รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์ หนองแซง จังหวัดสระบุรี

The Reduction of Electricity Consumption in Gulf JP NS

นายปัญจพนต์ เขียวสด

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์ หนองแซง จังหวัดสระบุรี

The Reduction of Electricity Consumption in Gulf JP NS

นายปัญจพนต์ เขียวสด

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจ การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์ หนองแซง จังหวัดสระบุรี

ชื่อ - สกุล นักศึกษา นายปัญจพนต์ เขียวสด

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมกำลังไฟฟ้า

ชื่อ – สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.นิรุธ จิรสุวรรณกุล

ชื่อ - สกุล ผู้นิเทศงาน นายวัฒนา เดชบรรทม

สถานประกอบการ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

การวิจัยฉบับนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูงเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า โดยจะศึกษาการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูงจำนวน 319 โคม แบ่งเป็น โคมไฟถนนโซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์เปรียบเทียบกับโคมไฟชนิดหลอดไดโอดเปล่งแสงขนาด 100 วัตต์ จำนวน 171 โคม โคมไฟฟลัดไลท์โซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์เปรียบเทียบกับโคมไฟชนิดหลอดไดโอดเปล่งแสง ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 8 โคม และโคมไฟฟลัดไลท์โซเดียมความดันไอสูง 400 วัตต์เปรียบเทียบกับโคมไฟชนิดหลอดไดโอดเปล่งแสงขนาด 200 วัตต์ จำนวน 140 โคม โดยในส่วนของการวิเคราะห์ทางด้านเทคนิค จะทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างโคมไฟโซเดียมความดันไอสูงเดิมเทียบกับโคมไฟไดโอเปล่งแสง ทำการจำลองค่าระดับความสว่างโดยใช้โปรแกรม Dialux Evo เพื่อเปรียบเทียบความสว่างเดิมและความสว่างที่ได้จากอุปกรณ์โคมที่นำมาเปลี่ยน และจะวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการเปลี่ยนโดยใช้วิธีการหาระยะเวลาในการคืนทุน

ผลการศึกษาพบว่าการเปลี่ยนโคมไฟจากโคมโซเดียมความดันไอสูงเป็นโคมไดโอดเปล่งแสงทำให้ได้รับความสว่างที่เทียบเท่าหรือมากกว่าการใช้โคมไฟโซเดียมความดันไอสูงเดิม และจากการเปลี่ยนโคมไฟฟ้าทำให้ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ประมาณ 571,590 บาทต่อปี โดยใช้เงินลงทุนในการติดตั้งโคมไฟไดโอดเปล่งแสงทั้งหมด 2,246,250 บาท โดยจะมีระยะเวลาในการคืนทุนจากการลงทุนเปลี่ยนโคมไฟไดโอดเปล่งแสงทั้งหมดในระยะเวลาประมาณ 4 ปี

คำสำคัญ : HPS, LED, Energy saving

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: The Reduction of Electricity Consumption in Gulf JP NS

Student intern name: Mr. Phunjaphon Khiewsod

Faculty: Engineering **Department:** Electrical engineering

Advisor name: Asst.Prof. Nirudj J.

Mentor name: Mr.Wattana D.

Company: Gulf JP NS Public Company Limited

ABSTRACT

This research aims to study the possibility of replacing a high-pressure sodium lamp with LED to reduce electric energy cost. The study comprises of replacing 319 high-pressure sodium lamps divide into 171 lamps of High-pressure sodium street light 250 watts to light-emitting diode street light 100 watt ,140 lamps of High pressure sodium floodlight 250 watts to light-emitting diode floodlight 150 watt , 8 lamps 400 watts high pressure sodium floodlight to light emitting diodes floodlight 200 watts. In the technical analysis section Will compare the performance between the original high pressure sodium lamps and the light emitting diode lamps . To simulate the brightness level obtained both before and after replacing the lamp, the Dialux Evo software had been applied. In addition, economic analysis has also been analyzed and simply illustrated by simple payback period.

The study found that changing the lamp from a high pressure sodium lamps into a light emitting diode lamps can receive equivalent or greater brightness than using the original high pressure sodium lamps. And thus it can reduce energy costs by approximately 571,590 baht per year, using the investment in the installation of all emitting diode lamps 2,246,250 baht. Pay back period in this project is 4 years.

Keywords : HPS, LED, Energy saving

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์จาก บุคคลหลายท่านก่อนอื่นต้องขอขอบพระคุณ บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน) หรือโรงไฟฟ้า หนองแซง ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้เข้าไปฝึกปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ตลอดระยะเวลาหนึ่งภาคการศึกษาทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ในการทำงานด้านวิศวกรรมไฟฟ้ามากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการทำงานในอนาคตและต้องกราบขอบพระคุณปรัชญา หัวหน้าแผนก ช่อมบำรุงระบบไฟฟ้า และผู้นิเทศงาน รวมไปถึงพนักงานในแผนกช่อมบำรุงระบบ ควบคุมและเครื่องมือวัด ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและให้ประสบการณ์ในการทำงาน ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.นิรุธ จิรสุวรรณกุล อาจารย์นิเทศงาน ที่ได้ให้คำแนะนำตรวจแก้รายงาน ฉบับนี้ และให้ข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดมา และขอขอบพระคุณ คณาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมกำลังไฟฟ้า ทุกท่านที่ได้สั่งสอนให้ ความรู้อันเป็นประโยชน์ต่อการทำรายงานสหกิจฉบับนี้

ปัญจพนต์ เขียวสด

สารบัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญ(ต่อ) V
สารบัญตาราง VI
สารบัญรูป VII
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 3
1.4 วิธีการดำเนินงาน 3
1.5 แผนการดำเนินงาน 4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการของอุปกรณ์ในระบบแสงสว่าง
2.1 บทนำ 5
2.2 นโยบายการจัดการพลังงานของประเทศไทย 5
2.3 คุณสมบัติแสงทั่วไป 7
2.3.1 คุณสมบัติทั่วไปของแสง 7
2.3.2 การกำเนิดแสง 9
2.3.3 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง 10
2.3.4 อุปกรณไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป 10
2.4 เทคโนโลยีให้ความสว่าง 12
2.4.1 หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนท์ 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

2.4.2 หลอด High Intensity Discharge (HID) 16
2.4.3 หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode , LED) 23
2.5 มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ 28
2.6 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ 29
2.6.1 ระยะเวลาคืนทุน (Payback period) 29
2.6.2 วิธีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด (Discount Payback period) 29
2.6.3 มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ(Net Present Value) 30
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 31
บทที่ 3 การศึกษาและจำลองการให้ความสว่าง
3.1 ศึกษาข้อมูลด้านเทคนิค 32
3.2 สร้างโมเดลแบบจำลองโรงไฟฟ้า 33
3.3 การจำลองเปรียบเทียบความสว่างและประเมินราคา 35
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
4.1 ค่าใช้จ่ายโครงการ 48
4.2 หาจุดคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้ง 48
4.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย 50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ
5.1 สรุปผลการวิจัย 53
5.2 ข้อเสนอแนะ 54
บรรณานุกรม 55
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก 57
ภาคผนวก ข 60
ภาคผนวก ค 63
ประวัติผู้เขียน 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางเปรียบเทียบเทคโนโลยีการให้ความสว่าง [6] 27

3.1 ตารางเปรียบเทียบกำลังวัตต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูงต่อโคม LED..... 33

3.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED 35

3.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED..... 40

3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED 40

3.5 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED..... 43

3.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED 44

3.7 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED..... 47

4.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งโคม LED..... 49

4.2 ตารางค่าใช้จ่ายเมื่อมีโครงการเปลี่ยนหลอด LED..... 51

4.3 ตารางค่าใช้จ่ายเมื่อใช้โคมโซเดียมความดันไอสูงเดิม..... 52

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 รังสีช่วงที่ตามองเห็น 7
2.2 โครงสร้างหลอดไส้ 13
2.3 ขั้วหลอดแบบเขี้ยว 14
2.4 ขั้วหลอดแบบเกลียว 15
2.5 วงจรต่อใช้งานหลอดไส้ 15
2.6 โครงสร้างหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ 16
2.7 ตัวอย่างแสงจากโคมโซเดียมความดันไอต่ำ 17
2.8 วงจรต่อใช้งานหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ 17
2.9 โครงสร้างหลอดโซเดียมความดันไอสูง 18
2.10 วงจรต่อใช้งาน 20
2.11 โครงสร้างหลอดหลอดแสงจันทร์หรือหลอดไฟไอปรอท 20
2.12 วงจรต่อใช้งานหลอดไอปรอท 23
2.13 โครงสร้างหลอดไดโอดเปล่งแสง 24
2.14 LED module 24
2.15 LED Driver 25
2.16 Heat sink 25
3.1 แผนที่ LAYOUT โรงไฟฟ้าหนองแซง 34
3.2 แผนที่ LAYOUT 2 34
3.3 โมเดลที่ทำการจำลองโดยการใช้โปรแกรม sketchup 35
3.4 บริเวณที่ทำการจำลองความสว่างรอบอาคาร 36
3.5 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงบริเวณตึก 36
3.6 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED บริเวณตึก 37
3.7 บริเวณถนนที่ทำการจำลองความสว่าง 37
3.8 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงบริเวณถนน 38

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED บริเวณถนน 38
3.10 บริเวณ Lay down Area ที่ใช้ทำการจำลองแสงสว่าง 41
3.11 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงฟลัดไลท์ 250 วัตต์ 41
3.12 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED ฟลัดไลท์ 42
3.13 บริเวณ Lay down Area ที่ใช้ทำการจำลองแสงสว่าง 44
3.14 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงฟลัดไลท์ 400 วัตต์ บริเวณ Lay down Area 45
3.15 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัทกัลฟ์ เอ็นเนอจี ดีเวลลอปเมนท์ จำกัด (มหาชน) หรือกัลฟ์เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจหลักด้านการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า และพลังงานหมุนเวียนต่างๆ ซึ่งจำหน่ายให้ทั้งทางภาครัฐและเอกชนในพื้นที่เขตนิคมอุตสาหกรรมหลักๆภายในประเทศ และยังผลิตและจำหน่าย ไอน้ำและน้ำเย็น ให้กับกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้บริษัทยังให้บริการบริหารจัดการโครงการไฟฟ้าต่างๆภายในกลุ่มบริษัท โดยเริ่มตั้งแต่กระบวนการก่อสร้างโครงการ ไปจนถึงการบริหารจัดการภายหลังที่โครงการเปิดดำเนินการเชิงพาณิชย์

กลุ่มบริษัทกัลฟ์ เป็นหนึ่งในผู้ผลิตพลังงานชั้นนำของประเทศไทย โดยผลิตไฟฟ้าและพลังงานทดแทนที่มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือทั้งในปัจจุบันและเพื่ออนาคต ปัจจุบัน กัลฟ์มีโครงการโรงไฟฟ้าที่เปิดดำเนินการเชิงพาณิชย์แล้วรวม 20 โครงการ ได้แก่ โครงการ IPP ก๊าซธรรมชาติ 2 โครงการ โครงการ SPP ก๊าซธรรมชาติ (Cogen) จำนวน 14 โครงการ และโครงการ VSPP พลังงานแสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคา (Solar rooftop) จำนวน 4 โครงการ และมีโครงการโรงไฟฟ้าที่อยู่ระหว่างการก่อสร้างและพัฒนาจำนวน 8 โครงการ ได้แก่ โครงการ IPP ก๊าซธรรมชาติ 2 โครงการ โครงการ SPP ก๊าซธรรมชาติ (Cogen) จำนวน 5 โครงการ และโครงการ SPP ชีวมวล 1 โครงการ โดยบริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด (มหาชน) เป็นสถานประกอบการที่ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาเป็นโครงการ IPP ความสามารถในการผลิต 1600 MW ที่ผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าให้กับภาครัฐ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือ กฟผ.) 100%

ปัจจุบันการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ ไม่เว้นแม้แต่ประเทศไทย ความก้าวหน้าทางด้านต่างๆ ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานที่สูงขึ้น ในขณะที่ทรัพยากรที่ใช้ในการผลิตพลังงานกำลังลดลง หากไม่มีความตระหนักด้านการใช้พลังงาน เชื่อได้ว่าพลังงานจะต้องหมดลง จึงได้มีการศึกษา การวิจัย ทดแทนเทคโนโลยีเดิม ด้วยเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากกว่าเพื่อใช้ในการประหยัด และมีการนำพลังงานทดแทนมาใช้ ทั้งทางภาครัฐยังได้มีการออกกฎหมายและนโยบายต่างๆ เพื่อให้ประชาชนและผู้ประกอบการได้ตระหนักถึงการใช้พลังงานอย่างประหยัดและ มีประสิทธิภาพ

เนื่องจากกลุ่มบริษัทกัลฟ์ซึ่งมีนโยบายการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์อันสูงสุด และ อยู่ภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐ เพื่อให้เป็นไปตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. ๒๕๕๐ และเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า จึงได้มีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วางแผนจัดทำโครงการเพื่อลดอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า การดำเนินงานภายในโรงไฟฟ้ามีความจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าในปริมาณมากตลอดเวลาเกือบตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งทางด้าน ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบบำบัดน้ำ ระบบการผลิต เป็นต้น จากการศึกษาข้อมูลพบว่าภายในโรงไฟฟ้าหนองแซงมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2559 สูงถึง 196,283,400 หน่วย คิดเป็นเงิน 386,678,298 บาท และในปี พ.ศ. 2560 สูงถึง 233,655,860 หน่วย คิดเป็นเงิน 420,580,548 บาท จะเห็นได้ว่าโรงงานไฟฟ้าหนองแซงต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมากจึงเป็นสาเหตุให้มีการทำโครงงานในครั้งนี้เพื่อลดการใช้พลังงาน จากการสำรวจเนื่องจากระบบแสงสว่างภายในโรงไฟฟ้าหนองแซงมีการใช้อุปกรณ์ให้ความสว่างบนท้องถนนเป็นหลอดไฟประเภทหลอดโซเดียมความดันไอสูง ซึ่งเป็นหลอดที่มีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง จึงได้มีการวางแผนจัดทำโครงการเพื่อลดการใช้พลังงานด้านแสงสว่างภายในโรงงานไฟฟ้าหนองแซง โดยการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาช่วยในการอนุรักษ์พลังงาน โดยอุปกรณ์ที่นำมาทดแทนอุปกรณ์เดิมคือหลอดไฟประเภทไดโอดเปล่งแสง ซึ่งหลอดชนิดนี้มีประสิทธิภาพด้านประสิทธิภาพสูงทั้งทางด้านพลังงานที่ใช้ อายุการใช้งาน ความสว่าง และมีการโฟกัสของแสงที่มากกว่าหลอดชนิดอื่นๆ

โครงการนี้จะเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนระบบแสงสว่างภายในโรงงานไฟฟ้าหนองแซง โดยจะเปลี่ยนจากการใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูง เป็นหลอดไฟฟ้าชนิดไดโอดเปล่งแสงซึ่งมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าและมีอายุการใช้งานที่สูงกว่า โดยจะศึกษาทางด้านความสว่างทางด้านการใช้พลังงงานไฟฟ้าทางด้านราคา เปรียบเทียบระหว่างหลอดโซเดียมความดันไอสูงกับหลอดไดโอดเปล่งแสง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.) เพื่อลดการใช้พลังงานของโรงงานไฟฟ้าหนองแซงตามแผนการจัดการพลังงาน และนโยบายของโรงงาน

2.) สามารถเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมในการให้ความสว่างที่เพียงพอต่อพื้นที่การใช้งานและมีความ ปลอดภัยต่อบุคลากรภายในโรงไฟ้า

3.) ลดค่าใช้จ่ายทางด้านการใช้พลังงานไฟฟ้าและการซ่อมบำรุงระบบแสงสว่าง

4.) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนดำเนินงานในการติดตั้งระบบแสงสว่างเพื่อเป็นประโยชน์ต่อองค์กรในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนระบบให้ความสว่างบนท้องถนนภายในโรงไฟฟ้าหนองแซง จากการใช้โคมไฟถนนหลอดความดันไอสูง (high pressure sodium) ขนาด 250 W โคมฟลัดไลท์หลอดความดันไอสูง (high pressure sodium) ขนาด 250 W โคมไฟฟลัดไลท์ขนาด 400 w เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ซึ่งให้ความสว่างที่เพียงพอ หรือเทียบเคียงกับความสว่างจากหลอดเดิม และประเมิณค่างบประมาณที่ต้องใช้ในการซื้ออุปกรณ์ พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด ค่าไฟฟ้า ระยะเวลาคืนทุนและผลตอบแทนของการเปลี่ยนหลอด

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการอนุรักษ์พลังงานภายในโรงไฟฟ้าหนองแซง ซึ่งมีด้วยกัน 3 โครงการ ได้แก่ LED ST building , UF Project และ LED Streetlight

1.4 วิธีดำเนินงาน

1.) ศึกษาระบบแสงสว่างภายในโรงงานไฟฟ้าหนองแซงจากแบบแปลนของโรงไฟฟ้าเพื่อดูบริเวณที่สามารถปรับปรุงระบบแสงสว่างภายในโรงงานได้

2.) ศึกษาหลักการทำงานของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ การต่ออุปกรณ์ของหลอดไฟ อัตราการใช้พลังงานของแต่ละหลอด อายุการใช้งาน และข้อเด่น ข้อด้อยของหลอดไฟฟ้าแต่ละหลอด

3.) สร้างโมเดลแบบจำลองของโรงไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม SketchUp Pro 2018 เพื่อนำไปจำลองระบบแสงสว่าง

4.) จำลองระบบแสงสว่างภายนอกอาคารของโรงไฟฟ้าหนองแซงโดยใช้โปรแกรม DIALUX EVO เพื่อเปรียบเทียบความสว่างระหว่างหลอดโซเดียมความดันไอสูงกับหลอดไดโอดเปล่งแสง

5.) วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงของหลอดไฟภายในโรงไฟฟ้า

6.) คำนวณค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดเมื่อเปลี่ยนหลอดไฟเพื่อหาจุดคุ้มทุน

7.) จัดทำเอกสารข้อมูลทั้งหมดของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	เดือนที่ 1				เดือนที่ 2				เดือนที่ 3				เดือนที่ 4			
1. ศึกษาระบบต่างๆในโรงไฟฟ้า	x															
2. ศึกษาประเภทของหลอดไฟฟ้า	x	x														
3. ศึกษาระบบการให้แสงสว่างภายในโรงไฟฟ้า		x														
4. ศึกษาระบบการให้แสงสว่างบนท้องถนน		x	x													
5. สร้างโมเดลจำลองเพื่อนำไปจำลองระบบแสงสว่าง				x	x	x										
6. จำลองระบบการให้แสงสว่าง						x	x	x								
7. คำนวณปริมาณการประหยัดพลังงาน									x	x						
8. คำนวณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์											x	x				
9. นำข้อมูลมาวิเคราะห์และสรุปผล												x	x			
10. จัดทำรูปเล่มและนำเสนอ														x	x	x

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.) ระบบแสงสว่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และมีอายุการใช้งานที่มากขึ้น

2.) ได้รับความรู้ความเข้าใจในการติดตั้งและออกแบบระบบแสงสว่าง

3.) ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าหนองแในระยะยาว

4.) ได้รับผลตอบแทนจากการเปลี่ยนระบบแสงสว่างหลังจากระยะเวลาคืนทุน

5.) ได้รับทักษะด้านการทำงาน

6.) เป็นประโยชน์ในการวางแผนดำเนินงานในการติดตั้งระบบแสงสว่างเพื่อเป็นประโยชน์ต่อองค์กรเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการของอุปกรณ์ในระบบแสงสว่าง

2.1 บทนำ

ในการเปลี่ยนอุปกรณ์ให้แสงสว่างบนท้องถนน จากหลอดโซเดียมความดันไอสูงเป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง เพื่อให้การเปลี่ยนอุปกรณ์ยังคงให้ความสว่างตามมาตรฐาน และมีความคุ้มค่าในการเปลี่ยนอุปกรณ์เมื่อเทียบกับพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากหนังสือ วารสาร ตำรา วิทยานิพนธ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องต่างๆ เพื่อให้สามารถเปลี่ยนอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งประกอบไปด้วย นโยบายพลังงานของประเทศไทย ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติของแสง ความรู้เกี่ยวกับหลอดไฟ หลักการทำงานของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของหลอดไดโอดเปล่งแสง

2.2 นโยบายการจัดการพลังงานของประเทศไทย

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าฯ ให้ประกาศว่าโดยที่เป็นการสมควรมีกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน จึงทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ตราพระราชบัญญัติขึ้นไว้โดยคำแนะนำและยินยอมของสภานิติบัญญัติแห่งชาติ ทำหน้าที่รัฐสภา คือ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ต่อมา พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช มีพระบรมราชโองการโปรดเกล้าให้ประกาศแก้ไข พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 เป็น พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2550 โดยมีหลักการดังนี้ [1]

1.ส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทยโดยให้มีการผลิตและใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานไฟฟ้า

2.เพื่อให้เกิดการผลิตเทคโนโลยีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานขึ้นใน ประเทศและมีการใช้อย่างแพร่หลาย

3.เพื่อส่งเสริมให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างเป็นรูปธรรม โดยการจัดตั้งกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อให้ความช่วยเหลือทางการเงินแก่ผู้ที่ต้องดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมาย

กลุ่มเป้าหมายตามพระราชบัญญัติกลุ่มเป้าหมายที่รัฐเข้าไปกำกับดูแลและให้การส่งเสริม เพื่อให้เกิดการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานประกอบด้วย

1. โรงงานควบคุม
2. อาคารควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายเครื่องจักร อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง และวัสดุที่ใช้ในการอนุรักษ์ พลังงาน

โดยกลุ่มอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมจะเน้นไปที่อาคารและโรงงานที่มีการใช้พลังงาน มากตามพระราชกฤษฎีกา

มาตรการในการดำเนินการเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ตามหลักการประกอบด้วย

1. มาตรการกำกับดูแล พระราชบัญญัติได้กำหนดให้เจ้าของอาคารควบคุมและเจ้าของโรงงานควบคุมมีหน้าที่ต้องดำเนินการตามกฎหมาย โดยมีรายละเอียดในหัวข้อ “3 หน้าที่ของเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม”

2. มาตรการส่งเสริมและช่วยเหลือการดำเนินการอนุรักษ์พลังงาน พระราชบัญญัติได้กำหนดให้จัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานขึ้นมา โดยมีคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริม 17 การอนุรักษ์พลังงานตามมาตรา 27 เป็นผู้กำกับดูแล วัตถุประสงค์หลักของกองทุนฯกำหนดไว้ในตาม มาตรา 25 เพื่อเป็นการสนับสนุนอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมให้ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานตาม กฎหมาย และในขณะเดียวกันก็กำหนดให้สามารถให้ความช่วยเหลือแก่ผู้อื่นที่มีความประสงค์จะอนุรักษ์พลังงานได้ด้วย

