รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

วิเคราะห์ระบบส่องสว่างภายนอกอาคารเพื่อลดต้นทุนและจัดลำดับการทำงาน
Analysis of Landscape Lighting System for Decreasing Installation Cost and Managing Installation Process

นายณัฐนนท์ อรุณพันธุ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

วิเคราะห์ระบบส่องสว่างภายนอกอาคารเพื่อลดต้นทุนและจัดลำดับการทำงาน

Analysis of Landscape Lighting System for Decreasing Installation Cost and Managing Installation Process

นายณัฐนนท์ อรุณพันธุ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา วิเคราะห์ระบบส่องสว่างภายนอกอาคารเพื่อลดต้นทุนและจัดลำดับการทำงาน

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายณัฐนนท์ อรุณพันธุ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล

สถานประกอบการ บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน) แผนกงานการก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งได้มอบหมายให้ทำการพัฒนา ปรับปรุง วงจรแสงสว่างภายนอกอาคารเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูง ต้นทุนต่ำ มีประสิทธิภาพในการติดตั้ง ซึ่งโดยนักศึกษาได้ศึกษาการออกแบบเดิมพบว่าการออกแบบวงจรแสงสว่างภายนอกอาคารนั้น มีต้นทุนที่สูง โหลดในแต่ละวงจรย่อยมีค่าต่ำ ไม่เกิดความคุ้มค่า และมีความเสียหายเกิดขึ้นกับวัสดุอุปกรณ์ในช่วงการก่อสร้าง อาทิ สายไฟ ท่อร้อยสาย ต้นไม้ในสวน โคมไฟ ซึ่งล้วนเกิดจากการขุดดินไม่ว่าจะขุดเพื่อติดตั้งท่อร้อยสาย หรือขุดเพื่อเคลื่อนย้ายต้นไม้จัดสวน โดยโครงงานนี้สามารถลดต้นทุนจากการออกแบบวงจรแสงสว่างภายนอกอาคารใหม่โดยมีเงื่อนไขว่าจำนวน ตำแหน่ง และโหลดทั้งหมดของโคมไฟยังคงเดิม จึงออกแบบใหม่โดยคำนึงถึงแรงดันตกในแต่ละวงจรย่อย เพื่อความคุ้มค่าในการใช้สายไฟ และลดโอกาสเสี่ยงจากการขุดให้เสียหาย ซึ่งสามารถลดต้นทุนได้เป็นจำนวนเงิน 400,330 บาท และ จัดทำแผนงานแนวทางในการติดตั้งท่อร้อยสาย และลำดับการทำงานที่ก่อให้เกิดการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อให้เกิดเป็นมาตรฐานการทำงานเดียวกัน และก่อให้เกิดความเสียหายต่อวัสดุอุปกรณ์น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Co-operative Title: Analysis of Landscape Lighting System for Decreasing Installation Cost and Managing Installation Process

Student Intern Name: Mr. Nutthanon Aroonphun

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Dr.Atthapol Ngaopitakkul

Mentor Name: Dr.Atthapol Ngaopitakkul

Company: Supalai Public Company Limited

ABSTRACT

This cooperative education report is supported by high building construction department, Supalai Public Company Limited, who has assigned to develop landscape lighting system to attain high efficiency, low cost and reliable installation. The study started with the original design and found that the exterior lighting circuit design has high cost. The load in each sub-circuit is low. It is not worthy and causes damage to materials in the construction period, such as wires, conduits, trees in the garden, lamps, which are all caused by excavation, whether digging to install conduits or digging to move garden trees. According to the investigation, it is found that the existing landscape lighting design of Supalai condominium project has high installation cost, so this project redesigned landscape lighting system which can reduce cost up to 400,330 baht. The proposed work includes creating a roadmap for installing conduits and the sequence of work that creates a systematic work to achieve the same standard of work and cause minimal damage to equipment materials.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยการสนับสนุนจาก บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน) แผนกการก่อสร้างอาคารสูง ซึ่งได้ถ่ายทอดประสบการณ์ ความรู้ความสามารถต่างๆ ให้คำแนะนำ แนวคิด จนโครงงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นักศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้ช่วยเหลือ และให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆได้ จนโครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้า และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษา มาใช้ในการทำโครงงานครั้งนี้

ณัฐนนท์ อรุณพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 6

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 6

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายไฟ และการเดินสายของระบบแสงสว่างภายนอก 8

2.1.1 การออกแบบวงจรย่อย 8

2.1.2 ขนาดตัวนำของวงจรย่อย 8

2.1.3 การป้องกันกระแสเกิน 8

2.1.4 โหลดสาหรับวงจรย่อย 9

2.1.5 การคำนวณโหลดสาหรับวงจรย่อย 9

2.1.6 การต่อสายดิน 9

2.1.7 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยและที่คล้ายคลึงกัน 10

2.1.8 ข้อกำหนดรูปแบบการติดตั้ง 11

2.1.9 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ 12

2.1.10 ระบบการเดินสายไฟฟ้าในพื้นที่อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดินสาหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

2.1.11 ข้อกำหนดบริภัณฑ์เฉพาะงาน สระน้ำ อ่างน้ำพุ และการติดตั้งอื่นที่คล้ายกัน....13
2.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจ่ายไฟฟ้าให้โหลด.... 14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.... 18
3.1 การเก็บข้อมูล.... 18
3.1.1 สอบถามและประชุมกับผู้เกี่ยวข้องถึงปัญหาต่างๆ....18
3.1.2 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับภูมิสถาปัตย์....18
3.1.3 ศึกษาข้อมูลจากเล่มรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและแบบไฟฟ้า....19
3.1.4 เก็บข้อมูลจาก Bill of Quantity (BOQ)และ Purchase Order(PO)....19
3.2 วิเคราะห์ข้อมูล.... 19
3.2.1 การแก้ปัญหาสำหรับขั้นตอนการออกแบบ....19
3.2.2 วิเคราะห์แรงดันตก....34
3.2.3 การแก้ปัญหาสำหรับขั้นตอนการก่อสร้าง....37
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.... 39
4.1 ราคาต้นทุนของแต่ละรูปแบบ.... 39
4.2 ตารางโหลด.... 40
4.3 ประสิทธิภาพการใช้งาน.... 41
บทที่ 5 สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ.... 43
5.1 สรุป.... 43
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข.... 44
5.3 ข้อเสนอแนะ.... 44
บรรณานุกรม.... 45
ภาคผนวก.... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก I 47

ภาคผนวก II 50

ภาคผนวก III 67

ภาคผนวก IV 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 ตัวอย่างตำแหน่งโคมไฟและต้นไม้....2
รูปที่ 1-2 รูปตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟส่องเน้นต้นไม้....2
รูปที่ 1-3 รูปตัวอย่างความลึกของรากต้นไม้....3
รูปที่ 1-4 รูปตัวอย่างสวนพัง....4
รูปที่ 1-5 รูปตัวอย่างท่อร้อยสายไฟเสียหาย....4
รูปที่ 1-6 รูปตัวอย่างอุปกรณ์เสียหาย....5
รูปที่ 2-1 วงจรสมมูล และเฟสเซอร์ไดอะแกรม....14
รูปที่ 2-2 Phase Voltage Drop....15
รูปที่ 3-1 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 1....20
รูปที่ 3-2 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO โครงการตัวอย่าง 1....20
รูปที่ 3-3 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 2....21
รูปที่ 3-4 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO โครงการตัวอย่าง 2....21
รูปที่ 3-5 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO1 โครงการตัวอย่าง 3....22
รูปที่ 3-6 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO2 โครงการตัวอย่าง 3....22
รูปที่ 3-7 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO1 โครงการตัวอย่าง 3....23
รูปที่ 3-8 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO2 โครงการตัวอย่าง 3....23
รูปที่ 3-9 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 4....24
รูปที่ 3-10 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO โครงการตัวอย่าง 4....24
รูปที่ 3-11 กราฟแสดงจำนวนวงจรในแต่ละช่วงโหลดของโครงการตัวอย่างทั้งหมด....25
รูปที่ 3-12 รูปภาพรวมวงจรที่ 10 ของตู้ LO โครงการตัวอย่าง 1....34
รูปที่ 3-13 รูปภาพรวมวงจรที่ 8 ของตู้ EO โครงการตัวอย่าง 1....35
รูปที่ 3-14 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 1....38
รูปที่ 3-15 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 2....38
รูปที่ 4-1 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 1....42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2-1 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 10
ตารางที่ 2-2 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง 11
ตารางที่ 2-3 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ 12
ตารางที่ 2-4 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC แกนเดียว ที่ 70°C 16
ตารางที่ 2-5 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C 17
ตารางที่ 3-1 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 1 26
ตารางที่ 3-2 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 2 27
ตารางที่ 3-3 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 3 28
ตารางที่ 3-4 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 1 29
ตารางที่ 3-5 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 2 30
ตารางที่ 3-6 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 3 31
ตารางที่ 3-7 ตารางเปรียบเทียบราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน 31
ตารางที่ 3-8 ตารางเปรียบเทียบราคารวมของแต่ละรูปแบบ 31
ตารางที่ 3-9 รูปแผนงานลำดับการทำงาน 38
ตารางที่ 4-1 ตารางเปรียบเทียบราคาสายและท่อร้อสายไฟวงจรย่อย 39
ตารางที่ 4-2 ตารางเปรียบเทียบราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน 39
ตารางที่ 4-3 ตารางเปรียบเทียบราคารวมของแต่ละรูปแบบ 39
ตารางที่ 4-4 ตารางโหลดตู้LO โครงการตัวอย่าง 1 40
ตารางที่ 4-5 ตารางโหลดตู้EO โครงการตัวอย่าง 1 41
ตารางที่ 5-1 รูปแผนงานลำดับการทำงาน 42
ตารางที่ 5-2 ตารางแสดงข้อดี-ข้อเสียของโครงงาน 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

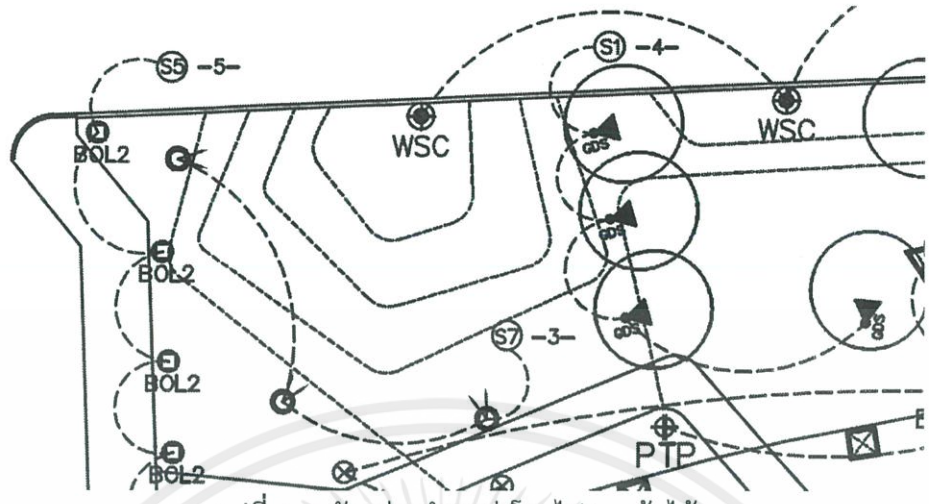
บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) และบริษัทย่อย (“กลุ่มบริษัท”) ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและเพื่อการพาณิชย์ โครงการที่อยู่อาศัยของศุภาลัย อยู่ภายใต้แนวความคิดการสร้างสรรค์ที่อยู่อาศัยที่มีคุณภาพ เพื่อสังคมคุณภาพของ “ชาวศุภาลัย” ด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบบ้านอย่างต่อเนื่อง ใช้วัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพมาตรฐาน พัฒนาการบริการที่ดีทั้งก่อนและหลังส่งมอบสินค้า และให้ความดูแลพัฒนาสังคมให้มีความปลอดภัยและอบอุ่น เพื่อสร้างความพึงพอใจของลูกค้าสูงสุด

นักศึกษาได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาในฝ่ายก่อสร้างอาคารสูงของบริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) ซึ่งฝ่ายก่อสร้างอาคารสูงนั้นมีหน้าที่เกี่ยวกับการก่อสร้างคอนโดมิเนียม(อาคารชุด) โดยภายใน 2 เดือนแรกนั้นนักศึกษาได้ปฏิบัติงานอยู่ที่สำนักงานใหญ่ โดยนักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับการประเมินราคา การออกมาตรฐานในการทำงาน(Criteria) และ 2 เดือนถัดมาได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาที่พื้นที่ก่อสร้างจริงโดยได้เรียนรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบงานระบบ การจัดการทำงานให้เป็นลำดับขั้นตอน การศึกษารายละเอียดอุปกรณ์สำหรับการติดตั้ง การปรับแต่งและแก้ไข้ปัญหา(Deflect)

นักศึกษาได้รับมอบหมายให้ศึกษาและค้นหาแนวทางในการปรับปรุง พัฒนา และแก้ไข ในส่วนการทำงานของวงจรไฟฟ้าย่อยภายนอกอาคาร เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นในโครงการก่อสร้างที่ผ่านๆมานั้นได้เกิดความเสียหายขึ้นกับท่อร้อยสายไฟฟ้า และ/หรือ ต้นไม้บริเวณสวนภายนอกอาคาร ที่เกิดมาจากการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกันระหว่างผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้าและผู้รับเหมางานจัดสวน ส่งผลให้มูลค่าเงินที่เพิ่มขึ้นจากต้นทุนที่สูงอยู่แล้วและความล่าช้าในการทำงานด้วย

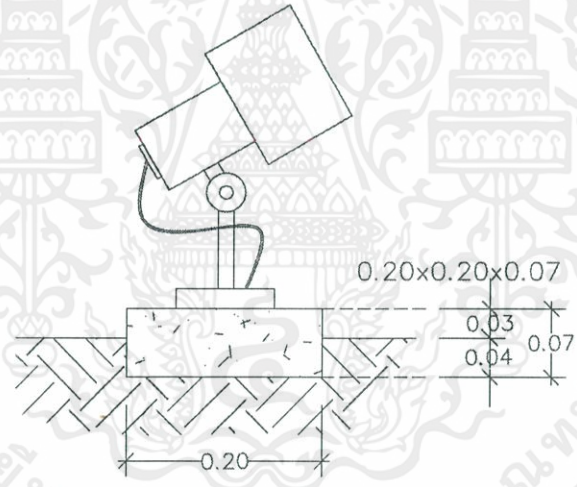
ปัญหาแรกนั้นคือความเสียหายของวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นท่อร้อยสายไฟ สายไฟ หรือต้นไม้ต่างๆ ปัญหานี้ที่เกิดขึ้นนั้นเพราะว่าการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายนอกอาคารได้มีการติดตั้งแบบเดินท่อร้อยสายแบบฝังดิน และการปลูกต้นไม้นั้นก็ต้องขุดดินเช่นเดียวกัน และปัญหาความเสียหายที่จะเกิดมากที่สุดมักจะเกิดกับโคมไฟส่องเน้นต้นไม้ เนื่องจากตำแหน่งของโคมไฟชนิดนี้นั้นต้องมีตำแหน่งอยู่ใกล้ต้นไม้มาก หรือเรียกได้ว่าแทบจะเป็นตำแหน่งเดียวกับต้นไม้ และสิ่งที่เป็นปัญหานั้นไม่ใช่ขนาดลำต้นของต้นไม้ แต่เป็นขนาดรากของต้นไม้ที่มีขนาดกว้าง และยังต้องใช้ความลึกในการขุดมาก โดยรูปต่อไปนี้เป็นตัวอย่างของปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1-1 ตัวอย่างตำแหน่งโคมไฟและต้นไม้

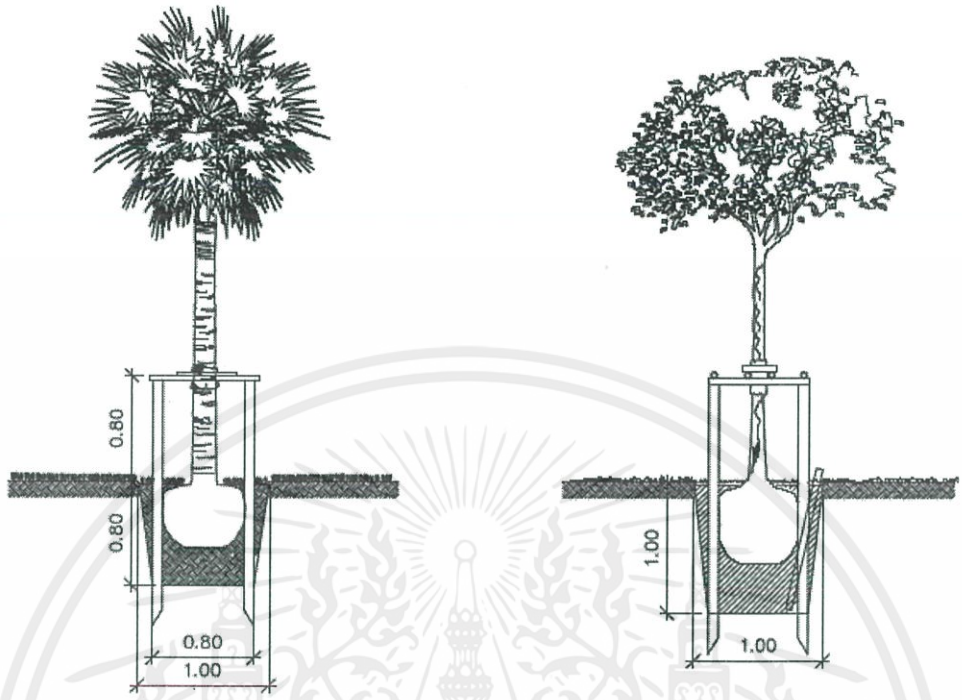
จากรูปแสดงให้เห็นว่าตำแหน่งของโคมไฟส่องเน้นต้นไม้(GDS)นั้นอยู่ใต้ต้นไม้ซึ่งค่อนข้างมีความใกล้กับตัวโคนต้นไม้(สัญลักษณ์วงกลมในรูป) และแน่นอนว่าอยู่เหนือจากรากที่อยู่ใต้ผิวดิน



รูปที่ 1-2 ตัวอย่างการติดตั้งโคมไฟส่องเน้นต้นไม้

จากรูปแสดงให้เห็นว่าโคมไฟนั้นมีตุ้มหล่อปูนทรงลูกบาศก์เป็นฐานของโคมไฟส่องเน้นต้นไม้ฝังอยู่ในดิน แต่ในรูปยังไม่แสดงถึงลักษณะในการติดbox ซึ่งลักษณะการติดbox จะแตกต่างไปขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้จัดการโครงการ(Project Manager) แต่ละโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1-3 รูปตัวอย่างความลึกของรากต้นไม้

