รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับสำนักงานขาย
Electrical System Design for Sales Office
"The Box"

นางสาวธัณยพัชร วัชรกาญจนาภรณ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับสำนักงานขาย

Electrical System Design for Sales Office

“The Box”

นางสาวธัณยพัชร วัชรกาญจนาภรณ์

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับสำนักงานขาย

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวธัณยพัชร วัชรกาญจนาภรณ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายจุติเวช แก้วอำไพ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันการสร้างสำนักงานขายนั้นพบปัญหาเรื่องการขอไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้าฯ หรือในบางครั้งพบว่าขนาดมิเตอร์ที่ขอนั้นไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้ผู้รับเหมางานโครงสร้างได้ ส่งผลให้การก่อสร้างเกิดความล่าช้า เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงทำการออกแบบสำนักงานขายและประมาณโหลดไฟฟ้า โดยรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าจากผู้จัดการและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง และนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาขนาดมิเตอร์ที่แน่นอน ส่งผลให้ระบบไฟฟ้าสำหรับการสร้างสำนักงานขายให้มีรูปแบบใกล้เคียงกัน และสามารถหมุนเวียนทรัพยากรไปใช้ใหม่ได้ในโครงการต่อไป นอกจากนี้ยังทำให้การก่อสร้างต่าง ๆ ดำเนินการไปอย่างรวดเร็วและราบรื่น โดยมีค่าวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการก่อสร้างในส่วนของ The Box ประมาณ 104,100 บาท และสามารถลดความผิดพลาดในการขอมิเตอร์ไฟฟ้าซึ่งอาจส่งผลให้การก่อสร้างล่าช้าถึง 1 สัปดาห์ได้

คำสำคัญ: สำนักงานขายสำเร็จรูป, ไฟฟ้าชั่วคราว, มิเตอร์

Co-operative Title: Electrical System Design for Sales Office "The Box".

Student Intern Name: Miss Thanyapat Watcharakarnjanapond

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Assoc.Prof.Dr.Atthapol Ngaopitakkul

Mentor Name: Jutivesh Kaewumphai

Company: Supalai Public Company

ABSTRACT

Nowadays, the establishment of a sales office has a problem in term of asking for the temporary electricity from MEA. Occasionally, the meter size cannot supply power to the needle contractors, resulting in construction delay. Solving the problem above by design the sales office and estimation electrical load. Find out the electricity usage from the manager and Bored Piled contractors and calculate the meter size. After all it is possible to create an electrical model for sales offices to use the same electrical model's pattern. Reuse of resources in the next project. And make the construction work quickly and smoothly. The estimated cost of construction is about 102,657 Baht. It can reduce the error of the meter request, which can result in a delay of 1 week.

Keywords: Sales Office, Temporary Electricity, Meter

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ต้องขอขอบคุณ คุณกิตติพงษ์ ศิริลักษณ์ตระกูล ผู้ช่วยกรรมการผู้จัดการอาวุโส สายงานก่อสร้างอาคารสูง บริษัทศุภาลัย จำกัด (มหาชน) และ รศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ข้อแนะนำและข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน จนรายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงลงด้วยดี

ขอขอบคุณพี่ ๆ บริษัท ศุภาลัย จำกัด(มหาชน) ฝ่ายก่อสร้างอาคารสูงทุกท่านที่ให้กำลังใจ และคำแนะนำตลอดระยะเวลาการฝึกงาน

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำต้องขอขอบคุณ บิดา มารดา ครอบครัว และเพื่อน ๆ ซึ่งให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้าน จนการทำโครงงานในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นางสาวธัณยพัชร วัชรกาญจนาภรณ์

ผู้จัดทำรายงาน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย 5

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 ปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า 7

2.2 วิธีเลือกใช้สายไฟให้เหมาะสมกับประเภทของงาน 8

2.3 การออกแบบวงจรย่อย 11

2.4 การออกแบบสายป้อน 12

2.5 การออกแบบระบบประธานแรงต่ำ 13

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 15

3.1 แผนผังการก่อสร้างรูปแบบใหม่ 15

3.2 ขั้นตอนเตรียมการออกแบบระบบไฟฟ้า 16

3.3 คำนวณออกแบบขั้นละเอียด 17

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน **36**

4.1 ค่าประมาณราคาวัสดุในการทำ THE BOX 36

4.2 ผลจากการนำ THE BOX มาทดแทนอาคารสำนักงานแบบเก่า 38

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ **39**

5.1 สรุปผลการวิจัย 39

5.2 ข้อเสนอแนะ 39

เอกสารอ้างอิง **40**

ภาคผนวก **42**

ภาคผนวก ก แสดงขนาดตู้คอนเทนเนอร์ 42

ภาคผนวก ข รายละเอียดดวงโคมที่ใช้ภายใน THE BOX 43

ภาคผนวก ค รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ 45

ภาคผนวก ง รายละเอียดสายไฟ VCT-G 47

ภาคผนวก จ ราคาสายไฟฟ้า VCT-G 50

ภาคผนวก ฉ รายละเอียดอัตราค่าบริการไฟฟ้าชั่วคราว 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย 5

2.1 แสดงขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า 12

2.2 ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน และโหลดสูงสุดตาม ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง) 14

3.1 คำนวณโหลดทั้งหมดให้อยู่ในหน่วย VA 29

3.2 ตารางแสดงการหาขนาดพิกัดเครื่องป้องกันประแสเกิน 31

3.3 ตารางโหลด ตู้ด้านใน (THE BOX) 34

3.4 ตารางโหลด ตู้ด้านนอก 35

4.1 แสดงการประมาณราคาค่าวัสดุก่อสร้าง THE BOX 37

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของบริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) 1

1.2 แสดงแผนการก่อสร้างสำนักงานขายในปัจจุบัน 2

1.3 แสดงขั้นตอนการขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ 3

2.1 แสดงลักษณะของสาย VAF 9

2.2 แสดงลักษณะของสาย THW 9

2.3 แสดงลักษณะของสาย NYY ชนิดต่างๆ 10

2.4 แสดงลักษณะของสาย VCT และ VCT-G 10

3.1 แสดงแผนผังการก่อสร้างสำนักงานขายปัจจุบัน 15

3.2 แสดงภาพการติดตั้งตู้ไฟแบบดั้งเดิมของสำนักงานขาย 16

3.3 แสดงภาพจำลองมุมต่าง ๆ ของ THE BOX 18

3.4 แสดงการเดินสายจากบริภัณฑ์ประธานไปยังไฟฟ้าแสงสว่าง เต้ารับ และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน THE BOX 20

3.5 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วน THE BOX 21

3.6 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วนห้องน้ำ 22

3.7 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วนสำนักงานขาย 23

3.8 ภาพการจัดวางตำแหน่งดวงไฟและชนิดโคมไฟในห้องตัวอย่างจริง 24

3.9 แสดงตำแหน่งดวงโคมบนแปลนพื้นในส่วน THE BOX 26

3.10 แสดงตำแหน่งเต้ารับบนแปลนพื้น 27

ผ.ก.1 แสดงขนาดตู้คอนเทนเนอร์ 42

ผ.ข.1 ภาพแสดงรายละเอียดดวงโคมไฟฟ้า 43

ผ.ข.2 แสดงวิธีการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า 44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ผ.ค.1 แสดงขนาดเครื่องปรับอากาศ 45

ผ.ค.2 แสดงคุณสมบัติเครื่องปรับอากาศ..... 46

ผ.ง.1 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 2C-G..... 47

ผ.ง.2 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 3C-G..... 48

ผ.ง.3 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 4C-G..... 49

ผ.จ.1 ราคาสายไฟฟ้า VCT-G 50

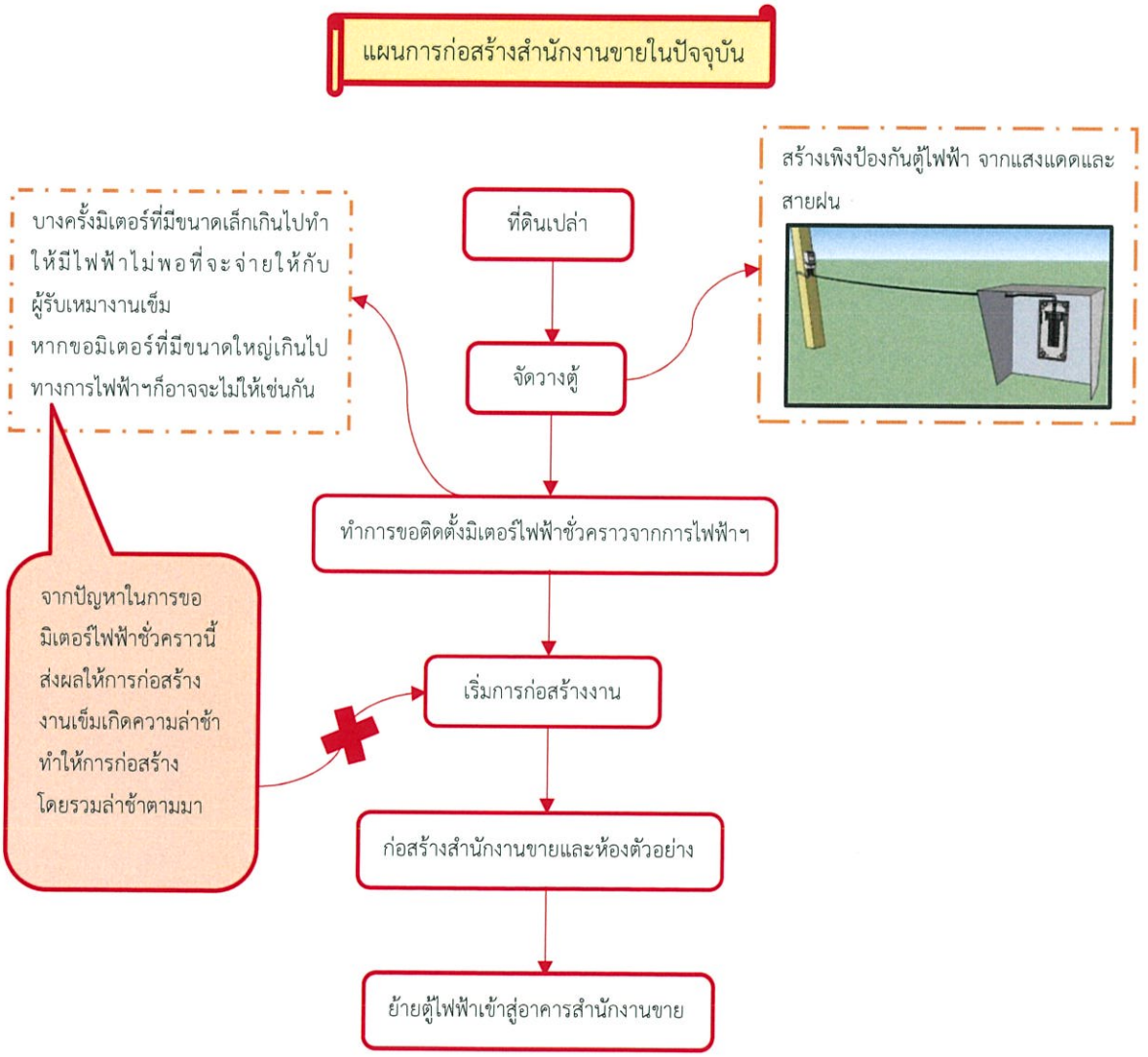
บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

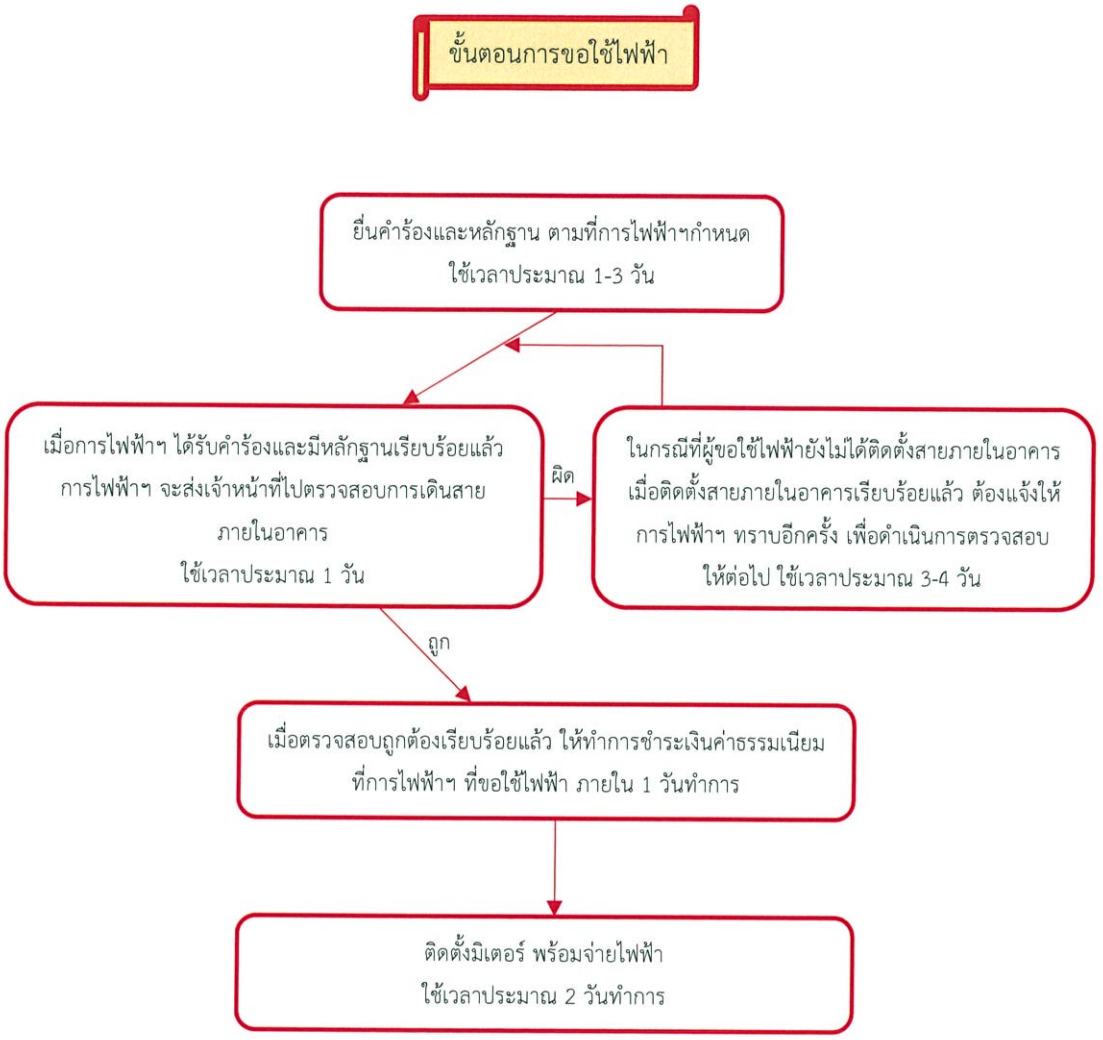
บริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน) และบริษัทย่อย (“กลุ่มบริษัท”) ประกอบธุรกิจพัฒนาอสังหาริมทรัพย์เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยและเพื่อการพาณิชย์ โครงการที่อยู่อาศัยของศุภาลัย อยู่ภายใต้แนวความคิด การสร้างสรรค์ที่อยู่อาศัยที่มีคุณภาพ เพื่อสังคมคุณภาพของ “ชาวศุภาลัย” ด้วยการพัฒนาผลิตภัณฑ์แบบบ้านอย่างต่อเนื่อง ใช้วัสดุก่อสร้างที่มีคุณภาพมาตรฐาน พัฒนาการบริการที่ดีทั้งก่อนและหลังส่งมอบสินค้า และให้ความดูแลพัฒนาสังคมให้มีความปลอดภัยและอบอุ่น เพื่อสร้างความพึงพอใจของลูกค้าสูงสุด บริษัทฯและบริษัทย่อยจะเป็นผู้ดำเนินการและเป็นเจ้าของโครงการบ้านอยู่อาศัยประเภท บ้านเดี่ยว บ้านแฝด ทาวน์เฮ้าส์ และอาคารชุด ในหลากหลายทำเลทั่วเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลรวมถึงต่างจังหวัด เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดและกลุ่มลูกค้าเป้าหมายที่แตกต่างกัน จะเน้นตลาดกลุ่มลูกค้าผู้มีรายได้ปานกลางถึงผู้มีรายได้ระดับสูง โดยมุ่งเน้นที่จะพัฒนาโครงการปัจจุบันและก่อสร้างบ้านที่อยู่ระหว่างดำเนินการให้แล้วเสร็จ และส่งมอบให้แก่ลูกค้าตามกำหนด เพื่อสร้างการจดจำในตราสินค้าของกลุ่มบริษัท ชื่อ “ศุภาลัย” จะใช้เป็นชื่อนำหน้าโครงการต่าง ๆ ทุกโครงการ ตามด้วยชื่อลักษณะหรือรูปแบบโครงการที่แตกต่างกันออกไปตามกลุ่มลูกค้าเป้าหมาย นอกจากนี้ บริษัทฯ ยังเป็นผู้พัฒนาอสังหาริมทรัพย์ประเภทอาคารสำนักงานให้เช่า โดยเน้นที่ทำเลที่เป็นแหล่งธุรกิจการค้า อีกทั้งบริษัทย่อย ยังดำเนินธุรกิจบริหารโครงการอสังหาริมทรัพย์ รวมทั้งบริหารจัดการโรงแรม และสถานพักตากอากาศอีกด้วย ปัจจุบัน สถานภาพของบริษัทฯ และบริษัทย่อย เติบโตขึ้นจนอยู่ในระดับแนวหน้าของธุรกิจอสังหาริมทรัพย์