บทลงโทษ

พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2550 เป็นกฎหมายที่เน้น การสนับสนุน ส่งเสริมและช่วยเหลือ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อให้พระราชบัญญัติมีสภาพบังคับ จึงมีบทกำหนดโทษ ในลักษณะของค่าปรับ สำหรับผู้ที่ไม่ดำเนินการตามกฎหมาย ในเรื่องการไม่ส่งและบันทึกข้อมูลการ ไม่จัดทำเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน การไม่ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมาย และแผนอนุรักษ์พลังงาน ตลอดจนการไม่แจ้งแต่งตั้งผู้รับผิดชอบพลังงาน สำหรับผู้ใดรับรองผลงาน ด้านการอนุรักษ์พลังงานอันเป็นเท็จจะต้องระวางโทษจำคุกหรือปรับหรือทั้งจำทั้งปรับ (รายละเอียด ของบทกำหนดโทษ ตามหมวดที่ 9 ของพระราชบัญญัติ)

ค่าธรรมเนียมพิเศษ นอกจากมาตรการกำกับดูแลโดยมีบทลงโทษในลักษณะของค่าปรับ แล้วพระราชบัญญัตินี้ยังมีการกำหนดค่าธรรมเนียมพิเศษการใช้ไฟฟ้าสำหรับผู้ที่ไม่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐาน ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์และวิธีการอนุรักษ์พลังงาน อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันยังไม่มีการประกาศใช้ค่าธรรมเนียมพิเศษนี้แต่อย่างใด

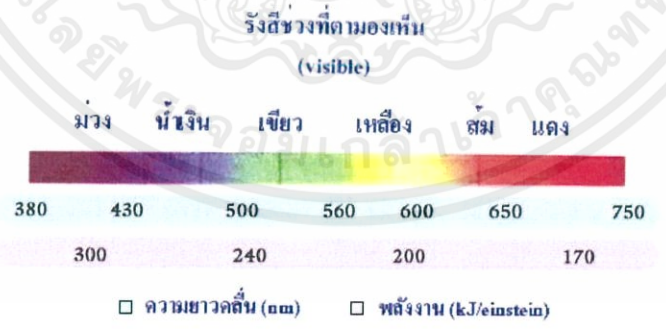
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 คุณสมบัติแสงทั่วไป

แสงทำให้เรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัวเราได้ว่ามีรูปทรง ขนาด และสีสันอย่างไร โดยเกิดจากแสงจะเดินทางแหล่งกำเนิดและสะท้อนที่วัตถุมาเข้าสู่ตา ซึ่งม่านตาจะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณแสงที่ตกกระทบ บนบริเวณเรตินา (Retina) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ประสาทเป็นจำนวนมหาศาล เซลล์เหล่านี้แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ โคน (Cones) อยู่ตรงกลางบริเวณเรตินา ทำหน้าที่คอยรับความรู้สึกทางด้านสีและช่วยแยกแยะรายละเอียดของสิ่งต่าง ๆ แต่เรตินาจะทำงานได้ต่อเมื่อมีแสงสว่างมากพอ ส่วนอีกส่วน เรียกว่า ร็อด (Rods) เป็นส่วนที่ไม่สามารถตอบสนองทางด้านสี แต่จะช่วยให้เห็นภาพต่าง ๆ ได้อย่างหยาบ ๆ [2]

2.3.1 คุณสมบัติทั่วไปของแสง

แสง เป็นพลังงานรูปหนึ่งเช่นเดียวกับพลังงานรูปอื่น ๆ มีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับ คลื่นวิทยุคลื่นโทรทัศน์คลื่นไมโครเวฟ และคลื่นของรังสีต่าง ๆ เมื่อแสงเคลื่อนที่ไปในตัวกลางต่าง ๆ จะมีปรากฏการณ์ที่สำคัญเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน 5 ปรากฏการณ์คือ การทะลุผ่าน (Transmission) การสะท้อน (Reflection) การหักเห (Refraction) การกระจาย (Diffusion) และการดูดกลืน (Absorption) โดยจะแตกต่างกันไปในตัวกลางแต่ละชนิด ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกใช้วัสดุตลอดจนการออกแบบ และการติดตั้งดวงโคมแสงที่ตาคนเราสามารถมองเห็น เป็นเพียงแถบพลังงานช่วงแคบ ๆ ที่มีค่าความยาวคลื่นระหว่าง 380-760 นาโนเมตร ซึ่งก็คือแถบสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ตามลำดับ ดังรูป



รูปที่ 2.1 รังสีช่วงที่ตามองเห็น

ที่มา : http://www.il.mahidol.ac.th/.../ph.../cloroplast/cloroplast4.htm

โดยแสงที่ตาคนเรา ตอบสนองได้ดีที่สุด คือ แสงสีเหลือง ส่วนแถบสีที่มีความสำคัญเป็นพิเศษ ได้แก่แดง เขียว น้ำเงิน หรือที่เรียกว่า แม่สีของ แสง ซึ่งสามารถผสมกันเกิดเป็นแสงสีอื่น ๆ ออกมาได้และถ้ามีแม่สีดังกล่าวครบจะทำให้เกิดการ มองเห็นสีได้อย่างถูกต้อง การที่มองเห็นวัตถุเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีต่าง ๆ กันนั้น เกิดจากการที่วัตถุดูดกลืนแสงสีอื่นไว้ ทั้งหมด และสะท้อนเฉพาะแสงสีที่เป็นสีของวัตถุนั้นมาเข้าสู่ตาของเรา ดังนั้นการเห็นสีของวัตถุใด ๆ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางสีของแสง (Color Properties of Light) ซึ่งได้แก่

1) อุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature) คือ การระบุสีของแสงที่ปรากฏให้เห็น โดยเทียบกับแสงที่เปล่งจากวัตถุที่อุณหภูมิใด ๆ มีหน่วยเป็นเคลวิน (K) เป็นค่าที่บอกว่าแสงที่ได้มี ความขาวมากน้อยแค่ไหน หากมีอุณหภูมิต่ำแสงที่ได้จะอยู่ในโทนอุ่น (เหลืองแดง) เช่น แสงจากหลอด ไส้ที่มีอุณหภูมิสี 2,700 K ส่วนพระอาทิตย์ในยามเที่ยงวันที่ให้แสงขาวจ้านั้น จะมีอุณหภูมิสีประมาณ 5,500 K ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่านี้แสงที่ได้ก็จะอยู่ในโทนเย็น (ฟ้า) แต่หลอดไฟฟ้าทั่วไป เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์อาจไม่ระบุค่าอุณหภูมิเป็นเคลวิน แต่มักแสดงโดยชื่อของโทนสีดังนี้

โทนสีของแสง (Color Group)	อุณหภูมิสีของแสง (K)	ตัวอย่างหลอดไฟฟ้า
สีหลอดไส้ (Incandescent:1)	ประมาณ 2,700	หลอดอินแคนเดสเซนต์
สีขาวเหลือง (Warm White: WW)	ประมาณ 3,000	หลอดทังสเตนฮาโลเจน
ขาว (White: W)	ประมาณ 3,500	หลอดไอปรอทความดันสูง
สีขาวเย็น (Cool White: CW)	ประมาณ 4,000	หลอดเมทัลฮาไลด
สีฟ้า (Daylight: D)	ประมาณ 5,000 – 6,000	แสงจากดวงอาทิตย
สีขาวฟ้าเย็น (Cool Daylight: CD)	ประมาณ 6,500 ขึ้นไป	หลอดฟลูออเรสเซนต์

การวัดอุณหภูมิสีของแสงต่างจากการวัดอุณหภูมิความร้อน โดยหลอดไฟที่มี อุณหภูมิสีดำจะให้โทนสีอุ่น ส่วนหลอดที่มีอุณหภูมิสีสูงจะให้โทนสีเย็น ซึ่งจะตรงข้ามกับอุณหภูมิความร้อน การเลือกใช้แสงที่มีอุณหภูมิสีต่างกันจะทำให้ได้บรรยากาศต่างกันไปด้วย โทนสีอุ่นจะให้ ความรู้สึกสบาย ๆ ส่วนโทนสีเย็นจะให้ความรู้สึกกระฉับกระเฉงจึงเหมาะที่จะใช้ในโรงงานมากกว่า

2) ดัชนีเทียบสี (Color Rendering Index, Ra หรือ CRI) เป็นค่าที่บอกว่าแสงนั้นทำให้เห็นสีของวัตถุได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด ค่า Ra ไม่มีหน่วยมีค่าตั้งแต่ 0-100 โดยกำหนดให้แสงอาทิตย์มีค่า Ra = 100 เพราะแสงอาทิตย์ประกอบด้วยสเปกตรัมครบทุกสีและมีความเข้มของ แต่ละสีในระดับที่สม่ำเสมอ ส่วนหลอดไส้แม้มีค่าอุณหภูมิสีต่ำ แต่ก็ให้แสงที่มีสเปกตรัมครบทุกสีจึงมี ค่า Ra = 100 เช่นกัน ขณะที่แหล่งกำเนิดแสงอื่น ๆ เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แม้ว่ามีอุณหภูมิสีที่ใกล้เคียงกับแสงอาทิตย์ก็ไม่ใช่จะมีสเปกตรัมครบทุกสีซึ่งหมายความว่าสีของวัตถุที่อยู่ภายใต้แสงนั้นจะเพี้ยนไปจากความจริง จึงมีค่า Ra ต่ำกว่า 100 ส่วนแสงที่เป็นแบบความยาวคลื่นเดี่ยว ซึ่งแยกสีไม่ได้เลยจะมีค่า Ra = 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การกำเนิดของแสง

แสงอาจจะได้จากธรรมชาติ (Daylight) หรือแหล่งกำเนิดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น (Artificial Light) โดยที่แสงจากแหล่งกำเนิดทั้งสองนี้ก็ยังมีการกำเนิดของแสงที่แตกต่างกันได้หลาย วิธีดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) แสงธรรมชาติดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดแสงธรรมชาติแสงจากดวงอาทิตย์ที่เห็นตามปกติเป็นสีขาว เกิดจากการรวมตัวกันของแสงครบทุกแถบสีหากจำแนกตามค่าพลังงาน จะได้เส้นกราฟ (สเปกตรัม) ที่มีความต่อเนื่องและมีระดับที่สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังประกอบด้วย คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงที่ตามองไม่เห็น ได้แก่ รังสีอัลตร้าไวโอเลต (รังสีเหนือม่วง) ที่ความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตรและรังสีอินฟราเรด (รังสีใต้แดง) ที่มีความยาวคลื่นมากกว่า 760 นาโนเมตร

2) แสงที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น คือแสงที่เกิดจากหลอดไฟฟ้า ซึ่งมีมากมายหลายชนิดแต่หลักการให้กำเนิดแสงของหลอดไฟฟ้านั้นมีอยู่เพียง 3 วิธีคือ

2.1 อินแคนเดสเซนต์ (Incandescent) เป็นการให้กำเนิดแสงด้วยวิธีการเผาวัตถุให้ร้อนเช่น การเผาไส้เทียนไข การเผาไส้ทังสเตนของหลอดไส้ธรรมดา การเปล่งแสงวิธีนี้จะให้สเปกตรัมของแสงครบทุกสีและมีความต่อเนื่อง (Continuous Spectral Power Distribution) แต่ทว่าค่าของพลังงานของแสงในช่วงความยาวคลื่นโทนสีแดงจะมากกว่าโทนสีน้ำเงิน ตัวอย่างหลอดที่ใช้หลักการนี้คือ หลอดไส้ทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นหลอดจำปา หลอดปิงปอง หลอดสะท้อนแสงชนิด กระจกบาง (Spotlight) และกระจกหนา (PAR) หลอดลิเนีย และหลอดทังสเตนฮาโลเจน

2.2 ลูมิเนสเซนต์ (Luminescence) เป็นการให้กำเนิดแสงด้วยการกระตุ้นอะตอมของก๊าซที่บรรจุภายในหลอดให้เกิดพลังงานออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งที่มองเห็นและมองไม่เห็น หลอดไฟฟ้าที่ใช้หลักการนี้เรียกว่า หลอดก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge Lamp) แสงที่ได้จากการกระตุ้นอะตอมก๊าซนี้มีไม่ครบทุกสีเนื่องจากสเปกตรัมมีลักษณะเป็นช่วง ๆ (Line or Band Spectrum) จึงมีความไม่ต่อเนื่อง (Discrete Spectral Power Distribution) ส่วนจะมีแสงสีใดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของก๊าซที่บรรจุภายในหลอดนั้นสร้างแถบสีของแสงใดมากที่สุด เช่น หลอดที่บรรจุก๊าซเมอร์คิวรี่ (ไอปรอท) เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์จะให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงของแสง อัลตร้าไวโอเลต (UV) ซึ่งมนุษย์ไม่สามารถมองเห็น จึงต้องมีการเคลือบผิวด้านในของหลอดชนิดนี้ ด้วยผงฟอสเฟอร์เพื่อเปลี่ยนแสง UV ให้เป็นแสงที่ตามองเห็น

2.3 อินดักชั่น (Induction) เป็นการพัฒนาการให้กำเนิดแสง โดยใช้หลักการของ การเหนี่ยวนำคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction) กับหลักการของก๊าซดิสชาร์จ (Gas Discharge) ผสมกัน ในขั้นแรกจะต้องเหนี่ยวนำให้เกิดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นใช้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นตัวถ่ายพลังงานให้กับอะตอมของไอปรอทที่บรรจุภายในหลอด เมื่ออะตอมของก๊าซ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกกระตุ้นจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปแสงอัลตร้าไวโอเลต และเมื่อผ่านสารเคลือบผิวด้านในของหลอดจะเกิดเรืองออกมาเป็นแสงขาวที่เรามองเห็นได้ดังนั้นสเปกตรัมของหลอดที่ใช้หลักการ อินดักชั่นจึงไม่มีความต่อเนื่อง เช่นเดียวกับหลอดก๊าซดิสชาร์จที่ใช้หลักการลูมิเนสเซนต์ตัวอย่าง หลอดที่ใช้หลักการนี้คือ หลอดคิวแอล (QL)

2.3.3 หน่วยที่ใช้ในการวัดแสงสว่าง

1) ฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux : Ø หรือ F) เป็นปริมาณแสงทั้งหมดที่ส่อง ออกจากแหล่งกำเนิดแสง ซึ่งก็คือหลอดไฟฟ้ามีหน่วยเป็น ลูเมน (Lumen : lm) ซึ่งมีค่าเท่ากับ ปริมาณแสงที่ตกลงพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ที่ห่างจากจุดกำเนิดแสง 1 แคนเดลาเป็นระยะทาง 1 หน่วย

2) ความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity : I) เป็นความเข้มของแสงที่ส่องออกมาจากแหล่งกำเนิดในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง บางครั้งเรียกว่า กำลังส่องสว่าง (Candlepower) มักใช้แสดงความเข้มของแสงที่มุมต่าง ๆ ของดวงโคม โดยทั่วไปจะวัดเป็นจำนวนเท่าของความเข้มที่ได้จากเทียนไข 1 เล่ม จึงมีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela : cd)

3) ความสว่าง (Illuminance: E) เป็นปริมาณแสงที่ตกกระทบพื้นผิว ต่อพื้นที่ 1 ตร.ม. โดยทั่วไปอาจเรียกว่า ระดับความสว่าง (Lighting level) จึงเป็นค่าที่บ่งบอกว่าพื้นที่นั้น ๆ ได้รับแสง 23 สว่างเพียงพอหรือไม่มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางเมตร หรือ ลักซ์ (Lux) นั่นเอง ส่วนหน่วยเดิมวัดเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต หรือฟุตแคนเดิล (Footcandle) มีค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

4) ความส่องสว่าง (Luminance : L) เป็นค่าที่บอกปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากพื้นผิวใด ๆ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง บางครั้งจึงอาจเรียกว่า ความจ้า (Brightness) เป็นที่นิยมใช้ในการกำหนดความสว่างของไฟถนน ซึ่งต้องการความปลอดภัยสูงสุด หากกำหนดแต่ความสว่างจะไม่เพียงพอ เพราะความสว่างวัดเพียงปริมาณแสงที่ตกลงพื้นถนน ในขณะที่ความส่องสว่างหรือ Luminance นี้จะวัดปริมาณแสงที่สะท้อนจากพื้นถนนมาเข้าตาผู้ขับขี่ด้วย จึงบอกได้ว่าเวลาขับรถเรามองเห็นสิ่งต่าง ๆ บนพื้นถนนได้ดีเพียงไร ความส่องสว่างมีหน่วยเป็น cd/m^2) ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Light Efficacy) คือ อัตราส่วนฟลักซ์การส่องสว่างต่อ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟ มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อวัตต์

2.3.4 อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป

1. บัลลาสต์ เป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ ควบคุมแหล่งจ่ายพลังงานให้กระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในหลอดไฟฟ้ามีค่าสม่ำเสมอ เหมาะสมกับหลอดแต่ละประเภท แต่ละชนิดและแต่ละขนาด ซึ่งเป็นอุปกรณ์จำเป็นสำหรับหลอดก๊าซดิสชาร์จ เพราะเมื่อหลอดไฟผ่านขั้นตอนการจุดติดแล้วนั้น ค่าความต้านทานของหลอดจะลดลงอย่างมาก จึงต้องนำบัลลาสต์มาต่ออนุกรมในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานมิให้กระแสไฟฟ้าไหลเกินพิกัดจนไส้หลอดขาด การใช้งานร่วมกันระหว่างหลอดไฟฟ้า และบัลลาสต์จะต้องเป็นชนิดที่ออกแบบให้ใช้งานร่วมกันได้หากใช้งานผิด

แรงดันไฟฟ้า (Line Volt) คือ ค่าแรงดันที่บัลลาสต์ถูกออกแบบไว้หากแรงดันที่ป้อนหรือความถี่ผิดไปจะส่งผลกระทบอย่างมากแก่หลอดไฟฟ้าจนอาจเสียหายได้ แรงดันไฟฟ้าตก (Voltage Dip) คือ ระดับแรงดันไฟฟ้าตกลงในช่วงสั้น ๆ ซึ่งมีผลทำ ให้ความสว่างของหลอดไฟฟ้าลดลงเล็กน้อย แต่บัลลาสต์ยังสามารถส่งกระแสให้หลอดติดอยู่ได้

ตัวประกอบกำลัง (Power Factor, PF) คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังวัตต์ต่อผลคูณของค่าแรงดันไฟฟ้ากับค่ากระแส บัลลาสต์ที่มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำจะดึงกระแสเข้ามาก ทำให้ขนาดของสายไฟฟ้า ฟิวส์สวิตช์และเบรกเกอร์อาจรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ที่ต้องใหญ่ขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าขณะเริ่มทำงาน (Starting Current) ก็มีผลเช่นเดียวกัน ประสิทธิภาพของบัลลาสต์คือ อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้า ต่อ กำลังไฟฟ้ารวม ซึ่งรวมความสูญเสียในตัวบัลลาสต์ (Ballast Losses)

ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าสูงสุด (Peak) ต่อค่า RMS (Root-Mean-Square Value) ของกระแส ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปคลื่น ที่ออกมาจากบัลลาสต์หากมีค่าสูงเกินไปจะส่งผลต่อความสว่างของหลอดไฟฟ้า และทำให้หลอดไฟฟ้าเสื่อมเร็วขึ้น

2. โคมไฟ โคมไฟนอกจากทำหน้าที่ยึดหลอดและอุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์แล้วยังมีหน้าที่สำคัญคือ ควบคุมทิศทางแสงให้กระจายไปตกบนพื้นที่ทำงานที่เราต้องการ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอันตรายซึ่งอาจเกิดขึ้นกับหลอดไฟฟ้าได้อีกด้วย ปัจจุบันมีผู้ผลิตโคมไฟแบบต่าง ๆ มากมายวัสดุที่ใช้ทำโคมไฟเพื่อกรองแสงไม่ให้จ้าเกินไปก็มีหลายชนิด ในการเลือกใช้งานโคมไฟจึงไม่ควรเลือกโดยคำนึงถึงแต่ความสวยงามเพียงอย่างเดียว คุณสมบัติสำคัญที่ต้องพิจารณาได้แก่

ประสิทธิภาพของโคมไฟ คือ อัตราส่วนระหว่างลูเมนรวมที่ออกมาจากโคมไฟต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า โคมไฟที่มีประสิทธิภาพสูงจะไม่ดูดกลืนหรือกักแสงไว้มาก

สัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ (Coefficient of Utilization, CU) คือ อัตราส่วนระหว่างค่าลูเมนรวมที่ไปตกถึงพื้นที่ทำงานต่อลูเมนรวมที่ออกมาจากหลอดไฟฟ้า จึงเปรียบเสมือนได้รวมค่าประสิทธิภาพโคมไฟเข้ากับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้น คือ ความสูงและสัดส่วนของห้องหรือ อัตราส่วนโพรง (Cavity Ratio) ตลอดจนค่าการสะท้อนแสงของเพดาน ผนัง และพื้นไว้ด้วยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสื่อมจากโคมไฟสกปรก (Luminaire Dirt Depreciation, LDD) คือ การที่ปริมาณแสงลดลงตามระยะเวลาที่ใช้โคมไฟ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสะอาดของพื้นที่ และลักษณะของโคมไฟแต่ละชนิด

3. หลอดไฟฟ้า หลอดไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่างเพื่อให้ความสว่างในยามค่ำคืน ในที่มืด หรือบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเพิ่มเติม ปัจจุบันมีหลอดไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติต่างกันมากมาย เราจึงจำเป็นต้องศึกษาให้ทราบถึงหลักการเลือกใช้หลอดไฟฟ้าให้เหมาะสำหรับงานแต่ละประเภท โดยปัจจัยในการพิจารณาสำคัญของหลอดไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาได้แก่

ประสิทธิภาพแสง (Luminous Efficacy) สำหรับหลอดไฟฟ้า คือ อัตราส่วนระหว่าง ปริมาณแสงที่หลอดเปล่งออกมาได้หรือ ค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น (หลังทำงาน 100 ชั่วโมง) ต่อ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ซึ่งอาจคิดเฉพาะกำลังวัตต์ของหลอดก็ได้แต่ที่ถูกต้องควรคิดรวมบัลลาสต์ด้วย อายุใช้งาน (Lamp Mortality) หมายถึงระยะเวลาโดยเฉลี่ย ซึ่งเมื่อใช้งานหลอด ไฟฟ้าครบระยะเวลานั้นแล้ว จะคงเหลือหลอดไฟฟ้าที่ยังทำงานอยู่ครึ่งหนึ่ง

