การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

ELECTRICAL SYSTEM DESIGN FOR HOSPITAL USING MICROSOFT EXCEL PROGRAM

นายวรากร เส็งมิ รหัส 48361769

นายธนพร ค้าของ รหัส 48364371

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 17 มิ.ย. 2553
เลขทะเบียน 1500 8736
เลขเรียกหนังสือ ปร. ว385ก 2551
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2551

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

ผู้ดำเนินโครงงาน นายวรากร เส็งมิ รหัส 48361769

นายธนพร ค้าของ รหัส 48364371

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. แคทรียา สุวรรณศรี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2551

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

.....กรรมการ

(ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(อาจารย์สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์)

ชื่อโครงงาน	การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล
นิสิตร่วมโครงงาน	นายวรากร เส็งมิ รหัส 48361769
	นายธนพร ค้าของ รหัส 48364371
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. แคทรียา สุวรรณศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลอันมีพื้นฐานการเขียนโปรแกรมมาจากไมโครซอฟต์เอ็กเซล โดยสร้างในตารางสูตรจากคุณสมบัติของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล เพื่อออกแบบและตรวจสอบมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งในระบบไฟฟ้า โดยมีการคำนวณโหลดของระบบ ได้แก่ เต้ารับ แสงสว่าง เครื่องปรับอากาศ มอเตอร์ และอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟฟ้า รวมถึงท่อร้อยสาย ของระบบวงจรย่อย ไปจนถึงระบบประธานและหม้อแปลงไฟฟ้าได้ถูกคำนวณ ส่งผลถึงการคำนวณงบประมาณที่ถูกต้อง และป้องกันการเกิดปัญหาการขาดงบประมาณสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลระหว่างการก่อสร้างได้

Project Title	ELECTRICAL SYSTEM DESIGN FOR HOSPITAL USING MICROSOFT EXCEL PROGRAM
Name	Mr. Warakorn Sengmi ID. 48361769
	Mr. Thanaporn Khakhong ID. 48364371
Project Advisor	Dr. Cattareeya Suwanasri
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2008

ABSTRACT

This project is the program development for electrical system design in hospital, which is based on Microsoft Excel by implementing formula table from the property of Microsoft Excel in order to design and inspect the standards of equipment installed in electric system by calculating system loads such as receptacles, illumination, air-conditioners, motor, and other extra-electrical appliances. Sizes of circuit breakers, electrical wires and conduits of distribution circuit up to the main circuit transformer are calculated resulting to the appropriated cost calculation, and to prevent the problem of deficit budget for the electrical system installation in hospital during construction.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องด้วยการให้คำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องต่อหลักการและทฤษฎีของโครงงาน ตลอดจนการคำนวณผลของโปรแกรมและรูปแบบในการแสดงผลจากท่าน ดร. แคทรียา สุวรรณศรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ ท่าน ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์ และ อาจารย์สราวุฒิ วัฒนวงค์พิทักษ์ ซึ่งเป็นคณะกรรมการโครงงานนี้ คณะผู้ดำเนินการโครงงานจึงถือโอกาสนี้ขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นเป็นอย่างสูงในความช่วยเหลือที่มีให้ตลอดมา

นอกจากนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่คอยให้กำลังใจในการทำโครงงานฯ และเป็นแรงบันดาลใจให้การดำเนินโครงงานฯ นี้สามารถผ่านปัญหาต่างๆ มาได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ และผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอดทั้งการให้ข้อมูล การแก้ปัญหาของโครงงานฯ ที่สำคัญคอยเป็นกำลังใจให้กับคณะผู้ดำเนินโครงงานในยามเหนื่อยล้าตลอดมา

นายวรากร เส็งมิ

นายธนพร ค้าของ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญรูปภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3

1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี

2.1 สายไฟฟ้า 4

2.2 ท่อร้อยสาย 14

2.3 เต้ารับ 19

2.4 แสงสว่าง 20

2.5 เครื่องปรับอากาศ 20

2.6 โหลดประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า 22

2.7 อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ 27

2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ 28

2.9 ลิฟท์โดยสาร 37

2.10 เครื่องปั๊มน้ำ 39

2.11 Uninterruptible Power Supply: UPS 40

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 รูปแบบการทำงานของโปรแกรม

3.1 ระบบที่ต้องการออกแบบ 48

3.2 รับข้อมูล 48

3.3 ประมวลผล 49

3.4 แสดงผล 49

บทที่ 4 การทดลองใช้โปรแกรม และผลการใช้โปรแกรม

4.1 สรุปข้อมูลโรงพยาบาลทั้งหมด 51

4.2 การทดลองใช้โปรแกรม และผลการใช้โปรแกรม 51

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 บทสรุป 102

5.2 ข้อเสนอแนะ 103

เอกสารอ้างอิง 104

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาล (ห้องทั่วไป) 106

ภาคผนวก ข. ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาล (ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ) 124

ภาคผนวก ค. ปริมาณโหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร 131

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.4.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 2

2.1.1 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531
(อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส) 8

2.1.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีตาม มอก.11-2531
อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40
องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก–ค) และ 30 องศาเซลเซียส
(สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ)..... 12

2.1.3 ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง 13

2.1.4 อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสายก-ค)
หรือ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) 14

2.2.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (รวมฉนวนและเปลือก) และพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าตาม
มอก.11-2531..... 16

2.2.2 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะหนา (RMC) 17

2.2.3 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะปานกลาง (IMC) 17

2.2.4 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะบาง (EMT) 18

2.2.5 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะอ่อน 18

2.3.1 ตารางแสดงค่าโหลดเต้ารับโดยเฉลี่ย 19

2.4.1 ค่าโหลดแสงสว่าง 20

2.7.1 ดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับเครื่องอบผ้า 27

2.7.2 ขนาด (VA) ของเครื่องมือแพทย์ 28

2.8.1 มาตรฐานโมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำที่มีผลิตจำหน่าย (หน่อยเป็นแอมแปร์ 33

2.11.1 การนำ UPS ไปใช้งานด้านต่างๆ 45

4.1.1 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเฉพาะระบบหลัก จากการคำนวณของ
โปรแกรมออกแบบระบบฟ้าสำหรับโรงพยาบาล 101

4.1.2 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จากการคำนวณของโปรแกรมออกแบบ
ระบบฟ้าสำหรับโรงพยาบาล 101

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ก.1 ข้อมูลชั้นใต้ดิน	107
ก.2 ข้อมูลชั้นที่ 1	109
ก.3 ข้อมูลชั้นที่ 2	112
ก.4 ข้อมูลชั้นที่ 3	118
ก.5 ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9	121
ข.1 ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9	125
ค.1 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรจากข้อมูล	132

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1.1 สายชนิด วีเอเอฟ (VAF)	4
2.1.2 สายชนิด ทีเอชดับเบิลยู (THW)	5
2.1.3 สายชนิด เอ็นวายวาย (NYY)	6
2.1.4 สายชนิด วีซีที (VCT)	7
2.6.1 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้า	23
2.6.2 การเลือกขนาดของสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์หลายเครื่อง	24
2.6.3 การเลือกขนาดของสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่นๆ	25
2.8.1 ลักษณะของการสับเข้าระบบใหม่หลังจากเกิดการทริปของเซอกิตเบรกเกอร์	29
2.8.2 กลไกการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยความร้อน	30
2.8.3 กราฟคุณลักษณะการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยความร้อน	30
2.8.4 กลไกการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยสนามแม่เหล็ก	31
2.8.5 กราฟคุณลักษณะการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยสนามแม่เหล็ก	31
2.8.6 กลไกการทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน	32
2.8.7 กราฟคุณลักษณะการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน	32
2.8.5 ภาพตัดภายในโมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์	34
2.8.6 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป	35
2.8.7 กราฟคุณสมบัติของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป	36
2.11.1 Offline UPS หรือ Standby UPS	42
2.11.2 Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS with Stabilizer	43
2.11.3 True Online UPS	44
3.1.1 ผังการทำงานของโปรแกรม	48
4.2.1 วิธีการใช้โปรแกรม	52
4.2.2 เลือกรูปแบบของสถานประกอบการ	52
4.2.3 เลือกจำนวนชั้น	55
4.2.4 เลือกชั้นใต้ดิน	56
4.2.5 เลือกจำนวนลิฟท์	57
4.2.6 กรอกขนาดห้องเพื่อหาพื้นที่	58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2.7 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงพยาบาล 59

4.2.8 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงเรียน 60

4.2.9 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงแรม 61

4.2.10 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับหอประชุม 62

4.2.11 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับอาคารสำนักงาน 63

4.2.12 ขนาดมอเตอร์ โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของลิฟท์ 64

4.2.13 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบทำความเย็น
ส่วนกลาง..... 66

4.2.14 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบเครื่องสูบน้ำ 67

4.2.15 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบโหลดฉุกเฉิน 68

4.2.16 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย
ของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า..... 69

4.2.17 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของมอเตอร์..... 70

4.2.18 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นใต้ดิน..... 71

4.2.19 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นใต้ดิน..... 72

4.2.20 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 1 73

4.2.21 กรอกขนาดและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษห้องสำหรับชั้นที่ 1 73

4.2.22 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 2 74

4.2.23 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 2 75

4.2.24 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 3 76

4.2.25 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 3 76

4.2.26 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 4-ชั้นที่ 9 77

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2.27 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 4-ชั้นที่ 9 77

4.2.28 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน 79

4.2.29 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน 80

4.2.30 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน 81

4.2.31 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน 82

4.2.32 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน 83

4.2.33 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน 84

4.2.34 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1 85

4.2.35 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1 86

4.2.36 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1 87

4.2.37 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1 88

4.2.38 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1 89

4.2.39 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1 90

4.2.40 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 2 91

4.2.41 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2 91

4.2.42 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2 92

4.2.43 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2 92

4.2.44 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2 93

4.2.45 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 2 93

4.2.46 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 3 94

4.2.47 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3 94

4.2.48 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3 95

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.2.49 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3 95

4.2.50 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3 96

4.2.51 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 3 96

4.2.52 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 4 97

4.2.53 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4 97

4.2.54 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4 98

4.2.55 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4 98

4.2.56 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4 99

4.2.57 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 4 99

4.2.58 โหลดรวม เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย ของแต่ละชั้นและทั้งอาคาร 100

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันการก่อสร้างตึก อาคาร ของโรงพยาบาล ล้วนแล้วแต่จะต้องมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งภายในและภายนอกอาคาร แต่การติดตั้งระบบไฟฟ้าภายนอกอาคารนั้น ส่วนใหญ่มักจะมีรูปแบบการติดตั้งตามความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม เช่น ถ้าสภาพแวดล้อมอาคารเป็นสนามหญ้าหรือสวนหย่อม การติดตั้งสายไฟฟ้าแบบฝังดิน ทั้งนี้ระบบไฟฟ้าภายนอกอาคาร สามารถเปลี่ยนแปลงและซ่อมแซมได้ง่ายอยู่แล้ว เพราะฉะนั้นการออกแบบจึงขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้เป็นเจ้าของหรือผู้ประกอบการและสภาพแวดล้อม

ส่วนการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล ควรมีการออกแบบให้เหมาะสมและถูกต้อง เพราะระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลที่มีการขุด เจาะ ตัด ฝังอยู่ในตัวอาคาร เช่น การติดตั้งปลั๊กไฟฟ้าแบบฝังเข้าไปในผนัง ระบบแสงสว่างบนเพดานแบบปิดซ่อน สิ่งเหล่านี้หากออกแบบไม่ดีแล้ว การแก้ไขจะทำได้ยากหรือก่อให้เกิดความไม่สวยงาม อันเนื่องมาจากร่องรอยจากการติดตั้งรูปแบบเดิม ทั้งนี้ การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลที่ถูกต้อง เหมาะสมและมีรูปแบบที่แน่นอนได้นั้น จะสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายหรืออุปกรณ์ที่ต้องการใช้ได้อย่างถูกต้องหรือใกล้เคียงที่สุด ช่วยลดปัญหาการขาดงบประมาณระหว่างดำเนินงาน อันจะก่อให้เกิดการติดตั้งระบบไฟฟ้าที่ผิดไปจากรูปแบบที่ออกแบบไว้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากการลดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้ง การใช้อุปกรณ์ที่มีอยู่แทนอุปกรณ์มาตรฐาน ตามแบบก่อสร้างที่กำหนด

โครงงานนี้จะช่วยให้การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล สามารถคำนวณวัสดุอุปกรณ์ ที่ต้องการใช้ได้อย่างถูกต้อง หรือใกล้เคียงที่สุด ส่งผลถึงการคำนวณงบประมาณที่ถูกต้องและแน่นอน เพื่อป้องกันการเกิดปัญหา การขาดงบประมาณการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลขึ้น ระหว่างการดำเนินงานได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลให้เหมาะสม
2. เพื่อกำหนดงบประมาณในการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล
3. เพื่อตรวจสอบมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งในระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ค้นคว้าศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน "การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล"
2. ศึกษาการทำงานและการประมวลผลของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล
3. ออกแบบและเขียนโปรแกรม "การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล"

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

รายละเอียด	ปี 2551							ปี 2552				
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมข้อมูล	←	→										
2. ศึกษาการทำงานของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล		←	→									
3. ออกแบบและเขียนโปรแกรม "โปรแกรมการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาล"			←	→	→	→	→	→	→	→	→	
4. จัดทำรายงานและสรุปผลการทำงาน											←	→

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1. เข้าใจการทำงานและการประมวลผลของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล
2. สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าภายในโรงพยาบาลได้อย่างเหมาะสม
3. สามารถเขียนโปรกแกรม "การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล" ได้

1.6 งบประมาณ

1. ค่าเอกสารและค่าเข้าเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์	2,000 บาท
2. ค่าอุปกรณ์ในการทำโครงงาน	500 บาท
3. ค่าหนังสือ	1,000 บาท
4. ค่าพิมพ์เอกสาร	300 บาท
รวมเป็นเงิน (สามพันแปดร้อยบาทถ้วน)	3,800 บาท

หมายเหตุ : ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่2
หลักการและทฤษฎี

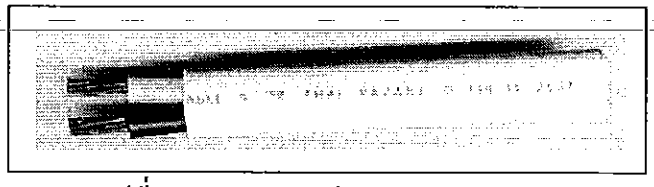
ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล นับได้ว่าเป็นโปรแกรมที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อคำนวณหาโหลด ก่อนที่จะนำไปสู่การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เกิดความเหมาะสมกับสภาพภายในอาคารแต่ละส่วน ดังนั้นผู้ออกแบบจึงจำเป็นที่จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ดังนี้

2.1 สายไฟฟ้า

สายไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในการนำพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ปัจจุบันมีการผลิตสายไฟฟ้าออกมาจำหน่ายในท้องตลาดมากมายหลายชนิด ซึ่งมีความเหมาะสมในการใช้งานต่างกันไป สำหรับการเลือกใช้สายไฟฟ้าในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้นจะต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ ประกอบกัน อาทิเช่น ความสามารถในการนำกระแสของสายไฟฟ้า ความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง แรงดันและความสามารถในการทนความร้อนที่เกิดขึ้นขณะใช้งาน ทั้งในสภาวะปกติและเมื่อเกิดการลัดวงจร เป็นต้น ทั้งนี้ผู้ออกแบบควรจะเลือกใช้สายไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานเพื่อใช้กับงานด้านไฟฟ้ากำลังเท่านั้น [1]

2.1.1 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด วีเอเอฟ (VAF)

สายไฟตาม มอก.11-2531 ที่ตามท้องตลาดเรียกว่าสายชนิด วีเอเอฟ (VAF) เป็นสายชนิดทนแรงดัน 300 V มีทั้งชนิดที่เป็นสายเดี่ยว สายคู่ และที่มีสายดินอยู่ด้วย ถ้าเป็นสายเดี่ยว จะเป็นสายกลม และถ้าเป็นชนิด 2 แกน หรือ 3 แกน จะเป็นสายแบน ตัวนำนอกจากจะมีฉนวนหุ้ม แล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง สายคู่จะนิยมรัดด้วยเข็มขัดรัดสาย (Clip) ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไป สายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 เฟส ที่มีแรงดัน 380 V เช่นกัน (ในระบบ 3 เฟส แต่แยกไปใช้งานเป็นแบบ 1 เฟส แรงดัน 220 V. จะใช้ได้) ดังแสดงในรูปที่ 2.1.1 [6]



รูปที่ 2.1.1 สายชนิด วีเอเอฟ (VAF) [6]

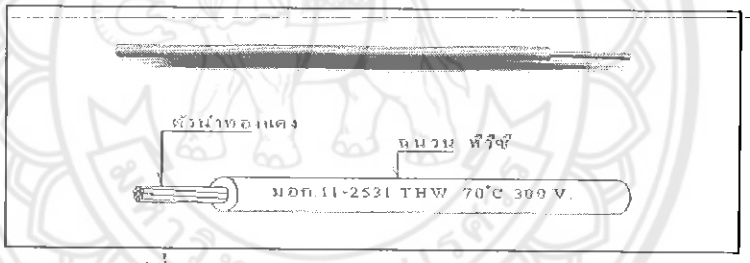
การใช้งาน

สายกลม	**สายแบน**
เดินลอย	เดินเกาะผนัง
เดินเกาะผนัง เดินซ่อนในผนัง	เดินซ่อนในผนัง
เดินในช่องเดินสาย	ห้ามเดินในช่องเดินสาย
ห้ามเดินฝังโดยตรง	ห้ามฝังดินโดยตรง

หมายเหตุ การไฟฟ้านครหลวงยอมให้เดินร้อยท่อฝังดินได้ แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าท่อ และป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ [6]

2.1.2 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด ทีเอชดับเบิลยู (THW)

สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ที่ในท้องตลาดนิยมเรียกว่า ทีเอชดับเบิลยู (THW) เป็นสายไฟฟ้าชนิดทนแรงดัน 750 V เป็นสายเดี่ยว นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะใน โรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้า 3 เฟส ได้ ปกติจะเดินร้อยในท่อร้อยสาย ชื่อ THW เป็นชื่อตามมาตรฐานอเมริกัน ซึ่งเป็นสายชนิดทนแรงดัน 600 V อุณหภูมิใช้งานที่ 75 องศาเซลเซียส แต่ในประเทศไทยนิยม เรียกสายที่ผลิตตาม มอก.11-2531 ว่า สาย THW เนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายกันและรู้กันทั่วไปในท้องตลาด ดังแสดงในรูปที่ 2.1.2



รูปที่ 2.1.2 สายชนิด ทีเอชดับเบิลยู (THW) [4]

การใช้งาน

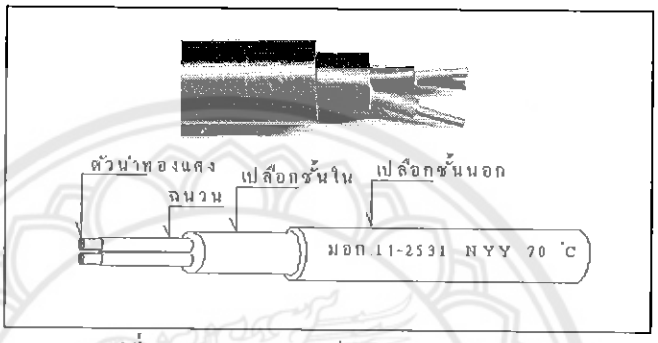
เดินลอย ต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน (Insulator)

เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง

ห้ามเดินฝังดินโดยตรง [4]

2.1.3 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ - สายชนิด เอ็นวายวาย (NYY)

สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตามท้องตลาดนิยมเรียกว่าสายชนิด เอ็นวายวาย (NYY) มีทั้งชนิดแกนเดียว และหลายแกน สายหลายแกน ก็จะเป็นสายชนิดกลมเช่นกัน สายชนิดนี้ทนแรงดันที่ 750 V นิยมใช้อย่างกว้างขวางเช่นกัน เนื่องจากว่ามี ความทนต่อสภาพแวดล้อม เพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง บางทีเรียกว่าเป็นสายฉนวน 3 ชั้น ความจริงแล้ว สายชนิดนี้มีฉนวนชั้นเดียว อีกสองชั้นที่เหลือเป็นเปลือก เปลือกชั้นในทำหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนที่ตีเกลียวเข้าด้วยกัน มีลักษณะกลม แล้วจึงมีเปลือกนอกหุ้ม อีกชั้นหนึ่ง ทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ ดังแสดงในรูปที่ 2.1.3



รูปที่ 2.1.3 สายชนิด เอ็นวายวาย (NYY) [8]

การใช้งาน

ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อฝังดิน หรือเดินฝังโดยตรง

ชนิดของสาย NYY แบ่งตามลักษณะของสายโดยแบ่งออกได้ดังนี้

1. NYY ชนิดสายเดี่ยว สายชนิดนี้เป็นสายที่มีเปลือกเพียงชั้นเดียว ทำหน้าที่ป้องกัน ความเสียหายทางกายภาพ ไม่ต้องมีเปลือกชั้นใน

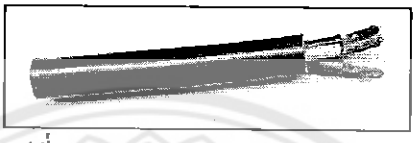
2. NYY ชนิด 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน ซึ่งแล้วแต่ความต้องการของการใช้งาน สายชนิดนี้จะมีเปลือกสองชั้นดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

3. NYY ชนิด 4 แกน มีสายนิวทรัลรวมอยู่ด้วย เรียกว่าเป็นสาย NYY-N คือมีสายไฟอยู่ 3 เส้น และมีสายนิวทรัลอีกหนึ่งเส้น มีขนาดพื้นที่หน้าตัดประมาณครึ่งหนึ่ง ของสายไฟ จึงเหมาะที่จะใช้ในวงจร 3 เฟส 4 สาย

4. NYY ชนิด NYY-GRD คือ สายชนิด 2 แกน 3 แกน และ 4 แกน ที่มีสายดิน (Ground) รวมอยู่ด้วยอีกเสนหนึ่งเส้น จึงเหมาะที่จะใช้ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน [8]

2.1.4 สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ-สายชนิด วีซีที (VCT)

สายไฟฟ้าตาม มอก.11-2531 ตามท้องตลาดเรียกว่า สาย วีซีที (VCT) เป็นสายกลมมี ทั้งชนิดหนึ่งแกน 2 แกน 3 แกนและ 4 แกนทนแรงดันที่ 750 V มีฉนวนและเปลือกเช่นกัน มีข้อพิเศษกว่าก็คือ ตัวนำจะประกอบไปด้วย ทองแดงฝอยเส้นเล็กๆ ทำให้มีข้อดีคือ อ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดี เหมาะที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน สายชนิดนี้ใช้งานได้ทั่วไปเหมือนสายชนิด NYY สาย VCT มีหลายแบบตามรูปทรงโดยแบ่งได้ทั้งแบบ VCT-GRD ซึ่งมี 2 แกน 3 แกนและ 4 แกน และมีสายดินเดินร่วมไปด้วยอีกเส้นหนึ่ง เพื่อให้เหมาะสำหรับใช้เครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน ดังแสดงในรูปที่ 2.1.4



รูปที่ 2.1.4 สายชนิด วีซีที (VCT) [8]

การใช้งาน

ใช้งานทั่วไป เดินร้อยท่อฝังดิน [8]

สายไฟฟ้าสำหรับติดตั้ง

สายไฟฟ้าที่นิยมใช้มากที่สุดในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ จะเป็นสายหุ้มฉนวน ที่ผลิตขึ้นตามมาตรฐานอุตสาหกรรม มอก. 11-2531 ดังแสดงในตารางที่ 2.1 มีทั้งหมด 17 ชนิด และสายไฟฟ้าชนิดสายทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE แต่สำหรับงานในลักษณะการติดตั้งแบบถาวร จะพบว่าสายที่นิยมใช้มีอยู่เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้น และสามารถใช้ตารางที่ 2.1.2 ตารางที่ 2.1.3 และตารางที่ 2.1.4 ในการเลือกใช้สายไฟฟ้า [1]

ตารางที่ 2.1.1 ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส) [1]

มอก.11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
1	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียว	IV HIV	300	- เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน - เดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง
2	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก แกนเดียว สายแบน 2 แกน และสายแบน 3 แกน	VAF VAF-S	300	สายกลม - เดินลอย - เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - เดินในช่องเดินสาย - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกัน ไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ สายแบน - เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินสายในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง นิยมใช้ ในบ้านเรือน
3	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก หลายแกน	VVR	300	- ใช้งานทั่วไป - ห้ามฝังดินโดนตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ

ตารางที่ 2.1.1 (ต่อ) ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส)[1]

มอก.11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
4	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนแกนเดียว	THW	750	- เดินลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน - เดินในช่องเดินสาย ในสถานที่แห้ง - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกันไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ นิยมใช้ ในโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารพาณิชย์
5	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก แกนเดียว และสายแบบ 2 แกน	VVF VVF-S	750	สายกลม - เดินลอย - เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - เดินในช่องเดินสาย - ห้ามฝังดินโดยตรง - เดินร้อยท่อฝังดินได้แต่ต้องป้องกัน ไม่ให้น้ำเข้าภายในท่อและป้องกันไม่ให้สายมีโอกาสแช่น้ำ สายแบน - เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินสายในช่องเดินสาย ยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
6	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกแกนเดียว	NYY	750	-ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง นิยมใช้ เป็นสายป้อนและสายเมน

ตารางที่ 2.1.1 (ต่อ) ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน70 องศาเซลเซียส) [1]

มอก.11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
7	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกหลายแกน	NYY	750	-ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง นิยมใช้ เป็นสายป้อนและสายเมน
8	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก 3 แกนมีสายนิวทรัล	NYY-N	750	-ใช้งานทั่วไป - เดินร้อยท่อฝังดิน - ฝังดินโดยตรง นิยมใช้ เป็นสายป้อนและสายเมน
9	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอก	VCT	750	-ใช้งานทั่วไป - ฝังดินโดยตรง
10	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนและเป็นสายชนิดอ่อนตัวได้	VSF VEE VTF	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้และใช้ต่อเข้าดวงโคม
11	สายแบน 2 แกน และ สายแบน 3 แกน มีสายดิน	B-GRD VAF-G	300	- เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินสายในช่องเดินสายยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง นิยมใช้ ในบ้านเรือน
12	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกหลายแกน	VVR-GRD	300	- ใช้งานทั่วไป - ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

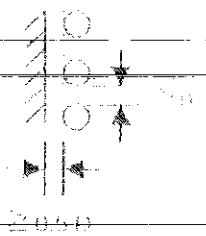
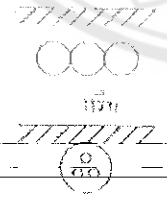
ตารางที่ 2.1.1 (ต่อ) ข้อกำหนดการใช้งานของสายไฟฟ้าที่ผลิตตาม มอก.11-2531 (อุณหภูมิใช้งาน 70 องศาเซลเซียส)[1]

มอก.11-2531 ตารางที่	ชนิดของสาย	ชื่อเรียก	แรงดันที่กำหนด (โวลต์)	ลักษณะการติดตั้ง
13	สายแบน 2 แกน มีสายดิน	VVF-GRD	750	- เดินเกาะผนัง - เดินซ่อนในผนัง - ห้ามเดินสายในช่องเดินสายยกเว้น รางเดินสาย - ห้ามร้อยท่อฝังดิน หรือฝังดินโดยตรง
14	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกหลายแกน มีสายดิน	NYY-GRD	750	- ใช้งานทั่วไป - ฝังดินโดยตรง นิยมใช้ เป็นสายป้อนและสายเมน
15	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกมีสายดิน	VCT-GRD	750	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า
16	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนชนิดอ่อนตัวมีสายดิน	VFF-GRD	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดหยิบยกได้และใช้ต่อเข้าดวงโคม
17	สายไฟฟ้าหุ้มฉนวนมีเปลือกนอกหลายแกน	VFF-F	300	- ใช้ต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ตารางที่ 2.1.2 ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มฉนวนพีวีซีตาม มอก.11-2531 อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ขนาดแรงดัน 300 หรือ 750 โวลต์ อุณหภูมิโดยรอบ 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ก-ค) และ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ)[1]

ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
วิธีการเดินสาย							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ก	ข	ค		ง		จ
			ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	ท่อโลหะ	ท่ออโลหะ	
0.5	9	8	8	7	10	9	-
1	14	11	11	10	15	13	21
1.5	17	15	14	13	18	16	26
2.5	23	20	18	17	24	21	34
4	31	27	24	23	32	28	45
6	42	35	31	30	42	36	56
10	60	50	43	42	58	50	75
16	81	66	56	54	77	65	97
25	111	89	77	74	103	87	125
35	137	110	95	91	126	105	150
50	169	-	119	114	156	129	177
70	217	-	148	141	195	160	216
95	271	-	187	180	242	200	259
120	316	-	214	205	279	228	294
150	364	-	251	236	322	259	330
185	424	-	287	269	370	296	372
240	509	-	344	329	440	352	431
300	592	-	400	373	508	400	487
400	696	-	474	416	599	455	552
500	818	-	541	469	684	516	623

ตารางที่ 2.1.3 ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง [1]

วิธีการเดินสาย	รูปแบบการติดตั้ง	ชนิดของตัวนำและรูปแบบการติดตั้ง
ก		สายแกนเดียวหุ้มฉนวนเดินในอากาศ
ข		หมายถึงสายแบนหุ้มฉนวนมีเปลือกเดินเกาะผนัง
ค		สายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อในอากาศ ในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน
ง		หมายถึงสายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนเดินในท่อฝังดิน
จ		แกนเดียวหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 เส้นหรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน ฝังดินโดยตรง

หมายเหตุ

1. D หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางของสายไฟฟ้า

จากตาราง 2.1.2 หากอุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสายก-ค)หรือ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) ให้คูณค่าขนาดกระแสด้วยตัวคูณดังตารางที่ 2.1.4

ตารางที่ 2.1.4 อุณหภูมิโดยรอบที่แตกต่างจาก 40 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสายก-ค) หรือ 30 องศาเซลเซียส (สำหรับวิธีการเดินสาย ง และ จ) [1]

อุณหภูมิโดยรอบ (องศาเซลเซียส)	ตัวคูณ	
	วิธีการเดินสาย ก-ค (การเดินสายในอากาศ)	วิธีการเดินสาย ง และ จ (การเดินสายใต้ดิน)
21--25	-	1.06
26-30	-	1
31-35	1.08	0.94
36-40	1	0.87
41-45	0.91	0.79
46-50	0.82	0.71
51-55	0.71	-
56-60	0.58	-

2.2 ท่อร้อยสาย

การติดตั้งท่อร้อยสายควบจะมีการติดตั้งที่ถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้เกิดความปลอดภัย มั่นคงแข็งแรงและมีความเชื่อถือได้ในระบบ ซึ่งจะกล่าวถึงท่อร้อยสายไฟฟ้าที่นิยมใช้กันสำหรับงานติดตั้งระบบไฟฟ้าเท่านั้น ซึ่งได้แก่

2.2.1 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)

เรียกกันทั่วไปว่าทอ RMC เป็นท่อที่มีความแข็งแรงมาก สามารถคงทนต่อสภาวะแวดล้อมต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ส่วนใหญ่มักทำมาจากเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นกล้าเคลือบสังกะสีทั้งผิวภายนอกและภายใน เพื่อทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายนอกและภายในท่อ แต่ผิวจะด้านและหนากว่าท่อโลหะชนิดอื่น ปลายท่อทำเกรียวไว้ทั้งสองด้าน มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีดำสำหรับระบุชนิดและขนาดของท่อ ความยาวของท่อประมาณเส้นละ 10 ฟุต หรือประมาณ 3 เมตร สามารถใช้งานได้ทุกสภาพการใช้งานทั้งภายนอกและภายในอาคาร แต่มีราคาสูงกว่าท่อชนิดอื่นมากจึงใช้เฉพาะงานที่ต้องการป้องกันสายในสถานที่ที่มีแรงกระแทกทางกลสูง เช่น งานเดินสายไฟฟ้าร้อยท่อฝังดินเดินใต้ถนน ซึ่งสามารถใช้ตารางที่ 2.2.1 และ ตารางที่ 2.2.2 ประกอบกันในการเลือกใช้ท่อร้อยสาย[1]

2.2.2 ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)

เรียกกันทั่วไปว่าท่อ IMC เป็นท่อที่ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ผิวภายในเคลือบด้วยอีนาเมล ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายในและภายนอกท่อ และมีความหนาน้อยกว่าท่อ RMC เล็กน้อย ปลายท่อทำเกลียวไว้สองด้าน มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีส้ม (บางครั้งอาจใช้สีแดง) สำหรับระบุชนิดและขนาดของท่อ ท่อชนิดนี้มีข้อกำหนดการใช้งานที่เหมือนกับท่อ RMC สามารถใช้งานแทนกันได้แต่เพียงมีความแข็งแรงของท่อน้อยกว่าท่อ RMC แต่จะมีราคาถูกกว่า มักนิยมใช้ในงานติดตั้งภายนอกอาคาร ตลอดจนงานฝังดินที่ไม่มีแรงกระทบกระเทือนจากพื้นผิวดินมากนัก ซึ่งสามารถใช้ตารางที่ 2.2.1 และ ตารางที่ 2.2.3 ประกอบกันในการเลือกใช้ท่อร้อยสาย

2.2.3 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)

เรียกกันทั่วไปว่าท่อ EMT เป็นท่อที่ทำด้วยเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ผิวภายในเคลือบด้วยอีนาเมล ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายในและภายนอกท่อ และมีความมันวาว ปลายท่อทั้งสองด้านไม่สามารถทำเกลียวได้ มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีเขียว สำหรับระบุชนิดและขนาดของท่อ ท่อชนิดนี้มีผนังบางกว่าท่อ RMC และ IMC มาก จึงมีความแข็งแรงและทนทานต่อแรงกระแทกทางกลน้อยกว่าและมีราคาถูกกว่ามาก แต่ก็เป็นท่อที่นิยมใช้กันมากที่สุด ท่อชนิดนี้จะใช้ได้เฉพาะการติดตั้งไฟฟ้าภายในอาคารเท่านั้น พบเห็นทั่วไปทั้งการเดินลอยเกาะไปตามผนัง การเดินซ่อนในผนังกำแพงและการเดินบนเพดานหรือฝ้า สามารถดัดโค้งงอได้ด้วยเครื่องมือดัดท่อ ซึ่งสามารถใช้ตารางที่ 2.2.1 และ ตารางที่ 2.2.4 ประกอบกันในการเลือกใช้ท่อร้อยสาย

2.2.4 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)

เป็นท่อที่ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีทั้งผิวภายนอกและภายใน ผลิตขึ้นให้มีลักษณะที่มีความอ่อนตัวสูงสามารถโค้งงอไปมาได้ มีทั้งชนิดธรรมดาและชนิดกันของเหลว นิยมใช้ในงานที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์เครื่องจักรต่างๆ หรืองานที่ต้องการความโค้งงอของสาย [1]

ตารางที่ 2.2.1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (รวมฉนวนและเปลือก) และพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า ตาม มอก.11-2531 [1]

ขนาดสาย	ตารางที่ 4 (THW)		ตารางที่ 6 (NYY,I/C)	
(ตร.มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)	เส้นผ่านศูนย์กลาง (มม.)	พื้นที่หน้าตัด (ตร.มม.)
0.5	3.0	7.07	-	-
1	3.5	9.63	8.8	60.85
1.5	3.8	11.35	9.2	66.50
2.5	4.3	14.53	9.8	75.46
4	5.2	21.25	10.5	86.63
6	5.8	26.43	11.0	95.07
10	7.2	40.73	12.0	113.14
16	8.4	55.44	13.0	132.79
25	10.5	86.63	14.5	165.20
35	11.5	103.91	16.0	201.14
50	13.5	143.20	17.0	227.07
70	15.5	188.77	19.0	283.64
95	18.0	254.57	21.5	363.20
120	19.5	298.77	23.0	415.64
150	21.5	363.20	26.0	531.14
185	24.0	452.57	28.0	616.00
240	27.0	572.79	31.5	779.63
300	30.0	707.14	30.0	962.50
400	33.5	881.77	38.5	1,164.63
500	38.0	1,134.7	43.0	1,452.79

ตารางที่ 2.2.2 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะหนา (RMC) [1]

ขนาดทางการค้า (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ		พ.ท.หน้าตัด 100%		1 ตัวนำ 53%		2 ตัวนำ 31%		3 ตัวนำขึ้นไป 40%	
	นิ้ว	มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.
0.5	0.632	16.05	0.314	202.58	0.166	107.10	0.097	62.58	0.125	80.63
0.75	0.836	21.25	0.549	354.19	0.291	187.74	0.170	109.68	0.220	141.94
1	1.063	27.00	0.888	572.90	0.470	303.23	0.275	177.42	0.355	229.03
1.25	1.394	35.41	1.526	984.51	0.809	521.93	0.473	305.16	0.610	393.55
1.5	1.624	41.25	2.071	1,336.13	1.098	708.39	0.642	414.19	0.829	534.84
2	2.083	52.91	3.408	2,198.71	1.806	1,165.16	1.056	681.29	1.363	879.35
2.5	2.489	63.22	4.866	3,139.35	2.579	1,663.87	1.508	972.90	1.946	1,255.48
3	3.090	78.49	7.499	4,838.05	3.975	2,564.51	2.325	1,500.00	3.000	1,935.48
3.5	3.570	90.68	10.010	6,458.05	5.305	3,422.57	3.103	2,001.93	4.004	2,583.22
4	4.050	102.87	12.883	8,311.60	6.828	4,405.15	3.994	2,576.77	5.153	3,324.51
5	5.073	128.85	20.213	13,040.6	10.713	6,911.60	6.266	4,042.57	8.085	5,216.12
6	6.093	154.76	29.158	18,811.5	15.454	9,970.30	9.039	5,831.60	11.663	7,524.50

ตารางที่ 2.2.3 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะปานกลาง (IMC) [1]

ขนาดทางการค้า (นิ้ว)	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ		พ.ท.หน้าตัด 100%		1 ตัวนำ 53%		2 ตัวนำ 31%		3 ตัวนำขึ้นไป 40%	
	นิ้ว	มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.
0.5	0.660	16.76	0.342	220.70	0.181	116.97	0.106	68.41	0.137	88.28
0.75	0.864	21.94	0.586	378.21	1.331	200.45	0.182	117.24	0.235	151.28
1	1.105	28.06	0.959	618.64	0.508	327.87	0.297	191.77	0.384	247.45
1.25	1.448	36.77	1.646	1,,062.31	0.872	563.02	0.510	329.31	0.658	424.92
1.5	1.683	42.74	2.223	1,435.27	1.178	760.68	0.689	444.93	0.889	574.10
2	2.150	54.61	3.629	2,343.19	1.923	1,241.89	1.125	726.38	1.452	937.27
2.5	2.557	64.79	5.135	3,298.22	2.722	1,748.05	1.592	1,022.44	2.054	1,319.30
3	3.176	80.67	7.922	5,113.15	4.199	2,709.96	2.456	1,585.07	3.169	2,045.30
3.5	3.671	93.24	10.584	6,830.76	5.610	3,620.30	3.281	2,117.53	4.234	2,732.30
4	4.166	105.81	13.631	8,796.66	7.224	4,662.22	4.226	2,726.96	5.452	3,518.70

ตารางที่ 2.2.4 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะบาง (EMT) [1]

ขนาดทางการค้า	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ		พ.ท.หน้าตัด 100%		1 ตัวนำ 53%		2 ตัวนำ 31%		3 ตัวนำขึ้นไป 40%	
(นิ้ว)	นิ้ว	มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.
0.5	0.622	15.80	0.304	196	0.161	104	0.094	61	0.122	78
0.75	0.824	20.93	0.533	344	0.283	182	0.165	107	0.213	138
1	1.049	26.65	0.864	558	0.458	296	0.268	173	0.346	223
1.25	1.380	35.05	1.496	965	0.793	512	0.464	299	0.598	386
1.5	1.610	40.89	2.036	1,313	1.079	696	0.631	407	0.814	525
2	2.067	52.50	3.356	2,165	1.778	1,148	1.040	671	1.342	866
2.5	2.731	69.36	5.858	3,780	3.105	2,003	1.816	1,172	2.343	1,512
3	3.356	85.24	8.846	5,709	4.688	3,026	2.742	1,770	3.538	2,284
3.5	3.834	97.38	11.545	7,451	6.119	3,949	3.579	2.310	4.618	2,980
4	4.334	110.08	14.753	9,521	7.819	5,046	4.573	2,951	5.901	3,808

ตารางที่ 2.2.5 พื้นที่หน้าตัดภายในท่อร้อยสายไฟฟ้าของท่อโลหะอ่อน [1]

ขนาดทางการค้า	เส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อ		พ.ท.หน้าตัด 100%		1 ตัวนำ 53%		2 ตัวนำ 31%		3 ตัวนำขึ้นไป 40%	
(นิ้ว)	นิ้ว	มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.	ตร.นิ้ว	ตร.มม.
0.375	0.384	9.75	0.116	74.84	0.061	39.35	0.036	23.23	0.046	29.68
0.5	0.635	16.13	0.317	204.52	0.168	108.39	0.098	63.23	0.127	81.94
0.75	0.824	20.93	0.533	343.87	0.282	181.94	0.165	106.45	0.213	137.42
1	1.020	25.91	0.817	527.10	0.433	279.35	0.253	163.23	0.327	210.97
1.25	1.275	32.39	1.277	823.87	0.677	436.77	0.396	255.48	0.511	329.68
1.5	1.538	39.07	1.857	1,198.06	0.984	634.84	0.576	371.61	0.743	479.35
2	2.040	51.82	3.269	2,109.03	1.732	1,117.42	1.013	653.55	1.307	843.22
2.5	2.500	63.50	4.909	3,167.09	2.602	1,678.71	1.522	981.93	1.964	1,267.09
3	3.000	76.20	7.069	4,560.64	3.746	2,416.77	2.191	1,413.55	2.827	1,823.87

2.3 เต้ารับ

วงจรย่อยเต้ารับโดยทั่วไปจะคิดที่ 180 VA ต่อหนึ่งเต้ารับ การหาขนาดพิกัดวงจรย่อยจะคล้ายกับวงจรย่อยแสงสว่าง สามารถเลือกใช้วงจรย่อยขนาด 5, 10, 15 หรือ 20 A ได้เช่นเดียวกัน ยกเว้นวงจรเต้ารับสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดใหญ่ที่ติดตั้งถาวรให้คิดจากโหลดที่ติดตั้งจริง ผู้ออกแบบส่วนใหญ่มักจะกำหนดใช้วงจรย่อยเต้ารับทั่วไปมีจำนวนเต้ารับไม่เกิน 10 ตัว และมักจะเลือกขนาดพิกัดวงจรย่อยเต้ารับทั่วไปขนาด 15 A โดยสามารถเลือกใช้สายตาม มอก. 11-2531 ตามตารางที่ 4 (THW) ขนาด 2.5 ตร.มม. เดินในท่อโลหะได้

วงจรเต้ารับหลายจุดให้คิดตามความยาวของเต้ารับโดยกำหนดให้ใช้ 180 VA ต่อความยาว 5 ฟุต สำหรับโหลดทั่วไป แต่ถ้าโหลดหนักให้ใช้ค่า 180 VA ต่อ ความยาว 1 ฟุต [1]

การติดตั้งเต้ารับติดระยะทางตรง 12 ฟุต/จุด และมุมห้องระยะ 6 ฟุต/จุด ไม่ควรติดตั้งเต้ารับในห้องน้ำ

ค่าโหลดเต้ารับโดยเฉลี่ยของอาคารต่างๆ สามารถเลือกได้จากตารางที่ 2.3.1

ตารางที่ 2.3.1 ตารางแสดงค่าโหลดเต้ารับโดยเฉลี่ย [3]

ชนิดของอาคาร	ค่าโหลด (VA/m^2)
ห้องประชุม	2
โรงพยาบาล	11
โรงแรม	11
อาคารสำนักงาน	16
โรงเรียน	12

2.4 แสงสว่าง

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าของโปรแกรมนี้จะใช้ค่าโหลดแสงสว่างดังตารางที่ 2.4.1

ตารางที่ 2.4.1 ค่าโหลดแสงสว่าง[3]

ชนิดของอาคาร	โหลดแสงสว่าง (VA/m^2)
ห้องประชุม	10
โรงพยาบาล	20
โรงแรม	20
อาคารพานิชย์	40
โรงเรียน	30

2.5 เครื่องปรับอากาศ

วิธีการคำนวณอย่างง่ายเพื่อหากำลังเครื่องปรับอากาศ ที่เหมาะสมกับขนาดพื้นที่ของห้อง มีสูตรดังนี้

ห้องปกติ

ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ = ขนาดห้อง ×800 บีทียู/ชั่วโมง

ห้องที่โดนแดดตอนบ่าย

ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ = ขนาดห้อง ×1,000 บีทียู/ชั่วโมง

ห้องรับประทานอาหาร

ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ = ขนาดห้อง ×1,100 บีทียู/ชั่วโมง

ห้องที่อยู่ชั้นดาดฟ้า และไม่มีฉนวนกันความร้อน

ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ = ขนาดห้อง ×1,300 บีทียู/ชั่วโมง[5]

เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารที่มีพื้นที่มากๆ เป็นเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่ที่เรียกว่า "ชิลเลอร์" มีลักษณะเป็นท่อรีฟรีเกอร์แรนท์ ไปตามส่วนต่างๆของอาคาร ซึ่งการออกแบบเครื่องทำความเย็นขนาดใหญ่ มีขั้นตอนที่ยุ่งยากจำเป็นต้องทราบโหลดทางไฟฟ้าซึ่งต้องมีการเปรียบเทียบ ดังต่อไปนี้

- 1 ตัน ประมาณ พื้นที่เท่ากับ 16 ตร.ม.
- 1 ตัน เท่ากับ 12,000 บีทียู/ชั่วโมง
- 1ตัน คิดเป็นโหลดไฟฟ้าเท่ากับ 2,000 VA

ตัวอย่างการคำนวณโหลดความเย็น

ชั้นใต้ดิน

พื้นที่ทำความเย็น 2,764 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 2,764/16 = 172.75 ตัน

ชั้น 1

พื้นที่ทำความเย็น 2,671 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 2,671/16 = 167 ตัน

ชั้น 2

พื้นที่ทำความเย็น 2,803 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 2,803/16 = 175.2 ตัน

ชั้น 3

พื้นที่ทำความเย็น 5,820 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 5,820/16 = 363.75 ตัน

ชั้น 4-9 มีพื้นที่เท่ากัน

พื้นที่ทำความเย็น 1,389 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 1,389/16 = 86.8 ตัน

ดังนั้นโหลดความเย็นรวม = 172.75+167+175.2+363.75+ (86.8×6)

= 1,400 ตัน

คิดเป็นโหลดไฟฟ้า = 1,400×2,000

= 2,800,000 VA [2]

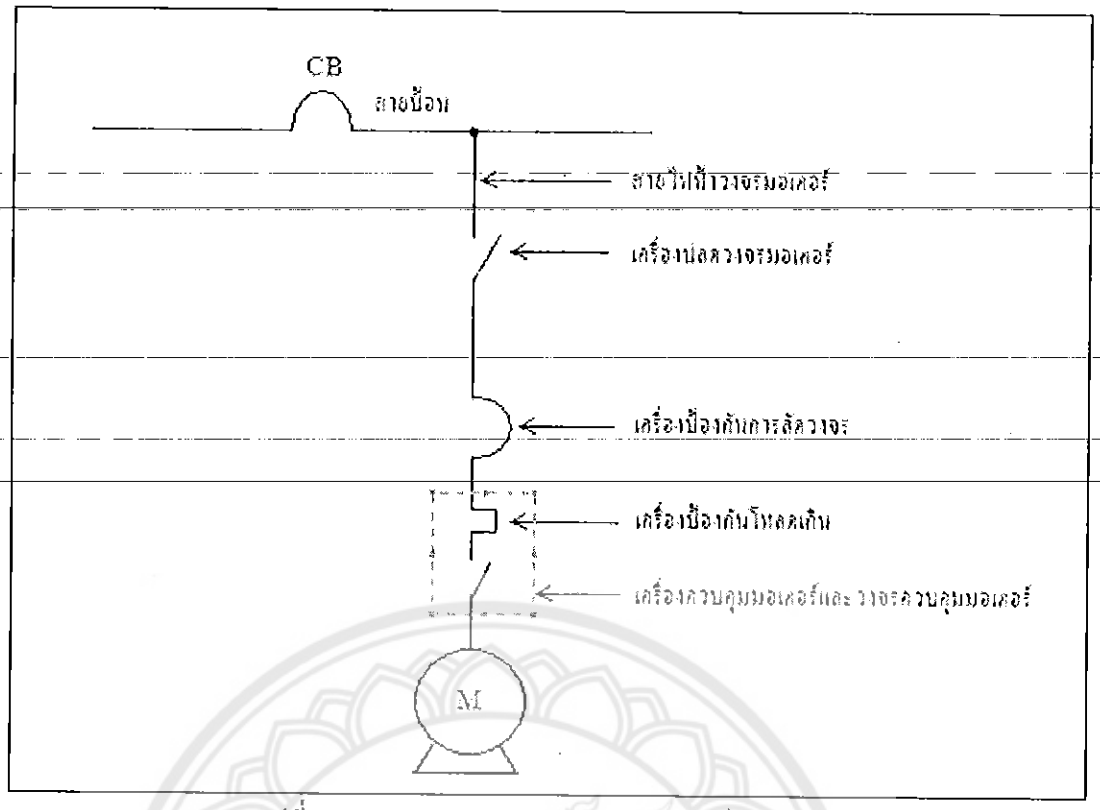
2.6 โหลดประเภทมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นโหลดสำคัญที่พบกันมากในการใช้พลังงานไฟฟ้าในทุกสถานประกอบการ มีตั้งแต่มอเตอร์ตัวเล็กๆ ขนาดไม่ถึง 1 แรงม้าที่ใช้กันตามบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ไปจนถึงขนาดใหญ่หลายร้อยแรงม้าสำหรับใช้กับเครื่องจักรต่างๆ ในอุตสาหกรรม มีใช้กันทั้งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและมอเตอร์กระแสสลับ การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดประเภทมอเตอร์ไฟฟ้านี้ ทางสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ หรือ ว.ส.ท. ได้กำหนดมาตรฐานเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ไว้โดยเฉพาะในเรื่องบริภัณฑ์ไฟฟ้า ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าจะต้องออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ให้ถูกต้องและเป็นไปตามมาตรฐานเพื่อให้การใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นไปอย่างปลอดภัยและเชื่อถือได้

2.6.1 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้า

จากรูปที่ 2.6.1 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบต่างๆ ของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้าที่ผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาหาค่าพิกัดต่างๆ ทั้งหมด 6 ส่วนด้วยกัน คือ

1. สายไฟสำหรับวงจรมอเตอร์ (Conductor Size) ซึ่งแยกเป็น
   1.1 สายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยมอเตอร์ (Motor Branch Circuit Conductors)
   1.2 สายไฟฟ้าสำหรับสายป้อน (Feeder Circuit Conductors)
2. การป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Protection) ซึ่งแยกเป็น
   2.1 การป้องกันสำหรับวงจรย่อยมอเตอร์ (Motor Branch Circuit Protections)
   2.2 การป้องกันสายป้อน (Feeder Circuit Protections)
3. การป้องกันเนื่องจากภาระโหลดเกิน (Overload Protection)
4. เครื่องควบคุมมอเตอร์ (Motor Controller)
5. วงจรควบคุมมอเตอร์ (Motor Control Circuits)
6. เครื่องปลดวงจรมอเตอร์ (Motor Disconnect) [1]



รูปที่ 2.6.1 ส่วนประกอบของวงจรมอเตอร์ไฟฟ้า [1]

2.6.2 การพิจารณาขนาดสายไฟฟ้าสำหรับวงจรมอเตอร์

ในที่นี้จะแยกพิจารณาเป็น 2 กรณี คือ

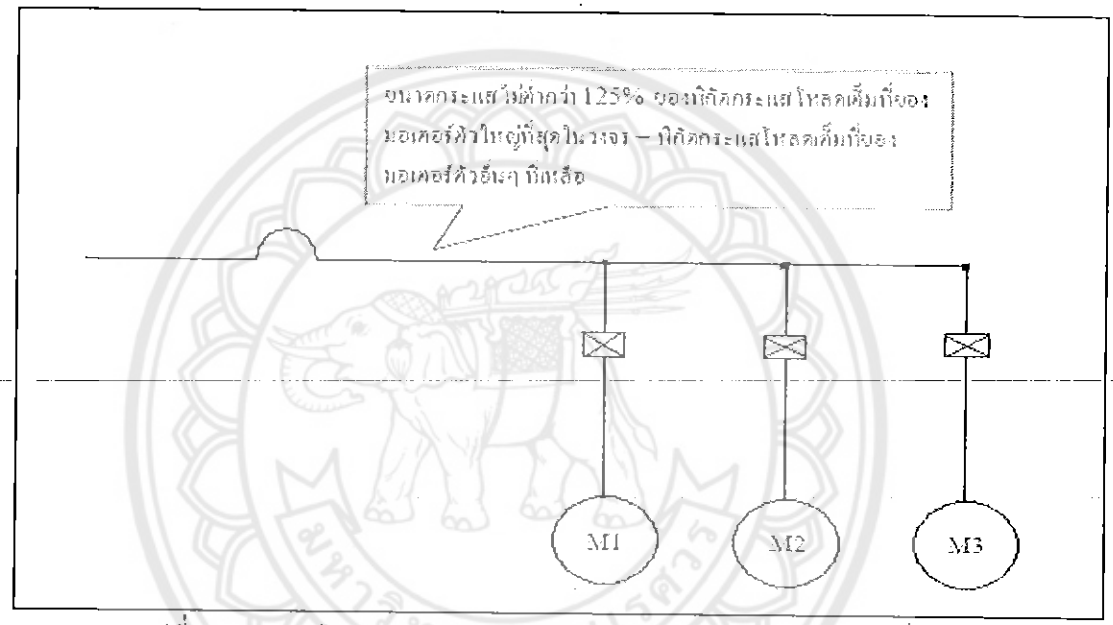
1. กรณีวงจรย่อยมอเตอร์ไฟฟ้าเครื่องเดียว
2. กรณีวงจรประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามากกว่า 1 ตัว หรือมอเตอร์ไฟฟ้าต่อร่วมกับโหลดอื่น [1]

วงจรประกอบด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ามากกว่า 1 ตัว หรือมอเตอร์ไฟฟ้าต่อร่วมกับโหลดอื่น

กรณีนี้เป็นการหาขนาดสายป้อนของวงจรจะพิจารณาแยกเป็นกรณีที่สายป้อนนั้นจ่ายให้เฉพาะวงจรมอเตอร์อย่างเดียว (มีมอเตอร์หลายเครื่อง) กับ กรณีสายป้อนจ่ายให้กับวงจรมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่นดังนี้

ก. สายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์หลายเครื่อง

การคิดขนาดของสายป้อนให้พิจารณาจาก ผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัวในวงจรนั้นบวกกับ 25% ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในวงจร แต่ในกรณีที่มีมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดหลายตัว ให้บวกด้วย 25% เพียงตัวเดียว ดังแสดงในรูปที่ 2.6.2

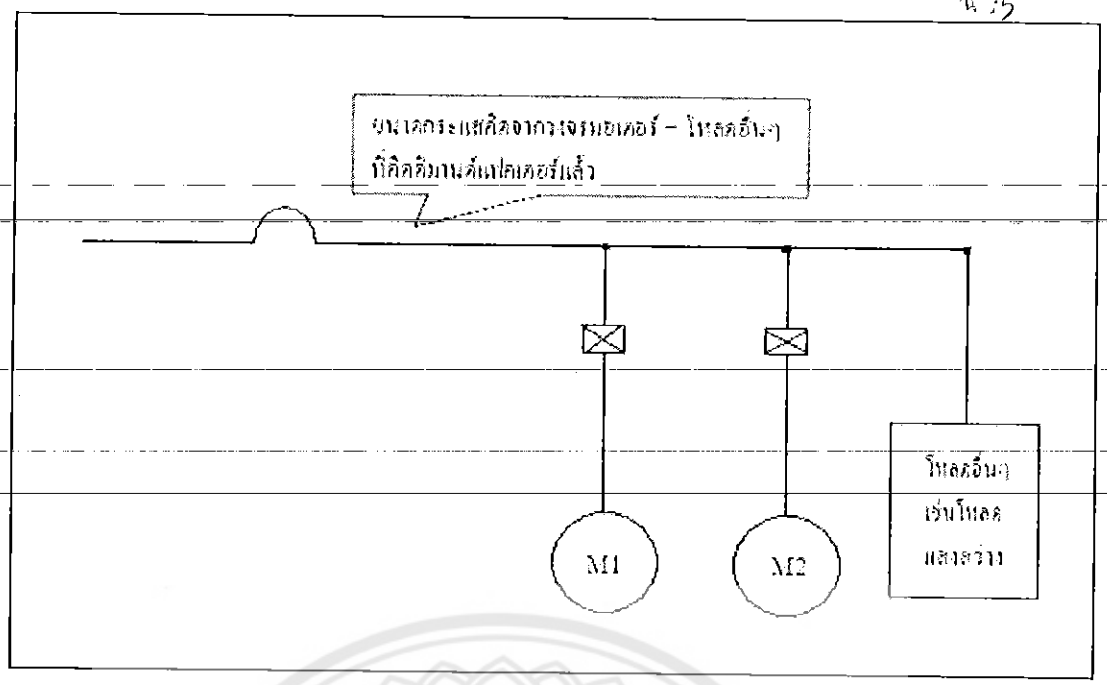


รูปที่ 2.6.2 การเลือกขนาดของสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์หลายเครื่อง [1]

ข. สายป้อนจ่ายให้กับวงจรมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น

การคิดขนาดของสายป้อนให้พิจารณาจากค่าที่คำนวณได้ในกรณีวงจรมอเตอร์อย่างเดียวบวกกับกระแสความต้องการสำหรับโหลดอื่นๆ ที่กำหนดไว้ โหลดอื่นๆ ในที่นี้หมายถึงโหลดที่คิดค่าดีมานด์แฟคเตอร์แล้ว ดังแสดงในรูปที่ 2.6.3 [1]

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 2.6.3 การเลือกขนาดของสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่นๆ [1]

2.6.3 การป้องกันการลัดวงจร

สายไฟฟ้าของสายป้อนและสายวงจรย่อยของวงจรมอเตอร์ต้องมีการติดตั้งอุปกรณ์สำหรับป้องกันการลัดวงจร ซึ่งอาจจะเป็นฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ได้ ทั้งนี้อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรนี้จะต้องไม่ปลดวงจรออกขณะเริ่มใช้งานมอเตอร์ โดยทั่วไปผู้ออกแบบมักจะนิยมเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผันเป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร เนื่องจากมีความสะดวกในการใช้งาน สามารถสับเข้าทำงานใหม่ได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาการเกิดลัดวงจรได้แล้ว ไม่ต้องยุ่งยากในการสำรองอุปกรณ์เหมือนกับฟิวส์และมีราคาถูกกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดปลดทันที

2.6.4 วงจรย่อยที่มีมอเตอร์หลายเครื่อง

สำหรับวงจรย่อยขนาดไม่เกิน 15 แอมแปร์ อนุญาตให้จ่ายไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้าเครื่องเดียวหรือหลายเครื่องได้โดยไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินประจำแต่ละเครื่อง ถ้ามอเตอร์เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้ทุกข้อ

1. กระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์แต่ละตัวไม่เกิน 6 แอมแปร์
2. ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของมอเตอร์แต่ละเครื่องที่ระบุไว้ที่เครื่องควบคุมมอเตอร์ต้องไม่น้อยกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย
3. มอเตอร์แต่ละเครื่องมีการติดตั้งเครื่องป้องกันโหลดเกิน [1]

2.6.5 ขนาดหรือการปรับตั้งสำหรับสายป้อนมอเตอร์

แยกได้เป็นอุปกรณ์ป้องกันสายป้อนสำหรับวงจรมอเตอร์และอุปกรณ์ป้องกันสายป้อนเมื่อมีมอเตอร์ต่อร่วมกับโหลดอื่น

1. สายป้อนที่จ่ายไฟฟ้าให้กับวงจรมอเตอร์

1.1 มอเตอร์ที่ตั้งไว้แล้ว

เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อนต้องมีขนาดไม่เกินพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่มบวกกับผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เครื่องอื่นๆ ในกรณีที่มอเตอร์เครื่องที่ใหญ่ที่สุดมีมากกว่า 1 เครื่อง การคำนวณให้เลือกเพียงเครื่องเดียวเป็นเครื่องที่ใหญ่ที่สุด

1.2 การสำรองสำหรับการติดตั้งในอนาคต

ในโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งออกแบบสายป้อนสำรองไว้เพื่อเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงในอนาคต พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อนอนุญาตให้มีขนาดได้ไม่เกินขนาดกระแสของสายป้อน

2. สายป้อนที่จ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดซึ่งมีมอเตอร์ต่อร่วมกับโหลดไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่าง

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินจะต้องเพียงพอที่จะจ่ายโหลดให้กับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า บวกด้วยขนาดกระแสของมอเตอร์ตามที่คำนวณได้[1]

2.7 อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ

หมายถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ซึ่งใช้กันเป็นส่วนใหญ่ในสถานประกอบการทั่วไป เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ให้คิดตามพิกัดติดตั้งจริง

โหลดสำหรับสำหรับเครื่องอบผ้าให้คิดตามตารางที่ 2.7.1

โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ ให้คิดตามค่าพิกัดติดตั้งจริง และถ้าในกรณีเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นรวมตั้งแต่ 4 เครื่องขึ้นไป สามารถใช้ดีมานด์แฟคเตอร์เป็น 75% ได้ [1]

ตารางที่ 2.7.1 ดีมานด์แฟคเตอร์สำหรับเครื่องอบผ้า [1]

จำนวนเครื่อง	ดีมานแฟคเตอร์ (%)
1	100
2	100
3	100
4	100
5	80
6	70
7	65
8	60
9	55
10	50
11-13	45
14-19	40
20-24	35
25-29	32.5
30-34	30
35-39	27.5
40ขึ้นไป	25

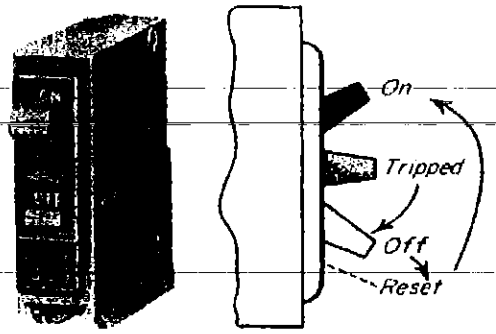
ชนิดและขนาด (VA) ของเครื่องมือแพทย์ภายในโรงพยาบาล ดังแสดงในตารางที่ 2.7.2

ตารางที่ 2.7.2 ขนาด (VA) ของเครื่องมือแพทย์

เครื่องมือแพทย์	ขนาด (VA)
Suction	350
Stop Bleed	440
Electro Cardio Graphy	350
Defribillation	330
Ultrasound	1,030
X-Ray (เคลื่อนที่)	4,400
X-Ray	1,320
Vacuum	95
Radiant Warmer	500
เครื่องอบเด็ก	380
Refrigerated Centrifuge	440
Complete	200
เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ	500

2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

ภายหลังจากการผลิตฟิวส์ขึ้นใช้ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า พบว่าเกิดความไม่สะดวกในการใช้งาน เนื่องจากต้องมีการเตรียมฟิวส์สำรองไว้สำหรับเปลี่ยนกรณีฟิวส์ขาดเสมอ หรือถ้าเป็นในระบบ 3 เฟสฟิวส์อาจจะขาดเพียงเฟสใดเฟสหนึ่งเท่านั้น ทำให้มีการคิดค้นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่เรียกว่า เซอร์กิตเบรกเกอร์ขึ้นมาใช้งาน โดยในช่วงแรกที่มีการผลิตขึ้นมาจำหน่ายนั้นก็เพื่อที่จะแก้ปัญหาสำหรับวงจรมอเตอร์ที่มีกระแสตอนเริ่มเดินสูงเท่านั้น ซึ่งฟิวส์จะขาดบ่อยๆ ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาการตัดกระแสและการดับอาร์คที่เกิดขึ้นจนกระทั่งเป็นที่นิยมใช้งานทั้งในวงจรมอเตอร์และวงจรไฟฟ้าทั่วไปในทุกวันนี้ ขอดีของเซอร์กิตเบรกเกอร์เมื่อเทียบกับฟิวส์ก็คือ เมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์เกิดการตัดวงจรออกจากระบบ (ทริป) แล้ว สามารถสับเซอร์กิตเบรกเกอร์เข้าไปในวงจรเดิมได้ทันที (แต่ต้องแก้ไขปัญหาที่ทำให้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทริปให้เรียบร้อยเสียก่อน) ทำให้เกิดความสะดวกในการใช้งาน ไม่ต้องสะสมฟิวส์สำรองไว้เปลี่ยนอีกต่อไป ลักษณะของการสับเข้าระบบใหม่หลังจากเกิดการทริปของเซอกิตเบรกเกอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.8.1 [1]



เมื่อเกิดทริปแล้วยังไม่สามารถสับไปยังตำแหน่ง ON ได้ จะต้องสับมายังตำแหน่ง RESET ก่อนจึงจะสามารถสับขึ้นไปตำแหน่ง ON ได้

รูปที่ 2.8.1 ลักษณะของการสับเข้าระบบใหม่หลังจากเกิดการทริปของเซอกิตเบรกเกอร์ [1]

เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำที่มีจำหน่ายในท้องตลาดและเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. โมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์
2. เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป

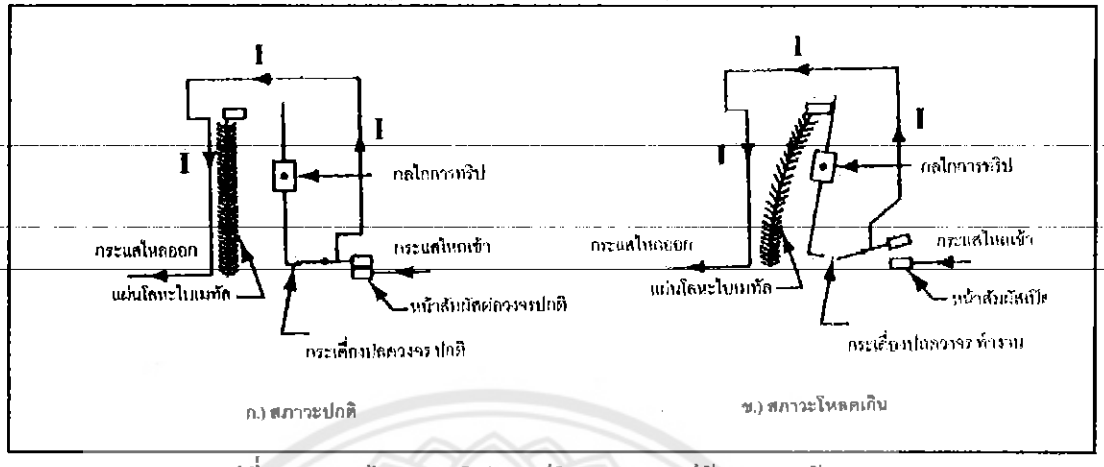
2.8.1 โมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Molded Case Circuit Breaker)

โมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันต่ำที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยที่ตัวมันจะถูกหล่อหุ้มมิดชิดด้วยพลาสติกมีหน้าที่หลักในการทำงานอยู่ 2 ลักษณะคือ การตัดวงจรออกเมื่อเกิดสภาวะการใช้ โหลดเกิน และ การตัดวงจรออกเมื่อเกิดสภาวะลัดวงจร การตัดวงจรอัตโนมัติของเซอร์กิตเบรกเกอร์นี้มีชื่อเรียกเฉพาะว่าการทริป (Trippimg) การทริปแต่ละครั้งของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการดับอาร์คกลไกการทริปที่นิยมใช้จะมีอยู่ 2 ลักษณะคือการทริปด้วยความร้อนและทริปด้วยสนามแม่เหล็ก

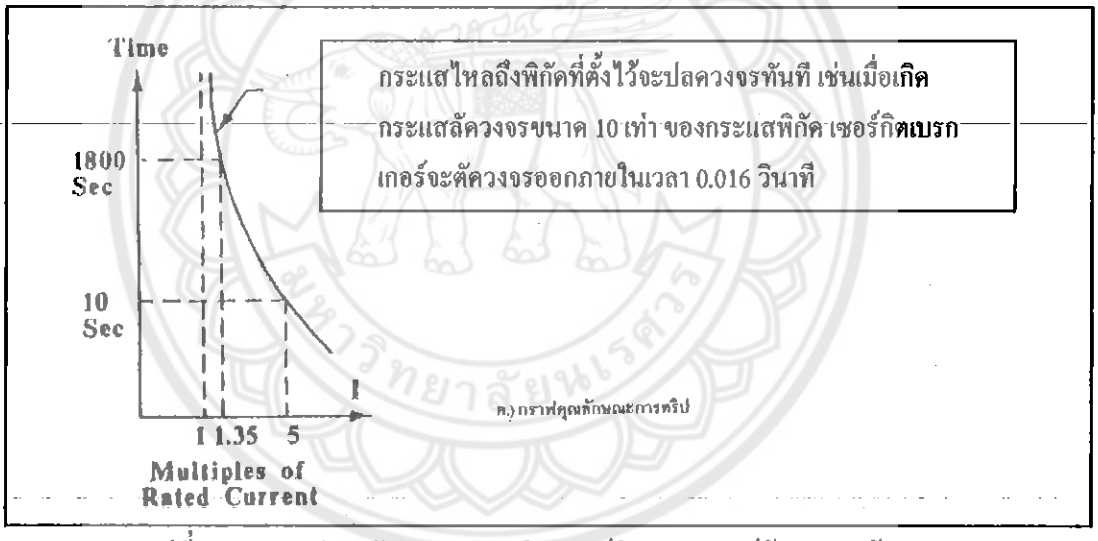
1. การทริปด้วยความร้อน (Thermal Trip)

จากรูปที่ 2.8.2 แสดงถึงชุดอุปกรณ์การทริปภายในตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบนี้จะประกอบไปด้วยแผ่นโลหะไบเมทัล (Bimetal) 2 แผ่น ซึ่งทำมาจากโลหะชนิดต่างๆ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดความร้อนที่แผ่นโลหะนี้ซึ่งจะทำให้แผ่นโลหะทั้งสองเกิดการขยายตัวของแผ่นโลหะทั้งสองไม่เท่ากันทำให้เกิดการโก่งตัวงอของแผ่นเมทัลจนกระทั่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจร การทริปลักษณะนี้เหมาะสำหรับการใช้ป้องกันสภาวะโหลดเกิน ซึ่งโดยปกติแล้วมันจะเกิดขึ้นจากการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไปชั่วขณะ เซอร์กิตเบรกเกอร์จะยังไม่ตัดวงจรทันทีที่กระแสถึงพิกัด แต่จะหน่วงเวลาเล็กน้อยจนกระทั่งหากกระแสโหลดเกินนี้มีค่ามากเกินไป เซอร์กิตเบรกเกอร์จึงจะตัดวงจรออก ความไวในการทริปจะขึ้นกับปริมาณกระแสและระยะเวลาที่กระแสไหลผ่าน ลักษณะของการทริปจะเป็นแบบเวลาผกผัน (Inverse Time Delay) ดังรูป 2.8.3 อธิบายว่าเมื่อเกิดกระแสโหลดเกินในปริมาณที่มากขึ้นเซอร์กิตเบรก

เกอร์ก็จะใช้เวลาในการปลดวงจรเร็วขึ้น เมื่อเทียบกับกระแสโหลดเกินเล็กน้อยซึ่งใช้เวลานานกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์จะปลดวงจร [1]



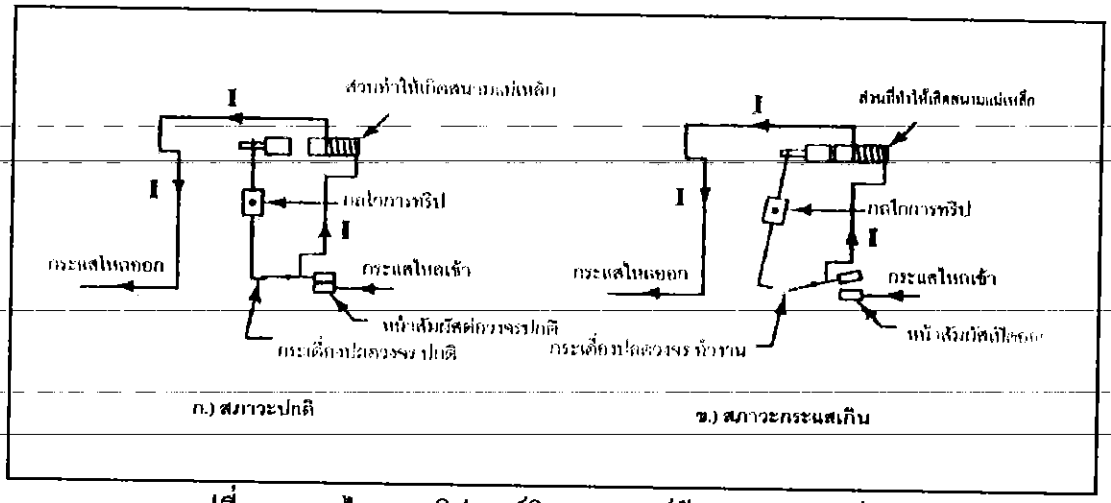
รูปที่ 2.8.2 กลไกการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยความร้อน [1]



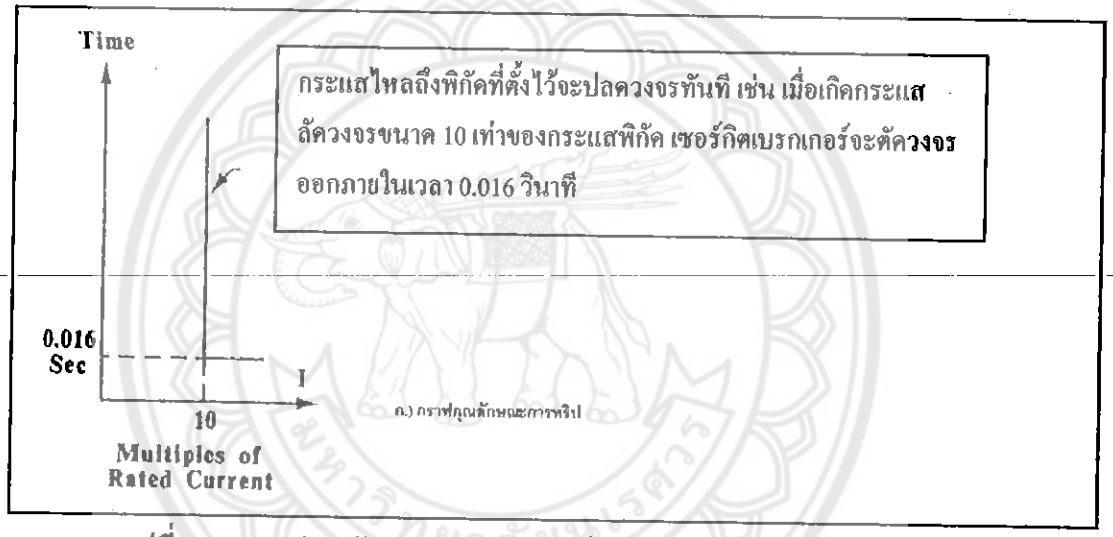
รูปที่ 2.8.3 กราฟคุณลักษณะการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยความร้อน [1]

2. การทริปด้วยสนามแม่เหล็ก (Magnetic Trip)

การทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้อาศัยอำนาจสนามแม่เหล็ก โดยจะมีขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าต่ออนุกรมอยู่กับกระแสโหลด เมื่อเกิดกระแสไหลผ่านขดลวดในปริมาณที่มากเพียงพอ ขดลวดสนามแม่เหล็กนี้ก็จะทำงานโดยการดูดแผ่นชุดทริปทำให้กลไกการตัดวงจรทำงาน เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็จะตัดวงจรออกจากระบบทันทีดังรูปที่ 2.8.4 กลไกการทริปลักษณะนี้จึงเหมาะสำหรับการป้องกันกระแสลัดวงจร ซึ่งจะมีปริมาณกระแสจำนวนมากเกิดขึ้นทันทีทันใด ลักษณะการทริปจะเป็นแบบทริปทันทีที่กระแสสูงถึงจุดที่ปรับตั้งไว้ ดังแสดงในรูปที่ 2.8.5 [1]

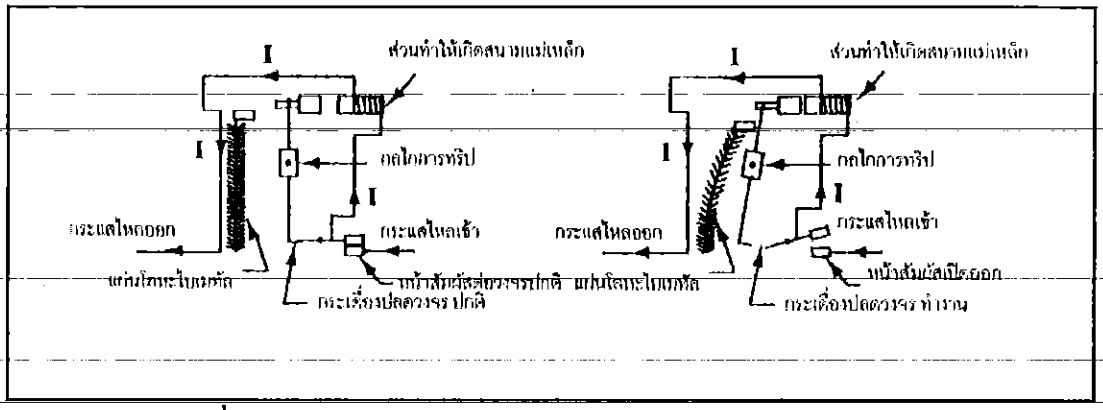


รูปที่ 2.8.4 กลไกการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยสนามแม่เหล็ก [1]

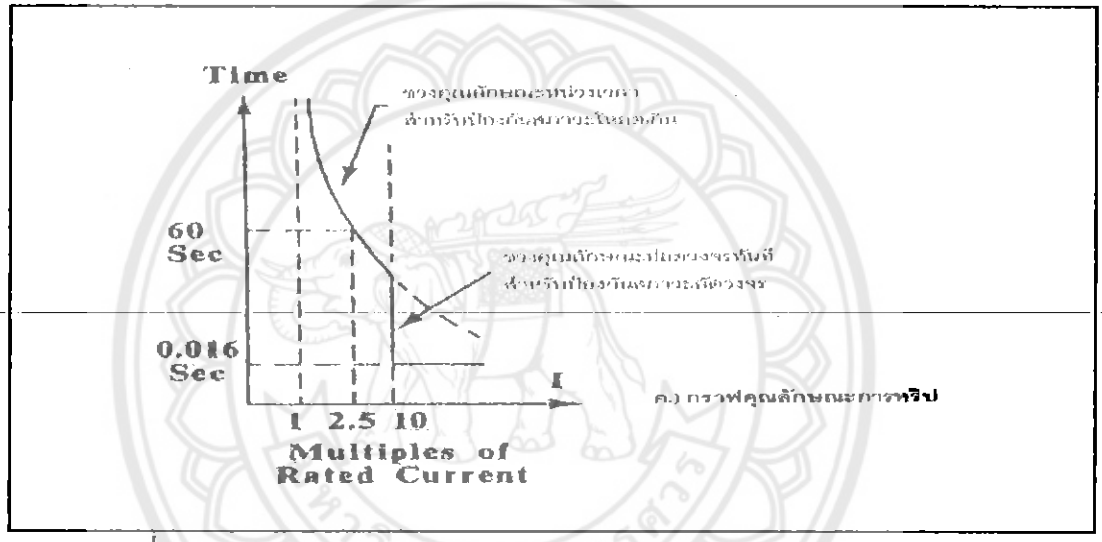


รูปที่ 2.8.5 กราฟคุณลักษณะการทริปเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้วยสนามแม่เหล็ก [1]

โมลเดสเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่นิยมใช้กันในปัจจุบันจะเป็นการผสมกันระหว่างการทริปด้วยความร้อนและการทริปด้วยสนามแม่เหล็กเรียกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน โดยในตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์จะมีทั้งกลไกการทริปด้วยความร้อนและการทริปด้วยสนามแม่เหล็กอยู่ในตัวเดียวกัน ดังรูปที่ 2.8.6 จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทั้งในการป้องกันโหลดเกินและป้องกันการลัดวงจร ถ้ากรณีที่สภาวะโหลดเกินไม่รุนแรงชุดทริปด้วยความร้อนจะทำงาน แต่ถ้าเกิดสภาวะโหลดเกินอย่างรุนแรงหรือลัดวงจร ชุดทริปด้วยสนามแม่เหล็กจำทำงาน ลักษณะของวงจรภายในและคุณลักษณะการทริปจะเป็นดังรูปที่ 2.8.7 [1]



รูปที่ 2.8.6 กลไกการทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน [1]



รูปที่ 2.8.7 กราฟคุณลักษณะการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดเวลาผกผัน [1]

โมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ดังรูปที่ 2.8.8 ที่มีจำหน่ายจะมีทั้งชนิด 1 ขั้ว 2 ขั้ว และ 3 ขั้ว ให้เลือกใช้งาน สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด 2 และ 3 ขั้วนั้น จะเป็นลักษณะการทริปร่วมกันของทุกเฟส (Common Trip) หมายความว่าไม่ว่าจะเกิดกรณีกระแสเกินเกิดขึ้นในเฟสใดก็ตาม เมื่อกลไกการทริปทำไงก็จะสั่งปลดวงจรออกทุกเฟสพร้อมๆ กันซึ่งจะเป็นการป้องกันโหลดของระบบไฟฟ้า เช่นป้องกันมอเตอร์ 3 เฟสจากกรณีเฟสใดเฟสหนึ่งขาด เป็นต้น ลักษณะทางโครงสร้างของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีการผลิตจำหน่ายตามมาตรฐานนั้นจะผลิตเป็นขนาดมาตรฐานที่พิกัดกระแสเรียกว่า พิกัดกระแสโครง (Frame Size) และพิกัดกระแสทริป (Trip Settings) โดยที่เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดพิกัดกระแสโครงเดียวกันจะมีขนาดมิติ (กว้าง×ยาว×สูง) เท่ากัน ดังนั้นเวลาเลือกใช้งานผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาเรื่องนี้ด้วย เช่น ถ้าต้องการเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดพิกัดกระแสทริป 40 แอมแปร์ ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ที่พิกัดกระแสโครง 50 แอมแปร์หรือ 100 แอมแปร์ ก็ได้ ข้อพิจารณาอยู่ที่เรื่องของราคาเซอร์กิตเบรกเกอร์ทั้ง 2

ขนาดและเปลี่ยนแปลงในอนาคต เช่นถ้าผู้ออกแบบคาดว่าในวงจรนี้จะไม่มีการขยายพิกัดกระแสเพิ่มขึ้นแล้วก็น่าที่จะเลือกใช้พิกัดกระแสโครง 50 แอมแปร์ แต่ถ้าจะมีการเพิ่มพิกัดกระแสทริปในอนาคตก็อาจจะเลือกที่พิกัดโครง 100 แอมแปร์เตรียมเผื่อไว้ เนื่องจาก ไม่สามารถนำเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่ในอนาคตพิกัดโครงใหม่ไม่เท่ากันมาใส่แทนที่กันได้ซึ่งเป็นการยุ่งยากที่จะต้องทำแผงรองเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่ในอนาคต แต่ถ้าผู้ออกแบบเลือกติดตั้งขนาดพิกัดโครง 100 แอมแปร์ไว้แล้ว ในภายหน้าก็สามารถนำเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวใหม่มาติดตั้งได้ทันที สำหรับมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา จะเป็นดังตารางที่ 2.8.1 ส่วนขนาดพิกัดทนกระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะแสดงในตารางที่ 2.8.2 [1]

ตารางที่ 2.8.1 มาตรฐานโมลเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำที่มีผลิตจำหน่าย

(หน่อยเป็นแอมแปร์) [1]

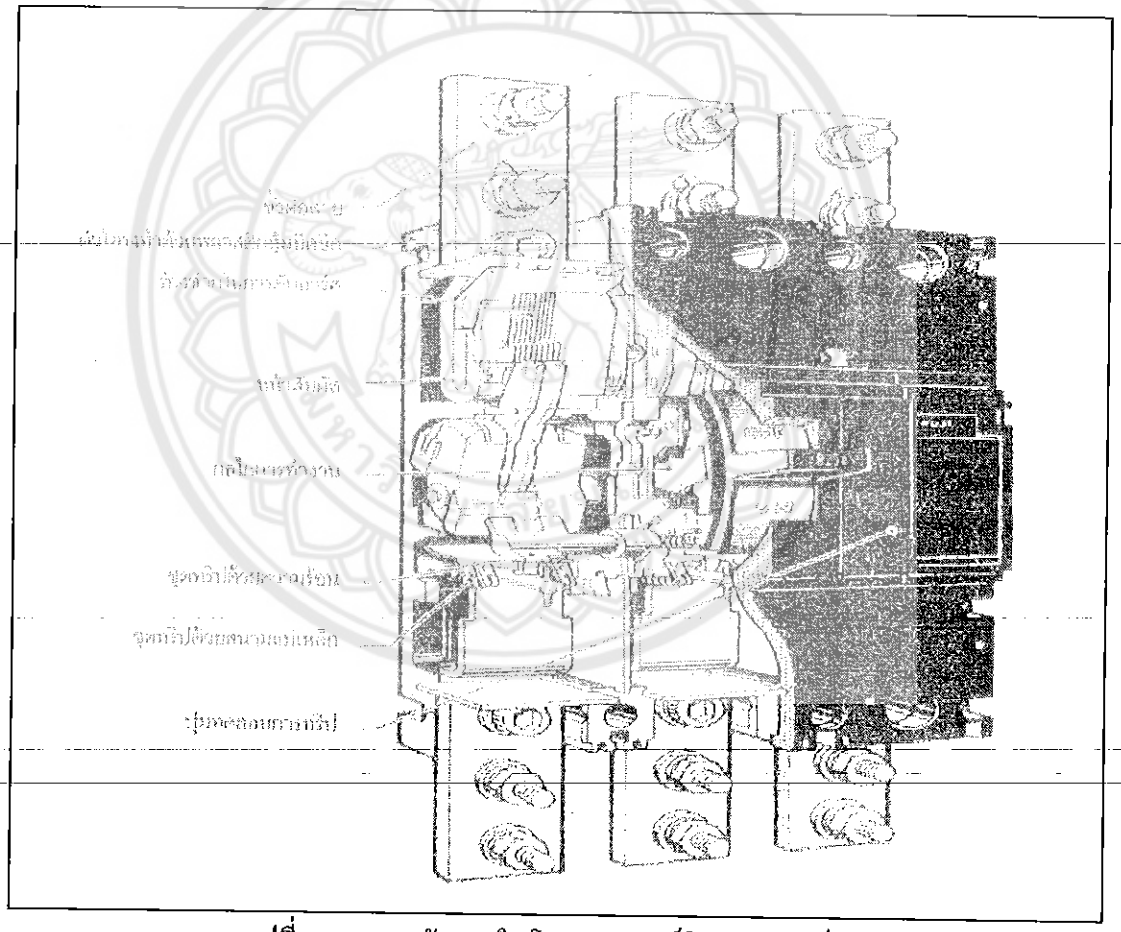
พิกัดกระแสโครง (Frame Size)	พิกัดกระแสทริป (Trip Setting)
50	15,20,25,30,35,40,45,50
100	15,20,25,30,35,40,45,50,60,70,80,90,100
250	70,80,90,100,110,125,150,175,200,225
400	125,150,175,200,225,250,300,350,400
600	125,150,175,200,225,250,300,350,400,450,500,600
800	250,300,350,400,450,500,600,700,800
1,200	250,300,350,400,450,500,600,700,800,1000,1200
1,600	400,450,500,600,700,800,1000,1200,1600
3,000	2000,2500,3000
4,000	4000
5,000	5000
6,000	6000

ตัวอย่าง การคำนวณ โหลดเต้ารับคู่ 220 โวลต์ ควรจะเลือกใช้วงจรย่อยขนาดเท่าไร

วิธีทำ

เต้ารับ 10 จุด คิดที่ 180 VA ต่อ 1 จุด	= 180×10	VA
	= 1,800	VA
ขนาดกระแสไฟฟ้า	= 1,800 VA / 220 V	
	= 8.18	A
ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน	= 1.25 เท่าของกระแสโหลด	
	= 1.25×8.18	A
	= 10.23	A

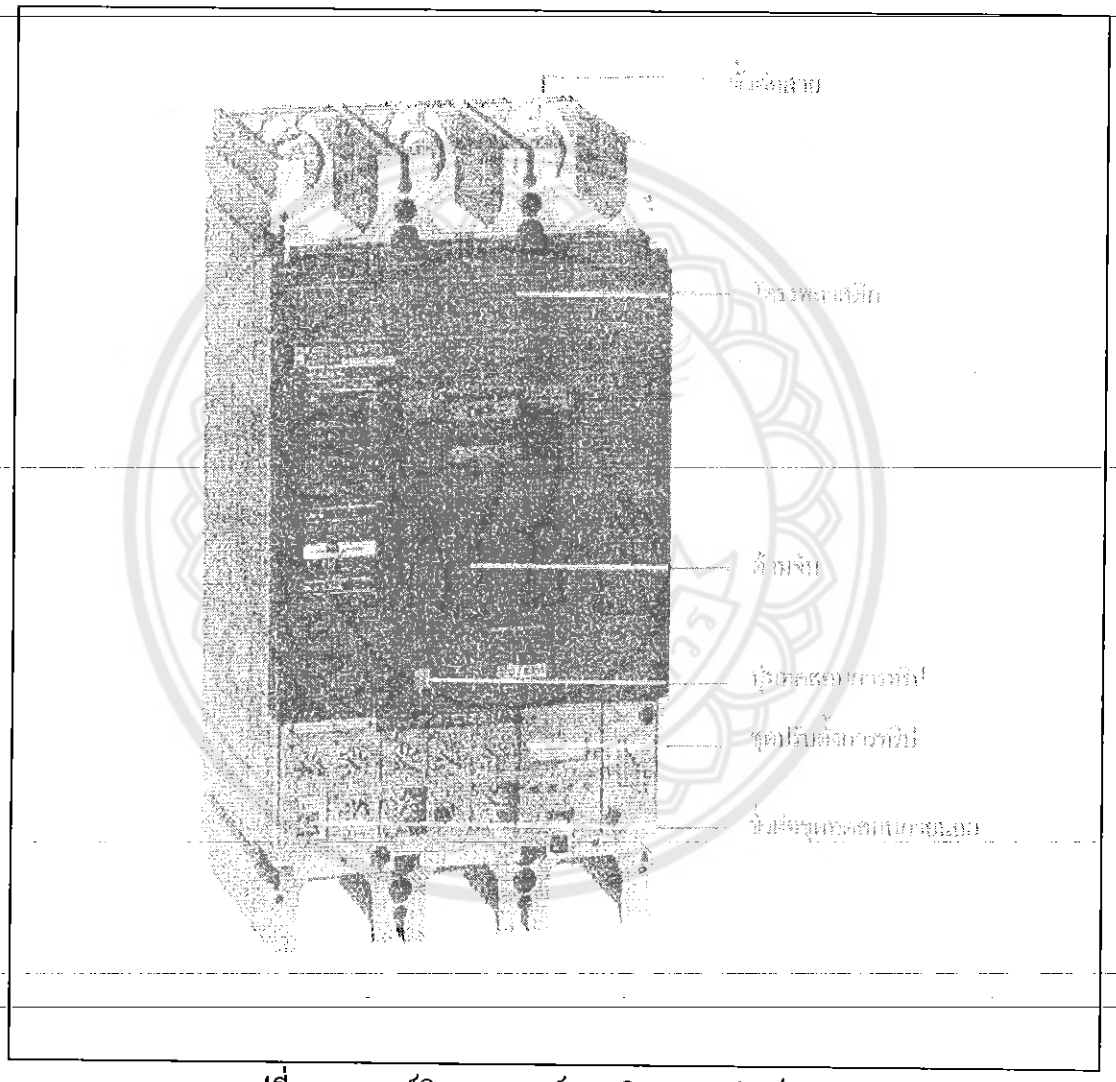
ดังนั้นจึงเลือกใช้เซอกิตเบรกเกอร์ขนาดพิกัด 15 AT จากตารางที่ 2.8.1 เป็นอุปกรณ์ป้องกันวงจรย่อย



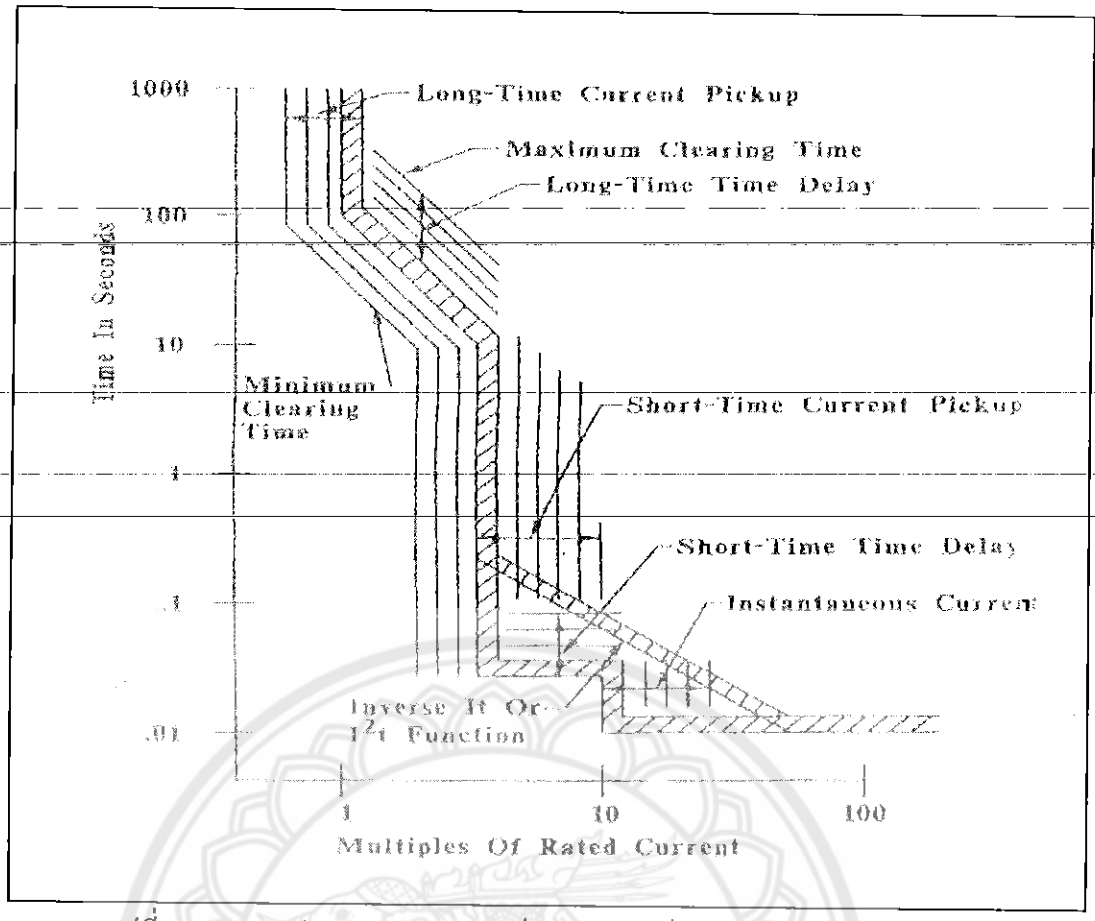
รูปที่ 2.8.8 ภาพตัดภายในโมสเคสเซอร์กิตเบรกเกอร์ [1]

2.8.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป (Electronic Trip Circuit Breaker)

ในยุคที่การพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีเจริญขึ้น เซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถสูงขึ้นด้วย โดยการนำวงจรอิเลคทรอนิคส์ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor) มาใช้ร่วมกับตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์ ทำให้ผู้ใช้สามารถปรับตั้งค่ากระแสทริปให้ทำงานในย่านต่างๆได้ตามต้องการ แต่เนื่องจากชุดอิเลคทรอนิคส์ทริปหรือชุดโซลิดสเตดทริป (Solid State Trip Units) ดังรูปที่ 2.8.9 นี้มีราคาแพงมาก เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้จึงมีเฉพาะขนาดใหญ่ๆ ลักษณะของกราฟและคุณสมบัติจะเป็นดังรูปที่ 2.8.10 [1]



รูปที่ 2.8.9 เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป [1]



รูปที่ 2.8.10 กราฟคุณสมบัติของเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบอิเลคทรอนิคส์ทริป[1]

ย่านการปรับตั้งการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดนี้จะมีอยู่ 4 ลักษณะคือ

1. ย่านการปรับตั้งช่วงเวลาการทำงานนาน (Long-Time Current Pickup) จะเป็นการปรับตั้งช่วงเวลาทริปของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่พิกัดกระแสทริป เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 3,000 แอมแปร์ สามารถปรับค่าพิกัดกระแสทริปได้ตั้งแต่ 75%-100% หมายความว่าสามารถปรับค่าได้ตั้งแต่ 2,250-3,000 แอมแปร์ เป็นต้น
2. ย่านการปรับตั้งการหน่วงเวลานาน (Long-Time Time Delay) เป็นการปรับตั้งช่วงเวลาของการหน่วงเวลานานของชุดป้องกันกระแสโหลดเกินโดยสามารถตั้งค่าตามย่าน (Band) ที่กำหนดมาให้เช่นอาจจะมีตั้งแต่ 2-4 ย่าน เป็นต้น [1]

3. ย่านการปรับตั้งช่วงเวลาการทำงานสั้น (Short-Time Current Pickup) และย่านการปรับตั้งการหน่วงเวลาสั้น (Short-Time Time Delay) การปรับตั้งค่าทั้ง 2 ส่วนนี้จะมีความสัมพันธ์กัน ย่านการปรับตั้งการหน่วงเวลาสั้นจะแปรผันตามค่ากระแสเกินและเวลา แถบการทำงานสามารถ เลือกในแบบแถบลาดเอียงหน่วงเวลา (I^2t)หรือแถบไม่ลาดเอียงหน่วงเวลาได้
4. ย่านการปรับตั้งการทำงานทันที (Instantaneous) เป็นการปรับตั้งช่วงเวลาการทำงานทันทีของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยไม่มีการหน่วงเวลา ใช้สำหรับปรับตั้งการป้องกันการลัดวงจร [1]

2.9 ลิฟท์โดยสาร

ในอาคารสูงๆ การเดินจากชั้นล่างขึ้นชั้นบนโดยทางบันได จะเป็นการไม่สะดวกสบายและเป็นการเสียเวลา ดังนั้นจึงควรมีสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้ช่วยในการขนส่งสินค้าและผู้โดยสาร สิ่งที่จะนำมาอำนวยความสะดวกก็คือลิฟท์ ซึ่งมีข้อควรคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. จำนวนผู้ใช้บริการ
2. จำนวนชั้นและลักษณะประเภทของอาคาร ตลอดจนความสูงของอาคาร
3. พื้นที่ใช้สอยในแต่ละชั้น
4. ชั้นที่มีกิจเฉพาะ เช่น ภัตตาคาร ห้องประชุม
5. สถานที่ติดตั้ง

2.9.1 ช่วงเวลา Waiting Time (เวลาที่ผู้ใช้บริการรอคอย) สำหรับโรงพยาบาล

- น้อยกว่า 50 วินาที ประสิทธิภาพดี
- มากกว่า 50 วินาที ประสิทธิภาพเลว

2.9.2 ความเร็วของลิฟท์ที่สัมพันธ์กับโรงพยาบาล

- 1 ชั้น ถึง 5 ชั้น ความเร็ว 30 ถึง 60 เมตร/นาที
- 6 ชั้น ถึง 10 ชั้น ความเร็ว 60 ถึง 90 เมตร/นาที
- 11 ชั้น ถึง 15 ชั้น ความเร็ว 90 ถึง 105 เมตร/นาที
- 17 ชั้น ถึง 21 ชั้น ความเร็ว 105 ถึง 180 เมตร/นาที [2]

2.9.3 การคำนวณโหลดลิฟท์

โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร 9 ชั้น

จำนวนลิฟท์ 8 ตัว

ลิฟท์โดยสาร 4 ตัว ใช้โหลดไฟฟ้าตัวละ 18,650 VA

ลิฟท์สำหรับขนย้ายเตียงผู้ป่วย 4 ตัว ใช้โหลดไฟฟ้าตัวละ 13,988 VA

ตัวอย่างการคำนวณ

การคำนวณหากำลังม้าของมอเตอร์ของลิฟท์โดยสาร สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)

$$HP = (C \times V \times K)/(4{,}500 \times Eff) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

โดย C คือ Reted load of car (รวมน้ำหนักของลิฟท์โดยสาร)

V คือ ความเร็วที่โหลดเต็มพิกัด เมตร/นาที

K คือ เปอร์เซนต์ของอัตราโหลดที่ไม่บาลานซ์โดยตัวนับน้ำหนักที่ใช้ประจำ ประมาณ 60%

Eff คือ ประสิทธิภาพของมอเตอร์ 70-80%

ตัวอย่างการคำนวณ

ลิฟท์โดยสาร

เมื่อ C = 1,200 กิโลกรัม

V = 95 เมตร/นาที

K = 0.6

Eff = 0.8

ดังนั้น $HP = (1{,}200 \times 95 \times 0.6)/(4{,}500 \times 0.8) = 19$

เลือกขนาด 20 HP 3 เฟส เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8

กำลังไฟฟ้า $= (20 \times 746)/0.8 = 18{,}650$ VA

ลิฟท์สำหรับขนย้ายเตียงผู้ป่วย

เมื่อ C = 1,200 กิโลกรัม

V = 60 เมตร/นาที

K = 0.6

Eff = 0.8

ดังนั้น $HP = (1{,}200 \times 60 \times 0.6)/(4{,}500 \times 0.8) = 12$

เลือกขนาด 15 HP 3 เฟส เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8

กำลังไฟฟ้า $= (15 \times 746)/0.8 = 13{,}988$ VA

โหลดรวม $= (18{,}650 \times 4) + (13{,}988 \times 4) = 130{,}550$ VA [2]

2.10 เครื่องปั๊มน้ำ

เนื่องจากขนาดของมอเตอร์ที่ใช้สูบน้ำไปยังอาคารเป็นโหลดทางไฟฟ้า ดังนั้นการออกแบบงานระบบไฟฟ้าจะต้องทราบขนาดมอเตอร์เพื่อที่จะสามารถกำหนดขนาดสายและเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (2)

$$P = (Q \times H \times Sg)/(4634 \times E) \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ P คือ Power, Metric Horsepower (mhp)

Q คือ Pump Discharge, L/min

H คือ Discharge Pressure Head, m

Sg คือ Specific Gravity of Fluid, Dimension Less =1

E คือ Pump Efficiency, fraction = 75 %

การคำนวณขนาดมอเตอร์เครื่องปั๊มน้ำสำหรับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

H = 40

Sg = 1

Q = 2,500 L/min

E = 75%

ดังนั้น Hp = (2,500×40×1)/(4634×0.75)

= 28.77 Hp

เลือกขนาด 30 Hp 3 เฟส 100AT/150AF เพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 0.8

กำลังไฟฟ้า = 30×746/0.8

= 27,975 VA [2]

2.11 Uninterruptible Power Supply: UPS [7]

2.11.1 ความหมายของ UPS

UPS เป็นคำย่อมาจากคำว่า Uninterruptible Power Supply หรือ "เครื่องสำรองไฟฟ้าและปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ" ถ้าแปลตรงตัว หมายถึง แหล่งจ่ายพลังงานต่อเนื่อง อาจกล่าวได้ว่า UPS ก็คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่สามารถทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ได้อย่างต่อเนื่องแม้ในเวลาที่เกิดไฟดับหรือเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าผันผวนผิดปกติ โดย UPS จะทำการปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์

UPS มีหน้าที่หลัก คือ ป้องกันความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ (โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ) อันมีสาเหตุจากความผิดปกติของพลังงานไฟฟ้า เช่น ไฟตก ไฟดับ ไฟกระชาก และไฟเกิน เป็นต้น รวมถึงมีหน้าที่ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์เมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า

2.11.2 หลักการทำงานทั่วไปของ UPS

โดยทั่วไปแล้ว เมื่อ UPS รับพลังงานไฟฟ้าเข้ามา ไม่ว่าคุณภาพไฟฟ้าจะเป็นอย่างไรก็จะสามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เป็นปกติ รวมถึงทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองที่เก็บไว้ในแบตเตอรี่ให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งหลักการของ UPS ก็คือ ใช้วิธีการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) แล้วเก็บสำรองไว้ในแบตเตอรี่ส่วนหนึ่ง และในกรณีที่เกิดปัญหาทางไฟฟ้า (เช่น ไฟดับ หรือคุณภาพไฟฟ้าผิดปกติ เป็นต้น) อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าที่รับมาได้ UPS ก็จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากแบตเตอรี่ ให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) แล้วจึงจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามปกติ

2.11.3 ส่วนประกอบสำคัญของ UPS

UPS ประกอบไปด้วย

1. **เครื่องประจุแบตเตอรี่ (Charger) หรือ เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า AC เป็น DC (Rectifier)** ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้า AC จากระบบจ่ายไฟ แปลงเป็นกระแสไฟฟ้า DC จากนั้นประจุเก็บไว้ในแบตเตอรี่
2. **เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter)** ทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้า DC จากเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า AC เป็น DC หรือแบตเตอรี่ และแปลงเป็นกระแสไฟฟ้า AC สำหรับใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์
3. **แบตเตอรี่ (Battery)** ทำหน้าที่เก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองไว้ใช้ในกรณีเกิดปัญหาทางไฟฟ้า โดยจะจ่ายกระแสไฟฟ้า DC ให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในกรณีที่ไม่สามารถรับกระแสไฟฟ้า AC จากระบบจ่ายไฟได้

4. **ระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Stabilizer)** ทำหน้าที่ปรับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่และสม่ำเสมออยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า

2.11.4 ประโยชน์ของ UPS

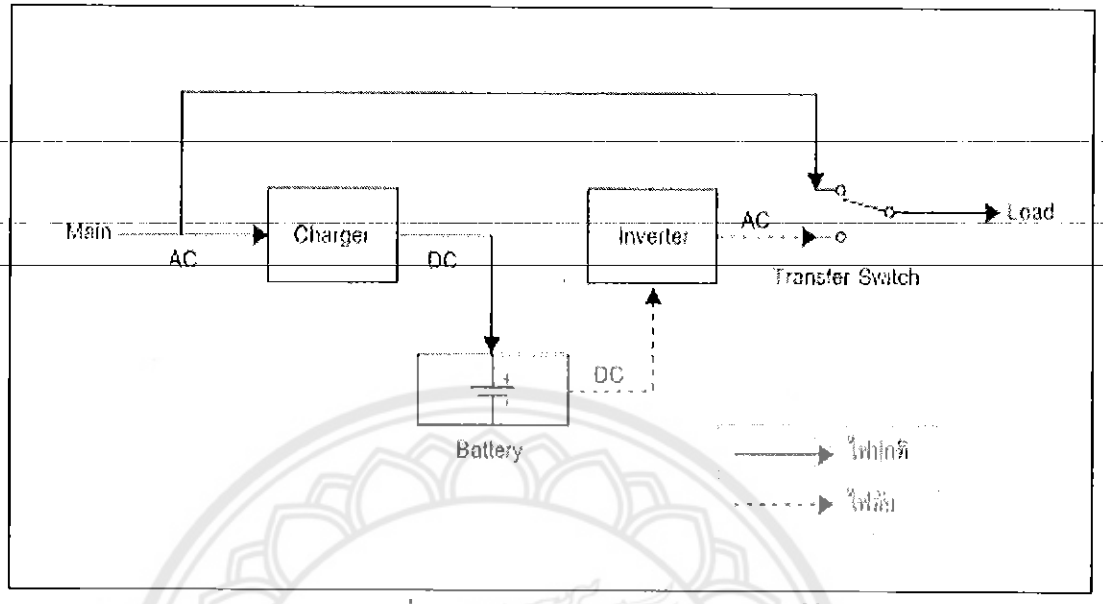
UPS สามารถช่วยป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ (โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ) อันเนื่องมาจากกระแสไฟฟ้าที่ผิดปกติได้ (เช่น จ ากความบกพร่องของระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าเอง หรือปรากฏการณ์ธรรมชาติ อาทิ ฝนตกฟ้าคะนอง พายุฝน หรือจากการรบกวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคารที่ใช้กระแสไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอ ฯลฯ) ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผิดปกติในแต่ละประเภท อาจก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ ได้ โดย UPS จะทำหน้าที่ป้องกัน ดังนี้

- จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ เมื่อเกิดไฟดับหรือไฟตก เพื่อให้มีเวลาสำหรับการ Save ข้อมูล และไม่ทำให้ Floppy Disk และ Hard Disk เสีย
- ปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ เมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า เช่น ไฟตก ไฟดับ ไฟกระชาก และไฟเกิน เป็นต้น ป้องกันสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าที่สามารถสร้างความเสียหายต่อข้อมูลและอุปกรณ์ไฟฟ้าได้

2.11.5 ชนิดของ UPS

UPS แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1. Offline UPS หรือ Standby UPS



รูปที่ 2.11.1 Offline UPS หรือ Standby UPS[7]

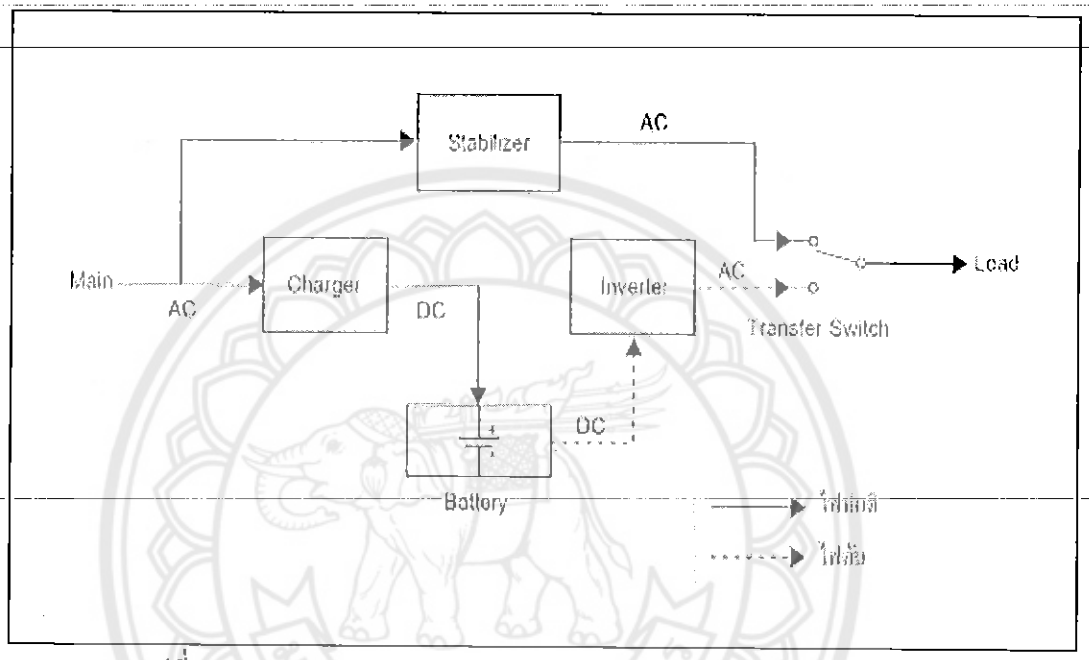
จากรูปที่ 2.11.1 จะแสดงถึงสภาวะไฟฟ้าปกติ อุปกรณ์ไฟฟ้า (Load) จะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Main) จากการไฟฟ้าโดยตรง ในขณะเดียวกัน เครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) จะทำการประจุกระแสไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ไปด้วย แต่เวลาที่ไฟฟ้าดับแบตเตอรี่จะจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) เพื่อแปลงกระแสไฟฟ้าและจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวสับเปลี่ยน (Transfer Switch) สำหรับเลือกแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าระหว่างระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า

กรณีที่สภาวะไฟฟ้าปกติหรือกระแสไฟฟ้าผิดปกติเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่สั้นมากจนตัวสับเปลี่ยน (Transfer Switch) สลับแหล่งจ่ายไฟฟ้าไม่ทัน พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมาจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ดังนั้น ถ้าคุณภาพไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าไม่ดี (เช่น ไฟตก ไฟดับ ไฟกระชาก หรือมีสัญญาณรบกวน ฯลฯ) อุปกรณ์ไฟฟ้าก็จะได้รับพลังงานไฟฟ้าคุณภาพไม่ดีเช่นเดียวกัน เนื่องจาก UPS ชนิดนี้ถูกออกแบบให้ป้องกันกรณีเกิดไฟดับเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ไม่สามารถป้องกันปัญหาแรงดันไฟฟ้าที่ผันผวนและสัญญาณรบกวนได้ จึงทำให้มีราคาถูกกว่า UPS ชนิดอื่นๆ และไม่เหมาะกับการใช้งานในบางพื้นที่ เช่น สถานที่ใกล้แหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า อาทิ เขื่อน สถานีไฟฟ้า และสถานีไฟฟ้าย่อย เป็นต้น รวมถึงไม่เหมาะกับการใช้งานในประเทศไทยด้วย เนื่องจากเกิดไฟตกบ่อยครั้ง

คุณสมบัติของ Offline UPS หรือ Standby UPS

- ราคาถูก
- ป้องกันปัญหาไฟดับได้เพียงอย่างเดียว
- ไม่เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดไฟฟ้า สถานีไฟฟ้า และโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ
- อายุการใช้งานของแบตเตอรี่และ UPS สั้น

2. Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS With Stabilizer



รูปที่ 2.11.2 Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS With Stabilizer[7]

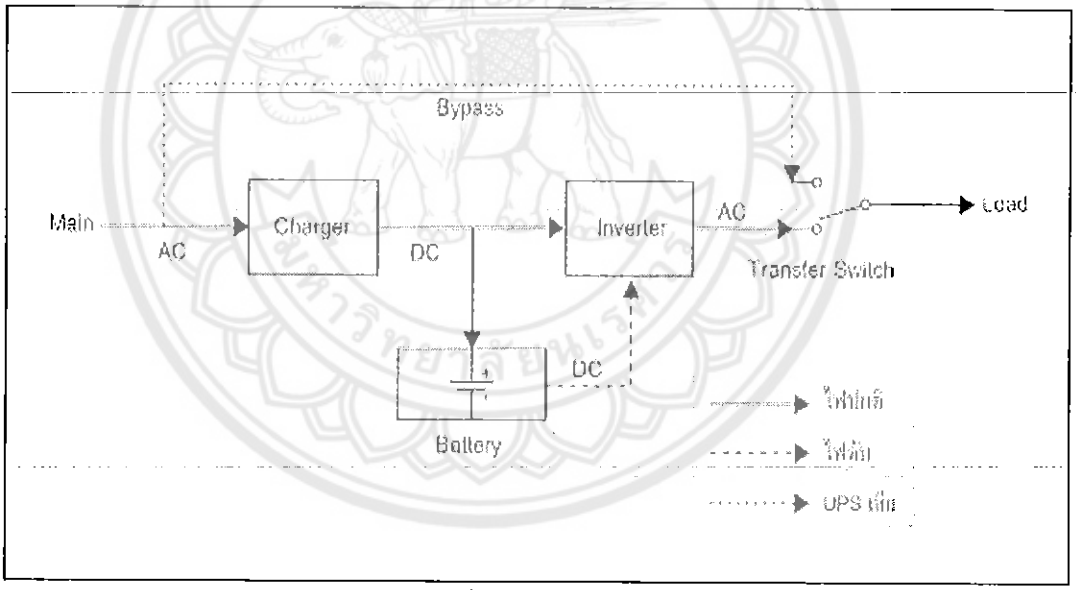
จากรูปที่ 2.11.2 แสดงการทำงาน จะพบว่า มีความคล้ายคลึงกับ Offline UPS มาก แต่จะมีส่วนที่เพิ่มขึ้นมา คือ ระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Stabilizer) ในขณะที่สภาวะไฟฟ้าปกติ อุปกรณ์ไฟฟ้า (Load) จะได้รับพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Main) จากการไฟฟ้าโดยผ่านระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัตินี้ ซึ่งจะมีหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ป้องกันปัญหาไฟตก ไฟเกิน และไฟกระชาก เป็นต้น พร้อมกันนี้ เครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) ก็จะทำการประจุกระแสไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เมื่อไฟฟ้าดับจะจ่ายพลังงานให้กับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) ทำการแปลงกระแสไฟฟ้า และจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยใช้ตัวสับเปลี่ยน (Transfer Switch) สำหรับเลือกแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าระหว่างระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติหรือเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า UPS ชนิดนี้ถูกพัฒนามาจาก Offline UPS โดยเพิ่มระบบป้องกันแรงดันไฟฟ้าสูงหรือต่ำอัตโนมัติ (Stabilizer) เพื่อป้องกันปัญหาทางไฟฟ้า ช่วยให้ UPS ไม่จำเป็นต้องจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ทุกครั้งที่ไฟตกหรือไฟเกินไม่

มากนัก Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS With Stabilizer จัดได้ว่าเป็น UPS ที่นิยมมากที่สุดในประเทศไทยขณะนี้ ราคาไม่แพงและคุณภาพไฟฟ้าที่ได้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

คุณสมบัติของ Online Protection UPS หรือ Line Interactive UPS With Stabilizer

- ราคาไม่แตกต่างจาก Offline UPS หรือ Standby UPS
- เหมาะสำหรับใช้งานในพื้นที่ที่มีความผันผวนของแรงดันไฟฟ้ามากๆ เช่น ประเทศไทย พม่า ฟิลิปปินส์ และอินโดนีเซีย ฯลฯ
- ไม่เหมาะสำหรับนำไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีความไวต่อคุณภาพของกระแสไฟฟ้ามากๆ เช่น เครื่องมือแพทย์และเครื่องจักรในโรงงาน ฯลฯ
- มีระบบปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติ (Stabilizer) เพื่อป้องกันปัญหาไฟเกินและไฟตก
- สัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าบางอย่างที่ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้ายังสามารถผ่านเข้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าได้
- อายุการใช้งานของแบตเตอรี่และ UPS ยาวนาน

3. True Online UPS



รูปที่ 2.11.3 True Online UPS[7]

จากรูปที่ 2.11.3 แสดงการทำงาน จะพบว่า True Online UPS เป็น UPS ที่มีศักยภาพสูงสุด กล่าวคือ เครื่องประจุกระแสไฟฟ้า (Charger) และเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (Inverter) จะทำงานตลอดเวลา ไม่ว่าคุณภาพไฟฟ้าจะเป็นอย่างไร ก็สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Load) ได้ตามปกติ ยกเว้นกรณีเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าเสีย จึงจะจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้า (Main) จากการไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า (แต่ไม่ควรใช้งานต่อไปหากเครื่อง

แปลงกระแสไฟฟ้าเสีย) True Online UPS เป็น UPS ที่มีศักยภาพสูงที่สุดในจำนวน UPS ที่มีใช้งานอยู่ สามารถป้องกันปัญหาทางไฟฟ้าได้ทุกกรณี ไม่ว่าจะเป็น ไฟดับ ไฟตก ไฟเกิน หรือสัญญาณรบกวนใดๆ และให้คุณภาพไฟฟ้าที่ดี ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้ UPS ชนิดนี้มีราคาสูงกว่า UPS ชนิดอื่นๆ

คุณสมบัติของ True Online UPS

- ราคาค่อนข้างสูง
- มีศักยภาพสูงสุด สามารถป้องกันปัญหาทางไฟฟ้าได้ทุกกรณี
- ไฟฟ้ากระแสสลับที่อุปกรณ์ไฟฟ้าจะได้รับจาก UPS ชนิดนี้ จะเป็นไฟฟ้าที่มีคุณภาพสูง มีความเที่ยงตรงของระดับแรงดันไฟฟ้า และปราศจากสัญญาณรบกวนใดๆ
- กรณีไฟฟ้าดับหรือขาดช่วง UPS จะนำพลังงานสำรองในแบตเตอรี่มาแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าได้ในทันที

2.11.6 การนำ UPS ไปใช้งานด้านต่างๆ

หากการใช้งานใดที่มีจุดประสงค์เพื่อสำรองพลังงานไฟฟ้าสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคอมพิวเตอร์ ในเวลาที่เกิดไฟดับหรือไฟตก หรือเพื่อปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า หรือเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้าที่อาจสร้างความเสียหายต่อข้อมูลและอุปกรณ์ไฟฟ้า สามารถนำ UPS ไปใช้งานได้ดังตารางที่ 2.11.1

ตารางที่ 2.11.1 การนำ UPS ไปใช้งานด้านต่างๆ

ระบบงานคอมพิวเตอร์	คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ เช่น เครื่องพิมพ์ จอ ลำโพง และโมเด็ม ฯลฯ
สำนักงาน	ระบบสื่อสาร ระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องจักร อุปกรณ์สำนักงาน และอุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ
โรงงานอุตสาหกรรม	ระบบสื่อสาร ระบบคอมพิวเตอร์ เครื่องจักร เครื่องมือ-เครื่องใช้ เครื่องมือตรวจวัด และอุปกรณ์ไฟฟ้า ฯลฯ
การแพทย์	เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องมือและอุปกรณ์ภายในห้องผ่าตัด ฯลฯ
สื่อสารและโทรคมนาคม	อุปกรณ์สื่อสาร และห้องควบคุมระบบโทรคมนาคม ฯลฯ
การจัดการและประมวลผลข้อมูล	ระบบประมวลผลและรายงานข้อมูลของธนาคารและตลาดหุ้น ฯลฯ
บ้านพักอาศัย	ระบบประมวลผลและรายงานข้อมูลของธนาคารและตลาดหุ้น ฯลฯ

2.11.7 การคำนวณขนาดของ UPS

<u>การคำนวณหาขนาดกำลังจ่ายของ UPS ที่เหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้า ให้ปฏิบัติดังนี้</u>

1. ทำรายการอุปกรณ์ที่จะต่อพ่วงกับระบบ UPS ทั้งหมด เช่น Computer Monitor Scanner และอุปกรณ์ที่จำเป็นอื่นๆ
2. อุปกรณ์แต่ละชนิดจะมีป้ายบอกค่าพิกัดกำลัง (Name-Plate) เพื่อบ่งบอกถึงแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับใช้งาน โดยมักจะระบุไว้ที่ด้านหลังของเครื่อง
   - ให้คำนวณหาค่า VA โดยคูณค่า Volt., Amps เข้าด้วยกัน
   - อุปกรณ์บางชนิดอาจให้ค่ามาในรูปของพลังงานไฟฟ้าในหน่วยวัตต์ (Watt-W) ให้แปลงกลับมาเป็นค่า VA โดยการคูณค่าวัตต์ด้วย 1.4
3. รวมค่า VA ของอุปกรณ์ทั้งหมดในรายการที่จะต่อพ่วงกับระบบ UPS
4. เลือก UPS ที่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้เพียงพอต่อระดับค่า VA ของอุปกรณ์ทั้งหมด

บทที่3

รูปแบบการทำงานของโปรแกรม

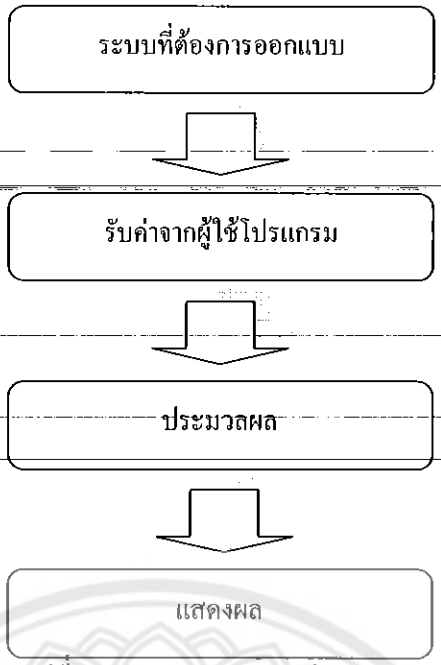
รูปแบบการทำงานของ "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล" เป็นดังรูปที่ 3.1.1 ซึ่งประกอบด้วย

1. ระบบที่ต้องการออกแบบ ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องเลือกประเภทของสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบ ซึ่งโปรแกรมกำหนดให้สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับสถานประกอบการณ์ 5 ประเภท คือ โรงพยาบาล โรงเรียน โรงแรม หอประชุมและอาคารพานิชย์ ถ้าประเภทของสถานประกอบการณ์ที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องการออกแบบไม่ตรงกับประเภทของสถานประกอบการณ์ที่โปรแกรมสามารถออกแบบได้ ให้ผู้ใช้โปรแกรมเลือกประเภทของสถานประกอบการณ์ที่มีมาตรฐานในการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใกล้เคียงกัน

2. รับค่าจากผู้ใช้โปรแกรม เมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกระบบที่ต้องการออกแบบแล้ว โปรแกรมจะแสดงส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับประเภทของสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบ และส่วนที่สำคัญคือ ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องกรอกข้อมูลในส่วนต่างๆ ที่เป็นต่อการออกแบบของระบบนั้นๆ

3. ประมวลผล หลังจากกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะทำการประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์บนหน้าต่างโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล

4. แสดงผล เมื่อประมวลผลโดยคอมพิวเตอร์แล้ว โดยหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ต้องแสดงผลการทำงานทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่ง "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล" จะแสดงผลบนหน้าต่างโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล



รูปที่ 3.1.1 การทำงานของโปรแกรม

3.1 ระบบที่ต้องการออกแบบ

- เลือกระบบที่ต้องการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วย โรงพยาบาล โรงเรียน โรงแรม หอประชุม และอาคารสำนักงาน
- เลือกจำนวนชั้นของอาคารที่ต้องการออกแบบ โดยโปรแกรมกำหนดให้สามารถออกแบบได้สูงสุด 9 ชั้น
- เลือกส่วนชั้นใต้ดิน (มี/ไม่มี)
- เลือกจำนวนลิฟท์ทั้งหมดภายในอาคารที่ต้องการออกแบบ โดยโปรแกรมกำหนดให้สามารถออกแบบได้สูงสุด 12 ตัว

3.2 รับข้อมูล

- **ขนาดห้อง** ห้องที่เป็นสี่เหลี่ยมสามารถกรอกขนาดเป็นด้านกว้างและด้านยาวของห้องได้ แต่กรณีที่ห้องไม่เป็นสี่เหลี่ยมให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกข้อมูลในส่วนพื้นที่ของห้อง (ตารางเมตร)
- **Air Condition** ห้องที่ต้องการออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะต้องระบุตัวอักษร Y หมายถึง "Yes" ต้องการให้มีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับห้องนั้นๆ และตัวอักษร N หมายถึง "No" ไม่ต้องการให้มีเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับห้องนั้นๆ

- **อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ** สำหรับโรงพยาบาลคือ เครื่องมือแพทย์ ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ต้องกรอกขนาด (VA) และจำนวนเครื่องของอุปกรณ์นั้นๆ

3.3 ประมวลผล

- นำค่าที่ได้จากขั้นตอนการรับข้อมูล โดยผู้ใช้โปรแกรมมาประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์บนหน้าต่างไมโครซอฟต์เอ็กเซล ซึ่งมีคุณสมบัติการคำนวณเชิงคณิตศาตร์ โดยที่กำหนดสูตรการคำนวณหาค่าต่างๆไว้อย่างสอดคล้องกับการออกแบบระบบไฟฟ้าของสถานประกอบการณ์ที่เลือกไว้ข้างต้น
- การคำนวณสามารถเชื่อมโยงไปยังแผ่นงานต่างๆ ของโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล ได้ เพื่อนำค่าที่สามารถใช้ได้จากการคำนวณ หรือสูตรเงื่อนไข แทนข้อมูลจากการกรอกข้อมูลโดยผู้ใช้โปรแกรม ส่งผลให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกข้อมูลน้อยลง

3.4 แสดงผล

- แสดงผลทางหน้าจอคอมพิวเตอร์บนหน้าต่างโปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล
- "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล" กำหนดให้มีการแสดงผลอย่างเป็นสัดส่วน คือ 1 แผ่นงาน แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับ 1 ชั้น และในส่วนของระบบประธานก็ถูกแยกให้แสดงผลเป็นแผ่นงานใหม่ตามลำดับความสำคัญ คือ

1. แผ่นงาน *ยินดีต้อนรับ* เป็นแผ่นงานแรกของ "โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล" ซึ่งประกอบด้วย การเลือกสถานประกอบการณ์ จำนวนชั้น จำนวนลิฟท์และข้อความแสดงขั้นตอนการใช้โปรแกรม
2. แผ่นงาน *ข้อมูล* เป็นแผ่นงานสำหรับการหาพื้นที่ของห้องในกรณีที่ห้องนั้นมีลักษณะไม่เป็นสี่เหลี่ยม โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถกรอกขนาดของห้องเป็นส่วนๆ เพื่อหาขนาดทั้งหมดของห้องนั้นๆ แล้วนำค่าที่ได้ไปกรอกในส่วนรับข้อมูลต่อไป และ แผ่นงานที่ 2 ได้แสดงตารางอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ สำหรับโรงพยาบาลคือ เครื่องมือแพทย์
3. แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* เป็นแผ่นงานที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าส่วนกลางซึ่งประกอบด้วย ระบบลิฟท์ ระบบทำความเย็นส่วนกลาง ระบบเครื่องสูบน้ำ และโหลดฉุกเฉิน
4. แผ่นงาน *Motor* เป็นแผ่นงานที่ใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์ในแต่ละชั้นของอาคารที่ต้องการแบบ

5. แผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน* เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลของผู้ใช้โปรแกรม เพื่อนำค่าที่ได้เหล่านี้ไปคำนวณโดยสูตรที่ได้กำหนดไว้อย่างสอดคล้องกับประเภทของสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบในส่วนของชั้นใต้ดิน

6. แผ่นงาน *ชั้นที่ 1–ชั้นที่ 9* ตามลำดับ เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลของผู้ใช้โปรแกรมเพื่อนำค่าที่ได้เหล่านี้ไปคำนวณโดยสูตรที่ได้กำหนดไว้อย่างสอดคล้องกับประเภทของสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบในส่วนของชั้นที่ 1 ถึงชั้นที่ 9 ตามชื่อของแผ่นงาน

7. แผ่นงาน *Basement* เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าในระบบต่างๆ ของชั้นใต้ดิน (ชื่อแผ่นงานเป็นภาษาอังกฤษแสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง จากส่วนที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลเพื่อความสะดวกในการใช้โปรแกรม)

8. แผ่นงาน *Floor 1–Floor 9* ตามลำดับ เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าในระบบต่างๆ ของชั้นที่ 1ถึงชั้นที่ 9 ตามชื่อของแผ่นงาน (ชื่อแผ่นงานเป็นภาษาอังกฤษ แสดงให้เห็นถึงความแตกต่าง จากส่วนที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูล เพื่อความสะดวกในการใช้โปรแกรม)

9. แผ่นงาน *ระบบประธาน* เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าในระบบประธานและแสดงค่าโหลดของทุกระบบประกอบด้วย ระบบแสงสว่าง ระบบเต้ารับ ระบบปรับอากาศแยกส่วน ระบบปรับอากาศส่วนกลาง ระบบลิฟท์ ระบบปั๊ม ระบบมอเตอร์ โหลดพิเศษ โหลดเผื่อสำหรับอนาคต และโหลดรวมทั้งหมด

บทที่ 4

การทดลองใช้โปรแกรม และผลการใช้โปรแกรม

4.1 สรุปข้อมูลโรงพยาบาลทั้งหมด

ข้อมูลที่ใช้กรอกในโปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาล ได้แก่ ชนิด และขนาดของห้อง รวมไปถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ขนาดพิกัด (VA) และจำนวนเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ของแต่ละห้องและชั้น สามารถดูได้จาก ตารางที่ ก.1–ตารางที่ ก.5 และตารางที่ ข.1

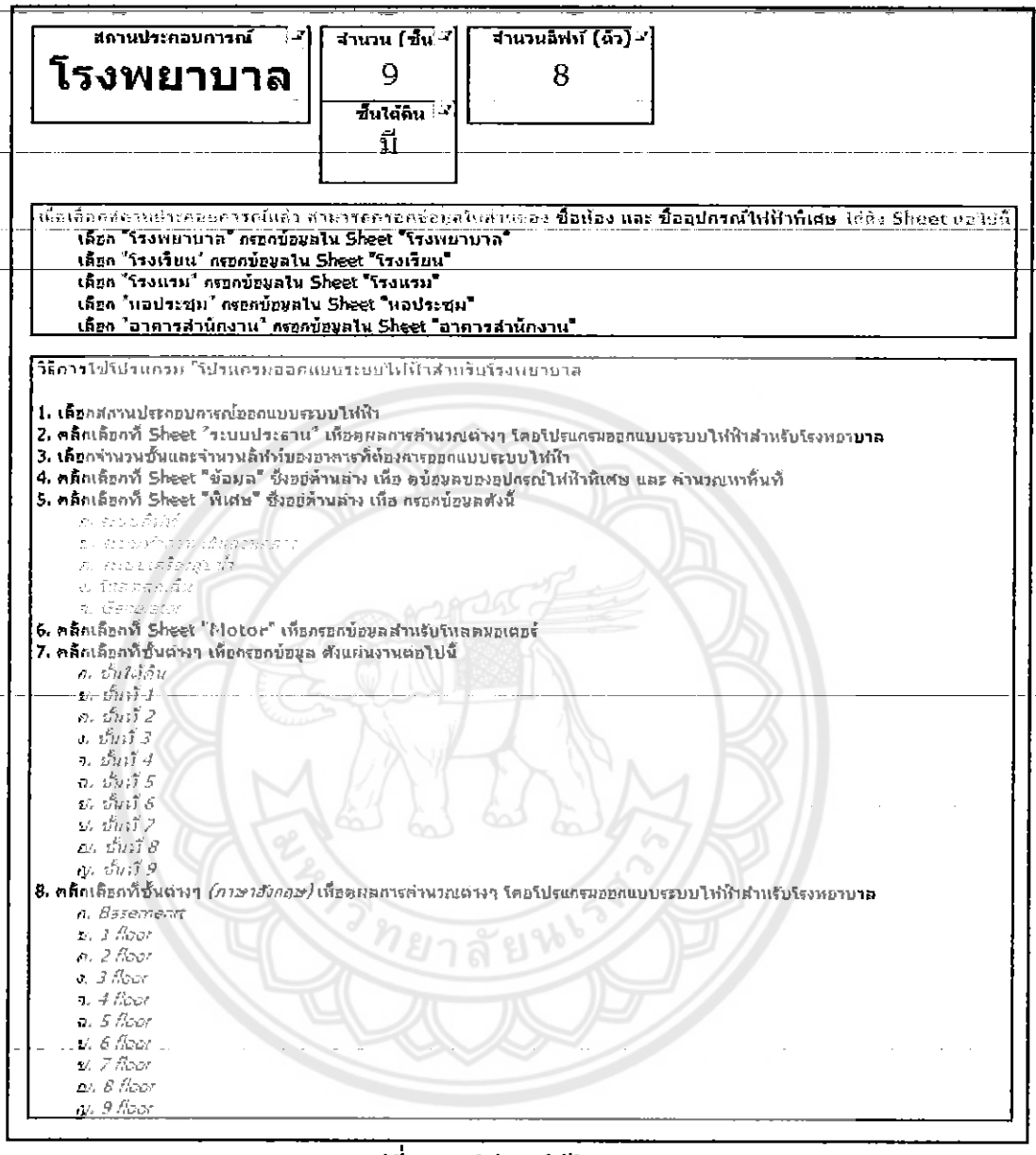
ขนาดของโหลดโหลดรวม สามารถดูได้จากตารางที่ ค.1

4.2 การทดลองใช้โปรแกรม และผลการใช้โปรแกรม

การทดลองป้อนข้อมูลต่างๆลงโปรแกรม เพื่อหาขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งภายในอาคารจะมีขั้นตอนและการแสดงผลดังต่อไปนี้

4.2.1 แผ่นงาน *ยินดีต้อนรับ*

1. ศึกษาวิธีการใช้โปรแกรม

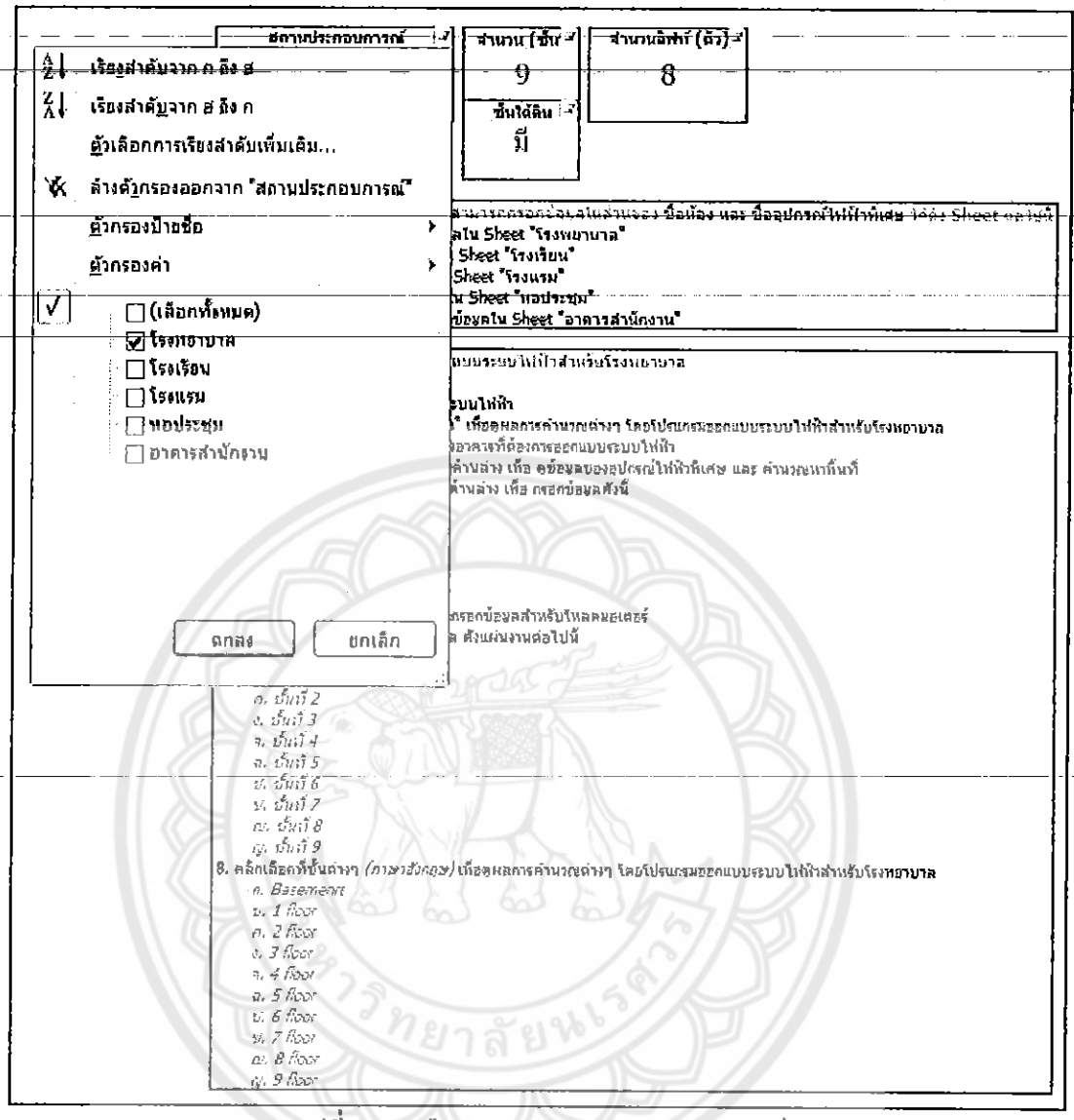


รูปที่ 4.2.1 วิธีการใช้โปรแกรม

จากรูปที่ 4.2.1 เป็นแผ่นงานแรกของ “โปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล” ซึ่งประกอบด้วย การเลือกสถานประกอบการณ์ จำนวนชั้น จำนวนลิฟท์และข้อความแสดงขั้นตอนการใช้โปรแกรม

ขั้นตอนการเลือกสถานประกอบการณ์ จำนวนชั้น ชั้นใต้ดิน และจำนวนลิฟท์ ให้เป็นดังรูปที่ 4.2.1 จะต้องทำตามขั้นตอนในรูปที่ 4.2.2-4.2.5

2. เลือกรูปแบบของสถานประกอบการณ์



รูปที่ 4.2.2 เลือกรูปแบบสถานประกอบการณ์

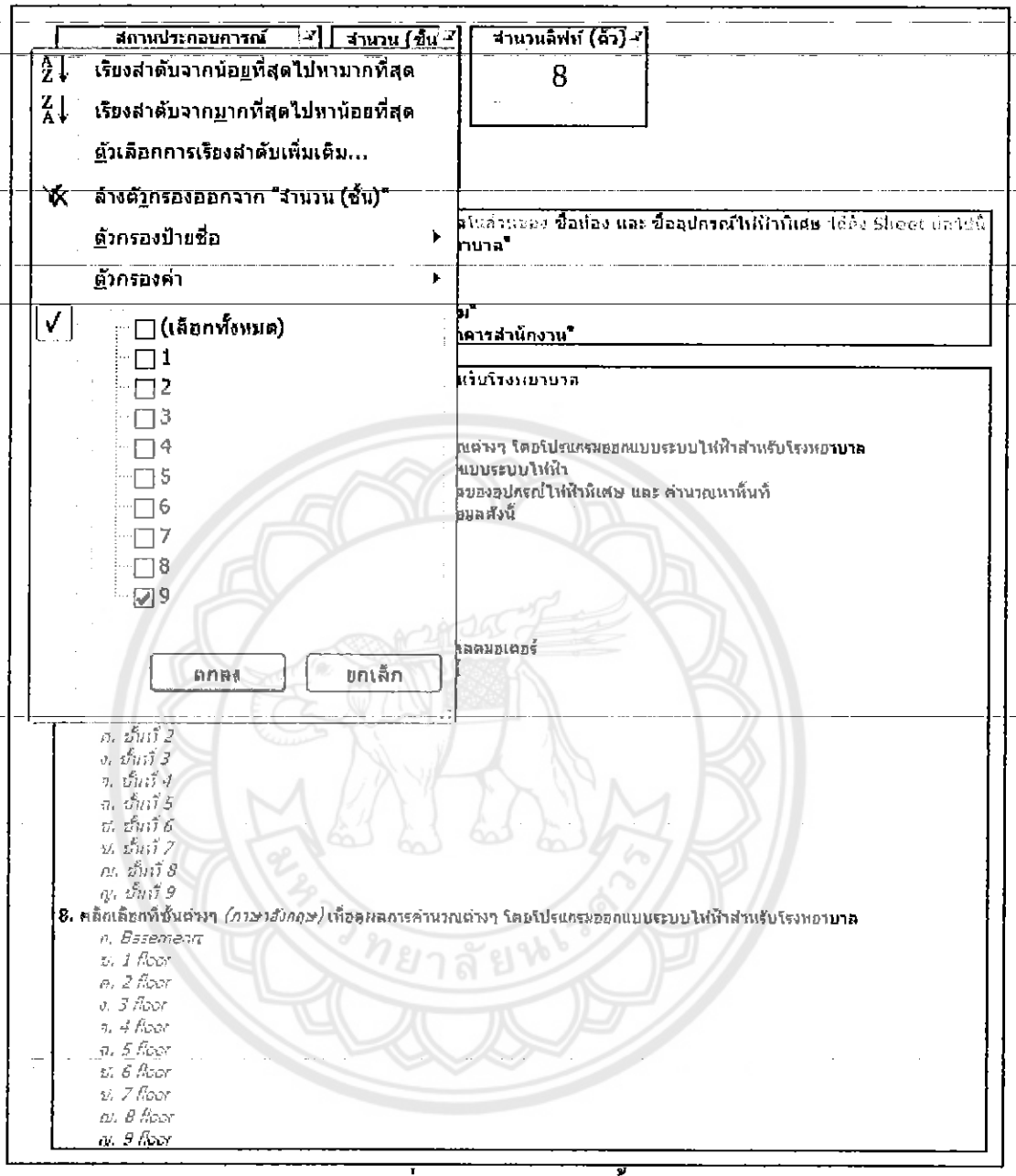
จากรูปที่ 4.2.2 แสดงการเลือกสถานประกอบการณ์ ซึ่งกำหนดให้สามารถออกแบบได้ 5 ประเภท คือ โรงพยาบาล โรเรียน โรงแรม หอประชุม อาคารสำนักงาน

กรณีที่เลือกสถานประกอบการณ์ประเภทอื่นที่ไม่ใช่โรงพยาบาล จะต้องทำการกรอกชื่อห้องของสถานประกอบการณ์นั้นๆ ในแผ่นงานที่มีชื่อเดียวกับสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบระบบไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย โรงพยาบาล โรงเรียน โรงแรม หอประชุม และอาคารสำนักงาน เช่น ถ้าเลือกสถานประกอบการณ์ประเภท โรงเรียน จะต้องทำการกรอกชื่อห้องที่แผ่นงาน *โรงเรียน* ดังแสดงในรูปที่ 4.2.7 แล้วชื่อห้องที่กรอกในแผ่นงาน *โรงเรียน* จะไปแสดงในแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกขนาดห้อง คือ แผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ

และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ

ในรูปที่ 4.2.2 เลือกสถานประกอบการณ์ประเภทโรงพยาบาล สามารถกรอกชื่อห้องสำหรับโรงพยาบาลในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* แล้วชื่อห้องที่กรอกในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* จะไปแสดงในแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกขนาดห้อง คือ แผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ

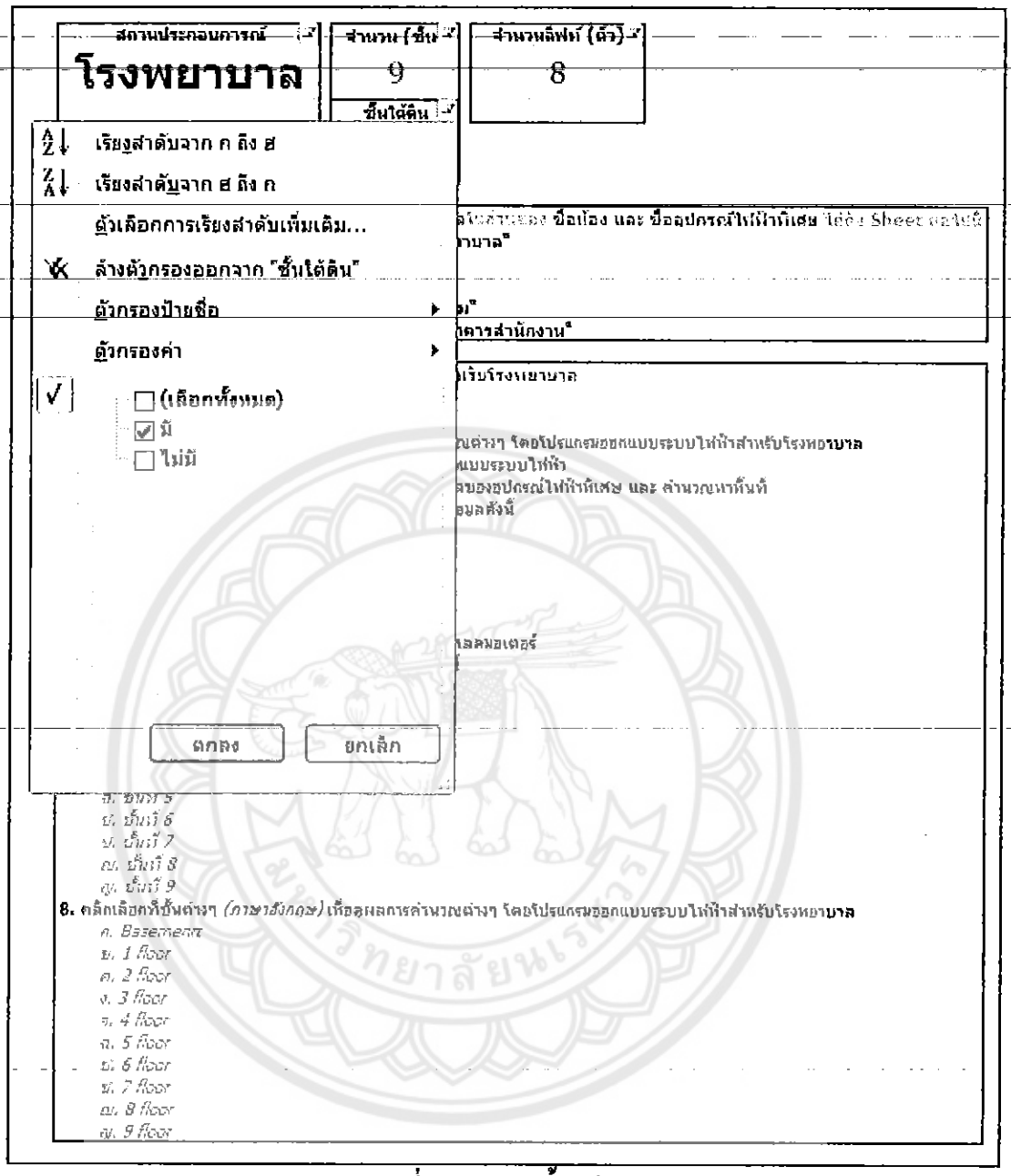
3. เลือกจำนวนชั้น



รูปที่ 4.2.3 เลือกจำนวนชั้น

จากรูปที่ 4.2.3 แสดงขั้นตอนการเลือก จำนวนชั้นของอาคารสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบ ซึ่งกำหนดให้สามารถออกแบบได้สูงสุด 9 ชั้น (ไม่รวมชั้นใต้ดิน)

4. เลือกว่ามีชั้นใต้ดินหรือไม่



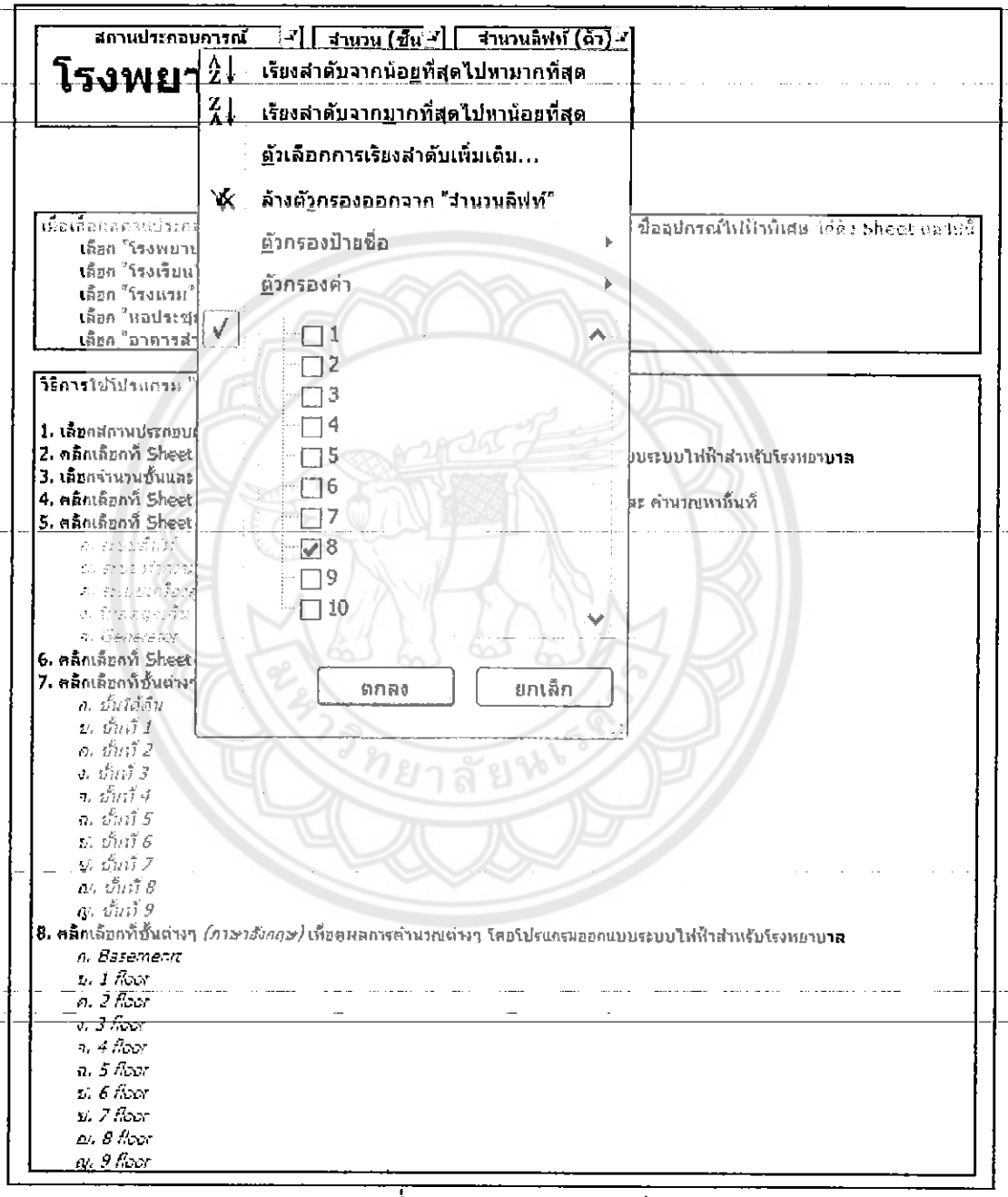
รูปที่ 4.2.4 เลือกชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.4 แสดงการเลือกข้อมูลในส่วนของชั้นใต้ดิน ถ้าต้องการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารที่มีชั้นใต้ดิน ให้เลือกที่ "มี" แต่ถ้าอาคารนั้นไม่มีชั้นใต้ดิน เลือก "ไม่มี"

ในรูปที่ 4.2.4 เลือกว่า "มี" จึงทำให้ชื่อห้องที่ได้รับการกรอกข้อมูลโดยผู้ใช้โปรแกรมในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* ดังรูปที่ 4.2.7 ส่วนของชั้นใต้ดิน ถูกแสดงในแผ่นงาน*ชั้นใต้ดิน* และแผ่นงาน *Basement* ดังรูปที่ 4.2.18 และ 4.2.28 ตามลำดับ ก็จะสามารถทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถกรอกขนาดของห้องในส่วนของชั้นใต้ดินได้ แต่ถ้าเลือกว่า "ไม่มี" ชื่อห้องที่ได้รับการกรอกข้อมูล

โดยผู้ใช้โปรแกรมในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* ส่วนของชั้นใต้ดิน ไม่ถูกแสดงในแผ่นงาน*ชั้นใต้ดิน* และแผ่นงาน *Basement* ทำให้ชื่อห้องในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน* และแผ่นงาน *Basement* ไม่ถูกแสดงผล ถึงแม้จะมีการกรอกชื่อห้องที่แผ่นงาน *โรงพยาบาล* แล้วก็ตาม

5. เลือกจำนวนลิฟท์



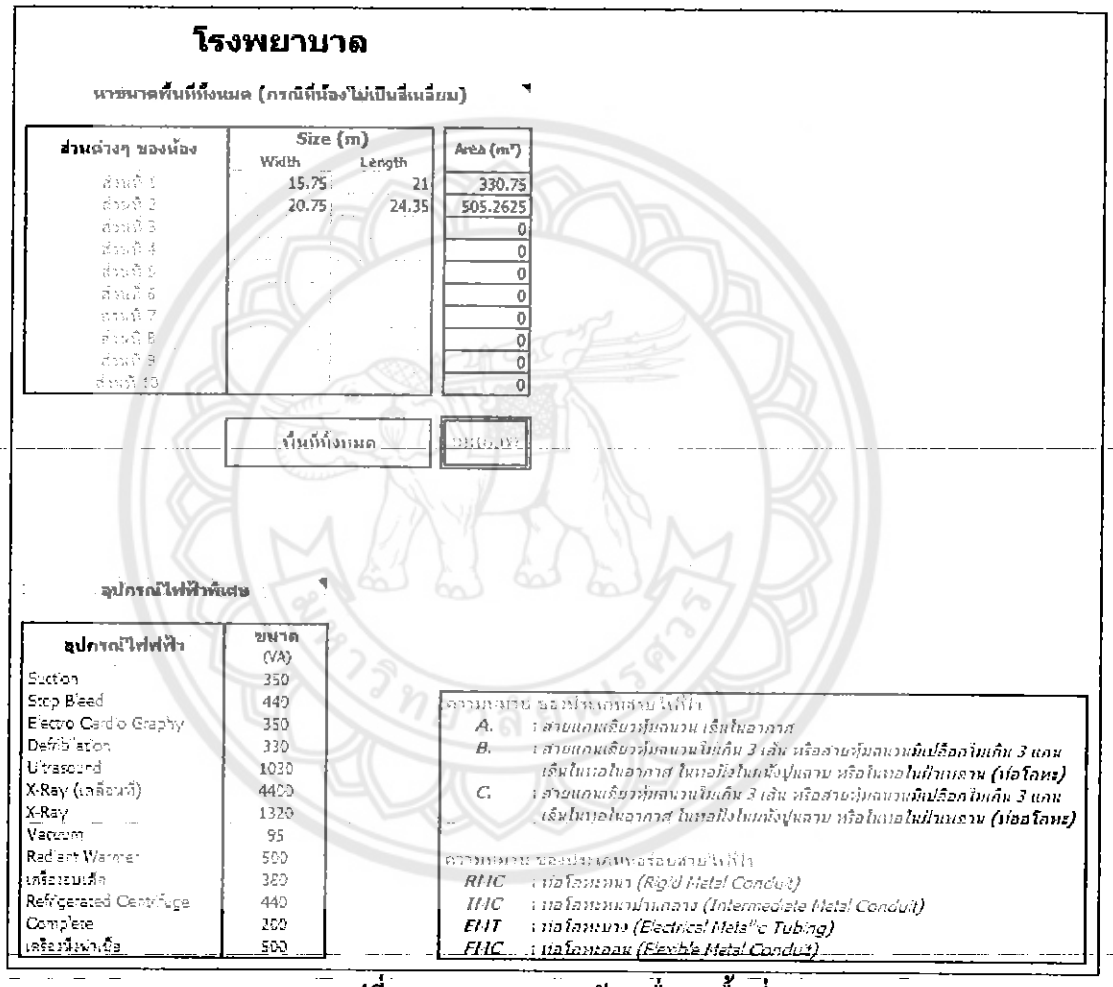
รูปที่ 4.2.5 เลือกจำนวนลิฟท์

จากรูปที่ 4.2.5 แสดงการเลือกจำนวนลิฟท์ที่ต้องการออกแบบสำหรับอาคารสถานประกอบการณ์ที่ต้องการออกแบบ ซึ่งกำหนดให้สามารถออกแบบจำนวนลิฟท์ได้สูงสุด 10 ตัว

ในรูปที่ 4.2.5 เลือกออกแบบลิฟท์ทั้งหมด 8 ตัว ทำให้จำนวนลิฟท์ส่วนที่เลือกนี้ถูกแสดงผลในแผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* ดังรูปที่ 4.2.12 โดยผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการกรอกข้อมูลสำหรับการออกแบบระบบลิฟท์ในแผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* ซึ่งได้อธิบายการกรอกข้อมูลไว้ในรูปที่ 4.2.12 แล้ว

4.2.2 แผ่นงาน *ข้อมูล*

1. กรอกขนาดห้องเพื่อหาพื้นที่



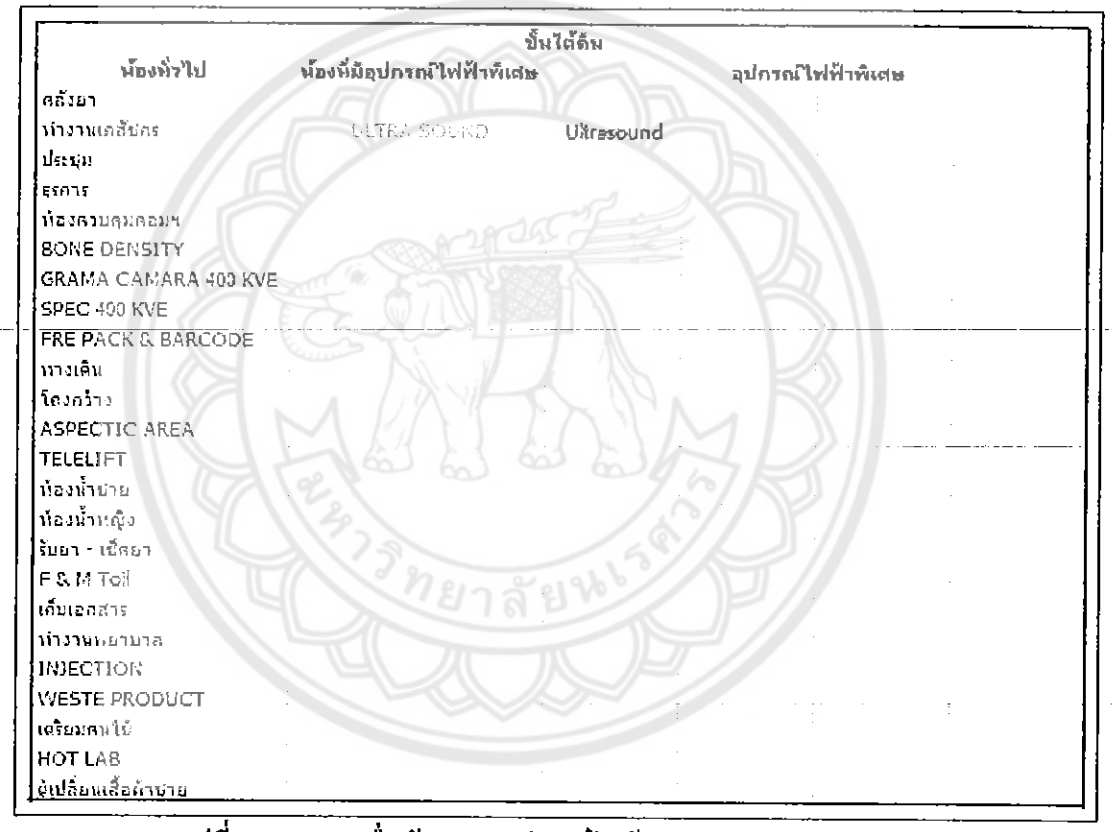
รูปที่ 4.2.6 กรอกขนาดห้องเพื่อหาพื้นที่

จากรูปที่ 4.2.6 เป็นแผ่นงานที่แสดงตารางที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกเปรียบได้กับเครื่องคิดเลขใช้สำหรับหาพื้นที่สำหรับห้องที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยม โดยผู้ใช้โปรแกรมสามารถแบ่งส่วนต่างๆ ภายในห้องเป็นส่วนย่อยเพื่อง่ายต่อการคำนวณหาพื้นที่ แล้วกรอกข้อมูลลงในตาราง ซึ่งตารางนี้สามารถคำนวณหาพื้นที่รวมทั้งหมด สูงสุด 10 ส่วนย่อย แล้วผู้ใช้โปรแกรมจึงนำค่าที่ได้ (พื้นที่ทั้งหมด) ไปกรอกในส่วนรับข้อมูลแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน–ชั้นที่ 9* เช่น

นำข้อมูลจากภาคผนวก ตารางที่ 4.1.1 (ห้องคลังยา) ซึ่งเป็นข้อมูลของชั้นใต้ดินมากรอกลงตาราง ซึ่งจะได้พื้นที่ทั้งหมดของห้องเท่ากับ 836.01 ตร.ม. แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปกรอกลงในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน* ห้องคลังยาในส่วนของพื้นที่ห้อง (Area) เนื่องจากห้องนี้มีรูปแบบไม่เป็นสี่เหลี่ยม จึงไม่สามารถกรอกข้อมูลในรูปแบบของการบอกความกว้างและความยาวของห้องได้

ทั้งนี้ ยังแสดงอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ (อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ) สำหรับโรงพยาบาล คือ เครื่องมือแพทย์ พร้อมบอกขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ มีหน่วยเป็น (VA) ซึ่งต้องนำขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าเหล่านี้ไปกรอกในห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน–ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27

4.2.3 แผ่นงาน *โรงพยาบาล*



รูปที่ 4.2.7 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงพยาบาล

จากรูปที่ 4.2.7 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงพยาบาล เมื่อมีการกรอกชื่อห้องในแผ่นงานนี้แล้ว โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน*-แผ่นงาน *ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ โดยการแสดงผลในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน*-แผ่นงาน *ชั้นที่ 9* และแผ่นงาน *Basement-9 Floor* จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทโรงพยาบาล

เท่านั้น ถ้าเลือกสถานประกอบการณ์ประเภทอื่น โปรแกรมจะทำการเชื่อมโยงข้อมูลส่วนจากแผ่นงานสำหรับกรอกชื่อห้องประเภทนั้นๆ ไปแสดงแทน เช่น เลือกสถานประกอบการณ์ประเภทโรงเรียน-โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลจากแผ่นงาน *โรงเรียน* ไปแสดงผลยังแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือ แผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ

4.2.4 แผ่นงาน *โรงเรียน*

ชั้นที่ 1

ห้องทั่วไป	ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ	อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ
ธุรการ		
ผู้บริหาร		
การเงิน		
เก็บเอกสาร		
คอมพิวเตอร์		
ทางเดิน		
ทางเดิน		
เก็บของ		
ประชุม		
ทางเดิน		
ทางเดิน		
ห้องน้ำหญิง		
ห้องน้ำชาย		
ห้องน้ำอาจารย์หญิง		
ห้องน้ำอาจารย์ชาย		
วิทยาศาสตร์		
ห้องเรียน 1		
ห้องเรียน 2		
ห้องเรียน 3		
ห้องเรียน 4		
ห้องเรียน 5		
ห้องเรียน 6		
ห้องเรียน 7		
ห้องเรียน 8		

รูปที่ 4.2.8 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงเรียน

จากรูปที่ 4.2.8 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงเรียน เมื่อมีการกรอกชื่อห้องในแผ่นงานนี้แล้ว โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ โดยการแสดงผลในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* และแผ่นงาน *Basement-9 Floor* จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทโรงเรียนเท่านั้น

4.2.5 แผ่นงาน *โรงแรม*

ชั้นที่ 1		
ห้องทั่วไป	ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ	อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ
สำนักงาน		
ห้องการเงิน		
ห้องโถง		
ห้องพักเปิดโล่ง		
ห้องน้ำหญิง		
ห้องน้ำชาย		
ทางเดิน		
ทางเดิน		
ห้องอาหาร		
ห้องประชุม		
ห้องจัดเลี้ยง		
เก็บของ		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงคู่		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงคู่		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงเดี่ยว		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงเดี่ยว		
ทางเดิน		
ทางเดิน		
ห้องเก็บของ		
ห้องพักพนักงาน		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงเดี่ยว		
ห้องพักปรับอากาศ เตียงเดี่ยว		
ห้องพัก		
ห้องโถง		

รูปที่ 4.2.9 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงแรม

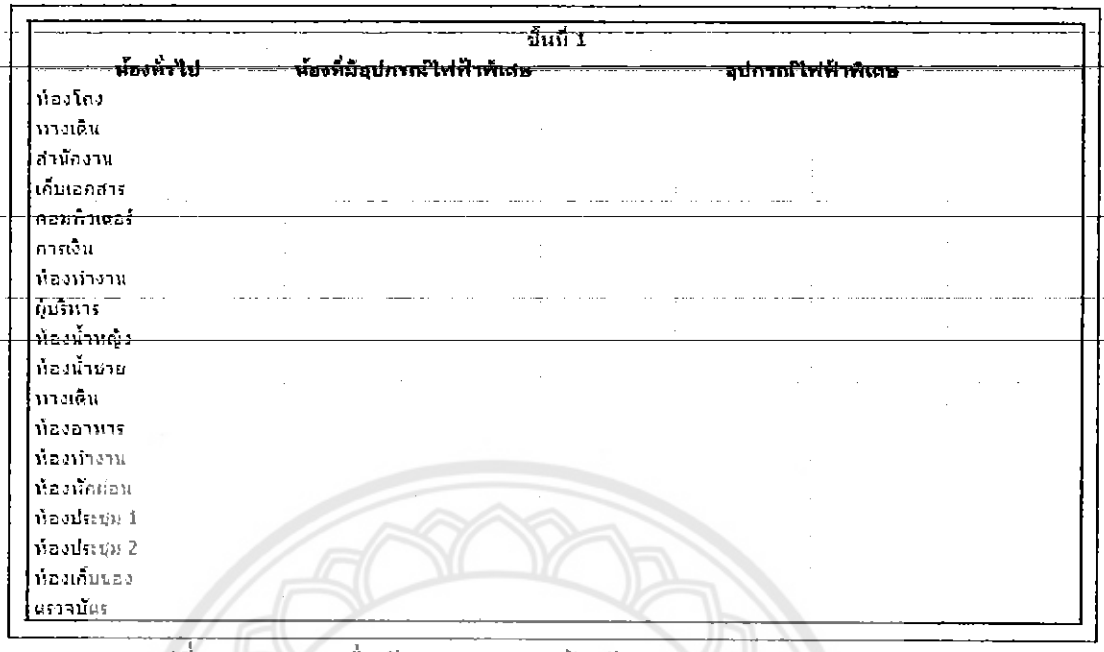
จากรูปที่ 4.2.9 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับโรงแรม เมื่อมีการกรอกชื่อห้องในแผ่นงานนี้แล้ว โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแผ่นงาน ***ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9*** ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ โดยการแสดงผลในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* และแผ่นงาน *Basement-9 Floor* จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทโรงแรมเท่านั้น

4.2.6 แผ่นงาน *หอประชุม*

รูปที่ 4.2.10 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับหอประชุม

จากรูปที่ 4.2.10 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับหอประชุม เมื่อมีการกรอกชื่อห้องในแผ่นงานนี้แล้ว โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลไปยังแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ โดยการแสดงผลในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* และแผ่นงาน *Basement-9 Floor* จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทหอประชุมเท่านั้น

4.2.7 แผ่นงาน *อาคารสำนักงาน*



รูปที่ 4.2.11 กรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับอาคารสำนักงาน

จากรูปที่ 4.2.11 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกชื่อห้องและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษสำหรับอาคารสำนักงาน เมื่อมีการกรอกชื่อห้องในแผ่นงานนี้แล้ว โปรแกรมจะเชื่อมโยงข้อมูลไปยัง แผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* ดังรูปที่ 4.2.18-4.2.27 ตามลำดับ และแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้า คือแผ่นงาน *Basement-9 Floor* ดังรูปที่ 4.2.28, 4.2.34, 4.2.40 และ 4.2.46 ตามลำดับ โดยการแสดงผลในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน-ชั้นที่ 9* และ แผ่นงาน *Basement-9 Floor* จะแสดงผลเมื่อผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทอาคารสำนักงานเท่านั้น

4.2.8 แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง*

1. กรอกข้อมูลสำหรับระบบลิฟท์

กรอกข้อมูลสำหรับระบบลิฟท์

ลิฟท์	น้ำหนัก (kg)	ความเร็ว (m/min)	มอเตอร์ (Hp)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)
1	1200	60	15	13967.5	30
2	1200	60	15	13967.5	30
3	1200	60	15	13967.5	30
4	1200	60	15	13967.5	30
5	1200	95	20	18650	40
6	1200	95	20	18650	40
7	1200	95	20	18650	40
8	1200	95	20	18650	40

รูปที่ 4.2.12 ขนาดมอเตอร์ โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของลิฟท์

Conductor (mm²) ต่อเฟส				Conduit (Inch)							
A.	ตาม	B.	ตาม	C.	ตาม	RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
4		6		6		0.75	4	0.75	4	0.75	4	0.75	4
4		6		6		0.75	4	0.75	4	0.75	4	0.75	4
4		6		6		0.75	4	0.75	4	0.75	4	0.75	4
4		6		6		0.75	4	0.75	4	0.75	4	0.75	4
6		10		10		1	4	1	4	1	4	1	4
6		10		10		1	4	1	4	1	4	1	4
6		10		10		1	4	1	4	1	4	1	4
6		10		10		1	4	1	4	1	4	1	4

รูปที่ 4.2.12 (ต่อ) ขนาดมอเตอร์ โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของลิฟท์

จากรูปที่ 4.2.12 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบลิฟท์ ซึ่งส่วนกรอกข้อมูล (สีเหลือง) ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการกรอกข้อมูลสำหรับระบบนี้คือ น้ำหนัก (กก.) และ ความเร็วของลิฟท์ (เมตร/นาที) โดยที่จำนวนลิฟท์จะแสดงตามจำนวนที่ผู้ใช้โปรแกรมได้เลือกไว้ในแผ่นงาน *ยินดีต้อนรับ* ดังรูปที่ 4.2.5 เมื่อกรอกข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะคำนวณหาขนาดมอเตอร์ และโหลด (3 เฟส) ดังตัวอย่างใน หัวข้อที่ 2.9.3 รวมถึงการคำนวณโหลดลิฟท์ และเลือก เซอร์กิตเบรกเกอร์ จากตารางที่ 2.8.1 การเลือกขนาดสายไฟฟ้าจากตารางที่ 2.1.2 และเลือกท่อร้อยสายได้จากตารางที่ 2.2.1 ประกอบกับตารางที่ 2.2.2–2.2.5 เช่น

ลิฟท์ตัวที่ 1 ในรูปที่ 4.2.12 ผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการกรอกน้ำหนัก 1,200 กิโลกรัม และความเร็วของลิฟท์ 60 เมตรต่อนาที

เมื่อ C = 1,200 กิโลกรัม

V = 60 เมตร/นาที

K = 0.6

Eff = 0.8

ดังนั้น HP = (1,200×60×0.6)/(4,500×0.8) = 12

เลือกขนาด 15 HP 3 เฟส เพาเวอร์แฟคเตอร์ 0.8

กำลังไฟฟ้า = (15×746)/0.8

= 13,987.5 VA

การเลือก เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟฟ้า และท่อร้อยสาย

เมื่อได้โหลดจากคำนวณของโปรแกรม ดังตัวอย่างการคำนวณในหัวข้อที่ 2.9.3 คือ 13987.5 VA

ขนาดกระแสไฟฟ้า = 13987.5 VA / (1.732×380 V)

= 21.25 A

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน = 1.25 เท่าของกระแสโหลด

= 1.25×21.25

= 26.56 A

ดังนั้นจึงเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ 30 AT จากตารางที่ 2.8.1

เลือกสายแกนเดียวหุ้มฉนวน เดินในอากาศขนาด 4 ตร.มม. จากตารางที่ 2.1.2

เลือกสายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกน เดินในท่อในอากาศ ในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน (ท่อโลหะ) ขนาด 6 ตร.มม. จากตารางที่ 2.1.2

เลือกสายแกนเดียวหุ้มฉนวนไม่เกิน 3 เส้น หรือสายหุ้มฉนวนมีเปลือกไม่เกิน 3 แกนเดินในท่อในอากาศ ในท่อฝังในผนังปูนฉาบ หรือในท่อในฝ้าเพดาน (ท่ออโลหะ) ขนาด 6 ตร.มม. จากตารางที่ 2.1.2

ขนาดสาย 6 ตร.มม. = พื้นที่หน้าตัด 26.43 ตร.มม. จากตารางที่ 2.2.1

ใช้ 4 สาย / ท่อ = 4×26.43 ตร.มม.

= 105.72 ตร.มม.

เลือกใช้ท่อโลหะหนา (RMC) ขนาด 0.75 จากตารางที่ 2.2.2

เลือกใช้ท่อโลหะหนาปานกลาง (IMC) ขนาด 0.75 จากตารางที่ 2.2.3

เลือกใช้ท่อโลหะบาง (EMT) ขนาด 0.75 จากตารางที่ 2.2.4

เลือกใช้ท่อโลหะอ่อน (FMC) ขนาด 0.75 จากตารางที่ 2.2.5

2. กรอกข้อมูลสำหรับระบบทำความเย็นส่วนกลางของแต่ละชั้น

กรอกข้อมูลสำหรับ ระบบทำความเย็นส่วนกลาง

ชั้น	พื้นที่ (m²)	โหลดความเย็น (ตัน)	กันไฟ (W)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)
ชั้นใต้ดิน	2764	172.75	293675	345500	700
ชั้นที่ 1	2671	166.9375	283793.75	333875	700
ชั้นที่ 2	2803	175.1875	297818.75	350375	700
ชั้นที่ 3	5820	363.75	618375	727500	1600
ชั้นที่ 4	1389	86.8125	147581.25	173625	350
ชั้นที่ 5	1389	86.8125	147581.25	173625	350
ชั้นที่ 6	1389	86.8125	147581.25	173625	350
ชั้นที่ 7	1389	86.8125	147581.25	173625	350
ชั้นที่ 8	1389	86.8125	147581.25	173625	350
ชั้นที่ 9	1389	86.8125	147581.25	173625	350
รวม	22392	1399.5	2379150	2799000	6000

รูปที่ 4.2.13 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของ ระบบทำความเย็นส่วนกลาง

Conductor (mm²) ต่อเฟส						Conduit (Inch)							
A.	ควบ	B.	ควบ	C.	ควบ	RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
500		300	2	300	2	4	4	4	4	3.5	4	2	1
500		300	2	300	2	4	4	4	4	3.5	4	2	1
500		300	2	300	2	4	4	4	4	3.5	4	2	1
500	2	500	3	400	4	5	4	2	1	2	1	2.5	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
500	8	500	12	500	13	5	4	2	1	2	1	2.5	1

รูปที่ 4.2.13 (ต่อ) ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของ ระบบความเย็นส่วนกลาง

จากรูปที่ 4.2.13 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับออกแบบระบบทำความเย็นส่วนกลาง โดยผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการกรอก พื้นที่ (ตารางเมตร) ของแต่ละชั้น โปรแกรมจะคำนวณโดยสูตรดังตัวอย่างการคำนวณในหัวข้อที่ 2.5 (เครื่องปรับอากาศ) ซึ่งโปรแกรมสามารถออกแบบได้สูงสุด 9 ชั้น รวมถึงแสดงโหลดรวมของระบบทำความเย็นส่วนกลางของทุกชั้นด้วย เช่น

ชั้นใต้ดิน ในรูปที่ 4.2.13 มีพื้นที่ 2,764 ตารางเมตร มีโหลดความเย็นเท่ากับ 2,764/16 = 172.75 ตัน คิดเป็นโหลดทางไฟฟ้าเท่ากับ 172.75×2,000 = 345,500 VA

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

3. กรอกข้อมูลสำหรับระบบเครื่องสูบน้ำ

กรอกข้อมูลสำหรับ ระบบเครื่องสูบน้ำ

อาคาร (ชั้น)	ความสูง (m)	อัตราการไหล (L/min)	มอเตอร์ (Hp)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)
9	40	2500	30	27975	60

รูปที่ 4.2.14 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบเครื่องสูบน้ำ

Conductor (mm²) ต่อเฟส						Conduit (Inch)							
A.	ตวบ	B.	ตวบ	C.	ตวบ	RHC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
10		25		25		1.25	4	1.25	4	1.25	4	1.5	4

รูปที่ 4.2.14 (ต่อ) ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบเครื่องสูบน้ำ

จากรูปที่ 4.2.14 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำ โดยผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการกรอก ความสูงของแทงก์ และอัตราการไหลของน้ำที่ต้องการ (ลิตร/นาที) แล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณระบบตามสูตรในบทที่ 2.10 (เครื่องปั๊มน้ำ) ซึ่งจะแสดงผลการคำนวณหาขนาดของโหลดแบบ 3 เฟส เช่น

ความสูงของแทงก์เท่ากับ 40 เมตร

อัตราการไหลของน้ำเท่ากับ 2,500 ลิตรต่อนาที

Specific Gravity of Fluid, Dimension Less =1

และ Pump Efficiency, fraction = 75%

ดังนั้น Hp = (2,500×40×1)/(4634×0.75)

= 28.77 Hp

เลือกขนาด 30 Hp 3 เฟส 100AT/150AF เพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 0.8

กำลังไฟฟ้า = 30×746/0.8

= 27,975 VA [2]

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

4. กรอกข้อมูลสำหรับระบบโหลดฉุกเฉิน

กรอกข้อมูลสำหรับ ระบบโหลดฉุกเฉิน

ระบบ	ขนาด (VA)	Spare (VA)
แสงสว่าง	18936	3787.2
ลิฟท์	65275	13055
รวม	84211	16842.2

	Load (VA)	Circuit breaker (AT)
โหลดฉุกเฉินทั้งหมดกรอกเป็น (VA)	22723.2	45
	78330	150
	101053.2	200

รูปที่ 4.2.15 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบโหลดฉุกเฉิน

Conductor (mm²) ต่อเฟส						Conduit (Inch)							
A.	ควบ	B.	ควบ	C.	ควบ	RHC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	PVC	สาย/ท่อ
10		16		16		1	4	1	4	1	4	1.25	4
50		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4

รูปที่ 4.2.15 (ต่อ) ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบโหลดฉุกเฉิน

จากรูปที่ 4.2.15 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับออกแบบระบบโหลดฉุกเฉิน ซึ่งประกอบด้วยระบบแสงสว่าง ลิฟท์และโหลดอื่นๆ ที่จำเป็น ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการกรอก ขนาดโหลดรวม (VA) โดยโปรแกรมจะคำนวณเผื่อสำหรับอนาคต 20% ของโหลดรวมที่ผู้ใช้โปรแกรมกรอก เพื่อนำข้อมูลส่วนนี้ไปพิจารณาเลือกขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมต่อไป

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

5. กรอกข้อมูลสำหรับระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กรอกข้อมูลสำหรับ ระบบ Generator

Generator	พิกัดกระแส	พิกัดแรงดัน	เต้นเครื่อง	Load	Circuit breaker
(VA)	(A)	3ø (V)	(%)	(VA)	(AT)
1000000	3000	400	80	960000	2000

รูปที่ 4.2.16 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

Conductor (mm²) ต่อเฟส						Conduit (Inch)							
A.	ควบ	B.	ควบ	C.	ควบ	RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	PVC	สาย/ท่อ
400	3	500	4	400	5	5	4	2	1	2	1	2.5	1

รูปที่ 4.2.16 (ต่อ) ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2.16 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับออกแบบระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทราบขนาดของโหลดทั้งหมดที่ต้องการใช้ไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้า แล้วเลือกขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ต้องการติดตั้ง จึงทำการกรอกข้อมูลลงในโปรแกรมในส่วนสีเหลือง เพื่อหาขนาดอุปกรณ์ติดตั้งที่เหมาะสมกับระบบ

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

4.2.9 แผ่นงาน *มอเตอร์*

1. กรอกขนาดและจำนวนมอเตอร์ (แบบแยกชั้น)

โหลดมอเตอร์

ชั้น	Motor (VA)	จำนวน	ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้ง	Circuit breaker (AT)
	13987.5	5		30
ใต้ดิน			สำหรับ ออกแบบสำหรับ มอเตอร์แต่ละตัว	
	โหลดรวม		73434.375	150

รูปที่ 4.2.17 ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของมอเตอร์

Conductor (mm²)						Conduit (Inch)							
A.	สาย	B.	สาย	C.	สาย	RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
4		6		6		0.75	4	0.75	4	0.75	4	0.75	4
50		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4

รูปที่ 4.2.17 (ต่อ) ขนาด โหลด เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสายของมอเตอร์

จากรูปที่ 4.2.12 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับออกแบบระบบโหลดมอเตอร์ในแต่ละชั้น ซึ่งผู้ใช้โปรแกรมจะต้องทำการกรอกข้อมูลในส่วนของขนาดมอเตอร์ (VA) และจำนวนเครื่อง เพื่อหาขนาดอุปกรณ์ติดตั้งที่เหมาะสม โปรแกรมได้กำหนดให้สามารถออกแบบมอเตอร์ได้ 5 ขนาด ไม่จำกัดจำนวนเครื่อง (ใน 1 ชั้น) เช่น

ถ้าผู้ใช้โปรแกรมต้องการออกแบบระบบสายป้อนสำหรับมอเตอร์ขนาด 13,987.5 VA จำนวน 5 ตัว จะได้โหลดทางไฟฟ้ารวมเท่ากับ (13,987.5×5)+(13,987.5*0.25) = 73434.375 VA ดังรูปที่ 4.2.17

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

4.2.10 แผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน*

1. กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

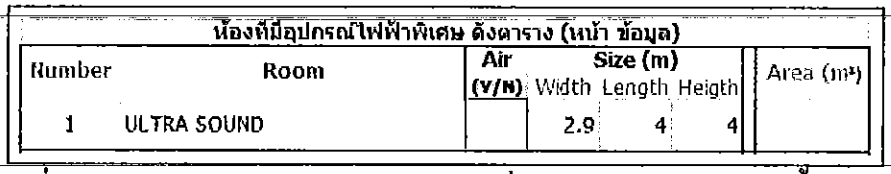
Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m^2)
1	คลังยา					836.01
2	ทำงานเภสัชกร		4.35	6.45	3	
3	ประชุม		4.35	6.45	3	
4	ธุรการ		13.95	15.15	3	
5	ห้องควบคุมคอมฯ		3.05	5.3	4	
6	BONE DENSITY		5.3	6.65	4	
7	GRAMA CAMARA 400 KVE		5.3	6.35	4	
8	SPEC 400 KVE		5.3	7.9	4	
9	FRE PACK & BARCODE					52.905
10	ทางเดิน		3	16	3	
11	โถงกว้าง					311.25
12	ASPECTIC AREA		4.9	8.5	3	
13	TELELIFT		1.5	3	3	
14	ห้องน้ำชาย		1.75	2.65	3	
15	ห้องน้ำหญิง		3	3.3	3	
16	รับยา - เช็ดยา		4.4	7.3	3	
17	F & M Toil		4.45	8.55	4	
18	เก็บเอกสาร		3.3	5.25	4	
19	ทำงานพยาบาล					199.1
20	INJECTION		3	4	4	
21	WESTE PRODUCT		2.7	6.4	4	
22	เตรียมตนไข้		2.6	3.3	4	
23	HOT LAB		2.6	6.4	4	
24	ตู้เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย		2.7	3.95	4	

รูปที่ 4.2.18 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.13 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลในส่วนรับข้อมูล (ชั้นใต้ดิน) สิ่งที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการกรอกคือ ขนาดห้อง (กว้าง ยาวและสูง) ถ้าห้องมีรูปแบบที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยม ให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกเป็นพื้นที่ (ตารางเมตร) รวมถึงห้องที่ต้องการออกแบบต้องการออกแบบระบบทำความเย็นแบบแยกส่วนให้พิมพ์ "Y" (หมายถึง Yes) ในส่วนของ Air ในโปรแกรม (แถบสีส้ม) หรือถ้าไม่ต้องการให้ออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนให้ว่างไว้หรือพิมพ์ "N" (หมายถึง No) ก็ได้ อีกทั้งห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษให้กรอกข้อมูลในส่วนของห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังรูปที่ 4.2.14 เมื่อผู้ใช้โปรแกรมกรอกขนาดห้องในแผ่นงาน *ชั้นใต้ดิน* แล้ว ผลการออกแบบของชั้นใต้ดินจะถูกแสดงในแผ่นงาน *Basement* หรือถ้า ผู้ใช้โปรแกรมกรอกขนาดห้องที่แผ่นงาน *ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9* ผลการออกแบบของแต่ละชั้นจะถูกแสดงในแผ่นงาน *1 Floor-9 Floor* ตามลำดับ

ข้อมูลที่โปรแกรมทำการแสดงผลโดยอัตโนมัติคือ ลำดับที่และชื่อห้อง ซึ่งจะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* หรือกรณีที่ผู้ใช้

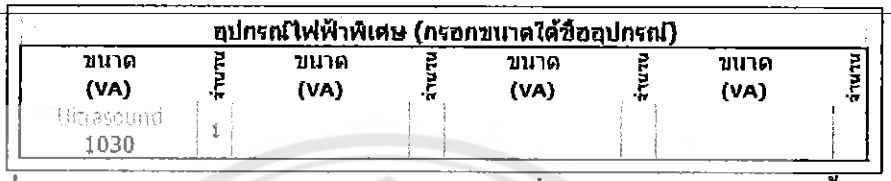
โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทอื่น เช่น โรงเรียน ชื่อห้องที่แสดงในแผ่นงานนี้จะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงเรียน* เป็นต้น



ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Rumber	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ULTRA SOUND		2.9	4	4	

รูปที่ 4.2.19 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นใต้ดิน



อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ (กรอกขนาดได้ชื่ออุปกรณ์)

ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน
Ultrasound 1030	1						

รูปที่ 4.2.19 (ต่อ) กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.14 เป็นแผ่นงานที่ใช้สำหรับกรอกข้อมูลในส่วนรับข้อมูล (ชั้นใต้ดิน) ในกรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ สิ่งที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องทำการกรอกคือ ขนาดห้อง (กว้าง ยาวและสูง) ถ้าห้องมีรูปแบบที่ไม่เป็นสี่เหลี่ยม ให้ผู้ใช้โปรแกรมกรอกเป็นพื้นที่ (ตารางเมตร) และห้องที่ต้องการออกแบบต้องการออกแบบระบบทำความเย็นแบบแยกส่วนให้พิมพ์ "Y" ในส่วนของ Air ในโปรแกรม (แถบสีส้ม) หรือถ้าไม่ ให้ว่างไว้ หรือพิมพ์ "N" ก็ได้ รวมถึงการกรอกขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษพร้อมจำนวนเครื่องของอุปกรณ์นั้นๆ กรณีห้องที่ออกแบบไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าจะไม่แสดงขึ้นมาให้เห็นดังรูปที่ 4.2.25 หรือ ผู้ใช้โปรแกรมจะทำการออกแบบในส่วนของห้องทั่วไป ดังรูปที่ 4.2.18

ข้อมูลที่โปรแกรมทำการแสดงผลโดยอัตโนมัติคือ ลำดับที่และชื่อห้อง ซึ่งจะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* หรือกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทอื่น เช่น โรงเรียน ชื่อห้องที่แสดงในแผ่นงานนี้จะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงเรียน* เป็นต้น

4.2.11 แผ่นงาน *ชั้นที่ 1-9*

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ห้องพลาสเตอร์		3.35	4.1	3	
2	ห้องทำงานแพทย์		3.55	4.1	3	
3	ห้องเก็บของ / เวชภัณฑ์		4.8	6.8	3	
4	ห้องน้ำ		3.5	8.4	3	
5	เก็บของ		3.15	5.2	3	
6	ห้องพักแพทย์		4.7	6.8	3	
7	ห้องพักผู้ป่วย		4.7	6.8	3	
8	ที่ทำงานธุรการแผนกทันตกรรม		6.8	15.1	3	
9	แม่บ้าน		2.5	3.1	3	
10	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย		2.7	7.8	3	
11	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย		2.5	5.8	3	
12	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย		2.5	5.8	3	
13	พักแพทย์ยาออกฤทธิ์		2.5	5.8	3	
14	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย		3.25	3.8	3	
15	ห้องมืด		2.5	3.9	3	
16	เก็บเอกสาร					19.39
17	ห้องน้ำ		4.1	18.5	3	
18	จัดสวน		15.2	17.3	4	
19	ห้องให้คำปรึกษา 1		2.2	2.7	4	
20	ห้องให้คำปรึกษา 2		2.2	2.7	4	
21	ห้องให้คำปรึกษา 3		2.75	3.9	4	
22	ห้องเก็บเงิน		3.1	5.55	4	
23	ห้องทำฟัน 1 (ซ้าย)					131.49
24	ห้องทำฟัน 2 (ซ้าย)					131.49

รูปที่ 4.2.20 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 กรอกข้อมูลเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.18 ลงในแผ่นงาน ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.20, 4.2.22, 4.2.24 และ 4.2.26 ตามลำดับ

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ต้องตาราง (หน้า ข้อมูล)

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ห้องปฏิบัติการ		4.7	6.8	3	
2	ห้องล้าง / นึ่งเครื่องมือ		4.7	6.8	3	
3	ห้องเอ็กซเรย์ AUTO - PAN		3.5	3.9	3	
4	ห้องเอ็กซเรย์ 1		2.2	2.7	3	
5	ห้องเอ็กซเรย์ 2		2.2	2.7	3	

รูปที่ 4.2.21 กรอกขนาดและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษห้องสำหรับชั้นที่ 1

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ (กรอกขนาดให้ซื้ออุปกรณ์)

ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน
Refrigerated Centrifuge 440	2	Complete 200	1				
เครื่องปั่นเหวี่ยง 500	4						
X-Ray (เคลื่อนที่) 4400	1	X-Ray 1320	1				
X-Ray 1320	1						
X-Ray 1320	1						

รูปที่ 4.2.21 (ต่อ) กรอกขนาดและขนาดของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษห้องสำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 กรอกข้อมูลเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.19 ลงในแผ่นงาน ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.21, 4.2.23, 4.2.25 และ 4.2.27 ตามลำดับ

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ล้างเครื่องมือ		2.8	3	3	
2	เก็บเครื่องมือสะอาด		2.8	2.8	3	
3	ล้างเครื่องมือ		2.8	3	3	
4	ล้างมือแพทย์		2.8	3	3	
5	ห้องเครื่องมือสะอาด		3	3.4	3	
6	ห้องพักทานอาหาร		5.8	8.55	3	
7	เปลี่ยนเสื้อผ้าคนงานหญิง					7.725
8	ห้องน้ำ		2	3.15	3	
9	เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด		1.8	2.05	4	
10	เปลี่ยนเสื้อคนงานชาย		2	2.9	3	
11	ห้องน้ำ		1.5	2.9	3	
12	ห้องเก็บผ้าสกปรก		2.75	3.7	3	
13	ห้องพักพยาบาล		5.25	7.75	3	
14	ห้องพักแพทย์		4.75	8	3	
15	เปลี่ยนเสื้อผ้าแพทย์ / คนงานหญิง					46.458
16	ห้องน้ำ		3.4	5.1	3	
17	เปลี่ยนรองเท้า		2	4.8	3	
18	เปลี่ยนรองเท้า		2.7	2.8	3	
19	เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย					23.87
20	ห้องน้ำ		3.4	4.75	3	
21	ล้างมือแพทย์		3	3	3	
22	เก็บเครื่องมือสะอาด		2.85	3.2	3	
23	ล้างเครื่องมือ		2.85	3.5	3	
24	ล้างมือแพทย์		3	3.2	3	

รูปที่ 4.2.22 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 2

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m^2)
1	ผ่าฉัด 1		5.85	6	3	
2	ผ่าฉัด 2		5.85	6.1	3	
3	ผ่าฉัด 3		5.85	8.05	3	
4	ผ่าฉัด 4		6	6.8	3	
5	ผ่าฉัด 5		6.1	6.8	3	

รูปที่ 4.2.23 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 2

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ (กรอกขนาดใต้ชื่ออุปกรณ์)

ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน
Suction 350	3	Stop Bleed 440	2	Electro CarDio Graphy 350	1	Defribillation 330	1
Suction 350	3	Stop Bleed 440	2	Electro CarDio Graphy 350	1	Defribillation 330	1
Suction 350	3	Stop Bleed 440	2	Electro CarDio Graphy 350	1	Defribillation 330	1
Suction 350	3	Stop Bleed 440	2	Electro CarDio Graphy 350	1	Defribillation 330	1
Suction 350	3	Stop Bleed 440	2	Electro CarDio Graphy 350	1	Defribillation 330	1

รูปที่ 4.2.23 (ต่อ) กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 2

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	RESEARCH LAB 1					55.81
2	นักวิจัย		3.2	3.5	3	
3	นักวิจัย		2.9	3.5	3	
4	RESEARCH LAB 2					53.45
5	RESEARCH LAB 3					53.45
6	RESEARCH LAB 4					53.45
7	นักวิจัย		2.9	3.5	3	
8	นักวิจัย		2.9	3.5	3	
9	RESEARCH LAB 5					54.53
10	นักวิจัย		3.6	5.7	3	
11	RESEARCH LAB 6					62.495
12	นักวิจัย		3	3.45	3	
13	นักวิจัย		3	3.45	3	
14	RESEARCH LAB 7					38.065
15	นักวิจัย		2.8	3.2	3	
16	นักวิจัย		2.8	2.9	3	
17	RESEARCH LAB 8					36.7
18	RESEARCH LAB 9					36.7
19	RESEARCH LAB 10					36.7
20	นักวิจัย		2.8	2.9	3	
21	นักวิจัย		2.8	2.9	3	
22	ห้องน้ำ		2	4.1	3	
23	ห้องน้ำ		2.6	3.6	3	
24	RESEARCH LAB 11					62.27

รูปที่ 4.2.24 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 3

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (แก้ ข้อมูล)

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)

รูปที่ 4.2.25 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 3

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ (กรอกขนาดใส่ชื่ออุปกรณ์)

ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน

รูปที่ 4.2.25 (ต่อ) กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 3

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 1	Y				25.05
2	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 2	Y				25.05
3	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 3	Y				25.05
4	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 4	Y				25.05
5	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 5	Y				25.05
6	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 1	Y				21.45
7	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 2	Y				21.45
8	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 3	Y				21.45
9	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 4	Y				21.45
10	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 5	Y				21.45
11	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 6	Y				21.45
12	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 7	Y				21.45
13	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 8	Y				21.45
14	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 9	Y				21.45
15	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 10	Y				21.45
16	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 11	Y				21.45
17	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 12	Y				21.45
18	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 13	Y				21.45
19	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 14	Y				21.45
20	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ C	Y				22.65
21	เก็บผ้าสะอาด		2.5	2.8	3	
22	เก็บของ		2.5	2.8	3	
23	เตรียมอาหาร		2.7	2.8	3	
24	พักแพทย์		2.7	3.3	3	

รูปที่ 4.2.26 กรอกขนาดห้องสำหรับชั้นที่ 4-9

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (แก้ ข้อมูล)

Number	Room	Air (Y/N)	Size (m) Width	Length	Heigth	Area (m²)
1	ห้องปฏิบัติการ 1		6.3	11.9	4	
2	ห้องปฏิบัติการ 4		6.35	6.35	4	
3	ห้องปฏิบัติการ 2		6.35	11.9	4	
4	ห้องปฏิบัติการ 3		6.75	12.2	4	

รูปที่ 4.2.27 กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 4-9

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ (กรอกขนาดใต้ชื่ออุปกรณ์)

ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน	ขนาด (VA)	จำนวน
Refrigerated Centrifuge 440	2	Complete 200	1				
Refrigerated Centrifuge 440	2	Complete 200	1				
Refrigerated Centrifuge 440	2	Complete 200	1				
Refrigerated Centrifuge 440	2	Complete 200	1				

รูปที่ 4.2.27 (ต่อ) กรอกขนาดห้องและขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษสำหรับชั้นที่ 4-9

4.2.12 แผ่นงาน *Basement* (กำหนดให้เป็น ภาษาอังกฤษเพื่อแสดงถึงความแตกต่าง ระหว่างส่วนกรอกข้อมูลและส่วนแสดงผลการออกแบบ)

1. แสดงการใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

Phase	Number	Room
A	1	คลังยา
C	2	ห้างานเภสัชกร
B	3	ประชุม
C	4	ธุรการ
A	5	ห้องควบคุมตอนฯ
B	6	BONE DENSITY
C	7	GRAMA CAMARA 400 KVE
B	8	SPEC 400 KVE
C	9	FRE PACK & BARCODE
B	10	ทางเดิน
B	11	โถงกว้าง
C	12	ASPECTIC AREA
C	13	TELELIFT
B	14	ห้องน้ำชาย
A	15	ห้องน้ำหญิง
C	16	รับยา - เบิกยา
B	17	F & M Tod
A	18	เก็บเอกสาร
C	19	ห้างานพยาบาล
A	20	INJECTION
B	21	WESTE PRODUCT
C	22	เตรียมผลไข้
B	23	HOT LAB
A	24	ผู้เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย

(ก)

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Phase	Number	Room
A	1	ULTRA SOUND

(ข)

รูปที่ 4.2.28 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.31 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการคำนวณและออกแบบโดยโปรแกรม ซึ่งห้องที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษจะแสดงผลดังรูป 4.2.31 (ก) แสดงการใช้เฟสของแต่ละห้อง กรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ จะแสดงผลดังรูป 4.2.31 (ข) แสดงการใช้เฟสของแต่ละห้องเช่นเดียวกัน

ข้อมูลที่โปรแกรมทำการแสดงผลโดยอัตโนมัติคือ ลำดับที่และชื่อห้อง ซึ่งจะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงพยาบาล* หรือกรณีที่ผู้ใช้โปรแกรมเลือกออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทอื่น เช่น โรงเรียน ชื่อห้องที่แสดงในแผ่นงานนี้จะแสดงผลตรงกับชื่อห้องที่ผู้ใช้โปรแกรมได้ทำการกรอกไว้ในแผ่นงาน *โรงเรียน* เป็นต้น

2. แสดงขนาดโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
16720.2	100	25	50	50	1.25	2
561.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
561.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
4226.85	25	4	6	6	0.5	1.25
323.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
704.9	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
673.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
837.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1058.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
960	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
6225	40	6	10	10	0.75	1.25
833	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
90	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
92.75	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
198	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
642.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
760.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
346.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
3982	25	4	6	6	0.5	1.25
240	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
345.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
171.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
332.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
213.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
232	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.29 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.32 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการคำนวณและออกแบบโดยโปรแกรม ซึ่งห้องที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษจะแสดงผลดังรูป 4.2.32 (ก) แสดงขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของแต่ละห้อง กรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ จะแสดงผลดังรูป 4.2.32 (ข) แสดงขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของแต่ละห้องเช่นเดียวกัน

สูตรการคำนวณหาขนาดของโหลดแสงสว่างแบบ 1 เฟส จากตารางที่ 2.4.1 ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

3. แสดงขนาดโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

Receptacle system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
9196.11	60	10	25	25	1.25	1.5
308.6325	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
308.6325	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2324.7675	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
177.815	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
387.695	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
370.205	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
460.57	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
581.955	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
528	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
3423.75	20	2.5	4	4	0.5	1.25
458.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
49.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
51.0125	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
108.9	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
353.32	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
418.5225	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
190.575	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2190.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
132	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
190.08	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
94.38	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
183.04	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
117.315	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Receptacle system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
127.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

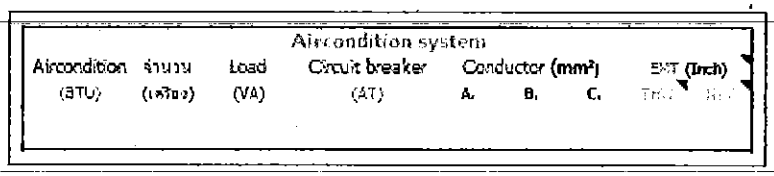
(ข)

รูปที่ 4.2.30 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

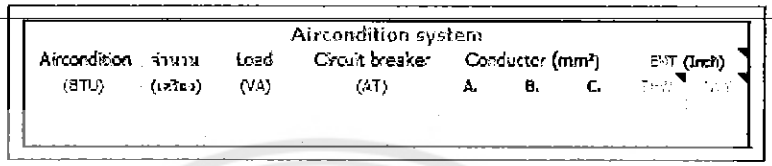
จากรูปที่ 4.2.33 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการคำนวณและออกแบบโดยโปรแกรม ซึ่งห้องที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษจะแสดงผลดังรูป 4.2.33 (ก) แสดงขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของแต่ละห้อง กรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ จะแสดงผลดังรูป 4.2.33 (ข) แสดงขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของแต่ละห้องเช่นเดียวกัน

สูตรการคำนวณหาขนาดของโหลดเต้ารับแบบ 1 เฟส จากตารางที่ 2.3.1 ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

4. แสดงขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน



(ก)



(ข)

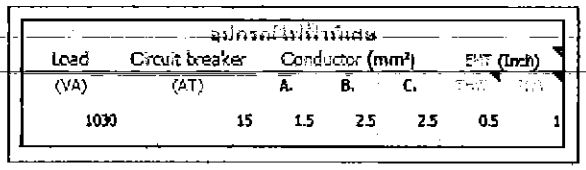
รูปที่ 4.2.31 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.31 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการคำนวณและออกแบบโดยโปรแกรม ซึ่งห้องที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษจะแสดงผลดังรูป 4.2.34 (ก) แสดงขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศของแต่ละห้อง กรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ จะแสดงผลดังรูป 4.2.34 (ข) แสดงขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศของแต่ละห้องเช่นเดียวกัน

ทั้งนี้ ถ้าการกรอกข้อมูลในส่วนรับข้อมูลดังรูปที่ 4.2.13 (ในส่วนของ Air) ไม่มีการกรอกอักษร "Y" โปรแกรมจะไม่แสดงผลการออกแบบในส่วนของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนสำหรับห้องนั้นๆ

สูตรการคำนวณหาขนาดของเครื่องปรับอากาศ และโหลดทางไฟฟ้าแบบ 1 เฟส จากบาทที่ 2.5 (เครื่องปรับอากาศ) ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

5. แสดงขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน



รูปที่ 4.2.32 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.35 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบสำหรับระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องพิจารณาการติดตั้งให้เหมาะสม ซึ่งห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษนั้น จะได้รับการกรอกข้อมูลดังรูปที่ 4.2.14

ทั้งนี้ หากห้องที่ต้องการออกแบบไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ การแสดงผลในส่วนนี้จะไม่แสดงผลใดๆ หรือผู้ใช้โปรแกรมอาจเลือกกรอกข้อมูลในส่วนของส่วนรับข้อมูล (ห้องทั่วไป) แล้วตั้งแต่แรกดังรูปที่ 4.2.13

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

6. แสดงขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

โหลดรวมของห้อง						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
25916.31	150	50	95	95	2	2.5
869.7825	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
869.7825	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
6551.6175	40	6	10	10	0.75	1.25
501.135	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1032.585	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1043.305	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1237.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1640.055	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1488	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
9648.75	60	10	25	25	1.25	1.5
1291.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
179.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
143.7625	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
206.9	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
996.72	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1179.4725	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
537.075	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
6172.1	40	6	10	10	0.75	1.25
372	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
538.68	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
268.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
515.84	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
330.615	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

โหลดรวมของห้อง						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
1469.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.33 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นใต้ดิน

จากรูปที่ 4.2.36 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงขนาดโหลดรวมและขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งของแต่ละห้อง ซึ่งห้องที่ไม่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษจะแสดงผลดังรูป 4.2.36 (ก)กรณีที่ห้องนั้นๆ มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ จะแสดงผลดังรูป 4.2.36 (ข)

ส่วนการเลือกใช้ขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ เช่น เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย จะเลือกใช้ในลักษณะเดียวกับ การออกแบบระบบลิฟท์ในหัวข้อที่ 4.2.3 (แผ่นงาน *อุปกรณ์ไฟฟ้าส่วนกลาง* (ข้อ 1))

4.2.13 แผ่นงาน *1 Floor-9 Floor* (กำหนดให้เป็น ภาษาอังกฤษเพื่อแสดงถึงความแตกต่างระหว่างส่วนกรอกข้อมูลและส่วนแสดงผลการออกแบบ)

1. แสดงการใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1-9

Phase	Number	Room
A	1	ห้องหลาสเตอร์
B	2	ห้องทำงานแพทย์
A	3	ห้องเก็บของ / เวชภัณฑ์
C	4	ห้องน้ำ
B	5	เก็บของ
B	6	ห้องพักแพทย์
C	7	ห้องพักผู้ช่วย
C	8	ที่ทำงานธุรการแผนกทันตกรรม
C	9	แม่บ้าน
C	10	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย
A	11	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย
A	12	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย
B	13	พักแพทย์ยาออกฤทธิ์
B	14	เก็บเวชภัณฑ์ย่อย
A	15	ห้องนึด
C	16	เก็บเอกสาร
C	17	ห้องน้ำ
B	18	จัดสวน
B	19	ห้องให้คำปรึกษา 1
C	20	ห้องให้คำปรึกษา 2
C	21	ห้องให้คำปรึกษา 3
A	22	ห้องเก็บเงิน
A	23	ห้องทำฟัน 1 (ซ้าย)
A	24	ห้องทำฟัน 2 (ซ้าย)

(ก)

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Phase	Number	Room
C	1	ห้องปฏิบัติการ
B	2	ห้องล้าง / นึ่งเครื่องมือ
B	3	ห้องเอ็กซเรย์ AUTO - PAN
B	4	ห้องเอ็กซเรย์ 1
A	5	ห้องเอ็กซเรย์ 2
A	6	ห้องเอ็กซเรย์ 3
A	7	ห้องฉุกเฉิน
C	8	ห้องทำฟัน 1
C	9	ห้องทำฟัน 2
B	10	UNTRASOUND 1
C	11	UNTRASOUND 2
A	12	SPEECIAL X - RAY

(ข)

รูปที่ 4.2.34 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.28 ลงในแผ่นงาน ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.34, 4.2.40, 4.2.46 และ 4.2.52 ตามลำดับ

2. แสดงขนาดโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1-9

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.	THHW	THW
274.7	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
291.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
652.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
588	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
327.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
639.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
639.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2053.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
155	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
421.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
290	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
290	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
290	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
247	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
195	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
387.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1517	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
5259.2	30	4	6	6	0.5	1.25
118.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
118.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
214.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
344.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2629.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2629.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.	THHW	THW
639.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
639.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
273	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
118.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
118.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
118.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
4514.4	30	4	6	6	0.5	1.25
560	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
560	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
279	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
279	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
960	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.35 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับ**ชั้นที่** *1*

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.29 ลงใน**แผ่นงาน** ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.35, 4.2.41,4.2.47 และ 4.2.53 ตามลำดับ

3. แสดงขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1-9

Receptacle system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
151.085	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
160.105	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
359.04	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
323.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
180.18	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
351.56	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
351.56	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1129.48	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
85.25	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
231.66	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
159.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
159.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
159.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
135.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
107.25	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
213.29	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
834.35	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2892.56	20	2.5	4	4	0.5	1.25
65.34	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
65.34	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
117.975	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
189.255	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1446.39	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1446.39	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

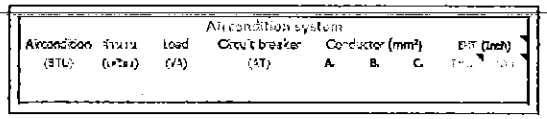
Receptacle system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
351.56	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
351.56	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
150.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
65.34	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
65.34	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
65.34	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2482.92	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
308	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
308	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
153.45	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
153.45	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
528	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

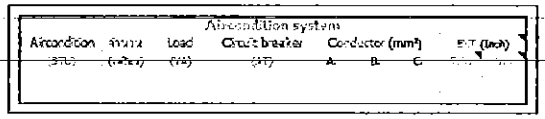
รูปที่ 4.2.36 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.30 ลงใน**แผ่นงาน *ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.36, 4.2.42, 4.2.48 และ 4.2.54 ตามลำดับ

4. แสดงขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1-9



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.2.37 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.31 ลงในแผ่นงาน ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.37, 4.2.43, 4.2.49 และ 4.2.55 ตามลำดับ

5. แสดงขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1-9

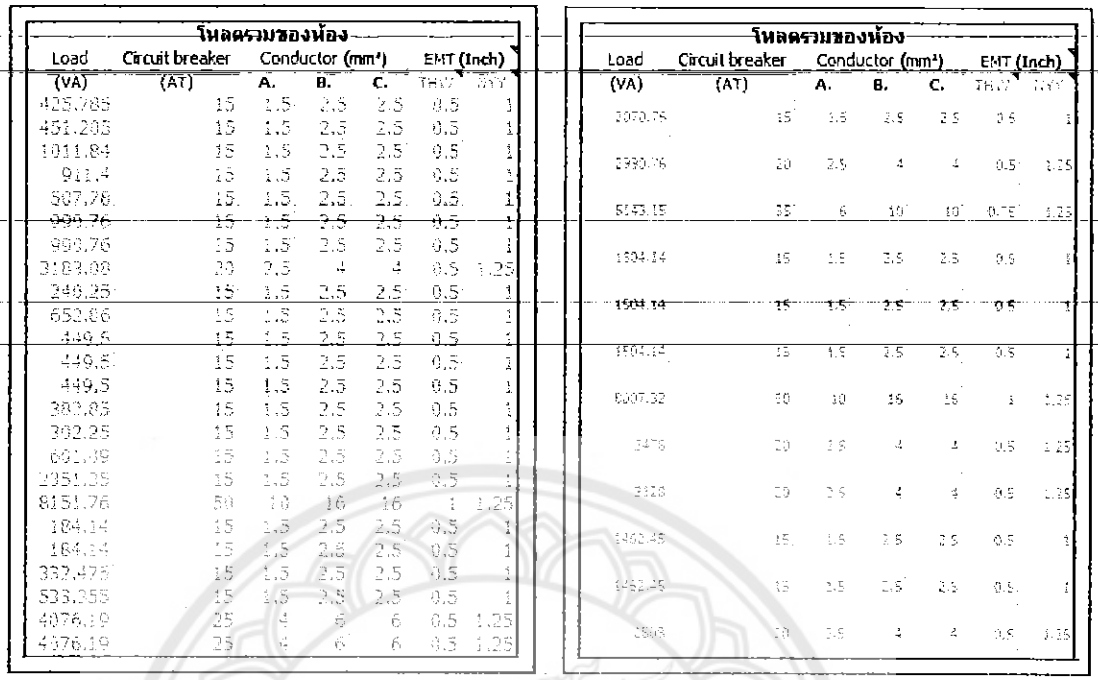
อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
1080	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2000	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
5720	35	6	10	10	0.75	1.25
1320	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1320	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1320	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1010	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2260	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1030	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1030	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1320	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

รูปที่ 4.2.38 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.32 ลงในแผ่นงาน ***ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.38, 4.2.44, 4.2.50 และ 4.2.56 ตามลำดับ

6. แสดงขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1-9



โหลดรวมของห้อง

Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.	THW	GVF
425.785	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
451.203	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
1011.84	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
911.4	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
807.78	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
999.76	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
999.76	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
3183.03	20	2.5	4	4	0.5	1.25
240.25	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
652.86	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
449.5	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
449.5	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
449.5	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
383.85	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
382.25	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
691.89	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
2351.35	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
8151.76	50	10	16	16	1	1.25
184.14	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
184.14	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
382.475	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
533.355	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
4076.19	25	6	6	6	0.5	1.25
4076.19	25	6	6	6	0.5	1.25

(ก)

โหลดรวมของห้อง

Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.	THW	GVF
3070.75	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
3990.76	20	2.5	4	4	0.5	1.25
5443.15	35	6	10	10	0.75	1.25
1504.14	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1504.14	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1504.14	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
8007.32	50	10	16	16	1	1.25
3478	20	2.5	4	4	0.5	1.25
3478	20	2.5	4	4	0.5	1.25
1462.45	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1462.45	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
3868	20	2.5	4	4	0.5	1.25

(ข)

รูปที่ 4.2.39 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 1

ชั้นที่ 1-9 แสดงผลการออกแบบเหมือนชั้นใต้ดินในรูปที่ 4.2.33 ลงใน**แผ่นงาน *ชั้นที่ 1-ชั้นที่ 9*** ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.2.39, 4.2.45, 4.2.51 และ 4.2.57 ตามลำดับ

Phase	Number	Room
C	1	ล้างเครื่องมือ
B	2	เก็บเครื่องมือสะอาด
C	3	ล้างเครื่องมือ
B	4	ล้างมือแพทย์
C	5	ห้องเครื่องมือสะอาด
C	6	ห้องพักทานอาหาร
B	7	เปลี่ยนเสื้อผ้าคนงานหญิง
C	8	ห้องน้ำ
A	9	เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด
A	10	เปลี่ยนเสื้อคนงานชาย
C	11	ห้องน้ำ
B	12	ห้องเก็บผ้าสกปรก
B	13	ห้องพักพยาบาล
C	14	ห้องพักแพทย์
B	15	เปลี่ยนเสื้อผ้าแพทย์ / คนงานหญิง
A	16	ห้องน้ำ
B	17	เปลี่ยนรองเท้า
C	18	เปลี่ยนรองเท้า
B	19	เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย
B	20	ห้องน้ำ
B	21	ล้างมือแพทย์
A	22	เก็บเครื่องมือสะอาด
B	23	ล้างเครื่องมือ
A	24	ล้างมือแพทย์

(ก)

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Phase	Number	Room
A	1	ผ่าตัด 1
A	2	ผ่าตัด 2
B	3	ผ่าตัด 3
C	4	ผ่าตัด 4
C	5	ผ่าตัด 5
B	6	ผ่าตัด 6
A	7	ผ่าตัด 7
B	8	ผ่าตัด 8
C	9	ผ่าตัด 9
A	10	ผ่าตัด 10
C	11	ผ่าตัด 11
C	12	ผ่าตัด 12

(ข)

รูปที่ 4.2.40 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 2

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
168	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
156.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
168	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
168	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
204	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
991.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
154.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
126	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
73.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
116	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
87	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
203.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
813.75	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
760	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
929.16	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
346.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
192	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
151.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
477.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
323	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
180	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
182.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
199.5	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
192	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (Inch)	
(VA)	(AT)	A.	B.	C.		
702	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
713.7	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
941.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
816	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
829.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1288	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
936	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
702	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
702	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
924	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1232	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1272	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.41 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2

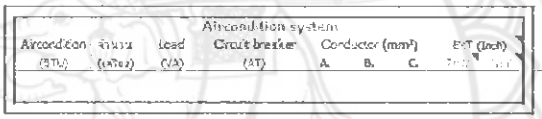
Receptacle system						
Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
92.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
86.24	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
92.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
92.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
112.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
545.49	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
84.975	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
69.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
40.59	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
63.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
47.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
111.925	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
447.5625	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
418	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
511.038	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
190.74	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
105.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
83.16	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
262.57	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
177.65	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
99	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
100.32	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
109.725	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
105.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

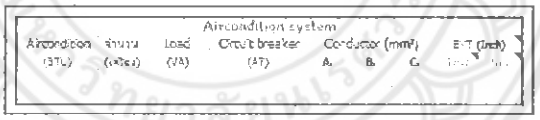
Receptacle system						
Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
386.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
392.535	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
518.0175	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
448.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
456.28	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
708.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
514.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
386.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
386.1	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
508.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
677.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
699.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.42 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2



(ก)



(ข)

รูปที่ 4.2.43 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2610	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

รูปที่ 4.2.44 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 2

โหลดรวมของห้อง

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
260.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
260.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
260.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
260.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
316.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1537.29	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
239.475	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
105.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
114.39	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
179.8	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
134.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
315.425	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1251.515	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1178	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1448.198	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
537.54	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
297.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
234.36	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
338.97	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
500.65	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
270	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2e3.72	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
309.225	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
297.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

โหลดรวมของห้อง

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
3993.1	25	4	6	6	0.5	1.25
3715.025	25	4	6	6	0.5	1.25
4089.3575	25	4	6	6	0.5	1.25
3874.1	25	4	6	6	0.5	1.25
3835.53	25	4	6	6	0.5	1.25
4026.4	25	4	6	6	0.5	1.25
4350.8	25	4	6	6	0.5	1.25
3903.1	25	4	6	6	0.5	1.25
3991.1	25	4	6	6	0.5	1.25
4045.3	25	4	6	6	0.5	1.25
4313.6	25	4	6	6	0.5	1.25
3991.6	25	4	6	6	0.5	1.25

(ข)

รูปที่ 4.2.45 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 2

Phase	Number	Room
B	1	RESEARCH LAB 1
A	2	นักวิจัย
A	3	นักวิจัย
C	4	RESEARCH LAB 2
B	5	RESEARCH LAB 3
A	6	RESEARCH LAB 4
A	7	นักวิจัย
B	8	นักวิจัย
C	9	RESEARCH LAB 5
A	10	นักวิจัย
C	11	RESEARCH LAB 6
B	12	นักวิจัย
C	13	นักวิจัย
A	14	RESEARCH LAB 7
B	15	นักวิจัย
A	16	นักวิจัย
C	17	RESEARCH LAB 8
B	18	RESEARCH LAB 9
A	19	RESEARCH LAB 10
B	20	นักวิจัย
C	21	นักวิจัย
A	22	ห้องน้ำ
C	23	ห้องน้ำ
C	24	RESEARCH LAB 11

(ก)

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Phase	Number	Room

(ข)

รูปที่ 4.2.46 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 3

Lighting system						
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (inch)	
(VA)	(AT)	A	B	C		
1116.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
224	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
203	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1069	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1069	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1069	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
203	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
203	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1090.6	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
410.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1249.9	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
207	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
207	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
761.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
179.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
162.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
734	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
734	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
734	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
162.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
162.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
164	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
187.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1245.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
248.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Lighting system					
Load	Circuit breaker	Conductor (mm²)			EMT (inch)
(VA)	(AT)	A	B	C	

(ข)

รูปที่ 4.2.47 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3

Receptacle system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
613.91	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
123.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
111.65	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
587.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
587.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
587.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
111.65	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
111.65	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
599.83	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
225.72	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
687.445	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
113.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
113.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
418.715	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
98.56	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
89.32	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
403.7	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
403.7	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
403.7	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
89.32	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
89.32	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
90.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
102.96	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
684.97	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
136.62	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Receptacle system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)

(ข)

รูปที่ 4.2.48 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3

Aircondition system

Aircondition (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)

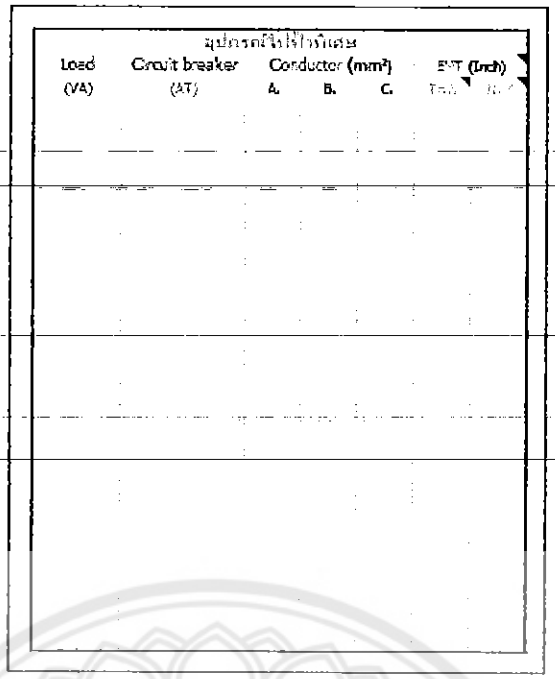
(ก)

Aircondition system

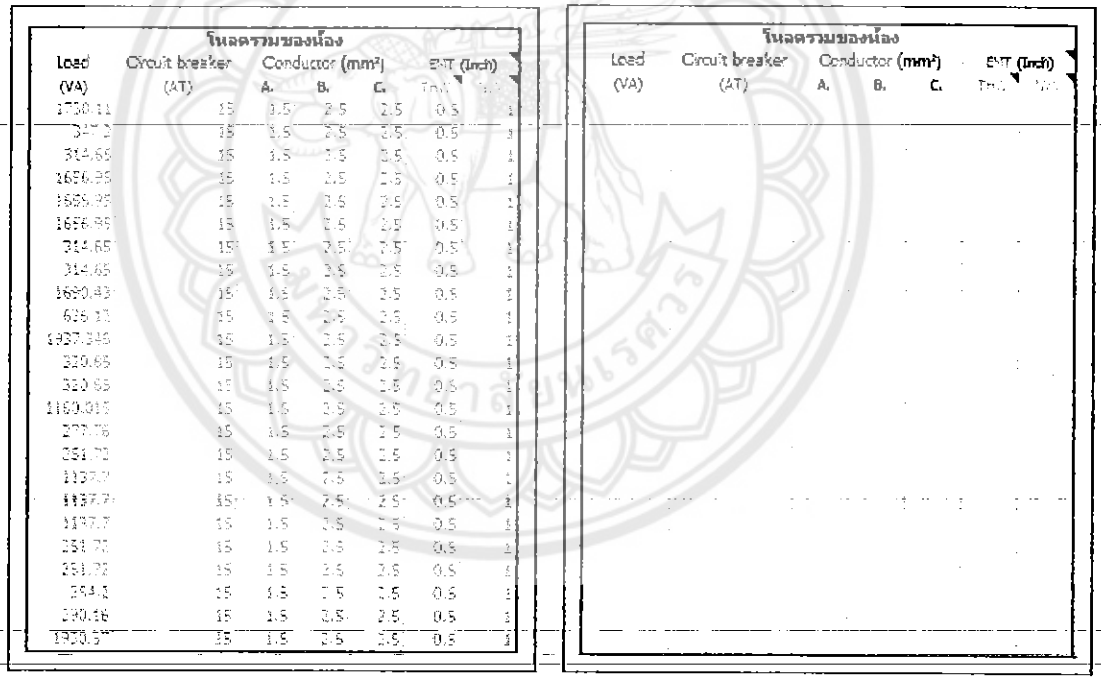
Aircondition (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)

(ข)

รูปที่ 4.2.49 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3



รูปที่ 4.2.50 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 3



(ก) (ข)

รูปที่ 4.2.51 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 3

Phase	Number	Room
A	1	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 1
A	2	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 2
B	3	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 3
C	4	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 4
C	5	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 5
B	6	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 1
C	7	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 2
C	8	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 3
B	9	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 4
A	10	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 5
A	11	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 6
B	12	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 7
C	13	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 8
C	14	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 9
B	15	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 10
A	16	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 11
A	17	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 12
B	18	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 13
C	19	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 14
A	20	ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ C
A	21	เก็บผ้าสะอาด
A	22	เก็บของ
A	23	เตรียมอาหาร
B	24	พักแพทย์

(ก)

ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ดังตาราง (หน้า ข้อมูล)

Phase	Number	Room
C	1	ห้องปฏิบัติการ 1
C	2	ห้องปฏิบัติการ 4
B	3	ห้องปฏิบัติการ 2
A	4	ห้องปฏิบัติการ 3

(ข)

รูปที่ 4.2.52 การใช้เฟสของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 4-9

Lighting system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch) THW	THWN
501	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
501	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
501	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
501	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
501	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
429	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
453	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
140	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
140	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
151.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
178.2	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

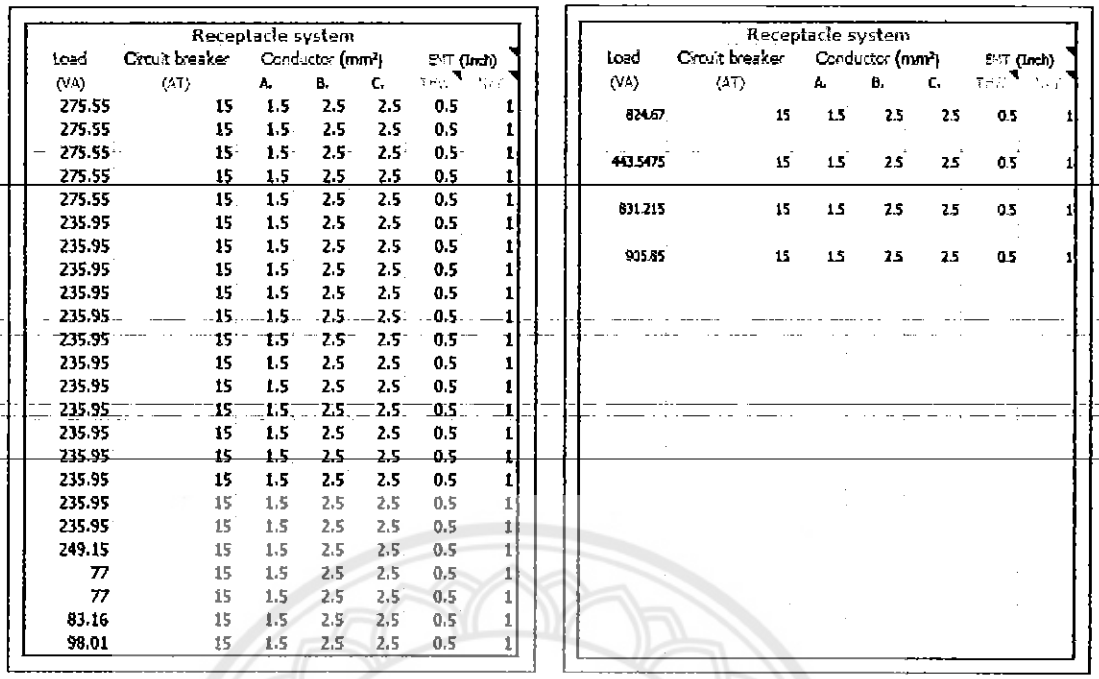
(ก)

Lighting system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch) THW	THWN
1493.4	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
806.45	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1511.3	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1647	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.53 ขนาดของโหลดในระบบแสงสว่างของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4-9



Receptacle system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
275.55	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
275.55	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
275.55	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
275.55	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
275.55	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
235.95	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
249.15	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
77	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
77	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
83.16	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
98.01	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

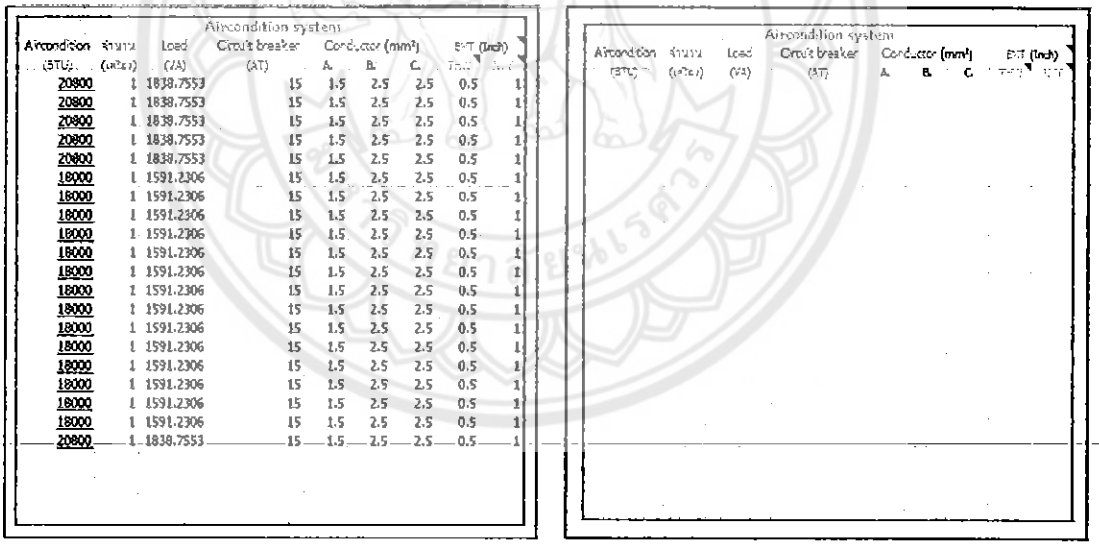
(ก)

Receptacle system

Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
824.67	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
443.5475	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
831.215	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
905.85	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ข)

รูปที่ 4.2.54 ขนาดของโหลดในระบบเต้ารับของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4-9



Aircondition system

Aircondition (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
18000	1	1591.2306	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
20800	1	1838.7553	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

Aircondition system

Aircondition (BTU)	จำนวน (เครื่อง)	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch)	

(ข)

รูปที่ 4.2.55 ขนาดของโหลดในระบบเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนของห้องต่างๆ สำหรับชั้นที่ 4-9

อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ							
Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch) THW	VAF
1080	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1080	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1080	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
1080	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

รูปที่ 4.2.56 ขนาดโหลดของระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษของห้องต่างๆ สำหรับ**ชั้นที่ 4-9**

โหลดรวมของห้อง						
Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch) THW	VAF
2615.3053	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2615.3053	15	1.5	1.5	2.5	0.5	1
2615.3053	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2615.3053	15	1.5	1.5	2.5	0.5	1
2615.3053	15	2.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	1.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	1.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	1.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2256.1606	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
2540.9053	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
217	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
217	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
234.26	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
276.21	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1

(ก)

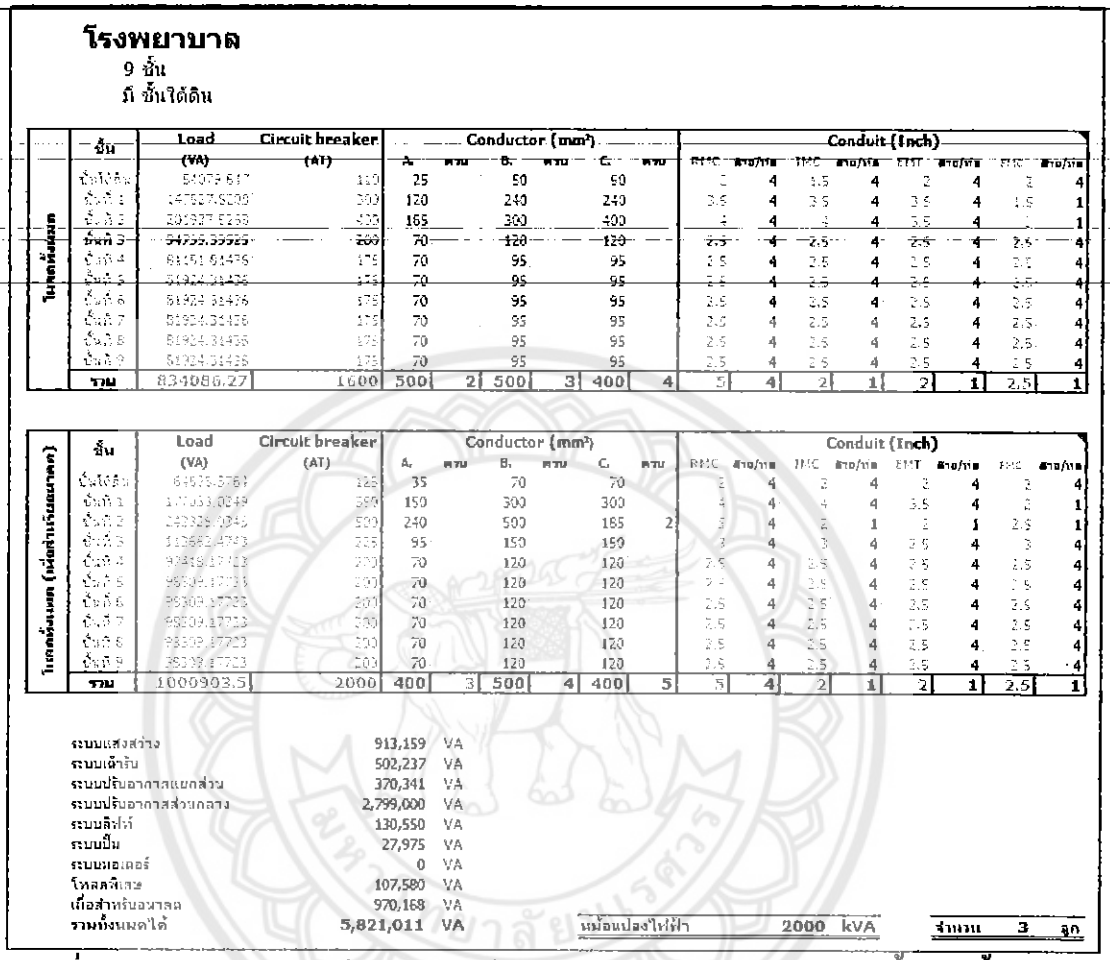
โหลดรวมของห้อง						
Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A.	B.	C.	EMT (Inch) THW	VAF
3424.07	20	2.5	4	4	0.5	1.25
[illegible]	15	1.5	2.5	2.5	0.5	1
[illegible]	20	2.5	4	4	0.5	1.25
[illegible]	25	4	6	6	0.5	1.25

(ข)

รูปที่ 4.2.57 ขนาดโหลดรวมของแต่ละห้องสำหรับชั้นที่ 4-9

4.2.14 แผ่นงาน *ระบบประธาน*

1. โหลดรวม เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย ของแต่ละชั้นและทั้งอาคาร



โรงพยาบาล

9 ชั้น

มี ชั้นใต้ดิน

โหลดทั้งหมด	ชั้น	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A	จำนวน	B	จำนวน	C	จำนวน	Conduit (Inch) RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
	ชั้นใต้ดิน	84079.617	110	25		50		50		2	4	1.5	4	2	4	2	4
	ชั้นที่ 1	147827.5228	300	120		240		240		3.5	4	3.5	4	3.5	4	1.5	1
	ชั้นที่ 2	203827.5228	525	185		300		400		4	4	4	4	3.5	4	-	1
	ชั้นที่ 3	54755.33925	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 4	81451.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 5	81924.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 6	81924.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 7	81924.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 8	81924.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 9	81924.81476	175	70		95		95		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	รวม	834086.27	1600	500	2	500	3	400	4	5	4	2	1	2	1	2.5	1

โหลดทั้งหมด (หม้อแปลงไฟฟ้าและเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง)	ชั้น	Load (VA)	Circuit breaker (AT)	Conductor (mm²) A	จำนวน	B	จำนวน	C	จำนวน	Conduit (Inch) RMC	สาย/ท่อ	IMC	สาย/ท่อ	EMT	สาย/ท่อ	FMC	สาย/ท่อ
	ชั้นใต้ดิน	84079.617	125	35		70		70		2	4	2	4	2	4	2	4
	ชั้นที่ 1	147827.5228	300	150		300		300		4	4	4	4	3.5	4	2	1
	ชั้นที่ 2	203827.5228	500	240		500		185	2	3	4	2	1	2	1	2.5	1
	ชั้นที่ 3	54755.33925	225	95		150		150		3	4	3	4	2.5	4	3	4
	ชั้นที่ 4	81451.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 5	81924.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 6	81924.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 7	81924.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 8	81924.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	ชั้นที่ 9	81924.81476	200	70		120		120		2.5	4	2.5	4	2.5	4	2.5	4
	รวม	1000903.5	2000	400	3	500	4	400	5	5	4	2	1	2	1	2.5	1

ระบบแสงสว่าง	913,159	VA			
ระบบเต้ารับ	502,237	VA			
ระบบปรับอากาศแยกส่วน	370,341	VA			
ระบบปรับอากาศส่วนกลาง	2,799,000	VA			
ระบบลิฟท์	130,550	VA			
ระบบปั๊ม	27,975	VA			
ระบบหม้อเตอร์	0	VA			
โหลดสำรอง	107,580	VA			
เผื่อสำหรับอนาคต	970,168	VA			
รวมทั้งหมดได้	5,821,011	VA	หม้อแปลงไฟฟ้า	2000 kVA	จำนวน 3 ลูก

รูปที่ 4.2.58 โหลดรวม เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟ และท่อร้อยสาย ของแต่ละชั้นและทั้งอาคาร

ตารางที่ 4.1.1 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเฉพาะระบบหลัก จากการคำนวณของโปรแกรมออกแบบระบบฟ้าสำหรับโรงพยาบาล

ระบบ	โหลดรวมของระบบ (VA)
แสงสว่าง	913,159
ปรับอากาศ	2,799,000
ลิฟท์	130,550
ปั๊มน้ำ	27,975
เผื่อสำหรับอนาคต	74,136.8
โหลดรวมทั้งหมดภายในโรงพยาบาล	**4,644,820.8**

จากตารางที่ 4.1.1 แสดงโหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรเฉพาะระบบหลัก ซึ่งได้จากการคำนวณของโปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล เพื่อเปรียบเทียบปริมาณโหลดที่คำนวณได้โดยโปรแกรมที่จัดทำขึ้นกับปริมาณโหลดที่เป็นข้อมูลปริญญานิพนธ์ เรื่อง "การออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ สำหรับโรงพยาบาล" ซึ่งใช้ข้อมูลจากโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรในการออกแบบ [2]

ตารางที่ 4.1.2 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร จากการคำนวณของโปรแกรมออกแบบระบบฟ้าสำหรับโรงพยาบาล

ระบบ	โหลดรวมของระบบ (VA)
แสงสว่าง	913,159
เต้ารับ	502,237
ปรับอากาศแยกส่วน	370,341
ปรับอากาศส่วนกลาง	2,799,000
ลิฟท์	130,550
ปั๊มน้ำ	27,975
มอเตอร์	0
โหลดพิเศษ	107,580
เผื่อสำหรับอนาคต	970,168
โหลดรวมทั้งหมดภายในโรงพยาบาล	5,821,011

จากตารางที่ 4.1.2 แสดงโหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งได้จากการคำนวณของโปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย ระบบแสงสว่าง ระบบเต้ารับ ระบบปรับอากาศแยกส่วน ระบบปรับอากาศส่วนกลาง ระบบลิฟท์ ระบบปั๊ม ระบบมอเตอร์ โหลดพิเศษ เผื่อสำหรับอนาคต โหลดรวมทั้งหมด

จากรูปที่ 4.1.58 เป็นแผ่นงานที่ทำหน้าที่แสดงผลการออกแบบ ซึ่งมีขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งของระบบประธาน ประกอบด้วยชั้นชั้นต่างๆ ที่ทำการออกแบบ รวมถึงแสดงโหลดรวม (VA) ของแต่ละระบบในอาคารที่ทำการออกแบบดังตารางที่ 4.1.2 ดังนั้นจึงเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2,000 kVA จำนวน 3 ตัว จากพิกัดขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้า 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1,000, 1,250, 1,600 และ 2,000 kVA เพื่อให้สามารถจ่ายโหลดขนาด 5,821,011 VA ได้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 บทสรุป

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่ออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซลโดยผู้จัดทำได้คำนวณโหลดในระบบต่างๆ ได้แก่ เต้ารับ แสงสว่าง มอเตอร์ เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ เพื่อคำนวณหาขนาดสาย ท่อร้อยสาย เซอร์กิตเบรกเกอร์ รวมไปถึงระบบสำรองไฟหม้อแปลงและเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

การทำงานของโปรแกรมดังกล่าวมีวิธีการทำงานที่ไม่ซับซ้อนสำหรับการคำนวณหาค่าโหลดรวมของระบบต่างๆ ซึ่งค่าโหลดดังกล่าวจะนำไปสู่การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับรูปแบบภายในอาคารในแต่ละประเภท กล่าวคือ เมื่อผู้ออกแบบเลือกสถานประกอบการณ์และจำนวนชั้นในหน้าแรก โปรแกรมจะแสดงห้องต่างๆ ของสถานประกอบการณ์ในหน้าถัดมาและในหน้าที่ 2-4 จะให้ผู้ออกแบบกรอกข้อมูลลงไปว่าในแต่ละห้องมีอุปกรณ์อะไรบ้าง ขนาดเท่าไร อื่นๆ เมื่อกรอกข้อมูลแล้วโปรแกรมจะแสดงผลว่าภายในระบบวงจรย่อย สายป้อนและระบบประธานควรใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ สายไฟฟ้า และท่อร้อยสายขนาดเท่าไร รวมไปถึงอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

จะเห็นได้ว่าโครงงานนี้มีขอบเขตที่ค่อนข้างกว้าง ดังนั้นการที่ออกแบบให้ได้มีความถูกต้องเหมาะสมผู้ทำโครงงานต้องทำการศึกษาทฤษฎีให้เข้าใจ และในการออกแบบต้องคำนึงถึงมาตรฐานในการออกแบบในการออกแบบระบบต่างๆ และคำนึงถึงความปลอดภัย ความเชื่อถือได้ ความง่ายในการใช้งาน ความสม่ำเสมอของแรงดันและค่าใช้จ่ายของระบบที่ออกแบบ ทั้งนี้ถ้าผู้ออกแบบสามารถออกแบบได้ดีก็จะสามารถควบคุมงบประมาณในการก่อสร้างไปด้วยเช่นกัน ซึ่งโปรแกรมออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลนี้ สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรได้ปริมาณโหลดดังต่อไปนี้

ระบบแสงสว่าง	913,159 VA
ระบบเต้ารับ	502,237 VA
ระบบปรับอากาศแยกส่วน	370,341 VA
ระบบปรับอากาศส่วนกลาง	2,799,000 VA
ระบบโหลดพิเศษ	107,580 VA
ระบบลิฟท์	130,550 VA
ระบบปั๊มน้ำ	27,975 VA

เผื่อสำหรับอนาคต	970,168 VA
โหลดรวมทั้งหมด	**5,821,011 VA**

เพราะฉะนั้นโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรต้องเลือกใช้หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 2,000 kVA จำนวน 3 ตัว เพื่อให้สามารถจ่ายโหลดทั้งหมดของโรงพยาบาลได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลนี้เขียนขึ้นโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล ซึ่งมีคุณสมบัติในการออกแบบออกมาในเชิงตัวเลข เช่น การคำนวณโหลด หาขนาดมาตรฐานอุปกรณ์ติดตั้งต่างๆ พร้อมทั้งยังสามารถแบ่งแยกดีมานด์แฟกเตอร์ และพาวเวอร์แฟกเตอร์ต่างๆ ให้สอดคล้องกับสถานประกอบการที่ผู้ใช้โปรแกรมต้องการออกแบบได้อีกด้วย

ทั้งนี้การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับโรงพยาบาลโดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เอ็กเซล ได้กำหนดให้สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าได้ 5 ประเภท ได้แก่ โรงพยาบาล โรงเรียน โรงแรม หอประชุม และอาคารสำนักงาน เท่านั้น ถ้าผู้ใช้โปรแกรมต้องการนำโปรแกรมนี้ไปใช้ออกแบบสถานประกอบการณ์ประเภทอื่น จะต้องเลือกสถานประกอบการณ์ที่มีลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าใกล้เคียงกัน ก็จะสามารถออกแบบระบบไฟฟ้าได้ใกล้เคียงด้วย หรือผู้ใช้โปรแกรมสามารถนำไปแก้ไขปรับปรุงให้มีคุณสมบัติตามต้องการได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชลชัย ธรรมวิวัฒนกูร. **การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า.** ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.

[2] ราเชน บัวพันธ์ สมยศ ทัพเกลือ และสำเนียง แก้วสุวรรณ์. **การออกแบบระบบไฟฟ้าและระบบอื่นๆ สำหรับโรงพยาบาล เล่ม 1.** 2543.

[3] ศุลี บรรจงจิตร. **การออกแบบระบบไฟฟ้า.** กรุงเทพฯ: บริษัท เอช. เอ็น กรุ๊ป จำกัด. 2551.

[4] http://irrigation.rid.go.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2551.

[5] http://www.decorreport.com. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2551.

[6] http://www.geocities.com. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2551.

[7] http://www.leonics.co.th. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2551.

[8] http://www.tlesystem.com. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2551.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาล (ห้องทั่วไป)

ตารางที่ ก.1 ข้อมูลชั้นใต้ดิน

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
คลังยา	15.75	21	4
	20.75	24.35	4
ทำงานเภสัชกร	4.35	6.45	3
ประชุม	4.35	6.45	3
ธุรการ	13.95	15.15	3
ห้องควบคุมคอมฯ	3.05	5.3	4
BONE DENSITY	5.3	6.65	4
GRAMA CAMARA 400 KVE	5.3	6.35	4
SPEC 400 KVE	5.3	7.9	4
FRE PACK &	5.55	7.85	3
BARCODE	2.25	4.15	3
ทางเดิน	3	16	3
โถงกว้าง	8.5	10.6	3
	11.7	11.7	3
	2.2	7.4	3
	6	7.6	3
	3.1	4.2	3
	2.4	3.9	3
ASPECTIC AREA	4.9	8.5	3
TELELIFT	1.5	3	3
ห้องน้ำชาย	1.75	2.65	3
ห้องน้ำหญิง	3	3.3	3
รับยา - เช็คยา	4.4	7.3	3
F & M Toil	4.45	8.55	4
เก็บเอกสาร	3.3	5.25	4
ทำงานพยาบาล	3.45	5.9	4
	8.6	15.7	4
	5.5	6	4
	3.25	3.3	4
INJECTION	3	4	4
เตรียมคนไข้	2.6	3.3	4

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลชั้นใต้ดิน

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
HOT LAB	2.6	6.4	4
ตู้เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย	2.7	3.95	4
ตู้เปลี่ยนเสื้อผ้าหญิง	2.85	6.4	4
ห้องน้ำชาย & หญิง	3.95	5.25	4
ห้องสมุด	3.95	7.3	4
ทำงานแพทย์ 1	2.65	3.95	4
ทำงานแพทย์ 2	2.65	3.95	4
ทำงานแพทย์ 3	2.65	3.95	4
ทำงานแพทย์ 4	2.65	3.95	4
THROID UP TAKE	3.6	5.9	4
ธุรการ	4.45	6.8	4
พักพยาบาล	4.45	6.8	4
พักแพทย์	4	6.8	4
AIR & RESEARCH	4.1	6.8	4
REDING SCAN	6.15	6.6	4
ประชุม	4.35	6.6	4
จัดสวน	11.2	16.3	4
SIMULATOR	6.4	7.35	4
MOULD &	3.15	3.5	4
MEASURE	1.5	2.6	4
PREP	2.4	3.6	4
HOOD	2	2.5	4
RADIUM	2.2	3.6	4
ห้องน้ำชาย	2.7	3.3	4
PUBLIC LEET	2.6	10.6	4
	5.15	11.4	4
	4	5.9	4
เก็บของ	4.1	4.1	4
ไฟฟ้า	1.7	3	4
โถงลิฟท์	3.9	11.1	4
ห้องตรวจ 1	3.05	4.55	4
ห้องตรวจ 2	3.05	6	4

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลชั้นใต้ดิน

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องตรวจ 3	3.05	4.55	4
เก็บเอกสาร	2.5	5.05	4
	1.7	1.9	
เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย &	3.3	5.05	4
หญิง			
ทำงานพยาบาล	2.5	3	4
	3	12.2	4
	3.2	7.75	4
	8.8	11.2	4
	1.2	5.9	4
TREATMENT	4.8	7.4	4
พักช่างเทคนิค	4.8	5.15	4
WORK SHOP	5.45	9.8	4
HYPERTHERMIA	4.8	7.5	4
SUPPORTIVE	5.45	10.9	4
CARE			
ธุรการ	5.05	5.3	4
พักแพทย์	3.55	5.4	4
พักพยาบาล	5.4	5.5	4
ห้องน้ำ	3.5	7	4
ห้องเครื่อง	2.9	3.25	4
ห้องควบคุม (ซ้าย)	2.9	6.25	4
ห้องควบคุม (กลาง)	3	5.8	4
ห้องควบคุม (ขวา)	3	5.45	4

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) ข้อมูลชั้นใต้ดิน

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
LINEAR	2.25	8.1	4
ACCELETOR 10	3.5	6.7	4
mv-PHOTO	2	8.1	4
	2	3.35	4
	2.05	6.45	4
THERATION 1000	1.5	8.4	4
200 Rmm	3.5	7.6	4
	3	8.45	4
	2	3.35	4
	2.5	6.8	4
HIGH DOSE RATE	7.15	8.35	4
1.2 mev	2	3.2	4
	2.1	6.7	4
ทางเดิน	1.8	6.9	4
	1.7	27.9	4
	1.5	20.6	4
ทางเดิน	2	2.5	4
	4.2	5.4	4
ทางเดิน	2	2.8	4
	2	6.8	4
	2.75	6.1	4
	1.5	6.4	4
	2.25	4.7	4
ทางเดิน	3.1	4.5	4
	3.3	10.6	4
	6.35	7.5	4

ตารางที่ ก.2 ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องพลาสเตอร์	3.35	4.1	3
ห้องทำงานแพทย์	3.55	4.1	3
ห้องเก็บของ / เวชภัณฑ์	4.8	6.8	3
ห้องน้ำ	3.5	8.4	3
เก็บของ	3.15	5.2	3
ห้องพักแพทย์	4.7	6.8	3
ห้องพักผู้ช่วย	4.7	6.8	3
ที่ทำงานธุรการแผนกทันตกรรม	6.8	15.1	3
แม่บ้าน	2.5	3.1	3
เก็บเวชภัณฑ์ย่อย	2.7	7.8	3
เก็บเวชภัณฑ์ย่อย	2.5	5.8	3
เก็บเวชภัณฑ์ย่อย	2.5	5.8	3
พักแพทย์ยาออกฤทธิ์	2.5	5.8	3
เก็บเวชภัณฑ์ย่อย	3.25	3.8	3
ห้องมืด	2.5	3.9	3
เก็บเอกสาร	3.15	5.2	3
	1.4	2.15	3
ห้องน้ำ	4.1	18.5	3
จัดสวน	15.2	17.3	4
ห้องให้คำปรึกษา 1	2.2	2.7	4
ห้องให้คำปรึกษา 2	2.2	2.7	4
ห้องให้คำปรึกษา 3	2.75	3.9	4
ห้องเก็บเงิน	3.1	5.55	4
ห้องทำฟัน 1 (ซ้าย)	8.9	14.1	3
	2	3	3
ห้องทำฟัน 2 (ซ้าย)	8.9	14.1	3
	2	3	3
ห้องทำฟัน 3 (ซ้าย)	8.9	14.1	3
	2	3	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องทำฟัน 4 (ซ้าย)	8.9	14.1	3
	2	3	3
ห้องทำฟัน (ล่าสุด)	9	10.9	3
	3.3	5.8	3
ห้องทำฟัน (ขวา)	9.2	11.4	3
	2.7	5.2	3
จ่ายยา	10.3	11.2	3
	1.75	8	3
พักพนักงาน	4.45	5	3
เก็บของ	3	5	3
ห้องตรวจ 1	3	5	3
ห้องตรวจ 2	3	5	3
ห้องตรวจ 3	3	5	3
ทำงานแพทย์	3	4.9	3
เก็บของ	3	4.35	3
ห้องนวด / บำบัดด้วยไฟฟ้า	8.4	15.5	3
OCCUPATIONAL THERAPY	4.75	8.4	3
จัดสวน	17.5	23.5	4
พักรอ	8	9.4	3
	4.85	9.4	3
	1.75	4.45	3
	3	8.55	3
	2.5	7.8	3
ห้องธาราบำบัด	8.9	11.9	3
ห้องมั่นคง	3	6	3
ที่ทำการธนาคาร	8.1	17.7	3
	3.8	15	3
	7.4	8.2	3
	3.3	3.6	3
ห้องน้ำ	3.9	6.3	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ	1.5	1.8	3
	1	1.5	3
ออกกำลังกาย	8.9	16	3
COMMU..PHAMA. MINI MART	8.45	16.5	3
ห้องตรวจภายใน	2	4.9	3
ห้องน้ำ	1.6	2	3
ห้องตรวจ 1	2.8	4.4	3
ห้องตรวจ 2	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 3	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 4	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 5	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 6	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 7	2.85	4.4	3
ห้องตรวจ 8	3.05	4.4	3
พักรอ	6.3	12	4
พักพยาบาล	4.1	4.5	3
พักรอคนไข้	12.6	17.7	4
	4.15	8	4
	1.9	3.1	4
ห้องน้ำ	1.5	1.8	3
เก็บเวชภัณฑ์	3	3.65	3
ห้องล้างห้อง FD, ล้างตัว	3	6.85	3
ห้องสอบสวน	4	4.85	3
ห้องน้ำ	4	5.2	3
เวชระเบียน	11.5	15.45	4
ห้องล้างไม้กวาด	1.85	2.3	3
ล้างกระโถน	2.3	3.65	3
จัดสวน	16.4	29.3	4
ห้องเฝือก	4.5	5.6	3
เก็บเวชภัณฑ์	3.2	4.5	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ล้างเครื่องมือ	2.5	4.5	3
พักพยาบาล	4.5	4.6	3
ทำงานแพทย์	4.5	4.5	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	2.7	2.8	3
ล้างมือแพทย์	2.8	2.9	3
นอนเวร	2.7	3.5	3
ห้องน้ำ	2	3.3	3
ห้องน้ำ	2	2	3
ห้องรับคนไข้ใน	8.3	9.8	4
ห้องปฏิบัติการ	6.6	6.75	4
ห้องเจาะเลือด	6.1	5.9	4
ปฏิบัติการคนไข้นอก	4.4	9	4
	2.1	5.69	4
ห้องน้ำ (ซ้าย)	2.85	5.56	3
ห้องน้ำ (ขวา)	3.85	5.56	3
เก็บฟิล์ม	6.7	11.8	4
หัวหน้าแผนก	3.3	3.85	3
นอนเวร	2.5	3.3	3
ห้องน้ำ	1.2	3.3	3
ทำงานแพทย์	3.55	6.7	3
อ่านฟิล์ม	5.7	8.8	3
SCAN 1	3.1	4.5	3
SCAN 2	3.1	4.5	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย	2.95	3.3	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าหญิง	2.95	3.3	3
ทำงานแพทย์ 1	2.8	3.1	3
ทำงานแพทย์ 2	2.8	3.1	3
ทำงานแพทย์ 3	2.8	3.1	3
ทำงานแพทย์ 4	2.8	3.1	3
ทำงานแพทย์ 5	2.5	5.7	3
พักแพทย์ / พยาบาล	3.8	6.25	3
ล้างเครื่องมือ	2.5	3.8	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ (ล่าง)	2.05	3.8	3
ห้องน้ำ (บน)	2	3.8	3
พักช่างเทคนิค	3.8	6.4	3
ห้องน้ำ 1	1.5	2	3
ห้องน้ำ 2	1.5	2	3
ห้องมืด	3.4	4.85	3
	1.75	2.9	3
ควบคุม & COM.	3.9	4.8	3
ล้างมือ, เปลี่ยนชุด	2.1	4.8	3
คอมพิวเตอร์	3.1	4.8	3
CT	4.9	6	3
ควบคุม & COM.	2.7	6	3
ควบคุม	2.7	6	3
MRI	6	7.9	3
เก็บของ	4.1	5.1	4
เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	2.75	3.4	4
PABX	2.15	3.4	4
ห้องน้ำ	1.55	2.75	4
สวน	15.2	17.3	4
สวน	17.5	23.5	4
สวน	10.4	26.5	4
	4.65	6	4
สวน	16.4	29.3	4
ทางเดิน	2.1	41.85	3
ทางเดิน	15	3.15	3
	15	3.15	3
	2.5	2.85	3
ทางเดิน	5.65	17.8	3
	3.3	10	3
	2.2	6.6	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	4.65	6.7	3
ทางเดิน	8	33.85	3
	5.2	33.9	4
ทางเดิน	5.25	18.8	4
	6.1	17.1	4
	5.15	11.7	3
ทางเดิน	10.1	21.2	3
	5.8	17.75	3
	4.25	8.6	3
ทางเดิน	13.35	30.85	3
	9.1	18.8	3
ทางเดิน	2.1	4.25	3
	5.1	16.1	3
	5.9	19.2	4
ทางเดิน	5.2	13.65	4
	2.7	29.55	4
	2.2	4.2	4
ทางเดิน	1.5	3.65	3
	1	6.65	3
	3	20.9	3
ทางเดิน	3.2	15.95	4
	3.8	26.5	4
	3.9	15.6	4
ทางเดิน	5	25.8	3
	3	14.3	3
	3.7	6.55	3
ทางเดิน	5.65	14.4	3
	1.6	24.5	3
ทางเดิน	1.5	15.9	3
	2.1	14.6	3
	2.4	4.5	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	2	16.1	3
ทางเดิน	3	6.15	3
	2	13.7	3
	8.8	10	3
	2.05	16.7	3

ตารางที่ ก.2 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 1

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ 1	1.6	2	3
ห้องน้ำ 2	1.6	2	3

ตารางที่ ก.3 ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ล้างเครื่องมือ	2.8	3	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	2.8	2.8	3
ล้างเครื่องมือ	2.8	3	3
ล้างมือแพทย์	2.8	3	3
ห้องเครื่องมือสะอาด	3	3.4	3
ห้องพักทานอาหาร	5.8	8.55	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าคนงานหญิง	1.3	4.25	3
	1	2.2	3
ห้องน้ำ	2	3.15	3
เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	1.8	2.05	4
เปลี่ยนเสื้อคนงานชาย	2	2.9	3
ห้องน้ำ	1.5	2.9	3
ห้องเก็บผ้าสกปรก	2.75	3.7	3
ห้องพักพยาบาล	5.25	7.75	3
ห้องพักแพทย์	4.75	8	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าแพทย์ / คนงานหญิง	1.2	3.05	3
	5.05	7.75	3
	1.2	3.05	3
ห้องน้ำ	3.4	5.1	3
เปลี่ยนรองเท้า	2	4.8	3
เปลี่ยนรองเท้า	2.7	2.8	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย	1.2	4.85	3
	3.8	4.75	3
ห้องน้ำ	3.4	4.75	3
ล้างมือแพทย์	3	3	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	2.85	3.2	3
ล้างเครื่องมือ	2.85	3.5	3
ล้างมือแพทย์	3	3.2	3
ล้างเครื่องมือ	3	8.5	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	2.95	3	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	3.2	3.4	3
เก็บอุปกรณ์	3.4	8.5	3
ล้างมือแพทย์	2.95	3.4	3
ล้างเครื่องมือ	2.85	3.05	3
ล้างมือแพทย์	2.75	2.85	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	3	3	3
ล้างมือแพทย์	2.85	3.8	3
ล้างเครื่องมือ	2.85	3.8	3
โถง	3	4.6	3
ล้างเครื่องมือ	2.8	3	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	2.8	3	3
เก็บอุปกรณ์	3.15	4.6	3
	6.5	7.7	3
หัวหน้าพยาบาล	4	5	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ล้างมือแพทย์	2.9	4	3
ล้างเครื่องมือ	3	3.5	3
ล้างมือแพทย์	3	3.5	3
พักรอก่อนผ่าตัด	6.7	12.9	3
	2.75	3.9	3
ห้องให้คำปรึกษา	3.75	3.85	3
ห้องเก็บเครื่องมือสะอาด	3	3	3
ล้างมือแพทย์	3.35	3.5	3
ล้างเครื่องมือ	3.35	3.5	3
เก็บอุปกรณ์	5.4	7.15	3
เก็บของล้างไม้กวาด	3.5	4.65	3
เก็บเครื่องมือ	3.5	5.3	3
สำนักงานแพทย์	4.55	6.4	3
เก็บเครื่องมือดมยา	3.3	4.55	3
ล้างเครื่องมือ	3.15	4.55	3
สำนักงานแพทย์ดมยา	4	11.2	3
TRANSFER	5	5.1	3
พักฟื้นหลังผ่าตัด	11.2	11.7	3
	5.15	9.65	3
พักพยาบาล	3.15	4.2	3
เก็บเวชภัณฑ์สะอาด	3.15	4.7	3
ล้างกระโถนเก็บผ้าเปื้อน	3	3.2	3
ห้องน้ำ	1.6	1.7	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าหญิง	2.7	7.3	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าญาติ	1.75	3.2	3
ห้องน้ำ	3.15	3.25	3
ห้องน้ำ	3.05	3.6	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าชาย	2.7	6.15	3
เก็บเวชภัณฑ์สะอาด	2.7	3.4	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
พักพยาบาล	3.1	4.35	3
เปลี่ยนเสื้อผ้าญาติ	1.7	3.1	3
พักรอเข้าห้อง	3.9	4	3
	4.2	5.15	3
	4.1	11.3	3
	1.8	7.6	3
พักรอเข้าห้อง	6.05	15.5	3
	2.7	3.65	3
	5.45	10.8	3
เก็บเครื่องมือ	4.25	4.8	3
เจ้าหน้าที่ควบคุมการเยี่ยม	1.9	3.4	3
ห้องน้ำ	1.7	1.7	3
(ว่าง)	4	4.9	3
ห้องน้ำ	1.2	2	3
ล้างกระโถนเก็บผ้าเปื้อน	1.1	3.15	3
	1	2.45	3
	2	3.6	3
พักรอเข้าห้อง	4.3	4.4	3
	1.9	3.6	3
	4.2	12.3	3
พักรอเข้าห้อง	1.7	1.7	3
	2.8	2.8	3
	2.8	3	3
พักรอเข้าห้อง	1.6	4.1	3
	7	13.5	3
พักรอเข้าห้อง	8.6	8.6	3
ห้องให้คำปรึกษา	3.8	4.6	3
เปลี่ยนเสื้อญาติ	2.1	3	3
ห้องน้ำ	3	4.1	3
เปลี่ยนเสื้อหญิง	2.4	6.3	3
เปลี่ยนรองเท้า	2.1	2.75	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
เปลี่ยนเสื้อญาติ	2.1	2.75	3
เปลี่ยนเสื้อชาย	2.3	4.1	3
ห้องน้ำ	3.1	4.1	3
พักแพทย์ / พยาบาล	3.7	7.3	3
เก็บเวชภัณฑ์ผ้าสะอาด (บน)	3.8	3.8	3
เก็บเวชภัณฑ์ผ้าสะอาด (ล่าง)	3.65	3.8	3
เก็บเครื่องมือสะอาด	3.8	7.5	3
ห้องน้ำ	1.5	2.1	3
ห้องน้ำ	1.5	1.7	3
ล้างกระโถนเก็บผ้าเปื้อน	3.35	3.3	3
เจ้าหน้าที่ควบคุม	2.05	2.6	3
อเนกประสงค์	4.05	4.3	3
	4	4.4	3
	4	4.6	3
	4.65	6.15	3
ล้างกระโถนเก็บผ้าเปื้อน	2.3	4.6	3
พักรอเข้าห้อง	4.6	5.7	3
	1.2	11.2	3
	3.5	8.15	3
พักรอเข้าห้อง	2.8	7.5	3
	9.7	19.7	3
	6.75	16.7	3
พักรอเข้าห้อง	9.65	11.8	3
	1.1	4.3	3
	1.6	2.2	3
ห้องน้ำ	1.6	1.8	3
โถงพักรอ	5.9	6.75	3
	2.4	4.6	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
เปลี่ยนเสื้อชาย	3.1	3.35	3
ห้องน้ำ	1.55	2	3
	1.8	2	3
เปลี่ยนเสื้อหญิง	3.4	3.4	3
ล้างเครื่องมือ	3.6	6.7	3
	3.1	3.3	3
ล้างกระโถนเก็บผ้าเปื้อน	3	3.35	3
เปลี่ยนรองเท้า	1.5	2.2	3
เปลี่ยนเสื้อ	1.55	2.3	3
	2.3	2.75	3
พักพยาบาล	3.7	4.6	3
	1.95	2	3
ห้องน้ำ	1.5	1.85	3
WATER TREATMENT	4.6	6.75	3
ห้องล้างไต	8.3	9.7	3
	5.05	7.5	3
	2.9	5.05	3
ห้องล้างไต	3.1	3.8	3
	1.25	3.15	3
ห้องพัก 4 เตียง 1 (ชุดล่าง)	3.1	3.85	4
	3.85	4.2	4
	1.3	6.1	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 2 (ชุดล่าง)	3.75	4.2	4
	3.55	3.95	4
	1.3	4.5	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 3 (ชุดล่าง)	3.7	4.2	4
	3.6	3.95	4
	1.3	5.2	4
	1.5	3.7	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องพัก 4 เตียง 4 (ชุดล่าง)	3.5	3.85	4
	4.2	5.1	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 5 (ชุดล่าง)			4
	4.2	4.5	4
	3.55	3.85	
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 6 (ชุดล่าง)	3.7	4.2	4
	3.6	3.95	4
	0.7	3.3	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 1 เตียง 1 (ล่าง)	2.9	4.3	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 2 (ล่าง)	2.9	3.7	3
	2.05	2.55	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 3 (ล่าง)	4	4.2	3
	1.65	1.7	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 4 (ล่าง)	3.1	4.2	3
	1.56	1.7	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 5 (ล่าง)	1.3	1.7	3
	3.1	4.2	3
	1.65	1.7	3
	1.55	2.6	3
ห้องสันทนาการ	4,3	7.85	3
ห้องพัก 4 เตียง 1 (ชุดบน)	4.2	8.45	4
	0.7	3.75	4
	0.85	1.7	4
	1.5	3.7	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องพัก 4 เตียง 2 (ชุดบน)	3.7	8.5	4
	0.65	4.6	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 3 (ชุดบน)	3.9	8.5	4
	0.6	3.5	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 4 (ชุดบน)	3.9	8.5	4
	0.6	3.5	4
	1.2	2.2	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 5 (ชุดบน)	3.65	8.5	4
	0.6	4.1	4
	1.5	3.7	3
ห้องพัก 4 เตียง 6 (ชุดบน)	4.2	8.5	4
	0.6	3.65	4
	1.2	1.65	4
	1.5	3.7	3
ห้องพักเจ้าหน้าที่	2.2	5.85	3
	1	34	3
ห้องน้ำ	1.5	2.6	3
ห้องพักสันทนาการ	5.85	5.85	3
	0.6	3.4	3
ห้องพัก 1 เตียง 1 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 2 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 3 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องพัก 1 เตียง 4 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 5 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 6 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องพัก 1 เตียง 7 (บน)	2.9	3.45	3
	1.3	2.45	3
	1.55	2.6	3
ห้องเก็บเวชระเบียน	11.3	12	3
	5.25	5.3	3
	3.3	5.25	3
สำนักงาน	2.6	5	3
ห้องน้ำ	2.1	2.6	3
เปลี่ยนเสื้อคนงานหญิง	2.6	3.55	3
พักเจ้าหน้าท	2.6	7.05	3
เปลี่ยนเสื้อคนงานชาย	2.6	3	3
ห้องน้ำ	1.4	2.6	3
ล้างเครื่องมือ	4.55	6.5	3
	2.75	4.4	3
	1.65	1.85	3
จ่ายเครื่องมือ	3.5	4.6	3
เก็บเครื่องมือ, ท่อเครื่องมือ	4.6	23.15	3
เปลี่ยนเสื้อคนงานชาย	1.9	4.95	3
	1.25	1.65	3
ห้องน้ำ	1.5	3.7	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ	3.35	3.7	3
	1.9	3.35	3
เปลี่ยนเสื้อคนงานหญิง	2.15	5.2	3
พักแพทย์ / คนงานหญิง	4.05	5.65	3
เก็บของ	3.95	4.05	3
ทำงานแพทย์	3.15	4.05	3
พักทานอาหาร	4.7	5.7	3
ล้างเครื่องมือ	2.8	3	3
ล้างมือแพทย์	3	3	3
ห้องน้ำ	2	3	4
เปลี่ยนเสื้อ	2.2	3	4
เก็บผ้าก้นเปื้อน	2.6	2.6	3
อเนกประสงค์	1.5	2.6	4
ทำงานหัวหน้าแผนก	2.75	3.5	3
เก็บของ	3.3	4.1	4
	1.85	2.8	4
พักคนงาน	3.4	4.6	4
	1.8	2.3	4
เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	2.75	3.4	4
ห้องน้ำ	1.6	2.75	4
พักฟื้นหลังคลอด	4.85	6.4	3
รับเด็ก	2	3.1	3
ห้องติดเชื้อ	2.3	3.55	3
ชงนม	2.3	3.9	3
พักพยาบาล	3.6	4.5	3
เก็บผ้าเปื้อน	2.75	3.05	3
ห้องน้ำ	3.05	3	3
เปลี่ยนผ้า	2.5	3.05	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	2.05	26.9	4
ทางเดิน (ด้านขวา)	4.5	4.7	4
	1.7	17.8	4
	3.2	23.85	3
ทางเดิน (ด้านขวา)	3	11.7	3
	5.6	8.5	3
ทางเดิน (ด้านขวา)	3	20.9	3
	3.9	4.6	3
	2.3	4.25	3
	1.2	11.2	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	1.7	35.5	4
	2.2	11.7	4
	1.6	2.1	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	1.7	57	4
	2	15.2	4
	1.7	17	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	2.5	12.35	4
	1.7	17.3	4
	3	26.8	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	3.2	12.7	3
	3	26.8	3
	3.85	17.2	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	3	7	3
	3.45	41.4	3
	2.7	16.8	3

ตารางที่ ก.3 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 2

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	2.2	11.3	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	2.85	18.7	4
	1.7	21.5	4
	3.8	30.25	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	3.2	15.95	4
	5.2	43	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	0.9	17.3	4
	3.9	15.6	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	5.2	32.8	4
	5.9	21.1	3
	10.25	17.1	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	4.1	39.6	3
	3	12.7	3
	5.9	6.3	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	2	36.8	3
	2	14	3
	3.9	6.3	3
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	1.15	5.9	3
	1.8	29	4
	1.7	12.8	4
ทางเดิน (ทั้งแบบ)	2.15	24	4
	1.7	18.54	4

ตารางที่ ก.4 ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
RESEARCH LAB 1	5.9	8.3	3
	1.9	3.6	3
นักวิจัย	3.2	3.	3
นักวิจัย	2.9	3.5	3
RESEARCH LAB 2	5.9	7.9	3
	1.9	3.6	3
RESEARCH LAB 3	5.9	7.9	3
	1.9	3.6	3
RESEARCH LAB 4	5.9	7.9	3
	1.9	3.6	3
นักวิจัย	2.9	3.5	3
นักวิจัย	2.9	3.5	3
RESEARCH LAB 5	5.9	7.9	3
	2.2	3.6	3
นักวิจัย	3.6	5.7	3
RESEARCH LAB 6	5.9	9.25	3
	2.2	3.6	3
นักวิจัย	3	3.45	3
นักวิจัย	3	3.45	3
RESEARCH LAB 7	3.9	8.25	3
	1.9	3.1	3
นักวิจัย	2.8	3.2	3
นักวิจัย	2.8	2.9	3
RESEARCH LAB 8	3.9	7.9	3
	1.9	3.1	3
RESEARCH LAB 9	3.9	7.9	3
	1.9	3.1	3
RESEARCH LAB 10	3.9	7.9	3
	1.9	3.1	3
นักวิจัย	2.8	2.9	3
นักวิจัย	2.8	2.9	3
ห้องน้ำ	2	4.1	3

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ	2.6	3.6	3
RESEARCH LAB 11	5.9	9.3	3
	2	3.7	3
นักวิจัย	3.45	3.6	3
นักวิจัย	3.4	3.45	3
RESEARCH LAB 12	5.9	9	3
	2	3.7	3
RESEARCH LAB 13	5.9	9	3
	2	3.7	3
นักวิจัย	3.4	3.45	3
นักวิจัย	3.4	3.45	3
นักวิจัย	3.4	3.45	3
นักวิจัย	3.4	3.45	3
พักผ่อนนักวิจัย	5.3	8.7	3
RESEARCH LAB 14	5.3	8.7	3
นักวิจัย	3.5	5.3	3
ธุรการ	8.3	9.4	3
RESEARCH LAB 15	5.9	7.5	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
RESEARCH LAB 16	5.9	7.9	3
RESEARCH LAB 17	5.9	7.9	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
นักวิจัย	2.9	3.3	3
เก็บของ	5.55	5.9	3

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
เครื่องชั่ง , เครื่องมือวิจัย	3.3	5.55	3
เก็บเครื่องแก้ว	5.15	8.9	3
ล้างเครื่องแก้ว	4.2	8.9	3
พักรอ	5.9	8.3	3
รับเลือด	3.9	5	3
แยกเซลล์เลือด	2.8	3.95	3
ธนาคารเลือด	6.3	12.45	3
	3.9	4	3
HEAMATOLOGY LAB	9.05	18.9	3
พักผ่อนนักวิจัย	5.2	8.8	3
ทำงาน	3.3	4.4	3
ห้องน้ำ	3.2	3.2	3
ห้องน้ำ	3.2	3.2	3
ทางเดิน	2.2	4.5	3
	4.65	5.6	3
	2.5	12.3	3
MICRO LAB	8.65	11.1	3
IMMUNOLOGY LAB	8.9	11.7	3
CHEMISTRY LAB 2	8.65	11.1	3
CHEMISTRY LAB 1	8.65	12.35	3
ธุรการ	7.8	18.3	3
	8	18.3	3
	6.65	6.65	3
ผู้อำนวยการ	5.5	8.45	3
ห้องน้ำ	1.6	3.75	3
บุคคล	8.6	9.6	3
ห้องประชุม	5	8.6	3

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
รองผู้อำนวยการ 1	3.9	5	3
รองผู้อำนวยการ 2	3.9	5.45	3
รองผู้อำนวยการ 3	3.9	5	3
รองผู้อำนวยการ 4	3.9	6	3
สำนักผู้อำนวยการ	6.2	7.9	3
	4.1	4.9	3
	2.3	4.05	3
ทางเดิน	18	21.3	3
	3.3	8.55	3
	2.5	15.9	3
	2	2.4	3
ฝ่ายบัญชี การเงิน	13.7	29.35	3
	2.1	14.45	3
ฝ่ายการพยาบาล	14.5	15.7	3
เก็บของ	3.2	4.55	4
ควบคุมแสง - เสียง	2.65	4.55	3
ห้องเรียน 150 คน (ซ้าย)	13.35	16.5	3
ห้องเรียน 150 คน (ขวา)	13.35	16.15	3
เตรียมการสอน	3.85	6.4	3
เตรียมการสอน	3.85	6.4	3
ห้องเรียน 50 คน 1	8.45	9.2	3
ห้องเรียน 50 คน 2	8.45	8.9	3
ห้องเรียน 50 คน 3	8.45	8.9	3
ห้องเรียน 50 คน 4	8.45	8.7	3
ห้องเก็บอุปกรณ์	4.85	6.7	3
ห้องทำงานฝ่ายบริหารการสอน	3.8	10.8	3
ห้องเก็บเทปเครื่องฉาย	4.85	5.9	3

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องทำงานช่างเทคนิค	4.88	5.9	3
ห้องพักอาจารย์	5.95	5.95	3
พักผ่อนรวม	5.95	6.75	3
JANITOR	2.3	3.2	3
ห้องน้ำ	3.5	3.65	3
	1.6	2	3
ห้องน้ำ	3.5	5.35	3
ห้องน้ำ	1.4	2.2	3
ทางเดิน	2.8	11	3
เตรียมอาหาร	2.9	4.7	3
ห้องน้ำชาย	5.2	5.9	3
ห้องน้ำหญิง	5.9	6.4	3
เก็บของ	4.7	7.4	4
เตรียมการสอน	3.15	4.4	3
ห้องบรรยาย 50 ที่นั่ง	8.65	8.95	3
ห้องบรรยาย 50 ที่นั่ง	8.65	8.95	3
ห้องควบคุมแสง - เสียง	3.5	4.3	3
เตรียมการสอน	3.5	3.5	3
เก็บของ	3.7	18.5	3
ห้องบรรยาย 300 ที่นั่ง	18.5	29.8	3
ห้องเก็บของ	1.8	2.3	3
	3.3	4.1	3
พักคนงาน	3	4.6	3
	1.7	2.2	3
เก็บอุปกรณ์ทำความสะอาด	2.75	3.4	3

ตารางที่ ก.4 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 3

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ	1.1	2.2	3
ทางเดิน	3.9	15.5	3
ทางเดิน	2	32.3	3
	4.7	7.65	3
	4.2	5.6	3
ทางเดิน	2	29.5	3
	2	45.6	3
	5.8	17.6	4
ทางเดิน	5.15	22	4
	6	17.3	4
	5.45	9.1	4
ทางเดิน	2.2	4.35	3
	5	16	3
	3.55	6	3
ทางเดิน	16.15	30	3
	8.05	9.8	3
	5.3	16.3	3
ทางเดิน	6.1	8	3
	4	18.75	3
	4	5.4	3
ทางเดิน	7.95	11.45	3
	5.9	11.8	3
	1.7	78.58	4
	1.65	37.2	4
	1.75	40.3	4
	1.35	5.5	4
ทางเดิน	2.15	16.15	4
	1.65	28.15	4
	1.65	21.7	4

ตารางที่ ก.5 ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	4	4.2	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 1	2	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	4	4.2	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 2	2	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 3	4	4.2	4
	2	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 4	4	4.2	4
	2	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ A 5	4	4.2	4
	2	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 1	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 2	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 3	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 4	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 5	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 6	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 7	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 8	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 9	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 10	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 11	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 12	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 13	3.9	4	4
	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
	3.9	4	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ B 14	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
	4	4.2	4
ห้องพักคนไข้ 1 เตียง แบบ C	1	2.4	3
	0.8	1.3	3
	0.65	0.8	3
	1.35	1.4	3
เก็บผ้าสะอาด	2.5	2.8	3
เก็บของ	2.5	2.8	3
เตรียมอาหาร	2.7	2.8	3
พักแพทย์	2.7	2.8	3
พักพยาบาล	3.3	3.5	3
	1.65	1.65	3
ห้องน้ำ	1	1.7	3
ห้องทำงานแพทย์	3.15	6.3	4
ห้องตรวจ	2.9	6.3	4
ห้องบรรยาย	5.9	6.7	3
ห้องพักผ่อนคนไข้	6.4	9	3
ห้องทำงานแพทย์	2.7	6.35	4
ห้องตรวจ	2.9	6.35	4
ล้างแก้ว เก็บแก้ว	3.1	3.3	4
เก็บของ	3.1	3.3	4
เก็บสารเคมี	3.1	3.3	4
ห้องตรวจ	2.9	6.35	4
ห้องทำงานแพทย์	2.9	6.35	4
ห้องพักแพทย์ / พยาบาล	4.15	6.35	4
ห้องทำงานแพทย์	3.2	6.75	4
ห้องตรวจ	2.9	6.75	4

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
ห้องน้ำ	2.5	3.85	3
ห้องน้ำ	2.5	2.9	3
ห้องอเนกประสงค์	1.6	2.1	3
ห้องพักคนไข้ 2 เตียง แบบ A 1	4.55	5.25	4
	1.1	2.5	4
	1.5	2.5	3
ห้องพักคนไข้ 2 เตียง แบบ B 1	3.9	5.25	4
	1.1	2.25	4
	1.5	2.5	3
ห้องพักคนไข้ 2 เตียง แบบ B 2	3.9	5.25	4
	1.1	2.25	4
	1.5	2.5	3
ห้องพักคนไข้ 2 เตียง แบบ B 3	3.9	5.25	4
	1.1	2.25	4
	1.5	2.5	3
ห้องพักคนไข้ 2 เตียง แบบ C	4.15	5.25	4
	1.1	2.25	4
	1.5	2.5	3
เภสัชกร	3.8	4	3
	1.9	2.25	3
ห้องน้ำ	2.65	3.9	3
เก็บของ	2.9	4.6	4
เก็บของ	2.4	3	3
เก็บผ้าสะอาด	2.4	3	3
เตรียมอาหาร	2.4	3	3
หัวหน้าพยาบาล	2.4	3.6	3
พักพยาบาล	3.1	3.6	3
	1.8	2.1	3
ห้องน้ำ	1.4	1.7	3
ห้องเก็บของอเนกประสงค์	3.2	6.3	4

ตารางที่ ก.5 (ต่อ) ข้อมูลชั้นที่ 4 – ชั้นที่ 9

ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)		
	กว้าง	ยาว	สูง
จีดยา / ทำแผล	3.9	3.95	4
/ ห้องแยก	2.15	2.6	4
ห้องน้ำ	1.7	2.5	3
ห้องพัก 4 เตียง	6	7	4
	1.8	3	3
ห้องพัก 2 เตียง	4.1	5.25	4
	1.2	2.1	4
	1.7	2.5	3
ห้องพัก 4 เตียง	4.1	8.4	4
	2.6	4.15	4
	2.5	3.3	3
ทางเดิน	2	2.35	3
	2.5	40.2	3
ทางเดิน	7.1	7.3	3
	2.5	16.5	3
	5.2	18.5	3
ทางเดิน	3.65	3.65	3
	2.1	4	3
	3.9	14.9	3
ทางเดิน	2.15	5.3	3
	2.5	2.5	3
	2.5	9.4	3
ทางเดิน	6.2	6.95	3
	2.5	22	3
	3.9	6.7	3
ทางเดิน	5.3	20	3
	2.5	37.9	3
	2.5	7	3
ทางเดิน	2.5	11.9	3
	2.5	7	3
ทางเดิน	1.2	4.3	3
	2	4.9	3

ภาคผนวก ข.

ข้อมูลพื้นฐานของโรงพยาบาล (ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ)

ตารางที่ ข.1 ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมด ของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
ชั้นใต้ดิน	ULTRA SOUND	2.9	4	4	Ultrasound	1,030	1
	ห้องปฏิบัติการ	4.7	6.8	3	- Refrigerated Centrifuge	440	2
					- Complete	200	1
	ห้องล้าง / นึ่งเครื่องมือ	4.7	6.8	3	เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ	500	4
	ห้องเอ็กซเรย์ AUTO - PAN	3.5	3.9	3	- X-Ray (เคลื่อนที่)	4400	1
					- X-Ray	1320	1
	ห้องเอ็กซเรย์ 1	2.2	2.7	3	X-Ray	1320	1
	ห้องเอ็กซเรย์ 2	2.2	2.7	3	X-Ray	1320	1
	ห้องเอ็กซเรย์ 3	2.2	2.7	3	X-Ray	1320	1
ชั้นที่ 1	ห้องสุกเฉิน	9.3	22.3	3	- Electro Cardio		
		3	3.25	3	Graphy	350	1
		1.3	6.6	3	- Defribillation	330	2
	ห้องผ่าตัด 1	5	5.6	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ห้องผ่าตัด 2	5	5.6	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	UNTRASOUND 1	3.1	4.5	3	Ultrasound	1030	1
	UNTRASOUND 2	3.1	4.5	3	Ultrasound	1030	1
	SPEECIAL X - RAY	6	8	3	X-Ray	1320	1
	X - RAY 1	5.8	6	3	X-Ray	1320	1

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
ชั้นที่ 1	X - RAY 2	5.8	6	3	X-Ray	1320	1
	X - RAY 3	5.8	6	3	X-Ray	1320	1
ชั้นที่ 2	ผ่าตัด 1	5.85	6	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 2	5.85	6.1	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 3	5.85	8.05	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 4	6	6.8	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 5	6.1	6.8	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
	ผ่าตัด 6	8	8.05	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 7	5.85	8	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 8	5.85	6	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
ชั้นที่ 2					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 9	5.85	6	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 10	6	7.7	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
	ผ่าตัด 11	7.7	8	3	- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
					- Electro Cardio Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 12	7.95	8	3	- Electro Cardio		
					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 13	6.1	7.1	3	- Electro Cardio		
					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 14	6	6.1	3	- Electro Cardio		
ชั้นที่ 2					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 15	8.1	8.6	3	- Electro Cardio		
					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 1	5.7	5.8	3	- Electro Cardio		
					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1
					- Suction	350	3
					- Stop Bleed	440	2
	ผ่าตัด 2	5.7	5.85	3	- Electro Cardio		
					Graphy	350	1
					- Defribillation	330	1

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
ชั้นที่ 2	ห้องคลอด 1	4.9	5	3	- Vacuum	90	2
		0.85	1.2	3	- Radiant Warmer	500	2
		1.6	2.6	3			
	ห้องคลอด 2	4	5.8	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 3	4.2	5.8	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 4	4	5.8	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 5	4	5.3	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 6	4	5.3	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 7	4.5	5.3	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	ห้องคลอด 8	4.5	5.3	3	- Vacuum	90	2
		1.6	2.6	3	- Radiant Warmer	500	2
	เด็กอ่อน 1	4.8	6.75	3	เครื่องอบเด็ก	380	1
	เด็กอ่อน 2	3.05	7.15	3	เครื่องอบเด็ก	380	1

ตารางที่ ข.1 (ต่อ) ห้องที่มีอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ ชนิด ขนาด และจำนวนของอุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษทั้งหมดของ ชั้นใต้ดิน – ชั้นที่ 9 [2]

ชั้น	ชื่อห้อง	ขนาดห้อง (เมตร)			อุปกรณ์ไฟฟ้าพิเศษ		
		กว้าง	ยาว	สูง	ชื่อ	ขนาด (VA)	จำนวน (เครื่อง)
ชั้นที่ 4 ถึง ชั้นที่ 9	ห้องปฏิบัติการ 1	6.3	11.9	4	- Refrigerated Centrifuge	440	2
					- Complete	200	1
	ห้องปฏิบัติการ 4	6.35	6.35	4	- Refrigerated Centrifuge	440	2
					- Complete	200	1
	ห้องปฏิบัติการ 2	6.35	11.9	4	- Refrigerated Centrifuge	440	2
					- Complete	200	1
	ห้องปฏิบัติการ 3	6.75	12.2	4	- Refrigerated Centrifuge	440	2
					- Complete	200	1

ภาคผนวก ค.

ปริมาณโหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ ค.1 โหลดของโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวรจากข้อมูล [2]

ระบบ	โหลดรวมของระบบ (VA)
แสงสว่าง	924,723
ปรับอากาศ	2,800,000
ลิฟท์	130,550
ปั๊มน้ำ	27,975
เผื่ออนาคต	793,492
โหลดรวมทั้งหมดภายในโรงพยาบาล	**4,676,740**

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายวรากร เส็งมิ

ภูมิลำเนา 526/4 หมู่ 10 ต.นาบ่อคำ อ.เมือง
จ.กำแพงเพชร 62000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก
โรงเรียนหนองกองพิทยาคม จังหวัดกำแพงเพชร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : kengi09_cute@hotmail.com

ชื่อ นายธนพร ค้าของ

ภูมิลำเนา 113 หมู่2 ต.นครไทย อ.นครไทย
จ.พิษณุโลก 65120

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก
โรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม จังหวัดพิษณุโลก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4
สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : EE_48364371@hotmail.com