รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การควบคุมการติดตั้งและการจัดการระบบไฟฟ้าในอาคาร

Control of the installation and management of electrical systems in the building

นางสาวเกศรินทร์ อินทรเนตร

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโลโนยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา การควบคุมการติดตั้งและการจัดการระบบไฟฟ้าในอาคาร

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวเกศรินทร์ อินทรเนตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณรุ่งวิทย์ ทองศรีอ้น

สถานประกอบการ บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ในส่วนงานรับเหมาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าในอาคาร ซึ่งได้รับมอบหมายให้ตรวจสอบและคุมการติดตั้ง โดยในการทำงานได้สังเกตเห็นสายไฟที่เหลือใช้จากการทำการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร โดยมีสายไฟถูกใช้งานและยังใช้งานไม่หมดเป็นจำนวนมาก ซึ่งมีความเสี่ยงที่จะชำรุด หรือเกิดการสูญหายตามหน้างานได้ นักศึกษามีความคิดที่จะลดการสูญเสียในส่วนนี้ จึงมีแนวทางในการจัดการควบคุมการจ่ายสายไฟให้กับผู้รับเหมา จึงมุ่งเน้นไปที่สายป้อนเข้าห้องพักของโรงแรม เพราะมีห้องพักจำนวนมาก และสะดวกต่อการจัดการและการทำงานของช่าง จึงได้นำระยะการเดินสายไฟนั้นมาทำการจัดการให้เกิดความคุ้มค่าที่สุด เหลือใช้น้อยที่สุด จึงทำให้สามารถลดต้นทุนได้เป็นจำนวนเงิน 1,205,577 บาท และเกิดการทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น

Cooperative Title: Control of the installation and management of electrical systems in the building

Student Intern Name: Miss Kessarin Intaranet

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

Advisor Name: Dr. Atthapol Ngaopitakkul

Mentor Name: Mr. Rungwit Thongsri-on

Company: THS Development Company Limited

ABSTRACT

This cooperative study report is supported by THS Development Company Limited for the mechanical and electrical contractor work in the building. In which students are assigned to check and control the installation. In the course of work, students noticed the excess electrical wires from the electrical installation in the building. There are a lot of electrical wires that are being used and still not being used up. Which is at risk of being damaged or can be lost. Students have the idea to reduce that loss. Then, has guidelines for managing electrical distribution to contractors with a focus on the feeder entering hotel rooms because there are many rooms and convenient for the management and operation of technicians. Accordingly, brought the distance of the feeder to rearrange the system in order to have the most worthwhile use with the least amount of unused wires Therefore, can reduce the cost by the amount of 1,205,577 baht and create more systematic work.

กิตติกรรมประกาศ

การที่รายงานสหกิจศึกษาเรื่องการควบคุมการติดตั้งและการจัดการระบบไฟฟ้าในอาคาร สำเร็จลุล่วงได้นั้น ด้วยได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ในส่วนงานรับเหมาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าในอาคาร โดยได้รับการสนับสนุนจากบุคคลากรหลายท่านด้วยกัน ซึ่งได้ถ่ายทอดประสบการณ์ ความรู้ความสามารถต่างๆ ให้คำแนะนำ แนวคิด อีกทั้งยังตรวจสอบความถูกต้องของรายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้ จนรายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ นักศึกษาจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.อรรถพล เง่าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งช่วยให้ความรู้ อีกทั้งให้คำแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆได้ จนโครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้ให้โอกาสข้าพเจ้า และได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถนำความรู้ที่ได้รับจากการศึกษา มาใช้ในการทำโครงงานครั้งนี้

เกศรินทร์ อินทรเนตร

ผู้วิจัย

สารบัญ

บทคัดย่อ I

ABSTRACT II

กิตติกรรมประกาศ III

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 4

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 6

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 มาตรฐานการออกแบบระบบวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร 7

2.1.1 มาตรฐานอ้างอิง 7

2.1.2 ขอบเขต 7

2.1.3 การกำหนดสัญลักษณ์และรหัสต่างๆ 7

2.1.4 การเตรียมสถานที่ 7

2.1.5 เครื่องวัด 7

2.1.6 ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า 7

2.1.7 การเตรียมห้องควบคุมระบบสื่อสาร 7

2.2 สายไฟฟ้าและการติดตั้ง 8

2.2.1 สายไฟฟ้า 8

2.2.2 การติดตั้งสายไฟฟ้า 9

สารบัญ(ต่อ)

2.2.3 การเดินสายไฟฟ้าในอาคาร 9

2.3 แสงสว่าง 10

2.3.1 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างตามแนวทางการประหยัดพลังงาน 11

2.3.2 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อการรักษาความปลอดภัย 11

2.4 ตู้สวิตช์บอร์ด 12

2.4.1 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 1 12

2.4.2 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 2A 13

2.4.3 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 2B 13

2.4.4 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 3A 14

2.4.5 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 3B 14

2.4.6 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 4A 15

2.4.7 ตู้สวิตช์บอร์ด Form 4B 15

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 16

3.1 รายละเอียดของอาคารที่ศึกษา 16

3.2 การดำเนินงานของอาคาร 8 ชั้น 17

3.3 การดำเนินงานของอาคาร 4 ชั้น 23

บทที่ 4 ผลการวิจัย 30

4.1 แสดงการเปรียบเทียบอาคาร 8 ชั้น ก่อนและหลังการจัดการสายป้อนบริเวณห้องพัก 30

4.2แสดงการเปรียบเทียบอาคาร 4 ชั้น ก่อนและหลังการจัดการสายป้อนบริเวณห้องพัก 31

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 33

5.1 สรุปผลการวิจัยสรุป 33

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 34

5.3 ข้อเสนอแนะ 34
เอกาสารอ้างอิง 35
ภาคผนวก 36
ภาคผนวก I 37
ภาคผนวก II 43
ภาคผนวก III 47
ภาคผนวก IV 58
ประวัติผู้เขียน 72

สารบัญรูป

รูปที่ 1-1 สายไฟที่ใช้งานอยู่ตามหน้างาน 2
รูปที่ 1-2 เศษวัสดุที่เหลือใช้ถูกทิ้งไว้ตามหน้างาน 3
รูปที่ 1-3 ม้วนสายไฟที่ถูกเปิดใช้จำนวนมากโดยที่ยังใช้งานไม่หมด 3
รูปที่ 2-1 ตัวอย่างอุปกรณ์ภายในตู้สวิตช์บอร์ด 12
รูปที่ 2-2 ตัวอย่างตู้ Form 1 12
รูปที่ 2-3 ตัวอย่างตู้ Form 2A 13
รูปที่ 2-4 ตัวอย่างตู้ Form 2B 13
รูปที่ 2-5 ตัวอย่างตู้ Form 3A 14
รูปที่ 2-6 ตัวอย่างตู้ Form 3B 14
รูปที่ 2-7 ตัวอย่างตู้ Form 4A 15
รูปที่ 2-6 ตัวอย่างตู้ Form 4B 15
รูปที่ 3-1 โรงแรมเอสราม เลเชอร์ 16
รูปที่ 3-2 Single line diagram ของอาคาร 8 ชั้น 17
รูปที่ 3-3 ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของชั้น 2-8 ของอาคาร 8 ชั้น 18
รูปที่ 3-4 Single line diagram ของอาคาร 4 ชั้น 23
รูปที่ 3-5 ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น 24

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1-1 การดำเนินงาน.....5
ตารางที่ 3-1 ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น 19
ตารางที่ 3-2 การเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น.....20
ตารางที่ 3-3 หลังการควบคุมการจ่ายสายไฟในการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น.....21
ตารางที่ 3-4 สรุประยะสายที่สามารถลดได้ของอาคาร 8 ชั้น 22
ตารางที่ 3-5 ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น 25
ตารางที่ 3-6 การเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น.....26
ตารางที่ 3-7 หลังการควบคุมการจ่ายสายไฟในการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น.....27
ตารางที่ 3-8 สรุประยะสายที่สามารถลดได้ของอาคาร 4 ชั้น 29
ตารางที่ 4-1 แสดงค่าใช้จ่ายของอาคาร 8 ชั้น.....30
ตารางที่ 4-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายสายป้อนบริเวณห้องพักของอาคาร 8 ชั้น.....30
ตารางที่ 4-3 แสดงค่าใช้จ่ายของอาคาร 4 ชั้น.....31
ตารางที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น 31
ตารางที่ 5-1 แสดงข้อดีและข้อเสียของโครงงาน.....33

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท Teo Hong Silom Group นั้นก่อตั้งมา 44 ปีนับตั้งแต่มีการซื้อขายในปี พ.ศ. 2517 ความสำเร็จครั้งสำคัญที่มีความภาคภูมิใจและเป็นไปได้เกิดขึ้นเนื่องจากรากฐานทางธุรกิจที่มั่นคง ซึ่งสร้างขึ้นภายใต้หลักการบริหารที่แข็งแกร่งและจริยธรรมทางธุรกิจ มีการเติบโตจากจุดเริ่มต้นเล็ก ๆ โดยการสร้างพันธมิตรเชิงกลยุทธ์และเผชิญกับความท้าทายใหม่ในอุตสาหกรรมที่หลากหลาย วันนี้ Teo Hong Silom Group มีชื่อเสียงในฐานะที่เป็นผู้นำในธุรกิจที่ได้รับการแต่งตั้ง อย่างไรก็ตามเพื่อให้อยู่ในระดับแนวหน้าของการค้าในประเทศไทยมันเป็นความท้าทายที่ต้องเผชิญกับบริษัทมากมาย และเพื่อให้บรรลุนี้ Teo Hong Silom Group ตระหนักถึงความสำคัญของการปฏิบัติตามเป้าหมายที่ระบุไว้ในพันธกิจของตน และจะยังคงเป็นองค์กรที่มุ่งเน้นชุมชนที่มีวัฒนธรรมองค์กรที่ส่งเสริมนวัตกรรมผ่านการจัดการการคิดล่วงหน้าและแรงงานที่มีคุณภาพ ผู้บุกเบิกและสร้างพันธมิตรทางธุรกิจที่ได้รับเลือกในประเทศไทยเป็นเวลา 4 ทศวรรษ Teo Hong Silom Group มีวิสัยทัศน์ขับเคลื่อนและประสบการณ์ที่จำเป็นในการสร้างอนาคต

ทุกวันนี้ Teo Hong Silom เป็นธุรกิจที่มุ่งเน้นไปที่การจ้างเหมางานระบบเครื่องกลและไฟฟ้าการก่อสร้าง การพัฒนาอสังหาริมทรัพย์และผลิตภัณฑ์พิเศษ นอกจากนี้ ยังมีธุรกิจเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่เจริญรุ่งเรืองซึ่งให้บริการลูกค้าที่มีชื่อเสียงเช่น True Corporation (True), Advanced Wireless Network (AWN), CAT Telecom (CAT), บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน), TOT, Symphony Communication (SYMC), บริษัท อินเทอร์เน็ตประเทศไทย จำกัด (มหาชน), ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (เนคเทค), และอีกมากมายด้วยโซลูชั่นซอฟต์แวร์ และฮาร์ดแวร์ที่ล้ำสมัย รวมถึงบริการสนับสนุนด้านไอทีแบบครบวงจรที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จในธุรกิจสมัยใหม่ สนามกีฬา ธรรมาภิบาลประสบการณ์ยาวนาน และมาตรฐานสูงสุดในการดูแลลูกค้ายังคงเป็นพันธมิตรในการเลือก บริษัท ต่างประเทศที่ต้องการทำธุรกิจในประเทศไทย

บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด เป็นผู้นำด้านติดตั้งวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารและมุ่งมั่นที่จะสร้างสรรค์ผลงานทางด้านวิศวกรรมที่มีคุณภาพเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าครอบคลุมทั้งโครงการที่พักอาศัย โครงการอาคารพาณิชย์ โรงพยาบาล โรงแรม ศูนย์การค้า และโรงงาน ดังเช่น บริษัท แสนสิริจำกัด (มหาชน) บริษัท เอสซี แอสเซท จำกัด (มหาชน) และบริษัท

พฤกษาเรียลเอสเต๊ท จำกัด (มหาชน) เป็นต้น โดยทีมงานที่มีประสบการณ์ดำเนินงานอย่างมืออาชีพซึ่งครอบคลุมในงานบริการวิศวกรรมงานระบบประกอบอาคารทุกประเภท

ในปัจจุบันบริษัทแบ่งการดำเนินธุรกิจออกเป็น 3 กลุ่มหลัก อันได้แก่

- ระบบไฟฟ้าและสื่อสาร
- ระบบปรับอากาศและระบบระบายอากาศ
- ระบบสุขาภิบาลและระบบป้องกันอัคคีภัย

หลากหลายโครงการที่ได้ดำเนินการผ่านมา อาทิเช่น

- ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย
- Saladaeng Residences
- The Veneza Hua Hin
- Mahanakhon
- BMW Showroom

และโครงการอื่นๆอีกมากมายซึ่งเป็นเครื่องการันตีความสำเร็จของผลงานที่มีคุณภาพ

โดยนักศึกษาได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาใน บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ในส่วนงานรับเหมาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าในอาคาร ในโครงการก่อสร้างโรงแรมเอสราม เลเซอร์ (S-Ram Leisure Hotel) ประกอบไปด้วยอาคาร 2 อาคาร คือ อาคาร 8 ชั้น จำนวน 154 ห้อง และอาคาร 4 ชั้น จำนวน 240 ห้อง

ในช่วงระหว่างการติดตั้งงานระบบ ในระหว่างควบคุมการทำงานของช่าง ได้สังเกตเห็นวัสดุที่เหลือจากการใช้งานจำนวนมาก เช่น สายไฟ ท่อเหล็กอ่อนร้อยสายไฟ หรืออุปกรณ์บางชนิดก็ถูกทิ้งไว้ตามหน้างาน ซึ่งทำให้เกิดความสิ้นเปลือง เกิดการใช้งานวัสดุอย่างไม่คุ้มค่า

รูปที่ 1-1 สายไฟที่ใช้งานอยู่ตามหน้างาน

รูปที่ 1-2 เศษวัสดุที่เหลือใช้ถูกทิ้งไว้ตามหน้างาน

รูปที่ 1-3 ม้วนสายไฟที่ถูกเปิดใช้จำนวนมากโดยที่ยังใช้งานไม่หมด

จากรูป แสดงให้เห็นถึงการใช้วัสดุอย่างไม่คุ้มค่า มีการใช้งานโดยไม่คำนึงถึงการเหลือใช้ของสายไฟต่องานงานหนึ่ง ซึ่งใช้งานตามความสะดวกของช่าง ทำให้สุดท้ายมีเศษเหลือของวัสดุมากเกินความจำเป็น จึงทำให้เกิดความสิ้นเปลือง

โดยต้นทุนของสายไฟนั้นมีราคาค่อนข้างสูง เพราะมีตัวนำเป็นทองแดงอยู่ด้านใน ยิ่งขนาดหน้าตัดใหญ่ยิ่งมีราคาสูง หากเราสามารถควบคุมปริมาณการใช้ให้มีการใช้วัสดุที่น้อยลงได้ ก็จะเป็นการประหยัดต้นทุนในการจัดซื้อสายไฟ จึงควรมีการควบคุมให้มีการใช้ในปริมาณที่จำเป็น เพื่อลดต้นทุนในการติดตั้งงานระบบลงได้

ฉะนั้น เพื่อทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย เราสามารถจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบให้กับผู้รับเหมา เพราะหากให้ผู้รับเหมาเบิกของตามความต้องการ จะเกิดเศษเหลือของสาย หรือท่อมากเกินความจำเป็น หากเราควบคุมในขั้นตอนเหล่านี้ จะเป็นการใช้งานวัสดุอย่างคุ้มค่า ทำให้ลดเศษเหลือของวัสดุ และลดต้นทุนในการติดตั้งงานระบบลงได้ โดยมีความคาดหมายที่จะลดต้นทุนของสายไฟของอาคาร เอส ราม (S-Ram) ทั้งอาคาร 8 ชั้น และอาคาร 4 ชั้น ลงได้อาคารละ 20 % เป็นอย่างต่ำ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาการออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในอาคาร

1.2.2 เพื่อใช้งานวัสดุอย่างคุ้มค่าและสามารถลดต้นทุนได้

1.2.3 เพื่อเสริมสร้างการทำงานอย่างเป็นระบบ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

มีความต้องการที่จะลดต้นทุน โดยการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบไฟฟ้าในส่วนสายป้อนเฉพาะบริเวณห้องพักในแต่ละชั้น ของโรงแรมเอสราม เลเซอร์ (S-Ram Leisure Hotel) ทั้งอาคาร 8 ชั้น และอาคาร 4 ชั้น โดยไม่ได้รวมถึงสายวงจรย่อยภายในห้องพัก หรือวงจรอื่นๆในส่วนที่อยู่นอกเหนือห้องพัก โดยมีความคาดหมายที่จะลดต้นทุนของสายไฟลงได้ 20% เป็นอย่างต่ำของแต่ละอาคาร หรือ 20% ของภาพรวมทั้งสองอาคาร

1.4 วิธีการดำเนินการการวิจัย

1.4.1 ศึกษาและสำรวจโหลดที่มีการติดตั้งภายในห้องพัก

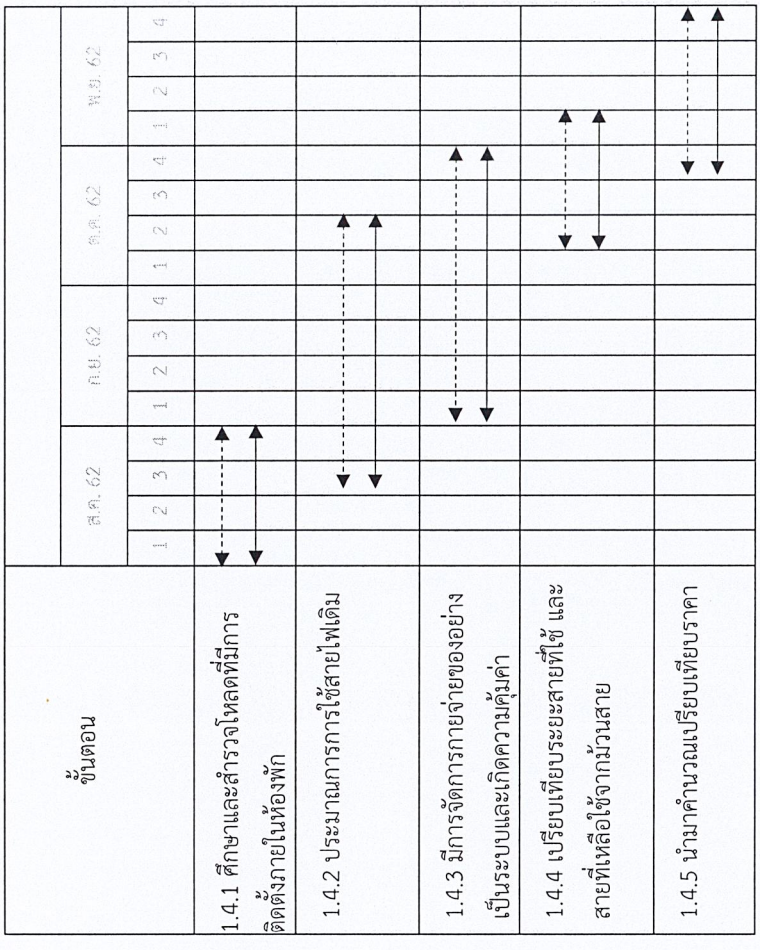
1.4.2 ประมาณการการใช้สายไฟเดิม

1.4.3 มีการจัดการกายจ่ายของอย่างเป็นระบบและเกิดความคุ้มค่า

1.4.4 เปรียบเทียบระยะสายที่ใช้ และสายที่เหลือใช้จากม้วนสาย

1.4.5 นำมาคำนวณเปรียบเทียบราคา

ตางรางที่ 1-1 การดำเนินงาน



หมายเหตุ: หมายถึง แผนดำเนินงานที่วางไว้

หมายถึง แผนดำเนินงานที่ปฏิบัติจริง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ต่อด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