ความเสื่อมของหลอด (Lamp Lumen Depreciation, LLD) คือ อัตราส่วนปริมาณ แสงที่เหลืออยู่เมื่อหลอดไฟฟ้าครบอายุใช้งาน เทียบกับค่าฟลักซ์การส่องสว่างเริ่มต้น เนื่องจากการ เสื่อมสภาพของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด

2.4 เทคโนโลยีให้ความสว่าง

2.4.1 หลอดไส้หรือหลอดอินแคนเดสเซนท์

หลอดไส้หรืออินแคนเดสเซนต์ (Incandescent lamp) [3] เป็นหลอดชนิดที่ใช้ไส้หลอดเป็นตัวเปล่งแสง เมื่อไส้หลอดขาดจะไม่มีแสงสว่างปรากฏออกมา หลอดชนิดนี้เป็นหลอดแก้ว (Bulb) ไส้หลอดที่เปล่งแสงสว่างออกมาทำด้วยทังสเตน (Tungsten Filament) ภายในหลอดบรรจุแก๊สไนโตรเจนและแก๊สอาร์กอน (เป็นแก๊สเฉื่อย) เข้าไปแทนที่หลังจากดูดอากาศจากภายในหลอดออกหมด แก๊สเฉื่อยที่บรรจุเข้าไปนี้จะทำให้หลอดมีคุณสมบัติการใช้งานนานขึ้น คือมีอายุการใช้งานนานประมาณ 1,000 ชั่วโมงถูกประดิษฐ์ขึ้นโดย โทมันส เอดิสันมานานกว่า 125 ปี เป็นหลอดที่มีการใช้งานอยู่ตั้งแต่ช่วงแรกๆ ของการให้แสงสว่างในปัจจุบันมีการใช้งานน้อยลง หลอดอินแคนเดสเซนท์เป็นหลอดที่มีราคาต่ำที่สุด แต่มีอัตราการกินพลังงานไฟฟ้าสูงมากเมื่อเทียบกับปริมาณความสว่างที่จ่ายออกมา เทคโลยีหลอดอินแคนเดสเซนท์สร้างแสงสว่างโดยการให้ความร้อนแก่ไยเหล็ก ที่อยู่ภายในแก้วหลอด อย่างไรก็ตามพลังงานไฟฟ้ามากกว่า 90 เปอเซ็นต์ถูกใช้ไปกับพลังงานความร้อนและอีก 10 เปอเซ็นต์ ใช้เพื่อสร้างแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลอดไส้

รูปที่ 2.2 โครงสร้างหลอดไส้

ที่มา : http://powerm1.blogspot.com/2016/12/2.html

1.) ไส้หลอด ไส้หลอดของหลอดไส้ทำด้วยทังสเตน (Tungsten) หรือโลหะผสมระหว่างทังสเตนและออสเมียม (Osmium) ที่เรียกว่า ออสแรม (Osram) ซึ่งมีคุณสมบัติเหมาะสม คือ สามารถรีดเป็นเส้นเล็กๆ ทนแรงดึงและมีจุดหลอมเหลวสูง และผลของความร้อนไม่ทำให้ความต้านทานเปลี่ยนแปลงมากนัก จุดที่สำคัญคือ สามารถเผาให้สว่างใกล้จุดหลอมละลายได้ (ประมาณ 3,400 c) โดยมีการระเหิดน้อย

2.) กระเปาะแก้ว กระเปาะแก้ว โดยทั่วไปทำด้วยแก้วใสบาง แต่มีบางชนิดทำด้วยแก้วหนา เพื่อให้ทนความร้อนสูง เช่น หลอดภาพในเครื่องฉายต่างๆ ลักษณะภายนอกของหลอดไฟสามารถ ทำให้มีรูปร่างลักษณะ ต่าง ๆ กันได้ตามลักษณะการใช้งาน สำหรับหลอมหลอดแก้วบางจะมีการใช้น้ำยาเคมีหรือกรดเติมลงในหลอด หรืออาจเคลือบผิวด้านในของกระเปาะด้วยซิลิกาสีขาวเพื่อให้หลอดกระจายแสงได้ดี มีการดูดซึมแสงน้อย

3.) ก๊าซเฉื่อย หลังจากสูบเอาอากาศภายในกระเปาะแก้วออกหมดแล้ว จะบรรจุก๊าซเฉื่อย เช่น คริปตอน (Krypton) อาร์กอน (Argon) หรือไนโตรเจน (Nitrogen) เข้าไปในกระเปาะแก้ว ก๊าซ เหล่านี้จะไม่ทำปฏิกิริยากับไส้หลอด และความดันของก๊าซยังช่วยลดการระเหิดของไส้หลอดได้อีก ด้วย ซึ่งเป็นการลดเขม่า (เกิดจากอนุภาคของทังสเตน) ที่กระเปาะแก้ว ทำให้หลอด มีประสิทธิภาพ สูงขึ้น นอกจากนี้ก๊าซเฉื่อยยังช่วยลดการแผ่รังสีความร้อนของไส้หลอดได้อีกด้วย ดังนั้นหลอดที่ บรรจุก๊าซเฉื่อยจึงสามารถทำงานที่อุณหภูมิสูงได้ และให้กำเนิดแสงสีขาวได้มากกว่าหลอดสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.) ขั้วหลอด ขั้วหลอดมีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือ ช่วยยึดหลอดไว้ในตัวยึดขั้วหลอด สำหรับการต่อเชื่อมวงจรไฟฟ้า และทำหน้าที่กระจายไฟฟ้าไปจ่ายให้กับไส้หลอด ขั้วหลอดที่นิยม ใช้มี 2 ลักษณะ คือ ขั้วหลอดแบบเขี้ยว และขั้วหลอดแบบเกลียว

ก. ขั้วหลอดแบบเขี้ยว ที่ขั้วหลอดมีแกนโลหะยื่นออกมา 2 ด้าน เพื่อเป็นตัว ล็อคติดกับฐานหลอดด้วยแรงสปริง ซึ่งติดอยู่ที่ฐานหลอด ทำให้ถอดตรวจซ่อมและเปลี่ยนหลอดได้ ง่าย รวดเร็ว หลอดแบบใช้เขี้ยวจึงถูกนำมาใช้กับงานที่มีการสั่นสะเทือนอยู่เสมอเช่น หลอดไฟ ยานพาหนะ และยังใช้เป็นที่แพร่หลายในที่พักอาศัย

รูปที่ 2.3 ขั้วหลอดแบบเขี้ยว

ที่มา : https://www.thianthong.com

ข. ขั้วหลอมแบบเกลียวขั้วหลอดแบบนี้ท าเป็นเกลียว (แบบมน) สำหรับ หมุนยึดติดกับฐานหลอด โดยมีใช้ตั้งแต่ขนาดเล็ก ๆ เช่น หลอดไฟฉาย จนถึงขนาดใหญ่ๆ เช่น หลอดสปอร์ตไลท์ (Spotlight) โดยแบ่งตามขนาดของหลอด (กำลังไฟฟ้า) ได้ 3 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ แบบ Medium screw-shell ใช้สำหรับหลอดที่มีกำลังไม่เกิน 300 วัตต์ แบบ Screw-shell ใช้สำหรับหลอดที่มีกำลังตั้งแต่ 300 วัตต์ – 1,500วัตต์ แบบ Mogul bi-post base ใช้สำหรับหลอดที่มีกำลังตั้งแต่ 1,500วัตต์ ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 ขั้วหลอมแบบเกลียว

ที่มา : http://www.sangpaiboonlighting.com

คุณสมบัติของหลอดไส้

1) แสงที่ได้รับจะมีสีค่อนข้างแดง ให้ผลทางด้านการมองเห็นวัตถุอื่นๆค่อนข้างต่ำ (ค่า CRI 40)

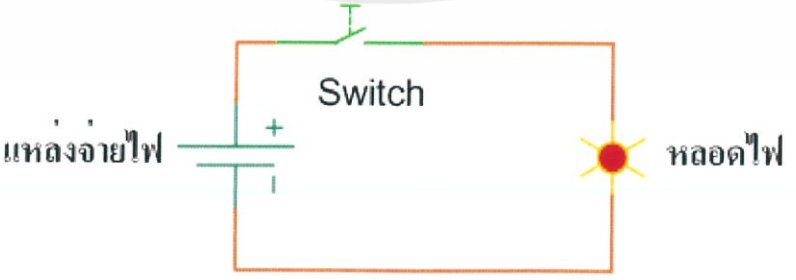
2) ขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอดมีตั้งแต่ 1-1,500 วัตต์ ประสิทธิภาพ 11-15 ลูเมนต่อวัตต์

3) อายุการใช้งานของหลอดประมาณ 1,000 – 5,000 ชม.

4) ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งหลอดมีไส้ถูกกว่าหลอดไฟฟ้าแบบอื่น ๆ

5) เหมาะนำไปใช้ในงานที่ต้องการความสว่างน้อยเป็นจุด ๆ เช่น ห้องเก็บของ เล็กหรือไฟแสดง และไฟประดับ หรือในงานที่ต้องการรังสีความร้อน เนื่องจากไส้หลอดเมื่อจุด ติดแล้วจะให้ความร้อนค่อนข้างสูง ถ้ามีกำลังไฟฟ้าสูง ๆ เช่น ใช้ในห้องอบสี เป็นต้น

วงจรการต่อใช้งาน



รูปที่ 2.5 วงจรต่อใช้งานหลอดไส้

ที่มา : https://sites.google.com/site/thanyawitjutiyon/555

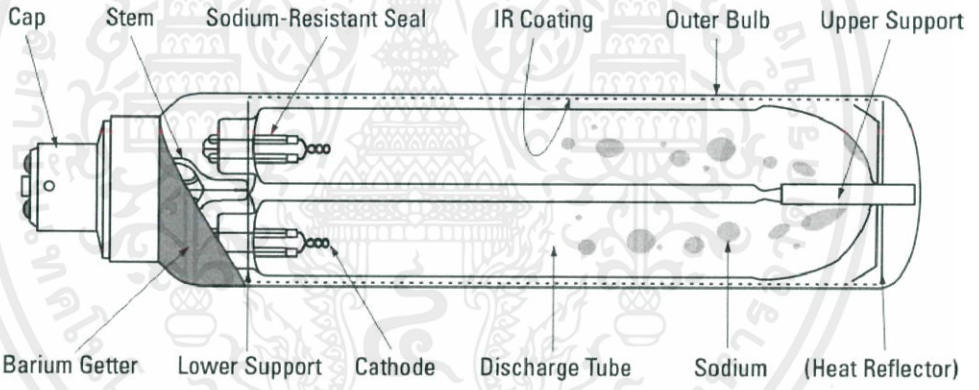
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หลอด High Intensity Discharge (HID)

เป็นหลอดที่ใช้หลักการการปล่อยประจุของแก๊สซึ่งจะประกอบไปด้วยหลอด 3 ชนิด ได้แก่ [4]

1. หลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (Low-pressure sodium ,LPS)

เป็นหลอดไฟฟ้าที่ทำงานที่ความดันภายในหลอดต่ำมาก หลอดไฟชนิดนี้สามารถเปล่งแสงที่มีคลื่น ความยาวเดียวออกมา แสงดังกล่าวอยู่ในย่านของแสงสีเหลือง มีความยาวอยู่ระหว่าง 589.0 – 589.5 นาโน เมตร ซึ่งอยู่ใกล้ความยาว 555 นาโนเมตร ซึ่งเป็นแสงที่ตาคนเรารับรู้ได้ไวที่สุด ดังนั้นจึงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องการความปลอดภัยหรือต้องการความชัดเจน หลอดโซเดียมความดันไอต่ำเป็นหลอดที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุดในบรรดาหลอดทั้งหมดประมาณ 120 – 200 lumen/wat แต่แสงที่ได้เป็นสีเหลือง และดัชนีความถูกต้องของแสงต่ำมากจึงถูกจำกัดใช้ในการให้ความสว่างภายนอกอาคารที่ต้องการการเปิดใช้เป็นเวลานานๆ อายุการใช้งานจะอยู่ที่ประมาณ 18000 ชั่วโมง



รูปที่ 2.6 โครงสร้างหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

ที่มา : http://www.lamptech.co.uk

หลอดชนิดนี้จำเป็นจะต้องใช้บัลลาสต์ในการจุดหลอดให้ติดสว่าง ระยะเวลาในการจุดหลอดให้ติดสว่างเต็มที่จะค่อนข้างใช้เวลานาน คือ 10-15 นาที และยังต้องใช้เวลาในการ restart อีกด้วย ซึ่งบัลลาสต์ที่ใช้ร่วมกับหลอดจะมีขนาดใหญ่และมักเป็นชนิด high power factor

คุณสมบัติของหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

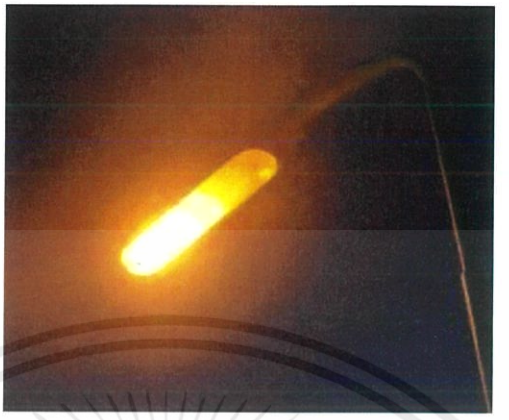
1.) อายุการใช้งานประมาณ 10,000-18,000 ชั่วโมง

2.) ประสิทธิภาพ 80 – 180 ลูเมนต่อวัตต์ และต้องการเวลาจุดติดเต็มที่

3.) แสงที่เกิดจากหลอดชนิดนี้จะเป็นแสงสีเดียว (monochromatic) ซึ่งจะมีการกระจายพลังงาน ทางสเปกตรัม จะมีลักษณะเป็น line spectrum 2 เส้นคือ 589 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

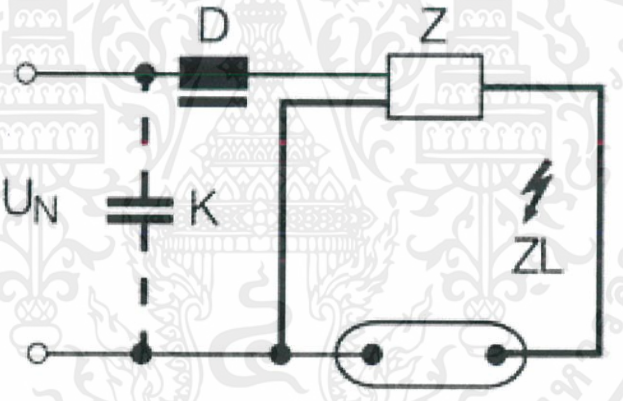
(ประมาณ 95 % ของ output) และ 586 นาเมตร (ประมาณ 5% ของ output) ทำให้สีของวัตถุเพี้ยนไปจากเดิมมาก ยกเว้นสีเหลือง (ค่า CRI 0)



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแสงจากโคมโซเดียมความดันไอต่ำ

ที่มา : http://www.wikiwand.com/en/Security_lighting

วงจรต่อใช้งาน



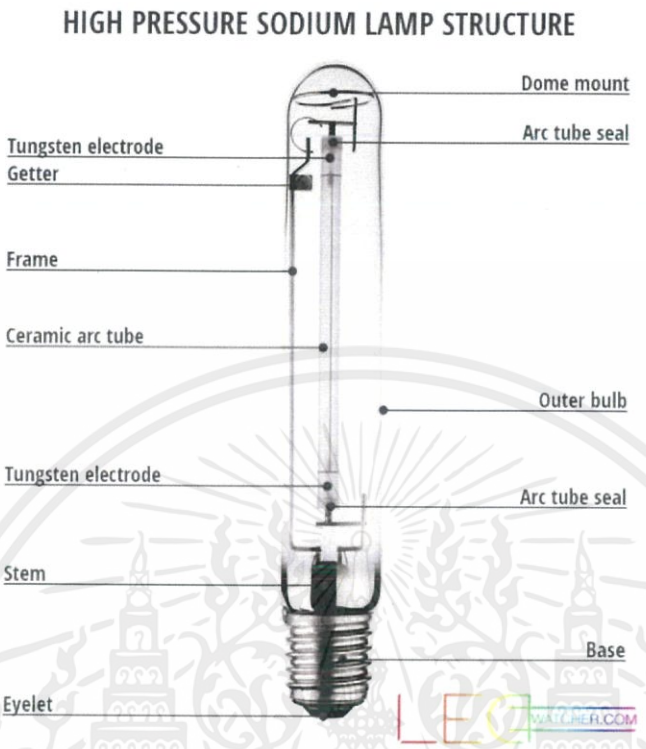
รูปที่ 2.8 วงจรต่อใช้งานหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ

ที่มา : http://irrigation.rid.go.th

2. หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium, HPS)

เป็นหลอดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมาใช้ในงานที่ต้องการปริมาณแสงสว่างมาก สีของแสงจะเป็นสีเหลืองทอง ตามคุณสมบัติของโซเดียม เช่นเดียวกับหลอดโซเดียมความดันต่ำ แต่หลอดโซเดียมความดันสูงจะมีค่า CRI สูงกว่าหลอดโซเดียมความดันต่ำหลอดโซเดียมความดันสูงเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในบรรดาหลอดดีสชาร์จด้วยกันเนื่องจากมันให้ประสิทธิภาพมากถึง 140 ลูเมนต่อวัตต์ หลอดชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอด Fluorescent และ เมทัลฮาไลด์ถึง 50% แลมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดแสงจันทร์ถึง 100% และสูงกว่าหลอด Incandescent ถึง 600%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 โครงสร้างหลอดโซเดียมความดันไอสูง

ที่มา : www.ledwatcher.com

กระเปาะแก้วด้านนอก ทำหน้าที่เช่นเดียวกันกับหลอดแสงจันทร์ (หลอดไอปรอทความดันสูง) และหลอดเมทัลฮาไลด์

กระเปาะแก้วด้านใน (หลอดอาร์ก) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าหลอด 2 แบบแรก จึงทำงานที่อุณหภูมิสูงและเนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดเล็กจึงไม่มีขั้วอิเล็กโตรดช่วยในการจุดอยู่ภายใน หลอด จะมีเฉพาะขั้วอิเล็กโตรดหลักเท่านั้น ภายในหลอดบรรจุด้วยโซเดียมเป็นหลักนอกจากนี้ยังมีก๊าซซีนอนและปรอทรวมอยู่ด้วย หลอดอาร์กจะทำมาจากเซรามิกเนื่องมาจากความร้อนและความดันจากการคายประจุของโซเดียมสูงมาก นอกจากนี้ภายในหลอดอาร์กประกอบไปด้วยก๊าซซีนอนปรอท และโซเดียมปะปนอยู่และในหลอดโซเดียมความดันสูงนี้จะไม่มีสตาร์ทติ้งอิเลคโทรดและสตาร์ทติ้งรีซิสเตอรอยู่เลย

คุณสมบัติของก๊าซที่บรรจอยู่ในหลอดอาร์กมีดังนี้

1. ก๊าซซีนอน เป็นก๊าซเฉื่อย ทำหน้าที่ช่วยในการแตกตัวของก๊าซโซเดียมให้รวดเร็วขึ้นจึงทำให้เกิดความร้อนขึ้นภายในหลอดอาร์กมากขึ้น โดยจะมีค่าความดันภายในหลอดอาร์กประมาณ 200 มิลิเมตรปรอท ซึ่งเป็นที่มาของการเรียกหลอดไฟฟ้านี้ว่า หลอดโซเดียมความดันสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ไอปรอทเป็นตัวเปล่งแสงสีน้ำเงินเขียวออกมา และเมื่อไปผสมกับแสงที่ได้จากโซเดียมจะได้แสงสีธรรมชาติแต่ปริมาณแสงสีเหลืองและแสงสีส้ม จะมีมากกว่าแสงสีอื่นๆ

3. โซเดียม มีสถานะเป็นของแข็ง ณ อุณหภูมิปกติแต่เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดการแตกตัวและเปล่งแสงสีเหลืองสดออกมา เพียงสีเดียว เพื่อจะไปผสมกับแสงสีอื่นที่เกิดจากการแตกตัวของก๊าซชนิดอื่นต่อไป

หลักการทำงานของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

เนื่องจากหลอดชนิดนี้ไม่มีขั้วอิเล็กโตรดช่วยในการจุดหลอด ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าที่จุดหลอดสูงมาก ตั้งแต่ 2500-5000V จึงต้องใช้อุปกรณ์สร้างพัลส์แรงสูงช่วยรวมกับบัลลาสต์ เพื่อทำให้ก๊าซซีนอนเกิดการแตกตัวเปล่งแสง โดยอาศัยตัวจุดหลอด (Ignitor) จะเป็นตัวสร้างพัลส์ที่มีความถี่สูงเพื่อส่งไปให้บัลลาสต์สร้างแรงดันไฟฟ้าสูง แต่จะเกิดขึ้นเป็นระยะเวลาสั้นและรวดเร็วมาก (ประมาณ 1 ไมโครวินาที) โดยก๊าซซีนอนจะแตกตัวทำให้ความร้อนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำให้ก๊าซโซเดียมและปรอทแตกตัวตาม ซึ่งทำให้หลอดสว่างขึ้นเรื่อยๆ จนสว่างจ้าในที่สุด เมื่อตอนเริ่มแรกจะเห็นแสงสีแดงแล้วค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและเหลืองทองในที่สุด ซึ่งเป็นผลมาจากโซเดียม เริ่มเกิดการแตกตัวขึ้นภายในหลอดอาร์ก หลอดชนิดนี้จะมีช่วงเวลาอุ่นไส้หลอด (Warm up Period) จนกระทั่งสว่างเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 3-4 นาทีและเวลาคืนตัว 1 นาที

คุณสมบัติของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

1.) อายุการใช้งานของหลอดโซเดียมความดันไอสูงประมาณ 12,000 – 24,000 ชั่วโมง

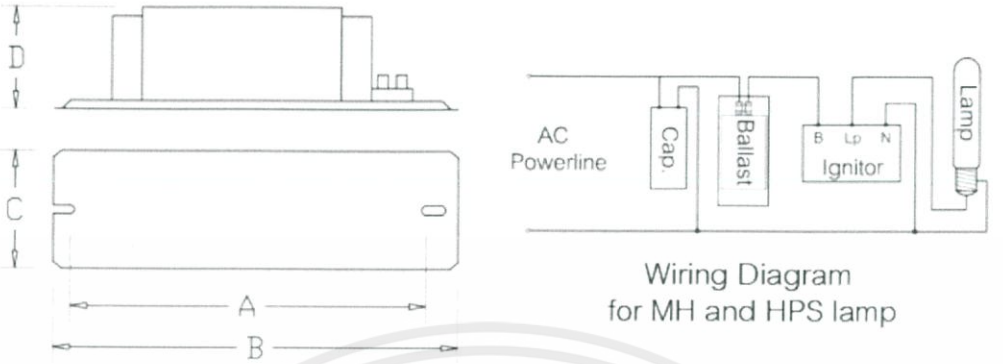
2.) ประสิทธิภาพของหลอดอยู่ที่ 45 – 130 ลูเมนต่อวัตต์และต้องการเวลาในการจุดติดเต็มที่