จากรูปแสดงให้เห็นว่ารากของต้นไม้ใหญ่นั้นมีความลึกในการขุดถึง 80-100 ซม. ด้านกว้างxด้านยาว 100x100 ตร.ซม. จากเดิมการลำดับการทำงานให้ติดตั้งระบบไฟฟ้าก่อนปลูกต้นไม้จัดสวน หากมีท่อร้อยสายไฟฝังใต้ดินผ่านในจุดนี้หากไม่ทำการประกอบแบบระหว่างต้นไม้และเส้นทางการเดินท่อให้หลีกเลี่ยงตำแหน่งรากของต้นไม้ ท่อร้อยสายไฟจะโดนขุดพังเสียหาย และหากการลำดับการทำงานให้ปลูกต้นไม้จัดสวนก่อน การมาติดตั้งท่อร้อยสายไฟทีหลังจะส่งผลให้ต้องขุดต้นไม้พุ่มและ/หรือหญ้าเกิดความเสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1-4 รูปตัวอย่างสวนพัง

จากรูปแสดงให้เห็นถึงความเสียหายของต้นไม้ในสวน ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากการที่ผู้รับเหมางานระบบไฟฟ้ามีความจำเป็นที่จะต้องเข้าทำงานติดตั้งระบบไฟฟ้าหรือแก้ไขในส่วนที่มีปัญหา

รูปที่ 1-5 รูปตัวอย่างท่อร้อยสายไฟเสียหาย

จากรูปแสดงให้เห็นถึงความเสียหายของท่อร้อยสายไฟ ซึ่งความเสียหายที่เกิดขึ้นเกิดมาจากการที่ผู้รับเหมางานจัดสวนทำการขุดดินเพื่อจะปลูกต้นไม้แต่ไม่ทราบถึงตำแหน่งของท่อร้อยสายไฟ จึงเกิดความเสียหายตามรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1-6 รูปตัวอย่างอุปกรณ์เสียหาย

จากรูปแสดงให้เห็นถึงตัวโคมไฟส่องเน้นต้นไม้เกิดความเสียหาย ไม่สามารถนำไปใช้งานต่อได้ ซึ่งเกิดจากการทำงานของผู้รับเหมาจัดสวน

ปัญหาถัดมาคือเรื่องการลดต้นทุนของงานระบบไฟฟ้าในหมวดของท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า ซึ่งแท้จริงแล้วอาจจะไม่ใช่ปัญหามากนัก หากแต่ถ้าสามารถลดต้นทุนได้โดยยังคงประสิทธิภาพในการใช้งานได้ก็ถือเป็นการพัฒนา โดยแต่เดิมมีวงจรย่อยมากมายส่งผลให้มีปริมาณของท่อร้อยสายไฟและสายไฟมาก และการที่มีปริมาณท่อร้อยสายไฟและสายไฟมากนั้นยิ่งเพิ่มโอกาสเสี่ยงต่อการขุดโดนท่อร้อยสายไฟ จากการขุดดินเพื่อปลูกต้นไม้จัดสวน และในหลายๆวงจรนั้นมีโหลดที่น้อยเกินไปเมื่อเทียบกับประสิทธิภาพในด้านแรงดันตก

โดยแนวทางสำหรับการแก้ปัญหาในอดีตจนถึงปัจจุบันสำหรับปัญหาเรื่องการจัดลำดับการทำงานนั้นยังไม่มีแนวทางแก้ไข้ปัญหาที่ชัดเจน แต่จะเป็นการแก้ปัญหาเป็นแต่ละโครงการๆไป ขึ้นอยู่กับการพิจารณาของผู้จัดการโครงการ(Project Manager) เช่น บางโครงการจัดลำดับการทำงานโดยการให้ติดตั้งระบบไฟฟ้าก่อนการปลูกต้นไม้จัดสวน แต่ในบางโครงการก็จัดลำดับการทำงานโดยให้ปลูกต้นไม้จัดสวนก่อนติดตั้งระบบไฟฟ้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสำหรับแนวทางพัฒนาเรื่องการลดต้นทุนของงานระบบไฟฟ้าหมวดท่อร้อยสายไฟและสายไฟนั้น ปัจจุบันก็ยังไม่ได้มีการพัฒนาในเรื่องนี้แต่จะเป็นการไปลดต้นทุนในหมวดอื่นๆแทน นักศึกษาจึงได้จัดทำการพัฒนาโดยการลดต้นทุนในหมวดท่อร้อยสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าร่วมกับโครงงานนี้ด้วย

ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาจากปัญหาจริงและการสอบถามถึงผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับปัญหาพบว่า แนวทางในการแก้ปัญหาเรื่องการจัดลำดับการทำงานสำหรับโครงงานนี้จะเป็นไปในทางการสร้างแผนงานที่ชัดเจน โดยวิเคราะห์จากปัญหาที่เคยพบเจอและหาแนวทางจากการประชุมปรึกษาหารือกัน ระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด อาทิ ผู้ออกแบบวงจรไฟฟ้า ผู้รับเหมาติดตั้งงานระบบไฟฟ้า ผู้รับเหมางานจัดสวน เป็นต้น รวมถึงแนวทางในการติดตั้งระบบไฟฟ้าจริงเพื่อให้ง่ายต่อการทำงานร่วมกับการปลูกต้นไม้จัดสวน และลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น เพื่อให้ทุกๆโครงการก่อสร้างได้มีแนวทางการปฏิบัติไปในทิศทางเดียวกัน

สำหรับการพัฒนาในส่วนการลดต้นทุนงานระบบไฟฟ้าหมวดท่อร้อยสายไฟและสายไฟนั้น นักศึกษาได้เสนอแนวทางในโครงงานนี้ขึ้นมาโดยทำวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางวิศวกรรม (Value Engineering :VE) โดยการลดจำนวนวงจรลงโดยมีการคิดค่าเฉลี่ยความยาวสายของวงจรสำหรับโครงการขนาดใหญ่ และได้กำหนดค่าโหลดขั้นต่ำ โดยเทียบประสิทธิภาพในด้านแรงดันตกเพื่อลดต้นทุน และจากการลดจำนวนวงจรลงได้จะเป็นการลดโอกาสเกิดความเสี่ยงจากการเสียหายจากการขุดอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการออกแบบระบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

1.2.2 เพื่อลดต้นทุนงานระบบไฟฟ้าหมวดสายและท่อร้อยสาย

1.2.3 เพื่อลดความเสียหายของวัสดุและจัดลำดับการทำงานบริเวณภูมิสถาปัตย์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ลดต้นทุนงานในหมวดสายไฟและท่อร้อยสายไฟ ของวงจรไฟฟ้าแสงสว่างภายนอกอาคาร ชั้นที่ 1 และ จัดลำดับการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกันระหว่าง การติดตั้งระบบวงจรไฟฟ้าย่อยภายนอกอาคาร ชั้น 1 และการจัดสวนภายนอกอาคารบริเวณภูมิสถาปัตย์ ชั้นที่ 1 โดยการลดต้นทุนจะทำการเปรียบเทียบออกมาในเชิงมูลค่าของค่าใช้จ่าย การจัดลำดับการทำงานจะออกมาในรูปแบบแผนงานและแนวทางในการติดตั้ง

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจะแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วน ซึ่งแบ่งได้เป็น ส่วนการเก็บข้อมูล และ ส่วนการวิเคราะห์ข้อมูล โดยส่วนการเก็บข้อมูลนั้นจะทำการศึกษาข้อมูลและปัญหาจากแหล่งข้อมูลต่างๆหรือบุคคลต่างๆ และ นำข้อมูลที่ได้มาไปใช้ต่อในส่วนวิเคราะห์ข้อมูล

การเก็บข้อมูล ทำการสอบถามปัญหาจากผู้ที่เกี่ยวข้อง ศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับภูมิสถาปัตย์ ศึกษาข้อมูลจากเล่มรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและแบบไฟฟ้า และเก็บข้อมูลจาก Bill

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of Quantity (BOQ)และ Purchase Order(PO) โดยจะนำปัญหาจากการสอบถามที่อยู่ภายในขอบเขตและมีเวลาเพียงพอสำหรับการแก้ไขไปดำเนินการแก้ไข้ต่อ โดยใช้ข้อมูลจากการศึกษาส่วนอื่นๆมาร่วมกัน

การวิเคราะห์ข้อมูล โดยส่วนนี้ได้ทำการนำข้อมูลจากการสอบถามในส่วนแรก และข้อมูลจากการศึกษาข้อมูลในส่วนต่างๆ ทั้งโครงการที่ก่อสร้างเสร็จแล้วและกำลังจะมีการก่อสร้างแต่มีการออกแบบเรียบร้อยแล้ว เพื่อที่นำมาวิเคราะห์ถึงพฤติกรรมการสิ้นเปลืองจากการออกแบบต่างๆในเชิงตัวเลข วิเคราะห์หาวิธีแก้ปัญหาในการก่อสร้าง วิเคราะห์หาการออกแบบที่เหมาะสมกับการใช้งานของผู้ใช้งาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถลดความเสียหายของท่อร้อยสายไฟและ/หรือสวนได้

1.5.2 สามารถลดต้นทุนงานระบบไฟฟ้าในหมวดสายไฟและท่อร้อยสายได้

1.5.3 สามารถจัดลำดับการทำงานและมีมาตรฐานเดียวกันได้

1.5.4 สามารถถอดแบบและประมาณราคาของระบบไฟฟ้าภายนอกได้

1.5.5 สามารถคำนวนประสิทธิภาพในด้านแรงดันตกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบสายไฟ และการเดินสายของระบบแสงสว่างภายนอก

2.1.1 การออกแบบวงจรย่อย

1) ความสำคัญวงจรย่อย

ในการออกแบบระบบไฟฟ้า ต้องเริ่มต้นจากวงจรย่อยซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะต้องพิจารณาตรวจสอบและกำหนดขนาดโหลดให้เหมาะสม เพื่อนำไปคำนวณและออกแบบขนาดตัวนำกำหนดขนาดอุปกรณ์ป้องกันของวงจรย่อย วงจรสายป้อน และวงจรประธาน ให้มีขนาดเหมาะสม และทำงานได้อย่างถูกต้องปลอดภัยกับผู้ใช้งาน ในบทนี้ได้กำหนดแนวทางในการคำนวณโหลด และวิธีการเลือกขนาดตัวนำ และอุปกรณ์ป้องกันโดยพิจารณาที่ความปลอดภัยขั้นต่ำเป็นเกณฑ์ กรณีที่ต้องการออกแบบให้รองรับการขยายตัวของโหลดในอนาคตให้พิจารณาเพิ่มเติมจากเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2) ขนาดพิกัดวงจรย่อย

ขนาดพิกัดวงจรย่อยให้เรียกตามขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัดกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2จุดขึ้นไปต้องมีขนาดไม่เกิน 50แอมแปร์ ยกเว้น อนุญาตให้วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2จุดขึ้นไปที่ไม่ใช่โหลดแสงสว่างมีพิกัดเกิน 50แอมแปร์ ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีคุณสมบัติคอยดูแล และบำรุงรักษา

2.1.2 ขนาดตัวนำของวงจรย่อย

ตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย และกำหนดให้ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

2.1.3 การป้องกันกระแสเกิน

1) อาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรย่อยอย่างน้อยชั้นละ 1 วงจร ข้อแนะนาสาหรับวงจรย่อยชั้นล่างควรแบ่งวงจรอย่างน้อยดังต่อไปนี้

- ไฟฟ้าแสงสว่างภายในอาคาร
- เต้ารับภายในอาคาร
- ภายนอกอาคาร

2) วงจรย่อยต้องมีการป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้อง และไม่ต่ำกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 โหลดสาหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ลักษณะของโหลดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1) วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร หรือที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินขนาดพิกัดวงจรย่อย กรณีมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบรวมอยู่ด้วยโหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย

2) วงจรย่อยขนาด 25 ถึง 32 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องมีขนาดไม่เกินขนาดพิกัดวงจรย่อย

3) วงจรย่อยขนาดเกิน 32 ถึง 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร

4) วงจรย่อยขนาดเกินกว่า 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับโหลดที่ไม่ใช่แสงสว่างเท่านั้น

2.1.5 การคำนวณโหลดสาหรับวงจรย่อย

โหลดสาหรับวงจรย่อยต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

1) วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น

2) โหลดแสงสว่าง และโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง

3) ขนาดตัวนำนิวทรัล (Neutral) ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้นและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

2.1.6 การต่อสายดิน

การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวรบริภัณฑ์ไฟฟ้าชนิดยึดติดกับที่หรือชนิดที่มีการเดินสายถาวร ส่วนที่เป็นโลหะที่เปิดโล่ง และไม่ได้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้าดังกล่าวต้องต่อสายดินเมื่อมีสภาพตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1) ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่งหรือ 1.5 เมตรในแนวระดับ และบุคคลอาจจะสัมผัสได้โดยบังเอิญ

2) อยู่ในสถานที่เปียกหรือชื้น และไม่ได้มีการแยกอยู่ต่างหาก

3) มีการสัมผัสทางไฟฟ้ากับโลหะ

4) อยู่ในบริเวณอันตราย

5) รับไฟฟ้าจากสายชนิดหุ้มส่วนนากระแสไฟฟ้าด้วยโลหะ (metal-clad,metal-sheath) หรือสายที่เดินในท่อสายโลหะ

ข้อยกเว้นที่ 1 เครื่องห่อหุ้มและ/หรือช่องเดินสายที่เป็นโลหะช่วงสั้นๆ ซึ่งใช้ป้องกันความเสียหาย ทางกายภาพที่มีการต่อสายเคเบิลหรือใช้จับยึดสาย ไม่บังคับให้ต่อสายดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อยกเว้นที่ 2 เครื่องห่อหุ้มและ/หรือช่องเดินสายที่เป็นโลหะของสายที่ต่อจากการติดตั้งเดิมที่เป็นการเดินสายแบบเปิดเดินสายบนตุ้มหรือใช้สายที่มีเปลือกนอกไม่เป็นโลหะไม่จาเป็นต้องต่อสายดินถ้าระยะเดินสายที่เพิ่มมีความยาวไม่เกิน 8 เมตร ไม่สัมผัสกับดินหรือโลหะที่ต่อสายดินหรือวัสดุที่เป็นตัวนำ และมีการป้องกันไม่ให้บุคคลสัมผัส

ตารางที่ 2-1 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 หน้า4-13)

2.1.7 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยและที่คล้ายคลึงกัน

วงจรย่อยต่อไปนี้นอกจากมีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าและติดตั้งตามบทที่ 4 ของมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 แล้ว ต้องมีการป้องกันโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ขนาด $I\Delta n$ ไม่เกิน 30 มิลลิแอมแปร์ เพิ่มเติมด้วย คือ

1) วงจรเต้ารับในบริเวณห้องน้ำ ห้องอาบน้ำ โรงจอดรถยนต์ ห้องครัว ห้องใต้ดิน

2) วงจรเต้ารับในบริเวณ อ่างล้างชาม อ่างล้างมือ (บริเวณพื้น ที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้ง เต้ารับภายในระยะ 1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง)

3) วงจรไฟฟ้าเพื่อใช้จ่ายภายนอกอาคาร และบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่อยู่ในตำแหน่งที่บุคคลสัมผัสได้ทุกวงจร

4) วงจรเต้ารับในบริเวณชั้นล่าง (ชั้น1) รวมถึงในบริเวณที่อยู่ต่ำกว่าระดับผิวดิน ที่อยู่ในพื้น ที่ปรากฏว่าเคยมีน้ำท่วมถึงหรืออยู่ในพื้นที่ต่ำกว่าระดับทะเลปานกลาง

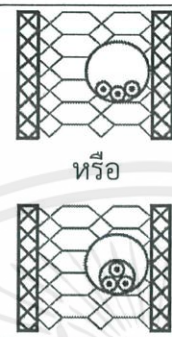
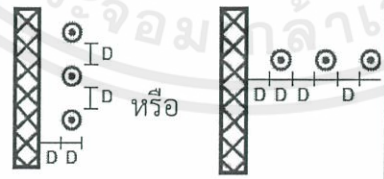
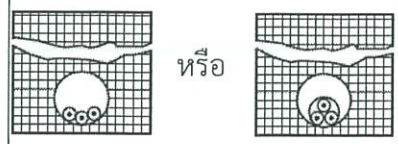
5) วงจรย่อยสำหรับ เครื่องทำน้ำ อุ่น เครื่องทำน้ำ ร้อน อ่างอาบน้ำ

หมายเหตุ ตำแหน่งที่สัมผัสได้ หมายถึงอยู่ห่างจากพื้นหรือโลหะที่ต่อลงดินไม่เกิน 2.4 เมตรในแนวดิ่ง หรือ 1.5 เมตร ในแนวระดับและบุคคลสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ตั้งใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 ข้อกำหนดรูปแบบการติดตั้ง

ตารางที่ 1-2 รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในฝ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ฝ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย 10 W/m^2*K
สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกันผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 K*m/W
สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดียวหรือหลายแกน หุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-2 (ต่อ) รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-
สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีเปลือกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ,รางเคเบิลแบบระบายอากาศหรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้น ที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้ง หมด

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 หน้า5-65,5-66)

2.1.9 ข้อกำหนดการเดินสายและวัสดุ

จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสายให้คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งฉนวน และเปลือกของสายทุกเส้นในท่อร้อยสายรวมกันคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 2-2

ตารางที่ 2-3 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อร้อยสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิด ยกเว้น สายชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 หน้า5-5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10 ระบบการเดินสายไฟฟ้าในพื้นที่อาคารเพื่อการสาธารณะใต้ผิวดินสาหรับระบบที่ต้องการความปลอดภัยปกติ

1) ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องสามารถทนอุณหภูมิได้ไม่ต่ำกว่า 90 °C

2) ฉนวนหรือวัสดุหุ้มสายไฟฟ้า ต้องเป็นชนิด Flame Retardant มีคุณสมบัติต้านทานการลุกไหม้ตามมาตรฐานของ IEC 60332-1 หรือ IEC60332-3 และมีคุณสมบัติการปล่อยก๊าซกรดตามมาตรฐานของ IEC 60754-2 หรือมีคุณสมบัติการปล่อยควันตามมาตรฐาน IEC 61034-2

3) สายไฟฟ้าที่เปลือกนอกมิใช่โลหะจะต้องเดินสายร้อยท่อโลหะหนาหรือท่อโลหะหนาปานกลาง

2.1.11 ข้อกำหนดบริภัณฑ์เฉพาะงาน สระน้ำ อ่างน้ำพุ และการติดตั้งอื่นที่คล้ายกัน

1) หม้อแปลงที่ใช้สำหรับโคมไฟฟ้าใต้น้ำ รวมถึงเครื่องห่อหุ้มหม้อแปลง ต้องเป็นชนิดที่ระบุให้ใช้เพื่อจุดประสงค์นี้ หม้อแปลงต้องเป็นชนิดหม้อแปลงนิรภัย (ชนิดแยกขดลวด)

2) เครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินต้องเป็นชนิดหน่วยประกอบสำเร็จเป็นแบบตัดตอนอัตโนมัติ แบบเต้ารับ หรือแบบอื่นที่ได้รับการรับรอง

3) สายไฟฟ้าที่ต่อออกทางด้านโหลดของเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน หรือจาก หม้อแปลง ซึ่งใช้สำหรับโคมไฟฟ้าใต้น้ำ ห้ามเดินรวมอยู่ภายในท่อ กล่อง หรือในเครื่องห่อหุ้มเดียวกับสายอื่นๆ

ข้อยกเว้นที่ 1 เครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน ยอมให้ติดตั้งในแผงย่อยที่มีวงจรอื่นซึ่งมิได้มีการป้องกันกระแสลัดวงจรและรั่วลงดินได้

ข้อยกเว้นที่ 2 สายจ่ายไฟฟ้าให้เครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินชนิดป้อนผ่านหรือชนิดเต้ารับยอมให้อยู่ในเครื่องห่อหุ้มเดียวกันได้

ข้อยกเว้นที่ 3 สายไฟฟ้าทางด้านโหลดของเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน ยอมให้เดินในช่องเดินสายไฟฟ้า กล่องหรือเครื่องห่อหุ้มที่มีเฉพาะสายไฟฟ้า ซึ่งมีการป้องกันด้วยเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดิน

ข้อยกเว้นที่ 4 สายดิน

4) โคมไฟฟ้าใต้น้ำ

4.1)แบบของโคมไฟใต้น้ำที่รับไฟฟ้าจากวงจรย่อย หรือจากหม้อแปลงตาม ต้องเป็นแบบเมื่อติดตั้งอย่างเหมาะสม โดยไม่ได้ติดตั้ง เครื่องป้องกันกระแสเกินและรั่วลงดินแล้ว ต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายจากไฟฟ้าดูดในสภาพใช้งานตามปกติ และในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินและรั่วลงดิน สำหรับโคมไฟฟ้าที่ใช้แรงดันเกินกว่า 15 โวลต์ ต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายจากไฟฟ้าดูดขณะเปลี่ยนหลอด ทั้งนี้โดยการใช้โคมไฟฟ้าและเครื่องป้องกันกระแสเกินและรั่วลงดินที่ได้รับการรับรองจากสถาบันที่เชื่อถือได้

4.2) โคมไฟฟ้าที่ติดตั้ง ห้ามใช้ระบบแรงดันระหว่างสายเกิน 230 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3) โคมไฟที่ติดตั้ง ในผนัง (ขอบ) สระ ต้องติดตั้ง ให้เลนส์ส่วนบนของดวงโคมอยู่ใต้ระดับน้ำ ปกติเป็นระยะอย่างน้อย 0.45 เมตร โคมไฟที่หันด้านหน้าขึ้น จะต้องมีครอบป้องกันการสัมผัสจากบุคคล *ยกเว้นอนุญาตให้ใช้โคมไฟฟ้าที่แสดงเอกลักษณ์ที่ว่าใช้ที่ระดับระดับความลึกไม่น้อยกว่า 100 มม. ใต้ระดับน้ำปกติ*

4.4) โคมไฟที่ทำงานได้อย่างปลอดภัยเมื่ออยู่ใต้ระดับน้ำ ต้องมีการป้องกันอันตรายอย่างเพียงพอจากความร้อนเกินเมื่ออยู่พ้นระดับน้ำ

2.2 วิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจ่ายไฟฟ้าให้โหลด

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจ่ายไฟฟ้าให้โหลดนั้น เราคำนึงถึงแรงดันที่จุดใช้งานไม่มีแรงดันตกเกินมาตรฐาน NEC ที่กำหนดไว้

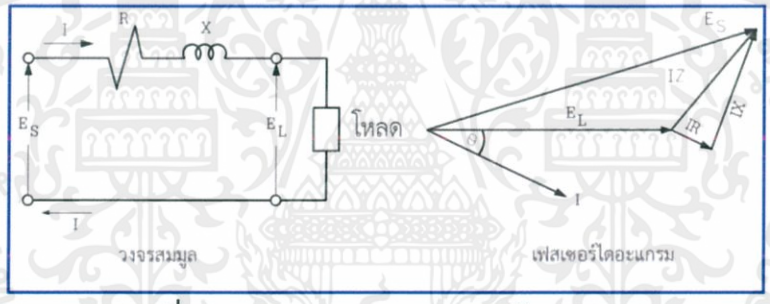
1) แรงดันตกจากสายประธาน (Service) ไปยังโหลด (Load) มีค่าไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

2) แรงดันตกในสายป้อน (Feeder) มีค่าไม่เกิน 2 เปอร์เซ็นต์

3) แรงดันตกในวงจรย่อย (Branch Circuit) มีค่าไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

วิธีการคำนวณหาแรงดันตก

จากวงจรสมมูล 1 เฟส



รูปที่ 2-1 วงจรสมมูล และเฟสเซอร์ไดอะแกรม

จาก $E_S = E_L + (I\angle\text{-}\theta)(R + j X)$

$= E_L + I(\cos \theta - j \sin \theta)(R + j X)$

$= E_L + I(R \cos \theta + X \sin \theta - jR \sin \theta + jX \cos \theta)$

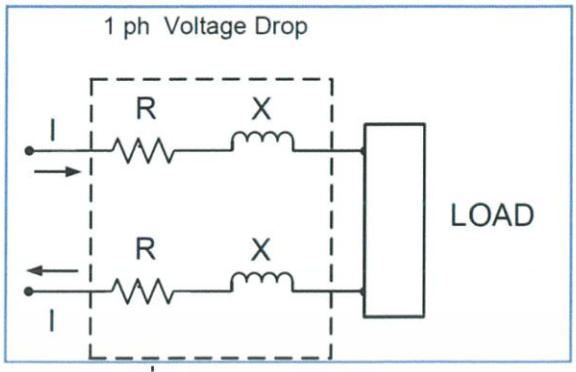
$= (E_L + IR \cos \theta + I \sin \theta) + jI(X \cos \theta - R \sin \theta)$

Real Part มีค่ามาก Imaginary Part มีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับส่วนของ Real part ดังนั้น เพื่อการคำนวณง่ายขึ้น จึงเขียนสมการเสียใหม่เป็นค่าโดยประมาณได้ดังนี้

$Es - EL = IR \cos \theta + IX \sin \theta$

$= \text{Voltage Drop, VD}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-2 Phase Voltage Drop

เนื่องจากในวงจรสมมูล 1 เฟสมี 2 สายคือ line และ Neutral

$$VD=2I(R\cos\theta+X\sin\theta)$$

โดย VD = แรงดันตก (V)

I = กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)

R = ค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

X = ค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า (Ω)

cos θ = ค่าตัวประกอบกาลังของโหลด (P.F.)

ทำเป็นเปอร์เซ็นต์ หารด้วยระบบแรงดัน สำหรับระบบแรงดัน 230/400 V

$$\%VD=\frac{VD}{230}x100$$

การคำนวณหาค่าแรงดันตกจะเป็นการหาค่าสูงสุด ดังนั้น ในการคำนวณจึงใช้ค่าความต้านทานกระแสสลับที่ อุณหภูมิพิกัดใช้งานของสายไฟฟ้าคือ 70°C สำหรับสายพีวีซี และ 90°C สำหรับสาย XLPE ส่วนค่ารีแอกแตนซ์หรือค่า *X*Lของสายไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามวิธีการวางสายไฟฟ้าเช่นเดียวกับในการคำนวณกระแสลัดวงจร

การคำนวณค่าแรงดันตกมีความยุ่งยากในการหาค่าอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้า การใช้วิธีจากตารางจึงสะดวกกว่า ตารางแรงดันตกต่อไปนี้อ้างอิงตาม BS 7671 และเพื่อให้สะดวกในการใช้งานจึงได้กำหนดเป็นค่าสูงสุด โดยการคำนวณค่าแรงตก ตั้ง แต่ P.F. 85 % Lagging ถึง P.F 100 % แล้วเลือกค่าที่ให้แรงดันตกสูงสุด อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้งานสามารถคำนวณได้เองจาก BS 7671

เงื่อนไขการคำนวณ

- ระบบไฟฟ้า 3 เฟส แรงดันตกคิดเป็น Line to Line แบบสมดุล
- ขนาดสายไฟ ถึง 16 mm2 ให้คิดค่า r อย่างเดียว ละเลยค่า x ซึ่งมีค่าน้อย
- ขนาดสายไฟ ตั้ง แต่ 25 mm2 ให้คิดค่า r และ x เพื่อคำนวณ แรงดันตก ตาม Power Factor ของ Load
- รูปแบบการติดตั้ง (กลุ่มการเดินสาย) เป็นไปตามตารางที่ 2-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-2 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC แกนเดียว ที่ 70°C

ขนาดสาย (ตร.มม.)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3 , 7		กลุ่มที่ 1,2	กลุ่มที่ 3 , 7		
		Touching	Spaced		Trefoil	Flat	Spaced
1	44	44	44	38	38	38	38
1.5	29	29	29	25	25	25	25
2.5	18	18	18	15	15	15	15
4	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5
6	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4
10	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8
16	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4
25	1.81	1.75	1.75	1.52	1.5	1.5	1.52
35	1.33	1.25	1.27	1.13	1.11	1.12	1.15
50	1	0.94	0.97	0.85	0.81	0.84	0.86
70	0.71	0.66	0.69	0.61	0.57	0.6	0.63
95	0.56	0.5	0.54	0.48	0.44	0.47	0.5
120	0.48	0.41	0.45	0.4	0.35	0.39	0.43
150	0.41	0.35	0.39	0.35	0.3	0.34	0.38
185	0.36	0.29	0.34	0.31	0.26	0.3	0.34
240	0.3	0.25	0.29	0.27	0.21	0.25	0.29
300	0.27	0.22	0.26	0.24	0.18	0.23	0.26
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.16	0.2	0.24
500	0.23	0.17	0.21	0.2	0.15	0.18	0.22

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 หน้าฐ-3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-3 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C

ขนาดสาย (ตร.มม.)	1 เฟส AC (mV / A / m)	3 เฟส AC (mV / A / m)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1	46	40
1.5	31	27
2.5	19	16
4	12	10
6	7.9	6.8
10	4.7	4
16	2.9	2.5
25	1.85	1.6
35	1.35	1.15
50	0.99	0.86
70	0.68	0.6
95	0.52	0.44
120	0.42	0.36
150	0.35	0.31
185	0.3	0.25
240	0.24	0.22
300	0.21	0.18
400	0.19	0.16

(ที่มา:มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า วสท, 2556 หน้าฐ-4)

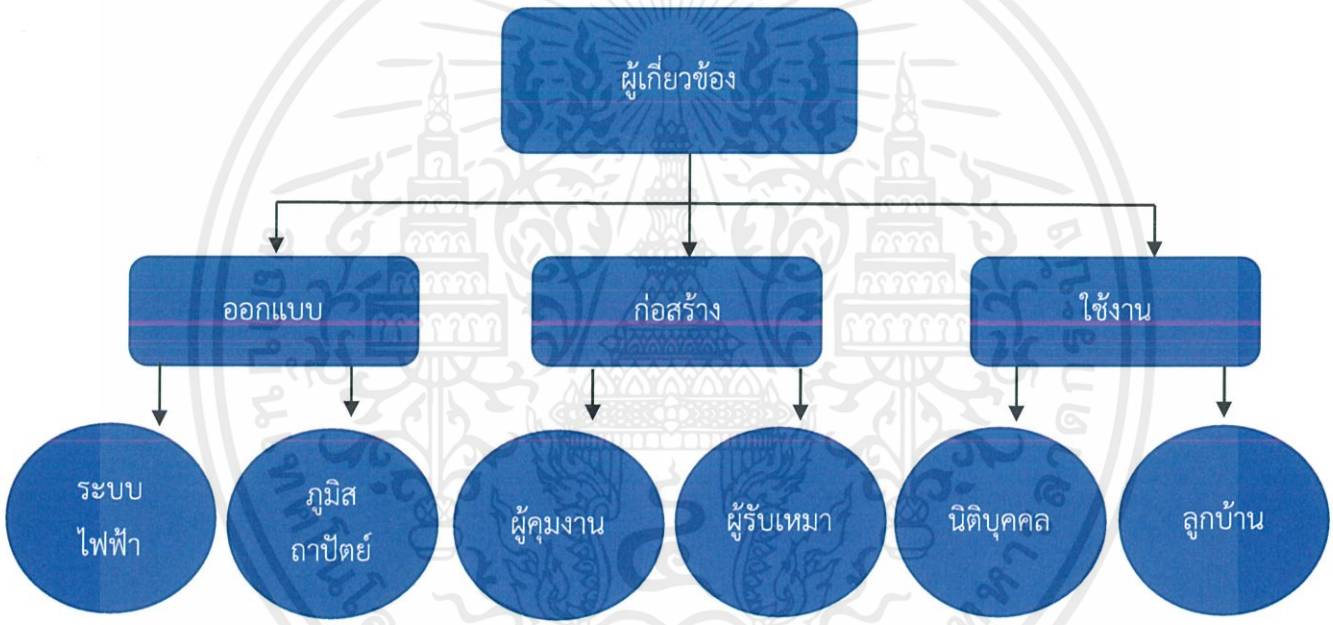
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ฝ่ายที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงงานนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ฝ่าย คือ ฝ่ายออกแบบ ฝ่ายก่อสร้าง ฝ่ายใช้งานโดยที่ฝ่ายออกแบบที่เกี่ยวข้องแบ่งได้เป็น 2 ฝ่าย คือ ผู้ออกแบบไฟฟ้า และ ผู้ออกแบบภูมิสถาปัตย์(ซึ่งทาง บมจ.ศุภาลัยเรียกฝ่ายนี้ว่า ฝ่ายสร้างสรรค์) ฝ่ายก่อสร้างที่เกี่ยวข้องแบ่งได้เป็น 2 ฝ่าย คือ เจ้าของ(ซึ่งทำหน้าที่เป็นผู้คุมงานเช่นกัน) และ ผู้รับเหมา ฝ่ายใช้งานแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ นิติบุคคล และ ลูกบ้าน

3.1 การเก็บข้อมูล

3.1.1 สอบถามและประชุมกับผู้เกี่ยวข้องถึงปัญหาต่างๆ



ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำการจัดการประชุมและสอบถามข้อมูลต่างๆ เช่น การให้ความสำคัญในการแบ่งวงจรธรรมดาและวงจรฉุกเฉิน การจัดลำดับการทำงาน ความต้องการใช้งานจริงของผู้ใช้งาน ปัญหาต่างๆที่เจอในการทำงาน และข้อแนะนำ เป็นต้น

3.1.2 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารที่เกี่ยวข้องกับภูมิสถาปัตย์

ทำการศึกษาเกี่ยวกับการขุดดินสำหรับการจัดสวนพอสังเขป เช่น ประเภทต้นไม้ที่ใช้จัดสวน ระยะความลึกหรือขนาดที่ต้องขุดของต้นไม้แต่ละชนิด ลักษณะพื้นที่การขุดดิน กฎเกณฑ์ต่างๆที่เป็นไปตามเล่มรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และทำการศึกษาวิธีการอ่านแบบภูมิสถาปัตย์ควบคู่กับแบบระบบไฟฟ้าในส่วนบริเวณการจัดสวนเพื่อให้รู้ถึงรายละเอียดที่สามารถทำงานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ศึกษาข้อมูลจากเล่มรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและแบบไฟฟ้า

ทำการศึกษาเกี่ยวกับเล่มรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม หมวดไฟฟ้าและแบบระบบไฟฟ้าทั้งแบบสำหรับการประมูล และแบบสำหรับก่อสร้าง ซึ่งในโครงงานนี้จะเน้นไปที่แบบประมูลเนื่องจากต้องการลดต้นทุนหมวดงานต่างๆตั้งแต่การประมูล และพยายามให้แบบก่อสร้างแตกต่างไปจากแบบประมูลน้อยที่สุดเนื่องจากในบางครั้ง งานเพิ่มมีมูลค่ามากทำให้ต้นทุนสูงขึ้น จึงต้องมีแนวทางในการออกแบบที่ชัดเจนและรัดกุมขึ้นเพื่อลดโอกาสในการเกิดงานเพิ่ม ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาเล่มรายงานวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและแบบไฟฟ้าที่สำคัญๆ และนำไปใช้ต่อในการวิเคราะห์ข้อมูลดังในภาคผนวก III

3.1.4 เก็บข้อมูลจาก Bill of Quantity (BOQ)และ Purchase Order(PO)

เพื่อให้ทราบราคาของสายไฟและท่อร้อยสายที่ใช้รวมถึงค่าแรงและยังได้ทราบถึงราคาวัสดุโคมไฟภายนอกเพื่อนำไปใช้ในขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป รายละเอียดโคมไฟภายนอกอาคารแสดงในภาคผนวก III

3.2 วิเคราะห์ข้อมูล

3.2.1 การแก้ปัญหาสำหรับขั้นตอนการออกแบบ

จากการศึกษาข้อมูลได้พบว่ามีบางโครงการที่ผู้ออกแบบทำการออกแบบขนาดสายใหญ่เกินไปซึ่งทำให้เกิดต้นทุนหมวดงานสายไฟและท่อสายไฟที่สูงขึ้นและความไม่คุ้มทุน จึงทำการหาค่าเฉลี่ยความยาวของท่อสายไฟและสายไฟในส่วนของวงจรย่อยบริเวณภูมิสถาปัตย์ ของโครงการ ศุภาลัย เวอรันด้า พระราม9 เพื่อเป็นค่าเฉลี่ยของโครงการที่มีขนาดใหญ่

เนื่องจากค่าโหลด(Watt)จากตารางแสดงค่าโหลดต่างๆในภาคผนวก III แสดงให้เห็นว่าแต่ละวงจรโหลดมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถใช้ได้ถึง 16 AT และมีจำนวนวงจรที่เยอะจึงทำให้ต้นทุนหมวดงานสายไฟและท่อสายไฟสูง แต่จากในแบบหลายๆโครงการนี้ สังเกตได้ว่าเป็นวงจรที่มีระยะทางการเดินสายที่ค่อนข้างไกล ดังนั้นจึงต้องมีการคิดแรงดันตกร่วมด้วยในการหาขนาดสายที่เหมาะสม

วิธีการคิดแรงดันตกตามภาคผนวก ฐ ในหนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 ซึ่งอยู่ในภาคผนวก I

