ้นให้เจ้าของโครงการเลือกที่จะพัฒนาอาคารเขียว จากการศึกษาพบปัญหาเรื่องวัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมที่ยังคงมีทางเลือกน้อยในการนำมาใช้ ราคาของเทคโนโลยีที่ใช้ในอาคารเขียวยังคงมีราคาที่สูง และงานศึกษาที่เกี่ยวข้องกับการลงทุนในอาคารเขียวยังมีไม่มาก ดังนั้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมในเรื่องมูลการลงทุน มูลค่าเพิ่มของโครงการที่เป็นอาคารเขียว วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอาคารเขียวต่อไปในอนาคตเพื่อที่จะสามารถสรุปแนวทางในการพัฒนาอาคารเขียวและสามารถตอบประเด็นในเรื่องการลงทุน ผลประโยชน์จากการพัฒนาอาคารเขียวให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวทั้ง 3 ท่าน สำหรับข้อมูลและความร่วมมือในการดำเนินการวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

จตุวัฒน์ วโรดมพันธ์. (2557). เป้าหมายสู่ LEED Platinum บทความศูนย์การเรียนรู้ธนาคารกสิกรไทย. ค้นเมื่อ 17 มกราคม 2559. เว็บไซต์ http://www.tgbi.or.th/news

บทความวิชาการ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2558). ความสนใจในเกณฑ์ประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยของผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์. ค้นเมื่อ 17 มกราคม 2559. เว็บไซต์ http://www.manager.co.th/iBizChannel/ViewNews.aspx?NewsID=9580000081865

สุภางค์ จันทรวานิช. (2548). วิธีการวิจัยเชิงคุณภาพ, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2558). TREES Rating System. ค้นเมื่อ 10 กันยายน 2558. เว็บไซต์ http://www.tgbi.or.th/trees.php

กมล ตันพิพัฒน์. (2557). กรณีศึกษาอาคารเขียวในประเทศไทย. ค้นเมื่อ 20 มกราคม 2559. เว็บไซต์ http://www.coe.or.th

สถาบันอาคารเขียวไทย. (2557). โครงการอบรมหลักสูตรผู้เชี่ยวชาญอาคารเขียวรุ่นที่ 8.

พิริยะ ผลพิรุฬห์. (2558). บทความเศรษฐศาสตร์อาคารเขียว. ค้นเมื่อ 12 ตุลาคม 2558. เว็บไซต์www.econ.nida.ac.th;piriya.pholphirul.blogspot.com

พรรณวดี มงคลเจริญ. (2557). *ประโยชน์เชิงธุรกิจในการพัฒนาอาคารสำนักงานที่เป็นอาคารเขียว*. วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายปวเรศ ถาวรประเสริฐ
วันเดือนปีเกิด	4 กันยายน 2533
ตำแหน่ง	สถาปนิก ฝ่ายลงทุนและพัฒนาธุรกิจ

ผลงานทางวิชาการ

ปวเรศ ถาวรประเสริฐ และ ดำรงศักดิ์ รินชุมภู. (2559). *แนวทางเบื้องต้นในการเลือกรายการออกแบบตามมาตรฐานเกณฑ์การประเมินความยั่งยืนทางพลังงานและสิ่งแวดล้อมไทยเพื่อพัฒนาอาคารเขียว*. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยรังสิต ปี 2559

ประสบการณ์ทำงาน

2559-ปัจจุบัน สถาปนิก ฝ่ายลงทุนและพัฒนาธุรกิจ
บริษัท ฮาริสัน จำกัด (มหาชน)
2559-2557 สถาปนิก ฝ่ายพัฒนาการออกแบบ
บริษัท อีโมดี จำกัด
2556-2557 สถาปนิก ฝ่ายออกแบบ
บริษัท ควอเทร์ จำกัด