1.5.1 ได้เรียนรู้ปัญหาและหาแนวทางการแก้ไข

1.5.2 ได้ฝึกปฏิบัติงาน คิด วางแผน และลงมือทำ

1.5.3 ใช้ทักษะความรู้ด้านเมชชัวร์เม้นท์ และดีไซน์

ต่อบริษัท

1.5.4 มีความเข้าใจในระบบไฟฟ้าในอาคารมากขึ้น

1.5.5 เกิดความคุ้มค่าในการใช้วัสดุ

1.5.6 ลดปริมาณการใช้วัสดุในการติดตั้งระบบลงได้

1.5.7 มีการทำงานอย่างเป็นระบบมากขึ้น

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 มาตรฐานการออกแบบระบบวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสาร

2.1.1 มาตรฐานอ้างอิง

1. การออกแบบระบบไฟฟ้าทั่วไปให้ยึดตามมาตรฐานของ วสท. เป็นเบื้องต้น นอกเหนือจากนั้นให้ยึดตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง(กฟน.) หรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค(กฟภ.)(สำหรับใต่างจังหวัด) มาตรฐาน IEC (International Electrotechnical Commission ของยุโรป) และ มาตรฐาน NEC (National Electrical Code ของสหรัฐอเมริกา) ตามลำดับ

2. การออกแบบไฟฟ้าในระบบเฉพาะ ให้ยึดมาตรฐานอื่นๆอันเป็นที่ยอมรับ หรือมาตรฐานของอุปกรณ์ประกอบอาคารต่างๆ

2.1.2 ขอบเขต

1. งานระบบวิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสารทุกชนิด

2. งานระบบที่ปรากฏอยู่ในมาตรฐานที่อยู่ในหมวดหรือในสาขา วิศวกรรมไฟฟ้าและสื่อสารของ วสท. กฟน. กฟภ. สภาวิศวกร หรือหน่วยงานอื่นอันเป็นที่ยอมรับ

3. งานระบบปรับอากาศขนาดเล็ก

4. งานระบบลิฟต์ขนาดเล็ก

2.1.3 การกำหนดสัญลักษณ์และรหัสต่างๆ

1. ใช้สัญลักษณ์ และรหัสสี เพื่อระบุตำแหน่งติดตั้งระบบต่างๆ

2.1.4 การเตรียมสถานที่

1. ควรมีพื้นที่ว่างให้เพียงพอสำหรับการเข้าซ่อมบำรุงบริเวณรอบตู้กระจายสายโทรศัพท์ และตู้ไฟฟ้า

2. ควรมีการเตรียมสถานที่ติดตั้งเครื่องวัดไฟฟ้าให้ครบทุกหน่วยงานที่เข้าใช้พื้นที่

3. ควรติดตั้งตู้กระจายสายโทรศัพท์หรือตู้ไฟฟ้า ในตำแหน่งที่ไม่อยู่ใต้พื้นห้องน้ำหรือพื้นที่มีโอกาสเกิดน้ำรั่วซึมได้

2.1.5 เครื่องวัด

เครื่องวัดไฟฟ้าที่จะติดตั้งควรมีการตั้งค่าเริ่มต้น (calibrate) จากการไฟฟ้านครหลวง ก่อนทุกครั้ง

2.1.6 ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า (ชั้นล่างของอาคาร)

ควรมีช่องท่อแนวดิ่ง สำหรับเดินสายงานระบบไฟฟ้าต่อเนื่องในตำแหน่งตรงกับชั้นอื่นๆทุกชั้น มีพื้นที่ว่างสำหรับเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงตลอดแนวด้านหน้าช่องท่อ และต้องมีการป้องกันน้ำรั่วเข้าช่องท่อ

2.1.7 การเตรียมห้องควบคุมระบบสื่อสาร ควรมีการจัดเตรียมพื้นที่ห้องระบบสื่อสารทุกชนิด ได้แก่

1. ห้องอุปกรณ์หลัก (equipment room) (ชั้นล่างของอาคาร) สำหรับติดตั้งอุปกรณ์สื่อสาร และอุปกรณ์ควบคุมอาคาร เช่น ตู้ PBX อุปกรณ์ควบคุมกล้องวงจรปิด อุปกรณ์แจ้งเหตุ อุปกรณ์ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์(แยกจากห้องควบคุมระบบไฟฟ้า) ตามมาตรฐานTIA/EIA569 โดยมีระบบไฟฟ้า-ระบบสายดิน(grounding system) และระบบปรับอากาศที่เหมาะสม

2. ห้องสื่อสารประจำชั้น (telecommunication room) แต่ละชั้นของอาคารเป็นจุดเชื่อมต่อสายสัญญาณต่างๆ ทั้งแนวดิ่งและแนวราบ ของอุปกรณ์สื่อสาร ระบบโทรศัพท์ ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ สำหรับอาคารทั้งหมด ตามมาตรฐาน TIA/EIA569 โดยมีระบบไฟฟ้าและระบบสายดิน (grounding system) ที่เหมาะสม

2.2 สายไฟฟ้าและการติดตั้ง

2.2.1 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้า หมายถึง ตัวที่นำกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้า สายไฟฟ้าที่ผลิตขายอยู่ทั่วไปทำจากทองแดงหรืออะลูมิเนียม เนื่องจากทองแดงสามารถนำไฟฟ้าได้ดีกว่าอะลูมิเนียม สายไฟที่ใช้ตู้สวิตช์บอร์ดจะใช้กับแรงดันไม่เกิน 750 โวลต์เป็นสายหุ้มฉนวนทำด้วยทองแดงหรืออะลูมิเนียม สายขนาดเล็กจะเป็นตัวนำเดี่ยว แต่สายขนาดใหญ่เป็นตัวนำตีเกลียว วัสดุฉนวนที่ใช้กับสายแรงดันต่ำคือ Polyvinyl Chloride (PVC) และ Cross-Linked Polyethylene (XLPE)

1. สาย THW เป็นสายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ที่ในท้องตลาดนิยมเรียกว่า ทีเฮชดับเบิลยู (THW) เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนแรงดัน 750 โวลต์เป็นสายเดี่ยวนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้า 3 เฟสได้ ในการใช้งาน เดินลอย ตองยึดด้วยวัสดุฉนวน (insulator) หรือเดินในช่องเดินสาย

2. สาย VAF เป็นสายไฟตาม มอก.11-2531 ที่ตามท้องตลาดเรียกว่า สายชนิด วีเอเอฟ (VAF) เป็นสายชนิดทนแรงดัน 300 โวลต์มีทั้งชนิดที่เป็นสายเดี่ยว สายคู และสายดิน ถ้าเป็นสายเดี่ยวจะเป็นสายกลม และถ้าเป็นชนิด 2 แกน หรือ 3 แกนจะเป็นสายแบน ตัวนำนอกจากจะมีฉนวนหุ้มแล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง สายคู่จะนิยมรัดด้วยเข็มขัดรัดสาย (Clip) ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไป สายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 เฟส ที่มีแรงดัน 380 โวลต์

3. สาย VCT สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตามท้องตลาดเรียกว่า สายวีซีที (VCT) เป็นสายกลมมีทั้งชนิดหนึ่งแกน 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน ทนแรงดันที่ 750 โวลต์ มีข้อพิเศษก็คือ ตัวนำจะประกอบไปด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็กๆ ทำให้มีข้อดีคือ อ่อนตัว และทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน สายชนิดนี้ใช้งานได้ทั่วไป เหมือนสายชนิด NYY

4. สาย NYY สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตามท้องตลาดนิยมเรียกว่า สายชนิด เอ็นวายวาย (NYY) มีทั้งชนิดแกนเดียวและหลายแกน สายชนิดนี้ทนแรงดัน ที่ 750 โวลต์นิยมใช้เนื่องจากว่ามีความทนต่อสภาพแวดล้อม เพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง บางทีเรียกว่าเป็นสายฉนวน 3 ชั้น ทำหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนที่ตีเกลียวเข้าด้วยกัน มีลักษณะกลมแล้วจึงมีเปลือกนอกหุ้มอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ

5. สาย VSF เป็นสายคอนโทรลแกนเดียว ตัวนำไฟฟ้าทำจากทองแดงเส้นเล็กๆ โดยฉนวนทำจากพีวีซี มาตรฐาน มอก.11 -2531 มีขนาดตั้งแต่ 0.5 -2.5 ตารางมิลลิเมตร คุณสมบัติเหมาะสำหรับใช้งานสำหรับอุปกรณ์ชุดควบคุมกับเครื่องจักร สายอ่อนดัดโค้งงอได้ง่าย สามารถใช้งานในที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาแรงดันไม่เกิน 300 โวลต์

2.2.2 การติดตั้งสายไฟฟ้า

การติดตั้งสายไฟฟ้า ประกอบด้วยการเดินสาย การติดตั้งอุปกรณ์ทั่วไป รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน การติดตั้งไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1 แบ่ง.ตามวิธีการเดินสาย แบ่งออกเป็นอีก 2 ประเภทคือ

ก. แบบเปิด เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าแบบเดินลอย การเดินสายวิธีนี้สามารถมองเห็นสายไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน เช่น การเดินสายด้วยเข็มขัดรัดสาย เป็นต้น

ข. แบบปิด สายไฟฟ้าจะถูกซ่อนไว้อย่างมิดชิด เป็นการป้องกันการกระแทกจากภายนอก ได้แก่การเดินสายในท่อ ในรางเดินสาย (wire way) และรางเคเบิล (cable tray) เป็นต้น

2. แบ่งตามวิธีการติดตั้ง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. การติดตั้งไฟฟ้าในอาคาร-ในโรงงาน

ข. การติดตั้งไฟฟ้านอกอาคาร

2.2.3 การเดินสายไฟฟ้าในอาคาร

การเดินสายไฟฟ้าในอาคาร หมายถึงการติดตั้งอุปกรณ์และเดินสายไฟฟ้าภายในตัวอาคารเริ่มตั้งแต่แผงจ่ายไฟ รวมเรื่อยมาถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละตัว ได้แก่ การเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสาย การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย เป็นต้น

1. การเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสาย

โดยทั่วไปจะใช้สายแบนแกนคู่ หรือที่เรียกว่าสาย VAF มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น สามารถดัดโค้งงอและยืดหยุ่นได้ดี อายุการใช้งานยาวนานเกิน 10 ปีการเดินสายไฟฟ้านี้ไม่เหมาะที่จะใช้ติดตั้งภายนอกอาคาร เนื่องจากแสงแดดจะทำให้ฉนวนเสื่อมคุณภาพก่อนเวลาอันควร เมื่อฝนตกจะทำให้ลัดวงจร ข้อดีการเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสาย คือ ติดตั้งง่ายรวดเร็ว ซ่อมแซมหรือแก้ไขได้ง่าย และค่าแรงงานถูก

รายละเอียดการเดินสายไฟฟ้าด้วยเข็มขัดรัดสาย สรุปได้ดังนี้

ก. สายไฟฟ้า จะต้องรู้ขนาดของสายไฟฟ้า (บอกเป็นตารางมิลลิเมตร) และจำนวนสายกี่เส้น ถ้าหากใช้สายเล็กเกินไป จะทำให้สายร้อนจนฉนวนละลาย

ข. เข็มขัดรัดสาย เมื่อทราบขนาดและจำนวนสายไฟฟ้าที่จะเดินไปยังจุดต่างๆ ช่างเดินสายไฟฟ้าจะต้องเลือกเข็มขัดรัดสายให้พอดีเพื่อความรวดเร็วขณะปฏิบัติงาน เมื่องานเสร็จสมบูรณ์จะมองดูสวยงาม มีหลักปฏิบัติง่ายๆ ดังนี้

- กรณีเดินสายเส้นเดียว ควรเลือกขนาดเข็มรัดสายให้พอดีกับขนาดของสายไฟฟ้า

- กรณีเดินสายตั้งแต่ 2 เส้นขึ้นไป เช่นสายจำนวน 3 หรือ 4 เส้น ถ้าหากสามารถรัดด้วยเข็มขัดรัดสายเพียงตัวเดียวจะทำให้ปฏิบัติงานให้เร็วขึ้น แต่ควรพิจารณาถึงความแข็งแรงในการยึดระหว่างสายไฟกับผนังอาคาร

2. การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสาย

ในบริเวณที่สายไฟฟ้าอาจจะถูกกระทบกระแทกมีความชื้น สารเคมีหรือมีความเป็นกรด เช่น ภายในโรงงานอุตสาหกรรม อาคารขนาดใหญ่ จะนิยมการเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายเนื่องจากมีความปลอดภัยเมื่อเกิดประกายไฟ หรือเกิดการอาร์ค นอกจากนี้ยังใช้ท่อโลหะเป็นตัวนำในการต่อลงดินอีกด้วย แต่ต้องมั่นใจว่ารอยต่อต่าง ๆ มีความต่อเนื่อง มั่นคงและแข็งแรง โดยวิธีการเดินสายในท่อ วิธีที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีหลายอย่างดังนี้

ก. เดินในท่อโลหะหนา ท่อโลหะหนาปานกลางและท่อโลหะบาง ผลิตจากเหล็กอาบสังกะสียาวท่อนละ 3 เมตร ท่อโลหะหนาและท่อโลหะหนาปานกลางสามารถทำเกลียวได้ ใช้งานทดแทนกันได้ นอกจากนี้ยังใช้ฝังดินได้อีกด้วย

ข. เดินในท่อโลหะอ่อน หรือที่เรียกว่าท่อเฟล็กซิเบิล (flexible metal conduit) มีลักษณะเป็นแกนโลหะอ่อน พันซ้อนทับกัน นิยมใช้ในบริเวณที่มีการสั่นสะเทือน เช่นเชื่อมต่อระหว่างรางเดินสายกับเครื่องจักร แต่ห้ามใช้ฝังดิน

ค. เดินในท่อโลหะอ่อนกันของเหลว หรือที่เรียกว่าท่อเอ็มเฟล็ก (MFLEX) ประกอบด้วยโลหะขึ้นรูป ขัดกันเป็นเกลียว มีเชือกคั่นระหว่างร่องโดยมีฉนวนพีวีซีห่อหุ้ม เพื่อป้องกันการรั่วของสายไฟฟ้า

ง. เดินในท่ออโลหะแข็ง ที่ใช้งานทั่วไปได้แก่ท่อพีวีซีและ พีอีท่อพีวีซีไม่คงทนต่อแสงอุลตร้าไว-โอเลต ดังนั้นเมื่อตากแดดเป็นระยะเวลานานจะกรอบและแตกเป็นขุย ส่วนท่อพีอีจะติดไฟง่าย ดังนั้นท่อชนิดนี้จึงเหมาะสำหรับติดตั้งในที่โล่ง เดินซ่อนในผนัง พื้นหรือเพดาน

2.3 แสงสว่าง

2.3.1 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างตามแนวทางการประหยัดพลังงาน

1. ควรพิจารณาใช้อุปกรณ์ที่มีการประหยัดพลังงาน

2. แยกวงจรไฟฟ้าตามการประหยัดพลังงาน และสภาพการใช้พื้นที่ เช่น บริเวณริมหน้าต่าง บริเวณด้านในอาคาร รวมทั้งความแตกต่างของแสงระหว่างกลางวันและกลางคืน

3. บัลลาสต์ที่ใช้ควรเป็นชนิดประหยัดพลังงานไฟฟ้า เช่น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง (high frequency) หรือบัลลาสต์แกนเหล็กกำลังสูญเสียต่ำ (low watt loss)

4. ควรหลีกเลี่ยงการใช้หลอดไส้ และไฟหรี่

2.3.2 การใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อการรักษาความปลอดภัย

1. ติดตั้งไฟฟ้าแสงสว่างโดยรอบอาคาร และเปิดตลอดกลางคืน

2.4 ตู้สวิตช์บอร์ด

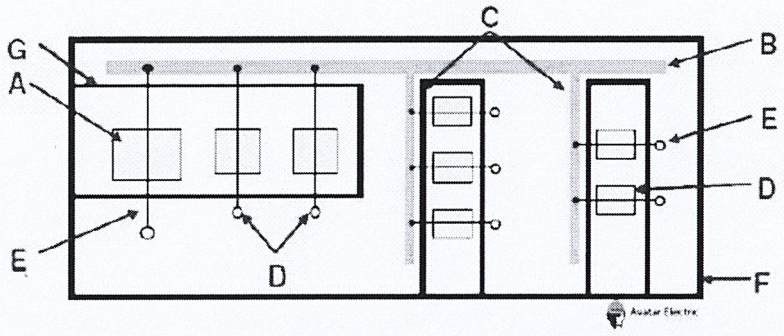
ตู้สวิตช์บอร์ดเป็นบริภัณฑ์ที่มีความสำคัญที่สุดอย่างหนึ่งในระบบไฟฟ้า พบเห็นได้ตามที่พักอาศัยทั่วไป โรงงานอุตสาหกรรม หรือตึกอาคารสูง ไม่ว่าจะเป็นกิจการใดๆต้องมีพลังงานไฟฟ้าเข้ามา เกี่ยวข้องซึ่งตู้สวิตช์บอร์ดทำหน้าที่ในการป้องกันความเสียหาย ควบคุมจ่ายไฟฟ้า และรับไฟฟ้าจากระบบการไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หรือหม้อแปลงไฟฟ้า และจ่ายให้โหลดต่างๆหรือหน่วยงานที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้า โดยกระแสไฟที่ได้รับจากหม้อแปลง หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจะเข้าสู่แผง ควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board; MDB) ซึ่งเป็นแผงจ่ายไฟฟ้าขนาดใหญ่นิยมใช้ในอาคารขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ไปจนถึงโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไฟฟ้าจำนวนมาก โดยรับไฟจากการไฟฟ้า หรือด้านแรงต่ำของหม้อแปลง แล้วจ่ายโหลดไปยังแผงควบคุมไฟฟ้าย่อย (Distribution Board; DB) ตามส่วนต่างๆของอาคาร แล้วจ่ายไฟไปยังโหลดหรือตู้คอนโทรล (Control Panel)

รูปแบบตู้สวิตช์บอร์ด

รูปแบบ หมายถึง คุณลักษณะตู้สวิตช์บอร์ดโดยพิจารณาการแบ่งกั้นอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักภายในตู้สวิตช์บอร์ด เช่น บัสบาร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ขั้วต่อสายรวมทั้งหัวรับสาย ซึ่งความสำคัญของ Form จะมีคุณสมบัติโดยตรงต่อการใช้งานสำหรับตู้สวิตช์บอร์ด และยังจะเป็นการลดโอกาสการเกิดความผิดปกติ (Fault) ที่อาจจะเกิดขึ้นภายในตู้สวิตช์บอร์ดอีกทั้งการแบ่งกั้นส่วนประกอบต่างๆ ภายในตู้สวิตช์บอร์ดจะยังเป็นองค์ประกอบหลักในการป้องกัน และลดความเสียหายที่เกิดขึ้นไม่ให้ลุกลามไปยังช่องอื่นๆได้ ทำให้ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับตู้สวิตช์บอร์ดจากการผิดปกติของวงจรนั้นจะมีวงแคบๆ หรือถูกจำกัดให้เกิดขึ้นเฉพาะส่วนเท่านั้น