VD=ค่าจากตาราง x กระแส x ระยะสาย ÷ 1000

คำนวณแรงดันตกโดยกำหนด ระยะสาย=240m (ซึ่งปัดขึ้นจากค่าในตารางเฉลี่ยระยะท่อและสายในภาคผนวก II) P.F.=0.85, ค่าจากตาราง=18 mV/A/m (สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม.) และ แรงดันตก < 3%

$$3\% \times 230\ V = 18\ mV/A/m \times กระแส \times 240\ m / 1000$$

$$กระแส = 1.5972\ A$$

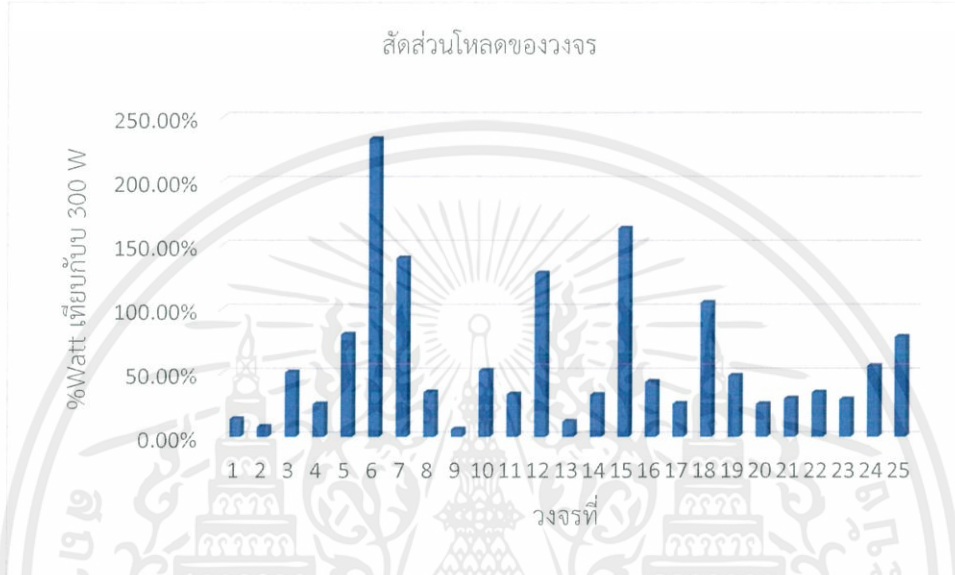
$$Watt = V \times I \times P.F.$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

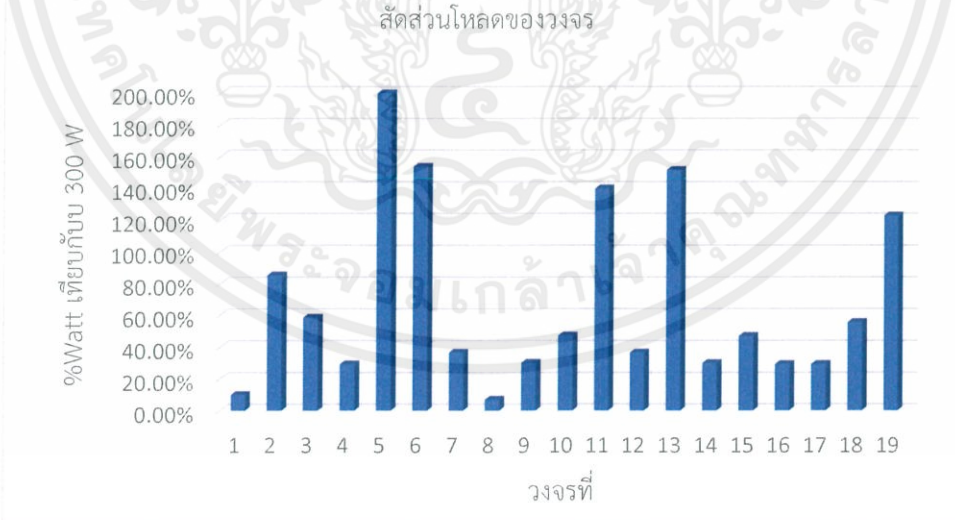
Watt = 230 V x 1.5972 A x 0.85

Watt = 312.257 W

จากค่าวัตต์ที่คำนวณได้เราจะใช้ที่ค่า 300 W เพื่อความง่ายสำหรับการใช้งานจริงและนำค่านี้เป็นเกณฑ์สำหรับสายที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม. และทำการเปรียบเทียบสัดส่วนกับโหลดที่มีการออกแบบจริงจากโครงการตัวอย่างต่อไปนี้ โดยที่มาของค่าในแต่ละกราฟอยู่ในภาคผนวก III



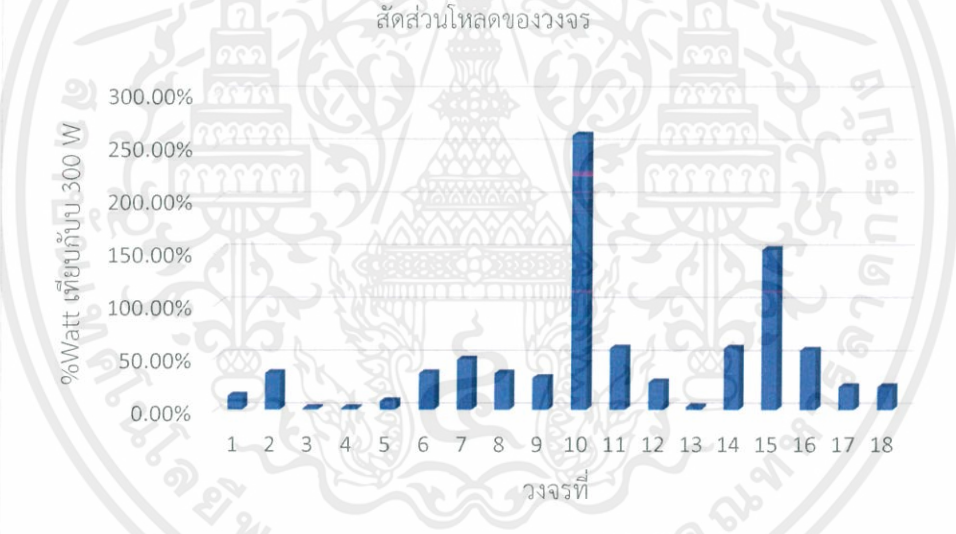
รูปที่ 3-1 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 1



รูปที่ 3-2 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรEO โครงการตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

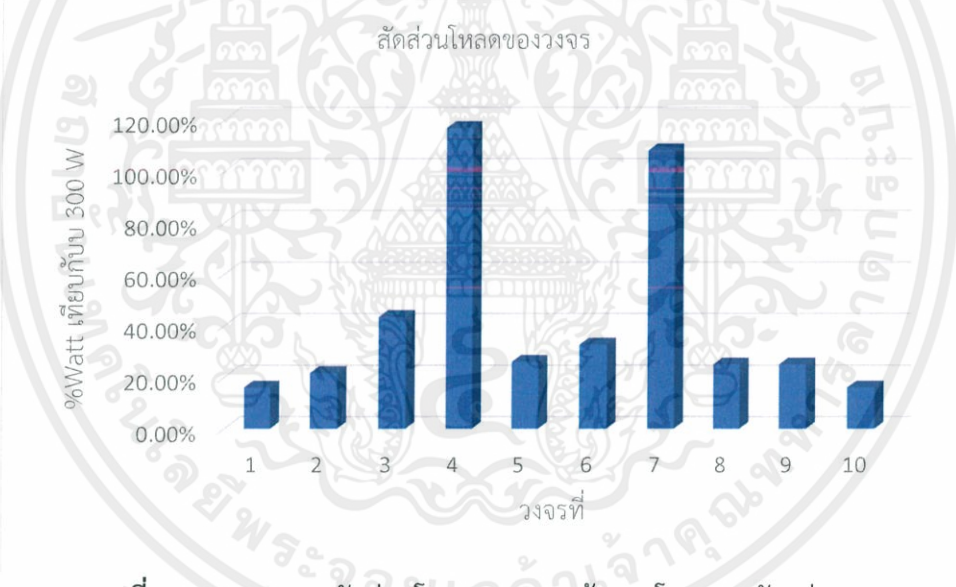
รูปที่ 3-3 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 2



รูปที่ 3-4 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO โครงการตัวอย่าง 2

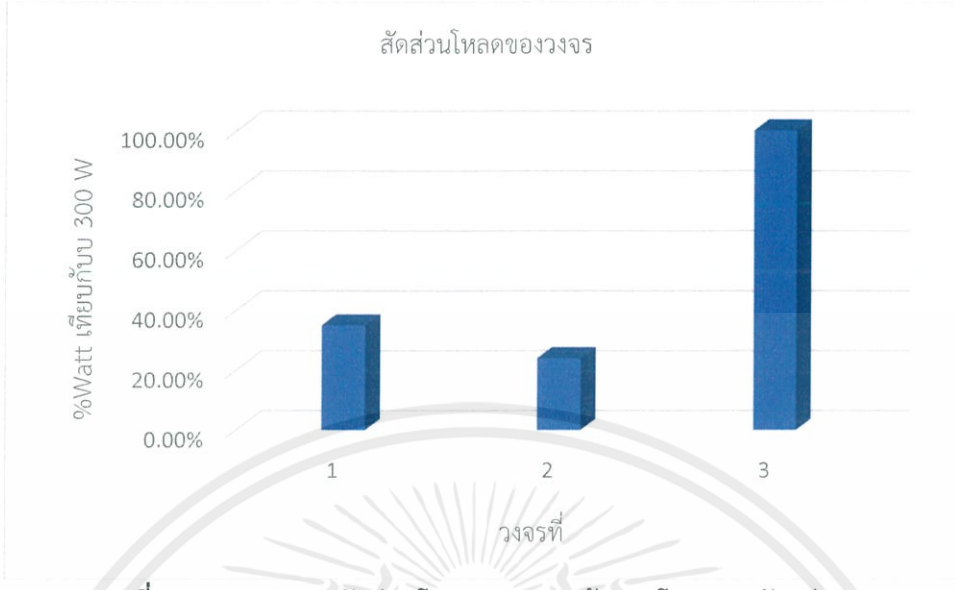
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-5 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO1 โครงการตัวอย่าง 3

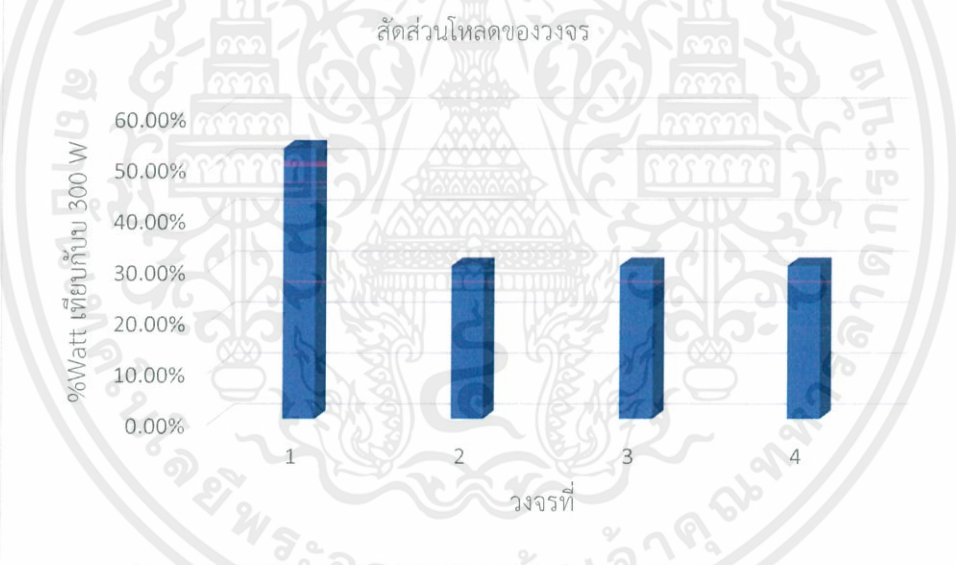


รูปที่ 3-6 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO2 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-7 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO1 โครงการตัวอย่าง 3



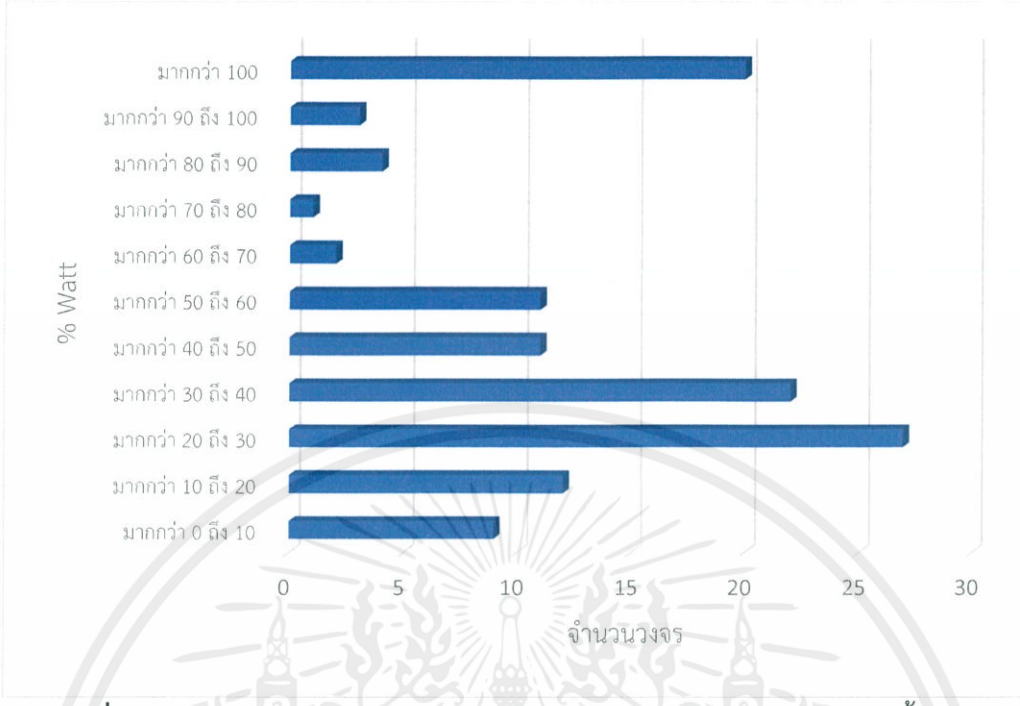
รูปที่ 3-8 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO2 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-9 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้LO โครงการตัวอย่าง 4

รูปที่ 3-10 กราฟแสดงสัดส่วนโหลดของวงจรตู้EO โครงการตัวอย่าง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-117 กราฟแสดงจำนวนวงจรในแต่ละช่วงโหลดของโครงการตัวอย่างทั้งหมด

จากกราฟแสดงจำนวนวงจรในแต่ละช่วงโหลดของโครงการตัวอย่างทั้งหมดได้ว่าค่าโหลดของวงจรส่วนใหญ่มีสัดส่วนอยู่ที่ช่วง 20% ถึง 30% เป็นจำนวนมากแสดงให้เห็นว่า ปัจจุบันการออกแบบวงจรนั้นใช้งานไม่คุ้มค่ากับประสิทธิภาพของสายไฟ

ทางผู้จัดทำได้ปรึกษากับทางตัวแทนของ บมจ.ศุภาลัย ได้ความเห็นว่า เบื้องต้นควรกำหนดค่าโหลดขั้นต่ำในแต่ละวงจรย่อยขึ้นมาโดยคิดที่ 60% ของค่าวัตต์ที่เป็นเกณฑ์(300 วัตต์) เนื่องจากจากข้อมูลดังตารางแสดงสัดส่วนค่าวัตต์ของโหลดจริงเทียบกับค่าวัตต์ของเกณฑ์ใหม่ของโครงการตัวอย่างทั้งหมด เห็นได้ว่าที่ค่านี้มีจำนวนวงจรที่มีค่าโหลดต่ำกว่าถึง 75% จึงได้ค่าโหลดขั้นต่ำที่ 180 วัตต์ เป็นแนวทางสำหรับการออกแบบในอนาคต

วิเคราะห์ราคาเปรียบเทียบของโครงการ ศุภาลัย เวอรันด้า พระราม9 ระหว่าง 3 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 คือการเดินวงจรแบบเดิม(ตามแบบประมูล) รูปแบบที่ 2 คือแบบวิธีมีเกณฑ์ในการออกแบบ รูปแบบที่3 คือ แบบที่ผู้รับเหมาทำการปรับปรุงใหม่แบบเสริมด้วยวิธีมีเกณฑ์ในการออกแบบ ซึ่งข้อมูลได้ทำการวิเคราะห์ประมาณราคาได้ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-1 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 1

LO			
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย	Watt
1	187.57	24,196.53	42
2	212.50	27,412.50	24
3	187.57	24,196.53	152
4	167.57	21,616.53	77
5	176.00	22,704.00	241
6	196.10	25,296.90	700
7	190.80	24,613.20	420
8	190.80	24,613.20	105
9	230.80	29,773.20	18
10	303.80	39,190.20	156
11	241.17	31,110.93	100
12	345.67	44,591.43	385
13	294.55	37,996.95	36
14	392.68	50,655.72	99
15	423.99	54,694.71	490
16	279.65	36,074.85	130
17	211.79	27,320.91	78
18	126.65	16,337.85	315
19	164.58	21,230.82	144
20	186.96	24,117.84	77
21	284.08	36,646.32	90
22	177.49	22,896.21	104
23	259.49	33,474.21	88
24	189.03	24,384.87	167
25	282.30	36,416.70	235
รวม	5903.59	761,563.11	4473

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-2 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 2

LO			
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย	Watt
1	212.50	27412.5	66
2	187.57	24196.53	229
3	176.00	22704	241
4	196.10	25296.9	700
5	190.80	24613.2	420
6	230.80	29773.2	123
7	332.60	42905.4	256
8	345.67	44591.43	385
9	392.68	50655.72	135
10	423.99	54694.71	490
11	283.65	36590.85	208
12	126.65	16337.85	315
13	221.54	28578.66	221
14	299.08	38581.32	194
15	259.49	33474.21	255
16	197.60	36416.7	235
รวม	4076.72	536823.2	4473

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้LO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 3

LO				
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย (บาท)	Watt	ตำแหน่งตู้
1	59.16	8400.72	66	ป้อมยาม
2	128.53	18251.26	229	ป้อมยาม
3	124.05	16002.45	241	ป้อมยาม
4	196.10	25296.90	700	ห้องควบคุม
5	190.80	24613.20	420	ห้องควบคุม
6	221.28	31421.76	123	ห้องปั้ม
7	176.04	24997.68	256	ห้องปั้ม
8	278.14	35880.06	385	ห้องปั้ม
9	211.70	30061.40	135	ห้องปั้ม
10	279.00	35991.00	490	ห้องปั้ม
11	292.95	41598.90	208	ห้องควบคุม
12	126.65	16337.85	315	ห้องควบคุม
13	221.54	31458.68	221	ห้องควบคุม
14	217.58	30896.36	194	ห้องควบคุม
15	189.50	26909.00	255	ป้อมยาม
16	197.60	25490.40	235	ป้อมยาม
รวม	3110.62	401269.98*	4473.00	

<u>หมายเหตุ</u> จำนวนเงินนี้ไม่รวมราคาการตั้งตู้และเดินสายเมนตู้เพิ่ม,ตำแหน่งตู้สามารถดูจากแบบในภาคผนวก IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-4 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 1