ภาพที่ 1.1 ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ของบริษัท ศุภาลัย จำกัด (มหาชน)

ในปัจจุบันการเริ่มต้นก่อสร้างคอนโดมิเนียมโครงการใหม่นั้น ทางบริษัทจะทำการซื้อหรือเช่าที่ดินเพื่อก่อสร้างสำนักงานขาย เพื่อใช้สำหรับนำเสนอโครงการ การจองและจัดซื้อห้องพัก จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในขั้นต้นเมื่อมีที่ดินแล้วนั้น จะทำการปรับหน้าดินเพื่อก่อสร้างสำนักงานขาย ต่อจากนั้นจึงทำการขอมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้านครหลวง โดยขั้นตอนในการก่อสร้างนั้นจะแสดงได้ดังภาพที่ 1.2 และขั้นตอนการขอมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวนี้เองที่ก่อให้เกิดปัญหาความล่าช้าซึ่งส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการก่อสร้าง



ภาพที่ 1.2 แสดงแผนการก่อสร้างสำนักงานขายในปัจจุบัน



ภาพที่ 1.3 แสดงขั้นตอนการขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ

จากภาพที่ 1.3 ซึ่งแสดงขั้นตอนการขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯนั้น จะพบว่า หากดำเนินการทุกอย่างตามแผนการ โดยเตรียมเอกสารต่าง ๆ ให้เรียบร้อยตามกำหนดของการไฟฟ้านั้น ใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 1 สัปดาห์ แต่หากเกิดข้อผิดพลาด เช่น เอกสารต่าง ๆ ไม่ครบ หรือการเดินสายไฟฟ้าภายในอาคารไม่ถูกต้องตามมาตรฐานวสท. 2556 นั้น การดำเนินการขอไฟฟ้าอาจจะใช้เวลานานถึง 2 สัปดาห์ (ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการขอไฟฟ้าฯ จากเอกสารอ้างอิง [8])

ปัญหาที่เกิดขึ้นในอดีตพบว่า โครงการก่อสร้างสำนักงานขายยุคแรก ๆ นั้น ทางบริษัทจะทำการติดตั้งหม้อแปลงเพื่อทำการก่อสร้างต่าง ๆ ทั้งการลงเสาเข็มและการก่อสร้างสำนักงานขาย ต่อมาเมื่อธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ด้านอาคารสูงขยายตัวมากขึ้น ส่งผลให้มีการก่อสร้างต่อปีเพิ่มสูงขึ้น จำนวนหม้อแปลงที่บริษัทมีจึงไม่เพียงพอต่อการก่อสร้าง และเพื่อแก้ปัญหาความขาดแคลนนี้ผู้จัดการโครงการจึงเริ่มขอมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราว ขนาด 30 (100) แอมป์ 3 เฟส ซึ่งมีผลคือเมื่อผู้รับเหมางานเข็มจะเริ่มเข้ามาทำการก่อสร้างนั้นทางโครงการมีไฟฟ้าไม่เพียงพอที่จะจ่ายให้กับผู้รับเหมางานเข็ม

การก่อสร้างเกิดการล่าช้า ต่อมาเพื่อแก้ไขปัญหาเรื่องการจ่ายไฟฟ้าให้ผู้รับเหมางานเข็ม ผู้จัดการจึงขอมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวที่มีขนาดใหญ่ขึ้น เช่น มิเตอร์ไฟฟ้าสามเฟสขนาด 50 (150) และ 200 แอมป์ ซึ่งสามารถแก้ปัญหาในการจ่ายไฟฟ้าให้ผู้รับเหมาได้ แต่มีอุปสรรคในบางครั้ง คือ เมื่อขอมิเตอร์ไฟฟ้าชั่วคราวที่มีขนาดใหญ่เกินไป ในบางเขตการไฟฟ้านครหลวงนั้นจะไม่อนุญาตให้ติดตั้ง เนื่องจากทางพนักงานการไฟฟ้าฯ มีความเห็นว่าการขอมิเตอร์ที่มีขนาดใหญ่เกินไปนั้นเกินความจำเป็น ซึ่งนำมาสู่ความล่าช้าในการก่อสร้าง

นอกจากปัญหาที่ได้กล่าวไปข้างต้นนั้น ยังพบว่าเริ่มแรกเมื่อทำการก่อสร้างสำนักงานขายไม่มีสถานที่เพื่อวางตู้ไฟฟ้าและไม่มีสถานที่สำหรับการทำงานของผู้จัดการโครงการ เพื่อแก้ปัญหาทั้งหมด จึงมีความคิดให้จัดทำออฟฟิตสำเร็จรูป โดยใช้ตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อเป็นที่ตั้งของตู้ไฟฟ้าและเป็นสถานที่ทำงานให้กับผู้จัดการโครงการ ดังนั้น โครงการ The Box จึงเกิดขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างรูปแบบระบบไฟฟ้าในการก่อสร้างสำนักงานขายให้มีรูปแบบเดียวกัน
2. เพื่อให้การขอไฟฟ้าในการก่อสร้างและการดำเนินการต่าง ๆ เป็นไปอย่างราบรื่น
3. เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนทรัพยากร ประหยัดงบประมาณในการก่อสร้างสำนักงานขาย และ ป้องกันการสูญหายหรือเสียหายของอุปกรณ์ไฟฟ้า เนื่องจากการรื้อถอน

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ศึกษาขั้นตอนการก่อสร้างของสำนักงานขายในปัจจุบันและสร้างแบบแผนระบบไฟฟ้าที่แน่นอนเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการก่อสร้างซึ่งเกิดจากขั้นตอนการขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯ รวมไปถึงรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับจำนวนพนักงานที่ประจำในแต่ละโครงการเพื่อหาขนาดตู้คอนเทนเนอร์ที่เหมาะสมสำหรับรองรับพนักงานประจำโครงการไม่เกิน 5 คน ทำให้มีสถานที่ทำงานให้กับวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้างโครงการซึ่งสามารถเป็นที่ตั้งตู้ไฟฟ้าถาวรและสามารถลดระยะเวลาที่ใช้ในการขอใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯได้ประมาณ 1 สัปดาห์

1.4 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานที่วางแผนไว้นั้นเป็นแผนการดำเนินงานที่คาดคะเนระยะเวลาการทำงานส่วนต่าง ๆ เมื่อทราบหัวข้อที่แน่นอน แต่เมื่อทำการปฏิบัติจริงนั้นพบว่าการรวบรวมข้อมูลจากฝ่ายต่าง ๆ นั้นใช้ระยะเวลานานกว่าที่วางแผนไว้ ส่งผลให้การดำเนินงานในส่วนการออกแบบคำนวณและตรวจสอบความถูกต้องนั้นเกิดความล่าช้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงานวิจัย

แผนการดำเนินงานที่วางแผนไว้ ⟶

แผนการดำเนินงานจริง ⟶

ลำดับ	หัวข้องาน	สิงหาคม 60				กันยายน 60				ตุลาคม 60				พฤศจิกายน 60			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในบริษัท	⟷	⟷														
2	กำหนดหัวข้อและวัตถุประสงค์		⟷	⟷													
3	กำหนดขอบเขตการทำโครงงาน		⟷	⟷													
4	ออกแบบชิ้นส่วนที่ต้องใช้			⟷	⟷	⟷	⟷										
5	ตรวจคำนวณและออกแบบ					⟷	⟷	⟷	⟷	⟷	⟷						
6	เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน								⟷	⟷	⟷	⟷	⟷				
7	ประกอบชิ้นงานและทดสอบ												⟷	⟷	⟷		
8	สรุปผลการศึกษา												⟷	⟷	⟷		
9	จัดทำรายงาน													⟷	⟷	⟷	
10	นำเสนอโครงการ													⟷	⟷	⟷	

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าบริษัทจะได้รับ

1. สามารถใช้รูปแบบระบบไฟฟ้านี้ในการก่อสร้างสำนักงานขายสำเร็จรูปได้
2. เป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับพัฒนาการออกแบบระบบไฟฟ้าในอนาคต
3. สามารถทำให้เกิดการหมุนเวียนทรัพยากรสายไฟฟ้า เบรกเกอร์และอุปกรณ์ทางไฟฟ้าจากโครงการหนึ่งไปยังอีกโครงการหนึ่งได้

1.5.2 ประโยชน์ทางด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

1. ได้นำความรู้ทางด้านวิศวกรรมมาผนวกรวมกับความรู้ในศาสตร์อื่นๆ เช่น เศรษฐศาสตร์, วิศวกรรมโยธา เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ในหลากหลายมิติ
2. สามารถนำรูปแบบและวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างและไฟฟ้ากำลังไปใช้เป็นแนวทางในการศึกษา

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ระบบการจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่ดีที่สุดสำหรับอาคารหลังหนึ่ง คือ ระบบที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อย่างปลอดภัย และเพียงพอสำหรับโหลดในปัจจุบันและอนาคต เนื่องจาก อาคารแต่ละหลังมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน

2.1 ปัจจัยพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้า

2.1.1 ความปลอดภัย (Safety)

ความปลอดภัยเป็นหัวใจของการออกแบบ ช่วยทำให้อายุของอุปกรณ์ไฟฟ้ายืนยาวขึ้น และจะต้องไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อบุคคล สิ่งที่ต้องพิจารณาในเรื่องระบบความปลอดภัย คือ การเลือกชนิดของวัสดุตามมาตรฐานและอุปกรณ์ต่างๆที่จะใช้

2.1.2 ความประหยัด (Economic)

ค่าใช้จ่าย นับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ ความสม่ำเสมอของแรงดัน การดูแลรักษา และเพื่อการขยายในอนาคต ดังนั้นจะต้องพิจารณาเลือกแบบที่ดีที่สุดเพื่อลดต้นทุน

2.1.3 ความเชื่อถือได้ (Reliability)

ในบางครั้งระบบไฟฟ้าอาจจะตัดกระแสไฟฟ้าในขณะที่เราต้องการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นการออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องทำให้จุดบกพร่องเหล่านี้เกิดขึ้นน้อยที่สุด เพื่อให้วางใจในระบบได้สูงสุดและมีราคาพอสมควร

2.1.4 ความยืดหยุ่นได้ (Flexibility)

ระบบไฟฟ้าจะต้องสามารถดัดแปลง ปรับปรุง และขยายได้ในอนาคต ข้อที่จำเป็นต้องพิจารณาคือแรงดันไฟฟ้า และเผื่อที่ว่างสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับโหลดที่จะเพิ่มขึ้น

2.1.5 ความง่ายในการใช้งาน (Simplicity of Operation)

ระบบจะต้องง่ายในการใช้งานมากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้และตรงตามความต้องการของผู้ใช้

2.1.6 การดูแลรักษา (Maintenance)

ระบบไฟฟ้าที่ออกแบบจะต้องสามารถดูแลรักษา ตรวจสอบซ่อมแซม และทำความสะอาดได้ง่าย

2.1.7 ความสม่ำเสมอของแรงดัน (Voltage Regulation)

แรงดันที่ไม่สม่ำเสมอจะทำให้อายุของอุปกรณ์ไฟฟ้าสั้นลง ดังนั้นจะต้องรักษาระดับแรงดันไม่ให้เกินขีดจำกัด และไม่ต่ำกว่าค่าแรงดันตก

2.2 วิธีเลือกใช้สายไฟให้เหมาะสมกับประเภทของงาน

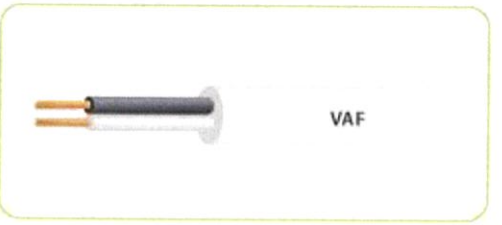
วิธีเลือกใช้สายไฟให้เหมาะสมกับประเภทของงาน เพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดและเป็นอันตรายเมื่อนำไปใช้งาน

2.2.1 ชนิดของสายไฟ

สายไฟจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ สายสำหรับไฟแรงดันต่ำและสำหรับไฟแรงดันสูง ในรายงานฉบับนี้จะกล่าวถึงสายไฟที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนซึ่งจัดเป็นสายไฟแรงดันต่ำ สำหรับประเทศไทย สายไฟแรงดันต่ำจะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 11-2553 ตามมาตรฐานแล้วสายไฟแรงดันต่ำจะมีหลายขนาด (พื้นที่หน้าตัด) ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งจะทนแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 300 โวลต์ ถึง 750 โวลต์ โดยจะแบ่งเป็นประเภทตามขนาด ความทนแรงดันไฟและการใช้งานได้ดังนี้

2.2.1.1 สายวีเอเอฟ (VAF)

เป็นสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 ชนิดทนแรงดัน 300 โวลต์มีทั้งชนิดเป็นสายเดี่ยวสายคู่และที่มีสายดินอยู่ด้วย ถ้าเป็นสายเดี่ยวจะเป็นสายกลมและถ้าเป็นชนิด 2 แกนหรือ 3 แกนจะเป็นสายแบน ตัวนำนอกจากจะมีฉนวนหุ้มแล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งสายคู่จะนิยมเดิน ตามฝาผนังด้วยเข็มขัดรัดสาย (Clip) หรือเดินในช่องเดินสาย แต่ห้ามเดินฝังดินโดยตรง การจะเดินสายประเภทนี้ใต้ดินจะต้องเดินในท่อฝังดินที่ปีกานป้องกันน้ำซึม เข้าท่อ ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไปสายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 เฟสที่มีแรงดัน 380 โวลต์เช่นกัน



ภาพที่ 2.1 แสดงลักษณะของสาย VAF

2.2.1.2 สาย IEC-01

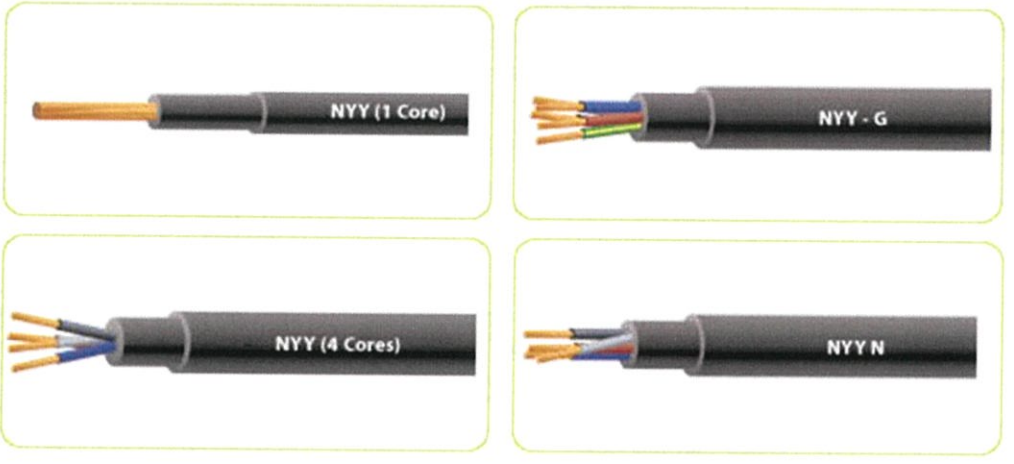
เป็นสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 โดยทั่วไปนิยมเรียกว่า สาย ทีเอชดับเบิลยู (THW) เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนแรงดัน 750โวลต์เป็นสายเดี่ยวนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้าสามเฟสปกติ แกนของสายประเภทนี้มีตัวนำทองแดงจะมีหลายสายร้อยเป็นสายใหญ่หนึ่งแกน การใช้งานคือใช้เดินลอยด้วยตัวยึดทำจากวัสดุฉนวน เดินในช่องเดินสาย หรือเดินในท่อฝังดินที่มีการป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ท่อ แต่ห้ามฝังดินโดยตรง

ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของสาย THW

2.2.1.3 สายเอ็นวายวาย (NYY)

เป็นสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 มีทั้งชนิดแกน เดียวและหลายแกนสายหลายแกนก็จะเป็นสายกลมเช่นกันสายชนิดนี้ทนแรงดัน 750โวลต์นิยมใช้อย่างกว้างขวางเช่นกัน เนื่องจากถูกออกแบบให้มีความคงทนต่อ สภาพแวดล้อมเพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งบางสำหรับสายเอ็นวายวายชนิดสายเดี่ยว สายชนิดนี้จะมีฉนวนหุ้มแกนหนึ่งชั้นและมีเปลือกเพียงชั้นเดียวทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกาย สำหรับสายเอ็นวายวายที่มีหลายแกนขึ้นไปอาจจะถูกเรียกว่าสายฉนวน 3 ชั้น ความจริงแล้วสายชนิดนี้มีฉนวนชั้นเดียวอีกสองชั้นที่เหลือเป็นเปลือกชั้นในทำหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนร้อยเกลียวเข้าด้วยกันจนมีลักษณะกลม และมีเปลือกนอกหุ้มแล้วอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ สายเอ็นวายวายหลายแกนจะมีชนิด 2 แกนและ 4 แกน ซึ่งแล้วแต่ความต้องการใช้งาน สายชนิดนี้จะมีเปลือกสองชั้นดังกล่าวแล้วข้างต้น สายเอ็นวายวายชนิด 4 แกนมีสายนิวทรัลรวมอยู่ด้วยเรียกว่าเป็นสายเอ็นวายวาย-เอ็น (NYY-N) คือมีสายไฟอยู่3เส้นและมีสายนิวทรัลอีกหนึ่งเส้นมีขนาดพื้นที่หน้าตัดประมาณ ครึ่งหนึ่งของสายเส้นไฟจึงเหมาะที่จะใช้ในวงจร