ถ้าจะพิจารณาเรื่องรูปแบบของตู้สวิตช์บอร์ดนั้น จะมีการกั้นแยกระหว่างส่วนที่มีอันตราย หรือส่วนที่มีไฟฟ้าโดยการใช้ที่กั้น กั้นแยกระหว่างอุปกรณ์หลักต่างๆออกจากกันอย่างชัดเจนดังรูปที่ 2-1 แสดงให้เห็นถึงตัวอย่างอุปกรณ์ภายในตู้สวิตช์บอร์ด โดยรูปแบบที่ใช้จะแบ่งเป็นหลายรูปแบบตามประเภท

การใช้งานซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้



รูปที่ 2-1 ตัวอย่างอุปกรณ์ภายในตู้สวิตช์บอร์ด

A: เซอร์กิตเบรกเกอร์

B: Busbar หลัก

C: บัสบาร์ย่อย

D: ส่วนไฟฟ้า Branch CB

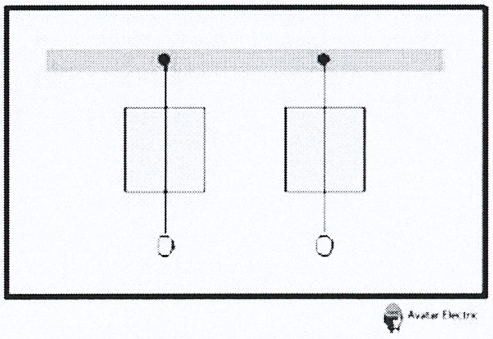
E: ขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอก

F: โครงตู้สวิตช์บอร์ด

G: ส่วนกั้น หรือส่วนที่แบ่งกั้น

2.4.1 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 1

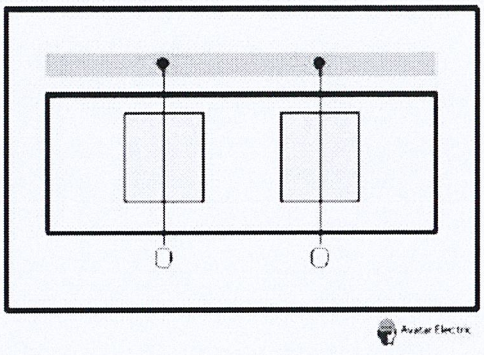
ภายในตู้สวิตช์บอร์ดจะไม่มีส่วนกั้น แยกระหว่างบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ (Outgoing Unit) และขั้วต่อสายตัวนำภายนอกออกจากกัน (Terminal for External Conductor) ตู้ Form นี้เหมาะสมกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุด กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายทั้งหมด ทำให้ต้องใช้เวลาในการซ่อมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 2-2 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 1

2.4.2 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 2A

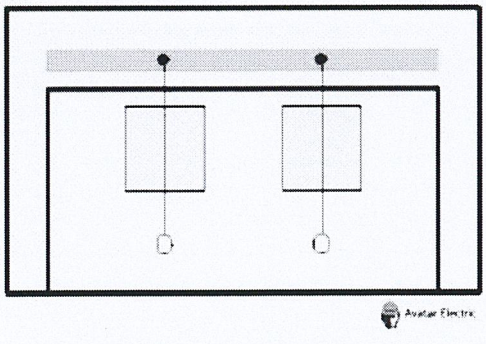
มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ แต่สำหรับขั้วต่อสายภายนอกจะอยู่ภายในช่องเดียวกับบัสบาร์ ตู้รูปแบบนี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุดภายในอาคารที่มีโหลดไม่มากนัก กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วน เช่น บัสบาร์ขั้วต่อสายอุปกรณ์ย่อย เป็นต้น ใช้เวลาในการซ่อมแซมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด



รูปที่ 2-3 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 2A

2.4.3 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 2B

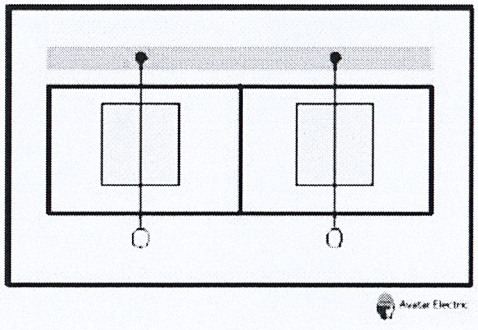
มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ และขั้วต่อสายตัวนำภายนอก แต่อุปกรณ์และขั้วต่อสายจะอยู่ภายในช่องเดียวกันโดยไม่มีการแบ่งกั้น ตู้ Form นี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุดภายในอาคารที่มีโหลดไม่มากนัก กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วน เช่น บัสบาร์ขั้วต่อสายอุปกรณ์ย่อย เป็นต้น ใช้เวลาในการซ่อมแซมนานหรือเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด แต่มีความปลอดภัยสูงขึ้นกว่า รูปแบบที่ 2A



รูปที่ 2-4 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 2B

2.4.4 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 3A

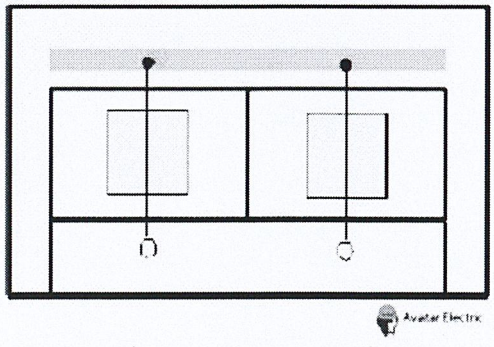
มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ มีการกั้นอุปกรณ์แต่ละตัวออกจากกัน และกั้นขั้วสายต่อตัวนำภายนอกออกจากอุปกรณ์ แต่จะอยู่ภายในช่องเดียวกับบัสบาร์ ตู้ Form นี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดแบบต่อเนื่อง โดยเฉพาะภายในอาคารหรือโรงงานที่มีโหลดจำนวนมาก ไม่ต้องดับไฟทั้งตู้เมื่อโหลดใดโหลดหนึ่งมีปัญหา กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วนเท่านั้น ใช้เวลาในการซ่อมแซมน้อยหรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟได้ตามปกติ



รูปที่ 2-5 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 3A

2.4.5 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 3B

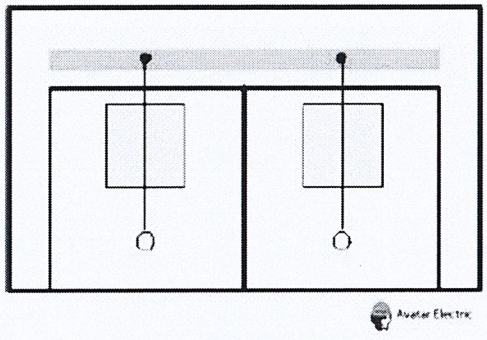
มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ มีการกั้นแยกอุปกรณ์แต่ละตัวออกจากกัน มีการกั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอกออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ แต่ขั้วต่อสายดังกล่าวจะอยู่ภายในช่องเดียวกัน ตู้ Form นี้เหมาะสมกับงานควบคุมโหลดต่อเนื่อง เหมาะกับงานอาคาร โรงงาน โรงไฟฟ้า อุตสาหกรรมยานยนต์ ปิโตรเคมี และอื่นๆที่มีโหลดมาก เมื่อโหลดใดโหลดหนึ่งมีปัญหา ไม่จำเป็นต้องดับไฟทั้งตู้ กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วนเท่านั้น ใช้เวลาในการซ่อมแซมน้อย หรืออาจจะไม่ต้องเปลี่ยน เพียงตรวจสอบแก้ไขก็สามารถจ่ายไฟได้ตามปกติ



รูปที่ 2-6 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 3B

2.4.6 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 4A

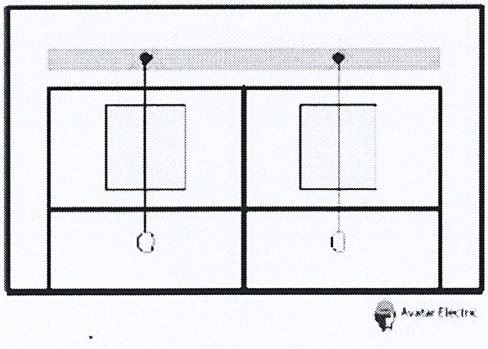
มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ มีการกั้นแยกอุปกรณ์แต่ละตัวออกจากกัน มีการกั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอกออกจากบัสบาร์ แต่ขั้วต่อสายดังกล่าวจะอยู่ภายในช่องเดียวกับตัวอุปกรณ์ มีการกั้นแยกส่วนสำหรับตัวนำภายนอกแต่ละชุดออกจากกัน



รูปที่ 2-7 ตัวอย่างตู้ Form 4A

2.4.7 ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 4B

มีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ มีการกั้นแยกอุปกรณ์แต่ละตัวออกจากกัน มีการกั้นแยกขั้วต่อสายสำหรับตัวนำภายนอกออกจากบัสบาร์และอุปกรณ์ และแยกสายป้อนออกจากกันอย่างชัดเจน



รูป 2-8 ตัวอย่างตู้ รูปแบบที่ 4B

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 รายละเอียดของอาคารที่ศึกษา

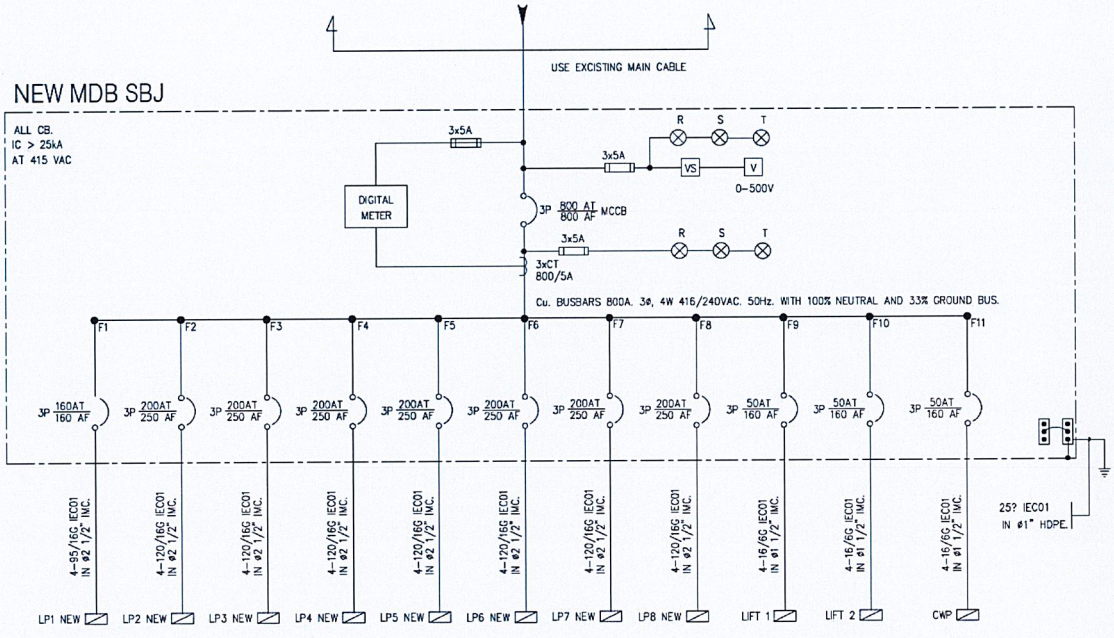
โรงแรมเอสราม เลเชอร์ (S-Ram Leisure Hotel) ตั้งอยู่ที่ ถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานครฯ ประกอบด้วยกัน 2 อาคาร คือ อาคาร 8 ชั้น และอาคาร 4 ชั้น มีการรับไฟจากการไฟฟ้านครหลวง ด้วยระดับแรงดัน 24 kVA และใช้หม้อแปลง 1,600 kVA จ่ายให้กับทั้ง 2 อาคาร

รูปที่ 3-1 โรงแรมเอสราม เลเชอร์

โดยแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board; MDB) ใช้ตู้สวิตช์บอร์ด รูปแบบที่ 2B โดยมีส่วนกั้นแยกระหว่างช่องบัสบาร์ออกจากตัวอุปกรณ์ และขั้วต่อสายตัวนำภายนอก แต่อุปกรณ์และขั้วต่อสายจะอยู่ภายในช่องเดียวกันโดยไม่มีการแบ่งกั้น กรณีเกิดการลัดวงจรขึ้นอาจจะได้รับความเสียหายบางส่วน ตู้รูปแบบนี้เหมาะกับงานควบคุมโหลดเฉพาะจุดภายในอาคารที่มีโหลดไม่มากนัก จึงนำมาประยุกต์ใช้เป็นแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก

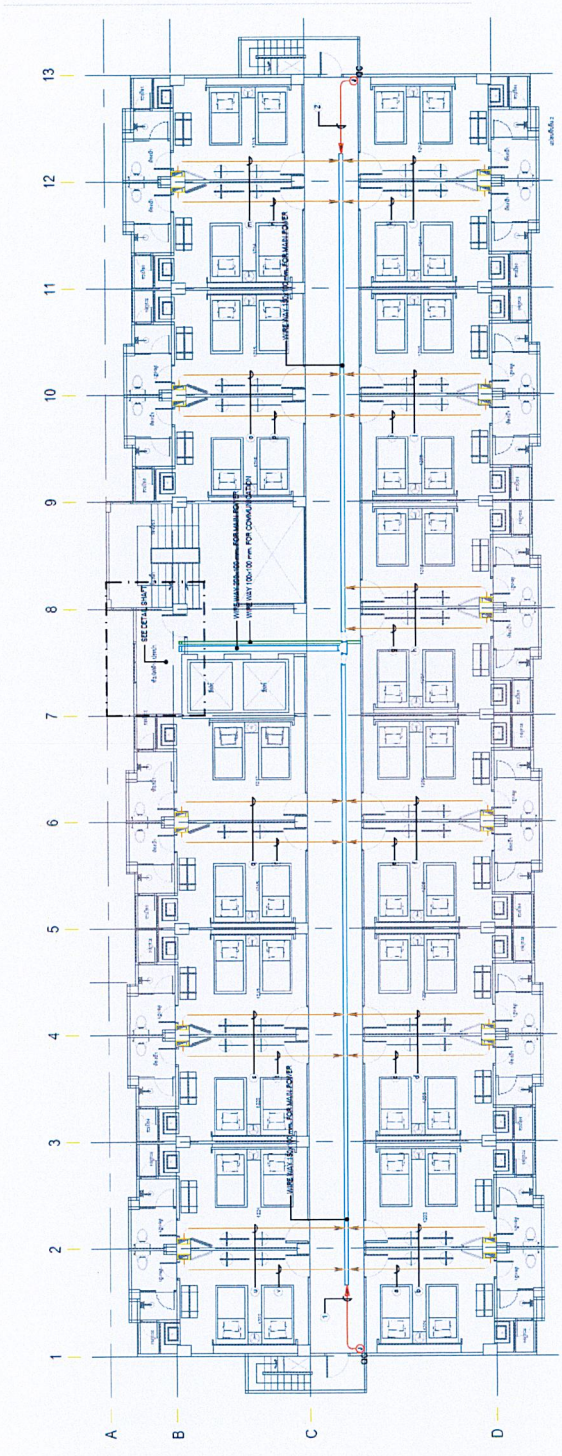
3.2 การดำเนินงานของอาคาร 8 ชั้น

จากแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board; MDB) เชื่อมต่อกับสายป้อนทั้งหมด 11 สาย ซึ่ง LP1 ถึง LP8 ควบคุมในส่วนห้องพัก LIFT 1 และ LIFT 2 ควบคุมลิฟต์ภายในอาคาร และ CWP ควบคุมห้องปั๊ม



รูปที่ 3-2 Single line diagram ของอาคาร 8 ชั้น (อ้างอิงภาพจากภาคผนวก IV)

จาก**รูปที่ 3-3** ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพักของชั้น 2-8 ของอาคาร 8 **(อ้างอิงภาพจากภาคผนวก IV)** และ**ตารางที่ 3-1** ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของของพักอาคาร 8 ชั้น โดยเป็นระยะที่มีการคำนวณเผื่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้นไว้ที่ 1.25% ซึ่งเป็นระยะที่จะนำมาคำนวณ และมีการจัดการในการจ่ายสายไฟให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดได้ โดยในการควบคุมการจ่ายสายไฟ จะมีการประเมินการทำงานในแต่ละวันสามารถทำได้จำนวณกี่ห้อง และจ่ายสายไฟตามจำนวณที่จะทำการวางระบบในวันนั้น



รูปที่ 3-3 ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของชั้น 2-8 ของอาคาร 8 ชั้น

(อ้างอิงภาพจากภาคผนวก IV)

ตารางที่ 3-1 ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น

หมายเลขห้อง	ระยะสาย (เมตร)
xx01	41
xx02	39
xx03	33
xx04	31
xx05	25
xx06	23
xx07	17
xx08	18
xx09	25
xx10	26
xx11	33
xx12	35
xx13	35
xx14	33
xx15	27
xx16	25
xx17	23
xx18	25
xx19	31
xx20	33
xx21	39
xx22	41
รวมต่อชั้น	658

หมายเหตุ: รูปแบบตารางโหลดในส่วนห้องพัก จะเป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 7 ตู้ (154 ห้อง)

ตารางที่ 3-2 การเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น

	หมายเลขห้อง	ระยะสาย (เมตร)	จำนวณสายเหลือใช้ (เมตร)
ม้วนที่ 1	1,2	41,39	20
ม้วนที่ 2	3,4	33,31	36
ม้วนที่ 3	5,6	25,23	52
ม้วนที่ 4	7,8	17,18	65
ม้วนที่ 5	9,10	25,26	49
ม้วนที่ 6	11,12	33,35	32
ม้วนที่ 7	13,14	35,33	32
ม้วนที่ 8	15,16	27,25	48
ม้วนที่ 9	17,18	23,25	52
ม้วนที่ 10	19,20	31,33	36
ม้วนที่ 11	21,22	39,41	20
รวม			442

หมายเหตุ : เป็นการจำลองการใช้สายไฟโดยเฉลี่ย เพราะในการติดตั้งจริงอาจมีการเดินสายไฟในเวลาเดียวกัน จึงเกิดความคลาดเคลื่อนต่อการคำนวณได้

จาก**ตารางที่ 3-2** เป็นการแสดงการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น โดยเฉลี่ยม้วนละ 2 ห้อง เนื่องจากสาย THW ที่ใช้ 1 ม้วน มีความยาว 100 เมตร จากการคำนวณระยะสายป้อนที่ต้องใช้ในแต่ละห้อง เมื่อนำมาคิดจำนวณม้วนสายที่ใช้ โดยมีสาย line, neutral และ ground จึงต้องใช้จำนวณ 33 ม้วนต่อชั้น และแต่ละม้วนเหลือสายเหลือทิ้งจำนวณมาก เป็นการคำนวณโดยประมาณ เนื่องจากในเวลาทำงานช่างเริ่มทำงานพร้อมๆกัน จึงจะแบ่งจำนวน ห้องต่อม้วน ตามสะดวกของช่าง

แต่หากจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบให้กับผู้รับเหมาให้ดี เราสามารถลดจำนวณสายที่ใช้ลงได้ โดยคำนวณให้ 1 ม้วน มีการใช้งานที่คุ้มค่าที่สุด **ตามตารางที่ 3-3**

ตารางที่ 3-3 หลังการควบคุมการจ่ายสายไฟในการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น

	หมายเลขห้อง	ระยะสาย (เมตร)	จำนวณสายเหลือใช้ (เมตร)
ม้วนที่ 1	19,14,13	31,33,35	1
ม้วนที่ 2	12,11,4	35,33,31	1
ม้วนที่ 3	1,8,22	41,18,41	0
ม้วนที่ 4	2,3,15	39,33,27	1
ม้วนที่ 5	10,20,21	26,33,39	2
ม้วนที่ 6	5,9,16,18	25,25,25,25	0
ม้วนที่ 7	6,7,17	23,17,23	37
รวม			42

จำนวณสาย THW ที่ต้องใช้ โดยมีสาย line, neutral และ ground โดยตัดแบ่งลำดับตามห้องจะได้จำนวณ 33 ม้วนต่อชั้น แต่เมื่อมีการจัดการและควบคุมการแบ่งสายใหม่ จึงเหลือ 21 ม้วนต่อชั้น ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดการสิ้นเปลือง และลดจำนวณม้วนสายที่ใช้งานลงได้ โดยสรุปได้ดั้งนี้

อาคาร 8 ชั้น ก่อนการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟ

ใช้สายจำนวน 11 ม้วน และเหลือ 442 เมตร ต่อชั้น โดยมีการใช้งานดังนี้

1. สาย Line จำนวน 11 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 442 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm.
2. สาย Neutral จำนวน 11 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 442 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm.
3. สาย Ground จำนวน 11 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 442 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm.