3.) อุณหภูมิของแสงสีที่ให้จะอยู่ที่ 2000k แสงที่ได้จะเป็นสีเหลือง และมีค่าความถูกต้องของแสงสี (CRI) ที่ 25

4.) ภายในหลอดบรรจุปรอทและตะกั่ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรต่อใช้งาน

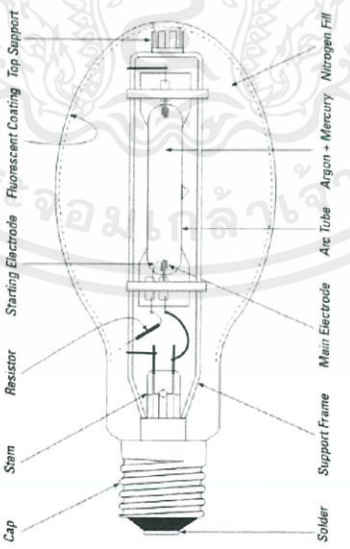


รูปที่ 2.10 วงจรต่อใช้งาน

ที่มา : http://www.sangchai.com/

3. หลอดแสงจันทร์หรือหลอดไฟไอปรอท(MercuryVaporLamp)

เป็นหลอดความดันไอโซเดียมความดันสูง มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 12,000-24,000 ชั่วโมง ให้แสงสว่าง 40 ถึง 60 ลูเมนต์ต่อวัตต์ มีขนาดตั้งแต่ 40 จนถึง 1,000 วัตต์และมีทั้งชนิดที่ใช้กับบัลลาสต์และชนิดที่ไม่ ใช้บัลลาสต์ อายุการใช้งานหากเป็นหลอดที่ใช้บลลาสต์ จะมีอายุประมาณ 24,000 ชั่วโมง แต่หากเป็นหลอดที่ไม่ใช้บลลาสต์ อายุการใช้งานจะสั้นกว่า มีอายุการใช้งานประมาณ 16,000 ชั่วโมง



รูปที่ 2.11 โครงสร้างหลอดหลอดแสงจันทร์หรือหลอดไฟไอปรอท

ที่มา : http://irrigation.rid.go.th/rid8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลอด

1. ขั้วหลอด (Base) เป็นสวนที่ต่อกับวงจรไฟฟ้า โดยทั่วไปจะเป็นแบบเกลียวและมี 2 ขนาด คิอ E27 และ E40

1.1 กระเปาะแก้วด้านนอก (Outer Bulb) ทำหน้าที่เป็นตัวห่อหุ้มป้องกันหลอดแก้วชั้นในไม่ให้สัมผัสกับอากาศภายนอก หลอดแก้วทั้งสองถูกกั้นด้วย ไนโตรเจนหรือสญญากาศ และยังทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนและป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลตที่เกิดจากหลอดอาร์กภายในหลอด และรักษาอุณหภูมิภายในหลอดให้คงที่ ตลอดจนยังสามารถเคลือบสารเรืองแสง เพื่อให้มีการเปลี่ยนสีของแสงสว่างได้อีกด้วย หรือฉาบด้วยอลูมิเนียมบริสุทธิ์เพื่อที่ให้หลอดมีการสะท้อนแสงได้เป็นต้น

1.2 หลอดอาร์ก (Arc Tube) เป็นหลอดแก้วด้านในของหลอด มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงปิดหัวท้ายและทำมาจากแร่ควอตซ์ซึ่งเป็นแร่หินที่มีคุณสมบัติทนอุณหภูมิได้สูงมาก ที่ปลายของกระเปาะแก้วด้านในด้านหนึ่งติดกับ อิเล็กโตรดหลัก (Main Electrode) และอีกด้านหนึ่งจะมีตัวต้านทานจุดติดต่ออนุกรมกับอิเล็กโตรดหลัก การต่อเชื่อมวงจรจะเชื่อมต่อกันด้วยก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในกระเปาะแก้ว ซึ่งก๊าซดังกล่าวได้แก่ ก๊าซอาร์กอน และไอปรอท

1.3 อิเล็กโตรด (Electrode) ในหลอดแสงจันทร์จะมีอิเล็กโตรด 2 ด้านคือ

- อิเล็กโตรดหลัก (Main Electrode) จะทำงานอยู่ตลอดเวลาและทำมาจากวัสดุพวก ทังสเตน ซึ่งทำเป็นขดลวดเคลือบด้วยสารแบเรียมออกไซด์หรือแบบอัดเรียบพันด้วยลวดทังสเตน
- อิเล็กโตรดช่วยในการจุดติด (Starting Electrode) ทำหน้าที่เป็นอิเลกโตรดในช่วงเริ่มต้นของการสตาร์ทหลอด

1.4 ตัวต้านทานในการจุดติด (Starting Resistor) จะทำงานในช่วงจุดไส้หลอด เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในตอนเริ่มต้นจุดไส้หลอด โดยปกติจะมีความต้านทานประมาณ 50,000-60,000 โอห์ม

1.5 ตัวยึดโครงสร้างภายในหลอดไฟ (Support) ใช้ยึดตัวกระเปาะแก้วด้านใน (Arc Tube) กับขั้วหลอด ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังขั้วอิเล็กโตรด บางหลอดจะมีสปริงติดอยู่เพื่อให้มีการยืดหยุ่นเมื่อเกิดการกระแทกในสภาวะการใช้งานที่มีการเคลื่อนที่ของหลอดตลอดเวลา

หลักการทำงานของหลอด

เมื่อเริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอด แรงดันไฟฟ้าจะตกคร่อมที่ขั้วอิเลคโทรดหลัก (MainElectrode) และอิเลคโทรดที่ใช้สำหรบการสตาร์ท (Starting Electrode) ซึ่งอยู่ที่ปลายด้านล่างของหลอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนทำให้เกิดการอาร์กของก๊าซอาร์กอนและเกิดความร้อนขึ้นตามลำดับ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ไอปรอทเกิดการแตกตัวออก ความต้านทานลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งถึงจุดจุดหนึ่งซึ่งแรงดันของบัลลาสต์สามารถเอาชนะความต้านทานระหว่างปลายอิเลคโทรดหลักได้กระแสไฟฟ้าจะเริ่มไหลจากอิเล็คโทรดหลักข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งซึ่งอยู่ตรงข้ามได้ จากนั้นไอของปรอทจะเริ่มแตกตัวมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ความต้านทานของหลอดจะมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับ Starting resistor และหลังจากนี้ไปจะไม่มี ไฟฟ้าไหลผ่านจากอิเล็คโทรดหลักที่ Staring electrode อีกเลย ระยะเวลาช่วงนี้นับตั้งแต่เริ่มจ่ายแรงดันให้กับหลอด จนถึงช่วงที่หลอดเปล่งแสงออกมาได้ถึง 80% ของความสว่างทั้งหมดเรียกช่วงเวลานี้ว่า “ช่วงอุ่นตัว” (Warm up -Period) ซึ่งกินเวลาประมาณ 3-5 นาที (เวลาอุ่นไส้หลอด = เมื่อเปิดไฟแล้วแสงที่ออกมาจากหลอดยังไม่สว่างเต็มที่ ต้องใช้เวลาตามชนิดของหลอดระยะหนึ่ง) หากไฟฟ้าเกิดดับลงหลอดแสงจันทร์จะไม่สามารถจุดติดได้ทันทีต้องรอเวลาเพื่อให้ความดันและอุณหภูมิภายในหลอดลดลงและรอให้ก๊าซต่างๆ ไอปรอทที่เกิดการแตกตัวกลับมารวมกันเป็นปกติเหมือนตอนเริ่มสตาร์ทจึงจะสามารถสตาร์ทหลอดใหม่ ช่วงเวลานี้เรียกว่า ช่วงเวลาเริ่มสตาร์ทใหม่ (Restarting Time) หรือช่วงเวลาคืนตัว (Restrike Time)

หลอดแก้วชั้นนอกอาจจะเป็นหลอดแก้วชนิดใส หรืออาจจะเคลือบสารเรืองแสงด้านในก็ได้คุณสมบัติทางไฟฟ้าและลักษณะการทำงานไม่ได้แตกต่างกันเลยแต่สิ่งที่จะแตกต่างกันออกไปคือรูปแบบของการกระจายแสง หรือสีที่ออกมา จะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสารเรืองแสงที่เคลือบอยู่ภายใน จะเปลี่ยนรังสีอุลตราไวโอเลตไปเป็นแสงสีแดง จะให้แสงและสีที่ดีขึ้น

หลอดแสงจันทร์ที่นิยมใช้กันอีกชนิดหนึ่งก็คือ หลอดแสงจันทร์ชนิดที่ไม่ต้องใช้บัลลาสต์สามารถใช้กับฐานขั้วหลอด Incandescent เพื่อเพิ่มความสว่างให้แก่สถานที่นั้น และเป็นการเพิ่มอายุการใช้งานของหลอดให้นานออกไปอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามหลอดแสงจันทร์ประเภทนั้นก็ยังคงมีข้อด้อยคือ ยังคงมีอายุการใช้งานเฉลี่ยสั้นกว่าหลอดแสงจันทร์ ชนิดแรกมาก

คุณสมบัติของหลอดความดันไอปรอท

1.) อายุการใช้งานของหลอดความดันไอปรอท อยู่ที่ 12,000 – 24,000 ชั่วโมง

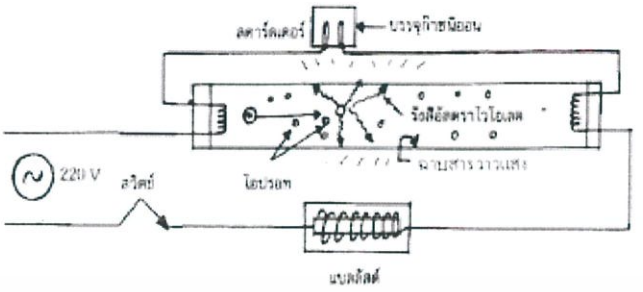
2.) ประสิทธิภาพของหลอดความดันไอปรอทอยู่ที่ประมาณ 13 – 48 ลูเมนต่อวัตต์ ต้องใช้เวลาในการจุดติดจนสว่างเต็มที่

3.) ให้อุณหภูมิของสีที่ 4000k และมีค่าความถูกต้องของแสง (CRI) 15-55

4.) มีรังสีอัลตร้าไวโอเลต และมีสารปรอทอยู่ภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรต่อใช้งาน



รูปที่ 2.12 วงจรต่อใช้งานหลอดไอปรอท

ที่มา : http://rmutphysics.com

2.4.3 หลอดไดโอดเปล่งแสง (Light emitting diode , LED)

หลอด LED (Light Emitting Diode) [5] หรือไดโอดเปล่งแสง จุดกำเนิดคือ ไดโอด ไดโอดเป็นอุปกรณ์ อิ เล็กทรอนิกส์ ขนาดสองขั้วที่ออกแบบและควบคุมทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า โดยยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางเดียว และกั้นการไหลในทิศทางตรงกันข้าม เมื่อกล่าวถึงไดโอด มักจะ หมายถึงไดโอดที่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำ (semiconductor diode) ซึ่งก็คือผลึกของสารกึ่งตัวนำที่ต่อกันได้ทางขั้วไฟฟ้าทั้งสองขั้ว

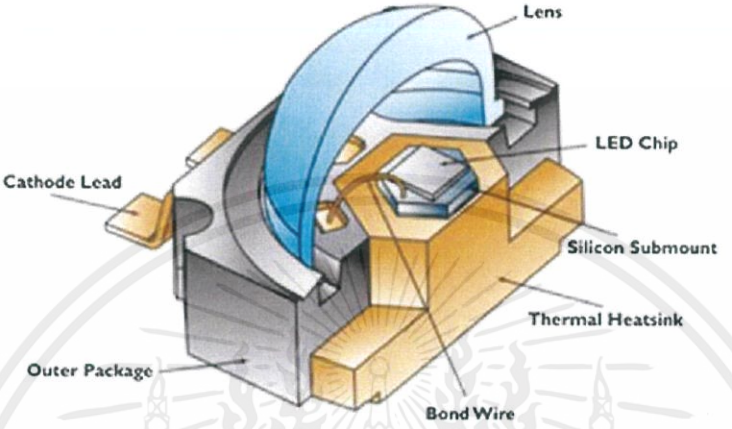
ส่วนหลอด LED หรืออาจเรียกว่า solid-state lighting(SSL) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำประเภทหนึ่ง จัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงในช่วงสเปกตรัมแคบในรูปของอิเล็กโตรลูมิเนสเซนต์(electroluminescence)สีของแสงที่ เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้และเปล่งแสงได้ใกล้ช่วงอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) ช่วงแสงที่มองเห็น (visible light)และช่วงอินฟราเรด (infrared) ผู้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงขึ้นเป้นคนแรก คือ Nick Holonyak Jr. แห่งบริษัทเจเนรัลอิเล็กทริก (General Electric Company)โดยได้พัฒนาไดโอดเปล่งแสงในช่วงแสงสีแดงที่มองเห็นและสามารถใช้งานได้ ในเชิงปฏิบัติเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1962 จนกระทั่งช่วงทศวรรษที่ 1970 George Craford จึงได้คิดค้น LED สีเหลือง (amber)ขึ้นเป็นครั้งแรกและได้พัฒนาความสว่างของ LED สีแดงและสีแดงอมส้มด้วย

ในช่วงแรกๆ นั้นหลอด LED ใช้เป็นตัวบ่งบอกสัญญาณ(indicator light) ในการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอเล็กทรอนิกส์ เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข รีโมทคอนโทรล และกระติกน้ำร้อน เป็นต้น เพราะตัวหลอด LED มีขนาด เล็กจิ๋ว และใช้กระแสไฟฟ้า น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณแสงที่ออกมา ทำให้ในเวลาต่อมามีผู้พัฒนาหลอด LEDอย่างต่อเนื่อง จากแรกเริ่มที่ให้สีโทนร้อน คือ สีแดง ส้มเหลือง ต่อมาได้มีการคิดค้นวิธิ การสร้างหลอดที่ให้ สีโทน เย็น คือ สีเขียวและน้ำเงินและได้แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาวโทนเย็นขึ้น จึงมีการนำมาใช้งานทดแทนหลอดไฟฟ้าชนิดอื่นอย่างจริงจังทั้งที่ ใช้เป็นแสงขาวโทน สีต่างๆ รวมทั้งใช้ เป็นไฟเปลี่ยนสีจากการผสมสี RGB

โครงสร้างหลอดได้โอดเปล่งแสง



รูปที่ 2.13 โครงสร้างหลอดไดโอดเปล่งแสง

ที่มา : http://www.arch.chula.ac.th

1. LED module อาจประกอบดhวย LED เม็ดเดียว หรือหลายเม็ดรวมกันในแผงเดียวกัน โดย LED แต่ละเม็ดประกอบด้วยชิป (chip) ของสารกึ่งตัวนำ ตัวฐาน และขาสำหรับใช้ต่อกับวงจร ทั้งหมด หุ้มเคลือบด้วยวัสดุอีพ็อกซี่เรซิน (epoxy resin) ที่มีลักษณะโปร่งใสเหมือนเลนส์ เพื่อป้องกัน ชิ้นส่วนภายในตัว LEDและกำหนดทิศทางการกระจายแสง

รูปที่ 2.14 LED module

ที่มา : http://www.arch.chula.ac.th

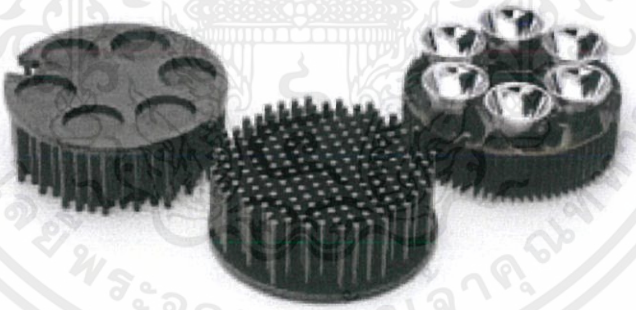
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Driver เปนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ เปลี่ยนระดับกระแสไฟฟ้าจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้า จากปริมาณสูงให้น้อยลงก่อนจ่ายเข้าสู่ตัวหลอด นอกจากนั้นยังควบคุมความเข้มแสง โดยการเปลี่ยนความถี่และจังหวะความสว่างของเม็ด LED

รูปที่ 2.15 LED Driver

ที่มา : http://www.arch.chula.ac.th

3. Heat sink เป็นอุปกรณ์ระบายความร้อนจากหลอด LEDซึ่งคุณภาพการระบายความร้อนขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้เช่นทองแดง



รูปที่ 2.16 Heat sink

ที่มา : http://www.arch.chula.ac.th

หลักการทำงานของหลอด LED

เมื่อเปิดสวิตช์ไฟ กระแสไฟฟ้าจะผ่าน driver เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและเปลี่ยนจากความต่างศักย์ไฟฟ้าส่งไปสู่ ความต่างศักย์ ไฟฟ้า ที่ค่อนข้างต่ำ ประมาณ 2.5-3 โวลต์แลวจึงจ่ายเข้าตัวชิปของหลอด LED ซึ่งมีเพียงตัวนำแคโทดและแอโนดเท่านั้น โดยหลอด LED จะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านน้อยมาก ประมาณ 20มิลลิแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในตัวชิปของLED ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำขั้วประจุบวกชนิด P (Positively changed material) ที่อยู่ห่างจากสารกึ่งตัวนำขั้วประจุลบชนิด N (Negatively changedmaterial) เล็กน้อย จุดนี้เรียกว่ารอยต่อ (junction) เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่านหลอด LED ตัวนำแอโนดจะไปดันขั้วประจุบวกและตัวนำแคโทดไปดันขั้วประจุลบให้มาชนกันเมื่อประจุบวกและประจุลบมาชนกันที่รอยต่อของสารกึ่งตัวนำทั้งสองชนิดก็จะจับตัวกันและคายพลังงานออกมาในรปของแสงสว่าง ซึ่งเรียกว่า "อเล็กโตรลูมิเนสเซนต์" ทำให้เกิดแสงสว่างที่บริเวณด้านหน้าตัวหลอด ซึ่งมีอุณหภูมิในการทำงานที่ประมาณ 25 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป แสงสว่างที่ออกมาจะลดลงแสงจากหลอด LED มีลักษณะพุ่งออกในทิศทางเดียว แต่ในกรณีต้องการให้แสงกระจายออกในมุมแคบหรือกว้างเพิ่มขึ้นก็จะใช้อุปกรณ์ครอบหลอด LED ในลักษณะของเลนส์(package) ไว้เพื่อบังคับทิศทางของการกระจายแสง

หลอด LED สามารถเปิดปิดได้ทันทีไม่ต้องใช้ระยะเวลาในการจุดติดเหมือนหลอดไส้ที่ต้องเผาไส้หลอด หรือหลอดดิสชาร์จที่ต้องปรับแรงดันก๊าซภายใน หลอด LED สามารถปรับความเข้มของแสงได้ด้วยอุปกรณ์หรี่ไฟ (dimmer) โดยขึ้นอยู่กับรุ่นและอุปกรณ์ควบคุมซึ่งจะต้องตรวจสอบให้แน่ใจก่อนเลือกใช้

ปัจจุบันเทคโนโลยีหลอดไดโอดเปล่งแสง (LED) ได้ถูกพิสูจน์ว่าเหนือกว่าทางด้านประสิทธิภาพการให้พลังงาน ประสิทธิภาพด้านมูลค่า และประหยัดกว่าหลอดไฟแบบดั้งเดิม ทำให้หลอด LED เป็นตัวเลือกต้นๆในการประหยัดพลังงานด้านแสงสว่าง หลอด LED ที่ใช้ในการให้ แสงสว่างบนท้องถนนมีอายุการใช้งานมากกว่า 50000 ชั่วโมง (ขึ้นอยู่กับการใช้งาน) ซึ่งมากกว่าอายุการใช้งานของ หลอดโซเดียมความดันไอสูง ถึงสี่เท่า และหลอด LED ยังมีค่าซ่อมบำรุงและค่าเปลี่ยนหลอดที่ต่ำกว่าหลอดโซเดียมความดันไอสูง

คุณสมบัติของหลอดไดโอดเปล่งแสง

1.) อายุการใช้งานของหลอดไดโอเปล่งแสงจะมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดชนิดอื่นๆ ที่ 50,000 – 100,000 ชั่วโมง

2.) ประสิทธิภาพของหลอดไดโอดเปล่งแสง 70 - 150 ลูเมนต่อวัตต์

3.) ให้อุณหภูมิของแสง 3,200K - 6,400K และให้ค่าความถูกต้องของสีสูงที่สุดที่85 – 90

4.) ราคาของอุปกรณ์ค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบเทคโลยีการให้ความสว่าง [6]

Light Technology	Incandescent Light	Low Pressure Sodium	High Pressure Sodium	Mercury Vapor Light	LED Light
Life Time(hrs)	1,000 - 5,000	10,000 - 18,000	12,000 - 24,000	12,000 - 24,000	50,000 - 100,000
Lumens per watt	11 - 15	80 - 180	45 - 130	13 - 48	70 - 150
Color Temperature	2,800K	1,800K	2,000K	4,000K	3,200K - 6,400K
CRI (color rendering index)	40	0	25	15 - 55	85 - 90
Ignition time	Instant	Up to 15 min	Up to 15 min	Up to 15 min	instant
Consideration	Very inefficient , short life time	low CRI with yellow light , Contain mercury and lead	low CRI with yellow light , Contain mercury and lead	Very inefficient , Generate ultraviolet radiation , contains mercury	relative higher initial cost

จากข้อมูลของหลอดแต่ละชนิดดังตารางที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า ในยุคที่หลอด LED ยังไม่เป็นที่นิยม หลอดชนิดโซเดียมความดันไอสูงจะถูกใช้อย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรมเมื่อเทียบกับหลอดชนิดอื่นๆ เนื่องจากหลอดให้ค่าประสิทธิภาพลูเมนต่อวัตต์ที่สูงเมื่อเทียบกับหลอดไส้ และหลอดความดันไอปรอท ถึงแม้ว่าจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าเมื่อเทียบกับหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ แต่หลอดโซเดียมความดันไอสูงก็ให้ค่าความถูกต้องของสีมากกว่าหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ และอายุการใช้งานยังสูงอีกด้วย ดังนั้นหลอดชนิดนี้จึงเป็นที่นิยมใช้มาก ต่อมาเมื่อหลอด LED ได้เข้ามามีบทบาท เนื่องจากประสิทธิภาพที่สูงกว่า ทั้งทางด้านการให้ความสว่าง ความถูกต้องของสีและอายุการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้งานทำให้เริ่มมีการนำหลอด LED มาใช้เพื่อให้ความสว่างแทนการใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูงมากขึ้น

