



การศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

โดย

นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

โดย

นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์




วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์



THE OPTIMAL DESIGN MANAGEMENT OF LIGHTING SYSTEM
FOR DESIGNATED OFFICE BUILDING IN THAILAND

BY

Mr. Surasak Panjavarant

The seal of Thammasat University is a large, circular emblem centered on the page. It features a central figure, possibly a deity or a symbol of knowledge, surrounded by Thai script and the words 'THAMMASAT UNIVERSITY' in English. The seal is rendered in a light, semi-transparent style.

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF MASTER DEGREE OF ENGINEERING
ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
THAMMASAT UNIVERSITY
ACADEMIC YEAR 2015
COPYRIGHT OF THAMMASAT UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์

วิทยานิพนธ์

ของ

นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณท์

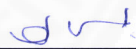
เรื่อง

การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ได้รับการตรวจสอบและอนุมัติ ให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต


เมื่อ วันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2559

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์




(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ นาคมหาศาลสินธุ์)

กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์




(อาจารย์ ดร.พระพีพัฒน์ ภาสบุตร)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



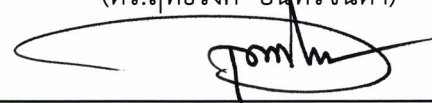
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรัตน์ ปัตตประกร)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์



(ดร.ฤทธิรงค์ อินทรจินดา)

คณบดี



(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ วงศ์กาญจน์)

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย
ชื่อผู้เขียน	นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณท์
ชื่อปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา/คณะ/มหาวิทยาลัย	สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	อาจารย์ ดร.พระพิพัฒน์ ภาสบุตร
ปีการศึกษา	2558

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มาทดแทนและเปรียบเทียบกับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ดังนี้คือ โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์, โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์, โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8, โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 และโคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์สำหรับอาคารสำนักงานที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ ให้สอดคล้องและถูกต้องตามกฎหมายควบคุมอาคาร ตามพื้นที่ที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ โดยการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในงานออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และศึกษาแนวทางในการจัดการพลังงานและการบริหารความเสี่ยงของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยมีการวิเคราะห์ในด้านพลังงาน ค่าทางไฟฟ้า และความเข้มของแสงสว่าง โดยนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านการบริหารจัดการ ตลอดจนการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการดำเนินโครงการจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องต่างๆ โดยใช้ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) และระยะเวลาคืนทุน (PB) พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการนำหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มาใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ซึ่งจากผลการออกแบบพบว่าหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สามารถใช้ทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิมที่ตั้งได้กล่าวมาแล้ว

โดยสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมลงได้ร้อยละ 48.07 ขณะที่ความเข้มของแสงสว่างยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน อีกทั้งหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ยังมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม 3-4 เท่าตัว ภาพรวมของการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง พบว่าต้องใช้เงินงบประมาณในการลงทุน 8,790,750 บาท จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 405,597 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 1,460,149 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 7.36 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,633,218 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 3.41 ซึ่งเป็นการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ที่มีความคุ้มค่าต่อการลงทุน ในกรณีขยายผลโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทยทั่วประเทศ 2,024 อาคาร พบว่าต้องใช้เงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 17,792,478,000 บาท ผลประโยชน์ที่ภาครัฐบาลจะได้รับพบว่าโครงการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 820,929,543 หน่วยต่อปี เทียบกับการลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติ 2,626 ล้านบาท และเทียบเท่ากับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ขนาด 100 เมกะวัตต์ ซึ่งมีต้นทุนการก่อสร้างโดยประมาณ 2,500 ล้านบาท และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 433,302 ตันต่อปี ดังนั้น ภาครัฐบาลจึงควรรณรงค์และมีการสนับสนุนทางด้านเงินลงทุนในโครงการ เพื่อเป็นการลดความเสี่ยง และสามารถทำให้โครงการมีความน่าสนใจในการลงทุนเพิ่มมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่งลงด้วย

คำสำคัญ: อาคารสำนักงานในประเทศไทย, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, มาตรฐานความส่องสว่าง, การลดการใช้พลังงานไฟฟ้า, การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า, การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า และ แอลอีดี

Thesis Title	THE OPTIMAL DESIGN MANAGEMENT OF LIGHTING SYSTEM FOR DESIGNATED OFFICE BUILDING IN THAILAND
Author	Mr.Surasak Panjavarant
Degree	Master of Engineering
Department/Faculty/University	Electrical and Computer Engineering Engineering Thammasat University
Thesis Advisor	Dr.Pornrapeepat Bhasaputra
Academic Years	2015

ABSTRACT

This research was to present the optimal design management of lighting design system for designated office building in Thailand. A case study of the application of high-efficiency lighting fixture and electric lamp (LED) replacement and compared with traditional fixture and electric lamp as follows: Hi-bay lighting fixture with metal halide lamp, Low-bay lighting fixture with metal halide lamp, Aluminum reflector lighting fixture with fluorescent T8 lamp, Bare type lighting fixture with fluorescent T8 lamp and Down light with compact fluorescent lamp of the permits for the new building construction by consistent and legally controlled building follow. The area is classified into 3 areas such as air condition area, non air condition area and parking area. The lighting system design by DIALux program which a program that is widely used in lighting system design to calculate the intensity and distribution luminance in each area. Study the energy management and risk management of the lighting system. The analysis in the field of energy, the power including intensity of illumination and analyzed on the technical suitability, economics and management included risk analysis of the project by the various factors involved of the economic indicators are the net present value (NPV), internal rate of return (IRR) and payback period (PB) and offer guidelines for the promotion of

appropriate technology of bringing high-efficiency lighting fixture and electric lamp (LED) used in the lighting system in Thailand. The data were evaluated, analyzed investment cost and compared the energy consumption. This project can be reduced the energy consumption to 48.07 % at the standard intensity, meanwhile the LED life time is 3-4 times of traditional fixture and electric lamp (metal halide lamp, fluorescent T8 lamp and compact fluorescent lamp). The investment costs is 8,790,750 baht and reduce the electrical energy 405,597 units/year that is 1,460,149 baht/year, payback period (PB) is 7.36 years. net present value (NPV) is 1,633,218 baht, internal rate of return (IRR) is 3.41 %. In case of expand to all of office building in Thailand that are 2,024 buildings use the investment costs is 17,792,478,000 baht can be reduced the electrical energy 820,929,543 units/year equivalent to a reduction in imports of natural gas approximately 2,626 million baht, equivalent to the construction of a new 100 MW power plant construction costs and carbon dioxide reducing is 433,302 ton/year. The research will present to energy management, apply to all of office building in Thailand, and propose the policy for support the government about energy. Therefore the government should have supported the campaign and investment in the project. To reduce risk and make the project more attractive to investors even more. This is to conserve energy and reduce environmental impact.

Keywords: Office building in Thailand, lighting system, Illumination Standard, Reducing electricity consumption, Management of electrical energy, Energy conservation and LED technology

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ฉบับนี้สำเร็จเรียบร้อยลงได้ก็เนื่องมาจากความร่วมมือจากหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.พระพิพัฒน์ ภาสบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผู้ซึ่งนอกจากมอบความรู้ทางด้านวิศวกรรมให้กับผู้วิจัย และยังได้ให้แง่คิดต่างๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ในด้านการศึกษาค้นคว้าวิจัย รวมทั้งการดำเนินชีวิตและการทำงานของผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ นาคมหาชลาสินธุ์ จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ได้เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทาน พร้อมทั้งให้คำแนะนำต่างๆ อย่างมากมายในการทำวิทยานิพนธ์ของผู้ทำวิจัยในครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรัตน์ ปัตตประกร กรรมการสอบวิทยานิพนธ์จากภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจทาน และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ของผู้ทำวิจัยในครั้งนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ฤทธิรงค์ อินทรจินดา เป็นอย่างสูงที่ได้ให้ความกรุณา เป็นกรรมการสอบ และให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ของผู้ทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นอย่างสูงที่ได้ให้โอกาสในการเรียนรู้ทั้งทางด้านวิชาการ และโอกาสในการพัฒนาตนเอง เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้ทำวิจัย และประเทศไทยต่อไป

ขอขอบพระคุณทางคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เป็นอย่างสูง บิดามารดา ญาติสนิท มิตรสหายทุกท่าน และรวมถึง เพื่อนร่วมงาน ผู้บังคับบัญชาที่ทำงาน ที่คอยให้กำลังใจ ให้โอกาส และรวมถึงให้แง่คิดดีๆ สนับสนุนทางด้านการศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด จนทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในวันนี้

หากผลการศึกษานี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้ทำวิจัยขอน้อมรับไว้เพื่อปรับปรุงแก้ไขในการศึกษาครั้งต่อไป

นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณท์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(1)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
สารบัญ	(6)
สารบัญตาราง	(9)
สารบัญภาพ	(12)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	7
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	8
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	10
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
2.1 ข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร	11
2.2 มาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)	15
2.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย	19
2.4 โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า	22
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	42

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	46
3.1 ภาพรวมและเทคนิคของงานวิจัย	46
3.2 การศึกษาลักษณะรูปแบบต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน	49
3.3 การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงาน	68
3.4 การศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงาน	72
3.5 การกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง	78
3.6 ออกแบบเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปรียบเทียบและ ทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับพื้นที่ต่างๆ ในอาคารสำนักงาน	79
3.7 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และความเสี่ยงของโครงการ	96
3.8 แนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ที่เหมาะสม สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย	109
บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล	111
4.1 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย	111
4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น	172
4.3 ผลการสำรวจค่าจากการคำนวณเปรียบเทียบค่าความส่องสว่าง ของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น	178
4.4 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์	223
4.5 แนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ที่เหมาะสม สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย	252

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	258
5.1 สรุปผลการวิจัย	258
5.2 ข้อเสนอแนะ	262
รายการอ้างอิง	263
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก	266
ภาคผนวก ข	269
ประวัติผู้เขียน	328

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ค่าสถิติและพยากรณ์ความต้องการ การใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)	2
1.2 ค่าความส่องสว่างตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย	6
2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ	12
2.2 การเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS	16
2.3 การเปรียบเทียบค่าความสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS	17
2.4 ค่าระดับความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)	17
2.5 เปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ	39
3.1 ชนิดของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง	68
3.2 รายละเอียดการกำหนดลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง	70
3.3 ช่วงเวลาการใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง	71
3.4 รายละเอียดการคำนวณค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง	72
3.5 มาตรฐานค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง	78
3.6 ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน	80
3.7 เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	97
3.8 เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	102
3.9 เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ	106

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
3.10 ผลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ	108
4.1 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น	156
4.2 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น	160
4.3 สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น	164
4.4 เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ระหว่าง รูปแบบเดิมกับรูปแบบใหม่	169
4.5 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าหลอดประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	175
4.6 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าหลอดประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	176
4.7 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าหลอดประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ	177
4.8 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	196
4.9 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	216
4.10 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่จอดรถ	222
4.11 ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้า ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	224
4.12 ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และ อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้า ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	233

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.13	242
ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ	
4.14	251
ผลสรุปภาพรวมของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ของทั้งอาคาร	
4.15	253
สรุปผลประหยัดพลังงานและค่าไฟฟ้าของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานของประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	
4.16	255
สรุปผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานของประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ภาพตัวอย่างการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุ และการเกิดสภาวะโลกร้อน	3
1.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน	3
1.3 อัตราการเจริญเติบโตทางการตลาดของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ.2009 ถึง ค.ศ.2020	4
1.4 แนวโน้มของราคาและประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)	5
2.1 อาคารขนาดใหญ่	13
2.2 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ	14
2.3 โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่ใช้สำหรับอาคารสำนักงาน	24
2.4 โคมไฟฟ้าไฮเบย์และโคมไฟฟ้าโลเบย์	25
2.5 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงชนิดต่างๆ	26
2.6 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ชนิดต่างๆ	27
2.7 โคมไฟฟ้าเปลือยชนิดต่างๆ	28
2.8 หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ชนิดต่างๆ	28
2.9 หลอดไฟฟ้าทังสเตน-ฮาโลเจนชนิดต่างๆ	29
2.10 หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ	29
2.11 หลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ	30
2.12 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำชนิดต่างๆ	30
2.13 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูงชนิดต่างๆ	31
2.14 หลอดไฟฟ้าปรอทความดันไอสูงชนิดต่างๆ	31
2.15 หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ชนิดต่างๆ	32
2.16 ลักษณะรูปร่างของหลอดแอลอีดี	33
2.17 โครงสร้างของหลอดแอลอีดี	34
2.18 การทำงานของหลอดไดโอด (Diode)	35
2.19 โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าแอลอีดีชนิดต่างๆ	37
2.20 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์	41
2.21 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง	42

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.1 แนวทางในการดำเนินงานวิจัย	48
3.2 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1	50
3.3 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 2	51
3.4 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 3	52
3.5 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 4	53
3.6 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 5	54
3.7 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 6	55
3.8 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 7-11	56
3.9 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 12	57
3.10 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 14	58
3.11 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 15	59
3.12 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 16	60
3.13 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 17	61
3.14 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 18	62
3.15 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 19	63
3.26 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 1	64
3.17 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 2	65
3.18 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 3	66
3.19 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 4	67
3.20 โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12	77
3.21 ตัวอย่างแบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1	87
3.22 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องสำนักงาน (รูปแบบเดิม)	88
3.23 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องสำนักงาน (รูปแบบใหม่)	89
3.24 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 พื้นที่โถงพักคอย (รูปแบบเดิม)	90

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.25 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 พื้นที่โรงพักคอย (รูปแบบใหม่)	91
3.26 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องน้ำส่วนกลางชาย (รูปแบบเดิม)	92
3.27 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องน้ำส่วนกลางชาย (รูปแบบใหม่)	93
3.28 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่จอดรถ ชั้นที่ 1 ลานจอดรถยนต์ (รูปแบบเดิม)	94
3.29 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่จอดรถ ชั้นที่ 1 ลานจอดรถยนต์ (รูปแบบใหม่)	95
3.30 แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี กระทรวงพลังงาน	110
3.31 โครงการสนับสนุนต่างๆ จากภาครัฐบาล	110
4.1 รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)	112
4.2 แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)	131
4.3 รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)	134
4.4 แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)	153
4.5 พื้นที่สำนักงาน	165
4.6 พื้นที่ขายสินค้า	165
4.7 พื้นที่โรงพักคอย	165
4.8 ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง	166
4.9 ห้องระบบควบคุม	166
4.10 ห้องปั้มน้ำ	166
4.11 ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า	167
4.12 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	167

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.13	167
4.14	168
4.15	168
4.16	169
4.17	170
4.18	171
4.19	171
4.20	172
4.21	179
4.22	181
4.23	183
4.24	185
4.25	187
4.26	189
4.27	191

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.28	193
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ	
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	
4.29	195
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้	
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ	
4.30	199
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์ย่อย	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.31	201
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องน้ำส่วนกลางชาย	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.32	203
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องขยะเปียก	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.33	205
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องขยะแห้ง	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.34	207
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องไฟฟ้าย่อย	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.35	209
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องปั้มน้ำ	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.36	211
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่บันไดเมน 1 ชั้นล่าง	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.37	213
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.38	215
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
4.39	219
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ลานจอดรถยนต์	
สำหรับพื้นที่จอดรถ	
4.40	221
เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง	
พื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์	
สำหรับพื้นที่จอดรถ	

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.41 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	226
4.42 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	226
4.43 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	227
4.44 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	228
4.45 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	229
4.46 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	229
4.47 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	231
4.48 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	231
4.49 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	232

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.50	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	235
4.51	ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	235
4.52	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	236
4.53	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	237
4.54	ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	238
4.55	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	238
4.56	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	240
4.57	ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	240
4.58	อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	241

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.59 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	244
4.60 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	244
4.61 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	245
4.62 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	246
4.63 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	247
4.64 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	247
4.65 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	249
4.66 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	249
4.67 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง	250

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.68 ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า กรณีของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	254
4.69 ผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) กรณีโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	256
4.70 ระยะเวลาคืนทุนหลังจากได้รับเงินสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐบาล	257



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างมาก โดยมีผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (Gross Domestic Product : GDP) เฉลี่ยอยู่ที่ 4-6% ต่อปี ส่งผลให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งจะเห็นได้จากการก่อสร้างอาคารต่างๆ มากมาย ทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด โดยจากสถิติและพยากรณ์ความต้องการการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) แสดงดังตารางที่ 1.1 ด้านล่างนี้ โดยในปี พ.ศ.2557 ความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak) สุทธิของระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) อยู่ที่ระดับ 29,871 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak) สุทธิของระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) [1] ในปี พ.ศ.2556 จำนวน 1,683 เมกะวัตต์ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.97 ซึ่งความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด (Peak) สุทธิของระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ในปี พ.ศ.2556 อยู่ที่ระดับ 28,188 เมกะวัตต์ จากความเจริญเติบโตในภาคธุรกิจ ส่งผลให้ประเทศไทยมีความต้องการการใช้ไฟฟ้าที่สูงขึ้นทุกปี ดังนั้นการวางแผนและการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก

ตารางที่ 1.1

ค่าสถิติและพยากรณ์ความต้องการ การใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

ปี ค.ศ. (พ.ศ.)	พลังงานไฟฟ้าสูงสุด		
	เมกะวัตต์	เพิ่มขึ้น	
		เมกะวัตต์	เปอร์เซ็นต์
	ค่าจริง : NET Generation		
2008 (2551)	22,017	-19	-0.09
2009 (2552)	22,886	869	3.95
2010 (2553)	23,936	1,050	4.59
2011 (2554)	25,085	1,149	4.80
2012 (2555)	26,572	1,487	5.93
2013 (2556)	28,188	1,616	6.08
2014 (2557)	29,871	1,683	5.97
	ค่าพยากรณ์ : NET Generation		
2015 (2558)	31,734	1,863	6.24
2016 (2559)	33,673	1,939	6.11
2017 (2560)	35,668	1,995	5.92
2018 (2561)	37,725	2,057	5.77
2019 (2562)	39,828	2,103	5.57
2020 (2563)	42,024	2,196	5.51
2021 (2564)	44,281	2,257	5.37

หมายเหตุ. จาก การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.), 2558

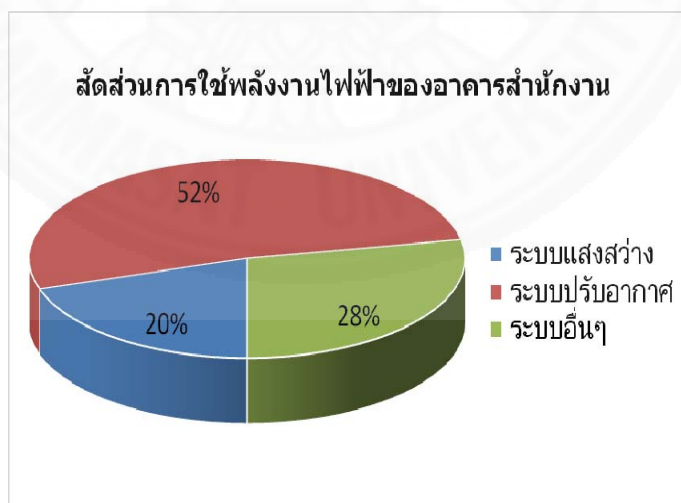
จะเห็นได้ว่า ความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีการเติบโตทางเศรษฐกิจ มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ออกสู่ชั้นบรรยากาศ ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิโลกสูงขึ้น ดังในภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ภาพตัวอย่างการแสดงให้เห็นถึงสาเหตุ และการเกิดสภาวะโลกร้อน. จาก

<https://www.google.co.th/search>

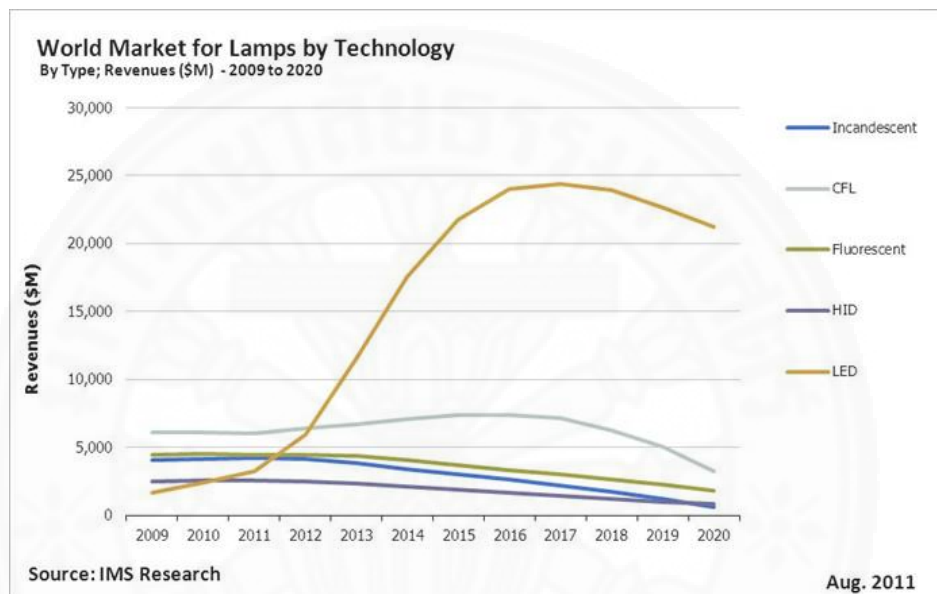
อาคารสำนักงานในประเทศไทย แต่ละแห่งใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 8-12 ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง 20% สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบปรับอากาศ 52% และระบบอื่นๆ 28% ดังในภาพที่ 1.2 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน



ภาพที่ 1.2 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงาน. จาก

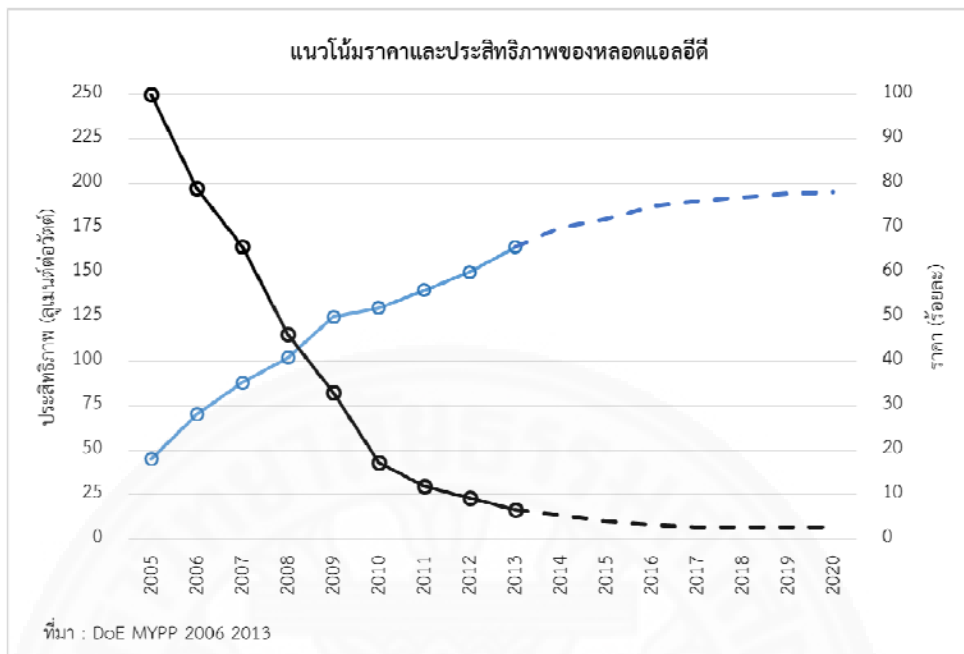
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2553

ในการศึกษานี้จะพิจารณาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง เนื่องจากการบริหารจัดการที่ไม่ยุ่งยากสลับซับซ้อน อีกทั้งยังมีการลงทุนที่ค่อนข้างต่ำ ระยะเวลาในการคืนทุนที่สั้น รวมถึงในปัจจุบัน เทคโนโลยีของระบบส่องสว่างมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว โดยมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น และมีอัตราการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าที่น้อยลง โดยสามารถพิจารณาได้จากอัตราการเจริญเติบโตทางการตลาดของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ.2009 ถึง ค.ศ.2020 ดังในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.3 อัตราการเจริญเติบโตทางการตลาดของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 ถึง ค.ศ.2020. จาก *IMS Research August, 2011*

จะเห็นว่าประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) นั้น ถูกพัฒนาให้มีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จากปี ค.ศ.2005 ที่มีค่า 48 ลูเมนต่อวัตต์ จนในปี ค.ศ.2013 มีค่าสูงถึง 164 ลูเมนต่อวัตต์ และคาดว่าจะมีค่าเข้าใกล้ขีดจำกัดประสิทธิภาพสูงสุดในทางทฤษฎีที่ 200 ลูเมนต่อวัตต์ ในปี ค.ศ.2020 ขณะที่ราคาต่อหน่วยความเข้มแสงมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยในปี ค.ศ. 2013 ลดลงถึงร้อยละ 95 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ.2005 (ภายในระยะเวลาต่างกัน 9 ปี) และคาดว่าจะมีราคาต่ำกว่า 30 บาท ต่อ 1,000 ลูเมนต์ ภายในปี ค.ศ.2020 ดังในภาพที่ 1.4 ดังนั้น หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) จึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจสำหรับการวิจัยนี้



ภาพที่ 1.4 แนวโน้มของราคาและประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี). จาก DOE MYPP, 2006-2013

การเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจดังกล่าวนี้ ส่งผลให้กระทรวงพลังงาน ออกมาตรการทางกฎหมายมาเพื่อควบคุมการใช้และอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า อีกทั้งยังส่งผลให้ภาคธุรกิจเอกชนต้องแข่งขันกันอย่างสูง เพื่อหาข้อได้เปรียบในการนำเสนองานทางด้าน การออกแบบวิศวกรรม เพื่อขออนุญาตก่อสร้างอาคารสำนักงานใหม่ ให้ถูกต้องตามที่กฎหมายกำหนด [2] และเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน โดยยึดถือตามมาตรฐานด้านพลังงานของกระทรวงพลังงาน และตามมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) [3] ได้ดังต่อไปนี้

1.1.1 มาตรฐานด้านพลังงาน ของกระทรวงพลังงาน

สำหรับมาตรฐานด้านพลังงาน ของกระทรวงพลังงาน ได้กำหนดข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร ไว้ดังนี้คือ กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 [4]

หมวด 1 ประเภทและขนาดของอาคาร ข้อ 2 กำหนดไว้ว่า การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคาร ที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายฉบับนี้ ซึ่งในการวิจัยนี้ ได้ทำการศึกษาใน

ส่วนของอาคารสำนักงานเป็นหลัก โดยลักษณะของอาคารได้ถูกแบ่งตามขนาดพื้นที่ของอาคาร ออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้คือ อาคารขนาดใหญ่และอาคารขนาดใหญ่พิเศษ

หมวด 2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร ส่วนที่ 2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ข้อ 4 กำหนดไว้ว่า การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ กำหนดไว้ว่า อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในส่วนของอาคารสำนักงาน ที่มีค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดไม่เกิน 14 วัตต์/ตร.ม. (Wm^{-2}) ของพื้นที่ใช้งาน

1.1.2 มาตรฐานความส่องสว่าง ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

สำหรับมาตรฐานความส่องสว่าง ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ได้กำหนดค่าความส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทยตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1.2 ไว้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 1.2

ค่าความส่องสว่างตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	ความส่องสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)
1. พื้นที่ปรับอากาศ	
พื้นที่สำนักงาน, พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โถงพักคอย	500
ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม	400
ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน	100
2. พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
ห้องปั๊มน้ำ	300
ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และห้องน้ำ	200
บันไดเมน และบันไดย่อย	150
ทางเดิน และห้องไฟฟ้าย่อย	100
ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง	50
3. พื้นที่จอดรถ	
ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์	50

หมายเหตุ. จาก สมาคมไฟฟ้าไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาคุณลักษณะตามมาตรฐานด้านพลังงาน

เพื่อศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านพลังงาน ของกระทรวงพลังงาน

1.2.2 ศึกษาคุณลักษณะการใช้พลังงาน

เพื่อศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ให้เป็นไปตามลักษณะการใช้พลังงานในอาคาร ของกระทรวงพลังงาน

1.2.3 ศึกษาคุณลักษณะตามมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

เพื่อศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ให้เป็นไปตามมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) และแบ่งประเภทการใช้งานตามพื้นที่ ได้ดังนี้

1.2.3.1 พื้นที่ปรับอากาศ

1.2.3.2 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ

1.2.3.3 พื้นที่จอดรถ

1.2.4 ศึกษาคุณลักษณะตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

เพื่อศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ให้สอดคล้องและเป็นไปตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบัน และแบ่งตามพื้นที่ของอาคาร ได้ดังนี้

1.2.4.1 อาคารขนาดใหญ่

1.2.4.2 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ

1.2.5 ศึกษาหาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

เพื่อศึกษาหาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ด้วยเทคโนโลยีแสงสว่างของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ในส่วนที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญ เพื่อเป็นต้นแบบนำไปประยุกต์ใช้ สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ในประเทศไทยต่อไป

1.2.6 ศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการลงทุน

เพื่อศึกษาวิเคราะห์ความเหมาะสมทางการลงทุน ในการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีเทคโนโลยีที่ทันสมัยสำหรับอาคารสำนักงานที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ในประเทศไทย ให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่าและเกิดประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสูงสุด ซึ่งจะส่งผลให้มีข้อได้เปรียบในเชิงอนุรักษ์พลังงานและสามารถแข่งขันทางด้านธุรกิจของผู้ประกอบการได้เป็นอย่างดี โดยศึกษาผลกระทบในด้านต่างๆ ดังนี้

1.2.6.1 ผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์และการลงทุน

1.2.6.2 ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

1.2.7 เพื่อเป็นแนวทางและได้รับการส่งเสริมนโยบายต่างๆ จากภาครัฐบาล

1.2.7.1 ได้รับการส่งเสริมจากกระทรวงพลังงาน (พพ.)

1.2.7.2 ได้รับการส่งเสริมจากการไฟฟ้าต่างๆ อาทิเช่น

(1) การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.)

(2) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)

(3) การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.)

1.2.8 เพื่อเป็นแนวทางและแบบอย่างที่ดีสำหรับการอนุรักษ์พลังงาน

เพื่อเป็นแนวทางและแบบอย่างที่ดีสำหรับการอนุรักษ์พลังงานโดยรวมของประเทศไทยต่อไป ซึ่งจะสามารถส่งผลทำให้การขยายตัวของการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ลดและชะลอตัวลงได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย รวมถึงการหาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มีนัยสำคัญ กำหนดมาตรการที่เกี่ยวข้องขั้นตอนการปฏิบัติ สรุปผล และเสนอแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง ด้วยขั้นตอนดังนี้

1.3.1 ศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

ศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ในประเทศไทย ให้สอดคล้องและเป็นไปตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบัน โดยแบ่งตามขนาดและพื้นที่ของอาคาร ได้ดังนี้

1.3.1.1 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ

- (1) พื้นที่ปรับอากาศ
- (2) พื้นที่ไม่ปรับอากาศ
- (3) พื้นที่จอดรถ

1.3.2 ศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ตามมาตรฐานด้านพลังงาน

ศึกษาคุณลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ให้เป็นไปตามมาตรฐานด้านพลังงาน ของกระทรวงพลังงาน รวมถึงการศึกษาหาแนวทางการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยการเลือกใช้เทคโนโลยีไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงของหลอดแอลอีดี เปรียบเทียบกับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ดังนี้

- 1.3.2.1 โคมไฟฟ้าไฮเบย์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน
- 1.3.2.2 โคมไฟฟ้าโลเบย์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน
- 1.3.2.3 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน
- 1.3.2.4 โคมไฟฟ้าเปลือยหลอดเดี่ยว ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน
- 1.3.2.5 โคมไฟฟ้าเปลือยหลอดคู่ ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน
- 1.3.2.6 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสง ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน

1.3.3 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการ โดยพิจารณาจากดัชนีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR) อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) และ มูลค่าจุดคุ้มทุน (Payback Period: P/B)

1.3.4 วิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการลงทุน (Risk Management)

วิเคราะห์ความเหมาะสมด้านการลงทุน (Risk Management) โดยทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลปัจจุบันเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

1.3.5 วิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

วิเคราะห์ผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม ในส่วนของการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ออกสู่ชั้นบรรยากาศของโลก ซึ่งเป็นผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อมและการเกิดภาวะโลกร้อน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.4.1 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ถูกต้องตามกฎหมายและตามมาตรฐาน

สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทยให้สอดคล้องและเป็นไปตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบัน รวมทั้งถูกต้องตามมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

1.4.2 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม

เป็นแนวทางและแบบอย่างที่ดีสำหรับผู้ออกแบบ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ในด้านการอนุรักษ์พลังงานได้เป็นอย่างดี

1.4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

สามารถทำให้ทราบถึงหลักการ วิธีการ และแนวทางที่เหมาะสม สำหรับลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้า และสามารถจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

1.4.4 ลดการใช้พลังงานและลดการเกิดภาวะโลกร้อน

ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคารสำนักงานในประเทศไทยลงได้ ซึ่งทำให้ส่งผลดีในภาพรวมของการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศลงได้ และลดการเกิดภาวะโลกร้อน

1.4.5 ลดต้นทุนของผู้ประกอบการ

ลดต้นทุนของผู้ประกอบการ ทำให้สามารถแข่งขันกันทางธุรกิจได้ และส่งผลดีต่อผู้รับบริการ

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในเบื้องต้นการศึกษาวิจัยโครงการนี้ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาให้เข้าใจถึงข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร มาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย การเลือกใช้โคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อประหยัดการใช้พลังงาน รวมไปถึงโครงสร้าง คุณสมบัติต่างๆ และหลักการทำงาน ของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี ซึ่งเป็นหลอดไฟฟ้าที่มีเทคโนโลยีแสงสว่างประสิทธิภาพสูงและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานให้เหมาะสมและนำมาใช้ทดแทนหลอดไฟฟ้าต่างๆ ในรูปแบบเดิม และเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ รวมถึงวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านการลงทุนของโครงการ ดังนั้นผู้วิจัย จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้า รวบรวมเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่างๆ ไว้ดังต่อไปนี้

2.1 ข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

ตั้งแต่ประเทศไทยเริ่มแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับแรกเป็นต้นมา เศรษฐกิจของประเทศไทยได้เจริญเติบโตมาเป็นลำดับ ความเจริญทางเศรษฐกิจก่อให้เกิดการขยายตัวของเมือง การเพิ่มขึ้นของอาคารต่างๆ และการใช้พลังงานไฟฟ้าก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ต้องพึ่งพาการนำเข้าในรูปแบบของพลังงานต่างๆ มากมาย ดังนั้นภาครัฐบาลที่มีส่วนรับผิดชอบในเรื่องนี้โดยตรงคือ กระทรวงพลังงานจึงได้กำหนดมาตรการด้านการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร สำหรับอาคารควบคุม ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบอาคารก่อนที่จะมีการขออนุญาตก่อสร้าง ซึ่งจะส่งผลให้อาคารที่ออกแบบและก่อสร้างตามมาตรการการอนุรักษ์พลังงานที่กฎหมายบังคับใช้ ให้มีศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานได้มาตรฐานตั้งแต่ต้น โดยนำหลักเกณฑ์การอนุรักษ์พลังงานในอาคารที่จะมีการขออนุญาตก่อสร้างมาปฏิบัติหรือบังคับใช้ทางกฎหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยหน่วยงานของรัฐบาลที่มีอำนาจโดยตรงในการอนุญาตให้ก่อสร้างอาคาร ได้แก่ กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย กรุงเทพมหานคร เทศบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัด และองค์การบริหารส่วนตำบล ฯลฯ

จากข้อมูลตามข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร ได้กำหนดไว้ดังนี้คือ กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2552 [5]

หมวด 1 ประเภทและขนาดของอาคาร ข้อ 2 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารดังต่อไปนี้ หากมีขนาดพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องมีการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายกระทรวงนี้

- (1) สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล
- (2) สถานศึกษา
- (3) สำนักงาน
- (4) อาคารชุดตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด
- (5) อาคารชุมนุมคนตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- (6) อาคารโรงแรมสหตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
- (7) อาคารโรงแรมตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม
- (8) อาคารสถานบริการตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ
- (9) อาคารห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

หมวด 2 มาตรฐานและหลักเกณฑ์ในการออกแบบอาคาร ส่วนที่ 2 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ข้อ 4 การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ

- (1) การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างภายในอาคาร ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภทอย่างเพียงพอ และเป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารหรือกฎหมายเฉพาะว่าด้วยการนั้น
- (2) อุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับใช้ส่องสว่างภายในอาคารต้องใช้กำลังไฟฟ้าในแต่ละประเภทของอาคารมีค่าไม่เกินดังต่อไปนี้

ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

ค่ากำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุดสำหรับอาคารประเภทต่างๆ

ประเภทอาคาร ⁽¹⁾	กำลังไฟฟ้าส่องสว่างสูงสุด, วัตต์/ตร.ม.(Wm ⁻²) ของพื้นที่ใช้งาน
(ก) สำนักงาน สถานศึกษา	14
(ข) โรงแรม โรงพยาบาล สถานพักฟื้น	12
(ค) ร้านค้าย่อย ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้าหรือซูเปอร์สโตร์ ⁽²⁾	18

หมายเหตุ. จาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน, 2553

หมายเหตุ

- (1) สำหรับอาคารที่มีการใช้งานพื้นที่หลายลักษณะ พื้นที่แต่ละส่วนจะต้องใช้ค่าในตารางตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ส่วนนั้นๆ
- (2) รวมถึงไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไปที่ใช้ในการโฆษณาเผยแพร่สินค้า ยกเว้นที่ใช้ในตู้กระจกแสดงสินค้า และที่ไม่ได้ติดตั้งอย่างถาวร

ปัจจุบันอาคารสำนักงานในประเทศไทยส่วนใหญ่ ที่ถูกกำหนดให้เป็นอาคารควบคุม เพื่อควบคุมการใช้และอนุรักษ์พลังงาน ตามมาตรการทางกฎหมายของกระทรวงพลังงานนี้ จะมีลักษณะของอาคารตามขนาดพื้นที่ของอาคาร ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ ดังนี้คือ

รูปแบบที่ 1 อาคารขนาดใหญ่ มีพื้นที่ใช้สอยไม่น้อยกว่าสองพันตารางเมตร ($\geq 2,000 \text{ m}^2$) แต่น้อยกว่าหนึ่งหมื่นตารางเมตร ($< 10,000 \text{ m}^2$) มีความต้องการพลังไฟฟ้า (Power Demand) เกินกว่าสามสิบกิโลวัตต์ ($> 30 \text{ kW}$) โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ดังแสดงในภาพที่ 2.1

“อาคารขนาดใหญ่” หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้อาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัยหรือเป็นที่ประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภท โดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 2,000 ตารางเมตร หรืออาคารที่มีความสูงตั้งแต่ 15.00 เมตรขึ้นไป และมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันเกิน 1,000 ตารางเมตร แต่ไม่เกิน 2,000 ตารางเมตร การวัดความสูงของอาคารให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงพื้นดาดฟ้าสำหรับอาคารทรงจั่วหรือปั้นหยาให้วัดจากระดับพื้นดินที่ก่อสร้างถึงยอดผนังของชั้นสูงสุด



ภาพที่ 2.1 อาคารขนาดใหญ่. จาก <https://www.google.co.th/search>

รูปแบบที่ 2 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ มีพื้นที่ใช้สอยตั้งแต่หนึ่งหมื่นตารางเมตร ($\geq 10,000 \text{ m}^2$) ขึ้นไปในอาคารเดียวกัน โดยไม่รวมพื้นที่จอดรถ ดังแสดงในภาพที่ 2.2

“อาคารขนาดใหญ่พิเศษ” หมายความว่า อาคารที่ก่อสร้างขึ้นเพื่อใช้พื้นที่อาคารหรือส่วนใดของอาคารเป็นที่อยู่อาศัยหรือเป็นที่ประกอบกิจการประเภทเดียวหรือหลายประเภท โดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้นหรือชั้นหนึ่งชั้นใดในหลังเดียวกันตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป



ภาพที่ 2.2 อาคารขนาดใหญ่พิเศษ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.2 มาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างตามมาตรฐานไม่น้อยกว่าที่กฎหมายกำหนดและควรไม่น้อยกว่าความต้องการในการใช้งาน ซึ่งในประเทศไทยมีมาตรฐานกำหนดค่าความส่องสว่างขั้นต่ำสำหรับการใช้งานแต่ละประเภทไว้เป็นมาตรฐานที่ยอมรับในทางวิศวกรรม โดยอ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) (หมายเหตุ มาตรฐานของประเทศไทย อ้างอิงตามมาตรฐานสากลของ CIE (Commission International del'Eclairage) ซึ่งไม่ได้อ้างอิงตามมาตรฐาน EISNA (Illumination Engineering Society of North America)) โดยมาตรฐานกำหนดค่าความส่องสว่างขั้นต่ำ ซึ่งไม่ใช่ค่าความส่องสว่างเริ่มต้น ดังนั้นการออกแบบจึงต้องเผื่อการลดลงของความส่องสว่าง จากการเสื่อมของหลอด และจากการลดลงของสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงภายในห้อง ที่เกิดจากฝุ่นที่เกาะที่หลอดไฟฟ้า โคมไฟฟ้า เฟอร์นิเจอร์ และผนังกันห้องด้วย ซึ่งการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เผื่อการลดลงของแสง อาจต้องเผื่อไว้ถึง 20-40 % ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและลักษณะการใช้งาน นอกจากกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับแสงสว่างแล้ว ผู้ออกแบบก็จำเป็นที่จะต้องทราบกฎหมายที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ด้วยเช่นเดียวกัน ได้แก่

2.2.1 TIEA เป็นมาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

- TIEA-GD 001 แนวทางการประหยัดไฟฟ้าแสงสว่าง
- TIEA-GD 002 ข้อเสนอแนะค่าความส่องสว่างสำหรับห้องที่มีจอคอมพิวเตอร์
- TIEA-GD 003 ข้อเสนอแนะระดับความส่องสว่างภายในอาคาร
- TIEA-SP 002 ศัพท์ไฟฟ้าแสงสว่าง

2.2.2 ว.ส.ท. เป็นมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

- ว.ส.ท. 2004-58 มาตรฐานระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินและโคมไฟฟ้าป้ายทางออกฉุกเฉิน

ในส่วนของการแสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS แสดงในตารางที่ 2.2 และ ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS แสดงในตารางที่ 2.3

หมายเหตุ มาตรฐานต่างๆ

- มาตรฐาน CIE คือ Commission International del'Eclairage
- มาตรฐาน IES คือ Illumination Engineering Society of North America
- มาตรฐาน BS คือ British Standards Exposure

ตารางที่ 2.2

การเปรียบเทียบค่าความสว่างในอาคารตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS

พื้นที่ต่างๆ	CIE (Lux)	IES (Lux)	BS (Lux)
ห้องประชุม	300-500-750	200-300-500	750W
ห้องเขียนแบบ	500-750-1000	500-750-1000	750W
ห้องทำงานทั่วไป	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องคอมพิวเตอร์	300-500-750	200-300-500	500W
ห้องสมุด	300-500-750	200-300-500	500W
ร้านค้าในอาคารพาณิชย์	500-750	500-750-1000	500W
เคาน์เตอร์	200-300-500	200-300-500	200W
ห้องเก็บของ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องลิบปีหรือบริเวณต้อนรับ	100-150-200	100-150-200	150S
ห้องน้ำ	100-150-200	100-150-200	150S
ทางเดิน	50-100-150	100-150-200	100S
บันได	100-150-200	100-150-200	150F
ลิฟท์	100-150-200	100-150-200	150F

หมายเหตุ. จาก สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

หมายเหตุ : มาตรฐานของ BS

ตัวเลข คือ ค่าความส่องสว่าง

ตัวหนังสือ คือ ตำแหน่งของความสว่าง (W = Working Plane, S = Switch และ F = Floor)

ตารางที่ 2.3

การเปรียบเทียบค่าความสว่างในโรงงานตามมาตรฐาน CIE, IES และ BS

พื้นที่ต่างๆ	CIE (Lux)	IES (Lux)	BS (Lux)
งานทั่วไป	150-200-300	200-300-500	200
งานหยาบ	200-300-500	500-750-1000	300
งานละเอียดปานกลาง	300-500-750	1000-1500-2000	500
งานละเอียด	500-750-1000	2000-3000-5000	750
งานละเอียดมาก	1000-1500-2000	5000-7500-10000	1000

หมายเหตุ: จาก สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

ค่าระดับความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ช้อแนะนำระดับความส่องสว่างภายในอาคาร ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) แสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

ค่าระดับความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	E_m (Lux)	UGR_L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
1. พื้นที่ภายในอาคารทั่วไป				
โถงนั่งพัก	200	22	80	
พื้นที่ทางเดินภายในอาคาร	100	28	40	ทางเข้า-ออก ระวังการเปลี่ยนระดับความส่องสว่าง
บันได บันไดเลื่อน ทางเลื่อน	150	25	40	
ห้องพักผ่อนทั่วไป	100	22	80	
ห้องน้ำ ห้องสุขา ห้องรับฝากของ	200	25	80	
ห้องเก็บของ	50	25	60	

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ค่าระดับความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	E_m (Lux)	UGR _L	R _{a(min)}	หมายเหตุ
2.อาคารสำนักงาน				
พื้นที่เก็บเอกสาร ถ่ายเอกสาร และพื้นที่ทั่วไปที่มีการสัญจร	300	19	80	
ห้องพื้นที่ที่มีการเขียน พิมพ์ อ่าน ใช้คอมพิวเตอร์ และ Data Processing	500	19	80	สำหรับพื้นที่ที่มีจอคอมพิวเตอร์ ให้ดู TIEA-GD 002
พื้นที่ใช้สำหรับเขียนแบบ	750	16	80	
พื้นที่ทำงานด้าน CAD (Computer Aid Design)	500	19	80	สำหรับพื้นที่ที่มีจอคอมพิวเตอร์ ให้ดู TIEA-GD 002
ห้องประชุม	300	19	80	
พื้นที่เคาน์เตอร์ประชาสัมพันธ์ ต้อนรับ	300	22	80	
พื้นที่ขาย (ขนาดเล็ก)	300	22	80	
พื้นที่ขาย (ขนาดใหญ่)	500	22	80	
พื้นที่เก็บเงิน / หอ บรรจุขาย	500	19	80	
3.ห้องอาหารและโรงแรม				
พื้นที่ต้อนรับ เคาน์เตอร์เก็บเงิน บริการของโรงแรม	300	22	80	
ครัว	500	22	80	
พื้นที่ภัตตาคาร ห้องอาหาร ห้องจัดเลี้ยง	200	22	80	แสงสว่างควรออกแบบเพื่อสร้างบรรยากาศ
ห้องอาหารแบบบุฟเฟ่ต์	300	22	80	

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

ค่าระดับความส่องสว่าง (Luminance) สำหรับพื้นที่ทำงานและกิจกรรมต่างๆ ภายในอาคาร ตามมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	E_m (Lux)	UGR _L	$R_{a(min)}$	หมายเหตุ
ห้องจัดงานประชุม สัมมนา	500	19	80	ระบบแสงสว่างควรจะเป็นระบบปรับหรี่ได้
พื้นที่ทางเดิน	100	25	80	ความส่องสว่างในเวลากลางคืนสามารถต่ำลงได้

หมายเหตุ. จาก สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

2.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จัดเป็นงานระบบไฟฟ้าที่มักได้รับการออกแบบเป็นอันดับแรกเสมอ เมื่อมีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน และการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ก็จะสามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารสำนักงานได้ อย่างไรก็ตามควรคำนึงถึงประสิทธิภาพของผู้ใช้งานเป็นหลัก เพราะหากการประหยัดแสงสว่างแล้วทำให้ประสิทธิภาพของผู้ใช้งานอาคารลดลง เกิดอุบัติเหตุ หรือการสูญเสียต่างๆ จากสภาพที่ไม่ปลอดภัย เช่นนั้นแล้ว ก็ถือว่าไม่เหมาะสมและไม่ประหยัดค่าใช้จ่ายสุทธิที่แท้จริง ดังนั้น การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างให้ประหยัดพลังงานที่แท้จริง ควรมุ่งเน้นให้ระบบมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีระดับการส่องสว่างที่เพียงพอ เหมาะสมต่อการใช้งานและได้คุณภาพแสงสว่างที่ดี ซึ่งสิ่งเหล่านี้คือสิ่งที่แสดงถึงคุณภาพของแสงสว่างที่ดี และหากมีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานต่างๆ ย่อมสามารถออกแบบหรือเลือกใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ [6] โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.3.1 ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux)

ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่ส่องออกจากแหล่งกำเนิดแสง เช่น หลอดไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen, lm)

2.3.2 ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity, I)

ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity, I) คือ ความเข้มของแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง มักใช้แสดงความเข้มของแสงที่มุมต่างๆ ของโคมไฟฟ้ามิหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela, cd)

2.3.3.ความส่องสว่าง (Illuminance, E)

ความส่องสว่าง (Illuminance, E) คือ ปริมาณแสงที่ตกกระทบบนพื้นผิวต่อพื้นที่ อาจเรียกว่า ระดับความสว่าง (Lighting Illuminance Level) เพื่อบอกว่าพื้นที่นั้นๆ ได้รับแสงสว่างมากน้อยเพียงใด มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (Lux, lx) ค่าที่เหมาะสมสำหรับแต่ละพื้นที่สามารถดูคำแนะนำได้จากมาตรฐาน TIEA-GD 003 ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

2.3.4 ความสว่าง (Luminance, L)

ความสว่าง (Luminance, L) คือ ปริมาณแสงสะท้อนออกมาจากพื้นผิวใดๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งต่อพื้นที่ หรือเรียกว่า ความจ้า (Brightness) ซึ่งปริมาณแสงที่เท่ากัน เมื่อตกกระทบลงมาบนวัตถุที่มีสีต่างกัน จะมีปริมาณแสงสะท้อนกลับต่างกัน ทำให้เห็นวัตถุมีความสว่างต่างกัน มีหน่วยเป็น แคนเดลาต่อตารางเมตร (Candela/Square Meter, cd/m^2)

2.3.5 อุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature)

อุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature) คือ การระบุสีของแสงที่ปรากฏให้เห็น โดยเทียบกับสีที่เกิดจากการเปล่งสีของการเผาไหม้วัตถุดำอุดมคติ (Black Body) ให้ร้อนที่อุณหภูมิที่กำหนด มีหน่วยเป็น เคลวิน (Kelvin, K) เช่น แสงจากหลอดไส้หรือหลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์มีอุณหภูมิสี 2,700 เคลวิน มีอุณหภูมิต่ำ แสงที่ได้จะอยู่ในโทนสีร้อน (สีแดง) ส่วนแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาเที่ยงวันที่ให้แสงสีขาวนั้นอุณหภูมิสีประมาณ 5,500 เคลวิน หรือแสงจากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิดสี่เตียไลท์ (Daylight) ที่มีอุณหภูมิสี 5,500 เคลวิน สามารถเปล่งแสงออกมาเป็นสีขาว อุณหภูมิสีของแสงจะแตกต่างจากอุณหภูมิความร้อน กล่าวคือ หลอดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิต่ำจะให้โทนสีอุ่น (Warm white) ส่วนหลอดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงจะให้โทนสีเย็น (Cool White / Daylight) ซึ่งจะตรงข้ามกับอุณหภูมิความร้อน การเลือกใช้แสงที่มีอุณหภูมิสีต่างกันจะทำให้บรรยากาศที่แตกต่าง

2.3.6 ความเสื่อมของหลอด (Lamp Lumen Depreciation, LLD)

ความเสื่อมของหลอด (Lamp Lumen Depreciation, LLD) คือ อัตราส่วนปริมาณแสงที่เหลืออยู่ เมื่อหลอดไฟฟ้าครบอายุการใช้งานเทียบกับค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น เนื่องจากการเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

2.3.7 ดัชนีความถูกต้องของสี (Color Rendering Index, CRI or Ra)

ดัชนีความถูกต้องของสี (Color Rendering Index, CRI or Ra) คือ ค่าที่บอกว่าแสงที่ส่องไปถูกวัตถุ ทำให้เห็นสีของวัตถุได้ถูกต้องมากหรือน้อยเพียงใด ค่าดัชนีนี้ไม่มีหน่วย มีค่าตั้งแต่ 0-100 โดยกำหนดแสงอาทิตย์ช่วงกลางวันเป็นดัชนีอ้างอิงเปรียบเทียบที่มีค่า Ra=100 ดังนั้นหากหลอดไฟฟ้าที่มีค่า Ra ต่ำ จะทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไปได้

2.3.8 ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า (Lamp Luminous Efficacy)

ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า (Lamp Luminous Efficacy) คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณแสงที่หลอดไฟฟ้าเปล่งแสงออกมาได้ (ปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างที่ออกจากหลอดไฟฟ้า โดยทั่วไปวัดที่ค่าปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น คือ หลังจากหลอดไฟฟ้าทำงานแล้ว 100 ชั่วโมง) ต่อกำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้า มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์ (lm/W) เรียกว่า ค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า แต่ถ้าหากค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ ไม่ใช่ค่ากำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้า แต่เป็นค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรหรือค่ากำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้ารวมบัลลาสต์ จะเรียกว่า ค่าประสิทธิภาพของการส่องสว่างของวงจร หรือค่าประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้ารวมบัลลาสต์ (Circuit Luminous Efficacy or System Luminous Efficacy) ค่าประสิทธิภาพเป็นค่าที่คล้ายกับค่าประสิทธิภาพตรงที่เป็นการเปรียบเทียบสมรรถนะ เพื่อบอกว่าอุปกรณ์ดังกล่าวจะให้สมรรถนะสูงเพียงใด แต่ต่างกันตรงที่ค่าประสิทธิภาพนั้นเป็นการเปรียบเทียบเรื่องเดียวกัน ดังนั้นหน่วยจึงหักล้างกันหมดทำให้ไม่มีหน่วย จึงนิยมเรียกเป็น ร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าประสิทธิภาพจะเป็นการเปรียบเทียบเรื่องต่างกัน จึงยังคงมีหน่วย

2.3.9 ดัชนีคุณภาพของบัลลาสต์ (Quality Index)

ดัชนีคุณภาพของบัลลาสต์ (Quality Index) คือ ค่าที่ใช้บอกประสิทธิภาพการใช้พลังงานของบัลลาสต์ หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้หลอดไฟฟ้า หรือกำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟฟ้า (Lamp power) กับกำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์ (Ballast loss) เช่น ค่าดัชนีคุณภาพขั้นต่ำของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low loss ballast) สำหรับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์แบบหลอดตรง 36 วัตต์ ควรมีค่าไม่น้อยกว่า 6.0

2.3.10 ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency)

ค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้า (Luminaire Efficiency) คือ ค่าที่ใช้อธิบายประสิทธิภาพการให้แสงของโคมไฟฟ้า ซึ่งมาจากค่าอัตราส่วนของแสงโดยรวมที่ออกจากโคมไฟฟ้า เมื่อเทียบกับแสงที่ออกจากหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้ง เช่น โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงโดยทั่วไป อาจมีประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้าประมาณ 60% แต่โคมไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ตะแกรงแบบประสิทธิภาพสูง จะมีค่าประสิทธิภาพของโคมไฟฟ้ามากถึง 80% ซึ่งหมายความว่า หากหลอดไฟฟ้าเปล่งแสงออกจากหลอดไฟฟ้าคิดเป็น 100% เมื่อนำหลอดไฟฟ้าประเภทนี้ไปติดตั้งในโคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะให้ค่าประสิทธิภาพออกจากดวงโคมไฟฟ้ามากถึง 80%

2.3.11 แสงบาดตา (Glare)

แสงบาดตา (Glare) คือ สภาพแสงที่เข้าตาแล้วทำให้มองเห็นวัตถุได้ยากหรือมองไม่เห็นเลย ทำให้สามารถแบ่งแสงบาดตาออกเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน ดังนี้ ลักษณะที่หนึ่งคือ แสงบาดตาแบบไม่สามารถมองเห็นได้ (Disability glare) เป็นแสงบาดตาประเภทที่ไม่สามารถมองเห็นวัตถุได้ เช่น แสงจ้าจากดวงอาทิตย์ และลักษณะที่สองคือ แสงบาดตาแบบไม่สบายตา (Discomfort glare) เป็นแสงบาดตาประเภทที่ยังมองเห็นวัตถุได้ แต่เป็นไปด้วยความยากลำบากและไม่สบายตา เพราะมีแสงย้อนเข้าตา เช่น แสงสะท้อนบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดี ต้องจัดตำแหน่งติดตั้งของโคมไฟฟ้าและเลือกใช้โคมไฟฟ้าให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดแสงบาดตา (Glare) น้อยที่สุด ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากค่า UGR (Unified Glare Rating System) เป็นเกณฑ์ตามมาตรฐาน CIE (Commission International de l'Éclairage) ในการประเมินแสงบาดตาของการให้แสงสว่างภายในอาคาร แทนการใช้กราฟแสงบาดตา โดยสเกลของค่า UGR คือ 13 16 19 22 25 และ 28 โดยค่า 13 หมายถึงมีแสงบาดตาน้อย ส่วน 28 หมายถึงมีแสงบาดตามาก

2.4 โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า

ปัจจุบันโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารสำนักงานในประเทศไทยมีอยู่หลากหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับพื้นที่การใช้งานและความส่องสว่างที่ต้องการตามมาตรฐาน อาทิเช่น พื้นที่โรงพักคอยชั้นล่างของอาคาร มักถูกออกแบบให้มีความสูงเพื่อความโอ้โง่งและสวยงาม ตามรูปแบบสถาปัตยกรรมที่ทันสมัย จึงมีความจำเป็นต้องเลือกใช้โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ก ในส่วนของพื้นที่ขายสินค้า มีความต้องการทั้งความสว่างและความสวยงาม จึงเลือกใช้โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ข สำหรับพื้นที่ห้องน้ำและทางเดิน มักใช้โคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน เพื่อความประหยัด ดังแสดงในภาพที่

2.3 ค พื้นที่ในส่วนของลานจอดรถ, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ห้องไฟฟ้าย่อย, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องปั๊มน้ำ และบันได โดยส่วนใหญ่มักนิยมใช้โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 แบบหลอดเดี่ยวและหลอดคู่ ชนิดติดลอยกับฝ้าเพดาน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 ง ในส่วนของอาคารสำนักงาน ที่เป็นพื้นที่ทำงานและพื้นที่เก็บข้อมูลส่วนกลาง รวมถึงห้องระบบควบคุม มักนิยมใช้โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน ดังแสดงในภาพที่ 2.3 จ



ก. โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่
โถงพักคอยชั้นล่างของอาคาร



ข. โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่
ขายสินค้า



- ค. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ห้องน้ำและทางเดิน



- ง. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ลานจอดรถยนต์, พื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ห้องไฟฟ้าย่อย, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องปั้มน้ำ และบันได



- จ. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ทำงาน, พื้นที่เก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม
- ภาพที่ 2.3 โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ที่ใช้สำหรับอาคารสำนักงาน.

จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.1 โคมไฟฟ้าไฮเบย์ (Hi Bay) และโคมไฟฟ้าโลเบย์ (Low Bay)

โคมไฟฟ้าไฮเบย์ (Hi Bay) และโคมไฟฟ้าโลเบย์ (Low Bay) โดยส่วนมากมักจะมีตัวสะท้อนแสงเป็นแบบอลูมิเนียม (Aluminium Reflector) หรือตัวหักเหแสงแบบพลาสติก (Plastic Reflector) อาจจะมีเลนส์ปิดหน้าหลอดก็ได้ ทั้งหมดขึ้นอยู่กับการใช้งานในแต่ละประเภทงาน ความสูง และการกระจายแสงของโคมไฟฟ้าที่ต้องการ ซึ่งการกระจายแสงของโคมไฟฟ้ามี 2 ลักษณะดังนี้

2.4.1.1 โคมไฟฟ้าแบบลำแสงกว้าง (Wide Beam)

โคมไฟฟ้าแบบลำแสงกว้าง (Wide Beam) เป็นโคมไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งที่ความสูง 4-7 เมตร

2.4.1.2 โคมไฟฟ้าแบบลำแสงแคบ (Narrow Beam)

โคมไฟฟ้าแบบลำแสงแคบ (Narrow Beam) เป็นโคมไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งที่ความสูง 6 เมตรขึ้นไป

โคมไฟฟ้าไฮเบย์ และโคมไฟฟ้าโลเบย์ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 โคมไฟฟ้าไฮเบย์และโคมไฟฟ้าโลเบย์. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.2 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสง (Louver Luminaire)

โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสง (Louver Luminaire) มีทั้งแบบติดลอยและแบบฝังฝ้า ลักษณะของโคมไฟฟ้าชนิดนี้ประกอบด้วย แผ่นสะท้อนแสงด้านข้างและอาจมีแผ่นสะท้อนแสงด้านหลังหลอดเพิ่มเข้ามา เพื่อสะท้อนแสงและควบคุมแสงให้ไปในทิศทางที่ต้องการ ส่วนตัวขวางจะลดแสงบาดตา เช่น ในมุมที่เลยมุมตัดแสง โดยทั่วไปแผ่นสะท้อนแสงและตัวขวางจะทำจากอลูมิเนียม (Anodized) ซึ่งมีทั้งแบบเงา (Specula Surface) และแบบกระจาย (Diffuser Surface) ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบโคมไฟฟ้าและลักษณะการใช้งานของโคมไฟฟ้านั้น โคมไฟฟ้าตะแกรงจำแนกออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

2.4.2.1 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบตัวขวาง (Profile Mirror Louver Luminaire)

โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบตัวขวาง (Profile Mirror Louver Luminaire) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ก

2.4.2.2 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบพาราโบลาโบลิกจตุรัส (Square Parabolic Louver Luminaire)

โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบพาราโบลาโบลิกจตุรัส (Square Parabolic Louver Luminaire) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ข

2.4.2.3 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบช่องถี่ (Mesh Louver Luminaire)

โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงแบบช่องถี่ (Mesh Louver Luminaire) ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ค



ก.



ข.



ค.

ภาพที่ 2.5 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.3 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ (Downlight)

โคมไฟฟ้าดาวไลท์ (Downlight) เหมาะกับการใช้งานที่ต้องการเปิดใช้งานนานๆ โดยเฉพาะโคมไฟฟ้าที่ถูกออกแบบมาสำหรับใช้กับหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายและพลังงานไฟฟ้าลงได้มาก โคมไฟฟ้าดาวไลท์แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

2.4.3.1 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวตั้ง

โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวตั้ง มีข้อดีคือ ไม่มีปัญหาเรื่องการระบายความร้อน แต่ต้องระวังเรื่องแสงบาดตา ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ก

2.4.3.2 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวนอน

โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวนอน มีข้อดีคือ การกระจายแสงออกจากโคมไฟฟ้ามากกว่าชนิดหลอดติดตั้งในแนวตั้ง แต่ต้องระวังเรื่องการระบายความร้อนและการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า ดังแสดงในภาพที่ 2.6 ข



ก. โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวตั้ง



ข. โคมไฟฟ้าดาวไลท์ ชนิดหลอดติดตั้งในแนวนอน

ภาพที่ 2.6 โคมไฟฟ้าดาวไลท์ชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.4 โคมไฟฟ้าเปลือย (Bare Type Luminaire)

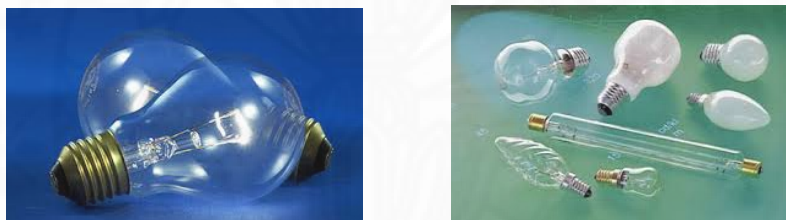
โคมไฟฟ้าเปลือย (Bare Type Luminaire) เหมาะสำหรับใช้กับงานที่ต้องการแสงออกด้านข้าง ที่ติดตั้งสำหรับเพดานที่ไม่สูงมากนักโดยทั่วไปไม่เกิน 4 เมตร และไม่พิถีพิถันมากนักกับแสงบาดตาจากหลอดไฟฟ้า เช่น ห้องเก็บของ ลานจอดรถ พื้นที่ที่มีชั้นวางของ และในพื้นที่ใช้งานไม่บ่อยและไม่ต้องการความสวยงามมากนัก ในลักษณะของการทำงานเพื่อควบคุมแสงให้ไปในทิศทางตามที่ต้องการ ก็สามารถใช้โคมไฟฟ้าเปลือยชนิดโรงงาน (Industrial Type Luminaire) ที่เป็นโคมไฟฟ้าที่มีแผ่นสะท้อนแสงซึ่งทำจากแผ่นอลูมิเนียม แผ่นเหล็กพ่นสีขาว หรือวัสดุอื่นที่มีการสะท้อนแสงสูง ส่วนในกรณีที่ต้องการความปลอดภัยจากการหลุดร่วงของหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ก็สามารถใส่ตัวครอบวัสดุภายนอกซึ่งทำมาจากตะแกรงอลูมิเนียมป้องกันได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 โคมไฟฟ้าเปลือยชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.5 หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp)

หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ (Incandescent Lamp) หรือมักเรียกว่าหลอดไส้หรือหลอดปิ๊งง ใช้หลักการ Incandescence โดยการเผาไส้ทั้งสแตนในหลอดแก้วที่บรรจุด้วยก๊าซเฉื่อย มีขนาดตั้งแต่ 25-100 วัตต์ เป็นหลอดมีไส้ที่มีประสิทธิภาพ (Efficacy) ต่ำ ประมาณ 8-14 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งานสั้นในเกณฑ์ประมาณ 750-1,000 ชั่วโมง หลอดประเภทนี้มีอุณหภูมิสีประมาณ 2,800 เคลวิน แต่ให้แสงที่มีค่าความถูกต้องของสี 100% ดังแสดงในภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.6 หลอดไฟฟ้าทังสแตน-ฮาโลเจน (Tungsten-Halogen Lamp)

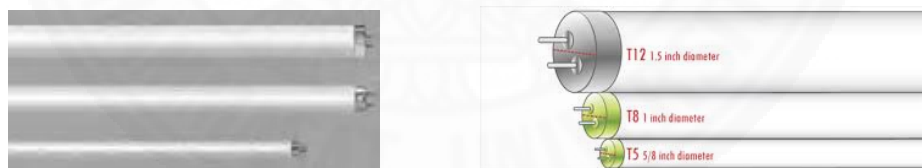
หลอดไฟฟ้าทังสแตน-ฮาโลเจน (Tungsten-Halogen Lamp) หรือมักเรียกว่าหลอดฮาโลเจน ใช้หลักการเดียวกับหลอดปิ๊งง แต่เติมก๊าซฮาโลเจนลงไปเพื่อไม่ให้หลอดดำและยืดอายุการใช้งาน มีขนาดตั้งแต่ 25-500 วัตต์ เป็นหลอดมีไส้ที่มีประสิทธิภาพ (Efficacy) ต่ำ ประมาณ 10-25 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งานสั้นประมาณ 2,000-3,000 ชั่วโมง หลอดประเภทนี้มีอุณหภูมิสีประมาณ 2,800 เคลวิน แต่ให้แสงที่มีค่าความถูกต้องของสี 100% ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 หลอดไฟฟ้าทังสเตน-ฮาโลเจนชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.7 หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบคือ เดย์ไลท์ (Daylight), คูลไวท์ (Cool White) และ วอมไวท์ (Warm White) ชนิดของหลอดชนิดนี้ที่ใช้งานกันทั่วไปคือแบบ Linear ขนาด 18 และ 36 วัตต์ และ Circular ขนาด 22, 32 และ 40 วัตต์ สัญลักษณ์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์กำหนดเป็นอักษร T ซึ่งมีลักษณะของหลอดที่เป็นทรงคล้ายท่อ (Tubular) ส่วนตัวเลขข้างหลังนั้นจะหมายถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเป็นนิ้ว ดังนั้นหลอด T12 จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว, ส่วนหลอด T8 จะมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว (8/8 นิ้ว) และหลอด T5 ก็จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 นิ้ว (5/8 นิ้ว) และมีประสิทธิภาพ (Efficacy) ประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ ถือว่าสูงพอสมควร และประหยัดค่าไฟฟ้าเมื่อเทียบกับหลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ซึ่งมีค่าประมาณ 8-14 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 9,000-12,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.8 หลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)

หลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบคือ เดย์ไลท์ (Daylight), คูลไวท์ (Cool White) และ วอมไวท์ (Warm White) เช่นเดียวกับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ แบบที่ใช้งานกันมากคือหลอดเตี้ย มีขนาด 5, 7, 9 และ 11 วัตต์ และหลอดคู่ มีขนาด 10, 13, 18 และ 26 วัตต์ เป็นหลอดที่พัฒนาขึ้นมาแทนที่หลอดไฟฟ้าอินแคนเดสเซนต์ และมีประสิทธิภาพ (Efficacy) สูงกว่าหลอดไฟฟ้าอิน

แคนเดสเซนซ์ คือประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 5,000-8,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 หลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ.

จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.9 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำ (Low Pressure Sodium Lamp, LPS Lamp)

หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำ (LPS Lamp) หลอดประเภทนี้มีสีเหลืองจัดและ ประสิทธิภาพ (Efficacy) มากที่สุดในบรรดาหลอดทั้งหมด คือมีประสิทธิภาพประมาณ 120-200 ลูเมน ต่อวัตต์ แต่ความถูกต้องของสีน้อยที่สุด คือมีความถูกต้องของสีเป็น 0% ข้อดีของแสงสีเหลืองเป็นสีที่ มนุษย์สามารถมองเห็นได้ดีที่สุด หลอดประเภทนี้จึงเหมาะเป็นไฟถนน หลอดมีขนาด 18, 35, 55, 90, 135 และ 180 วัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 16,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำชนิดต่างๆ.

จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.10 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp, HPS Lamp)

หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง (HPS Lamp) หลอดประเภทนี้มีประสิทธิภาพ (Efficacy) รองจากหลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำ คือมีประสิทธิภาพประมาณ 70-90 ลูเมนต่อวัตต์

แต่ความถูกต้องของสีดีกว่าหลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอต่ำ คือมีความถูกต้องของสีเป็น 20% และมีอุณหภูมิสีประมาณ 2,500 เคลวิน เป็นอุณหภูมิสีต่ำเหมาะกับงานที่ไม่ต้องการความสว่างมาก เช่น ไฟถนน ไฟบริเวณ ซึ่งต้องการความสว่างประมาณ 5-30 ลักซ์ หลอดมีขนาด 50, 70, 100, 150, 250, 400 และ 1,000 วัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 24,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.13



ภาพที่ 2.13 หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูงชนิดต่างๆ. จาก

<https://www.google.co.th/search>

2.4.11 หลอดไฟฟ้าปรอทความดันไอสูง (High Pressure Mercury Vapor Lamp, MV Lamp)

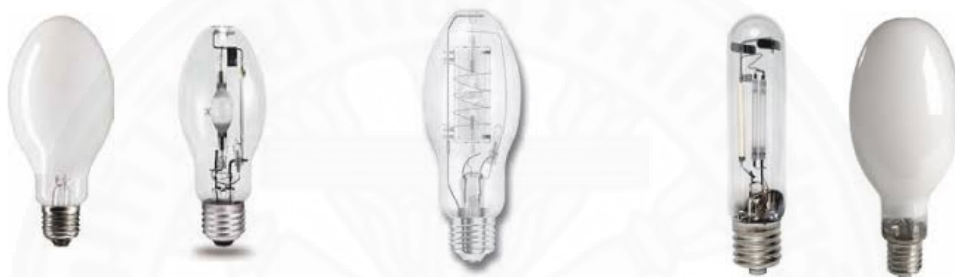
หลอดไฟฟ้าปรอทความดันไอสูง (MV Lamp) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า หลอดไฟฟ้าแสงจันทร์ หลอดประเภทนี้มีประสิทธิภาพ (Efficacy) สูงพอกับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ คือมีประสิทธิภาพประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ สีที่ออกมามีความถูกต้องของสีประมาณ 60% ส่วนใหญ่ใช้แทนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์เมื่อต้องการวัตต์สูงๆ ในพื้นที่ที่มีเพดานสูง และมีอุณหภูมิสีประมาณ 4,000-6,000 เคลวิน แล้วแต่ชนิดของหลอด หลอดมีขนาด 50, 80, 125, 250, 400, 700 และ 1,000 วัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 8,00-24,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 หลอดไฟฟ้าปรอทความดันไอสูงชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.12 หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp, MH Lamp)

หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ (MH Lamp) ก็เหมือนกับหลอดไฟฟ้าปล่อยประจุชนิดอื่นๆ แต่มีข้อดีที่ว่า มีสเปกตรัมแสงทุกสี ทำให้สีทุกชนิดเด่นภายใต้หลอดชนิดนี้ นอกจากความถูกต้องของสีแล้ว แสงที่ออกมาก็อาจมีอุณหภูมิสีประมาณ 3,000-4,500 เคลวิน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของวัตต์ ส่วนใหญ่นิยมใช้กับสนามกีฬาที่มีการถ่ายทอดโทรทัศน์ หลอดมีขนาด 35, 70, 100, 125, 250, 300, 400, 700 และ 1,000 วัตต์ และมีอายุการใช้งานประมาณ 6,000-9,000 ชั่วโมง ดังแสดงในภาพที่ 2.15



ภาพที่ 2.15 หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ชนิดต่างๆ. จาก <https://www.google.co.th/search>

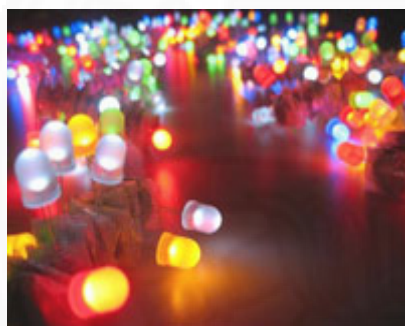
2.4.13 หลอดไฟฟ้าแอลอีดี (Light Emitting Diode Lamp, LED Lamp)

เนื่องจากในปัจจุบันเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าแอลอีดีได้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้มีบทบาทสำคัญต่ออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นแหล่งพลังงานแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง แสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้าแอลอีดีมีความแตกต่างจากแสงสว่างที่ได้จากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดไฟฟ้าฮาโลเจน เพราะหลอดไฟฟ้าแอลอีดีกำเนิดแสงโดยไม่เกิดความร้อน ซึ่งหมายถึงไม่มีการสูญเสียพลังงาน มีศักยภาพด้านการประหยัดพลังงาน ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดการใช้พลังงาน มีการปรับปรุงคุณภาพแสงได้ดี อีกทั้งยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน สามารถเปิด-ปิดได้บ่อยครั้ง และไม่ใช้สารปรอทซึ่งเป็นองค์ประกอบในการผลิตที่ก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ มากมาย จึงเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.4.13.1 ประวัติความเป็นมาของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี

เมื่อก้าวถึงความเป็นมาของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี (Light Emitting Diode) หรือไดโอดเปล่งแสงต้องเริ่มจากจุดกำเนิดคือไดโอดกอน ไดโอดเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดสองขั้วที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า โดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียวและกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อก้าวถึงไดโอดมักจะหมายถึงไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Diode) ซึ่งก็คือผลึกของสารกึ่งตัวนำที่ต่อกันได้ทางขั้วไฟฟ้าทั้งสอง

ตัว ส่วนหลอดแอลอีดี หรืออาจเรียกว่า Solid-State Lighting (SSL) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบ ในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนซ์ (Electroluminescence) สีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้ และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต (Ultraviolet) ช่วงแสงที่มองเห็น (Visible Light) และช่วงอินฟราเรด (Infrared) ผู้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงขึ้นเป็นคนแรกคือ นิก โฮโลยัก (Nick Holonyak Jr.) แห่งบริษัทเจเนรัลอิเล็กทริก (General Electric Company) โดยได้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงในช่วงแสงสีแดงที่มองเห็น และสามารถใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1962 จนกระทั่งช่วงทศวรรษที่ 1970 จอร์จ คราฟอร์ด (George Craford) จึงได้คิดค้น แอลอีดีสีเหลือง (Amber) ขึ้นเป็นครั้งแรก และได้พัฒนาความสว่างของแอลอีดีสีแดงและสีแอมมัมด้วย โดยลักษณะรูปร่างของหลอดแอลอีดี [7] แสดงได้ดังภาพที่ 2.16

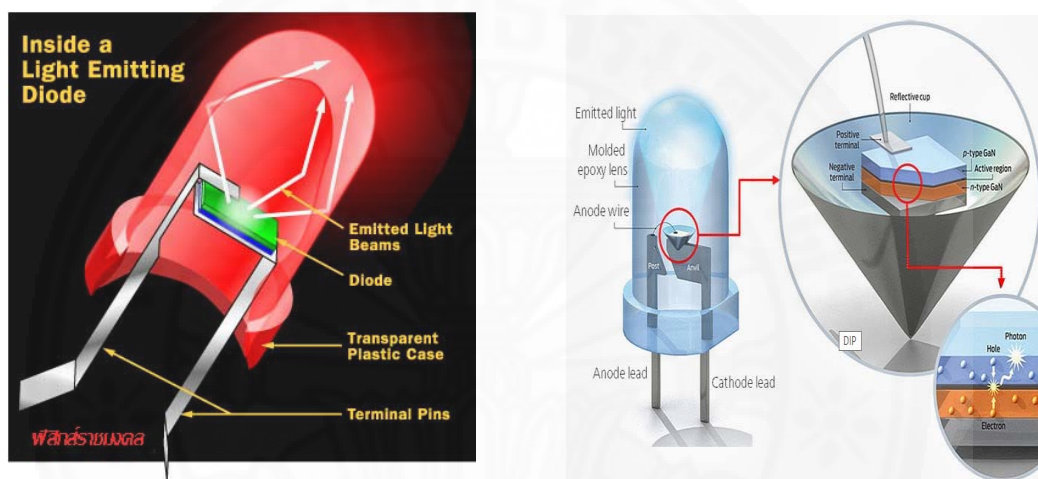


ภาพที่ 2.16 ลักษณะรูปร่างของหลอดแอลอีดี. จาก <https://www.google.co.th/search>

ในช่วงแรกๆ นั้น หลอดแอลอีดี ใช้เป็นตัวบ่งบอกสัญญาณ (Indicator Light) ในการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข รีโมทคอนโทรล และกระติกน้ำร้อน เป็นต้น เพราะตัวหลอดแอลอีดี มีขนาดเล็กจิ๋วและใช้กระแสไฟฟ้าน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่เปล่งออกมา ทำให้ในเวลาต่อมาผู้พัฒนาหลอดแอลอีดีอย่างต่อเนื่อง จากแรกเริ่มที่ให้สีโทนร้อน คือ สีแดง สีส้ม สีเหลือง ต่อมาได้มีการคิดค้นวิธีการสร้างหลอดแอลอีดีที่ให้สีโทนเย็น คือ สีเขียวและสีน้ำเงิน และได้แสงขาวโทนเย็นขึ้น จึงมีการนำมาใช้งานทดแทนหลอดไฟฟ้านิตอื่นอย่างจริงจัง ทั้งที่ใช้เป็นแสงขาวโทนสีต่างๆ รวมทั้งเป็นไฟเปลี่ยนสีจากการผสมสี RGB ที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์อีกมากมายในงานออกแบบประดับตกแต่ง ทั้งภายในและภายนอกอาคาร รวมทั้งงานอุตสาหกรรมในด้านต่างๆ [8]

2.4.13.2 โครงสร้างของหลอดแอลอีดี

ภายในหลอดแอลอีดี ประกอบด้วย แผ่นชิปสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและชนิดพีติดอยู่ในถ้วยสะท้อนแสง มีเส้นลวดทองคำขนาดเล็กมากเชื่อมระหว่างสารกึ่งตัวนำและขาแอลอีดี (ดังภาพประกอบ) ชิ้นส่วนทั้งหมดถูกบรรจุในพลาสติกใสทรงโดม ซึ่งทำหน้าที่เป็นเลนส์รวมแสง โดยลักษณะลำแสงที่ออกจากหลอดแอลอีดีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น รูปร่างของถ้วยสะท้อนแสง ขนาดของชิปสารกึ่งตัวนำ รูปร่างเลนส์ ระยะห่างระหว่างตัวชิปกับผิวพลาสติกที่หุ้มอยู่ เป็นต้น โดยโครงสร้างของหลอดแอลอีดี [9] แสดงได้ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 โครงสร้างของหลอดแอลอีดี. จาก <https://www.google.co.th/search>

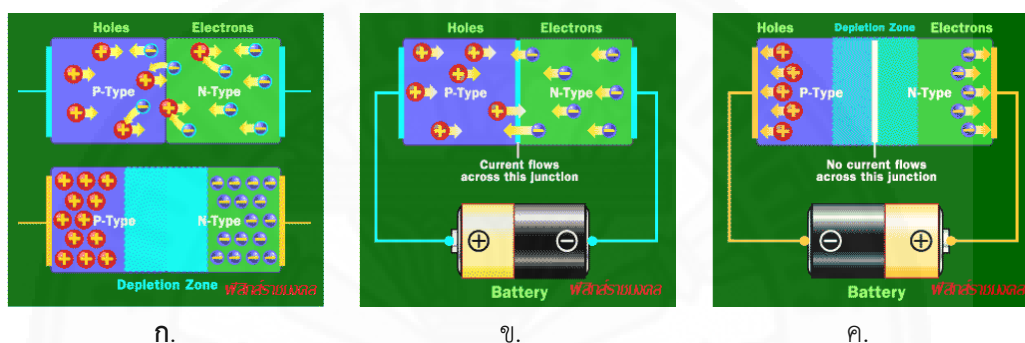
2.4.13.3 การทำงานของหลอดไดโอด (Diode)

ไดโอดเป็นอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด ได้แก่ สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-type semiconductor) ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูกตัดแปลงให้มีอิเล็กตรอนอิสระมากกว่าสารกึ่งตัวนำปกติ กับสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-type semiconductor) ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ถูกตัดแปลงให้มีโฮล (Hole) ซึ่งมีสภาพเป็นประจุบวก เมื่อนำสารกึ่งตัวนำตัดแปลงทั้งสองชนิดมาประกบติดกัน ในสภาพที่ไม่มีการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แก่สารกึ่งตัวนำ อิเล็กตรอนส่วนหนึ่งของสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นและโฮลของสารกึ่งตัวนำชนิดพีที่รอยต่อของสารทั้งสองจะเคลื่อนที่เข้าหากัน ทำให้สารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดเกิดพื้นที่กลางที่ไม่มีประจุไฟฟ้าขึ้นโดยรอบบริเวณรอยต่อ โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.18 ก

เมื่อต่อไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ขาไดโอด โดยต่อขั้วลบกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น และต่อขั้วบวกกับสารกึ่งตัวนำชนิดพี อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็นจะถูกผลักให้เคลื่อนที่ออกจากขั้วลบไปในสารกึ่งตัวนำชนิดพี ในทางตรงกันข้ามโฮลของสารกึ่งตัวนำชนิดพีก็จะถูก

ผลึกให้ออกจากขั้วบวกไปในสารกึ่งตัวนำชนิดอื่นเช่นกัน หากผ่านกระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์สูงเพียงพอ จะทำให้พื้นที่กลางบริเวณที่ไม่มีประจุไฟฟ้าสลายไปและทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านไดโอดได้ โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.18 ข

ในทางกลับกันเมื่อต่อไฟฟ้ากระแสตรงเข้าที่ขาไดโอด โดยต่อขั้วลบกับสารกึ่งตัวนำชนิดพี และต่อขั้วบวกกับสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น การไหลของอิเล็กตรอนจะเป็นไปได้ยาก เพราะการเคลื่อนที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม โชนดิฟฟิชั่นจะหนาขึ้นเป็นกำแพงกั้นการไหลของกระแสไฟฟ้า โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.18 ค



ก.