รวมทั้ง 7 ชั้นเป็น

- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm. จำนวน 154 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 6,188 เมตร
- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm. จำนวน 77 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 3,094 เมตร

อาคาร 8 ชั้น หลังการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟ

ใช้สายจำนวน 7 ม้วน และเหลือ 42 เมตร ต่อชั้น โดยมีการใช้งานดังนี้

1. สาย Line จำนวน 7 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 42 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm.
2. สาย Neutral จำนวน 7 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 42 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm.
3. สาย Ground จำนวน 7 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 42 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm.

รวมทั้ง 7 ชั้นเป็น

- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 10 sq.mm. จำนวน 98 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 588 เมตร
- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm. จำนวน 49 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 294 เมตร

หมายเหตุ : ม้วนละ 100 เมตร

โดยหากคิดราคาสายที่เหลือต่อตารางเมตร (ราคาสายไฟ ตาม**ภาคผนวกที่ III**)

1. สาย line และ neutral ตามมาตรฐาน วสท. 2556 ชนิดสาย IEC01 (THW) ขนาด 10 sqmm. **(ภาคผนวกที่ III)**
2. สาย ground ตามมาตรฐาน วสท. 2556 ชนิดสาย IEC01 (THW) ขนาด 4 sqmm. (**ภาคผนวกที่ III**)

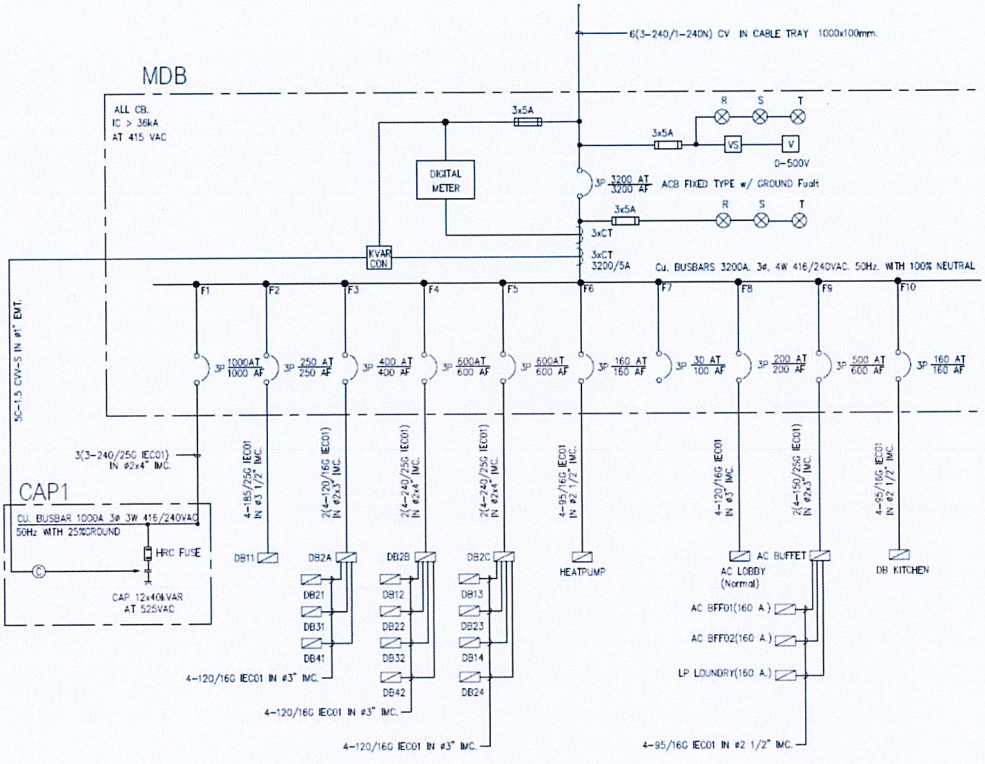
และสามารถสรุประยะสายที่สามารถลดลงได้ ตาม**ตารางที่ 3-4**

ตารางที่ 3-4 สรุประยะสายที่สามารถลดได้ของอาคาร 8 ชั้น

การจัดการ	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	จำนวนสายที่ใช้ (ม้วน)	ระยะสายที่เหลือ (เมตร)
ก่อน	10	154	6,188
หลัง	10	98	588
ประหยัดไป		56	5,600
ก่อน	4	77	3,094
หลัง	4	49	294
ประหยัดไป		28	2,800

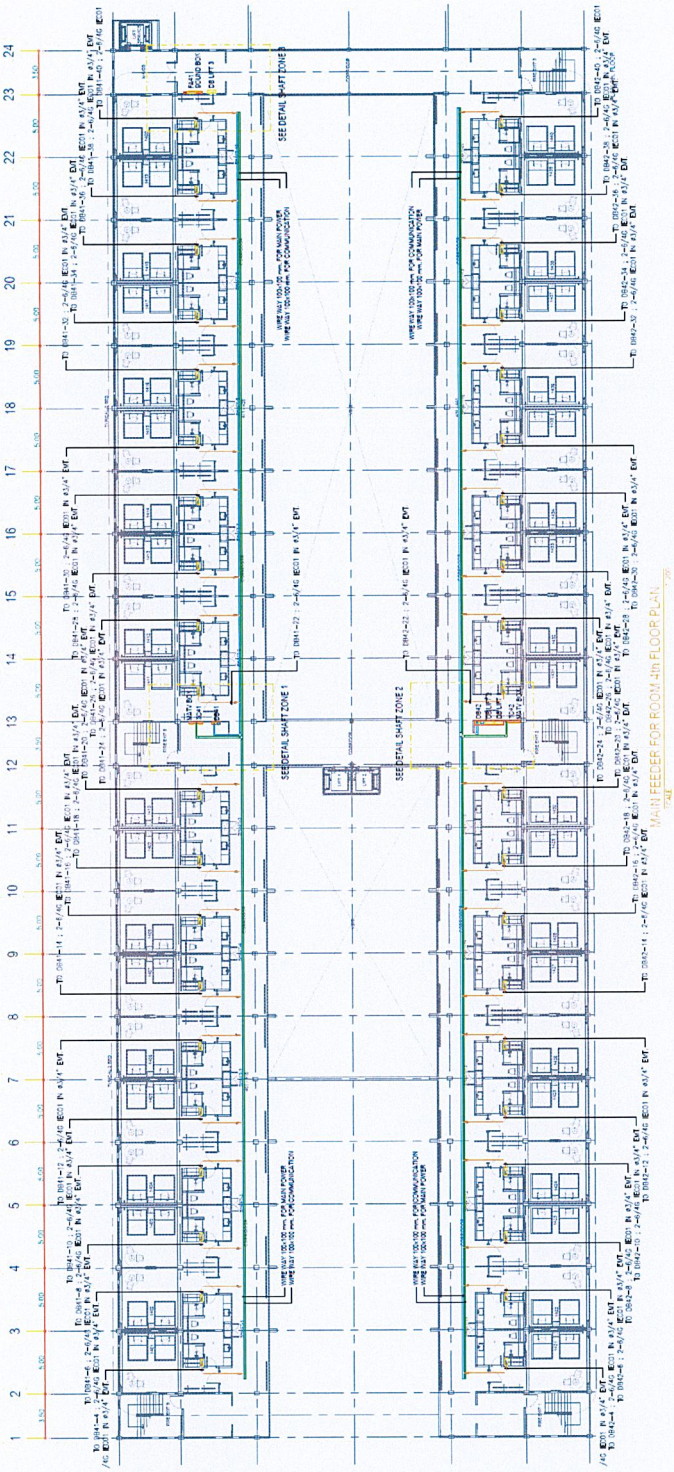
3.3 การดำเนินงานของอาคาร 4 ชั้น

จากแผงควบคุมไฟฟ้าหลัก (Main Distribution Board; MDB) เชื่อมต่อกับสายป้อนทั้งหมด 8 สายหลัก ซึ่ง DB ทั้งหมดควบคุมในส่วนห้องพัก HEATPUMP ควบคุมห้องปั๊ม LOBBY ควบคุมห้องโถงชั้นที่ 1 BUFFET และ KITCHEN ควบคุมห้องรับประทานอาหารและห้องครัวตามลำดับ



รูปที่ 3-4 Single line diagram ของอาคาร 4 ชั้น (อ้างอิงภาพจากจากภาคผนวก IV)

จาก**รูปที่ 3-5** แสดงระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น และ**ตารางที่ 3-5** ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น **(อ้างอิงภาพจากภาคผนวก IV)** โดยเป็นระยะที่มีการคำนวณเผื่อความเสียหายที่จะเกิดขึ้นไว้ที่ 1.25% ซึ่งเป็นระยะที่จะนำมาคำนวณ และมีการจัดการในการจ่ายสายไฟให้เกิดความคุ้มค่าสูงสุดได้ โดยในการควบคุมการจ่ายสายไฟ จะมีการประเมินการทำงานในแต่ละวันสามารถทำได้จำนวณกี่ห้อง และจ่ายสายไฟตามจำนวณที่จะทำการวางระบบในวันนั้น



รูปที่ 3-5 ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น

(อ้างอิงภาพจากภาคผนวก IV)

ตารางที่ 3-5 ระยะสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น

หมายเลขห้อง	ระยะสุทธิ (เมตร)		หมายเลขห้อง	ระยะสุทธิ (เมตร)
xx01	65		xx21	41
xx02	60		xx22	46
xx03	55		xx23	51
xx04	50		xx24	56
xx05	45		xx25	61
xx06	40		xx26	66
xx07	35		xx27	71
xx08	30		xx28	76
xx09	25		xx29	81
xx10	20		xx30	86
xx11	20		xx31	105
xx12	25		xx32	110
xx13	30		xx33	115
xx14	35		xx34	120
xx15	40		xx35	125
xx16	45		xx36	130
xx17	50		xx37	135
xx18	55		xx38	140
xx19	60		xx39	145
xx20	65		xx40	150
รวม	850		รวม	1910

หมายเหตุ: รูปแบบตารางโหลดในส่วนห้องพัก จะเป็นรูปแบบเดียวกันทั้ง 12 ตู้ (240 ห้อง)

ตารางที่ 3-6 การเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น

	หมายเลขห้อง	ระยะสาย (เมตร)	ระยะสายเหลือใช้ (เมตร)
ม้วนที่ 1,2	1,2,3	65,60,55	20
ม้วนที่ 3	4,5	50,45	5
ม้วนที่ 4	6,7	40,35	25
ม้วนที่ 5,6	8,9,10	30,25,20	25
ม้วนที่ 7,8	11,12,13	20,25,30	25
ม้วนที่ 9	14,15	33,35	32
ม้วนที่ 10	16,17	35,33	32
ม้วนที่ 11,12	18,19,20	27,25	48
ม้วนที่ 12	21,22	41,46	13
ม้วนที่ 13,14	23,24,25	51,56,61	32
ม้วนที่ 15	26	66	34
ม้วนที่ 16	27	71	29
ม้วนที่ 17	28	76	24
ม้วนที่ 18	29	81	19
ม้วนที่ 19	30	86	14
ม้วนที่ 20,21,22	31,32	105,110	85
ม้วนที่ 23,24,25	33,34	115,120	65
ม้วนที่ 26,27,28	35,36	125,130	45
ม้วนที่ 29,30,31	37,38	135,140	25
ม้วนที่ 32,33,34	39,40	145,150	5
รวม			602

หมายเหตุ : เป็นการจำลองการใช้สายไฟโดยเฉลี่ย เพราะในการติดตั้งจริงอาจมีการเดินสายไฟในเวลาเดียวกัน จึงเกิดความคลาดเคลื่อนต่อการคำนวณได้

จากการคำนวณระยะสายป้อนที่ต้องใช้ในแต่ละห้อง เมื่อนำมาคิดจำนวณม้วนสายที่ใช้ โดยมีสาย line, neutral และ ground ในชั้นหนึ่งและชั้นสองซึ่งมีจำนวนชั้นละ 80 ห้อง และชั้นสามและชั้นสี่ ซึ่งมีจำนวนชั้นละ 40 ห้อง และสาย THW ที่ใช้ 1 ม้วน มีความยาว 100 เมตร และแต่ละม้วนเหลือสายเหลือทิ้งจำนวณมาก จึงควรมีการจัดการเพื่อให้เกิดความคุ้มค่า

แต่หากจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบให้กับผู้รับเหมาให้ดี โดยคำนวณให้มีการใช้งานที่คุ้มค่าที่สุด **ตามตารางที่ 3-7**

ตารางที่ 3-7 หลังการควบคุมการจ่ายสายไฟในการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น

	หมายเลขห้อง	ระยะสาย (เมตร)	ระยะสายเหลือใช้ (เมตร)
ม้วนที่ 1	3,5	55,45	0
ม้วนที่ 2	1,7	65,35	0
ม้วนที่ 3	2,6	60,40	0
ม้วนที่ 4	8,10,11,13	30,20,20,30	0
ม้วนที่ 5	4,9,12	50,25,25	0
ม้วนที่ 6	16,18	45,55	0
ม้วนที่ 7	15,19	40,60	0
ม้วนที่ 8	14,20	35,65	0
ม้วนที่ 9,10	17,21,31	50,41,105	4
ม้วนที่ 11	22,23	51,46	3
ม้วนที่ 12,13	24,38	56,140	4
ม้วนที่ 14,15	25,37	61,135	4
ม้วนที่ 16,17	26,36	66,130	4
ม้วนที่ 18,19	27,35	71,125	4
ม้วนที่ 20,21	28,34	76,120	4
ม้วนที่ 22,23	29,33	81,115	4
ม้วนที่ 24,25	30,32	86,110	4
ม้วนที่ 26,27,28	39,40	145,150	5
รวม			40

จำนวณสาย THW ที่ต้องใช้งาน โดยมีสาย line, neutral และ ground ตัดแบ่งลำดับตามห้อง จะได้จำนวณ 68 ม้วน ในชั้นที่หนึ่งและสอง และ 34 ม้วน ในชั้นที่สามและสี่ แต่เมื่อมีการจัดสรรและควบคุมการแบ่งสายใหม่ จึงเหลือ 56 ม้วน ในชั้นที่หนึ่งและสอง และ 28 ม้วน ในชั้นที่สามและสี่ ซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดการสิ้นเปลือง และลดจำนวณม้วนสายที่ใช้งานลงได้ โดยสรุปได้ดั้งนี้

อาคาร 4 ชั้น ก่อนการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟ

ใช้สายจำนวน 34 ม้วน และเหลือ 602 เมตร ต่อชั้น โดยมีการใช้งานดังนี้

1. สาย Line จำนวน 34 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 602 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm.
2. สาย Neutral จำนวน 34 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 602 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm.
3. สาย Ground จำนวน 34 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 602 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm.

รวมทั้ง 4 ชั้นเป็น

- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm. จำนวน 408 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 7,224 เมตร
- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm. จำนวน 204 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 3,612 เมตร

อาคาร 4 ชั้น หลังการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟ

ใช้สายจำนวน 28 ม้วน เหลือ 40 เมตร ต่อชั้น โดยมีการใช้งานดังนี้

1. สาย Line จำนวน 28 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 40 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm.
2. สาย Neutral จำนวน 28 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 40 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm.
3. สาย Ground จำนวน 28 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 40 เมตร พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm.

รวมทั้ง 4 ชั้นเป็น

- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 6 sq.mm. จำนวน 336 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 480 เมตร
- พื้นที่หน้าตัดตัวนำขนาด 4 sq.mm. จำนวน 168 ม้วน ระยะสายที่เหลือ 240 เมตร

หมายเหตุ : ม้วนละ 100 เมตร

โดยคิดราคาสายที่เหลือต่อตารางเมตร (ราคาสายไฟ ตาม**ภาคผนวกที่ III)**

1. ซึ่งขนาดสายเมนที่ใช้เป็นสาย line และ neutral ตามมาตรฐาน วสท. 2556 ชนิดสาย THW ขนาด 6 sqmm. (**ภาคผนวกที่ III**)

2. ขนาดสายเมนที่ใช้เป็นสาย ground ตามมาตรฐาน วสท. 2556 ชนิดสาย THW ขนาด 4 sqmm. **(ภาคผนวกที่ III)**

และสามารถสรุประยะสายที่สามารถลดลงได้ ตาม**ตารางที่ 3-8**

ตารางที่ 3-8 สรุประยะสายที่สามารถลดได้ของอาคาร 4 ชั้น

การจัดการ	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	จำนวนสายที่ใช้ (ม้วน)	ระยะสายที่เหลือ (เมตร)
ก่อน	6	408	7,224
หลัง	6	336	480
ประหยัดไป		72	6,744
ก่อน	4	204	3,612
หลัง	4	168	240
ประหยัดไป		36	3,370

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การเปรียบเทียบอาคาร 8 ชั้น ก่อนและหลังการจัดการสายป้อนบริเวณห้องพัก

เมื่อมีการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบให้กับผู้รับเหมา เราสามารถลดจำนวณสายที่ใช้งาน และยังลดเศษสายเหลือใช้ได้อีกด้วย โดยมีการแสดงการเปรียบเทียบ ก่อนแหละหลังการจัดการ

ตารางที่ 4-1 แสดงค่าใช้จ่ายของอาคาร 8 ชั้น

การจัดการ	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	จำนวนสายที่ใช้ (ม้วน)	ระยะสายที่เหลือ (เมตร)	ราคาสายที่ใช้ (บาท)	ราคาสายเหลือใช้ (บาท)
ก่อน	10	154	6,188	759,220	305,068.40
หลัง	10	98	588	483,140	28,988.40
ประหยัดไป		56	5,600	276,080	276,080
ก่อน	4	77	3,094	143,990	57,857.80
หลัง	4	49	294	91,630	5,497.80
ประหยัดไป		28	2,800	52,360	52,360

ตารางที่ 4-2 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 8 ชั้น

การจัดการ	ราคาสายที่ใช้ (บาท)	ราคาสายเหลือใช้ (บาท)
ก่อน	903,210	362,926.20
หลัง	574,770	34,486.20
ประหยัดไป	656,880	

4.2 แสดงการเปรียบเทียบอาคาร 4 ชั้น ก่อนและหลังการจัดการสายป้อนบริเวณห้องพัก

เมื่อมีการจัดการและควบคุมการจ่ายสายไฟที่ใช้ในงานระบบให้กับผู้รับเหมา เราสามารถลดจำนวณสายที่ใช้งาน และยังลดเศษสายเหลือใช้ได้อีกด้วย โดยมีการแสดงการเปรียบเทียบ ก่อนแหละหลังการจัดการ