2.5 มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ

ในการติดตั้งระบบแสงสว่างสาธารณะจำเป็นจะต้องดำเนินการโดยคำนึงถึงหลักวิชาการซึ่งภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงก็ต้องมีการติดตั้งระบบส่องสว่างให้เป็นไปตามมาตรฐานเพื่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้นการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ให้ความสว่างภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงจึงต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังนี้ [7]

1. ถนนสายหลัก ถนนสายรอง ทางแยก วงเวียนที่ไม่มีสัญญานไฟจราจร

ประเภทถนน	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในเนวระดับต่ำสุด (lux)
1.ถนนสายหลัก	15
2.ถนนสายรอง	10
3.ทางแยก	22
4.วงเวียนที่ไม่มีสัญญานไฟจราจร	15

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ กรมโยธาและผังเมือง,2559 หน้า 11)

2. สวนสาธารณะ ตลาด สนามเด็กเล่น ลานจอดรถสาธารณะ ลานกีฬาชุมชน สะพาน สะพานลอยคนข้าม ทางเดินเท้า ทางม้าลาย ศาลาที่พักผู้โดยสารรถประจำทาง ป้ายจอดรถประจำทาง (ไม่มีศาลา)

ชนิดของพื้นที่	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในเนวระดับต่ำสุด (lux)
สวนสาธารณะ	10
ในตลาด (ในอาคาร)	100
ลานตลาด (นอกอาคาร)	30
ประเภทถนน	ความส่องสว่างเฉลี่ยวัดในเนวระดับต่ำสุด (lux)
สนามเด็กเล่น	50
ลานจอดรถสาธารณะ	15
ลานกีฬาชุมชน	50
สะพาน	30
สะพานลอยคนข้าม	15
ทางเดินเท้า (ฟุตบาท)	7
ทางม้าลาย	45
ศาลาที่พักผู้โดยสารรถประจำทาง	30
ป้ายจอดรถประจำทาง (ไม่มีศาลา)	7

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ กรมโยธาและผังเมือง,2559 หน้า 12)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การประเมิณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ในการตัดสินใจเลือกอุปกรณ์หรือระบบใช้การทำงานมักจะพิจารณาโดยการประเมินค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยพิจารณาจาก ผลตอบแทนที่ได้รับมากที่สุด หรือค่าใช้จ่ายต่ำสุด หรือระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด [8]

วิธีการประเมิณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

2.6.1. ระยะเวลาคืนทุน (Payback period)

ระยะเวลาคืนทุน คือ ระยะเวลาที่ผลตอบแทนสุทธิสะสม จากการดำเนินงานมีค่าเท่ากับมูลค่าในการลงทุนทั้งหมด โครงการใดที่มีระยะเวลาลงทุนยิ่งสั้นยิ่งมีความต้องการสูง เนื่องจากสามารถนำเงินที่คืนทุนไปลงทุนในกิจการอื่นๆได้ ระยะเวลาคืนทุนที่นิยมใช้จะเป็นแบบวิธีระยะคืนทุนแบบง่าย (simple payback period : SPB) ซึ่งเป็นวิธีคิดง่ายๆ โดย ระยะเวลาคืนทุนสามารถคำนวณจาก

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (Payback period)} = \frac{\text{มูลค่าในการลงทุนรวม}}{\text{ผลตอบแทนสุทธิสะสมรายปี}}$$

การพิจารณา SPP จะไม่นำเรื่องของมูลค่าเงินที่เปลี่ยนไปมาคิด

ข้อดี-ข้อเสียของวิธีระยะเวลาคืนทุน

ข้อดี

1.คำนวณได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน

2.ทำให้ทราบสภาพคล่องของโครงการ โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีสภาพคล่องสูงกว่า

3.เป็นตัววัดความเสี่ยงของโครงการได้ โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่า

ข้อเสีย

1.ไม่ได้คำนึงถึงกระแสเงินสดภายหลังจากการคืนทุน แล้ว

2. ไม่ได้คำนึงถึงค่าของเงินในระยะเวลาที่ต่างกันว่ามี ค่าไม่เท่ากัน

3.ไม่คำนึงถึงความเสี่ยงของกระแสเงินสดที่จะได้รับใน อนาคต

4.ไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจที่บ่งชี้ให้เห็นว่าการลงทุนนั้นๆมีส่วนเพิ่มมูลค่าของกิจการอย่างไร

2.6.2. วิธีระยะเวลาคืนทุนแบบคิดลด (Discount Payback period :DPB)

เป็นการพิจารณาระยะเวลาคืนทุนคล้ายๆแบบ SPB แต่แตกต่างกันตรงที่คิดเรื่องมูลค่าของเงินตามกาลเวลาด้วย โดยจะคิดมูลค่าเงินสุทธิในแต่ละปีมาให้มีมูลค่าเทียบเท่าเงิน ปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้มูลค่าเงินในส่วนที่เป็นกำไรหรือรายได้ในแต่ละปีมีค่าไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี-ข้อเสียของวิธีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

ข้อดี

1. พิจารณาเรื่องค่าของเงินในเวลาที่ต่างกัน
2. ทำให้ทราบสภาพคล่องของโครงการโดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีสภาพคล่องสูงกว่า
3. เป็นตัววัดความเสี่ยงของโครงการได้โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่า

ข้อเสีย

1. ไม่ให้ความสำคัญแก่กระแสเงินสดที่จะได้รับ ภายหลังระยะเวลาคืนทุน
2. ต้องใช้ต้นทุนเงินทุนที่ประมาณขึ้นสำหรับการ คำนวณมูลค่าปัจจุบัน
3. ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แสดงให้เห็นชัดเจนถึงการ เพิ่มขึ้นของมูลค่าของกิจการจากการลงทุนที่พิจารณา

2.6.3. มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบัน (Present worth : PW), (Present value: PV) or (Net present value: NPV) ของ เงินลงทุน (Cost) หรือผลตอบแทน (Revenue) ของแต่ละทางเลือกในการดำเนินโครงการใดๆสามารถ นำมาใช้เป็นตัวชี้วัดความคุ้มค่าในการลงทุนได้ ทั้งนี้มูลค่าปัจจุบันขององค์ประกอบในการดำเนิน โครงการ อาจแปลงมาจากมูลค่าในอนาคต หรือมูลค่าสม่ำเสมอรายปีก็ได้ การเปรียบเทียบโครงการ ด้วยการวิเคราะห์มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบัน

สรุปคือ การคำนวณมูลค่าปัจจุบันสุทธิจะนำมาใช้ในการตัดสินใจเลือกโครงการต่างๆ โดยการ แปลงค่าของเงินที่ช่วงเวลาต่างๆ มาที่ปีปัจจุบันแล้วทำการเปรียบเทียบกันว่าโครงการโดยใช้ค่าใช้จ่ายต่ำสุด หรือได้กำไรสูงสุดจึงเลือกโครงการนั้น

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

โดย NPV = มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิตลอดอายุโครงการ

Bt = มูลค่าผลตอบแทนในปีที่ t

Ct = มูลค่าของต้นทุนในปีที่ t

i = อัตราคิดลด (Discount Rate) หรืออัตราดอกเบี้ย

t = ปีของโครงการ คือปีที่ 0, 1, 2,.....,n

n = อายุของโครงการปีที่ 0 คือ ปีที่มีการลงทุนเริ่มแรก (Initial Investment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดี-ข้อเสียของวิธีมูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนสุทธิของโครงการ

ข้อดี

1. รู้สึกถึงมูลค่าของกิจการที่เพิ่มขึ้นจากการ ลงทุน
2. พิจารณากระแสเงินสดที่เกี่ยวข้องตลอด ทั้งโครงการ
3. พิจารณาค่าของเงินในเวลาที่ต่างกัน
4. พิจารณาความเสี่ยงของกระแสเงินสดใน อนาคต

ข้อเสีย

1. ต้องประมาณการอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการ เพื่อใช้ในการคำนวณ

2.แสดงออกมาเป็นจำนวนเงินซึ่งอาจจะเข้าใจ ยากกว่าแสดงเป็นอัตราร้อยละ

3.เป็นการสมมติให้กระแสเงินสดสุทธิที่ได้รับในแต่ละปี นำไปลงทุนต่อโดยได้รับอัตราผลตอบแทนเท่ากับอัตรา ผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการซึ่งคงที่ตลอดอายุ โครงการ ซึ่งความจริงอาจไม่เป็นเช่นนั้น

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาพฤติกรรมเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานของพนักงานในองค์กร มีงานวิจัยอย่างแพร่หลาย เช่น การลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในฐานสนับสนุนการพัฒนาปิโตรเลียม จังหวัดสงขลา [6] เป็นการทำวิจัยเพื่อลดค่าใช้จ่ายในด้านไฟฟ้าและศึกษาพฤติกรรมการลดการใช้พลังงานไฟฟ้ากลุ่มตัวอย่างคือพนักงานในฐานสนับสนุนการผลิตปิโตรเลียม จังหวัดสงขลาจำนวน 155 คน และ ทำการเปลี่ยนโคมไฟทั้งหมด 117 โคม คือ โคมไฟถนนจำนวน 66 โคม โคมไฟส่องสนามจำนวน 31 โคม และโคมไฟเสาส่งไฟฟ้าแรงสูง จำนวน 20 โคม ใช้เงินลงทุนไปทั้งหมด 1,823,323.72 บาท ระยะเวลาคืนทุน 4 ปี นอกจากนี้ยังมีการศึกษางานวิจัยประสิทธิภาพการใช้หลอด LED ในการเพิ่มแสงสว่างและลดการใช้พลังงานภายในศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษาของมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์[9] โดยศึกษาการให้แสงสว่างที่เพียงพอต่อการอ่านหนังสือ และประหยัดพลังงานโดยมีการออกแนวทางการประหยัดพลังงานโดยการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเป็นหลอด LED จำนวนทั้งสิ้น 40 หลอด ทำให้สามารถลดค่าไฟฟ้าลงได้ 3,538 บาทต่อเดือน เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบค่าความสว่างพบว่าหลอด LED ให้ความสว่างมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ 4.7 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การศึกษาและจำลองการให้ความสว่าง

การศึกษาความเป็นไปได้ในโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าภายในโรงงานไฟฟ้าหนองแซง การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าจากหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium, HPS) เป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง (Light Emitting Diode , LED) โดยจะเปรียบเทียบทั้งทางด้านคุณภาพของแสง ประสิทธิภาพของหลอด และทางด้านความคุ้มค่าในการเปลี่ยนหลอด โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลด้านเทคนิค

การใช้งานพลังงานไฟฟ้าในการให้ความสว่างบนท้องถนน และบริเวณภายนอกอาคารส่วนใหญ่โคมไฟที่ใช้จะเป็นโคมไฟที่มีอัตราการใช้พลังงานที่สูง คือ โคมไฟประเภทเมทัลฮาไลด์และโคมไฟประเภทโซเดียมความดันไอสูง ซึ่งภายในโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงมีการใช้โคมประเภทโซเดียมความดันไอสูงซึ่งมีการกินพลังงานที่สูง อันเป็นเหตุทำให้มีการใช้ไฟเป็นจำนวนมากในระบบให้สงสว่างจึงได้มีโครงการเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนนี้โดยการเปลี่ยนเป็นการใช้หลอดไดโอดเปล่งแสงเข้ามาแทน

การวิเคราะห์สาเหตุด้านเทคนิค

ในปัจจุบันโรงไฟฟ้าหนองแซงได้ใช้โคมโซเดียมความดันไอสูงซึ่งมีการกินกำลังวัตต์สูงในการให้ความสว่างบนท้องถนน ซึ่งเป็นสาเหตุในการใช้ปริมาณไฟฟ้าสูงในทุกๆ เดือนในระบบให้ความสว่างทำให้มีค่าใช้จ่ายในด้านนี้สูงด้วยเช่นกัน นี้จึงเป็นสาเหตุของการริเริ่มคิดที่จะนำหลอดชนิดอื่นมาทดแทนหลอดโซเดียมความดันไอสูงแบบเดิม โดยการนำข้อมูลของโคมไฟชนิดต่างๆ มาเปรียบเทียบกัน อันได้แก่ หลอดอินแคนเดสเซนต์โคมโซเดียมความดันไอต่ำ โคมโซเดียมความดันไอสูง โคมความดันไอปรอทและโคมไฟLED

จากตารางในบทที่ 2 ตาราง 2.1 จะเห็นได้ว่า เมื่อเปรียบเทียบหลอดไฟประเภทไดโอดเปล่งแสงกับโคมไฟประเภทโซเดียมความดันไอสูงด้านอายุการใช้งานหลอดไดโอดเปล่งแสงจะมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดโซเดียมความดันไอสูง 3- 4 เท่า เมื่อเปรียบเทียบค่าลูเมนต่อวัตต์ (Lumen per watt) จะพบว่าโคมไฟ LED จะมีค่าการให้ลูเมนต่อวัตต์ที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง ทางด้านอุณหภูมิของสีโคมไฟ LED จะมากกว่าที่ 3200k - 6400k ทางด้านความถูกต้องของสี (CRI) หลอดโซเดียมความดันไอสูงมีค่าความถูกต้องของสีเพียง 25% ในขณะที่หลอดไดโอดเปล่งแสงมีค่าความถูกต้องของแสงสูงถึง 85-90% ในด้านช่วงเวลาของการเปล่งแสงหลอดโซเดียมความดันไอสูง

เอกสารนี้ [illegible] ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้เวลาในการเปิดจนถึงความสว่างสูงสุดถึง 15 นาที แต่หลอดไดโอดเปล่งแสงสามารถเปล่งแสงได้ทันที จากทั้งหมดนี้จะเห็นได้ว่าทางด้านประสิทธิภาพการใช้งานนั้นหลอดไดโอดเปล่งแสงมีประสิทธิภาพที่เหนือกว่าหลอดโซเดียมความดันไอสูงในทุกๆ ด้าน จึงสามารถนำหลอดไดโอดเปล่งแสงมาทดแทนหลอดโซเดียมความดันไอสูงได้

ข้อดี/ข้อเสียของการใช้ LED แทนการใช้หลอด HPS

ข้อดี

1. มีอายุการใช้งานสูงมากกว่าหลอดอื่นๆ ทำให้ต้องการการซ่อมบำรุงน้อยกว่า
2. ประสิทธิภาพสูงทำให้มีอัตราการใช้พลังงานที่ต่ำกว่า
3. ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการสร้างแสงสว่างต่ำจึงไม่ทำให้บริเวณที่ใช้ LED เกิดความร้อน
4. ไม่ต้องมีบัลลาสต์ อิกนิเตอร์ คาปาซิเตอร์ สามารถต่อโดยตรงกับไฟได้ทันทีทำให้ไม่ต้องสูญเสียพลังงานไปอุปกรณ์อื่น
5. ไม่มีก๊าซพิษร้ายแรงทำให้อุปกรณ์มีความปลอดภัยแม้ว่าส่วนของกระจกจะแตกหัก

ข้อเสีย

1. ราคาของอุปกรณ์ต่อชิ้นมีราคาสูงเมื่อเทียบกับหลอดชนิดอื่นๆ

ในการจะเปลี่ยนจากโคมโซเดียมความดันไอสูงเป็นโคมประเภท LED จำเป็นจะต้องมีการเปรียบเทียบกำลังวัตต์ที่นำมาเปลี่ยนเนื่องจากโคม LED มีการให้ประสิทธิภาพที่สูงกว่าโดยมีการเปรียบเทียบดังนี้

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบกำลังวัตต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูงต่อโคมLED

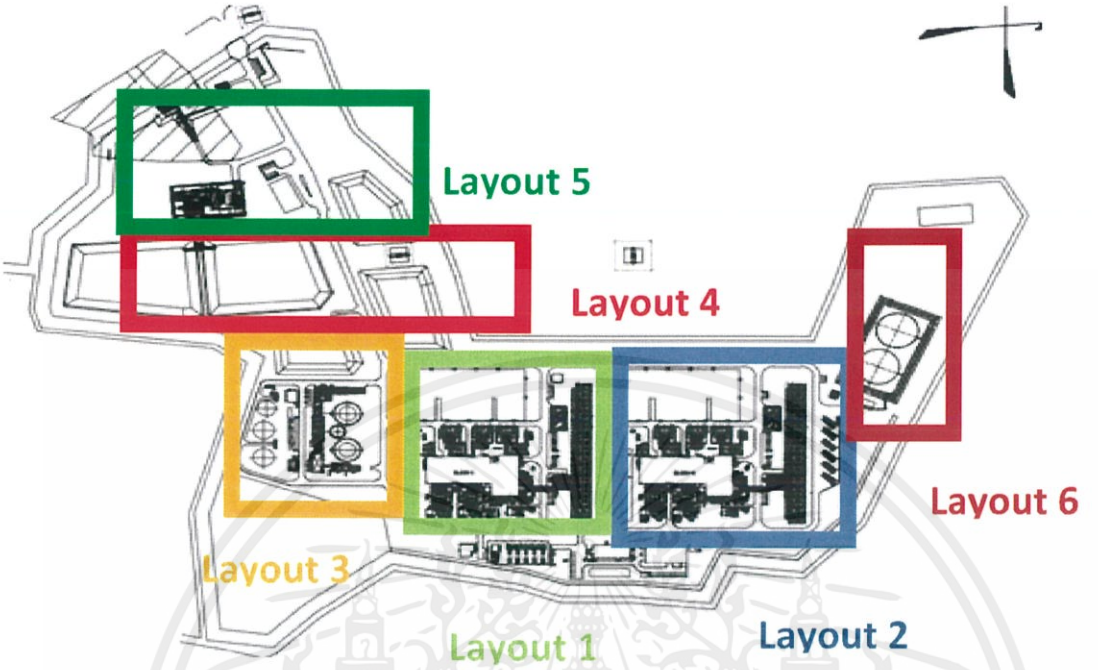
LED	HPS
60w/80w	150w
100w/150w	250w
200w/250w	400w
300w/350w	750w
400w/500w	1000w
600w	2000w

3.2 สร้างโมเดลแบบจำลองโรงไฟฟ้า

ในการจำลองระบบแสงสว่างจำเป็นจะต้องมีการสร้างโมเดลแบบจำลองเสมือนจริงขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณความสว่าง โดยการสร้างแบบจำลองนี้จะสร้างโดยการใช้โปรแกรม SketchUp 2018 จำลองพื้นที่โรงไฟฟ้าโดยมีLayout ดังรูปที่ 3.1

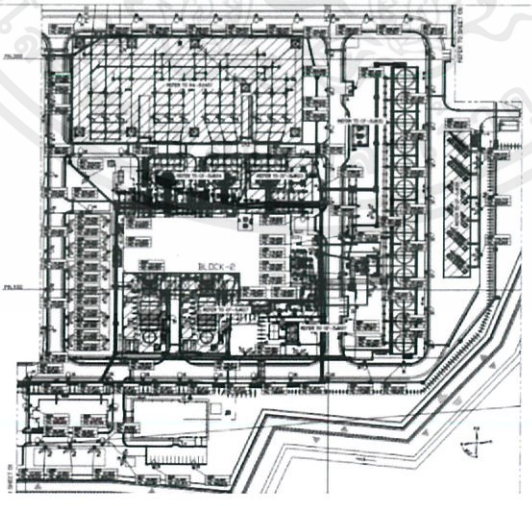
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่ภายในโรงไฟฟ้าและบริเวณที่ทำการสร้างโมเดล



รูปที่ 3.1 แผนที่ LAYOUT โรงไฟฟ้าหนองแซง

บริเวณที่ใช้ในการสร้างโมเดลจำลองจะเป็นบริเวณ Layout 2 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีไฟครบทั้ง 3 ประเภท คือ ไฟถนน 250 วัตต์ ไฟฟลัดไลท์ 250 วัตต์ และไฟฟลัดไลท์ 400 วัตต์ โดยบริเวณ Layout มีพื้นที่ดังรูปที่ 3.2

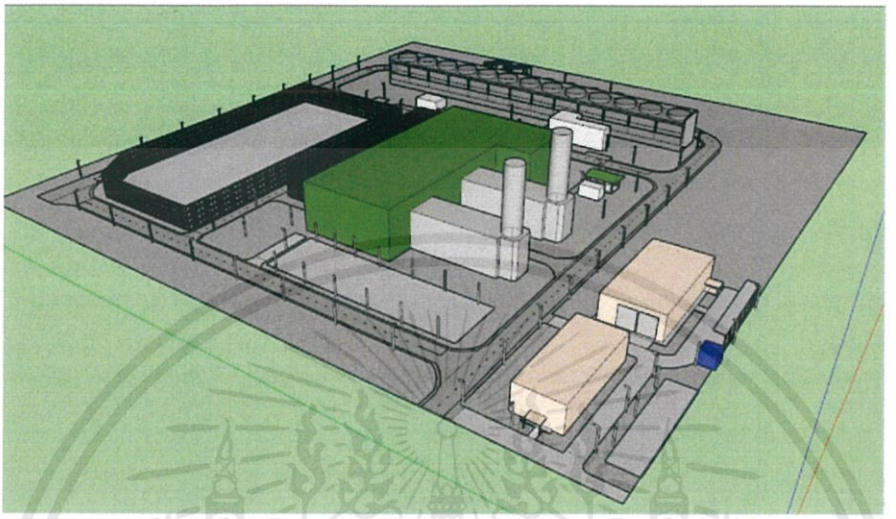


รูปที่ 3.2 แผนที่ LAYOUT 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างโมเดลแบบจำลองโรงไฟฟ้า

ทำการสร้างโมเดลโรงไฟฟ้าบริเวณ Layout 2 ดังรูปที่ 3.2 โดยใช้โปรแกรม Sketchup 2018 ได้ดังรูปที่ 3.3 เพื่อนำไปจำลองการให้แสงสว่างของหลอดไฟชนิดต่างๆ ต่อไป



รูปที่ 3.3 โมเดลที่ทำการจำลองโดยการใช้โปรแกรม sketchup

3.3 การจำลองเปรียบเทียบความสว่างและประเมิณราคา

นำโคมไฟ LED มาเปลี่ยนทดแทนโดยมีโคมไฟที่จะนำมาเปลี่ยนทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่

1. โคมไฟถนนจากโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ เป็น LED (Street light) โดยขนาดของหลอด LED จะเปรียบเทียบขนาดที่นำมาทดแทนโดยใช้ตารางที่ 3.1 โดยจะใช้โคมไฟ LED ขนาด 100 วัตต์ มาทดแทนโดยมีจำนวนการเปลี่ยนทั้งหมด 171 โคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโคมไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง และโคมไฟถนน LED ดังตารางที่ 3.2