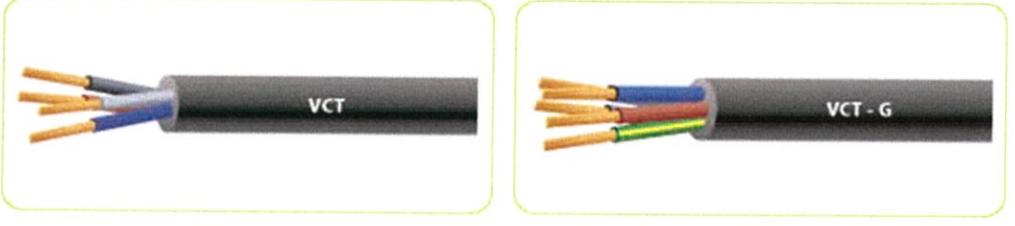
3 เฟส4สาย อีกประเภทหนึ่งคือสายชนิดเอ็นวายวาย-กราวด์ (NYY-G) คือเป็นสายชนิด 2แกน 3แกน และ4แกนที่มีสายดิน (Groud) รวมอยู่ด้วยอีกหนึ่งเส้นจึงเหมาะที่จะใช้ต่อเข้าอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน สายเอ็นวายๆทุกชนิดสามารถเดินใต้ดินได้โดยตรงเพราะมีเปลือกชั้นนอกทำให้ทนต่อสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 2.3 แสดงลักษณะของสาย NYY ชนิดต่างๆ

2.2.1.4 สายวีซีที (VCT)

เป็นสายไฟฟ้าตาม มอก. 11-2553 เป็นสายกลมมีทั้ง 1แกน 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน สามารถทนแรงดัน 750 โวลต์มีฉนวนและเปลือกเช่นกันกับสายเอ็นวายวาย มีข้อพิเศษกว่าก็คือตัวนำจะประกอบด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็กๆร้อยรวมกันเป็นหนึ่งแกน ทำให้มีข้อดีคืออ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งานสายชนิดนี้ใช้งานได้ทั่วไปเหมือนสายชนิดเอ็นวายวาย นอกจากนี้ยังมีสายวีซีทีเป็นชนิดวีซีที-กราวด์ (VCT-G) ซึ่งมี2 แกน 3 แกน และ 4 แกน และมีสายดินเดินรวมไปด้วยอีกเส้นหนึ่งเพื่อให้เหมาะสำหรับใช้กับเครื่อง อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน สายวีซีทีสามารถเดินแบบฝังดินโดยตรงได้



ภาพที่ 2.4 แสดงลักษณะของสาย VCT และ VCT-G

ในการพิจารณาเลือกสายไฟฟ้าที่เหมาะสมนั้น มีหลายข้อด้วยกันที่ต้องพิจารณา ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพ ความเชื่อถือได้ และความปลอดภัยในการใช้งาน ข้อกำหนดที่ต้องพิจารณาในการเลือก

สายไฟฟ้า ได้แก่ พิกัดแรงดัน (Voltage Rating), พิกัดกระแส (Current Rating), แรงดันตก (Voltage Drop), สายควบ (Multiple Conductors)

2.3 การออกแบบวงจรย่อย

วงจรย่อย (Branch Circuit) หมายถึง ตัวนำในวงจรระหว่างอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินตัวสุดท้ายกับจุดจ่ายไฟ

2.3.1 ชนิดของวงจรย่อย

โหลดแสงสว่าง โหลดเต้ารับ โหลดไฟฟ้าฉุกเฉิน โหลดมอเตอร์และโหลดเครื่องเชื่อม

2.3.2 ข้อกำหนดของวงจรย่อย ตามมาตรฐาน วสท.56

1. อาคารที่มีความสูงเกิน 1 ชั้น ต้องแยกวงจรย่อยอย่างน้อยชั้นละ 1 วงจร
   อ้างอิงจากวสท.3.1.4.1
2. ขนาดพิกัดของวงจรย่อยต้องไม่เกินขนาด 50 AT (ยกเว้นวงจรย่อยของมอเตอร์และเครื่องเชื่อม)
   อ้างอิงจากวสท.3.1.2, 3.1.5
3. ไม่อนุญาตให้ใช้ ดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับการคำนวณโหลดวงจรย่อย
   อ้างอิงจากวสท.3.1.6
4. ขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถใช้งานในสภาวะปกติได้อย่างต่อเนื่องโดยไม่ปลดวงจรและไม่เกินขนาดพิกัดของกระแสสายไฟฟ้าที่ใช้ (ยกเว้นวงจรย่อยของมอเตอร์และเครื่องเชื่อม)
   อ้างอิงจากวสท.3.1.4.2 สำหรับโหลดทั่วไปที่ไม่ใช่มอเตอร์และเครื่องเชื่อม
   อ้างอิงจากวสท.6.3.21 สำหรับโหลดมอเตอร์
   อ้างอิงจากวสท.10.1.2.2 สำหรับโหลดเครื่องเชื่อม
5. ขนาดสายวงจรย่อยต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม. สำหรับวงจรแสงสว่าง, เต้ารับและเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป (และสายวงจรย่อยของมอเตอร์ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.
6. ขนาดสายที่ต่อแยกเข้าดวงโคม 1 ชุดต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.0 ตร.มม. และขนาดสายที่ต่อแยกเข้าเต้ารับ 1 จุด ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.
7. ไม่ควรใช้นิวทรัลร่วมกัน กรณีไฟ 1 เฟส ที่รับไฟจากระบบ 3 เฟส 4 สาย (ในวงจรมอเตอร์ 3 เฟส โหลดสมดุล ไม่จำเป็นต้องมีสายนิวทรัล)

2.4 การออกแบบสายป้อน

สายป้อน (Feeder) คือ ตัวนำในวงจรระหว่างบริภัณฑ์ประธานกับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย

2.4.1 ข้อกำหนดของสายป้อน ตามมาตรฐานวสท. 2556

1. ขนาดสายป้อน และขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน สามารถใช้ดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand factor) ได้
   อ้างอิงจากวสท. 3.2.3
2. ขนาดสายป้อน ต้องมีขนาดพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน แต่ต้องไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.
   อ้างอิงจากวสท. 3.2.1
3. ขนาดสายนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

ตารางที่ 2.1 แสดงขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.)
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

2.4.2 ดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand factor)

ดีมานด์แฟคเตอร์ คืออัตราส่วนของโหลดไฟฟ้าที่ใช้งานพร้อมกันสูงสุดในเวลาที่กำหนด ต่อ ผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ ดังนั้น ดีมานด์แฟคเตอร์ จึงอาจจะไม่ใช้ก็ได้

2.5 การออกแบบระบบประธานแรงต่ำ

ตัวนำประธาน (Service Conductor) คือ ตัวนำที่ต่อระหว่างเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้ากับบริภัณฑ์ประธาน

2.5.1 ข้อกำหนดของวงจรสายป้อนแรงต่ำ ตามมาตรฐาน วสท. 2556

1. ขนาดสายตัวนำประธานแรงต่ำต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้และต้องไม่เล็กกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกิน และเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้
   - แบบเดินสายในอากาศ (Overhead)
     - เป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน ขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.
     - เป็นสายตัวนำอลูมิเนียมหุ้มฉนวน ขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม
   - แบบเดินสายใต้ดิน (Underground)
     - ต้องเป็นสายตัวนำทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งเท่านั้นขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

   อ้างอิงจาก วสท. 3.4.1, 3.4.2

2. เมนสวิตช์ของตัวนำประธานต้องประกอบด้วยเครื่องปลดวงจร (Disconnecting switch), เครื่องป้องกันกระแสเกิน (Over Current Protection) และต้องสามารถปลดวงจรทุกสายไฟ (สายเฟส) ได้พร้อมกัน
   อ้างอิงจาก วสท. 3.5.2
3. ขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Amp Trip: AT) ของบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำ ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดขนาดมิเตอร์ของการไฟฟ้า ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน และโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

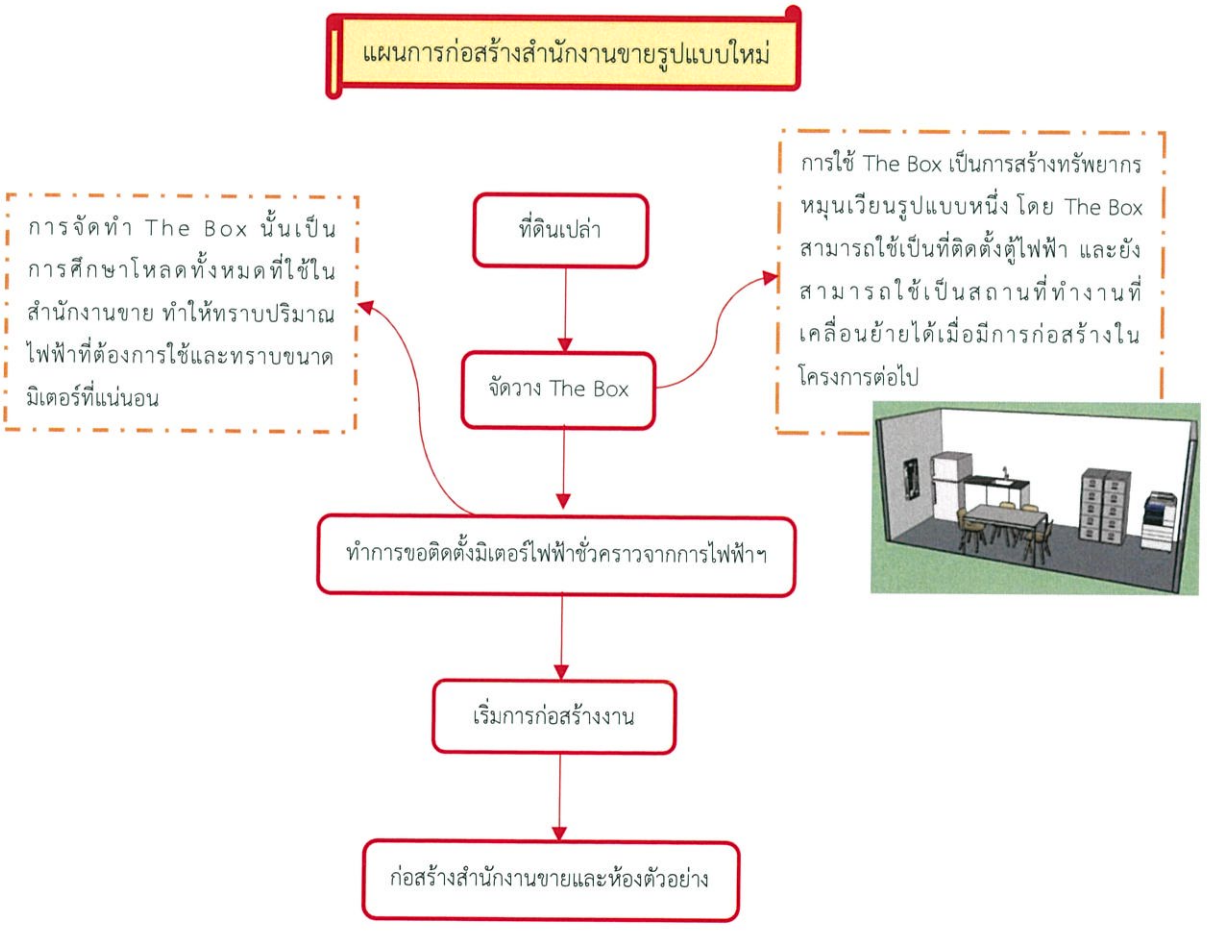
ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (แอมแปร์)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)
5 (15)	16	10
15 (45)	50	30
30 (100)	100	75
50 (150)	125	100
200	200	150
	250	200
400	300	250
	400	300
	500	400

4. ขนาดพิกัดกระแสลัดวงจร (Interrupting Capacity: I_C) ของเครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธานแรงต่ำต้องสามารถทนกระแสลัดวงจรค่าที่มากที่สุดที่อาจจะเกิดขึ้นที่ได้ ไม่ต่ำกว่า 10 kA

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 แผนผังการก่อสร้างรูปแบบใหม่

ในการก่อสร้างสำนักงานขายรูปแบบใหม่นั้น จะนำ The Box มาใช้เป็นที่ทำงานของผู้จัดการและเป็นที่ติดตั้งตู้ไฟฟ้าสำหรับ รับและจ่ายไฟฟ้าให้กับส่วนอื่น ๆ ของสำนักงานขาย โดยมีการคำนวณจำนวนโหลดไฟฟ้าที่ใช้และขนาดมิเตอร์ที่แน่นอนตามมาตรฐานวสท. 2556 ส่งผลให้ไม่เกิดความล่าช้าในการขอใช้ไฟฟ้า และไม่เกิดความล่าช้าในการก่อสร้าง

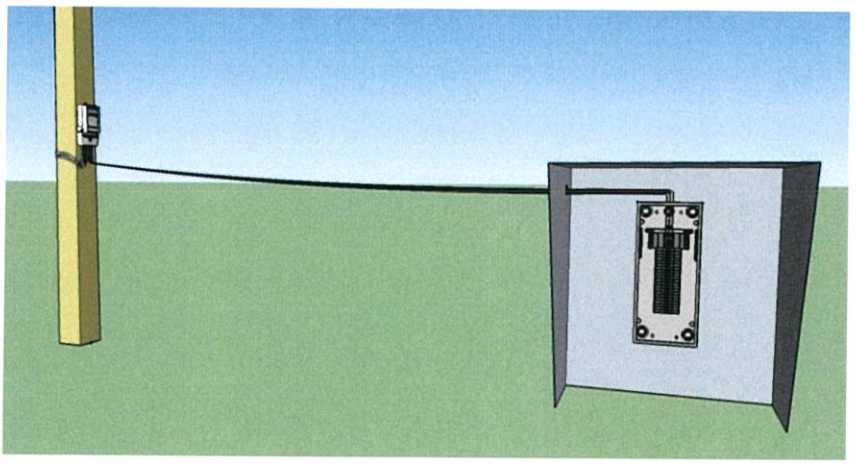


ภาพที่ 3.1 แสดงแผนผังการก่อสร้างสำนักงานขายปัจจุบัน

3.2 ขั้นตอนเตรียมการออกแบบระบบไฟฟ้า

3.2.1 ทำการรวบรวมข้อมูลจากหัวหน้าแผนก ผู้จัดการโครงการ เพื่อรับทราบข้อมูลเบื้องต้นและความต้องการ

จากการสอบถามหัวหน้าแผนก และ ผู้จัดการโครงการ ทำให้ทราบข้อมูลเบื้องต้นว่าในการก่อสร้างโครงการใหม่นั้น จะเริ่มจากการก่อสร้างสำนักงานขายขึ้นมาก่อน โดยเริ่มแรกนั้นเป็นที่ดินเปล่า จึงต้องตั้งตู้ไฟฟ้าขึ้นมาเพื่อให้การไฟฟ้ายอมจ่ายไฟฟ้าให้ จากนั้นจึงเริ่มทำการก่อสร้างสำนักงานแล้วย้ายตู้ไฟเข้าไปภายในอาคาร เพื่อติดตั้งตู้ไฟภายนอกอาคารขึ้นอีกตู้สำหรับจ่ายไฟฟ้าให้กับไฟฟ้าแสงสว่างภายนอก และผู้รับเหมางานเข็ม



ภาพที่ 3.2 แสดงภาพการติดตั้งตู้ไฟแบบดั้งเดิมของสำนักงานขาย

3.2.2 ศึกษาลักษณะการใช้ไฟฟ้าของอาคารและช่วงเวลาในการใช้ไฟฟ้า จำนวนโหลดที่ต้องการใช้ โดยรวบรวมข้อมูลจากผู้จัดการ ผู้รับเหมางานเข็มและผู้รับจ้างจัดงาน เพื่อกำหนดขนาดและตำแหน่งบริภัณฑ์ไฟฟ้าหลัก แผงสวิตช์ โดยอ้างอิงตามมาตรฐานวสท. 2556

จากการปรึกษาและรวบรวมข้อมูล ทำให้ทราบว่า ผู้จัดการต้องการให้ใช้ตู้คอนเทนเนอร์เป็นที่ติดตั้งตู้ไฟฟ้าหลักและเป็นสถานที่ทำงานที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ โดยใช้ชื่อว่า The Box ต่อมาเมื่อผู้รับเหมางานเข็มเข้ามาทำงานและขอใช้ไฟจะต่อตู้แยกออกไปภายนอกเพื่อจ่ายไฟให้ผู้รับเหมา และเมื่อก่อสร้างสำนักงานขายเรียบร้อยจึงจ่ายไฟฟ้าให้กับสำนักงานขาย

3.3 คำนวณออกแบบขั้นละเอียด

คำนวณระบบไฟฟ้ากำลัง แสงสว่าง และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พร้อมกำหนดขนาด พิกัดต่าง ๆ

3.3.1 การคำนวณและการออกแบบระบบไฟฟ้าขั้นละเอียด

- ศึกษาแบบทางสถาปัตยกรรม

จากการสอบถามและทำการสำรวจพบว่า สำนักงานขายส่วนมากมี 1 ชั้น สูงประมาณ 4 เมตร ขนาดพื้นที่อยู่ที่ประมาณ 200 - 400 ตารางเมตร

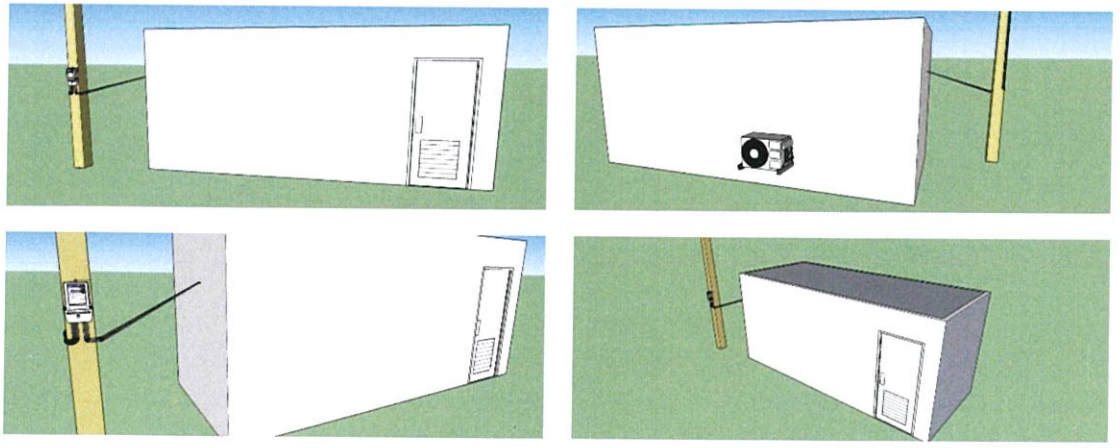
โดยส่วนประกอบของอาคารจะประกอบด้วย ส่วนของครัว (สถานที่ทำงานด้านใน / The Box) ส่วนห้องน้ำ ส่วนสำนักงานขาย ส่วนห้องตัวอย่าง และส่วนด้านนอก

- ออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างแต่ละพื้นที่ตามการใช้งาน

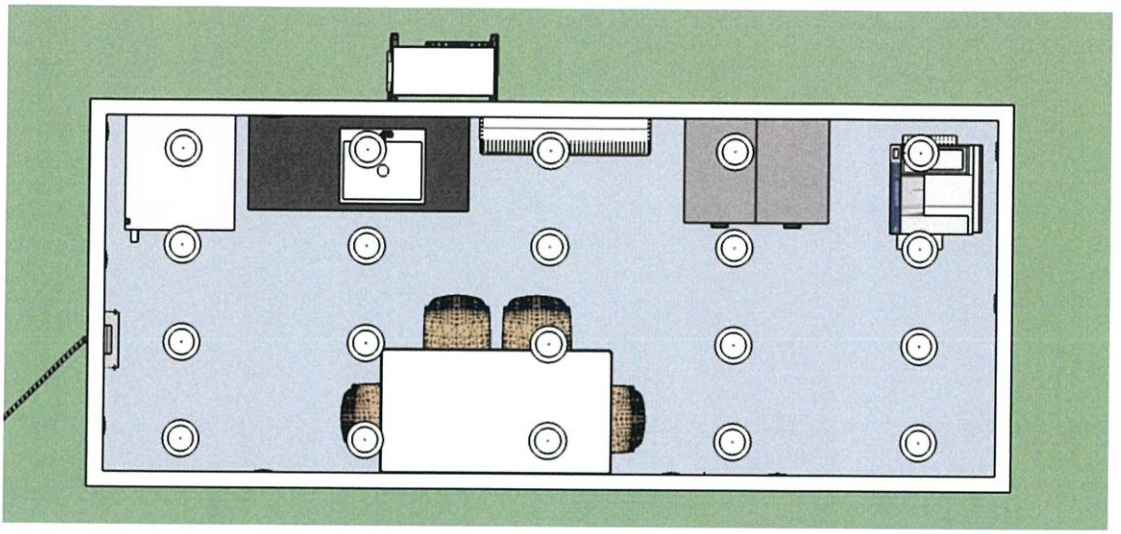
ในขั้นตอนนี้อาจใช้โปรแกรม Dialux เพื่อหาจำนวนดวงโคมและตำแหน่งการจัดวางให้เหมาะสมกับความสว่างที่ต้องการ ดังนี้

1) ส่วน The Box

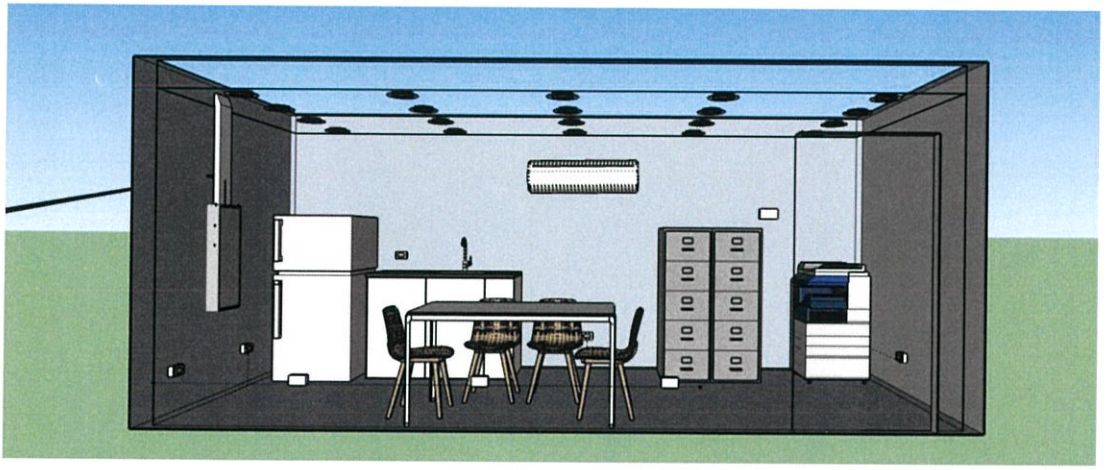
ส่วน The Box เป็นส่วนที่ทำจากตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต (กว้าง 2.5 เมตร, ยาว 6 เมตร, สูง 2.6 เมตร) โคมไฟฟ้าที่ใช้ คือ RPL 130 9 W 810 Lumens จุดประสงค์ของการใช้ The Box คือ การทำงาน ดังนั้นควรมีค่าความสว่างของแสงประมาณ 300lux ขึ้นไปตามกฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 (รายละเอียดเพิ่มเติมตามเอกสารอ้างอิง [7])



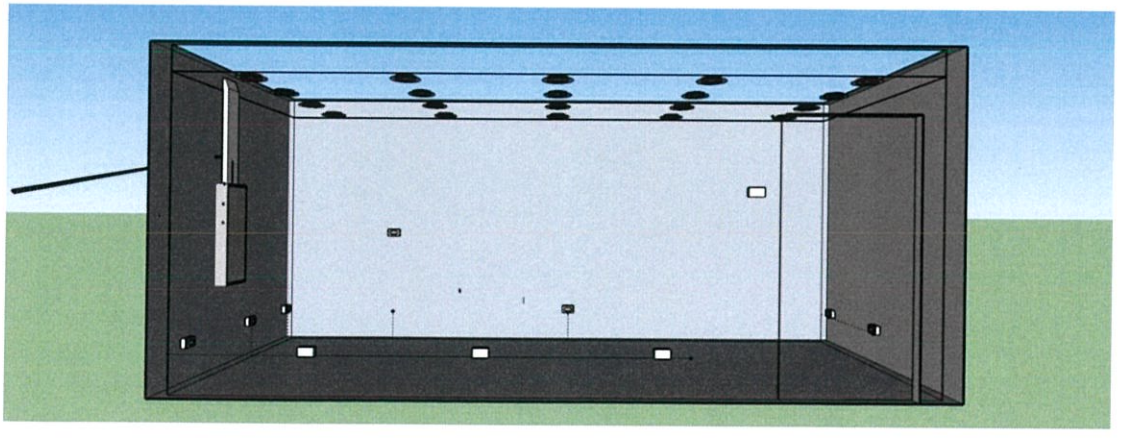
(ก) แสดงภาพจำลองด้านนอกของ The Box



(ข) แสดงภาพจำลองด้านบนของ The Box

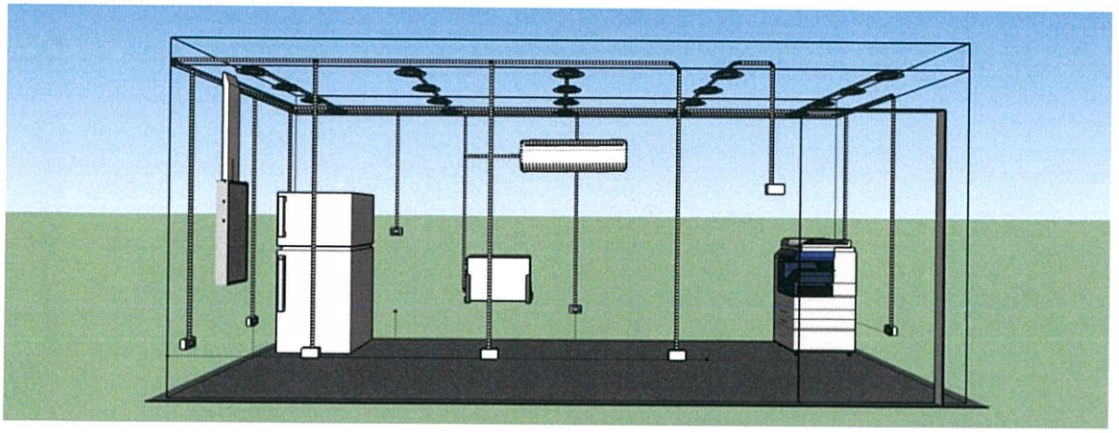


(ค) แสดงภาพจำลองภายในของ The Box

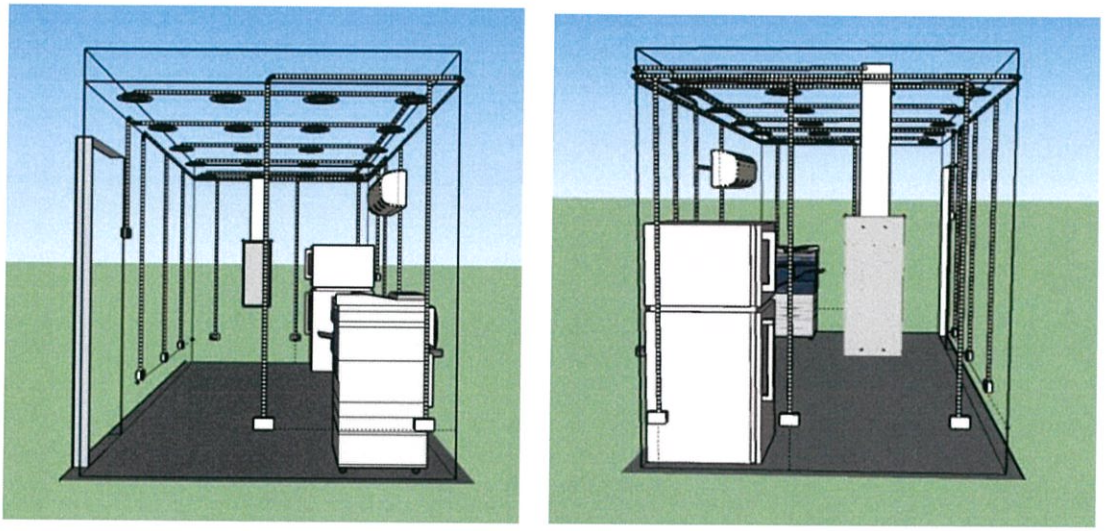


(ง) แสดงตำแหน่งไฟฟ้าแสงสว่าง เต้ารับ และบริภัณฑ์ประธาน

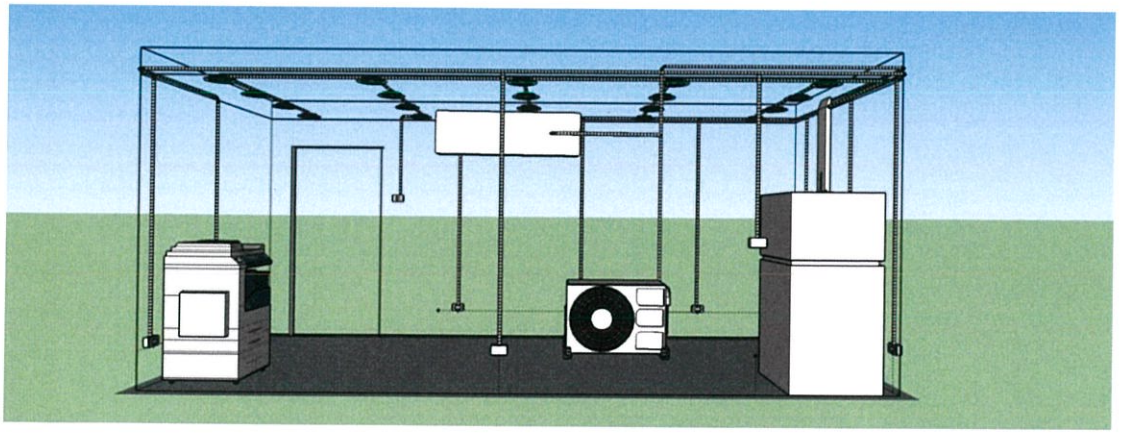
ภาพที่ 3.3 แสดงภาพจำลองมุมต่าง ๆ ของ The Box



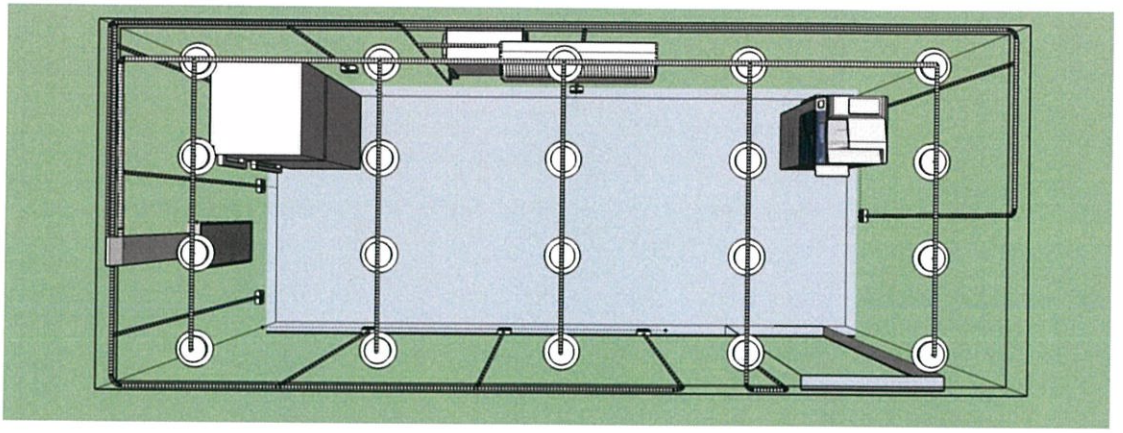
(ก) แสดงภาพจำลองการเดินสายไฟฟ้าจากมุมมองด้านหน้า ภายใน The Box



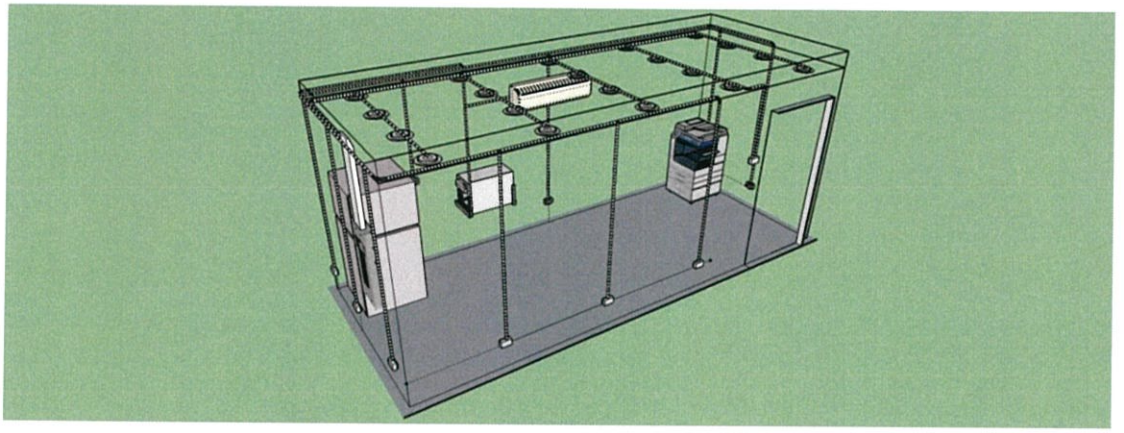
(ข) แสดงภาพจำลองการเดินสายไฟฟ้าจากมุมมองด้านข้าง ภายใน The Box



(ค) แสดงภาพจำลองการเดินสายไฟฟ้าจากมุมมองด้านหลัง ภายใน The Box



(ง) แสดงภาพจำลองการเดินสายไฟฟ้าจากมุมมองด้านบน ภายใน The Box



(จ) แสดงภาพจำลองการเดินสายไฟฟ้า โดยรวม ภายใน The Box

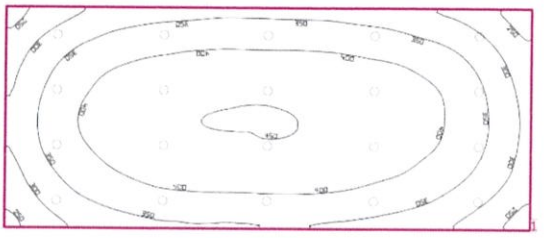
ภาพที่ 3.4 แสดงการเดินสายจากบริภัณฑ์ประธานไปยังไฟฟ้าแสงสว่าง เต้ารับ และเครื่องใช้ไฟฟ้าภายใน The Box

Project 0 19-12-17

DIALux

Site 1 / Building 1 / Storey 1 / The Box / Room summary

The Box



Clearance height: 2.600 m, Reflection factors: Ceiling 70.0%, Walls 50.0%, Floor 20.0%, Light loss factor: 0.80

Workplane

	Surface	Result	Average (Target)	Min	Max	Min/average	Min/max
1	Workplane 1	Perpendicular illuminance (adaptive) [lx] Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	375 (≥ 100)	220	452	0.59	0.49

#	Luminaire	Φ(Luminaire) [lm]	Power [W]	Luminous efficacy [lm/W]
20	: L&E - : RPL130 9LED 3000K (COLE)	557	9.1	61.2
	Total via all luminaires	11140	182.0	61.2

Lighting power density: 12.13 W/m² = 3.24 W/m²/100 lx (Floor area of room 15.00 m²)

The energy consumption quantities refer to the lights planned for the room without taking into account light scenes and their dimming levels.
Consumption: 200 kWh/a of maximum 550 kWh/a