ตารางที่ 4-3 แสดงค่าใช้จ่ายของอาคาร 4 ชั้น

การจัดการ	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	จำนวนสายที่ใช้ (ม้วน)	ระยะสายที่เหลือ (เมตร)	ราคาสายที่ใช้ (บาท)	ราคาสายเหลือใช้ (บาท)
ก่อน	6	408	7,224	1,224,000	216,720
หลัง	6	336	480	1,008,000	14,400
ประหยัดไป		72	6744	216,000	202,320
ก่อน	4	204	3,612	381,480	67,544.40
หลัง	4	168	240	314,160	4,488
ประหยัดไป		36	3370	67,320	63,056.40

ตารางที่ 4-4 แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น

การจัดการ	ราคาสายที่ใช้ (บาท)	ราคาสายเหลือใช้ (บาท)
ก่อน	1,605,480	284,264.40
หลัง	1,322,160	18,888
ประหยัดไป	548,696.40	

จะเห็นได้ว่าสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของอาคาร 8 ชั้นไปได้ 656,880 บาท ซึ่งคิดเป็น 48.12 % และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของอาคาร 4 ชั้นไปได้ 548,696.40 บาท ซึ่งคิดเป็น 70.96 %

หากคิดมูลค่ารวมทั้งโครงการสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ 1,205,577 บาท หรือคิดเป็น 61.80 % สำหรับการจัดการการจ่ายสายป้อนในห้องพักเพื่อให้เกิดการใช้งานอย่างคุ้มค่าที่สุด

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

นักศึกษาได้ปฏิบัติสหกิจศึกษาใน บริษัท ทีเอชเอส ดีเวลลอปเม้นท์ จำกัด ในส่วนงานรับเหมาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าในอาคาร ในโครงการก่อสร้างโรงแรม เอส ราม ประกอบไปด้วยอาคาร 2 อาคาร คือ อาคาร 8 ชั้น จำนวน 154 ห้อง และอาคาร 4 ชั้น จำนวน 240 ห้อง โดยเริ่มจากในการทำงานได้สังเกตเห็นสายไฟที่เหลือใช้จากการทำการติดตั้งเดินระบบไฟฟ้า โดยถูกใช้งานและยังใช้งานไม่หมดเป็นจำนวนมาก จึงได้มีความคิดที่จะลดการสูญเสียในส่วนนี้ จึงมีแนวทางในการจัดการควบคุมการจ่ายสายไฟให้กับผู้รับเหมา

โดยการควบคุมการจ่ายสายไฟให้กับผู้รับเหมานั้น หากจะทำในทุกชนิดสายไฟอาจเกิดการสิ้นเปลืองเวลามากเกินไปและเกิดความยุ่งยาก จึงมุ่งเน้นไปที่สายป้อนบริเวณห้องพักของโรงแรม เพราะมีห้องพักจำนวนมาก และสะดวกต่อการจัดการและการทำงานของช่าง จึงได้นำระยะการเดินสายไฟนั้นมาคำนวณให้มีการใช้สายไฟอย่างคุ้มค่าที่สุด เหลือใช้น้อยที่สุด จึงทำให้สามารถประหยัดต้นทุนได้ 656,880 บาท ซึ่งคิดเป็น 48.12% ของอาคาร 8 ชั้น และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายของอาคาร 4 ชั้นไปได้ 548,696.40 บาท ซึ่งคิดเป็น 70.96% หากคิดมูลค่ารวมทั้งโครงการจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายไปได้ 1,205,577 บาท หรือคิดเป็น 61.80% ซึ่งมากกว่าที่คาดการไว้ในตอนต้น

ตารางที่ 5-1 แสดงข้อดีและข้อเสียของโครงงาน

ข้อดี	ข้อเสีย
1. สามารถประหยัดต้นทุนในด้านงานระบบได้จำนวน 1,205,577 บาท	1. ใช้เวลามากขึ้นในการทำงานในขั้นตอนนี้
2. ลดเศษสายเหลือใช้ และใช้สายไฟได้อย่างคุ้มค่ามากขึ้น	2. บุคคลากรในบริษัทต้องควบคุมการทำงานของช่างอย่างใกล้ชิด เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่อาจเกินขึ้น
3. มีการทำงานเป็นระบบมากขึ้น	3. เมื่อมีการแบ่งสายไฟอย่างไม่เรียงห้องอาจยากต่อการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ปัญหา

1. ช่วงเวลาที่เข้าไปทำสหกิจ งานระบบส่วนใหญ่ถูกดำเนินการไปแล้วจึงยากต่อการสังเกตปัญหา
2. ขาดความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติงาน
3. การจำลองสถานการณ์มีความคลาดเคลื่อนกับการปฏิบัติงานจริง
4. ข้อมูลการจัดซื้อหาได้ยากและอาจมีความคลาดเคลื่อน

แนวทางการแก้ไข

1. สอบถามและพูดคุยกับพี่เลี้ยงมากขึ้นในงานระบบที่ดำเนินไปแล้ว
2. ศึกษาหาข้อมูลและสังเกตการทำงานมากขึ้น
3. สังเกตการทำงานและจำลองสถานการ์ที่เป็นไปได้
4. อาจลดขั้นตอนที่ทำให้เกิดความยุ่งยาก และมีการพูดคุยกับผู้รับเหมาอยู่เสมอ เพื่อลดการเกิดความเสียหาย
5. หาข้อมูลที่ต้องการให้มีความใกล้เคียงมากที่สุด และศึกษาจากหลายแหล่งที่มา

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำงานกับคนอาจมีความยุ่งยาก และเกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่ายกว่าการทำงานกับเครื่องจักร แต่หากปฏิบัติได้จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในส่วนต้นทุนลงได้ ทั้งนี้อาจต้องเสียเวลาในการควบคุมการทำงานของผู้รับเหมาอย่างใกล้ชิด แต่สามารถพัฒนาใช้กับการเดินท่อ หรือระบบต่างๆได้

เอกสารอ้างอิง

1. ตู้สวิตช์บอร์ด , http://www.research-system.siam.edu/images/EE/CO-OP60/3-59/ch2.pdf
2. มาตรฐานการออกแบบอาคารและสถานที่ , http://www.prm.chula.ac.th/DL-paper58_03.pdf
3. มาตรฐานการติดตั้งงานไฟฟ้า , http://www.elfit.ssru.ac.th/nuttida_ch/file.php/1/Energy_Management/04-St-industrial.pdf
4. การคำนวณโหลด , http://eng.rtu.ac.th/ESD/ch8.pdf
5. การออกแบบและการติดตั้งระบบไฟฟ้า , http://www.research-system.siam.edu/coop/ELECTRICAL_SYSTEMS_DESIGN_AND_INSTALLATION_OF_RESIDENTIAL_BUILDINGS.pdf
6. การเดินสายไฟในอาคาร , http://www.pcat.ac.th/_files_school/00000831/data/232.pdf
7. หนังสือมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า http://www.technictrang.ac.th/wp-content/.pdf
8. ราคาสายไฟและเคเบิ้ล phelps dodge , https://www.pdcable.com/wp-content/uploads/2019/06/Phelps-Dodge-PriceList-2019-for-web.pdf
9. คณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า. **มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสาหรับประเทศไทย พ.ศ.2556** วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

ภาคผนวก

ภาคผนวก I

แนวทางในการทำงานอย่างเป็นระบบและกระชับเวลาในการทำงาน

<u>จัดการการยืมคืนเครื่องมืออย่างเป็นระบบ</u>

ในการเบิกอุปกรณ์ไปใช้ในการทำงาน มีระบบการเขียนใบเบิกอุปกรณ์ที่ใช้งานอยู่ก่อนแล้ว แต่ในการยืมเครื่องมือเครื่องใช้ของทางบริษัทนั้นไม่ได้มีการทำอย่างเป็นระบบ หรือเป็นลายลักษณ์อักษรอย่างชัดเจน จึงก่อให้เกิดปัญหา และทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน จึงเสนอแนวทางการแก้ไขเพื่อลดปัญหาและกระชับเวลาในการทำงานมากขึ้น

1. ก่อนตกลงว่าจ้างผู้รับเหมา นอกเหนือจากการตกลงเรื่องราคา ควรมีการสอบผู้รับเหมาโดยทำรายการอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการทำงาน ยืนยันว่าผู้รับเหมามีอุปกรณ์ดังกล่าวที่พร้อมใช้งานและลงลายมือชื่ออย่างชัดเจน
2. เมื่อถึงเวลาทำงาน หากผู้รับเหมามีความจำเป็นต้องยืมเครื่องมือกับทางบริษัท ควรทำเป็นเอกสารยืมคืนอุปกรณ์ และลงลายมือชื่อรับผิดชอบหากเกิดการชำรุดเสียหายของอุปกรณ์ โดยเอกสารตาม **เอกสารที่ 1**

เอกสารที่ 1

ใบยืม-คืน เครื่องมือสำหรับผู้รับเหมา

ตารางที่ 3-13 เครื่องมือที่ต้องการยืมใช้งาน

ชื่อเครื่องมือ	ระยะเวลา		หมายเหตุ
	ยืม	คืน	

*** หากไม่มีการส่งคืนตามระยะเวลาที่ระบุไว้ หรือเกิดการชำรุดเสียหาย
ยินยอมให้เรียกค่าเสียหายจากผู้รับเหมาได้ตามสมควร ***

ลงชื่อผู้รับเหมา

_____

(.....)

ลงชื่อผู้ตอบรับ

_____

(.....)

และได้สังเกตเห็นว่าการทำงานแต่ละงานสำเร็จ ไม่ได้มีการตรวจเช็คเครื่องมือที่ใช้ในการทำงาน ในวันต่อไปที่ต้องการจะใช้งานจึงเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ ซึ่งอาจชำรุด เช่น ขึ้นสนิมจากการโดนน้ำฝน หรือสูญหายจากการลืมไว้หน้าไซต์งาน

รวมถึงการใช้งานในแต่ละไซต์งานเสร็จ ซึ่งเครื่องมือบางชนิดมีเพียงไม่กี่ชิ้น จึงใช้งานหลายแห่ง และเมื่อมีการเคลื่อนย้ายก็จะเกิดการสูญหายได้ง่าย หากไม่มีการทำที่เก็บที่สามารถหยิบใช้งานและเก็บได้สะดวก จึงมีการคิดที่จะทำกล่องเก็บอุปกรณ์เพื่อเก็บและเช็คหลังการใช้งาน เพื่อง่ายและลดการสูญเสียและสูญหายในแต่ละครั้งที่ใช้งาน

<u>ขั้นตอนการประดิษฐ์กล่องเก็บอุปกรณ์เทสระบบแสงสว่าง</u>

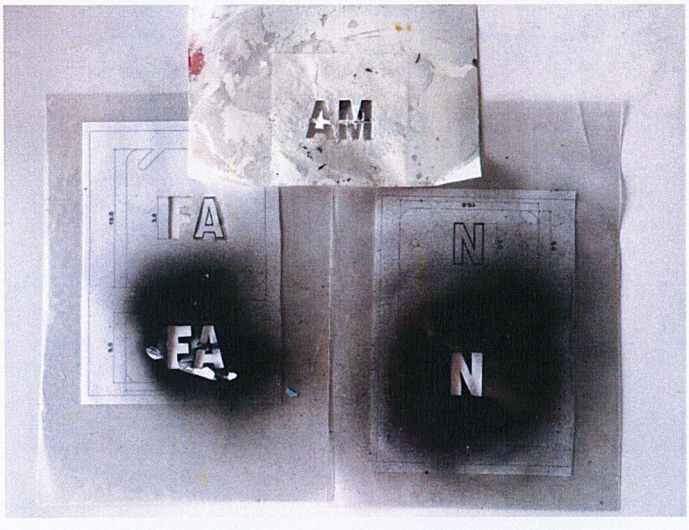
1. วัดขนาดอุปกรณ์ที่จะเก็บในกล่องให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ
2. ใช้ฝาปิดรางสายไฟที่เหลือในการทำตัวกล่องเก็บ เพราะมีความแข็งแรงทนทาน
3. ตัดแผ่นเหล็กตามขนาดที่วัดไว้
4. เจาะรูเพื่อยึดประกอบกล่อง
5. เจาะแผ่นพ่นสีเพื่อพ่นชื่อลงบนกล่องเก็บอุปกรณ์
6. พ่นสีลงบนกล่อง

รูปที่ 3-1 ประดิษฐ์กล่องเก็บอุปกรณ์

รูปที่ 3-2 กล่องเก็บอุปกรณ์เทสระบบแสงสว่าง

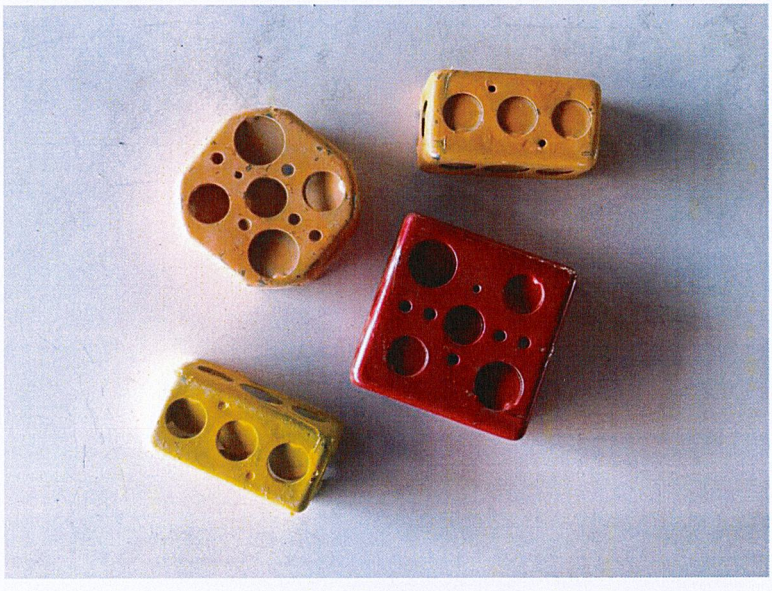
<u>เสนอแนวทางเพื่อกระชับเวลาในการทำงาน</u>

1. ในทุกครั้งที่ต้องการพ่นสีทำสัญลักษณ์บล็อกไฟฟ้า จะต้องมีการตัดกระดาษทำสัญลักษณ์ใหม่แทบทุกครั้ง เพราะวัสดุที่ใช้ทำเป็นกระดาษแข็ง กระดาษเคลือบ ไม่แข็งแรง เมื่อใช้เสร็จเกิดการชำรุดเสียหาย จึงควรทำแบบอักษรที่ใช้ในการทำสัญลักษณ์บล็อกไฟฟ้า ให้มีความคงทนกว่าเดิม สามารถใช้งานได้ทุกไซต์ หรือใช้งานได้ยาวนานที่สุด เมื่อถึงเวลาใช้งานจะได้สามารถหยิบใช้ได้ทันที ไม่ต้องเสียเวลานั่งตัดกระดาษใหม่ทุกครั้ง



รูปที่ 3-3 กระดาษทำสัญลักษณ์บล็อกไฟฟ้า

2. การก่อสร้างอาคาร งานระบบทุกอย่างจะดำเนินไปพร้อมกับการก่อสร้าง หากต้องมีการวางท่อในงานไฟฟ้าและประปา ต้องมีการคุยงานกับทางโยธาเพื่อดำเนินงานไปพร้อมกัน และควรใช้เวลาน้อยที่สุด ดังนั้นสิ่งที่จะช่วยประหยัดเวลาและลดการสิ้นเปลืองวัสดุที่เหลือใช้จากการใช้งาน ลดการสิ้นเปลืองในขั้นตอนการเตรียมงาน คือ การประกอบท่อและบล็อกให้เป็นเซ็ต จัดเตรียมไว้เพื่อใช้งาน เพื่อประกอบนี้ให้เข้ากับงานโครงสร้างก่อนงานเท



รูปที่ 3-4 จัดเตรียมบล็อคไฟฟ้าเท่ากับจำนวณที่ต้องใช้งาน

ภาคผนวก II

การคำนวณโหลดในห้องพักอาคาร 8 ชั้น

โหลดภายในห้องพัก

1. เครื่องปรับอากาศ 1,700 VA
2. เครื่องทำน้ำร้อน 3,300 VA
3. เต้ารับ 800 VA
4. แสงสว่าง 45 VA

กระแส หาได้จาก $\frac{(1{,}700+3{,}300+800+45)}{230} = \frac{5{,}845\ VA}{230\ V}$ = 25.41 A

เนื่องจากคำนวณแบบโหลดต่อเนื่อง จึงคูณ 1.25 = 25.41×1.25 = 31.46 A

เลือก CB 32 AT, 63 AF

โดยในการติดตั้งจริง ใช้ CB ขนาด 40 AT ซึ่งสามารถลดทอนลงได้

เลือกสายโดยใช้ CB โดยดูจากตารางที่ 5-20 วสท. 2556 เป็นลักษณะการติดตั้งกลุ่มที่ 1 แบบเดินบนฝ้า 1 เฟส แกนเดียว โดยขนาดสายที่เลือกใช้คือ 2×10 sqmm. IEC01

เลือก Ground โดยดูจากตารางที่ 4-2 วสท. 2556 จะได้ขนาด 4 sqmm.

การดีมานด์โหลดภายในชั้น (22 ห้อง)

โดยดูดีมานด์แฟกเตอร์จาก ตารางที่ 3-1 ถึง 3-3 วสท. 2556

1. เครื่องปรับอากาศ $0.75(1{,}700 \times 22)$ = 28,050 VA
2. เครื่องทำน้ำร้อน $(2 \times 3{,}300) + [0.25(3{,}300 \times 20)]$ = 23,100 VA
3. เต้ารับ $10{,}000 + (0.5 \times 7{,}600)$ = 13,800 VA
4. แสงสว่าง $0.5(45 \times 22)$ = 495 VA
5. โหลดส่วนกลาง 11,450 VA

กระแส หาได้จาก $\frac{(28{,}050+23{,}100+13{,}800+495+11{,}450)}{400\sqrt{3}} = \frac{76{,}895\ \text{VA}}{400\sqrt{3}\ \text{V}}$ = 111 A

เนื่องจากคำนวณแบบโหลดต่อเนื่อง จึงคูณ 1.25 = 111×1.25 = 138.75 A

เลือก CB 160 AT, 250 AF

ซึ่งในอาคารจริงมีการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด 200 AT ซึ่งไม่ได้ผิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 เพราะออกแบบไว้สำหรับรองรับการติดตั้งโหลดเพิ่มเติม แต่จะทำให้ใช้วัสดุที่มีราคาสูงมากขึ้น ฉะนั้นในการคำนวณหากพบจุดที่ออกแบบเกินความจำเป็นนั้น เราสามารถสอบถามผู้ออกแบบเพื่อพูดคุยสอบถาม และเปลี่ยนแปลงได้

เลือกสายโดยใช้ CB โดยดูจากตารางที่ 5-20 วสท. 2556 เป็นลักษณะการติดตั้งกลุ่มที่ 1 แบบเดินบนฝ้า 3 เฟส แกนเดียว จะได้ขนาดสาย $\mathbf{4 \times 120}$ sqmm. IEC01

เลือก Ground โดยดูจากตารางที่ 4-2 วสท. 2556 จะได้ขนาด 16 sqmm.