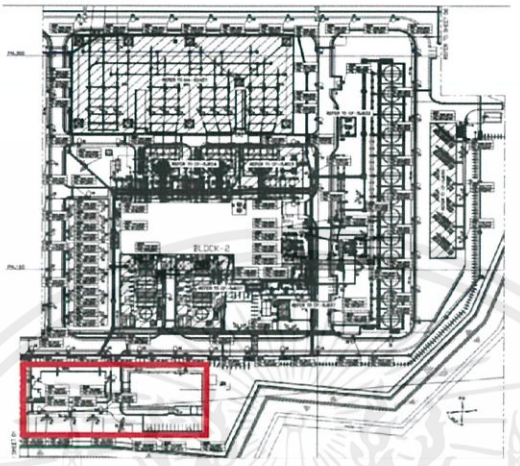
ตารางที่ 3.2 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED

	HPS	LED
Quantity(unit)	171	171
Energy per lamp(W)	250	100
Ballast(W)	50	-
Energy consumption(W)	300	100
Lumen per lamp (lumen)	28000	12000
Cost per lamp (baht)	2680	7500
Life span (hrs)	24000	50000
Operate hours per day(hrs)	12	12

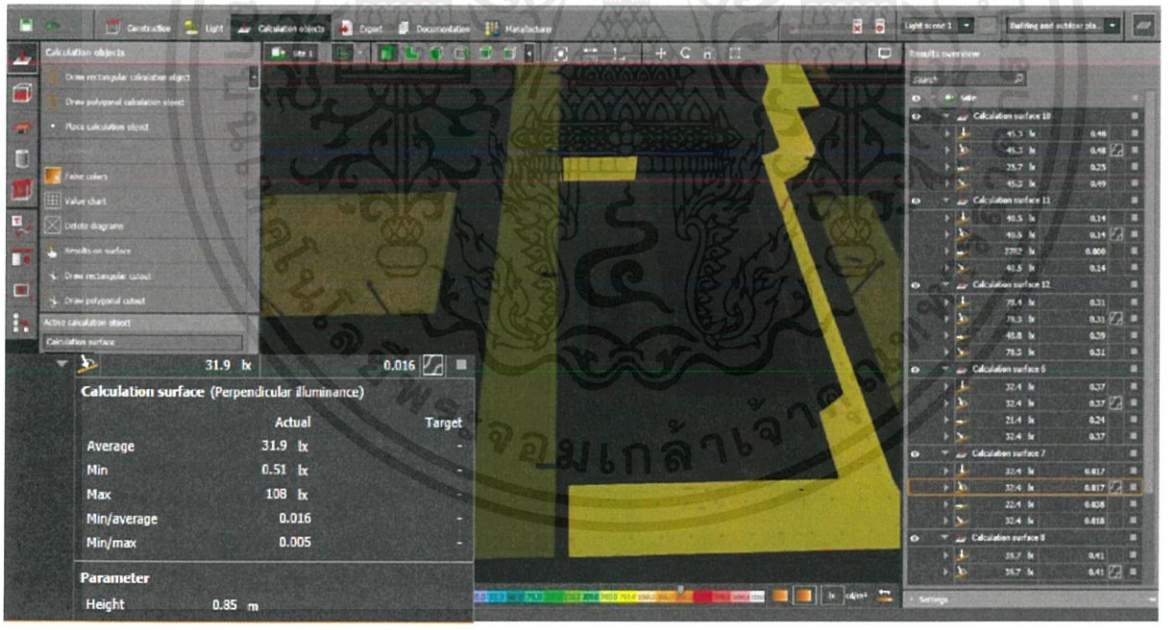
เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการจำลองความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALux EVO

ทำการจำลองการให้ความสว่างของโคมไฟถนน HPS ขนาด 250 วัตต์และ LED ขนาด 100 วัตต์ ตามข้อมูลของหลอดในตารางที่ 3.2 โดยจำลองบริเวณอาคารแสดงในแบบ LAYOUT2 ดังรูปที่ 3.4



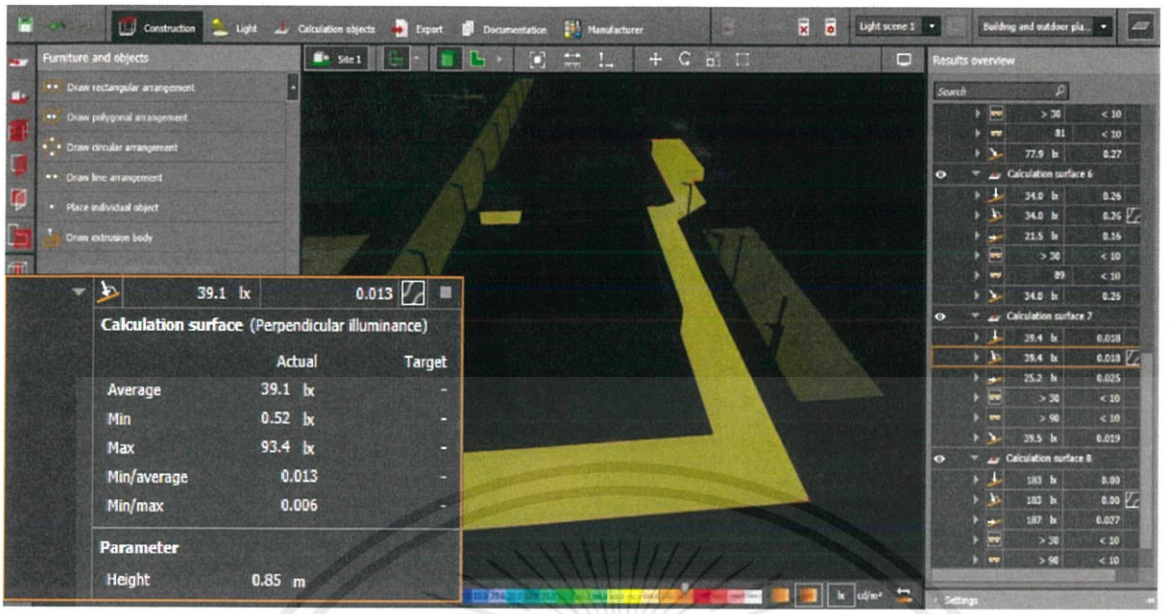
รูปที่ 3.4 บริเวณที่ทำการจำลองความสว่างรอบอาคาร



รูปที่ 3.5 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงบริเวณตึก

จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 26000 ลูเมน หรือ 104 ลูเมนต่อวัตต์ บริเวณตึกจะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นถนน 32.4 ลักซ์

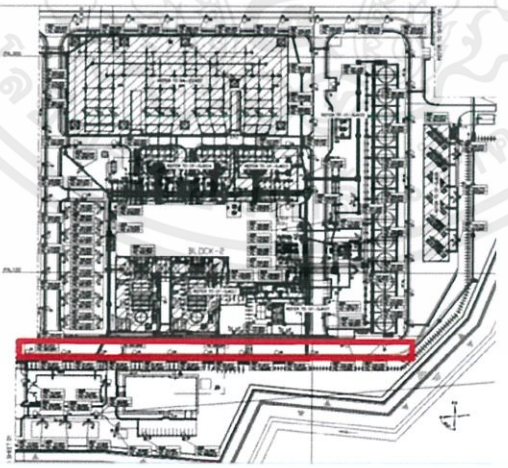
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED บริเวณตึก

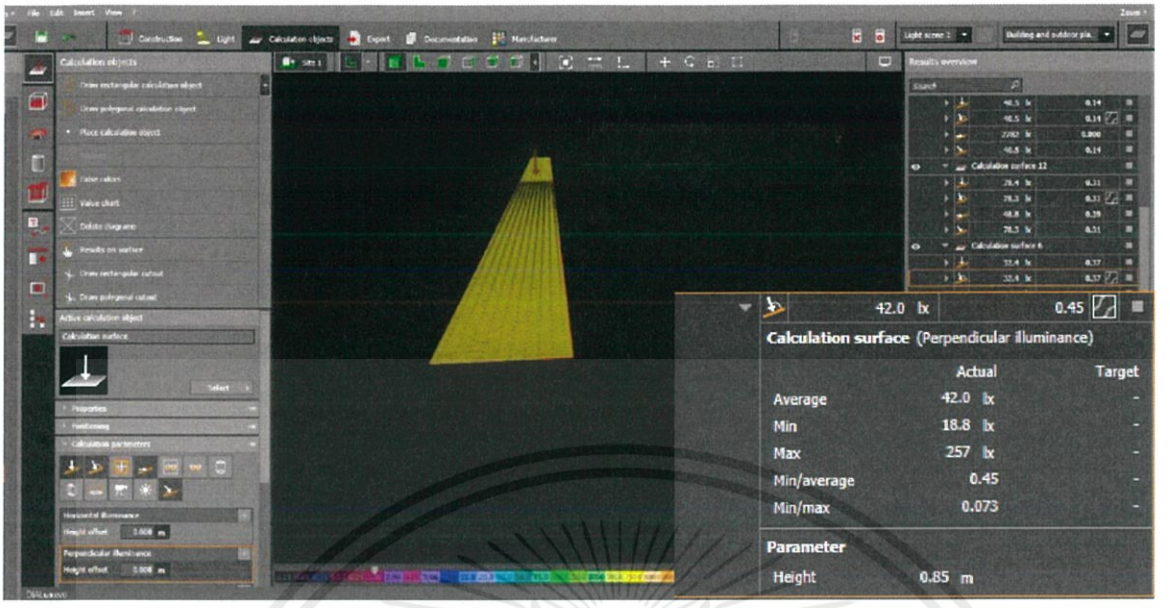
จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมLED ขนาด 100 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 12500 ลูเมน หรือ 125 ลูเมนต่อวัตต์ บริเวณตึก จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นถนน 39.4 ลักซ์

ทำการจำลองการให้ความสว่างของโคมไฟถนน HPS ขนาด 250 วัตต์และ LED ขนาด 100 วัตต์ ตามข้อมูลของหลอดในตารางที่ 3.2 โดยจำลองบริเวณถนนแสดงในแบบ LAYOUT 2 ดังรูปที่ 3.7



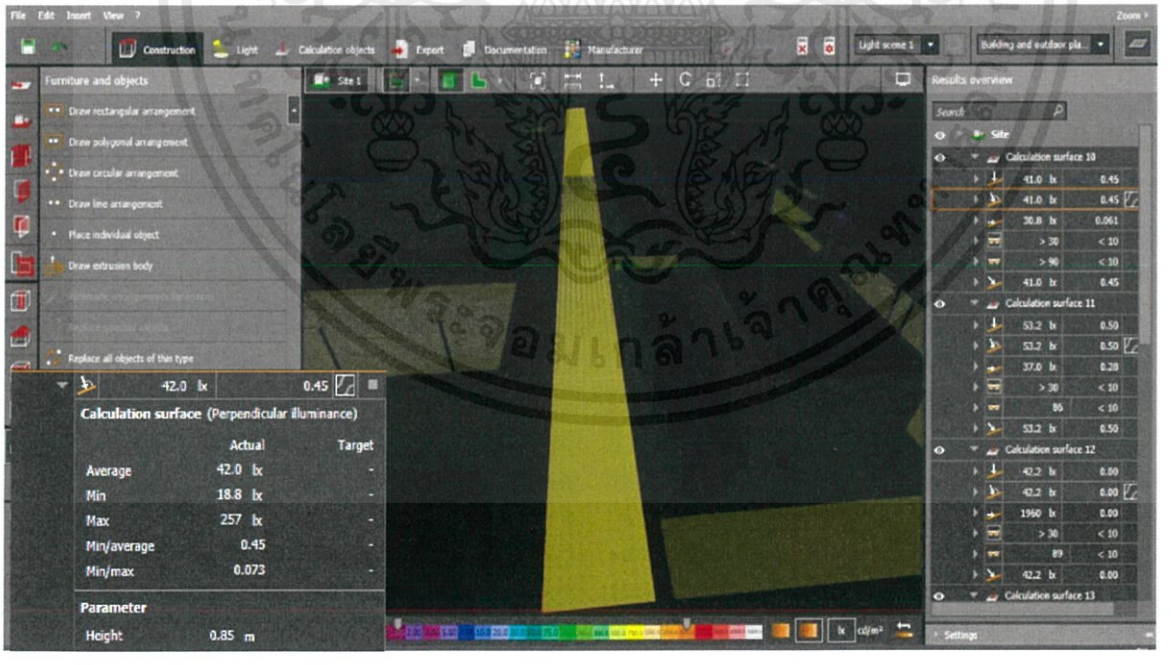
รูปที่ 3.7 บริเวณถนนที่ทำการจำลองความสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงบริเวณถนน

จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 26000 ลูเมน หรือ 104 ลูเมนต่อวัตต์ จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นถนน 32.4 ลักซ์



รูปที่ 3.9 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED บริเวณถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมLED ขนาด 100 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 12500 ลูเมน หรือ 125 ลูเมนต่อวัตต์ บริเวณถนน จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นถนน 41 ลักซ์

จากการจำลองบริเวณต่างๆ จะพบว่าเมื่อทำการเปลี่ยนจากการใช้ โคมไฟโซเดียมความดันไอสูง ขนาด 250 วัตต์เป็นโคม LED ขนาด 100 วัตต์ ความสว่างที่ได้จากโคม LED บนพื้นถนนจะมากกว่าความสว่างที่ได้จากโคมโซเดียมความดันไอสูง

เปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างโคมโซเดียมความดันไอสูงกับโคมไฟถนน LED

พลังงานฟ้า

สามารถคำนวณพลังงานไฟฟ้า (หน่วย/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{พลังงานฟ้า (หน่วย/ปี)} = \frac{P \times hr \times n}{1000}$$

โดย P คือ พลังงานไฟฟ้ารวมที่โคมไฟใช้ *(W)*

n คือ จำนวนโคมไฟ

hr คือ ชั่วโมงการทำงานของโคมไฟใน *1* ปี

$$\text{โคมไฟเมทัลฮาไลด์} = \frac{300 \times 4380 \times 171}{1000}$$

$$= 224{,}694 \quad \text{หน่วย/ปี}$$

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{100 \times 4380 \times 171}{1000}$$

$$= 74{,}898 \quad \text{หน่วย/ปี}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = 224{,}694 - 74{,}898$$

$$= 149{,}796 \quad \text{หน่วย/ปี}$$

ค่าพลังงานไฟฟ้า

สามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)} = \frac{P \times hr \times n \times Enery\ price}{1000}$$

ค่าไฟฟ้าราคาต่อหน่วยที่นำมาพิจารณา อ้างอิงจากค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงปี พ.ศ. 2560 โดยมีราคาต่อหน่วย 1.8 บาท

$$\text{โคมไฟโซเดียมความดันไอสูง} = \frac{300 \times 4380 \times 171 \times 1.8}{1000}$$

$$= 404{,}449.2$$

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{150 \times 4380 \times 171 \times 1.8}{1000}$$

$$= 134{,}816.4 \quad \text{บาท/ปี}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 404,449.2 - 134,816.4

= 269,632.8 บาท/ปี

ดังนั้น เมื่อเปลี่ยนโคมไฟ LED สามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อคิดเป็น เปอร์เซนต์สามารถลดได้ 67 % ซึ่งมีค่าใช้ในการลงทุนดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED

	Equipment Price per unit	Cost (171 unit)
LED (baht)	7,500	1,282,500
Installation price per lamp (baht)	250	42,750
	Total	1,325,250

* ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโคมอ้างอิงจากราคางานรื้อถอนติดตั้ง St building โรงไฟฟ้ากัลฟ์หนอง แซง ปี พ.ศ. 2561 [ภาคผนวก ค.]

2. โคมไฟฟลัดไลท์จากโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์ เป็น LED (Floodlight) โดยขนาดของหลอด LED จะเปรียบเทียบขนาดที่นำมาทดแทนโดยใช้ตารางที่ 3.1 โดยจะใช้โคมไฟฟลัดไลท์ LED ขนาด 150 วัตต์ มาทดแทนโดยมีจำนวนการเปลี่ยนทั้งหมด 8 โคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโคมไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง และโคมไฟถนน LED ดังตารางที่ 3.4

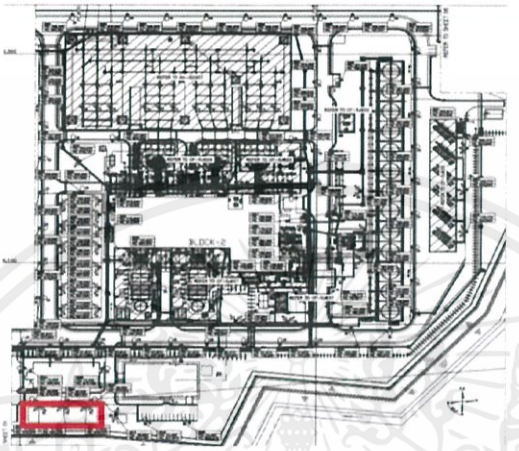
ตารางที่ 3.4 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED

	HPS	LED
Quantity (unit)	8	8
Energy per lamp(W)	250	150
Ballast(W)	50	-
Energy consumption(W)	300	150
Lumen per lamp	26000	22000
Cost per lamp(baht)	2680	5500
Life span (hrs)	24000	50000
Operate hours per day (hrs)	12	12

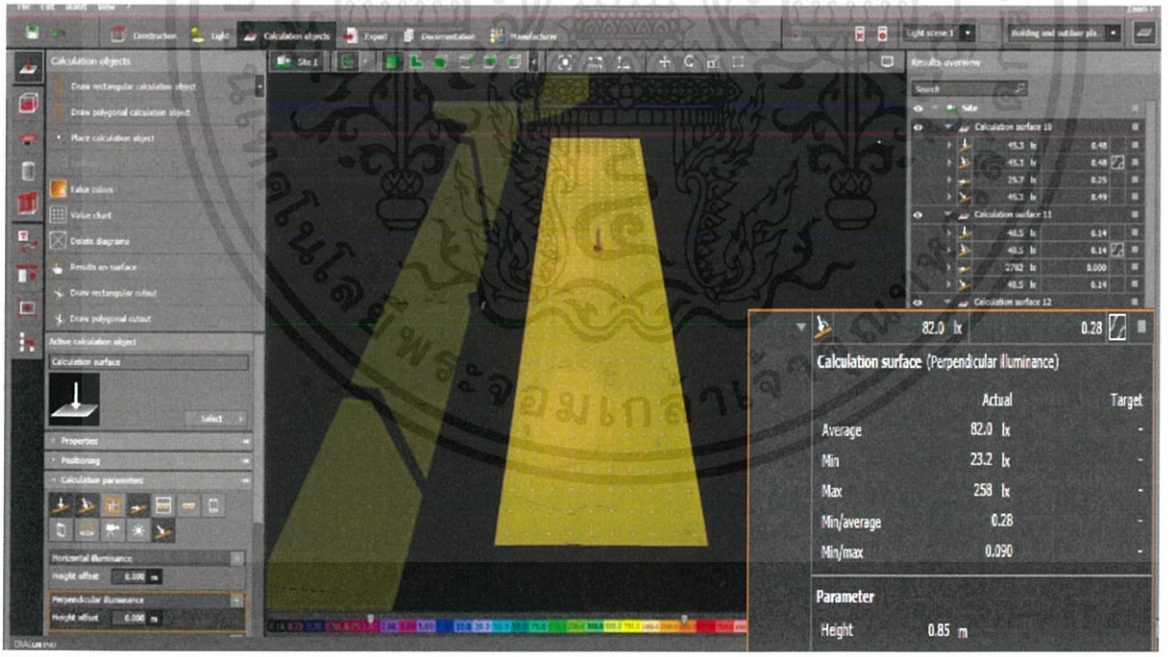
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการจำลองความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALux EVO

ทำการจำลองการให้ความสว่างของโคมไฟถนน HPS ขนาด 250 วัตต์และ LED ขนาด 150 วัตต์ตามข้อมูลของหลอดในตารางที่ 3.4 โดยจำลองบริเวณ Laydown area แสดงในแบบ LAYOUT 2 ดังรูปที่ 3.10



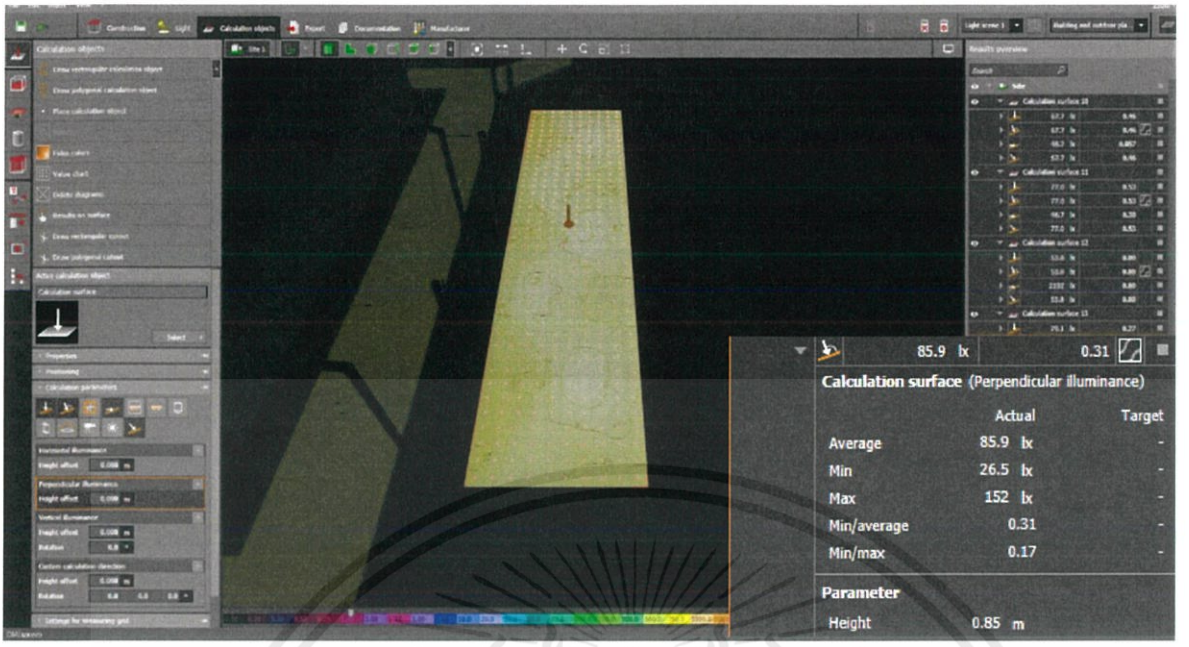
รูปที่ 3.10 บริเวณ Laydown Area ที่ใช้ทำการจำลองแสงสว่าง



รูปที่ 3.11 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงฟลัดไลท์ 250 วัตต์

จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมโซเดียมความดันไอสูง ฟลัดไลท์ขนาด 250 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 26000 ลูเมน หรือ 104 ลูเมนต่อวัตต์ จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ Laydown area 78.3 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED พลัดไลท์

จำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคม LED พลัดไลท์ ขนาด 150 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 22000 ลูเมน หรือ 145 ลูเมนต่อวัตต์ จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ Laydown area 79.2 ลักซ์

จากการจำลองพบว่าโคม LED พลัดไลท์ขนาด 150 วัตต์จะให้ความสว่างที่ตกลงบนพื้นที่ Laydown area ได้มีความใกล้เคียงกันกับความสว่างที่ได้รับจากโคมไฟโซเดียมความดันไอสูงขนาด 250 วัตต์

เปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างโคมโซเดียมความดันไอสูงกับโคมไฟถนน LED

พลังงานฟ้า

สามารถคำนวณพลังงานไฟฟ้า (หน่วย/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{พลังงานฟ้า (หน่วย/ปี)} = \frac{P \times hr \times n}{1000}$$

โดย P คือ พลังงานไฟฟ้ารวมที่โคมไฟใช้ *(W)*

n คือ จำนวนโคมไฟ

hr คือ ชั่วโมงการทำงานของโคมไฟใน *1* ปี

$$\text{โคมไฟเมทัลฮาไลด์} = \frac{300 \times 4380 \times 8}{1000}$$

$$= 10{,}512 \text{ หน่วย/ปี}$$

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{150 \times 4380 \times 8}{1000}$$

$$= 5{,}256 \text{ หน่วย/ปี}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 10,512 - 5,256

= 5,256 หน่วย/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า

สามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)} = \frac{P \times hr \times n \times Enery\ price}{1000}$$

ค่าไฟฟ้าราคาต่อหน่วยที่นำมาพิจารณา อ้างอิงจากค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงปี พ.ศ. 2560 โดยมีราคาต่อหน่วย 1.8 บาท

$$\text{โคมไฟโซเดียมความดันไอสูง} = \frac{300 \times 4380 \times 8 \times 1.8}{1000}$$

= 18,921.6 บาท/ปี

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{150 \times 4380 \times 8 \times 1.8}{1000}$$

= 9,460.8 บาท/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ = 18,921.6 - 9,460.8

= 9,460.8 บาท/ปี

ดังนั้น เมื่อเปลี่ยนโคมไฟ LED สามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์สามารถลดได้ 50 % ซึ่งมีค่าใช้ในการลงทุนดังตารางที่ 3.5ตารางที่

3.5 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED

Description	Equipment Price per unit	Cost (8 unit)
LED (baht)	5,500	44,000
Installation price per lamp (baht)	250	2,000
	Total	46,000

* ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนโคมอ้างอิงจากราคางานรื้อถอนติดตั้ง St building โรงไฟฟ้ากัลฟ์หนอง แซง ปี พ.ศ. 2561 [ภาคผนวก ค.]