ภาพที่ 3.5 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วน The Box

จากรูปภาพจะเห็นว่าเมื่อใช้หลอดไฟ RPL 130 จำนวน 20 หลอด จะสามารถให้ค่าความสว่างเฉลี่ยประมาณ 375 ลักซ์ และมีความสม่ำเสมอของแสงอยู่ที่ 0.59 ซึ่งเพียงพอต่อการทำงานและสอดคล้องกับกฎกระทรวงแรงงาน พ.ศ. 2549 (รายละเอียดเพิ่มเติมตามเอกสารอ้างอิง [7])

2) ส่วนห้องน้ำ

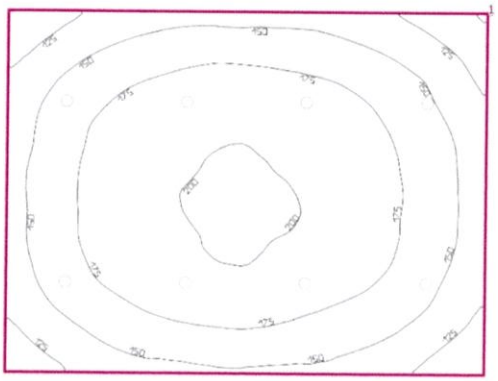
ส่วนห้องน้ำ แบ่งเป็นห้องน้ำหญิงและห้องน้ำชายที่มีห้องย่อยภายใน 4 ห้อง มีความกว้างประมาณ 3 เมตร ยาวประมาณ 4 เมตร โดยทั่วไฟความสว่างภายในห้องน้ำจะอยู่ที่ประมาณ 100-500 ลักซ์ เมื่อทำการจำลองติดตั้งแล้วจะได้ดังรูปด้านล่างนี้

Toilet 02-01-18

DIALux

Site 1 / Building 1 / Storey 1 / Toilet / Room summary

Toilet



Clearance height: 2.800 m, Reflection factors: Ceiling 70.0%, Walls 50.0%, Floor 20.0%, Light loss factor: 0.80

Workplane

	Surface	Result	Average (Target)	Min	Max	Min/average	Min/max
1	Workplane 1	Perpendicular illuminance (adaptive) [lx] Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	166 (≥ 100)	98.3	203	0.59	0.48

#	Luminaire	Φ(Luminaire) [lm]	Power [W]	Luminous efficacy [lm/W]
8	: L&E - RPL130 9LED 3000K (COLE)	557	9.1	61.2
	Total via all luminaires	4456	72.8	61.2

Lighting power density: 5.60 W/m² = 3.37 W/m²/100 lx (Floor area of room 12.99 m²)

The energy consumption quantities refer to the lights planned for the room without taking into account light scenes and their dimming levels.
Consumption: 200 kWh/a of maximum 500 kWh/a

DIALux Page 1

ภาพที่ 3.6 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วนห้องน้ำ

3) ส่วนสำนักงานขาย

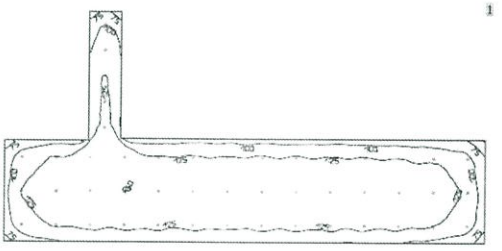
ในส่วนของสำนักงานขายนั้น อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสมของที่ตั้ง โดยแนะนำให้ทำการจำลองใหม่ ในรายงานฉบับนี้จัดทำตัวอย่างการวางขึ้นเป็นแนวทางเท่านั้น

Project 0 02-01-18

Site 1 / Building 1 / Storey 1 / Sales Front / Room summary

DIALux

Sales Front



Clearance height: 2.800 m, Reflection factors: Ceiling 70.0%, Walls 50.0%, Floor 20.0%, Light loss factor: 0.80

Workplane

	Surface	Result	Average (Target)	Min	Max	Min/average	Min/max
1	Workplane 1	Perpendicular illuminance (adaptive) [lx] Height: 0.800 m, Wall zone: 0.000 m	125 (≥ 100)	59.2	150	0.47	0.39

#	Luminaire	Φ(Luminaire) [lm]	Power [W]	Luminous efficacy [lm/W]
47	: L&E - : RPL130 9LED 3000K (COLE)	557	9.1	61.2
	Total via all luminaires	26179	427.7	61.2

Lighting power density: 2.98 W/m² = 2.38 W/m²/100 lx (Floor area of room 143.60 m²)

The energy consumption quantities refer to the lights planned for the room without taking into account light scenes and their dimming levels.
Consumption: 1200 kWh/a of maximum 5050 kWh/a

DIALux Page 1

ภาพที่ 3.7 แสดงความสว่างบนพื้นที่ทำงาน ส่วนสำนักงานขาย

4) ส่วนห้องตัวอย่างและส่วนด้านนอก

ในส่วนของห้องตัวอย่างนั้น การวางตำแหน่งและชนิดของดวงไฟจะขึ้นกับผู้ออกแบบ ตามการก่อสร้างจริง โดยจากการรวบรวมข้อมูลพบว่า ห้องที่จะนำมาใช้แสดงเป็นห้องตัวอย่างนั้นจะเป็นห้อง ประเภท 1 Bedroom และ 2 Bedroom

ภาพที่ 3.8 ภาพการจัดวางตำแหน่งดวงไฟและชนิดโคมไฟในห้องตัวอย่างจริง

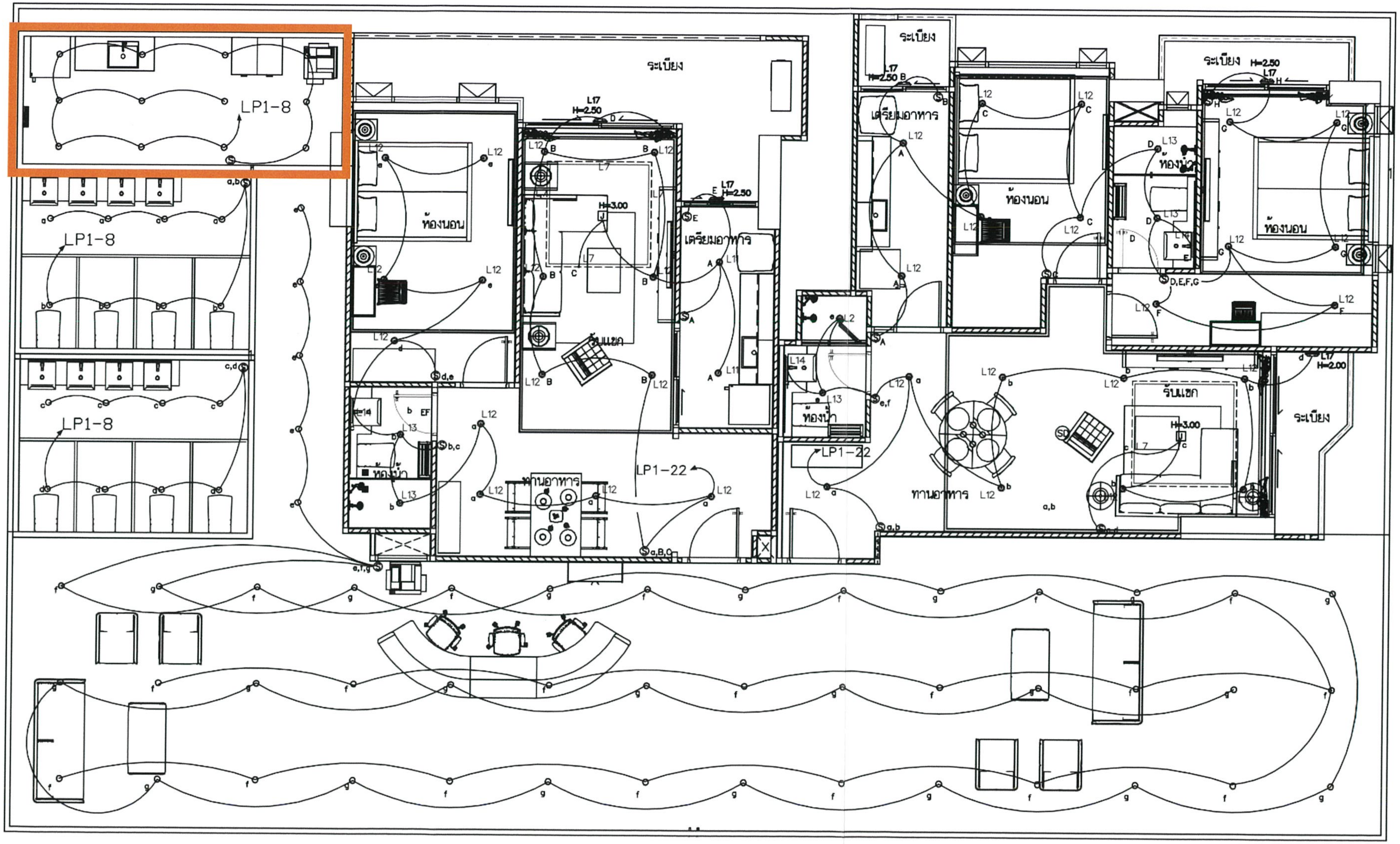
ส่วนด้านนอกนั้น การจัดวางตำแหน่งดวงโคมจะขึ้นอยู่กับพื้นที่โดยสามารถแบ่งชนิดของไฟได้ ดังนี้ ไฟภายในป้อมรปภ, ไฟแสงสว่างด้านนอก, ไฟส่องป้าย, ไฟประดับอาคาร ไฟเสา

3.3.2 กำหนดตำแหน่งดวงโคมลงแปลนพื้น

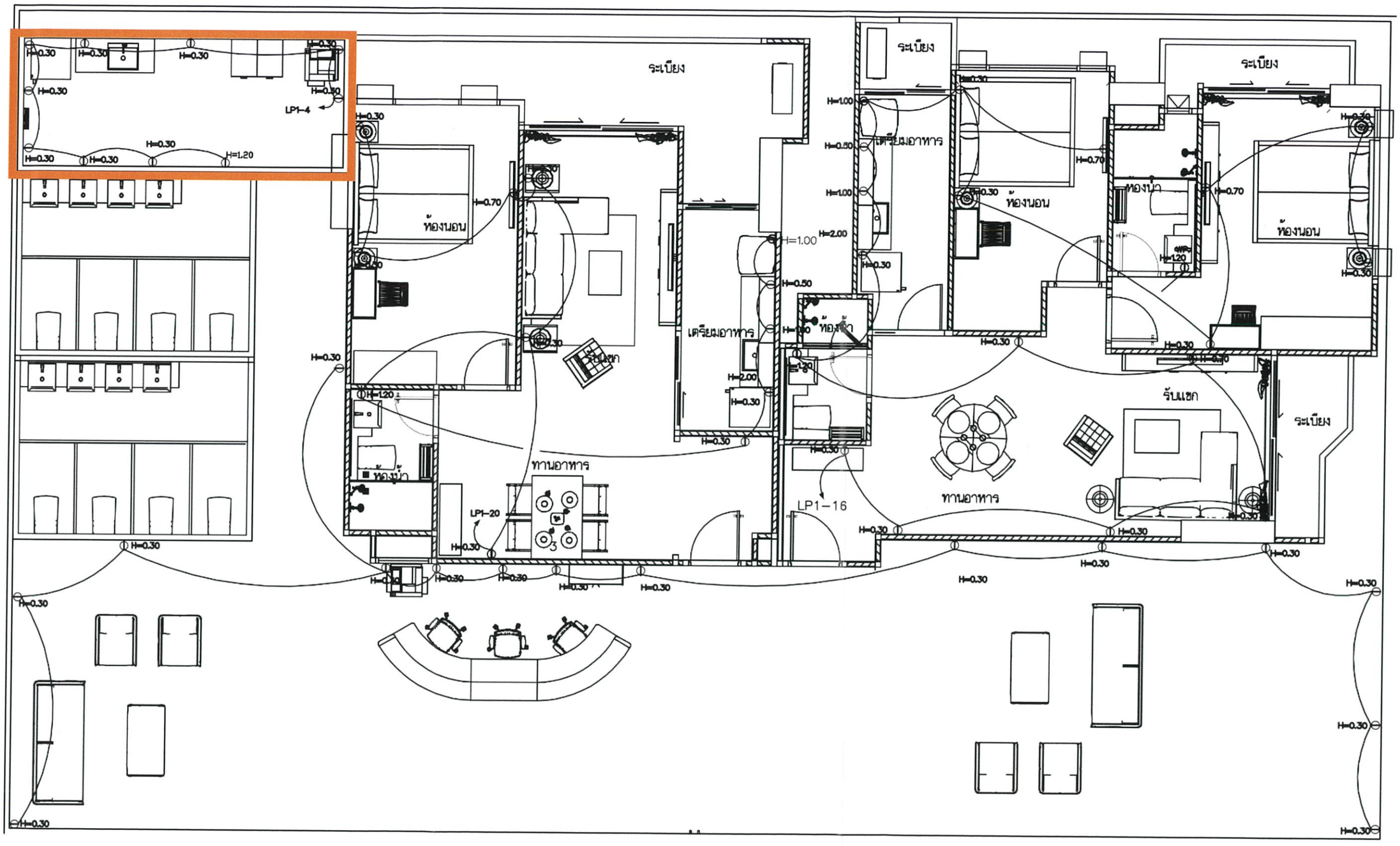
ในการกำหนดตำแหน่งดวงโคมบนแปลนพื้น จะสามารถแบ่งได้เป็น ส่วนของห้องตัวอย่าง ซึ่งวางชนิดและตำแหน่งดวงโคมไฟฟ้าตามแบบจริง ส่วนของสำนักงานขายส่วนหน้า การวางตำแหน่งดวงโคมลงแปลนพื้นนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของสำนักงานขาย และส่วนของ The Box เป็นส่วนที่สามารถกำหนดตำแหน่งและชนิดของดวงโคมได้อย่างแน่นอน ดังแสดงในภาพที่ 3.10

3.3.3 กำหนดตำแหน่งเต้ารับตามความเหมาะสมกับการใช้งาน

ในการกำหนดตำแหน่งเต้ารับบนแปลนพื้น จะสามารถแบ่งได้เป็น ส่วนของห้องตัวอย่าง ซึ่งการวางตำแหน่งเต้ารับตามแบบจริง ส่วนของสำนักงานขายส่วนหน้า ซึ่งการวางตำแหน่งเต้ารับลงแปลนพื้นนั้นจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับขนาดพื้นที่ของสำนักงานขาย และส่วนของ The Box เป็นส่วนที่สามารถกำหนดตำแหน่งของเต้ารับได้แน่นอน โดยพิจารณาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ตามที่ผู้จัดการได้ให้ข้อมูลมาดังแสดงในภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.9 แสดงตำแหน่งดวงโคมบนแปลนพื้นในส่วน The Box



ภาพที่ 3.10 แสดงตำแหน่งเต้ารับบนแปลนพื้น

3.3.3.2 กำหนดตำแหน่งอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ

ในส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่น ๆ นอกเหนือจากไฟฟ้าแสงสว่างและเต้ารับนั้น จะได้แก่ โหลดประเภทมอเตอร์ เครื่องปรับอากาศ และปั้นจั่น

3.3.3.3 การคำนวณโหลดสำหรับวงจรย่อย

คำนวณโหลดทั้งหมดให้อยู่ในหน่วย VA

สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย $V_{(L-N)}$ = 230 V หา VA = $V_{(L-N)}*I_b$

สำหรับระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย $V_{(L-L)}$ = 400 V หา VA = $1.732*V_{(L-L)}*I_b$

สำหรับโหลดที่ทราบกำลังไฟฟ้าและตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) นั้น VA = P/(P.F.)