ซึ่งในการเลือกสาย อาคารจริงมีการใช้ Ground ขนาด 25 sqmm. ซึ่งสามารถลดทอนลงมาได้หากเกินความจำเป็น

การคำนวณโหลดในห้องพักอาคาร 4 ชั้น

โหลดภายในห้องพัก

1. เครื่องปรับอากาศ 2,300 VA
2. เต้ารับ 1,200 VA
3. แสงสว่าง 700 VA

กระแส หาได้จาก $\frac{(2{,}300+1{,}200+700)}{230} = \frac{4{,}200\,VA}{230\,V}$ = 18.26 A

เนื่องจากคำนวณแบบโหลดต่อเนื่อง จึงคูณ 1.25 = $\mathbf{18.26 \times 1.25}$ = 22.83 A

เลือก CB 25 AT, 63 AF

โดยในการติดตั้งจริง ใช้ CB ขนาด 32 AT ซึ่งสามารถลดทอนลงได้

เลือกสายโดยใช้ CB โดยดูจากตารางที่ 5-20 วสท. 2556 เป็นลักษณะการติดตั้งกลุ่มที่ 1 แบบเดินบนฝ้า 1 เฟส แกนเดียว โดยขนาดสายที่เลือกใช้คือ $\mathbf{2 \times 6}$ sqmm. IEC01

เลือก Ground โดยดูจากตารางที่ 4-2 วสท. 2556 จะได้ขนาด 4 sqmm.

การดีมานด์โหลดภายในชั้น (240 ห้อง)

โดยดูดีมานด์แฟกเตอร์จาก ตารางที่ 3-1 ถึง 3-3 วสท. 2556 เนื่องจากมีการแบ่งตู้ DB ตู้ละ 20 ห้อง และโหลดส่วนกลางตามแต่ละตู้

1. เครื่องปรับอากาศ $\mathbf{0.75(2{,}300 \times 20)}$ = 34,500 VA
2. เต้ารับ $\mathbf{10{,}000 + (0.5 \times 14{,}000)}$ = 17,000 VA
3. แสงสว่าง $\mathbf{0.5(700 \times 20)}$ = 7,000 VA
4. โหลดส่วนกลาง 19,400 VA

กระแส หาได้จาก $\frac{(34{,}500 + 17{,}000 + 7{,}000 + 19{,}400)}{400\sqrt{3}} = \frac{77{,}900\text{VA}}{400\sqrt{3}\ \text{V}}$ = 112.44 A

เนื่องจากคำนวณแบบโหลดต่อเนื่อง จึงคูณ 1.25 = $\mathbf{112.44 \times 1.25}$ = 140.55 A

เลือก CB 160 AT, 250 AF

ซึ่งในอาคารจริงมีการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด 200 AT ซึ่งไม่ได้ผิดตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2556 เพราะออกแบบไว้สำหรับรองรับการติดตั้งโหลดเพิ่มเติม แต่จะทำให้ใช้วัสดุที่มีราคาสูงมากขึ้น ฉะนั้นในการคำนวณหากพบจุดที่ออกแบบเกินความจำเป็นนั้น เราสามารถสอบถามผู้ออกแบบเพื่อพูดคุยสอบถาม และเปลี่ยนแปลงได้

เลือกสายโดยใช้ CB โดยดูจากตารางที่ 5-20 วสท. 2556 เป็นลักษณะการติดตั้งกลุ่มที่ 1 แบบเดินบนฝ้า 3 เฟส แกนเดียว จะได้ขนาดสาย $\mathbf{4 \times 120}$ sqmm. IEC01

เลือก Ground โดยดูจากตารางที่ 4-2 วสท. 2556 จะได้ขนาด 16 sqmm.

จะเห็นได้ว่าการติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ และการเลือกใช้สายไฟฟ้าในการเดินระบบภายในอาคาร บางอย่างอาจจะสามารถลดทอนลงได้ เพราะทำให้ใช้อุปกรณ์ที่มีราคาสูงเกินความจำเป็น ทั้งนี้ต้องมีการสอบถามจากผู้ออกแบบหากต้องการเปลี่ยนแปลงใดๆ

ภาคผนวก III

phelps dodge
International Corp
Price List 2017
Wire & Cable
PHELPS DODGE
PHELPS DODGE
PHELPS DODGE
เฟ้ลปส์ ดอด์จ มาตรฐานความปลอดภัยระดับโลก

General Cable

phelps dodge
a General Cable company

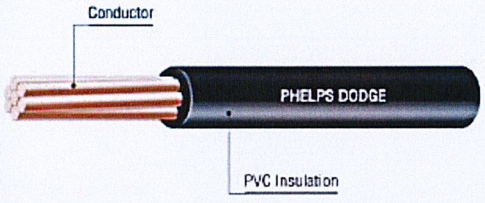
APPLICATION :
Building wiring for installation on insulator or in raceway dry location.

CLASSIFICATION :
Maximum conductor temperature 70°C Circuit voltage does not exceed 450/750 volts.

REFERENCE STANDARD :
TIS 11-2553 PART 3 TABLE 1

PHELPS DODGE CABLE TYPE 60227 IEC 01 (THW)

450/750 V 70°C PVC/C INSULATED, SINGLE CORE



CONSTRUCTION :
Conductor : Annealed copper, solid or stranded (concentric or compact as requested)
Sizes 1.5mm² up to 400mm²
Insulation : Polyvinyl chloride type PVC/C (Any color as requested)

PHELPS DODGE TYPE LETTER	Nominal Sectional Area	Overall Diameter of Conductor (max)	Conductor Type	Thickness of Insulation	Overall Diameter (min-max)	Allowable Ampacities Free Air 40°C	Minimum Insulation Resistance at 70°C	Cable Weight (approx)	Standard Packing
	mm²	mm	Class	mm	mm	A	MΩ.km	kg / km	m
60227 IEC 01 1.5	1.5	1.5	1	0.7	2.6 - 3.2	19	0.011	21	100/C
60227 IEC 01 1.5	1.5	1.7	2	0.7	2.7 - 3.3	19	0.010	22	100/C
60227 IEC 01 2.5	2.5	1.9	1	0.8	3.2 - 3.9	26	0.010	33	100/C
60227 IEC 01 2.5	2.5	2.2	2	0.8	3.3 - 4.0	26	0.009	35	100/C
60227 IEC 01 4	4	2.4	1	0.8	3.6 - 4.4	36	0.0085	47	100/C
60227 IEC 01 4	4	2.7	2	0.8	3.8 - 4.6	36	0.0077	51	100/C
60227 IEC 01 6	6	3.3	2	0.8	4.3 - 5.2	47	0.0065	74	100/C
60227 IEC 01 10	10	4.2	2	1.0	5.6 - 6.7	66	0.0065	123	100/C
60227 IEC 01 16	16	5.3	2	1.0	6.4 - 7.8	89	0.0050	185	100/C
60227 IEC 01 25	25	6.6	2	1.2	8.1 - 9.7	119	0.0050	289	100/C
60227 IEC 01 35	35	7.9	2	1.2	9.0 - 10.9	148	0.0043	390	100/C
60227 IEC 01 50	50	9.1	2	1.4	10.6 - 12.8	180	0.0043	519	500/R
60227 IEC 01 70	70	11.0	2	1.4	12.1 - 14.6	230	0.0035	729	500/R
60227 IEC 01 95	95	12.9	2	1.6	14.1 - 17.1	285	0.0035	1,007	500/R
60227 IEC 01 120	120	14.5	2	1.6	15.6 - 18.8	333	0.0032	1,246	500/R
60227 IEC 01 150	150	16.2	2	1.8	17.3 - 20.9	382	0.0032	1,533	500/R
60227 IEC 01 185	185	18.0	2	2.0	19.3 - 23.3	443	0.0032	1,921	500/R
60227 IEC 01 240	240	20.6	2	2.2	22.0 - 26.6	531	0.0032	2,505	500/R
60227 IEC 01 300	300	23.1	2	2.4	24.5 - 29.6	616	0.0030	3,132	500/R
60227 IEC 01 400	400	26.1	2	2.6	27.5 - 33.2	722	0.0028	3,987	500/R

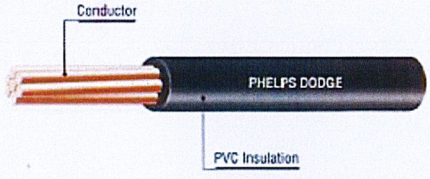
C = Packing in coil
R = Packing in reel

Maneeya Center Building, 16th Floor, 518/5 Ploenchit Rd., Lumpinee, Pathumwan, Bangkok 10330
Telephone : (66 2) 680 5800 Fax : (66 2) 680 5896, 680 5898 Website : http://www.pdic.co.th

Revision : July 2013

60227 IEC 01 (THW)

450/750 V 70°C PVC/C INSULATED S NGLE CORE



การติดตั้ง
• ร้อยท่อฝังผนังคอนกรีต
• ร้อยท่อเดินใต้ฝ้าอาคาร
• เดินบนฉนวนลูกถ้วย
• เดินในช่องเดินสายชนิด wire-way ที่ปิดมิดชิด

พื้นที่หน้าตัดตัวนำ (ตร.มม.)	ราคา (บาท/เมตร)
	1 แกน
1.5	8.20
2.5	12.10
4	18.70
6	30.00
10	49.30
16	76.50
25	120.00
35	170.50
50	229.20
70	327.70
95	451.50
120	572.00
150	700.00
185	879.00
240	1,153.00
300	1,445.00
400	1,850.00

ตารางที่ 3-1
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลต์–แอมแปร์)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000	100
	ส่วนเกิน 2,000	35
โรงพยาบาล*	ไม่เกิน 50,000	40
	ส่วนเกิน 50,000	20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุด ที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัย ประกอบอาหารได้*	ไม่เกิน 20,000	50
	20,001-100,000	40
	ส่วนเกิน 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

*หมายเหตุ * ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหารหรือห้องโถง ฯลฯ*

ตารางที่ 3-2
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คำนวณโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 3-3
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของ ส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้ารวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3. โรงแรมและอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

หมายเหตุ *สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลาง (central) ให้ดูค่าดีมานด์แฟกเตอร์ที่แนะนำไว้ในภาคผนวก ฌ.*

3.2.4 ขนาดตัวนำนิวทรัล (Neutral)

ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าตามข้อ 4.20

กรณีระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ขนาดของตัวนำนิวทรัลมีข้อกำหนดดังนี้

3.2.4.1 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดนั้น

3.2.4.2 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดมากกว่า 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์

ตารางที่ 4-2
ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า

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

หมายเหตุ * *หากความยาวของวงจรย่อยเกิน 30 เมตร ให้พิจารณาขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า โดยคำนึงถึงค่า earth fault loop impedance ของวงจร ที่แสดงในภาคผนวก ญ*

4.23 การต่อสายดินเข้ากับกล่อง

ในแต่ละกล่อง ถ้ามีสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าอยู่หลายเส้น แต่ละเส้นต้องต่อถึงกันทางไฟฟ้าเป็นอย่างดี และต้องจัดให้การต่อลงดินมีความต่อเนื่องโดยไม่ขาดตอนแม้ว่าจะถอดหรือปลดวงจรเครื่องประกอบ หรือสิ่งอื่นที่รับไฟฟ้าจากกล่องนั้น

4.23.1 กล่องโลหะ

ต้องต่อสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีอยู่ในกล่องโลหะ ซึ่งอาจเป็นสายเดียวหรือหลายสายเข้ากับกล่องโลหะ โดยต่อที่สลักเกลียวสายดิน (grounding screw) ซึ่งห้ามใช้งานหน้าที่อื่น หรือต่อโดยใช้อุปกรณ์ที่ได้ระบุให้ใช้สำหรับการต่อลงดิน

ตารางที่ 5-20

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซี มี/ไม่มีเปลือกนอก สำหรับขนาดแรงดัน (U_o/U) ไม่เกิน 0.6/1 กิโลโวลต์ อุณหภูมิตัวนำ 70 °C อุณหภูมิโดยรอบ 40 °C เดินในช่องเดินสายในอากาศ

ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำกระแส	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน	แกนเดียว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
รหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, NYY-G, VCT, VCT-G, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่างๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควันน้อย เป็นต้น							
ขนาดสาย(ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
1	10	10	9	9	12	11	10	10
1.5	13	12	12	11	15	14	13	13
2.5	17	16	16	15	21	20	18	17
4	23	22	21	20	28	26	24	23
6	30	28	27	25	36	33	31	30
10	40	37	37	34	50	45	44	40
16	53	50	49	45	66	60	59	54
25	70	65	64	59	88	78	77	70
35	86	80	77	72	109	97	96	86
50	104	96	94	86	131	116	117	103
70	131	121	118	109	167	146	149	130
95	158	145	143	131	202	175	180	156
120	183	167	164	150	234	202	208	179
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-20)

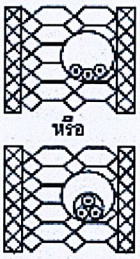
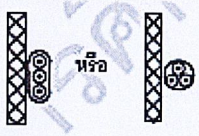
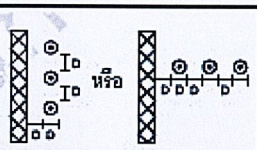
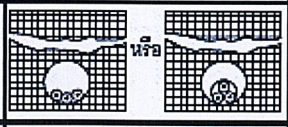
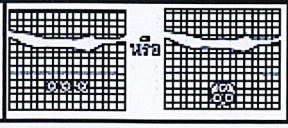
1) อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 °C ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-43

2) ในกรณีมีจำนวนตัวนำกระแสมากกว่า 1 กลุ่มวงจร ในช่องเดินสาย ให้ใช้ตัวคูณปรับค่าตามที่ระบุไว้ในตารางที่ 5-8

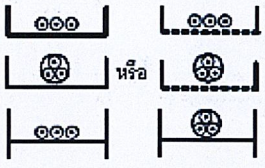
3) ดูคำอธิบายรูปแบบการติดตั้งในตารางที่ 5-47

4) ดูคำอธิบายรหัสชนิดเคเบิลที่ใช้งานในตารางที่ 5-48

ตารางที่ 5-47
รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะภายในผ้าเพดานที่เป็นฉนวนความร้อน หรือผนังกันไฟ		กลุ่มที่ 1	ผ้าเพดาน หรือผนังกันไฟที่เป็นฉนวนความร้อนคือวัสดุที่มีค่าการนำทางความร้อน (thermal conductance) อย่างน้อย 10 $W/m^2 \cdot K$
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก เดินในช่องเดินสายโลหะหรืออโลหะเดินเกาะผนังหรือเพดาน หรือฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 2	กรณีฝังในผนังคอนกรีตหรือที่คล้ายกับผนังนั้นจะต้องมีค่าความต้านทานความร้อน (thermal resistivity) ไม่เกิน 2 $K \cdot m/W$
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินเกาะผนังหรือเพดาน ที่ไม่มีสิ่งปิดหุ้มที่คล้ายกัน		กลุ่มที่ 3	-
สายเคเบิลแกนเดียวหุ้มฉนวน มี/ไม่มีเปลือกนอก วางเรียงกันแบบมีระยะห่าง เดินบนฉนวนลูกถ้วยในอากาศ		กลุ่มที่ 4	ระยะห่างถึงผนังและระหว่างเคเบิลไม่น้อยกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางเคเบิล
สายแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก เดินในท่อโลหะหรืออโลหะฝังดิน		กลุ่มที่ 5	-
สายแกนเดียว หรือหลายแกน หุ้มฉนวน มีเปลือกนอก ฝังดินโดยตรง		กลุ่มที่ 6	-

ตารางที่ 5-47 (ต่อ)
รูปแบบการติดตั้งอ้างอิง

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ลักษณะการติดตั้ง	หมายเหตุ
สายเคเบิลแกนเดียวหรือหลายแกนหุ้มฉนวน มีฉลอกนอก วางบนรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ, รางเคเบิลแบบระบายอากาศ หรือรางเคเบิลแบบบันได		กลุ่มที่ 7	รางเคเบิลแบบระบายอากาศจะต้องมีพื้นที่รูระบายอากาศไม่น้อยกว่าร้อยละ 30 ของพื้นผิวรางเคเบิลทั้งหมด

หมายเหตุ (ตารางที่ 5-47)

**หากไม่มีเอกสารยืนยันว่าค่าการนำความร้อนมีค่าน้อยกว่า 10 $W/m^2.K$ ให้ถือว่าการเดินสายร้อยท่อภายในฝ้าเพดาน หรือผนังกับไฟใดๆ จะต้องมีค่าขนาดกระแสตามลักษณะการติดตั้งตามกลุ่มที่ 1 นี้ ระบุไว้*

ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น

ภาคผนวก ฎ.
จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย
(ข้อแนะนำ)

จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าขนาดเดียวกัน มอก.11-2553 รหัสชนิด 60227 IEC 01
ที่ให้ใช้ในท่อโลหะตาม มอก.770-2533

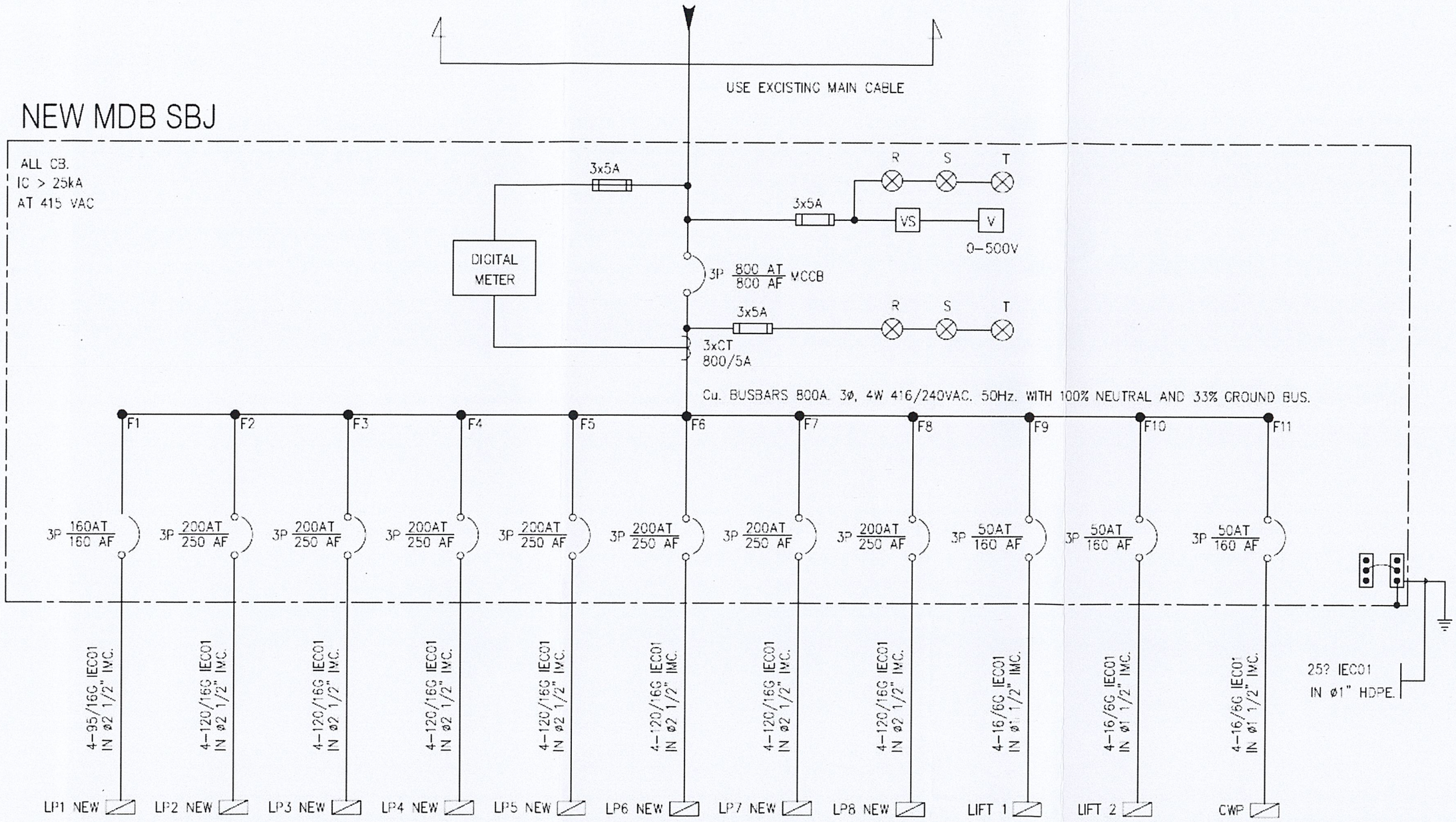
ขนาดสายไฟ (mm^2)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า ขนาดเดียวกันในท่อร้อยสาย											
1.5	8	14	22	37	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	5	10	15	25	39	-	-	-	-	-	-	-
4	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-	-
6	3	5	9	15	23	37	-	-	-	-	-	-
10	1	3	5	9	14	22	37	-	-	-	-	-
16	1	2	4	6	10	16	27	42	-	-	-	-
25	1	1	2	4	6	10	17	27	34	-	-	-
35	1	1	1	3	5	8	14	21	27	33	-	-
50	-	1	1	1	3	6	10	15	19	24	38	-
70	-	-	1	1	3	4	7	12	15	18	29	42
95	-	-	1	1	1	3	5	8	11	13	21	30
120	-	-	-	1	1	2	4	7	9	11	17	25
150	-	-	-	1	1	1	3	5	7	9	14	20
185	-	-	-	1	1	1	3	4	6	7	11	16
240	-	-	-	-	1	1	1	3	4	5	8	12
300	-	-	-	-	-	1	1	2	3	4	7	10
400	-	-	-	-	-	1	1	1	2	3	5	8
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย	15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150