EO			
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย(บาท)	Watt
1	187.57	24196.53	30
2	237.5	30637.5	256
3	218.37	28169.73	176
4	167.57	21616.53	88
5	196.1	25296.9	600
6	190.8	24613.2	461
7	190.8	24613.2	110
8	230.8	29773.2	21
9	168.41	21724.89	91
10	262.1	33810.9	142
11	318.77	41121.33	420
12	392.68	50655.72	110
13	423.99	54694.71	455
14	155.76	20093.04	90
15	164.58	21230.82	141
16	186.96	24117.84	88
17	259.49	33474.21	88
18	189.03	24384.87	167
19	252.8	32611.2	368
รวม	4394.08	566836.32	3902

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-5 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 2

EO			
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย(บาท)	Watt
1	248.1	32004.9	286
2	224.47	28956.63	264
3	196.1	25296.9	600
4	190.8	24613.2	461
5	230.8	29773.2	131
6	287.4	37074.6	233
7	318.77	41121.33	420
8	454.39	58616.31	565
9	185.94	23986.26	231
10	186.96	24117.84	88
11	259.49	33474.21	255
12	249.7	32211.3	368
รวม	3032.92	391246.7	3902

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-6 ตารางระยะเดินสายวงจรและราคาของตู้EO ตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 3

EO				
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	ราคาท่อและสาย(บาท)	Watt	ตำแหน่งตู้
1	77.76	11041.92	286	ป้อมยาม
2	147.43	20935.06	264	ป้อมยาม
3	196.1	25296.9	600	ห้องควบคุม
4	190.8	24613.2	461	ห้องควบคุม
5	221.28	31421.76	131	ห้องปั้ม
6	150.97	21437.74	233	ห้องปั้ม
7	249.54	32190.66	420	ห้องปั้ม
8	302.6	42969.2	565	ห้องปั้ม
9	195.94	27823.48	231	ห้องปั้ม
10	162.19	20922.51	88	ห้องควบคุม
11	189.5	26909	255	ห้องควบคุม
12	180.8	23323.2	368	ป้อมยาม
รวม	2264.91	292173.39*	3902	

หมายเหตุ จำนวนเงินนี้ไม่รวมราคาการตั้งตู้และเดินสายเมนตู้เพิ่ม,ตำแหน่งตู้สามารถดูจากแบบในภาคผนวก IV

ตารางที่ 3-7 ตารางเปรียบเทียบราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน

ราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน (บาท)		
วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
72,324	72,324	368,300

ตารางที่ 3-8 ตารางเปรียบเทียบราคารวมของแต่ละรูปแบบ

ราคารวมหมวดงานสายไฟและท่อร้อยสาย (บาท)		
วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
1,400,723	1,000,393	1,061,743

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

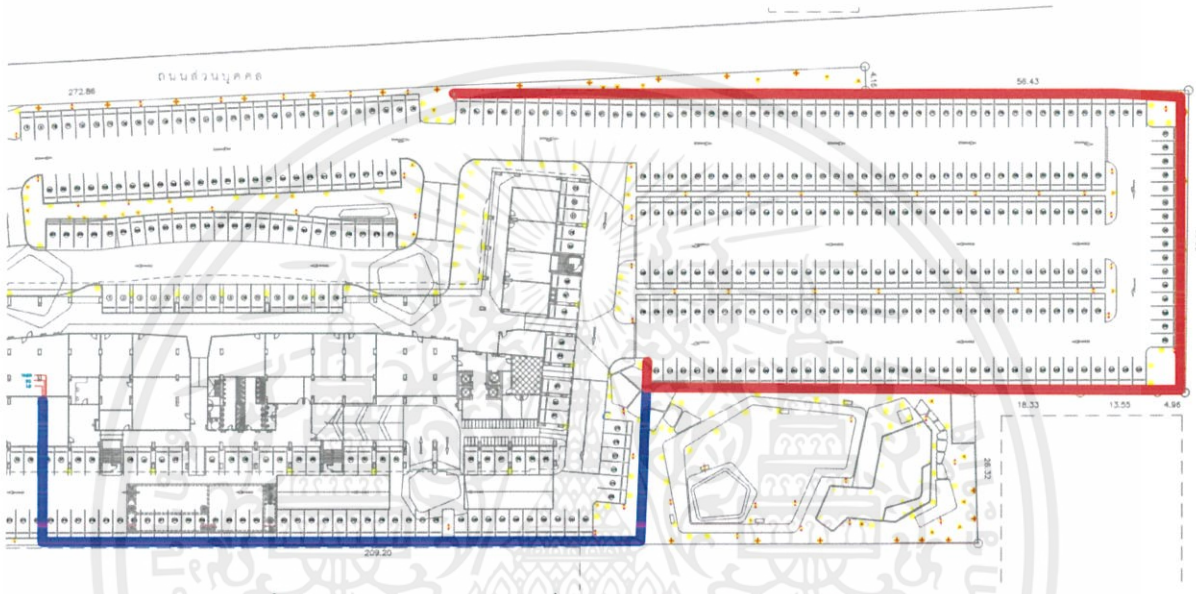
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 วิเคราะห์แรงดันตก

เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพของการใช้งานของโหลดว่าสามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพ ต้องคำนึงถึงแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดโดยสายที่ใช้เป็นสายชนิด NYY ขนาด 2.5 ตร.มม. มีแรงดันตก = 18 mV/A/m จากแรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C ในภาคผนวก I

จากตารางระยะเดินสายของวงจรและราคาตามการเดินวงจรรูปแบบที่ 2 จะเห็นได้ว่าโหลดที่มีโอกาสที่จะมีแรงดันตกเกิน 3% คือ วงจรที่ 10 ของตู้ LO และ วงจรที่ 8 ของตู้ EO



รูปที่ 3-12 รูปภาพรวมวงจรที่ 10 ของตู้ LO โครงการตัวอย่าง 1

แบ่งคิด 2 ส่วน โดยมี 1.เส้นทางสีน้ำเงิน 2.เส้นทางสีแดง ซึ่งเส้นทางสีน้ำเงินคือสายไฟที่มีกระแสสำหรับจ่ายโหลดทั้งวงจร ส่วนเส้นทางสีแดงคือสายไฟที่มีกระแสลดลงตามจุดของโหลด ซึ่งรวมแล้วต้องไม่เกิน 3% ของแรงดันใช้งาน มีค่าเท่ากับ 6.9 V

VD=ค่าจากตาราง x กระแส x ระยะสาย ÷ 1000

คำนวณแรงดันตกเส้นทางสีน้ำเงิน ระยะเส้นทางสีน้ำเงิน = 156 เมตร, ค่าจากตาราง = 18 mV/A/m (สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม.), กำลังไฟฟ้าปรากฏ = 490 VA

$$VD1 = 18\ mV/A/m \times (490/230)\ A \times 156\ m / 1000$$

$$= 18\ mV/A/m \times 2.13\ A \times 156\ m / 1000$$

$$VD1 = 5.98\ V$$

จากการคำนวณแรงดันตกเส้นทางสีแดงตามตารางการคำนวณแรงดันตกของ LO-10 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 2.5 ตร.มม. ในภาคผนวก II

$$VD2 = 4.24\ V$$

$$VD1+VD2 = 10.12\ V$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งค่าแรงดันตกของวงจรนี้นั้นมีค่ามากกว่า 6.9 V ส่งผลให้ไม่สามารถใช้สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม.

จากการคำนวณแรงดันตกของเส้นทางสีน้ำเงินและเส้นทางสีแดงสำหรับสายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม. มีแรงดันเกิน 3% จึงต้องเพิ่มขนาดสายเป็น สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 ตร.มม. ซึ่งมีค่า = 11 mV/A/m จากแรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C ในภาคผนวก I

VD1 = 11 mV/A/m x (490/230) A x 156 m / 1000

= 11 mV/A/m x 2.13 A x 156 m / 1000

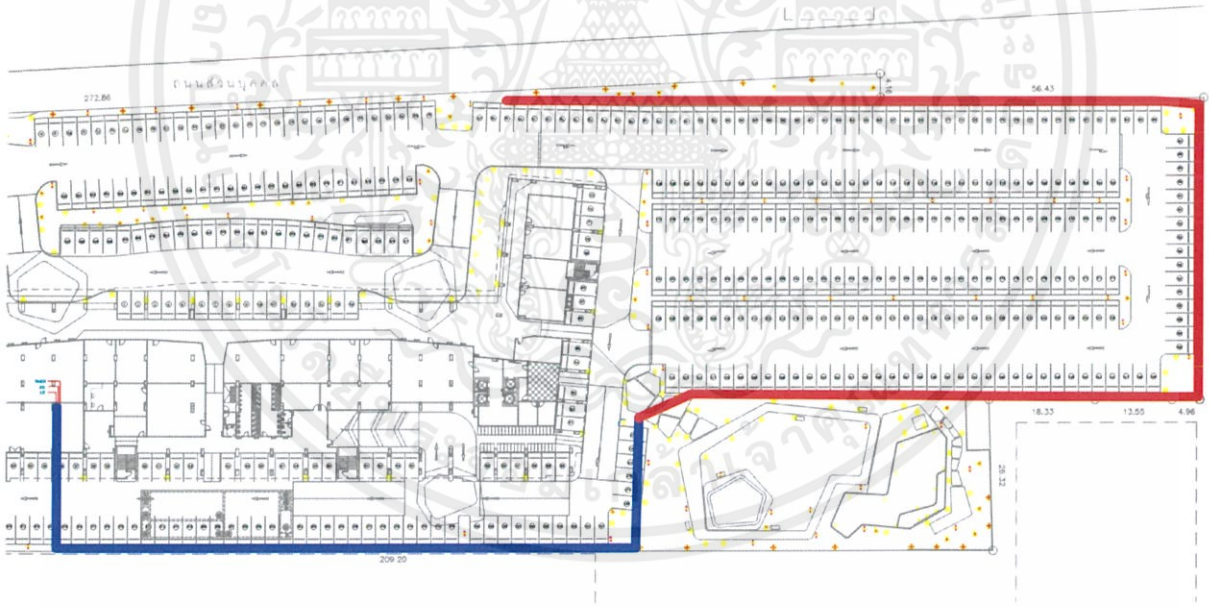
VD1 = 3.65 V

จากการคำนวณแรงดันตกเส้นทางสีแดงตามตารางการคำนวณแรงดันตกของ LO-10 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 4 ตร.มม. ในภาคผนวก II

VD2 = 2.94 V

VD1+VD2 = 6.59 V

ซึ่งค่าแรงดันตกของวงจรนี้นั้นมีค่าน้อยกว่า 6.9 V ส่งผลให้สามารถใช้สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 ตร.มม.



รูปที่ 3-13 รูปภาพรวมวงจรที่ 8 ของตู้ EO โครงการตัวอย่าง 1

แบ่งคิด 2 ส่วน โดยมี 1.เส้นทางสีน้ำเงิน 2.เส้นทางสีแดง ซึ่งเส้นทางสีน้ำเงินคือสายไฟที่มีกระแสสำหรับจ่ายโหลดทั้งวงจร ส่วนเส้นทางสีแดงคือสายไฟที่มีกระแสลดลงตามจุดของโหลด เช่นกัน คำนวณแรงดันตกเส้นทางสีน้ำเงิน ระยะเส้นทางสีน้ำเงิน = 121 เมตร, ค่าจากตาราง = 18 mV/A/m (สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม.), กำลังไฟฟ้าปรากฏ = 565 VA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VD1 = 18 mV/A/m x (565/230) A x 121 m / 1000

= 18 mV/A/m x 2.46 A x 121 m / 1000

VD1 = 5.358 V

จากการคำนวณแรงดันตกเส้นทางสีแดงตามตารางการคำนวณแรงดันตกของ EO-8 สำหรับสายPVCหลายแกน ขนาด 2.5 ตร.มม. ในภาคผนวก II

VD2 = 5.885 V

VD1+VD2 = 11.243 V

ซึ่งค่าแรงดันตกของวงจรนี้นั้นมีค่ามากกว่า 6.9 V ส่งผลให้ไม่สามารถใช้สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม.

ซึ่งจากการคำนวณแรงดันตกของเส้นทางสีน้ำเงินและเส้นทางสีแดงสำหรับสายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.5 ตร.มม. มีแรงดันเกิน 3% จึงต้องเพิ่งขนาดสายเป็น สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 ตร.มม. ซึ่งมีค่าจากตาราง = 11 mV/A/m

VD1 = 11 mV/A/m x (565/230) A x 121 m / 1000

= 11 mV/A/m x 2.46 A x 121 m / 1000

VD1 = 3.274 V

จากการคำนวณแรงดันตกเส้นทางสีแดงตามตารางการคำนวณแรงดันตกของ EO-8 สำหรับสายPVCหลายแกน ขนาด 4 ตร.มม. ในภาคผนวก II

VD2 = 3.596 V

VD1+VD2 = 6.87 V

ซึ่งค่าแรงดันตกของวงจรนี้นั้นมีค่ามากกว่า 6.9 V ส่งผลให้สามารถใช้สายฉนวนPVCขนาดพื้นที่หน้าตัด 4 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การแก้ปัญหาสำหรับขั้นตอนการก่อสร้าง

จากการศึกษาข้อมูลและจัดการประชุมพบว่า ปัญหาที่เกิดจากการที่ทางผู้รับเหมาจัดสวนขุดไปโดนท่อสายไฟเป็นเรื่องที่เกิดขึ้นไม่บ่อยนัก แต่ความเสียหายที่เกิดขึ้นบ่อยและส่งผลกระทบรุนแรงกว่าคือการที่ผู้รับเหมางานระบบนั้นทำงานแล้วก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นไม้ต่างๆ จึงทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดได้ดังต่อไปนี้

ปัญหาที่เกิดจากการที่ทางผู้รับเหมาจัดสวนขุดไปโดนท่อสายไฟ มีสาเหตุมาจากทางผู้รับเหมาสวนไม่ทราบว่าบริเวณที่จะขุดนั้นมีท่อสายไฟ และผู้รับเหมางานระบบเดินท่อสายไฟได้ไม่ตามแบบสำหรับก่อสร้าง

ปัญหาที่เกิดจากการที่ผู้รับเหมางานระบบนั้นทำงานแล้วก่อให้เกิดความเสียหายกับต้นไม้ต่างๆ มีสาเหตุมาจากการไม่จัดลำดับการทำงาน และการไม่คุยกันระหว่างผู้คุมงานจัดสวนและผู้คุมงานระบบบางครั้งทางผู้รับเหมาระบบได้รับพื้นที่สำหรับการทำงาน พื้นที่นั้นก็ได้ทำการปลูกต้นไม้ทั้งหมดแล้ว จึงก่อให้เกิดความเสียหายสำหรับต้นไม้ต่างๆเพื่อให้สามารถทำการเดินท่อร้อยสายได้ ซึ่งข้อสรุปสำหรับการแก้ปัญหาในครั้งนี้สรุปการจัดลำดับการทำงานแผนงานต่อไปนี้

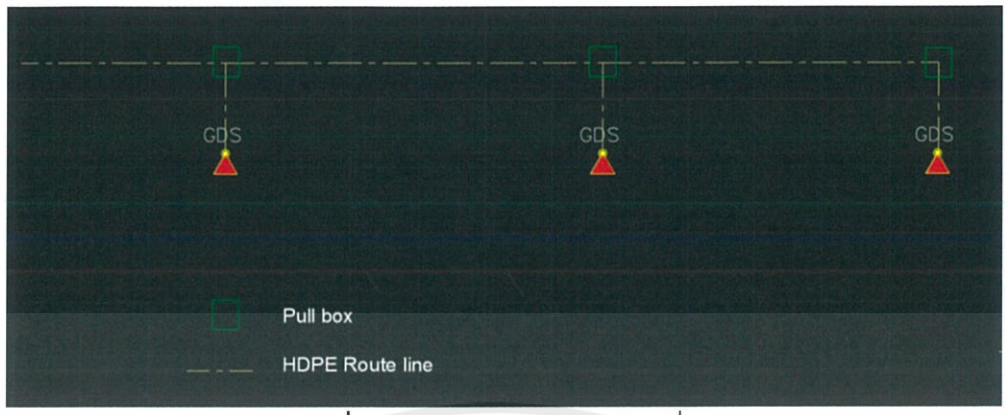
ตารางที่ 3-9 แผนงานลำดับการทำงาน

แผนงานลำดับการทำงาน	**วันที่**	15/11/61											
โครงการ ศุภาลัย เวอรันด้า พระราม 9	**แก้ไขครั้งที่**	1											
		วันที่											
แผนงาน	***Duration(วัน)***	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
งานติดตั้งระบบไฟฟ้า													
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 1 ส่วนแรก	***3.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 1 ส่วนหลัง+ติดตั้งโคม	***1.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 2 ส่วนแรก	***3.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 2 ส่วนหลัง+ติดตั้งโคม	***1.0***												
งานปลูกต้นไม้และจัดสวน													
- ปลูกต้นไม้ใหญ่โซนที่ 1	***3.0***												
- ปลูกไม้พุ่ม+หญ้าโซนที่ 1	***1.0***												
- ปลูกต้นไม้ใหญ่โซนที่ 2	***2.0***												
- ปลูกไม้พุ่ม+หญ้าโซนที่ 2	***1.0***												

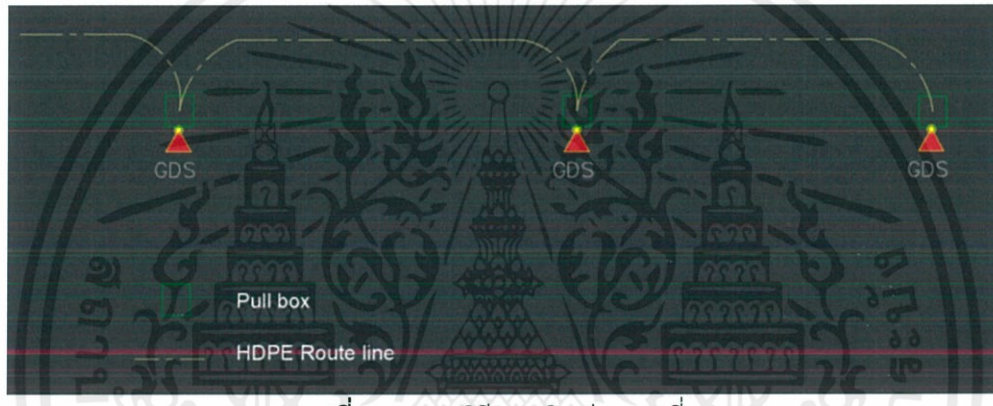
<u>หมายเหตุ</u> ทุกการจบของงานที่ต้องมีการเปลี่ยนการเข้าทำงานของผู้รับเหมาต้องทำหนังสือคำร้องแจ้งให้ผู้รับเหมาอีกฝ่ายทราบ

เพิ่มเติมในส่วนของวิธีการเดินท่อร้อยสายไฟพบว่าทางผู้รับเหมางานระบบมีการเดินท่อร้อยสายไฟ แบ่งได้เป็น 2 วิธี ดังรูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 1 และ วิธีการเดินท่อแบบที่ 2 ซึ่งในส่วนของการเดินท่อร้อยสายของโคมไฟส่องต้นไม้ใหญ่นั้นได้มีการจัดทำแนวทางวิธีการเดินท่อร้อยสายไฟเพื่อให้สามารถทำงานได้ตามการจัดลำดับการทำงานใหม่ และใช้เป็นมาตรฐานในการทำงานให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยกำหนดให้ใช้วิธีการเดินท่อแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-14 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 1



รูปที่ 3-15 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ราคาต้นทุนของแต่ละรูปแบบ

ตารางที่ 4-1 ตารางเปรียบเทียบราคาสายและท่อร้อยสายไฟวงจรย่อย

ความยาวของสายไฟและท่อร้อยสายวงจรย่อย (เมตร)		
วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
10,297	7,194	5,375

ตารางที่ 52 ตารางเปรียบเทียบราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน

ราคาตู้ไฟฟ้าและสายเมน (บาท)		
วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
72,324	72,324	368,300

ตารางที่ 4-3 ตารางเปรียบเทียบราคารวมของแต่ละรูปแบบ

ราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมด (บาท)		
วิธีที่ 1	วิธีที่ 2	วิธีที่ 3
1,400,723	1,000,393	1,061,743

จากปริมาณสายไฟ และท่อร้อยสายที่ลดลงจากแบบเดิม รวมถึงราคาตู้ไฟและสายเมนที่เกี่ยวข้อง ส่งผลให้สามารถลดต้นทุนลงได้ถึง 400,330 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ตารางโหลด

ตารางที่ 4-4 ตารางโหลดตู้LO โครงการตัวอย่าง 1

LO							
No.	Description	Load (VA)	Circuit Breaker			Wire Type	Wire Size (ตร.มม.)
			Pole	AT	AF		
1	Landscape Lighting	78	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
2	Landscape Lighting	270	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
3	Landscape Lighting	284	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
4	Landscape Lighting	824	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
5	Landscape Lighting	495	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
6	Landscape Lighting	145	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
7	Landscape Lighting	302	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
8	Landscape Lighting	453	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
9	Landscape Lighting	159	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
10	Landscape Lighting	577	1	16	63	NYY	2x4,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
11	Landscape Lighting	245	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
12	Landscape Lighting	371	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
13	Landscape Lighting	260	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
14	Landscape Lighting	229	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
15	Landscape Lighting	300	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
16	Landscape Lighting	277	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4-5 ตารางโหลดตู้EO โครงการตัวอย่าง 1

EO							
No.	Description	Load (VA)	Circuit Breaker			Wire Type	Wire Size (ตร.มม.)
			Pole	AT	AF		
1	Landscape Lighting	337	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
2	Landscape Lighting	311	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
3	Landscape Lighting	706	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
4	Landscape Lighting	543	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
5	Landscape Lighting	155	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
6	Landscape Lighting	275	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
7	Landscape Lighting	495	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
8	Landscape Lighting	665	1	16	63	NYY	2x4,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
9	Landscape Lighting	272	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
10	Landscape Lighting	104	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
11	Landscape Lighting	300	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE
12	Landscape Lighting	433	1	16	63	NYY	2x2.5,G-1x2.5 ตร.มม. IN (1") HDPE

4.3 ประสิทธิภาพการใช้งาน

ในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการจ่ายไฟฟ้าให้โหลดนั้น เราคานึงถึงแรงดันที่จุดใช้งานไม่มีแรงดัน ตกเกินมาตรฐาน NEC ที่กาหนดไว้ แรงดันตกในวงจรย่อย (Branch Circuit) มีค่าไม่เกิน 3% จากการคำนวณจุดที่เสี่ยงที่สุดของการเกิดแรงดันตกคือ กลุ่มวงจรย่อยที่ 10 ของตู้ LO และ กลุ่มวงจรย่อยที่ 8 ของตู้ EO

จากการคำนวณ voltage drop กลุ่มวงจรย่อยที่ 10 ของตู้ LO

= 2.86 %

จากการคำนวณ voltage drop กลุ่มวงจรย่อยที่ 8 ของตู้ EO

= 2.98 %

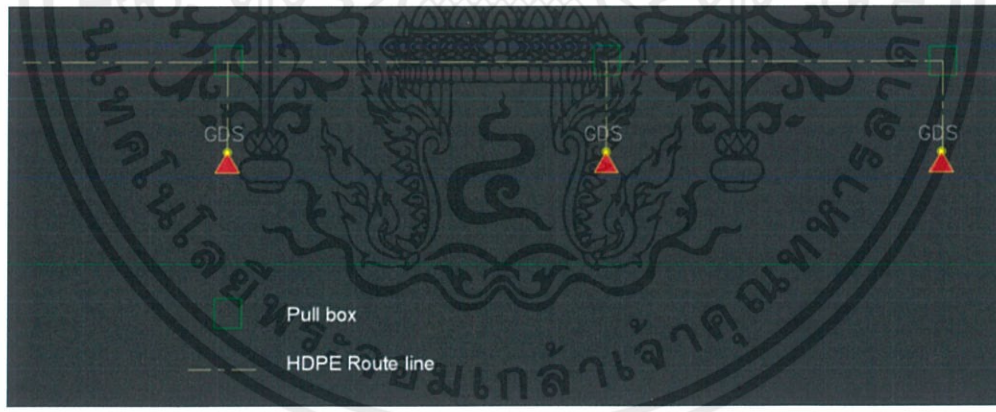
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 แผนงานสำหรับการดำเนินการก่อสร้าง และแนวทางการติดตั้งท่อ

ในการวิเคราะห์ปัญหาสำหรับขั้นตอนการก่อสร้าง ได้คำนึงถึงการลดความเสียหายจากการทำงาน และการไม่มีแนวทางในการทำงานที่ไปในทิศทางเดียวกันในแต่ละทีม จึงสรุปแผนงานการทำงาน และแนวทางในการติดตั้งท่อร้อยสายไฟได้ดังนี้

ตารางที่ 4-6 แผนงานลำดับการทำงาน

แผนงานลำดับการทำงาน	**วันที่**	15/11/61											
โครงการ ศุภาลัย เวอรันด้า พระราม 9	**แก้ไขครั้งที่**	1											
		วันที่											
แผนงาน	***Duration(วัน)***	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
งานติดตั้งระบบไฟฟ้า													
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 1 ส่วนแรก	***3.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 1 ส่วนหลัง+ติดตั้งโคม	***1.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 2 ส่วนแรก	***3.0***												
- ติดตั้งท่อร้อยสายไฟฝังดินโซนที่ 2 ส่วนหลัง+ติดตั้งโคม	***1.0***												
งานปลูกต้นไม้และจัดสวน													
- ปลูกต้นไม้ใหญ่โซนที่ 1	***3.0***												
- ปลูกไม้พุ่ม+หญ้าโซนที่ 1	***1.0***												
- ปลูกต้นไม้ใหญ่โซนที่ 2	***2.0***												
- ปลูกไม้พุ่ม+หญ้าโซนที่ 2	***1.0***												



รูปที่ 4-1 รูปวิธีการเดินท่อแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

นักศึกษาได้ทำโครงงานร่วมกับบริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน) แผนกก่อสร้างอาคารสูง โดยมีหน้าที่ศึกษาและค้นหาแนวในทางในการปรับปรุง พัฒนา และแก้ไข ในส่วนการทำงานของวงจรไฟฟ้าย่อยภายนอกอาคาร โดยปัญหาที่ได้รับการปรับปรุง พัฒนา และแก้ไข ในโครงงานนี้คือ 1) การลดความเสียหายของท่อร้อยสาย และ/หรือ ต้นไม้บริเวณสวนภายนอกอาคารโดยการจัดการจัดลำดับการทำงานอย่างเป็นระบบ 2) การลดต้นทุนงานระบบไฟฟ้าหมวดท่อร้อยสายไฟฟ้า และสายไฟฟ้า โดยทำการใช้วิศวกรรมมูลค่า (Value engineering : VE) ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลใจเชิงสถิติ โดยให้ทำงานได้อย่างคุ้มค่า มีประสิทธิภาพ และเป็นไปตามมาตรการติดตั้งระบบไฟฟ้าแห่งประเทศไทย (วสท.)

จากการศึกษาข้อมูลในส่วนของการเก็บข้อมูลร่วมกับการจัดการประชุมปรึกษาหารือแต่ละภาคส่วนที่มีความเกี่ยวข้องนั้น ส่งผลให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลจนกระทั่งได้ผลการดำเนินงานออกมาได้ โดยในเรื่องของ 1) การลดความเสียหายของท่อร้อยสาย และ/หรือ ต้นไม้บริเวณสวนภายนอกอาคาร สามารถดำเนินการออกมาได้ในรูปแบบแผนงาน การจัดการลำดับการทำงาน และแนวทางการปฏิบัติในการติดตั้งระบบท่อร้อยสายไฟฝังดิน ซึ่งการจัดการปัญหานี้นั้นยังไม่ได้นำไปปฏิบัติจริง เนื่องจากช่วงเวลาที่นักศึกษาทำโครงงานนี้นั้น ไม่มีโครงการก่อสร้างใดของ บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน) ที่อยู่ในกระบวนการทำงานส่วนนี้ จึงไม่สามารถวัดผลออกมาได้นัก 2) การลดต้นทุนงานระบบไฟฟ้า สามารถวัดผลการดำเนินงานในเชิงตัวเลขได้จากการถอดแบบและประมาณราคา จากการถอดแบบทำให้ทราบว่าปริมาณท่อลดลงประมาณ 3,103 เมตร ซึ่งคิดเป็น 30.13% ส่งผลให้ลดความเสี่ยงในการเกิดความเสียหายจากการขุด และต้นทุนลดลง 400,330 บาท ซึ่งคิดเป็น 28.58% และสามารถประเมินข้อดี-ข้อเสียได้ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 5-1 ตารางแสดงข้อดี-ข้อเสียของโครงงาน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. ลดต้นทุนได้ 400,330 บาท	1. ความหลากหลายในการใช้งานลดลง
2. จำนวนท่อลงลงลดโอกาสการเกิดความเสียหายจากการขุด	2. เวลาบำรุงรักษาจะไม่สามารถใช้งานได้เป็นบริเวณกว้าง
3. ติดตั้งง่ายขึ้น ลดความจำกัดของพื้นที่ในการทำงาน	3. หากมีปัญหาELCBทริปเพราะกระแสรั่วลงดินจะใช้เวลาหาจุดที่มีปัญหานานขึ้นเนื่องจากจุดต่อในวงจรเยอะขึ้น

หมายเหตุ : หากมีการเปลี่ยนแปลงโหลดเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรในอนาคตต้องคำนึงถึงเรื่องแรงดันตกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหา

1) จำนวนหัวข้อในโครงงานมากไปไม่เหมาะสมกับระยะเวลาในการทำ

2) การประสานงานล่าช้า

3) นักศึกษาขาดความรู้ในเรื่องลำดับการทำงานจริง

แนวทางแก้ไข

1) จัดแผนงานให้ชัดเจน เลือกทำทีละหัวข้อ

2) เตรียมข้อมูลให้พร้อมและทำการติดต่อเพื่อเน้นย้ำ หรืออาจจะให้หัวหน้างานติดต่อเพื่อเร่งให้เร็วขึ้น

3) สอบถามผู้รู้ผู้มีประสบการณ์ที่ทำงานในบริษัทมานาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวางแผนการทำโครงงานเป็นขั้นตอนให้ชัดเจน และคอยติดตามความก้าวหน้าสม่ำเสมอทั้งส่วนของตนเอง และส่วนของผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ทั้งตนเองและผู้ที่เกี่ยวข้องได้ดำเนินงานหรือประสานงานรวดเร็วขึ้น เพราะอาจจะเกิดเหตุการณ์หลงลืมได้ และมากกว่าไปกว่านั้นควรมีแผนสำรองเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสาหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 . พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : บริษัทโกลบอล กราฟฟิค จากัด, 2557.

บริษัท จรุงไทยไวร์แอนด์เคเบิ้ล จำกัด(มหาชน). คู่มือการเลือกใช้สายไฟสาหรับงานออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า(ฉบับปรับปรุงใหม่ครั้งที่ 2) . พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : บริษัท สแควร์ปริ๊นซ์ 93 จากัด, 2557.

ผศ.ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. การออกแบบระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจากัด โชติอนันต์ ครีเอชั่น, 2558.

บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน). 2561. ประวัติความเป็นมาของบริษัท . https://www.supalai.com/th . สืบค้นเมื่อ 28 กันยายน พ.ศ.2561

ข้อมูลจำเพาะท่อร้อยสายไฟ HDPE และ ข้อมูลจำเพาะสาย NYY. http://www.telepart.net . สืบค้นเมื่อ 2 พฤศจิกายน พ.ศ.2561

นายเกรียงไกร เอี่ยมสะอาด, วิเคราะห์และออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อลดต้นทุนการติดตั้ง พ.ศ. 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก I

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฐ.1 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC แกนเดียว ที่ 70°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)			3 เฟส AC (mV / A / m)			
	รูปแบบการติดตั้ง						
	กลุ่มที่ 1, 2	กลุ่มที่ 3 , 7		กลุ่มที่ 1 , 2	กลุ่มที่ 3 , 7		
		Touching	Spaced		Trefoil	Flat	Spaced
1.0	44	44	44	38	38	38	38
1.5	29	29	29	25	25	25	25
2.5	18	18	18	15	15	15	15
4	11	11	11	9.5	9.5	9.5	9.5
6	7.3	7.3	7.3	6.4	6.4	6.4	6.4
10	4.4	4.4	4.4	3.8	3.8	3.8	3.8
16	2.8	2.8	2.8	2.4	2.4	2.4	2.4
25	1.81	1.75	1.75	1.52	1.50	1.50	1.52
35	1.33	1.25	1.27	1.13	1.11	1.12	1.15
50	1.00	0.94	0.97	0.85	0.81	0.84	0.86
70	0.71	0.66	0.69	0.61	0.57	0.60	0.63
95	0.56	0.50	0.54	0.48	0.44	0.47	0.50
120	0.48	0.41	0.45	0.40	0.35	0.39	0.43
150	0.41	0.35	0.39	0.35	0.30	0.34	0.38
185	0.36	0.29	0.34	0.31	0.26	0.30	0.34
240	0.30	0.25	0.29	0.27	0.21	0.25	0.29
300	0.27	0.22	0.26	0.24	0.18	0.23	0.26
400	0.25	0.19	0.23	0.22	0.16	0.20	0.24
500	0.23	0.17	0.21	0.20	0.15	0.18	0.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ฐ.2 แรงดันตกสำหรับสายไฟฟ้า ฉนวน PVC หลายแกน ที่ 70°C

ขนาดสาย (mm^2)	1 เฟส AC (mV / A / m)	3 เฟส AC (mV / A / m)
	ทุกกลุ่มการติดตั้ง	ทุกกลุ่มการติดตั้ง
1.0	44	38
1.5	29	25
2.5	18	15
4	11	9.5
6	7.3	6.4
10	4.4	3.8
16	2.8	2.4
25	1.75	1.50
35	1.25	1.10
50	0.93	0.80
70	0.65	0.57
95	0.49	0.43
120	0.41	0.36
150	0.34	0.29
185	0.29	0.25
240	0.24	0.21
300	0.21	0.18
400	0.17	0.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลด (VA)			ระยะสาย	แรงดันตก
เริ่มต้น	ต่อ1โคม	ที่เหลือ	(m)	(V)
490	35	455	5	0.178
455	35	420	20	0.164
420	35	385	22	0.603
385	35	350	13	0.603
350	35	315	24	0.320
315	35	280	25	0.526
280	35	245	24	0.479
245	35	210	22	0.394
210	35	175	24	0.301
175	35	140	25	0.263
140	35	105	24	0.205
105	35	70	24	0.131
70	35	35	19	0.066
35	35	0	-	-
รวม			271	4.235

ตารางการคำนวณแรงดันตกของ LO-10 โครงการตัวอย่าง 1 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 2.5 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลด (VA)			ระยะสาย	แรงดันตก
เริ่มต้น	ต่อ1โคม	ที่เหลือ	(m)	(V)
490	35	455	5	0.109
455	35	420	20	0.402
420	35	385	22	0.405
385	35	350	13	0.218
350	35	315	24	0.362
315	35	280	25	0.335
280	35	245	24	0.281
245	35	210	22	0.221
210	35	175	24	0.201
175	35	140	25	0.167
140	35	105	24	0.121
105	35	70	24	0.080
70	35	35	19	0.032
35	35	0	-	-
รวม			271	2.933

ตารางการคำนวณแรงดันตกของ LO-10 โครงการตัวอย่าง 1 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 4 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลด (VA)			ระยะสาย	แรงดันตก
เริ่มต้น	ต่อ1โคม	ที่เหลือ	(m)	(V)
565	35	530	19	0.788
530	35	495	20	0.775
495	35	460	15	0.540
460	35	425	5	0.166
425	11	414	15	0.486
414	35	379	6	0.178
379	11	368	17	0.490
368	11	357	4	0.112
357	35	322	18	0.454
322	11	311	5	0.122
311	35	276	19	0.410
276	11	265	4	0.083
265	35	230	17	0.306
230	11	219	6	0.103
219	35	184	19	0.274
184	11	173	4	0.054
173	35	138	20	0.216
138	11	127	7	0.070
127	35	92	19	0.137
92	11	81	6	0.038
81	35	46	19	0.068
46	11	35	6	0.016
35	35	0	-	-
รวม			270	5.885

ตารางการคำนวณแรงดันตกของ EO-8 โครงการตัวอย่าง 1 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 2.5 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลด (VA)			ระยะสาย	แรงดันตก
เริ่มต้น	ต่อ1โคม	ที่เหลือ	(m)	(V)
565	35	530	19	0.482
530	35	495	20	0.473
495	35	460	15	0.330
460	35	425	5	0.102
425	11	414	15	0.297
414	35	379	6	0.109
379	11	368	17	0.299
368	11	357	4	0.068
357	35	322	18	0.277
322	11	311	5	0.074
311	35	276	19	0.251
276	11	265	4	0.051
265	35	230	17	0.187
230	11	219	6	0.063
219	35	184	19	0.167
184	11	173	4	0.033
173	35	138	20	0.132
138	11	127	7	0.043
127	35	92	19	0.084
92	11	81	6	0.023
81	35	46	19	0.042
46	11	35	6	0.010
35	35	0	-	-
รวม			270	3.596

ตารางการคำนวณแรงดันตกของ EO-8 โครงการตัวอย่าง 1 สำหรับสายPVCหลายแกนขนาด 4 ตร.มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO			
วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)	วงจรที่	ระยะท่อและสาย (เมตร)
1	187.57	14	392.68
2	212.5	15	423.99
3	187.57	16	279.65
4	167.57	17	211.79
5	176	18	126.65
6	196.1	19	164.58
7	190.8	20	186.96
8	190.8	21	284.08
9	230.8	22	177.49
10	303.8	23	259.49
11	241.17	24	189.03
12	345.67	25	282.3
13	294.55	เฉลี่ย	236.144

ตารางเฉลี่ยระยะท่อและสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	2
มากกว่า 10 ถึง 20	2
มากกว่า 20 ถึง 30	5
มากกว่า 30 ถึง 40	4
มากกว่า 40 ถึง 50	2
มากกว่า 50 ถึง 60	3
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	1
มากกว่า 80 ถึง 90	1
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	5

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้LO โครงการตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	2
มากกว่า 10 ถึง 20	0
มากกว่า 20 ถึง 30	4
มากกว่า 30 ถึง 40	3
มากกว่า 40 ถึง 50	2
มากกว่า 50 ถึง 60	2
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	1
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	5

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้EO โครงการตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	1
มากกว่า 10 ถึง 20	0
มากกว่า 20 ถึง 30	1
มากกว่า 30 ถึง 40	4
มากกว่า 40 ถึง 50	0
มากกว่า 50 ถึง 60	0
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	1
มากกว่า 90 ถึง 100	1
มากกว่า 100	2

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้LOC1 โครงการตัวอย่าง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO1	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	4
มากกว่า 10 ถึง 20	1
มากกว่า 20 ถึง 30	3
มากกว่า 30 ถึง 40	4
มากกว่า 40 ถึง 50	1
มากกว่า 50 ถึง 60	3
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	2

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้EO1 โครงการตัวอย่าง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO1	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	3
มากกว่า 20 ถึง 30	1
มากกว่า 30 ถึง 40	2
มากกว่า 40 ถึง 50	2
มากกว่า 50 ถึง 60	1
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	1
มากกว่า 90 ถึง 100	1
มากกว่า 100	0

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้LO1 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO2	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	2
มากกว่า 20 ถึง 30	4
มากกว่า 30 ถึง 40	1
มากกว่า 40 ถึง 50	1
มากกว่า 50 ถึง 60	0
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	2

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้LO2 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO1	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	0
มากกว่า 20 ถึง 30	1
มากกว่า 30 ถึง 40	1
มากกว่า 40 ถึง 50	0
มากกว่า 50 ถึง 60	0
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	1
มากกว่า 100	0

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้EO1 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO2	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	0
มากกว่า 20 ถึง 30	3
มากกว่า 30 ถึง 40	0
มากกว่า 40 ถึง 50	0
มากกว่า 50 ถึง 60	1
มากกว่า 60 ถึง 70	0
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	0

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้EO2 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO	
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	2
มากกว่า 20 ถึง 30	3
มากกว่า 30 ถึง 40	1
มากกว่า 40 ถึง 50	1
มากกว่า 50 ถึง 60	1
มากกว่า 60 ถึง 70	1
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	2

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้LO โครงการตัวอย่าง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO	
ช่วงของโหลด (%Watt)	จำนวนวงจร
มากกว่า 0 ถึง 10	0
มากกว่า 10 ถึง 20	2
มากกว่า 20 ถึง 30	2
มากกว่า 30 ถึง 40	2
มากกว่า 40 ถึง 50	2
มากกว่า 50 ถึง 60	0
มากกว่า 60 ถึง 70	1
มากกว่า 70 ถึง 80	0
มากกว่า 80 ถึง 90	0
มากกว่า 90 ถึง 100	0
มากกว่า 100	2

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของตู้EO โครงการตัวอย่าง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรโครงการตัวอย่างทั้งหมด			
ช่วงของโหลด (%Watt*)	จำนวนวงจร	จำนวนวงจรสะสม	%จำนวนวงจรสะสม
มากกว่า 0 ถึง 10	9	9	7%
มากกว่า 10 ถึง 20	12	21	17%
มากกว่า 20 ถึง 30	27	48	39%
มากกว่า 30 ถึง 40	22	70	57%
มากกว่า 40 ถึง 50	11	81	66%
มากกว่า 50 ถึง 60	11	92	75%
มากกว่า 60 ถึง 70	2	94	77%
มากกว่า 70 ถึง 80	1	95	78%
มากกว่า 80 ถึง 90	4	99	81%
มากกว่า 90 ถึง 100	3	102	84%
มากกว่า 100	20	122	100%

หมายเหตุ %Watt คือ ค่าเปอร์เซ็นของค่าโหลดจริงๆของวงจรหารด้วย 300 Watt

ตารางแสดงจำนวนวงจรในช่วงโหลดของวงจรทั้งหมดจากโครงการตัวอย่างทั้งหมด

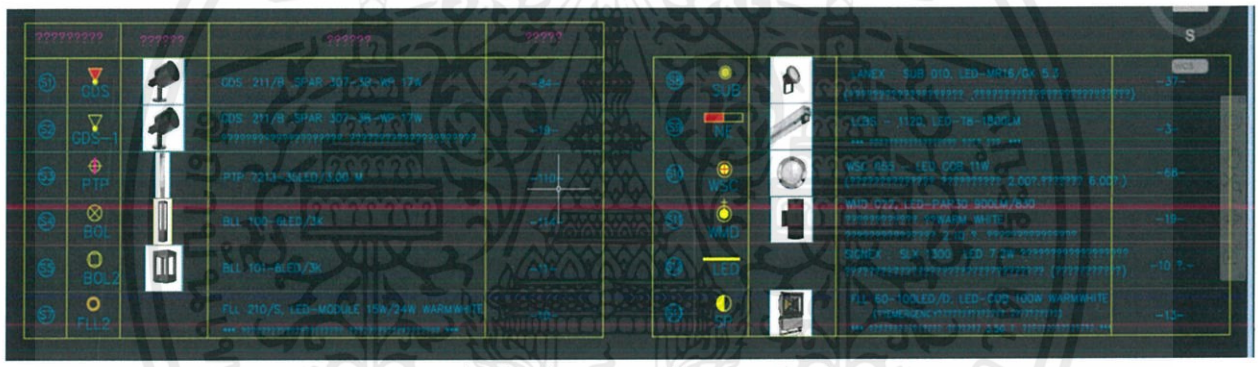
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก III

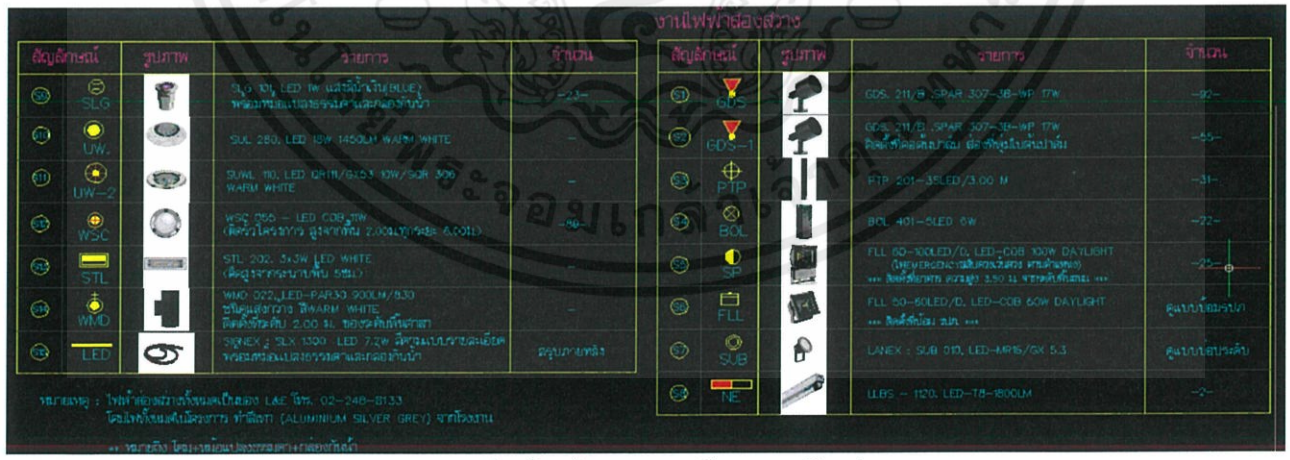
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์	รหัส	บริษัท	รุ่น / ลักษณะ	รูปแบบ	จำนวน	แสง	หมายเหตุ
ARL	L1	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) UTEX	AREA LIGHT LUMINAIRE ดวงใหญ่ UTEX ARL-40-400 HPS สีดำ โคมครบชุด เล็ก UTEX LTP. 050		6	แสงเหลือง	ส่องบริเวณ
POL	L2	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	POST TOP LUMINAIRE LANEX 152-70 MH สีดำโคมครบชุด เสาสูง 3.00 m.		25	แสงเหลือง	ส่องถนน/บริเวณ
BOL	L3	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	BOLLARD LUMINAIRE LANEX BOL 142-70MH สีดำโคมครบชุด		43	แสงเหลือง	ส่องทาง
BOL/1	L4	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	BOLLARD LUMINAIRE LANEX BOL 402-15MR16 สีดำโคมครบชุด		11	แสงเหลือง	ส่องทาง
GDS	L6	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	ACCENT LUMINAIRE LANEX GDS 211/B100PAR38 สีดำ โคมครบชุด		43	แสงเหลือง	ส่องต้นไม้
GDS/1	L7	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	ACCENT LUMINAIRE LANEX GDS 221/B100PAR38 สีดำ โคมครบชุด		8	แสงเหลือง	ส่องอนุสาวรีย์
GDS/2	L8	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	ACCENT LUMINAIRE LANEX GDS 361/S-150MH สีดำ โคมครบชุด		8	แสงเหลือง	ส่องไม้ประดับหน้าอาคาร
WMS	L9	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	WALL MOUNT LUMINAIRE LANEX WMS 042-75PAR30 แสงแดง สีดำโคมครบชุด		14	แสงเหลือง	รูปภาพแบ่ง/เน้นประดับชั้น 1)
WMS/3	L11	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	WALL MOUNT LUMINAIRE LANEX WMS WMS 041-50PAR20SP สีดำโคมครบชุด		14	แสงเหลือง	ติดสำหรับเก็บตาย ติดสูงจากพื้น 2.10 m.
UW	L15	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	UNDER WATER LUMINAIRE LANEX SUW 015-50MR16 แสงขาว สีดำโคมครบชุด		7	แสงเหลือง	ประดับบ่อ (DROP OFF)
UW/1	L16	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	UNDER WATER LUMINAIRE LANEX SUB 015-50MR16 แสงขาว สีดำโคมครบชุด		15	แสงเหลือง	ประดับบ่อ
SL	L17	LNGHTING & EQUIPMENT(L&E) UTEX	FLOOD LIGHT LUMINAIRE UTEX FLS.0/S-400HPS แสงขาว สีดำโคมครบชุด		2	แสงเหลือง	ส่องถนน/บริเวณ

รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง

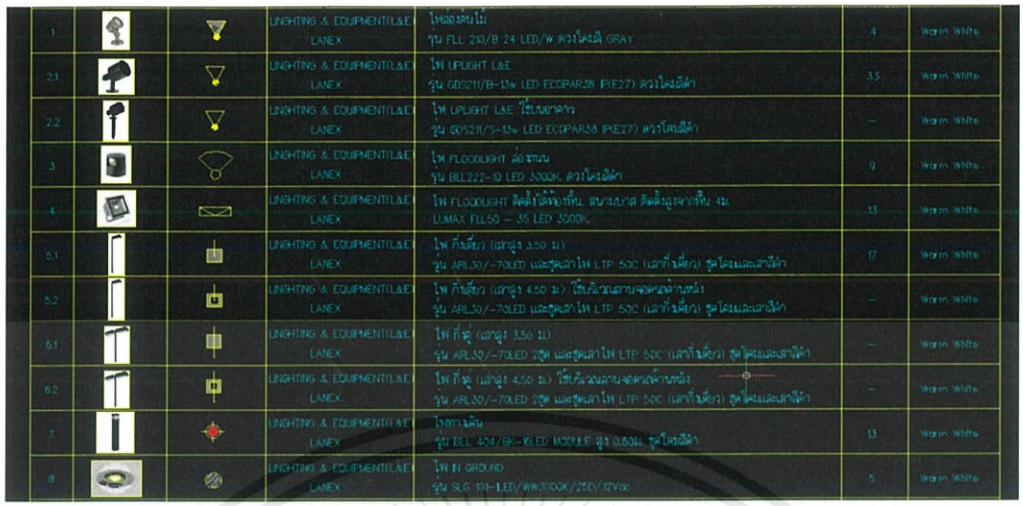


รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง



รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ลำดับ	รูปภาพ	สัญลักษณ์	บริษัท	รุ่น / ลักษณะ	จำนวน	แสง
1			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคมฝังพื้นไม้ รุ่น FLL 210/B 24 LED/W สีเทาโครเมี่ GRAY	5	Warm White
2.1			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม UPLIGHT L&E รุ่น GD5211/B-13w LED ECOPAR38 (PE27) สีเทาโครเมี่ดำ	68	Warm White
2.2			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม UPLIGHT L&E ใช้ในบางกรณี รุ่น GD5211/S-13w LED ECOPAR38 (PE27) สีเทาโครเมี่ดำ	–	Warm White
3			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม FLOODLIGHT ฝังพื้นดิน รุ่น BLL222-10 LED 3000K สีเทาโครเมี่ดำ	–	Warm White
4			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม FLOODLIGHT ฝังจิ้มใต้ท้องพื้น สนามหญ้า ฝังลึกจากพื้น 4นิ้ว LUMAX FLL50 – 35 LED 3000K	11	Warm White
5.1			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม ก้านเดี่ยว (แกนสูง 3.50 ม.) รุ่น ARL30/–70LED และชุดสลายโคม LTP 50C (แสงก้านเดี่ยว) สีเทาโครเมและสีดำ	18	Warm White
5.2			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม ก้านเดี่ยว (แกนสูง 4.50 ม.) ใช้บริเวณสนามจอดรถด้านหลัง รุ่น ARL30/–70LED และชุดสลายโคม LTP 50C (แสงก้านเดี่ยว) สีเทาโครเมและสีดำ	6	Warm White
6.1			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม ก้านคู่ (แกนสูง 3.50 ม.) รุ่น ARL30/–70LED 2ชุด และชุดสลายโคม LTP 50C (แสงก้านเดี่ยว) สีเทาโครเมและสีดำ	8	Warm White
6.2			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม ก้านคู่ (แกนสูง 4.50 ม.) ใช้บริเวณสนามจอดรถด้านหลัง รุ่น ARL30/–70LED 2ชุด และชุดสลายโคม LTP 50C (แสงก้านเดี่ยว) สีเทาโครเมและสีดำ	4	Warm White
7			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคมทางเดิน รุ่น BLL 404/B–16LED MODULE สูง 0.60ม. สีเทาโครเมี่ดำ	36	Warm White
8			LIGHTING & EQUIPMENT(L&E) LANEX	โคม IN GROUND รุ่น SLG 101–LED/WW3000K/25D/12Vdc	–	Warm White

รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์		รูปภาพ	รายการ	จำนวน
S1	GDS-1		GDS. 211/B ,SPAR 307-3B-WP 17W	-39-
S2	GDS-2		GDS. 211/B ,SPAR 307-3B-WP 17W	-18-
S3	PTP		PTP 200-3xLED-T8 60W/3.00 M.	-19-
S4	BLL		BLL181-LED 20W WARM WHITE	-41-
S5	FLL-1		FLL 60-100LED/D, LED-COB 100W DAYLIGHT (ติดตั้งท้องพื้นโครงสร้างอาคาร หันตรงโคมเข้าถนน)	-4-
S6	SUB		SUB 010, LED-MR16/GX 5.3 WARM WHITE	-15-
S7	NE		LBSL LED-20LED 21W DAY LIGHT-6500K	-2-
S8	INL		SLG 201, LED 7W WARM WHITE พร้อมหม้อแปลงธรรมดาและกล่องกันน้ำ	-17-
S9	WMS		WLL 452, LED 30W WARM WHITE (Up light and Down light) (ติดลูจากระดับพื้นดาดา 2.00M.)	-4-

รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง

สัญลักษณ์		รูปภาพ	รายการ	จำนวน
S1	GDS-1		Lanex GDS 211/B E27-120W	-55-
S2	GDS-2		Lanex GDS 211/B E27-120W (ติดตั้งบริเวณคอร์ตบ่าสัม ล่องพุ่มใบ)	-33-
S3	GDS-3		Lanex GDS 130 E27-50W	-10-
S4	PTP		Lanex PTP 152 MV/E27-80W/3.50 m.	-16-
S5	BOL		Lanex BOL 181 MV/E27-80W	-16-
S6	BDR		Lanex BDR 151 MV/E27-80W	-4-
S7	SP		L&E LUMAX LED 100W/6500K+DRIVER -DAYLIGHT *** ติดตั้งที่อาคาร ความสูง 3.50 ม. จากระดับพื้นถนน ***	-16-
S8	LBSL		L&E LBSL -20LED 21W 6500K DAY LIGHT	-2-
S9	SLG-1		Lanex SLG 101 LED 1W-BLUE LIGHT	-26-
S10	ING		Lanex ING 850 LED 3W-COOL WHITE	-4-
S11	SUB		Lanex SUB 010 MR16/50W	-17-
S12	WSC		Lanex WSC-052 50JC/WARM WHITE	-39-

รายละเอียดโคมไฟภายนอกโครงการตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO			
วงจรที่	Watt	วงจรที่	Watt
1	42	14	99
2	24	15	490
3	152	16	130
4	77	17	78
5	241	18	315
6	700	19	144
7	420	20	77
8	105	21	90
9	18	22	104
10	156	23	88
11	100	24	167
12	385	25	235
13	36		

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้LO โครงการตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO			
วงจรที่	Watt	วงจรที่	Watt
1	30	11	420
2	256	12	110
3	176	13	455
4	88	14	90
5	600	15	141
6	461	16	88
7	110	17	88
8	21	18	167
9	91	19	368
10	142		

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้EO โครงการตัวอย่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO	
วงจรที่	Watt
1	135
2	175
3	91
4	84
5	52
7	48
9	91
11	135
13	36
15	291
17	270

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้LO1 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO2	
วงจรที่	Watt
1	48
3	65
5	130
7	350
9	78
11	98
13	324
15	75
17	75
19	48

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้LO2 โครงการตัวอย่าง 3

EO1	
วงจรที่	Watt
7	105
9	72
11	300

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้EO1 โครงการตัวอย่าง 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO2	
วงจรที่	Watt
1	159
3	90
5	90
7	90

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้EO2 โครงการตัวอย่าง 3

LO	
วงจรที่	Watt
1	104
2	91
3	91
4	91
5	260
6	273
7	490
8	18
9	720
10	72

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้LO โครงการตัวอย่าง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO			
วงจรที่	Watt	วงจรที่	Watt
1	39	10	780
2	104	11	175
3	4	12	78
4	4	13	8
5	24	14	175
6	104	15	455
7	143	16	169
8	104	17	65
9	91	18	65

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้EO โครงการตัวอย่าง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LO	
วงจรที่	Watt
1	91
2	180
3	200
4	504
5	65
6	90
7	140
8	39
9	78
10	45
11	936

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้LO โครงการตัวอย่าง 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EO	
วงจรที่	Watt
1	91
2	140
3	210
4	370
5	65
6	105
7	130
8	39
9	78
10	45
11	732

ตารางแสดงค่าโหลดจริงตู้EO โครงการตัวอย่าง 4

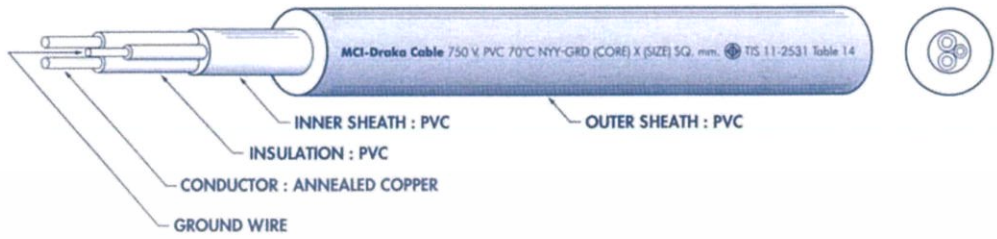
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NYY-GRD (MEA TYPE C-GRD)

750 V 70°C PVC INSULATED AND DOUBLE SHEATHED ROUND TYPE WITH GROUND.



Application : For installation exposed, or in raceway, or dry wet location, or direct bury in ground.

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
Circuit voltage does not exceed 750 volts.

Standard : TIS 11-2531 TABLE 14

Construction : Conductor : Solid or stranded copper, sizes 1 mm² up to 300 mm²
Ground conductor sizes 1 mm² up to 35 mm²

Insulation : Polyvinyl chloride (Light Grey and Black colour for 2 cores, Light Grey, Black and Red colour for 3 cores, Light Grey, Black, Red and Blue colour for 4 cores : Green/Yellow colour for Ground core)

Inner Sheath : Polyvinyl chloride (Black colour)

Outer Sheath : Polyvinyl chloride (Black colour)

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Number and diameter of wire (No/mm)	Insulation thickness (mm)	Nominal cross sectional area of ground conductor (mm²)	Thickness of ground insulation (mm)	Thickness of the inner sheath (mm)	Thickness of the outer sheath (mm)	Overall diameter (mm)	Minimum insulation resistance at 70°C (MΩ..km)	Maximum continuous current rating (Ampere)		Cable weight (approx.) (kg/km)	Standard length (m)
										Free air	Under ground		
2	1	1/1.13	0.8	1	0.6	0.8	1.8	12.5	0.0141	15	21	170	500/D
	1	7/0.40	0.8	1	0.6	0.8	1.8	13.0	0.0135	15	21	170	500/D
	1.5	1/1.38	0.8	1	0.6	0.8	1.8	13.0	0.0123	19	27	190	500/D
	1.5	7/0.50	0.8	1	0.6	0.8	1.8	13.5	0.0116	19	27	190	500/D
	2.5	1/1.78	0.8	1.5	0.6	0.8	1.8	14.0	0.0102	25	35	230	500/D
	2.5	7/0.67	0.8	1.5	0.6	0.8	1.8	15.0	0.0093	25	35	230	500/D
	4	1/2.25	0.9	2.5	0.6	0.8	1.8	15.5	0.0094	33	47	300	500/D
	4	7/0.85	0.9	2.5	0.6	0.8	1.8	16.5	0.0085	33	47	300	500/D
	6	7/1.04	0.9	4	0.6	0.8	1.8	18.0	0.0073	43	60	400	500/D
	10	7/1.35	1.1	4	0.6	0.8	1.8	19.5	0.0069	60	81	550	500/D
	16	7/1.70	1.1	6	0.6	0.8	2.0	22.5	0.0057	80	105	760	500/D
	25	7/2.14	1.3	6	0.6	1.2	2.0	27.0	0.0054	106	136	1110	500/D
	35	19/1.53	1.3	10	0.6	1.2	2.0	29.5	0.0047	130	165	1410	500/D
	50	19/1.78	1.5	10	0.6	1.2	2.2	33.5	0.0046	157	196	1900	500/D
	70	19/2.14	1.5	10	0.6	1.5	2.2	38.0	0.0039	195	240	2430	500/D
	95	19/2.52	1.7	16	0.6	1.5	2.2	42.5	0.0038	239	290	3230	500/D
	120	37/2.03	1.7	16	0.6	1.5	2.4	46.5	0.0034	280	332	3920	500/D
	150	37/2.25	1.9	25	0.6	1.8	2.6	52.0	0.0034	320	370	4870	500/D
	185	37/2.52	2.1	25	0.6	1.8	2.8	57.0	0.0034	370	419	5940	500/D
	240	61/2.25	2.3	35	0.6	2.0	3.0	64.0	0.0033	440	484	7680	300/D
	300	61/2.52	2.5	35	0.6	2.0	3.2	70.5	0.0032	507	547	9350	300/D

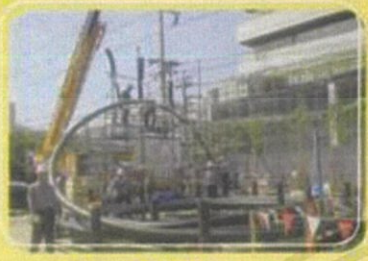
TISI PERMITTED TO INCREASE THE MAXIMUM OVERALL DIAMETER BY 5%

D : Packing in drum.

Note: We reserve the right to alter this specification without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TGG ท่อร้อยสายไฟฟ้าพีอี ชนิดความหนาแน่นสูง



ท่อร้อยสายไฟฟ้า (TGG HDPE Conduit) ผลิตจากวัตถุดิบโพลิเอทิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (HDPE) เหมาะสำหรับใช้เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้า สายเคเบิ้ล สายโทรศัพท์ หรือสายไฟเบอร์ออฟติค เพื่อเป็นฉนวนหุ้มป้องกันสายเคเบิ้ล โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับระบบงานเดินท่อร้อยสายเคเบิ้ลใต้ดิน (Underground Cable System) ทั้งระบบธรรมดาและระบบ HDD. (Horizontal Directional Drilling) ซึ่งใช้อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

ท่อ TGG HDPE Conduit มีขนาดตั้งแต่ Ø 20-200 มม. ยาวท่อนละ 6,12 เมตร หรือเป็นม้วน ยาวม้วนละ 50, 100 เมตร (ท่อขนาดไม่เกิน Ø 20-180 มม. สามารถผลิตเป็นม้วนได้)

ท่อร้อยสายไฟฟ้า ตรา TGG เป็นท่อสีดำ คาดแถบสีส้มภายนอก มีคุณสมบัติดังนี้

- ทนแรงกด แรงดึง แรงกระแทกได้ดี มีความยืดหยุ่นสูง ไม่แตกร้าว ไม่หักง่าย ในกรณีที่เกิดการกดทับ ผังกลบ หรือมีการทรุดตัวของพื้นดิน และไม่เสียหายง่ายในการขนส่ง
- ผิวภายนอก ภายใน มีความลื่น เรียบมัน เหมาะสำหรับการใช้งานร้อยสายไฟฟ้า, สายเคเบิ้ล, สายส่งสัญญาณ โดยไม่ทำให้สายหักเสียหาย
- ทนต่อสารเคมี ทนกรด ทนด่างได้ดี ไม่เกิดสนิม ไม่ผุกร่อน ซึ่งจะทำให้ประหยัดค่าบำรุงรักษา
- อายุการใช้งานยาวนาน

ผลิตภัณฑ์ท่อ และ อุปกรณ์ เอชดีพีอี ของบริษัท

- ได้ผ่านการรับรองมาตรฐาน มอก. 982-2548 จากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)
- ได้รับการรับรองมาตรฐาน ISO 9001 : 2000 จาก บริษัท เอส จี เอส (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งได้รับรองจาก UKAS และ NAC
- ผ่านการรับรองจากสำนักวิจัยและบริการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นผู้ผลิต และได้รับการอนุญาตให้นำไปใช้ได้กับหน่วยงานภาครัฐต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ท่อ HDPE เช่น การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, การไฟฟ้านครหลวง และบริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน)

HDPE Conduit is produced from High Density Polyethylene (HDPE). It is suitable for conduit, fiber optic line, local cable network and telephone cable network. The outstanding and various properties make popular the TGG HDPE Conduit particularly in underground cable system and horizontal directional drilling system (HDD). There are various sizes from Ø 20-200 mm. and lengths from 6, 12 m. or in roll 50, 100 m. (Ø 20-180 can be coiled)

TGG HDPE Conduit is a black pipe with orange line in following advantages :

- Durable, flexible, easy to transportation.
- Smooth both internal and external surface, proper to be used as conduit.
- Resist to corrosive chemicals, reduce maintenance and installation cost.
- Long life

TGG HDPE Conduit is approved and certificated as following

- **TIS No. 982-2548** certification by Thailand Industrial Standards Institute (TISI)
- ISO 9001 : 2000 by SGS (Thailand) under control from UKAS and NAC
- Institute for Scientific and Technology Research and Services (ISTRS), KingMongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT)
- Vendor list registation and approval from The Thai State agency and The Thai State Enterprises such as The Metropolitan Electricity Authority (MEA.), Provincial Electricity Authority (PEA.) and TOT Public Company Limited, etc.

ท่อร้อยสายไฟฟ้า ตรา TGG

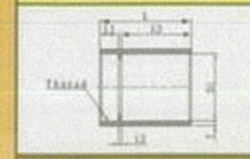
- ใช้ในงานท่อร้อยสายไฟฟ้า ทั้งแรงดันต่ำและแรงดันสูง
- ใช้ในงานท่อร้อยสายโทรศัพท์, เดินท่อใต้ดิน ทั้งแบบปกติ และระบบ HDD. (Horizontal Directional Drilling)
- ใช้ในงานท่อร้อยสายเคเบิ้ล และสาย Fiber Optic ใต้ดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TGG CONDUIT FITTING TYPE-A

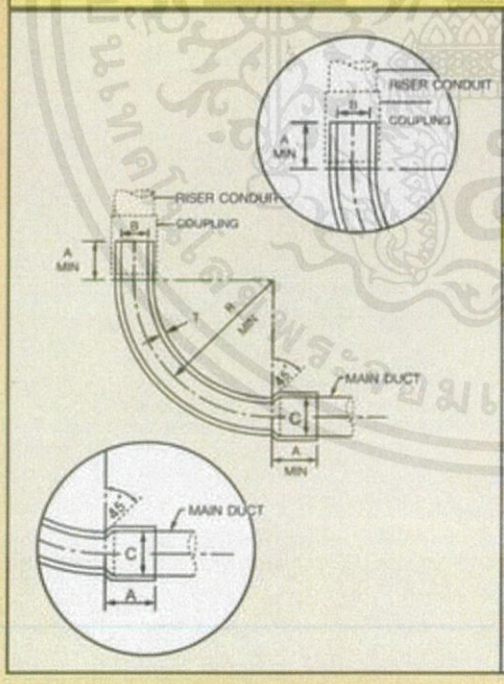
SIZE mm.	DIMENSION (mm.)				
	D 1	L	L 1	L 2	T
20	20.5	80	38	4	2.3
25	25.5	100	48	4	3.3
32	32.5	120	58	4	3.8
40	40.5	150	73	4	4.8
50	51	200	97.5	5	4.8
63	64	200	97.5	5	5.5
75	76	200	97.5	5	6.5
90	91	250	122	6	7.0
110	111	250	122	6	7.5
125	126	300	147	6	8.0
140	141	300	147	6	9.5
160	161	300	147	6	9.5
180	181	300	147	6	9.5
200	201	300	147	6	12.0

TGG CONDUIT FITTING TYPE-B



SIZE mm.	DIMENSION (mm.)						
	Thread	D 1	L	L 1	L 2	L 3	T
20	½"	20.5	75	22	5	48	2.3
25	¾"	25.5	75	22	5	48	3.3
32	1"	32.5	110	30	5	75	3.8
40	1 ¼"	40.5	110	30	5	75	4.8
50	1 ½"	51	135	35	5	95	4.8
63	2"	64	135	35	5	95	5.5
75	2 ½"	76	140	39	6	95	6.5
90	3"	91	170	39	6	125	7.0
110	4"	111	170	39	6	125	7.5
125		126	190	39	6	145	8.0
140	5"	141	190	39	6	145	9.5
160	6"	161	190	39	6	145	9.5
180	7"	181	215	43	7	165	9.5
200	8"	201	215	43	7	165	12.0

TGG PREFORMED FITTING BENDS 90°

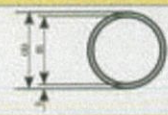


SIZE mm.	RISER CONDUIT NOMINAL DIAMETER (mm.)	DIMENSION (mm)				
		A	B	C	R	T
25	25	90	21.4	24.8	270	1.8
32	32	90	28.0	33.0	270	2.0
40	40	100	35.4	41.0	300	2.3
50	50	130	46.0	51.0	300	2.9
63	63	150	58.0	64.0	350	3.6
75	75	180	69.2	76.0	590	2.9
90	90	190	83.0	91.0	1000	3.5
110	110	200	101.4	111.0	1000	4.2
125	125	200	115.4	126.0	1000	4.8
140	140	200	129.2	141.0	1000	5.4
160	160	200	147.6	161.0	1000	6.2
180	180	200	166.0	181.5	1150	7.0
200	200	200	184.6	202.0	1250	7.7

หมายเหตุ : ทางบริษัทขอสงวนสิทธิ์ในการปรับขนาด เพื่อความเหมาะสมทางด้านเทคนิคในการผลิต
Remarks : We reserve amendments of measures for improvement and adjustment to the level of technic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อร้อยสายไฟฟ้าเอชดีพีอี
HIGH DENSITY POLYETHYLENE CONDUIT



982-2548

		Standard Dimension Ratio (SDR)											
		SDR 26		SDR 21		SDR 17.6		SDR 17		SDR 13.6		SDR 11	
		ชั้นความดัน / Nominal Pressure (PN)											
Raw Material	PE 63	PN 4		-		PN 6		-		PN 8		PN 10	
	PE 80	-		PN 6.3		-		PN 8		PN 10		PN 12.5	
	PE 100	PN 6.3		PN 8		-		PN 10		PN 12.5		PN 16	
OD		T	ID	T	ID	T	ID	T	ID	T	ID	T	ID
mm.	inch	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
16	⅜"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	½"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	16.0
25	¾"	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	21.0	2.3	20.4
32	1"	-	-	-	-	2.0	28.0	2.0	28.0	2.4	27.2	3.0	26.0
40	1 ¼"	-	-	2.0	36.0	2.3	35.4	2.4	35.2	3.0	34.0	3.7	32.6
50	1 ½"	2.0	46.0	2.4	45.2	2.9	44.2	3.0	44.0	3.7	42.6	4.6	40.8
63	2"	2.5	58.0	3.0	57.0	3.6	55.8	3.8	55.4	4.7	53.6	5.8	51.4
75	2 ½"	2.9	69.2	3.6	67.8	4.3	66.4	4.5	66.0	5.6	63.8	6.8	61.4
90	3"	3.5	83.0	4.3	81.4	5.1	79.8	5.4	79.2	6.7	76.6	8.2	73.6
110	4"	4.2	101.6	5.3	99.4	6.3	97.4	6.6	96.8	8.1	93.8	10.0	90.0
125		4.8	115.4	6.0	113.0	7.1	110.8	7.4	110.2	9.2	106.6	11.4	102.2
140	5"	5.4	129.2	6.7	126.6	8.0	124.0	8.3	123.4	10.3	119.4	12.7	114.6
160	6"	6.2	147.6	7.7	144.6	9.1	141.8	9.5	141.0	11.8	136.4	14.6	130.8
180		6.9	166.2	8.6	162.8	10.2	159.6	10.7	158.6	13.3	153.4	16.4	147.2
200		7.7	184.6	9.6	180.8	11.4	177.2	11.9	176.2	14.7	170.6	18.2	163.6

หมายเหตุ :
1. ทางบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการปรับขนาดเพื่อความเหมาะสมทางด้านเทคนิคในการผลิต
2. ข้อมูลความหนาผนังท่อตามมาตรฐาน ISO 4424, DIN 8074/1999

Remark :
1. We reserve amendments of measures for improvement and adjustment to the level of technic
2. Pipe dimension According to standard ISO 4424, DIN 8074/1999

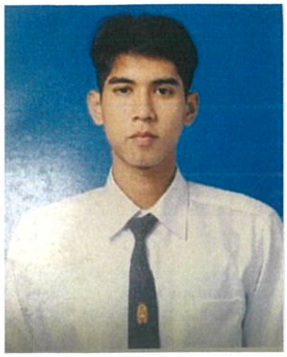
ID = เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน Inside Diameter
OD = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก / Outside Diameter
PN = ชั้นแรงดัน (บาร์) / Nominal Pressure Rating (Bar)
T = ความหนา / Thickness
W = น้ำหนัก / Weight

มาตรฐาน การไฟฟ้านครหลวง / The Metropolitan Electricity Authority Standard

OD		HDPE CONDUIT CLASS-I / PN6			HDPE CONDUIT CLASS-II / PN4		
mm.	inch	ID mm.	T mm.	W kg./m.	ID mm.	T mm.	W kg./m.
20	½"	16.4	1.8	0.10	-	-	-
25	¾"	21.4	1.8	0.13	-	-	-
32	1"	28.0	2.0	0.20	28.4	1.8	0.17
40	1 ¼"	35.4	2.3	0.29	36.4	1.8	0.25
50	1 ½"	44.2	2.9	0.44	46.0	2.0	0.31
63	2"	55.8	3.6	0.69	58.2	2.4	0.49
75	2 ½"	66.4	4.3	0.98	69.2	2.9	0.68
90	3"	79.8	5.1	1.39	83.0	3.5	0.98
110	4"	97.4	6.3	2.08	101.6	4.2	1.46
125		110.8	7.1	2.66	115.4	4.8	1.88
140	5"	124.0	8.0	3.34	129.2	5.4	2.32
160	6"	141.8	9.1	4.35	147.6	6.2	3.04
180		159.6	10.2	5.45	166.0	7.0	3.82
200		177.2	11.4	6.75	184.6	7.7	4.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นายณัฐนนท์ อรุณพันธุ์

เกิดวันที่ 6 สิงหาคม 2539

ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดสงขลา

ประวัติการศึกษา : ม.1-ม.4 โรงเรียนมหาวชิราวุธ จังหวัดสงขลา

ม.5-ม.6 โรงเรียนนวมินทราชูทิศ พายัพ

ปัจจุบันศึกษาที่อยู่ในระดับ ปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้