จากสมการข้างต้นเมื่อรวบรวมอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่มีในสำนักงานขายโดยแบ่งส่วนของอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็น 5 ส่วน คือ ส่วนภายใน The Box, ส่วนสำนักงานขาย, ส่วนห้องตัวอย่าง, และส่วนภายนอก สามารถนำมาคำนวณหากำลังไฟฟ้าจริงได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

หลอดไฟ Downlight RPL 130 LED 11 วัตต์ 12 ดวง มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (P.F.) = 0.8 ใช้งานที่แรงดัน 230 โวลต์ สามารถหา VA ได้โดยนำ P/P.F. = 11/0.8 = 13.75 VA มีทั้งหมด 12 ดวง ดังนั้น VA ทั้งหมดเท่ากับ 12 x 13.75 = 165 VA

ซึ่งรายละเอียดการคำนวณหากำลังไฟฟ้าจริงของอุปกรณ์ต่าง ๆ จัดแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คำนวณโหลดทั้งหมดให้อยู่ในหน่วย VA

ตำแหน่งอุปกรณ์	ประเภทโหลด	ชนิดโหลด	P (W)	p.f.	V	VA	SET	Total (VA)	SUM VA
The Box	Lighting	DOWNLIGHT RPL130 LED 11 W 12 ดวง	11	0.8	230	13.8	12	165	347.5
		Fluorescent 36W 1 หลอด	36	0.8	230	45	1	45	
		DOWNLIGHT RPL130 11 W 10 ดวง ห้องน้ำชาย/หญิง	11	0.8	230	13.8	10	137.5	
The Box	Receptacle	Finger Scan			230	180	1	180	1800
		ตู้เย็น			230	180	1	180	
		ไมโครเวฟ			230	180	1	180	
		กระติกน้ำร้อน			230	180	1	180	
		เครื่องกรองน้ำ			230	180	1	180	
		เคฝื่องถ่ายเอกสาร			230	180	1	180	
		Receptacle 2P+E 16A 250V 4 จุด			230	180	4	720	
The Box,	Receptacle	CCTV			230	180	10	1800	1800
The Box	Motor	A/C Split Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900
The Box	Motor	Water Pump 200 W	200	0.8	230	250	1	250	500
		Water Pump 200 W	200	0.8	230	250	1	250	
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300
สำนักงานขาย	Lighting	DOWNLIGHT RPL130 11 W 50 ดวง	11	0.8	230	13.8	50	687.5	687.5
สำนักงานขาย	Receptacle	เครื่องถ่ายเอกสาร			230	180	1	180	3240
		คอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง			230	180	3	540	
		CPU 3 เครื่อง			230	180	3	540	
		Scanner&Printer			230	180	1	180	
		Receptacle 2P+E 16A 250V 10 จุด			230	180	10	1800	
ห้องตัวอย่าง	Lighting	1 BED RPL130 11W 14 ดวง	11	0.8	230	13.8	14	192.5	620
		1 BED LED Fluorescent 18 W 4 หลอด	18	0.8	230	22.5	4	90	
		1 BED RPL130 11W 18 ดวง	11	0.8	230	13.8	18	247.5	
		1 BED LED Fluorescent 18 W 4 หลอด	18	0.8	230	22.5	4	90	
ห้องตัวอย่าง	Receptacle	1 BED 12 จุด			230	180	12	2160	2160
ห้องตัวอย่าง	Receptacle	2 BED 15 จุด			230	180	15	2700	2700
ห้องตัวอย่าง	Motor	1 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900
ห้องตัวอย่าง	Motor	1 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 24,000 BTU			230	2700	1	2700	2700
ตู้ภายนอก	จ่ายไปตู้ Outside				400				
ป้อมรปภ.	Lighting	Fluorescent 36W 1 หลอด	36	0.8	230	45	1	45	405
	Receptacle	Receptacle 2P+E 16A 250V 2 จุด			230	180	2	360	
เต้ารับด้านนอก	Receptacle	Receptacle 2P+E 16A 250V 10 จุด			230	180	5	900	900
ไฟภายนอกอาคาร	Lighting	SLX6120	12	0.8	230	15	75	1125	1215
		Fluorescent LELB1 18W	18	0.8	230	22.5	4	90	
ไฟเสา	Lighting	เสาตั้งพื้น BLL143	13	0.8	230	16.3	14	227.5	1427.5
		PTP200 3.5m	60	0.8	230	75	16	1200	
ไฟส่อง	Lighting	Uplight GDS211	120	0.8	230	150	12	1800	1800
ไฟพื้นที่ด้านนอก	Lighting	ARL30 6m	250	0.8	230	313	12	3750	3750
Camp คนงาน	Lighting &	Fluorescent 36W 20 หลอด	36	0.8	230	45	20	900	3240
	บ้านพัก 10 หลัง	หม้อหุงข้าว 10 เครื่อง			230	180	10	1800	
		เครื่องซักผ้า 3 เครื่อง			230	180	3	540	

3.3.3.4 คำนวณหาขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและขนาดสายวงจรย่อย

ในการคำนวณหาขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้น จะเริ่มจากการคำนวณหากระแสโหลด ต่อจากนั้นจะทำการคำนวณหากระแสสำหรับพิจารณาเลือกขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดของกระแสสายไฟฟ้าที่ใช้

การหาขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับโหลดไฟฟ้าแสงสว่างและโหลดเต้ารับ ขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องและไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ อ้างอิงจาก วสท. 3.1.4.2

การหาขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับโหลดโหลดประเภทมอเตอร์ หากไม่ทราบการใช้งานแน่ชัดว่าเป็นมอเตอร์ชนิดใดให้ออกแบบโดยใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเวลาผกผัน และเผื่อกระแสพิกัดเบรกเกอร์ไว้ที่ประมาณร้อยละ 200 ของกระแสโหลดเต็มพิกัดของมอเตอร์

การหาขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยเครื่องเชื่อม จะมีขนาดไม่เกินร้อยละ 200 ของพิกัดกระแสเต็มพิกัดของเครื่องเชื่อม

ขนาดเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC มีดังนี้ 6A, 10A, 16A, 20A, 25A, 32A, 40A, 50A, 63A, 80A, 100A, 125A, 150A, 200A, 250A, 300A, 350A, 400A

โดยรายละเอียดการคำนวณหาพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินในแต่ละวงจรจัดแสดงในตารางที่ 3.2

ส่วนการเลือกขนาดสายนั้น เริ่มแรกจะพิจารณาจากลักษณะการใช้งานว่าต้องการใช้งานแบบไหน แล้วจึงเลือกชนิดของสาย หลังจากนั้นทำการเปิดตาราง (หนังสือวสท.บทที่ 5,) เพื่อหาขนาดสายที่เหมาะสม โดยขนาดสายที่เลือกนั้นจะต้องมีพิกัดกระแสสูงกว่ากระแสพิกัดของเบรกเกอร์

สำหรับการออกแบบสำนักงานขายในครั้งนี้ เนื่องจากผู้จัดการมีจุดประสงค์ให้เลือกสายที่ไม่จำเป็นต้องร้อยท่อ และสามารถม้วนเก็บได้ง่าย ดังนั้น จึงเลือกสาย VCT-G

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงการหาขนาดพิกัดเครื่องป้องกันประแสเกิน

ตำแหน่งอุปกรณ์	ประเภทโหลด	ชนิดโหลด	P (W)	p.f.	V	VA	SET	Total (VA)	SUM VA	กระแสโหลด (IL)	กระแสBreaker (In)	พิกัดกระแสตัดวงจร CB (AT)
The Box	Lighting	DOWNLIGHT RPL130 LED 11 W 12 ดวง	11	0.8	230	13.8	12	165	347.5	1.51	1.89	16
		Fluorescent 36W 1 หลอด	36	0.8	230	45	1	45				
		DOWNLIGHT RPL130 11 W 10 ดวง ห้องน้ำชาย/หญิง	11	0.8	230	13.8	10	137.5				
The Box	Receptacle	Finger Scan			230	180	1	180	1800	7.83	9.78	16
		ตู้เย็น			230	180	1	180				
		ไมโครเวฟ			230	180	1	180				
		กระติกน้ำร้อน			230	180	1	180				
		เครื่องกรองน้ำ			230	180	1	180				
		เครื่องถ่ายเอกสาร			230	180	1	180				
		Receptacle 2P+E 16A 250V 4 จุด			230	180	4	720				
The Box,	Receptacle	CCTV			230	180	10	1800	1800	7.83	9.78	16
The Box	Motor	A/C Split Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900	8.26	16.52	20
The Box	Motor	Water Pump 200 W	200	0.8	230	250	1	250	500	2.17	4.35	16
		Water Pump 200 W	200	0.8	230	250	1	250				
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300	9.09	18.19	20
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300	9.09	18.19	20
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300	9.09	18.19	20
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300	9.09	18.19	20
สำนักงานขาย	Motor	A/C Split Type 60,000 BTU			400			6300	6300	9.09	18.19	20
สำนักงานขาย	Lighting	DOWNLIGHT RPL130 11 W 50 ดวง	11	0.8	230	13.8	50	687.5	687.5	2.99	3.74	16
สำนักงานขาย	Receptacle	เครื่องถ่ายเอกสาร			230	180	1	180	3240	14.09	17.61	20
		คอมพิวเตอร์ 3 เครื่อง			230	180	3	540				
		CPU 3 เครื่อง			230	180	3	540				
		Scanner&Printer			230	180	1	180				
		Receptacle 2P+E 16A 250V 10 จุด			230	180	10	1800				
ห้องตัวอย่าง	Lighting	1 BED RPL130 11W 14 ดวง	11	0.8	230	13.8	14	192.5	620	2.70	3.37	16
		1 BED LED Fluorescent 18 W 4 หลอด	18	0.8	230	22.5	4	90				
		1 BED RPL130 11W 18 ดวง	11	0.8	230	13.8	18	247.5				
		1 BED LED Fluorescent 18 W 4 หลอด	18	0.8	230	22.5	4	90				
ห้องตัวอย่าง	Receptacle	1 BED 12 จุด			230	180	12	2160	2160	9.39	11.74	16
ห้องตัวอย่าง	Receptacle	2 BED 15 จุด			230	180	15	2700	2700	11.74	14.67	16
ห้องตัวอย่าง	Motor	1 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900	8.26	16.52	20
ห้องตัวอย่าง	Motor	1 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900	8.26	16.52	20
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900	8.26	16.52	20
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 18,000 BTU			230	1900	1	1900	1900	8.26	16.52	20
ห้องตัวอย่าง	Motor	2 BED A/C Spilt Type 24,000 BTU			230	2700	1	2700	2700	11.74	23.48	25
ตู้ภายนอก	จ่ายไปตู้ Outside				400							
ป้อมรปภ.	Lighting	Fluorescent 36W 1 หลอด	36	0.8	230	45	1	45	405	1.76	2.20	16
	Receptacle	Receptacle 2P+E 16A 250V 2 จุด			230	180	2	360				
เต้ารับด้านนอก	Receptacle	Receptacle 2P+E 16A 250V 10 จุด			230	180	5	900	900	3.91	4.89	16
ไฟภายนอกอาคาร	Lighting	SLX6120	12	0.8	230	15	75	1125	1215	5.28	6.60	16
		Fluorescent LELB1 18W	18	0.8	230	22.5	4	90				
ไฟเสา	Lighting	เสาตั้งพื้น BLL143	13	0.8	230	16.3	14	227.5	1427.5	6.21	7.76	16
		PTP200 3.5m	60	0.8	230	75	16	1200				
ไฟส่อง	Lighting	Uplight GDS211	120	0.8	230	150	12	1800	1800	7.83	9.78	16
ไฟพื้นที่ด้านนอก	Lighting	ARL30 6m	250	0.8	230	313	12	3750	3750	16.30	20.38	20
Camp คนงาน	Lighting &	Fluorescent 36W 20 หลอด	36	0.8	230	45	20	900	3240	14.09	17.61	20
	บ้านพัก 10 หลัง	หม้อหุงข้าว 10 เครื่อง			230	180	10	1800				
		เครื่องซักผ้า 3 เครื่อง			230	180	3	540				

3.3.3.5 ทำตารางโหลดของแผงจ่ายไฟ

ตารางโหลด (Load Schedule) คือ ตารางที่แสดงรายละเอียดต่างๆ ของโหลดของแผงจ่ายไฟย่อยซึ่งต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ชื่อแผงวงจรย่อย
2. รูปแบบของแผงวงจรย่อย เช่น แบบติดผนัง, แบบตั้งพื้น, แบบมีเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับบริภัณฑ์ประธาน หรือ ไม่มี เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับบริภัณฑ์ประธาน
3. ระดับพิกัดไฟฟ้าของแผงวงจรย่อย
4. ชื่อรายการโหลดวงจรย่อยของแต่ละวงจร
5. ขนาดโหลดแต่ละเฟสวงจรย่อยของแต่ละวงจร
6. หมายเลขวงจรย่อย
7. ชนิดและขนาดสายไฟฟ้าและช่องเดินสายของแต่ละวงจรย่อย
8. ชนิดและเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย
9. โหลดรวมทั้งหมดของแผงวงจรย่อย
10. ชนิดและขนาดสายไฟฟ้าและช่องเดินสายของสายป้อนที่มาจ่ายให้วงจรย่อย
11. ชนิดและขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของวงจรย่อย

การจัดทำตารางโหลด มีขั้นตอนดังนี้

1. ทำการคำนวณหาโหลดของวงจรย่อยต่างๆ เช่น แสงสว่าง, เต้ารับ, เครื่องปรับอากาศ โหลดเฉพาะ (เช่น โหลดมอเตอร์และเครื่องเชื่อม)
2. ทำการจัดวงจรย่อยไฟฟ้าต่าง ๆ โดยใช้หมายเลขวงจรตามลำดับเลขคู่ เลขคี่ และพยายามจัดโหลดให้เกิดความสมดุลระหว่างเฟสให้มากที่สุด
3. คำนวณหากระแสและเลือกขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน ขนาดสายไฟ และขนาดท่อของแต่ละวงจรย่อย
4. ทำการจัดวงจรย่อยของโหลดต่าง ๆ จนครบ และจัดให้มีวงจรย่อยสำรอง (Spare) และวงจรย่อยว่าง (Space)
5. ทำการรวมโหลดแยกของแต่ละเฟส และรวมโหลดทั้งหมดเข้าด้วยกัน (Total Connected - Load)
6. พิจารณาประมาณค่า ดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand Factor) ตามลักษณะการใช้งานของโหลด
7. คำนวณโหลดทั้งหมด ดีมานด์แฟคเตอร์ (Demand Factor) เพื่อคำนวณหาขนาดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและขนาดสายป้อนของแผงวงจรย่อย

สำหรับตารางโหลดตู้ด้านใน ซึ่งติดตั้งอยู่ภายใน The Box นั้น ทำหน้าที่รับไฟฟ้าจากมิเตอร์ของการไฟฟ้า และกระจายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ประกอบด้วย ส่วน The Box, ส่วนสำนักงานขาย ส่วนห้องตัวอย่าง และส่วนด้านนอก โดยมีรายการโหลดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

สำหรับตารางโหลดตู้ด้านนอก ซึ่งรับไฟฟ้าจากตู้ด้านใน มีหน้าที่จ่ายไฟฟ้าให้กับ โหลดภายนอกต่าง ๆ เช่น ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ป้อมรปภ., ที่พักคนงาน, ผู้รับเหมางานโครงสร้างและเผื่อส่วนต่อขยายสำหรับผู้จัดงานต้อนรับตอนเปิดจองโครงการ โดยมีรายการโหลดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.3 ตารางโหลด ตู้ด้านใน (The Box)

LOAD SCHEDULE

PANEL NAME : LP-1 | LOCATION : Inside The Box

MAIN BUS CAPACITY : | SYSTEM : 3P 4W 230/400 | MOUNTING : SURFACE WALL MOUNTED TYPE

ALL BRANCH CB : PLUG IN | CAPACITY : 42 CCT. | CONNECTED FROM : MEA Meter

CCT. No.	DESCRIPTION	CONNECTION LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER					WIRE / CABLE (Sq.mm.)			RACEWAY		REMARK
		L1	L2	L3	TYPE	POLE	Ic (kA)	AF	AT	L/N	GRD	TYPE	SIZE	TYPE	
1		2,100													
3	A/C Split Type 60,000 BTU		2,100		MCB	3		63	20	1 x 4		VCT-G, 4C			แอร์สำนักงานขาย
5				2,100											
7		2,100													
9	A/C Split Type 60,000 BTU		2,100		MCB	3		63	20	1 x 4		VCT-G, 4C			แอร์สำนักงานขาย
11				2,100											
13		2,100													
15	A/C Split Type 60,000 BTU		2,100		MCB	3		63	20	1 x 4		VCT-G, 4C			แอร์สำนักงานขาย
17				2,100											
19		2,100													
21	A/C Split Type 60,000 BTU		2,100		MCB	3		63	20	1 x 4		VCT-G, 4C			แอร์สำนักงานขาย
23				2,100											
25		2,100													
27	A/C Split Type 60,000 BTU		2,100		MCB	3		63	20	1 x 4		VCT-G, 4C			แอร์สำนักงานขาย
29				2,100											
31	A/C Split Type 18,000 BTU	1,900			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			1 BED
33	A/C Split Type 18,000 BTU		1,900		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			2 BED
35	A/C Split Type 18,000 BTU			1,900	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			2 BED
37	SPARE	2,000			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
39	SPARE		2,000		MCB	1									
41	SPARE			2,000	MCB	1									
2	Water Pump 200 W	500			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			Water Pump 2 ตัว
4	Receptacle		1,800		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			The Box
6	CCTV			1,800	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
8	Lighting	350			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			The Box
10	A/C Split Type 18,000 BTU		1,900		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			THE BOX
12	A/C Split Type 18,000 BTU			1,900	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			1 BED
14	Receptacle	3,240			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			Receptacle สำนักงานขาย
16	Receptacle		2,700		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			Receptacle 2 BED
18	A/C Spilt Type 24,000 BTU			2,700	MCB	1		63	25	1 x 4		VCT-G, 2C			2 BED A/C Spilt Type 24,000 BTU
20	Receptacle	2,160			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			1 BED
22	Lighting		520		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			Lighting ห้องตัวอย่าง
24	Lighting			550	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			Lighting สำนักงานขาย
26		14,780													
28	ตู้ Outside		14,780		MCB	3		200	175	4 x 95	G-16	IEC 01 (THW)	2 1/2"	IMC	
30				14,780											
32	SPARE	2,000			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
34	SPARE		2,000		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
36	SPARE			2,000	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
38	SPACE														
40	SPACE														
42	SPACE														

Ic ≥ 10 kA

REMARK							
	TOTAL LOAD (VA)	37,430	38,100	38,130	MAIN CB	MAIN FEEDER	MAIN RACE WAY
	DEMAND FACTOR	0.93			MCCB 3P 250AF/200AT	4 x 120 sq.mm IEC 01 (THW)	2 1/2" ใช้มิเตอร์ขนาด 200 A
	DEMAND LOAD (VA)	105,165			Ic ≥ 10 kA	G-16 sq.mm IEC 01 (THW)	