ข.

ค.

ภาพที่ 2.18 การทำงานของหลอดไดโอด (Diode) . จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.13.4 มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับหลอดแอลอีดี

มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาและผลิตหลอดแอลอีดี ได้แก่

มาตรฐานฉบับที่ 1 มาตรฐาน IESNA LM-80 : Approved Method for Measuring Lumen Depreciation of LED Light Sources

มาตรฐานฉบับนี้ได้กำหนดขั้นตอนการทดสอบเพื่อกำหนดค่าของ Lumen Maintenance ของหลอดแอลอีดี วิธีที่กำหนดในมาตรฐานไม่ได้เป็นการวัดโดยตรงจากดวงโคมไฟฟ้าพร้อมหลอด เนื่องจากหลอดแอลอีดีมีความไวต่ออุณหภูมิสูง ดังนั้นมาตรฐาน LM-80 จึงกำหนดให้ต้องทดสอบที่อุณหภูมิที่ต่างกัน 3 อุณหภูมิ ได้แก่ 50°C, 85°C และอุณหภูมิที่ 3 ให้ผู้ผลิตเลือกเอง เนื่องจากหลอดแอลอีดีจะมีอายุเกิน 50,000 ชั่วโมง หรือเท่ากับ 5.6 ปี ดังนั้นมาตรฐาน TM-21 : Lumen Depreciation Lifetime Estimation Method for LED Light Sources จึงได้ใช้วิธีเทียบ “บัญญัติไตรยางศ์” หรือ Extrapolation จากข้อมูลในช่วงเวลาสั้น เพื่อคาดการณ์ค่ากำลังส่องสว่าง (Lumen Output) ของหลอดแอลอีดี ในช่วงเวลาหลายหมื่นชั่วโมง โดยจะวัดค่ากำลังส่องสว่างทุกๆ 1,000 ชั่วโมง จนถึงอย่างน้อย 6,000 ชั่วโมง ค่ากำลังส่องสว่างที่ค่อยๆ ลดลง จำนวน 6 ค่านี้ จะถูกนำมาพล็อตกราฟและเทียบ “บัญญัติไตรยางศ์” ให้ได้ค่ากำลังส่องสว่างที่ 36,000 ชั่วโมง แต่ถ้าทดสอบหลอดแอลอีดี

เป็นเวลา 10,000 ชั่วโมง ก็สามารถเทียบ “บัญญัติไตรยางศ์” เพื่อคาดการณ์ค่ากำลังส่องสว่างได้จนถึง 60,000 ชั่วโมง เมื่อค่ากำลังส่องสว่างลดลง 30% ก็แสดงว่าหลอดแอลอีดีดังกล่าวหมดอายุการใช้งาน

มาตรฐานฉบับที่ 2 มาตรฐาน IESNA-79 : Approved Method for The Electrical and Photometric Testing of Solid State Lighting Devices

มาตรฐานฉบับนี้ได้กำหนดวิธีการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะทางไฟฟ้า, การส่องสว่าง, การกระจายความเข้มของแสง และคุณสมบัติของสีของแสง ผลการทดสอบการกระจายความเข้มของแสงตามมาตรฐาน LM-79 จะแสดงในรูปของกราฟแบบ Tabular หรือ Polar ก็ได้ ส่วนผลการทดสอบด้านสีของแสง สามารถแสดงผลในรูปของกราฟโดยเรียกว่า Spectral Power Distribution (SPD) ผู้ใช้สามารถประเมินปริมาณแสงที่ความยาวคลื่นที่ตาคนเรามองเห็น (ในหน่วยของ Milliwatt per Nanometer หรือ mW/nm)

มาตรฐานฉบับที่ 3 มาตรฐาน ANSI C78.377-2008 : Specifications for Chromaticity of Solid State Lighting Product

มาตรฐานฉบับนี้เป็นมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติสีของแสงจากหลอดแอลอีดี หลอดไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่ขณะนี้จะมีสีที่เรียกว่า Unsaturated Colors ขณะที่สีของแสงจากหลอดแอลอีดี เป็นชนิด Saturated Colors เช่น สีแดงเกิดจากชั้นของผลึก Aluminum Gallium Arsenide (AlGaAs) สีน้ำเงินเกิดจากชั้นของผลึก Indium Gallium Nitride (InGaN) สีเขียวเกิดจากชั้นของผลึก Aluminum Gallium Phosphide (AlGaP)

2.4.13.5 รูปแบบของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี

หลอดไฟฟ้าแอลอีดี มีหลากหลายรูปแบบ หากแบ่งหลอดไฟฟ้าแอลอีดีตามลักษณะของ Packet สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ ดังนี้คือ

(1) แบบ Lamp Type

แบบ Lamp Type เป็นแอลอีดี ชนิดที่พบกันอยู่ทั่วไป มีขายื่นออกมาจากตัว Epoxy 2 ขาหรือมากกว่า โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 มิลลิเมตร ขึ้นไป บริษัทผู้ผลิตจะออกแบบให้ขั้วกระแสได้ไม่เกิน 150 mA

(2) แบบ Surface Mount Type (SMT)

แบบ Surface Mount Type (SMT) มีลักษณะ Packet เป็นตัวบางๆ เวลาประกอบต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษ มีขนาดการขั้วกระแสตั้งแต่ 20 mA – มากกว่า 1 A สำหรับแอลอีดีแบบ SMT ถ้าขั้วกระแสได้ตั้งแต่ 300 mA ขึ้นไป จะเรียกว่า Power LED การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ภายใน เนื่องจากสารเคลือบหน้าหลอดแอลอีดี ส่วนใหญ่จะเป็นซิลิโคน ซึ่งละอองน้ำหรือความชื้นสามารถซึมผ่านได้

ปัจจุบันได้มีการนำหลอดไฟฟ้าแอลอีดีมาใช้ประโยชน์กันอย่างแพร่หลายมากขึ้น เช่น ใน เครื่องคิดเลข เครื่องพิมพ์ ไฟสัญญาณจราจร ไฟหน้า-ไฟท้ายของรถยนต์ บ้ายสัญญาณ บ้ายโฆษณา ไฟฉาย จอวีดีทัศน์ขนาดใหญ่ (Bill-Board & Score-Board) โคมไฟดาวไลท์ (Down Light) และ โคมไฟต่างๆ มากมาย ที่ใช้ในอาคารสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน สำหรับโคมไฟและหลอดไฟฟ้าแอลอีดีชนิดต่างๆ แสดงได้ดังภาพที่ 2.19



ภาพที่ 2.19 โคมไฟและหลอดไฟฟ้าแอลอีดี ชนิดต่างๆ.

จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.13.6 ข้อดีของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี

1. หลอดไฟฟ้าแอลอีดี มีประสิทธิภาพการให้พลังงานแสงสว่างที่ระดับสูงถึง 80-150 ลูเมนต์/วัตต์ สูงกว่าหลอดไฟฟ้าแบบขดลวดที่มีประสิทธิภาพที่ระดับ 15 ลูเมนต์/วัตต์ ยิ่งไปกว่านั้น หลอดไฟฟ้าแอลอีดี ก้าวหน้าเร็วมาก ทำให้มีแนวโน้มว่าจะมีประสิทธิภาพเหนือกว่าหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ในอนาคตอันใกล้
2. หลอดไฟฟ้าแอลอีดี จะไม่มีแสง UV ปล่อยออกเลย เมื่อเทียบกับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์จะให้แสงสว่างได้ก็ต่อเมื่อมีการกระตุ้นสารไอปรอทที่อยู่ภายในหลอด แล้วจะมีการถ่ายเทพลังงานซึ่งระหว่างการกระทำนี้ จะเกิดแสง UV ที่ไม่อาจจะหลีกเลี่ยงได้ ปล่อยออกมาพร้อมกับแสงสว่างที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากภายในบรรจุไอของปรอท ในขณะที่หลอดไฟฟ้าแอลอีดีมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่ามาก
3. หลอดไฟฟ้าแอลอีดี สามารถควบคุมคุณภาพของแสงให้ปล่อยออกมาได้ เนื่องจากสามารถควบคุมแสงสว่างจากหลอดแอลอีดี ไม่ให้มีส่วนผสมของแสงที่เป็นอันตรายต่อภาพเขียน เช่น แสงอินฟราเรด แสงอัลตราไวโอเลต ฯลฯ
4. จากการที่หลอดไฟฟ้าแอลอีดี ปล่อยความร้อนออกมาน้อย จะมีการปล่อยความร้อนออกมาอยู่ในระดับ 70-90 องศาเซลเซียส ขณะทำงานต่อเนื่องตลอดอายุการใช้งาน ทำให้อาคารสามารถลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าในส่วนของเครื่องปรับอากาศลงได้ ทำให้ช่วยประหยัดพลังงานมากขึ้นได้อีก
5. อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าแอลอีดี ยาวนานถึง 50,000-100,000 ชั่วโมง หรือ 11 ปี เมื่อเทียบกับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีอายุใช้งาน 30,000 ชั่วโมง หรือหลอดไฟฟ้าแบบขดลวด ที่มีอายุการใช้งานเพียง 1,000-2,000 ชั่วโมง เท่านั้น
6. หลอดไฟฟ้าแอลอีดี ยังมีความทนทานต่อการสั่นสะเทือนมากกว่า จึงเหมาะสมสำหรับติดตั้งในเครื่องบินหรือรถยนต์ นอกจากนี้ หลอดไฟฟ้าแอลอีดี ไม่เปราะบางเหมือนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดไฟฟ้าแบบขดลวด บางครั้งถูกแรงกระแทกอย่างรุนแรง ก็ยังสามารถใช้งานได้
7. หลอดไฟฟ้าแอลอีดี เหมาะสำหรับหลอดไฟฟ้าที่ต้องการเปิด-ปิดบ่อยครั้ง และเมื่อเปิดไฟจะให้ความสว่างโดยทันที ซึ่งนับว่าแตกต่างจากหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ หากเปิด-ปิดบ่อยครั้ง จะเสียบ่อย หรือหลอดไฟฟ้าฮาโลเจน ซึ่งเมื่อเปิดไฟแล้ว จะใช้เวลาช่วงหนึ่งกว่าจะให้แสงสว่างออกมา
8. แสงจากหลอดไฟฟ้าแอลอีดี ไม่กระปริบ เหมาะสมมากขึ้นกับการทำงานที่ต่อเนื่อง และส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพกับการทำงานที่ดี

2.4.14 เปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

คุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ได้ถูกเปรียบเทียบด้วยปริมาณแสง, ประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า, ดัชนีความถูกต้องของสี และอายุการใช้งาน ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการตัดสินใจเลือกใช้สำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5

เปรียบเทียบคุณสมบัติของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

ชนิดของหลอดไฟฟ้า	ปริมาณแสง (ลูเมน)	ประสิทธิภาพ (ลูเมน/วัตต์)	ดัชนีความถูกต้องของสี	อายุการใช้งาน (ชั่วโมง)
หลอดอินแคนเดสเซนต์	90-3,150	5-10	100	750-1,000
หลอดทั้งสแตนด์-ฮาโลเจน	400-5,000	10-25	100	2,000-3,000
หลอดฟลูออเรสเซนต์	1,300-5,200	73-93	80-90	8,000-12,000
หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	200-3,200	35-80	80-90	7,500-10,000
หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ	1,800-32,000	100-180	0-20	22,000-24,000
หลอดโซเดียมความดันไอสูง	2,400-130,000	70-130	30-50	18,000-24,000
หลอดปรอทความดันไอสูง	1,800-58,000	30-60	40-60	20,000-24,000
หลอดเมทัลฮาไลด์	2,400-240,000	60-120	60-90	8,000-15,000
หลอดแอลอีดี	136-20,000	50-120	80-92	20,000-50,000

หมายเหตุ. จาก สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

2.4.15 บัลลัสต์ไฟฟ้าชนิดต่างๆ

บัลลัสต์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปที่หลอดไฟฟ้า ให้มีความเหมาะสมและสม่ำเสมอตามแต่ประเภทและชนิดของหลอดไฟฟ้า โดยส่วนมากใช้กับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์และหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง โดยสามารถแบ่งบัลลัสต์ออกได้เป็น 4 ชนิดหลักๆ ดังนี้

2.4.15.1 บัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา

บัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา เป็นบัลลัสต์ที่ใช้กันแพร่หลาย หลักการคือเมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดที่พันรอบแกนเหล็ก จะทำให้แกนเหล็กร้อนและทำให้มีพลังงานสูญเสียประมาณ 20% ของพลังงานที่จ่ายให้กับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง โดยเฉลี่ยจะอยู่ประมาณ 10-14 วัตต์ อุณหภูมิขณะการใช้งานจะอยู่ที่ช่วง 55°C-70°C ให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (pf) ต่ำ โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.20 ก

2.4.15.2 บัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง

บัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กประสิทธิภาพสูง หรือบัลลัสต์โลลอส เป็นบัลลัสต์ที่ทำด้วยแกนเหล็กและขดลวดที่มีคุณภาพดี ทำให้มีการสูญเสียพลังงานที่จะลดลงเหลือ 5-6 วัตต์ อุณหภูมิขณะการใช้งานต่ำกว่าบัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดาโดยจะอยู่ที่ช่วง 35°C-50°C ให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (pf) ต่ำ โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.20 ข

2.4.15.3 บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์

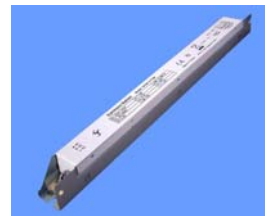
บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นบัลลัสต์ที่ทำด้วยชุดวงจรอิเล็กทรอนิกส์ มีการสูญเสียพลังงานน้อยประมาณ 1-2 วัตต์ เปิดติดทันทีไม่กระพริบ ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ ไม่มีเสียงรบกวน ทำให้อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าแสงสว่างนานขึ้นเป็น 2 เท่าของหลอดไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้ร่วมกับบัลลัสต์ชนิดหลอดแกนเหล็กแบบธรรมดา ดังนั้นหากมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันมาก ควรเลือกใช้บัลลัสต์อิเล็กทรอนิกส์ เพราะนอกจากจะช่วยประหยัดไฟฟ้าแล้วยังมีประโยชน์อีกหลายประการ ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แต่ในการเลือกซื้อและเลือกใช้ควรตรวจสอบมาตรฐานและวัสดุชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เพราะอาจจะมีผลกระทบต่อเรื่องฮาโมนิกส์เพิ่มในระบบไฟฟ้ามากขึ้นด้วย โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.20 ค



ก.



ข.



ค.

ภาพที่ 2.20 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์. จาก <https://www.google.co.th/search>

2.4.15.4 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง

บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง เป็นบัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง คือ หลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp, HPS Lamp), หลอดไฟฟ้าปรอทความดันไอสูง (High Pressure Mercury Vapor Lamp, MV Lamp) และ หลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp, MH Lamp) โดยบัลลาสต์ ชนิดนี้ยังสามารถจำแนกออกได้อีก 3 แบบด้วยกันคือ

แบบที่ 1. บัลลาสต์แบบรีแอคเตอร์ (Reactor Ballast) ใช้กับงานที่แรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้าไม่ต่างจากแรงดันพิกัดเกิน $\pm 5\%$ โดยทั่วไปค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในวงจรมีค่าต่ำประมาณ 50% ดังนั้นจึงควรใส่ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ตามคำแนะนำของผู้ผลิตเพื่อปรับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สูงขึ้นให้ได้อย่างน้อย 85%

แบบที่ 2. วงจรกำลังไฟฟ้าคงที่แบบหม้อแปลงอัตโนมัติ (Constant-Wattage Auto Transformer) ใช้กับงานที่แรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้าเกินแรงดันพิกัดมากแต่ไม่เกิน 10% วงจรนี้ให้ปริมาณแสงค่อนข้างคงที่ และเป็นวงจรที่มีตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกับหม้อแปลงอัตโนมัติมาเรียบร้อยแล้ว จึงเป็นวงจรที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง

แบบที่ 3. บัลลาสต์วงจรเรกูเรเตอร์ (Magnetic Regulator) วงจรนี้ให้ค่าปริมาณแสงออกมาคงที่ เหมาะกับพื้นที่ที่มีแรงดันเปลี่ยนแปลงสูง $\pm 10\%$ และสามารถรักษาระดับสีของแสงได้คงที่ตลอดอายุการใช้งาน วงจรนี้ใช้เวลาจุดติดซ้ำขณะร้อน (Hot Restrike) ระหว่าง 2-4 นาที ในขณะที่วงจรอื่นใช้เวลาจุดติดซ้ำขณะร้อน (Hot Restrike) ระหว่าง 7-10 นาที โดยแสดงได้ดังภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดไฟฟ้าประเภทคายประจุความดันสูง.

จาก <https://www.google.co.th/search>

การเลือกใช้บัลลาสต์ให้เหมาะสมกับชนิดของหลอดไฟฟ้า มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมาก เพราะเนื่องจากบัลลาสต์แต่ละชนิดแต่ละประเภทจะระบุการใช้งานว่าใช้งานกับหลอดไฟฟ้าชนิดใด หากนำไปใช้กับหลอดไฟฟ้าผิดประเภทก็จะมีผลต่อฟลักซ์ของความส่องสว่างและอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าด้วย และควรเลือกบัลลาสต์ที่มีความสูญเสียน้อย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เป็นที่ทราบกันดีว่า ปัญหาเรื่องพลังงานเป็นปัญหาสำคัญในระดับประเทศและระดับโลก อีกทั้งยังส่งผลกระทบต่อปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องร่วมมือกันหาแนวทางในแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยการศึกษาวิจัยทางด้านวิชาการซึ่งแสดงในบทความ นิตยสาร และงานวิจัยต่างๆ ที่ได้รวบรวมมานี้ มีส่วนช่วยสนับสนุนในการอนุรักษ์พลังงานเป็นอย่างมาก

P. Raynham และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาระบบแสงสว่าง พบว่า แสงจากธรรมชาติในอาคารสำนักงาน จำเป็นต้องได้รับการออกแบบอย่างถูกต้องตามหลักของสถาปัตยกรรม เพื่อให้แสงสว่างสามารถส่องได้ในระยะไกล ไปจนถึงภายในอาคารได้ ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบระบบแสงสว่าง คือ ความเข้มของแสง, ฟลักซ์การส่องสว่าง และการส่องสว่างของแสง ระดับของความสว่างได้ถูกกำหนดไว้ให้เหมาะสมกับพื้นที่และสอดคล้องกัน โดยที่ความหนาแน่นของฟลักซ์การส่องสว่างต่อพื้นที่ มีหน่วยเป็นลูเมนต่อตารางเมตร (lm/m^2) หรือ ลักซ์ (Lux (Lx)) [10]

D. V. Chadderton (2007) ได้ทำการศึกษาด้านแสงสว่างกับระบบอาคาร และพบว่า แสงที่มีคุณภาพ เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ เนื่องจากแสงจะส่งผลกระทบต่ออารมณ์ของมนุษย์ ซึ่งการมองเห็นจะส่งผลไปถึงความรู้สึกด้วย ระบบไฟส่องสว่างสามารถแบ่งได้เป็น แสงสว่างทางตรง และแสงสว่างทางอ้อม ขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น แสงในบรรยากาศ

ป้ายไฟ ไฟเพื่อการรักษาความปลอดภัย และไฟถนน ระบบไฟฟ้าส่องสว่างมีหลายลักษณะ ถ้าเป็นด้านพลังงาน ก็จะหมายถึงการใช้พลังงานของระบบแสง อายุการใช้งาน อุณหภูมิ และสีของแสง [11]

กิตติ ตีรบรรณวิทย์ (2556) ศึกษาการบูรณาการการจัดการพลังงานและการบริหารความเสี่ยงของระบบแสงสว่างในสถานบริการบริการเชื้อเพลิงในประเทศไทย โดยพิจารณาบริเวณร้านสะดวกซื้อ, อาคารคลุมแทนจ่าย และพื้นที่โดยรอบ ในการศึกษา มีการประยุกต์ใช้หลอดไฟแอลอีดี ขนาด 20 วัตต์ ที่ร้านสะดวกซื้อ, หลอดไฟแอลอีดี ขนาด 110 วัตต์ ที่อาคารคลุมแทนจ่าย และหลอดไฟแอลอีดี ขนาด 180 วัตต์ ที่พื้นที่โดยรอบ ด้วยการใช้ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR), และระยะเวลาคืนทุน (P/B) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า โครงการสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 62,844 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟได้ 251,377 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 4.0 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,134,551 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 26 และสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 52 ในกรณีขยายผลโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดแอลอีดี สำหรับสถานบริการเชื้อเพลิงส่วนใหญ่ของประเทศไทย จำนวน 6,100 สถานี พบว่าโครงการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 304,585,200 หน่วยต่อปี เทียบเท่ากับการลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติ 801 ล้านบาท และเทียบเท่ากับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ขนาด 35 เมกะวัตต์ และลดการปล่อย CO₂ ลงได้ 155,643 ตันต่อปี [12]

สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข (2556) ศึกษาการจัดการพลังงานและการบริหารความเสี่ยงของระบบแสงสว่างในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้หลอดไฟแอลอีดี โดยเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ (T8) เป็นหลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ 20 วัตต์, เปลี่ยนหลอดเมทัลฮาไลด์ 250 วัตต์ เป็นหลอดแอลอีดี 110 วัตต์ และเปลี่ยนหลอดไฮเบย์ 400 วัตต์ เป็นหลอดไฮเบย์แอลอีดี 170 วัตต์ ด้วยการใช้ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR), และระยะเวลาคืนทุน (P/B) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 12.22 ล้านบาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 26.3 โดยมีระยะเวลาคืนทุนเพียง 4.0 ปี และสามารถลดการใช้พลังงานได้ร้อยละ 60 [13]

มนตรี ยินชา คณะเศรษฐศาสตร์ (2556) ศึกษาความคุ้มค่าของการเปลี่ยนหลอดไฟเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หอพักชาย 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอดไฟ T5 และวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอดไฟ LED T5 โดยการวิเคราะห์ความคุ้มค่าของการเปลี่ยนหลอดไฟเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้านี้ โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คือ ระยะเวลาคืนทุน, อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน จากผลการศึกษาความคุ้มค่าของการเปลี่ยนหลอดไฟเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หอพักชาย 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าค่าต้นทุนการเปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอดไฟ T5 เท่ากับ 119,725 บาท และต้นทุนการเปลี่ยนหลอดไฟ T8 เป็นหลอดไฟ

ฟ้า LED T5 เท่ากับ 408,750 บาท ผลประโยชน์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า T5 เท่ากับ 42,724.8 บาทต่อปี และผลประโยชน์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED T5 เท่ากับ 80,808 บาทต่อปี ผลการศึกษาความคุ้มค่าของการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หอพักชาย 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าระยะเวลาการคืนทุนจากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า T5 เท่ากับ 2.8 ปี หรือ 2 ปี 9 เดือน ผลตอบแทนต่อต้นทุน จากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า T5 เท่ากับ 1.35 อัตราผลตอบแทนภายใน จากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า T5 เท่ากับ 23.02% และระยะเวลาการคืนทุนจากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED T5 เท่ากับ 4.88 ปี หรือ 4 ปี 9 เดือน ผลตอบแทนต่อต้นทุน จากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED T5 เท่ากับ 0.78 อัตราผลตอบแทนภายใน จากการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED T5 เท่ากับ 0.83% ดังนั้นสรุปได้ว่า หอพักชาย 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ควรเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้า T5 มากกว่า เปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้า LED T5 [14]

อัคราวุฒิ ครองยุติ, พัฒนะ รักความสุข และกุลกานา กุบาฮา (2556) ศึกษาการจัดการพลังงานในอาคารสาธารณะแห่งหนึ่งซึ่งเป็นอาคารควบคุม เพื่อลดภาระการใช้พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพในระบบการจัดการพลังงาน โดยการวิเคราะห์การปรับปรุงประสิทธิภาพโคมไฟฟ้าหลอดไลท์พร้อมหลอดเมทัลฮาไลต์ 4x250 วัตต์ เปลี่ยนเป็นโคมไฟฟ้าไฮเบย์แอลอีดี 4x150 วัตต์ ที่บริเวณหลังคาชั้น 4 และเปลี่ยนโคมไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงพร้อมเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T5 แทนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เดิม ในบริเวณโถงทางเดินยาว โดยใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คือ การลดค่าไฟฟ้า, มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทนภายในจากการลงทุน และระยะเวลาคืนทุน ผลจากการศึกษางานวิจัยนี้พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่าง บริเวณหลังคาอาคารชั้น 4 โดยการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า สามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 6,632,570 บาทต่อปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 11,710,985 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 10 และมีระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้น 3.98 ปี ในขณะที่การปรับปรุงประสิทธิภาพบริเวณโถงทางเดินยาว สามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 361,425 บาทต่อปี คิดเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -489,403 บาท อัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ -10.6 เมื่อพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่มีค่าต่ำกว่าศูนย์ และมีอัตราผลตอบแทนภายในต่ำกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ อีกทั้งยังไม่สามารถหาระยะเวลาคืนทุนเบื้องต้นได้ ดังนั้น บริเวณโถงทางเดินยาว จึงไม่คุ้มค่าสำหรับการลงทุนที่อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ร้อยละ 8 [15]

ประภาศิศิลป์ เอนกสุวรรณมณี (2556) ศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า กองดุริยางค์ทหารบก กองทัพบก กระทรวงกลาโหม โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T5 ของกองดุริยางค์ทหารบก โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์

เซนต์ T5 จำนวน 4,000 หลอด ระยะเวลาดำเนินการ 12 เดือน โดยวิเคราะห์หามูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV (Net Present Value) จากผลการศึกษา สรุปได้ว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T5 สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายลงได้ 10,173,230.74 บาท ในระยะเวลา 12 เดือน หรือคิดเป็นร้อยละ 15 [16]

กองพัฒนาระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิจัยและพัฒนาระบบไฟฟ้าและสำนักงานบริหารจัดการเพื่อการประหยัดพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค วิเคราะห์โครงการนำร่องติดตั้งหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานแบบ LED ภายในอาคาร 4 สูง 24 ชั้น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่ ด้วยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED จำนวน 5,000 หลอด โดยวิเคราะห์การประหยัดพลังงานไฟฟ้า ลดค่าใช้จ่าย และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากผลการศึกษา สรุปได้ว่าการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 เป็นหลอดไฟฟ้า LED สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ 0.318 ล้านหน่วย/ปี ลดค่าใช้จ่ายลงได้ 1.17 ล้านบาท/ปี ตลอดจนลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ได้ประมาณ 173 ตันต่อปี [17]

จากข้อมูลที่แสดงในบทความ นิตยสาร และงานวิจัยต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น เป็นเหตุจูงใจที่สำคัญในการทำงานวิจัยนี้ เนื่องจากเทคโนโลยีอันทันสมัยที่เป็นไปอย่างก้าวกระโดดของหลอดไฟฟ้แอลอีดี ซึ่งมีการพัฒนาคุณภาพมากขึ้น และมีแนวโน้มในส่วนของราคาที่ลดลง ทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างคุ้มค่า และเกิดประสิทธิภาพในการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสูงสุด รวมทั้งอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไปในคราวเดียวกันด้วย และเพื่อต้องการศึกษาพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย โดยการศึกษาแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า (Energy Efficiency) และรวมถึงการเสนอแนวทางการดำเนินการใช้พลังงานไฟฟ้า (The Optimal Energy Management) โดยผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การศึกษาวิจัยนี้จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของชาติลงได้ รวมถึงลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อนลงได้อีกทางหนึ่งด้วย

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 ภาพรวมและเทคนิคของงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย กรณีศึกษาการประยุกต์ใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) โดยนำวิธีวิจัยเชิงการออกแบบจริงมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาปัจจัยประกอบการเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย กล่าวคือเบื้องต้นเริ่มทำการศึกษารูปร่างลักษณะต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานที่นำมาทำการวิจัย ในที่นี้หมายถึง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ซึ่งมีขนาดพื้นที่มากกว่า 10,000 ตารางเมตร (อาคารขนาดใหญ่พิเศษ) โดยสามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 ส่วน ด้วยกันคือ พื้นที่ปรับอากาศ อาทิเช่น พื้นที่โถงพักคอย, พื้นที่ขายสินค้า, พื้นที่สำนักงาน, ห้องสำนักงาน, ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง, ห้องระบบควบคุม, ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน เป็นต้น พื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาทิเช่น ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องไฟฟ้าย่อย, บันไดเมน, บันไดย่อย, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย, ห้องน้ำส่วนกลางชาย, ห้องน้ำส่วนกลางหญิง, ห้องน้ำสำนักงานชาย, ห้องน้ำสำนักงานหญิง และห้องน้ำคนพิการ เป็นต้น และพื้นที่จอดรถ อาทิเช่น ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์ เป็นต้น อีกทั้งต้องทำการศึกษาคูณสมบัติของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าต่างๆ สำหรับการพิจารณาในการเลือกใช้สำหรับการออกแบบ อาทิเช่น การเลือกใช้โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่โถงพักคอยชั้นล่างของอาคาร, โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ขายสินค้า, โคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ห้องน้ำและทางเดิน, โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 ชนิดติดลอยกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ลานจอดรถ, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ห้องไฟฟ้าย่อย, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องปั้มน้ำ และบันได และโคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน สำหรับพื้นที่ทำงาน, พื้นที่เก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม จากนั้นทำการศึกษามาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) และที่สำคัญที่สุดคือการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่เป็นที่ยอมรับและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ด้วยการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับพื้นที่ใช้สอยต่างๆ ในส่วนของอาคารสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรมในทุกๆ ประเภท โดยนำค่าต่างๆที่ได้จากการ

คำนวณ มาทำการวิเคราะห์ลักษณะการใช้พลังงาน และศึกษาแนวทางในการจัดการพลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย และทำการออกแบบในรูปแบบใหม่ด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) โดยทำการศึกษาและตรวจวิเคราะห์ในด้านของค่าพลังงาน ค่าทางไฟฟ้าและค่าความส่องสว่างของแสงสว่าง เปรียบเทียบกับการออกแบบในรูปแบบเดิม และนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านการบริหารจัดการ ตลอดจนทั้งการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการดำเนินโครงการจากการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้อง โดยใช้ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR), อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C) และมูลค่าจุดคุ้มทุน (P/B) พร้อมทั้งนำเสนอแนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการนำอุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงมาใช้ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย โดยการจำลองผลการดำเนินโครงการผ่านนโยบายการสนับสนุนในรูปแบบต่างๆ จากภาครัฐบาล และท้ายที่สุด นำเสนอแนวทางการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย โดยรายละเอียดแนวทางในการดำเนินงานวิจัยแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 แนวทางในการดำเนินงานวิจัย

3.2 การศึกษาลักษณะรูปแบบต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

การศึกษาลักษณะรูปแบบต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานของโครงการวิจัยนี้ได้นำเอาอาคารควบคุมที่มีพื้นที่มากกว่า 10,000 ตารางเมตร และมีความสูง 18 ชั้น (78.95 เมตร) หรือที่เรียกว่า ‘อาคารขนาดใหญ่พิเศษ’ มาเป็นตัวอย่างอาคารสำนักงานในประเทศไทย การศึกษาวิจัย โดยศึกษา ลักษณะของพื้นที่ที่ใช้งาน ซึ่งถูกแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันดังนี้

3.2.1 พื้นที่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ อาทิเช่น พื้นที่โถงพักคอยชั้นล่างของอาคาร, พื้นที่ขายสินค้า, พื้นที่เก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม

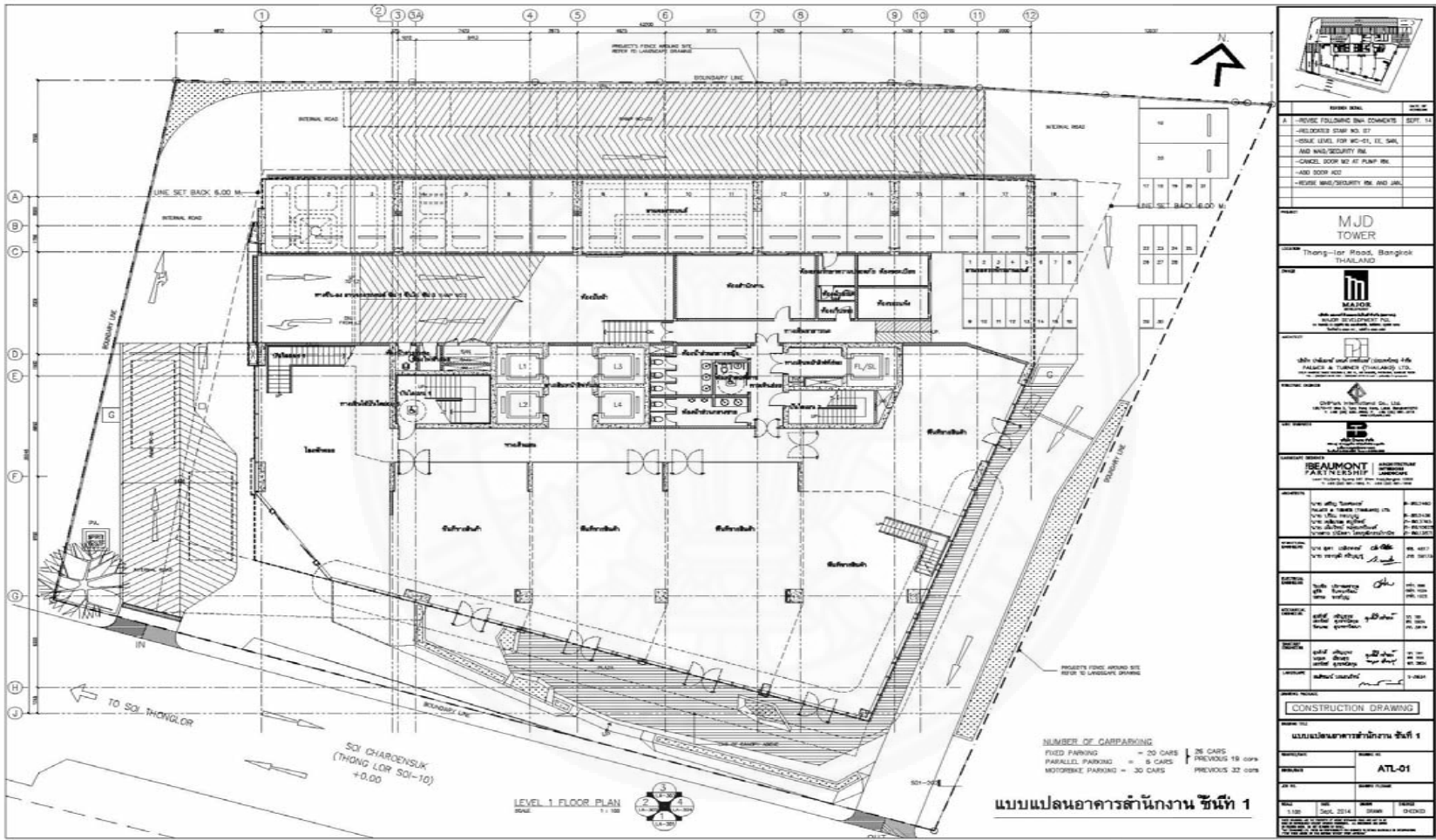
3.2.2 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาทิเช่น พื้นที่ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ห้องไฟฟ้าย่อย, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องปั๊มน้ำ, บันได พื้นที่ห้องน้ำและทางเดิน

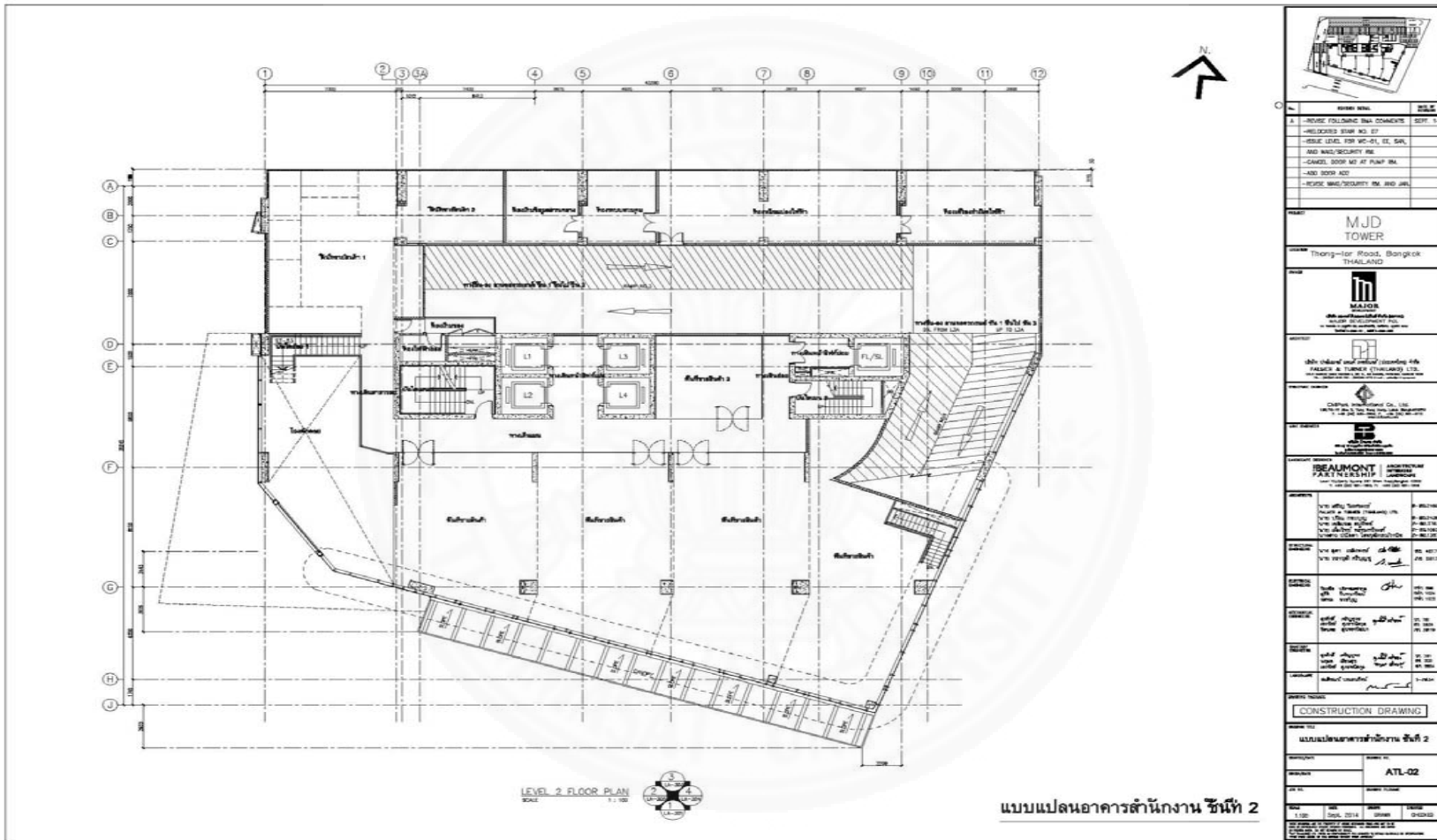
3.2.3 พื้นที่จอดรถ

พื้นที่จอดรถ อาทิเช่น พื้นที่ลานจอดรถยนต์ และพื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์

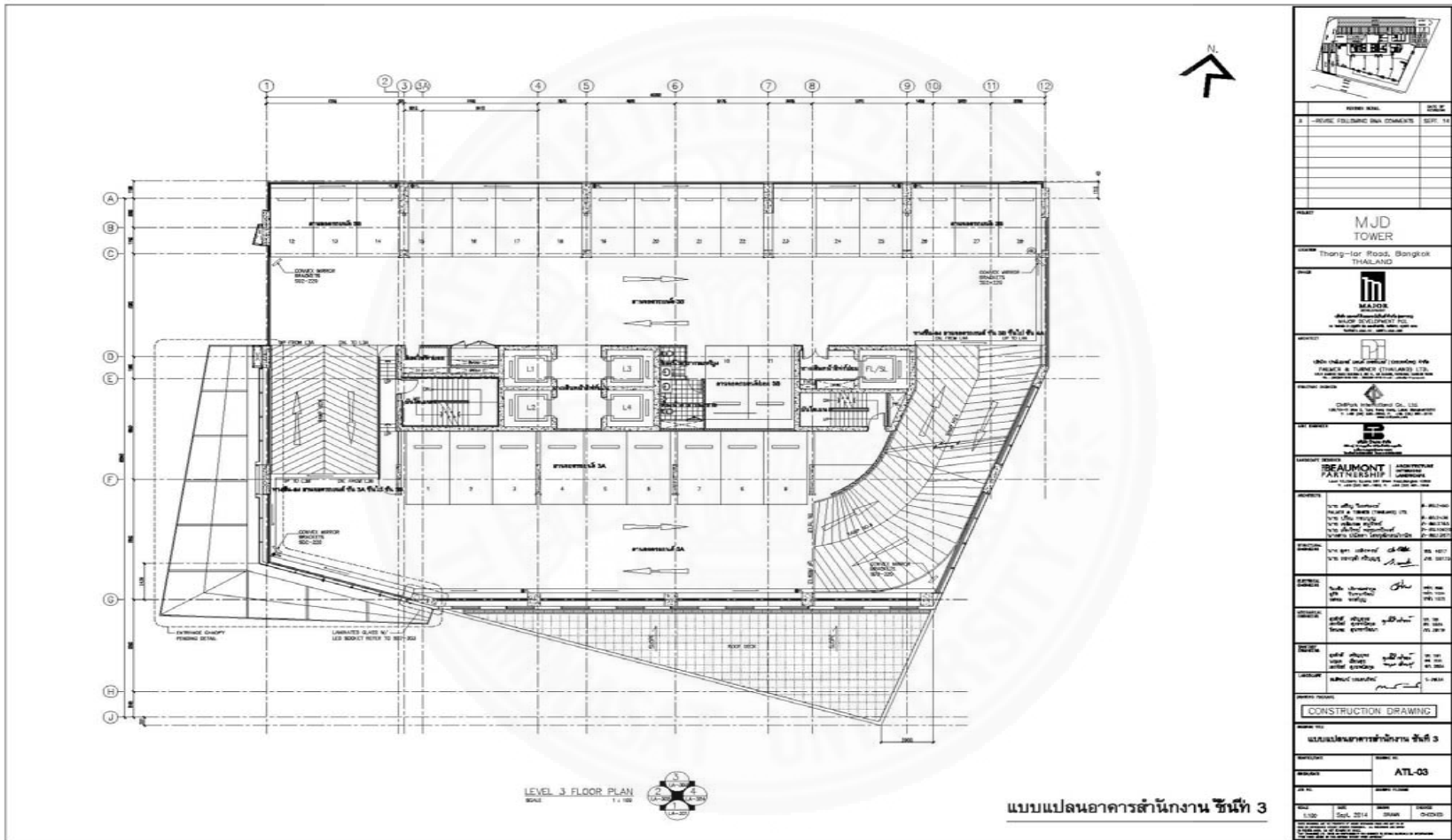
ทั้งนี้ต้องทำการศึกษาลักษณะพื้นที่ของห้อง อาทิเช่น ความกว้าง ความยาว ความสูง (หน่วยเป็นเมตร) ลักษณะของพื้นที่ห้อง ผนังห้อง รวมทั้งลักษณะของฝ้าเพดานในห้องนั้นๆ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานต่อไป และรูปร่างลักษณะของอาคารสำนักงานสูง จำนวนรวม 18 ชั้นนี้ สามารถแสดงได้ดังภาพที่ 3.2 ถึง ภาพที่ 3.19 ตามลำดับ



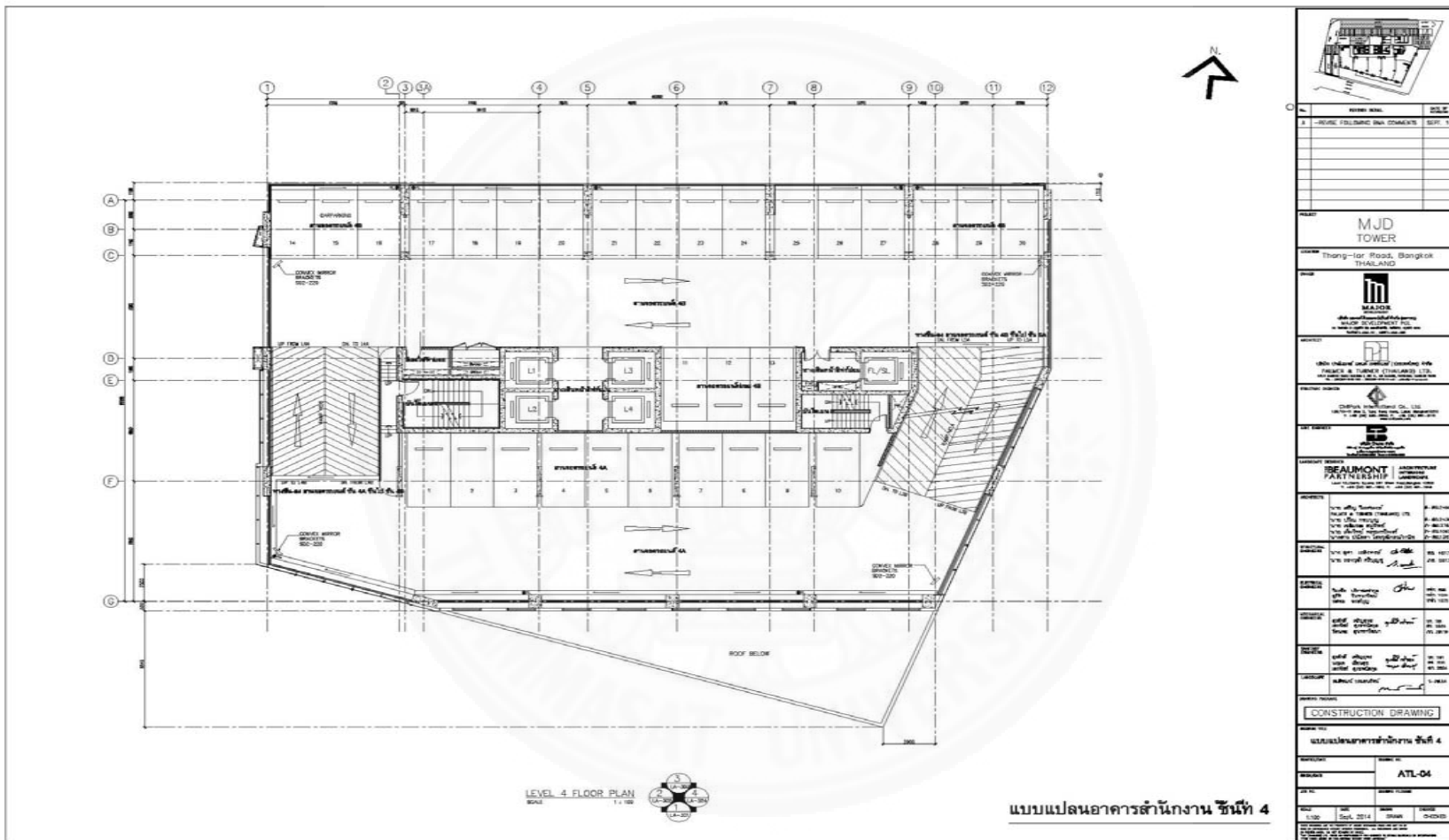
ภาพที่ 3.2 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1. จาก <https://www.wearqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



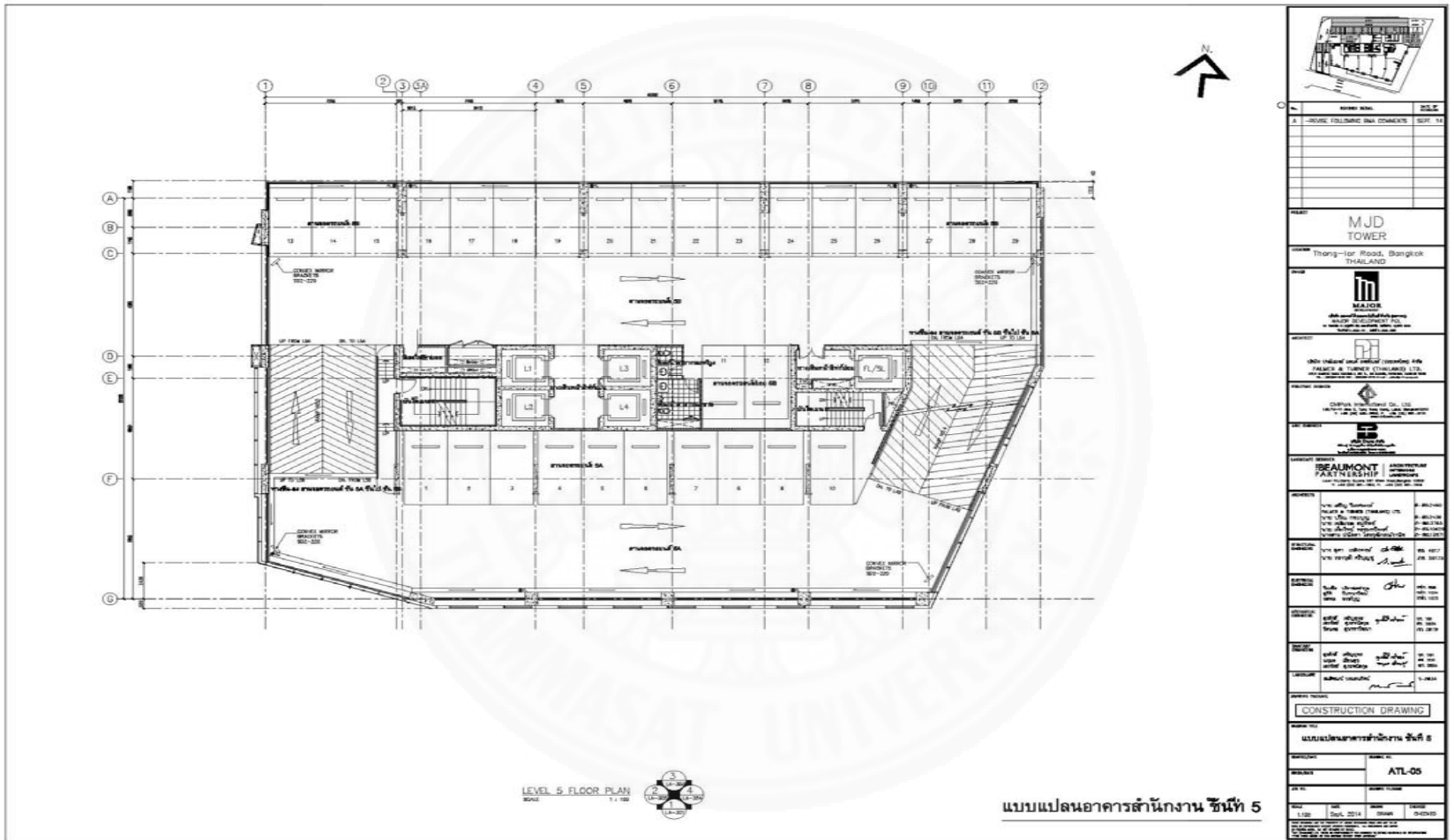
ภาพที่ 3.3 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 2. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



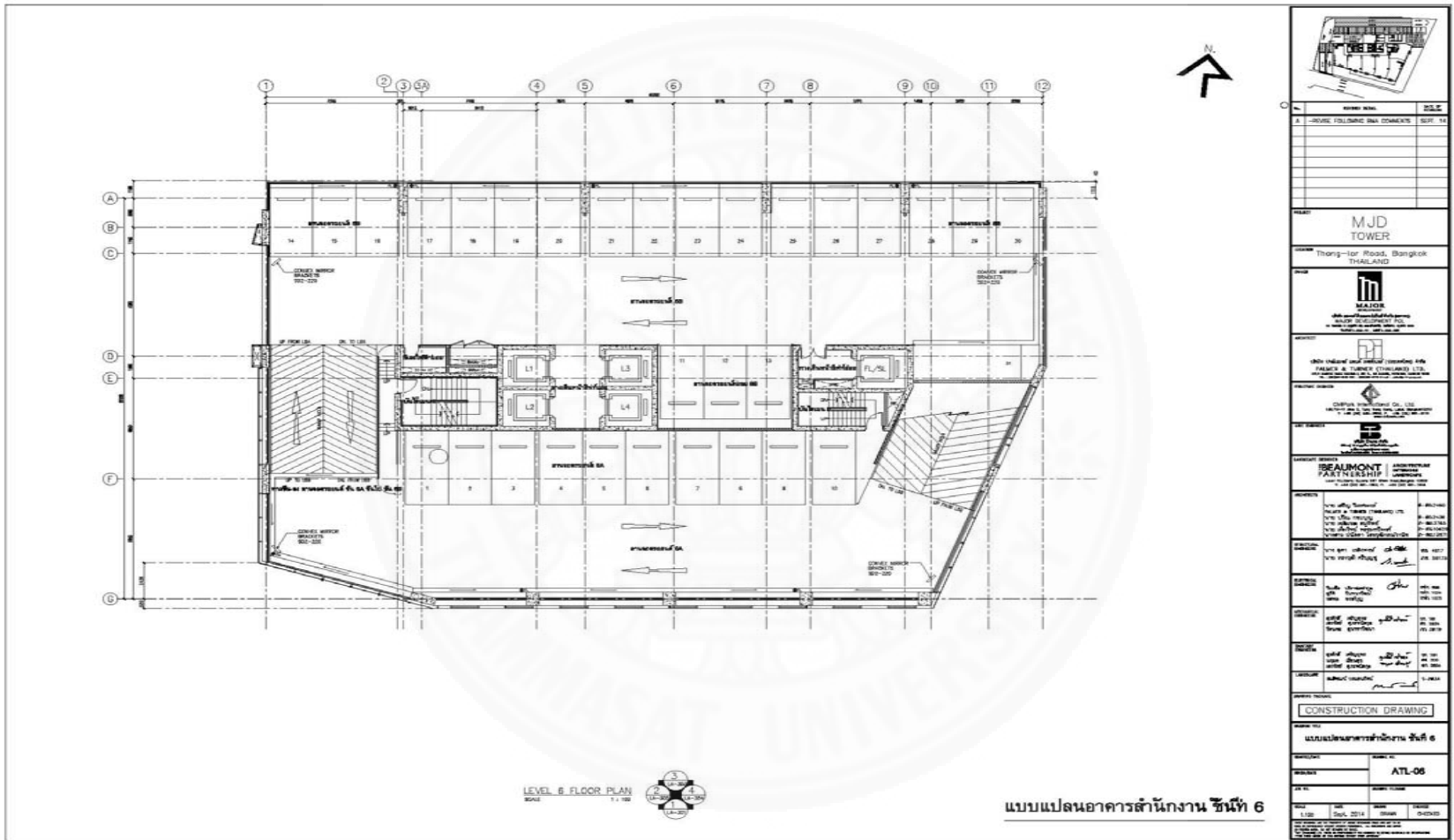
ภาพที่ 3.4 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 3. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด, 2559



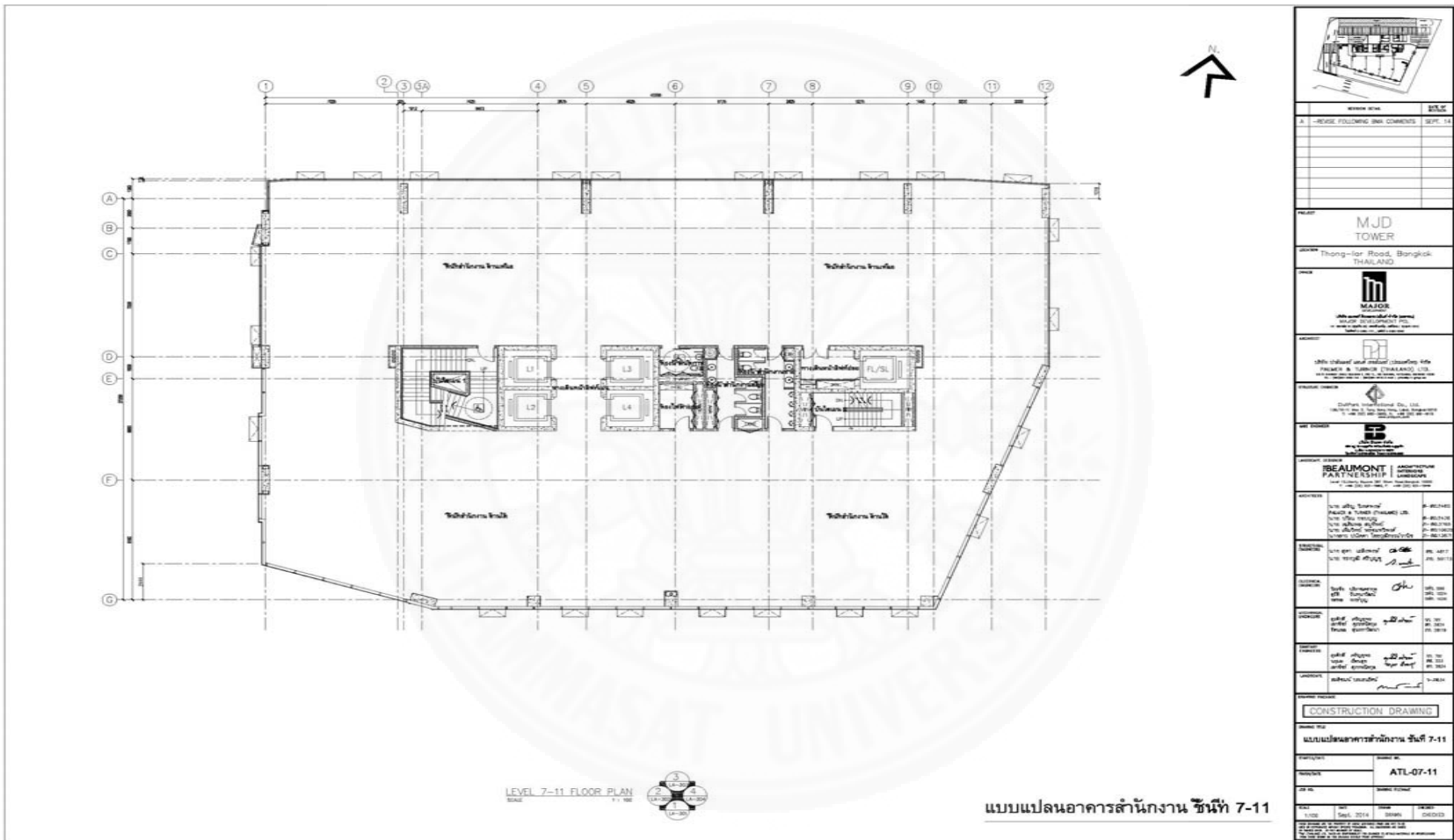
ภาพที่ 3.5 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 4. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



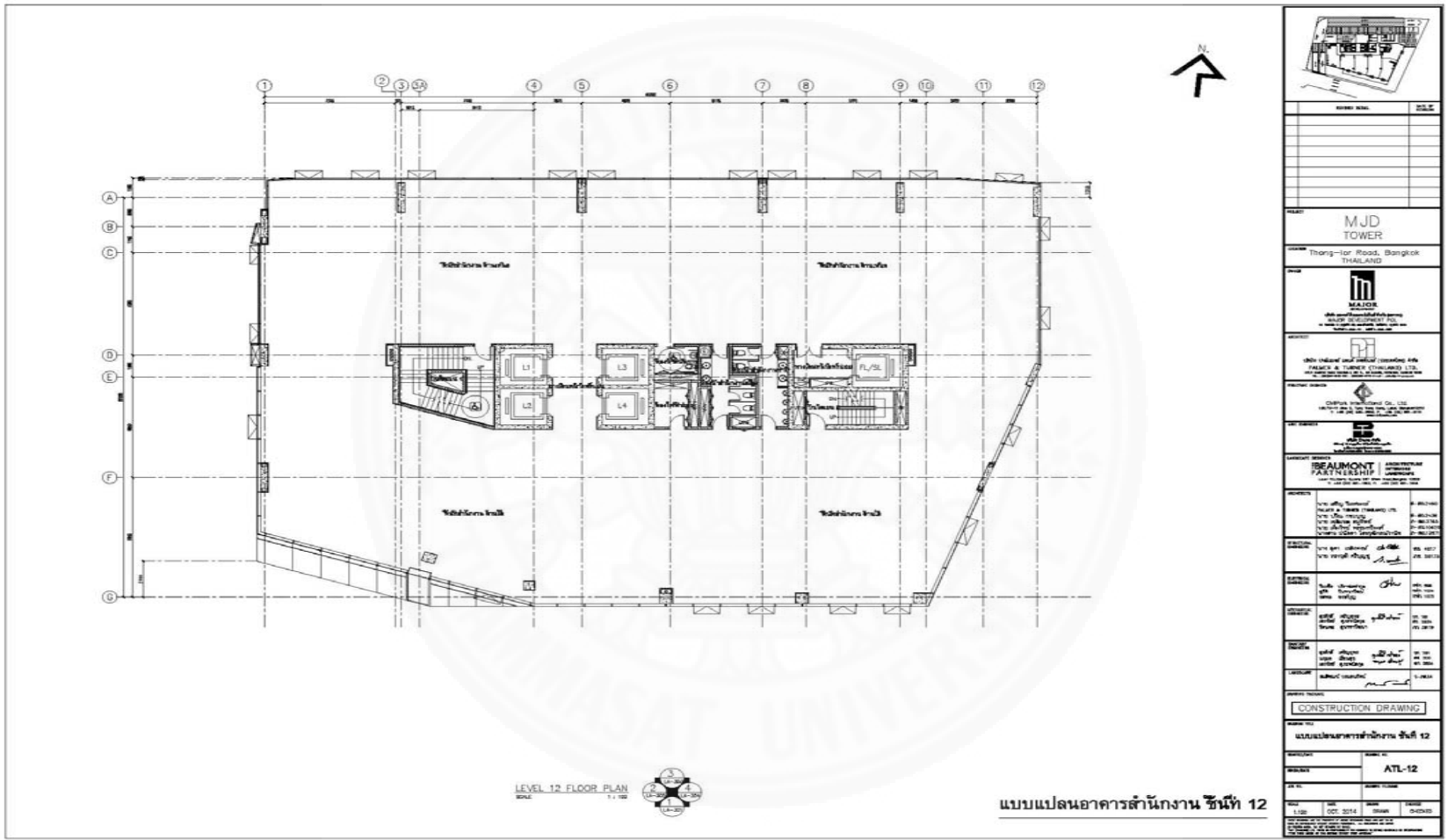
ภาพที่ 3.6 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 5. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



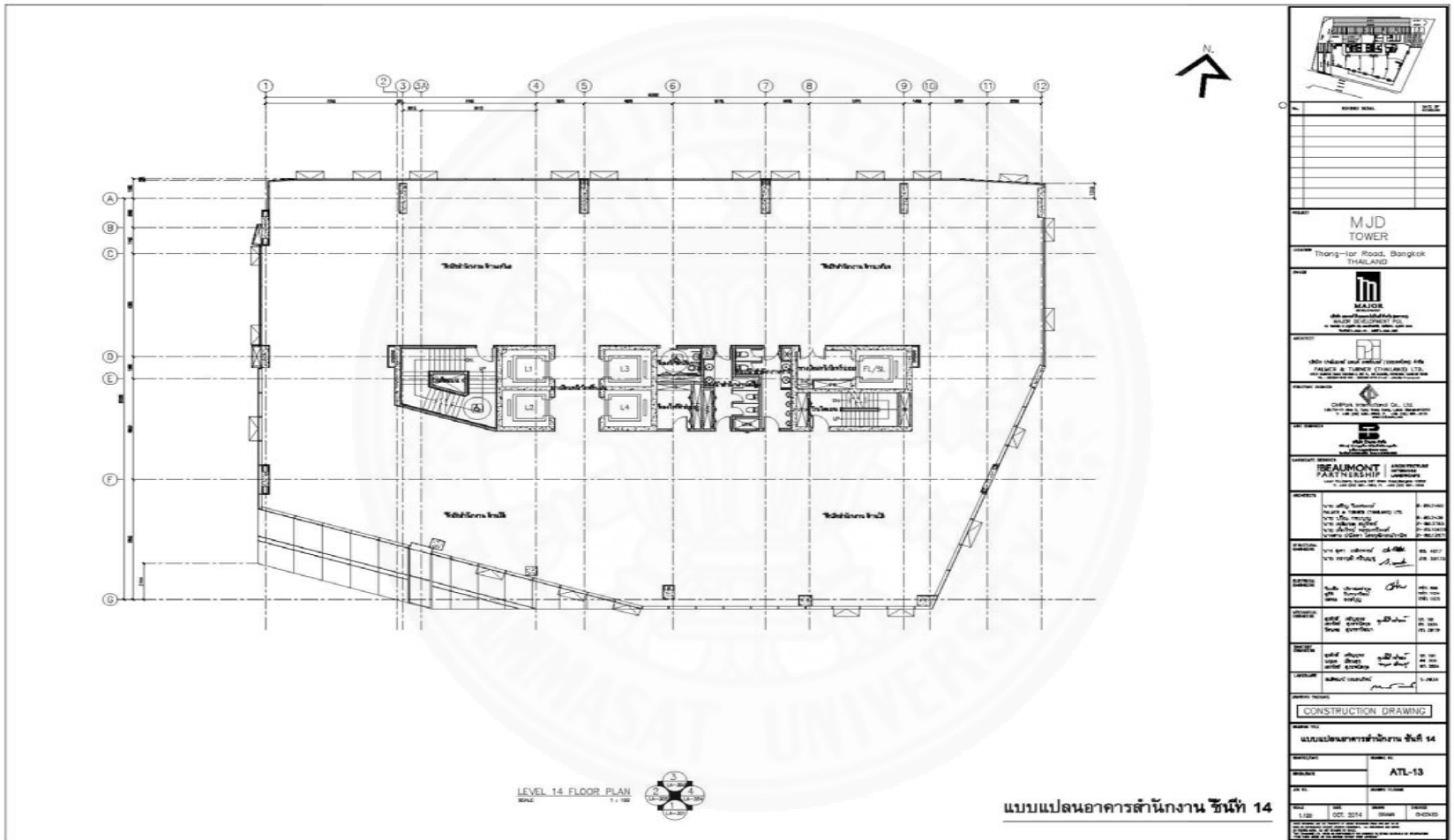
ภาพที่ 3.7 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 6. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



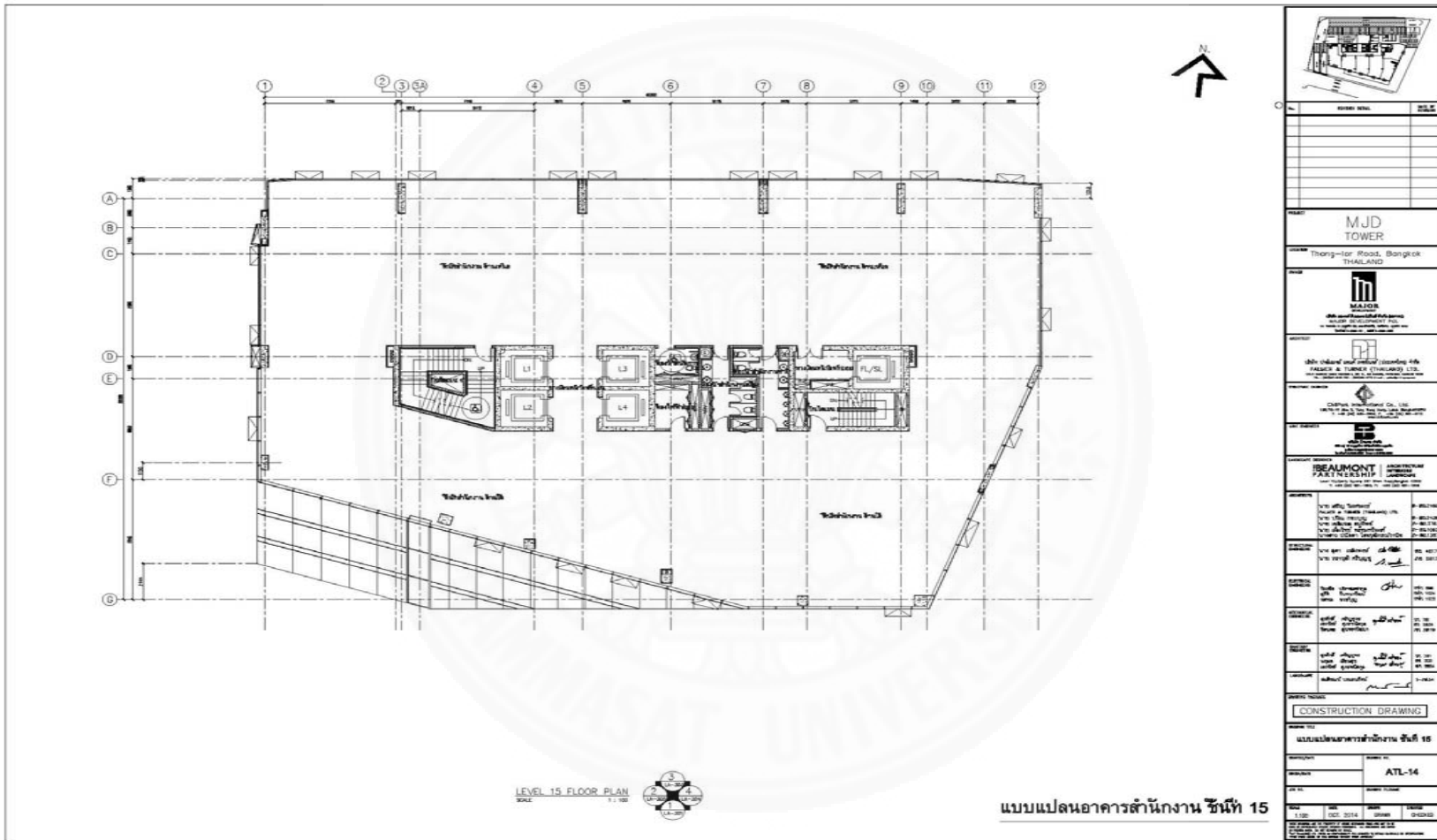
ภาพที่ 3.8 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 7-11. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



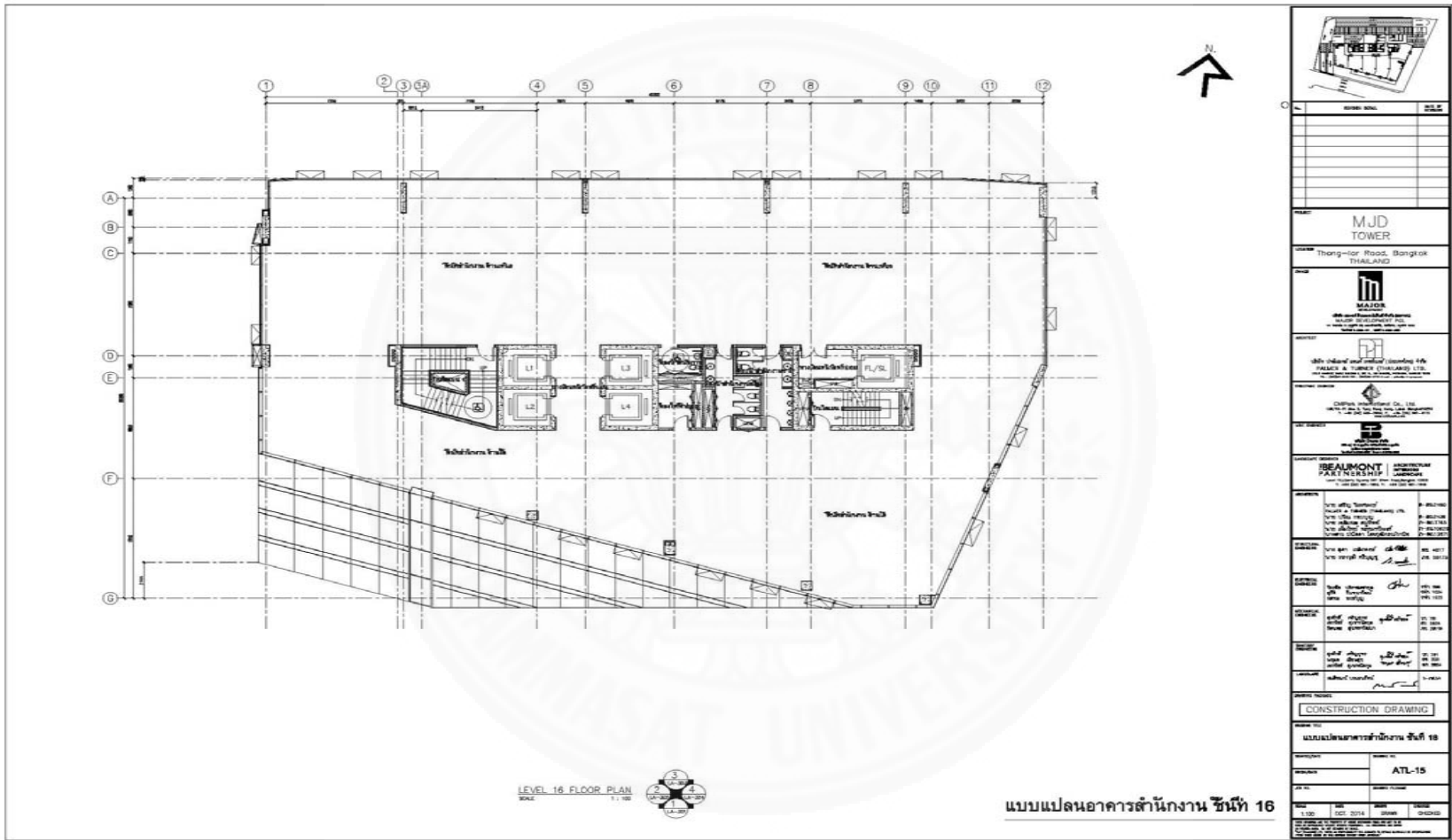
ภาพที่ 3.9 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 12. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสดีเอ็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



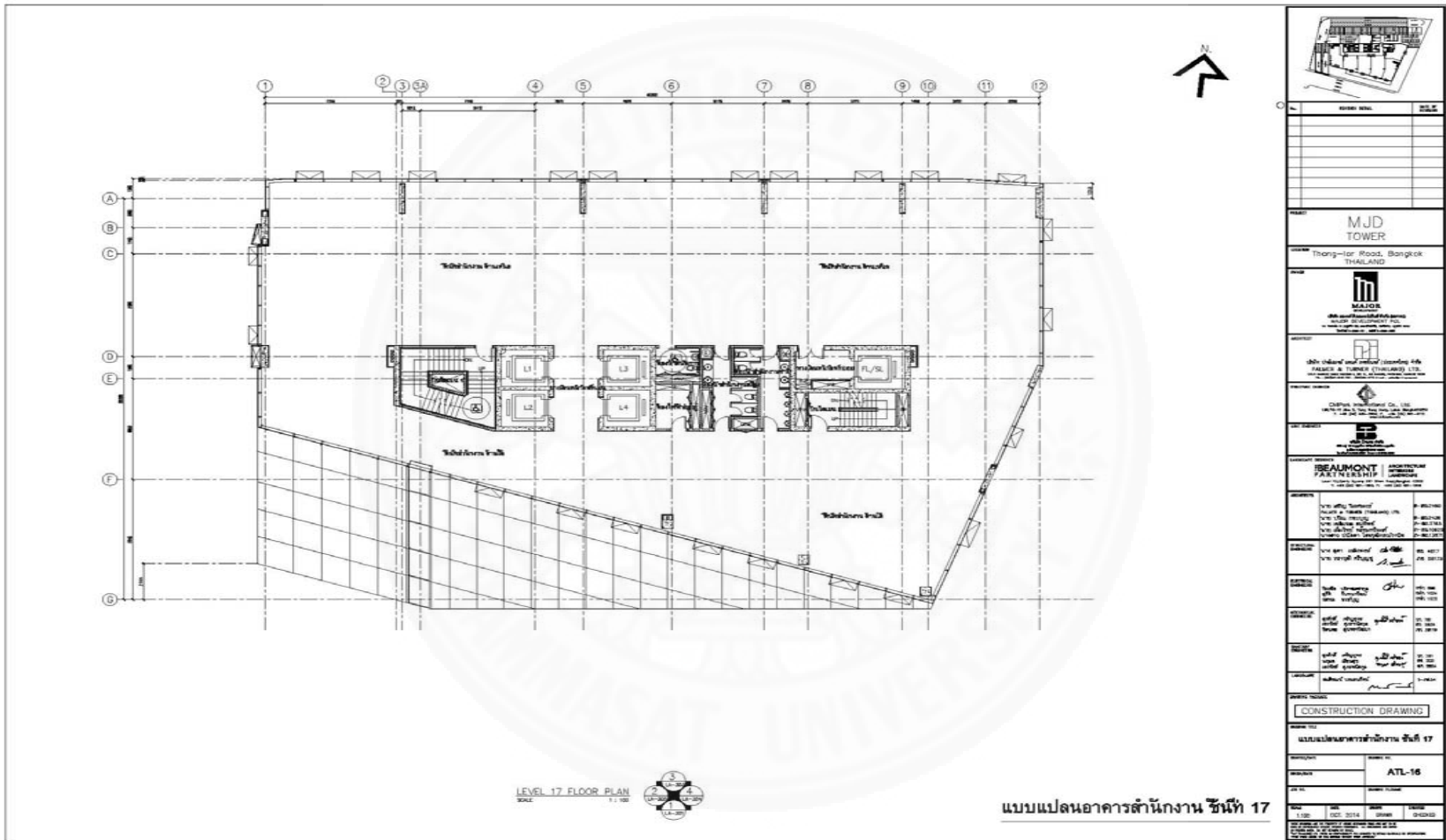
ภาพที่ 3.10 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 14. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



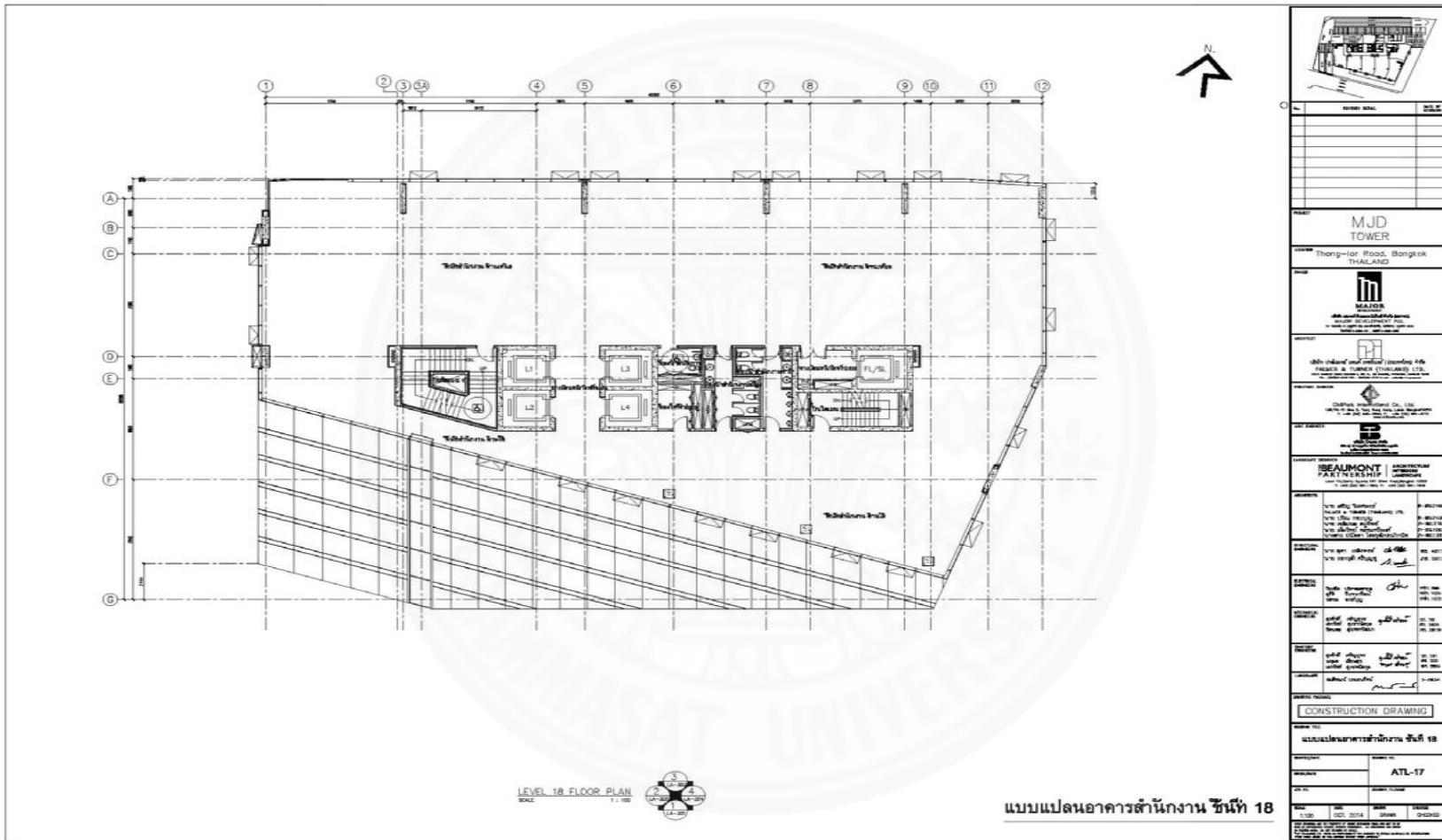
ภาพที่ 3.11 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 15. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



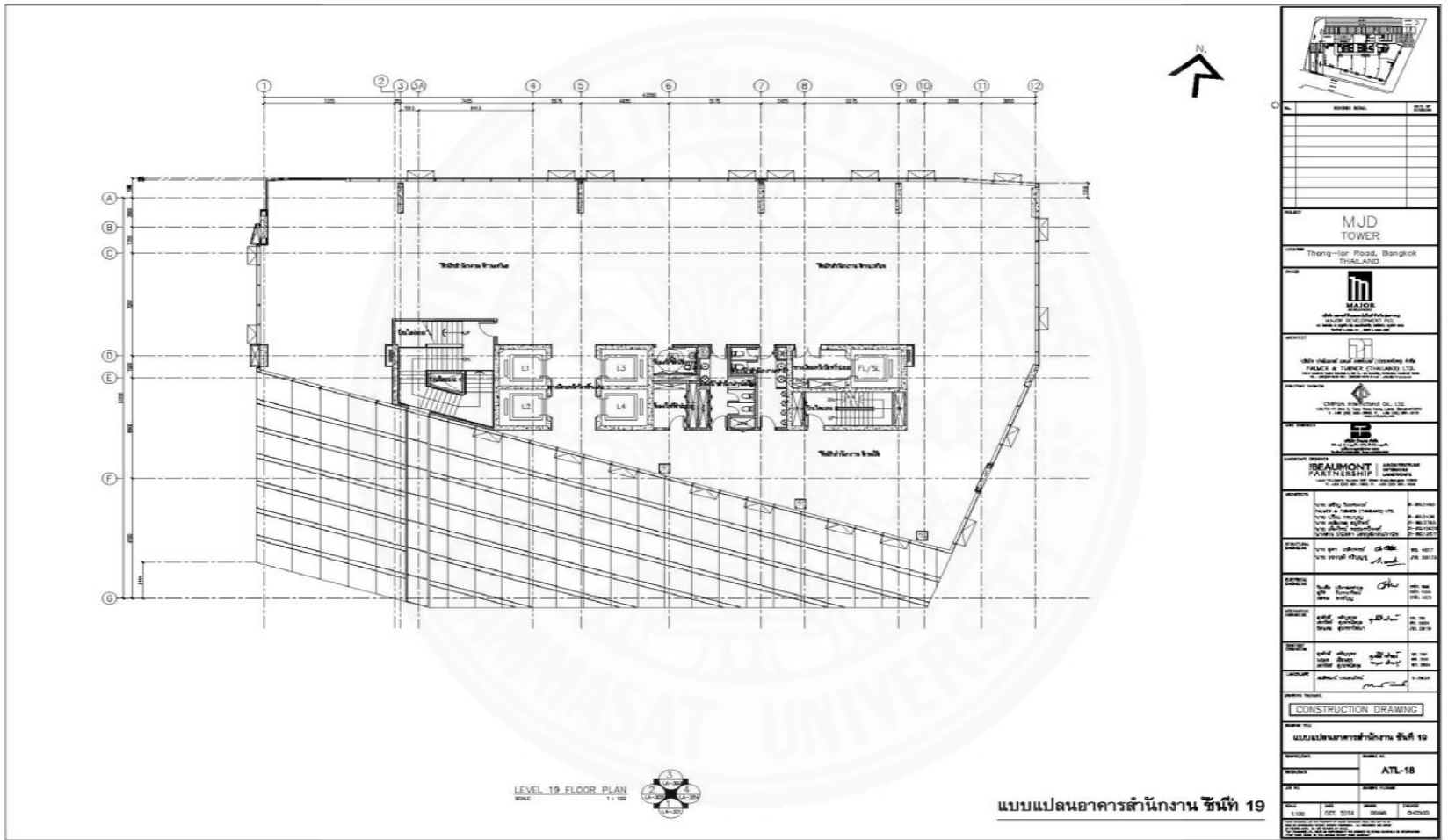
ภาพที่ 3.12 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 16. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



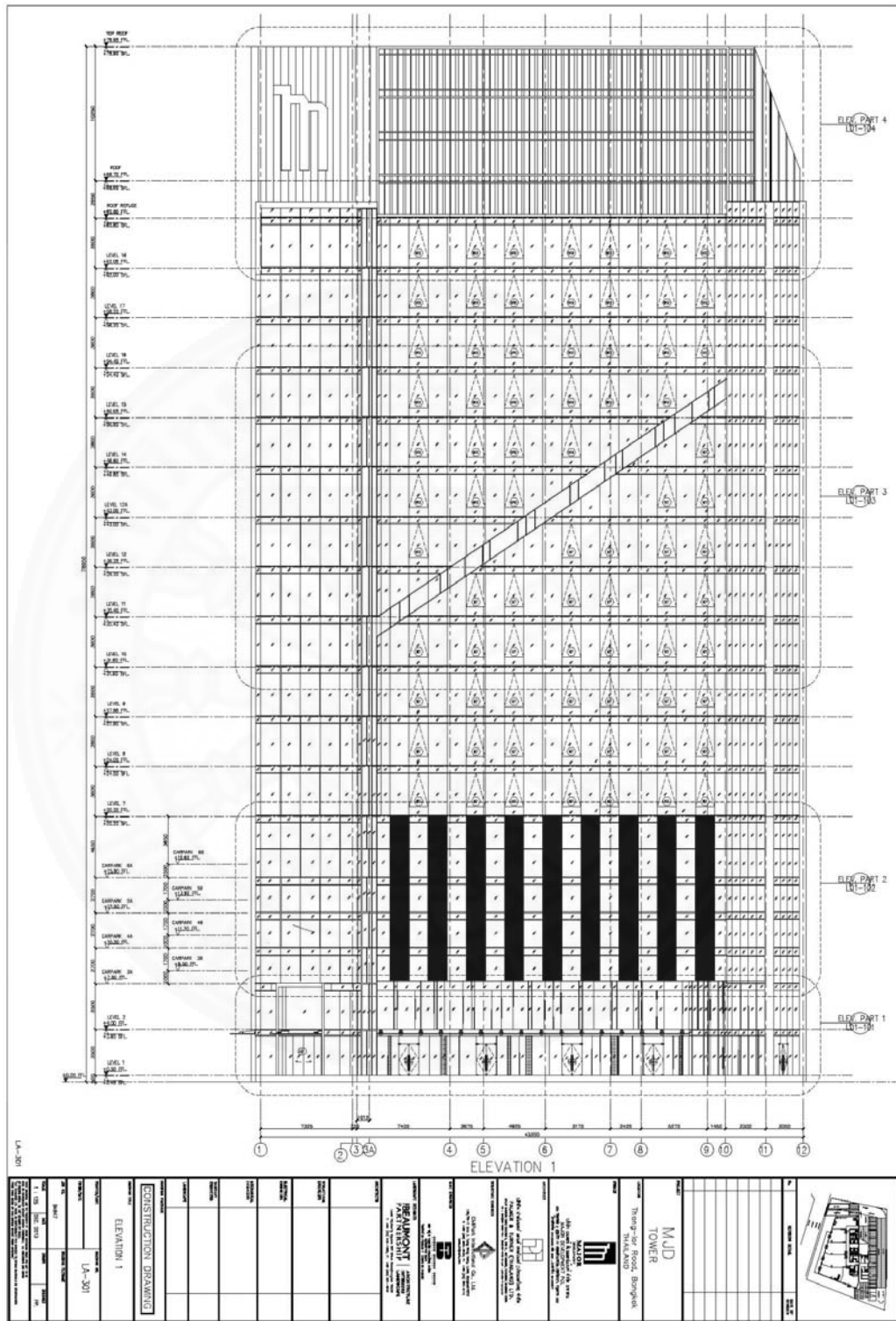
ภาพที่ 3.13 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 17. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



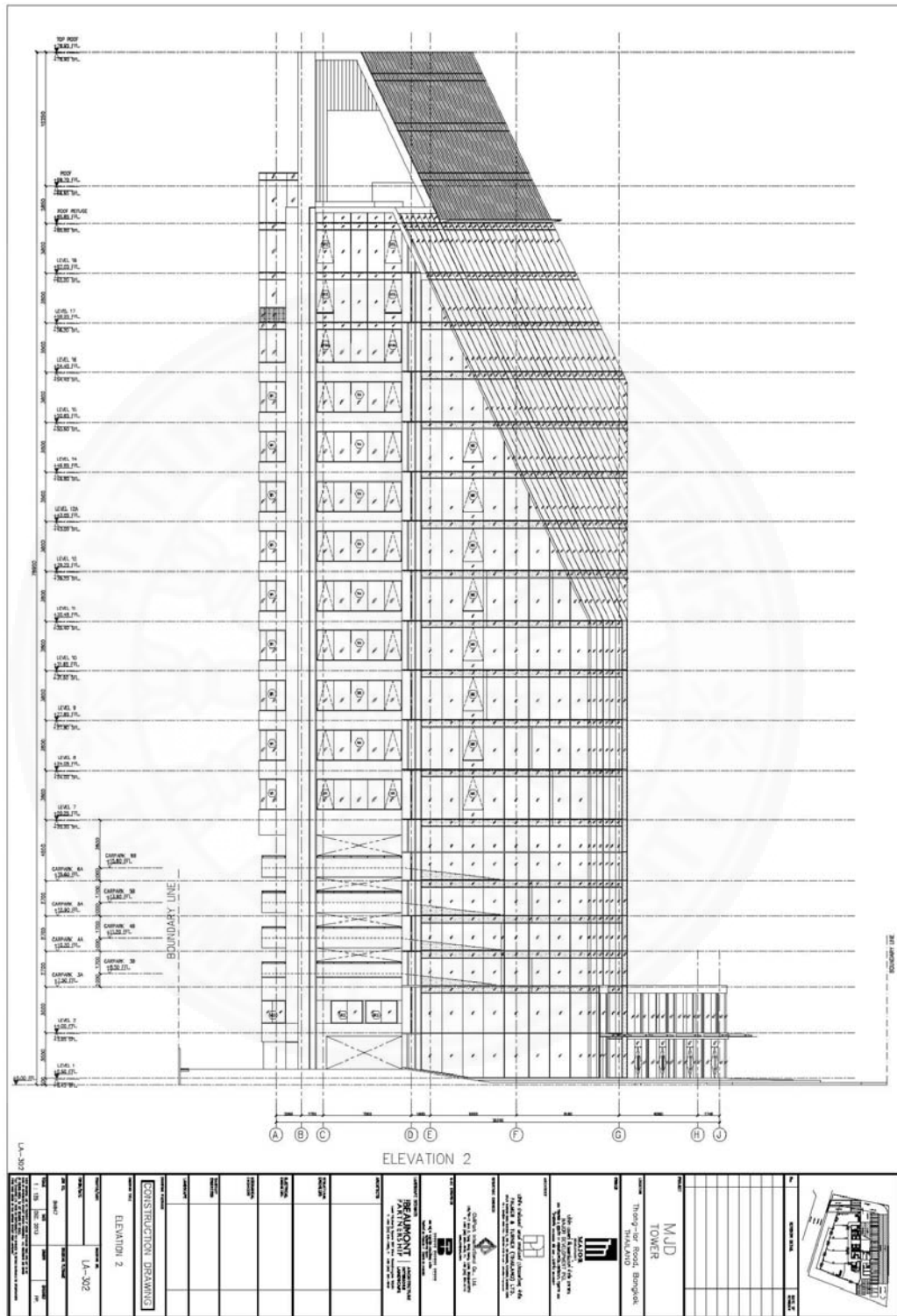
ภาพที่ 3.14 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 18. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด, 2559



ภาพที่ 3.15 แบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 19. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559

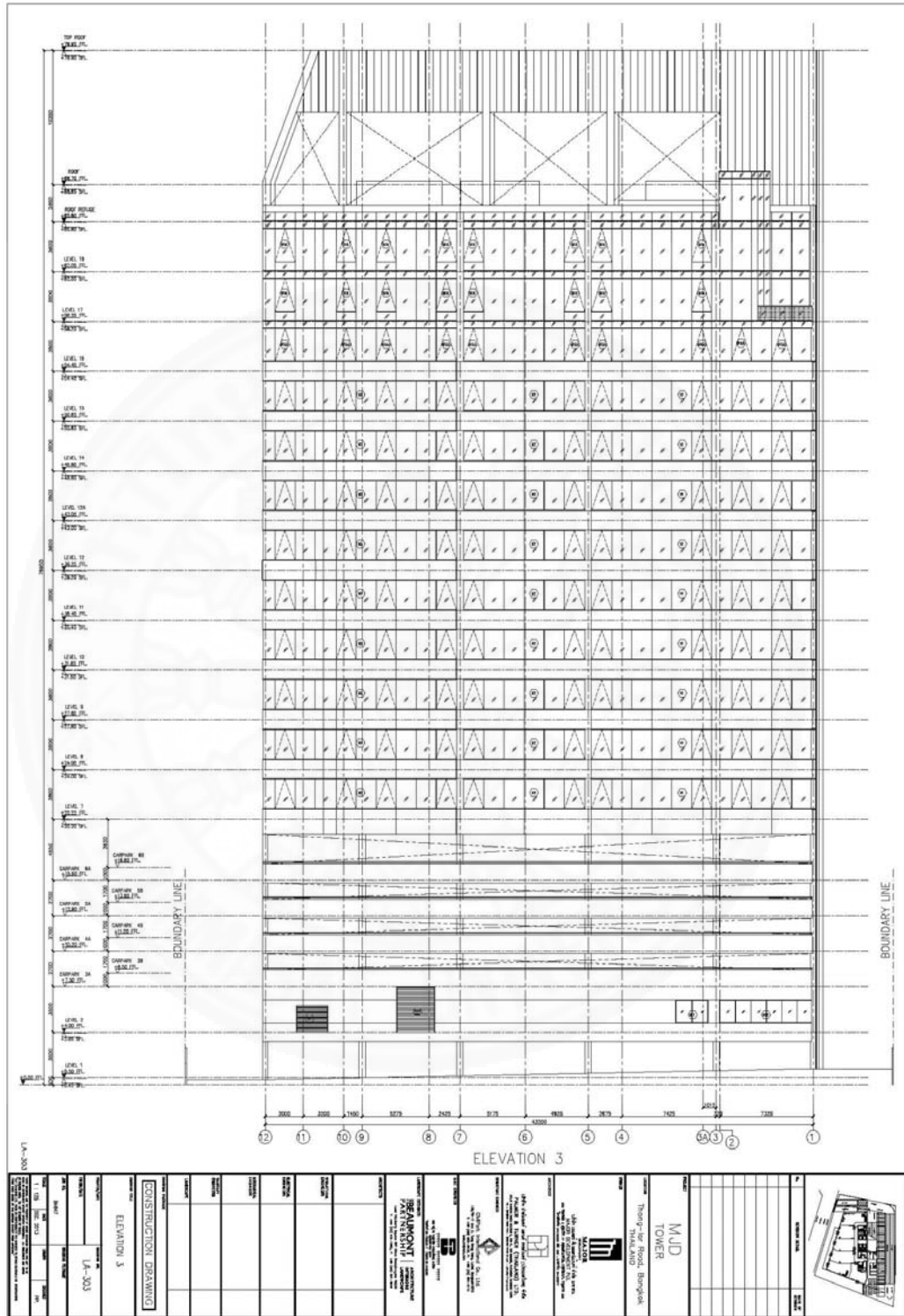


ภาพที่ 3.16 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 1. จาก <https://www.weareqsec.com>
 โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559

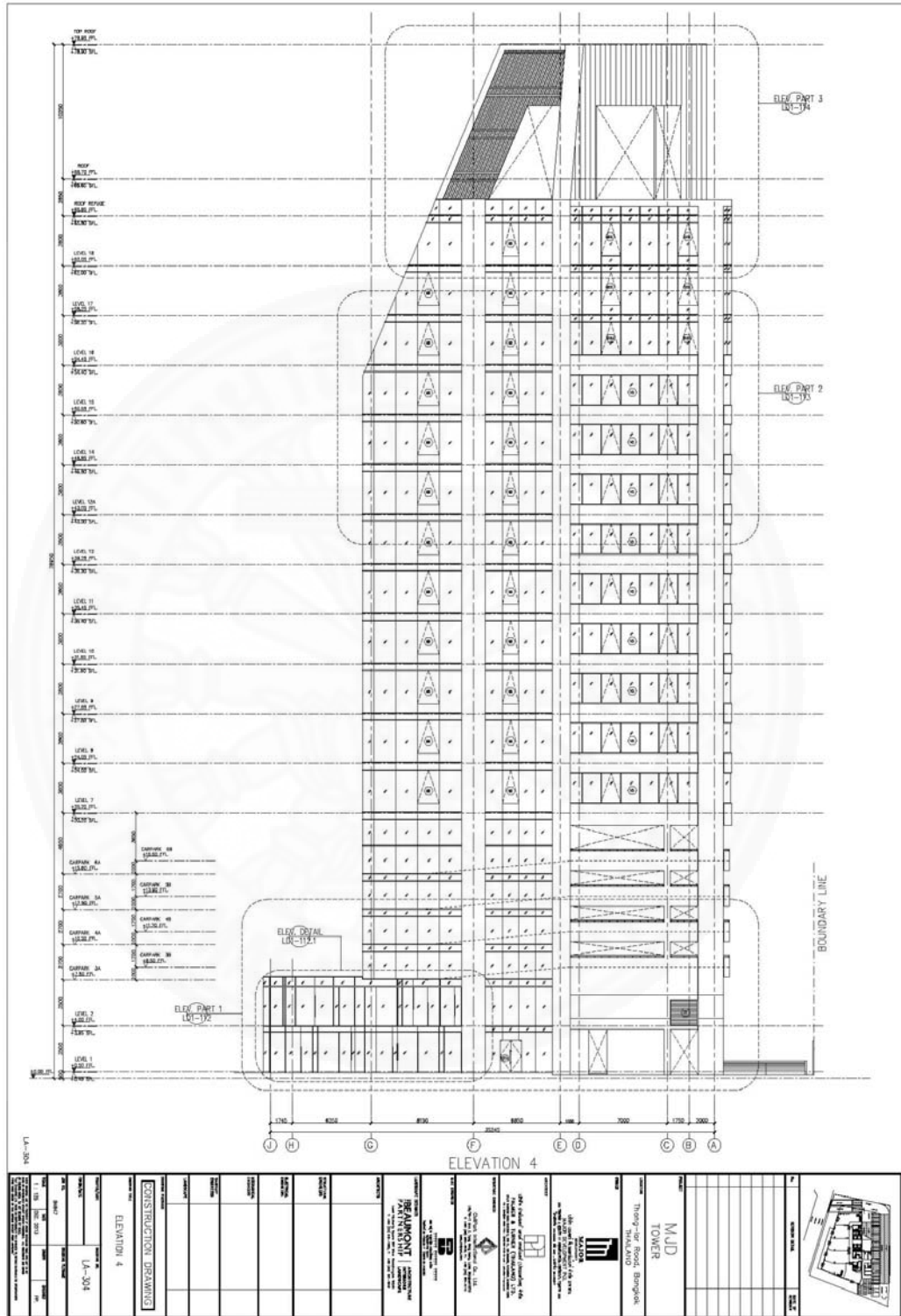


ภาพที่ 3.17 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 2. จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



ภาพที่ 3.18 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 3. จาก <https://www.weareqsec.com>
 โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



ภาพที่ 3.19 รูปด้านอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รูปด้านที่ 4. จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559

3.3 การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงาน

การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษนี้ ในแต่ละพื้นที่ที่ต้องการความส่องสว่างที่แตกต่างกัน ตามวัตถุประสงค์และกิจกรรมต่างๆ ในการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการเลือกใช้โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าที่แตกต่างกัน รวมทั้งยังมีเวลาในการเปิดใช้งานที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งสามารถแบ่งออกตามพื้นที่และตามวัตถุประสงค์ในการใช้งานออกเป็น 3 ลักษณะด้วยกันคือ พื้นที่ปรับอากาศ, พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จัดรถ โดยสามารถแสดงชนิดของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

ชนิดของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	ชนิดของโคมไฟฟ้า	ชนิดของหลอดไฟฟ้า
1. พื้นที่ปรับอากาศ		
พื้นที่โล่งพักคอย - โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน		
พื้นที่ขายสินค้า - โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน		
พื้นที่สำนักงาน, ห้องสำนักงาน, ห้องเก็บข้อมูล ส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม - โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอด ไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ ชนิดติดตั้ง ฝังกับฝ้าเพดาน		

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ชนิดของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	ชนิดของโคมไฟฟ้า	ชนิดของหลอดไฟฟ้า
ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน - โคมไฟดาวไลท์พร้อมหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน		
2. พื้นที่ไม้ปรับอากาศ		
ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องไฟฟ้าย่อย, บันไดเมน, บันไดย่อย, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง - โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 หรือ 2x36 วัตต์ ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน		
ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย, ห้องน้ำส่วนกลางชาย, ห้องน้ำส่วนกลางหญิง, ห้องน้ำสำนักงานชาย และห้องน้ำสำนักงานหญิง - โคมไฟดาวไลท์พร้อมหลอดไฟคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน		
3. พื้นที่จอดรถ		
ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์ - โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน		

การศึกษาลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษ สามารถที่จะดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

3.3.1 การกำหนดลักษณะการใช้พลังงาน

การกำหนดลักษณะการใช้พลังงาน สามารถทำได้ด้วยการศึกษาพื้นที่ใช้งานต่างๆ ในแบบแปลนสำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษ ชนิดของหลอดไฟฟ้า ขนาดของหลอดไฟฟ้า จำนวนของหลอดไฟฟ้า และเวลาการเปิดใช้งานต่อวันของ พื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จ่อตรง โดยนำข้อมูลต่างๆ ที่ได้ไปวิเคราะห์ความเหมาะสมเพื่อหาแนวทางการประหยัดพลังงาน และสามารถจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง ด้วยการประยุกต์ใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ได้ต่อไปในอนาคต ดังแสดงในตารางที่ 3.2 และ ตารางที่ 3.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2

รายละเอียดการกำหนดลักษณะการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินการ	ค่าที่กำหนด	เครื่องมือ
การกำหนดข้อมูลระบบไฟฟ้าแสงสว่าง		
- พื้นที่ปรับอากาศ	- ชนิดของหลอดไฟฟ้า	แบบแปลนสำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษ
- พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	- ขนาดของหลอดไฟฟ้า	
- พื้นที่จ่อตรง	- จำนวนของหลอดไฟฟ้า	
	- เวลาการเปิดใช้งาน	

ตารางที่ 3.3

ช่วงเวลาการใช้งานไฟฟ้าแสงสว่างตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	ช่วงเวลาการเปิดใช้งาน ต่อวัน	จำนวนรวม ต่อวัน (ชั่วโมง)
1. พื้นที่ปรับอากาศ		
พื้นที่สำนักงาน, พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โถงพักคอย	07:00 น. – 20:00 น.	12
ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม	06:00 น. – 06:00 น.	24
ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน	06:00 น. – 06:00 น.	24
2. พื้นที่ไม่ปรับอากาศ		
ห้องปั๊มน้ำ	06:00 น. – 06:00 น.	24
ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า และห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	06:00 น. – 06:00 น.	24
ห้องน้ำส่วนกลางชาย และห้องน้ำส่วนกลางหญิง	06:00 น. – 06:00 น.	24
ห้องน้ำสำนักงานชาย และห้องน้ำสำนักงานหญิง	07:00 น. – 20:00 น.	12
บันไดเมน และบันไดย่อย	06:00 น. – 06:00 น.	24
ทางเดินเมน ทางเดินย่อย และห้องไฟฟ้าย่อย	06:00 น. – 06:00 น.	24
ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง	07:00 น. – 20:00 น.	12
3. พื้นที่จอดรถ		
ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์	06:00 น. – 06:00 น.	24

3.3.2 การคำนวณค่าการใช้พลังงาน

การคำนวณค่าการใช้พลังงาน สามารถคำนวณหาได้จากค่าพารามิเตอร์ของโหลดไฟฟ้าชนิดต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าของโหลดไฟฟ้าแต่ละชนิดของพื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง ซึ่งมีรายละเอียดของค่าที่คำนวณได้ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4

รายละเอียดการคำนวณค่าการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานตัวอย่าง

ขั้นตอนการดำเนินการ	ค่าที่คำนวณได้	เครื่องมือ
<u>การคำนวณค่าพลังงานและค่าทางไฟฟ้า</u> - พื้นที่ปรับอากาศ - พื้นที่ไม่ปรับอากาศ - พื้นที่จอดรถ	- พลังงานไฟฟ้า (kWh) - แรงดันไฟฟ้า (V) - กระแสไฟฟ้า (A) - กำลังไฟฟ้า (W) - ค่าตัวประกอบกำลัง (PF)	สูตรต่างๆ สำหรับ คำนวณค่าทางไฟฟ้า

3.4 การศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงาน

การศึกษาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานขนาดใหญ่พิเศษนี้ จะต้องพิจารณาถึงปริมาณของแสงสว่างที่เหมาะสมกับสภาพของสถานที่นั้นๆ โดยที่ควรมีปริมาณแสงสว่างไม่มากไม่น้อยเกินไป และทำให้เกิดความรู้สึกสบายตาในการมองวัตถุโดยที่ความจ้าของแสงสว่างกับสิ่งแวดล้อมมีความกลมกลืนกันไม่ทำให้เกิดการแยงตาจากแสงสว่างหรือจากดวงโคมไฟฟ้าโดยตรง ตลอดจนมีความปลอดภัยและเหมาะสม โดยผลของการติดตั้งระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ดีและเหมาะสมคือ

1. ผู้ปฏิบัติงานทำงานได้รวดเร็วขึ้น ลดการบกพร่องให้น้อยลง ลดอุบัติเหตุลงเนื่องจากระบบการทำงานของกล้ามเนื้อตาดีขึ้น
2. มีขวัญและกำลังใจในการทำงานดีขึ้น
3. ประหยัดค่าไฟฟ้าต่อเดือน

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้น ถึงแม้ว่าการออกแบบจะถูกต้องตามหลักการหรือมาตรฐานแล้วก็ตาม แต่ความรู้สึกของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานอาจจะรู้สึกไม่สบายตาซึ่งอาจเกิดจากความจ้าหรือการแยงตาของแสงสว่างอันเนื่องมาจากวัตถุหรืออุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้องที่ไม่เหมาะสมกลมกลืนกัน จึงต้องแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้โดยการควบคุมความจ้าของแสงสว่างไม่ให้แตกต่างกันเกินไป โดยกำหนดชนิดและสีของวัสดุที่ใช้ทำพื้น เพดาน ผนัง ตลอดจนเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ติดตั้งภายในห้องให้มีความสามารถในการสะท้อนแสงสว่างได้อย่างเหมาะสม

3.4.1 กฎของการส่องสว่าง

1. ปริมาณแห่งการส่องสว่างของแสงสว่างจะแปรผันตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่าง
2. กฎกำลังสองผกผัน (Inverse-Square Law)
3. กฎโคไซน์ของแลมเบิร์ต (Lambert's Cosine Law)

3.4.2 การจัดวางดวงโคมไฟฟ้า

การจัดวางตำแหน่งดวงโคมไฟฟ้านั้น จะมุ่งเน้นในเรื่องการนำไปใช้งานเป็นหลักเพื่อทำให้เกิดความคล่องตัวในการทำงานเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งสามารถแบ่งวิธีการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าได้ 3 วิธีดังนี้ คือ

1. การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป

การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก

2. การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบเฉพาะบริเวณ

การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบเฉพาะบริเวณ จะเกิดขึ้นในหน่วยงานที่มีการทำงานหลายๆ อย่างในบริเวณเดียวกันโดยจะต้องมีบริเวณที่กว้างพอสมควร ถ้าติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าไม่เหมาะสมอาจจะทำให้เกิดแสงสว่างแยงตาหรือรบกวนผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ใกล้เคียงได้ การออกแบบลักษณะนี้จึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษและควรเลือกโคมไฟฟ้าที่เหมาะสม

3. การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบเฉพาะจุด

การติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบเฉพาะจุด จะติดตั้งหลังจากติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไปเรียบร้อยแล้วและรู้ตำแหน่งที่แน่นอนของโต๊ะทำงานหรืออุปกรณ์อื่นๆ ซึ่งมักจะติดตั้งเพื่อเสริมความสว่างเฉพาะจุดใดจุดหนึ่ง เช่น บนโต๊ะเขียนแบบ บ้ายโฆษณาสินค้า หรือชั้นงานแสดง เป็นต้น ซึ่งจะต้องระมัดระวังในเรื่องของแสงสว่างที่จะไปแยงตามบุคคลที่อยู่บริเวณใกล้เคียงและต้องสัมพันธ์กับการติดตั้งของระบบอื่นๆ ด้วย

3.4.3 องค์ประกอบที่ทำให้ความสว่างภายในห้องลดลง

1. ค่าความเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้า (Lamp Lumen Depreciation, LLD)
2. ค่าความเสื่อมสภาพจากความสกปรกของดวงโคมไฟฟ้า (Luminaire Dirt Depreciation, LDD)
3. ค่าความเสื่อมสภาพของแสงสว่างจากพื้นผิวห้องสกปรก (RSDD)
4. ค่าตัวประกอบหลอดไฟฟ้าเสีย (Lamp Burn Out, LBO)
5. ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา (Maintenance Factor, MF = LLD x LDD)

3.4.4 อัตราส่วนโพรง (Cavity Ratio)

อัตราส่วนโพรงคือการพิจารณาเป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่ที่อยู่ในแนวตั้งของห้องซึ่งหมายถึง ผนังห้องทั้งสี่ด้านต่อพื้นที่ในแนวระดับ, เพดานและพื้นรวมกัน ค่าอัตราส่วนโพรงมีอยู่ 3 ค่าคือ

1. ค่าอัตราส่วนโพรงเพดาน (Ceiling Cavity Ratio, CCR)
2. ค่าอัตราส่วนโพรงห้อง (Room Cavity Ratio, RCR)
3. ค่าอัตราส่วนโพรงพื้น (Floor Cavity Ratio, FCR)

3.4.5 สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization, CU)

การหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ สามารถหาค่าได้จากตารางที่กำหนดให้ของโรงงานผู้ผลิตดวงโคมไฟนั้นๆ สำหรับขั้นตอนในการหาค่า CU นี้จะได้อัตราส่วนโพรง CCR, RCR, FCR และชนิดของดวงโคมไฟมาก่อน จึงจะนำไปประกอบการหาค่า CU ของดวงโคมไฟชนิดต่างๆ ที่บริษัทผู้ผลิตได้จัดทำขึ้น ซึ่งจะมีความแตกต่างกันตามลักษณะของดวงโคมไฟและตามลักษณะการใช้งานตามตารางสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ของดวงโคมไฟชนิดต่างๆ ของบริษัทนั้นๆ

3.4.6 วิธีคำนวณหาปริมาณแห่งการส่องสว่างโดยวิธีการหาปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง (Lumen Method)

วิธีการคำนวณหาปริมาณแห่งการส่องสว่างโดยวิธีการหาค่าปริมาณจำนวนเส้นแรงของการส่องสว่างคือ การพิจารณาปริมาณแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมไฟที่จะกระจายลงไปที่พื้นทำงาน และค่าระดับความสว่างที่คำนวณออกมาได้จะเป็นค่าเฉลี่ยต่อพื้นที่ การคำนวณสามารถพิจารณาจากรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$E = I / A$$

สมการที่ 3.1

เมื่อ	E	คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่าง (ลักซ์)
	I	คือ ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมไฟหรือหลอดไฟฟ้า (ลูเมน)
	A	คือ พื้นที่ที่ต้องการปริมาณแสงสว่าง (ตารางเมตร)

เมื่อหลอดไฟฟ้าถูกใช้ไปเรื่อยๆ ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง จะมีหลอดไฟฟ้าจำนวนหนึ่งดับก่อนซึ่งอาจจะเป็นจำนวนน้อยหรืออาจจะต้องรอการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าใหม่มาใส่เข้าไปแทนที่ ในช่วงเวลาดังกล่าวจะทำให้ปริมาณแสงสว่างภายในห้องลดลง ค่าการดับของหลอดไฟฟ้าจำนวนหนึ่งนี้หลังจากการใช้งานไปแล้วเรียกว่า ค่าตัวประกอบหลอดไฟฟ้าเสีย (Lamp Burn Out, LBO) ดังนั้นถ้าต้องการให้แสงสว่างที่ใช้งานอยู่ในระดับที่ต้องการตลอดไป จะต้องเผื่อค่าตัวประกอบหลอดไฟฟ้าเสียเข้าไปด้วย จึงเขียนเป็นรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$E = (IxCUxMFxRSDDxLBO) / A \quad \text{สมการที่ 3.2}$$

เมื่อ	E	คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่าง (ลักซ์)
	I	คือ ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้า (ลูเมน)
	CU	คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์
	MF	คือ ค่าตัวประกอบการบำรุงรักษา
	RSDD	คือ ค่าความเสื่อมสภาพของแสงสว่างจากพื้นผิวห้องสกปรก
	LBO	คือ ค่าตัวประกอบหลอดไฟฟ้าเสีย
	A	คือ พื้นที่ที่ต้องการปริมาณแสงสว่าง (ตารางเมตร)

ถ้าจัดรูปสมการใหม่เพื่อหาปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างทั้งหมดได้ดังนี้

$$L_{total} = (ExA)/(CUxLLDxLDDxRSDDxLBO) \quad \text{สมการที่ 3.3}$$

เมื่อ	Ltotal	คือ ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างทั้งหมดที่ต้องการ (ลูเมน)
	E	คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่าง (ลักซ์)
	A	คือ พื้นที่ที่ต้องการปริมาณแสงสว่าง (ตารางเมตร)
	CU	คือ ค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์
	LLD	คือ ค่าความเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้า
	LDD	คือ ค่าความเสื่อมสภาพจากความสกปรกของดวงโคมไฟฟ้า
	RSDD	คือ ค่าความเสื่อมสภาพของแสงสว่างจากพื้นผิวห้องสกปรก
	LBO	คือ ค่าตัวประกอบหลอดไฟฟ้าเสีย

เมื่อพิจารณาเพื่อหาจำนวนดวงโคมไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้งานทั้งหมด เพื่อให้มีค่าความส่องสว่างภายในห้องเป็นไปตามค่าที่ต้องการ สามารถคำนวณหาจากสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$N = L_{total} / I$$

สมการที่ 3.4

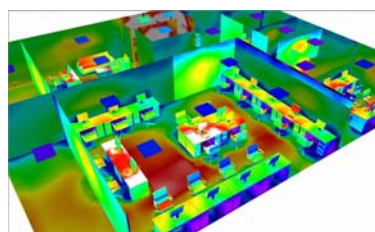
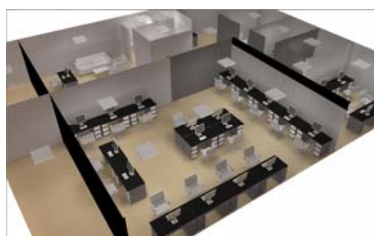
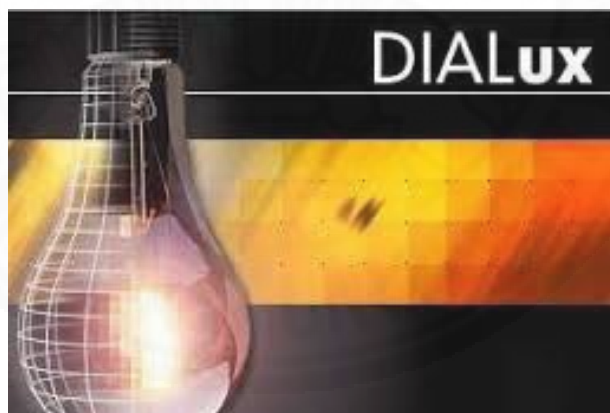
เมื่อ N คือ จำนวนดวงโคมไฟฟ้า (โคม)
 L_{total} คือ ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างทั้งหมดที่ต้องการ (ลูเมน)
 I คือ ปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่ออกจากดวงโคมไฟฟ้าหรือหลอดไฟฟ้า (ลูเมน)

3.4.7 การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 [18] ถูกพัฒนาโดยบริษัท DIAL GmbH เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สำหรับการออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ซึ่งสามารถจำลองลักษณะห้อง การวางดวงโคมไฟฟ้า การวางเฟอร์นิเจอร์ รวมไปถึงการกำหนดวัสดุภายในห้องที่ทำการจำลองในรูปแบบสามมิติ ซึ่งโปรแกรมจะทำการคำนวณค่าความส่องสว่างจากค่าต่างๆ ที่ผู้ใช้โปรแกรมกำหนดไว้และแสดงผลการคำนวณจากการกำหนดค่าต่างๆ ภายในห้อง ให้ผู้ใช้ได้เห็นลักษณะของห้องที่ตนเองได้ออกแบบได้อย่างชัดเจน สามารถใช้งานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างได้ทั้งภายในอาคาร, ภายนอกอาคาร รวมทั้งถนน โดยการเลือกใช้ข้อมูลจากคุณสมบัติจริงของโคมไฟฟ้าชนิดต่างๆ ของผู้ผลิตที่มีให้เลือกอยู่มากมาย ซึ่งอยู่ในรูปแบบของไฟล์ IES Files Format สามารถติดต่อขอข้อมูลจากบริษัทผู้จำหน่ายโคมไฟฟ้าที่ผู้ออกแบบต้องการเลือกใช้งาน หรือ Download file ได้จากเว็บไซต์ ของผู้ผลิตต่างๆ ได้โดยตรง มาลงในโปรแกรมเพื่อทำการคำนวณหาโคมไฟฟ้า พร้อมทั้งจำลองภาพเสมือนจริง ให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด โดยการสร้างรายการการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ครบถ้วน ถูกต้อง และสมบูรณ์ ตามหลักวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าส่องสว่าง และยังสามารถสร้างแบบจำลองสองมิติ สามมิติ ในรูปแบบของไฟล์ภาพนิ่ง และไฟล์เคลื่อนไหวได้ นอกจากนี้ยังสามารถรับส่งข้อมูลต่างๆ กับไฟล์แบบแปลน Auto-CAD ได้ด้วย วิธีการใช้งานโปรแกรม สามารถอธิบายโดยสังเขป ได้ดังนี้

ในโครงการวิจัยนี้จะขอกล่าวเพียงการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเท่านั้น ผู้ที่จะเริ่มดำเนินการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จะต้องเตรียมข้อมูลแบบแปลนต่างๆ ที่เป็น Auto-CAD File และข้อมูลจากคุณสมบัติจริงของโคมไฟฟ้าชนิดต่างๆ ในรูปแบบของไฟล์ IES Files Format รวมทั้งจะต้องทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ โดยละเอียด อาทิเช่น ขนาดขอบเขตของห้อง

คือ ความกว้าง, ความยาว และความสูงของห้อง ชนิดและสีของพื้นภายในห้อง, ชนิดและสีของผนัง ด้านต่างๆ, ชนิดและสีของฝ้าเพดาน มีหรือไม่มีฝ้าเพดาน กำหนดตำแหน่งของประตู - หน้าต่าง, เฟอร์นิเจอร์ภายในห้องที่ต้องการออกแบบ และกำหนดชนิดของโคมไฟฟ้าและความสูงโคมไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้ง เริ่มการออกแบบด้วยการเปิดโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 โดยนำเอาข้อมูลแบบแปลนต่างๆ ที่เป็น Auto-CAD File และข้อมูลจากคุณสมบัติจริงของโคมไฟฟ้าชนิดต่างๆ ในรูปแบบของไฟล์ IES Files Format เข้าในโปรแกรม จากนั้นทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางวิศวกรรมไฟฟ้าแสงสว่าง อาทิเช่น ค่าความส่องสว่างตามมาตรฐานในพื้นที่ที่ต้องการออกแบบ, ค่าความเสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้า, ค่าความเสื่อมสภาพจากความสกปรกของโคมไฟฟ้า, ค่าตัวประกอบจากการบำรุงรักษา, กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของวัสดุที่เพดาน, ผนังและพื้น จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณจำนวนดวงโคมให้ตามความต้องการ ซึ่งผู้ออกแบบยังสามารถที่จะจัดวาง, ปรับเปลี่ยนตำแหน่ง และระยะการติดตั้งของโคมไฟฟ้าใหม่ได้ตามที่ต้องการ พร้อมทั้งทำการตรวจสอบภาพที่ได้ในรูปแบบสองมิติ และสามมิติ โดยสามารถกำหนดให้โปรแกรม คำนวณรายละเอียดต่างๆ และสร้างรายงาน (Report) ได้อย่างสมบูรณ์ สามารถดาวน์โหลดโปรแกรม ได้จาก <http://www.dial.de/DIAL/en/diaLux/download.html> โดยโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 แสดงดังภาพที่ 3.20



ภาพที่ 3.20 โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12. จาก <http://www.dial.de>

โดยที่ผลการประเมินคุณภาพแสงสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของแต่ละพื้นที่ของอาคารสำนักงานภายใต้เกณฑ์คุณภาพแสงสว่างคือ ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง (Lux) ที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ต้องเป็นไปตามมาตรฐานหรือข้อกำหนดดังตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.5

มาตรฐานค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง

พื้นที่ต่างๆ ของอาคารสำนักงาน	ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง (ลักซ์)
พื้นที่ปรับอากาศ	
- พื้นที่สำนักงาน, พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โถงพักคอย	500
- ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม	400
- ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน	100
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	
- ห้องปั๊มน้ำ	300
- ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และห้องน้ำ	200
- บันไดเมน และบันไดย่อย	150
- ทางเดิน และห้องไฟฟ้าย่อย	100
- ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง	50
พื้นที่จอดรถ	
- ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์	50

หมายเหตุ. จาก สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA), 2553

3.5 การกำหนดปัจจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับปัจจัยในการเลือกใช้เทคโนโลยีแสงสว่างที่เหมาะสมในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน ในงานวิจัยนี้จะพิจารณาปัจจัยต่างๆ หลายด้านซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ด้านได้ดังนี้

3.5.1 ปัจจัยทางด้านเทคนิค

1. มาตรฐานความส่องสว่างของแสงสว่าง (Lux) ซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ต่างๆ ที่ต้องการติดตั้งโคมไฟฟ้า

2. ผลการประหยัดของพลังงาน

3. ผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

3.5.2 ปัจจัยทางด้านเศรษฐศาสตร์

1. ราคาของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า

2. อายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้า

3. ชั่วโมงในการเปิดใช้งานของหลอดไฟฟ้า

4. ผลการประหยัดค่าไฟฟ้า

3.5.3 ปัจจัยทางด้านการบริหารจัดการ

1. ความสามารถในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในรูปแบบใหม่ด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปรียบเทียบและทดแทนการออกแบบในรูปแบบเดิมที่ใช้หลอดเมทัลฮาไลต์, หลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 และหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์

2. การวางแผนการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เพื่อลดการใช้พลังงานลงให้สอดคล้องและเป็นไปตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงาน

ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ มีความสำคัญและจำเป็นอย่างมากสำหรับนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และวิเคราะห์ความเหมาะสมด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รวมทั้งวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อโครงการต่อไป

3.6 ออกแบบเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปรียบเทียบและทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับพื้นที่ต่างๆ ในอาคารสำนักงาน

เป็นการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ เปรียบเทียบและทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ในพื้นที่ปรับอากาศ พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอตลอด สำหรับอาคารสำนักงาน โดยใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ชนิดที่ให้ค่าฟลักซ์การส่องสว่างเทียบเท่ากับหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิมของแต่ละพื้นที่ โดยรายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3.6 หลังจากนั้นทำการคำนวณหาค่าความส่องสว่างตามมาตรฐานจากโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 ดังรายละเอียดที่แสดงในหัวข้อ 3.4.7 รวมทั้งคำนวณค่าทางไฟฟ้าต่างๆ ดังรายละเอียดที่แสดงในหัวข้อ 3.3.1 และ 3.3.2

ตารางที่ 3.6

ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิม)	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (รูปแบบใหม่)
1. พื้นที่ปรับอากาศ	โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้า เมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน	โคมไฟฟ้าไฮเบย์แอลอีดี 1x200 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน
พื้นที่โรงพักคอย	 	
พื้นที่ขายสินค้า	โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้า เมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน	โคมไฟฟ้าโลเบย์แอลอีดี 1x35 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิม)		โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (รูปแบบใหม่)	
พื้นที่ขายสินค้า				
พื้นที่สำนักงาน, ห้องสำนักงาน, ห้องเก็บข้อมูล ส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม	<p>โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า ฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน</p> 		<p>โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้า แอลอีดี T8 3x20 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน</p> 	

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิม)	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (รูปแบบใหม่)	
ทางเดินเมน และทางเดินน้ำลิฟท์เมน	โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน	โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี 1x9 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน	
			
2. พื้นที่ไม้ปรับอากาศ			
ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องไฟฟ้าย่อย, บันไดเมน, บันไดย่อย, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียกและขยะแห้ง	โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 หรือ 2x36 วัตต์ ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน	โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 หรือ 2x20 วัตต์ ชนิดติดตั้งลอยกับฝ้าเพดาน	

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิม)		โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (รูปแบบใหม่)	
ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่อง กำเนิดไฟฟ้า ห้องไฟฟ้าย่อย, บันไดเมน, บันได ย่อย, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียกและขยะแห้ง				
ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย, ห้องน้ำส่วนกลางชาย, ห้องน้ำส่วนกลางหญิง, ห้องน้ำสำนักงานชาย และห้องน้ำสำนักงานหญิง	โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้า คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน		โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้า แอลอีดี 1x9 วัตต์ ชนิดติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน	
				

ตารางที่ 3.6 (ต่อ)

ชนิดของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) รูปแบบใหม่ ที่นำมาทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม ตามพื้นที่การใช้งานต่างๆ สำหรับอาคารสำนักงาน

ประเภทของพื้นที่และกิจกรรม	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิม)	โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี (รูปแบบใหม่)	
3. พื้นที่จอดรถ			
ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์	โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้า ฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ ชนิดติดลอยกับฝ้าเพดาน	โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้า แอลอีดี T8 1x20 วัตต์ ชนิดติดลอยกับฝ้าเพดาน	
			

จากการศึกษารายละเอียดข้อมูลต่างๆ สำหรับโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12, ข้อมูลต่างๆ สำหรับแบบแปลน - รูปด้านของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น รวมทั้งการเลือกใช้โคมไฟฟ้ที่ เหมาะสมโดยพิจารณาจากข้อมูลคุณสมบัติจริงของโคมไฟฟ้ชนิดต่างๆ ในรูปแบบของไฟล์ IES Files Format สามารถที่จะเริ่มทำการทดสอบการออกแบบระบบไฟฟ้แสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ในชั้นที่ 1 แสดงดังภาพที่ 3.21 โดยนำค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ทางวิศวกรรมไฟฟ้แสงสว่าง ใส่เข้าไปในโปรแกรมให้ถูกต้องสมบูรณ์ จากนั้นทำการคำนวณตามขั้นตอน หลังจากนั้นก็ให้ดำเนินการแสดงผลของค่าต่างๆ ที่ต้องการ ออกมาในรูปแบบของรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้แสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 โดยสามารถแยกออกเป็นพื้นที่ 3 ส่วนด้วยกัน ดังนี้คือ

3.6.1 พื้นที่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ (แสดงรายงานผลใน รูปแบบเดิม เปรียบเทียบกับ รูปแบบใหม่)

1. ห้องสำนักงาน, พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โถงพักคอย

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 500 ลักซ์

2. ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์

ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้แสงสว่าง ทั้งรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 ในส่วนของพื้นที่ปรับอากาศ แสดงดังภาพที่ 3.22 ถึง ภาพที่ 3.25 ตามลำดับ

3.6.2 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ (แสดงรายงานผลใน รูปแบบเดิม เปรียบเทียบกับ รูปแบบใหม่)

1. ห้องปั้มน้ำ

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 300 ลักซ์

2. ห้องน้ำส่วนกลางชาย และห้องน้ำส่วนกลาง

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 200 ลักซ์

3. บันไดเมน และบันไดย่อย

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 150 ลักซ์

4. ทางเดินสาธารณะ และห้องไฟฟ้ย่อย

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 100 ลักซ์

5. ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 50 ลักซ์

ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ทั้งรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 ในส่วนของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ แสดงดังภาพที่ 3.26 ถึง ภาพที่ 3.27 ตามลำดับ

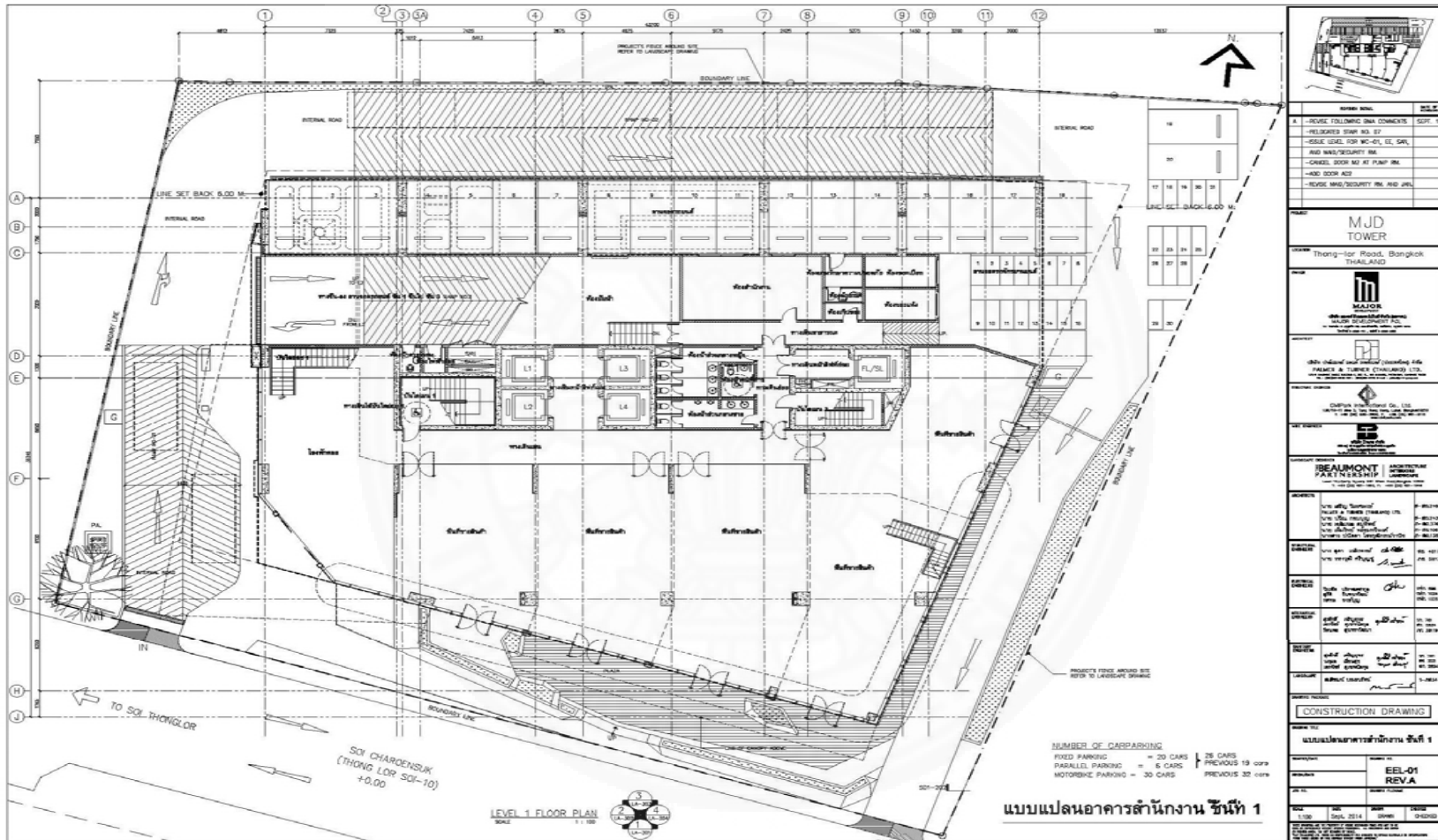
3.6.3 พื้นที่จอดรถ

พื้นที่จอดรถ (แสดงรายงานผลใน รูปแบบเดิม เปรียบเทียบกับ รูปแบบใหม่)

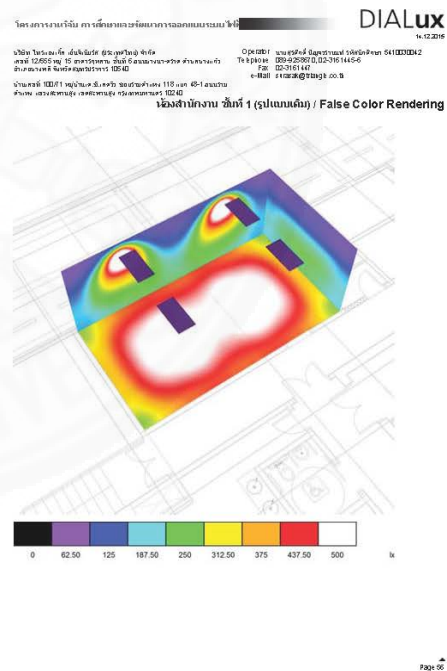
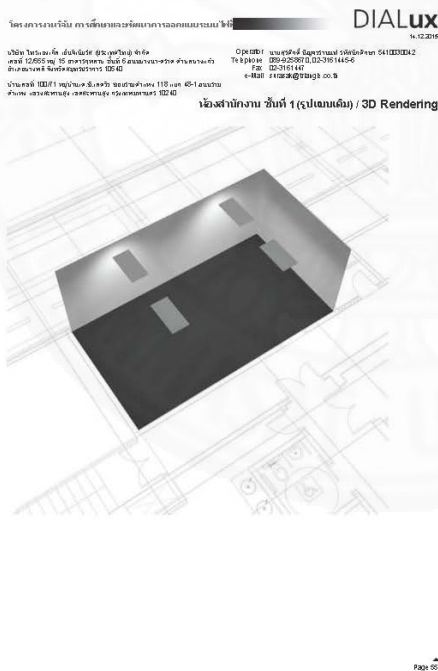
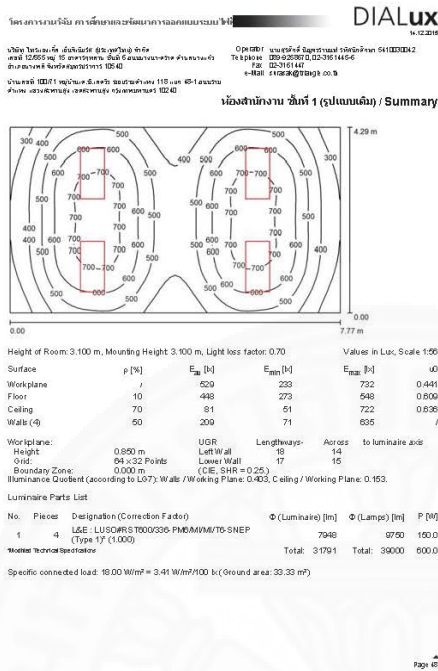
1. ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์

ค่าเฉลี่ยความส่องสว่างของแสงสว่าง ต้องไม่ต่ำกว่า 50 ลักซ์

ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ทั้งรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 ในส่วนของพื้นที่จอดรถ แสดงดังภาพที่ 3.28 ถึง ภาพที่ 3.29 ตามลำดับ

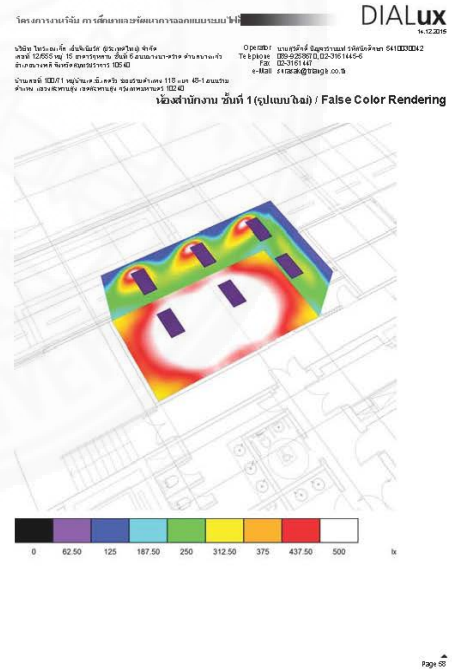
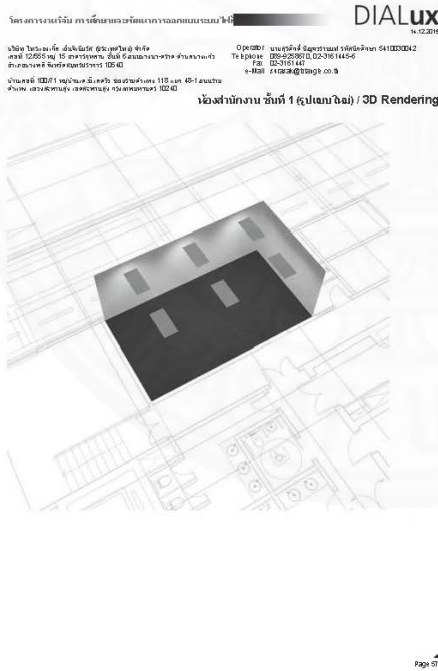
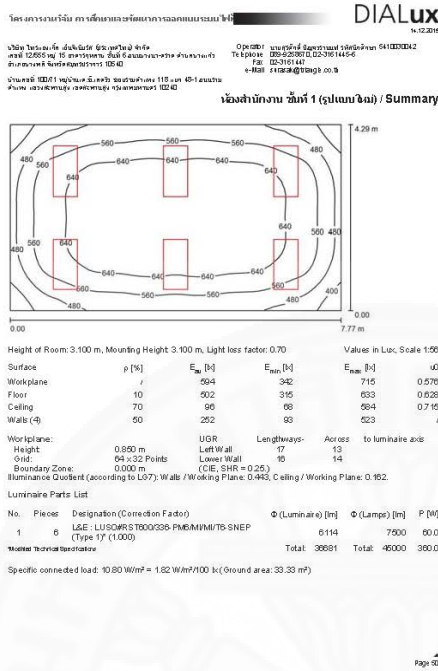


ภาพที่ 3.21 ตัวอย่างแบบแปลนอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1. จาก <https://www.weareqsec.com> โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



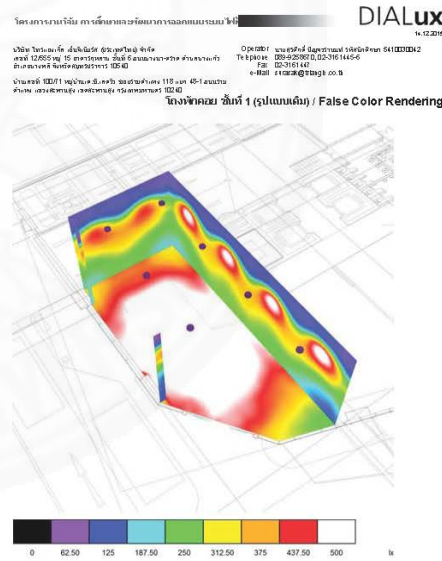
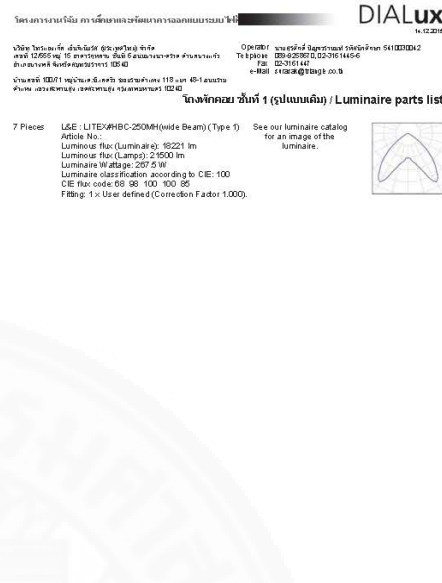
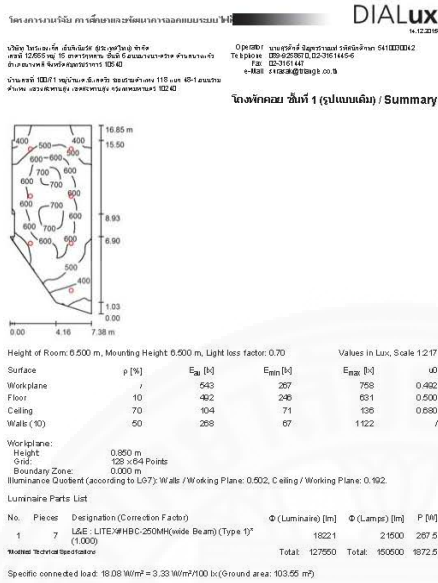
โคมไฟฟ้ที่คำนวณได้ 4 โคม	E _{av} [lx] 529 ลักซ์	E _{min} /E _{max} = 0.319	u ₀ = 0.441
--------------------------	--------------------------------	--	------------------------

ภาพที่ 3.22 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องสำนักงาน (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



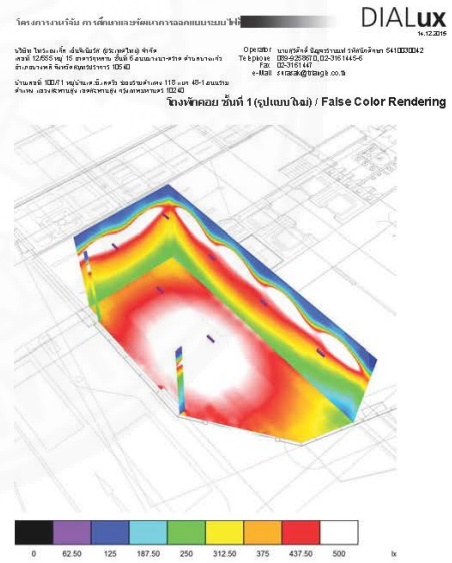
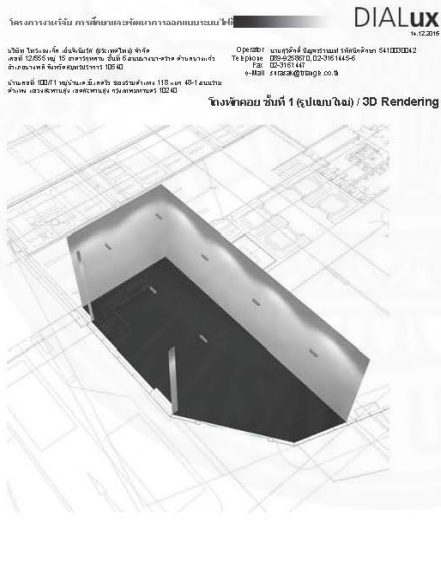
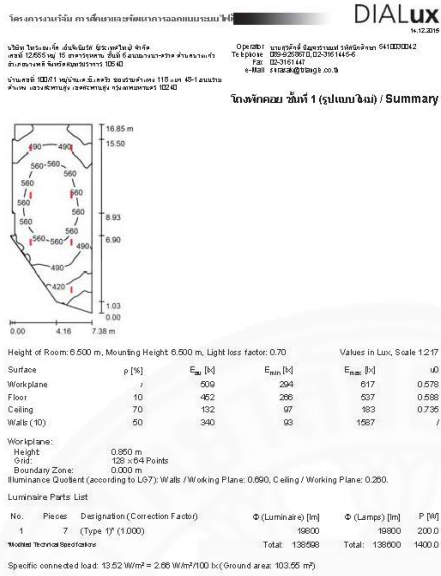
โคมไฟฟ้าที่คำนวณได้ 6 โคม	E_{av} [lx] 594 ลักซ์	$E_{min}/E_{max} = 0.478$	$u_0 = 0.576$
---------------------------	-------------------------	---------------------------	---------------

ภาพที่ 3.23 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องสำนักงาน (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



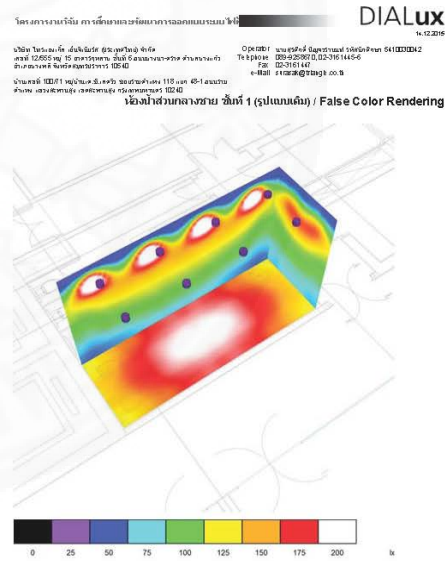
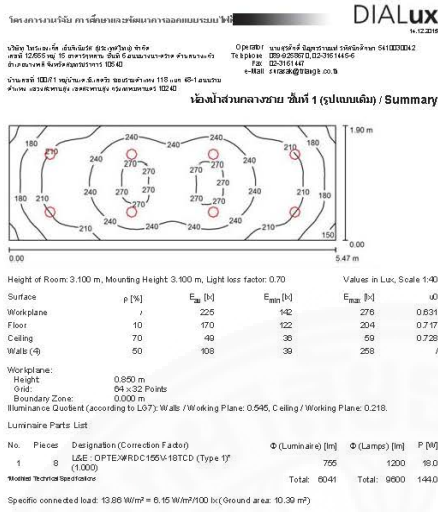
โคมไฟฟ้ที่ค้ำนวณได้ 7 โคม	$E_{av}[lx]$ 543 ลักซ์	$E_{min}/E_{max} = 0.352$	$u0 = 0.492$
---------------------------	------------------------	---------------------------	--------------

ภาพที่ 3.24 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้แสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 พื้นที่โถงพักคอย (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำร้รูปร DIALux 4.12



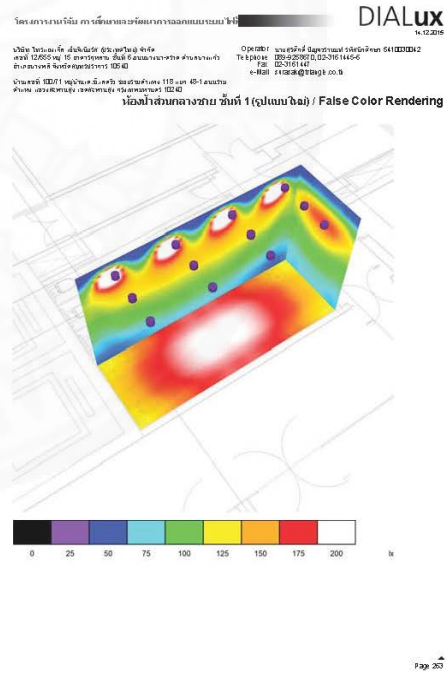
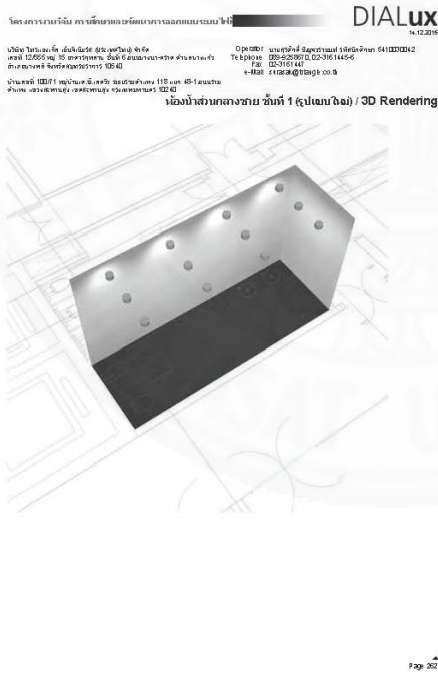
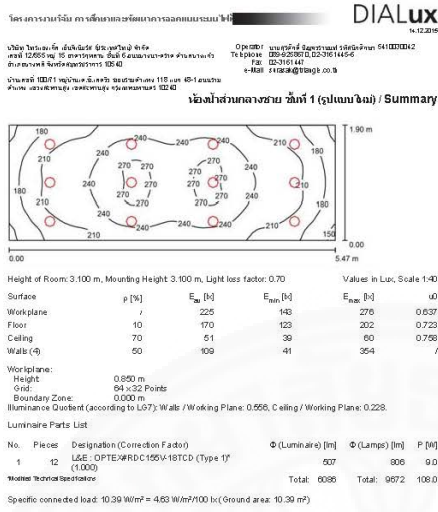
โคมไฟฟ้ที่ค้ำนวณได้ 7 โคม	E _{av} [lx] 509 ลักซ์	E _{min} /E _{max} = 0.477	u0 = 0.578
---------------------------	--------------------------------	--	------------

ภาพที่ 3.25 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 พื้นที่โถงพักคอย (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



โคมไฟฟ้าที่คำนวณได้ 8 โคม	$E_{av}[lx]$ 225 ลักซ์	$E_{min}/E_{max} = 0.515$	$u0 = 0.631$
---------------------------	------------------------	---------------------------	--------------

ภาพที่ 3.26 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องน้ำส่วนกลาง (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



โคมไฟฟ้ที่คำนวณได้ 12 โคม	$E_{av}[lx]$ 225 ลักซ์	$E_{min}/E_{max} = 0.519$	$u0 = 0.637$
---------------------------	------------------------	---------------------------	--------------

ภาพที่ 3.27 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ชั้นที่ 1 ห้องน้ำส่วนกลาง (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

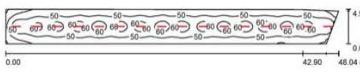
DIALux
14.12.2016

โครงการประเมินค่า การระเหยของไอระเหยจากการออกแบบระบบไฟฟ้า

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

ลานจอดรถยนต์ ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / Summary



Height of Room: 3.300 m, Mounting Height: 3.300 m, Light loss factor: 0.50 Values in Lux; Scale: 1:344

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	52	29	65	0.556
Floor	10	43	26	49	0.609
Ceiling	80	32	7.00	626	0.219
Walls (2)	30	41	17	1064	/

Workplane:
Height: 0.850 m
Grid: 120 x 32 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to L07): Wall / Working Plane: 0.086, Ceiling / Working Plane: 0.000.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamp) [lm]	P [W]
1	16	L&E_LUSQWLS 3-140/T4 (Type 1) (1.000)	2833	3200	50.0
Total:			45332	Total: 52000	800.0

Specific connected load: 3.48 W/m² = 6.71 W/m²/100 lx (Ground area: 230, 10 m²)

DIALux
14.12.2016

โครงการประเมินค่า การระเหยของไอระเหยจากการออกแบบระบบไฟฟ้า

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

ลานจอดรถยนต์ ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / Luminaire parts list

16 Pieces L&E_LUSQWLS 3-140/T4 (Type 1) See our luminaire catalog for an image of the luminaire.

Article No.:
Luminaire: Lux (Luminaire): 2833 lm
Luminaire: Flux (Lamp): 3200 lm
Luminaire W at age: 50.0 W
Luminaire classification according to CIE: T0
CIE flux code: 31 50 52 78 87
Filing: 1 x User defined (Correction Factor 1.000).



DIALux
14.12.2016

โครงการประเมินค่า การระเหยของไอระเหยจากการออกแบบระบบไฟฟ้า

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

ลานจอดรถยนต์ ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / 3D Rendering



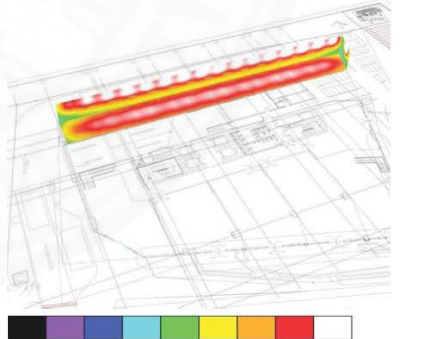
DIALux
14.12.2016

โครงการประเมินค่า การระเหยของไอระเหยจากการออกแบบระบบไฟฟ้า

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

บริษัท โกลบอล เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12665 หมู่ 15 ตำบลพญาศรี ภูเก็ต จังหวัดภูเก็ต สำนักงาน
ประเทศไทย โทร: 076-319144
กรุงเทพฯ โทร: 02-011-1111 โทรสาร: 02-011-1111
พิกัด: 13.720111, 100.541111

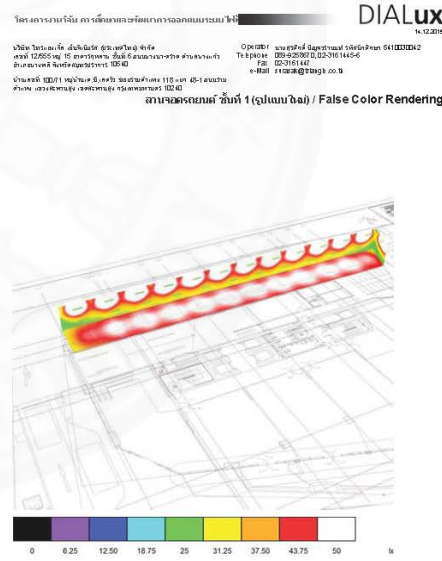
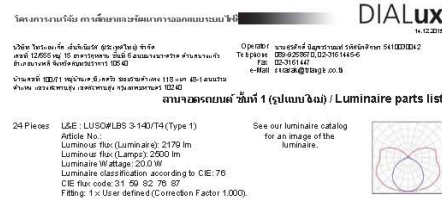
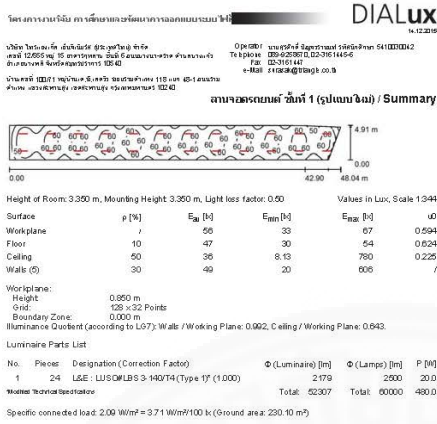
ลานจอดรถยนต์ ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / False Color Rendering



0 6.25 12.50 18.75 25 31.25 37.50 43.75 50 lx

โคมไฟฟ้าที่คำนวณได้ 16 โคม	E_{av} [lx] 52 ลักซ์	$E_{min}/E_{max} = 0.446$	$u0 = 0.556$
----------------------------	------------------------	---------------------------	--------------

ภาพที่ 3.28 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
พื้นที่จอดรถ ชั้นที่ 1 ลานจอดรถยนต์ (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



โคมไฟฟ้าที่คำนวณได้ 24 โคม	E _{av} [lx] 56 ลักซ์	E _{min} /E _{max} = 0.495	u0 = 0.594
----------------------------	-------------------------------	--	------------

ภาพที่ 3.29 ตัวอย่างรายงานการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น พื้นที่จอดรถ ชั้นที่ 1 ลานจอดรถยนต์ (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

3.7 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และความเสี่ยงของโครงการ

3.7.1 การวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์

การพิจารณาทางด้านเศรษฐศาสตร์เป็นการวิเคราะห์โครงการในด้านความคุ้มค่าในการลงทุน โดยนำข้อมูลจากผลประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณ รวมทั้งข้อมูลทางด้านราคาและอายุการใช้งานของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิดที่ได้ข้อมูลการสำรวจจากผู้ผลิต ซึ่งการวิเคราะห์จะแบ่งตามพื้นที่ ชนิดของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า ทั้งนี้ดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ที่ใช้พิจารณาประกอบไปด้วย มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV), อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return: IRR), อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio: B/C Ratio) และระยะเวลาการคืนทุน (Payback Period: P/B) [19]

3.7.1.1 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์เป็นการพิจารณาจากโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิมเป็นโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบใหม่ ดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์ จำนวน 7 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าไฮเบย์แอลอีดี 1x200 วัตต์ จำนวน 7 โคม
2. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์ จำนวน 219 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าโลเบย์แอลอีดี 1x35 วัตต์ จำนวน 249 โคม
3. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ จำนวน 1,102 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ จำนวน 1,413 โคม
4. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ จำนวน 134 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี 1x9 วัตต์ จำนวน 184 โคม

โดยกำหนดกรอบเวลาในการพิจารณา 11 ปี และเงื่อนไขในการคำนวณ คือ จำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณ 300 วันต่อปี ช่วงเวลาการใช้งานของหลอด เท่ากับ 12 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 3.60 บาทต่อหน่วยและเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และอัตราส่วนลดกำหนดที่ร้อยละ 8 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
1.1 โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอด ไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์	โคม	7	อักษรย่อที่ใช้ HL-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	267.50	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	9,150	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
1.2 โคมไฟฟ้าไฮเบย์แอลอีดี 1x200 วัตต์	โคม	7	อักษรย่อที่ใช้ HL-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	200.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	14,000	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
2.1 โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอด ไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์	โคม	219	อักษรย่อที่ใช้ LL-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	87.50	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	3,150	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
2.2 โคมไฟฟ้าโลเบย์แอลอีดี 1x35 วัตต์	โคม	249	อักษรย่อที่ใช้ LL-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	35.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	4,500	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
3.1 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสง พร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์	โคม	1,102	อักษรย่อที่ใช้ RL-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	150.00	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	2,800	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
3.2 โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสง พร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 3x20 วัตต์	โคม	1,413	อักษรย่อที่ใช้ RL-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	60.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	4,500	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

ตารางที่ 3.7 (ต่อ)

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
4.1 โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอด ไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์	โคม	134	อักษรย่อที่ใช้ DL-O
กำลังไฟฟ้ของโคมไฟฟ้	วัตต์	18.00	
ราคาโคมไฟฟ้	บาท/โคม	500	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
4.2 โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอด ไฟฟ้แอลอีดี 1x9 วัตต์	โคม	184	อักษรย่อที่ใช้ DL-N
กำลังไฟฟ้ของโคมไฟฟ้	วัตต์	9.00	
ราคาโคมไฟฟ้	บาท/โคม	700	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้เริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราการเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

3.7.1.2 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์เป็นการพิจารณาจากโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิมเป็นโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบใหม่ ดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ จำนวน 354 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี 1x9 วัตต์ จำนวน 528 โคม

2. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ จำนวน 9 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ จำนวน 8 โคม

3. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ จำนวน 249 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ จำนวน 331 โคม

โดยกำหนดกรอบเวลาในการพิจารณา 11 ปี และเงื่อนไขในการคำนวณคือ จำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณ 300 วันต่อปี ช่วงเวลาการใช้งานของหลอด เท่ากับ 12 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 3.60 บาทต่อหน่วยและเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และอัตราส่วนลดกำหนดที่ร้อยละ 8 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.8

ตารางที่ 3.8

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
1.1 โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอด ไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์	โคม	354	อักษรย่อที่ใช้ DL-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	18.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	500	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
1.2 โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอด ไฟฟ้าแอลอีดี 1x9 วัตต์	โคม	528	อักษรย่อที่ใช้ DL-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	9.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	700	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
2.1 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์	โคม	9	อักษรย่อที่ใช้ BL1-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	50.00	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	400	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
2.2 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์	โคม	8	อักษรย่อที่ใช้ BL1-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	20.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	750	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

ตารางที่ 3.8 (ต่อ)

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
3.1 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์	โคม	249	อักษรย่อที่ใช้ BL2-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	100.00	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	650	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
3.2 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าแอลอีดี T8 2x20 วัตต์	โคม	331	อักษรย่อที่ใช้ BL2-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	40.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	1,350	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

3.7.1.3 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ

การวิเคราะห์ผลทางเศรษฐศาสตร์เป็นการพิจารณาจากโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิมเป็นโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้ารูปแบบใหม่ ดังต่อไปนี้

1. เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ จำนวน 278 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ จำนวน 350 โคม

โดยกำหนดกรอบเวลาในการพิจารณา 11 ปี และเงื่อนไขในการคำนวณคือ จำนวนวันที่ใช้ในการคำนวณ 300 วันต่อปี ช่วงเวลาการใช้งานของหลอด เท่ากับ 12 ชั่วโมง ค่าไฟฟ้า 3.60 บาทต่อหน่วยและเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 ต่อปี และอัตราส่วนลดกำหนดที่ร้อยละ 8 รายละเอียดแสดงในตารางที่ 3.9



ตารางที่ 3.9

เงื่อนไขการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)
สำหรับพื้นที่จอดรถ

รายละเอียดต่างๆ สำหรับโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้า (รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่)			
รายการ	หน่วย	ค่าที่ใช้ คำนวณ	หมายเหตุ
1.1 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์	โคม	278	อักษรย่อที่ใช้ BL1-O
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	50.00	รวมกำลังไฟฟ้าของ บัลลาสต์เรียบร้อยแล้ว
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	400	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
1.2 โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอด ไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์	โคม	350	อักษรย่อที่ใช้ BL1-N
กำลังไฟฟ้าของโคมไฟฟ้า	วัตต์	20.00	
ราคาโคมไฟฟ้า	บาท/โคม	750	รวมค่าติดตั้ง เรียบร้อยแล้ว
จำนวนชั่วโมงการใช้งานต่อวัน	ชั่วโมง	12	
จำนวนวันใช้งานต่อปี	วัน	300	
ค่าไฟฟ้าเริ่มต้น	บาท/หน่วย	3.60	มีอัตราค่าไฟฟ้าเพิ่ม ร้อยละ 5 ต่อปี
อัตราคิดลด หรืออัตราดอกเบี้ย	ร้อยละ	8	

การพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์ในแต่ละด้าน จะมีการเปรียบเทียบการนำเทคโนโลยีหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เข้ามาทดแทนว่ามีความคุ้มค่าในการลงทุนหรือไม่ โดยมีสูตรที่ใช้คำนวณดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ ดังต่อไปนี้

(1) ผลตอบแทนรายปี (ผลประโยชน์ต่อค่าไฟฟ้ายears)

เป็นผลประโยชน์ต่อค่าไฟฟ้าจากการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทดแทนหลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม สามารถเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$B_t = (P_{LED} - P_0) \cdot h \cdot D \cdot N \cdot r_{Elec,t} \quad \text{สมการที่ 3.5}$$

เมื่อ	B_t	คือ ผลตอบแทนรายปีในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$)
	P_{LED}	คือ กำลังไฟฟ้าของหลอดแอลอีดี (กิโลวัตต์)
	P_0	คือ กำลังไฟฟ้าของหลอดชนิดเดิม (กิโลวัตต์)
	h	คือ เวลาที่การใช้งานหลอดไฟฟ้า (ชั่วโมงต่อวัน)
	D	คือ จำนวนวันที่ใช้งานหลอดไฟฟ้า (วันต่อปี)
	N	คือ จำนวนหลอดไฟฟ้า
	$r_{Elec,t}$	คือ อัตราค่าไฟฟ้า (บาท/หน่วย) ในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$)

(2) มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการคือ ผลรวมของค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิ (ทั้งกระแสเงินสดรับและกระแสเงินสดจ่าย) ในแต่ละปีตลอดอายุโครงการ หรือหมายถึงผลต่างระหว่างค่าปัจจุบันรวมของกระแสเงินสดรับสุทธิทั้งโครงการ กับค่าปัจจุบันของเงินลงทุน สามารถเขียนในรูปสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \left(\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0 \right) \quad \text{สมการที่ 3.6}$$

เมื่อ	NPV	คือ Net Present Value
	C_t	คือ ต้นทุนในปีที่ t ($t = 1, 2, 3, \dots, n$)
	C_0	คือ ต้นทุนปีเริ่มแรก
	i	คือ อัตราดอกเบี้ย หรืออัตราส่วนลด (Discount rate)

(3) อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ (Internal Rate of Return: IRR)

อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ หมายถึง อัตราผลตอบแทนที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของกระแสต้นทุน โดยการหาค่า Discount Rate: i ที่ส่งผลให้ค่าปัจจุบันของกระแสผลตอบแทนและต้นทุนเท่ากัน หรือหักล้างกันมีค่าเท่ากับศูนย์ สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$\sum_{t=1}^n \frac{B_t}{(1+i)^t} - \left(\sum_{t=1}^n \frac{C_t}{(1+i)^t} + C_0 \right) = 0 \quad \text{สมการที่ 3.7}$$

โดยที่ $r = \text{IRR}$

ซึ่งการหาค่า IRR สามารถหาได้จากการแทนค่า i ที่ทำให้สมการมีค่าเป็นศูนย์ ค่า i ที่ได้คือค่า IRR หรือ สามารถคำนวณได้จากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.7.2 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ

เป็นการจำลองผลของการเปลี่ยนแปลงปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องเช่น ราคาหลอดประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เวลาในการเปิดใช้งานต่อวัน อัตราค่าไฟฟ้า และอัตราดอกเบี้ยเป็นต้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงดัชนีทางเศรษฐศาสตร์ อันมีผลต่อความคุ้มค่าในการดำเนินโครงการ โดยรายละเอียดของปัจจัยต่างๆ และช่วงในการเปลี่ยนแปลงแสดงในตารางที่ 3.10

ตารางที่ 3.10

ผลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ความเสี่ยงของโครงการ

ลำดับ	ปัจจัยความเสี่ยงในการลงทุน	หน่วย	ผลการเปลี่ยนแปลงของปัจจัย
1	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า	ร้อยละต่อปี	0 - 12
2	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)	บาท/หลอด	เพิ่มขึ้นและลดลง 0 - 30%
3	เวลาในการเปิดใช้งานหลอดไฟฟ้าต่อวัน	ชั่วโมง/วัน	2 - 24
4	อัตราคิดลด หรือ อัตราดอกเบี้ย	ร้อยละต่อปี	0 - 12

3.8 แนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ที่เหมาะสม สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

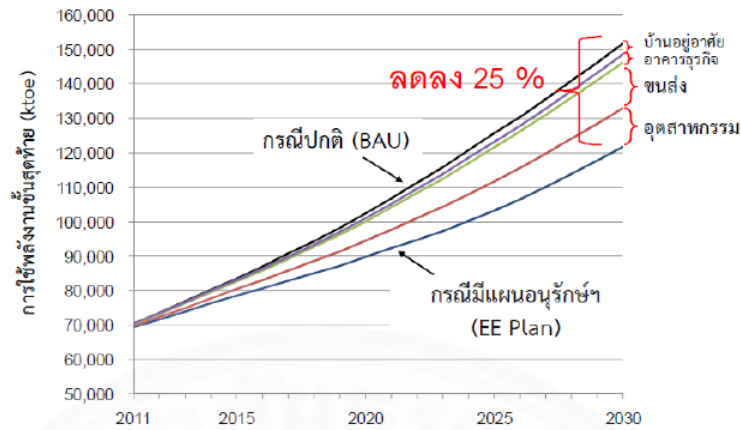
3.8.1 ผลประโยชน์จากการส่งเสริมโครงการการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

จากโครงการวิจัยนี้ เป็นการจำลองผลประโยชน์จากการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศไทย ในกรณีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ด้วยการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และสามารถขยายผลจากกรณีศึกษาสำหรับอาคารสำนักงานที่จะขออนุญาตก่อสร้างใหม่ในประเทศไทยเป็นหลัก รวมทั้งอาคารสำนักงานที่จะต้องทำการปรับปรุงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานตามข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร ของกระทรวงพลังงาน ผลประโยชน์จากโครงการวิจัยนี้จะส่งผลที่ดีต่อภาครัฐโดยตรงได้ดังต่อไปนี้

1. ลดและชะลอตัวการก่อสร้างโรงไฟฟ้า ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง
2. ลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้า
3. ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ที่ส่งผลให้เกิดสภาวะโลกร้อน (Global Warming)

3.8.2 นโยบายที่เหมาะสมสำหรับการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐบาลกับการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ปัจจุบันกระทรวงพลังงาน มีแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี ซึ่งแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น โดยในปี ค.ศ.2030 กระทรวงพลังงานมีเป้าหมายในการจำกัดการใช้พลังงานให้ต่ำกว่าคาดการณ์ไว้ 25% ในการนี้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ได้ประเมินศักยภาพการประหยัดพลังงานของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทั้งในภาคส่วนการใช้งานครัวเรือน ภาคธุรกิจ และภาคอุตสาหกรรม ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบแสงสว่างเป็นสัดส่วนถึง 20% และจากการประเมินพบว่าหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สามารถนำมาใช้ทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิดเดิมได้ทุกชนิด และมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึง 50% กล่าวคือสามารถช่วยลดการใช้ไฟฟ้าในภาพรวมได้ถึง 10% แสดงดังภาพที่ 3.30



ภาพที่ 3.30 แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี กระทรวงพลังงาน. จาก กระทรวงพลังงาน, 2554

ตั้งนั้นภาครัฐบาล อาทิเช่น กระทรวงพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) จึงมีนโยบายต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนหลายโครงการ ซึ่งงานวิจัยในโครงการนี้สามารถยื่นความประสงค์ในการขอรับความสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐที่เหมาะสมโดยอิงจากผลประโยชน์ที่ภาครัฐจะได้รับจากโครงการ ซึ่งสามารถทำให้ดัชนีทางการเงินของโครงการในมุมมองของผู้ประกอบการมีความน่าสนใจในการลงทุนมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงและสร้างแรงจูงใจให้กับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ในการพิจารณาเลือกใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ในระบบแสงสว่าง ซึ่งนอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงาน ลดค่าใช้จ่าย และลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีและสามารถเป็นแบบอย่างในการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทยได้อีกด้วย โครงการสนับสนุนต่างๆ จากภาครัฐบาล แสดงดังภาพที่ 3.31



ภาพที่ 3.31 โครงการสนับสนุนต่างๆ จากภาครัฐบาล. จาก กระทรวงพลังงาน, 2554

บทที่ 4

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ที่ได้รับคัดเลือกเป็นกรณีศึกษานี้ มีพื้นที่รวมกันทั้งหมด 18,129.24 ตารางเมตร สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนตามลักษณะการใช้งานของพื้นที่ได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ มีพื้นที่รวมกันทุกชั้น 12,468.15 ตารางเมตร พื้นที่ไม่ปรับอากาศ มีพื้นที่รวมกันทุกชั้น 1,125.49 ตารางเมตร และพื้นที่จอดรถ มีพื้นที่รวมกันทุกชั้น 4,535.60 ตารางเมตร โดยมีพื้นที่รวมกันทุกชั้น 13,593.64 ตารางเมตร (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) ซึ่งถูกจัดอยู่ในประเภทของอาคารควบคุม และผลจากการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างทั้ง 2 รูปแบบ คือ รูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ สามารถแสดงออกมาในรูปแบบของรายงาน ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12 อาทิเช่น ค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน (ค่าเฉลี่ย, ค่าต่ำสุด และค่าสูงสุด) จำนวนโคมไฟฟ้า แสดงการจัดวางโคมไฟฟ้าในรูปแบบของภาพสองมิติ และภาพสามมิติ ซึ่งมีรายละเอียดของค่าที่ในคำนวณได้ ในรูปแบบเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.1 และรูปแบบใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.3 โดยรายงานนี้จะแสดงให้เห็นฟังก์ชันของห้องต่างๆ ทั้งรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่บางส่วน สำหรับอาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1, ชั้นที่ 3 และชั้นที่ 7 (รายงานผลนี้แสดงเฉพาะพื้นที่ที่มีความสำคัญๆ เท่านั้น ส่วนรายงานผลฉบับครบสมบูรณ์สามารถตรวจสอบได้จากข้อมูลใน CD-Rom ที่แนบมาท้ายเล่มวิทยานิพนธ์นี้) จากนั้นนำค่าของจำนวนโคมไฟฟ้าและชนิดของโคมไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณมาจัดวางตำแหน่งโคมไฟฟ้าลงในแบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน ให้ครบทุกชั้น ในรูปแบบเดิม ดังแสดงในภาพที่ 4.2 และรูปแบบใหม่ ดังแสดงในภาพที่ 4.4 โดยสรุปรายละเอียดต่างๆ การออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 4.1 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น และตารางที่ 4.2 สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งาน และค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น และนำผลต่างๆ เหล่านี้ มาทำการวิเคราะห์ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์และความเสี่ยงของโครงการต่อไป

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

1. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015

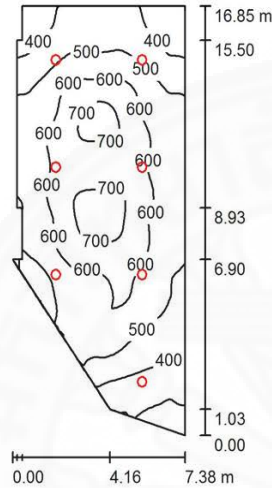
Operator: นายสุรศักดิ์ ปัญจรานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

ภาพที่ 4.1 รายงานผลการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540
บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

โถงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / Summary



Height of Room: 6.500 m, Mounting Height: 6.500 m, Light loss factor: 0.70 Values in Lux, Scale 1:217

Surface	ρ [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	543	267	758	0.492
Floor	10	492	246	631	0.500
Ceiling	70	104	71	136	0.680
Walls (10)	50	268	67	1122	/

Workplane:
Height: 0.850 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m
Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.502, Ceiling / Working Plane: 0.192.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	7	L&E : LITEX#HBC-250MH(wide Beam) (Type 1)* (1.000)	18221	21500	267.5
*Modified Technical Specifications			Total: 127550	Total: 150500	1872.5

Specific connected load: 18.08 W/m² = 3.33 W/m²/100 lx (Ground area: 103.55 m²)

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่าง

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทเอนจี้ เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกฤษกลาง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

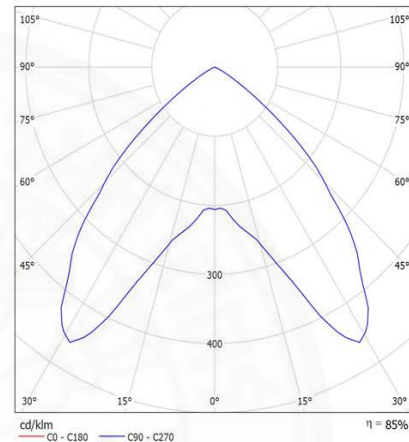
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LITEX#HBC-250MH(wide Beam) / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 68 98 100 100 85

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	30	30	70	70	50	30	
p Wall		50	30	50	30	30	50	30	50	30	
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Room Size	Viewing direction at right angles to lamp axis	Viewing direction parallel to lamp axis									
X	Y										
2H	2H	14.0	15.0	14.2	15.2	15.4	14.0	15.0	14.2	15.2	15.4
	3H	13.8	14.7	14.1	15.0	15.2	13.8	14.7	14.1	15.0	15.2
	4H	13.8	14.6	14.1	14.9	15.1	13.8	14.6	14.1	14.9	15.1
	6H	13.7	14.5	14.0	14.7	15.0	13.7	14.5	14.0	14.7	15.0
	8H	13.6	14.4	14.0	14.7	15.0	13.6	14.4	14.0	14.7	15.0
4H	12H	13.6	14.3	14.0	14.6	14.9	13.6	14.3	14.0	14.6	14.9
	2H	13.8	14.7	14.2	14.9	15.2	13.8	14.7	14.2	14.9	15.2
	3H	13.7	14.4	14.1	14.7	15.0	13.7	14.4	14.1	14.7	15.0
	4H	13.6	14.3	14.0	14.6	14.9	13.6	14.3	14.0	14.6	14.9
	6H	13.6	14.1	14.0	14.5	14.9	13.6	14.1	14.0	14.5	14.9
8H	8H	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8
	12H	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8
	4H	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8	13.5	14.0	14.0	14.4	14.8
	6H	13.5	13.8	13.9	14.3	14.7	13.5	13.8	13.9	14.3	14.7
	8H	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7
12H	12H	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6
	4H	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8	13.5	13.9	13.9	14.3	14.8
	6H	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7	13.4	13.8	13.9	14.2	14.7
	8H	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6
	12H	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6	13.4	13.7	13.9	14.1	14.6
Variation of the observer position for the luminaire distances S											
S = 1.0H		+1.3	-3.2		+1.3	-3.2					
S = 1.5H		+3.0	-9.4		+3.0	-9.4					
S = 2.0H		+4.9	-15.8		+4.9	-15.8					
Standard table		BK00				BK00					
Correction											
Summation		-5.1				-5.1					
Corrected Glare Indices referring to 1000lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็มจีเนียร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เสาคิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

โถงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

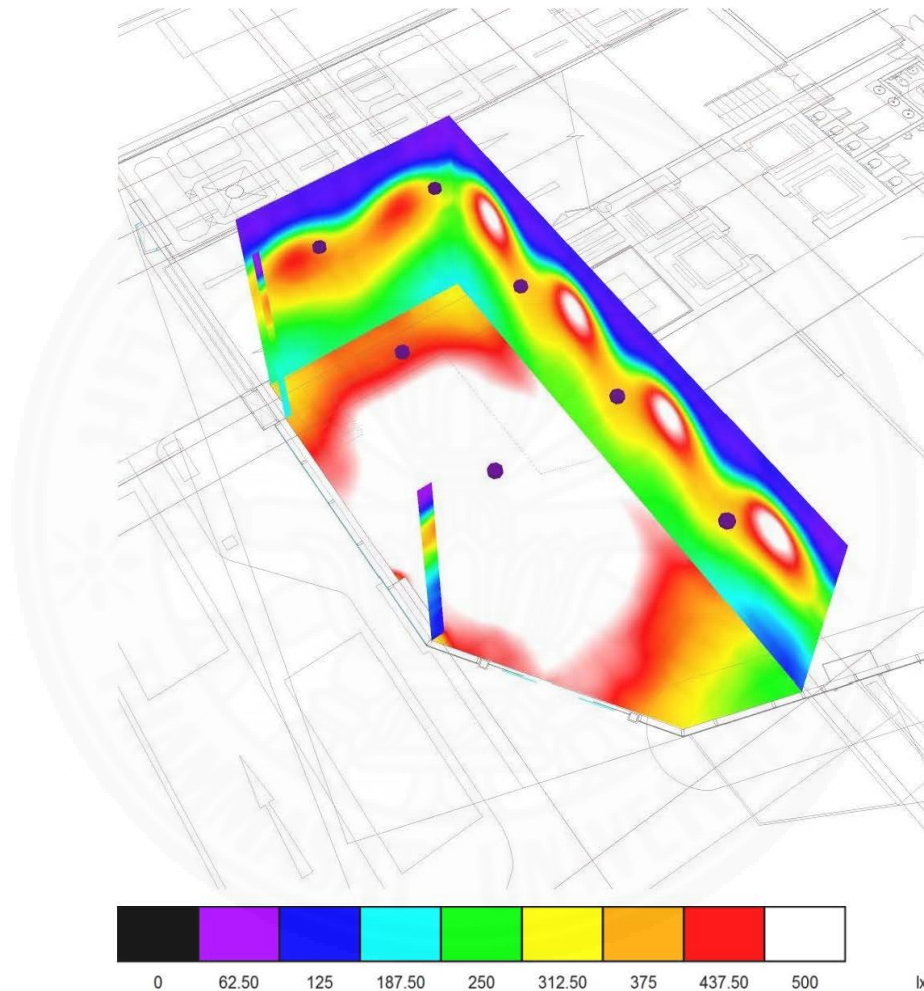
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็มจีเนียร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปิฎจจรานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เสถียร ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

โถงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) / False Color Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

3. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015
Operator: นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

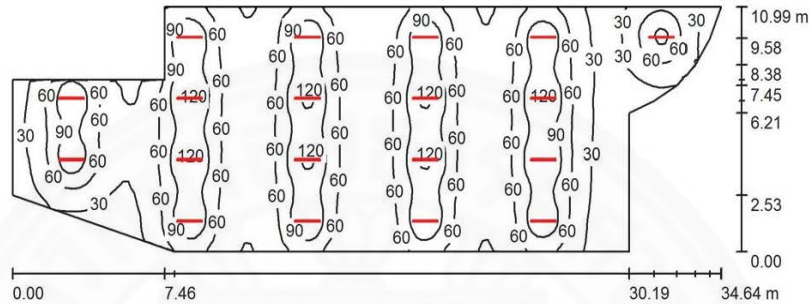
ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทเอนจี้ เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกมลลาภ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวรรณ รัชต์ สอนักศึกษา 54 10030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลควิว ซอยงามคำแฉ่ง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแฉ่ง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) / Summary



Height of Room: 2.550 m, Mounting Height: 2.550 m, Light loss factor: 0.50

Values in Lux, Scale 1:248

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	60	12	125	0.192
Floor	10	54	16	83	0.301
Ceiling	50	27	5.02	986	0.184
Walls (12)	30	46	10	244	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.847, Ceiling / Working Plane: 0.454.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	19	L&E : LUSO#LBS 3-140/T4 (Type 1)* (1.000)	2833	3250	50.0
*Modified Technical Specifications			Total: 53832	Total: 61750	950.0

Specific connected load: $3.05 \text{ W/m}^2 = 5.05 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Ground area: 311.47 m²)

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

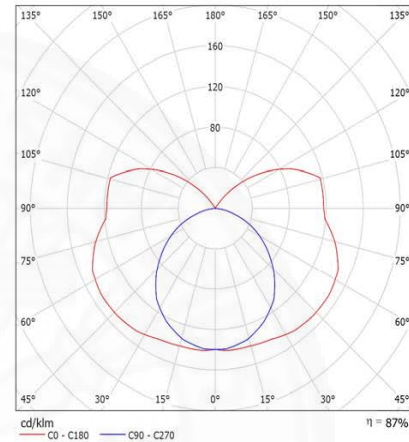
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณ ทัต รหัสนักศึกษา 54 10030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#LBS 3-140/T4 / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 76
CIE flux code: 31 59 82 76 87

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Wall		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	12.5	13.7	13.1	14.3	15.0	10.6	11.8	11.2	12.5	13.2
	3H	14.9	16.0	15.5	16.6	17.4	12.1	13.2	12.8	13.9	14.6
	4H	16.0	17.1	16.7	17.8	18.5	12.7	13.7	13.3	14.4	15.2
	6H	17.2	18.2	17.9	18.8	19.6	13.0	14.0	13.7	14.7	15.5
	8H	17.7	18.7	18.4	19.4	20.2	13.1	14.1	13.8	14.8	15.6
4H	12H	18.2	19.1	18.9	19.8	20.7	13.2	14.0	13.9	14.8	15.6
	2H	13.0	14.1	13.7	14.8	15.5	11.7	12.7	12.4	13.4	14.2
	3H	15.7	16.6	16.4	17.3	18.1	13.4	14.3	14.1	15.0	15.9
	4H	17.0	17.8	17.7	18.6	19.4	14.2	15.0	14.9	15.7	16.6
	6H	18.3	19.1	19.1	19.8	20.7	14.7	15.4	15.5	16.2	17.1
8H	8H	19.0	19.7	19.7	20.4	21.3	14.9	15.5	15.6	16.3	17.2
	12H	19.6	20.2	20.4	21.0	21.9	15.0	15.6	15.7	16.4	17.3
	4H	17.3	18.0	18.1	18.7	19.7	15.0	15.6	15.7	16.4	17.3
	6H	18.9	19.5	19.7	20.2	21.2	15.8	16.4	16.6	17.2	18.1
	8H	19.7	20.2	20.5	21.0	22.0	16.1	16.6	16.9	17.4	18.4
12H	12H	20.5	21.0	21.3	21.8	22.7	16.3	16.8	17.1	17.6	18.6
	4H	17.3	17.9	18.1	18.7	19.6	15.2	15.8	15.9	16.5	17.5
	6H	19.0	19.5	19.8	20.3	21.2	16.1	16.6	16.9	17.4	18.4
	8H	19.9	20.3	20.7	21.1	22.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.8
	Variation of the observer position for the luminaire distance s										
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1				
S = 1.5H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 2.0H		+0.3 / -0.3					+0.4 / -0.6				
Standard table		BK10					BK14				
Correction Summand		3.9					-0.4				
Corrected Glare Index referring to 1000lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่าง

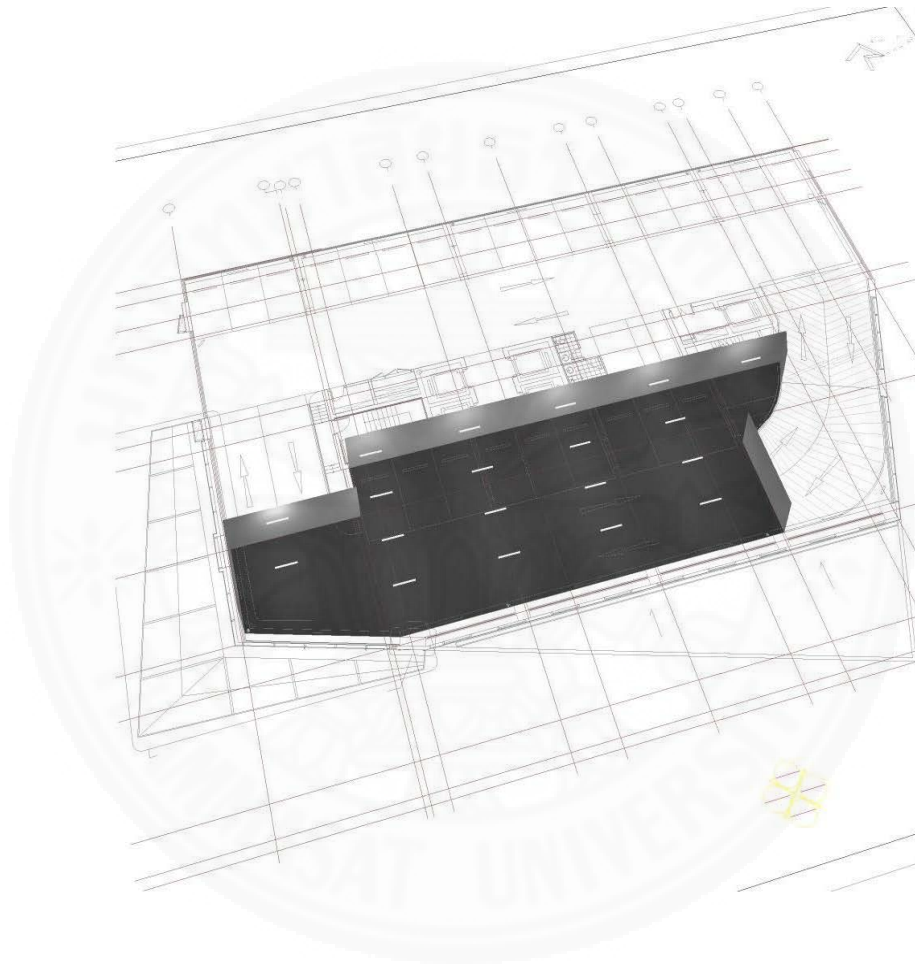
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไททอแมทริคัล เอ็มจีเนียร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจรามบรรพต วิทยาลัยอาชีวศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เสดิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟฟ้า

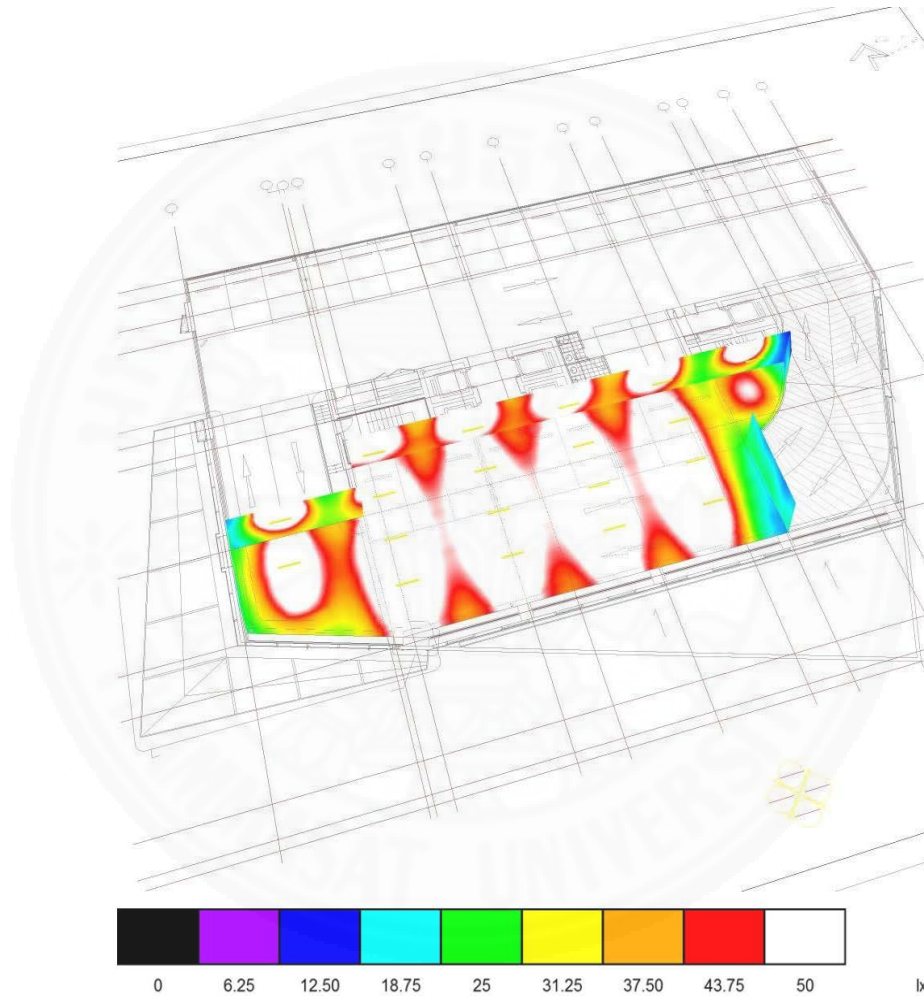
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไททอเองเค็ด เอ็มจีเอมส์ (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ บัญจารามบท วิทยาลัยอาชีวศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@riangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เสาว์ ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) / False Color Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบเดิม) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

7. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015
Operator: นายสุรศักดิ์ มีญจราชนนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

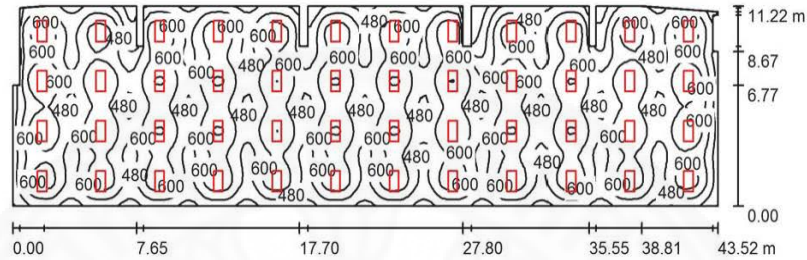
ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทเอนจี้ เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกฤษณ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลอควิ ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / Summary



Height of Room: 3.100 m, Mounting Height: 3.100 m, Light loss factor: 0.70 Values in Lux, Scale 1:312

Surface	ρ [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	546	143	734	0.262
Floor	10	515	193	604	0.376
Ceiling	70	93	49	23743	0.528
Walls (28)	50	205	58	976	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.361, Ceiling / Working Plane: 0.172.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	48	L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP (Type 1)* (1.000)	7948	9750	150.0
Total:			381487	468000	7200.0

*Modified Technical Specifications

Specific connected load: 14.99 W/m² = 2.74 W/m²/100 lx (Ground area: 480.43 m²)

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารภูกลาง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

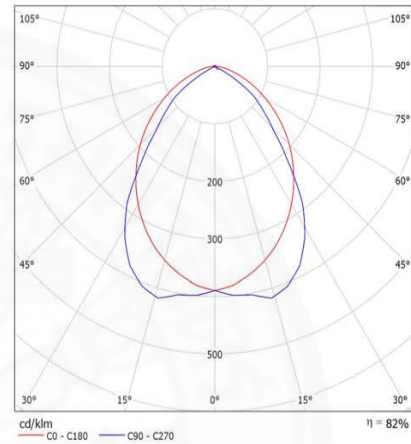
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์ รหัสพนักงาน 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลอวีว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 62 91 99 100 82

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR												
Room Size		Viewing direction at right angles to lamp axis						Viewing direction parallel to lamp axis				
X	Y	20°	30°	45°	60°	90°	20°	30°	45°	60°	90°	
2H	2H	9.0	10.1	9.3	10.3	10.6	6.6	7.7	6.9	7.9	8.2	
	3H	9.9	10.9	10.3	11.2	11.5	6.5	7.5	6.8	7.7	8.0	
	4H	10.2	11.2	10.6	11.4	11.7	6.4	7.4	6.8	7.6	7.9	
	6H	10.5	11.3	10.8	11.6	11.9	6.4	7.2	6.7	7.5	7.8	
	8H	10.6	11.4	10.9	11.7	12.0	6.3	7.1	6.7	7.4	7.8	
	12H	10.7	11.4	11.0	11.8	12.1	6.3	7.1	6.7	7.4	7.7	
4H	2H	9.2	10.1	9.5	10.4	10.7	7.1	8.0	7.4	8.3	8.6	
	3H	10.2	11.0	10.6	11.3	11.7	7.0	7.8	7.4	8.1	8.5	
	4H	10.6	11.3	11.0	11.7	12.0	7.0	7.7	7.4	8.0	8.4	
	6H	11.0	11.6	11.4	11.9	12.3	6.9	7.5	7.3	7.9	8.3	
	8H	11.1	11.7	11.6	12.1	12.5	6.9	7.4	7.3	7.8	8.2	
	12H	11.3	11.7	11.7	12.1	12.6	6.8	7.3	7.3	7.7	8.2	
8H	4H	10.6	11.1	11.0	11.5	11.9	7.1	7.7	7.6	8.0	8.5	
	6H	11.0	11.4	11.5	11.9	12.3	7.1	7.5	7.5	7.9	8.4	
	8H	11.2	11.6	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.5	7.9	8.4	
	12H	11.4	11.7	11.9	12.2	12.7	7.0	7.3	7.5	7.8	8.3	
12H	4H	10.6	11.0	11.0	11.5	11.9	7.1	7.6	7.6	8.0	8.5	
	6H	11.0	11.4	11.5	11.8	12.3	7.1	7.5	7.6	7.9	8.4	
	8H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4	
Variation of the observer position for the luminaire distance S												
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.7 / -1.0					
S = 1.5H		+0.5 / -0.6					+1.3 / +0.0					
S = 2.0H		+1.2 / -1.3					+2.6 / -7.4					
Standard table		BK03					BK01					
Correction Summand		-7.3					-11.7					
Corrected Glare Indices referring to 999lm Total Luminaire Flux												

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้า

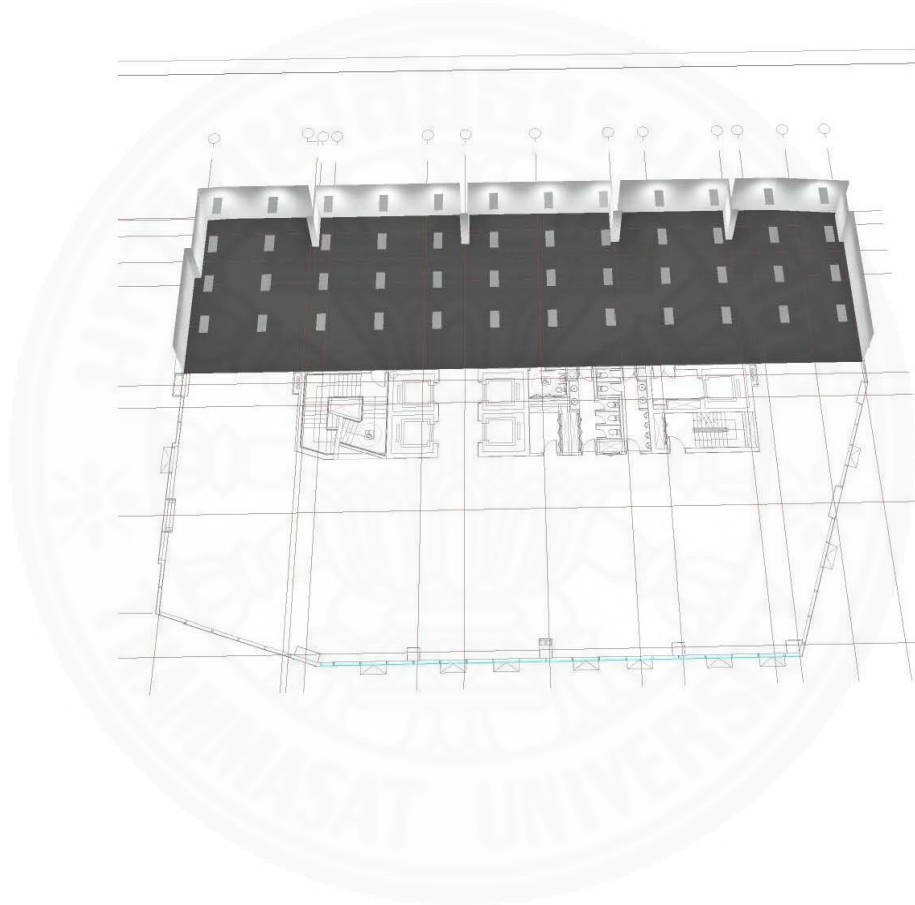
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารามนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่าง

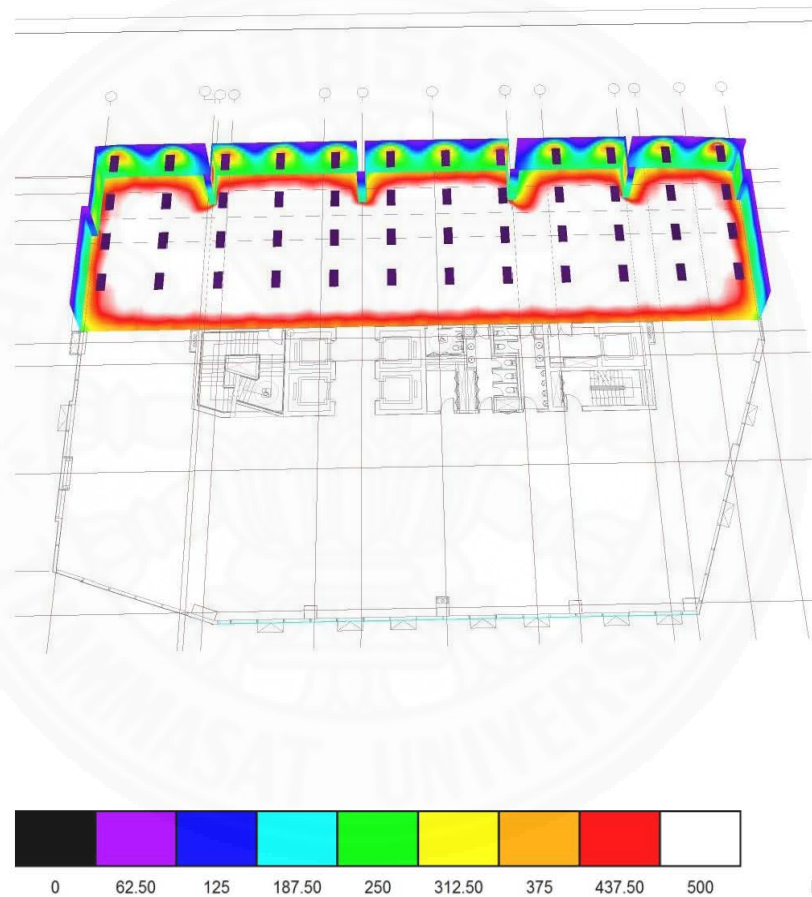
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / False Color Rendering



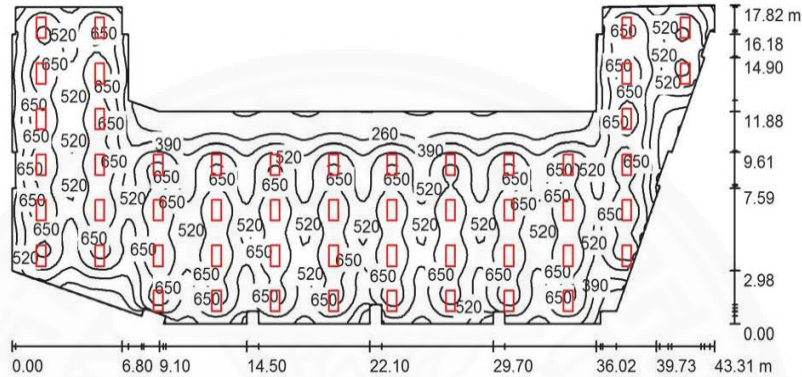
ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทแรงเทค เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
 เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกมลลาภ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
 อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารามนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
 Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
 Fax 02-3161447
 e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
 คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / Summary



Height of Room: 3.100 m, Mounting Height: 3.100 m, Light loss factor: 0.70 Values in Lux, Scale 1:310

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	531	115	764	0.217
Floor	10	504	185	628	0.368
Ceiling	70	65	44	24659	0.685
Walls (45)	50	183	52	2238	/

Workplane:

Height: 0.850 m
 Grid: 128 x 128 Points
 Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.341, Ceiling / Working Plane: 0.119.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	52	L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MIMI/T6-SNEP (Type 1)* (1.000)	7948	9750	150.0

*Modified Technical Specifications Total: 413278 Total: 507000 7800.0

Specific connected load: 14.77 W/m² = 2.78 W/m²/100 lx (Ground area: 528.10 m²)

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกมลชน ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

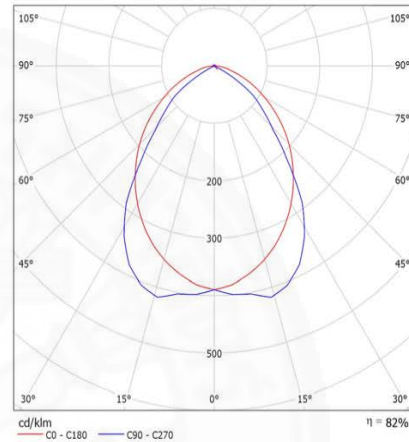
Operator นายสุศักดิ์ ปัญญาวานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสายงามสูง เขตสายงามสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 62 91 99 100 82

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Walls		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y	Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis					
	2H	2H	9.0	10.1	9.3	10.3	10.6	6.6	7.7	6.9	7.9
	3H	9.9	10.9	10.3	11.2	11.5	6.5	7.5	6.8	7.7	8.0
	4H	10.2	11.2	10.6	11.4	11.7	6.4	7.4	6.6	7.6	7.9
	6H	10.5	11.3	10.8	11.6	11.9	6.4	7.2	6.7	7.5	7.8
	8H	10.6	11.4	10.9	11.7	12.0	6.3	7.1	6.7	7.4	7.8
	12H	10.7	11.4	11.0	11.8	12.1	6.3	7.1	6.7	7.4	7.7
4H	2H	9.2	10.1	9.5	10.4	10.7	7.1	8.0	7.4	8.3	8.6
	3H	10.2	11.0	10.6	11.3	11.7	7.0	7.8	7.4	8.1	8.5
	4H	10.6	11.3	11.0	11.7	12.0	7.0	7.7	7.4	8.0	8.4
	6H	11.0	11.6	11.4	11.9	12.3	6.9	7.5	7.3	7.9	8.3
	8H	11.1	11.7	11.6	12.1	12.5	6.9	7.4	7.3	7.8	8.2
	12H	11.3	11.7	11.7	12.1	12.6	6.8	7.3	7.3	7.7	8.2
8H	4H	10.6	11.1	11.0	11.5	11.9	7.1	7.7	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.9	12.3	7.1	7.5	7.5	7.9	8.4
	8H	11.2	11.6	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.5	7.9	8.4
	12H	11.4	11.7	11.9	12.2	12.7	7.0	7.3	7.5	7.8	8.3
12H	4H	10.6	11.0	11.0	11.5	11.9	7.1	7.6	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.8	12.3	7.1	7.5	7.6	7.9	8.4
	8H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
Variation of the observer position for the luminaire distance S:											
S = 1.0H		+0.3 / -0.3					+0.7 / -1.0				
S = 1.5H		+0.5 / -0.8					+1.3 / -0.0				
S = 2.0H		+1.2 / -1.3					+2.6 / -7.4				
Standard table		BK03					BK01				
Correction Summand		-7.3					-11.7				
Corrected Glare Indices referring to 999lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่าง

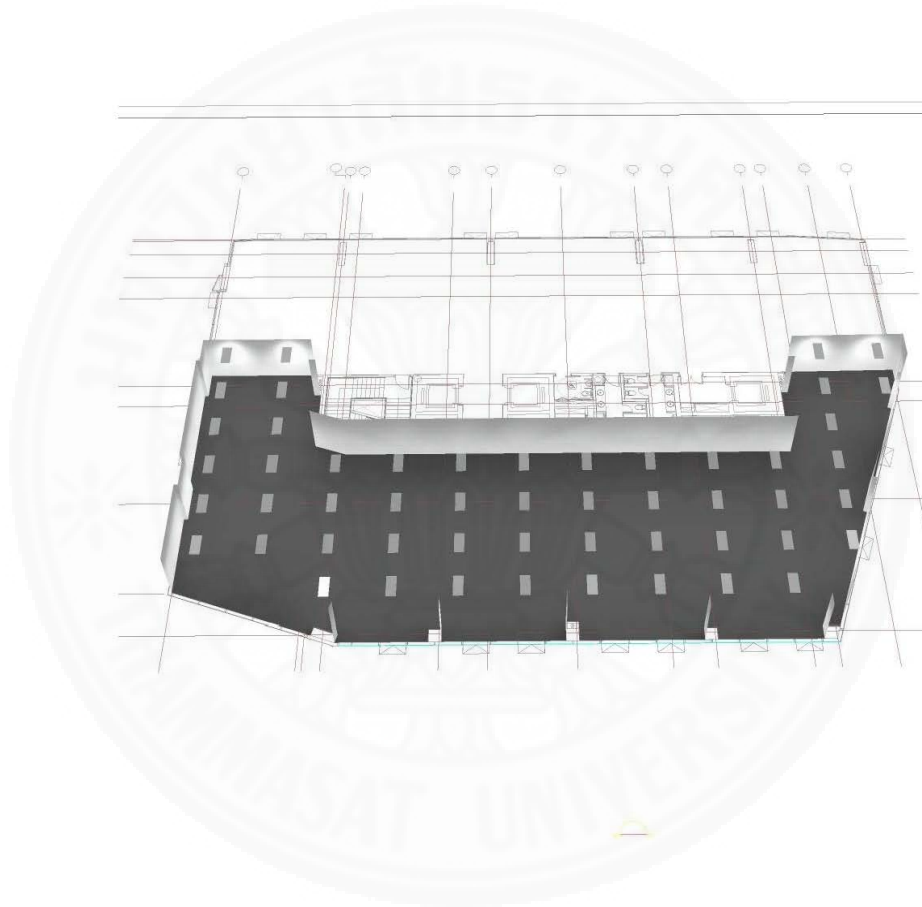
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12655 หมู่ 15 อาคารภูทอก ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวารานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

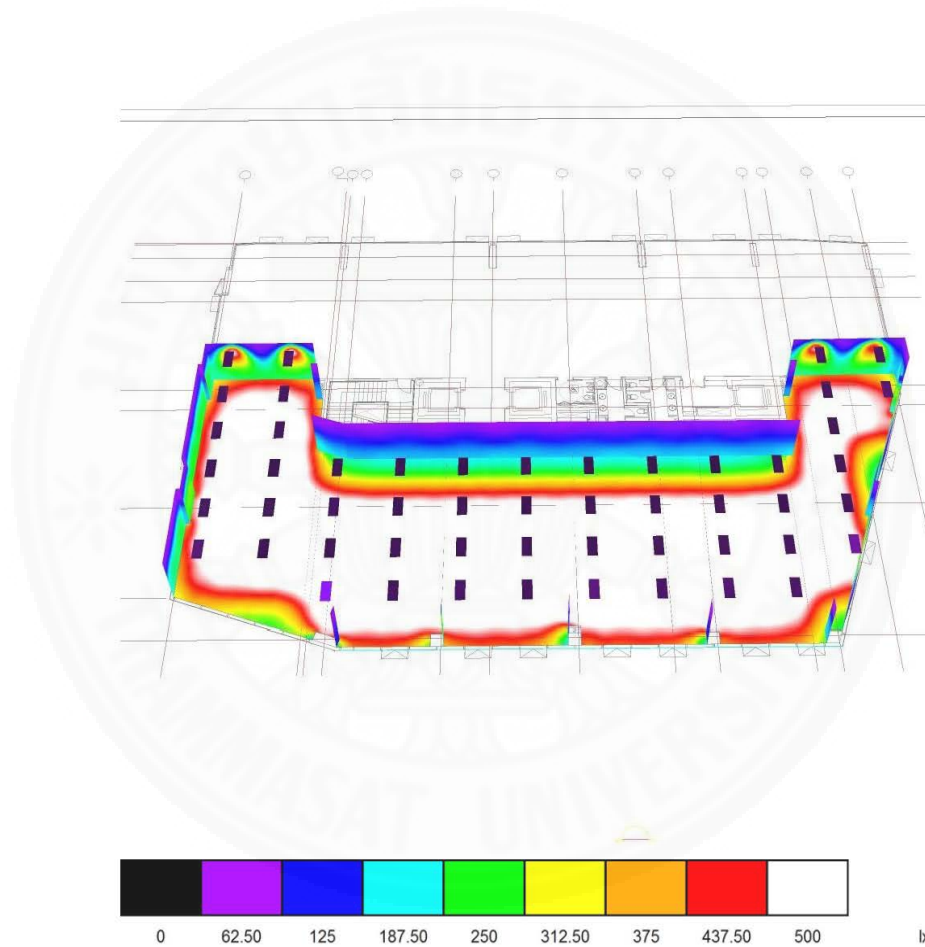
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12655 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

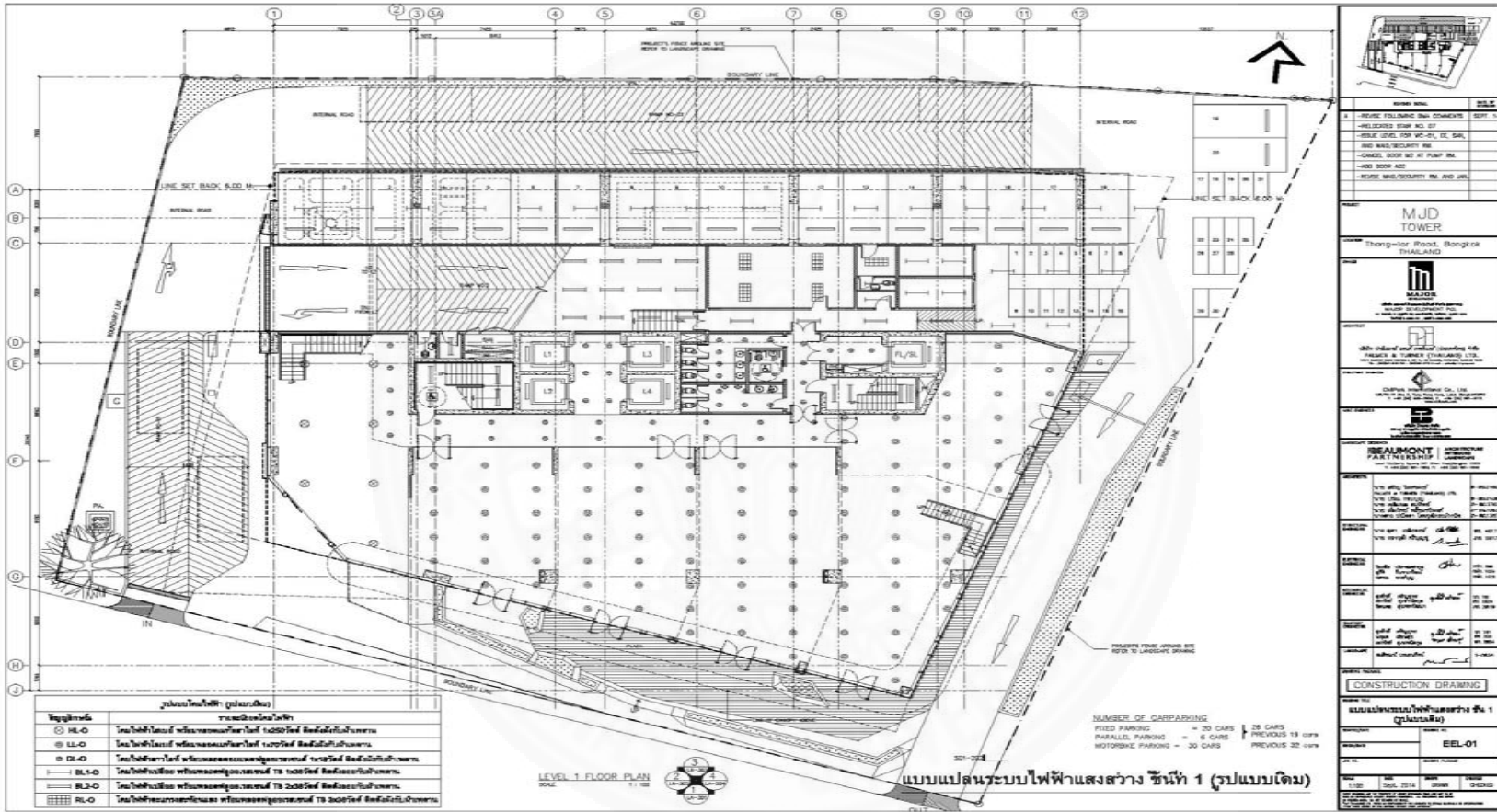
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) / False Color Rendering

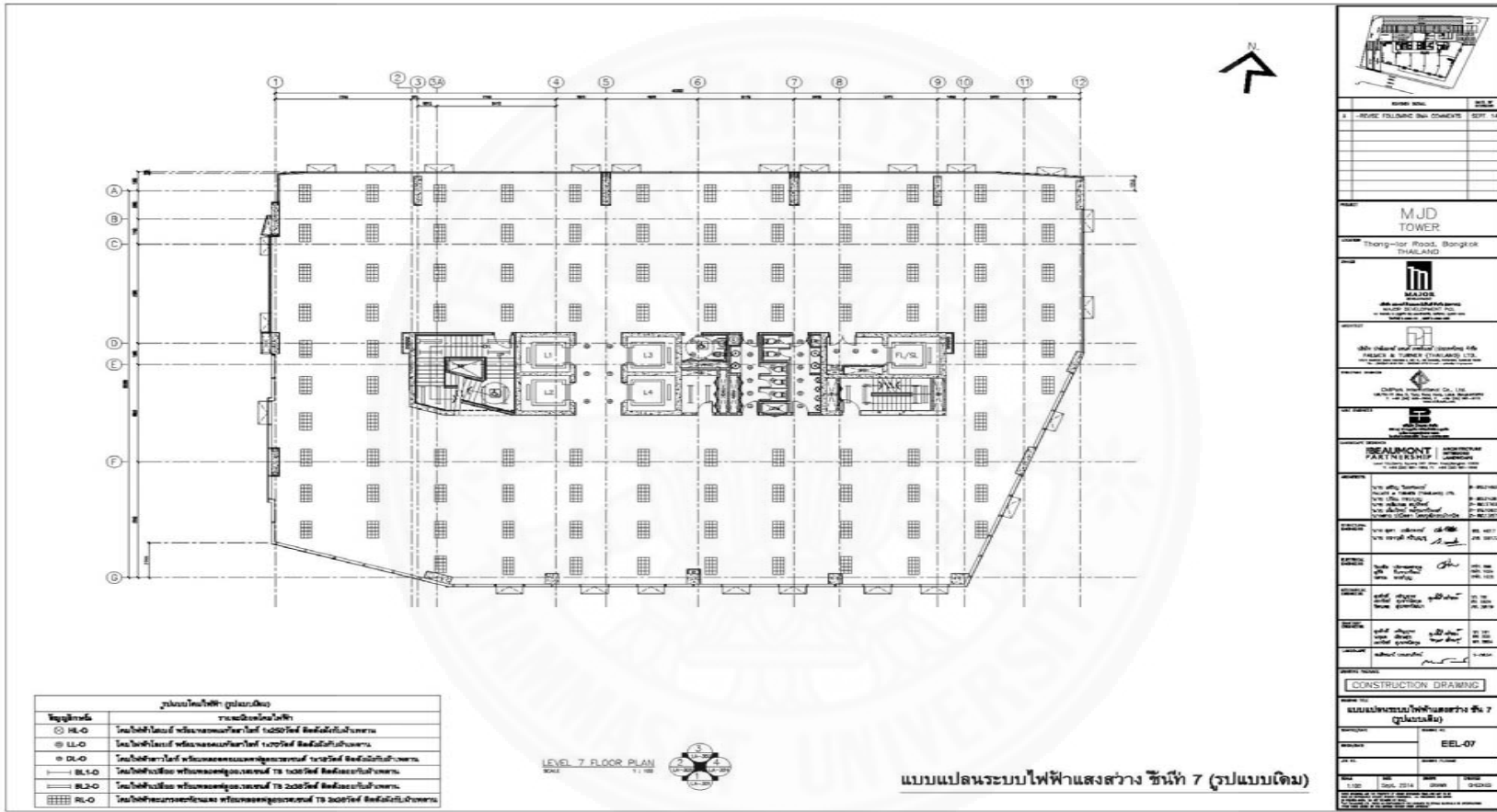


ภาพที่ 4.1 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



ภาพที่ 4.2 แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1 (รูปแบบเดิม). จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



ภาพที่ 4.2 (ต่อ) แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 7 (รูปแบบเดิม). จาก <https://www.weareqsec.com>
 โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนารอกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

1. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015
Operator: นายสุรศักดิ์ มีญจวานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

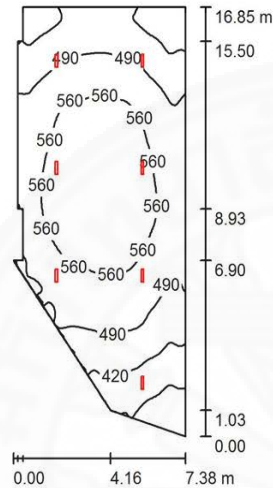
ภาพที่ 4.3 รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกษกลาง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี เลควิว ซอยงามคำแฉ่ง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณ ทัฬหสีภคศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

โถงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) / Summary



Height of Room: 6.500 m, Mounting Height: 6.500 m, Light loss factor: 0.70

Values in Lux, Scale 1:217

Surface	ρ [%]	E _{av} [lx]	E _{min} [lx]	E _{max} [lx]	u0
Workplane	/	509	294	617	0.578
Floor	10	452	266	537	0.588
Ceiling	70	132	97	183	0.735
Walls (10)	50	340	93	1587	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.690, Ceiling / Working Plane: 0.260.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	7	(Type 1)* (1.000)	19800	19800	200.0
*Modified Technical Specifications			Total: 138598	Total: 138600	1400.0

Specific connected load: 13.52 W/m² = 2.66 W/m²/100 lx (Ground area: 103.55 m²)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกษลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

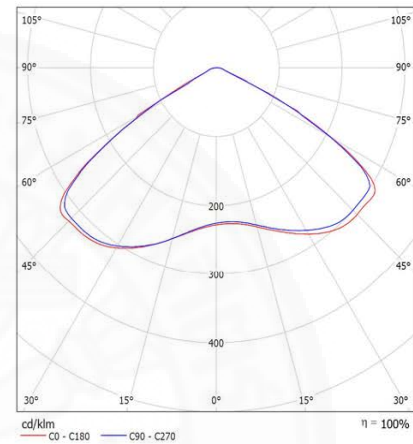
บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยงามคำแฉ่ง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณ ทัฬหเสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

/ Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 44 89 99 100 100

Due to missing symmetry properties, no UGR table can
be displayed for this luminaire.

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

14.12.2015

บริษัท ไททอแองเคิล เอ็มจีเอ็มเอส (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารามบท รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.บี.เศวตวิ ชอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

โรงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) โรงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

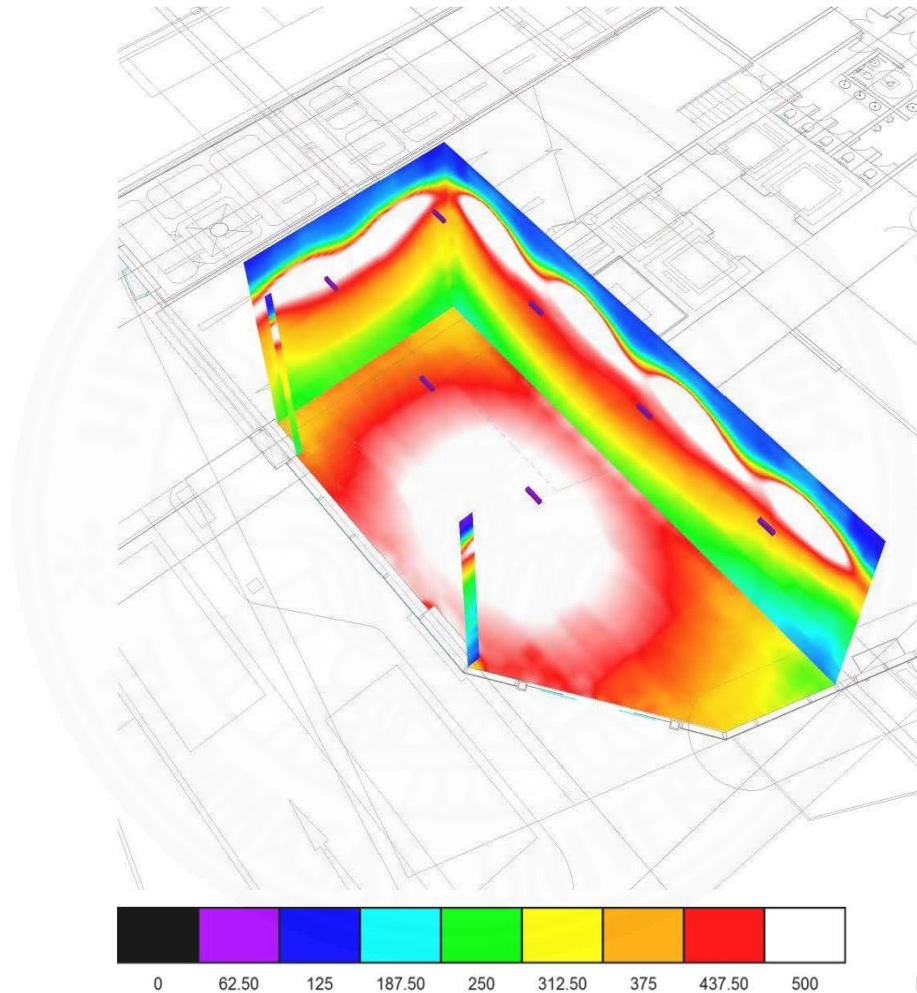
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไททอแองเคิล เอ็มจีเนียร์ส (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารามบท รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.บี.เสาว์ว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

โถงพักคอย ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) / False Color Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่) โถงพักคอย ชั้นที่ 1. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบไฟส่องสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

3. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015
Operator: นายสุรศักดิ์ ปัญจรวานนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

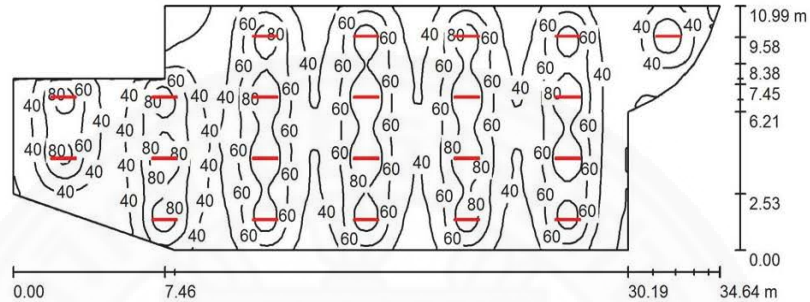
ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณ ที่ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) / Summary



Height of Room: 2.550 m, Mounting Height: 2.550 m, Light loss factor: 0.50

Values in Lux, Scale 1:248

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u0
Workplane	/	54	11	99	0.208
Floor	10	48	16	68	0.333
Ceiling	50	25	4.60	724	0.186
Walls (12)	30	41	10	191	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.837, Ceiling / Working Plane: 0.453.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	22	L&E : LUSO#LBS 3-140/T4 (Type 1)* (1.000)	2179	2500	20.0
*Modified Technical Specifications			Total: 47948	Total: 55000	440.0

Specific connected load: $1.41 \text{ W/m}^2 = 2.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 311.47 m^2)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนารอกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

14.12.2015

บริษัท ไทเอนจี้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
 เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารกฤษเกษม ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
 อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

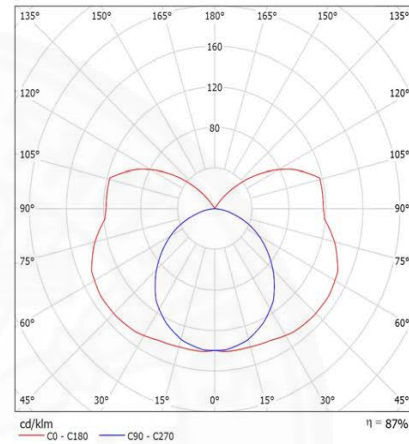
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณ นักรังสรรค์ศึกษา 5410030042
 Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
 Fax 02-3161447
 e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยงามคำแวง 118 แยก 48-1 ถนนราม
 คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#LBS 3-140/T4 / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 76
 CIE flux code: 31 59 82 76 87

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Walls		50	20	50	20	20	50	20	50	20	20
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	12.5	13.7	13.1	14.3	15.0	10.6	11.8	11.2	12.5	13.2
	3H	14.9	16.0	15.5	16.6	17.4	12.1	13.2	12.8	13.9	14.6
	4H	16.0	17.1	16.7	17.8	18.5	12.7	13.7	13.3	14.4	15.2
	6H	17.2	18.2	17.9	18.8	19.6	13.0	14.0	13.7	14.7	15.5
	8H	17.7	18.7	18.4	19.4	20.2	13.1	14.1	13.8	14.8	15.6
12H	18.2	19.1	18.9	19.8	20.7	13.2	14.0	13.9	14.8	15.6	
4H	2H	13.0	14.1	13.7	14.8	15.5	11.7	12.7	12.4	13.4	14.2
	3H	15.7	16.6	16.4	17.3	18.1	13.4	14.3	14.1	15.0	15.9
	4H	17.0	17.8	17.7	18.6	19.4	14.2	15.0	14.9	15.7	16.6
	6H	18.3	19.1	19.1	19.8	20.7	14.7	15.4	15.5	16.2	17.1
	8H	19.0	19.7	19.7	20.4	21.3	14.9	15.5	15.6	16.3	17.2
12H	19.6	20.2	20.4	21.0	21.9	15.0	15.6	15.7	16.4	17.3	
8H	4H	17.3	18.0	18.1	18.7	19.7	15.0	15.6	15.7	16.4	17.3
	6H	18.9	19.5	19.7	20.2	21.2	15.8	16.4	16.6	17.2	18.1
	8H	19.7	20.2	20.5	21.0	22.0	16.1	16.6	16.9	17.4	18.4
	12H	20.5	21.0	21.3	21.8	22.7	16.3	16.8	17.1	17.6	18.6
	12H	17.3	17.9	18.1	18.7	19.6	15.2	15.8	15.9	16.5	17.5
12H	6H	19.0	19.5	19.8	20.3	21.2	16.1	16.6	16.9	17.4	18.4
	8H	19.9	20.3	20.7	21.1	22.1	16.6	17.0	17.4	17.8	18.8
Variation of the observer position for the luminaire-distances S											
S = 1.0H		+0.1	/	-0.1			+0.1	/	-0.1		
S = 1.5H		+0.2	/	-0.2			+0.2	/	-0.3		
S = 2.0H		+0.3	/	-0.3			+0.4	/	-0.6		
Standard table		BK10					BK14				
Correction		3.9					-0.4				
Corrected Glare Indices referring to 1000lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
 ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

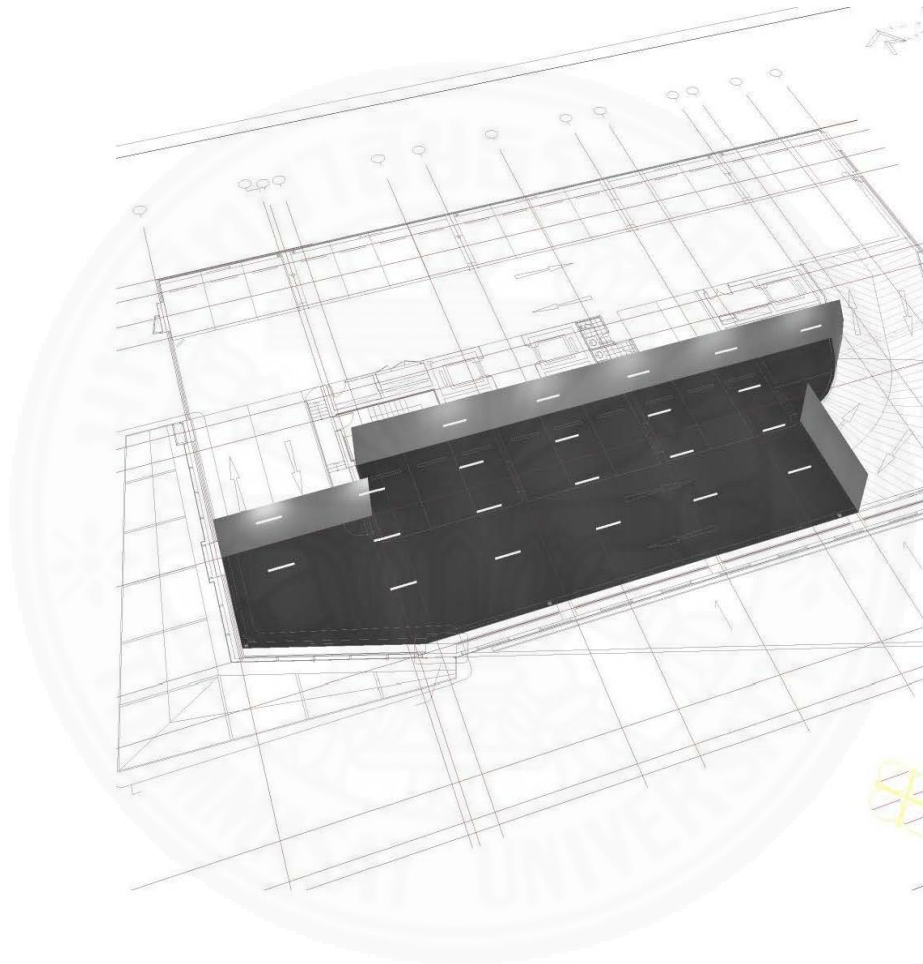
14.12.2015

บริษัท ไทเอนจี้ค เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณทร์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและหัตถการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

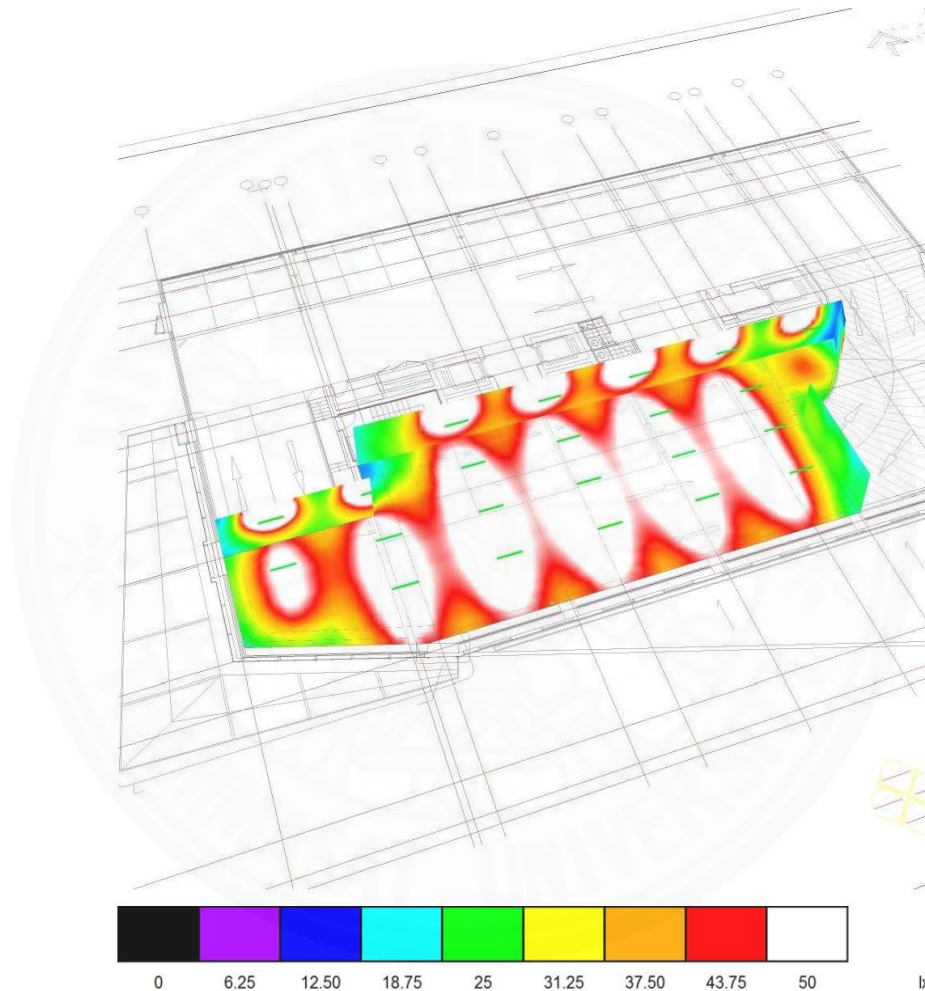
14.12.2015

บริษัท ไทเอนจี้ค เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณทร์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) / False Color Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่) ลานจอดรถยนต์ 3A ชั้นที่ 3. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

**โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสม
สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย**

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรุงเทพมหานคร

7. อาคารสำนักงาน ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่)

Partner for Contact: วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์
Order No.: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
Company:
Customer No.:

Date: 14.12.2015

Operator: นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณท์ รหัสนักศึกษา 5410030042

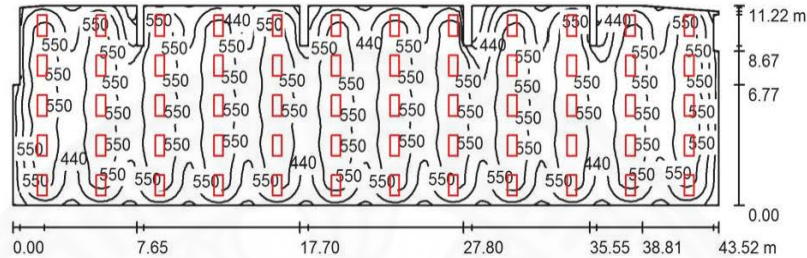
ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่). จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทเอนจี้ เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารภูแลน ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวรรณทร์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค ซี เลอวีว ซอยงามคำแวง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / Summary



Height of Room: 3.100 m, Mounting Height: 3.100 m, Light loss factor: 0.70 Values in Lux, Scale 1:312

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	514	129	662	0.251
Floor	10	485	177	564	0.364
Ceiling	70	74	46	18268	0.624
Walls (28)	50	196	51	756	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 64 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.372, Ceiling / Working Plane: 0.147.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	60	L&E : LUSO#RST600/336-PM6/M/M/IT6-SNEP (Type 1)* (1.000)	6114	7500	60.0
			Total: 366815	Total: 450000	3600.0

*Modified Technical Specifications

Specific connected load: $7.49 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 480.43 m²)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟส่องสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟ

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียर्स (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารภูกลาง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

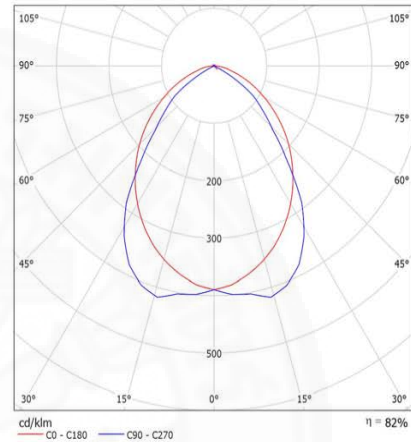
Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวานนท์ รหัสการศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลอวิวิ ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 62 91 99 100 82

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Wall		50	30	50	70	30	50	30	50	70	30
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	9.0	10.1	9.3	10.3	10.6	6.6	7.7	6.9	7.9	8.2
	3H	9.9	10.9	10.3	11.2	11.5	6.5	7.5	6.8	7.7	8.0
	4H	10.2	11.2	10.6	11.4	11.7	6.4	7.4	6.8	7.6	7.9
	6H	10.5	11.3	10.8	11.6	11.9	6.4	7.2	6.7	7.5	7.8
	8H	10.6	11.4	10.9	11.7	12.0	6.3	7.1	6.7	7.4	7.8
	12H	10.7	11.4	11.0	11.8	12.1	6.3	7.1	6.7	7.4	7.7
4H	2H	9.2	10.1	9.5	10.4	10.7	7.1	8.0	7.4	8.3	8.6
	3H	10.2	11.0	10.6	11.3	11.7	7.0	7.8	7.4	8.1	8.5
	4H	10.6	11.3	11.0	11.7	12.0	7.0	7.7	7.4	8.0	8.4
	6H	11.0	11.6	11.4	11.9	12.3	6.9	7.5	7.3	7.9	8.3
	8H	11.1	11.7	11.6	12.1	12.5	6.9	7.4	7.3	7.8	8.2
	12H	11.3	11.7	11.7	12.1	12.6	6.8	7.3	7.3	7.7	8.2
8H	4H	10.6	11.1	11.0	11.5	11.9	7.1	7.7	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.9	12.3	7.1	7.5	7.5	7.9	8.4
	8H	11.2	11.6	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.5	7.9	8.4
	12H	11.4	11.7	11.9	12.2	12.7	7.0	7.3	7.5	7.8	8.3
	4H	10.6	11.0	11.0	11.5	11.9	7.1	7.6	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.8	12.3	7.1	7.5	7.6	7.9	8.4
12H	8H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	12H	11.4	11.7	11.9	12.2	12.7	7.0	7.3	7.5	7.8	8.3
Variation of the observer position for the luminance distance S:											
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					+0.7 / -1.0				
S = 1.5H		+0.5 / -0.8					+1.3 / -4.0				
S = 2.0H		+1.2 / -1.3					+2.6 / -7.4				
Standard table		BK03					BK01				
Correction											
Summand		-7.3					-11.7				
Corrected Glare Indices referring to 999lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟ

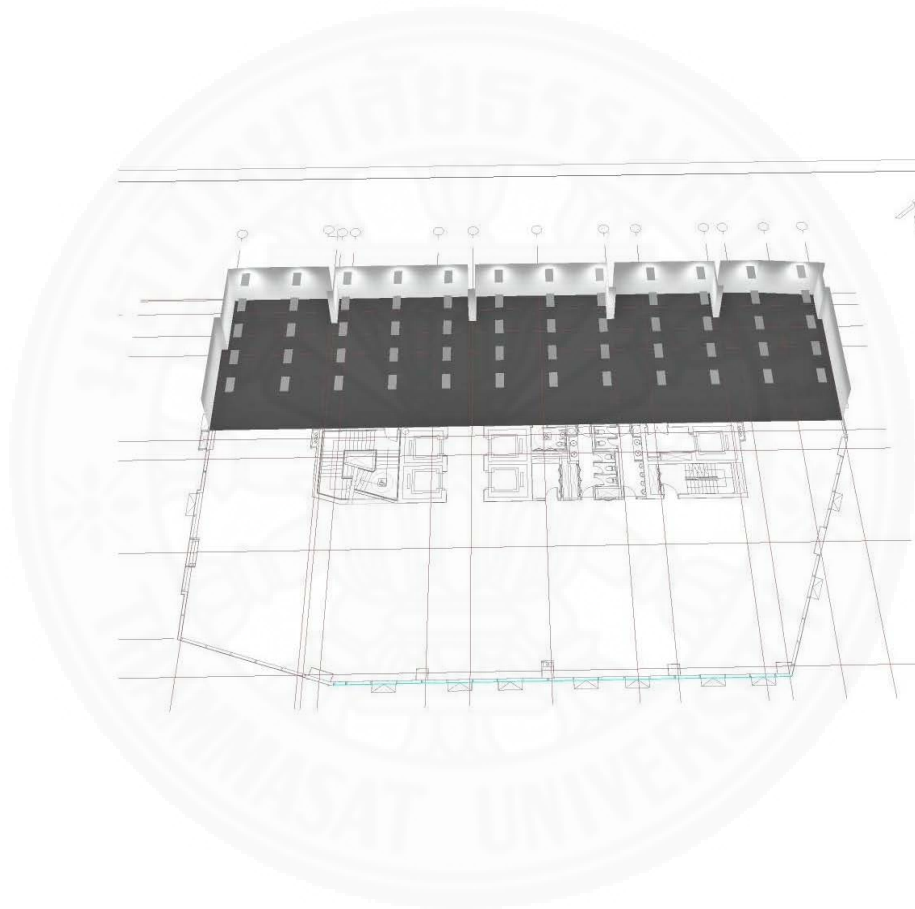
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12655 หมู่ 15 อาคารภูผาแลน ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณที่ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

DIALux

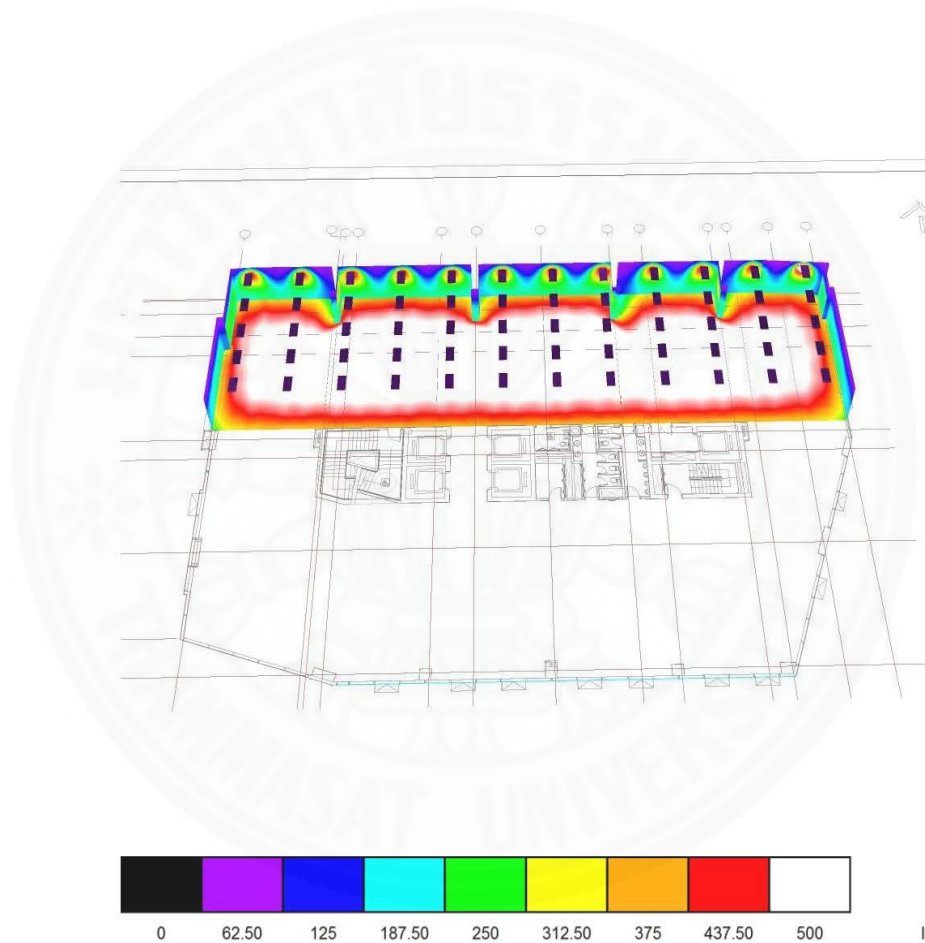
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12555 หมู่ 15 อาคารภูแลน ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวรรณท์ วิทยาลัยศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / False Color Rendering



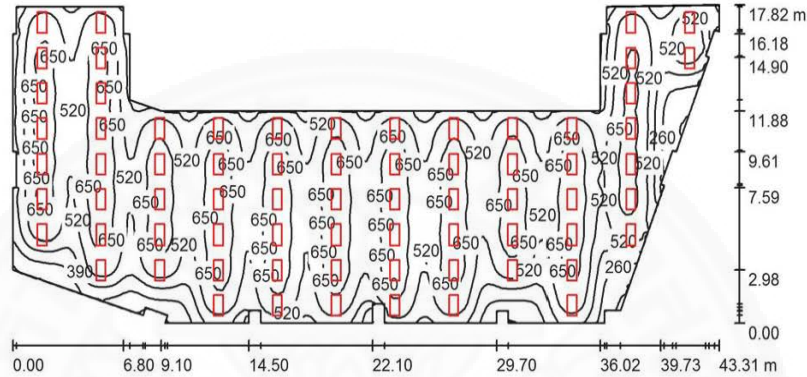
ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารภูหลวง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวรรณทร์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยงามคำแฉ่ง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / Summary



Height of Room: 3.100 m, Mounting Height: 3.100 m, Light loss factor: 0.70

Values in Lux, Scale 1:310

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	$u0$
Workplane	/	548	116	737	0.211
Floor	10	520	166	633	0.319
Ceiling	70	66	45	1232	0.686
Walls (45)	50	192	48	785	/

Workplane:

Height: 0.850 m
Grid: 128 x 128 Points
Boundary Zone: 0.000 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.350, Ceiling / Working Plane: 0.122.

Luminaire Parts List

No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	70	L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP (Type 1)* (1.000)	6114	7500	60.0

*Modified Technical Specifications

Total: 427951 Total: 525000 4200.0

Specific connected load: $7.95 \text{ W/m}^2 = 1.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 528.10 m²)

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟ

DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแอนด์ เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/555 หมู่ 15 อาคารภูกลาง ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

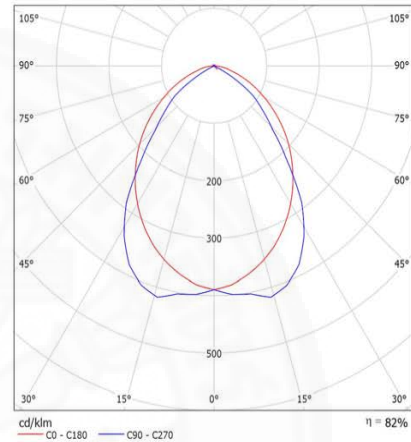
Operator นายสุศักดิ์ ปัญจวานนท์ รหัสการศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี. เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

L&E : LUSO#RST600/336-PM6/MI/MI/T6-SNEP / Luminaire Data Sheet

Luminous emittance 1:

See our luminaire catalog for an image of the luminaire.



Luminaire classification according to CIE: 100
CIE flux code: 62 91 99 100 82

Luminous emittance 1:

Glare Evaluation According to UGR											
p Ceiling		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Wall		50	30	50	70	30	50	30	50	70	30
p Floor		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Room Size X Y		Viewing direction at right angles to lamp axis					Viewing direction parallel to lamp axis				
2H	2H	9.0	10.1	9.3	10.3	10.6	6.6	7.7	6.9	7.9	8.2
	3H	9.9	10.9	10.3	11.2	11.5	6.5	7.5	6.8	7.7	8.0
	4H	10.2	11.2	10.6	11.4	11.7	6.4	7.4	6.8	7.6	7.9
	6H	10.5	11.3	10.8	11.6	11.9	6.4	7.2	6.7	7.5	7.8
	8H	10.6	11.4	10.9	11.7	12.0	6.3	7.1	6.7	7.4	7.8
	12H	10.7	11.4	11.0	11.8	12.1	6.3	7.1	6.7	7.4	7.7
4H	2H	9.2	10.1	9.5	10.4	10.7	7.1	8.0	7.4	8.3	8.6
	3H	10.2	11.0	10.6	11.3	11.7	7.0	7.8	7.4	8.1	8.5
	4H	10.6	11.3	11.0	11.7	12.0	7.0	7.7	7.4	8.0	8.4
	6H	11.0	11.6	11.4	11.9	12.3	6.9	7.5	7.3	7.9	8.3
	8H	11.1	11.7	11.6	12.1	12.5	6.9	7.4	7.3	7.8	8.2
	12H	11.3	11.7	11.7	12.1	12.6	6.8	7.3	7.3	7.7	8.2
8H	4H	10.6	11.1	11.0	11.5	11.9	7.1	7.7	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.9	12.3	7.1	7.5	7.5	7.9	8.4
	8H	11.2	11.6	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.5	7.9	8.4
	12H	11.4	11.7	11.9	12.2	12.7	7.0	7.3	7.5	7.8	8.3
	4H	10.6	11.0	11.0	11.5	11.9	7.1	7.6	7.6	8.0	8.5
	6H	11.0	11.4	11.5	11.8	12.3	7.1	7.5	7.6	7.9	8.4
12H	2H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	3H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	4H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	6H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	8H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
	12H	11.2	11.5	11.7	12.0	12.5	7.1	7.4	7.6	7.9	8.4
Variation of the observer position for the luminance distance S:											
S = 1.5H		+0.3 / -0.3					+0.7 / -1.0				
S = 1.5H		+0.5 / -0.8					+1.3 / -4.0				
S = 2.0H		+1.2 / -1.3					+2.6 / -7.4				
Standard table		BK03					BK01				
Correction											
Summand		-7.3					-11.7				
Corrected Glare Indices referring to 999lm Total Luminous Flux											

ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟ

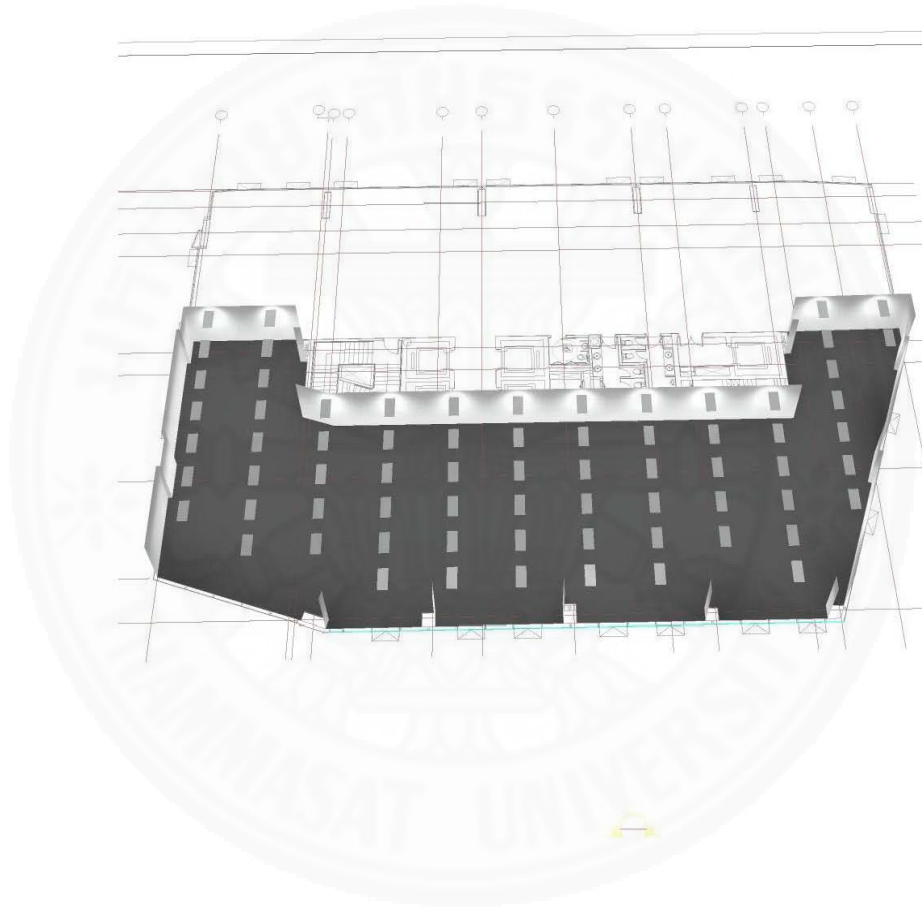
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12655 หมู่ 15 อาคารภูทอก ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจวรรณที่ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แยก 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / 3D Rendering



ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12

โครงการงานวิจัย การศึกษาและพัฒนาระบบการออกแบบระบบไฟฟ้า

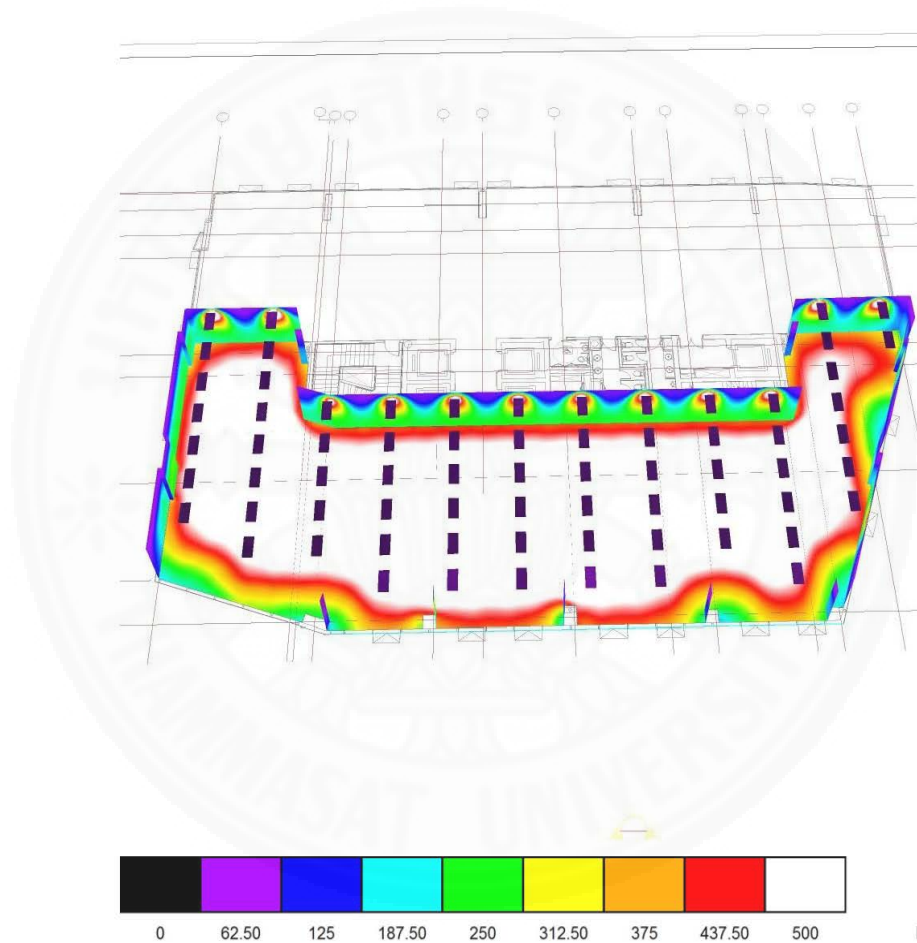
DIALux
14.12.2015

บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด
เลขที่ 12/55 หมู่ 15 อาคารกุหลาบ ชั้นที่ 6 ถนนบางนา-ตราด ตำบลบางแก้ว
อำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ 10540

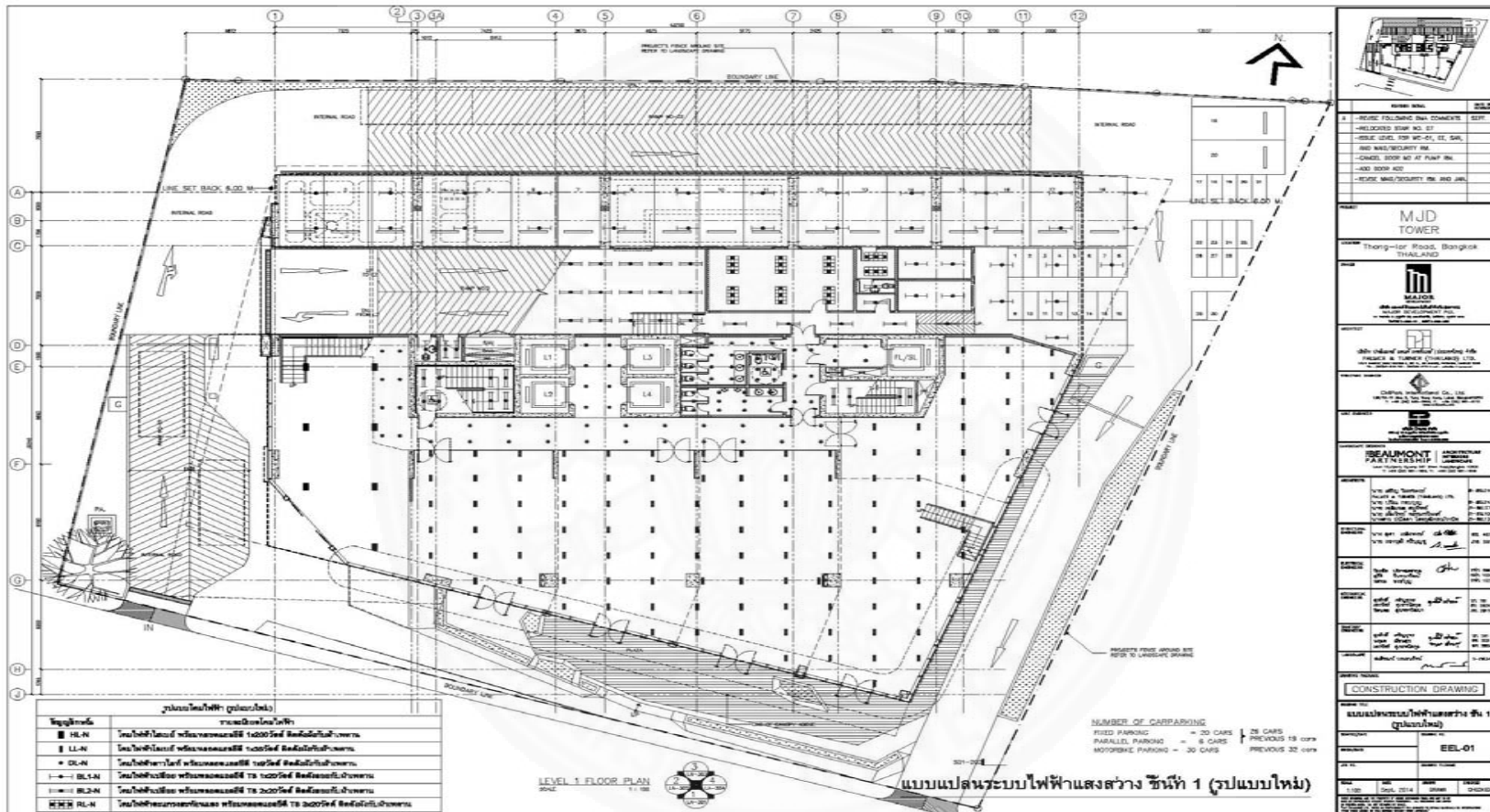
Operator นายสุรศักดิ์ ปัญจารามนท์ รหัสนักศึกษา 5410030042
Telephone 089-9258670, 02-3161445-6
Fax 02-3161447
e-Mail surasak@triangle.co.th

บ้านเลขที่ 100/71 หมู่บ้านเค.ซี.เลควิว ซอยรามคำแหง 118 แขวง 48-1 ถนนราม
คำแหง แขวงสะพานสูง เขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) / False Color Rendering

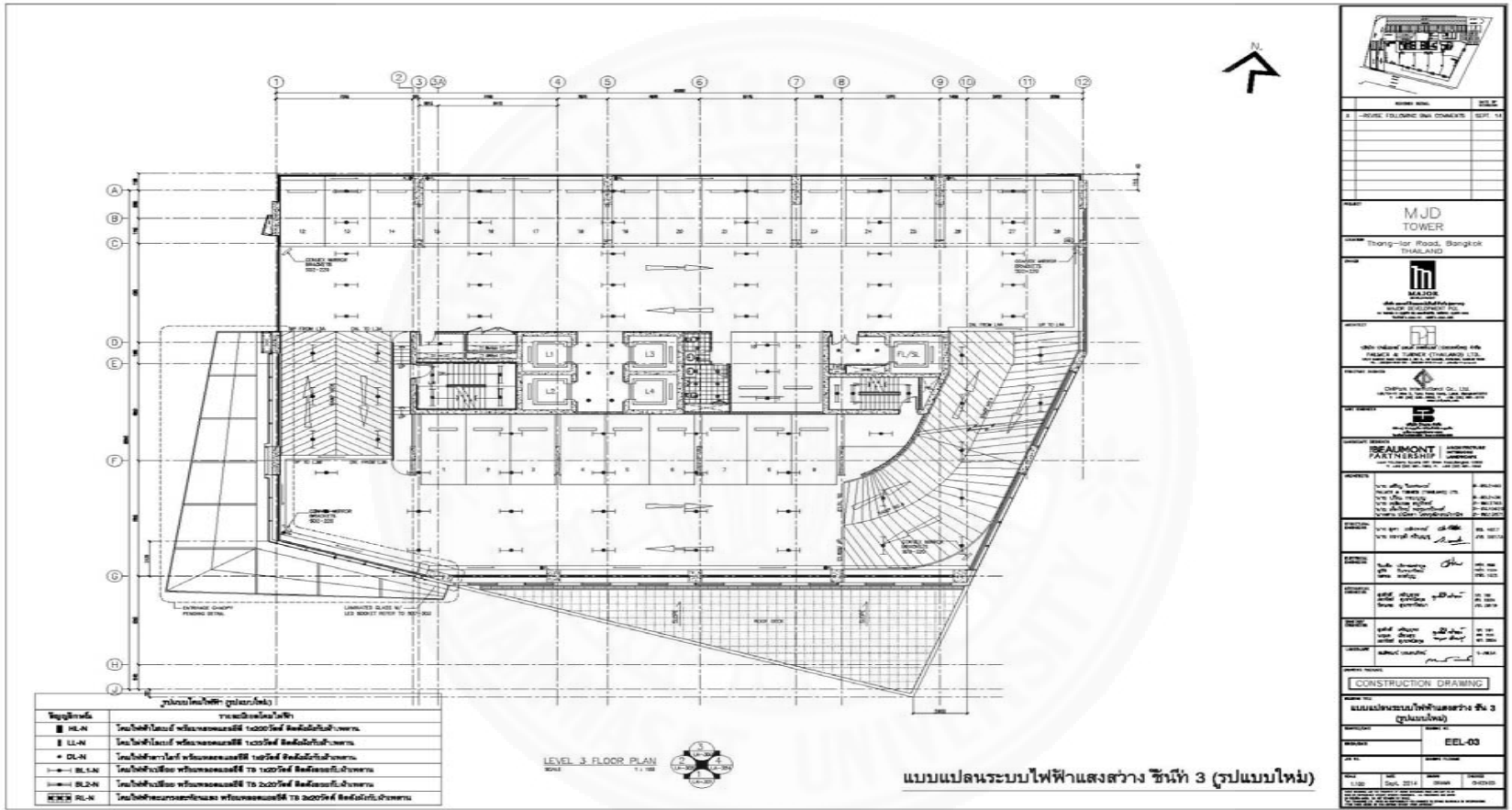


ภาพที่ 4.3 (ต่อ) รายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่) พื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ชั้นที่ 7. จาก โปรแกรมสำเร็จรูป DIALux 4.12



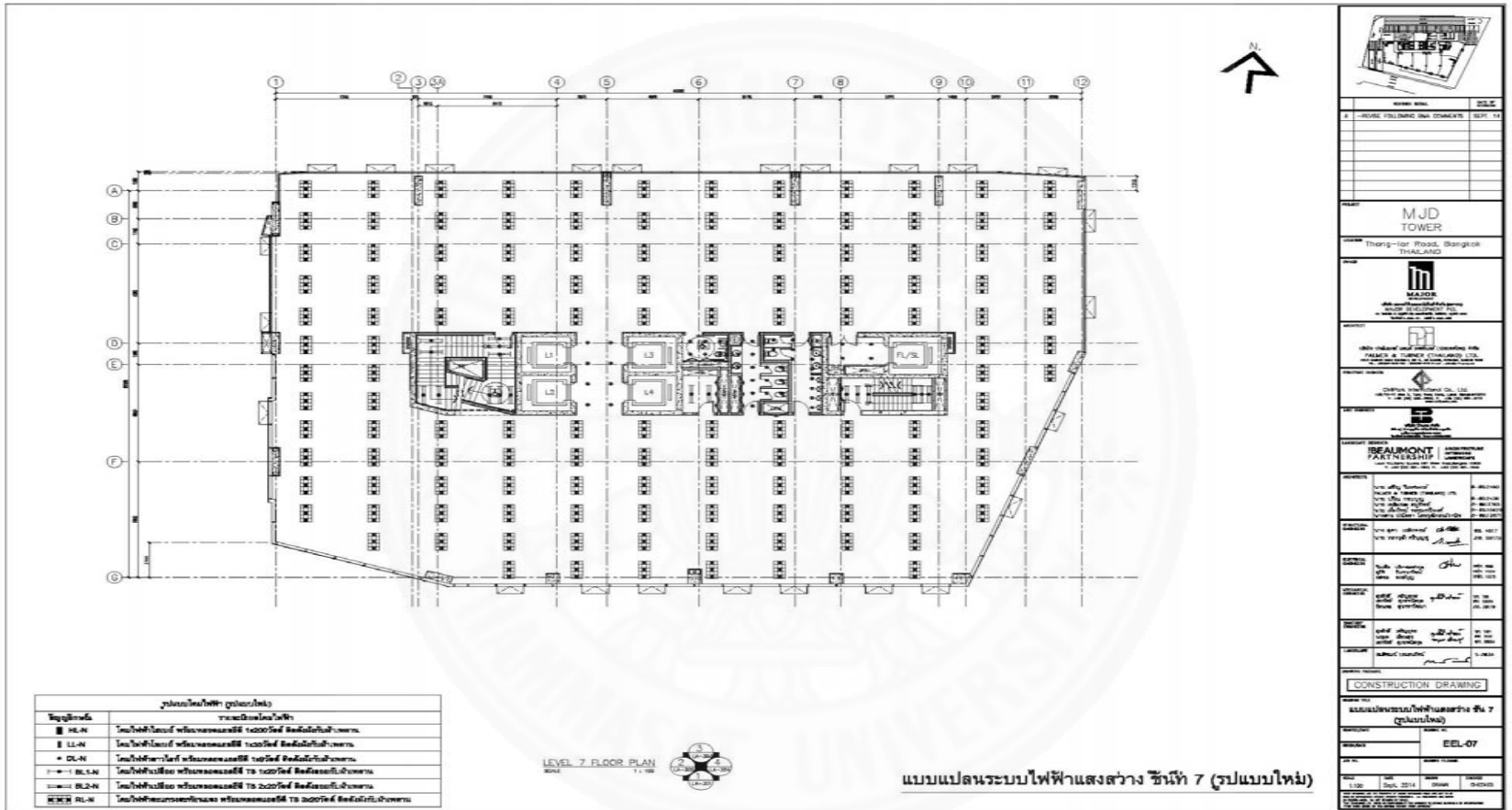
ภาพที่ 4.4 แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 1 (รูปแบบใหม่). จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสทีเอ็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 3 (รูปแบบใหม่). จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559



ภาพที่ 4.4 (ต่อ) แบบแปลนระบบไฟฟ้าแสงสว่าง อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ชั้นที่ 7 (รูปแบบใหม่). จาก <https://www.weareqsec.com>

โดย บริษัท ควอลิตี้ ซีเอสเต็ม เอ็นจิเนียริง จำกัด, 2559

ตารางที่ 4.1

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอตลอด
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-O (ชุด)	HL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	RL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)	BL2-O (ชุด)	
ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 19	18,129.24			219	7	134	1,102	354	9	249	278
จำนวนโคมไฟฟ้ทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอตลอด)				โคมไฟฟ้ LL-O				219 ชุด			
				โคมไฟฟ้ HL-O				7 ชุด			
				โคมไฟฟ้ DL-O				488 ชุด			
				โคมไฟฟ้ RL-O				1,102 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL1-O				9 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL2-O				249 ชุด			
จำนวนโคมไฟฟ้ทั้งหมด				โคมไฟฟ้ LL-O				219 ชุด			
				โคมไฟฟ้ HL-O				7 ชุด			
				โคมไฟฟ้ DL-O				488 ชุด			
				โคมไฟฟ้ RL-O				1,102 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL1-O				287 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL2-O				249 ชุด			

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-O (ชุด)	HL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	RL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)	BL2-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)
สรุปพื้นที่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)											
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								12,468.15	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								1,125.49	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่จอดรถ								4,535.60	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่ทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								13,593.64	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่ทั้งหมด								18,129.24	ตารางเมตร		
สรุปกำลังไฟฟ้า สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)											
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								188,747.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								31,722.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่จอดรถ								13,900.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								220,469.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด								234,369.00	วัตต์		

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-O (ชุด)	HL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	RL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)	BL2-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)
สรุปพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานต่อวัน (เฉลี่ยโดยประมาณ 12 ชั่วโมง ต่อวัน) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)											
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								2,264.96	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								380.66	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่จอดรถ								166.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								2,645.63	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันทั้งหมด								2,812.43	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
สรุปพลังงานไฟฟ้าต่อปี (เฉลี่ยโดยประมาณ 300 วัน ต่อปี) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)											
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								679,489.20	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								114,199.20	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่จอดรถ								50,040.00	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								793,688.40	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีทั้งหมด								843,728.40	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-O (ชุด)	HL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	RL-O (ชุด)	DL-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)	BL2-O (ชุด)	BL1-O (ชุด)
กำลังไฟฟ้าทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)								16.21854044 วัตต์/ตร.ม.			
การใช้พลังงานแสงสว่างในอาคารสูงสุดทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)								58.38674556 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม./ปี			
หมายเหตุ : ความหมายและรายละเอียดต่างๆ ของโคมไฟฟ้าที่ใช้ในการออกแบบและวิจัย สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบเดิม)											
1. LL-O หมายถึง โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดเมทัลฮาไลต์ 1x70 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 87.50 วัตต์/ชุด)											
2. HL-O หมายถึง โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดเมทัลฮาไลต์ 1x/250 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 267.50 วัตต์/ชุด)											
3. DL-O หมายถึง โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 18.00 วัตต์/ชุด)											
4. RL-O หมายถึง โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 150.00 วัตต์/ชุด)											
5. BL1-O หมายถึง โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 50.00 วัตต์/ชุด)											
6. BL2-O หมายถึง โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 100.00 วัตต์/ชุด)											

ตารางที่ 4.2

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอตลอด
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-N (ชุด)	HL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	RL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)	BL2-N (ชุด)	
ชั้นที่ 1 - ชั้นที่ 19	18,129.24			249	7	184	1,413	528	8	331	350
จำนวนโคมไฟฟ้ทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอตลอด)				โคมไฟฟ้ LL-N				249 ชุด			
				โคมไฟฟ้ HL-N				7 ชุด			
				โคมไฟฟ้ DL-N				712 ชุด			
				โคมไฟฟ้ RL-N				1,413 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL1-N				8 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL2-N				331 ชุด			
จำนวนโคมไฟฟ้ทั้งหมด				โคมไฟฟ้ LL-N				249 ชุด			
				โคมไฟฟ้ HL-N				7 ชุด			
				โคมไฟฟ้ DL-N				712 ชุด			
				โคมไฟฟ้ RL-N				1,413 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL1-N				358 ชุด			
				โคมไฟฟ้ BL2-N				331 ชุด			

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-N (ชุด)	HL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	RL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)	BL2-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)
สรุปพื้นที่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)											
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								12,468.15	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								1,125.49	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่สำหรับพื้นที่จอดรถ								4,535.60	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่ทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								13,593.64	ตารางเมตร		
รวมพื้นที่ทั้งหมด								18,129.24	ตารางเมตร		
สรุปกำลังไฟฟ้า สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)											
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								96,551.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								18,152.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าสำหรับพื้นที่จอดรถ								7,000.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								114,703.00	วัตต์		
รวมกำลังไฟฟ้าทั้งหมด								121,703.00	วัตต์		

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-N (ชุด)	HL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	RL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)	BL2-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)
สรุปพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานต่อวัน (เฉลี่ยโดยประมาณ 12 ชั่วโมง ต่อวัน) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)											
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								1,158.61	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								217.82	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันสำหรับพื้นที่จอดรถ								84.00	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								1,376.44	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อวันทั้งหมด								1,460.44	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/วัน		
สรุปพลังงานไฟฟ้าต่อปี (เฉลี่ยโดยประมาณ 300 วัน ต่อปี) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)											
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่ปรับอากาศ								347,583.60	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ								65,347.20	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีสำหรับพื้นที่จอดรถ								25,200.00	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)								412,930.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		
รวมพลังงานไฟฟ้าต่อปีทั้งหมด								438,130.80	กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี		

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี ระบบไฟฟ้าแสงสว่างด้วยโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

อาคารสำนักงาน 18 ชั้น		ความสว่างตามมาตรฐาน (ลักซ์)	ความสว่างที่คำนวณได้ (ลักซ์)	พื้นที่ปรับอากาศ				พื้นที่ไม่ปรับอากาศ			พื้นที่จอดรถ	
ประเภทของพื้นที่ใช้งาน	พื้นที่รวม (ตารางเมตร)			LL-N (ชุด)	HL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	RL-N (ชุด)	DL-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)	BL2-N (ชุด)	BL1-N (ชุด)	
กำลังไฟฟ้าทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)								8.43799012				วัตต์/ตร.ม.
การใช้พลังงานแสงสว่างในอาคารสูงสุดทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)								30.37676443				กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตร.ม./ปี
หมายเหตุ : ความหมายและรายละเอียดต่างๆ ของโคมไฟฟ้าที่ใช้ในการออกแบบและวิจัย สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)												
1. LL-N หมายถึง โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x35 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 35.00 วัตต์/ชุด)												
2. HL-N หมายถึง โคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x200 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 200.00 วัตต์/ชุด)												
3. DL-N หมายถึง โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x9 วัตต์ ติดตั้งฝังกับฝ้าเพดาน (กำลังไฟฟ้า 9.00 วัตต์/ชุด)												
4. RL-N หมายถึง โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 60.00 วัตต์/ชุด)												
5. BL1-N หมายถึง โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 20.00 วัตต์/ชุด)												
6. BL2-N หมายถึง โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ (กำลังไฟฟ้า 40.00 วัตต์/ชุด)												

จากข้อมูลการใช้พลังงานโดยรวมของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สามารถแบ่งเป็นระบบปรับอากาศร้อยละ 52 ระบบแสงสว่างร้อยละ 20 และระบบอื่นๆ ร้อยละ 28 ในพื้นที่ทั้ง 3 ส่วน แสดงดังตารางที่ 4.3 โดยในพื้นที่ปรับอากาศ มีการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศร้อยละ 52 ระบบแสงสว่างร้อยละ 15.8 และระบบอื่นๆ ร้อยละ 15 ในขณะที่พื้นที่ไม่ปรับอากาศมีการใช้พลังงานสำหรับระบบแสงสว่างร้อยละ 3 และระบบอื่นๆ ร้อยละ 13 และพื้นที่จอดรถมีการใช้พลังงานสำหรับระบบแสงสว่างร้อยละ 1.2 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3

สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

ประเภทของพื้นที่ใช้งานของอาคารสำนักงาน	ระบบปรับอากาศ	ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	ระบบอื่นๆ
พื้นที่ทั้งหมด	52%	20%	28%
พื้นที่ปรับอากาศ	52%	15.8%	15%
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	-	3%	13%
พื้นที่จอดรถ	-	1.2%	-

ช่วงเวลาการเปิดใช้งานของอาคารสำนักงาน ในส่วนของบริเวณพื้นที่สำนักงาน พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โรงพักคอย ดังแสดงในภาพที่ 4.5, 4.6 และ 4.7 ตามลำดับ มีช่วงเวลาการเปิดใช้งานอยู่ระหว่างเวลา 07:00 น. ถึง 20:00 น. (12 ชั่วโมง) ซึ่งพบว่ามีสัดส่วนการใช้พลังงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่มากที่สุด และในส่วนของห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง ห้องระบบควบคุม ห้องปั้มน้ำ ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ห้องน้ำส่วนกลาง บันได รวมถึงพื้นที่จอดรถ ดังแสดงในภาพที่ 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, 4.13, 4.14 และ 4.15 ตามลำดับ มีช่วงเวลาการเปิดใช้งานอยู่ระหว่างเวลา 06:00 น. ถึง 06:00 น. (24 ชั่วโมง)



ภาพที่ 4.5 พื้นที่สำนักงาน. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.6 พื้นที่ขายสินค้า. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.7 พื้นที่โรงพักคอย. จาก <https://www.google.co.th/search>





ภาพที่ 4.8 ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.9 ห้องระบบควบคุม. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.10 ห้องปัมน้ำ. จาก <https://www.google.co.th/search>



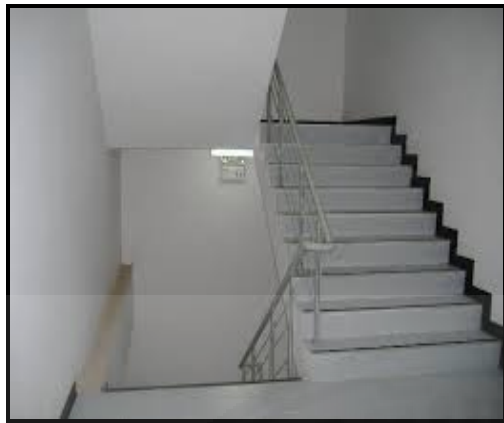
ภาพที่ 4.11 ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า. จาก <https://www.google.co.th/search>



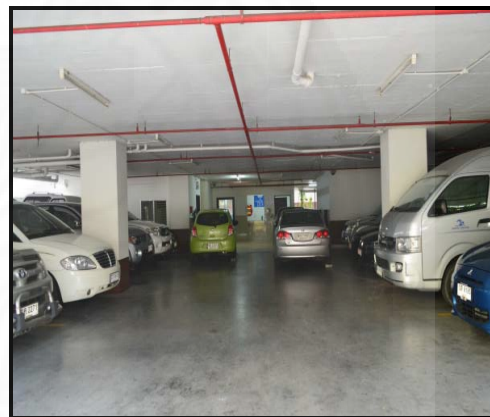
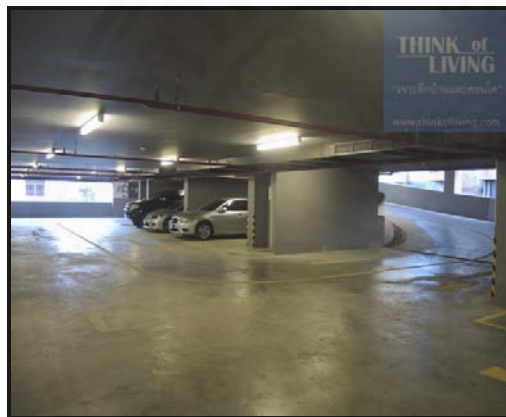
ภาพที่ 4.12 ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.13 ห้องน้ำส่วนกลาง. จาก <https://www.google.co.th/search>



ภาพที่ 4.14 บันได. จาก <https://www.google.co.th/search>



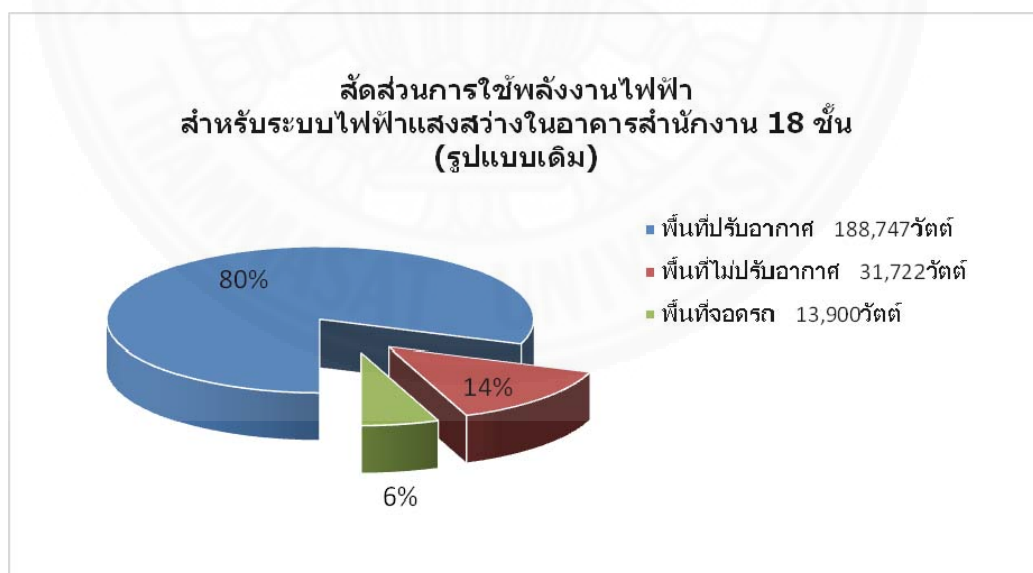
ภาพที่ 4.15 พื้นที่จอดรถ. จาก <https://www.google.co.th/search>

จากรายงานผลการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ในทุกพื้นที่ และทุกชั้น สามารถที่จะสรุปเปรียบเทียบระหว่างรูปแบบเดิมกับรูปแบบใหม่ ออกมาในรูปของกำลังไฟฟ้าและสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (รูปแบบเดิม) และ (รูปแบบใหม่) ที่สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้มากถึง 48.07% ดังแสดงในตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.16 และ 4.17 ตามลำดับ

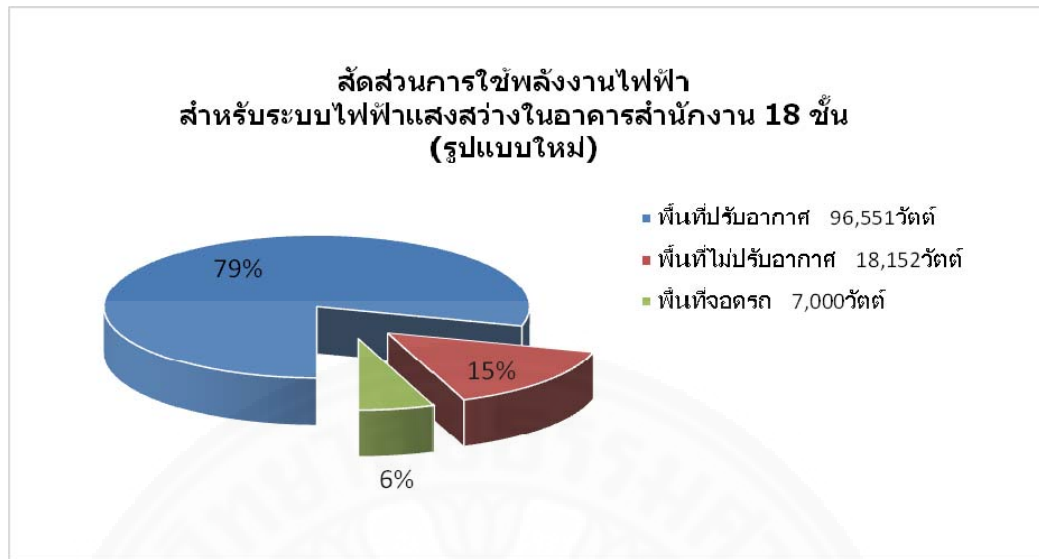
ตารางที่ 4.4

เปรียบเทียบสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ระหว่างรูปแบบเดิมกับรูปแบบใหม่

ประเภทของพื้นที่ใช้งานของ อาคารสำนักงาน	รูปแบบเดิม		รูปแบบใหม่	
	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	สัดส่วนการใช้ พลังงาน ไฟฟ้า	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	สัดส่วนการ ใช้พลังงาน ไฟฟ้า
พื้นที่ปรับอากาศ	188,747	80.53%	96,551	79.33%
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	31,722	13.54%	18,152	14.92%
พื้นที่จอดรถ	13,900	5.93%	7,000	5.75%
พื้นที่ทั้งหมด	234,369	100%	121,703	100%
กำลังไฟฟ้าที่ประหยัดลงได้ (วัตต์)				112,666
สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดลงได้				48.07%



ภาพที่ 4.16 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
(รูปแบบเดิม)



ภาพที่ 4.17 สัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน 18 ชั้น (รูปแบบใหม่)

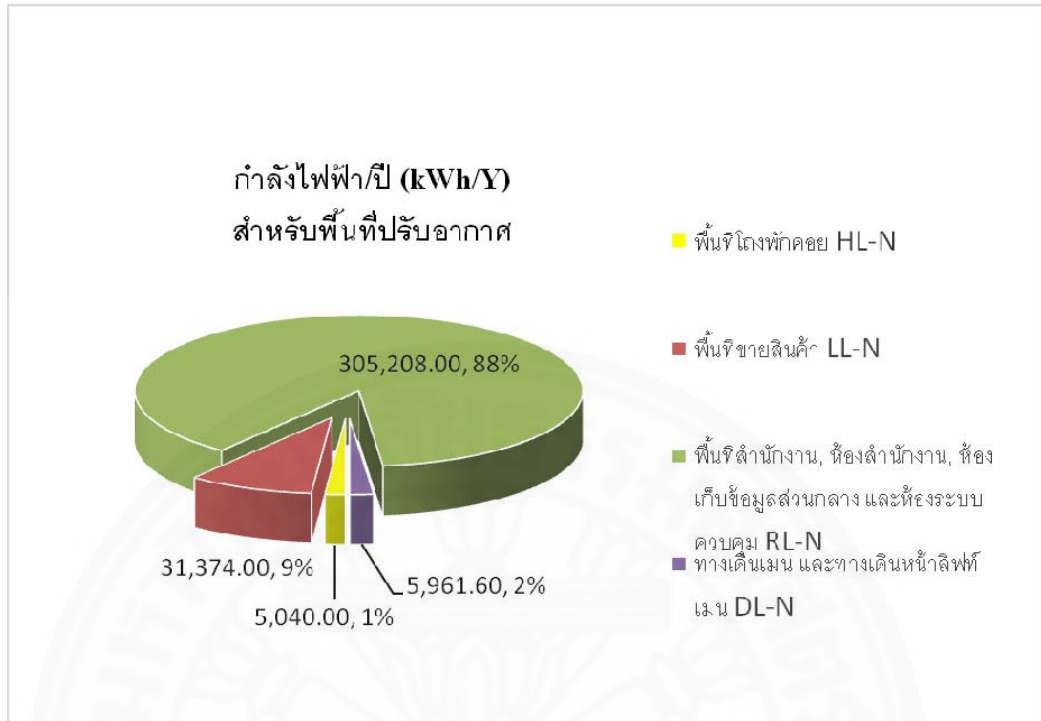
อาคารสำนักงาน 18 ชั้น ที่ทำการศึกษาวิจัยในโครงการนี้ สามารถแบ่งพื้นที่ต่างๆ ออกเป็น 3 ส่วนตามประเภทของการใช้งานคือ

1. พื้นที่ปรับอากาศ ประกอบด้วยพื้นที่ต่างๆ ดังนี้คือ พื้นที่โถงพักคอย, พื้นที่ขายสินค้า, พื้นที่สำนักงาน, ห้องสำนักงาน, ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง, ห้องระบบควบคุม, ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน

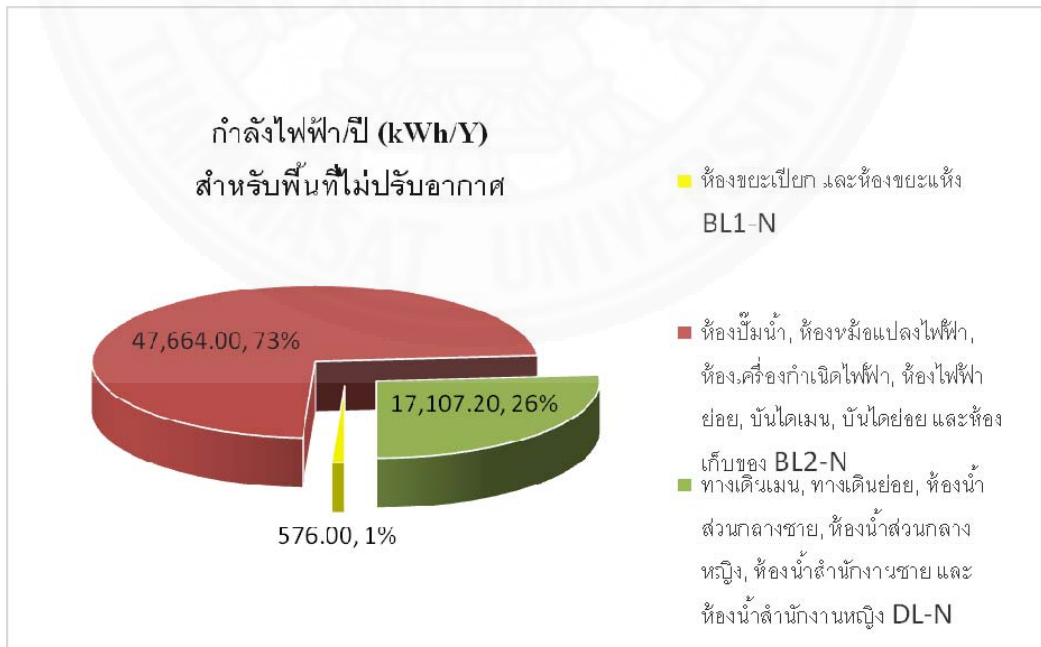
2. พื้นที่ไม่ปรับอากาศ ประกอบด้วยพื้นที่ต่างๆ ดังนี้คือ ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องไฟฟ้าย่อย, บันไดเมน, บันไดย่อย, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย, ห้องน้ำส่วนกลางชาย, ห้องน้ำส่วนกลางหญิง, ห้องน้ำสำนักงานชาย และห้องน้ำสำนักงานหญิง

3. พื้นที่จอดรถ ประกอบด้วยพื้นที่ต่างๆ ดังนี้คือ ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์

เมื่อทำการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น โดยพิจารณาจากสัดส่วน ของโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิดตามสัดส่วนของพื้นที่ต่างๆ ของอาคารสำนักงาน สามารถสรุปเป็นกราฟแสดงสัดส่วนตามจำนวนและรายละเอียด ดังในภาพที่ 4.18, 4.19 และ 4.20 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.18 สัดส่วนกำลังไฟฟ้าตามจำนวนโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิด สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น



ภาพที่ 4.19 สัดส่วนกำลังไฟฟ้าตามจำนวนโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิด สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น



ภาพที่ 4.20 สัดส่วนกำลังไฟฟ้าตามจำนวนโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิด
สำหรับพื้นที่จอดรถ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

จากการพิจารณารูปแสดงสัดส่วนกำลังไฟฟ้าตามจำนวนโคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าในแต่ละชนิด ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้งานในพื้นที่ต่างๆ ของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สามารถสรุปได้ว่า จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 แสดงสัดส่วนโดยประมาณ 20% ของพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงาน พบว่าพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในส่วนของพื้นที่ปรับอากาศ โดยเป็นพื้นที่ในส่วนสำนักงาน และพื้นที่ขายสินค้า มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่สูงที่สุดคือมากกว่า 75% ส่วนพื้นที่ไม่ปรับอากาศ โดยเป็นพื้นที่ในส่วนกลางของอาคาร คือ ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องไฟฟ้าย่อย, บันได, ทางเดิน และห้องน้ำ มีการใช้พลังงานในสัดส่วนรองลงมาคือ 14-15% และส่วนพื้นที่จอดรถ มีการใช้พลังงานในสัดส่วนที่น้อยที่สุดคือ 6%

4.2 ผลการสำรวจข้อมูลพลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

จากผลการคำนวณและการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ซึ่งแบ่งพื้นที่ตามการใช้งานออกเป็น 3 ส่วนนั้น สามารถเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าในส่วน of ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงานในรูปแบบเดิมกับรูปแบบใหม่ ดังแสดงรายละเอียดได้ในหัวข้อย่อยดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน ของพื้นที่ปรับอากาศ

จากผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน
ของพื้นที่ปรับอากาศ สามารถแบ่งตามประเภทของพื้นที่ต่างๆ รวมถึงการเปิดใช้งานไฟฟ้าแสงสว่าง
สำหรับพื้นที่สำนักงาน, พื้นที่ขายสินค้า และพื้นที่โถงพักคอย เปิดดำเนินการในช่วงเวลาโดยประมาณ
07:00 น. ถึง 20:00 น. (12 ชั่วโมง) และสำหรับพื้นที่ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง, ห้องระบบควบคุม,
ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน เปิดดำเนินการในช่วงเวลาโดยประมาณ 06:00 น. ถึง 06:00
น. (24 ชั่วโมง) สามารถสรุปผลรายละเอียดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.5 และจากผลการคำนวณและ
ออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในตารางที่ 4.5 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการเลือกใช้โคมไฟฟ้าและหลอด
ไฟฟ้าจากรูปแบบเดิม มาเป็นรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ
ในอาคารสำนักงาน โดยพิจารณาเลือกใช้และทำการออกแบบตั้งแต่เริ่มต้น สามารถประหยัดพลังงาน
ไฟฟ้าต่อปี ได้เท่ากับ 331,905.60 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 48.85%

4.2.2 ผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน ของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จากผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน
ของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ สามารถแบ่งตามประเภทของพื้นที่ต่างๆ รวมถึงการเปิดใช้งานไฟฟ้าแสงสว่าง
สำหรับพื้นที่ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก, ห้องขยะแห้ง, ห้องน้ำสำนักงานชาย และห้องน้ำสำนักงาน
หญิง เปิดดำเนินการในช่วงเวลาโดยประมาณ 07:00 น. ถึง 20:00 น. (12 ชั่วโมง) และสำหรับพื้นที่
ห้องปั้มน้ำ, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า, ห้องไฟฟ้าย่อย, ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย,
บันไดเมน, บันไดย่อย, ห้องน้ำส่วนกลางชาย และห้องน้ำส่วนกลางหญิง เปิดดำเนินการในช่วงเวลา
โดยประมาณ 06:00 น. ถึง 06:00 น. (24 ชั่วโมง) สามารถสรุปผลรายละเอียดได้ดังแสดงในตารางที่
4.6 และจากผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการ
เลือกใช้โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าจากรูปแบบเดิม มาเป็นรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี)
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ในอาคารสำนักงาน โดยพิจารณาเลือกใช้และทำการออกแบบตั้งแต่เริ่มต้น
สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี ได้เท่ากับ 48,852.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 42.78%

4.2.3 ผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน ของพื้นที่จอดรถ

จากผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารสำนักงาน ในส่วน
ของพื้นที่จอดรถ สามารถแบ่งตามประเภทของพื้นที่ต่างๆ รวมถึงการเปิดใช้งานไฟฟ้าแสงสว่าง
สำหรับพื้นที่ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์ เปิดดำเนินการในช่วงเวลาโดยประมาณ
06:00 น. ถึง 06:00 น. (24 ชั่วโมง) สามารถสรุปผลรายละเอียดได้ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และจาก

ผลการคำนวณและออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างในตารางที่ 4.7 จะเห็นว่าเมื่อทำการเลือกใช้โคมไฟฟ้าและหลอดไฟฟ้าจากรูปแบบเดิม มาเป็นรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ ในอาคารสำนักงาน โดยพิจารณาเลือกใช้และทำการออกแบบตั้งแต่เริ่มต้น สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี ได้เท่ากับ 24,840.00 กิโลวัตต์-ชั่วโมง คิดเป็น 49.64%



ตารางที่ 4.5

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ	โคมและหลอดไฟฟ้า	จำนวนโคม	จำนวนหลอดต่อโคม	แรงดันต่อโคม (โวลท์)	กระแสต่อโคม (มิลลิแอมป์)	ตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (pf)	กำลังไฟฟ้าต่อโคม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้รวม (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
พื้นที่โถงพักคอย	HL-N	7	1	220	1.069	0.85	200.00	1,400.00	16,800.00	5,040.00
	HL-O	7	1	220	1.430	0.85	267.50	1,872.50	22,470.00	6,741.00
พื้นที่ขายสินค้า	LL-N	249	1	220	0.187	0.85	35.00	8,715.00	104,580.00	31,374.00
	LL-O	219	1	220	0.468	0.85	87.50	19,162.50	229,950.00	68,985.00
ห้องสำนักงาน, ห้องระบบควบคุม และพื้นที่สำนักงาน	RL-N	1,413	3	220	0.321	0.85	60.00	84,780.00	1,017,360.00	305,208.00
	RL-O	1,102	3	220	0.802	0.85	150.00	165,300.00	1,983,600.00	595,080.00
ทางเดินเมน	DL-N	184	1	220	0.048	0.85	9.00	1,656.00	19,872.00	5,961.60
	DL-O	134	1	220	0.196	0.85	18.00	2,412.00	28,944.00	8,683.20
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									1,158.61	347,583.60
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบเดิม (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									2,264.96	679,489.20
สรุปผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									331,905.60	(48.85%)

ตารางที่ 4.6

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ ไม่ปรับอากาศ	โคมและ หลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคม	จำนวน หลอด ต่อโคม	แรงดัน ต่อโคม (โวลท์)	กระแส ต่อโคม (มิลลิแอมป์)	ตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า (pf)	กำลังไฟฟ้า ต่อโคม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
ทางเดิน และห้องน้ำ	DL-N	528	1	220	0.048	0.85	9.00	4,752.00	57,024.00	17,107.20
	DL-O	354	1	220	0.196	0.85	18.00	6,372.00	76,464.00	22,939.20
ห้องขยะเปี้ยก และห้องขยะแห้ง	BL1-N	8	1	220	0.107	0.85	20.00	160.00	1,920.00	576.00
	BL1-O	9	1	220	0.267	0.85	50.00	450.00	5,400.00	1,620.00
ห้องปั้มน้ำ, ห้อง หม้อแปลงไฟฟ้า, ห้องเครื่องกำเนิด ไฟฟ้า และบันได	BL2-N	331	2	220	0.214	0.85	40.00	13,240.00	158,880.00	47,664.00
	BL2-O	249	2	220	0.535	0.85	100.00	24,900.00	298,800.00	89,640.00
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									217.82	65,347.20
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบเดิม (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									380.66	114,199.20
สรุปผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									48,852.00	(42.78%)

ตารางที่ 4.7

สรุปผลค่าพลังงานไฟฟ้าตามชั่วโมงการใช้งานและค่าพลังงานไฟฟ้าต่อปี เมื่อเปลี่ยนมาเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ

พื้นที่ จอดรถ	โคมและ หลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคม	จำนวน หลอด ต่อโคม	แรงดัน ต่อโคม (โวลท์)	กระแส ต่อโคม (มิลลิแอมป์)	ตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า (pf)	กำลังไฟฟ้า ต่อโคม (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม (วัตต์)	พลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	พลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
ลานจอดรถยนต์ และลานจอด รถจักรยานยนต์	BL1-N	350	1	220	0.107	0.85	20.00	7,000.00	84,000.00	25,200.00
	BL1-O	278	1	220	0.267	0.85	50.00	13,900.00	166,800.00	50,040.00
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									84.00	25,200.00
ผลรวมพลังงานไฟฟ้ารูปแบบเดิม (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									166.80	50,040.00
สรุปผลการประหยัดพลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)									24,840.00	(49.64%)

4.3 ผลการสำรวจค่าจากการคำนวณเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

จากผลการวิจัย ที่ได้จากการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ด้วยรูปแบบเดิมและรูปแบบใหม่ สามารถที่จะทำการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (Illuminating Engineering Association of Thailand, TIEA) ซึ่งมีที่มาจากมาตรฐานสากล CIE (International Commission on Illumination) และ ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity) $u_0 \geq 0.10$ ตามมาตรฐาน EN12464 – 1 โดยแบ่งออกตามพื้นที่ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.3.1 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

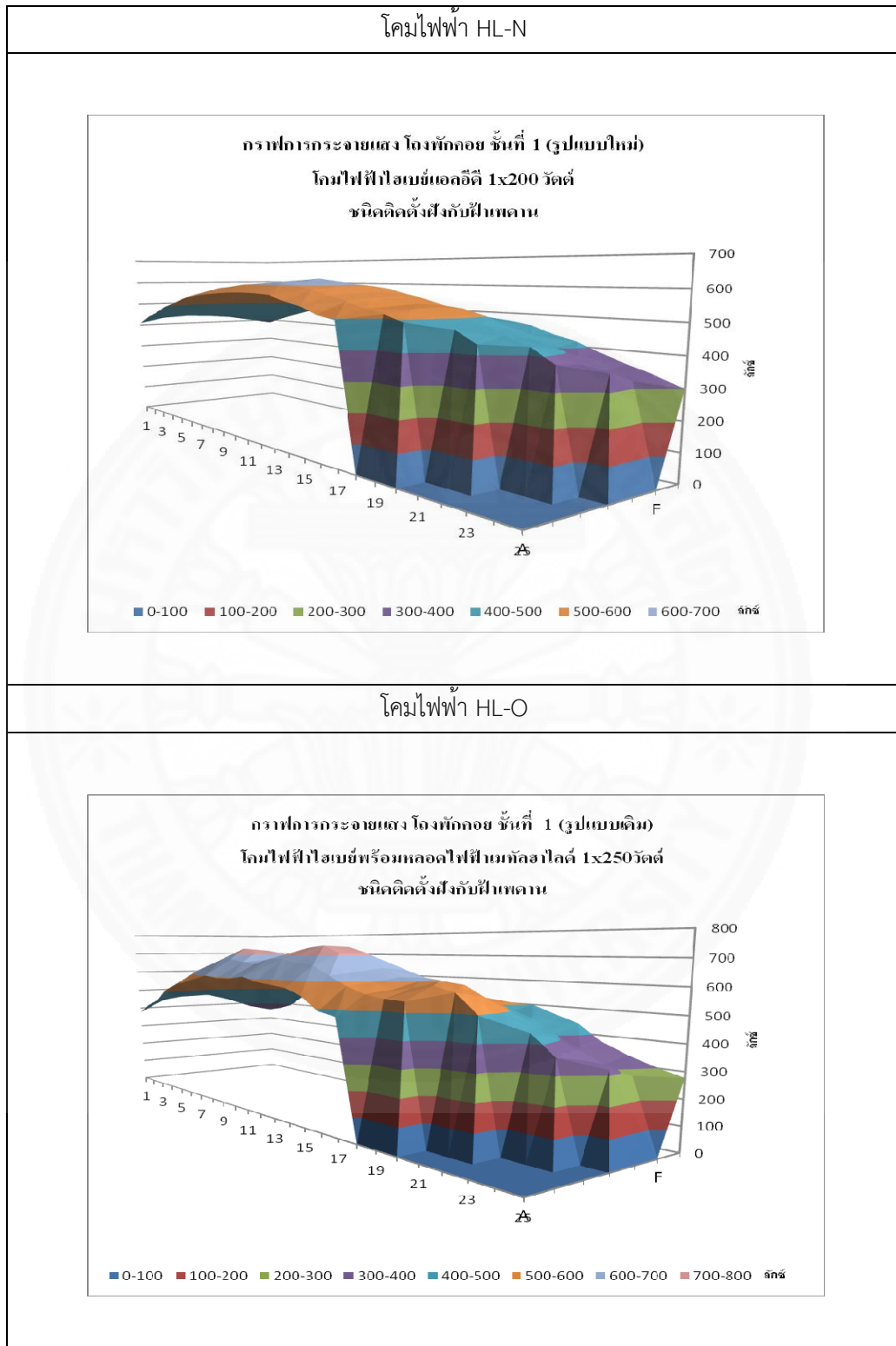
4.3.1.1 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่โถงพักคอย

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่โถงพักคอย สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้ไฮเบย์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x200 วัตต์ (HL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 617 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 294 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 509 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.578

2. โคมไฟฟ้ไฮเบย์พร้อมหลอดเมทัลฮาไลต์ 1x/250 วัตต์ (HL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 758 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 267 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 543 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.492

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่โถงพักคอย สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่โถงพักคอย ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 509 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 543 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.578$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.492$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

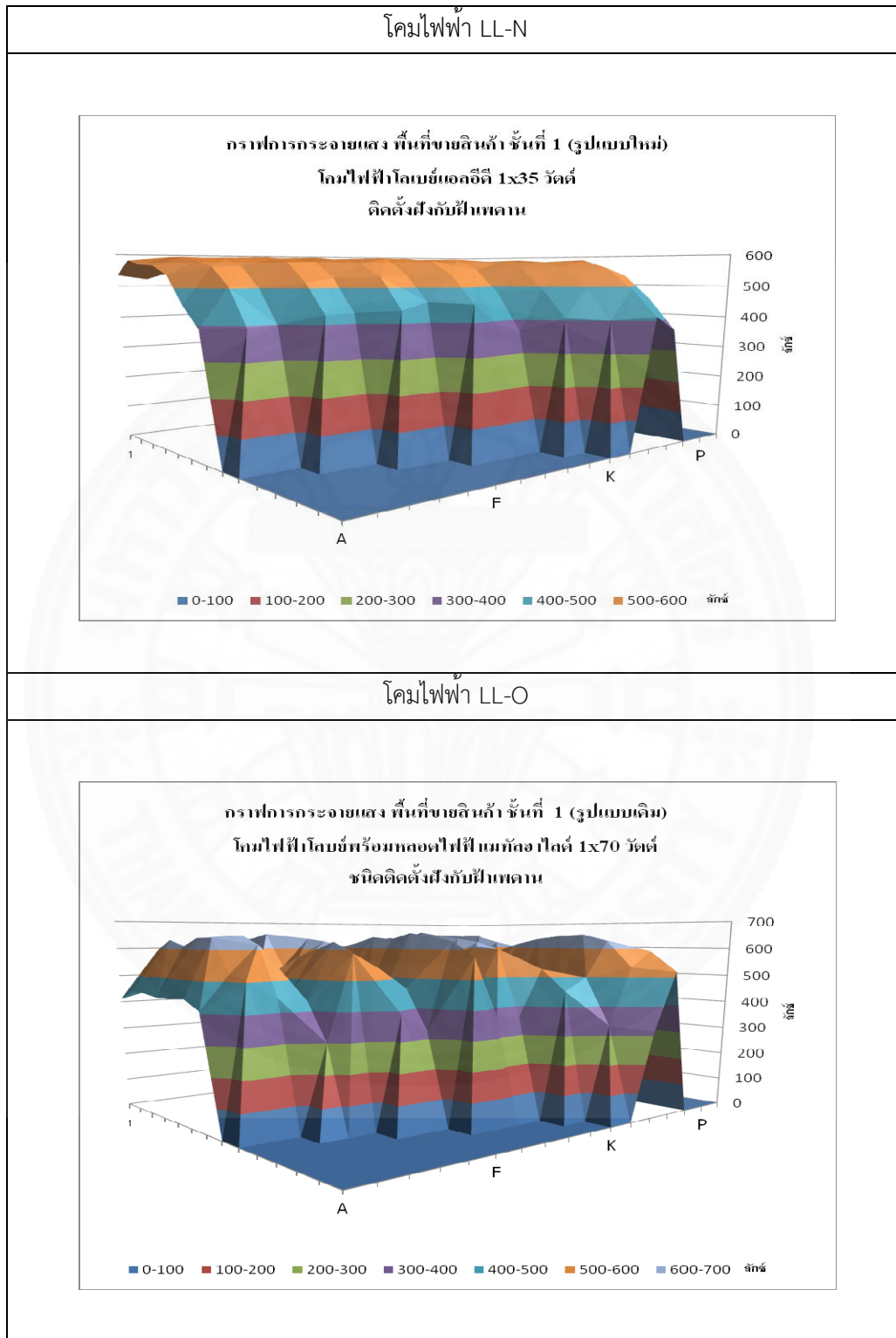
4.3.1.2 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ขายสินค้า

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่พื้นที่ขายสินค้า สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x35 วัตต์ (LL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 601 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 156 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 519 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.301

2. โคมไฟฟ้าโลเบย์พร้อมหลอดเมทัลฮาไลต์ 1x70 วัตต์ (LL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 717 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 28 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 503 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.056

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทั้ง 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.22



ภาพที่ 4.22 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ขายสินค้า สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ขายสินค้า ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 519 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 503 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

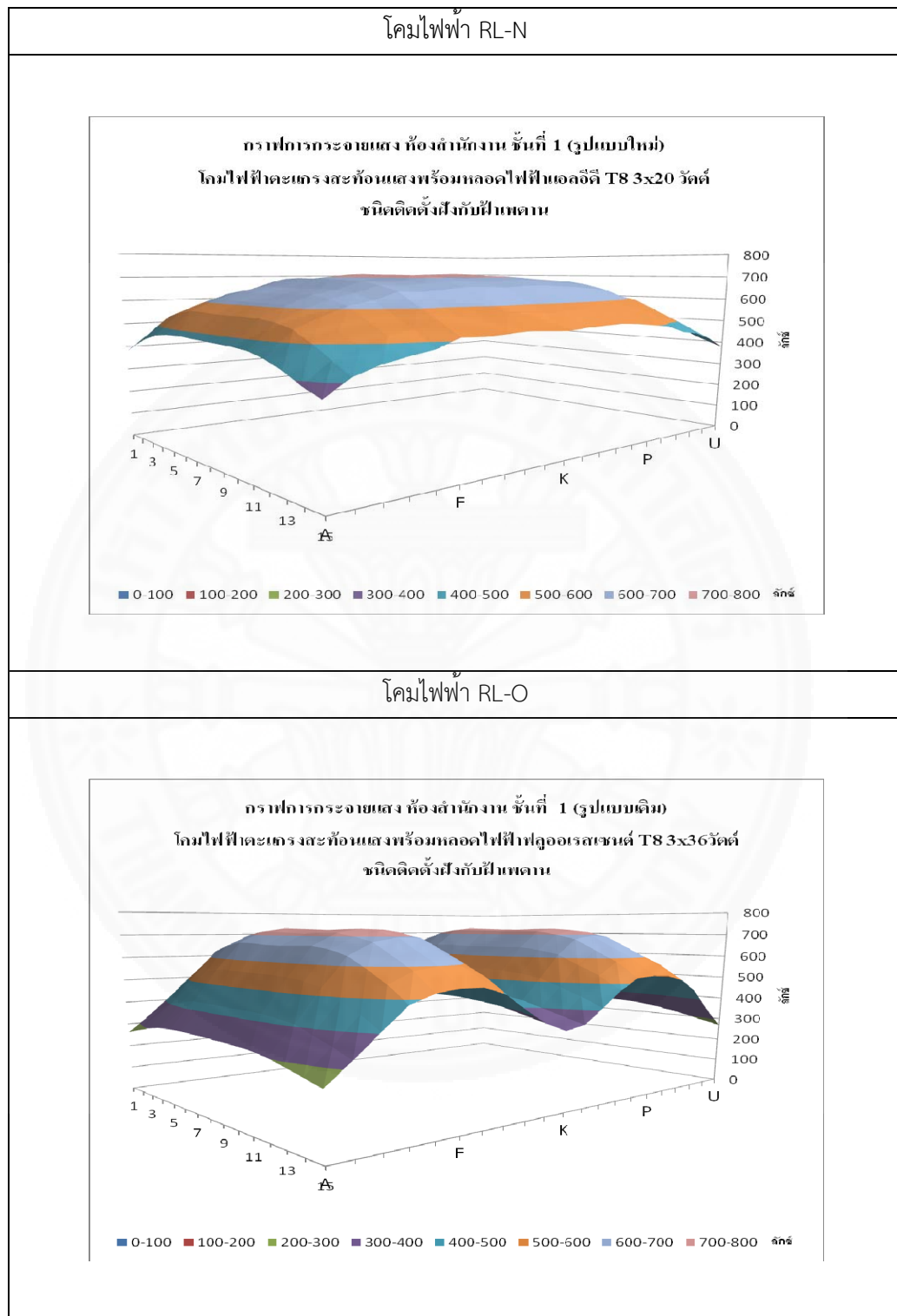
(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.301$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.056$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.1.3 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องสำนักงาน

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องสำนักงาน สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้াতেแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (RL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 715 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 342 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 594 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.576
2. โคมไฟฟ้াতেแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออโรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (RL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 732 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 233 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 529 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.441

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทั้ง 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.23



ภาพที่ 4.23 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องสำนักงาน สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องสำนักงาน ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 594 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 529 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.576$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.441$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

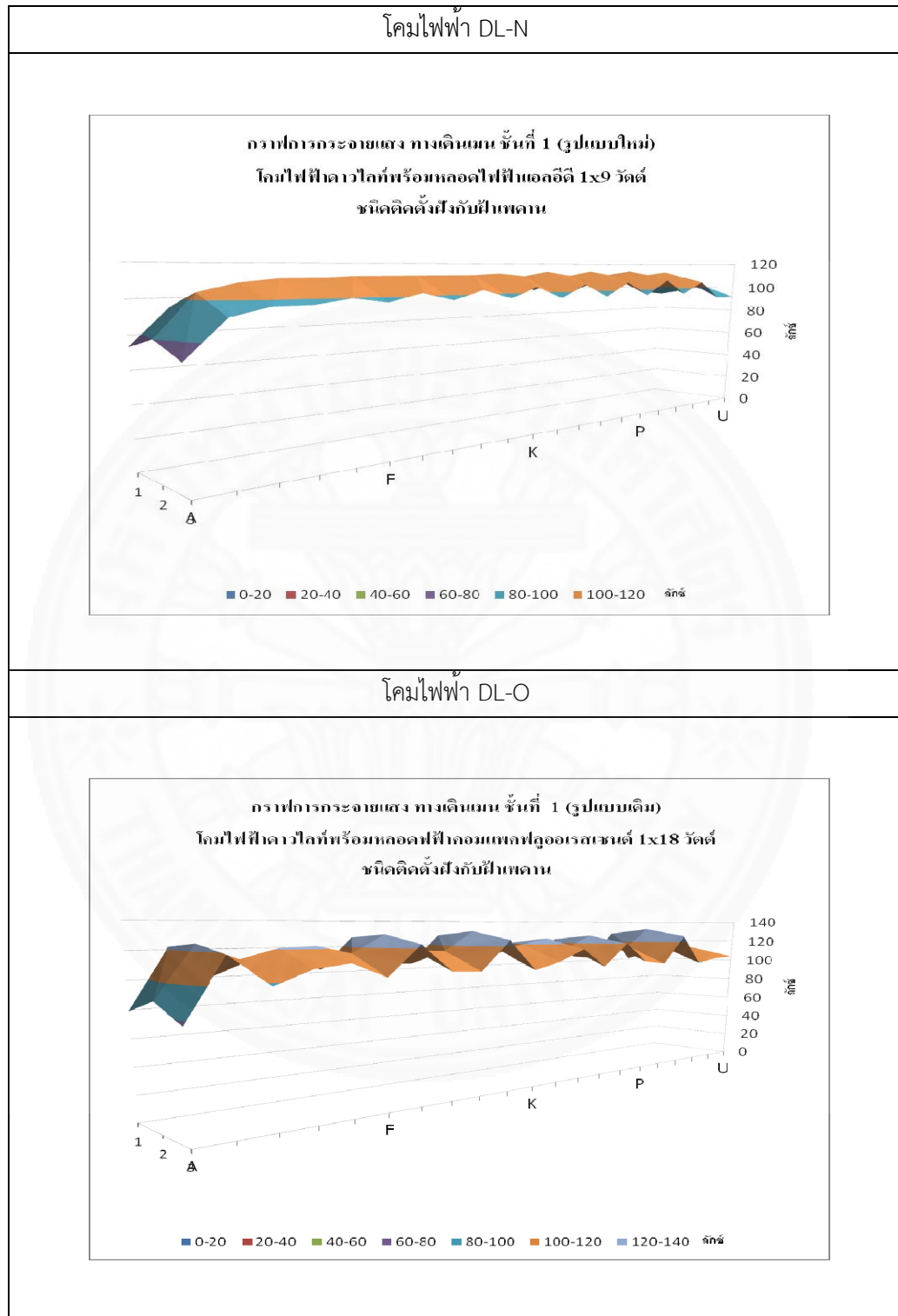
4.3.1.4 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ทางเดินเมน

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ทางเดินเมน สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x9 วัตต์ (DL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 118 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 60 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 103 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.587

2. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ (DL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 139 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 65 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 112 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.581

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง เปรียบเทียบกันในทั้ง 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.24



ภาพที่ 4.24 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ทางเดินถนน สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ทางเดินเมน ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 103 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 112 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.587$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.581$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

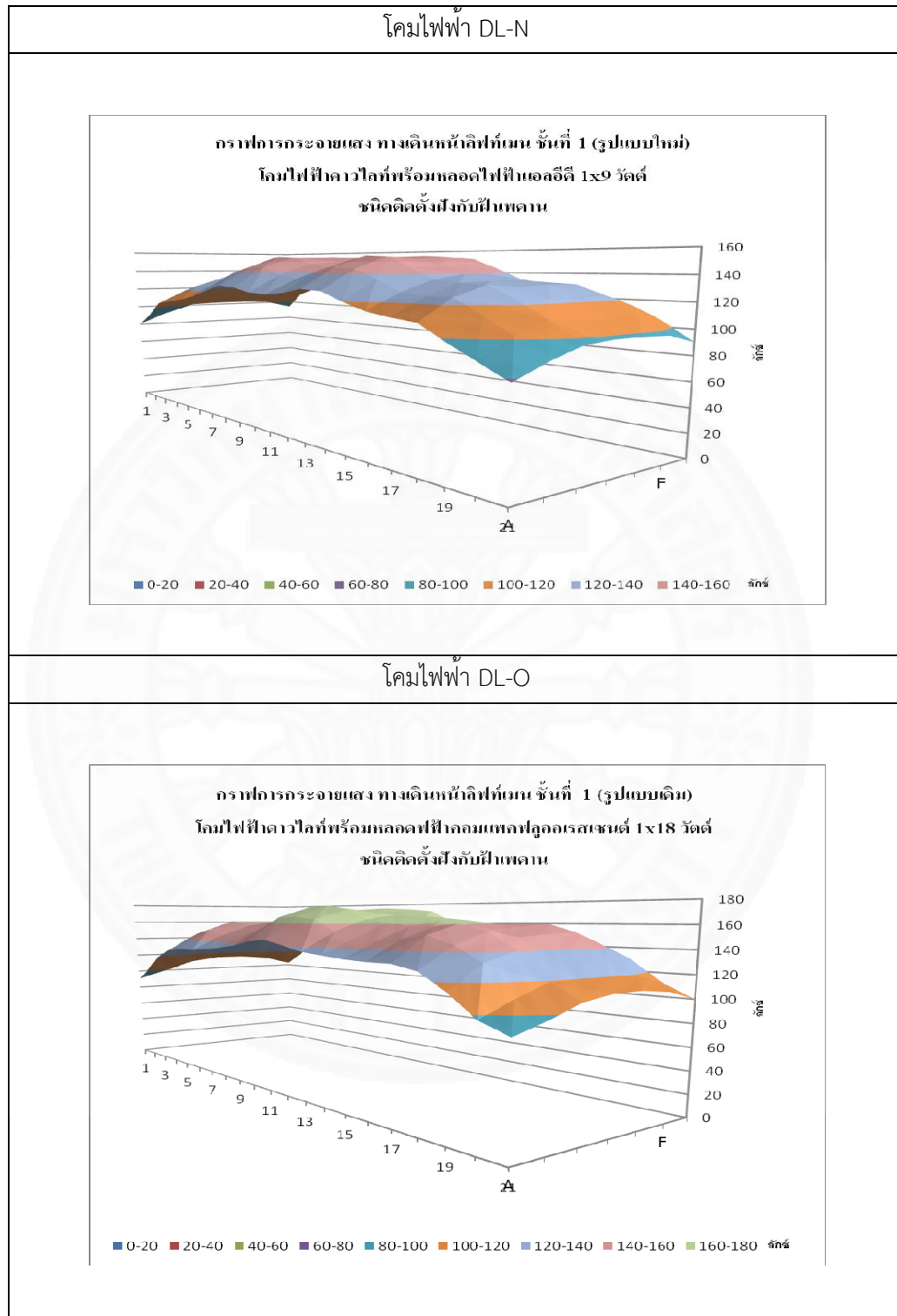
4.3.1.5 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์เมน

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์เมน สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x9 วัตต์ (DL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 156 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 73 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 126 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.583

2. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ (DL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 178 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 83 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 141 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.588

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกับในทั้ง 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.25



ภาพที่ 4.25 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์เม่น
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์เมน ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 126 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 141 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.583$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.588$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

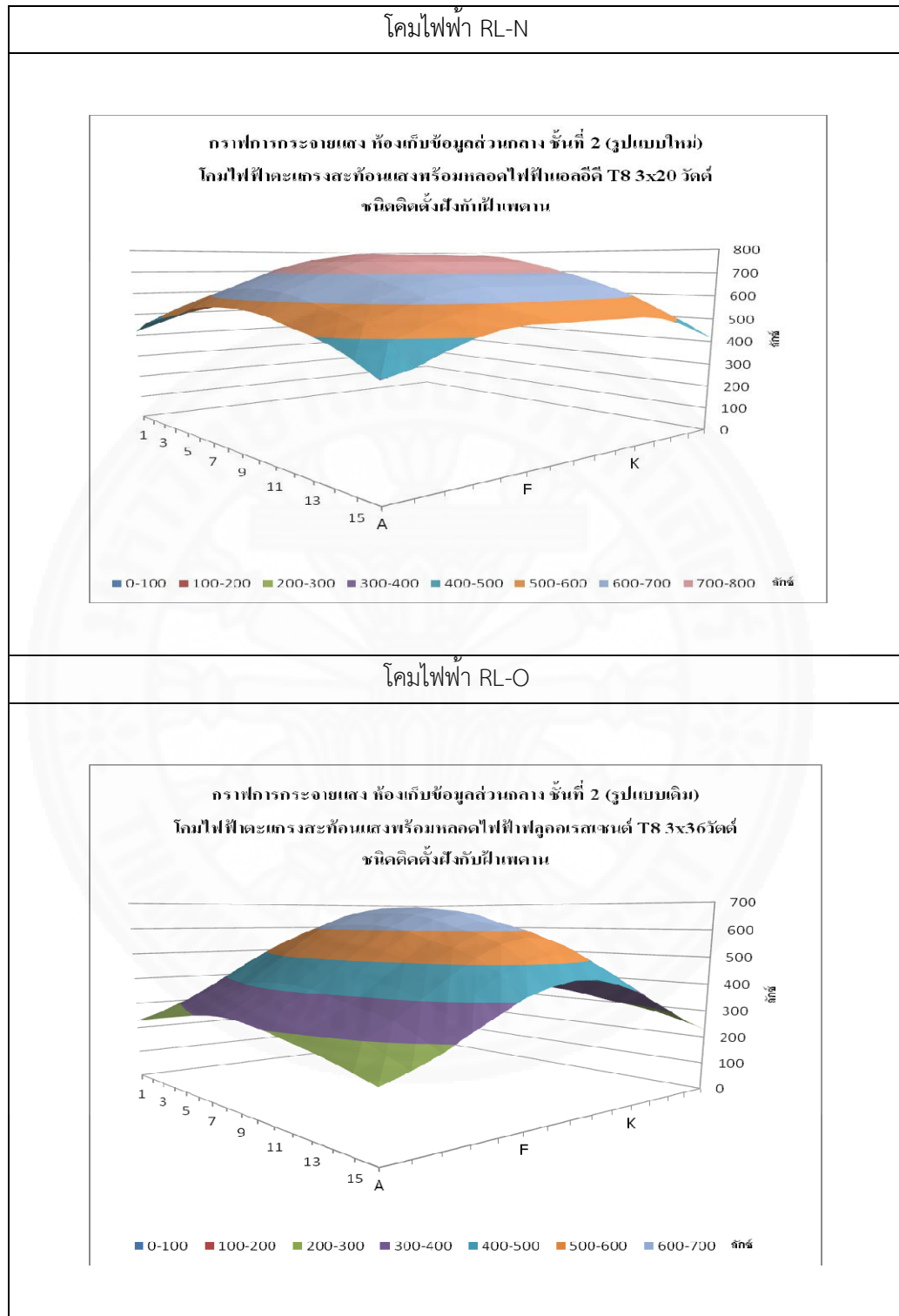
4.3.1.6 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (RL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 799 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 395 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 632 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.625

2. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (RL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 681 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 213 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 443 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.481

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.26



ภาพที่ 4.26 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูง แอลอีดี) คือ 632 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 443 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.625$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.481$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

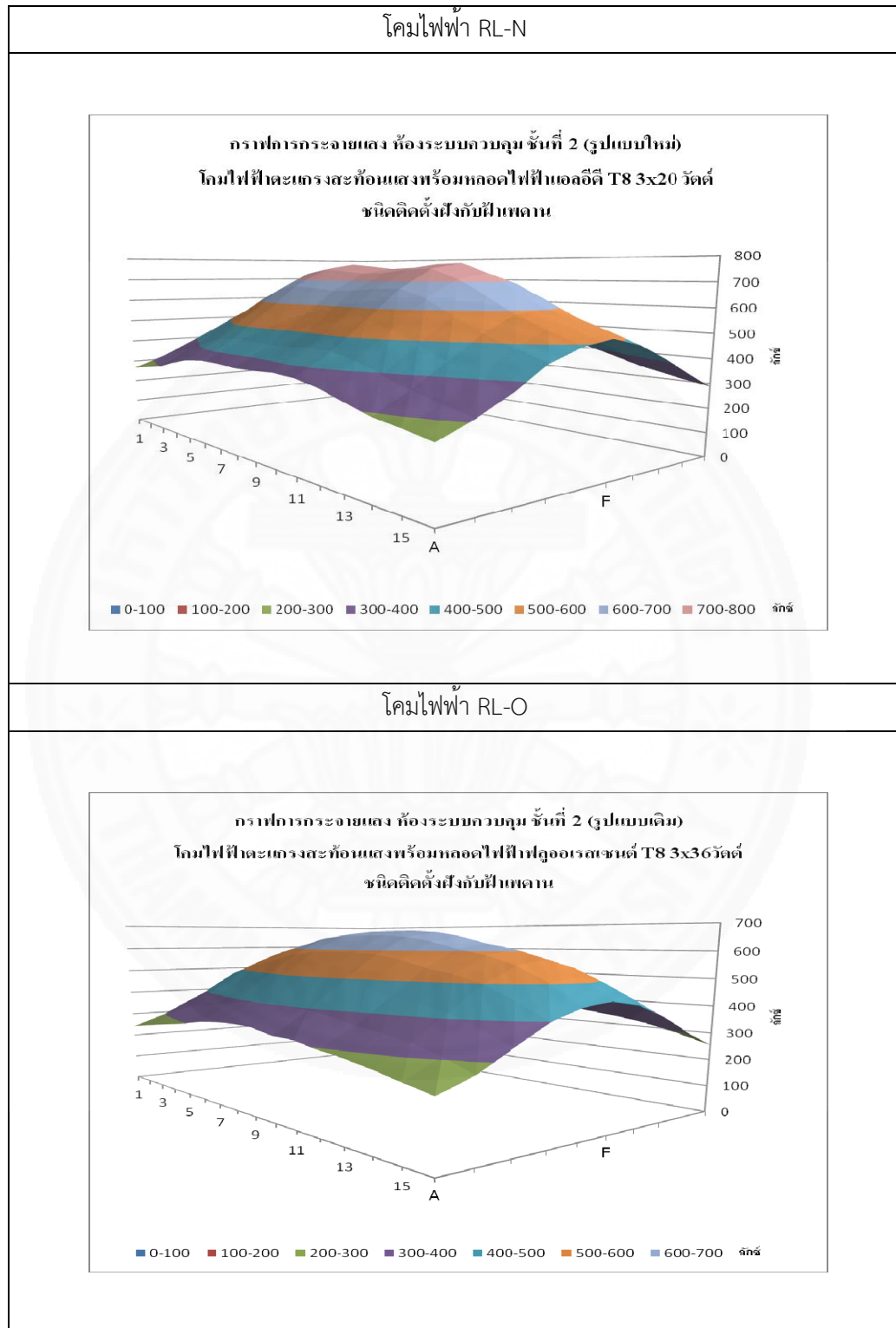
4.3.1.7 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องระบบควบคุม

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องระบบควบคุม สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (RL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 774 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 247 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 508 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.487

2. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (RL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 676 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 226 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 451 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.501

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องระบบควบคุม สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องระบบควบคุม ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 508 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 451 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.487$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.501$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

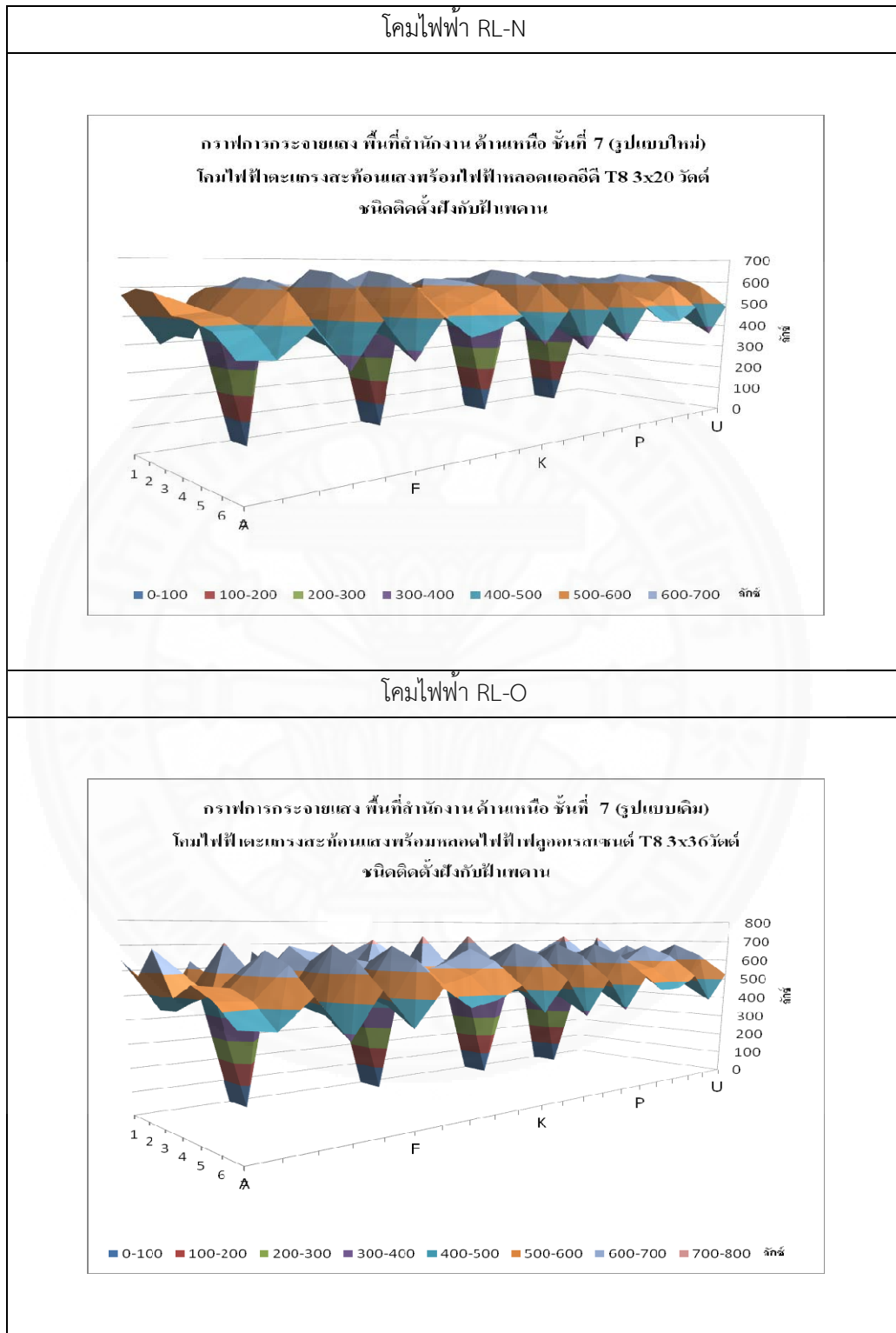
4.3.1.8 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (RL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 662 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 129 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 514 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.251

2. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (RL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 734 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 143 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 546 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.262

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.28



ภาพที่ 4.28 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่สำนักงาน ด้านเหนือ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูง แอลอีดี) คือ 514 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 546 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.251$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.262$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.1.9 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่สำนักงาน ด้านใต้

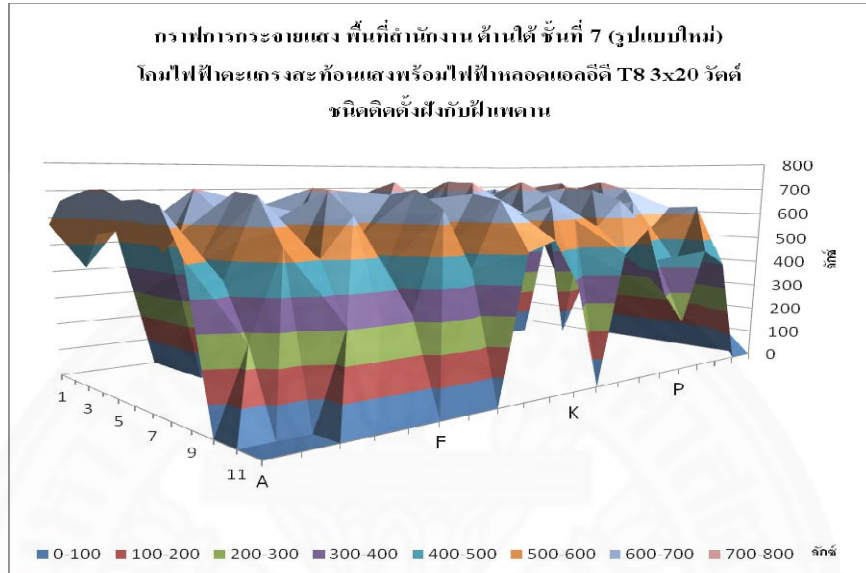
ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ (RL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 737 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 116 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 548 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.211

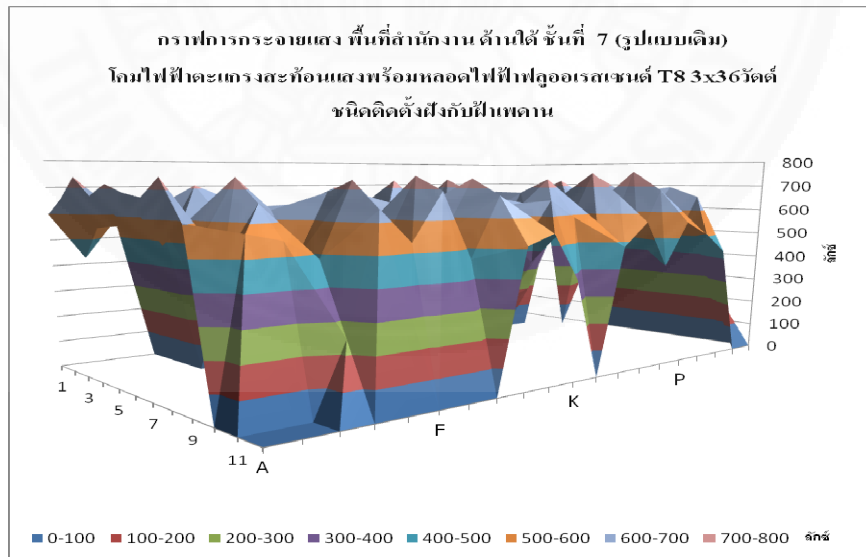
2. โคมไฟฟ้าตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ (RL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 764 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 115 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 531 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.217

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.29

โคมไฟฟ้า RL-N



โคมไฟฟ้า RL-O



ภาพที่ 4.29 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่สำนักงาน ด่านใต้ สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่สำนักงาน ด้านใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 548 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 531 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.211$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.217$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ ในพื้นที่การใช้งานของแต่ละส่วนดังแสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8

ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ	ชนิดของโคมและหลอดไฟฟ้า	ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity; u_0)	ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ (ลักซ์)	มาตรฐานความส่องสว่าง (ลักซ์)
พื้นที่โถงพักคอย	HL-N	0.578	509	500
	HL-O	0.492	543	
พื้นที่ขายสินค้า	LL-N	0.301	519	500
	LL-O	0.056	503	

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

พื้นที่ปรับอากาศ	ชนิดของโคมและหลอดไฟฟ้า	ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity; u0)	ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ (ลักซ์)	มาตรฐานความส่องสว่าง (ลักซ์)
ห้องสำนักงาน	RL-N	0.576	594	500
	RL-O	0.441	529	
ทางเดินเมน	DL-N	0.587	103	100
	DL-O	0.581	112	
ทางเดินหน้าลิฟท์เมน	DL-N	0.583	126	100
	DL-O	0.588	141	
ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง	RL-N	0.625	632	400
	RL-O	0.481	443	
ห้องระบบควบคุม	RL-N	0.487	508	400
	RL-O	0.501	451	
พื้นที่สำนักงานด้านเหนือ	RL-N	0.251	514	500
	RL-O	0.262	546	
พื้นที่สำนักงานด้านใต้	RL-N	0.217	531	500
	RL-O	0.211	548	

4.3.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

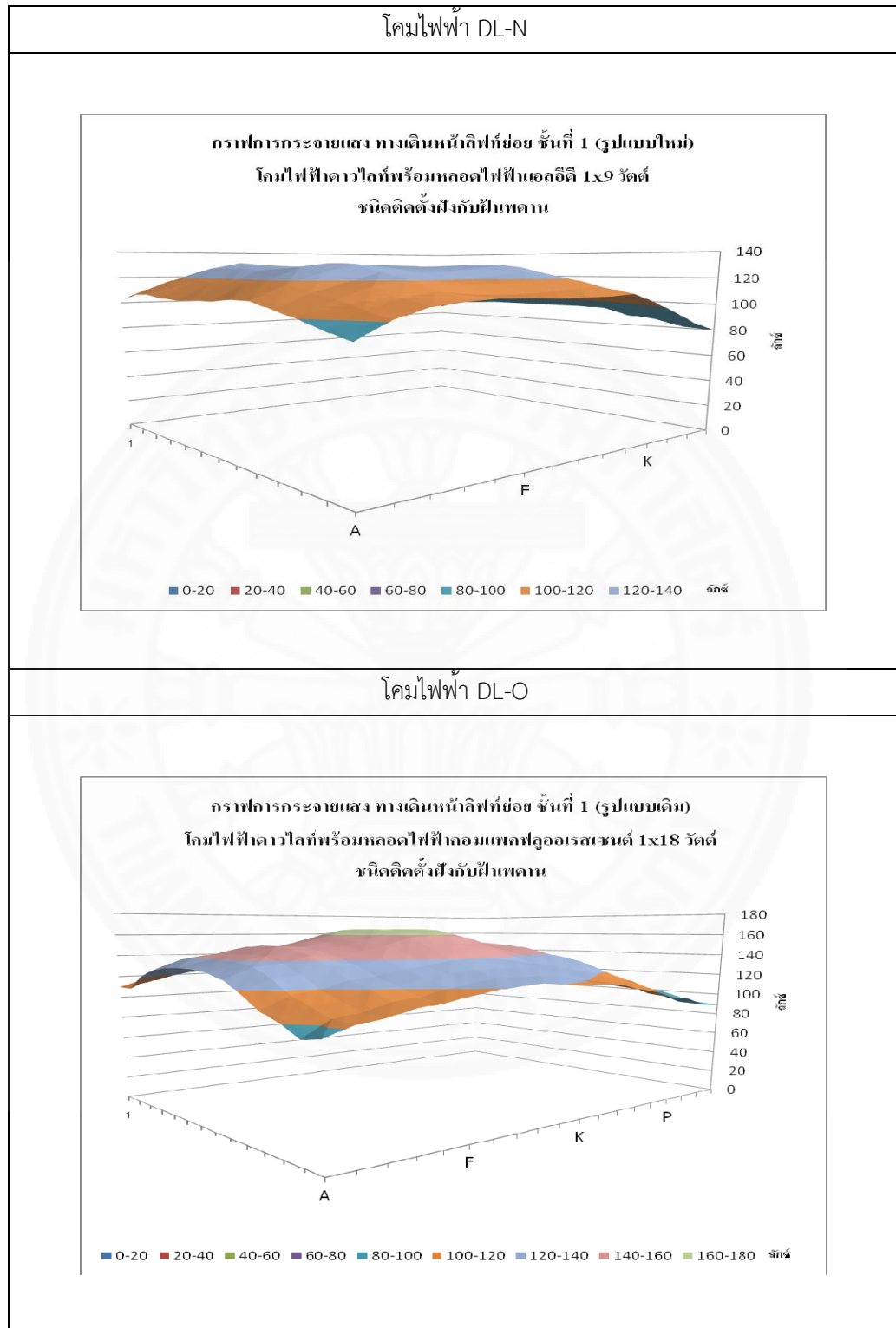
4.3.2.1 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์ย่อย

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงานสำหรับพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์ย่อย สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x9 วัตต์ (DL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 131 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 75 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 111 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.675

2. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ (DL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 165 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 85 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 129 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.664

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.30



ภาพที่ 4.30 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ทางเดินหนีลิฟท์ช้อย สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ทางเดินหน้าลิฟท์ย่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 111 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 129 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.675$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.664$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

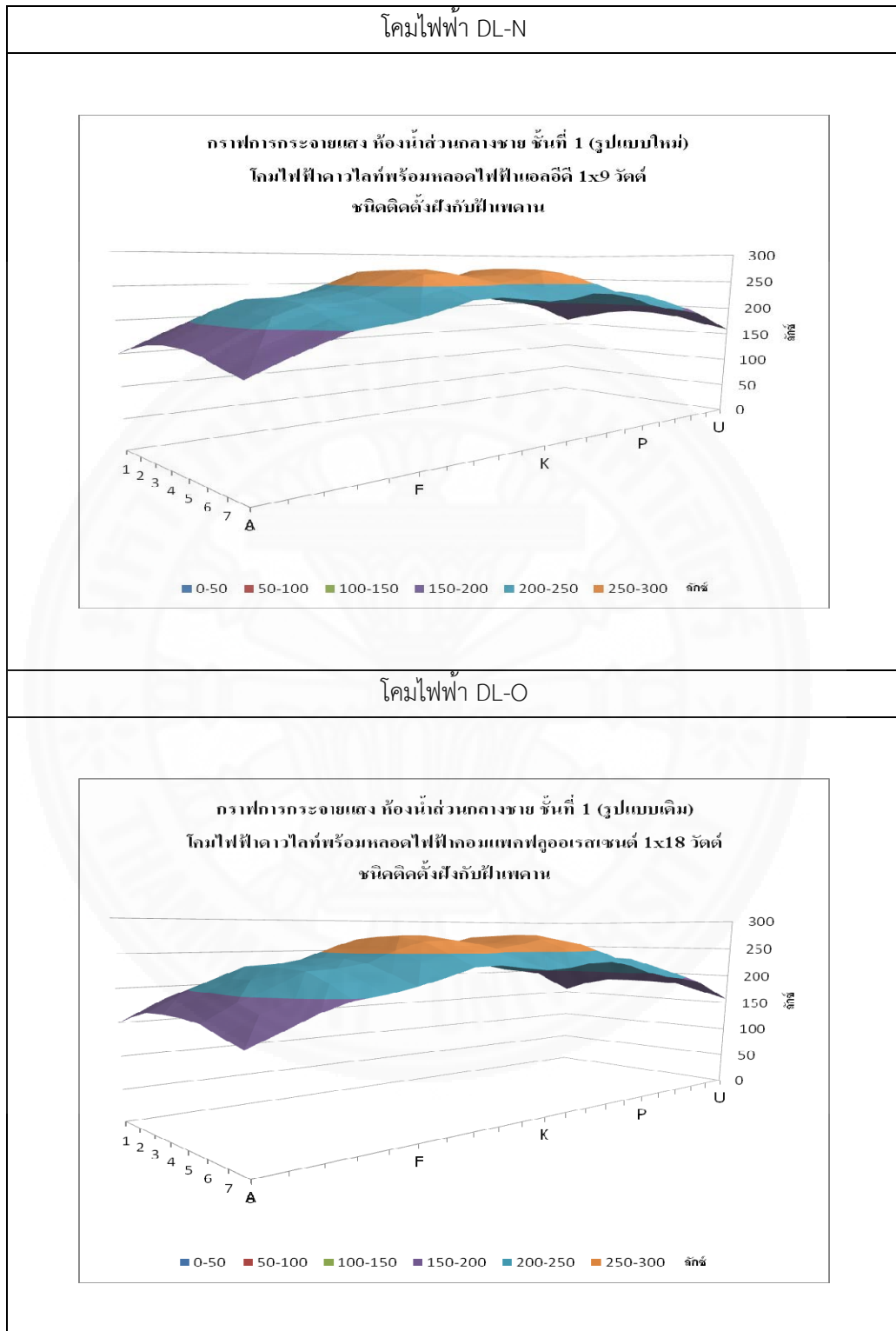
4.3.2.2 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องน้ำส่วนกลางชาย

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงานสำหรับพื้นที่ห้องน้ำส่วนกลางชาย สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดแอลอีดี 1x9 วัตต์ (DL-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 276 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 143 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 225 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.637

2. โคมไฟฟ้าดาวไลท์พร้อมหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ (DL-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 276 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 142 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 225 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.631

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.31



ภาพที่ 4.31 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องนำส่วนกลางชาย สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องน้ำส่วนกลางชาย ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 225 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 225 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.637$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.631$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

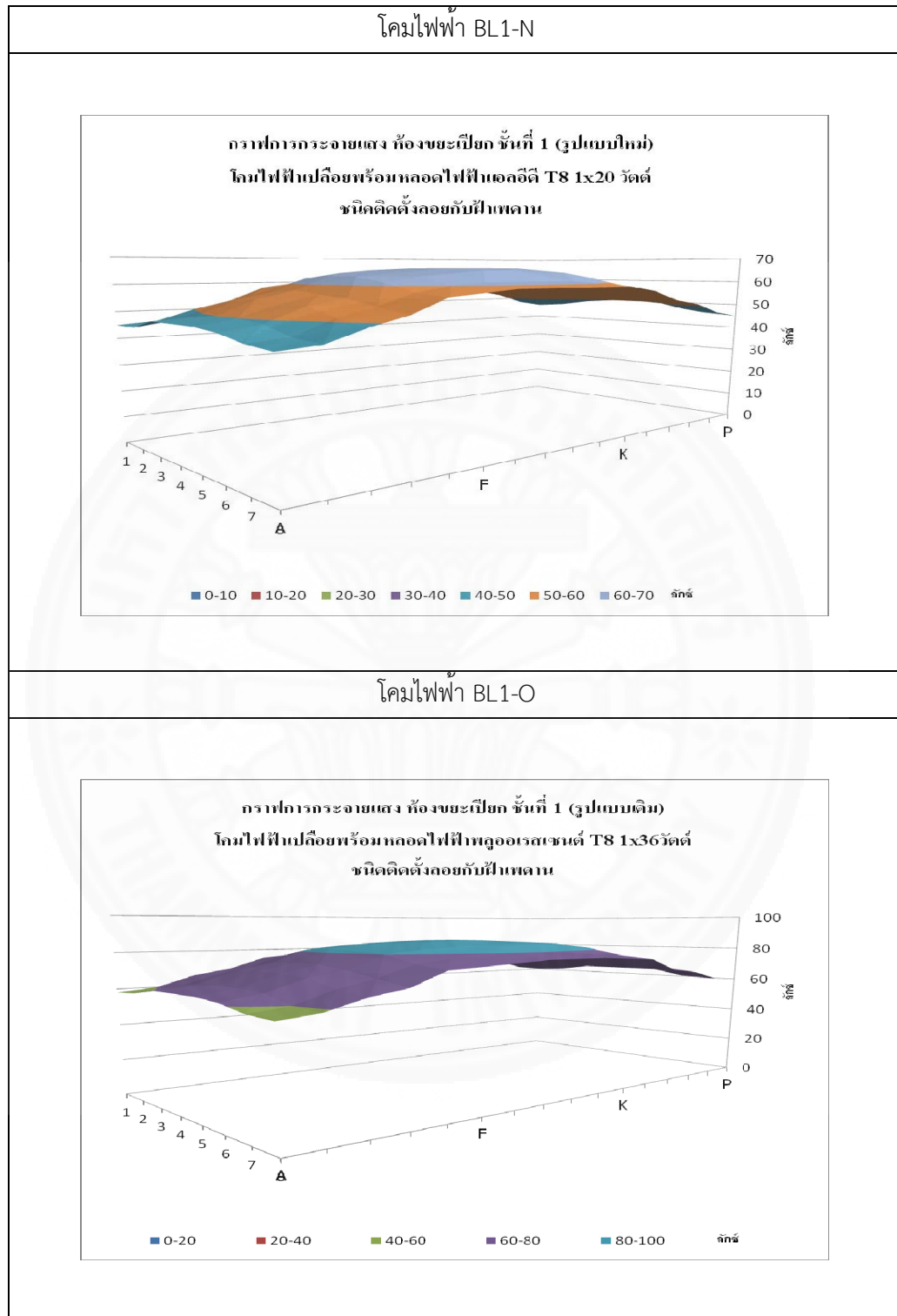
4.3.2.3 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องขยะเปียก

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องขยะเปียก สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (BL1-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 66 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 44 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 57 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.777

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (BL1-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 86 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 57 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 74 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.777

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.32



ภาพที่ 4.32 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องขะเป็ยก
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องน้ำห้องขยะเปียก ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 57 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 74 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.777$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.777$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

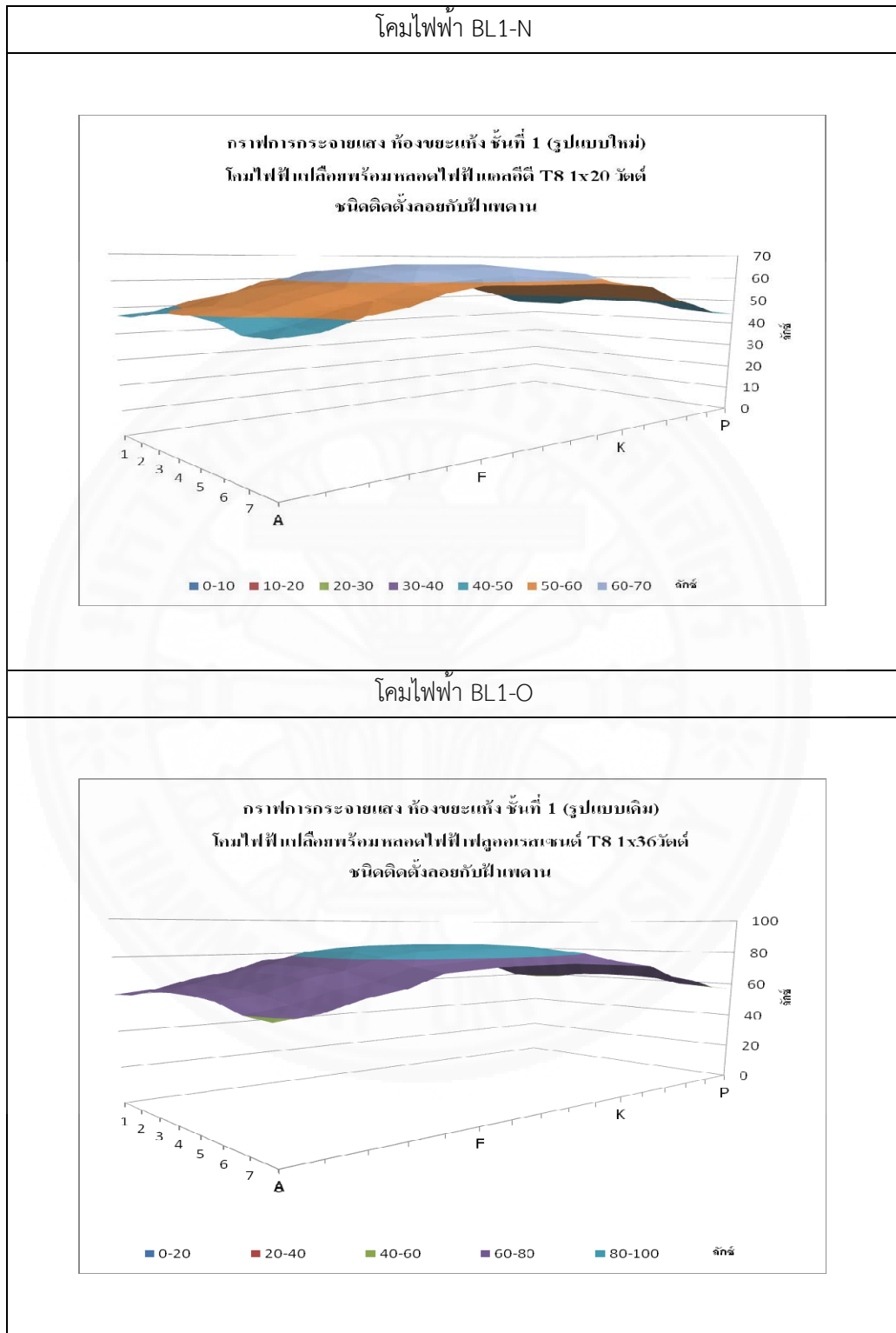
4.3.2.4 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องขยะแห้ง

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงานสำหรับพื้นที่ห้องขยะแห้ง สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (BL1-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 66 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 44 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 57 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.776

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (BL1-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 86 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 57 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 74 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.776

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.33



ภาพที่ 4.33 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องขะแห้ง
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องน้ำห้องขยะแห้ง ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 57 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 74 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.776$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.776$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

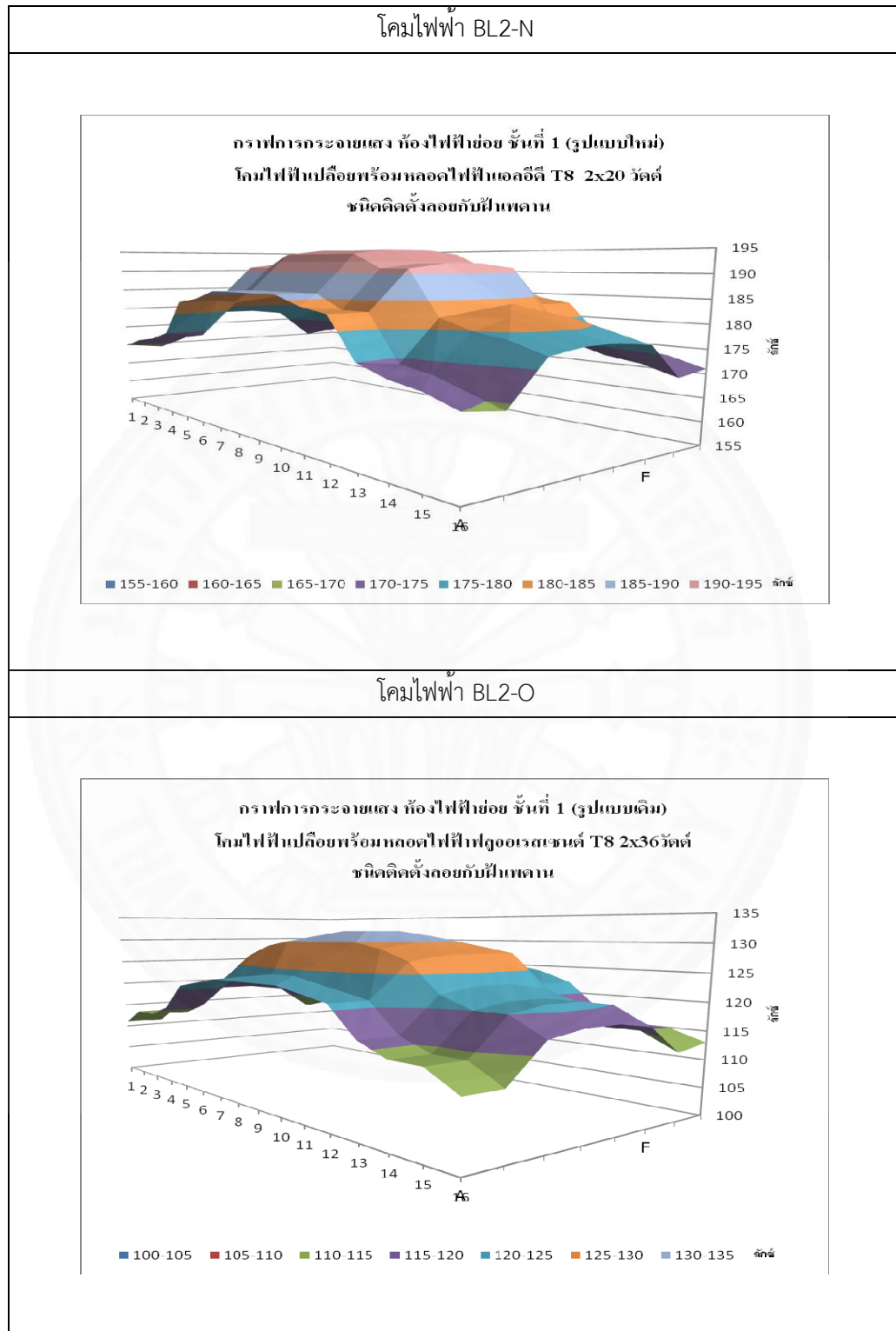
4.3.2.5 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องไฟฟ้าย่อย

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงานสำหรับพื้นที่ห้องไฟฟ้าย่อย สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (BL1-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 195 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 169 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 183 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.927

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (BL1-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 132 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 111 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 122 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.911

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.34



จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องไฟฟ้าย่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 183 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 122 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.927$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.911$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

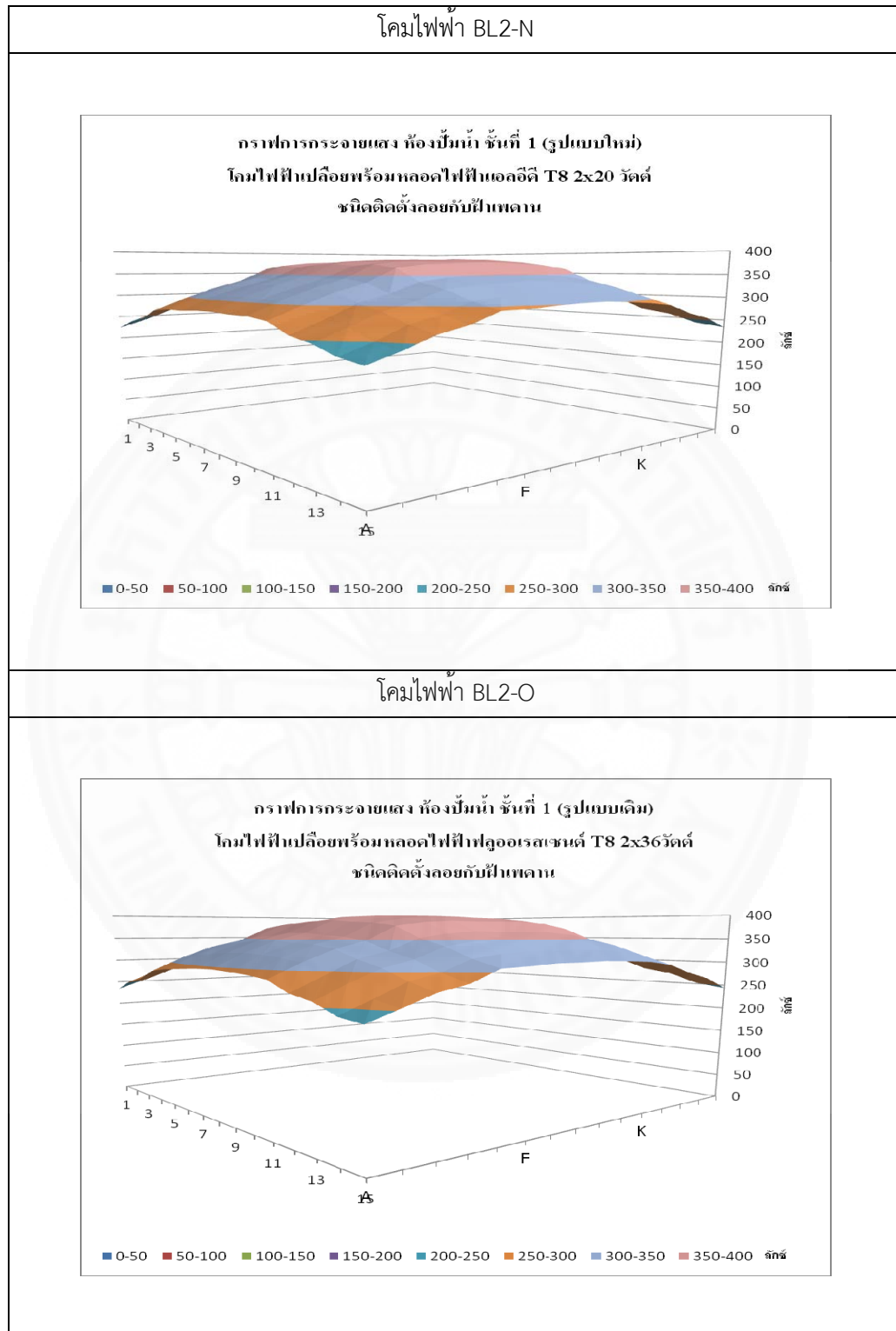
4.3.2.6 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องปั้มน้ำ

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงานสำหรับพื้นที่ห้องปั้มน้ำ สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ (BL2-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 384 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 208 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 315 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.661

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ (BL2-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 400 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 217 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 329 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.660

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทั้ง 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.35



ภาพที่ 4.35 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องปฎิบัติ
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องปั้มน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 315 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 329 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.611$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.660$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

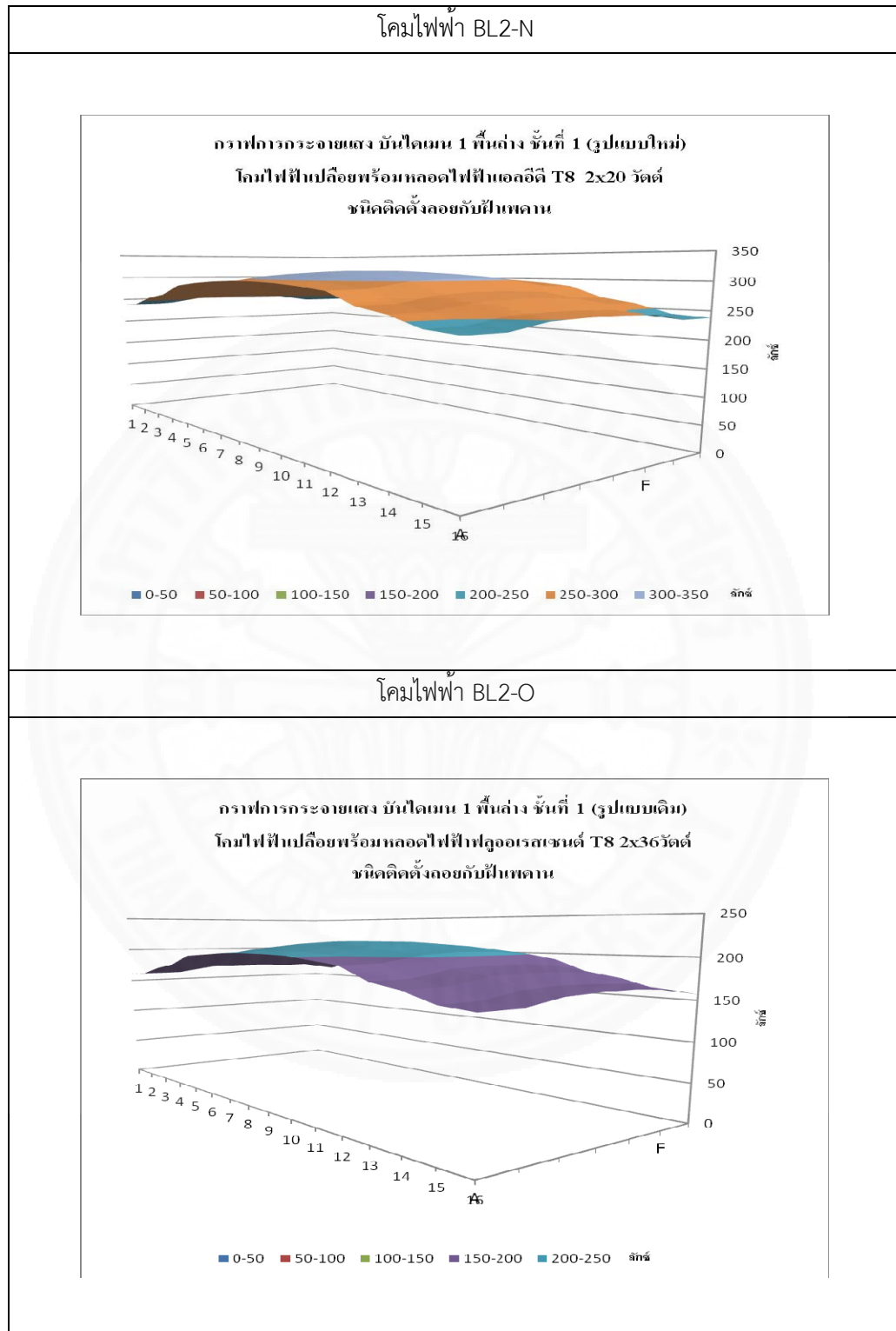
4.3.2.7 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่บันไดเมน 1 ชั้นล่าง

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่บันไดเมน 1 ชั้นล่าง สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ (BL2-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 316 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 238 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 280 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.851

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ (BL2-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 216 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 156 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 188 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.827

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.36



ภาพที่ 4.36 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่บ้านโดเมน 1 พื้นล่าง สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่บันไดเมน 1 ชั้นล่าง ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 280 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 216 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.851$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.827$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

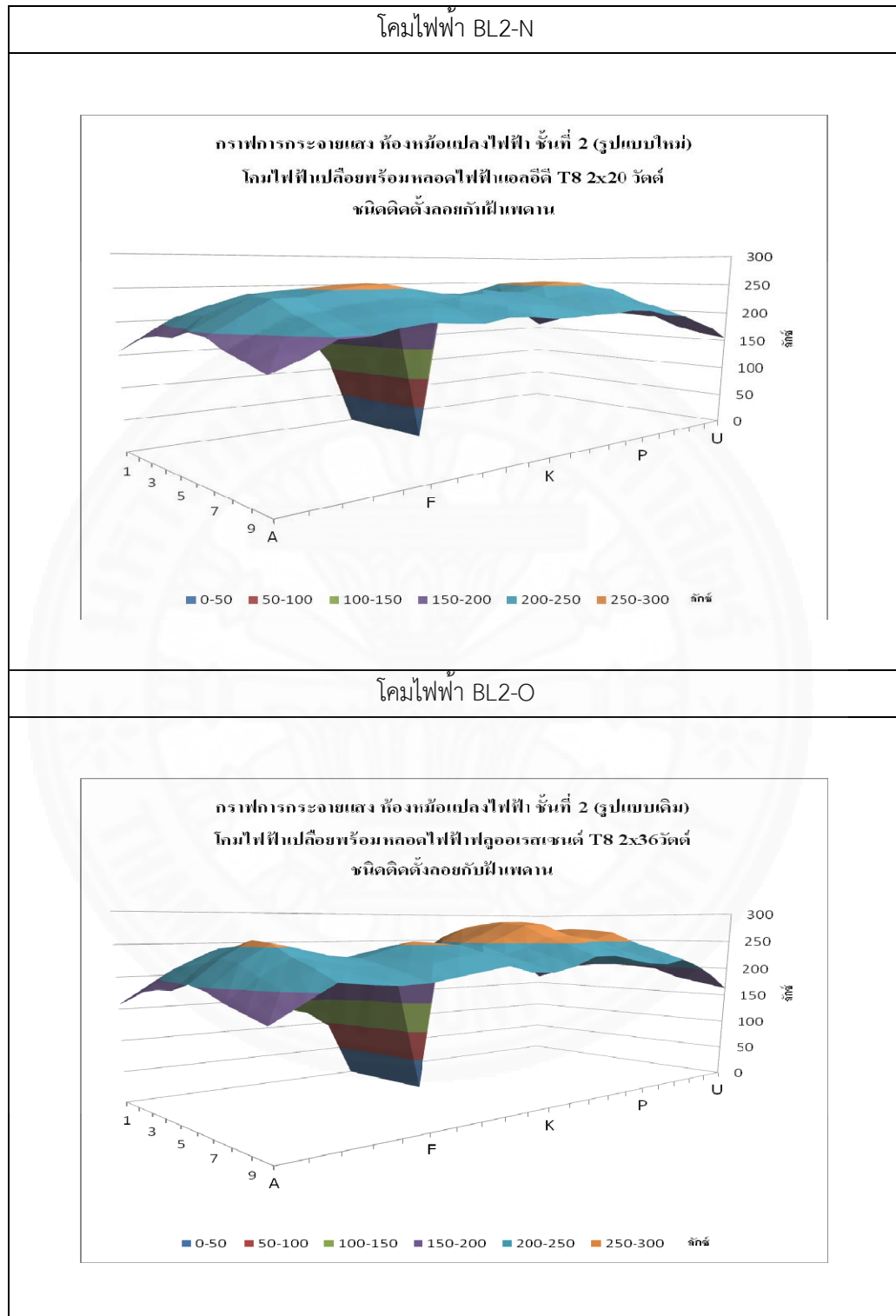
4.3.2.8 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ (BL2-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 260 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 85 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 211 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.405

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ (BL2-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 289 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 88 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 218 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.402

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.37



จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูง แอลอีดี) คือ 315 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 329 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.611$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.660$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

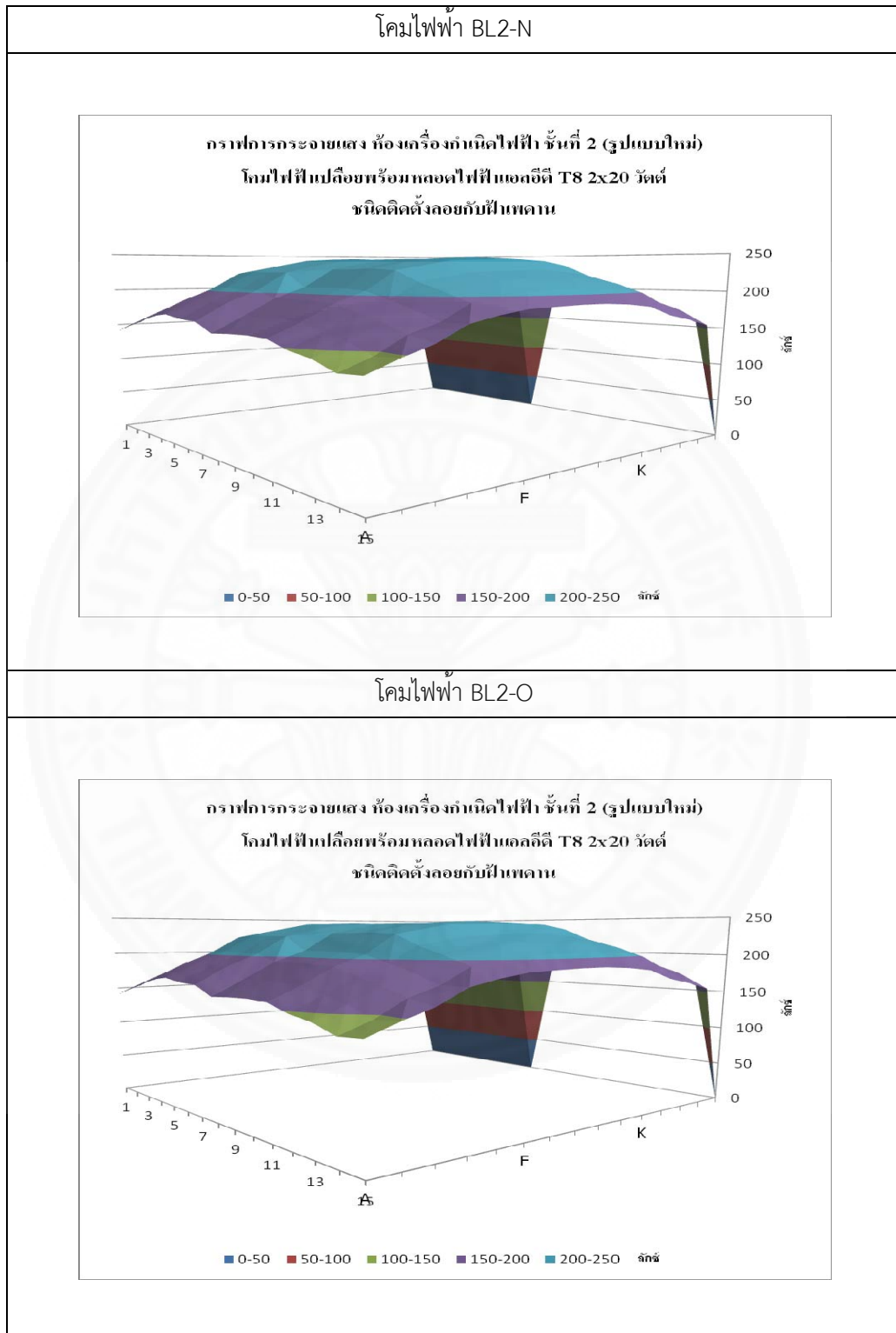
4.3.2.9 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ (BL2-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 245 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 114 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 201 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.567

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ (BL2-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 318 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 148 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 261 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.565

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.38



ภาพที่ 4.38 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

- (1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูง แอลอีดี) คือ 201 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 261 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)
- (2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.567$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.565$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ ในพื้นที่การใช้งานของแต่ละส่วนดังแสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	ชนิดของโคมและหลอดไฟฟ้า	ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity; u_0)	ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ (ลักซ์)	มาตรฐานความส่องสว่าง (ลักซ์)
ทางเดินหน้าลิฟท์ ย่อย	DL-N	0.675	111	100
	DL-O	0.664	129	
ห้องน้ำส่วนกลาง ชาย	DL-N	0.631	225	200
	DL-O	0.637	225	

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	ชนิดของโคม และหลอด ไฟฟ้า	ค่าความสม่ำเสมอ ของการส่องสว่าง (Uniformity; u0)	ค่าความส่องสว่าง เฉลี่ยที่ได้จากการ คำนวณ (ลักซ์)	มาตรฐานความ ส่องสว่าง (ลักซ์)
ห้องขยะเปียก	BL1-N	0.777	57	50
	BL1-O	0.777	74	
ห้องขยะแห้ง	BL1-N	0.776	57	50
	BL1-O	0.776	74	
ห้องไฟฟ้าย่อย	BL2-N	0.927	183	100
	BL2-O	0.911	122	
ห้องปั้มน้ำ	BL2-N	0.661	315	300
	BL2-O	0.660	329	
บันไดเมน 1 ชั้น ล่าง	BL2-N	0.851	280	150
	BL2-O	0.827	188	
ห้องหม้อแปลง ไฟฟ้า	BL2-N	0.405	211	200
	BL2-O	0.402	218	
ห้องเครื่องกำเนิด ไฟฟ้า	BL2-N	0.567	201	200
	BL2-O	0.565	261	

4.3.3 ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่จอดรถ

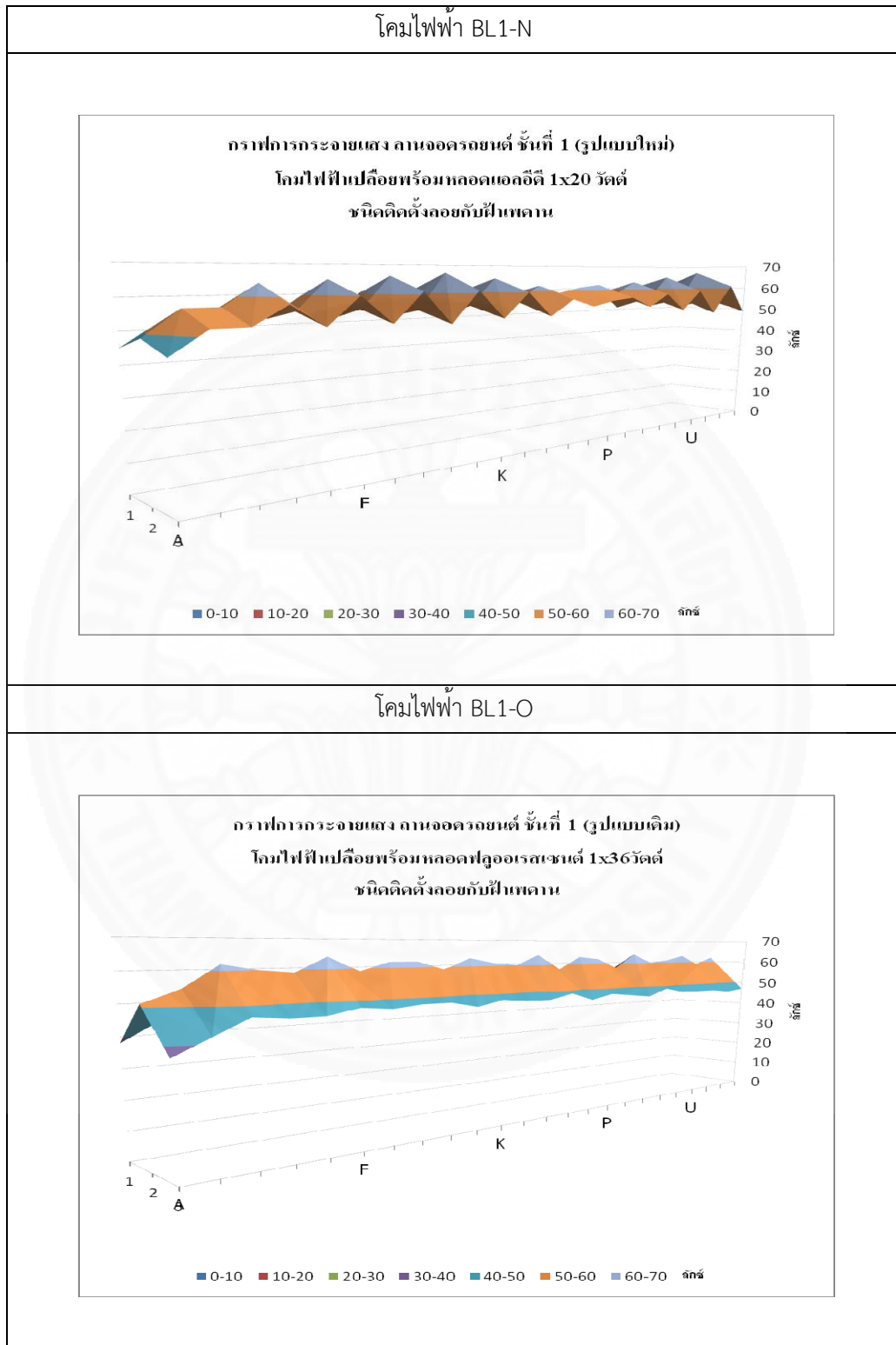
4.3.3.1 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ลานจอดรถยนต์

ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่าง โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ลานจอดรถยนต์ สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (BL1-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 67 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 33 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 56 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.594

2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (BL1-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 65 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 29 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 52 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.556

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.39



ภาพที่ 4.39 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ลานจอดรถยนต์ สำหรับพื้นที่จอดรถ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ลานจอดรถยนต์ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 56 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 52 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.594$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.556$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

4.3.3.2 เปรียบเทียบค่าการกระจายแสง สำหรับพื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์

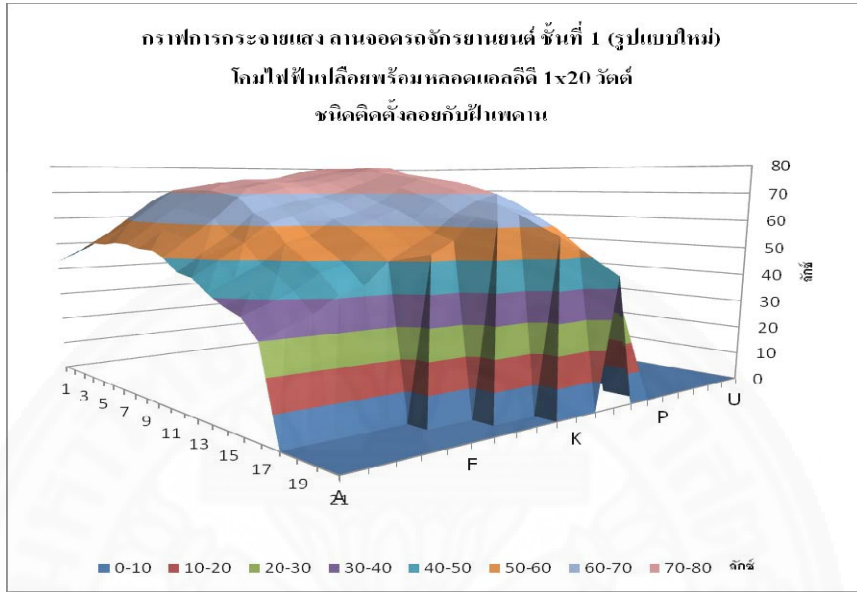
ผลจากการพิจารณาเปรียบเทียบค่าการกระจายแสงในแนวระนาบ ระหว่างโคมไฟฟ้ารูปแบบเดิมกับโคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) ของอาคารสำนักงาน สำหรับพื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์ สรุปได้ดังนี้

1. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ (BL1-N) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 80 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 29 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 60 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.474

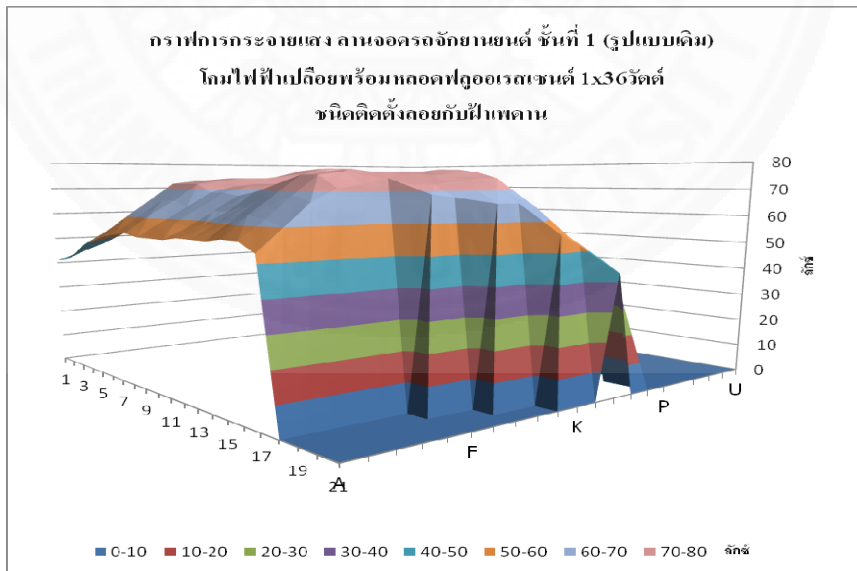
2. โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ (BL1-O) ค่าความส่องสว่างสูงสุดที่ 79 ลักซ์ ค่าความส่องสว่างต่ำสุดที่ 35 ลักซ์ และค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ 63 ลักซ์ มีค่าความสม่ำเสมอของความส่องสว่างที่ 0.558

เมื่อนำข้อมูลที่ได้จากการคำนวณมาทำการสร้างกราฟแสดงค่าการกระจายตัวของแสงสว่างเปรียบเทียบกันในทุก 2 กรณี สามารถแสดงได้ดังในภาพที่ 4.40

โคมไฟฟ้า BL1-N



โคมไฟฟ้า BL1-O



ภาพที่ 4.40 เปรียบเทียบค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง พื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์
สำหรับพื้นที่จอดรถ

จะเห็นได้ว่าค่าการกระจายตัวของแสงสว่างที่มีค่าสูงและค่าเฉลี่ยที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน จะอยู่บริเวณกึ่งกลางของพื้นที่ลานจอดรถจักรยานยนต์ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้งานกันโดยทั่วไป และเป็นการออกแบบในลักษณะการให้แสงสว่างแบบพื้นที่ทั่วไป โดยการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้าแบบทั่วไป จะพิจารณาถึงความสม่ำเสมอของแสงสว่างที่ส่องไปยังพื้นที่ใช้งานหรือพื้นที่ห้องให้มีความสว่างทั่วห้องอย่างสม่ำเสมอเป็นหลัก และเมื่อพิจารณารายละเอียดการให้แสงสว่างในแต่ละส่วน จะสามารถอธิบายได้ดังนี้

(1) เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความส่องสว่างจากคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) คือ 60 ลักซ์ กับรูปแบบเดิม คือ 63 ลักซ์ ซึ่งในทั้ง 2 รูปแบบ มีค่าเฉลี่ยความส่องสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA)

(2) ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง(Uniformity; u_0) จากการคำนวณในรูปแบบใหม่ (หลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี) มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.474$ ในขณะที่รูปแบบเดิม มีค่าอยู่ที่ $u_0 = 0.558$ ซึ่งตามมาตรฐาน EN12464 - 1 เมื่อพิจารณาจากค่าการกระจายตัวของแสงสว่าง และกำหนดให้บริเวณที่มีค่าความส่องสว่างต่ำสุดของหลอดประสิทธิภาพสูงแอลอีดี เป็นค่าความสว่างของพื้นที่ฉากหลังซึ่งแนะนำค่าความสม่ำเสมอแสงสว่างไว้ที่ $u_0 \geq 0.10$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

สรุปผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่จอดรถ ในพื้นที่การใช้งานของแต่ละส่วนดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10

ผลการเปรียบเทียบค่าความส่องสว่างของระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารสำนักงาน 18 ชั้น
สำหรับพื้นที่จอดรถ

พื้นที่จอดรถ	ชนิดของโคมและหลอดไฟฟ้า	ค่าความสม่ำเสมอของการส่องสว่าง (Uniformity; u_0)	ค่าความส่องสว่างเฉลี่ยที่ได้จากการคำนวณ (ลักซ์)	มาตรฐานความส่องสว่าง (ลักซ์)
ลานจอดรถยนต์	BL1-N	0.594	56	50
	BL2-O	0.556	52	
ลานจอดรถจักรยานยนต์	BL1-N	0.474	60	50
	BL2-O	0.558	63	

4.4 ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ผลการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ในพื้นที่ทั้งสามพื้นที่ กล่าวคือ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HH-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ และโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

โครงการเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์ 1x250 วัตต์ [HL-O] จำนวน 7 โคม มาเป็นโคมไฟฟ้ายูนิไลท์แอลอีดี 1x200 วัตต์ [HL-N] จำนวน 7 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์ 1x70 วัตต์ [LL-O] จำนวน 219 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ายูนิไลท์แอลอีดี [LL-N] 1x35 วัตต์ จำนวน 249 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์ 1x36 วัตต์ [RL-O] จำนวน 1,102 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์แอลอีดี T8 3x20 วัตต์ [RL-N] จำนวน 1,413 โคม และเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์คอมแพคฟลูออโรสเซสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 134 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ายูนิไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้ายูนิไลท์แอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-N] จำนวน 184 โคม โดยแสดงกระแสเงินสด (Cash Flow), มูลค่าปัจจุบัน (Present Value), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11

ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

ปีที่	กระแสเงินสด (Cash Flow) [บาท]	มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) [บาท]
0	-7,705,800.00	-7,705,800.00
1	1,194,860.16	1,106,352.00
2	1,194,860.16	1,024,400.00
3	1,194,860.16	948,518.52
4	1,194,860.16	878,257.89
5	1,194,860.16	813,201.75
6	1,194,860.16	752,964.58
7	1,194,860.16	697,189.43
8	1,194,860.16	645,545.76
9	1,194,860.16	597,727.56
10	1,194,860.16	553,451.45
11	1,194,860.16	512,455.04
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)		824,263.98 บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)		6.45 ปี
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)		1.99%

ในกรณีที่อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ เปิดใช้งานอาคารตามปกติโดยทั่วไป ในทุกๆ วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยคำนวณอายุของโครงการที่ 11 ปี และอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่ 8% ซึ่งพบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิอยู่ที่ 824,263.98 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 1.99 และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 6.45 ปี ซึ่งเป็นโครงการที่ยังคงมีความคุ้มค่าและน่าสนใจในการลงทุนเนื่องจากมีอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของโครงการมีค่าที่เหมาะสม เพราะอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่นั้น จะมีอายุการใช้งานของอาคารเฉลี่ยโดยประมาณอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 40 ปี อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้พิจารณาเช่น ช่วงเวลาการใช้งานต่อวัน ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อัตราค่าไฟฟ้า และอัตราดอกเบี้ย เป็นต้น

ซึ่งอาจมีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

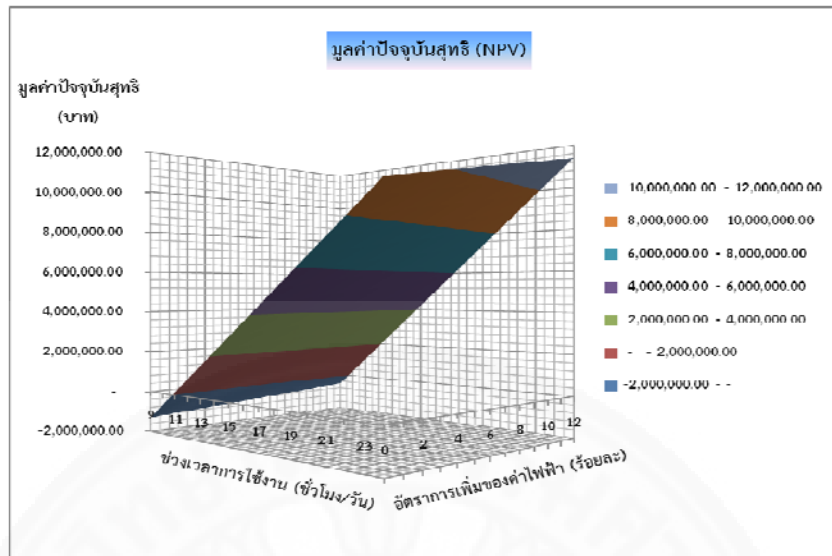
4.4.1.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.41 – 4.43 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

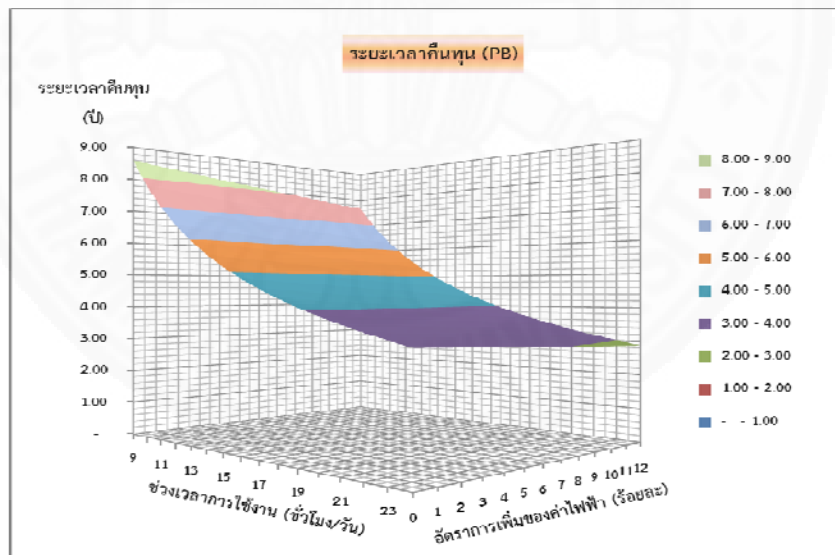
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 9 ชั่วโมงต่อวันและไม่มีการเพิ่มของค่าไฟฟ้า จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ $-1,308,252$ บาท ดังนั้นเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 11 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะเปิดทำการโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีการเพิ่มของค่าไฟฟ้าน้อยละ 12 ต่อปี จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ $11,401,543$ บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 23.39 และระยะเวลาคืนทุน 2.88 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ในกรณีที่มีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน อาทิเช่น ลักษณะของงานที่ต้องทำงานต่อเนื่องคือ ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง (DATA IT Room), ห้องควบคุมการจราจรส่วนกลาง (Traffic Center Control Room) และห้องควบคุมส่วนกลางของหน่วยกู้ภัย (Rescuers Center Control Room) เป็นต้น ก็สามารถทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

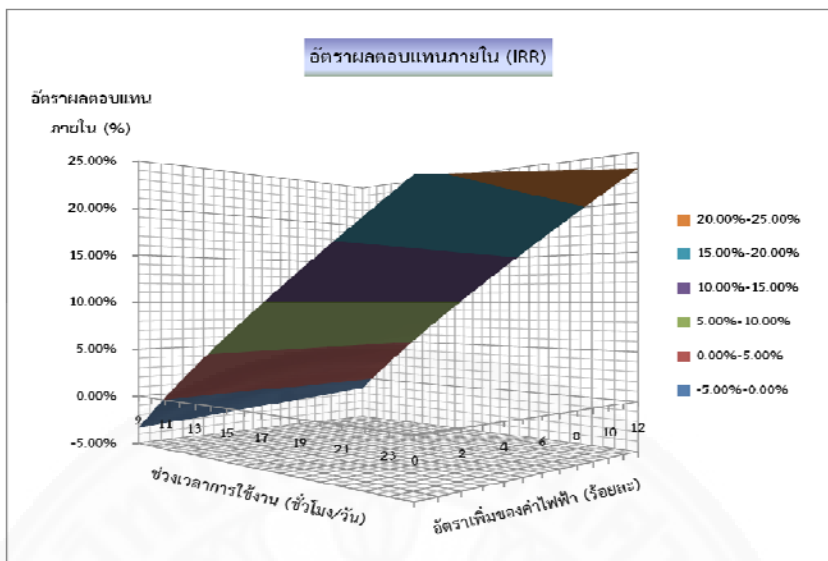
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการเพิ่มค่าไฟร้อยละ 5 ต่อปีและมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ $3,489,909$ บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 7.95 และระยะเวลาคืนทุน 4.91 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.41 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.42 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.43 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

4.4.1.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

และช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.44 – 4.46 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

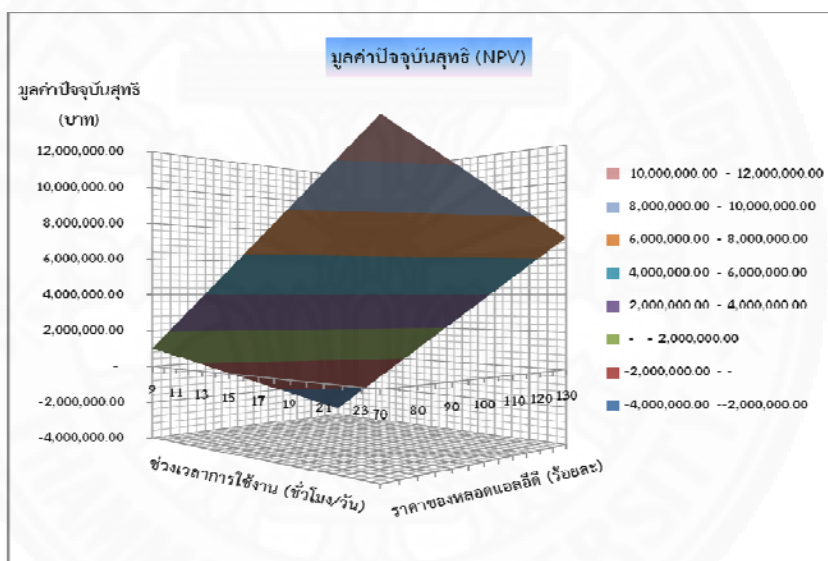
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 9 ชั่วโมงต่อวัน และมีการเพิ่มขึ้นของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 จะทำให้เงินลงทุนของโครงการสูงขึ้นและเป็นเหตุให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -3,619,992 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 ทำให้เงินลงทุนของโครงการต่ำลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 11,666,068 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 32.84 และระยะเวลาคืนทุน 2.26 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ในกรณีที่มิใช่ลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน อาทิเช่น ลักษณะของงานที่ต้องทำงานต่อเนื่องคือ ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง (DATA IT Room), ห้องควบคุมการจราจรส่วนกลาง (Traffic Center

Control Room) และห้องควบคุมส่วนกลางของหน่วยกู้ภัย (Rescuers Center Control Room) เป็นต้น ก็สามารถทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน กรณีนี้มีโอกาสเกิดขึ้นได้เนื่องจากราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มีแนวโน้มที่จะปรับตัวลดลงอย่างแน่นอนในอนาคต

(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้า

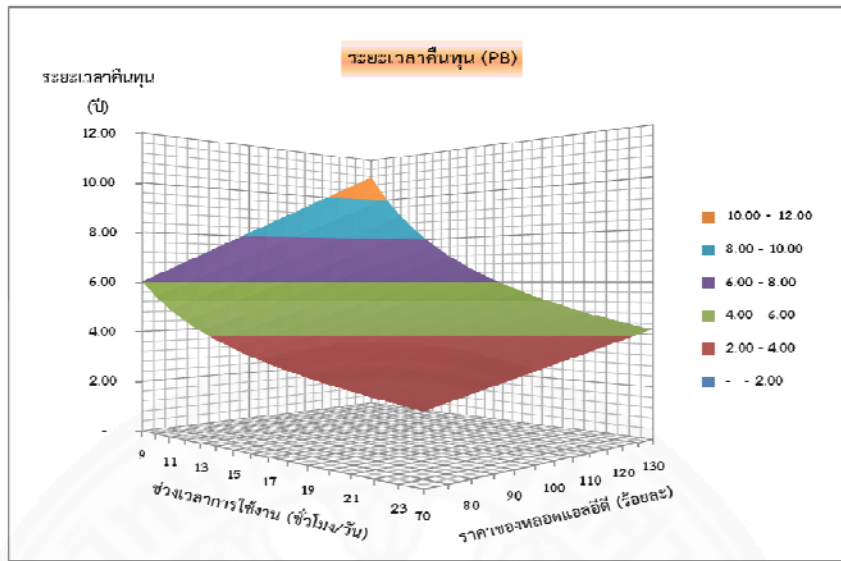
ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 5,268,520 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 16.10 และระยะเวลาคืนทุน 3.61 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



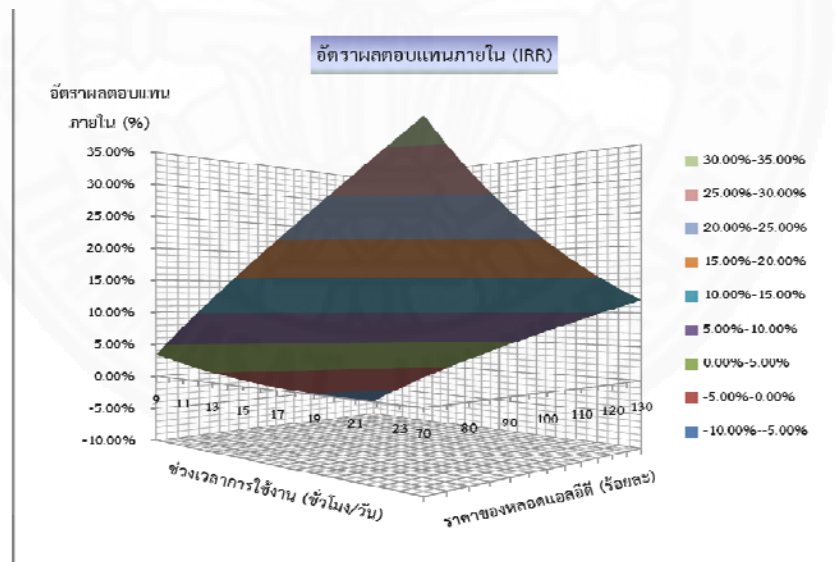
ภาพที่ 4.44 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

[HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.45 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ
กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลากำไรงานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.46 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ
กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลากำไรงานเปลี่ยนแปลง

4.4.1.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งาน

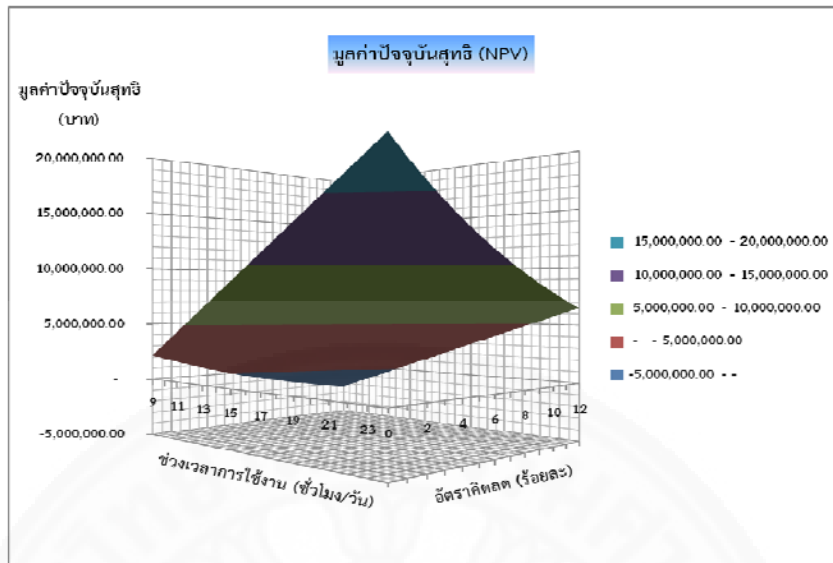
ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่า

ปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.47 - 4.49 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

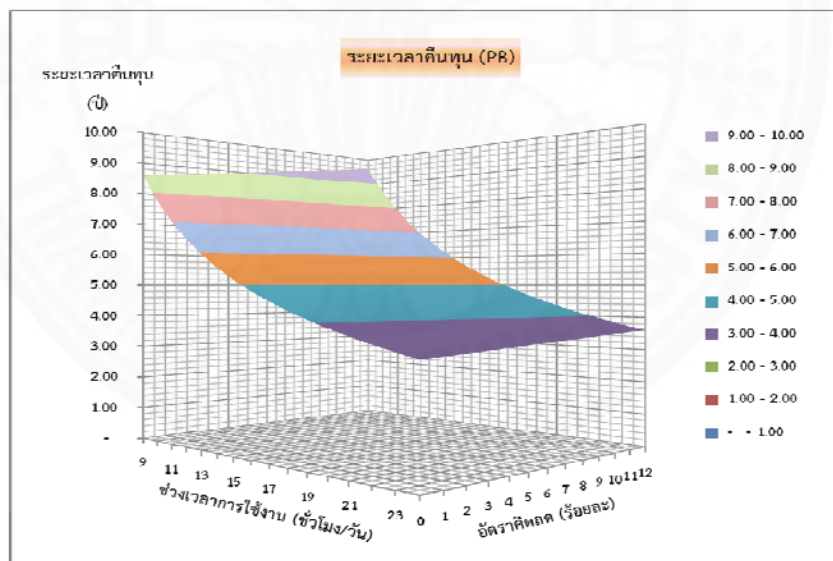
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 9 ชั่วโมงต่อวันและจะมีการอัตราคิดลดสูงที่ร้อยละ 12 จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -2,384,760 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 15 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีอัตราคิดลดต่ำสุดที่ร้อยละ 0 ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนไม่ลดลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 18,581,124 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 29.15 ซึ่งตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน ในกรณีที่มีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน อาทิเช่น ลักษณะของงานที่ต้องทำงานต่อเนื่องคือ ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง (DATA IT Room), ห้องควบคุมการจราจรส่วนกลาง (Traffic Center Control Room) และห้องควบคุมส่วนกลางของหน่วยกู้ภัย (Rescuers Center Control Room) เป็นต้น ก็สามารถทำให้โครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน

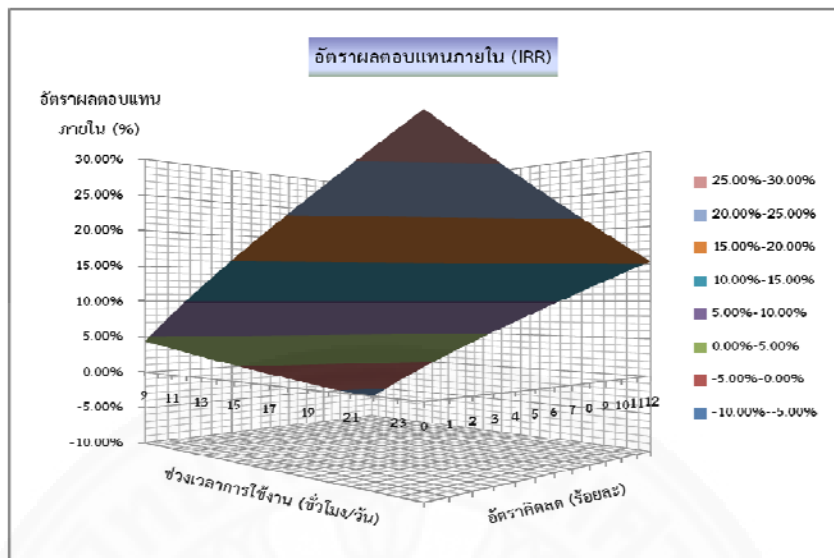
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีอัตราคิดลดร้อยละ 6 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 4,073,840 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 8.83 และระยะเวลาคืนทุน 5.06 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.47 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.48 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.49 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [HL-N, LL-N, RL-N & DL-N] สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

4.4.2 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

โครงการเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 354 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-O] จำนวน 528 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 9 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 8 โคม และเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ [BL2-O] จำนวน 249 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 2x20 วัตต์ [BL2-N] จำนวน 331 โคม โดยแสดงกระแสเงินสด (Cash Flow), มูลค่าปัจจุบัน (Present Value), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ดังตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12

ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

ปีที่	กระแสเงินสด (Cash Flow) [บาท]	มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) [บาท]
0	-822,450.00	-822,450.00
1	175,867.20	162,840.00
2	175,867.20	150,777.78
3	175,867.20	139,609.05
4	175,867.20	129,267.64
5	175,867.20	119,692.26
6	175,867.20	110,826.17
7	175,867.20	102,616.82
8	175,867.20	95,015.58
9	175,867.20	87,977.39
10	175,867.20	81,460.54
11	175,867.20	75,426.43
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)		433,059.66 บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)		4.68 ปี
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)		9.15%

ในกรณีที่อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ เปิดใช้งานอาคารตามปกติ โดยทั่วไป ในทุกๆ วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยคำนวณอายุของโครงการที่ 11 ปี และอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่ 8% ซึ่งพบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิอยู่ที่ 433,059.66 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 9.15 และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 4.68 ปี ซึ่งเป็นโครงการที่ยังคงมีความคุ้มค่าและน่าสนใจในการลงทุน เนื่องจากมีอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของโครงการมีค่าที่เหมาะสม เพราะอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่นั้น จะมีอายุการใช้งานของอาคารเฉลี่ยโดยประมาณอยู่ที่ 30 ปี อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้พิจารณาเช่น ช่วงเวลาการใช้งานต่อวัน ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อัตราค่าไฟฟ้า และอัตราดอกเบี้ย เป็นต้น ซึ่งอาจมี

ผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

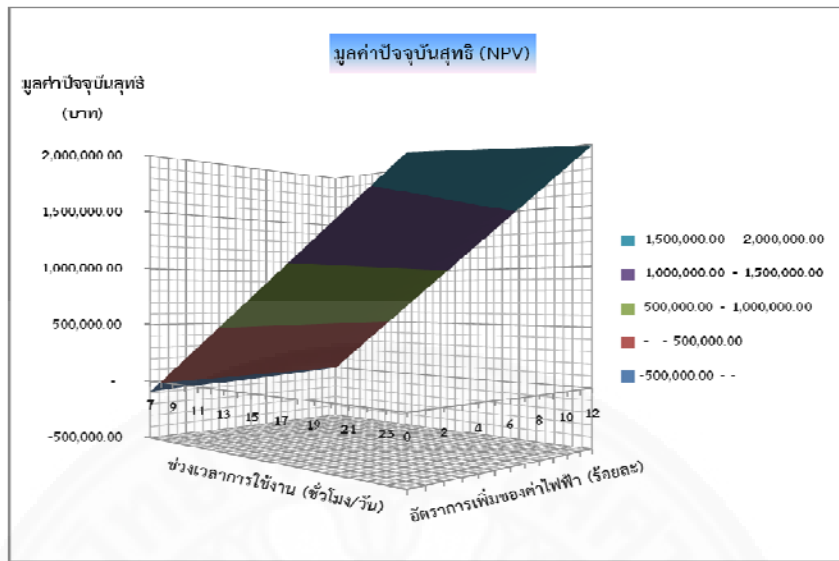
4.4.2.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.50 – 4.52 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์และแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

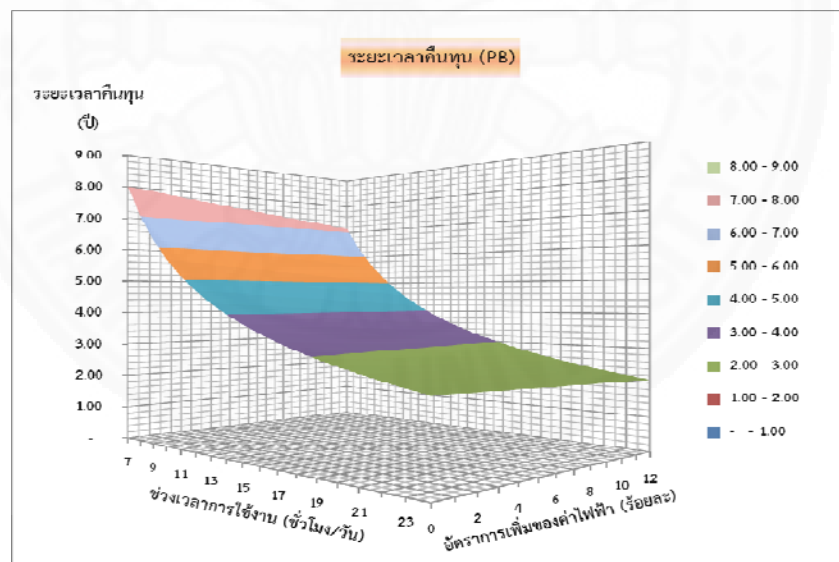
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 7 ชั่วโมงต่อวันและไม่มีการเพิ่มของค่าไฟฟ้า จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -90,069 บาท ดังนั้นเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะเปิดทำการโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีการเพิ่มของค่าไฟฟ้าน้อยละ 12 ต่อปี จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,989,892 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 36.31 และระยะเวลาคืนทุน 2.09 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

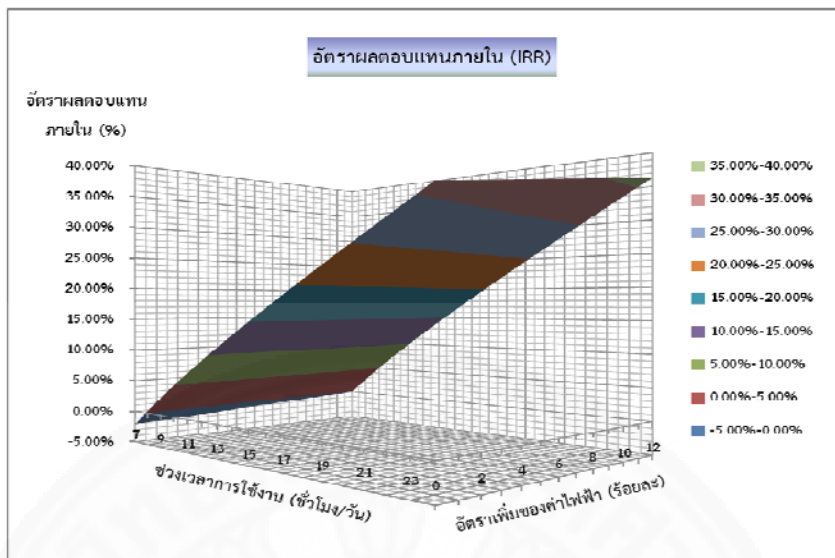
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการเพิ่มค่าไฟร้อยละ 5 ต่อปีและมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 825,406 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 16.50 และระยะเวลาคืนทุน 3.56 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.50 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.51 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.52 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

4.4.2.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

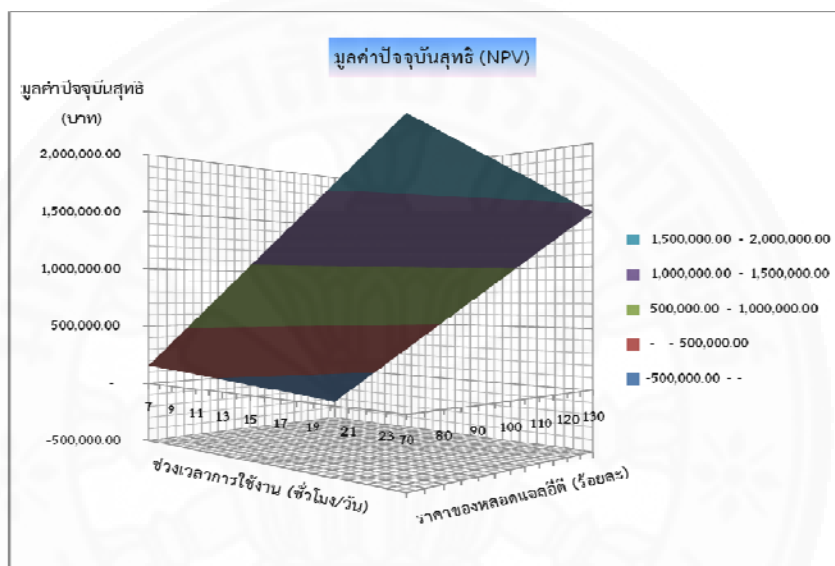
และช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.53 – 4.55 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 7 ชั่วโมง ต่อวันและมีการเพิ่มขึ้นของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 จะทำให้เงินลงทุนของโครงการสูงขึ้นและเป็นเหตุให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -336,804 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 11 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 ทำให้เงินลงทุนของโครงการต่ำลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,935,304 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 48.86 และระยะเวลาคืนทุน 1.64 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

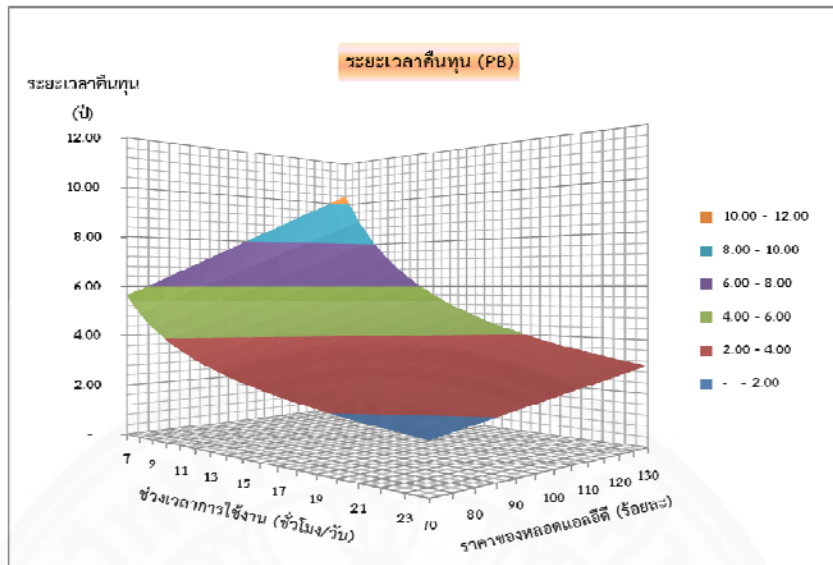
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้า ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดใน ช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 993,672 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 26.84 และระยะเวลาคืนทุน 2.62 ปี ซึ่งถือว่าโครงการ มีความคุ้มค่าในการลงทุน



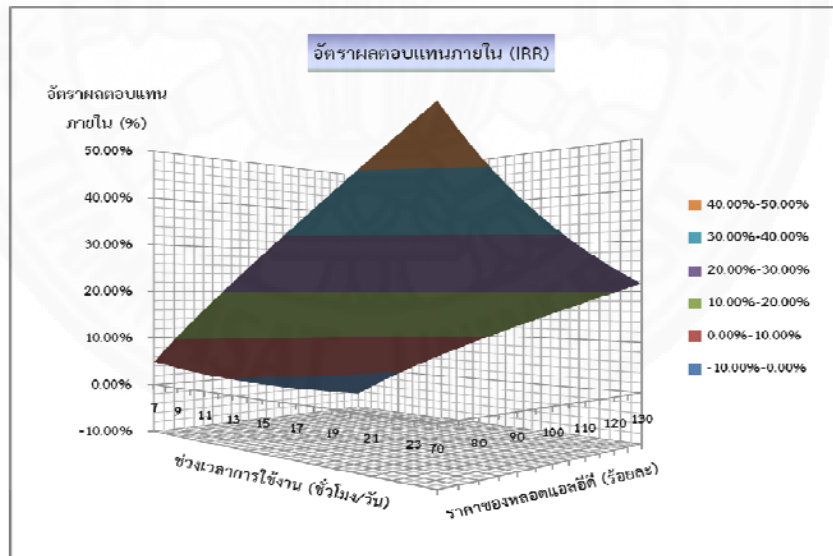
ภาพที่ 4.53 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

[DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.54 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลากำไรใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.55 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลากำไรใช้งานเปลี่ยนแปลง

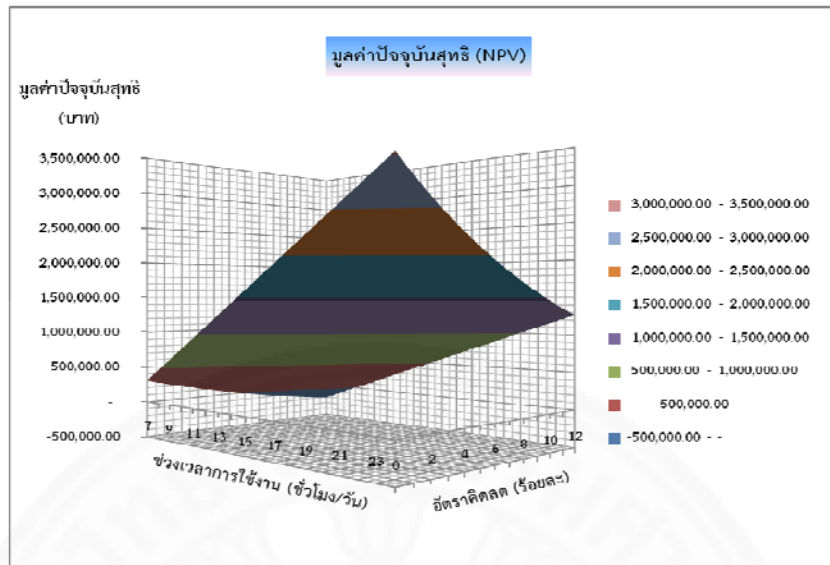
4.4.2.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.56 – 4.58 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

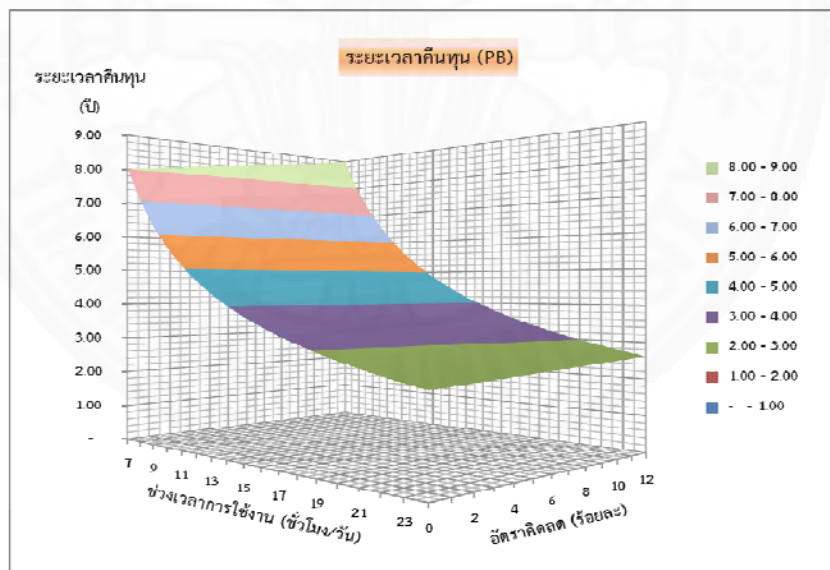
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มิชัวมองการใช้งานต่อวันต่ำที่ 7 ชั่วโมงต่อวันและและมีการอัตราคิดลดสูงที่ร้อยละ 12 จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -213,306 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 10 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มิชัวมองการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีอัตราคิดลดต่ำสุดที่ร้อยละ 0 ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนไม่ลดลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 3,046,628 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 41.85 ซึ่งตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

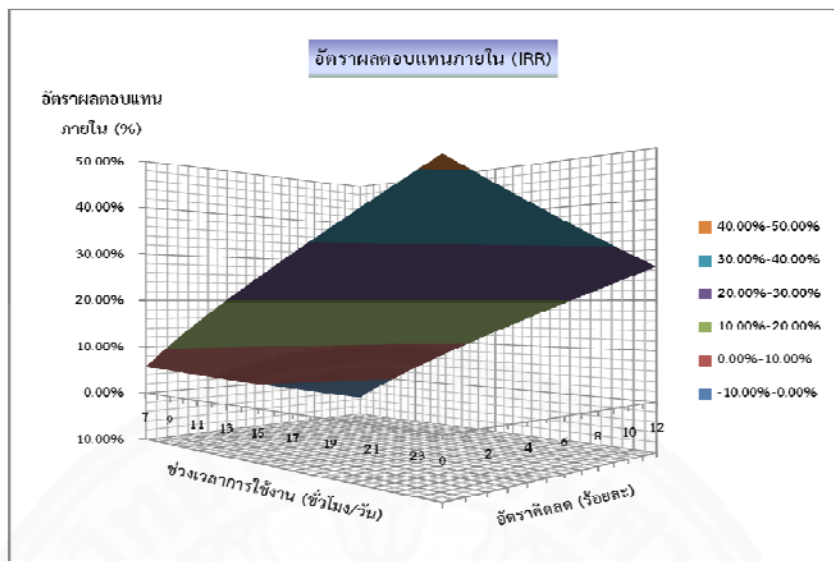
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีอัตราคิดลดร้อยละ 6 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในระยะเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 911,353 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 17.25 และระยะเวลาคืนทุน 3.66 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.56 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.57 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.58 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [DL-N, BL1-N & BL2-N] สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

4.4.3 โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่

จอตรด

โครงการเปลี่ยนจากเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 278 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้าเปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 350 โคม โดยแสดงกระแสเงินสด (Cash Flow), มูลค่าปัจจุบัน (Present Value), มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13

ผลสรุปมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV), ระยะเวลาคืนทุน (PB) และอัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ

ปีที่	กระแสเงินสด (Cash Flow) [บาท]	มูลค่าปัจจุบัน (Present Value) [บาท]
0	-262,500.00	-262,500.00
1	89,424.00	82,800.00
2	89,424.00	76,666.67
3	89,424.00	70,987.65
4	89,424.00	65,729.31
5	89,424.00	60,860.47
6	89,424.00	56,352.29
7	89,424.00	52,178.05
8	89,424.00	48,313.00
9	89,424.00	44,734.26
10	89,424.00	41,420.61
11	89,424.00	38,352.43
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)		375,894.74 บาท
ระยะเวลาคืนทุน (PB)		2.94 ปี
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)		22.71%

ในกรณีที่อาคารสำนักงาน 18 ชั้น สำหรับพื้นที่จอดรถ เปิดใช้งานอาคารตามปกติโดยทั่วไปในทุกๆ วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยคำนวณอายุของโครงการที่ 11 ปี และอัตราดอกเบี้ยหรืออัตราส่วนลดที่ 8% ซึ่งจะพบว่าโครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิอยู่ที่ 375,894.74 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 22.71 และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 2.94 ปี ซึ่งเป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าและน่าสนใจในการลงทุนมากเนื่องจากมีอัตราผลตอบแทนสูงและระยะเวลาคืนทุนในเวลาอันสั้น ทำให้โครงการมีความเสี่ยงน้อยและอีกทั้งอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่นั้น จะมีอายุการใช้งานของอาคารเฉลี่ยโดยประมาณอยู่ที่ 30 ปี อย่างไรก็ตามหากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยต่างๆ ที่ใช้พิจารณาเช่นช่วงเวลาการใช้งานต่อวัน ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อัตราค่าไฟฟ้า และอัตรา

ดอกเบีย เป็นต้น ซึ่งอาจมีผลต่อความคุ้มค่าในการลงทุนของโครงการ จึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์ความเสี่ยงโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

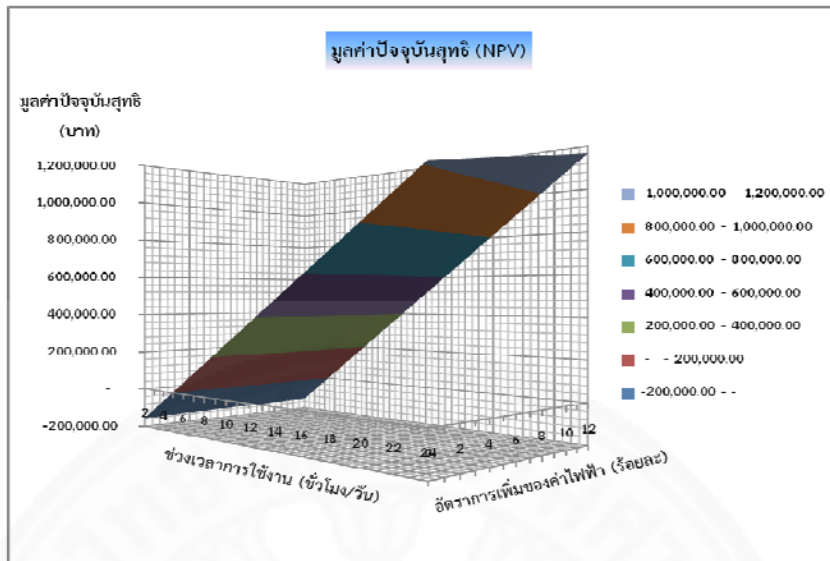
4.4.3.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.59 – 4.61 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

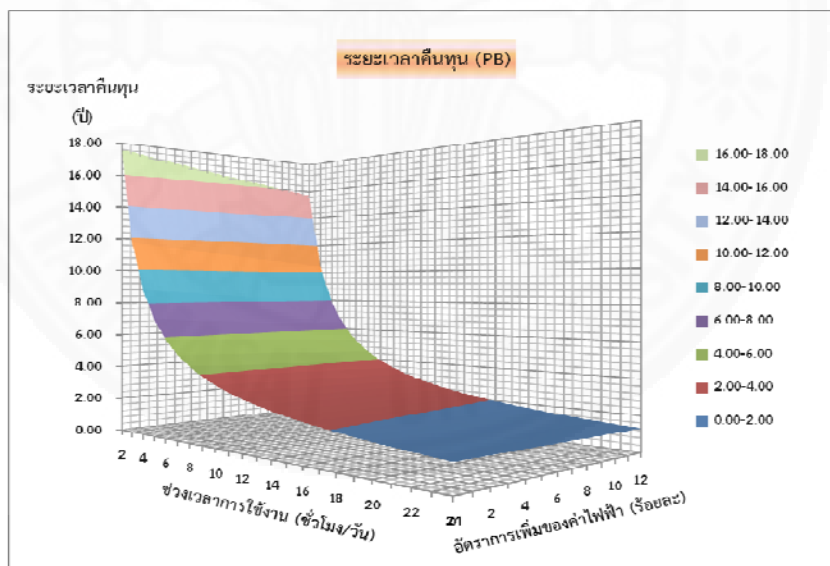
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 2 ชั่วโมงต่อวันและไม่มีการเพิ่มของค่าไฟฟ้า จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -156,101 บาท ดังนั้นเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมงต่อวัน อย่างไรก็ตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะเปิดทำการโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีการเพิ่มของค่าไฟฟ้าน้อยละ 12 ต่อปี จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,167,504 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 63.11 และระยะเวลาคืนทุน 1.31 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

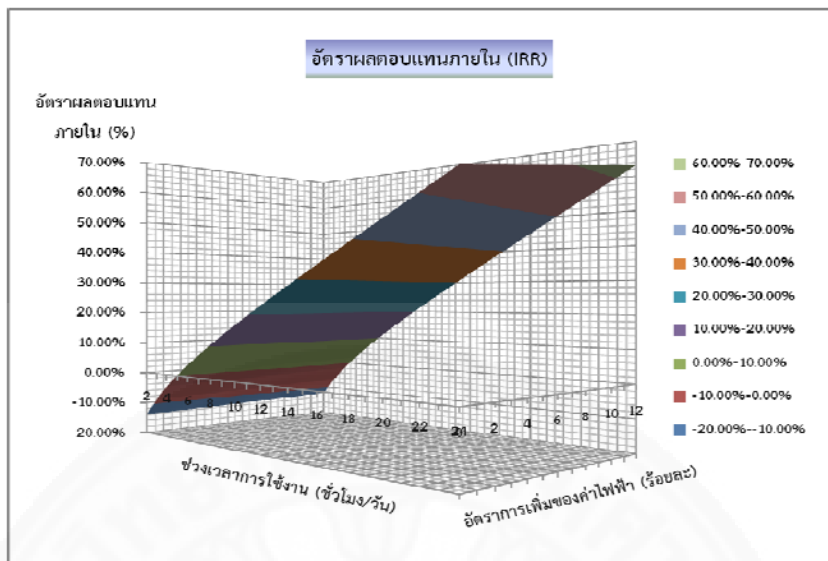
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการเพิ่มค่าไฟร้อยละ 5 ต่อปีและมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 575,393 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 33.24 และระยะเวลาคืนทุน 2.24 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.59 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.60 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.61 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

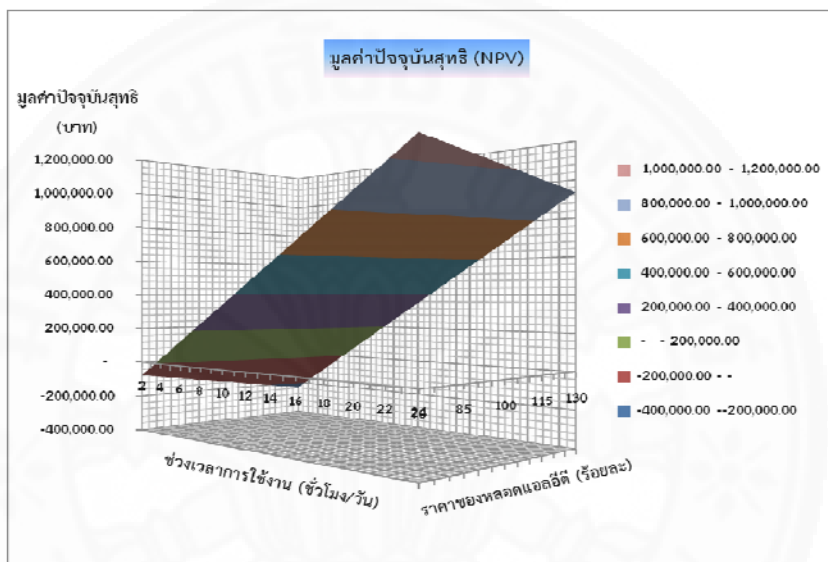
4.4.3.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.62 – 4.64 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่ชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 2 ชั่วโมงต่อวันและมีการเพิ่มขึ้นของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 จะทำให้เงินลงทุนของโครงการสูงขึ้นและเป็นเหตุให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -234,851 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 7 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่ชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวันและมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 ทำให้เงินลงทุนของโครงการต่ำลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,093,039 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 82.66 และระยะเวลาคืนทุน 1.03 ปี ซึ่งตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

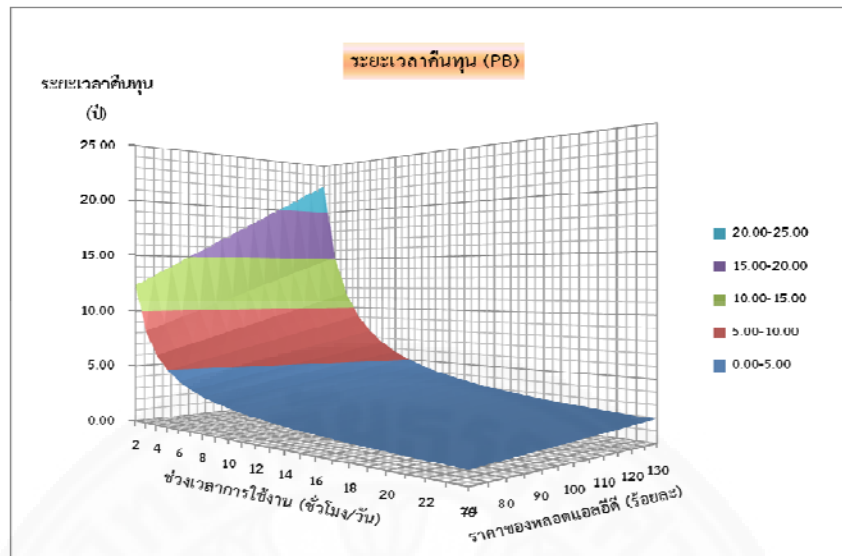
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีการลดลงของราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ร้อยละ 30 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 614,243 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 48.61 และระยะเวลาคืนทุน 1.64 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



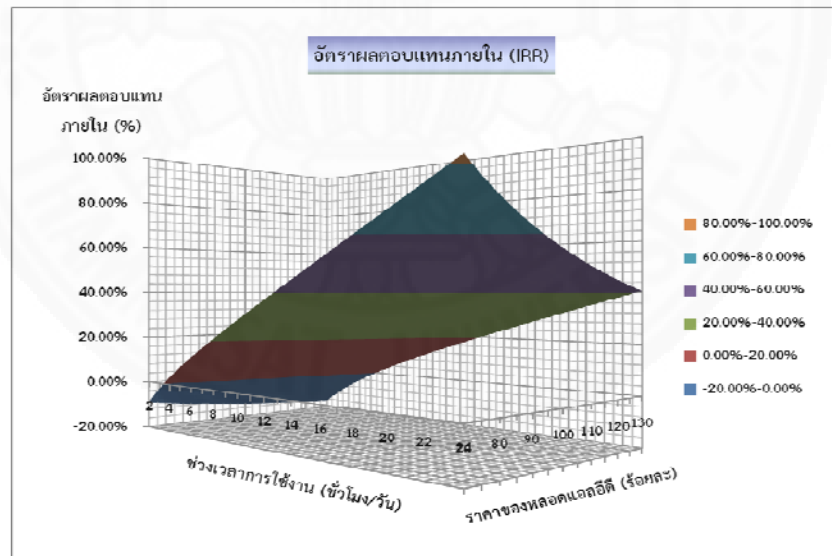
ภาพที่ 4.62 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)

[BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ

กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.63 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ
กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาดำเนินการเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.64 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ
กรณีราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) และช่วงเวลาดำเนินการเปลี่ยนแปลง

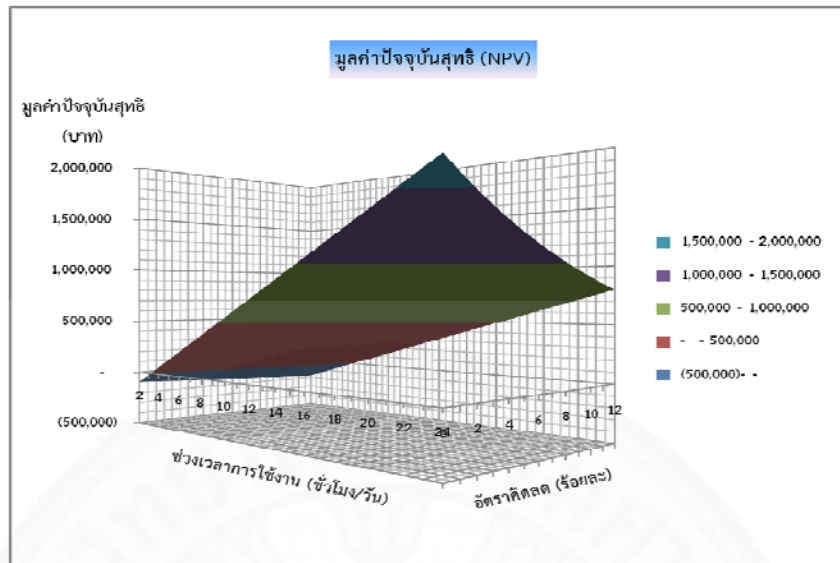
4.4.3.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งาน

ผลของการเปลี่ยนแปลงอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานต่อมูลค่าปัจจุบันสุทธิ ระยะเวลาคืนทุน และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการ แสดงดังภาพที่ 4.65 – 4.67 ตามลำดับ โดยสามารถวิเคราะห์ผลและแยกเป็นกรณีได้ดังต่อไปนี้

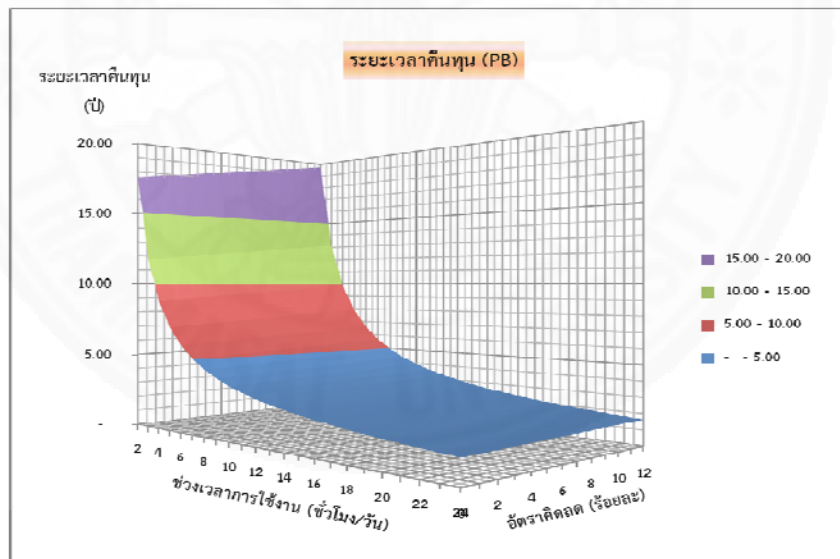
(1) กรณีที่เลวร้ายที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันต่ำที่ 2 ชั่วโมงต่อวันและจะมีการอัตราคิดลดสูงที่ร้อยละ 12 จะทำให้โครงการขาดทุนโดยมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ -174,005 บาท ดังนั้นอาคารสำนักงานส่วนใหญ่ ควรจะมีช่วงเวลาการใช้งานไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมงต่อวัน

(2) กรณีที่ดีที่สุด คือกรณีที่มีชั่วโมงการใช้งานต่อวันสูงที่ 24 ชั่วโมงต่อวัน และมีอัตราคิดลดต่ำสุดที่ร้อยละ 0 ทำให้มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนไม่ลดลงและส่งผลให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,704,828 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 67.90 ซึ่งตามปกติโดยทั่วๆ ไป อาคารสำนักงานส่วนใหญ่จะมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ยประมาณ 12 ชั่วโมงต่อวัน

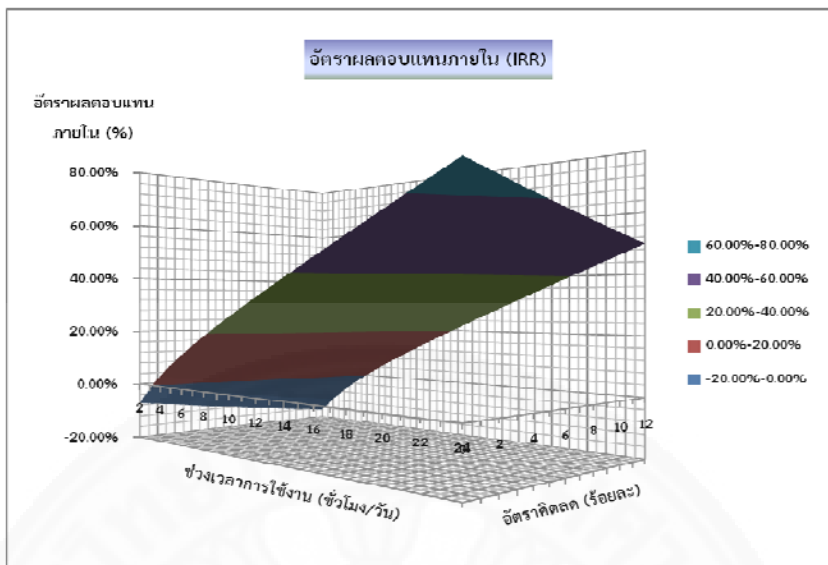
(3) กรณีที่เป็นไปได้มากที่สุด คือมีอัตราคิดลดร้อยละ 6 และมีลูกค้าผู้เช่าสำนักงานมีการทำงานต่อเนื่องตลอดในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงต่อวัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 25 (เพิ่มขึ้น 3 ชั้น จากจำนวนทั้งหมด 12 ชั้น) ซึ่งจะทำให้มีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 15 ชั่วโมงต่อวัน จะทำให้โครงการมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 619,095 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 33.64 และระยะเวลาคืนทุน 2.30 ปี ซึ่งถือว่าโครงการมีความคุ้มค่าในการลงทุน



ภาพที่ 4.65 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.66 ระยะเวลาคืนทุน (PB) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง



ภาพที่ 4.67 อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR) โครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) [BL1-N] สำหรับพื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

4.4.4 ภาพรวมของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทั้งอาคารสำนักงาน 18 ชั้น จำนวน 1 อาคาร

เป็นโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ในภาพรวมทั้งสามพื้นที่ คือ พื้นที่ปรับอากาศ, พื้นที่ไม่ปรับอากาศ และพื้นที่จอดรถ ของทั้งอาคารสำนักงาน 18 ชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

4.4.4.1 พื้นที่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

โครงการเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้าไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์ [HL-O] จำนวน 7 โคม มาเป็นโคมไฟฟ้าไฮเบย์แอลอีดี 1x200 วัตต์ [HL-N] จำนวน 7 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้โลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้าเมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์ [LL-O] จำนวน 219 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้โลเบย์แอลอีดี [LL-N] 1x35 วัตต์ จำนวน 249 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ [RL-O] จำนวน 1,102 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี T8 3x20 วัตต์ [RL-N] จำนวน 1,413 โคม และเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 134 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้าแอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-N] จำนวน 184 โคม

4.4.4.2 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

โครงการเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 354 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-O] จำนวน 528 โคม, เปลี่ยนจากโคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 9 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 8 โคม และเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ [BL2-O] จำนวน 249 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 2x20 วัตต์ [BL2-N] จำนวน 331 โคม

4.4.4.3 พื้นที่จอดรถ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

โครงการเปลี่ยนจากเปลี่ยนจากโคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 278 โคม มาเป็น โคมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 350 โคม

โดยมีผลสรุปภาพรวมของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ของทั้งอาคารสำนักงาน 18 ชั้น จำนวน 1 อาคาร ซึ่งวิเคราะห์ค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทั้งโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14

ผลสรุปภาพรวมของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ของทั้งอาคาร

โครงการ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น	ผล ประหยัด พลังงาน ไฟฟ้ (หน่วย/ปี)	เงินลงทุน (บาท)	ผล ประหยัด ค่าไฟฟ้ (บาท/ปี)	ดัชนีทางการเงิน		
				NPV (บาท)	PB (ปี)	IRR (%)
พื้นที่ปรับอากาศ	331,905	7,705,800	1,194,858	824,264	6.45	1.99%
พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	48,852	822,450	175,867	433,060	4.68	9.15%
พื้นที่จอดรถ	24,840	262,500	89,424	375,895	2.94	22.71%
พื้นที่รวมทั้งอาคาร	405,597	8,790,750	1,460,149	1,633,218	7.36	3.41%

จากข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ จะพบว่าโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ของทั้งอาคารสำนักงาน 18 ชั้น จำนวน 1 อาคาร มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,633,218 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 3.41 และมีระยะเวลาคืนทุนที่ 7.36 ปี โดยมีช่วงเวลากำหนดการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน และมีวันทำงานเฉลี่ยโดยประมาณ 300 วันต่อปี ซึ่งเป็นโครงการที่ยังคงมีความคุ้มค่าและน่าสนใจในการลงทุนเนื่องจากมีอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนของโครงการมีค่าที่เหมาะสม เพราะอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่นั้น จะมีอายุการใช้งานของอาคารเฉลี่ยโดยประมาณอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 40 ปี และระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 8 ปี ซึ่งต่ำกว่าอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) โดยมีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 11 ปี และมีความคุ้มค่าเนื่องจากให้ผลตอบแทนในส่วนของระยะเวลากำหนดคืนทุนสูงมากถึง 5 เท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับอายุการใช้งานของอาคาร แต่อย่างไรก็ตามหากพิจารณาช่วงเวลากำหนดการใช้งานโดยเฉลี่ยที่มีมากกว่า 12 ชั่วโมงต่อวันแล้วนั้น ก็จะทำให้โครงการยังมีความคุ้มค่าและน่าลงทุนมากขึ้นอีกเช่นเดียวกัน

4.5 แนวทางการส่งเสริมเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

4.5.1 โครงการสนับสนุนการเงินจากภาครัฐบาล

จากนโยบายของรัฐบาล โดยกระทรวงพลังงาน ซึ่งมีแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี และวางเป้าหมายในการจำกัดการใช้พลังงานให้ต่ำกว่าคาดการณ์ไว้ 25% จึงมีนโยบายต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนในหลายๆ โครงการเพื่อเป็นการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน โดยเฉพาะระบบไฟฟ้าแสงสว่างซึ่งรณรงค์และส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย ที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่รวมทั้งอาคารเดิมที่ถูกกำหนดให้เป็นอาคารควบคุม ภายใต้กฎหมายการอนุรักษ์พลังงาน จะส่งผลให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง และลดการนำเข้าเชื้อเพลิงจากต่างประเทศ รวมทั้งช่วยชะลอการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ลง อีกทั้งยังช่วยลดมลพิษทางด้านอากาศและภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี โดยผลจากศึกษาของโครงการวิจัยนี้ สามารถที่จะแสดงผลประโยชน์ในแง่ที่ต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

4.5.1.1 ผลประโยชน์จากการส่งเสริมโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้า

ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ผลประโยชน์ที่ภาครัฐบาลจะได้รับจากนโยบายการลดการใช้พลังงานลงกรณีขยายผลโครงการโดยส่งเสริมให้มีการใช้เทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และภาพที่ 4.68 จะพบว่าโครงการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 820,929,543 หน่วยต่อปี โดยสามารถ

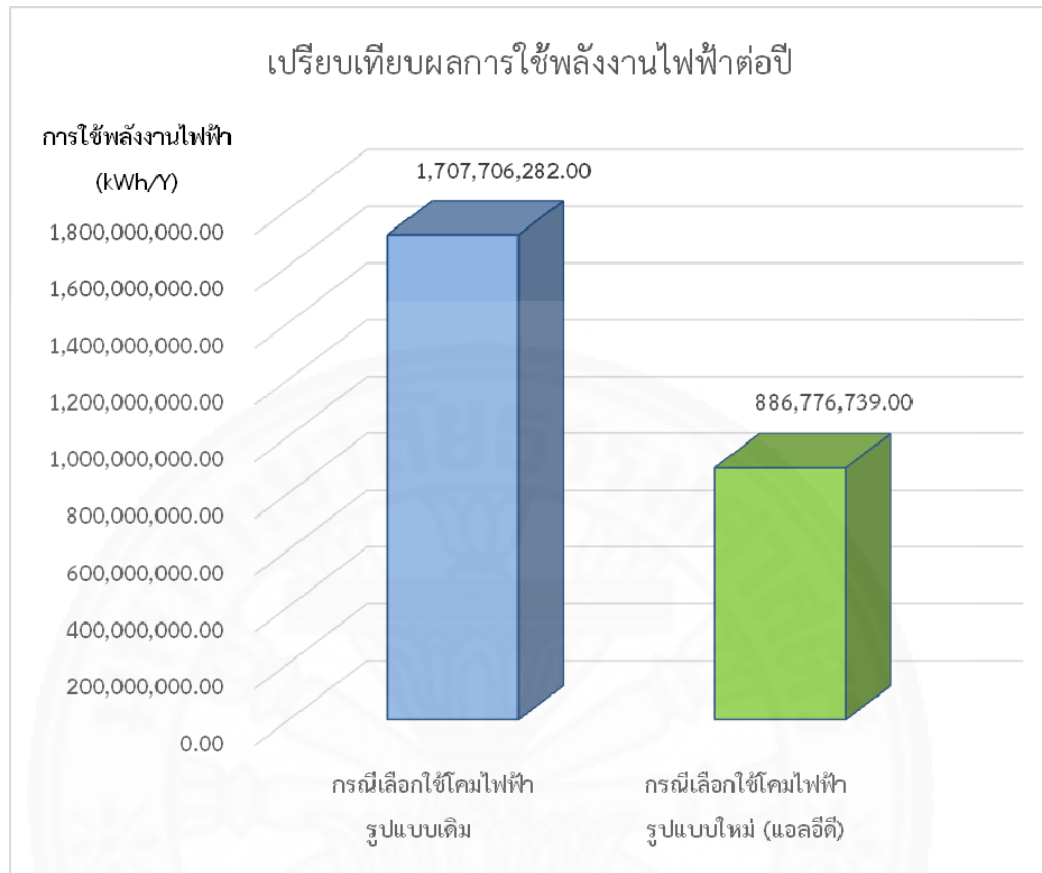
เทียบเท่ากับการลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติคิดเป็นเงินโดยประมาณ 2,626 ล้านบาท (คิดราคาต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ 3.20 บาท/หน่วย) และเทียบเท่ากับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ขนาด 100 เมกะวัตต์ ซึ่งมีต้นทุนค่าก่อสร้างอยู่ที่ประมาณ 2,500 ล้านบาท (เทียบจากต้นทุนค่าก่อสร้างโรงไฟฟ้าก๊าซธรรมชาติ 25 ล้านบาทต่อหนึ่งเมกะวัตต์) และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ลงได้ 433,302 ตันต่อปี ดังแสดงในตารางที่ 4.16 และภาพที่ 4.69 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.15

สรุปผลประหยัดพลังงานและค่าไฟฟ้าของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานของประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร

โครงการ อาคารสำนักงานในประเทศไทย	ผลประหยัด พลังงานไฟฟ้า (หน่วย/ปี)	เงินลงทุน(บาท)	ผลประหยัด ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
โครงการอาคารสำนักงานตัวอย่าง จำนวน 1 อาคาร			
โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม	843,728	-	3,037,421
โคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (แอลอีดี)	438,131	8,790,750	1,577,272
ผลสรุปของโครงการ/อาคาร	405,597	8,790,750	1,460,149
โครงการอาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร			
โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม	1,707,706,282	-	6,147,742,615
โคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (แอลอีดี)	886,776,739	17,792,478,000	3,192,396,260
ผลสรุปของโครงการ/2,024 อาคาร	820,929,543	17,792,478,000	2,955,346,355

หมายเหตุ : อัตราค่าไฟฟ้าของประเทศไทย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 3.60 บาท/หน่วย



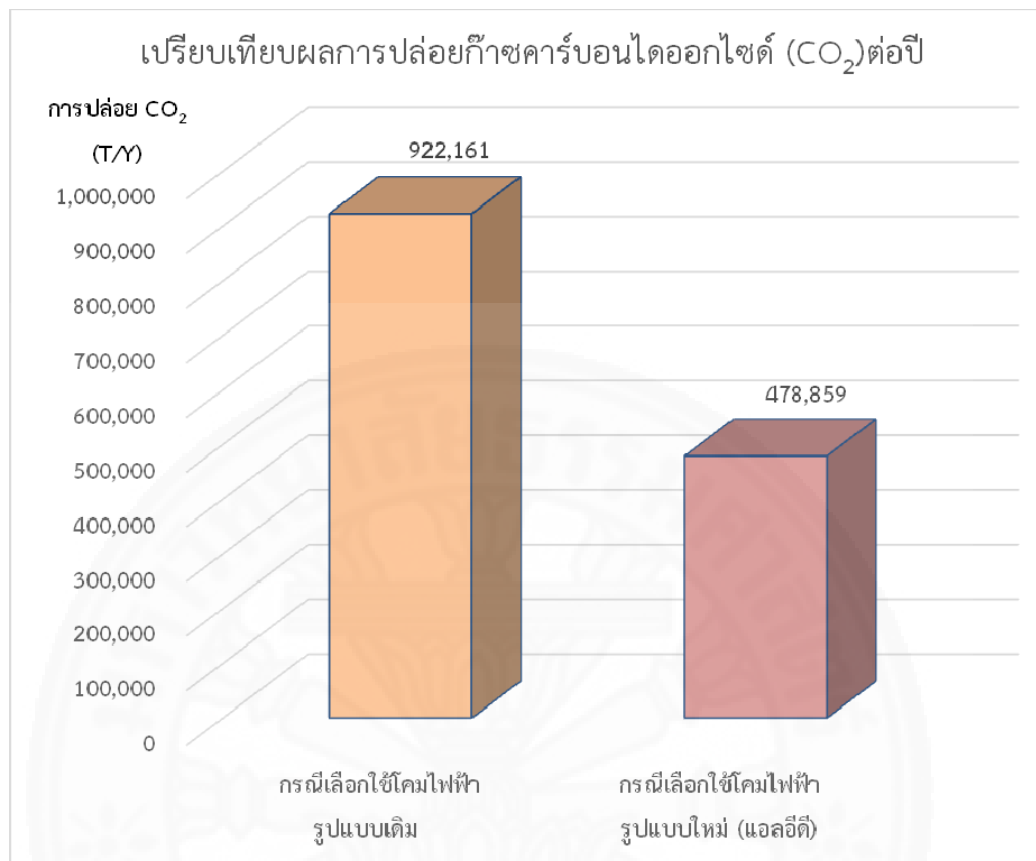
ภาพที่ 4.68 ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า กรณีของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร

ตารางที่ 4.16

สรุปผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานของประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร

โครงการ อาคารสำนักงานในประเทศไทย	ผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)
ผลประหยัดพลังงานไฟฟ้า(หน่วย/ปี) โครงการอาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	
โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม	1,707,706,282
โคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (แอลอีดี)	886,776,739
ผลสรุปของโครงการ/2,024 อาคาร	820,929,543
ผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂) (ตัน/ปี) โครงการอาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร	
โคมไฟฟ้ารูปแบบเดิม	922,161
โคมไฟฟ้ารูปแบบใหม่ (แอลอีดี)	478,859
ผลสรุปของโครงการ/2,024 อาคาร	443,302

หมายเหตุ : อัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) จากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย โดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.54 กิโลกรัม/หน่วย/ปี

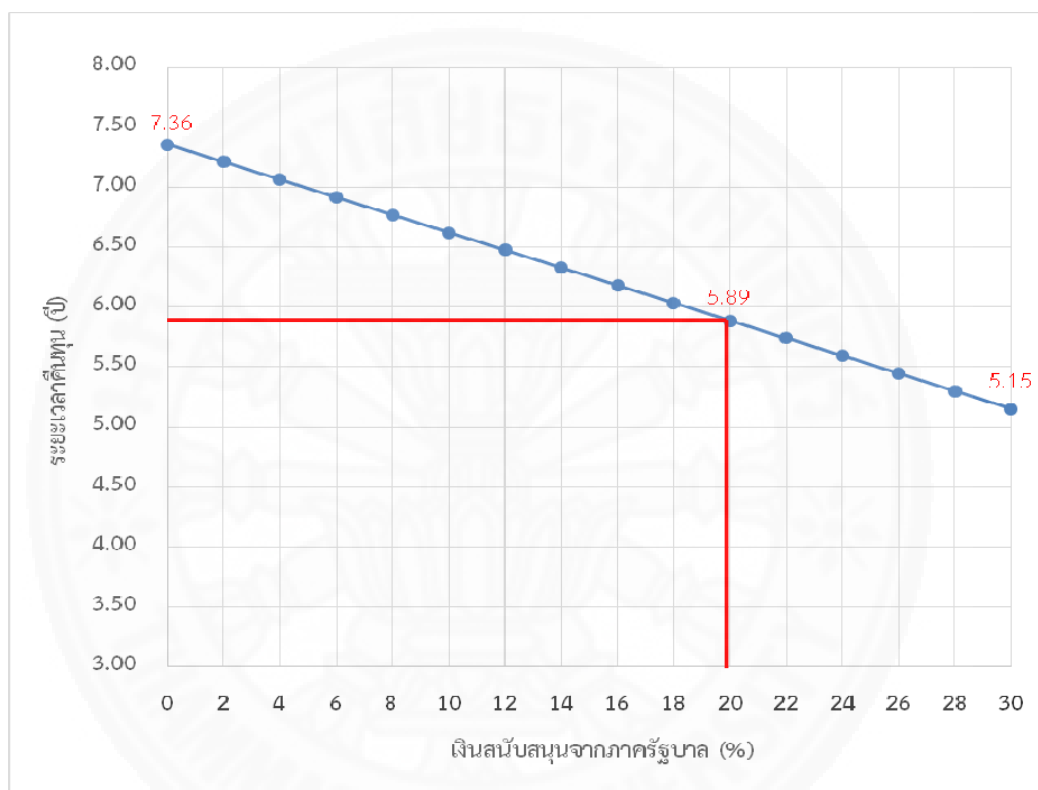


ภาพที่ 4.69 ผลการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กรณีโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) อาคารสำนักงานในประเทศไทย จำนวน 2,024 อาคาร

4.5.1.2 นโยบายที่เหมาะสมสำหรับการสนับสนุนของภาครัฐบาลกับการอนุรักษ์พลังงานในระบบไฟฟ้าแสงสว่าง สำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทย

ในปัจจุบันประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นเป็นเงาตามตัว ทำให้ภาครัฐบาลตระหนักถึงปัญหาทางด้านพลังงานที่จะเกิดขึ้นในอนาคต จึงมีกำหนดนโยบายต่างๆ ที่ให้การสนับสนุนในหลายๆ โครงการเพื่ออนุรักษ์พลังงาน โดยหน่วยงานของรัฐบาล อาทิเช่น กระทรวงพลังงาน การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) การไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) เป็นต้น โดยได้ออกนโยบายสนับสนุนสำหรับการลงทุนเพื่อปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงเปลี่ยนและรณรงค์การใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับอาคารสำนักงานของประเทศไทย โดยพิจารณาให้การสนับสนุนทางการเงินไม่เกินร้อยละ 20 ของค่าอุปกรณ์และการติดตั้งในการลงทุน โดยกำหนดในมาตรการที่มีระยะเวลาการคืนทุนไม่เกิน 8 ปี เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงของผู้ประกอบการ และจาก

กรณีของอาคารสำนักงานในประเทศไทยที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ที่ต้องมีการลงทุนโครงการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เฉลี่ยคิดเป็นเงิน 8,790,750 บาทต่ออาคาร และในกรณีที่มีการขยายผลโดยดำเนินโครงการทั้งหมดของอาคารสำนักงานในประเทศไทยทั่วประเทศ 2,024 อาคาร คิดเป็นเงินลงทุนรวม 17,790 ล้านบาท และกระทรวงพลังงานสนับสนุนเงินลงทุนที่ร้อยละ 20 เป็นเงิน 3,558 ล้านบาท จะช่วยลดระยะเวลาการคืนทุนของผู้ประกอบการลงได้ดังภาพที่ 4.70



ภาพที่ 4.70 ระยะเวลาคืนทุนหลังจากได้รับเงินสนับสนุนทางการเงินจากภาครัฐบาล

จากภาพที่ 4.70 จะเห็นได้ว่าเมื่อภาครัฐบาลสนับสนุนทางการเงินที่ร้อยละ 20 จะทำให้โครงการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทั้งอาคารสำนักงาน จะมีระยะเวลาคืนทุนลดลงจาก 7.36 ปี เป็น 5.89 ปี ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงให้ผู้ประกอบการลงได้ และส่งผลดีทำให้โครงการมีความน่าสนใจในการลงทุนเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการอนุรักษ์พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมอีกทางหนึ่งด้วย และจากรายงานการวิจัยในโครงการนี้ สามารถที่จะขยายผลต่อเนื่องไปยังส่วนของอาคารสำนักงานที่ใช้งานอยู่เดิมและโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศไทย ได้อีกต่อไปในอนาคตเช่นเดียวกัน ซึ่งจะส่งผลให้นโยบายการอนุรักษ์พลังงานมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์กับประเทศไทยได้อย่างมากมาย

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิจัยถึงลักษณะการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอาคารสำนักงานที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่ในประเทศไทย พบว่าอาคารสำนักงานส่วนใหญ่โดยทั่วไปจะมีการทำงานในทุกๆ วันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลากการทำงานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน (07:00 น. ถึง 19:00 น.) และสามารถแบ่งพื้นที่ตามกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบันออกเป็น 3 พื้นที่ได้ดังต่อไปนี้คือ

1. พื้นที่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ต่างๆ และศึกษาวิจัยโครงการดังนี้ พื้นที่โรงพักคอย เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้ไฮเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้เมทัลฮาไลด์ 1x250 วัตต์ [HL-O] จำนวน 7 โคม มาเป็นคอมไฟฟ้ไฮเบย์แอลอีดี 1x200 วัตต์ [HL-N] จำนวน 7 โคม , พื้นที่ขายสินค้า เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้โลเบย์พร้อมหลอดไฟฟ้เมทัลฮาไลด์ 1x70 วัตต์ [LL-O] จำนวน 219 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้โลเบย์แอลอีดี [LL-N] 1x35 วัตต์ จำนวน 249 โคม, พื้นที่สำนักงาน, ห้องสำนักงาน, ห้องเก็บข้อมูลส่วนกลาง และห้องระบบควบคุม เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้ตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 3x36 วัตต์ [RL-O] จำนวน 1,102 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้ตะแกรงสะท้อนแสงพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 3x20 วัตต์ [RL-N] จำนวน 1,413 โคม, ทางเดินเมน และทางเดินหน้าลิฟท์เมน เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 134 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-N] จำนวน 184 โคม

2. พื้นที่ไม่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ต่างๆ และศึกษาวิจัยโครงการดังนี้ ห้องปั้มน้, ห้องหม้อแปลงไฟฟ้, ห้องเครื่องกำเนิดไฟฟ้, ห้องไฟฟ้ย่อย , บันไดเมน และบันไดย่อย เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 2x36 วัตต์ [BL2-O] จำนวน 249 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 2x20 วัตต์ [BL2-N] จำนวน 331 โคม, ห้องเก็บของ, ห้องขยะเปียก และห้องขยะแห้ง เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 9 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 8 โคม, ทางเดินเมน, ทางเดินย่อย,

ห้องน้ำส่วนกลางชาย, ห้องน้ำส่วนกลางหญิง, ห้องน้ำสำนักงานชาย, ห้องน้ำสำนักงานหญิง และ ห้องน้ำคนพิการ เปลี่ยนจากคอมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้คอมแพคฟลูออเรสเซนต์ 1x18 วัตต์ [DL-O] จำนวน 354 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้ดาวไลท์พร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี 1x9 วัตต์ [DL-N] จำนวน 528 โคม

3. พื้นที่จอดรถ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่จอดรถ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ต่างๆ และ ศึกษาวิจัยโครงการดังนี้ ลานจอดรถยนต์ และลานจอดรถจักรยานยนต์ เปลี่ยนจากเปลี่ยนจากคอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้ฟลูออเรสเซนต์ T8 1x36 วัตต์ [BL1-O] จำนวน 278 โคม มาเป็น คอมไฟฟ้เปลือยพร้อมหลอดไฟฟ้แอลอีดี T8 1x20 วัตต์ [BL1-N] จำนวน 350 โคม

ซึ่งจากผลการศึกษาและวิจัยแนวทางในการจัดการพลังงานของระบบไฟฟ้แสงสว่าง พบว่าเทคโนโลยีหลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มีความเป็นไปได้ในทางเทคนิคในการเลือกใช้ทดแทนหลอดไฟฟ้แบบเดิมในอาคารสำนักงานในประเทศไทย โดยหลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สามารถลดการใช้พลังงานลงได้มาก โดยที่ยังคงให้ระดับของความส่องสว่างอยู่ในมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้แสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) และขณะที่อายุการใช้งานสูงกว่าหลอดไฟฟ้แบบเดิมโดยเฉลี่ยประมาณ 3 เท่าตัว พบว่าพื้นที่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น การเลือกใช้หลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทดแทนหลอดไฟฟ้แบบเดิม จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้ลงได้ร้อยละ 48.85 พื้นที่ไม่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น การเลือกใช้หลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทดแทนหลอดไฟฟ้แบบเดิม จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้ลงได้ร้อยละ 42.78 พื้นที่จอดรถ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น การเลือกใช้หลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทดแทนหลอดไฟฟ้แบบเดิม จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้ลงได้ร้อยละ 49.64 และพื้นที่โดยรวมทั้งหมด สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น การเลือกใช้หลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ทดแทนหลอดไฟฟ้แบบเดิม จะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้ลงได้ร้อยละ 48.07 และมีการใช้กำลังไฟฟ้ทั้งหมด (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) 8.44 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งคิดเป็นการใช้พลังงานแสงสว่างในอาคารสูงสุดที่ 30.38 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ตารางเมตร/ปี ซึ่งถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานภายใต้ข้อบังคับของกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารทุกประการ และจากผลการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์และความเสี่ยงของการดำเนินโครงการสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) โครงการเลือกใช้เป็นหลอดไฟฟ้ประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) พื้นที่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรณีที่เปิดทำงานในทุกๆ วันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน (07:00 น. ถึง 19:00 น.) ใช้เงินงบประมาณในลงทุน 7,705,800 บาท จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้ได้ 331,905 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟฟ้ได้ 1,194,858 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 6.45 ปี จึงเป็นโครงการที่มี

ความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะมีความเสี่ยงไม่มาก อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงพบว่า ช่วงเวลาการใช้งานมีผลต่อดัชนีทางการเงินมากที่สุดและควรมีช่วงเวลาใช้งานตลอดไม่ต่ำกว่า 11 ชั่วโมงต่อวันเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0

(2) โครงการเลือกใช้เป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) พื้นที่ไม่ปรับอากาศ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรณีที่เปิดทำงานในทุกๆ วันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน (07:00 น. ถึง 19:00 น.) ใช้เงินงบประมาณในลงทุน 822,450 บาท จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 48,852 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 175,867 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 4.68 ปี จึงเป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะมีความเสี่ยงไม่มาก อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงพบว่า ช่วงเวลาการใช้งานมีผลต่อดัชนีทางการเงินมากที่สุดและควรมีช่วงเวลาใช้งานตลอดไม่ต่ำกว่า 8 ชั่วโมงต่อวันเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0

(3) โครงการเลือกใช้เป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) พื้นที่จอดรถ สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรณีที่เปิดทำงานในทุกๆ วันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน (07:00 น. ถึง 19:00 น.) ใช้เงินงบประมาณในลงทุน 262,500 บาท จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 24,840 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 89,424 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 2.94 ปี จึงเป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าในการลงทุนเพราะมีความเสี่ยงน้อยมาก อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ความเสี่ยงพบว่า ช่วงเวลาการใช้งานมีผลต่อดัชนีทางการเงินมากที่สุดและควรมีช่วงเวลาใช้งานตลอดไม่ต่ำกว่า 5 ชั่วโมงต่อวันเพื่อให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการมีค่ามากกว่า 0

(4) โครงการเลือกใช้เป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) พื้นที่โดยรวมทั้งหมด สำหรับอาคารสำนักงาน 18 ชั้น กรณีที่เปิดทำงานในทุกๆ วันตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ โดยประมาณ 300 วันต่อปี และมีช่วงเวลาการใช้งานโดยเฉลี่ย 12 ชั่วโมงต่อวัน (07:00 น. ถึง 19:00 น.) ใช้เงินงบประมาณในการลงทุน 8,790,750 บาท จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 405,597 หน่วยต่อปี คิดเป็นผลประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 1,460,149 บาทต่อปี และมีระยะเวลาคืนทุน 7.36 ปี มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิ 1,633,218 บาท คิดเป็นอัตราผลตอบแทนภายในร้อยละ 3.41 จึงเป็นโครงการที่มีความคุ้มค่าและเป็นไปได้สูงในการลงทุนเพราะมีความเสี่ยงไม่มาก อย่างไรก็ตามโครงการมีค่าอัตราผลตอบแทนและระยะเวลาคืนทุนที่เหมาะสม เพราะเนื่องจากอาคารสำนักงานโดยทั่วไปที่ขออนุญาตก่อสร้างใหม่นั้น จะมีอายุการใช้งานของอาคารเฉลี่ยโดยประมาณอยู่ที่ไม่ต่ำกว่า 40 ปี และระยะเวลาคืนทุนต่ำกว่า 8 ปี ซึ่งต่ำกว่าอายุการใช้งานของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) โดยมีอายุการใช้งานอยู่ที่ประมาณ 11 ปี และยังคงมีความคุ้มค่าเนื่องจากให้ผลตอบแทนในส่วนของระยะเวลาคืนทุนสูงมากถึง 5 เท่าตัว เมื่อเปรียบเทียบกับอายุการใช้งานของอาคาร

กรณีขยายผลโครงการเลือกใช้เป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) โดยดำเนินโครงการทั้งหมดของอาคารสำนักงานในประเทศไทยทั่วประเทศ 2,024 อาคาร ภาพรวมของโครงการพบว่าต้องใช้เงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 17,792,478,000 บาท ผลประโยชน์ที่ภาครัฐบาลจะได้รับพบว่าโครงการสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 820,929,543 หน่วยต่อปี เทียบเท่ากับการลดการนำเข้าก๊าซธรรมชาติ 2,626 ล้านบาท และเทียบเท่ากับการก่อสร้างโรงไฟฟ้าใหม่ขนาด 100 เมกะวัตต์ ซึ่งมีต้นทุนการก่อสร้างโดยประมาณ 2,500 ล้านบาท และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 433,302 ตันต่อปี ดังนั้นในกรณีที่ทางภาครัฐบาลมีการรณรงค์และสนับสนุนเงินลงทุนโครงการที่ร้อยละ 20 ของเงินลงทุนทั้งหมด จะสามารถช่วยลดระยะเวลาการคืนทุนของผู้ประกอบการลงเหลือเพียง 5.89 ปี ซึ่งเป็นการลดความเสี่ยงให้กับผู้ประกอบการลงทำให้โครงการมีความน่าสนใจในการลงทุนเพิ่มมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นการอนุรักษ์พลังงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวมของประเทศอีกทางหนึ่งด้วยเช่นเดียวกัน

ทั้งนี้จากรายงานผลการพิจารณาในด้านต่างๆ สำหรับการนำเอาเทคโนโลยีของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มาใช้งานในอาคารสำนักงานนั้น จะเห็นได้ว่ามีข้อดี และความได้เปรียบต่างๆ มากมาย อาทิเช่น หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) มีการใช้กำลังไฟฟ้าที่น้อยกว่าหลอดไฟชนิดอื่นๆ อยู่โดยประมาณร้อยละ 35-45 มีความร้อนต่ำอยู่ในระดับ 70°C - 90°C มีอายุการใช้งานยาวนานถึง 50,000 ชั่วโมง ไม่กระพริบซึ่งจะส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี และรักษาสุขภาพสายตาของผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และลดภาวะโลกร้อนลงได้ ซึ่งจะทำให้ส่งผลดีต่อสภาวะแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตาม หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) ยังคงจะต้องได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นและมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นต่อไปในอนาคต

5.2 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาและพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่เหมาะสมสำหรับอาคารสำนักงานในประเทศไทยนี้ เป็นโครงการที่มุ่งเน้นการศึกษาและวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานโดยรวมของประเทศเป็นสำคัญ อีกทั้งยังสนับสนุนนโยบายของภาครัฐบาลในส่วนของกฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่บังคับใช้ในปัจจุบัน รวมทั้งถูกต้องตามมาตรฐานความส่องสว่างของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA) ทั้งนี้โครงการจะสำเร็จและบรรลุผลได้อย่างเป็นรูปธรรมได้นั้น จำเป็นต้องมีการขยายผลในส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนื่อง อาทิเช่น การอนุรักษ์พลังงาน สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบปรับอากาศและระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ประหยัดพลังงานในอาคารสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น และรวมถึงความร่วมมือทั้งภาครัฐบาลและภาคเอกชนต่อไป

รายการอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. “สถิติและพยากรณ์ความต้องการการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.).” 2556 จาก http://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=category&id=39&Itemid=112 (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มกราคม 2556).
- [2] กระทรวงมหาดไทย. “กฎกระทรวง ฉบับที่ 55 (พ.ศ. 2543) ออกตามความพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร 2522.” จาก <http://www.dpt.go.th> (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557).
- [3] สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (TIEA). “มาตรฐานความส่องสว่างสำหรับพื้นที่ใช้งานต่างๆ.” 2557 จาก <http://www.tieathai.org/know/general/general0.htm> (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557).
- [4] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. “คู่มืออธิบายพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม) สำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม.” จาก http://www.dede.go.th/more_news.php?cid=59 (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557).
- [5] กระทรวงพลังงาน. “กฎกระทรวง กำหนดประเภท หรือขนาดของอาคาร และมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการ ในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552.” จาก <http://www.bsa.or.th> (สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2557).
- [6] กระทรวงพลังงาน, สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. “แนวทางการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร (Lighting System Design).” 2558. จาก http://www.doeb.go.th/info/info_sta_quarter.php (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2557).
- [7] ทวีศักดิ์ กอนันตกุล, สุธี ผู้เจริญชนะชัย และ กัลยา อุดมวิทิต, สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ “เทคโนโลยีไดโอดเปล่งแสง (LED) และโอกาสของไทย.” 2555. จาก <http://www.nstda.or.th> (สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2558).

- [8] ยุทธศักดิ์ คณาสวัสดิ์. “แอลอีดี คืออะไร.” 2550. จาก http://charoensap.blogspot.com/2011_09_01_archive.html (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2558).
- [9] พรรณชลัท สุริโยธิน. “หลอดแอลอีดี.” จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ, 2554. จาก <http://www.arch.chula.ac.th/journal/files/article/znyltzeM9eThu95555.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKFwiv4Lze49PMAhULrY8KHfVKAuoOFggTMAA&usg=AFOjCNFKkGhW7iRyBX2Aj4LnsaODpkmjA> (สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2558).
- [10] Armando, Roggio. *A guide to LED luminaire design consideration*, from http://www.cree.com/products/pdf/LED_Luminaire_Design_Guide.pdf (accessed February 19, 2014).
- [11] Chadderton, D. V. *Building Services Engineering*. 5th. Ed., London: Taylor&Francis, pp. 260-279, 2007. From <http://www.tandf.co.uk/textbooks/9780415413558/> (accessed February 23, 2014).
- [12] กิตติ ติรวรรณวิทย์. “การบูรณาการการจัดการพลังงานและการบริหารความเสี่ยงของระบบแสงสว่างในสถานบริการบริการเชื้อเพลิงในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556 จาก <http://www.tu.ac.th/default.tu/default.thai.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2557).
- [13] สุทธิศักดิ์ เต็มเกษมสุข. “การบูรณาการการจัดการพลังงานและการบริหารความเสี่ยงของระบบแสงสว่างในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในประเทศไทย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2556 จาก <http://www.tu.ac.th/default.tu/default.thai.html> (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 กรกฎาคม 2557).
- [14] มนตรี ยินษา. “การศึกษาความคุ้มค่า ของการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อการประหยัดพลังงานไฟฟ้า หอพักชาย 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2556 จาก http://library.cmu.ac.th/faculty/econ/Exer751409/2556/Exer2556_no151&rct=j

<http://www.journal.rmutp.ac.th/wp.../08/special-energy-11.pdf>

(สืบค้นเมื่อวันที่ 30 กรกฎาคม 2557).

- [15] อัคราภูมิ ครอบงุม, พัฒนะ รักความสุข และกุลกานา กุบาฮา. “การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า แสงสว่างและการพัฒนาระบบการจัดการพลังงานในอาคารสาธารณะ.” การประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 2556. จ.ปทุมธานี จาก <http://www.journal.rmutp.ac.th/wp.../08/special-energy-11.pdf> (สืบค้นเมื่อวันที่ 31 กรกฎาคม 2557).
- [16] ประภาศิลป์ เอนกสุวรรณมณี. “การศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงานไฟฟ้า กองดุริยางค์ทหารบก กองทัพบก กระทรวงกลาโหม.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ, สาขาวิชาการจัดการเพื่อความมั่นคง คณะรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์, 2551 จาก <http://www.nakarugsa.com/CIDMIS/document/2556Nui.pdf&rct=j&frm=1&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjTv8Gm59PMAhWBtI8KHTB2Am0OFggTMAA&usg=AFQjCNElpbLKWsVBeMNLrEZfoezEux1hHQ> (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 สิงหาคม 2557).
- [17] กองพัฒนาระบบไฟฟ้า ฝ่ายวิจัยและพัฒนาระบบไฟฟ้าและสำนักงานบริหารจัดการ เพื่อการประหยัดพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. “โครงการนำร่องติดตั้งหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงานแบบ LED ภายในอาคาร 4 สูง 24 ชั้น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สำนักงานใหญ่.” กรุงเทพฯ, 2556. จาก <http://webkc.dede.go.th/testmax/node/302> (สืบค้นเมื่อวันที่ 21 กันยายน 2557).
- [18] Wiliamstown, Victoria 3016, Australia, “The DIAL GmbH, POV-Team, DIALux Version 4.12, The Software Standard for Calculating Lighting Layouts” from <http://www.dialux.com> and <http://www.dial.de> (accessed April 25, 2015).
- [19] วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. “แนวคิดหรือทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์โครงการ ด้วยเศรษฐศาสตร์.” จาก <http://www.ex-mba.buu.ac.th> (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2557).



ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

รายการตรวจสอบรายละเอียดคุณลักษณะของอุปกรณ์หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง
(แอลอีดี)

ตารางที่ ก-1

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ

รายละเอียด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1.1 หนังสือรับรอง หรือผลการทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1955-2551 (EMC)	✓		
1.2 หนังสือรับรอง ระบุชนิดและรุ่นของเม็ด LED ที่ใช้จากผู้ผลิต และผลการทดสอบเม็ด LED ตามมาตรฐาน LM80 รวมถึงต้องผลิตจาประเทศเกาหลี, ญี่ปุ่น, อเมริกา, ไต้หวัน หรือประเทศอื่นๆ โดยเน้นที่มาตรฐาน LM80 เป็นสำคัญ	✓		
1.3 ตัวขับกระแสไฟฟ้า (Driver) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.3.1 สามารถใช้ได้กับแรงดันไฟฟ้าพิกัด $220 \pm 10\%$ โวลต์ 50 เฮิร์ต 1.3.2 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection) 1.3.3 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร และป้องกันแรงดันเกิน	✓ ✓ ✓		
1.4 โคมไฟ (Luminaire) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.4.1 การระบายความร้อนของตัวโคมต้องเป็นแบบ Passive Cooling 1.4.2 ตัวโคมทำจากอลูมิเนียมหล่อ มีกระจกปิดหน้าโคมชนิดทนความร้อน (Tempered Glass) 1.4.3 น้ำหนักโคมรวมทั้งชุดไม่เกิน 15 กิโลกรัม 1.4.4 ใช้ได้กับแรงดันขาเข้า 220-240 โวลต์ 1.4.5 ตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.95	✓ ✓ ✓ ✓ ✓		

ตารางที่ ก-2

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

รายละเอียด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1.1 หนังสือรับรอง ระบุชนิดและรุ่นของเม็ด LED ที่ใช้จากผู้ผลิต และผลการทดสอบเม็ด LED ตามมาตรฐาน LM80 รวมถึงต้องผลิตจาประเทศเกาหลี, ญี่ปุ่น, อเมริกา, ไต้หวัน หรือประเทศอื่นๆ โดยเน้นที่มาตรฐาน LM80 เป็นสำคัญ	✓		
1.2 ตัวขับกระแสไฟฟ้า (Driver) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.2.1 สามารถใช้ร่วมกับแรงดันไฟฟ้าพิกัด $220 \pm 10\%$ โวลต์ 50 เฮิร์ต 1.2.2 มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ที่ Tc max ประกอบสำเร็จ ภายในหลอด หรือแยกออกนอกหลอดเพื่อช่วยการระบายความร้อน 1.2.3 อุณหภูมิหลอด ณ จุดที่กำหนด (Case Temperature, Tc) ต้องทนได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส 1.2.4 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันแรงดันลี้ร์จ (Surge Protection) 1.2.5 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร และป้องกันแรงดันเกิน	✓ ✓ ✓ ✓ ✓		
1.3 หลอดไฟ LED (Luminaire) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.3.1 หลอดสามารถทำงานได้ตามปกติที่อุณหภูมิแวดล้อมหลอด (Ambient Temperature) อยู่ระหว่าง -20 ถึง 40 องศาเซลเซียส 1.3.2 มีอุณหภูมิของแสง (CCT) 5,000 ถึง 6,500 K ดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70 1.3.3 ใช้ร่วมกับแรงดันขาเข้า 220-240 โวลต์ 1.3.4 ตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.95 1.3.5 สามารถติดตั้งได้ในตำแหน่งโคมเดิม	✓ ✓ ✓ ✓ ✓		

ตารางที่ ก-3

ผลการตรวจสอบคุณลักษณะของหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ

รายละเอียด	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
1.1 หนังสือรับรอง ระบุชนิดและรุ่นของเม็ด LED ที่ใช้จากผู้ผลิต และผลการทดสอบเม็ด LED ตามมาตรฐาน LM80 รวมถึงต้องผลิตจาประเทศเกาหลี, ญี่ปุ่น, อเมริกา, ไต้หวัน หรือประเทศอื่นๆ โดยเน้นที่มาตรฐาน LM80 เป็นสำคัญ	✓		
1.2 ตัวขับกระแสไฟฟ้า (Driver) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.2.1 สามารถใช้ร่วมกับแรงดันไฟฟ้าพิกัด $220 \pm 10\%$ โวลต์ 50 เฮิร์ต 1.2.2 มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 50,000 ชั่วโมง ที่ Tc max ประกอบสำเร็จ ภายในหลอด หรือแยกออกนอกหลอดเพื่อช่วยการระบายความร้อน 1.2.3 อุณหภูมิหลอด ณ จุดที่กำหนด (Case Temperature, Tc) ต้องทนได้สูงสุดไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียส 1.2.4 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันแรงดันเสิร์จ (Surge Protection) 1.2.5 มีวงจร/อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร และป้องกันแรงดันเกิน	✓ ✓ ✓ ✓ ✓		
1.3 หลอดไฟ LED (Luminaire) คุณสมบัติ ประกอบด้วย 1.3.1 หลอดสามารถทำงานได้ตามปกติที่อุณหภูมิแวดล้อมหลอด (Ambient Temperature) อยู่ระหว่าง -20 ถึง 40 องศาเซลเซียส 1.3.2 มีอุณหภูมิของแสง (CCT) 5,000 ถึง 6,500 K ดัชนีความถูกต้องของสี (CRI) ไม่น้อยกว่า 70 1.3.3 ใช้ร่วมกับแรงดันขาเข้า 220-240 โวลต์ 1.3.4 ตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ไม่น้อยกว่า 0.95 1.3.5 สามารถติดตั้งได้ในตำแหน่งโคมเดิม	✓ ✓ ✓ ✓ ✓		

ภาคผนวก ข
ตารางแสดงการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ ข-1

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ปรับอากาศ	ชนิดของ โคมไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคมไฟฟ้า (โคม)	ราคา/ โคมไฟฟ้า (บาท)	ราคารวม ทั้งหมด (บาท)	กำลังไฟฟ้า /โคมไฟฟ้า (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม จากการ คำนวณ (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
พื้นที่โถงพักคอย	HL-N	7	14,000.00	98,000.00	200.00	1,400.00	16,800.00	5,040.00
	HL-O	7			267.50	1,872.50	22,470.00	6,741.00
พื้นที่ขายสินค้า	LL-N	249	4,500.00	1,120,500.00	35.00	8,715.00	104,580.00	31,374.00
	LL-O	219			87.50	19,162.50	229,950.00	68,985.00
พื้นที่สำนักงาน ห้องระบบควบคุม	RL-N	1,413	4,500.00	6,358,500.00	60.00	84,780.00	1,017,360.00	305,208.00
	RL-O	1,102			150.00	165,300.00	1,983,600.00	595,080.00
พื้นที่ทางเดินเมน ทางเดินน้ำลิฟท์	DL-N	184	700.00	128,800.00	9.00	1,656.00	19,872.00	5,961.60
	DL-O	134			18.00	2,412.00	28,944.00	8,683.20

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ปรับอากาศ	ชนิดของ โคมไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคมไฟฟ้า (โคม)	ราคา/ โคมไฟฟ้า (บาท)	ราคารวม ทั้งหมด (บาท)	กำลังไฟฟ้า /โคมไฟฟ้า (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม จากการ คำนวณ (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)		1,853.00		7,705,800.00		96,551.00	1,158,612.00	347,583.60
หลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม		1,462.00				188,747.00	2,264,964.00	679,489.20
ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้							1,106,352.00	331,905.60
							48.85%	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)							824,263.98 บาท	
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)							1.99%	
ระยะเวลาคืนทุน (PB)							6.45 ปี	

หมายเหตุ : ระยะเวลาในการพิจารณาโครงการ 11 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 8 อัตราค่าไฟฟ้าที่ 3.60 บาท

ตารางที่ ข-2

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	ชนิดของ โคมไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคมไฟฟ้า (โคม)	ราคา/ โคมไฟฟ้า (บาท)	ราคารวม ทั้งหมด (บาท)	กำลังไฟฟ้า /โคมไฟฟ้า (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม จากการ คำนวณ (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
พื้นที่ทางเดินเมน พื้นที่ห้องน้ำ	DL-N	528	700.00	369,600.00	9.00	4,752.00	57,024.00	17,107.20
	DL-O	354			18.00	6,372.00	76,464.00	22,939.20
พื้นที่ห้องเก็บของ พื้นที่ห้องขยะ	BL1-N	8	750.00	6,000.00	20.00	160.00	1,920.00	576.00
	BL1-O	9			50.00	450.00	5,400.00	1,620.00
พื้นที่ห้องปั้มน้ำ ห้องหม้อแปลง	BL2-N	331	1,350.00	446,850.00	40.00	13,240.00	158,880.00	47,664.00
	BL2-O	249			100.00	24,900.00	298,800.00	89,640.00

ตารางที่ ข-1 (ต่อ)

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่ไม่ปรับอากาศ	ชนิดของ โคมไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคมไฟฟ้า (โคม)	ราคา/ โคมไฟฟ้า (บาท)	ราคารวม ทั้งหมด (บาท)	กำลังไฟฟ้า /โคมไฟฟ้า (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม จากการ คำนวณ (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)		867.00		822,450.00		18,152.00	217,824.00	65,347.20
หลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม		612.00				31,722.00	380,664.00	114,199.20
ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้							162,840.00	48,852.00
							42.78%	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)							433,059.66 บาท	
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)							9.15%	
ระยะเวลาคืนทุน (PB)							4.68 ปี	

หมายเหตุ : ระยะเวลาในการพิจารณาโครงการ 11 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 8 อัตราค่าไฟฟ้าที่ 3.60 บาท

ตารางที่ ข-3

การคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) สำหรับพื้นที่จอดรถ อาคารสำนักงาน 18 ชั้น

พื้นที่จอดรถ	ชนิดของ โคมไฟฟ้า และหลอด ไฟฟ้า	จำนวน โคมไฟฟ้า (โคม)	ราคา/ โคมไฟฟ้า (บาท)	ราคารวม ทั้งหมด (บาท)	กำลังไฟฟ้า /โคมไฟฟ้า (วัตต์)	กำลังไฟฟ้า รวม จากการ คำนวณ (วัตต์)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/วัน (12 ชม./วัน) (วัตต์-ชั่วโมง/วัน)	ค่าพลังงานไฟฟ้า/ปี (300 วัน/ปี) (กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี)
รถยนต์ รถจักรยานยนต์	BL1-N	350.00	750.00	262,500.00	20.00	7,000.00	84,000.00	25,200.00
	BL1-O	278.00			50.00	13,900.00	166,800.00	50,040.00
หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี)		350.00		262,500.00		7,000.00	84,000.00	25,200.00
หลอดไฟฟ้ารูปแบบเดิม		278.00				13,900.00	166,800.00	50,040.00
ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้							82,800.00	24,840.00
							49.64%	
มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV)							375,894.74 บาท	
อัตราผลตอบแทนภายใน (IRR)							22.71%	
ระยะเวลาคืนทุน (PB)							2.94 ปี	

หมายเหตุ : ระยะเวลาในการพิจารณาโครงการ 11 ปี อัตราคิดลดร้อยละ 8 อัตราค่าไฟฟ้าที่ 3.60 บาท

ตารางที่ ข-4

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	-1,308,252	-1,244,277	-1,180,301	-1,116,326	-1,052,350	-988,375	-924,399	-860,424	-796,448	-732,473	-668,497	-604,522	-540,546
10	-597,413	-526,329	-455,246	-384,162	-313,078	-241,994	-170,910	-99,826	-28,742	42,341	113,425	184,509	255,593
11	113,425	191,618	269,810	348,002	426,194	504,387	582,579	660,771	738,963	817,156	895,348	973,540	1,051,732
12	824,264	909,565	994,865	1,080,166	1,165,467	1,250,767	1,336,068	1,421,368	1,506,669	1,591,970	1,677,270	1,762,571	1,847,872
13	1,535,103	1,627,512	1,719,921	1,812,330	1,904,739	1,997,148	2,089,557	2,181,966	2,274,375	2,366,784	2,459,193	2,551,602	2,644,011
14	2,245,941	2,345,459	2,444,976	2,544,494	2,644,011	2,743,528	2,843,046	2,942,563	3,042,081	3,141,598	3,241,115	3,340,633	3,440,150
15	2,956,780	3,063,406	3,170,032	3,276,657	3,383,283	3,489,909	3,596,535	3,703,161	3,809,786	3,916,412	4,023,038	4,129,664	4,236,290
16	3,667,619	3,781,353	3,895,087	4,008,821	4,122,555	4,236,290	4,350,024	4,463,758	4,577,492	4,691,226	4,804,960	4,918,695	5,032,429
17	4,378,457	4,499,300	4,620,142	4,740,985	4,861,828	4,982,670	5,103,513	5,224,355	5,345,198	5,466,040	5,586,883	5,707,726	5,828,568
18	5,089,296	5,217,247	5,345,198	5,473,149	5,601,100	5,729,051	5,857,002	5,984,953	6,112,904	6,240,855	6,368,806	6,496,757	6,624,707
19	5,800,135	5,935,194	6,070,253	6,205,313	6,340,372	6,475,431	6,610,491	6,745,550	6,880,609	7,015,669	7,150,728	7,285,787	7,420,847
20	6,510,973	6,653,141	6,795,309	6,937,476	7,079,644	7,221,812	7,363,980	7,506,147	7,648,315	7,790,483	7,932,651	8,074,818	8,216,986

ตารางที่ ข-4 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	7,221,812	7,371,088	7,520,364	7,669,640	7,818,916	7,968,193	8,117,469	8,266,745	8,416,021	8,565,297	8,714,573	8,863,849	9,013,125
22	7,932,651	8,089,035	8,245,420	8,401,804	8,558,189	8,714,573	8,870,958	9,027,342	9,183,727	9,340,111	9,496,496	9,652,880	9,809,265
23	8,643,489	8,806,982	8,970,475	9,133,968	9,297,461	9,460,954	9,624,447	9,787,940	9,951,432	10,114,925	10,278,418	10,441,911	10,605,404
24	9,354,328	9,524,929	9,695,531	9,866,132	10,036,733	10,207,334	10,377,936	10,548,537	10,719,138	10,889,739	11,060,341	11,230,942	11,401,543

ตารางที่ ข-5

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	8.60	8.51	8.43	8.35	8.27	8.19	8.11	8.04	7.96	7.89	7.82	7.75	7.68
10	7.74	7.66	7.59	7.51	7.44	7.37	7.30	7.23	7.17	7.10	7.04	6.97	6.91
11	7.04	6.97	6.90	6.83	6.76	6.70	6.64	6.58	6.51	6.45	6.40	6.34	6.28
12	6.45	6.39	6.32	6.26	6.20	6.14	6.08	6.03	5.97	5.92	5.86	5.81	5.76
13	5.95	5.89	5.84	5.78	5.72	5.67	5.62	5.56	5.51	5.46	5.41	5.36	5.32
14	5.53	5.47	5.42	5.37	5.32	5.26	5.21	5.17	5.12	5.07	5.03	4.98	4.94
15	5.16	5.11	5.06	5.01	4.96	4.91	4.87	4.82	4.78	4.73	4.69	4.65	4.61
16	4.84	4.79	4.74	4.70	4.65	4.61	4.56	4.52	4.48	4.44	4.40	4.36	4.32
17	4.55	4.51	4.46	4.42	4.38	4.34	4.29	4.25	4.22	4.18	4.14	4.10	4.06
18	4.30	4.26	4.22	4.17	4.13	4.09	4.06	4.02	3.98	3.94	3.91	3.87	3.84
19	4.07	4.03	3.99	3.95	3.92	3.88	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	3.64
20	3.87	3.83	3.79	3.76	3.72	3.69	3.65	3.62	3.58	3.55	3.52	3.49	3.45

ตารางที่ ข-5 (ต่อ)

ระยะเวลาต้นทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาต้นทุน (ปี)												
	อัตราค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	3.69	3.65	3.61	3.58	3.54	3.51	3.48	3.44	3.41	3.38	3.35	3.32	3.29
22	3.52	3.48	3.45	3.42	3.38	3.35	3.32	3.29	3.26	3.23	3.20	3.17	3.14
23	3.36	3.33	3.30	3.27	3.24	3.20	3.17	3.14	3.12	3.09	3.06	3.03	3.00
24	3.22	3.19	3.16	3.13	3.10	3.07	3.04	3.01	2.99	2.96	2.93	2.91	2.88

ตารางที่ ข-6

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	-3.38%	-3.21%	-3.04%	-2.87%	-2.70%	-2.53%	-2.36%	-2.19%	-2.02%	-1.86%	-1.69%	-1.53%	-1.36%
10	-1.51%	-1.32%	-1.14%	-0.96%	-0.78%	-0.60%	-0.43%	-0.25%	-0.07%	0.10%	0.28%	0.45%	0.63%
11	0.28%	0.47%	0.66%	0.85%	1.04%	1.23%	1.42%	1.61%	1.79%	1.98%	2.16%	2.35%	2.53%
12	1.99%	2.20%	2.40%	2.60%	2.80%	2.99%	3.19%	3.39%	3.58%	3.78%	3.97%	4.17%	4.36%
13	3.65%	3.86%	4.07%	4.28%	4.49%	4.70%	4.90%	5.11%	5.31%	5.52%	5.72%	5.93%	6.13%
14	5.25%	5.47%	5.69%	5.91%	6.13%	6.35%	6.56%	6.78%	6.99%	7.21%	7.42%	7.64%	7.85%
15	6.81%	7.04%	7.27%	7.50%	7.73%	7.95%	8.18%	8.41%	8.63%	8.86%	9.08%	9.30%	9.52%
16	8.33%	8.57%	8.81%	9.05%	9.29%	9.52%	9.76%	10.00%	10.23%	10.46%	10.70%	10.93%	11.16%
17	9.82%	10.07%	10.32%	10.57%	10.81%	11.06%	11.31%	11.55%	11.80%	12.04%	12.28%	12.53%	12.77%
18	11.28%	11.54%	11.80%	12.05%	12.31%	12.57%	12.82%	13.08%	13.33%	13.59%	13.84%	14.09%	14.35%
19	12.71%	12.98%	13.25%	13.52%	13.78%	14.05%	14.32%	14.58%	14.85%	15.11%	15.37%	15.64%	15.90%
20	14.12%	14.40%	14.68%	14.96%	15.24%	15.51%	15.79%	16.06%	16.34%	16.61%	16.89%	17.16%	17.43%

ตารางที่ ข-6 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	15.51%	15.80%	16.09%	16.38%	16.67%	16.95%	17.24%	17.53%	17.81%	18.09%	18.38%	18.66%	18.94%
22	16.89%	17.19%	17.48%	17.78%	18.08%	18.38%	18.67%	18.97%	19.26%	19.56%	19.85%	20.15%	20.44%
23	18.24%	18.55%	18.86%	19.17%	19.48%	19.79%	20.09%	20.40%	20.70%	21.01%	21.31%	21.62%	21.92%
24	19.59%	19.91%	20.23%	20.54%	20.86%	21.18%	21.50%	21.81%	22.13%	22.44%	22.76%	23.07%	23.39%

ตารางที่ ข-7

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
9	1,003,488	618,198	232,908	-152,382	-537,672	-922,962	-1,308,252	-1,693,542	-2,078,832	-2,464,122	-2,849,412	-3,234,702	-3,619,992
10	1,714,327	1,329,037	943,747	558,457	173,167	-212,123	-597,413	-982,703	-1,367,993	-1,753,283	-2,138,573	-2,523,863	-2,909,153
11	2,425,165	2,039,875	1,654,585	1,269,295	884,005	498,715	113,425	-271,865	-657,155	-1,042,445	-1,427,735	-1,813,025	-2,198,315
12	3,136,004	2,750,714	2,365,424	1,980,134	1,594,844	1,209,554	824,264	438,974	53,684	-331,606	-716,896	-1,102,186	-1,487,476
13	3,846,843	3,461,553	3,076,263	2,690,973	2,305,683	1,920,393	1,535,103	1,149,813	764,523	379,233	-6,057	-391,347	-776,637
14	4,557,681	4,172,391	3,787,101	3,401,811	3,016,521	2,631,231	2,245,941	1,860,651	1,475,361	1,090,071	704,781	319,491	-65,799
15	5,268,520	4,883,230	4,497,940	4,112,650	3,727,360	3,342,070	2,956,780	2,571,490	2,186,200	1,800,910	1,415,620	1,030,330	645,040
16	5,979,359	5,594,069	5,208,779	4,823,489	4,438,199	4,052,909	3,667,619	3,282,329	2,897,039	2,511,749	2,126,459	1,741,169	1,355,879
17	6,690,197	6,304,907	5,919,617	5,534,327	5,149,037	4,763,747	4,378,457	3,993,167	3,607,877	3,222,587	2,837,297	2,452,007	2,066,717
18	7,401,036	7,015,746	6,630,456	6,245,166	5,859,876	5,474,586	5,089,296	4,704,006	4,318,716	3,933,426	3,548,136	3,162,846	2,777,556
19	8,111,875	7,726,585	7,341,295	6,956,005	6,570,715	6,185,425	5,800,135	5,414,845	5,029,555	4,644,265	4,258,975	3,873,685	3,488,395
20	8,822,713	8,437,423	8,052,133	7,666,843	7,281,553	6,896,263	6,510,973	6,125,683	5,740,393	5,355,103	4,969,813	4,584,523	4,199,233

ตารางที่ ข-7 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
21	9,533,552	9,148,262	8,762,972	8,377,682	7,992,392	7,607,102	7,221,812	6,836,522	6,451,232	6,065,942	5,680,652	5,295,362	4,910,072
22	10,244,391	9,859,101	9,473,811	9,088,521	8,703,231	8,317,941	7,932,651	7,547,361	7,162,071	6,776,781	6,391,491	6,006,201	5,620,911
23	10,955,229	10,569,939	10,184,649	9,799,359	9,414,069	9,028,779	8,643,489	8,258,199	7,872,909	7,487,619	7,102,329	6,717,039	6,331,749
24	11,666,068	11,280,778	10,895,488	10,510,198	10,124,908	9,739,618	9,354,328	8,969,038	8,583,748	8,198,458	7,813,168	7,427,878	7,042,588

ตารางที่ ข-8

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
9	6.02	6.45	6.88	7.31	7.74	8.17	8.60	9.03	9.46	9.89	10.32	10.75	11.18
10	5.42	5.80	6.19	6.58	6.97	7.35	7.74	8.13	8.51	8.90	9.29	9.67	10.06
11	4.92	5.28	5.63	5.98	6.33	6.68	7.04	7.39	7.74	8.09	8.44	8.79	9.15
12	4.51	4.84	5.16	5.48	5.80	6.13	6.45	6.77	7.09	7.42	7.74	8.06	8.38
13	4.17	4.46	4.76	5.06	5.36	5.66	5.95	6.25	6.55	6.85	7.14	7.44	7.74
14	3.87	4.15	4.42	4.70	4.98	5.25	5.53	5.80	6.08	6.36	6.63	6.91	7.19
15	3.61	3.87	4.13	4.39	4.64	4.90	5.16	5.42	5.68	5.93	6.19	6.45	6.71
16	3.39	3.63	3.87	4.11	4.35	4.60	4.84	5.08	5.32	5.56	5.80	6.05	6.29
17	3.19	3.41	3.64	3.87	4.10	4.32	4.55	4.78	5.01	5.24	5.46	5.69	5.92
18	3.01	3.22	3.44	3.65	3.87	4.08	4.30	4.51	4.73	4.94	5.16	5.37	5.59
19	2.85	3.05	3.26	3.46	3.67	3.87	4.07	4.28	4.48	4.68	4.89	5.09	5.30
20	2.71	2.90	3.10	3.29	3.48	3.68	3.87	4.06	4.26	4.45	4.64	4.84	5.03

ตารางที่ ข-8 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
21	2.58	2.76	2.95	3.13	3.32	3.50	3.69	3.87	4.05	4.24	4.42	4.61	4.79
22	2.46	2.64	2.81	2.99	3.17	3.34	3.52	3.69	3.87	4.05	4.22	4.40	4.57
23	2.36	2.52	2.69	2.86	3.03	3.20	3.36	3.53	3.70	3.87	4.04	4.21	4.37
24	2.26	2.42	2.58	2.74	2.90	3.06	3.22	3.39	3.55	3.71	3.87	4.03	4.19

ตารางที่ ข-9

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
9	3.42%	1.99%	0.72%	-0.45%	-1.51%	-2.48%	-3.38%	-4.22%	-5.00%	-5.72%	-6.41%	-7.05%	-7.65%
10	5.70%	4.19%	2.83%	1.60%	0.47%	-0.56%	-1.51%	-2.39%	-3.21%	-3.97%	-4.69%	-5.37%	-6.00%
11	7.90%	6.30%	4.86%	3.55%	2.37%	1.28%	0.28%	-0.65%	-1.51%	-2.31%	-3.06%	-3.77%	-4.44%
12	10.03%	8.33%	6.81%	5.44%	4.19%	3.05%	1.99%	1.02%	0.12%	-0.72%	-1.51%	-2.25%	-2.94%
13	12.10%	10.31%	8.71%	7.26%	5.95%	4.75%	3.65%	2.63%	1.69%	0.81%	-0.01%	-0.78%	-1.51%
14	14.12%	12.24%	10.55%	9.04%	7.66%	6.40%	5.25%	4.19%	3.20%	2.29%	1.43%	0.63%	-0.13%
15	16.10%	14.12%	12.35%	10.77%	9.33%	8.01%	6.81%	5.70%	4.67%	3.72%	2.83%	1.99%	1.21%
16	18.05%	15.97%	14.12%	12.46%	10.96%	9.59%	8.33%	7.18%	6.11%	5.11%	4.19%	3.32%	2.51%
17	19.97%	17.79%	15.86%	14.12%	12.55%	11.13%	9.82%	8.62%	7.51%	6.48%	5.51%	4.62%	3.77%
18	21.86%	19.59%	17.57%	15.76%	14.12%	12.64%	11.28%	10.03%	8.88%	7.81%	6.81%	5.88%	5.01%
19	23.73%	21.36%	19.25%	17.37%	15.67%	14.12%	12.71%	11.42%	10.22%	9.11%	8.08%	7.12%	6.22%
20	25.58%	23.11%	20.92%	18.96%	17.19%	15.59%	14.12%	12.78%	11.54%	10.39%	9.33%	8.33%	7.40%

ตารางที่ ข-9 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
21	27.41%	24.84%	22.56%	20.53%	18.69%	17.03%	15.51%	14.12%	12.84%	11.65%	10.55%	9.52%	8.56%
22	29.24%	26.56%	24.19%	22.08%	20.18%	18.46%	16.89%	15.45%	14.12%	12.90%	11.76%	10.70%	9.71%
23	31.04%	28.27%	25.81%	23.62%	21.65%	19.87%	18.24%	16.76%	15.39%	14.12%	12.95%	11.85%	10.83%
24	32.84%	29.96%	27.41%	25.15%	23.11%	21.26%	19.59%	18.05%	16.64%	15.33%	14.12%	12.99%	11.94%

ตารางที่ ข-10

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	2,151,796	1,585,099	1,064,636	585,894	144,858	-262,047	-638,016	-985,900	-1,308,252	-1,607,362	-1,885,283	-2,143,862	-2,384,760
10	3,247,085	2,617,422	2,039,129	1,507,193	1,017,154	565,036	147,294	-239,244	-597,413	-929,757	-1,238,559	-1,525,868	-1,793,533
11	4,342,373	3,649,744	3,013,622	2,428,493	1,889,449	1,392,120	932,603	507,412	113,425	-252,153	-591,835	-907,875	-1,202,307
12	5,437,662	4,682,066	3,988,115	3,349,792	2,761,745	2,219,203	1,717,912	1,254,067	824,264	425,451	54,890	-289,882	-611,080
13	6,532,950	5,714,388	4,962,608	4,271,091	3,634,040	3,046,287	2,503,222	2,000,723	1,535,103	1,103,055	701,614	328,111	-19,853
14	7,628,239	6,746,710	5,937,101	5,192,391	4,506,335	3,873,371	3,288,531	2,747,378	2,245,941	1,780,660	1,348,338	946,104	571,373
15	8,723,527	7,779,032	6,911,594	6,113,690	5,378,631	4,700,454	4,073,840	3,494,034	2,956,780	2,458,264	1,995,062	1,564,097	1,162,600
16	9,818,816	8,811,355	7,886,086	7,034,989	6,250,926	5,527,538	4,859,150	4,240,690	3,667,619	3,135,868	2,641,786	2,182,091	1,753,827
17	10,914,104	9,843,677	8,860,579	7,956,289	7,123,222	6,354,622	5,644,459	4,987,345	4,378,457	3,813,472	3,288,510	2,800,084	2,345,054
18	12,009,393	10,875,999	9,835,072	8,877,588	7,995,517	7,181,705	6,429,768	5,734,001	5,089,296	4,491,077	3,935,234	3,418,077	2,936,280
19	13,104,681	11,908,321	10,809,565	9,798,887	8,867,812	8,008,789	7,215,078	6,480,656	5,800,135	5,168,681	4,581,959	4,036,070	3,527,507
20	14,199,970	12,940,643	11,784,058	10,720,187	9,740,108	8,835,872	8,000,387	7,227,312	6,510,973	5,846,285	5,228,683	4,654,063	4,118,734

ตารางที่ ข-10 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	15,295,258	13,972,965	12,758,551	11,641,486	10,612,403	9,662,956	8,785,696	7,973,968	7,221,812	6,523,889	5,875,407	5,272,056	4,709,960
22	16,390,547	15,005,288	13,733,044	12,562,785	11,484,698	10,490,040	9,571,006	8,720,623	7,932,651	7,201,494	6,522,131	5,890,049	5,301,187
23	17,485,835	16,037,610	14,707,537	13,484,085	12,356,994	11,317,123	10,356,315	9,467,279	8,643,489	7,879,098	7,168,855	6,508,043	5,892,414
24	18,581,124	17,069,932	15,682,030	14,405,384	13,229,289	12,144,207	11,141,624	10,213,934	9,354,328	8,556,702	7,815,579	7,126,036	6,483,640

ตารางที่ ข-11

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	8.60	8.68	8.77	8.86	8.94	9.03	9.11	9.20	9.29	9.37	9.46	9.54	9.63
10	7.74	7.82	7.89	7.97	8.05	8.13	8.20	8.28	8.36	8.44	8.51	8.59	8.67
11	7.04	7.11	7.18	7.25	7.32	7.39	7.46	7.53	7.60	7.67	7.74	7.81	7.88
12	6.45	6.51	6.58	6.64	6.71	6.77	6.84	6.90	6.97	7.03	7.09	7.16	7.22
13	5.95	6.01	6.07	6.13	6.19	6.25	6.31	6.37	6.43	6.49	6.55	6.61	6.67
14	5.53	5.58	5.64	5.69	5.75	5.80	5.86	5.91	5.97	6.03	6.08	6.14	6.19
15	5.16	5.21	5.26	5.31	5.37	5.42	5.47	5.52	5.57	5.62	5.68	5.73	5.78
16	4.84	4.89	4.93	4.98	5.03	5.08	5.13	5.18	5.22	5.27	5.32	5.37	5.42
17	4.55	4.60	4.64	4.69	4.73	4.78	4.83	4.87	4.92	4.96	5.01	5.05	5.10
18	4.30	4.34	4.39	4.43	4.47	4.51	4.56	4.60	4.64	4.69	4.73	4.77	4.82
19	4.07	4.11	4.15	4.20	4.24	4.28	4.32	4.36	4.40	4.44	4.48	4.52	4.56
20	3.87	3.91	3.95	3.99	4.02	4.06	4.10	4.14	4.18	4.22	4.26	4.30	4.33

ตารางที่ ข-11 (ต่อ)

ระยะเวลาต้นทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาต้นทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	3.69	3.72	3.76	3.80	3.83	3.87	3.91	3.94	3.98	4.02	4.05	4.09	4.13
22	3.52	3.55	3.59	3.62	3.66	3.69	3.73	3.76	3.80	3.83	3.87	3.90	3.94
23	3.36	3.40	3.43	3.47	3.50	3.53	3.57	3.60	3.63	3.67	3.70	3.73	3.77
24	3.22	3.26	3.29	3.32	3.35	3.39	3.42	3.45	3.48	3.51	3.55	3.58	3.61

ตารางที่ ข-12

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
9	4.35%	3.31%	2.30%	1.31%	0.33%	-0.62%	-1.56%	-2.48%	-3.38%	-4.27%	-5.14%	-5.99%	-6.83%
10	6.37%	5.32%	4.29%	3.27%	2.28%	1.31%	0.35%	-0.59%	-1.51%	-2.41%	-3.30%	-4.17%	-5.02%
11	8.30%	7.23%	6.18%	5.15%	4.14%	3.15%	2.17%	1.22%	0.28%	-0.64%	-1.54%	-2.43%	-3.30%
12	10.15%	9.06%	7.99%	6.95%	5.92%	4.91%	3.92%	2.95%	1.99%	1.06%	0.14%	-0.76%	-1.65%
13	11.94%	10.83%	9.75%	8.68%	7.64%	6.61%	5.60%	4.62%	3.65%	2.70%	1.76%	0.85%	-0.05%
14	13.67%	12.55%	11.44%	10.36%	9.30%	8.26%	7.24%	6.24%	5.25%	4.29%	3.34%	2.41%	1.49%
15	15.36%	14.21%	13.09%	12.00%	10.92%	9.86%	8.83%	7.81%	6.81%	5.83%	4.87%	3.92%	3.00%
16	17.00%	15.84%	14.70%	13.59%	12.50%	11.43%	10.38%	9.34%	8.33%	7.34%	6.36%	5.40%	4.46%
17	18.60%	17.43%	16.28%	15.15%	14.04%	12.96%	11.89%	10.85%	9.82%	8.81%	7.82%	6.85%	5.90%
18	20.18%	18.99%	17.82%	16.68%	15.56%	14.46%	13.38%	12.32%	11.28%	10.26%	9.25%	8.27%	7.30%
19	21.73%	20.52%	19.34%	18.18%	17.05%	15.93%	14.84%	13.76%	12.71%	11.68%	10.66%	9.66%	8.69%
20	23.25%	22.03%	20.83%	19.66%	18.51%	17.38%	16.27%	15.19%	14.12%	13.07%	12.05%	11.04%	10.05%

ตารางที่ ข-12 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	24.75%	23.52%	22.31%	21.12%	19.96%	18.81%	17.69%	16.59%	15.51%	14.45%	13.41%	12.39%	11.39%
22	26.24%	24.99%	23.76%	22.56%	21.38%	20.23%	19.09%	17.98%	16.89%	15.81%	14.76%	13.73%	12.71%
23	27.70%	26.44%	25.20%	23.98%	22.79%	21.62%	20.47%	19.35%	18.24%	17.16%	16.09%	15.05%	14.02%
24	29.15%	27.87%	26.62%	25.39%	24.19%	23.00%	21.84%	20.70%	19.59%	18.49%	17.41%	16.35%	15.31%

ตารางที่ ข-13

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	-90,069	-82,746	-75,422	-68,098	-60,774	-53,450	-46,127	-38,803	-31,479	-24,155	-16,831	-9,507	-2,184
8	14,556	22,927	31,297	39,667	48,037	56,407	64,777	73,147	81,517	89,887	98,257	106,627	114,997
9	119,182	128,599	138,015	147,431	156,848	166,264	175,680	185,096	194,513	203,929	213,345	222,762	232,178
10	223,808	234,271	244,733	255,196	265,658	276,121	286,584	297,046	307,509	317,971	328,434	338,896	349,359
11	328,434	339,943	351,452	362,960	374,469	385,978	397,487	408,996	420,505	432,013	443,522	455,031	466,540
12	433,060	445,615	458,170	470,725	483,280	495,835	508,390	520,945	533,500	546,056	558,611	571,166	583,721
13	537,685	551,287	564,888	578,490	592,091	605,692	619,294	632,895	646,496	660,098	673,699	687,300	700,902
14	642,311	656,959	671,606	686,254	700,902	715,549	730,197	744,845	759,492	774,140	788,787	803,435	818,083
15	746,937	762,631	778,325	794,019	809,713	825,406	841,100	856,794	872,488	888,182	903,876	919,570	935,264
16	851,563	868,303	885,043	901,783	918,523	935,264	952,004	968,744	985,484	1,002,224	1,018,964	1,035,704	1,052,444
17	956,189	973,975	991,761	1,009,548	1,027,334	1,045,121	1,062,907	1,080,693	1,098,480	1,116,266	1,134,053	1,151,839	1,169,625
18	1,060,814	1,079,647	1,098,480	1,117,312	1,136,145	1,154,978	1,173,810	1,192,643	1,211,476	1,230,308	1,249,141	1,267,974	1,286,806

ตารางที่ ข-13 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	1,165,440	1,185,319	1,205,198	1,225,077	1,244,956	1,264,835	1,284,714	1,304,593	1,324,472	1,344,350	1,364,229	1,384,108	1,403,987
20	1,270,066	1,290,991	1,311,916	1,332,842	1,353,767	1,374,692	1,395,617	1,416,542	1,437,467	1,458,393	1,479,318	1,500,243	1,521,168
21	1,374,692	1,396,663	1,418,635	1,440,606	1,462,578	1,484,549	1,506,520	1,528,492	1,550,463	1,572,435	1,594,406	1,616,378	1,638,349
22	1,479,318	,502,335	1,525,353	1,548,371	1,571,388	1,594,406	1,617,424	1,640,441	1,663,459	1,686,477	1,709,494	1,732,512	1,755,530
23	1,583,944	1,608,007	1,632,071	1,656,135	1,680,199	1,704,263	1,728,327	1,752,391	,776,455	1,800,519	1,824,583	1,848,647	1,872,711
24	1,688,569	1,713,680	1,738,790	1,763,900	1,789,010	1,814,120	1,839,230	1,864,341	1,889,451	1,914,561	1,939,671	1,964,781	1,989,892

ตารางที่ ข-14

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	8.02	7.94	7.86	7.78	7.71	7.64	7.56	7.49	7.42	7.35	7.29	7.22	7.16
8	7.01	6.95	6.88	6.81	6.75	6.68	6.62	6.56	6.50	6.44	6.38	6.32	6.26
9	6.24	6.17	6.11	6.05	6.00	5.94	5.88	5.83	5.77	5.72	5.67	5.62	5.57
10	5.61	5.56	5.50	5.45	5.40	5.34	5.29	5.24	5.20	5.15	5.10	5.06	5.01
11	5.10	5.05	5.00	4.95	4.91	4.86	4.81	4.77	4.72	4.68	4.64	4.60	4.56
12	4.68	4.63	4.58	4.54	4.50	4.45	4.41	4.37	4.33	4.29	4.25	4.21	4.18
13	4.32	4.27	4.23	4.19	4.15	4.11	4.07	4.03	4.00	3.96	3.92	3.89	3.85
14	4.01	3.97	3.93	3.89	3.85	3.82	3.78	3.75	3.71	3.68	3.64	3.61	3.58
15	3.74	3.70	3.67	3.63	3.60	3.56	3.53	3.50	3.46	3.43	3.40	3.37	3.34
16	3.51	3.47	3.44	3.41	3.37	3.34	3.31	3.28	3.25	3.22	3.19	3.16	3.13
17	3.30	3.27	3.24	3.20	3.17	3.14	3.11	3.09	3.06	3.03	3.00	2.97	2.95
18	3.12	3.09	3.06	3.03	3.00	2.97	2.94	2.91	2.89	2.86	2.83	2.81	2.78

ตารางที่ ข-14 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	2.95	2.92	2.90	2.87	2.84	2.81	2.79	2.76	2.73	2.71	2.69	2.66	2.64
20	2.81	2.78	2.75	2.72	2.70	2.67	2.65	2.62	2.60	2.57	2.55	2.53	2.51
21	2.67	2.65	2.62	2.59	2.57	2.55	2.52	2.50	2.47	2.45	2.43	2.41	2.39
22	2.55	2.53	2.50	2.48	2.45	2.43	2.41	2.38	2.36	2.34	2.32	2.30	2.28
23	2.44	2.42	2.39	2.37	2.35	2.32	2.30	2.28	2.26	2.24	2.22	2.20	2.18
24	2.34	2.32	2.29	2.27	2.25	2.23	2.21	2.19	2.17	2.15	2.13	2.11	2.09

ตารางที่ ข-15

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	-2.15%	-1.97%	-1.79%	-1.61%	-1.44%	-1.26%	-1.08%	-0.91%	-0.74%	-0.56%	-0.39%	-0.22%	-0.05%
8	0.34%	0.53%	0.72%	0.91%	1.10%	1.29%	1.48%	1.66%	1.85%	2.04%	2.22%	2.41%	2.59%
9	2.68%	2.89%	3.09%	3.30%	3.50%	3.70%	3.90%	4.10%	4.30%	4.50%	4.70%	4.90%	5.09%
10	4.92%	5.14%	5.36%	5.57%	5.79%	6.00%	6.22%	6.43%	6.65%	6.86%	7.07%	7.28%	7.49%
11	7.07%	7.30%	7.53%	7.76%	7.99%	8.22%	8.45%	8.68%	8.90%	9.13%	9.36%	9.58%	9.80%
12	9.15%	9.40%	9.64%	9.88%	10.13%	10.37%	10.61%	10.85%	11.09%	11.33%	11.57%	11.81%	12.05%
13	11.17%	11.43%	11.69%	11.95%	12.20%	12.46%	12.72%	12.97%	13.22%	13.48%	13.73%	13.98%	14.23%
14	13.15%	13.42%	13.69%	13.96%	14.23%	14.50%	14.77%	15.04%	15.31%	15.57%	15.84%	16.11%	16.37%
15	15.08%	15.36%	15.65%	15.93%	16.22%	16.50%	16.79%	17.07%	17.35%	17.63%	17.91%	18.19%	18.47%
16	16.97%	17.27%	17.57%	17.87%	18.17%	18.47%	18.77%	19.06%	19.36%	19.65%	19.95%	20.24%	20.53%
17	18.84%	19.15%	19.47%	19.78%	20.09%	20.41%	20.72%	21.03%	21.34%	21.65%	21.96%	22.26%	22.57%
18	20.68%	21.01%	21.34%	21.67%	21.99%	22.32%	22.64%	22.97%	23.29%	23.62%	23.94%	24.26%	24.58%

ตารางที่ ข-15 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	22.50%	22.84%	23.18%	23.53%	23.87%	24.21%	24.55%	24.89%	25.23%	25.57%	25.90%	26.24%	26.58%
20	24.30%	24.66%	25.01%	25.37%	25.73%	26.08%	26.43%	26.79%	27.14%	27.50%	27.85%	28.20%	28.55%
21	26.08%	26.45%	26.82%	27.20%	27.57%	27.94%	28.31%	28.67%	29.04%	29.41%	29.78%	30.14%	30.51%
22	27.85%	28.23%	28.62%	29.01%	29.39%	29.78%	30.16%	30.54%	30.93%	31.31%	31.69%	32.07%	32.46%
23	29.60%	30.00%	30.41%	30.81%	31.21%	31.61%	32.00%	32.40%	32.80%	33.20%	33.60%	33.99%	34.39%
24	31.35%	31.76%	32.18%	32.59%	33.01%	33.42%	33.84%	34.25%	34.66%	35.08%	35.49%	35.90%	36.31%

ตารางที่ ข-16

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
7	156,666	115,543	74,421	33,298	-7,824	-48,947	-90,069	-131,192	-172,314	-213,437	-254,559	-295,682	-336,804
8	261,291	220,169	179,046	137,924	96,801	55,679	14,556	-26,566	-67,689	-108,811	-149,934	-191,056	-232,179
9	365,917	324,795	283,672	242,550	201,427	160,305	119,182	78,060	36,937	-4,185	-45,308	-86,430	-127,553
10	470,543	429,421	388,298	347,176	306,053	264,931	223,808	182,686	141,563	100,441	59,318	18,196	-22,927
11	575,169	534,046	492,924	451,801	410,679	369,556	328,434	287,311	246,189	205,066	163,944	122,821	81,699
12	679,795	638,672	597,550	556,427	515,305	474,182	433,060	391,937	350,815	309,692	268,570	227,447	186,325
13	784,420	743,298	702,175	661,053	619,930	578,808	537,685	496,563	455,440	414,318	373,195	332,073	290,950
14	889,046	847,924	806,801	765,679	724,556	683,434	642,311	601,189	560,066	518,944	477,821	436,699	395,576
15	993,672	952,550	911,427	870,305	829,182	788,060	746,937	705,815	664,692	623,570	582,447	541,325	500,202
16	1,098,298	1,057,175	1,016,053	974,930	933,808	892,685	851,563	810,440	769,318	728,195	687,073	645,950	604,828
17	1,202,924	1,161,801	1,120,679	1,079,556	1,038,434	997,311	956,189	915,066	873,944	832,821	791,699	750,576	709,454
18	1,307,549	1,266,427	1,225,304	1,184,182	1,143,059	1,101,937	1,060,814	1,019,692	978,569	937,447	896,324	855,202	814,079

ตารางที่ ข-16 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
19	1,412,175	1,371,053	1,329,930	1,288,808	1,247,685	1,206,563	1,165,440	1,124,318	1,083,195	1,042,073	1,000,950	959,828	918,705
20	1,516,801	1,475,679	1,434,556	1,393,434	1,352,311	1,311,189	1,270,066	1,228,944	1,187,821	1,146,699	1,105,576	1,064,454	1,023,331
21	1,621,427	1,580,304	1,539,182	1,498,059	1,456,937	1,415,814	1,374,692	1,333,569	1,292,447	1,251,324	1,210,202	1,169,079	1,127,957
22	1,726,053	1,684,930	1,643,808	1,602,685	1,561,563	1,520,440	1,479,318	1,438,195	1,397,073	1,355,950	1,314,828	1,273,705	1,232,583
23	1,830,679	1,789,556	1,748,434	1,707,311	1,666,189	1,625,066	1,583,944	1,542,821	1,501,699	1,460,576	1,419,454	1,378,331	1,337,209
24	1,935,304	1,894,182	1,853,059	1,811,937	1,770,814	1,729,692	1,688,569	1,647,447	1,606,324	1,565,202	1,524,079	1,482,957	1,441,834

ตารางที่ ข-17

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
7	5.61	6.01	6.41	6.81	7.22	7.62	8.02	8.42	8.82	9.22	9.62	10.02	10.42
8	4.91	5.26	5.61	5.96	6.31	6.66	7.01	7.37	7.72	8.07	8.42	8.77	9.12
9	4.36	4.68	4.99	5.30	5.61	5.92	6.24	6.55	6.86	7.17	7.48	7.79	8.11
10	3.93	4.21	4.49	4.77	5.05	5.33	5.61	5.89	6.17	6.45	6.73	7.01	7.30
11	3.57	3.83	4.08	4.34	4.59	4.85	5.10	5.36	5.61	5.87	6.12	6.38	6.63
12	3.27	3.51	3.74	3.98	4.21	4.44	4.68	4.91	5.14	5.38	5.61	5.85	6.08
13	3.02	3.24	3.45	3.67	3.89	4.10	4.32	4.53	4.75	4.96	5.18	5.40	5.61
14	2.81	3.01	3.21	3.41	3.61	3.81	4.01	4.21	4.41	4.61	4.81	5.01	5.21
15	2.62	2.81	2.99	3.18	3.37	3.55	3.74	3.93	4.12	4.30	4.49	4.68	4.86
16	2.46	2.63	2.81	2.98	3.16	3.33	3.51	3.68	3.86	4.03	4.21	4.38	4.56
17	2.31	2.48	2.64	2.81	2.97	3.14	3.30	3.47	3.63	3.80	3.96	4.13	4.29
18	2.18	2.34	2.49	2.65	2.81	2.96	3.12	3.27	3.43	3.59	3.74	3.90	4.05

ตารางที่ ข-17 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
19	2.07	2.22	2.36	2.51	2.66	2.81	2.95	3.10	3.25	3.40	3.54	3.69	3.84
20	1.96	2.10	2.24	2.39	2.53	2.67	2.81	2.95	3.09	3.23	3.37	3.51	3.65
21	1.87	2.00	2.14	2.27	2.41	2.54	2.67	2.81	2.94	3.07	3.21	3.34	3.47
22	1.79	1.91	2.04	2.17	2.30	2.42	2.55	2.68	2.81	2.93	3.06	3.19	3.32
23	1.71	1.83	1.95	2.07	2.20	2.32	2.44	2.56	2.68	2.81	2.93	3.05	3.17
24	1.64	1.75	1.87	1.99	2.10	2.22	2.34	2.46	2.57	2.69	2.81	2.92	3.04

ตารางที่ ข-18

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
7	4.92%	3.44%	2.11%	0.90%	-0.20%	-1.21%	-2.15%	-3.01%	-3.82%	-4.57%	-5.28%	-5.94%	-6.56%
8	7.97%	6.36%	4.92%	3.62%	2.43%	1.34%	0.34%	-0.59%	-1.45%	-2.26%	-3.01%	-3.72%	-4.39%
9	10.89%	9.15%	7.60%	6.19%	4.92%	3.75%	2.68%	1.69%	0.77%	-0.08%	-0.89%	-1.64%	-2.34%
10	13.70%	11.84%	10.17%	8.67%	7.31%	6.06%	4.92%	3.87%	2.89%	1.98%	1.13%	0.34%	-0.41%
11	16.43%	14.44%	12.66%	11.06%	9.60%	8.28%	7.07%	5.95%	4.92%	3.96%	3.06%	2.22%	1.43%
12	19.10%	16.97%	15.08%	13.37%	11.84%	10.43%	9.15%	7.97%	6.88%	5.86%	4.92%	4.04%	3.21%
13	21.72%	19.46%	17.44%	15.64%	14.01%	12.53%	11.17%	9.93%	8.78%	7.71%	6.72%	5.79%	4.92%
14	24.30%	21.90%	19.76%	17.86%	16.13%	14.57%	13.15%	11.84%	10.63%	9.51%	8.46%	7.49%	6.58%
15	26.84%	24.30%	22.05%	20.03%	18.22%	16.58%	15.08%	13.70%	12.43%	11.26%	10.17%	9.15%	8.20%
16	29.35%	26.67%	24.30%	22.18%	20.27%	18.55%	16.97%	15.53%	14.20%	12.98%	11.84%	10.77%	9.78%
17	31.84%	29.02%	26.52%	24.30%	22.30%	20.49%	18.84%	17.33%	15.94%	14.66%	13.47%	12.36%	11.33%
18	34.31%	31.35%	28.73%	26.39%	24.30%	22.40%	20.68%	19.10%	17.66%	16.32%	15.08%	13.92%	12.84%

ตารางที่ ข-18 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีราคาหลอดแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
19	36.76%	33.65%	30.91%	28.47%	26.28%	24.30%	22.50%	20.85%	19.34%	17.95%	16.66%	15.46%	14.34%
20	39.20%	35.95%	33.08%	30.53%	28.24%	26.17%	24.30%	22.59%	21.01%	19.56%	18.22%	16.97%	15.81%
21	41.63%	38.23%	35.23%	32.57%	30.18%	28.03%	26.08%	24.30%	22.66%	21.16%	19.76%	18.47%	17.26%
22	44.05%	40.50%	37.37%	34.60%	32.12%	29.88%	27.85%	26.00%	24.30%	22.73%	21.29%	19.95%	18.70%
23	46.46%	42.76%	39.51%	36.62%	34.04%	31.71%	29.60%	27.68%	25.92%	24.30%	22.80%	21.41%	20.12%
24	48.86%	45.01%	41.63%	38.63%	35.95%	33.53%	31.35%	29.35%	27.53%	25.85%	24.30%	22.86%	21.52%

ตารางที่ ข-19

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	306,031	241,157	181,575	126,769	76,280	29,698	-13,342	-53,167	-90,069	-124,311	-156,127	-185,729	-213,306
8	467,243	393,101	325,007	262,372	204,670	151,434	102,245	56,731	14,556	-24,577	-60,938	-94,768	-126,286
9	628,454	545,044	468,439	397,975	333,060	273,169	217,832	166,628	119,182	75,157	34,251	-3,808	-39,265
10	789,666	696,988	611,871	533,578	461,450	394,905	333,419	276,526	223,808	174,892	129,440	87,152	47,755
11	950,878	848,932	755,303	669,180	589,840	516,640	449,006	386,423	328,434	274,626	224,629	178,112	134,776
12	1,112,089	1,000,876	898,736	804,783	718,231	638,376	564,593	496,321	433,060	374,360	319,818	269,072	221,797
13	1,273,301	1,152,820	1,042,168	940,386	846,621	760,111	680,179	606,218	537,685	474,094	415,007	360,033	308,817
14	1,434,512	1,304,763	1,185,600	1,075,989	975,011	881,847	795,766	716,116	642,311	573,828	510,196	450,993	395,838
15	1,595,724	1,456,707	1,329,032	1,211,591	1,103,401	1,003,582	911,353	826,014	746,937	673,562	605,385	541,953	482,858
16	1,756,936	1,608,651	1,472,464	1,347,194	1,231,791	1,125,318	1,026,940	935,911	851,563	773,296	700,574	632,913	569,879
17	1,918,147	1,760,595	1,615,896	1,482,797	1,360,181	1,247,053	1,142,527	1,045,809	956,189	873,031	795,763	723,874	656,899
18	2,079,359	1,912,539	1,759,328	1,618,400	1,488,571	1,368,789	1,258,114	1,155,706	1,060,814	972,765	890,952	814,834	743,920

ตารางที่ ข-19 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	2,240,570	2,064,482	1,902,760	1,754,002	1,616,961	1,490,524	1,373,701	1,265,604	1,165,440	1,072,499	986,141	905,794	830,940
20	2,401,782	2,216,426	2,046,193	1,889,605	1,745,351	1,612,260	1,489,288	1,375,501	1,270,066	1,172,233	1,081,330	996,754	917,961
21	2,562,994	2,368,370	2,189,625	2,025,208	1,873,741	1,733,995	1,604,874	1,485,399	1,374,692	1,271,967	1,176,519	1,087,714	1,004,981
22	2,724,205	2,520,314	2,333,057	2,160,811	2,002,131	1,855,731	1,720,461	1,595,297	1,479,318	1,371,701	1,271,708	1,178,675	1,092,002
23	2,885,417	2,672,258	2,476,489	2,296,413	2,130,521	1,977,466	1,836,048	1,705,194	1,583,944	1,471,435	1,366,897	1,269,635	1,179,022
24	3,046,628	2,824,202	2,619,921	2,432,016	2,258,911	2,099,202	1,951,635	1,815,092	1,688,569	1,571,170	1,462,086	1,360,595	1,266,043

ตารางที่ ข-20

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	8.02	8.10	8.18	8.26	8.34	8.42	8.50	8.58	8.66	8.74	8.82	8.90	8.98
8	7.01	7.08	7.16	7.23	7.30	7.37	7.44	7.51	7.58	7.65	7.72	7.79	7.86
9	6.24	6.30	6.36	6.42	6.48	6.55	6.61	6.67	6.73	6.80	6.86	6.92	6.98
10	5.61	5.67	5.72	5.78	5.84	5.89	5.95	6.00	6.06	6.12	6.17	6.23	6.29
11	5.10	5.15	5.20	5.25	5.31	5.36	5.41	5.46	5.51	5.56	5.61	5.66	5.71
12	4.68	4.72	4.77	4.82	4.86	4.91	4.96	5.00	5.05	5.10	5.14	5.19	5.24
13	4.32	4.36	4.40	4.45	4.49	4.53	4.58	4.62	4.66	4.71	4.75	4.79	4.83
14	4.01	4.05	4.09	4.13	4.17	4.21	4.25	4.29	4.33	4.37	4.41	4.45	4.49
15	3.74	3.78	3.82	3.85	3.89	3.93	3.97	4.00	4.04	4.08	4.12	4.15	4.19
16	3.51	3.54	3.58	3.61	3.65	3.68	3.72	3.75	3.79	3.82	3.86	3.89	3.93
17	3.30	3.33	3.37	3.40	3.43	3.47	3.50	3.53	3.57	3.60	3.63	3.66	3.70
18	3.12	3.15	3.18	3.21	3.24	3.27	3.30	3.34	3.37	3.40	3.43	3.46	3.49

ตารางที่ ข-20 (ต่อ)

ระยะเวลาต้นทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาต้นทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.10	3.13	3.16	3.19	3.22	3.25	3.28	3.31
20	2.81	2.83	2.86	2.89	2.92	2.95	2.97	3.00	3.03	3.06	3.09	3.11	3.14
21	2.67	2.70	2.73	2.75	2.78	2.81	2.83	2.86	2.89	2.91	2.94	2.97	2.99
22	2.55	2.58	2.60	2.63	2.65	2.68	2.70	2.73	2.75	2.78	2.81	2.83	2.86
23	2.44	2.46	2.49	2.51	2.54	2.56	2.59	2.61	2.64	2.66	2.68	2.71	2.73
24	2.34	2.36	2.39	2.41	2.43	2.46	2.48	2.50	2.53	2.55	2.57	2.60	2.62

ตารางที่ ข-21

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
7	5.68%	4.64%	3.61%	2.60%	1.62%	0.65%	-0.30%	-1.23%	-2.15%	-3.04%	-3.93%	-4.79%	-5.64%
8	8.36%	7.29%	6.24%	5.21%	4.20%	3.20%	2.23%	1.27%	0.34%	-0.58%	-1.49%	-2.38%	-3.25%
9	10.90%	9.80%	8.72%	7.67%	6.63%	5.62%	4.62%	3.64%	2.68%	1.74%	0.82%	-0.09%	-0.99%
10	13.31%	12.19%	11.09%	10.01%	8.96%	7.92%	6.90%	5.90%	4.92%	3.96%	3.01%	2.08%	1.17%
11	15.64%	14.49%	13.37%	12.27%	11.19%	10.13%	9.09%	8.07%	7.07%	6.09%	5.12%	4.18%	3.25%
12	17.88%	16.72%	15.57%	14.45%	13.35%	12.27%	11.21%	10.17%	9.15%	8.15%	7.17%	6.20%	5.25%
13	20.07%	18.88%	17.71%	16.57%	15.45%	14.35%	13.27%	12.21%	11.17%	10.15%	9.15%	8.17%	7.20%
14	22.20%	20.99%	19.80%	18.64%	17.50%	16.38%	15.28%	14.20%	13.15%	12.11%	11.09%	10.09%	9.10%
15	24.28%	23.05%	21.85%	20.66%	19.50%	18.36%	17.25%	16.15%	15.08%	14.02%	12.98%	11.97%	10.97%
16	26.33%	25.08%	23.85%	22.65%	21.47%	20.32%	19.18%	18.07%	16.97%	15.90%	14.85%	13.81%	12.80%
17	28.35%	27.08%	25.83%	24.61%	23.41%	22.24%	21.08%	19.95%	18.84%	17.75%	16.68%	15.63%	14.60%
18	30.34%	29.04%	27.78%	26.54%	25.32%	24.13%	22.96%	21.81%	20.68%	19.57%	18.49%	17.42%	16.37%

ตารางที่ ข-21 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่ไม่ปรับอากาศ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
19	32.30%	30.99%	29.71%	28.45%	27.21%	26.00%	24.81%	23.64%	22.50%	21.38%	20.27%	19.19%	18.12%
20	34.24%	32.91%	31.61%	30.33%	29.08%	27.85%	26.64%	25.46%	24.30%	23.16%	22.04%	20.94%	19.86%
21	36.17%	34.82%	33.50%	32.20%	30.93%	29.68%	28.46%	27.26%	26.08%	24.92%	23.79%	22.67%	21.58%
22	38.08%	36.71%	35.37%	34.05%	32.76%	31.50%	30.26%	29.04%	27.85%	26.67%	25.52%	24.39%	23.28%
23	39.97%	38.58%	37.23%	35.89%	34.59%	33.31%	32.05%	30.81%	29.60%	28.41%	27.25%	26.10%	24.97%
24	41.85%	40.45%	39.07%	37.72%	36.40%	35.10%	33.82%	32.57%	31.35%	30.14%	28.96%	27.80%	26.65%

ตารางที่ ข-22

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-156,101	-155,037	-153,973	-152,909	-151,845	-150,781	-149,717	-148,653	-147,589	-146,525	-145,461	-144,397	-143,333
3	-102,901	-101,305	-99,709	-98,113	-96,517	-94,921	-93,325	-91,729	-90,133	-88,537	-86,941	-85,345	-83,749
4	-49,702	-47,574	-45,446	-43,318	-41,190	-39,062	-36,934	-34,806	-32,678	-30,550	-28,422	-26,294	-24,166
5	3,498	6,158	8,818	11,478	14,138	16,798	19,458	22,118	24,778	27,438	30,098	32,758	35,418
6	56,697	59,889	63,081	66,273	69,465	72,657	75,849	79,041	82,233	85,425	88,617	91,809	95,001
7	109,897	113,621	117,345	121,069	124,793	128,517	132,241	135,965	139,689	143,413	147,137	150,861	154,585
8	163,096	167,352	171,608	175,864	180,120	184,376	188,632	192,888	197,144	201,400	205,656	209,912	214,168
9	216,296	221,084	225,872	230,660	235,448	240,236	245,024	249,812	254,600	259,388	264,176	268,964	273,752
10	269,496	274,816	280,136	285,455	290,775	296,095	301,415	306,735	312,055	317,375	322,695	328,015	333,335
11	322,695	328,547	334,399	340,251	346,103	351,955	357,807	363,659	369,511	375,363	381,215	387,067	392,919
12	375,895	382,279	388,663	395,047	401,431	407,814	414,198	420,582	426,966	433,350	439,734	446,118	452,502
13	429,094	436,010	442,926	449,842	456,758	463,674	470,590	477,506	484,422	491,338	498,254	505,170	512,086

ตารางที่ ข-22 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	482,294	489,742	497,190	504,638	512,086	519,534	526,981	534,429	541,877	549,325	556,773	564,221	571,669
15	535,493	543,473	551,453	559,433	567,413	575,393	583,373	591,353	599,333	607,313	615,293	623,273	631,253
16	588,693	597,205	605,717	614,229	622,741	631,253	639,765	648,276	656,788	665,300	673,812	682,324	690,836
17	641,893	650,936	659,980	669,024	678,068	687,112	696,156	705,200	714,244	723,288	732,332	741,376	750,420
18	695,092	704,668	714,244	723,820	733,396	742,972	752,548	762,124	771,699	781,275	790,851	800,427	810,003
19	748,292	758,400	768,508	778,615	788,723	798,831	808,939	819,047	829,155	839,263	849,371	859,479	869,587
20	801,491	812,131	822,771	833,411	844,051	854,691	865,331	875,971	886,611	897,250	907,890	918,530	929,170
21	854,691	865,863	877,035	888,207	899,378	910,550	921,722	932,894	944,066	955,238	966,410	977,582	988,754
22	907,890	919,594	931,298	943,002	954,706	966,410	978,114	989,818	1,001,522	1,013,225	1,024,929	1,036,633	1,048,337
23	961,090	973,326	985,562	997,798	1,010,034	1,022,269	1,034,505	1,046,741	1,058,977	1,071,213	1,083,449	1,095,685	1,107,921
24	1,014,289	1,027,057	1,039,825	1,052,593	1,065,361	1,078,129	1,090,897	1,103,665	1,116,433	1,129,201	1,141,968	1,154,736	1,167,504

ตารางที่ ข-23

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	17.61	17.44	17.27	17.10	16.94	16.77	16.62	16.46	16.31	16.16	16.01	15.87	15.73
3	11.74	11.63	11.51	11.40	11.29	11.18	11.08	10.97	10.87	10.77	10.67	10.58	10.48
4	8.81	8.72	8.63	8.55	8.47	8.39	8.31	8.23	8.15	8.08	8.01	7.93	7.86
5	7.05	6.98	6.91	6.84	6.77	6.71	6.65	6.58	6.52	6.46	6.40	6.35	6.29
6	5.87	5.81	5.76	5.70	5.65	5.59	5.54	5.49	5.44	5.39	5.34	5.29	5.24
7	5.03	4.98	4.93	4.89	4.84	4.79	4.75	4.70	4.66	4.62	4.57	4.53	4.49
8	4.40	4.36	4.32	4.27	4.23	4.19	4.15	4.12	4.08	4.04	4.00	3.97	3.93
9	3.91	3.88	3.84	3.80	3.76	3.73	3.69	3.66	3.62	3.59	3.56	3.53	3.49
10	3.52	3.49	3.45	3.42	3.39	3.35	3.32	3.29	3.26	3.23	3.20	3.17	3.15
11	3.20	3.17	3.14	3.11	3.08	3.05	3.02	2.99	2.97	2.94	2.91	2.88	2.86
12	2.94	2.91	2.88	2.85	2.82	2.80	2.77	2.74	2.72	2.69	2.67	2.64	2.62
13	2.71	2.68	2.66	2.63	2.61	2.58	2.56	2.53	2.51	2.49	2.46	2.44	2.42

ตารางที่ ข-23 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	2.52	2.49	2.47	2.44	2.42	2.40	2.37	2.35	2.33	2.31	2.29	2.27	2.25
15	2.35	2.33	2.30	2.28	2.26	2.24	2.22	2.19	2.17	2.15	2.13	2.12	2.10
16	2.20	2.18	2.16	2.14	2.12	2.10	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00	1.98	1.97
17	2.07	2.05	2.03	2.01	1.99	1.97	1.95	1.94	1.92	1.90	1.88	1.87	1.85
18	1.96	1.94	1.92	1.90	1.88	1.86	1.85	1.83	1.81	1.80	1.78	1.76	1.75
19	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	1.77	1.75	1.73	1.72	1.70	1.69	1.67	1.66
20	1.76	1.74	1.73	1.71	1.69	1.68	1.66	1.65	1.63	1.62	1.60	1.59	1.57
21	1.68	1.66	1.64	1.63	1.61	1.60	1.58	1.57	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50
22	1.60	1.59	1.57	1.55	1.54	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.44	1.43
23	1.53	1.52	1.50	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37
24	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.38	1.37	1.36	1.35	1.33	1.32	1.31

ตารางที่ ข-24

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรากการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-14.01%	-13.88%	-13.75%	-13.63%	-13.50%	-13.38%	-13.25%	-13.13%	-13.01%	-12.89%	-12.77%	-12.65%	-12.53%
3	-8.40%	-8.25%	-8.10%	-7.95%	-7.81%	-7.66%	-7.52%	-7.37%	-7.23%	-7.08%	-6.94%	-6.80%	-6.66%
4	-3.79%	-3.62%	-3.45%	-3.28%	-3.12%	-2.95%	-2.78%	-2.61%	-2.45%	-2.29%	-2.12%	-1.96%	-1.80%
5	0.25%	0.45%	0.64%	0.83%	1.02%	1.20%	1.39%	1.58%	1.76%	1.95%	2.13%	2.32%	2.50%
6	3.94%	4.16%	4.37%	4.58%	4.79%	5.00%	5.21%	5.42%	5.62%	5.83%	6.04%	6.24%	6.45%
7	7.39%	7.62%	7.86%	8.09%	8.32%	8.55%	8.78%	9.01%	9.24%	9.47%	9.70%	9.92%	10.15%
8	10.66%	10.92%	11.17%	11.43%	11.68%	11.93%	12.18%	12.43%	12.68%	12.93%	13.18%	13.43%	13.68%
9	13.80%	14.08%	14.36%	14.63%	14.91%	15.18%	15.46%	15.73%	16.00%	16.27%	16.54%	16.81%	17.08%
10	16.84%	17.14%	17.44%	17.74%	18.04%	18.33%	18.63%	18.93%	19.22%	19.51%	19.81%	20.10%	20.39%
11	19.81%	20.13%	20.45%	20.77%	21.09%	21.41%	21.73%	22.05%	22.37%	22.68%	23.00%	23.31%	23.63%
12	22.71%	23.06%	23.40%	23.74%	24.09%	24.43%	24.77%	25.11%	25.45%	25.79%	26.13%	26.47%	26.81%
13	25.57%	25.93%	26.30%	26.67%	27.03%	27.40%	27.77%	28.13%	28.49%	28.86%	29.22%	29.58%	29.94%

ตารางที่ ข-24 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีการเพิ่มค่าไฟฟ้าและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตรากการเพิ่มค่าไฟฟ้า (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	28.38%	28.77%	29.16%	29.55%	29.94%	30.33%	30.72%	31.11%	31.50%	31.89%	32.27%	32.66%	33.04%
15	31.17%	31.58%	32.00%	32.41%	32.82%	33.24%	33.65%	34.06%	34.47%	34.88%	35.29%	35.71%	36.12%
16	33.92%	34.36%	34.80%	35.24%	35.68%	36.12%	36.55%	36.99%	37.42%	37.86%	38.29%	38.73%	39.16%
17	36.66%	37.12%	37.59%	38.05%	38.51%	38.97%	39.43%	39.90%	40.36%	40.82%	41.28%	41.73%	42.19%
18	39.38%	39.87%	40.36%	40.84%	41.33%	41.82%	42.30%	42.79%	43.27%	43.76%	44.24%	44.73%	45.21%
19	42.09%	42.60%	43.11%	43.62%	44.13%	44.64%	45.16%	45.67%	46.18%	46.69%	47.19%	47.70%	48.21%
20	44.78%	45.32%	45.85%	46.39%	46.93%	47.46%	48.00%	48.53%	49.07%	49.60%	50.14%	50.67%	51.21%
21	47.46%	48.02%	48.59%	49.15%	49.71%	50.27%	50.83%	51.39%	51.95%	52.51%	53.07%	53.63%	54.19%
22	50.14%	50.72%	51.31%	51.90%	52.49%	53.07%	53.66%	54.24%	54.83%	55.41%	56.00%	56.58%	57.17%
23	52.81%	53.42%	54.03%	54.64%	55.25%	55.87%	56.48%	57.09%	57.70%	58.31%	58.92%	59.53%	60.14%
24	55.47%	56.11%	56.74%	57.38%	58.02%	58.66%	59.29%	59.93%	60.57%	61.20%	61.84%	62.47%	63.11%

ตารางที่ ข-25

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
2	-77,351	-90,476	-103,601	-116,726	-129,851	-142,976	-156,101	-169,226	-182,351	-195,476	-208,601	-221,726	-234,851
3	-24,151	-37,276	-50,401	-63,526	-76,651	-89,776	-102,901	-116,026	-129,151	-142,276	-155,401	-168,526	-181,651
4	29,048	15,923	2,798	-10,327	-23,452	-36,577	-49,702	-62,827	-75,952	-89,077	-102,202	-115,327	-128,452
5	82,248	69,123	55,998	42,873	29,748	16,623	3,498	-9,627	-22,752	-35,877	-49,002	-62,127	-75,252
6	135,447	122,322	109,197	96,072	82,947	69,822	56,697	43,572	30,447	17,322	4,197	-8,928	-22,053
7	188,647	175,522	162,397	149,272	136,147	123,022	109,897	96,772	83,647	70,522	57,397	44,272	31,147
8	241,846	228,721	215,596	202,471	189,346	176,221	163,096	149,971	136,846	123,721	110,596	97,471	84,346
9	295,046	281,921	268,796	255,671	242,546	229,421	216,296	203,171	190,046	176,921	163,796	150,671	137,546
10	348,246	335,121	321,996	308,871	295,746	282,621	269,496	256,371	243,246	230,121	216,996	203,871	190,746
11	401,445	388,320	375,195	362,070	348,945	335,820	322,695	309,570	296,445	283,320	270,195	257,070	243,945
12	454,645	441,520	428,395	415,270	402,145	389,020	375,895	362,770	349,645	336,520	323,395	310,270	297,145
13	507,844	494,719	481,594	468,469	455,344	442,219	429,094	415,969	402,844	389,719	376,594	363,469	350,344

ตารางที่ ข-25 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
14	561,044	547,919	534,794	521,669	508,544	495,419	482,294	469,169	456,044	442,919	429,794	416,669	403,544
15	614,243	601,118	587,993	574,868	561,743	548,618	535,493	522,368	509,243	496,118	482,993	469,868	456,743
16	667,443	654,318	641,193	628,068	614,943	601,818	588,693	575,568	562,443	549,318	536,193	523,068	509,943
17	720,643	707,518	694,393	681,268	668,143	655,018	641,893	628,768	615,643	602,518	589,393	576,268	563,143
18	773,842	760,717	747,592	734,467	721,342	708,217	695,092	681,967	668,842	655,717	642,592	629,467	616,342
19	827,042	813,917	800,792	787,667	774,542	761,417	748,292	735,167	722,042	708,917	695,792	682,667	669,542
20	880,241	867,116	853,991	840,866	827,741	814,616	801,491	788,366	775,241	762,116	748,991	735,866	722,741
21	933,441	920,316	907,191	894,066	880,941	867,816	854,691	841,566	828,441	815,316	802,191	789,066	775,941
22	986,640	973,515	960,390	947,265	934,140	921,015	907,890	894,765	881,640	868,515	855,390	842,265	829,140
23	1,039,840	1,026,715	1,013,590	1,000,465	987,340	974,215	961,090	947,965	934,840	921,715	908,590	895,465	882,340
24	1,093,039	1,079,914	1,066,789	1,053,664	1,040,539	1,027,414	1,014,289	1,001,164	988,039	974,914	961,789	948,664	935,539

ตารางที่ ข-26

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
2	12.33	13.21	14.09	14.97	15.85	16.73	17.61	18.49	19.37	20.25	21.14	22.02	22.90
3	8.22	8.81	9.39	9.98	10.57	11.15	11.74	12.33	12.92	13.50	14.09	14.68	15.26
4	6.16	6.60	7.05	7.49	7.93	8.37	8.81	9.25	9.69	10.13	10.57	11.01	11.45
5	4.93	5.28	5.64	5.99	6.34	6.69	7.05	7.40	7.75	8.10	8.45	8.81	9.16
6	4.11	4.40	4.70	4.99	5.28	5.58	5.87	6.16	6.46	6.75	7.05	7.34	7.63
7	3.52	3.77	4.03	4.28	4.53	4.78	5.03	5.28	5.54	5.79	6.04	6.29	6.54
8	3.08	3.30	3.52	3.74	3.96	4.18	4.40	4.62	4.84	5.06	5.28	5.50	5.72
9	2.74	2.94	3.13	3.33	3.52	3.72	3.91	4.11	4.31	4.50	4.70	4.89	5.09
10	2.47	2.64	2.82	2.99	3.17	3.35	3.52	3.70	3.87	4.05	4.23	4.40	4.58
11	2.24	2.40	2.56	2.72	2.88	3.04	3.20	3.36	3.52	3.68	3.84	4.00	4.16
12	2.05	2.20	2.35	2.50	2.64	2.79	2.94	3.08	3.23	3.38	3.52	3.67	3.82
13	1.90	2.03	2.17	2.30	2.44	2.57	2.71	2.85	2.98	3.12	3.25	3.39	3.52

ตารางที่ ข-26 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
14	1.76	1.89	2.01	2.14	2.26	2.39	2.52	2.64	2.77	2.89	3.02	3.15	3.27
15	1.64	1.76	1.88	2.00	2.11	2.23	2.35	2.47	2.58	2.70	2.82	2.94	3.05
16	1.54	1.65	1.76	1.87	1.98	2.09	2.20	2.31	2.42	2.53	2.64	2.75	2.86
17	1.45	1.55	1.66	1.76	1.86	1.97	2.07	2.18	2.28	2.38	2.49	2.59	2.69
18	1.37	1.47	1.57	1.66	1.76	1.86	1.96	2.05	2.15	2.25	2.35	2.45	2.54
19	1.30	1.39	1.48	1.58	1.67	1.76	1.85	1.95	2.04	2.13	2.22	2.32	2.41
20	1.23	1.32	1.41	1.50	1.59	1.67	1.76	1.85	1.94	2.03	2.11	2.20	2.29
21	1.17	1.26	1.34	1.43	1.51	1.59	1.68	1.76	1.85	1.93	2.01	2.10	2.18
22	1.12	1.20	1.28	1.36	1.44	1.52	1.60	1.68	1.76	1.84	1.92	2.00	2.08
23	1.07	1.15	1.23	1.30	1.38	1.45	1.53	1.61	1.68	1.76	1.84	1.91	1.99
24	1.03	1.10	1.17	1.25	1.32	1.39	1.47	1.54	1.61	1.69	1.76	1.83	1.91

ตารางที่ ข-27

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
2	-9.12%	-10.12%	-11.03%	-11.87%	-12.63%	-13.34%	-14.01%	-14.62%	-15.18%	-15.69%	-16.15%	-16.56%	-16.92%
3	-2.59%	-3.79%	-4.88%	-5.87%	-6.78%	-7.62%	-8.40%	-9.12%	-9.80%	-10.44%	-11.03%	-11.60%	-12.13%
4	2.92%	1.52%	0.25%	-0.89%	-1.94%	-2.90%	-3.79%	-4.62%	-5.39%	-6.11%	-6.78%	-7.42%	-8.02%
5	7.87%	6.26%	4.83%	3.52%	2.34%	1.25%	0.25%	-0.67%	-1.53%	-2.34%	-3.09%	-3.79%	-4.46%
6	12.47%	10.66%	9.05%	7.59%	6.26%	5.06%	3.94%	2.92%	1.97%	1.08%	0.25%	-0.52%	-1.25%
7	16.84%	14.83%	13.03%	11.41%	9.95%	8.61%	7.39%	6.26%	5.22%	4.25%	3.35%	2.50%	1.71%
8	21.06%	18.83%	16.84%	15.07%	13.46%	12.00%	10.66%	9.43%	8.30%	7.24%	6.26%	5.35%	4.49%
9	25.16%	22.71%	20.54%	18.60%	16.84%	15.25%	13.80%	12.47%	11.24%	10.10%	9.05%	8.06%	7.13%
10	29.18%	26.51%	24.14%	22.03%	20.13%	18.41%	16.84%	15.41%	14.08%	12.86%	11.72%	10.66%	9.67%
11	33.14%	30.24%	27.68%	25.40%	23.35%	21.50%	19.81%	18.26%	16.84%	15.53%	14.32%	13.18%	12.13%
12	37.05%	33.92%	31.17%	28.71%	26.51%	24.52%	22.71%	21.06%	19.54%	18.14%	16.84%	15.64%	14.51%
13	40.93%	37.57%	34.61%	31.98%	29.62%	27.50%	25.57%	23.80%	22.19%	20.70%	19.32%	18.04%	16.84%

ตารางที่ ข-27 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีราคาหลอดไฟฟ้าแอลอีดีและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	ราคาหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง (แอลอีดี) เปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
14	44.78%	41.19%	38.02%	35.21%	32.70%	30.44%	28.38%	26.51%	24.79%	23.21%	21.75%	20.39%	19.13%
15	48.61%	44.78%	41.41%	38.42%	35.75%	33.35%	31.17%	29.18%	27.36%	25.69%	24.14%	22.71%	21.38%
16	52.42%	48.35%	44.78%	41.61%	38.78%	36.23%	33.92%	31.82%	29.90%	28.14%	26.51%	25.00%	23.59%
17	56.23%	51.92%	48.13%	44.78%	41.79%	39.10%	36.66%	34.45%	32.42%	30.56%	28.85%	27.26%	25.78%
18	60.02%	55.47%	51.47%	47.93%	44.78%	41.94%	39.38%	37.05%	34.92%	32.97%	31.17%	29.50%	27.95%
19	63.81%	59.01%	54.80%	51.08%	47.76%	44.78%	42.09%	39.64%	37.40%	35.35%	33.47%	31.72%	30.10%
20	67.58%	62.54%	58.12%	54.22%	50.73%	47.60%	44.78%	42.21%	39.87%	37.73%	35.75%	33.92%	32.23%
21	71.36%	66.07%	61.44%	57.34%	53.69%	50.42%	47.46%	44.78%	42.33%	40.09%	38.02%	36.12%	34.35%
22	75.13%	69.60%	64.75%	60.47%	56.65%	53.23%	50.14%	47.33%	44.78%	42.44%	40.28%	38.29%	36.45%
23	78.90%	73.12%	68.06%	63.58%	59.60%	56.03%	52.81%	49.88%	47.22%	44.78%	42.54%	40.46%	38.55%
24	82.66%	76.64%	71.36%	66.70%	62.54%	58.82%	55.47%	52.42%	49.65%	47.11%	44.78%	42.63%	40.63%

ตารางที่ ข-28

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-98,556	-107,981	-116,637	-124,599	-131,934	-138,701	-144,954	-150,740	-156,101	-161,075	-165,698	-169,998	-174,005
3	-16,584	-30,721	-43,705	-55,648	-66,651	-76,802	-86,181	-94,860	-102,901	-110,363	-117,296	-123,747	-129,757
4	65,388	46,538	29,226	13,302	-1,368	-14,902	-27,408	-38,980	-49,702	-59,651	-68,895	-77,496	-85,509
5	147,360	123,798	102,158	82,253	63,915	46,997	31,365	16,901	3,498	-8,939	-20,494	-31,245	-41,261
6	229,332	201,057	175,090	151,203	129,198	108,896	90,138	72,781	56,697	41,774	27,907	15,006	2,986
7	311,304	278,317	248,021	220,154	194,482	170,796	148,911	128,661	109,897	92,486	76,308	61,257	47,234
8	393,276	355,577	320,953	289,104	259,765	232,695	207,684	184,541	163,096	143,198	124,710	107,508	91,482
9	475,248	432,836	393,884	358,055	325,048	294,595	266,457	240,421	216,296	193,911	173,111	153,759	135,730
10	557,220	510,096	466,816	427,006	390,331	356,494	325,230	296,301	269,496	244,623	221,512	200,010	179,977
11	639,192	587,355	539,748	495,956	455,614	418,393	384,003	352,181	322,695	295,335	269,913	246,260	224,225
12	721,164	664,615	612,679	564,907	520,897	480,293	442,776	408,061	375,895	346,047	318,314	292,511	268,473
13	803,136	741,874	685,611	633,857	586,180	542,192	501,549	463,942	429,094	396,760	366,716	338,762	312,721

ตารางที่ ข-28 (ต่อ)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	885,108	819,134	758,542	702,808	651,463	604,092	560,322	519,822	482,294	447,472	415,117	385,013	356,968
15	967,080	896,393	831,474	771,758	716,746	665,991	619,095	575,702	535,493	498,184	463,518	431,264	401,216
16	1,049,052	973,653	904,405	840,709	782,029	727,890	677,868	631,582	588,693	548,896	511,919	477,515	445,464
17	1,131,024	1,050,913	977,337	909,659	847,312	789,790	736,641	687,462	641,893	599,609	560,320	523,766	489,711
18	1,212,996	1,128,172	1,050,269	978,610	912,595	851,689	795,414	743,342	695,092	650,321	608,722	570,017	533,959
19	1,294,968	1,205,432	1,123,200	1,047,561	977,878	913,589	854,187	799,222	748,292	701,033	657,123	616,268	578,207
20	1,376,940	1,282,691	1,196,132	1,116,511	1,043,161	975,488	912,960	855,102	801,491	751,746	705,524	662,519	622,455
21	1,458,912	1,359,951	1,269,063	1,185,462	1,108,445	1,037,387	971,733	910,983	854,691	802,458	753,925	708,770	666,702
22	1,540,884	1,437,210	1,341,995	1,254,412	1,173,728	1,099,287	1,030,506	966,863	907,890	853,170	802,326	755,021	710,950
23	1,622,856	1,514,470	1,414,927	1,323,363	1,239,011	1,161,186	1,089,279	1,022,743	961,090	903,882	850,727	801,272	755,198
24	1,704,828	1,591,730	1,487,858	1,392,313	1,304,294	1,223,086	1,148,052	1,078,623	1,014,289	954,595	899,129	847,523	799,446

ตารางที่ ข-29

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	17.61	17.79	17.96	18.14	18.32	18.49	18.67	18.85	19.02	19.20	19.37	19.55	19.73
3	11.74	11.86	11.98	12.09	12.21	12.33	12.45	12.56	12.68	12.80	12.92	13.03	13.15
4	8.81	8.89	8.98	9.07	9.16	9.25	9.33	9.42	9.51	9.60	9.69	9.78	9.86
5	7.05	7.12	7.19	7.26	7.33	7.40	7.47	7.54	7.61	7.68	7.75	7.82	7.89
6	5.87	5.93	5.99	6.05	6.11	6.16	6.22	6.28	6.34	6.40	6.46	6.52	6.58
7	5.03	5.08	5.13	5.18	5.23	5.28	5.33	5.38	5.43	5.49	5.54	5.59	5.64
8	4.40	4.45	4.49	4.54	4.58	4.62	4.67	4.71	4.76	4.80	4.84	4.89	4.93
9	3.91	3.95	3.99	4.03	4.07	4.11	4.15	4.19	4.23	4.27	4.31	4.34	4.38
10	3.52	3.56	3.59	3.63	3.66	3.70	3.73	3.77	3.80	3.84	3.87	3.91	3.95
11	3.20	3.23	3.27	3.30	3.33	3.36	3.39	3.43	3.46	3.49	3.52	3.55	3.59
12	2.94	2.96	2.99	3.02	3.05	3.08	3.11	3.14	3.17	3.20	3.23	3.26	3.29
13	2.71	2.74	2.76	2.79	2.82	2.85	2.87	2.90	2.93	2.95	2.98	3.01	3.03

ตารางที่ ข-29 (ต่อ)

ระยะเวลาคืนทุนของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	ระยะเวลาคืนทุน (ปี)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	2.52	2.54	2.57	2.59	2.62	2.64	2.67	2.69	2.72	2.74	2.77	2.79	2.82
15	2.35	2.37	2.40	2.42	2.44	2.47	2.49	2.51	2.54	2.56	2.58	2.61	2.63
16	2.20	2.22	2.25	2.27	2.29	2.31	2.33	2.36	2.38	2.40	2.42	2.44	2.47
17	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.18	2.20	2.22	2.24	2.26	2.28	2.30	2.32
18	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04	2.05	2.07	2.09	2.11	2.13	2.15	2.17	2.19
19	1.85	1.87	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	1.98	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08
20	1.76	1.78	1.80	1.81	1.83	1.85	1.87	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.97
21	1.68	1.69	1.71	1.73	1.74	1.76	1.78	1.79	1.81	1.83	1.85	1.86	1.88
22	1.60	1.62	1.63	1.65	1.67	1.68	1.70	1.71	1.73	1.75	1.76	1.78	1.79
23	1.53	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.65	1.67	1.68	1.70	1.72
24	1.47	1.48	1.50	1.51	1.53	1.54	1.56	1.57	1.59	1.60	1.61	1.63	1.64

ตารางที่ ข-30

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2	-7.13%	-8.05%	-8.95%	-9.83%	-10.70%	-11.55%	-12.38%	-13.20%	-14.01%	-14.79%	-15.54%	-16.26%	-16.96%
3	-1.07%	-2.05%	-3.01%	-3.95%	-4.88%	-5.78%	-6.67%	-7.54%	-8.40%	-9.24%	-10.07%	-10.88%	-11.67%
4	3.90%	2.87%	1.87%	0.88%	-0.09%	-1.04%	-1.98%	-2.89%	-3.79%	-4.68%	-5.54%	-6.39%	-7.23%
5	8.27%	7.20%	6.15%	5.12%	4.11%	3.12%	2.15%	1.19%	0.25%	-0.67%	-1.57%	-2.46%	-3.33%
6	12.26%	11.15%	10.06%	8.99%	7.94%	6.91%	5.91%	4.92%	3.94%	2.99%	2.05%	1.13%	0.23%
7	15.98%	14.83%	13.71%	12.60%	11.52%	10.46%	9.42%	8.39%	7.39%	6.41%	5.44%	4.49%	3.56%
8	19.52%	18.33%	17.17%	16.03%	14.92%	13.82%	12.75%	11.70%	10.66%	9.65%	8.65%	7.67%	6.71%
9	22.91%	21.69%	20.50%	19.33%	18.18%	17.05%	15.95%	14.87%	13.80%	12.76%	11.73%	10.73%	9.74%
10	26.19%	24.94%	23.72%	22.52%	21.34%	20.18%	19.05%	17.94%	16.84%	15.77%	14.72%	13.69%	12.67%
11	29.39%	28.11%	26.86%	25.62%	24.42%	23.23%	22.07%	20.93%	19.81%	18.71%	17.63%	16.57%	15.53%
12	32.53%	31.22%	29.93%	28.67%	27.43%	26.22%	25.03%	23.86%	22.71%	21.59%	20.48%	19.39%	18.33%
13	35.61%	34.27%	32.95%	31.66%	30.40%	29.15%	27.94%	26.74%	25.57%	24.41%	23.28%	22.17%	21.08%

ตารางที่ ข-30 (ต่อ)

อัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเปลี่ยนเป็นหลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง พื้นที่จอดรถ กรณีอัตราคิดลดและช่วงเวลาการใช้งานเปลี่ยนแปลง

ช่วงเวลา การใช้งาน (ชั่วโมง/ วัน)	อัตราผลตอบแทนภายใน (ร้อยละ)												
	อัตราคิดลดเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	38.65%	37.28%	35.93%	34.61%	33.32%	32.05%	30.80%	29.58%	28.38%	27.20%	26.05%	24.91%	23.80%
15	41.66%	40.26%	38.88%	37.53%	36.21%	34.91%	33.64%	32.39%	31.17%	29.96%	28.78%	27.62%	26.48%
16	44.64%	43.21%	41.80%	40.43%	39.08%	37.75%	36.45%	35.18%	33.92%	32.70%	31.49%	30.30%	29.14%
17	47.59%	46.13%	44.70%	43.30%	41.92%	40.57%	39.24%	37.94%	36.66%	35.41%	34.18%	32.97%	31.78%
18	50.53%	49.04%	47.58%	46.15%	44.74%	43.36%	42.01%	40.68%	39.38%	38.10%	36.85%	35.61%	34.40%
19	53.45%	51.93%	50.44%	48.98%	47.55%	46.15%	44.77%	43.41%	42.09%	40.78%	39.50%	38.25%	37.01%
20	56.36%	54.81%	53.30%	51.81%	50.35%	48.92%	47.51%	46.13%	44.78%	43.45%	42.15%	40.87%	39.61%
21	59.26%	57.68%	56.14%	54.62%	53.13%	51.68%	50.24%	48.84%	47.46%	46.11%	44.78%	43.48%	42.20%
22	62.15%	60.54%	58.97%	57.43%	55.91%	54.43%	52.97%	51.54%	50.14%	48.76%	47.41%	46.08%	44.78%
23	65.03%	63.40%	61.79%	60.22%	58.68%	57.17%	55.69%	54.23%	52.81%	51.40%	50.03%	48.68%	47.35%
24	67.90%	66.24%	64.61%	63.01%	61.45%	59.91%	58.40%	56.92%	55.47%	54.04%	52.64%	51.27%	49.91%

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นาย สุรศักดิ์ ปัญจวรรณนท์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 18 เมษายน พ.ศ.2509
ตำแหน่ง	ผู้จัดการโครงการ บริษัท ไทรแองเกิ้ล เอ็นจิเนียริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด กรรมการผู้จัดการ บริษัท อินฟินิตี้ เอ็นจิเนียริ่ง ดีไซน์ด์ แอนด์ คอนซัลแตนท์ จำกัด กรรมการผู้จัดการ บริษัท ทีมมิตร วิศวกรรม จำกัด
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า แขนงไฟฟ้ากำลัง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์ ปีการศึกษา พ.ศ.2535

ผลงานทางวิชาการ

The optimal design of lighting systems for designated office building in Thailand According to Ministerial, The Type or Size of Building Standards and Rules and Procedures, Building Design for Energy Conversation, Act B.E.2552

The International Conference & Utility Exhibition 2011,
on Power and Energy Systems: Issues and Prospects for Asia,
28-30 September 2011, Pattaya City, Thailand

E-mail: icue2011@ait.asia, Website: www.serd.ait.asia/icue2011

The Optimal Design of Lighting System for Designated Office Building in GMS

The Sixth GMSARN International Conference 2011,

GMSARN International Conference on Social-Energy-Environmental Development:

SEED towards Sustainability,

28-30 March 2012, Nong Khai City, Thailand

E-mail: gmsarn@ait.asia, Website: www.gmsarn.org

ประสบการณ์ทำงาน

พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน: กรรมการผู้จัดการ

บริษัท ทีมีมิตร วิศวกรรม จำกัด

พ.ศ.2557 – ปัจจุบัน: กรรมการผู้จัดการ

บริษัท อินฟินิตี้ เอ็นจิเนียริง ดีไซน์ แอนด์ คอนซัลแตนท์
จำกัด

พ.ศ.2541 – ปัจจุบัน: ผู้จัดการโครงการ

บริษัท ไทแองเกิ้ล เอ็นจิเนียर्स (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ.2541 – พ.ศ.2545: กรรมการผู้จัดการ

บริษัท เออาร์เอส อิเล็กทรอนิกส์ แอนด์ เทเลคอม
เอ็นจิเนียริง จำกัด

พ.ศ.2540 – พ.ศ.2541: ผู้จัดการโครงการ

บริษัท อีเอเอส เอ็นจิเนียริง จำกัด

พ.ศ.2538 – พ.ศ.2540: วิศวกรไฟฟ้าอาวุโส

บริษัท อีอีซี อินดัสเตรียล เอ็นจิเนียริง จำกัด

พ.ศ.2536 – พ.ศ.2538: วิศวกรไฟฟ้า

บริษัท แพลนนิง แอนด์ รีเสิร์ช คอนซัลแตนท์ จำกัด

พ.ศ.2533 – พ.ศ.2536: ช่างเทคนิคไฟฟ้า

การไฟฟ้านครหลวง วัดเลียบ

พ.ศ.2532 – พ.ศ.2533: ช่างเทคนิคไฟฟ้า

บริษัท ฮิตาชิ คอนซูมเมอร์ โปรดักส์ (ประเทศไทย)

จำกัด