3. โคมไฟฟลัดไลท์จากโคมโซเดียมความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ เป็น LED (Floodlight) โดยขนาดของหลอด LED จะเปรียบเทียบขนาดที่นำมาทดแทนโดยใช้ตารางที่ 3.1 โดยจะใช้โคมไฟ LED ขนาด 200 วัตต์ มาทดแทนโดยมีจำนวนการเปลี่ยนทั้งหมด 140 โคม ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของโคมไฟฟ้าโซเดียมความดันไอสูง และโคมไฟถนน LED ดังตารางที่ 3.6

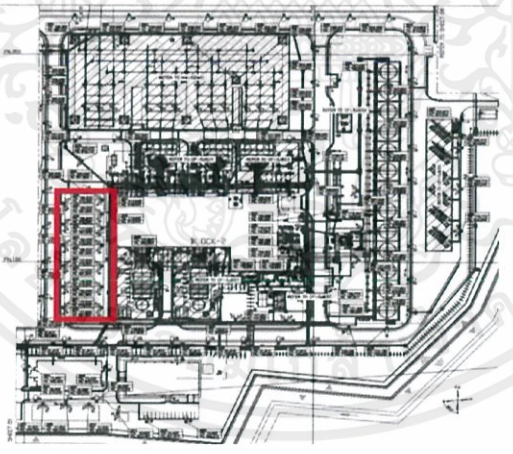
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดLED

	HPS	LED
Quantity (units)	140	140
Energy per lamp(W)	400	200
Ballast(W)	65	-
Energy consumption(W)	465	250
Lumen per lamp	48000	29000
Cost (baht)	3530	6000
Life span (hrs)	24000	50000
Operate hours per day (hrs)	12	12

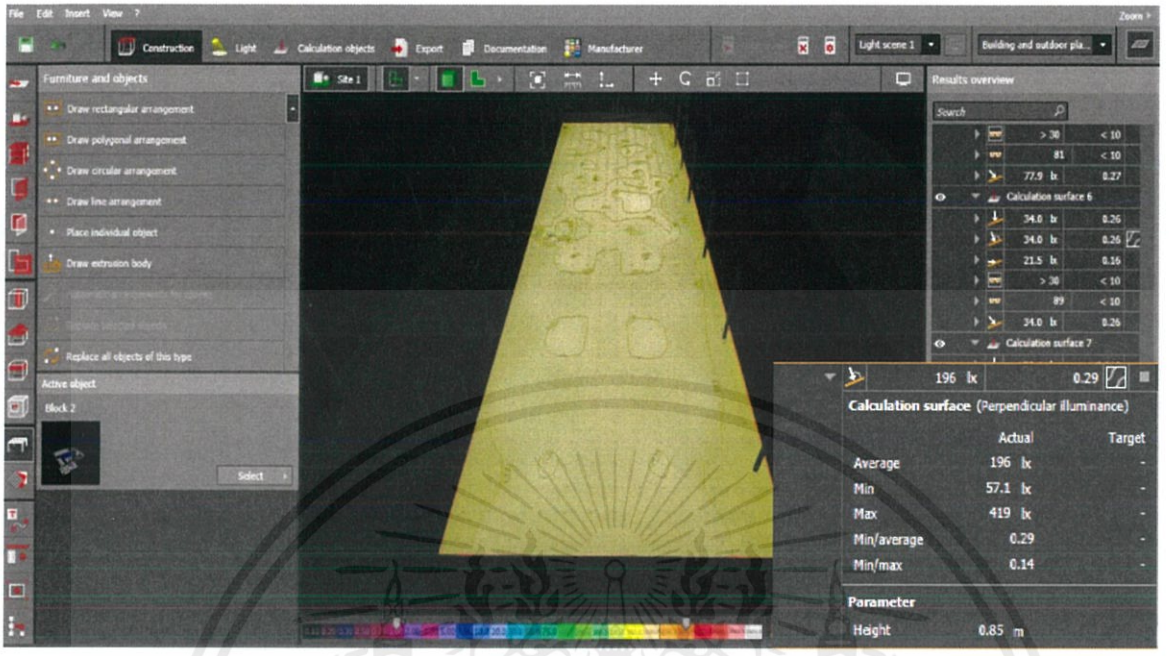
ผลการจำลองความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALux EVO

ทำการจำลองการให้ความสว่างของโคมไฟถนน HPS ขนาด 400 วัตต์และ LED ขนาด 200 วัตต์ ตามข้อมูลของหลอดในตารางที่ 3.6 บริเวณ Laydown area แสดงในแบบ LAYOUT 2 ดังรูปที่ 3.13



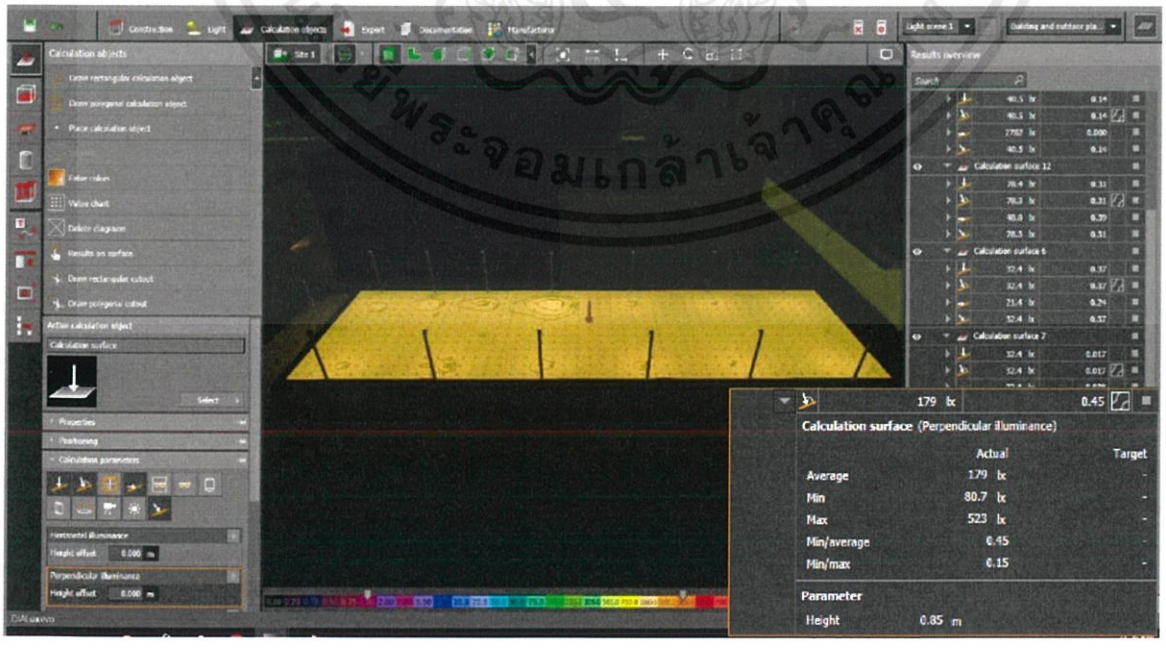
รูปที่ 3.13 บริเวณ Laydown Area ที่ใช้ทำการจำลองแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคมโซเดียมความดันไอสูงฟลัดไลท์ 400 วัตต์ บริเวณ Laydown area

จากการจำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคมฟลัดไลท์โซเดียมความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 47000 ลูเมน หรือ 117.5 ลูเมนต่อวัตต์ จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนLaydown area 172 ลักซ์



รูปที่ 3.15 การจำลองเพื่อหาความสว่างของโคม LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการจำลองเพื่อหาค่าความสว่างโดยการใช้โปรแกรม DIALuxEVO โดยจำลองโคม LED ขนาดฟลัดไลท์ 200 วัตต์ ซึ่งมีค่าความสว่าง 29000 ลูเมน หรือ 145 ลูเมนต่อวัตต์ จะได้ค่าความสว่างที่ตกลงบนพื้น Laydown area 183 ลักซ์ ซึ่งให้ความสว่างมากกว่าโคมไฟโซเดียมความดันไอสูงขนาด 400 วัตต์

เปรียบเทียบการใช้พลังงานระหว่างโคมโซเดียมความดันไอสูงกับโคมไฟถนน LED

พลังงานฟ้า

สามารถคำนวณพลังงานไฟฟ้า (หน่วย/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{พลังงานฟ้า (หน่วย/ปี)} = \frac{P \times hr \times n}{1000}$$

โดย *P* คือ พลังงานไฟฟ้ารวมที่โคมไฟใช้ *(W)*

n คือ จำนวนโคมไฟ

hr คือ ชั่วโมงการทำงานของโคมไฟใน *1* ปี

$$\text{โคมไฟเมทัลฮาไลด์} = \frac{465 \times 4380 \times 140}{1000}$$

$$= 285{,}138 \text{ หน่วย/ปี}$$

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{200 \times 4380 \times 140}{1000}$$

$$= 122{,}640 \text{ หน่วย/ปี}$$

$$\text{พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = 285{,}138 - 122{,}640$$

$$= 162{,}498 \text{ หน่วย/ปี}$$

ค่าพลังงานไฟฟ้า

สามารถคำนวณค่าพลังงานไฟฟ้า (บาท/ปี) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\text{ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)} = \frac{P \times hr \times n \times Enery\ price}{1000}$$

ค่าไฟฟ้าราคาต่อหน่วยที่นำมาพิจารณา อ้างอิงจากค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซงปี พ.ศ. 2560 โดยมีราคาต่อหน่วย 1.8 บาท

$$\text{โคมไฟโซเดียมความดันไอสูง} = \frac{465 \times 4380 \times 140 \times 1.8}{1000}$$

$$= 513{,}248.4$$

$$\text{โคมไฟ LED} = \frac{200 \times 4380 \times 140 \times 1.8}{1000}$$

$$= 220{,}752 \text{ บาท/ปี}$$

$$\text{ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้} = 513{,}248.4 - 220{,}752$$

$$= 292{,}496.4 \text{ บาท/ปี}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น เมื่อเปลี่ยนโคมไฟ LED สามารถลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อคิดเป็นเปอร์เซนต์สามารถลดได้ 57 % ซึ่งมีค่าใช้ในการลงทุนดังตารางที่ 3.7

ตารางที่ 3.7 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนโคม LED

Description	Equipment Price per unit	Cost (140 unit)
LED (baht)	6,000	840,000
Installation price per lamp (baht)	250	35,000
	Total	875,000

* ค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนโคมอ้างอิงจาก Bill of Quantity งานรื้อถอนติดตั้ง St building โรงไฟฟ้ากัลฟ์หนอง แชง ปี พ.ศ. 2561 [ภาคผนวก ค.]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ค่าใช้จ่ายโครงการ

จากการนำโคมไฟ LED มาเปลี่ยนใช้แทนโคมโซเดียมความดันไอสูง โดยรวมทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ เปลี่ยนโคมไฟถนน (Streetlight) ขนาด 250 วัตต์ ทดแทนด้วยโคมไฟถนน LED ขนาด 100 วัตต์ จำนวน 171 โคม , โคมไฟ ฟลัดไลท์ (Floodlight) ขนาด 250 วัตต์ เปลี่ยนเป็น LED ขนาด 150 วัตต์ จำนวน 8 โคม และ โคมไฟฟลัดไลท์(Floodlight) ขนาด 400 วัตต์ เปลี่ยนเป็น LED ขนาด 200 วัตต์ จำนวน 140 โคม โดยจากการเปลี่ยนโคมไฟทั้ง 3 ขนาดได้มีรายละเอียดการประหยัดพลังงานดังนี้

1.โคมไฟถนน (Streetlight) ขนาด 250 วัตต์ ทดแทนด้วยโคมไฟถนน LED ขนาด 100 วัตต์ สามารถลดการใช้พลังงานได้ 149,796 หน่วยต่อปี หรือ 269,632.8 บาท/ปี

2.โคมไฟ ฟลัดไลท์ (Floodlight) ขนาด 250 วัตต์ เปลี่ยนเป็น LED ขนาด 150 วัตต์ สามารถลดการใช้พลังงานได้ 5,256 หน่วยต่อปี หรือ 9,460.8 บาท/ปี

3.โคมไฟฟลัดไลท์ (Floodlight) ขนาด 400 วัตต์ เปลี่ยนเป็น LED ขนาด 200 วัตต์ วัตต์ สามารถลดการใช้พลังงานได้ 162,498 หน่วยต่อปี หรือ 292,496.4 บาท/ปี

ดังนั้น หากทำการเปลี่ยนโคมไฟโซเดียมความดันไอสูงทั้งสามชนิด จะสามารถลดพลังงานไฟฟ้า และค่าพลังงานไฟฟ้าได้ดังนี้

พลังงานไฟฟ้า = 149,796 + 5,256 + 162,498

= 317,550 หน่วย/ปี

ค่าพลังงานไฟฟ้า = 269,632.8 + 9,460.8 + 292,496.4

= 571,590 บาท/ปี

4.2 หาจุดคุ้มทุนในการลงทุนติดตั้ง

1. หาระยะเวลาคืนทุนในการเปลี่ยนโคมไฟถนนโซเดียมควมดันไอสูง 250 วัตต์ เป็นโคมไฟถนน LED 100 วัตต์

จากตารางที่ 3.1 อายุการใช้งานของโคมชนิดโซเดียมความดันไอสูงและโคม LED สันนิษฐานว่าในรอบอายุการใช้งานโคม LED จะต้องเปลี่ยน โคมชนิดโซเดียมความดันไอสูง 1 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาคืนทุน $= \frac{LED\ Expense}{Save\ per\ year}$

$= \frac{1,325,250}{202,224.6}$

$= 4.9$ ปี

2. หาระยะเวลาคืนทุนในการเปลี่ยนโคมไฟฟลัดไลท์โซเดียมความดันไอสูง 250 วัตต์ เป็นโคมไฟฟลัดไลท์ LED 150 วัตต์

จากตารางที่ 3.1 อายุการใช้งานของโคมชนิดโซเดียมความดันไอสูงและโคม LED สันนิษฐานว่าในรอบอายุการใช้งานโคม LED จะต้องเปลี่ยน โคมชนิดโซเดียมความดันไอสูง 1 ครั้ง

ระยะเวลาคืนทุน $= \frac{LED\ Expense}{Save\ per\ year}$

$= \frac{46,000}{9460.8}$

$= 4.86$ ปี

3. หาระยะเวลาคืนทุนในการเปลี่ยนโคมไฟฟลัดไลท์โซเดียมความดันไอสูง 400 วัตต์ เป็นโคมไฟฟลัดไลท์ LED 200 วัตต์

จากตารางที่ 3.1 อายุการใช้งานของโคมชนิดโซเดียมความดันไอสูงและโคม LED สันนิษฐานว่าในรอบอายุการใช้งานโคม LED จะต้องเปลี่ยน โคมชนิดโซเดียมความดันไอสูง 1 ครั้ง

ระยะเวลาคืนทุน $= \frac{LED\ Expense}{Save\ per\ year}$

$= \frac{875,000}{292,496.4}$

$= 3.23$ ปี

หากทำการเปลี่ยนโคมไฟโซเดียมความดันไอสูงทั้งสามชนิด จะมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้ออุปกรณ์ทั้งหมดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ค่าใช้จ่ายในการลงทุนติดตั้งโคม LED

อุปกรณ์	จำนวน	หน่วย	ราคาต่อหน่วย (บาท)	จำนวนเงิน(บาท)
1.โคมไฟถนน LED 100 วัตต์	171	โคม	7500	1282500
2.โคมไฟฟลัดไลท์ LED 150 วัตต์	8	โคม	5500	44000
3.โคมไฟฟลัดไลท์ LED 200 วัตต์	140	โคม	6000	840000
4.ค่ารื้อถอนและติดตั้ง	319	-	250	79750

รวม 2,246,250 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น ระยะเวลาในการคืนทุนเมื่อเปลี่ยนโคมทั้งสามชนิด จะต้องใช้ระยะเวลาในการคืนทุนดังนี้

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน} = \frac{LED\ Expense}{Save\ per\ year}$$

$$= \frac{2,246,250}{571,590}$$

$$= 3.93 \text{ ปี}$$

โคมไฟ *LED* มีอายุการใช้งาน *50,000* ชั่วโมง ใช้งาน *12* ชั่วโมงต่อวัน ทำงาน *365* วันต่อปี ดังนั้นชั่วโมงการทำงานต่อปีอยู่ที่ *4380* ชั่วโมง คำนวณระยะเวลาการทำงานของ *LED* ต่อปีดังนี้

$$\text{อายุการใช้งาน} = \frac{\text{อายุการใช้งาน } LED}{\text{ชั่วโมงการใช้งานต่อปี}}$$

$$= \frac{50,000}{4,380}$$

$$= 11.41 \text{ ปี}$$

4.3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่าย

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดหากมีโครงการเปลี่ยนหลอด LED เกิดขึ้น

ค่าใช้จ่ายประจำ(Fixed cost) ของโครงการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันไอสูงเป็นหลอดไฟฟ้า LED คือ ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า LED เป็นประจำ ไม่มีการผันแปรหรือเปลี่ยนแปลงตามกิจกรรม หรือเวลา ซึ่งค่าใช้จ่ายนี้ได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการลงทุน โดยค่าใช้จ่ายในการลงทุนเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันไอสูงเป็นหลอด LED ของโรงไฟฟ้าหนองแซงทั้งหมดเท่ากับ 2,246,250 บาท

สำหรับค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) ของโครงการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันไอสูงเป็นหลอดไฟฟ้า LED คือ ต้นทุนที่เกิดการผันแปรไปตามการเปลี่ยนแปลงของกิจกรรม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีค่าใช้จ่าย 365,029.2 บาทต่อปี

เมื่อคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นระยะเวลา 11 ปี ได้ดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางค่าใช้จ่ายเมื่อมีโครงการเปลี่ยนหลอด LED

ปีที่	ค่าอุปกรณ์(บาท)	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน(บาท)	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดภายในปี (บาท)
1	2246250	365029.2	2611279.2
2	-	365029.2	365029.2
3	-	365029.2	365029.2
4	-	365029.2	365029.2
5	-	365029.2	365029.2
6	-	365029.2	365029.2
7	-	365029.2	365029.2
8	-	365029.2	365029.2
9	-	365029.2	365029.2
10	-	365029.2	365029.2
11	-	365029.2	365029.2
รวม			6,261,571.2 บาท

ค่าใช้จ่ายทั้งหมดหากใช้อุปกรณ์โคมไฟโซเดียมความดันไอสูงเดิมต่อไป

ค่าใช้จ่ายประจำ(Fixed cost) ของหลอดโซเดียมความดันไอสูงจะเป็นค่าใช้จ่ายในการซื้ออุปกรณ์เพื่อนำมาเปลี่ยนโคมไฟเดิมโดย ตั้งสมมุติฐานว่าในระยะเวลา 11 ปี จะมีการเปลี่ยนหลอดโซเดียมความดันไอสูง 1 ครั้ง โดยคิดเป็นเงินค่าซ่อมบำรุงทั้งหมด 973,920 บาท

สำหรับค่าใช้จ่ายผันแปร (Variable Cost) ในการใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูงเดิม ได้แก่ ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีค่าใช้จ่าย 936,619.2 บาทต่อปี

เมื่อคิดค่าใช้จ่ายทั้งหมดเป็นระยะเวลา 11 ปี ได้ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางค่าใช้จ่ายเมื่อใช้โคมโซเดียมความดันไอสูงเดิม

ปีที่	ค่าอุปกรณ์(บาท)	ค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน(บาท)	ค่าใช้จ่ายทั้งหมดต่อปี(บาท)
1	973920	936619.2	1910539.2
2	-	936619.2	936619.2
3	-	936619.2	936619.2
4	-	936619.2	936619.2
5	-	936619.2	936619.2
6	-	936619.2	936619.2
7	-	936619.2	936619.2
8	-	936619.2	936619.2
9	-	936619.2	936619.2
10	-	936619.2	936619.2
11	-	936619.2	936619.2
		รวม	11,276,731.2 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซง ในบทนี้เป็นการสรุปให้เห็นภาพรวมโดยผู้วิจัยได้สรุปให้เห็นเป็นภาพรวมได้ดังต่อไปนี้