ภาคผนวก IV

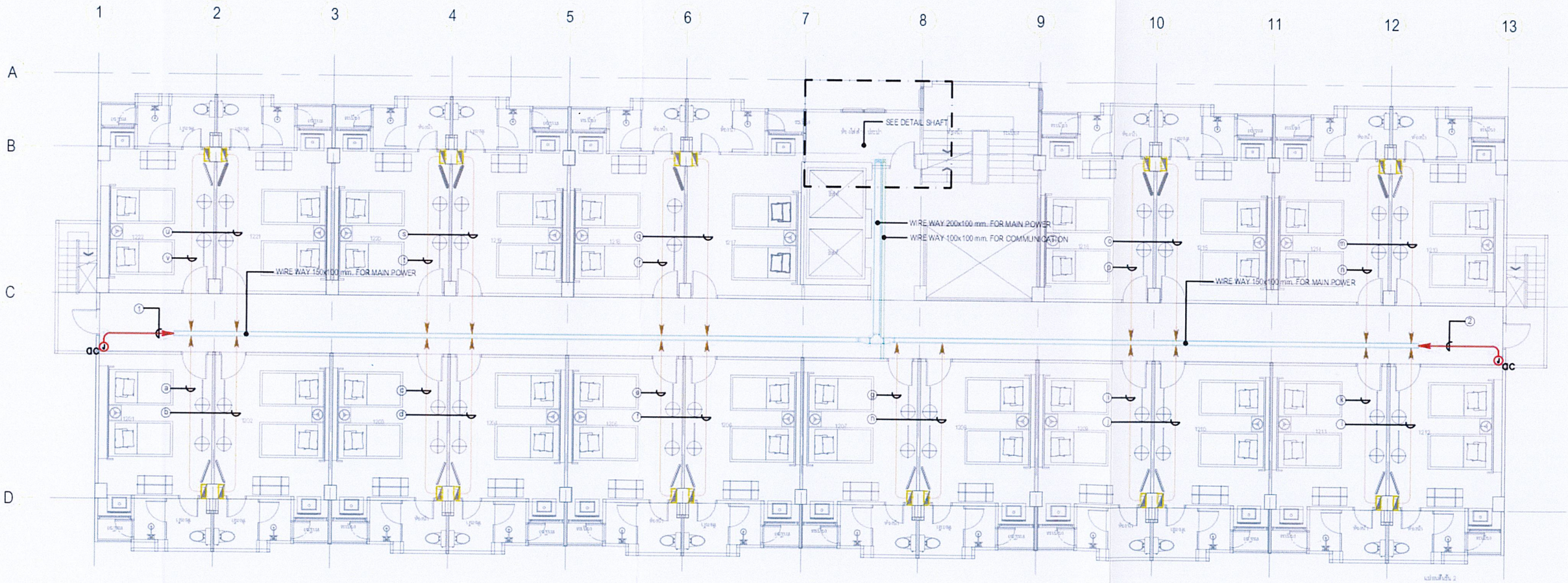
LOAD SCHEDULE FOR 2nd - 8th FLOORS									
CKT NO.	CONNECTED LOAD IN VA			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR	CONDUIT	REMARKS
	PHASE A	PHASE B	PHASE C	POLE	AT	IC			
1A	600			1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
3B		600		1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
5C			600	1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
7A	1400			1	16	6	2-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	O:RECEPTACLE CORRIDOR
9B		600		1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	O:EMERGENCY LIGHT
11C			300	1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	EXIT LIGHT
13A	150			1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	LIGHTING EE ROOM
15B		800		1	16	6	2-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	O:RECEPTACLE EE ROOM
17C			3200	1	20	6	2-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	AC-1
19A	3200			1	20	6	2-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	AC-2
2A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.222
4B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.221
6C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.220
8A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.219
10B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.218
12C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.217
14A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.216
16B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.215
18C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.214
20A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.213
22B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.212
24C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.211
26A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.210
28B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.209
30C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.208
32A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.207
34B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.206
36C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.205
38A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.204
40B		5800		1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.203
42C			5800	1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.202
44A	5800			1	32	10	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.201
Total Load	51,750	42,600	44,700						
Connected Load	139,050			MAIN					
				Circuit Breaker			Conductor	RACEWAY	Connected to Feeder Number
Max.Demand Load	76,895			3P 160AT/250AF IC 18 KA			4-120/16G Sq.mm IEC01	IMC 2 1/3"	MDB

REMARK : O: OUTLET J : JUCTION L : LIGHTING

Single line อาคาร 4 ชั้น



ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของชั้น 2-8 ของอาคาร 8 ชั้น



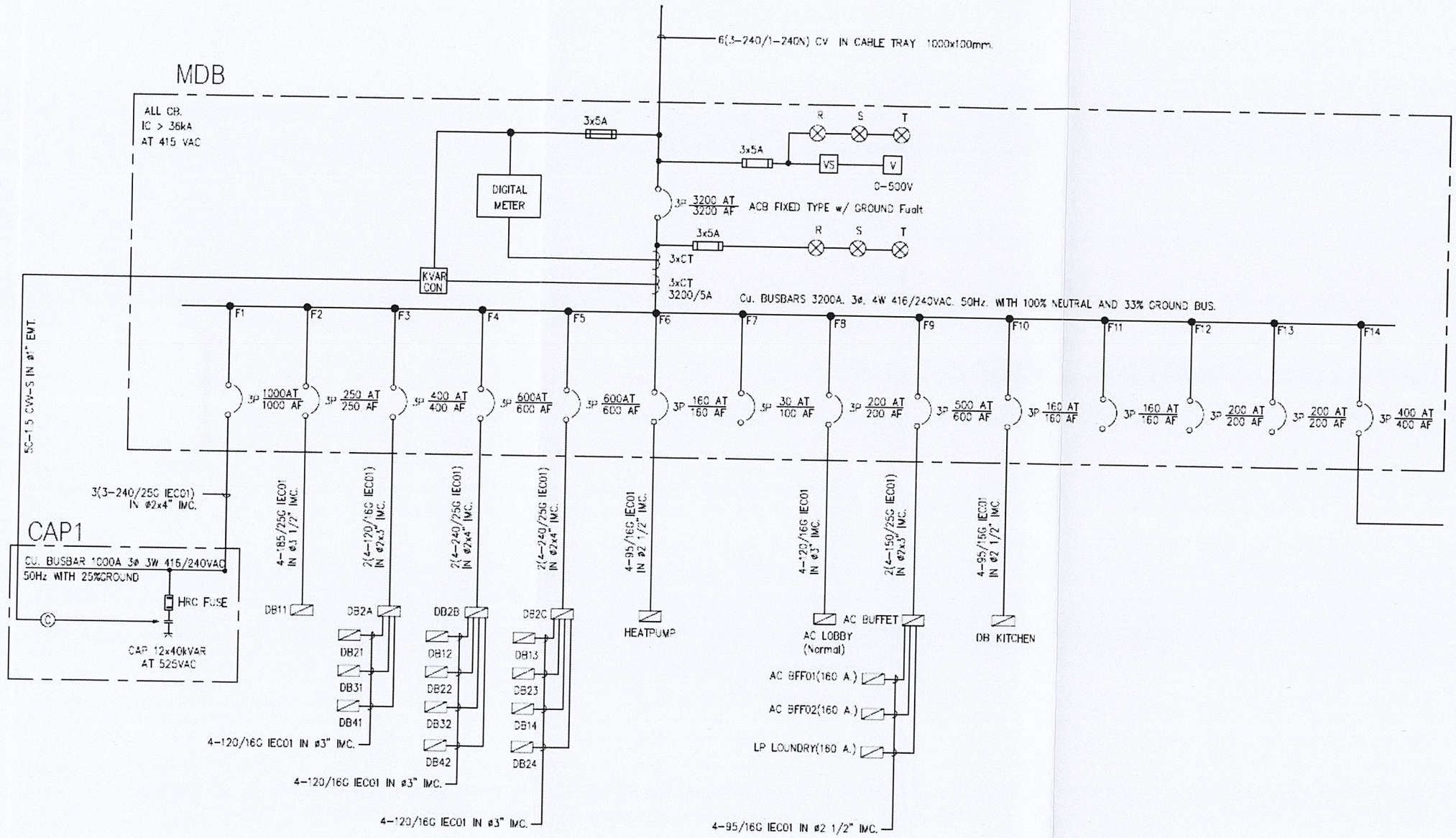
ตารางโหลดของแผงจ่ายไฟฟ้าชั้นที่ 1 ถึง 4

LOAD SCHEDULE FOR 1st - 4th FLOORS									
CKT NO.	CONNECTED LOAD IN VA			CIRCUIT BREAKER			CONDUCTOR	CONDUIT	REMARKS
	PHASE A	PHASE B	PHASE C	POLE	AT	IC			
1A	600			1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
3B		600		1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
5C			600	1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
7A	600			1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
9B		600		1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
11C			600	1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	L:LIGHTING CORRIDOR
13A	2300			1	20	6			
15B		2300		1	20	6	4-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	AC-1
17C			2300	1	20	6			
19A	2300								
21B		2300		3	20	6	4-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	AC-2
23C			2300						
25A	300			1	16	6	2-4/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	O:EMERGENCY LIGHT
27B		300		1	16	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	EXIT LIGHT
29C			1400	1	20	6	2-2.5/2.5G Sq.mm IEC01	EMT 1/2"	O:RECEPTACLE CORRIDOR
2A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.201
4B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.202
6C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.203
8A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.204
10B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.205
12C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.206
14A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.207
16B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.208
18C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.209
20A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.210
22B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.241
24C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.242
26A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.243
28B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.244
30C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.245
32A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.246
34B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.247
36C			4200	1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.248
38A	4200			1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.249
40B		4200		1	32	6	2-6/4G Sq.mm IEC01	EMT 3/4"	ROOM NO.250
Total Load	35,500	35,500	32,400						
Connected Load	103,400			MAIN					
				Circuit Breaker	Conductor		RACEWAY	Connected to Feeder Number	
Max.Demand Load	77,900			3P 125AT/250AF IC 18 KA	4-95/10G Sq.mm IEC01		IMC 2 1/3"	MDB	

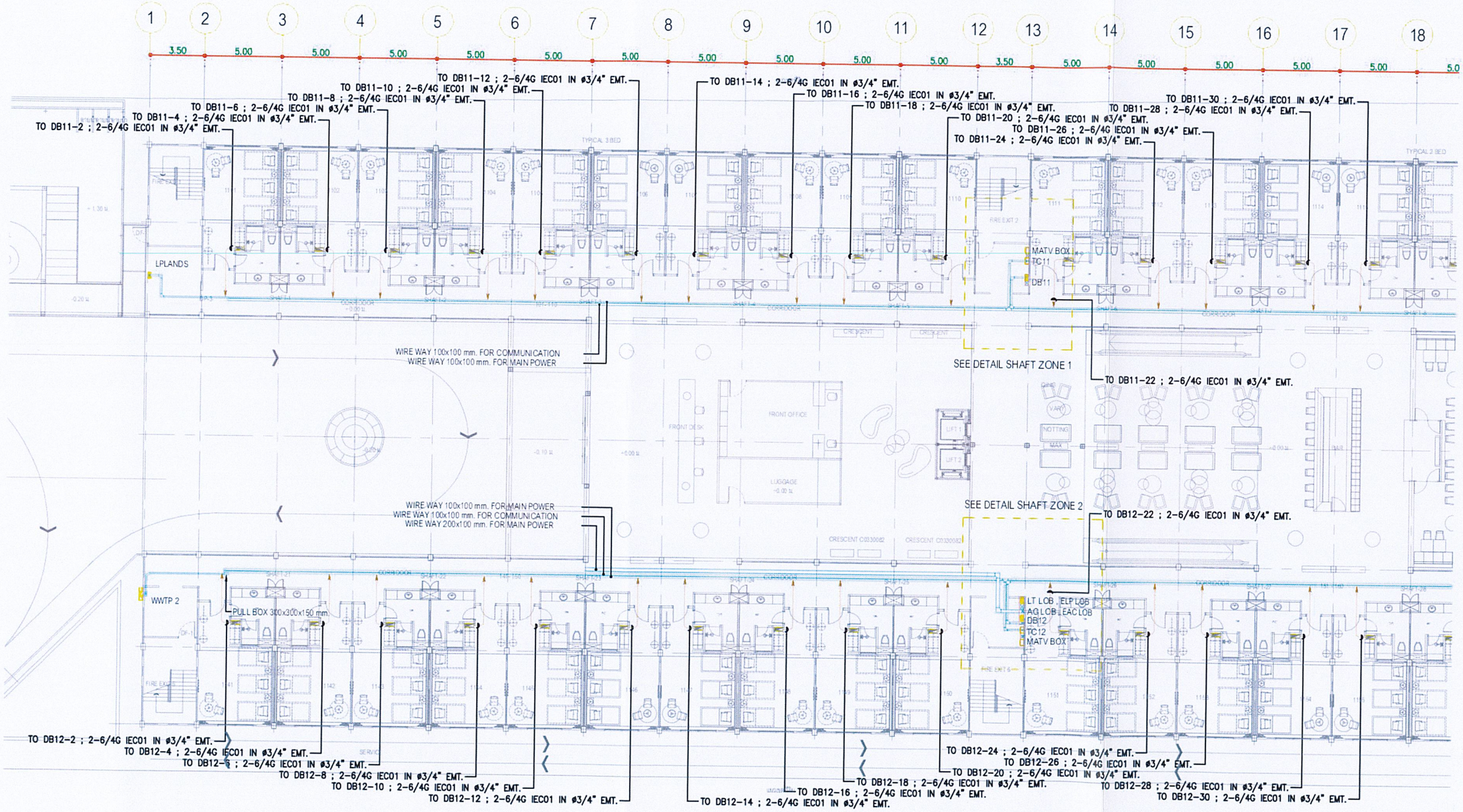
REMARK : O: OUTLET J : JUCTION L : LIGHTING

ตารางโหลดของแผงจ่ายไฟฟ้าชั้นที่ 1 ถึง 12 ตู้ (240 หน่วย)

Single line อาคาร 8 ชั้น

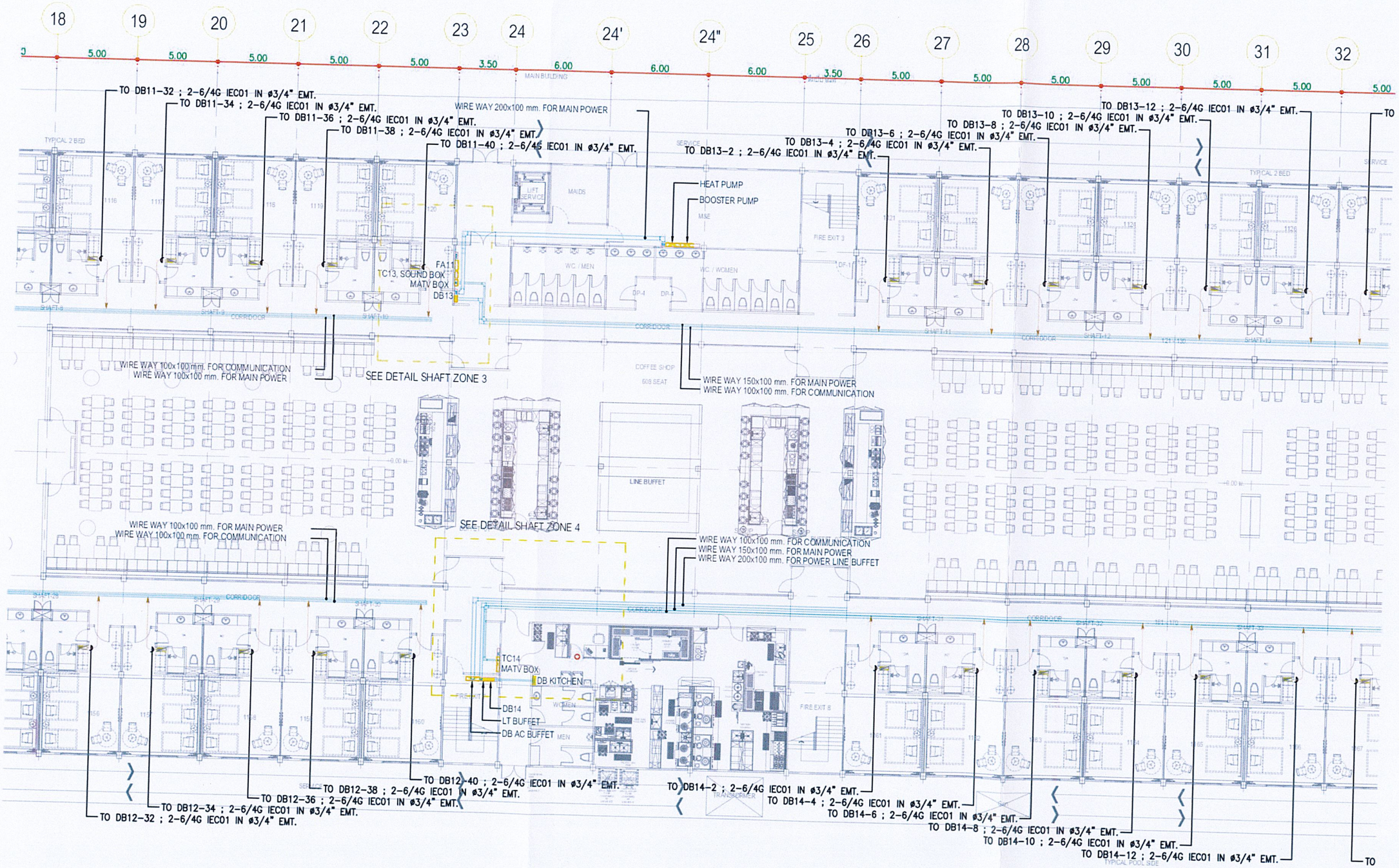


ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 1 รูป 1)