ตารางที่ 3.4 ตารางโหลด ตู้ด้านนอก

LOAD SCHEDULE

PANEL NAME : LP-2 | LOCATION : ด้านนอกติดกับ The Box

MAIN BUS CAPACITY : | SYSTEM : 3P 4W 230/400 | MOUNTING : SURFACE WALL MOUNTED TYPE

ALL BRANCH CB : PLUG IN | CAPACITY : 18 CCT. | CONNECTED FROM : LP-1

CCT. No.	DESCRIPTION	CONNECTION LOAD (VA)			CIRCUIT BREAKER					WIRE / CABLE (Sq.mm.)			RACEWAY		REMARK
		L1	L2	L3	TYPE	POLE	Ic (kA)	AF	AT	L/N	GRD	TYPE	SIZE	TYPE	
1	LIGHTING & RECEPTACLE ป้อมรปภ.	400			MCB	1	Ic ≥ 10 kA	63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
3	RECEPTACLE ด้านนอก		900		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
5	CAMP คนงาน			3,140	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
7	LIGHTING ไฟส่อง	1,500			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
9	LIGHTING ไฟพื้นที่ด้านนอก		3,000		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
11	LIGHTING ไฟนอกอาคาร			1,000	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
13	LIGHTING ไฟเสา	1,200			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
15	SPARE		2,000		MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
17	SPARE			2,000	MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
2		17,320								ขึ้นกับผู้จัดงาน					
4	TENT AIR		17,320		MCB	3		175	150						
6				17,320											
8		23,000								ขึ้นกับผู้รับเหมา					
10	จ่ายไฟให้ตู้โหลดผู้รับเหมา		23,000		MCB	3		175	125						
12				23,000											
14	SPARE	2,000			MCB	1		63	20	1 x 4		VCT-G, 2C			
16	SPACE							63							
18	SPACE							63							

REMARK						
	TOTAL LOAD (VA)	45,420	46,220	46,460	MAIN CB	MAIN FEEDER 4 x 95 sq.mm IEC 01 (THW)
	DEMAND FACTOR	0.65			MCCB 3P 200AF/175AT	. G-16 sq.mm IEC 01 (THW)
	DEMAND LOAD (VA)	90,087			Ic ≥ 10 kA	MAIN RACE WAY 2 1/2" IMC

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

เนื่องจากจุดมุ่งหมายของการทำโครงงานในครั้งนี้ คือ การออกแบบก่อสร้างสำนักงานขายในส่วนพื้นที่ทำงานด้านใน (Back Office หรือ The Box) ที่มีคุณสมบัติดังนี้

- สามารถเคลื่อนย้ายและนำไปใช้ซ้ำได้ในโครงการที่จะเกิดขึ้นใหม่ในอนาคต
- สามารถใช้เป็นศูนย์กลางการรับไฟฟ้าชั่วคราวจากการไฟฟ้า
- สามารถจ่ายไฟฟ้าให้กับสำนักงานขายส่วนอื่น ๆ และเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับงานฐานราก

จากการพิจารณาถึงปัจจัยข้างต้นและข้อเสนอแนะจากวิศวกรที่ทำการควบคุมการก่อสร้างโครงการได้ข้อสรุปว่าควรใช้ตู้คอนเทนเนอร์เพื่อเป็นโครงสร้างหลักของ The Box และนำเสนอผลการทำโครงงานด้วยวิธี ดังนี้

4.1 ค่าประมาณราคาวัสดุในการทำ The Box

4.2 ผลจากการนำ The Box มาทดแทนอาคารสำนักงานแบบเก่า

4.1 ค่าประมาณราคาวัสดุในการทำ The Box

จากบทที่ 3 จะเห็นว่า ส่วนประกอบของสำนักงานขายนั้น แบ่งเป็น ส่วนThe Box (ออฟฟิต, ห้องครัว), ห้องน้ำ, สำนักงานขาย, ห้องตัวอย่าง, และส่วนด้านนอก

ซึ่งสามารถหาค่าลงทุนที่แน่นอนได้จะมีแค่ส่วนของ The Box เนื่องจากส่วนอื่นของสำนักงานขายนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนโหลดขึ้นกับขนาดพื้นที่ ทำให้ไม่สามารถคาดคะเนค่าก่อสร้างที่แน่นอนได้

ตารางที่ 4.1 แสดงการประมาณราคาค่าวัสดุก่อสร้าง The Box

ประมาณราคาค่าวัสดุในการก่อสร้าง The Box

รายการ	ราคา/หน่วย	จำนวน	รวม
ตู้คอนเทนเนอร์ ขนาด 20 ฟุต	63,000	1	63,000
ค่าสาย VCT 2C-G ราคาโดยประมาณ ระบบแสงสว่าง 17.0944 m เต้ารับ 16.9479 m เครื่องปรับอากาศ 4.2952 m	100	38.34	3,849
หลอดไฟ RPL 130	180	20	3,600
SQUARED/ สแควร์ดี QO3-250EZ42G/SN ตู้ควบคุมไฟ 3 เฟส 4 สาย 240/415โวลท์ พร้อมกราวด์บาร์, 42 วงจรย่อย	16,100	1	16,100
เครื่องปรับอากาศ	17,548	1	17,548
รวมราคาทั้งหมด			104,097

จากเดิมในการก่อสร้างอาคารสำนักงานขายนั้นจะเริ่มขึ้นหลังจากผู้รับเหมางานโครงสร้างเข้ามาดำเนินการก่อสร้าง แล้วจึงสร้างสถานที่ทำงานชั่วคราวให้กับวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้าง ซึ่งใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างค่อนข้างนาน ส่งผลให้เกิดความล่าช้าในการดำเนินงาน ดังนั้นการออกแบบ The Box จึงเลือกใช้ตู้คอนเทนเนอร์เป็นโครงสร้างหลัก โดยThe Box มีหน้าที่เป็นสถานที่ปฏิบัติงานสำหรับวิศวกรผู้ควบคุมการก่อสร้าง ดังนั้น การออกแบบระบบไฟฟ้าจึงเป็นหัวใจหลักสำหรับอาคารสำนักงานแห่งนี้ และจากการรวมรวมข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นพบว่า มีค่าใช้จ่ายในส่วนตู้ไฟฟ้าสำหรับการรับและส่งต่อไฟฟ้า, ส่วนไฟฟ้าแสงสว่าง, และส่วนเครื่องปรับอากาศ ซึ่งจะมีราคาค่าวัสดุรวมประมาณ 104,100 บาท

4.2 ผลจากการนำ The Box มาทดแทนอาคารสำนักงานแบบเก่า

ในการเลือกใช้ The Box เป็นอาคารสำนักงานทดแทนอาคารสำนักงานเดิมที่มีโครงสร้างเป็นคอนกรีตจะช่วยให้ได้โครงสร้างอาคารที่สามารถหมุนเวียนไปใช้กับโครงการในอนาคต และลดระยะเวลาในการก่อสร้างได้ รวมไปถึงช่วยให้การจัดสร้างอาคารสำนักงานในโครางการใหม่นั้นไม่ต้องรื้อถอนอุปกรณ์ไฟฟ้าออกจากโครงการเดิม ส่งผลให้ลดการสูญหายและสูญหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้

นอกจากนี้การออกแบบระบบไฟฟ้าของ The Box นั้น ยังสามารถลดระยะเวลาที่สูญเสียไปในการขอมิเตอร์ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าฯได้เนื่องจากมีแบบแผนการคำนวณไฟฟ้าที่แน่นอน ทำให้มีขนาดมิเตอร์ที่สามารถจ่ายไฟฟ้าให้ผู้รับเหมางานโครงสร้างเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และยังมีการจัดการสถานที่เพื่อวางตู้ไฟฟ้าและมีสถานที่สำหรับการทำงานของวิศวกรผู้จัดการโครงการและพนักงานประจำสำนักงานขาย

ทั้งนี้ การออกแบบขนาดโครงสร้างและระบบไฟฟ้าสำหรับ The Box นั้น ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับพนักงานประจำโครงการไม่เกิน 5 คน จึงเลือกใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุต เมื่อจัดเรียงอุปกรณ์ไฟฟ้าและเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ดังแสดงในภาพที่ 3.3 จะเห็นว่าพื้นที่ใช้สอยที่เป็นพื้นที่ว่างภายใน The Box นั้นเหลืออยู่ค่อนข้างน้อย ดังนั้นหากในอนาคตมีการเพิ่มจำนวนพนักงานประจำโครงการอาจทำการพิจารณาเลือกตู้คอนเทนเนอร์ ขนาด 40 ฟุต เพื่อให้มีพื้นที่ใช้สอยเพิ่มขึ้นเหมาะกับจำนวนพนักงานที่มากขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบสำนักงานขายสำเร็จรูปนั้น ทำให้สามารถขอไฟฟ้าชั่วคราวได้รวดเร็วขึ้น ส่งผลให้การก่อสร้างดำเนินไปอย่างรวดเร็วและราบรื่น นอกจากนี้ยังสามารถป้องกันการสูญหายของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำให้เกิดการหมุนเวียนทรัพยากรไปใช้ใหม่ได้ในโครงการต่อไป โดยสามารถประมาณค่าก่อสร้างได้ประมาณ 104,100 บาทและสามารถลดความผิดพลาดในการขอมิเตอร์ไฟฟ้าซึ่งอาจส่งผลให้การก่อสร้างล่าช้าถึง 1 สัปดาห์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. หากทำการออกแบบระบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยใช้โปรแกรม Dialux จะสามารถออกแบบระบบแสงสว่างที่มีความสม่ำเสมอของแสงและเหมาสมกับพื้นที่ โดยสามารถเพิ่มเติมไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อความสวยงามได้ในภายหลัง
2. การออกแบบระบบไฟฟ้ากำลังนั้น สามารถเพิ่มหรือลดจำนวนจุดได้ ขึ้นอยู่กับวิจารณญาณของผู้จัดการ และขนาดพื้นที่ที่มี
3. ในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าภายนอกนั้นแนะนำให้ทำการปรับแก้ในอนาคตขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ โดยสามารถใช้แนวคิดที่ประกอบในโครงงานฉบับนี้ซึ่งอ้างอิงและมีมาตรฐานวสท.เป็นตัวกำกับ

เอกสารอ้างอิง

[1] เพจวิศวกรออกแบบไฟฟ้า. (2560). ขั้นตอนการออกแบบระบบไฟฟ้า. เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2560. เข้าถึงได้จาก https://www.facebook.com/pg/ElectricalDesignEng/photos/?tab=album&album_id=1888306618110010

[2] มนตรี เงาเดช. (2558). เอกสารการออกแบบระบบไฟฟ้า. เข้าถึงเมื่อ 10 ตุลาคม 2560. เข้าถึงได้จาก http://montri.rmutl.ac.th/%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B9%84%E0%B8%9F%E0%B8%9F%E0%B9%89%E0%B8%B2-%E0%B8%9B.%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%B5.html

[3] การไฟฟ้านครหลวง. (2558). อัตราค่าไฟฟ้าประเภทที่ 8 ผู้ใช้ไฟฟ้าชั่วคราว. เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2560 เข้าถึงได้จาก http://www.mea.or.th/profile/109/261

[4] การไฟฟ้านครหลวง. (2555). ค่าบริการขอใช้ไฟฟ้าแรงต่ำในพื้นที่การจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงระบบสายอากาศ. เข้าถึงเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.mea.or.th/content/detail/116/288/180

[5] บริษัทเทเลพาร์ท คอร์ปอเรชั่น ซัพพลาย จำกัด.(2558) วิธีเลือกสายไฟให้เหมาะสมกับชนิดของงาน. เข้าถึงเมื่อ 3 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.telepart.net/สายไฟ-สายไฟฟ้าElecrtric-wire-Cable/วิธีเลือกใช้สายไฟให้เหมาะสมกับประเภทของงาน.html

[6] มหาคอนเทนเนอร์. (2558). ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์. เข้าถึงเมื่อ 5 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.mahacontainer.com/review/ขนาดของตู้คอนเทนเนอร์/

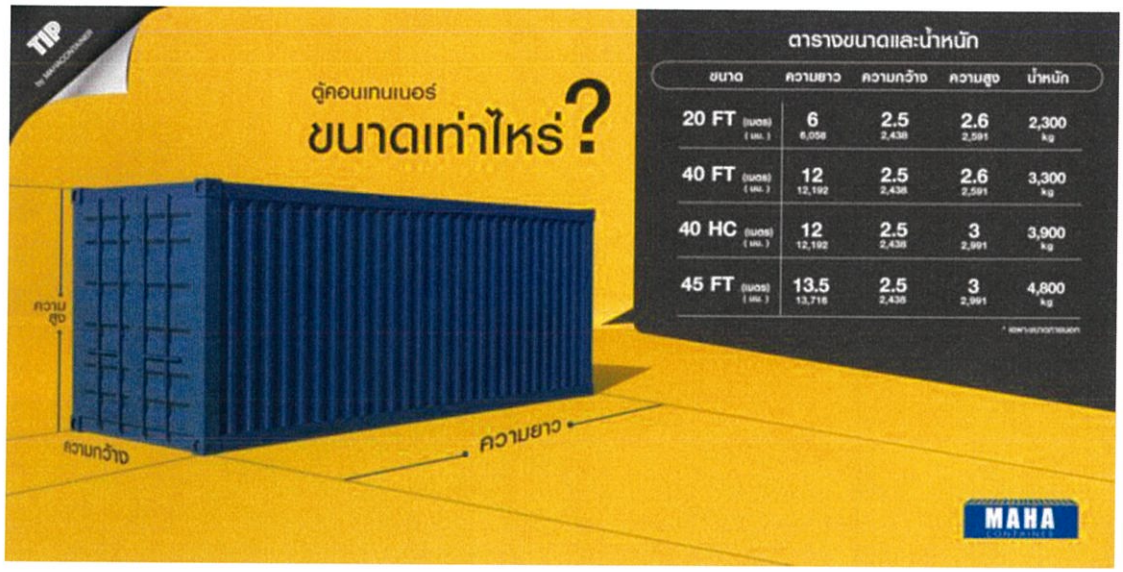
[7] กฎกระทรวงแรงงาน. (2549). กำหนดมาตรฐานในการบริหารและการจัดการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับความร้อน แสงสว่างและเสียง. เข้าถึงเมื่อ 7 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.labour.go.th/th/doc/law/safty_hot_2549.pdf

[8] การไฟฟ้านครหลวง. (2558). การขอใช้ไฟฟ้าประเภทต่าง ๆ เข้าถึงเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2560. เข้าถึงได้จาก http://www.mea.or.th/content/116/281

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แสดงขนาดตู้คอนเทนเนอร์



ภาพที่ ผ.ก.1 แสดงขนาดตู้คอนเทนเนอร์

ราคาตู้คอนเทนเนอร์ตามขนาด จากบริษัทมหาคอนเทนเนอร์

ตู้ 20 ฟุต เกรดตามสภาพ ราคา 49,500 บาท

ตู้ 20 ฟุต เกรดส่งออกรับประกันไม่รั่วไม่ซึม ราคา 63,000 บาท

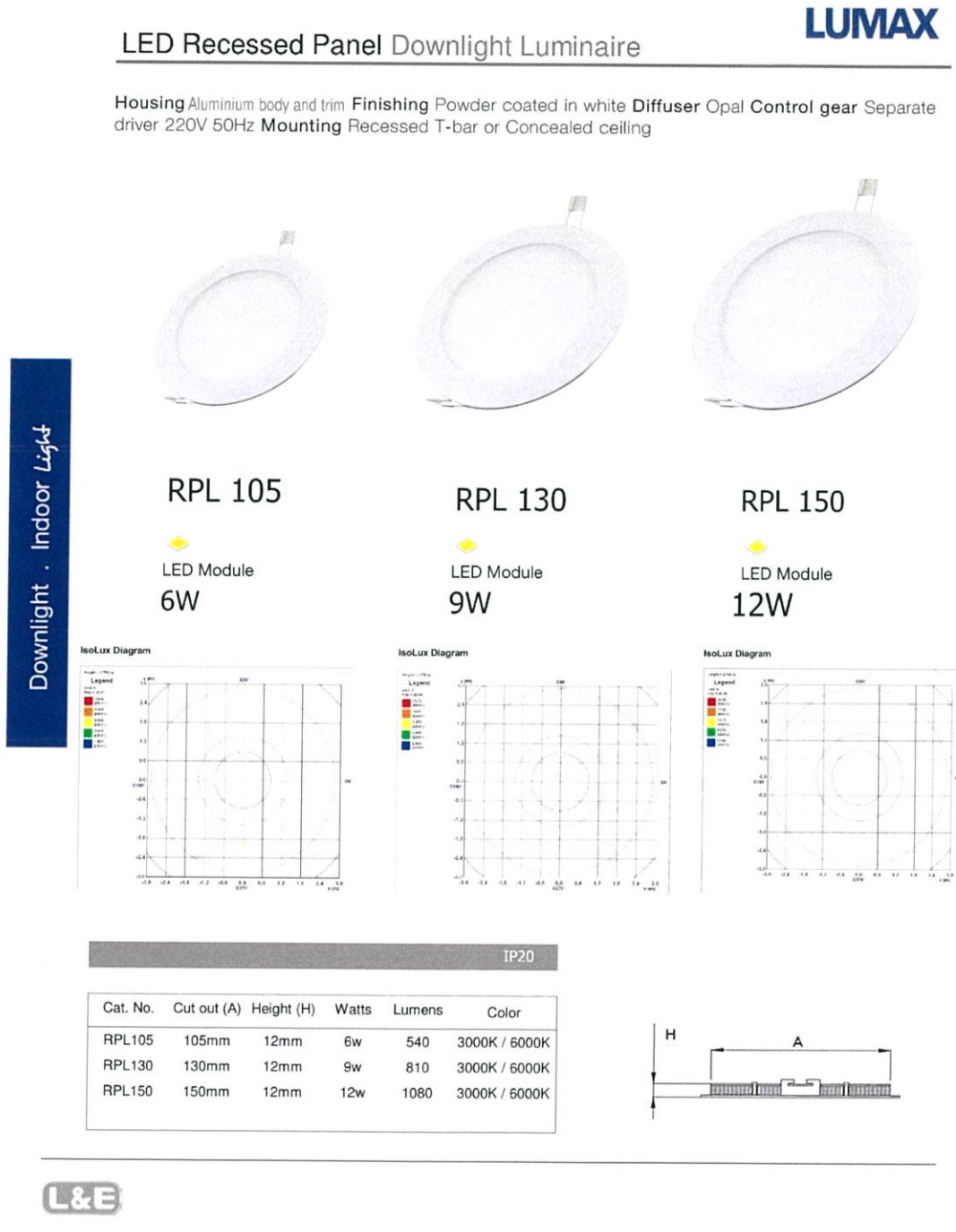
ตู้ 40ฟุต เกรดส่งออกรับประกันไม่รัวไม่ซึม 64,000 บาท

ตู้ 40 HC เกรดตามสภาพ 69,000 บาท

40 HC เกรดส่งออกรับประกันไม่รั่วไม่ซึม ราคา 85,000 บาท

ภาคผนวก ข

รายละเอียดดวงโคมที่ใช้ภายใน The Box

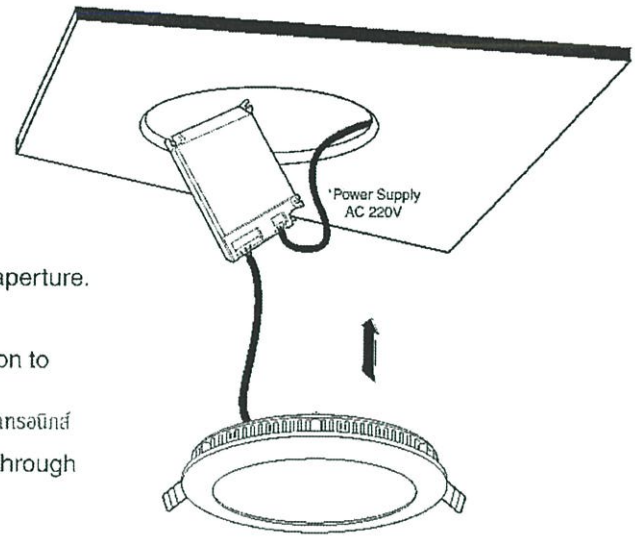


ภาพที่ ผ.ข.1 ภาพแสดงรายละเอียดดวงโคมไฟฟ้า

INSTALLATION INSTRUCTION **LUMAX**

LED Recessed panel downlight luminaire

RPL Series



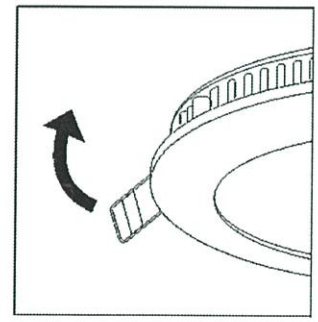
1.Mark and cutout ceiling aperture.
ตัดฝ้าตามขนาดที่กำหนดไว้

2.Make electrical connection to electronic driver.
ต่อแหล่งจ่ายไฟเข้ากับไดรฟ์เวอร์อิเล็กทรอนิกส์

3.Install luminaire's frame through the ceiling by pulling the spring up.
ติดตั้งโครงสร้างของโคมไฟเข้ากับฝ้าโดย
ง้างขาสปริงขึ้น

ATTENTION!

* Turn the electrical power off before installing luminaire.
*ปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้าก่อนทำการติดตั้งดวงโคมเสมอ



Spring up ceiling lock

Model No.	:	RPL 105	RPL 130	RPL 150
Ceiling Aperture(mm.)	:	Ø105	Ø130	Ø150

L&E | LIGHTING & EQUIPMENT

ภาพที่ ผ.ข.2 แสดงวิธีการติดตั้งดวงโคมไฟฟ้า

ภาคผนวก ค
รายละเอียดเครื่องปรับอากาศ

ภาพที่ ผ.ค.1 แสดงขนาดเครื่องปรับอากาศ

SPECIFICATIONS

MITSUBISHI ELECTRIC Mr.SLIM

MODEL				3D MOVE-EYE HUMAN SENSOR			SUPER INVERTER					
				MSZ-LN09VF (B/R/V)	MSZ-LN13VF (B/R/V)	MSZ-LN18VF (B/R/V)	MSY-GN09VF	MSY-GN13VF	MSY-GN15VF	MSY-GN18VF	MSY-GN24VF	MSY-GN30VF
Cooling	EGAT Level 5											
	SEASONAL ENERGY EFFICIENCY RATIO (SEER)		(Btu/h/W)	25.62	22.60	21.27	21.59	21.70	19.69	21.11	20.09	18.85
	Capacity Rated (Min-Max)		Btu/h	8,871 (3,412 - 11,942)	12,966 (3,412 - 12,966)	18,084 (3,412 - 20,472)	9,212 (3,753 - 11,601)	12,624 (3,753 - 13,989)	14,330 (3,071 - 16,378)	17,742 (5,118 - 20,472)	22,519 (5,118 - 24,566)	27,978 (8,189 - 31,390)
			kW	2.6 (1.0 - 3.5)	3.8 (1.0 - 3.8)	5.3 (1.0 - 6.0)	2.7 (1.1 - 3.4)	3.5 (1.1 - 4.1)	4.2 (0.9 - 4.8)	5.2 (1.5 - 6.0)	6.6 (1.5 - 7.2)	8.2 (2.4 - 9.2)
	Total Input Rated (Min-Max)		kW	0.53 (0.18 - 0.90)	1.0 (0.18 - 1.0)	1.46 (0.19 - 2.33)	0.69 (0.19 - 0.99)	1.0 (0.19 - 1.18)	1.16 (0.17 - 1.9)	1.43 (0.32 - 2.00)	1.83 (0.30 - 2.32)	2.53 (0.48 - 3.34)
	Running Current		A	2.8	4.8	6.8	3.5	4.8	5.4	6.6	8.4	11.6
	SPL Indoor	Silent	dB(A)	19		27	19		26	28	29	30
		Low		23		31	24		29	33	37	
		High		36		39	38		40	44	45	
	Air Circulation (Low - High)		m^3/ min	5.8 - 8.8		7.6 - 10.6	5.4 - 9.3		6.3 - 10.3	10.7 - 15	9.1 - 14.8	11 - 14.9
Heating	Capacity Rated (Min-Max)		kW	3.2 (0.8-4.2)	4.0 (0.8-5.0)	5.8 (1.0-8.0)	-					
	Total Input (Min-Rated-Max)		kW	0.64 (0.15-1.0)	0.89 (0.15-1.20)	1.5 (0.17-2.90)	-					
	Running Current		A	3.2	4.4	6.9	-					
	SPL Indoor	Silent	dB(A)	19		25	-					
		Low		24		29	-					
		High		36		39	-					
	Air Circulation (Low-High)		m^3/ min	5.7 - 8.5		6.4 - 10.7	-					
	Coefficient of performance (Rated Cooling / Heating)		(W/W)	4.91/5.0	3.8/4.49	3.63/3.87	3.91/-	3.7/-	3.62/-	3.64/-	3.61/-	3.24/-
	Power supply			220 V. / Single phese / 50 Hz			220 V. / Single phese / 50 Hz					
	Operating Current Max		A	7.1		14	7.2		8.8	8.9		16.5
Features	Microprocessor control			O			O					
	Automatic temperature control			O			O					
	Timer switch			Weekly time			24Hr.on/off Program			Weekly time		
	Remote control switch			Wireless			Wireless					
	Indoor fan speeds			5+AUTO			5+AUTO					
	Blow fan	Indoor		Line flow fan			Line flow fan					
		Outdoor		Propelier			Propeller					
Dimensions (H x W x D)	Indoor		mm	307 x 890 x 233			290 x 799 x 232			305 x 923 x 250		325 x 1,100 x 23
	Outdoor		mm	550 x 800 x 285		714 x 800 x 285	550 x 800 x 285				714 x 800 x 285	880 x 840 x 330
Weight	Indoor		kg	15.5			9	9.5		12.5		15
	Outdoor		kg	35.5		40.5	28.5	32			37	48.5
Piping size (Outer Diameter)	Liquid (diameter)		mm.in	Ø 6.35 (1/4)			Ø 6.35 (1/4)					
	Gas (diameter)		mm.in	Ø 9.52 (3/8)		Ø12.7(1/2)	Ø 9.52 (3/8)			Ø 12.7 (1/2)		
	Max Length / Max Height		m	20/12			20/12					30/15
Refrigerant				R32			R32					
Heat Exchanger				Copper (Blue Fin)			Copper (Blue Fin)					

RoHS

MITSUBISHI ELECTRIC PREMIUM SAFETY

ภาพที่ ผ.ค.2 แสดงคุณสมบัติเครื่องปรับอากาศ

ภาคผนวก ง

รายละเอียดสายไฟ VCT-G

YAZAKI

VCT-G

TIS 11 Part 101-2553

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 35 mm²
Ground wire : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 16 mm²
Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/D)
Core identification
2 Cores : Blue and Brown
3 Cores : Blue,Brown and Grey
4 Cores : Blue,Brown,Black and Grey
Ground core : Green/Yellow
Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line
Testing voltage : 2,500 Volts
Reference standard : TIS 11 Part 101-2553, Table 8

APPLICATION

For mobile-electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
2+G	4	5	0.9	1.6	15.5	4.95	0.0084	34	280	100/C
	4 (G)	5	0.9			4.95				
	6	5	0.9	1.8	17.5	3.30	0.0071	44	400	100/C
	6 (G)	5	0.9			3.30				
	10	5	1.1	2.0	21.5	1.91	0.0068	63	650	500/D
	10 (G)	5	1.1			1.91				
	16	5	1.1	2.4	25.0	1.21	0.0050	82	900	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				
	25	5	1.3	2.6	28.5	0.780	0.0048	108	1,200	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				
	35	5	1.3	2.8	31.5	0.554	0.0041	133	1,500	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				

Class of conductor 5 : Flexible

G : Ground conductor

C : Packing in coil
D : Packing in drum

THAI-YAZAKI

B42

Building Wires and Cables

ภาพที่ ผ.ง.1 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 2C-G

YAZAKI

VCT-G

TIS 11 Part 101-2553

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE

CABLE STRUCTURE

Conductor : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 35 mm²
Ground wire : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 16 mm²
Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/D)
Core identification
2 Cores : Blue and Brown
3 Cores : Blue,Brown and Grey
4 Cores : Blue,Brown,Black and Grey
Ground core : Green/Yellow
Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification : Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line
Testing voltage : 2,500 Volts
Reference standard : TIS 11 Part 101-2553, Table 8

APPLICATION

For mobile-electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of Conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
3+G	4	5	0.9	1.8	17.0	4.95	0.0084	29	360	100/C
	4 (G)	5	0.9			4.95				
	6	5	0.9	2.0	19.5	3.30	0.0071	38	500	100/C
	6 (G)	5	0.9			3.30				
	10	5	1.1	2.2	24.0	1.91	0.0068	53	800	500/D
	10 (G)	5	1.1			1.91				
	16	5	1.1	2.6	28.0	1.21	0.0050	71	1,200	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				
	25	5	1.3	2.8	33.0	0.780	0.0048	94	1,600	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				
	35	5	1.3	3.1	37.0	0.554	0.0041	116	2,100	500/D
	16 (G)	5	1.1			1.21				

Class of conductor 5 : Flexible

G : Ground conductor

C : Packing in coil
D : Packing in drum

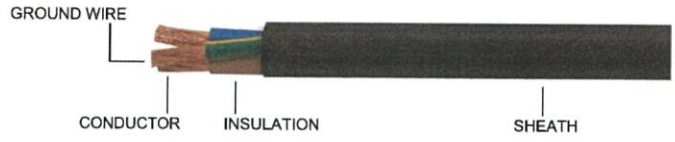
ภาพที่ ผ.ง.2 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 3C-G

YAZAKI

VCT-G

TIS 11 Part 101-2553

450/750 V 70°C FLEXIBLE CONDUCTOR PVC INSULATED AND SHEATHED WITH GROUND, ROUND TYPE



CABLE STRUCTURE

Conductor : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 35 mm²
Ground wire : Flexible annealed copper
Multi-cores : Sizes 4 mm² up to 16 mm²
Insulation : Polyvinyl chloride (PVC/D)
Core identification
2 Cores : Blue and Brown
3 Cores : Blue,Brown and Grey
4 Cores : Blue,Brown,Black and Grey
Ground core : Green/Yellow
Sheath : Black polyvinyl chloride (PVC/ST5)

TECHNICAL DATA

Classification: Maximum conductor temperature 70°C
: Circuit voltage not exceeding 450/750 Volts
450 Volts between Line-to-Earth
750 Volts between Line-to-Line

Testing voltage : 2,500 Volts
Reference standard : TIS 11 Part 101-2553, Table 8

APPLICATION

For mobile-electrical equipment used in mines, factories, farm or household appliances. This cable is suitable for use in places where cables come in contact with oils.

Number of core	Nominal cross sectional area (mm²)	Class of conductor	Insulation thickness nominal (mm)	Sheath thickness nominal (mm)	Overall diameter maximum (mm)	Conductor resistance at 20°C maximum (Ω/km)	Insulation resistance at 70°C minimum (MΩ-km)	Continuous current rating in free air maximum (A)	Cable weight approx. (kg/km)	Standard length (m)
4+G	4 4 (G)	5 5	0.9 0.9	1.8	18.5	4.95 4.95	0.0084	29	440	100/C
	6 6 (G)	5 5	0.9 0.9	2.0	21.5	3.30 3.30	0.0071	38	600	500/D
	10 10 (G)	5 5	1.1 1.1	2.2	26.5	1.91 1.91	0.0068	53	1,000	500/D
	16 16 (G)	5 5	1.1 1.1	2.6	30.5	1.21 1.21	0.0050	71	1,400	500/D
	25 16 (G)	5 5	1.3 1.1	2.8	36.5	0.780 1.21	0.0048	94	2,000	500/D
	35 16 (G)	5 5	1.3 1.1	3.1	41.5	0.554 1.21	0.0041	116	2,600	500/D

Class of conductor 5 : Flexible

G : Ground conductor

C : Packing in coil
D : Packing in drum

ภาพที่ ผ.ง.3 รายละเอียดสายไฟ VCT-G, 4C-G

ภาคผนวก จ
ราคาสายไฟฟ้า VCT-G

THAI YAZAKI ELECTRIC WIRE CO.,LTD.

	CORE	SIZE	Baht / Meter
60227 IEC 53 VCT-G	2C	1/1	35.40
		1.5/1.5	43.90
		2.5/2.5	79.40
VCT-G (101)		4/4	100.40
		6/6	146.90
		10/10	256.30
		16/16	379.00
		25/16	555.12
		35/16	770.33
60227 IEC 53 VCT-G	3C	1/1	44.10
		1.5/1.5	56.80
		2.5/2.5	88.70
VCT-G (101)		4/4	127.50
		6/6	191.20
		10/10	335.50
		16/16	485.40
		25/16	720.58
		35/16	992.71
60227 IEC 53 VCT-G	4C	1/1	64.00
		1.5/1.5	79.50
		2.5/2.5	116.00
VCT-G (101)		4/4	176.94
		6/6	300.45
		10/10	455.00
		16/16	645.00
		25/16	940.00
		35/16	1,315.00

S.K. Universal Co., Ltd. 15/10/2013
Tel: 02-457-7443, 02-457-8638, 02-457-8639
Fax: 02-457-9125
Email: sk_universal@hotmail.com
Website: www.sk-wires.com
Facebook: www.facebook.com/skuniversalwires

ภาพที่ ผ.จ.1 ราคาสายไฟฟ้า VCT-G

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดอัตราค่าบริการไฟฟ้าชั่วคราว

ประเภทที่ 8 ไฟฟ้าชั่วคราว

ลักษณะการใช้ สำหรับการใช้ไฟฟ้าชั่วคราวเพื่อใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไปหรือสิ่งปลูกสร้าง การจัดงานขึ้นเป็นกรณีพิเศษชั่วคราว หรือการใช้ในกรณีต่างๆ เป็นการชั่วคราว โดยต่อผ่านเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าเครื่องเดียว

อัตรารายเดือน

ค่าพลังงานไฟฟ้า (ทุกระดับแรงดัน)	หน่วยละ	6.8283	บาท

หมายเหตุ

ผู้ใช้ไฟฟ้าที่ใช้อัตราประเภทนี้ หากประสงค์จะขอเปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็นการถาวรหรือการไฟฟ้านครหลวงตรวจพบว่าได้เปลี่ยนแปลงลักษณะการใช้ไฟฟ้าเป็นการถาวรแล้ว เช่น ประกอบธุรกิจ อุตสาหกรรม บ้านอยู่อาศัย ฯลฯ จะต้องยื่นคำร้องขอใช้ไฟฟ้าถาวรที่การไฟฟ้านครหลวงเขต พร้อมกับเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ภายในให้ถูกต้องตามมาตรฐานที่การไฟฟ้านครหลวงกำหนด และชำระเงินค่าธรรมเนียมการใช้ไฟฟ้าแบบถาวรให้ครบถ้วนตามหลักเกณฑ์ของการไฟฟ้านครหลวง โดยจะจัดเข้าในประเภทที่ 1-7 แล้วแต่กรณีตามลักษณะการไฟฟ้า

ข้อกำหนดเกี่ยวกับอัตราค่าไฟฟ้า

1. อัตราค่าไฟฟ้าข้างต้น เป็นอัตราที่เรียกเก็บรายเดือน ยังไม่รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม
2. ค่าไฟฟ้าที่เรียกเก็บในแต่ละเดือน ประกอบด้วย ค่าไฟฟ้าตามอัตราค่าไฟฟ้าฐาน และค่าไฟฟ้าตามสูตรการปรับอัตราค่าไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ (F_t) ซึ่งจะมีการเรียกเก็บ F_t ทุกเดือน โดยแยกเป็นรายการในใบเรียกเก็บเงินค่าไฟฟ้า ทั้งนี้ F_t ที่เรียกเก็บจะปรับเปลี่ยนทุกๆ 4 เดือน โดยกำหนดให้ F_t เป็นอัตราคงที่ต่อหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า

อัตราค่าไฟฟ้าใหม่นี้เริ่มใช้ตั้งแต่ค่าไฟฟ้าประจำเดือนพฤศจิกายน 2558 เป็นต้นไป

การไฟฟ้านครหลวง
Metropolitan Electricity Authority