5.1.1 วัตถุประสงค์

การศึกษาความคุ้มค่าในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซง มีวัตถุประสงค์หลักของโครงการนี้ เพื่อศึกษาต้นทุนค่าใช้จ่าย รายได้ และวิเคราะห์เปรียบเทียบรายได้และค่าใช้จ่ายในการจัดทำโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงาน และศึกษาการให้ความสว่าง ประสิทธิภาพของหลอดไฟ เมื่อเทียบกับโคมไฟเดิมเพื่อให้การเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าไม่ส่งผลกระทบต่อแสงสว่างที่ได้

5.1.2 ผลการศึกษา

การศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานของโรงไฟฟ้ากัลฟ์หนองแซง ได้ศึกษาและคำนึงถึงประเภทหลอดที่เหมาะสมในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อหลอดไฟยังคงประสิทธิภาพและแสงสว่างที่เพียงพอต่อการใช้งาน หรือเหนือกว่าแสงสว่างจากหลอดไฟดั้งเดิม และด้วยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในปัจจุบัน ที่ได้มีการผลิตหลอดประหยัดพลังงาน ซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า จึงได้เกิดโครงการนี้ขึ้นโดยศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้า

โดยผลจากการศึกษาพบว่าหากทำการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าระบบแสงสว่างจะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเนื่องมาจากประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของ LED มีค่ามากกว่าโมโซเดียมความดันไอสูง ทั้งยังมีอายุการใช้งานที่มากกว่าถึงสองเท่า

เมื่อเปรียบเทียบระยะเวลาคืนทุนแล้วจะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการคืนทุนในการเปลี่ยนโคมโซเดียมความดันไอสูงจะอยู่ที่ประมาณ *4* ปี แต่อายุการใช้งานของหลอก *LED* จะอยู่ที่ประมาณ *11* ปี ซึ่งการเปลี่ยนโคมนี้จะทำให้มีการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของโรงไฟฟ้าหนองแซงค่อนข้างมาก โดยการเปลี่ยนโม *LED* ยังช่วยในเรื่องของการลดค่าซ่อมบำรุงเนื่องจากอายุการใช้งานที่นานกว่าโคมโซเดียมความดันไอสูงอีกด้วย นอกจากนี้การเปลี่ยนไปใช้โคมไฟ *LED* ยังลดเรื่องค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับอุปกรณ์อื่นๆ อย่าง บัลลาสต์ อิกนิเตอร์ ขั้วหลอด คาปาซิเตอร์ อีกทั้งภายในหลอด *LED* ไม่มีสารปรอทซึ่งเป็นพิษต่อร่างกายและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งในด้านค่าใช้จ่าย เมื่อนำข้อมูลข้อมูลด้านค่าใช้จ่ายเมื่อทำการเปลี่ยนหลอด LED มาเปรียบเทียบกับค่าใช้จ่ายทั้งหมดหากใช้อุปกรณ์โคมไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมความดันไอสูงเดิมต่อไปพบว่าค่าใช้จ่ายเมื่อทำการเปลี่ยนหลอด LED มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าค่าใช้จ่ายหากใช้อุปกรณ์โคมไฟโซเดียมความดันไอสูงเดิมต่อไปมากกถึง 5,015,160 บาท ในระยะเวลา 11 ปี ดังนั้นการเปลี่ยนโคมโซเดียมความดันไอสูงเป็นโคม LED จึงมีความคุ้มค่าในการลงทุน

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าภายในโรงไฟฟ้าหนองแซงนี้ศึกษาเฉพาะความเป็นไปได้ในการเปลี่ยนระบบแสงสว่างบนท้องถนน ไม่รวมระบบแสงสว่างอื่นๆ เช่น ระบบแสงสว่างภายในอาคาร ซึ่งในอนาคตควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการเปลี่ยนระบบแสงสว่างในส่วนอื่นๆ ซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าหนองแซงมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] **พระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 [ออนไลน์].** แหล่งที่มา : http://www.dede.go.th/download/energysaving58/15_2552.pdf , วันที่สืบค้น : 15 สิงหาคม 2560

[2] ประภาศิลป์ เอนกสุวรรณมณี.(2555). **การศึกษาความคุ้มค่าของโครงการเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าเพื่อความมั่นคงด้านพลังงาน กองดุริยางค์ทหารบก** . วิทยานิพนธ์รัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเพื่อความมั่นคง มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ใน พระบรมราชูปถัมภ์จังหวัดปทุมธานี.

[3] **การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน[ออนไลน์]** แหล่งที่มา : http://www.pui108diy.com/wp/wpcontent/uploads/2015/03/06.pdf , วันที่สืบค้น : 20 สิงหาคม 2561

[4] **หลอดไฟฟ้า[ออนไลน์]** แหล่งที่มา : https://blog.rmutl.ac.th/montri/old/ee/04212209/P-03-4.pdf ,วันที่สืบค้น : 20 สิงหาคม 2561

[5] รองศาสตราจารย์ พรรณชลัท สุริโยธิน. (2554). **LED ศักยภาพความสดใสของแสงและสี ... ที่ต้องพิสูจน์.** บทความคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[6] วีรยุทธ สุภาวีระ. (2560). **การลดการใชพลังงานไฟฟ้าในฐานสนับสนุนการพัฒนาปิโตรเลียมจังหวัด สงขลา.** วิทยานิพนธ์าวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

[7] **มาตรฐารการติดตั้งไฟฟ้าสาธารณะ[ออนไลน์].** แหล่งที่มา : http://www.siamsafety.com/Standard_of_lighting_installed.PDF , วันที่สืบค้น : 25 สิงหาคม 2561

[8] **การประเมิณความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์[ออนไลน์].** แหล่งที่มา : http://aookaui.fireexit.co.th/MJUnew/pro_detail/4/RE%20421%20Energy%20Business%20Planning_Ch4-Part2.pdf วันที่สืบค้น : 10 ตุลาคม 2561

[9] ธวัชชัย ประดู่. (2558). **ประสิทธิภาพการใช้หลอด LED ในการเพิ่มแสงสว่างและลดการใช้พลังงานภายในศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา .** วารสารศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

LED Specification

Project 0 9/5/2018

DIALux

Site 1 / Saudi Lighting BRP371 LED40/WW 37W 700mA 220-240V DM MP1 Xceed 1xLED40/WW 37W 700mA 220-240V / Saudi Lighting - Xceed (1xLED40/WW 37W 700mA 220-240V)

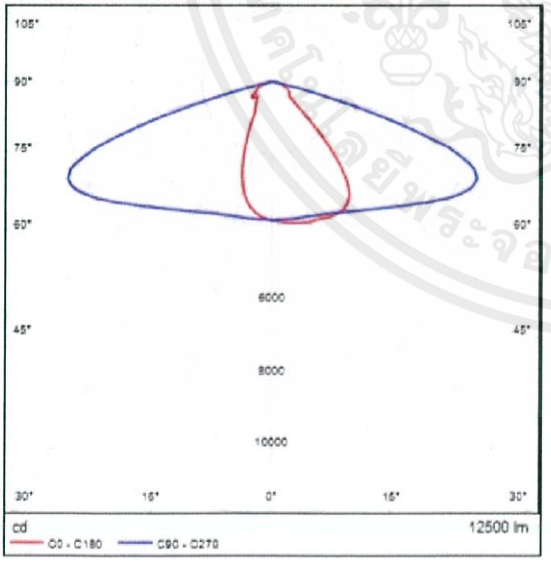
Saudi Lighting BRP371 LED40/WW 37W 700mA 220-240V DM MP1 Xceed 1xLED40/WW 37W 700mA 220-240V

BRP371 LED40/WW 37W 700mA 220-240V DM MP1
BRP371 - Housing
LED40 - 4000 lumens
WW - Warm White 3000K
37W - Rated Power
700mA - Input Current
220-240V - Rated Voltage
DM - Optics
MP1 - Medium Power Version 1

Absolute photometry
Luminaire luminous flux: 12500 lm
Power: 100.0 W
Luminous efficacy: 125.0 lm/W

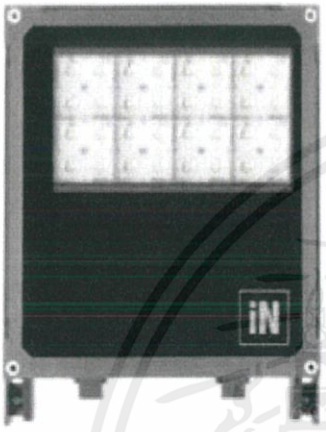
Colorimetric data
1xLED40/WW 37W 700mA 220-240V: CCT 3000 K, CRI 70

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Performance in Lighting 06179596 SQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K AN-96 1xSQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K

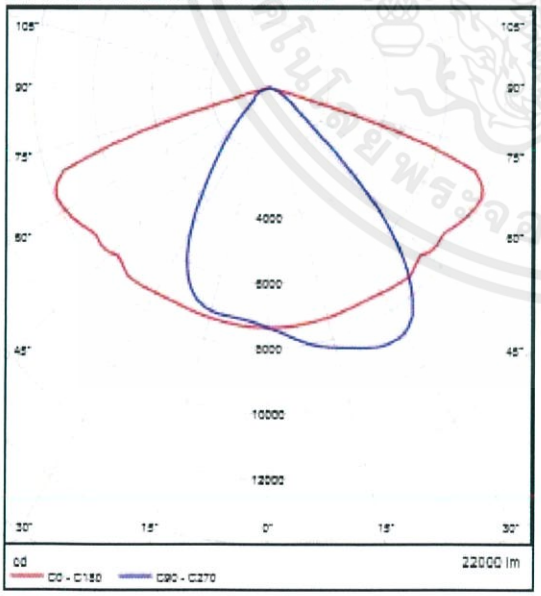


Absolute photometry
Luminaire luminous flux: 22000 lm
Power: 150.0 W
Luminous efficacy: 146.7 lm/W

Colorimetric data
1xSQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K: CCT 4000 K, CRI 70

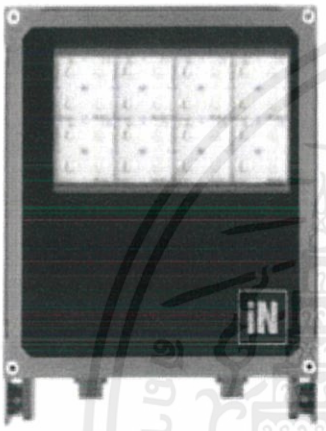
LED floodlight for indoor and outdoor lighting, comprising:
¬ Polyester powder-painted die-cast aluminium housing
¬ Flat tempered glass diffuser
¬ High-transparency polycabonate lenses for best light transmission
¬ Available lenses: road lenses for narrow roads and cycling/pedestrian lanes (SR/T1), asymmetrical lenses (A65/W), and lenses for pedestrian crossings (ZR).
¬ Anti-aging silicone gasket
¬ Fully integrated painted die-cast aluminium trim hinged to the housing
¬ Electrical connection through an IP66 quick external socket-plug connector that makes it possible to connect it to the network without opening the lighting element, made of technopolymer, 5 poles x 4 mm2, for wires ø 10 - ø 14 mm
¬ Light beam obtained by the combination of multiple LED modules
¬ Stainless steel external screws
¬ Complete with supplementary device for protection against network surges of up to 10 kV (DM)
¬ On request, versions with dimmable ballast available
¬ 3000 K and 5700 K available upon request
¬ A wide range of accessories are available for floodlight installation in various situations, e.g. wall and post
¬ In order to allow for the use of lenses in typical urban furniture settings (parks, gardens, pedestrian areas, squares, parking areas, etc.), the SYSTEMPARK range of accessories is available. It is made up of stainless steel posts and painted aluminium arms that make it possible to solve a variety of installation requirements.

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Performance in Lighting 06179596 SQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K AN-96
1xSQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K

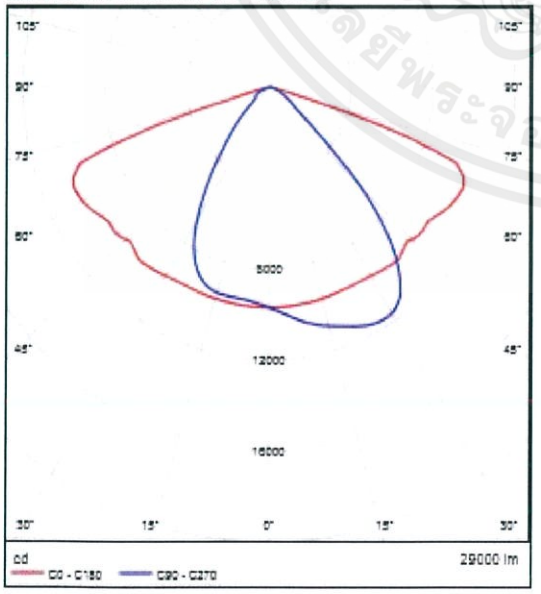


LED floodlight for indoor and outdoor lighting, comprising:
¬ Polyester powder-painted die-cast aluminium housing
¬ Flat tempered glass diffuser
¬ High-transparency polycarbonate lenses for best light transmission
¬ Available lenses: road lenses for narrow roads and cycling/pedestrian lanes (SR/T1), asymmetrical lenses (A65/W), and lenses for pedestrian crossings (ZR)
¬ Anti-aging silicone gasket
¬ Fully integrated painted die-cast aluminium trim hinged to the housing
¬ Electrical connection through an IP66 quick external socket-plug connector that makes it possible to connect it to the network without opening the lighting element, made of technopolymer, 5 poles x 4 mm2, for wires ø 10 - ø 14 mm
¬ Light beam obtained by the combination of multiple LED modules
¬ Stainless steel external screws
¬ Complete with supplementary device for protection against network surges of up to 10 kV (DM)
¬ On request, versions with dimmable ballast available
¬ 3000 K and 5700 K available upon request
¬ A wide range of accessories are available for floodlight installation in various situations, e.g. wall and post
¬ In order to allow for the use of lenses in typical urban furniture settings (parks, gardens, pedestrian areas, squares, parking areas, etc.), the SYSTEMPARK range of accessories is available. It is made up of stainless steel posts and painted aluminium arms that make it possible to solve a variety of installation requirements.

Absolute photometry
Luminaire luminous flux: 29000 lm
Power: 200.0 W
Luminous efficacy: 145.0 lm/W

Colorimetric data
1xSQUARE+1 SR/T1 32LED 73W 4000K: CCT 4000 K, CRI 70

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

HPS Specification

Project 0 9/5/2018

Site 1 / ASTZ - ZKU11-150-001 Street 1xDNaT150 E40 150W 15000Lm CCT=1690K / ASTZ - ZKU11-150-001 Street (1xDNaT150 E40 150W 15000Lm CCT=1690K)

DIALux

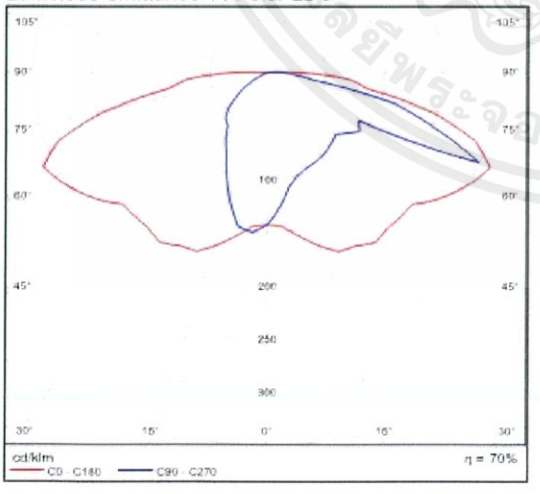
ASTZ - ZKU11-150-001 Street 1xDNaT150 E40 150W 15000Lm CCT=1690K

ЖКУ11-150-001 Street
ТУ 3461-032-05014337-2006
Предназначены для освещения улиц и дорог с высокой, средней и слабой интенсивностью движения транспорта, железнодорожных платформ и станций, территорий дворов, школ и детских садов.
220 В, 50 Гц, 150Вт ДНаТ Е40, ЭмПРА (cosφ: 0,85), IP54, У1
Класс защиты от поражения электрическим током - I
LxBxH=670x312x293 мм. Масса: 7,2 кг
Корпус изготовлен из алюминия методом глубокой вытяжки с последующей электрохимической обработкой.
Выполняет функцию отражателя. Уплотнительная прокладка между корпусом и защитным стеклом из войлока. Стекло защитное из светостабилизированного поликарбоната.
Замки крепления стекла из нержавеющей стали.
Установка: светильник рекомендуется устанавливать на Г-образных кронштейнах опор под углом 0–20° к горизонту.
Диаметр трубы оголовника кронштейна 48 мм. Высота установки 4–12 м.

Light output ratio: 70.03%
Lamp luminous flux: 28000 lm
Luminaire luminous flux: 19609 lm
Power: 268.0 W
Luminous efficacy: 73.2 lm/W

Colorimetric data
1xDNaT150 E40 150W 15000Lm CCT=1690K: CCT 1967 K, CRI 24

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

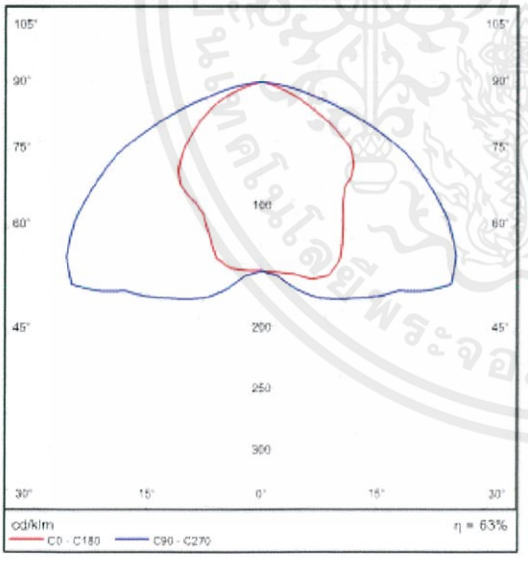
Eaton´s Crouse-Hinds Business SSFMV SSFMVMY400-S828 1xMS400/BU/PS

SSFMV Class 1 Div 2 Stainless Steel Floodlight

Light output ratio: 63.41%
Lamp luminous flux: 26000 lm
Luminaire luminous flux: 16487 lm
Power: 250.0 W
Luminous efficacy: 65.9 lm/W

Colorimetric data
1xMS400/BU/PS: CCT 1967 K, CRI 24

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

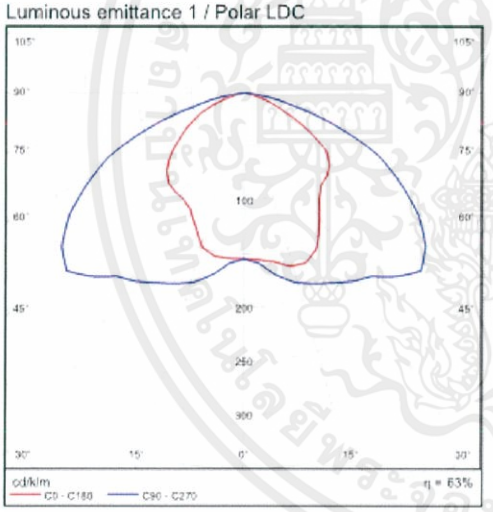
Eaton´s Crouse-Hinds Business SSFMV SSFMVMY400-S828 1xMS400/BU/PS

SSFMV Class 1 Div 2 Stainless Steel Floodlight

Light output ratio: 63.41%
Lamp luminous flux: 48000 lm
Luminaire luminous flux: 30437 lm
Power: 400.0 W
Luminous efficacy: 76.1 lm/W

Colorimetric data
1xMS400/BU/PS: CCT 1967 K, CRI 24

Luminous emittance 1 / Polar LDC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

ราคางานรื้อถอนติดตั้ง St building โรงไฟฟ้ากัลฟ์หนอง แซง ปี พ.ศ. 2561

BILL OF QUANTITY

PROJECT : งานรื้อย้ายและติดตั้งโคมไฟ Turbine Building
SUBJECT : Electrical System

DATE : 11-Apr-18
REV : 2

Item	Description	Brand	Q'ty	Unit	Material		Labour		Total (Baht)
					Unit Price	Amount	Unit Price	Amount	
A	Electrical System								
1	Lighting System								
	- High Bay 200W 4000k	Racer	33	set	8,150.00	268,950.00	600.00	19,800.00	288,750.00
	- High Bay 100W 4000k	Racer	127	set	5,980.00	759,460.00	600.00	76,200.00	835,660.00
	- Support & Accessories	Local	1	lot	16,360.00	16,360.00	9,090.00	9,090.00	25,450.00
2	Cable								
	- VCT 2Cx2.5/2.5G sq.mm	Yazaki	160	m	49.00	7,840.00	13.00	2,080.00	9,920.00
	- Fittings & Accessories	Local	1	lot	6,220.00	6,220.00	3,100.00	3,100.00	9,320.00
3	งานรื้อย้ายโคมไฟเดิม								
	- งานรื้อย้ายโคมไฟเดิม		160	set	-	-	250.00	40,000.00	40,000.00
	Total Item "A"					1,058,830.00		150,270.00	1,209,100.00
B	Indirect Cost								
1	Engineering & Overhead Cost		1	lot	105,880.00	105,880.00	15,020.00	15,020.00	120,900.00
2	Test & Commissioning Cost		1	lot	-	-	2,500.00	2,500.00	2,500.00
3	Site Expense & Mobilization Cost		1	lot	10,000.00	10,000.00	15,000.00	15,000.00	25,000.00
4	Transportation & Accommodation Cost		1	lot	2,500.00	2,500.00	15,000.00	15,000.00	17,500.00
5	Scaffolding Expense (Erection & Dismantle)		1	lot	5,000.00	5,000.00	20,000.00	20,000.00	25,000.00
	Total for "B"					123,380.00		67,520.00	190,900.00
	Net Total (Exclude VAT)					1,182,210.00		217,790.00	1,400,000.00

Note : ติดตั้งโคมไฟใหม่แทนที่ตำแหน่งของเดิม สายไฟและท่อใช้ของเดิม

Page 1 of 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล : นายปัญจพนต์ เขียวสด

วัน เดือน ปีเกิด : 9 สิงหาคม 2539

อีเมลล์ : phunjaphon@gmail.com

ประวัติการศึกษา : ระดับมัธยมต้น โรงเรียนพรตพิทยพยัต

ระดับมัธยมปลาย โรงเรียนพรตพิทยพยัต

ระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมกำลังไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงาน : มิถุนายน - กรกฎาคม 2561

นักศึกษาฝึกงาน แผนก facility engineering

บริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด(มหาชน)

สิงหาคม - พฤศจิกายน 2561

นักศึกษาฝึกงาน แผนก Electrical Maintenance engineer

บริษัท กัลฟ์ เจพี เอ็นเอส จำกัด(มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้