MAIN FEEDER FOR ROOM GROUND FLOOR PLAN
SCALE 1: 200

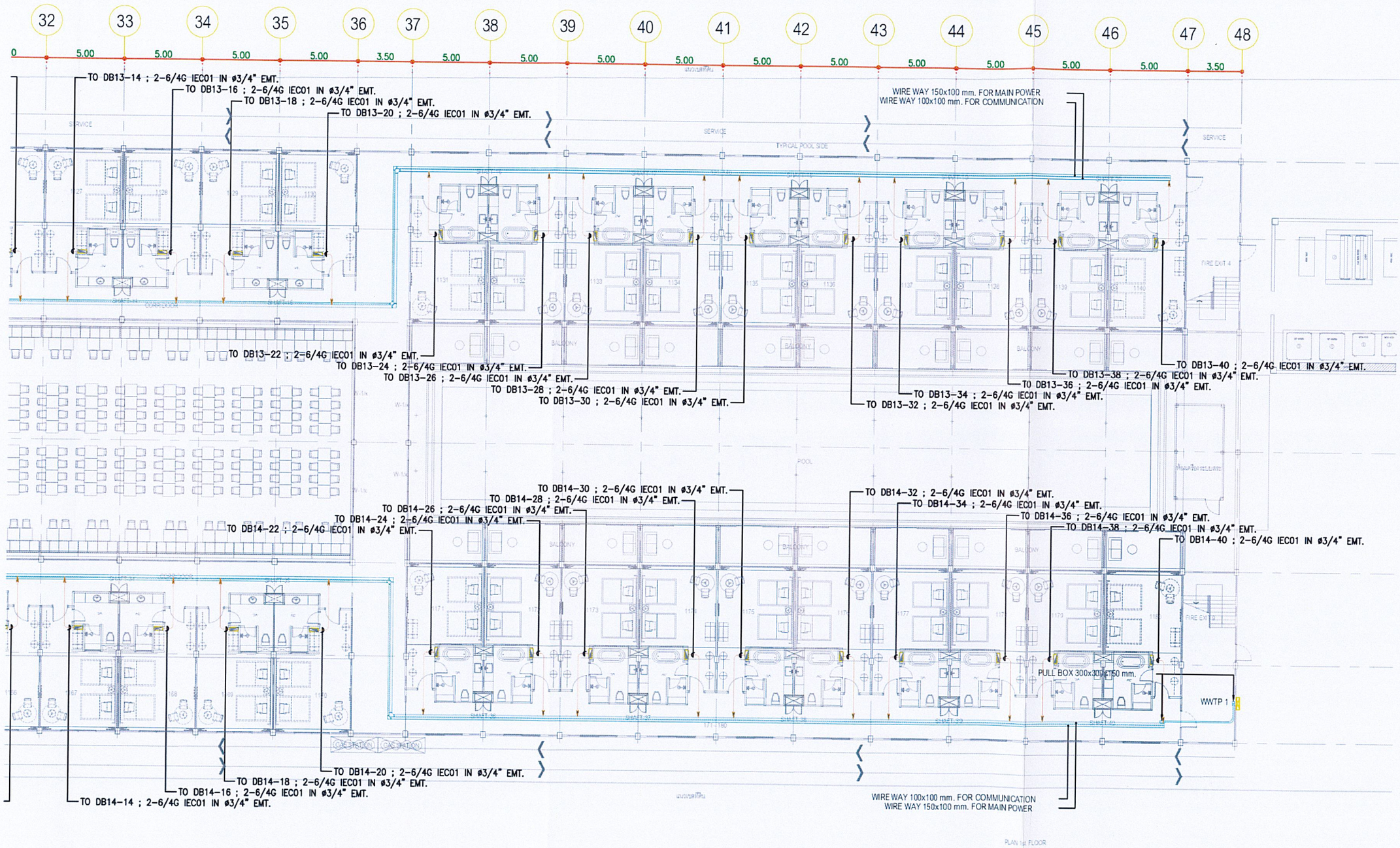
ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 1 รูป 2))



MAIN FEEDER FOR ROOM GROUND FLOOR PLAN

SCALE 1:200

ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 1 รูป 3)



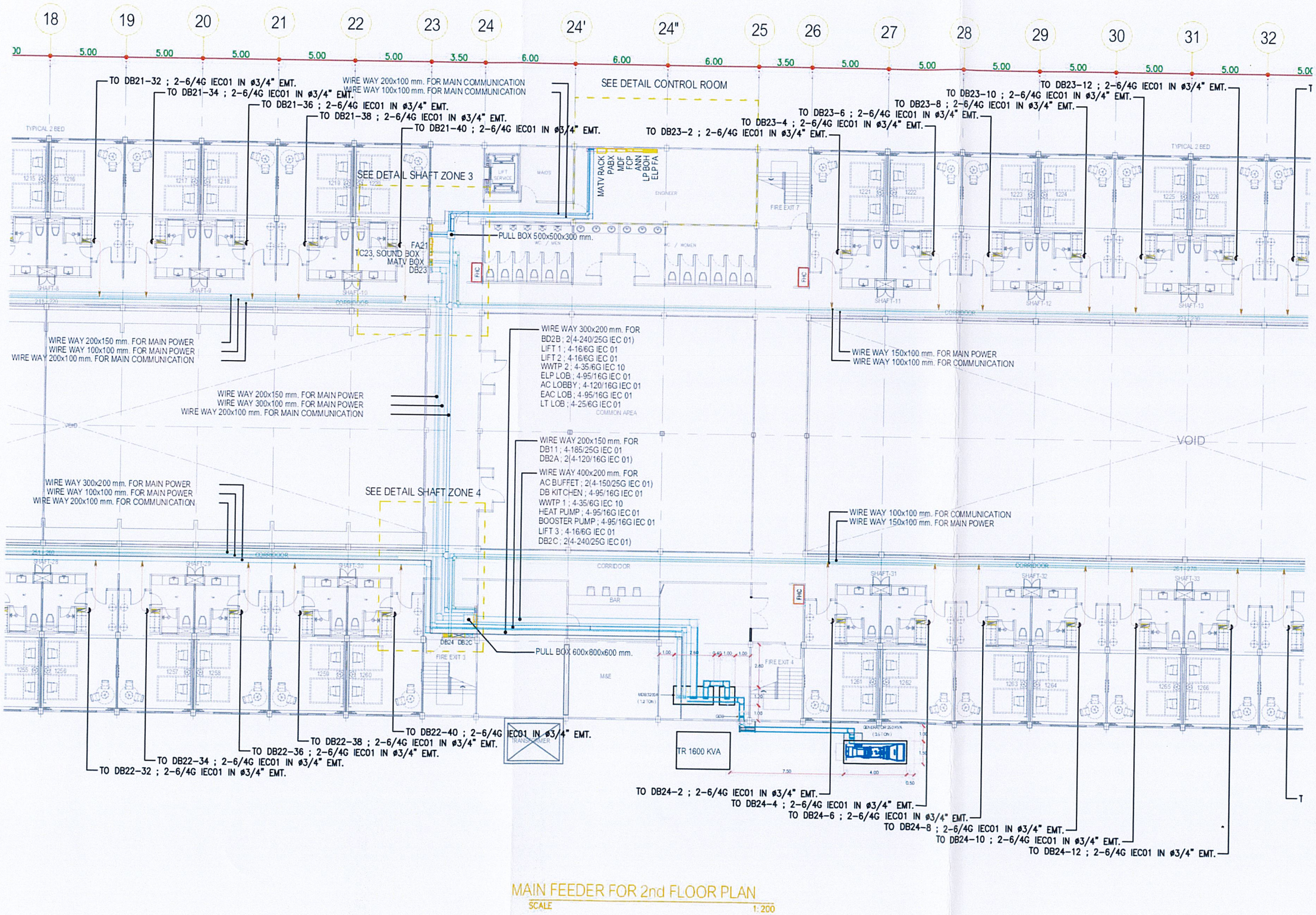
MAIN FEEDER FOR ROOM GROUND FLOOR PLAN

SCALE 1: 200

ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 2 รูป 1)

MAIN FEEDER FOR 2nd FLOOR PLAN
SCALE 1:200

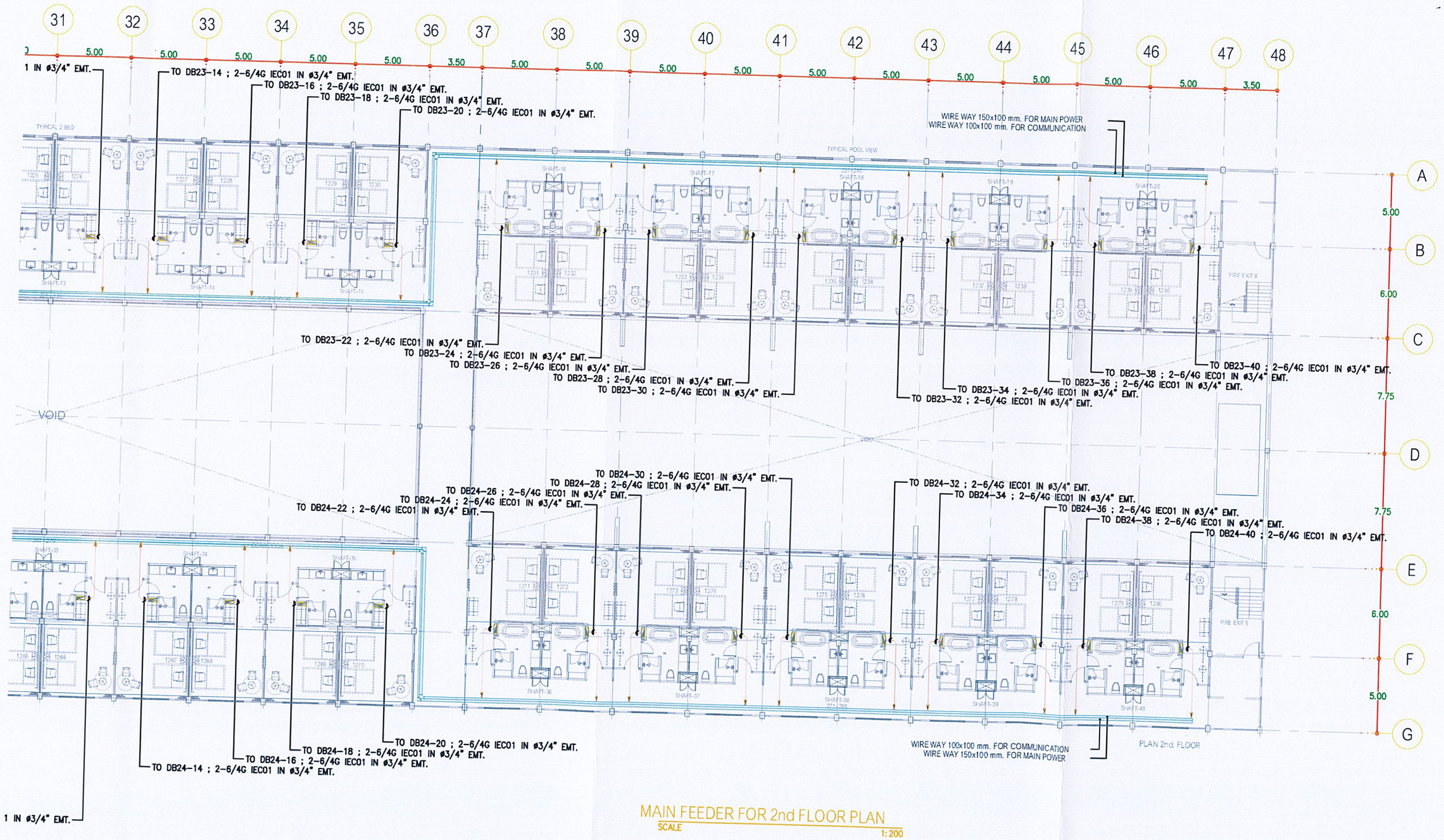
ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 2 รูป 2)



MAIN FEEDER FOR 2nd FLOOR PLAN

SCALE 1:200

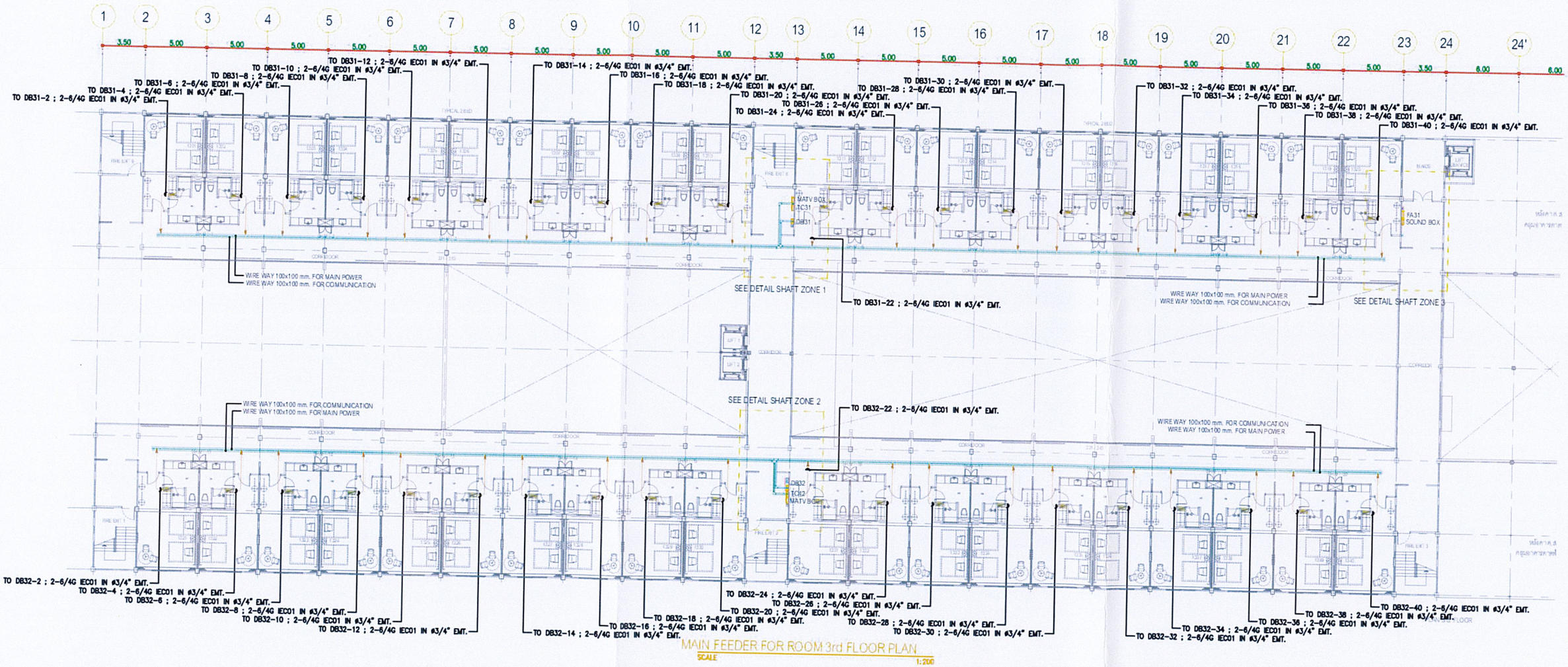
ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 2 รูป 3)



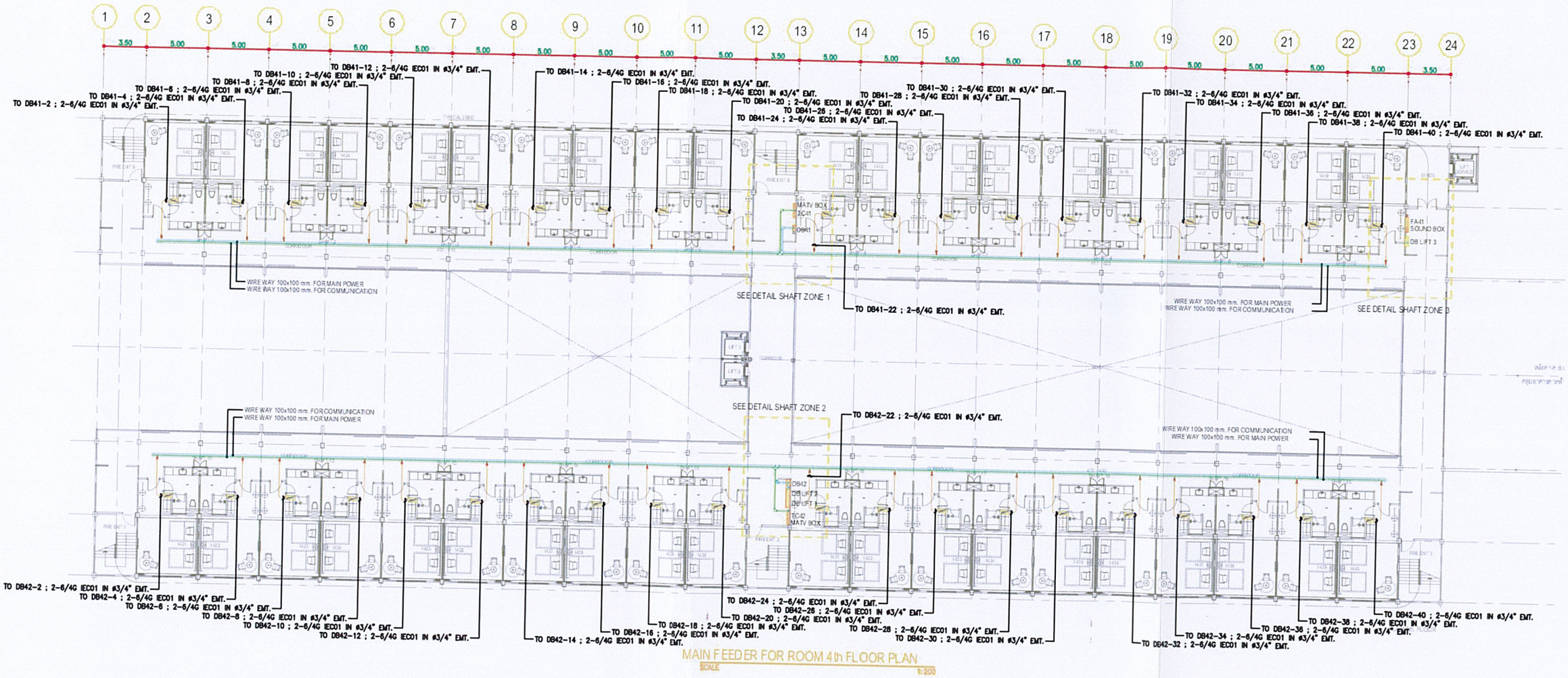
MAIN FEEDER FOR 2nd FLOOR PLAN

SCALE 1: 200

ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 3)



ระยะการเดินสายป้อนบริเวณห้องพัก ของอาคาร 4 ชั้น (ชั้นที่ 4)



MAIN FEEDER FOR ROOM 4th FLOOR PLAN
SCALE 1:200

ประวัติผู้เขียน

นางสาวเกศรินทร์ อินทรเนตร
เกิดวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2541
ภูมิลำเนาอยู่จังหวัดชลบุรี

ประวัติการศึกษา

- มัธยมศึกษาปีที่ 1 - 6 โรงเรียนชลกันยานุกูล จังหวัดชลบุรี
- ปัจจุบันศึกษาที่อยู่ในระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง