สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย

CAD FOR ELECTRICAL SYSTEM DESIGN AND ESTIMATION

โดย

นาย กิตติพจน์ ประวาลปัทม์กุล

นาย ประวิตร พุทธิขจร

นาย นิรัตน์ คมขำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42597
วัน, เดือน, ปี - 4 มิ.ย. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2543

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย
CAD FOR ELECTRICAL SYSTEM DESIGN AND ESTIMATION

โดย

นาย กิตติพจน์ ประวาลปัทม์กุล

นาย ประวิตร พุทธิขจร

นาย นิรัตน์ คมขำ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ศุลี บรรจงจิตร

อ. เชาว์ ชมภูอินไหว

อ. ชาย ชมภูอินไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย

ผู้จัดทำ

1. นาย กิตติพจน์ ประวาลปัทม์กุล
2. นาย ประวิตร พุทธิขจร
3. นาย นิรัตน์ คมขำ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ. ศุลี บรรจงจิตร)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ชาย ชมภูอินไหว)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. เชาว์ ชมภูอินไหว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย

นายกิตติพจน์ ประวาลปัทม์กุล
นายประวิตร พุทธิขจร
นายนิรัตน์ คมขำ
รศ. ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ชาย ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เชาว์ ชมภูอินไหว อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการนำเสนอโปรแกรมช่วยออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในอาคารที่อยู่อาศัย โดยมีส่วนติดต่อกับผู้ใช้งานแสดงเป็นกราฟฟิก วัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ออกแบบเพียงคนเดียวสามารถทำงานออกแบบและงานประมาณราคาได้ในคราวเดียวกัน ซึ่งจะช่วยลดเวลาในการปฏิบัติงานลง , เพิ่มความถูกต้อง และน่าเชื่อถือขึ้นจากการประมวลผลของคอมพิวเตอร์ การทำงานของโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกผู้ใช้สามารถทำการออกแบบได้ตั้งแต่วงจรย่อยของห้องพัก โดยระบุถึงชนิด ขนาด จำนวนของอุปกรณ์ เส้นทางการเดินสายลงในแปลนห้องผ่านตัวโปรแกรม รวมถึงการเลือกชนิดผลิตภัณฑ์จากระบบฐานข้อมูลของโปรแกรม จากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณเลือกขนาดของสายป้อนย่อย ท่อเดินสายและอุปกรณ์ป้องกันของแต่ละวงจรย่อยในห้อง โปรแกรมที่ใช้ยังสามารถช่วยทำการออกแบบครอบคลุมไปถึงขนาดสายป้อนแต่ละชั้น เครื่องวัดและอุปกรณ์ป้องกันของแต่ละชั้น รวมไปถึงโหลดส่วนกลาง สายเมน อุปกรณ์ป้องกันหลัก และไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคารชุด โดยทั้งหมดจะแสดงผลออกมาในรูปของตารางโหลดซึ่งอ้างอิงจากข้อมูลของมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวง ส่วนการใช้งานโปรแกรมในส่วนที่สองจะเป็นการประมาณราคาระบบไฟฟ้าโดยโปรแกรมจะทำการถอดแบบต่างๆที่ได้ออกแบบไว้ แล้วจึงนำเสนอผลของการประมาณราคาทั้งหมดในรูปของตารางปริมาณวัสดุ (Bill of Quantity) ของอาคาร เพื่อใช้ในการอ้างอิงการทำงานเทียบกับระบบงานจริง และสามารถพิมพ์ผลงานออกทางเครื่องพิมพ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CAD FOR ELECTRICAL SYSTEM DESIGN AND ESTIMATION

Kittipojn Pravalpatkul

Prawit Phuttikajorn

Nirat Khomkum

Assoc.Prof Sulee Banjongjit Advisor

Chai Chompoo-inwai Advisor

Chow Chompoo-inwai Advisor

2000

ABSTRACT

This thesis presents the program which assist user to calculate electrical system design and estimation in the living building. It can interface with user by computer graphic. The program's object is design for one user to working electrical system design and estimation at same time and can help user to safe time and increase the reliability by computer processing. The process has two parts. The first part, user can design sub circuit in the living room by choose kinds, size, and quantity of any devices and choose the wire direction in the room plan. After that, the program will process to select the size of feed wire, pipe and circuit breaker to use in the room. More than that the program can help user to select feeder size, watt-hour meter and circuit breaker of each floor, cover to central load ,main feeder, main circuit breaker, rizer diagram and load schedule of the building. All results can present with load schedule and all data is referent from standard of Metropolitan Electricity Authority. The second part of process is electrical system estimation. The program will analysis any design plan and calculate total Quatity , total price of all devices ,hence display the results with total BOQ (Bill of Quantity) of building that can compare with the pratical woking and print projects from the pinter.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

สารบัญ.....ก

สารบัญภาพ.....ค

สารบัญตาราง.....จ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินงาน.....2

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน.....3

1.6 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์.....4

บทที่ 2 การออกแบบระบบไฟฟ้า.....5

2.1 วงจรย่อย.....5

2.2 สายป้อน.....13

2.3 สายเมน.....18

2.4 วันไลน์ไดอะแกรม.....19

2.5 ไรเซอร์ไดอะแกรม.....21

2.6 การคำนวณสำหรับอาคารชุด.....25

บทที่ 3 การประมาณราคาระบบไฟฟ้า.....28

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปคของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และการติดตั้ง.....28

3.2 การออกแบบ.....29

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....32

3.4 การสืบราคาวัสดุอุปกรณ์.....34

3.5 การทำราคาในรูปของรายการวัสดุและอุปกรณ์.....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 วิธีการออกแบบการใช้งานและผลการทดสอบโปรแกรม.....39
4.1 โครงสร้างของโปรแกรม.....39
4.2 ขั้นตอนการออกแบบ ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในห้องพักอาศัย.....39
4.3 ขั้นตอนการออกแบบ ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในแต่ละระดับชั้น...45
4.4 ขั้นตอนการออกแบบ ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร.....50
4.5 วิธีการใช้โปรแกรม (Program Usage)..... 53
4.6 ผลการทดสอบโปรแกรม.....75
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....89
5.1 บทสรุป.....89
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน.....89
5.3 ข้อเสนอแนะ.....90
เอกสารอ้างอิง.....91
กิตติกรรมประกาศ 92
ภาคผนวก.....93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

2.1 ตัวอย่างวงจรย่อย.....11

2.2 แสดงลักษณะการกระจายของระบบสายป้อนแบบราก.....20

2.3 การเดินสายป้อนในอาคารซึ่งสูงเพียง 2- 3 ชั้น (ใช้สายป้อนชุดเดียวกัน).....22

2.4 รูปวิธีการเดินสายดัดแปลงมาจากรูปที่ 2.3.....22

2.5 รูปแสดงการเดินสายป้อนในอาคาที่สูงหลายชั้น.....24

2.6 รูปแสดงการเดินสายป้อนอีกลักษณะหนึ่ง.....24

4.1 โฟลว์ชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนการออกแบบระดับห้อง.....42

4.2 โฟลว์ชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนการออกแบบระดับชั้น.....47

4.3 โฟลว์ชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนการออกแบบของทั้งอาคาร.....51

4.4 หน้าต่าง Control button bar ของโปรแกรมช่วยออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้า.....54

4.5 หน้าต่าง Design tab ที่ให้ผู้ใช้เลือกดูการแสดงผลของโปรแกรม.....55

4.6 หน้าต่าง Device box สำหรับวาดอุปกรณ์และสายตัวนำในการออกแบบระบบไฟฟ้า.....56

4.7 หน้าต่าง Floor device box สำหรับวาดอุปกรณ์การออกแบบระบบไฟฟ้าในระดับชั้น.....57

4.8 หน้าต่าง Rizer device box สำหรับวาดอุปกรณ์ไฟฟ้าในแบบไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคาร...58

4.9 หน้าต่าง Device property สำหรับเลือกคุณสมบัติต่างๆของอุปกรณ์ไฟฟ้าในโปรแกรม.....59

4.10 หน้าต่าง Device pricelist สำหรับระบุประเภทของอุปกรณ์เพื่อใช้ประมาณราคา.....60

4.11 แบบแปลนการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในห้อง.....62

4.12 ตารางโหลดที่ได้จากการออกแบบระบบไฟฟ้าตามรูปที่ 4.11.....63

4.13 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์จากแบบระบบไฟฟ้าตามรูปที่ 4.11 63

4.14 การลงตำแหน่งของห้องบนแบบแปลนของชั้น.....64

4.15 แบบแปลนวงจรระบบไฟฟ้าส่วนกลางภายในชั้น.....65

4.16 แสดงตารางโหลดสมดุลของระบบไฟฟ้า ตามรูปที่ 4.15.....66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่

4.17 หน้าต่าง Rizer diagram box สำหรับป้อนความสูงของแต่ละชั้นในอาคาร.....67
4.18 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคาร.....68
4.19 ตัวอย่างตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้า.....69
4.20 หน้าต่างสำหรับเตรียมการพิมพ์ผลของโปรแกรม.....70
4.21 หน้าต่าง Add device data สำหรับการปรับปรุงฐานข้อมูล.....71
4.22 หน้าต่างแสดงการปรับปรุงฐานข้อมูลของอุปกรณ์.....73
4.23 แบบห้องจำลองแบบที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม.....76
4.24 แบบห้องจำลองแบบที่ 2 ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม.....76
4.25 แบบแปลนของระบบไฟฟ้าในระดับชั้นของอาคารชุดที่อยู่อาศัย.....81
4.26 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณออกแบบ
และประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร.....85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 โหลดแสงสว่างทั่วไปสำหรับอาคารต่างๆ.....6
2.2 โหลดเต้ารับสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า.....7
2.3 ค่ากำลังไฟฟ้าสำหรับใช้กับระบบปั๊มน้ำในอาคารสูง.....8
2.4 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับใช้กับระบบปั๊มน้ำดับเพลิงในอาคารพาณิชย์.....8
2.5 โหลดของเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารต่างๆ.....9
2.6 ตารางแสดงกระแสของหลอดไส้.....10
2.7 กระแสโดยประมาณของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 10
2.8 ค่าดีมานด์แฟกเตอร์สายป้อนแสงสว่าง.....11
2.9 ค่าดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย..... 15
2.10 ค่าดีมานท์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป.....15
2.11 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด.....26
2.12 ค่าโคอิซิเดนซ์แฟกแตอร์สำหรับห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัย.....27
2.13 ค่าโคอิซิเดนซ์แฟกแตอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน ร้านค้าและอุตสาหกรรม.....27

3.1 แบบการถอดจำนวนอุปกรณ์ที่นับได้.....33
3.2 แบบการถอดจำนวนของทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า.....34
3.3 ตัวอย่างแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานทั่วไป.....37

4.1 ตารางโหลดของแบบห้องจำลองแบบที่ 1.....77
4.2 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 1.....78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.3 ตารางโหลดของแบบห้องจำลองแบบที่ 2.....79
4.4 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 2.....80
4.5 ตารางโหลดเฉพาะโหลดส่วนกลางของระบบไฟฟ้าของแบบแปลนตามรูปที่ 4.25.....82
4.6 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์เฉพาะโหลดส่วนกลาง
ของระบบไฟฟ้าของแบบแปลนตาม รูปที่ 4.25.....82
4.7 ตารางโหลดการแบ่งโหลดสมดุลของห้องพัก
ของระบบไฟฟ้าตามแบบแปลนรูปที่ 4.25.....83
4.8 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าทั้งหมดของแบบแปลนตามรูปที่ 4.25.....85
4.9 ตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าของอาคารชุดที่อยู่อาศัย 6 ชั้นตามรูปที่ 4.26.....86
4.10 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมของระบบไฟฟ้าทั้งอาคาร.....88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในงานการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้านั้น โดยลักษณะงานจะเป็นการออกแบบตำแหน่ง จำนวน ขนาด และชนิดของอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมตามความต้องการของสถานที่นั้นๆ จากนั้นจึงจะพิจารณาค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการดำเนินการติดตั้งรวมทั้งสั่งซื้ออุปกรณ์ การประมาณราคาสามารถกระทำได้โดยการถอดแบบ เพื่อทราบปริมาณอุปกรณ์ที่มีในแบบแปลนของงาน (Drawing) และข้อกำหนด (Specification) จากนั้นจึงสืบหาราคาของอุปกรณ์ ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่เกิดขึ้นแล้วรวบรวมลงในรายการวัสดุอุปกรณ์ (Bill of quantity) ตามหมวดหมู่ของแต่ละรายการอุปกรณ์เพื่อเข้าประมูลงานต่อไปและการที่จะทำงานนี้ออกมาในระดับที่น่าเชื่อถือได้จะต้องประกอบไปด้วย

1. ความถูกต้องครบถ้วน
2. ทันตามเวลาที่ได้รับมอบหมาย
3. สามารถแสดงรายการอุปกรณ์และค่าใช้จ่ายทั้งหมดใกล้เคียงกับที่ใช้จ่ายจริงเมื่อเสร็จโครงการ
4. มีข้อมูลที่ได้ทำการออกแบบไว้ครบถ้วนเข้าใจง่ายสำหรับผู้ประมาณราคาคนอื่นและสะดวกแก่วิศวกรผู้ดูแลในการตรวจงาน
5. รายการวัสดุอุปกรณ์ทำการจัดเรียงได้ถูกต้องเข้าใจง่าย

เนื่องจากงานประมาณราคาเป็นงานที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วรวมทั้งต้องได้ราคาที่เหมาะสมสามารถนำไปประมูลแข่งขันได้ ดังนั้นงานทางด้านการประมาณราคาจึงต้องอาศัยผู้ที่ทำหน้าที่การประมาณราคาที่ต้องมีประสบการณ์สูง ซึ่งจะเห็นได้ว่าในบางงานที่มีการประมาณราคาที่เกี่ยวข้องกับเงินจำนวนมาก และมีลักษณะงานที่ยุ่งยากซับซ้อนถ้าใช้แต่ผู้ประมาณราคาซึ่งถ้ามีประสบการณ์เพียงเล็กน้อย อาจทำให้เกิดความล่าช้า และเกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้

ดังนั้นด้วยคุณสมบัติของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งมีความเที่ยงตรง แม่นยำ รวดเร็ว และสะดวกจึงเข้ามามีบทบาทในแนวทางที่เป็นผู้ช่วยของผู้ประมาณราคา และวิศวกรผู้ออกแบบในยุคปัจจุบันเพื่อให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ขจัดข้อผิดพลาด และเพิ่มความรวดเร็วในลักษณะงานที่ยุ่งยากซับซ้อนนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อให้งานออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าเกิดความถูกต้อง แม่นยำ และใช้เวลาปฏิบัติงานน้อยลง ทำให้ประหยัดเวลามากขึ้นเมื่อมีโปรแกรมคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย
2. เพื่อให้งานการประมาณราคาสามารถปฏิบัติได้โดยผู้ประมาณราคาทั่วๆไปได้โดยไม่จำเป็นต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์สูง
3. เพื่อส่งเสริมงานด้านการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าให้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้าและการประมาณราคาระบบไฟฟ้าในส่วนของออกแบบระบบไฟฟ้าได้ทำการออกแบบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมเดลไฟ (Delphi)
3. เขียนโปรแกรมเพื่อช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในอาคารที่อยู่อาศัยโดยในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าได้ทำการออกแบบตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงปี 2538
4. ทดสอบการใช้งานของโปรแกรมและสรุปผลที่ได้จากโปรแกรม
5. เรียบเรียงปริญญานิพนธ์ ตรวจสอบ แก้ไขและจัดเข้ารูปเล่ม เพื่อเสนอต่อคณะกรรมการ

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1 โปรแกรมจะช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารที่พักอาศัย โดยเริ่มการออกแบบในส่วนของห้องพักอาศัยก่อน การใช้งานจะให้ผู้ใช้โปรแกรมกำหนดโหลดและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในห้องพัก ลักษณะการเดินสาย และ กำหนดจำนวนของวงจรย่อย โปรแกรมจะทำการคำนวณหาขนาดของ อุปกรณ์ป้องกัน สาย ท่อร้อยสาย และแสดงผลที่ได้ในรูปของตารางโหลด (Load schedule)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมจะช่วยในการออกแบบระบบไฟฟ้าทั้งหมดในอาคารที่พักอาศัย เมื่อผู้ใช้กำหนดจำนวนห้องพักอาศัยในแต่ละชั้น โปรแกรมจะทำการคำนวณหาขนาดของสายป้อนและอุปกรณ์ป้องกันของแต่ละชั้น ส่วนในการคำนวณโหลดส่วนกลางหลังจากที่ผู้ใช้กำหนดโหลดส่วนกลางทั้งหมดที่ใช้ในอาคารเสร็จแล้ว โปรแกรมจะทำการคำนวณหาขนาดของสายป้อนและอุปกรณ์ป้องกันของโหลดส่วนกลาง และสุดท้าย โปรแกรมจะทำการรวมขนาดโหลดของห้องชุดที่พักอาศัยของทุกชั้นกับโหลดส่วนกลาง เพื่อทำการคำนวณหาขนาดของ เมนสวิตซ์ (Main switch) สายเมน และหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) โดยโปรแกรมจะแสดงผลการคำนวณในรูปของตารางโหลด

3. โปรแกรมจะช่วยทำการถอดแบบระบบไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบไว้ก่อนหน้านี้ เพื่อทำการประมาณราคาระบบไฟฟ้าทั้งหมด โดยจะแสดงผลการประมาณราคาระบบไฟฟ้าในรูปของรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

โปรแกรมช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัยนี้จะช่วยให้วิศวกร ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า ผู้ประมาณราคาระบบไฟฟ้า สามารถทำงานในงานการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าได้อย่างสะดวก รวดเร็ว ประหยัดเวลา และลดความยุ่งยาก ได้มากขึ้น

1.6 เนื้อหาของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย โดยในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าได้เป็นไปตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงปี 2538 ซึ่งเนื้อหาของปริญญานิพนธ์ในแต่ละบทจะแบ่งเป็นดังนี้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงความรู้พื้นฐานในการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยเน้นการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุด โดยจะกล่าวพื้นฐานการออกแบบระบบไฟฟ้าตั้งแต่ การออกแบบวงจรย่อย โหลดในวงจรย่อย การคำนวณหาขนาดของวงจรย่อยและอุปกรณ์ป้องกัน สายป้อน การคำนวณหาขนาดของสายป้อนและอุปกรณ์ป้องกัน สายเมนเข้าอาคารและอุปกรณ์ป้องกัน วันไลน์ไดอะแกรม (Oneline diagram) และ ไรเซอร์ไดอะแกรม (Rizer diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 จะกล่าวถึงขั้นตอนการประมาณราคาระบบไฟฟ้า โดยขั้นตอนการประมาณราคาจะเรียงลำดับเป็นขั้นตอนไปโดยเริ่มจาก การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปค (Spec) ของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้ง การถอดแบบหรือการถอดปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบ การสืบราคาวัสดุอุปกรณ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือ การทำราคาในรูปรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้า

บทที่ 4 จะกล่าวถึงแนวคิดในการออกแบบโปรแกรม การใช้งานโปรแกรม และผลการทดสอบโปรแกรม

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การออกแบบระบบไฟฟ้า

2.1 วงจรย่อย

2.1.1 การแบ่งวงจรย่อย

การแบ่งวงจรย่อยสามารถที่จะแบ่งออกตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ตัดกระแสไฟฟ้าของวงจรนั้นๆดังนั้นเมื่อแบ่งขนาดของวงจรย่อยตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ วงจรย่อยจึงมีขนาด 5, 10, 15, 20, 30, 40, และ 50 แอมแปร์ นอกจากวงจรย่อยเฉพาะซึ่งจ่ายกระแสให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเดี่ยว และในกรณีที่สายตัวนำมีขนาดโตกว่าเซอร์กิตเบรกเกอร์เพื่อป้องกันแรงดันตก ขนาดของวงจรย่อยต้องถือตามขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และตัวนำต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าขนาดของวงจรย่อย และต้องมีขนาดไม่เล็กไปกว่า2.5 ตารางมิลลิเมตร ในกรณีที่เต้ารับซึ่งมีที่ต่อสายดินและต้องต่อลงดิน และ วงจรย่อยซึ่งจ่ายกระแสให้เต้ารับเหล่านี้จะต้องต่อลงดินด้วย

2.1.2 โหลดสำหรับวงจรย่อย

วงจรย่อยซึ่งมีเต้ารับตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป จะต้องมีโหลดดังต่อไปนี้

1. วงจรย่อยขนาด 5, 10, 15, 20, แอมแปร์ : โหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกิน 50% ของขนาดวงจรย่อยเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบ นอกจากนี้ข้อกำหนดอีกประการของวงจรย่อยขนาด 5, 10, 15, 20, แอมแปร์ คือ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบหนึ่งๆจะต้องไม่เกิน 80% ของวงจรย่อย

2. วงจรย่อยขนาด 30 แอมแปร์ : ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดชุดละไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้หัวเสียบแต่ละเครื่องต้องมีขนาดไม่เกิน 80% ของขนาดวงจรย่อย

3. วงจรย่อยขนาด 40 และ 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดไม่ต่ำกว่า 660 วัตต์ หรือเครื่องหุงต้มที่ติดตั้งถาวร

4. วงจรย่อยที่ประกอบไปด้วยดวงโคม เต้าเสียบ และ เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆซึ่งแต่ละจุดใช้ไฟฟ้าไม่เกิน10 แอมแปร์ จะต้องแบ่งออกเป็นวงจรย่อยโดยแต่ละวงจรต้องไม่เกิน 10 จุด ในทางปฏิบัติส่วนมากจะแยกวงจรย่อยออกตามลักษณะการใช้ เช่น แยกวงจรย่อยเป็นของเตา เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำความเย็น เครื่องใช้ถาวรที่มีอัตราการใช้ไฟเกิน 1 กิโลวัตต์ มอเตอร์ที่ต่อถาวรมีขนาดมากกว่า 1/8 แรงม้า ชุดแสงสว่าง และชุดเต้าเสียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การคำนวณวงจรย่อย

1. โหลดที่ต่อเนื่องของวงจรย่อยต้องไม่เกิน 80% ของพิกัดกระแสของวงจรย่อยนั้น ทั้งนี้จะต้องคำนึงถึงตัวนำว่าเป็นแบบใด และทำงานในลักษณะใด

2. โหลดแสงสว่างและโหลดเต้ารับ (Receptacle) การคิดโหลดแสงสว่างโดยทั่วไปในอาคารต้องไม่น้อยกว่าในตารางที่2.1และตารางที่2.2การคิดพื้นที่ต้องเป็นพื้นที่ใช้สอย ทั้งหมดของอาคาร ในกรณีของอาคารที่อยู่อาศัยจะไม่รวมบริเวณที่จอดรถและระเบียง

ชนิดของอาคาร	โหลดแสงสว่าง (VA/m^2)
สถานที่ประชุม	10
ธนาคาร	40
ร้านตัดผม	30
สโมสร	20
ที่อยู่อาศัย (ยกเว้นโรงแรม)	30
โรงพยาบาล	20
โรงแรมรวมถึงแฟลต	20
สถานที่ทำงาน	40
ภัตตาคาร	20
โรงเรียน	30
ร้านค้า	30
โกดังเก็บสินค้า	2.5
โบสถ์	10
ที่จอดรถ	5

ตารางที่ 2.1 โหลดแสงสว่างทั่วไปสำหรับอาคารต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของอาคาร	โหลดเต้ารับ (VA/m^2)		
	ต่ำ	สูง	เฉลี่ย
สถานที่ประชุม	1	3	2
ร้านขายอาหาร	1	3	2
โบสถ์	1	3	2
ห้องเขียนแบบ	4	11	8
โรงยิมเนเซี่ยม	1	2	2
โรงพยาบาล	5	16	11
โรงพยาบาลขนาดใหญ่	4	11	8
โรงฝึกงาน	5	27	16
อาคารสถานที่ทำงาน	5	16	11
โรงเรียนขนาดใหญ่	2	11	6
โรงเรียนขนาดกลาง	3	13	8
โรงเรียนขนาดเล็ก	3	16	10

ตารางที่ 2.2 โหลดเต้ารับสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า (ไม่พิจารณาถึงเต้ารับของระบบเครื่องปรับอากาศหรือเครื่องทำความร้อน)

ในการคำนวณตารางที่2.1และตารางที่2.2นั้นเหมาะสำหรับใช้ในการคำนวณออกแบบเบื้องต้น (Pre design) แต่ถ้าในการคำนวณวงจรย่อยของโหลดแสงสว่างหรือโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าใดๆ ที่ทราบแน่นอนให้คิดตามที่ติดตั้งจริงนอกจากนี้ให้โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไปให้คิดโหลดเต้ารับละ 180 โวลท์แอมป์ส่วนโหลดเต้ารับอื่นที่มิได้ใช้งานทั่วไปให้คิดโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

3. โหลดอื่นๆและโหลดแสงสว่างนอกเหนือจากแสงสว่างโดยทั่วไปดังกล่าวแล้วเช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่มอเตอร์ต้องเพิ่มเติมการคำนวณโหลดอีกดังนี้

จุดต่อไฟฟ้าสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าแบบใช้งานหนักให้คิดโหลดจุดละ 3 แอมแปร์ส่วนจุดต่อไฟฟ้าอื่นให้คิดโหลดจุดละ 1 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โหลดพิเศษอื่นๆ ในกรณีนี้จะหมายถึง ระบบปั๊มน้ำของอาคารสูง และระบบปั๊มน้ำในอาคารพาณิชย์ที่ใช้ในกรณีดับเพลิง ซึ่งจะพิจารณาได้จากตารางที่ 2.3 และ 2.4 นอกจากนี้ในตารางที่ 2.5 จะเป็นตารางที่แสดงความสัมพันธ์ของระบบเครื่องปรับอากาศกับชนิดของอาคาร

ชนิดของอาคาร	ปริมาณ	จำนวนของชั้น			
		5	10	25	50
อพาร์ตเมนต์	10ห้อง/ชั้น	-	15	90	350
โรงพยาบาล	30เตียง/ชั้น	10	45	250	-
โรงแรม	40ห้อง/ชั้น	7	35	175	450
สถานที่ทำงาน	930m^2/ชั้น	-	15	75	250

ตารางที่ 2.3 ค่ากำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) สำหรับใช้กับระบบปั๊มน้ำในอาคารสูง

พื้นที่/ชั้น (m^2)	จำนวนของชั้น			
	5	10	25	50
465	40	65	150	250
930	60	100	200	400
2325	75	150	275	550
4650	120	200	400	800

ตารางที่ 2.4 ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการ (กิโลวัตต์) สำหรับใช้กับระบบปั๊มน้ำดับเพลิงในอาคารพาณิชย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของอาคาร	โหลดเครื่องปรับอากาศ (VA/m^2)
ธนาคาร	75
ดีพาร์ตเมนต์สโตร์	32 – 54
โรงแรม	65
อาคารสำนักงาน	65
อาคารที่มีอุปกรณ์สื่อสารจำนวนมาก	75 – 86
ร้านค้าเล็กๆ (ร้านรองเท้า ร้านเสริมสวย	43 – 129
ภัตตาคาร (ไม่พิจรณาไปถึงครัว)	86

ตารางที่ 2.5 โหลดของเครื่องปรับอากาศสำหรับอาคารต่างๆ

2.1.4 การคำนวณโหลดในวงจรย่อยตามโหลดจริง

โหลดที่ใช้งานในวงจรย่อยแบ่งประเภทของโหลดได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

1. โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง คือหลอดไฟฟ้าที่เห็นใช้งานทั่วไป ซึ่งมีอยู่หลายชนิดด้วยกันตามจุดประสงค์ของการใช้งาน และสภาพที่ติดตั้ง หลอดไฟฟ้าที่ควรรู้จักเช่น

หลอดไส้ (Incandescent) หลอดชนิดนี้มีใช้งานทั่วไป ภายในหลอดแก้วจะมีไส้หลอดและบรรจุไว้ด้วยก๊าซเฉื่อยหรือเป็นสุญญากาศเพื่องป้องกันไส้หลอดไหม้ หลอดประเทนี้มีรูปร่างหลายแบบตามแต่จะออกแบบเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน ข้อดีของหลอดประเภทนี้คือคุณภาพของแสงดี และให้ความสว่างได้ในขณะที่แรงดันต่ำกว่าพิกัดของหลอดนานมากๆ เพียงแต่ความสว่างจะลดลง ขนาดของหลอดจะบอกเป็นวัตต์

ในระบบแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จะสามารถกำหนดขนาดกระแสสำหรับหลอดแต่ละขนาดได้ตามตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดหลอด (วัตต์)	กระแส (แอมแปร์)
10	0.0455
15	0.0682
25	0.1136
40	0.1818
60	0.2727
100	0.4545
200	0.9091

ตารางที่ 2.6 ตารางแสดงกระแสของหลอดไส้

หลอดฮาร์โลเจน (Tungsten Halogen) เป็นหลอดไส้เช่นเดียวกันเพียงแต่ภายในหลอดบรรจุก๊าซฮาร์โลเจนไว้ ไส้หลอดจะไม่สลายตัวไปตามอายุการใช้งานของหลอด จึงเป็นผลให้ความสว่างไม่เปลี่ยนแปลงไปมากตามอายุการใช้งาน และเนื่องจากเป็นไส้หลอดการคิดกระแสก็เหมือนกับหลอดไส้

หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent) หลอดชนิดนี้จัดเป็นหลอดไฟประเภทดีสชาร์จภายในหลอดเคลือบด้วยสารเรืองแสง ในการใช้งานจะต้องมีบัลลาสต์ด้วย และในบัลลาสต์นี้เองจะมีค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียอยู่ค่าหนึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดของบัลลาสต์ที่ใช้ว่าดีเพียงใด หลอดชนิดนี้มีรูปร่างต่างๆ หลายรูปแบบเช่นกัน

ขนาดหลอด (วัตต์)	กระแส (แอมแปร์)
8	0.145
13	0.165
18 และ 20	0.37
32	0.45
38 และ 40	0.43
60	0.75

ตารางที่ 2.7 กระแสโดยประมาณของหลอดฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปกติหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของบัลลาสต์ที่ใช้ ในการใช้งานอาจลดกระแสได้โดยการปรับค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้สูงขึ้นด้วยการต่อคาปาซิเตอร์ขนานเข้าไปในวงจร

2. โหลดเต้ารับ เต้ารับแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

เต้ารับใช้งานทั่วไป คือเต้ารับที่ติดตั้งอยู่ทั่วไป ไม่ทราบโหลดที่แน่นอน และโหลดจะเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการใช้งาน การคิดโหลดเต้ารับคิดจุดละ 180 โวลท์แอมป์

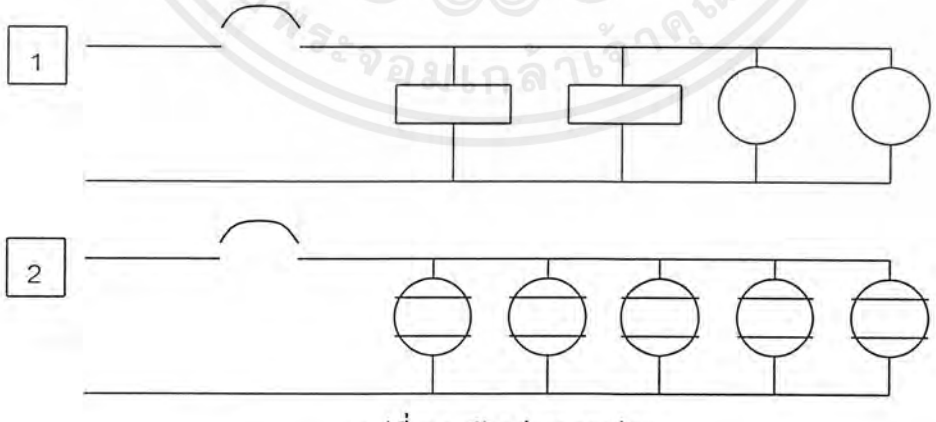
เต้ารับที่ทราบโหลดแน่นอนแล้ว คิดจากขนาดของโหลดที่ใช้เต้ารับ

3. โหลดอื่นๆ หมายถึงโหลดที่ติดตั้งถาวรที่ต่อใช้งานอยู่ในวงจรไฟฟ้านอกเหนือไปจากโหลดแสงสว่างและโหลดเต้ารับเช่น เครื่องทำน้ำอุ่น และเครื่องปรับอากาศ

สรุปว่าโหลดของวงจรย่อยอาจแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดเต้ารับ (ทั้งเต้ารับใช้งานทั่วไปและเต้ารับที่ทราบโหลดที่แน่นอนแล้ว) และโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร การคำนวณวงจรย่อยก็คือการนำโหลดต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้นมาคำนวณตามแต่ขนาดและชนิดของโหลด

การคำนวณโหลดของวงจรย่อย คือ การนำโหลดทั้งหมดที่ต่อใช้งานในวงจรย่อยนั้นมาคำนวณการคำนวณดำเนินการดังนี้

1. โหลดแสงสว่างและโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าติดตั้งถาวรอื่นที่ทราบโหลดแน่นอนแล้วคิดตามที่ติดตั้งจริง
2. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป คิดโหลดเต้ารับละ 180 โวลท์แอมป์



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างวงจรย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรย่อยที่ 1

วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง ประกอบด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2 ชุดและ หลอดไส้ขนาด 60 วัตต์ จำนวน 2 ชุด

หลอดฟลูออเรสเซนต์ 40 วัตต์ กระแสหลอดละ 0.43 แอมแปร์

หลอดไส้ 60 วัตต์ กระแสหลอดละ 0.2727 แอมแปร์

รวมโหลดทั้งหมด = (2 * 0.43) + (2 * 0.2727) = 1.4 แอมแปร์

วงจรย่อยที่ 2

วงจรเต้ารับเป็นเต้ารับใช้งานทั่วไป จำนวน 5 ชุด คิดโหลดเต้ารับละ 180 โวลท์แอมป์

รวมโหลดเต้ารับ = 5 * 180 = 900 โวลท์แอมป์

หรือคิดเป็นกระแส = 900 / 220 = 4.1 แอมแปร์

2.1.5 การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย

เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีขนาดเท่ากับขนาดของวงจรย่อย แต่ถ้าขนาดดังกล่าวไม่ใช่ขนาดมาตรฐานของผู้ผลิตก็ให้เลือกขนาดมาตรฐานที่สูงขึ้นถัดไปได้เช่น วงจรย่อยขนาด 15 แอมแปร์ อาจใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินขนาด 16 แอมแปร์ ได้ ถ้าขนาดมาตรฐานการผลิตไม่มีขนาด 15 แอมแปร์ สำหรับไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ขนาดวงจรย่อยได้กำหนดไว้เป็นมาตรฐานคือขนาด 5, 10, 15, 20, 30, 40, และ 50 แอมแปร์ ในการใช้งานจะกำหนดเป็นขนาดอื่นนอกเหนือไปจากที่กำหนดนี้ไม่ได้ยกเว้นเครื่องใช้ไฟฟ้าพิเศษและโหลดมอเตอร์ ในวงจรย่อยที่มีโหลดต่อเนื่องและโหลดไม่ต่อเนื่องปนอยู่ หรือมีโหลดเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งการคิดโหลดเพื่อกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินเป็นไปตามนี้

$$\text{ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน} \geq \text{โหลดไม่ต่อเนื่อง} + (1.25 \times \text{โหลดต่อเนื่อง})$$

หมายเหตุ โหลดต่อเนื่องหมายถึงโหลดที่ใช้งานติดต่อนานตั้งแต่ 3 ชั่วโมงขึ้นไป

2.1.6 การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย

สายไฟฟ้าของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าโหลดที่คำนวณได้ และต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตารางมิลลิเมตร กรณีนี้พบว่าขนาดกระแสของสายไฟฟ้ามีค่าต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย เนื่องจากเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องกำหนดให้ตรงกับขนาดมาตรฐานของวงจรย่อยและผู้ผลิต การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าทำได้ 2 วิธีคือ

กำหนดจากโหลดที่คำนวณได้ ใช้เฉพาะวงจรที่สามารถคำนวณได้แน่นอน เครื่องป้องกันกระแสเกินใช้ขนาดสูงขึ้นไม่เกินหนึ่งขั้น และเป็นวงจรที่ไม่มีเต้ารับรวมอยู่ด้วย สายไฟฟ้ากำหนดจากสมการดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า $\geq$ โหลดไม่ต่อเนื่อง + (1.25 $\times$ โหลดต่อเนื่อง)

กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน วิธีใช้เมื่อไม่สามารถกำหนดตามข้อ1ได้ คือเป็นวงจรย่อยที่ไม่สามารถกำหนดหรือคำนวณโหลดได้แน่นอน หรือเป็นวงจรย่อยที่มีเต้ารับรวมอยู่ด้วย หรือใช้เมื่อผู้ออกแบบไม่ต้องการทำรายการคำนวณที่ยุ่งยาก

การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจได้ขนาดสายใหญ่กว่าที่กำหนดจากโหลด และการกำหนดตามวิธีที่ 2 นี้สามารถใช้แทนวิธีที่ 1 ได้ จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากเพียงแต่วิธีนี้อาจเป็นวิธีที่ไม่ประหยัดเท่านั้น

2.2 สายป้อน

สายป้อน หมายถึง ตัวนำของวงจรระหว่างเมนสวิตซ์กับเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย สายป้อนจึงเป็นสายไฟฟ้าที่จ่ายให้แก่วงจรย่อยตั้งแต่ 2 วงจรขึ้นไป หรือ จ่ายไฟให้กับสายป้อนด้วยกัน การกำหนดขนาดของสายป้อน คือ การกำหนดขนาดของสายไฟฟ้า และเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรสายป้อน แรงดันตกในช่วงของสายป้อนจะต้องไม่เกิน 3% แต่ทั้งนี้หากรวมแรงดันไฟฟ้าตกในช่วงของวงจรย่อยด้วยต้องไม่เกิน 5% และ**ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร** เสมอ

2.2.1 การคำนวณโหลดของสายป้อน

การคำนวณโหลดของสายป้อน คือการนำโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรสายป้อนมารวมกัน ในการคำนวณยอมให้ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ได้ ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ที่จะกล่าวต่อไปนี้อาจไม่ใช้ก็ได้ถ้าผู้ออกแบบพิจารณาแล้วว่าในการใช้งานจริงมีโอกาสใช้โหลดมากกว่าค่าดีมานด์แฟกเตอร์ที่กำหนดไว้ ค่าที่กำหนดจึงเป็นเพียงแนวทางที่จะใช้ในการคำนวณและเป็นค่าต่ำสุดที่จะยอมให้ได้เท่านั้น โหลดรวมของสายป้อนคือผลรวมของโหลดเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\text{โหลดรวม} = \sum_{i=1}^{n} (Li * DFi)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

L : ผลรวมของโหลดประเภทเดียวกัน

i : ตัวเลขใดๆตามประเภทของโหลด

DF : ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดประเภท i

การใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ มีข้อกำหนดดังนี้

โหลดแสงสว่าง ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.8 แต่ห้ามใช้กับสายป้อนในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลซึ่งบางขณะไฟฟ้าแสงสว่างจะต้องใช้พร้อมกันเช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหาร หรือห้องโถง

โหลดเต้ารับใช้งานทั่วไปที่ได้มีการคิดโหลดไว้เต้ารับละขนาดไม่เกิน 180 โวลท์ แอมแปร์ ของสถานที่อื่นๆที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.9

โหลดเต้ารับอื่นที่ไม่ใช่เต้ารับใช้งานทั่วไปตามข้อ 2 ให้คิดโหลดจากเต้ารับตัวแรกที่มีขนาดโหลดสูงสุดบวกกับ 75% ของโหลดเต้ารับที่เหลือ

โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปที่ต่อใช้ไฟฟ้าโดยตรงโดยไม่ผ่านเต้ารับ ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.10

ดีมานด์แฟกเตอร์ที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้ใช้ได้กับเฉพาะการคำนวณสายป้อนเท่านั้น ห้ามใช้เพื่อการคำนวณวงจรย่อย เนื่องจากในการคำนวณวงจรย่อยไม่มีการใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์

ชนิดของอาคาร	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
อาคารที่พักอาศัย	66
ร้านค้า	90
อาคารสำนักงาน	100
ห้างสรรพสินค้า	100
โรงแรม	75
โรงพยาบาล	75
อาคารชุดประเภทพักอาศัย	75
อาคารประเภทอื่น	100

ตารางที่ 2.8 ดีมานด์แฟกเตอร์ของสายป้อนแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
10 KVA แรก เกิน 10 KVA	100 50

ตารางที่ 2.9 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของที่ตัวเหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2. อาคารสำนักงานรวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกใหญ่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3. โรงแรมและอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำความร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

ตารางที่ 2.10 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน $\geq$ โหลดไม่ต่อเนื่อง + (1.25 $\times$ โหลดต่อเนื่อง)

กรณีที่ขนาดที่คำนวณได้ไม่ตรงกับมาตรฐานของเครื่องป้องกันกระแสเกินให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดตรงตามผู้ผลิตดังนี้ หากโหลดที่คำนวณได้ไม่เกิน 800 แอมแปร์ ยอมให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินที่เป็นขนาดมาตรฐานที่สูงถัดขึ้นไปได้ (ในทางปฏิบัติอาจใช้ขนาดมาตรฐานที่เล็กลงก็ได้) แต่ถ้าโหลดที่คำนวณได้มีค่าเกิน 800 แอมแปร์ ต้องใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดมาตรฐานขนาดใกล้เคียงที่ต่ำลงการเลือกขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดมาตรฐานที่สูงถัดขึ้นไปสามารถทำได้ ถ้าขนาดสายไฟฟ้ากำหนดตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

2.2.3 การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าของสายป้อน

สายไฟฟ้าของสายป้อนต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าทำได้ 2 วิธีคือ

กำหนดจากโหลดที่คำนวณได้ ใช้สำหรับวงจรที่สามารถคำนวณโหลดได้ชัดเจนดังนี้

ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า $\geq$ โหลดไม่ต่อเนื่อง + (1.25 $\times$ โหลดต่อเนื่อง)

กำหนดจากขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน ขนาดกระแสของสายไฟฟ้าต้องไม่ต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินเมื่อไม่สามารถคำนวณโหลดได้ชัดเจน หรือกรณีที่โหลดเกิน 800 แอมแปร์ และเลือกขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดมาตรฐานที่สูงถัดขึ้นไปได้

การกำหนดขนาดสายไฟฟ้าตามขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน อาจได้ขนาดสายใหญ่กว่าที่กำหนดจากโหลด และกำหนดตามวิธีที่ 2 นี้สามารถใช้แทนวิธีที่ 1 ได้ จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากสะดวกเพียงแต่เป็นวิธีที่ไม่ประหยัดเท่านั้น และการกำหนดขนาดสายไฟฟ้าให้มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าโหลดที่คำนวณได้ตามวิธีที่ 1 นี้ จะเห็นว่าสายไฟฟ้าที่ใช้อาจมีขนาดกระแสต่ำกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ เช่นเดียวกับวงจรย่อย

การกำหนดขนาดสายนิวทรัล

ในวงจร 3 เฟส 4 สาย กระแสที่ไหลในสายนิวทรัลปกติจะไม่เท่ากับในสายเฟส การกำหนดขนาดสายนิวทรัลจึงต่างไปจากสายเฟส โดยกำหนดจากปริมาณกระแสที่คาดว่าจะไหลในสายนิวทรัลเนื่องจากโหลดไม่สมดุล คือโหลด 1-เฟสที่ต่ออยู่ในวงจร 3-เฟส เลือกใช้เฟสที่มากที่สุด การไฟฟ้านครหลวงมีข้อกำหนดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. กรณีสายเส้นไฟมีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของสายนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่ากระแสโหลดสูงสุดนั้น

2. กรณีสายเส้นไฟมีกระแสโหลดไม่สมดุลสูงสุดเกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของสายนิวทรัลต้องไม่ต่ำ 200 แอมแปร์ บวกด้วย 70% ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์

3. ถ้าโหลดไม่สมดุลเป็นโหลดประเภทหลอดดีสชาร์จ เช่นหลอดฟลูออเรสเซนส์ อุปกรณ์เกี่ยวกับการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์อื่นที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์โมนิกส์ไหลในสายเส้นนิวทรัลสายนิวทรัลต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าโหลดไม่สมดุลนั้น

ในวงจรที่มีโหลด 1 เฟสอยู่น้อยเช่น วงจรมอเตอร์ 3 เฟส อาจใช้โหลด 1 เฟส สำหรับวงจรควบคุมเท่านั้น การกำหนดขนาดของสายนิวทรัลอาจได้ขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับสายเฟส กรณีนี้ควรกำหนดขนาดสายนิวทรัลเท่ากับสายดินของวงจรเดียวกันนี้

2.2.4 การจัดทำตารางโหลด

การจัดทำตารางโหลดมีความจำเป็นมากในการออกแบบระบบไฟฟ้า เพราะตารางโหลดจะแสดงรายละเอียดต่างๆ ที่ไม่สามารถแสดงในแบบได้ และยังช่วยให้การออกแบบสะดวกไม่หลงลืมผู้ใช้งานเช่นผู้ที่ทำการประมาณราคาและติดตั้งจะดูแบบได้ง่ายขึ้น ประโยชน์ที่ได้จากการจัดทำตารางโหลดพอสรุปได้ดังนี้

1. สามารถจัดการสมดุลของโหลดแต่ละเฟสได้ดี (Balanced Load) โดยเฉพาะที่โหลดส่วนใหญ่เป็นโหลด 1 เฟส

2. การคำนวณโหลดทำได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการหาผลรวมของโหลดทั้งหมด หรือบางส่วนในวงจรเช่นแต่ละแผงสวิทซ์ ก็ตาม

3. แสดงรายละเอียดที่แสดงในแบบไม่สะดวก หรือไม่สามารถแสดงได้เช่น ชนิดและขนาดของสายไฟฟ้า รายละเอียดของท่อร้อยสาย หมายเลขวงจรและไดอะแกรมเส้นเดียว เป็นต้น

จุดประสงค์ของการทำให้โหลดสมดุล เพราะว่าในระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ต้องการให้กระแสที่ไหลไปยังโหลดหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละเฟสมีค่าเท่ากันนั่นเอง เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าจะมีอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรและอุปกรณ์ป้องกันกระแสไหลเกิน ถ้าไม่มีการทำให้โหลดสมดุลแล้วอาจทำให้เฟสใดเฟสหนึ่งกินกระแสมากกว่าอีกเฟสหนึ่ง ซึ่งอาจจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจรหรือป้องกันกระแสเกินที่ต่อทั้ง 3 เฟสขาดไม่พร้อมกัน จะทำให้อุปกรณ์ชนิด 3 เฟส เกิดการเสียหายได้ และอีกประการหนึ่งคือ ในระบบ 3 เฟส 4 สาย หากทุกเฟสมีกระแสเท่ากันแล้วจะทำให้กระแสที่ไหลในสายนิวทรัลเท่ากับศูนย์ ซึ่งถ้ากระแสในสายนิวทรัลเท่ากับศูนย์แล้วจะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42597

สามารถลดขนาดของสายนิวทรัลให้มีขนาดเล็กลงกว่าสายเฟสได้ โดยปกติแล้วการทำโหลดให้สมดุลจะมีหลักเกณฑ์ดังนี้คือ

1. ทำกระแสในแต่ละเฟสให้เท่ากัน
2. ทำค่า โวลท์แอมป์ ในแต่ละเฟสให้เท่ากัน

การหาค่า โวลท์แอมป์ ของโหลดสามารถพิจรณาได้จาก

1. ในกรณีโหลดเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์

$$VA = \frac{W}{\cos \varphi}$$

2. ในกรณีที่เป็นหลอดอินแคนเดสเซนต์ หรือขดลวดความต้านทาน

$$VA = W$$

3. พวกวงจรเต้ารับ จะมีขนาด = 200 ถึง 220 โวลท์แอมป์

2.3 สายเมน

สายเมน ต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้สำหรับการใช้กำลังไฟฟ้าของอาคาร โดยไม่ทำให้อุณหภูมิของสายสูงเกินกว่าที่จำกัดได้ การคำนวณโหลดของสายเมนใช้หลักการเดียวกับการคำนวณสายป้อน โหลดที่ใช้คำนวณคือโหลดทั้งหมดที่ต่อใช้งานจากสายเมนนี้ สายเมนแบ่งเป็นสายอากาศและสายใต้ดิน สายเมนเข้าอาคารแยกเป็นสายเมนสำหรับระบบแรงต่ำและสายเมนสำหรับระบบแรงสูง แต่สำหรับเนื้อหาในปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะขอกล่าวถึง สายเมนสำหรับระบบแรงต่ำเท่านั้น ซึ่งสายเมนสำหรับระบบแรงต่ำมีรายละเอียดดังนี้

1. สายเมนเข้าอาคารชนิดสายอากาศ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง มีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสโหลดได้ **แต่ต้องไม่เล็กกว่า 4 ตารางมิลลิเมตร** การคำนวณโหลดของสายเมนเข้าอาคาร คือการรวมโหลดทั้งหมดที่ใช้ไฟจากสายเมนเข้าด้วยกัน การคำนวณสามารถใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ได้และใช้ตารางเดียวกับการคำนวณสายป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายเมนเข้าอาคารชนิดสายใต้ดิน ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง มีขนาดเพียงพอที่จะรับกระแสโหลดได้ แต่ต้องไม่เล็กกว่า 10 ตารางมิลลิเมตร เนื่องจากต้องการความแข็งแรงทางกลด้วย

สำหรับขนาดของสายนิวทรัล ทั้งที่เป็นสายอากาศและสายใต้ดิน กำหนดจากข้อกำหนดของสายนิวทรัลจากหัวข้อที่ 2.2.3

2.4 วันไลน์ไดอะแกรม

วันไลน์ไดอะแกรมเป็นหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า แสดงถึงระบบการแจกจ่ายไฟฟ้าทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นอาคาร หรือโรงงานอุตสาหกรรมใดๆ

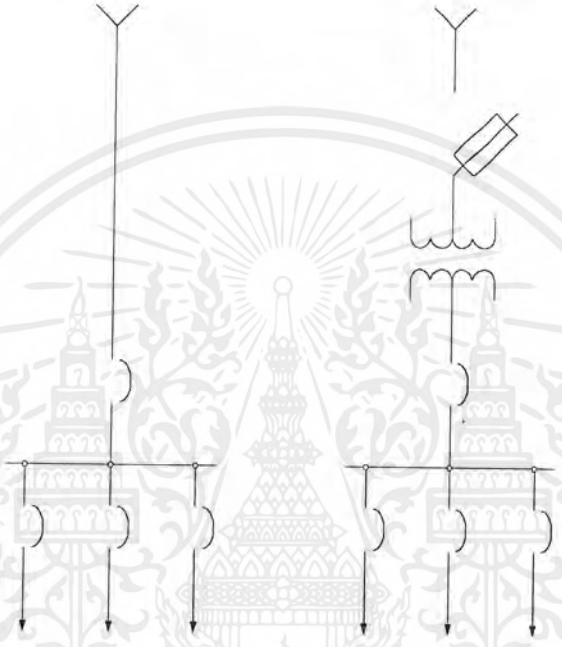
ก่อนที่ผู้ออกแบบจะเขียนวันไลน์ไดอะแกรมได้ สิ่งที่ต้องคำนึงถึงก่อนอื่นก็คือแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ซึ่งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าอาจจะมาจากระบบไฟฟ้าของรัฐหรือมาจากการผลิตขึ้นมาได้เอง

สำหรับระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าสามารถที่จะจำแนกระบบของแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าได้เป็นระบบต่างๆ ได้หลายระบบแต่สำหรับในเนื้อหาของปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะขอกล่าวถึงระบบเดียวเท่านั้นคือ ระบบสายป้อนแบบราก ซึ่งเป็นระบบพื้นฐานที่สุด

สายป้อนแบบราก รูปแบบการกระจายของระบบนี้เป็นแบบที่ใช้กับอาคารขนาดเล็กซึ่งถือว่ามีราคาถูก ประหยัด และง่ายที่สุด โดยทั่วไปตัวอาคารที่ใช้จะมีระดับแรงดันไฟฟ้า 380 / 220 โวลท์ ซึ่งเป็นแรงดันระดับขณะใช้งาน (Utilization voltage) โดยลักษณะของระบบนี้จะมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าระบบแรงดันไฟฟ้าต่ำ ผ่านอุปกรณ์ป้องกันในแผงสวิตซ์ (Switchboard หรือ main panel board) หลังจากนั้นระบบการจ่ายกำลังไฟฟ้าก็จะถูกจ่ายต่อไปยังโหลดหรือส่วนของแผงสวิตซ์ย่อย ตู้แจกจ่ายระบบไฟฟ้า (Distribution cabinets) หรือแผงย่อยต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าในระบบที่จ่ายมาในลักษณะเป็นแบบแรงดันไฟฟ้าขนาดกลาง ก็ต้องมีหม้อแปลงหนึ่งตัวหรือมากกว่านี้มาต่อร่วมกันในวงจร เพื่อที่จะได้ลดระดับแรงดันไฟฟ้ามายังแรงดันไฟฟ้าต่ำอีกทีหนึ่ง อุปกรณ์ป้องกันในกรณีนี้ก็อาจจะได้แก่ ฟิวส์สวิตซ์ (Fuse switch) หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยจะใช้ในระบบแรงดันไฟฟ้าขนาดกลางและขนาดแรงดันไฟฟ้าต่ำ



รูปที่ 2.2 แสดงลักษณะการกระจายของระบบสายป้อนแบบราก

ในรูปที่ 2.2 เป็นการแสดงให้เห็นลักษณะการต่อระบบในแบบสายป้อนแบบรากอย่างง่ายๆ 2 วงจร และเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด โดยในวงจรแรกจะมีการทำงานเป็นแบบปกติทั่วๆ ไปคือการจ่ายโหลดนั้นมีการส่งผ่านมาในทางเดียวจากแหล่งจ่ายโดยตรง สำหรับในกรณีที่เกิดการผิดปกติขึ้นในวงจรอุปกรณ์ป้องกันที่อยู่ใกล้กับจุดที่เกิดการผิดปกติมากที่สุด ก็จะทำให้การเปิดวงจรออกโดยจะเป็นแบบการทำงานร่วมกันตามลำดับ (Selectively coordinated)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไรเซอร์ไดอะแกรม

ในอาคารที่มีความสูงเข้ามาเกี่ยวข้อง ระบบไฟฟ้าภายในอาคารเหล่านี้จะมีการแจกจ่ายระบบไฟฟ้าจากชั้นล่างขึ้นสู่ชั้นบน ชั้นบนลงสู่ชั้นล่าง หรือขึ้นสู่ชั้นบนก็ได้ ดังนั้นอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในแต่ละชั้นจึงมีมาก จึงต้องมีไดอะแกรมที่จะรู้ถึงการต่ออุปกรณ์ทั้งหมดและเกี่ยวกับการแจกจ่ายระบบไฟฟ้าด้วย ซึ่งในไดอะแกรมที่จะแสดงนี้จะบอกกล่าวถึงรายละเอียดต่างๆ เช่น ท่อ สาย และข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด ดังนั้นจึงสามารถที่จะให้ความหมายของไรเซอร์ไดอะแกรม นี้ได้ว่า หมายถึงวันไลน์ไดอะแกรม ที่เขียนขึ้นมาเพื่อที่จะแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์และรายละเอียดอุปกรณ์ตลอดจนการต่อเชื่อมโยงของระบบและอุปกรณ์นั้นๆ

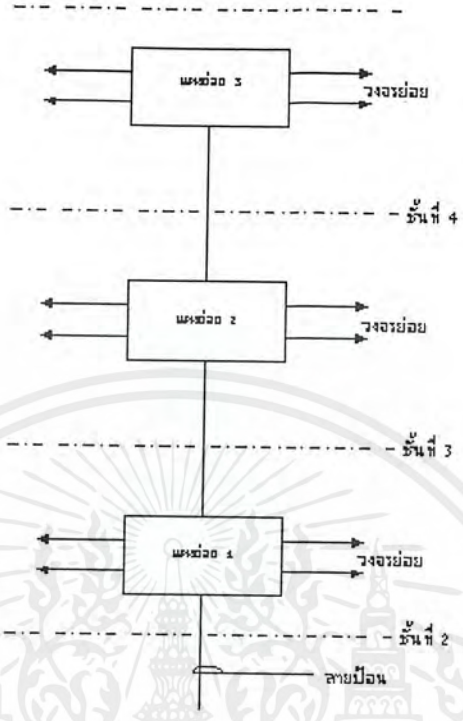
การแสดงไดอะแกรมของไรเซอร์นี้สามารถทำได้โดยง่าย เพราะว่าเป็นการเขียนในลักษณะชั้นต่อชั้น และแสดงการเชื่อมต่อของระบบในลักษณะชั้นต่อชั้นอีกด้วย อนึ่งไรเซอร์ไดอะแกรมนี้ไม่ใช่หมายถึงวันไลน์ไดอะแกรมของระบบ เพราะว่าเป็นเพียงสิ่งที่แสดงวงจรอันได้แก่ สายหรือ ตัวนำของระบบแจกจ่ายเท่านั้น

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วไรเซอร์ไดอะแกรมก็จะมีความสัมพันธ์กับวันไลน์ไดอะแกรม โดยไรเซอร์ไดอะแกรมจะบ่งบอกถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดตั้งแต่ตัวรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าเข้ามา และจ่ายไปยังชั้นต่าง ๆ โดยจะมีการบ่งบอกถึงแผงย่อยในแต่ละชั้นว่ารับการจ่ายไฟฟ้ามาจากแหล่งใดเป็นต้น นอกจากนี้จะรวมไปถึงข้อมูลต่าง ๆ เช่น ขนาดของสายป้อน จำนวน ชนิด หรือจำนวนชนิดของท่อหรือทางเดินของสายอย่างอื่น ๆ ซึ่งวิธีเดินสายป้อนไปยังแผงย่อยต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับขนาดของตัวอาคาร และลักษณะที่ต้องการใช้ไฟฟ้า ดังนั้นจึงพอที่จะสรุปลักษณะของการเดินสายป้อนดังนี้

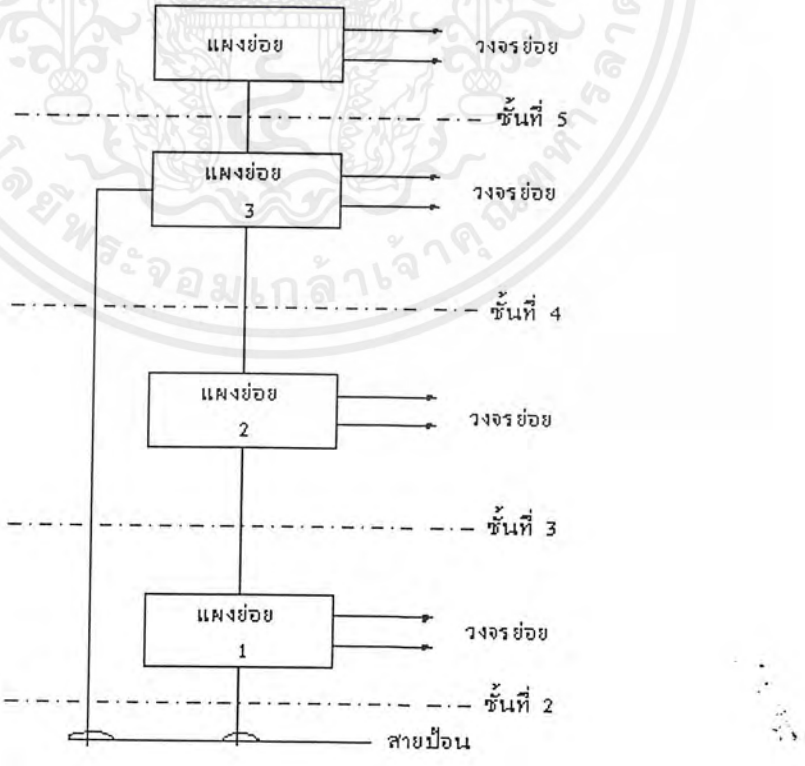
2.5.1 ในอาคารที่สูงเพียง 2 – 3 ชั้น

การเดินสายป้อนเข้าแผงย่อยจ่ายไฟต่าง ๆ อาจใช้วิธีดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การเดินสายป้อนในอาคารซึ่งสูงเพียง 2 – 3 ชั้น (ใช้สายป้อนชุดเดียวกัน)



รูปที่ 2.4 รูปที่เป็นวิธีการที่ดัดแปลงมาจากรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่วิธีการในรูปที่ 2.3 จะมีข้อเสียคือ แรงดันไฟฟ้าที่อยู่ชั้นบนจะมีค่าต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าในชั้นล่าง ดังนั้นจึงต้องเพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัดของสายให้ใหญ่ขึ้นซึ่งทำให้สิ้นเปลือง นอกจากนี้ยังไม่สามารถควบคุมการปิดเปิดไฟได้มาก

แต่ในวิธีการของรูปที่ 2.4 เป็นลักษณะอาคารเดียวกันกับรูปที่ 2.3 แต่รูปที่ 2.4 เป็นวิธีที่ดีกว่า เพราะอาจเลือกขนาดสายป้อนแต่ละสายเพื่อให้มีแรงดันไฟฟ้าตกในสายเท่า ๆ กัน และทำให้แรงดันไฟฟ้าที่แผงย่อย ๆ แผงมีค่าเกือบเท่ากัน เพื่อให้ประหยัดที่สุดมักจะใช้แผงย่อยจ่ายไฟไม่เกิน 3 แผง และใช้สายป้อนชุดเดียวกัน แต่ก็ไม่ใช่หลักเกณฑ์ที่ตายตัว

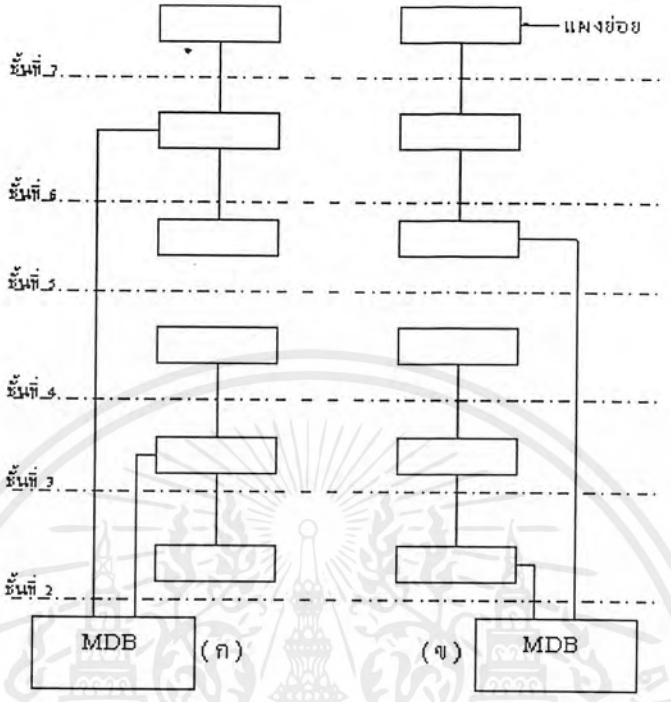
2.5.2 ในอาคารซึ่งสูงหลายชั้น

จะสามารถแสดงหลักการและวิธีการเดินสายป้อนได้ตามรูป 2.5 (ก) และรูปที่ 2.5 (ข) แต่วิธีการเดินแบบรูป (ก) จะดีกว่ารูป (ข) เพราะว่าแรงดันไฟฟ้าที่แผงย่อยต่าง ๆ เกือบมีค่าเท่ากันทุกแผง

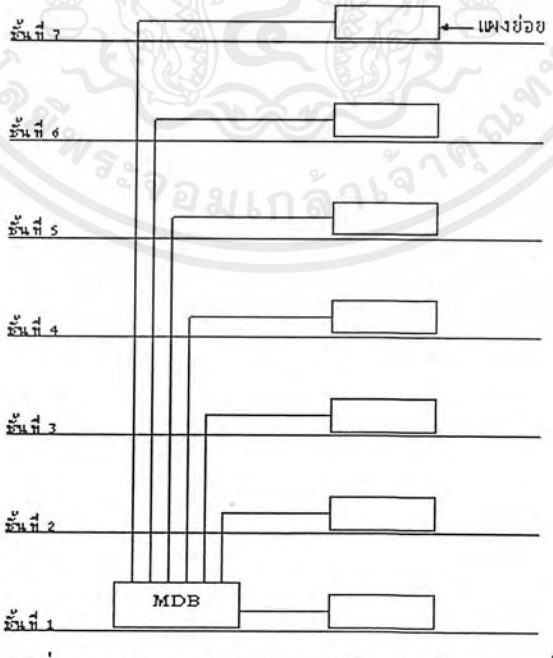
ในอาคารใหญ่ ๆ บางครั้ง เพื่อความสะดวกอาจจำเป็นต้องเดินสายป้อนเพียงสายเดียวไปยังแผงย่อยต่าง ๆ ซึ่งจะอยู่ตามชั้นต่าง ๆ เพื่อให้สามารถควบคุมการใช้ไฟฟ้าได้ง่าย เพราะจะไม่เกี่ยวข้องกับชั้นอื่น ๆ โดยแสดงไว้ในรูปที่ 2.6

นอกจากนี้ในอาคารที่สูงมาก ๆ ถ้าใช้สายป้อนแรงต่ำอาจจะต้องใช้สายขนาดใหญ่มาก ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงมักเดินสายป้อนแรงดันสูงเข้ามายังหม้อแปลง ซึ่งจะติดตั้งไว้ตามชั้นที่เหมาะสมและจากหม้อแปลงเหล่านี้จะเดินสายป้อนแรงดันต่ำไปยังแผงย่อยอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 รูปการแสดงวิธีการเดินสายป้อนในอาคารที่สูงหลายชั้น



รูปที่ 2.6 รูปแสดงการเดินสายป้อนอีกลักษณะหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การคำนวณสำหรับอาคารชุด

การคำนวณโหลดสำหรับอาคารชุดใช้หลักการคำนวณเช่นเดียวกับโหลดทั่วไป ต่างกันตรงที่โหลดที่ใช้ในการคำนวณสำหรับส่วนที่เป็นห้องชุดจะคิดจากพื้นที่ห้อง และในการคำนวณจะใช้ค่าโคอินซิเดนแฟกเตอร์แทนการใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ ห้องชุดที่มีการใช้ไฟมากกว่าปกติซึ่งเมื่อคำนวณแล้วสูงกว่าการกำหนดจากพื้นที่ห้องควรใช้ค่าจากโหลดที่ติดตั้งจริง การคำนวณโหลดในวงจรไฟฟ้าอาจแยกออกเป็นส่วน ๆ ได้ดังนี้

1. โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง
2. โหลดของห้องชุด
3. โหลดของสายป้อน
4. โหลดรวม

2.6.1 โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง

ไฟฟ้าส่วนกลาง คือ ไฟฟ้าที่ผู้อยู่อาศัยภายในอาคารชุดใช้ประโยชน์ร่วมกันเช่น แสงสว่างห้องโถง ไฟฟ้าทางเดิน ลิฟต์ เครื่องสูบน้ำ ไฟสนาม เป็นต้น การคำนวณจะใช้โหลดตามที่ติดตั้งจริง และยอมให้ใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ได้ จึงคำนวณเช่นเดียวกับการคำนวณโหลดทั่วไป

2.6.2 โหลดของห้องชุด

คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด รวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำ แต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียง การคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุด และห้ามใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์ ห้องชุดแยกออกเป็น 3 ประเภท มีการคำนวณที่แตกต่างกันแยกตามประเภทของห้องชุดได้ดังนี้

1. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
2. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
3. ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม

การคำนวณเป็นไปตามตารางที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทห้องชุด	พื้นที่ห้อง ตร.ม.	สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น วีเอ	
		ห้องชุดไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	ห้องชุดมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
1. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	VA = (90 x A) + 1,500	VA = (20 x A) + 1,500
	ไม่เกิน 180	VA = (90 x A) + 3,000	VA = (20 x A) + 3,000
	เกิน 180	VA = 155 x A	VA = 85 x A
2. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป	ทุกขนาด	VA = 155 x A	VA = 85 x A
3. ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม	ทุกขนาด	VA = 165 x A	
กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม.			

ตารางที่ 2.11 สูตรการคำนวณโหลดห้องชุด

2.6.3 โหลดสายป้อน

การคำนวณโหลดสายป้อนคือ การนำโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่กับสายป้อนมารวมเข้าด้วยกัน การคำนวณสายป้อนของห้องชุดสามารถใช้ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ได้ตามตารางที่ 2.12และ 2.13 ในการเรียงลำดับห้องเพื่อคิดค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ให้เรียงจากห้องที่มีโหลดสูงสุดก่อน โหลดที่ได้ทั้งหมดถือเป็นโหลดต่อเนื่องจึงต้องคูณด้วย 1.25 ก่อนนำไปกำหนดค่าอื่น ๆ ต่อไป การออกแบบสายป้อนอาจทำได้หลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้กันมากคือ

1. ใช้สายป้อนแยกกันปกติการออกแบบจะแยกเป็นสายป้อนละชั้นหรือหลายชั้นก็ได้ การคำนวณโหลดสายป้อนคือ นำโหลดที่ต่อใช้งานจากสายป้อนนั้นมาคำนวณ วิธีนี้มีข้อดีตรงที่เมื่อสายป้อนชุดใดชุดหนึ่งชำรุด สายป้อนชุดอื่น ๆ ก็ยังคงจ่ายไฟต่อไปได้ แต่อาคารที่มีจำนวนชั้นมากจะมีสายป้อนเป็นจำนวนมากด้วยเช่นกัน อาจมีปัญหาในการติดตั้งและซ่อมบำรุง วิธีการเดินสายจะเดินในช่อเดินสายโลหะเป็นส่วนใหญ่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้สายป้อนร่วมกัน วิธีนี้จะเดินสายป้อนไปชุดเดียวและต่อแยกเข้าตามชุดของเครื่องวัดฯ หรือตามแต่ละชั้น จำนวนสายป้อนมีน้อยทำให้การเดินสายทำได้สะดวกและสวยงาม นิยมใช้บัสเวย์แทนการเดินด้วยสายไฟฟ้า ข้อเสียคือเมื่อสายป้อนชำรุดหรือเสียหายอาจทำให้ไฟดับเป็นจำนวนมาก และการซ่อมแซมอาจต้องใช้เวลานานเนื่องจากต้องรอชิ้นส่วนจากผู้ผลิต ข้อควรระวังสำหรับการเดินสายวิธีนี้คือการลดขนาดสายป้อนต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่จุดลดขนาดด้วย ปกติจะใช้ขนาดเดียวกันตลอดความยาว

2.6.4 โหลดรวม

โหลดรวมทั้งหมดหมายถึง โหลดของทุกห้องที่รวมเข้าด้วยกันโดยใช้ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 2.12 และตารางที่ 2.13 รวมกับโหลดไฟฟ้าส่วนกลางทั้งหมดที่คำนวณได้จากการใช้ค่าดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว หากโหลดที่คำนวณได้มีขนาดตั้งแต่ 300 เควีเอ ขึ้นไปต้องออกแบบจ่ายไฟด้วยระบบแรงสูง และขนาดหม้อแปลงต้องไม่เล็กกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้ทั้งหมด

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์
1 – 10	0.9
11 – 20	0.8
21 – 30	0.7
31 – 40	0.6
41 ขึ้นไป	0.5

ตารางที่ 2.12 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์
1 – 10	1.0
11 ขึ้นไป	0.85

ตารางที่ 2.13 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไปและประเภทอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การประมาณราคาระบบไฟฟ้า

หลังจากที่ผู้ประมาณราคาได้รับแบบและสเปคแล้ว จะมีขั้นตอนของการทำการประมาณราคา ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปคของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และการติดตั้ง
2. การถอดแบบ หรือ การถอดปริมาณของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้
3. การเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบ
   หรือการทำเบรกดาวน์ชีท (Breakdown sheet)
4. การสืบราคาของวัสดุอุปกรณ์
5. การทำราคาในรูปของรายการวัสดุอุปกรณ์

3.1 การศึกษาและวิเคราะห์แบบรวมทั้งสเปคของวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้และการติดตั้ง

หลังจากที่ผู้ประมาณราคาได้รับแบบและสเปคมาแล้ว ก็ต้องมีหลักในการพิจารณาให้ละเอียดชัดเจนว่า

1. ครบถ้วนหรือไม่

จำนวนหน้าของแบบมีครบตามที่ระบุในดรออิ้งลิสต์ (Drawing list) ของแบบหรือไม่

จำนวนหน้าของสเปคมีครบหรือไม่ โดยดูได้จากสารบัญ

2. สมบูรณ์หรือไม่

แบบและรายละเอียดของอุปกรณ์ เช่น จำนวนหรือตำแหน่งที่ติดตั้งในแบบแปลนครบตามที่มีในวันไลน์ไดอะแกรมและไรเซอร์ไดอะแกรมหรือไม่

ข้อกำหนดหรือรายละเอียดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ทั้งหมดในโครงการ เช่น รูปแบบ ลักษณะหรือการติดตั้งมีครบตามที่มีในแบบหรือไม่ ที่สำคัญคืออุปกรณ์หลัก ๆ (Main equipment) เช่น สเปคของหม้อแปลงหรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าควรจะต้องมี

3. อะไรคือปัญหาและอะไรคือสิ่งที่ต้องเพิ่มเติม

ปัญหาของแบบไม่ครบ ไม่สมบูรณ์ รวมทั้งไม่มีข้อกำหนดของอุปกรณ์ที่ต้องเพิ่มเติม ซึ่งมีผลต่อการทำราคา ต้องทำเป็นข้อคำถาม (Questionaire) เพื่อสอบถามไปยังผู้ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ (Bill Of Quantity ; BOQ) ของงานมีหรือไม่ ปกติผู้ออกแบบจะทำรายการราคาวัสดุอุปกรณ์สำหรับการประมูล เพื่อให้บริษัทผู้รับเหมามีบรรทัดฐานทำการถอดแบบไปในทิศทางเดียวกันและสะดวกในการตรวจสอบราคาโดยการเปรียบเทียบแต่ละรายการ สำหรับกรณีที่ผู้ออกแบบไม่ได้ทำแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์มาให้ผู้รับเหมาต้องทำรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของตนเองโดยการจัดวางฟอร์มตามหมวดหมู่ที่เหมาะสม ซึ่งจะขอกล่าวในภายหลัง

3.2 การถอดแบบ

การถอดแบบ หมายถึง การหาจำนวนของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในงานโครงการ ทั้งที่มีระบุในแบบและสเปค สามารถแบ่งการถอดวัสดุอุปกรณ์เป็น 2 ชนิด คือ

1. วัสดุอุปกรณ์ที่นับได้ (Countable equipment)
2. ทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า (Raceway and cable)

3.2.1 การถอดแบบวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้

การถอดวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้จะถอดเป็นชุด (Set) โดยเน้นที่อุปกรณ์ย่อยที่มีปรากฏในแบบทั่วได้แก่ ดวงโคม สวิตซ์ไฟฟ้า เต้ารับไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีอยู่ในแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์เป็นต้น

3.2.2 การถอดทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

การถอดทางเดินสายไฟฟ้า เช่น ท่อร้อยไฟฟ้า ไวร์เวย์ (Wireway) หรือ เคเบิลเทรย์ (Cable tray) และสายไฟฟ้า เช่นสายชนิด THW, NYY, XLPE จะถอดเป็นเมตร โดยจะเริ่มไล่ถอดตาม วันไลน์ไดอะแกรม หรือ ไรเซอร์ไดอะแกรม จาก อินคัมมิ่ง (Incoming) ที่รับมาเข้าสู่โครงการจนถึงโหลดอุปกรณ์ตัวสุดท้าย (วงจรย่อย) เช่น ดวงโคมไฟฟ้า หรือ เต้ารับไฟฟ้า เป็นต้น นอกจากนี้ควรจะแยกถอดเป็นของแต่ละระบบ เพื่อสะดวกในการกรอกข้อมูลลงในแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

การถอดทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า แบ่งเป็น

1. สายอินคัมมิ่ง

ใช้การวัดจริงตามแบบ แต่ควรระวังเรื่องขนาดสเกลของแบบต้องตรวจให้ดี ๆ แม้ว่าจะมีสเกลบอกอัตราส่วน แต่ถ้าแบบถูกย่อหรือขยายมา สเกลบอกอัตราส่วนก็ใช้ไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการถอดทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า โดยปกติจะเริ่มจากมิเตอร์ของการไฟฟ้าที่ติดอยู่บนเสาไฟฟ้าต้นแรกสุดก่อนเข้าโครงการถ้าเป็นไฮท์โวลท์อินคัมมิ่ง(Highvolt incoming) การไฟฟ้าจะจ่ายเป็นแรงดันสูง (ระดับแรงดันขึ้นกับขนาดของโหลด) เข้าสู่หม้อแปลง หรือผ่านอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (Highvolt switchgear) หรือเข้าสู่หม้อแปลงแต่ถ้าเป็นโลว์โวลท์อินคัมมิ่ง (Lowvolt incoming) การไฟฟ้าจะจ่ายเป็นแรงดันปกติ คือ 1 เฟส 220 โวลท์ หรือ 3 เฟส 380 โวลท์ จากหม้อแปลงของการไฟฟ้าแทน การเดินสายอินคัมมิ่งมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ

การเดินสายไฟฟ้าเหนือศรีษะ (Overhead line) จะเดินสายไฟฟ้าเกาะบนลูกถ้วยที่อยู่บนเสาไฟฟ้า ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง จะใช้เสาไฟฟ้าสูง 8 เมตร สำหรับระบบแรงต่ำ เสาไฟฟ้าสูง 12 เมตร สำหรับระบบแรงดัน 12 (24) กิโลโวลท์ หรือเสาไฟฟ้าสูง 18 เมตร สำหรับระบบแรงดัน 69 กิโลโวลท์ นอกจากนี้สามารถเดินสายไฟฟ้าเกาะลูกถ้วยที่ติดกับแพ็ค (Pack) ซึ่งยึดติดกับผนัง กำแพง หรือ เพดาน

การเดินสายในลักษณะเดินสายไฟฟ้าเหนือศรีษะนี้จะมีผลของน้ำหนักของสายมาเกี่ยวข้องโดยเฉพาะสายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่หรือน้ำหนักมาก ทำให้สายหย่อนหรือเรียกว่า ตกท้องช้าง ดังนั้นจึงต้องมีการเพิ่มความยาวที่วัดได้จากแบบคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวที่วัดได้ที่วัดได้ทั้งหมด ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับระยะทางที่จับยึดสาย โดยปกติใช้ประมาณ 5% ถึง 10% และการติดความยาวสายในลักษณะเดินสายไฟฟ้าเหนือศรีษะอย่าลืมบวกความยาวจากมิเตอร์ของการไฟฟ้าไปยังระดับติดตั้งสายไฟฟ้าที่อยู่บนเสา

การเดินสายไฟฟ้าใต้ดิน (Underground) จะเดินสายไฟฟ้าร้อยท่อฝังดิน โดยปกตินิยมใช้ท่อ IMC, RSC, HDPE หรือ PVC ซึ่งอาจจะทำเป็นลักษณะดักแบงค์ (Duct bank) คือมีคอนกรีตมาหุ้มล้อมรอบท่ออีกที นอกจากนี้อาจเดินสายไฟฟ้าฝังดินโดยตรงก็ได้ เช่นใช้สาย NYY (มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น สามารถใช้ฝังดินโดยตรงก็ได้) การคิดความยาวสายลักษณะนี้จะไม่ต้องมีการเผื่อความยาวสายมากนัก ถ้าแนวเมนที่กำหนดค่อนข้างแน่นอน

การติดสายไฟฟ้าใต้ดินถ้าสายมีระยะความยาวมาก หรือมีการหักโค้งสายมาก ๆ ควรจะมีบ่อพักสาย (Manhole) สำหรับช่วยในการลากสาย โดยปกติควรมีทุกระยะ 40 – 50 เมตร ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดของสายและการหักโค้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายป้อน (Feeder)

การวัดสายป้อนใช้การวัดจริงตามแบบ และควรระวังเรื่องขนาดสเกลของแบบเช่นเดียวกับสายอินคัมมิ่ง

สายป้อนที่เริ่มจากตู้เมนไฟฟ้า (Main distribution board ; MDB) ไปยังตู้ไฟฟ้าที่รับไฟฟ้าจากตู้เมนไฟฟ้าย่อย (Sub distribution board ; SDB) ตามวันไลน์ไดอะแกรม เรียกว่าสายป้อนหลัก (Main feeder) แต่ถ้าเป็นสายจากตู้เมนไฟฟ้าย่อย ไปยังตู้ศูนย์กลางโหลด (Load center) ที่จ่ายโหลดสุดท้าย จะเรียกว่าสายป้อนย่อย (Sub feeder)

การติดตั้งสายป้อนโดยปกติจะทำการร้อยสายอยู่ในท่อร้อยสายหรือทางเดินสายชนิดอื่น ๆ เช่น ไวร์เวย์ (Wireway) หรือ เคเบิลเทรย์ (Cable tray) ยึดติดกับผนังหรือเพดานด้วย ซับพอร์ท (Support) หรือ แฮงค์เกอร์ (Hanger) การคิดความยาวสายลักษณะนี้ ควรจะเผื่อความยาวที่วัดได้ประมาณ 5% ถึง 10% สำหรับทางเดินสายที่ไม่มีการหักมุมโค้งมาก แต่สำหรับทางเดินสายที่มีการหักมุมโค้งมาก อาจจะต้องมีการเผื่อมากกว่านี้คือประมาณ 10% ทั้งนี้เนื่องจากสายป้อนมีราคาค่อนข้างสูง จึงควรถอดความยาวค่อนข้างใกล้เคียงกับที่ใช้งานจริง

ข้อควรรู้และระมัดระวังในการคิดความยาวของสายป้อนคือการคิดความยาวในช่วงลงตู้ (แนวดิ่ง) ด้วย โดยปกติขอบตู้ด้านบนจะอยู่สูงจากระดับพื้นประมาณ 1.60 – 1.80 เมตร ยกเว้นตู้เมนไฟฟ้า จะสูงประมาณ 2.20 ถึง 2.40 เมตร ถ้าในแบบหรือไรเซอร์ไดอะแกรมไม่ได้กำหนดความสูงของชั้นมา ให้คิดว่าความสูงของชั้นประมาณ 3.50 – 5.00 เมตร ดังนั้น ความยาวในส่วนแนวดิ่งจึงยาวประมาณ 2 – 3 เมตร

นอกจากข้อควรรู้ที่กล่าวมาข้างต้นข้อที่ควรคำนึงอีกประการหนึ่งคือต้องมีการเผื่อความยาวสายลงตู้ เนื่องจากทางเดินสายไฟฟ้าจะสิ้นสุดตรงที่ขอบตู้แต่สายไฟฟ้า ต้องร้อยลงไปถึงอุปกรณ์ตัดตอนภายในตู้ ดังนั้นจึงต้องมีการเผื่อความยาวสายลงตู้ด้วย ซึ่งมีหลักการคิดง่าย ๆ คือ คิดว่ามีความยาวประมาณ 1 – 2 เท่า ของ ความยาวตู้

ถ้าในแบบไม่ได้กำหนดแนวทางการเดินของทางเดินสายมาให้สายป้อนที่ผ่านระหว่างชั้น ให้คิดไปที่ ช่องทางเดินสายระหว่างชั้น (Shaft) ไฟฟ้าก่อนเสมอ แล้วจึงเดินในแนวนอนไปยังตู้ตำแหน่งชั้นที่มีการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สายวงจรย่อย (Branch circuit)

การคิดความยาวของสายวงจรย่อยปกติจะใช้การประมาณความยาวในการคิด เนื่องจากราคาสายของวงจรย่อย (หรือวงจรย่อยที่มาจ่ายโหลดตัวสุดท้าย) มีค่าน้อยมาก จึงไม่ค่อยมีผลต่อราคารวมทั้งหมด เมื่อเทียบกับสายเมนหรือสายป้อนแต่กรณีที่เป็นงานที่ได้แล้ว ก็อาจใช้การวัดจริงเพื่อความถูกต้อง

การคิดความยาวของสายวงจรย่อย จะต้องมีการเผื่อความยาวไม่น้อยกว่า 10% ที่เป็นเช่นนี้เพราะจะมีการสูญเสียที่หน้างานมาก โดยเฉพาะจากคนงานที่ทำการติดตั้ง เช่น การดัดท่อผิดแล้วทิ้งท่อนนั้นไปเลย (ท่อร้อยสายปกติยาวท่อนละ 3 เมตร) หรือการเผื่อสายในการร้อยท่อมากต่อเส้นเกินไปจนสายที่เหลือในขดไม่พอจะร้อยเส้นต่อไป อาจต้องเหลือสายเส้นนั้นไว้

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมที่ได้จากการถอดแบบหรือการทำเบรกดาวน์ชีท (Breakdown sheet) เป็นขั้นตอนที่ต่อจากการถอดแบบ โดยการกรอกข้อมูลที่ได้จากการถอดแบบลงในแบบฟอร์มเบรกดาวน์ชีทที่ได้จัดเตรียมไว้สำหรับเก็บข้อมูลจำนวนหรือความยาวของอุปกรณ์โดยเฉพาะ และพยายามจัดเรียงข้อมูลให้เหมาะสม โดยแยกเป็นส่วน ๆ ตามหมวดหมู่ของมัน เพื่อความสะดวกในการตรวจสอบ และพร้อมนำข้อมูลไปใช้ในการสั่งซื้อหรือวางแผนการติดตั้งภายหลังเมื่อได้งานแล้ว

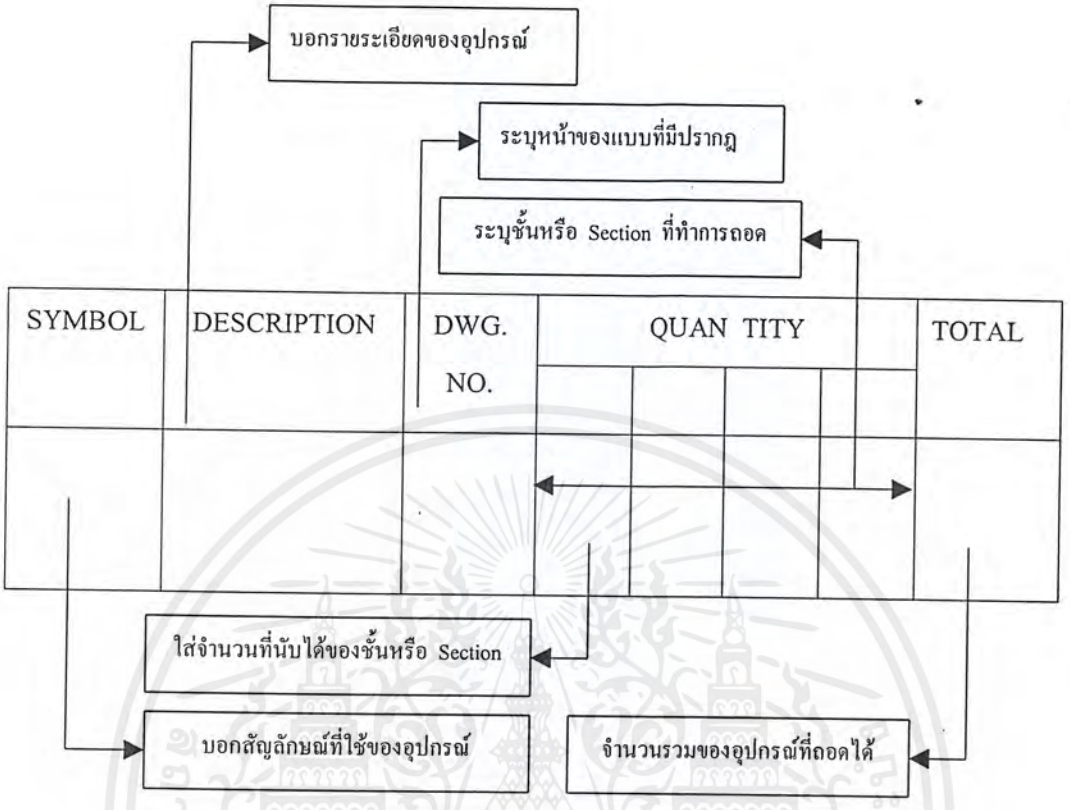
3.3.1 การเก็บข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้

ในระบบไฟฟ้าการเก็บข้อมูลวัสดุอุปกรณ์ที่นับได้ที่สำคัญคือ

1. โคมไฟ การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามชนิดขนาดหลอดไฟที่ใช้และลักษณะการติดตั้ง
2. สวิตซ์ การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามชนิดและจำนวนโพลที่ใช้ตัดตอนบนแผงหน้ากาก (Plate) เดียวกันและสำหรับสวิตซ์ 2 โพลจะคิดเหมือนกับสวิตซ์ 1 โพล 2 ตัว เช่นเดียวกันกับการคิดสวิตซ์ 3 โพลก็จะคิดเหมือนกับสวิตซ์ 1 โพล 3 ตัว เพื่อเป็นการเผื่อราคาและการคำนวณค่าแรงต่อจุดเป็นไปอย่างถูกต้อง
3. เบรกดาวน์ การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงตามตำแหน่งตู้ที่ไล่ตาม วันไลน์ไดอะแกรม ขนาดกระแสของเบรกดาวน์ รวมทั้งค่า IC ที่ใช้งาน

ตัวอย่างแบบฟอร์มการถอดจำนวนอุปกรณ์ที่นับได้ แสดงได้ดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.1 แบบการถอดจำนวนอุปกรณ์ที่นับได้

3.3.2 การเก็บข้อมูลทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

การเก็บข้อมูลของทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า การเก็บข้อมูลจะจัดเรียงไล่ตามวันไลน์ไดอะแกรมหรือไรเซอร์ไดอะแกรม ดังนี้

1. ไฮท์โวลท์อินคัมมิ่ง (Highvolt incoming)

จากการไฟฟ้า → อุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง → หม้อแปลงไฟฟ้า

2. โลว์โวลท์อินคัมมิ่ง (Lowvolt imcoming)

จากหม้อแปลงไฟฟ้า → ตู้ เมนไฟฟ้า

3. สายป้อนไฟฟ้าแรงต่ำ (Lowvolt mainfeeder)

จากตู้เมนไฟฟ้าไปจ่ายโหลด (Load)

4. สายป้อนย่อยแรงดันต่ำ (Lowvolt subfeeder)

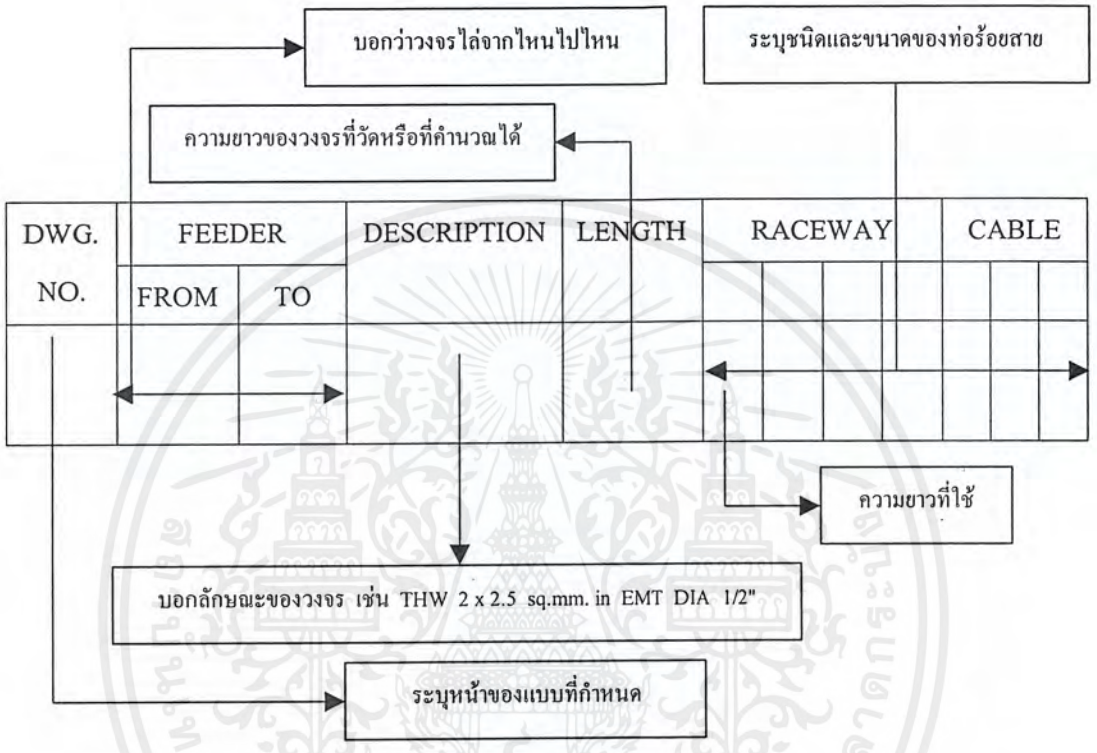
จากตู้เมนไฟฟ้าย่อยไปจ่ายโหลด

5. วงจรย่อยแรงดันต่ำ (Lowvolt branch circuit)

วงจรย่อยสำหรับจ่ายโหลดตัวสุดท้ายคือระบบแสงสว่างและระบบไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างแบบฟอร์มการถอดจำนวนทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า แสดงได้ดังตารางที่ 3.2



ตารางที่ 3.2 แบบการถอดจำนวนทางเดินสายไฟฟ้าและสายไฟฟ้า

3.4 การสืบราคาวัสดุอุปกรณ์

เมื่อได้รายละเอียดชนิดและจำนวนของอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดในโครงการแล้ว ก็ต้องมีการสืบราคาของวัสดุอุปกรณ์ โดยปกติวัสดุอุปกรณ์โดยทั่วไป เช่น ทางเดินสายไฟฟ้า สายไฟฟ้า และ สวิตซ์ จะมีราคามาตรฐานอยู่แล้ว สามารถเปิดคู่มือราคาขาย (Price list) ของร้านค้าและกดส่วนลดที่ได้ก็จะได้ราคาต้นทุนที่ค่อนข้างใกล้เคียง ส่วนอุปกรณ์อื่น ๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์หลัก (Main equipment) ของระบบไฟฟ้า เช่นอุปกรณ์ตัดตอนแรงสูง (highvolt switchgear) หม้อแปลงไฟฟ้า หรือเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการสืบราคาวัสดุอุปกรณ์ต้องมีการส่งแบบอ้างอิงราคา (Quote) เพื่อขอใบเสนอราคา (Quotation) จากผู้จำหน่ายสินค้า (Suppier) ด้วยการส่งรายละเอียดอุปกรณ์ วันไลน์ไดอะแกรม ไรเซอร์ไดอะแกรม และจำนวนอุปกรณ์ที่ถอดได้ (จำนวนของอุปกรณ์มีผลต่อปริมาณส่วนลด) ไปพิจาราณา

เมื่อได้ใบเสนอราคาต้องมีการตรวจสอบ

1. จำนวนสเปคของอุปกรณ์ และระบบว่าตรงกับที่ผู้ประมาณราคาส่งไปหรือไม่
2. ระยะเวลาการยืนราคา (Validity) ของสินค้ามีผลต่อการยืนราคาของบริษัทผู้ประมูลงาน โดยทั่วไปมีระยะเวลา 30 วัน
3. ระยะเวลาส่งของ (Delivery) มีผลต่อการกำหนดแผนงานก่อสร้าง คือ ต้องมีของและสถานที่พร้อมจึงจะทำการติดตั้งได้
4. ในขั้นตอนการสืบราคา อาจจะมีการต่อรองราคาเพื่อให้ได้ต้นทุนที่ค่อนข้างใกล้เคียงความเป็นจริง

3.5. การทำราคาในรูปของรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

แบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ (BOQ From) คือบัญชีหรือรายการแสดงรายละเอียดของวัสดุอุปกรณ์ จำนวน รวมทั้งราคาของวัสดุอุปกรณ์และค่าแรงที่ใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์นั้น โดยการจัดเรียงของรายการจะเริ่มจากอินคัมมิ่ง (Incoming) เข้ามาในโครงการ แล้วจึงไล่ตามวันไลน์ไดอะแกรมหรือ ไรเซอร์ไดอะแกรม ไปยังอุปกรณ์ย่อยตัวสุดท้าย นอกจากนี้มีการแยกรายการของอุปกรณ์หลักออกเป็นรายการต่างหาก

รูปแบบการเรียงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์โดยทั่วไปมีลักษณะการจัดเรียงตามหมวดหมู่โดยแยกรายการของแต่ละระบบออกจากกัน เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบโทรศัพท์ หรือ ระบบตรวจสอบเพลิงไหม้และสัญญาณเตือนอัคคีภัย (Fire alarm) สำหรับเนื้อหาของปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะขอกล่าวถึงการเรียงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าเท่านั้น

ระบบไฟฟ้า (Electrical system)

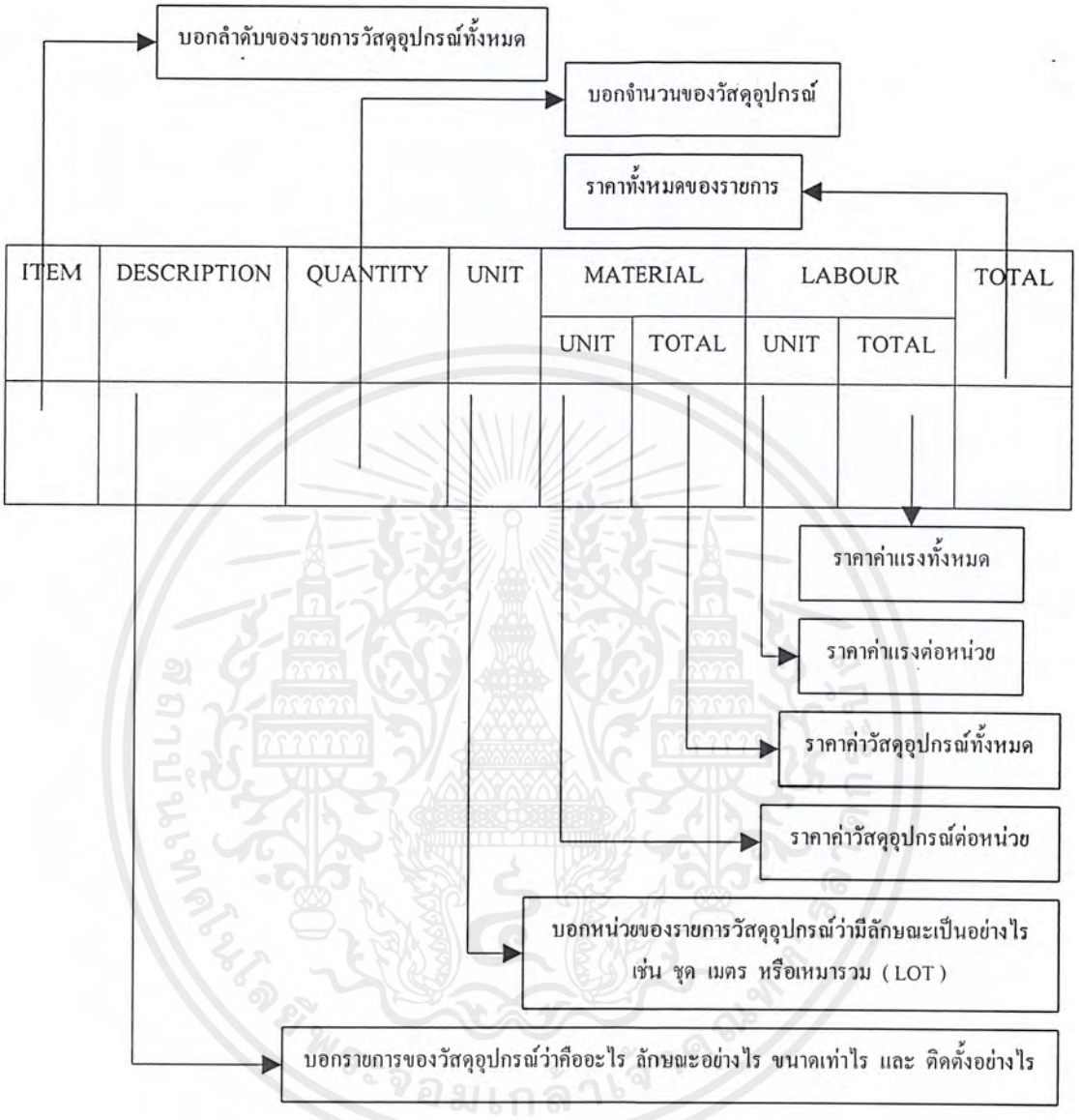
- หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)
- โลว์โวลท์อินคัมมิ่ง (Lowvolt imcoming)
- ตู้เมนไฟฟ้า (Main distribution board ; MDB)
- สายป้อนหลักแรงดันต่ำ (Lowvolt mainfeeder)
- ตู้เมนไฟฟ้าย่อย (Sub distribution board ; SDB)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สายป้อนย่อยแรงดันต่ำ (Lowvolt sub feeder)
- ตู้แผงไฟฟ้าย่อยและตู้ศูนย์กลางโหลด (Panel board and load center)
- เคเบิล (Cable)
- รายละเอียดโคมไฟ (Lighting fixture)
- สวิตช์และเต้ารับ (Switch and receptacle)

ตัวอย่างแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานทั่ว ๆ ไป มีลักษณะดังตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.3 ตัวอย่างแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับงานทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อควรรู้ในการทำแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

1. การทำแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ปกติจะมีการทำแบ่งเป็น 2 ชุด คือชุดแสดงราคาต้นทุน (Cost) และชุดแสดงราคาเสนอ (Price) สำหรับการประมูล ซึ่งมีการบวกค่าดำเนินการที่ต้องใช้ (Overhead) และกำไรที่ต้องการ (Profit) แฝงไว้อยู่ในรายการ

2. ราคาต้นทุนที่ทำไว้ ควรพิจารณาให้เหมาะสมกับสภาวะแนวโน้มการตลาดในอนาคตด้วย คือ ราคาไม่ต่ำจนเกินไปจนซื้อไม่ได้เมื่อได้งาน หรือสูงจนเกินไปจนทำให้โอกาสของการได้งานลดลงเนื่องจากราคาต้นทุนสูง ราคาที่เสนอก็สูงขึ้นไปด้วย

3. การปรับตัวเลขเพื่อเสนอราคา ต้องพิจารณาความเหมาะสมทั้งราคาต่อหน่วยและราคายอดรวมทั้งหมด โดยราคาต่อหน่วยจะมีผลตอนงานเพิ่มลดที่อาจจะเกิดขึ้น ส่วนค่ายอดรวมทั้งหมดจะมีผลต่อการพิจารณาการว่าจ้างงานของผู้ว่าจ้างซึ่งจะดูราคายอดรวมเป็นหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการออกแบบ การใช้งานและผลการทดสอบโปรแกรม

4.1 โครงสร้างของโปรแกรม

ในการเขียนโปรแกรมช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่พักอาศัย แนวคิดการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากโปรแกรมจะช่วยทำการคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้า (โดยอ้างอิงมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวง ปี พ.ศ. 2538) เมื่อโปรแกรมได้ทำการออกแบบระบบไฟฟ้าเสร็จแล้วโปรแกรมจะแสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าในรูปของตารางโหลด ขั้นตอนต่อมาโปรแกรมจะช่วยทำการประมาณราคาระบบไฟฟ้าของแบบที่ได้ทำการออกแบบก่อนหน้านั้นโดยจะแสดงผลการประมาณราคาระบบไฟฟ้าในรูปของแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

ดังนั้นแนวคิดในการเขียนโปรแกรมจึงประกอบไปด้วยโครงสร้างโปรแกรม 3ส่วนหลัก ๆ คือ

1. ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในห้องพักอาศัย
2. ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในแต่ละระดับชั้นของอาคาร
3. ส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร

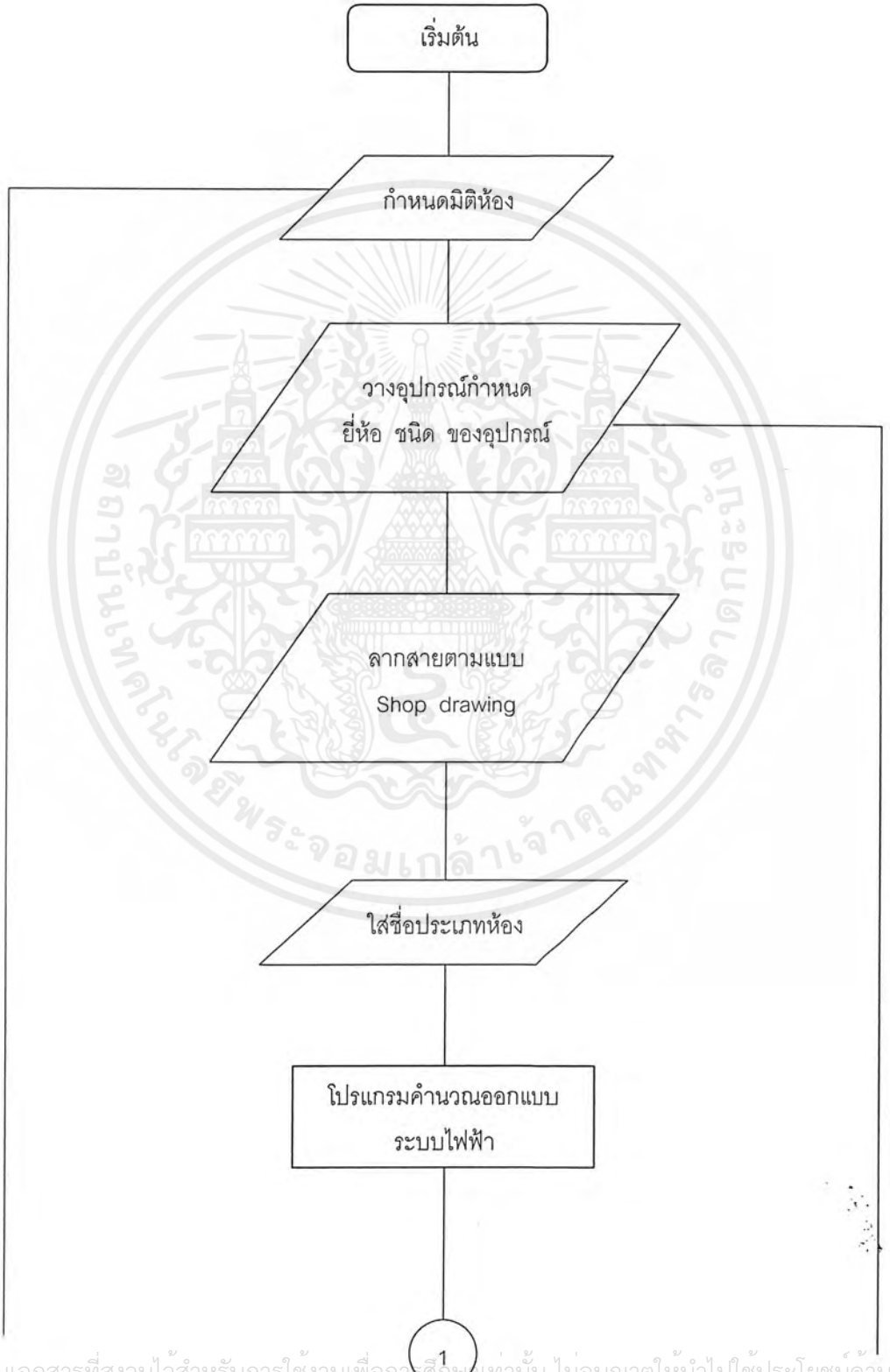
โดยที่ผู้ใช้งานโปรแกรมจะสามารถดูผลของโปรแกรมทั้งตารางโหลดและแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ได้ในทุกส่วนของโปรแกรมทั้ง 3 ส่วนตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

4.2 ขั้นตอนการออกแบบส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในห้องพักอาศัย

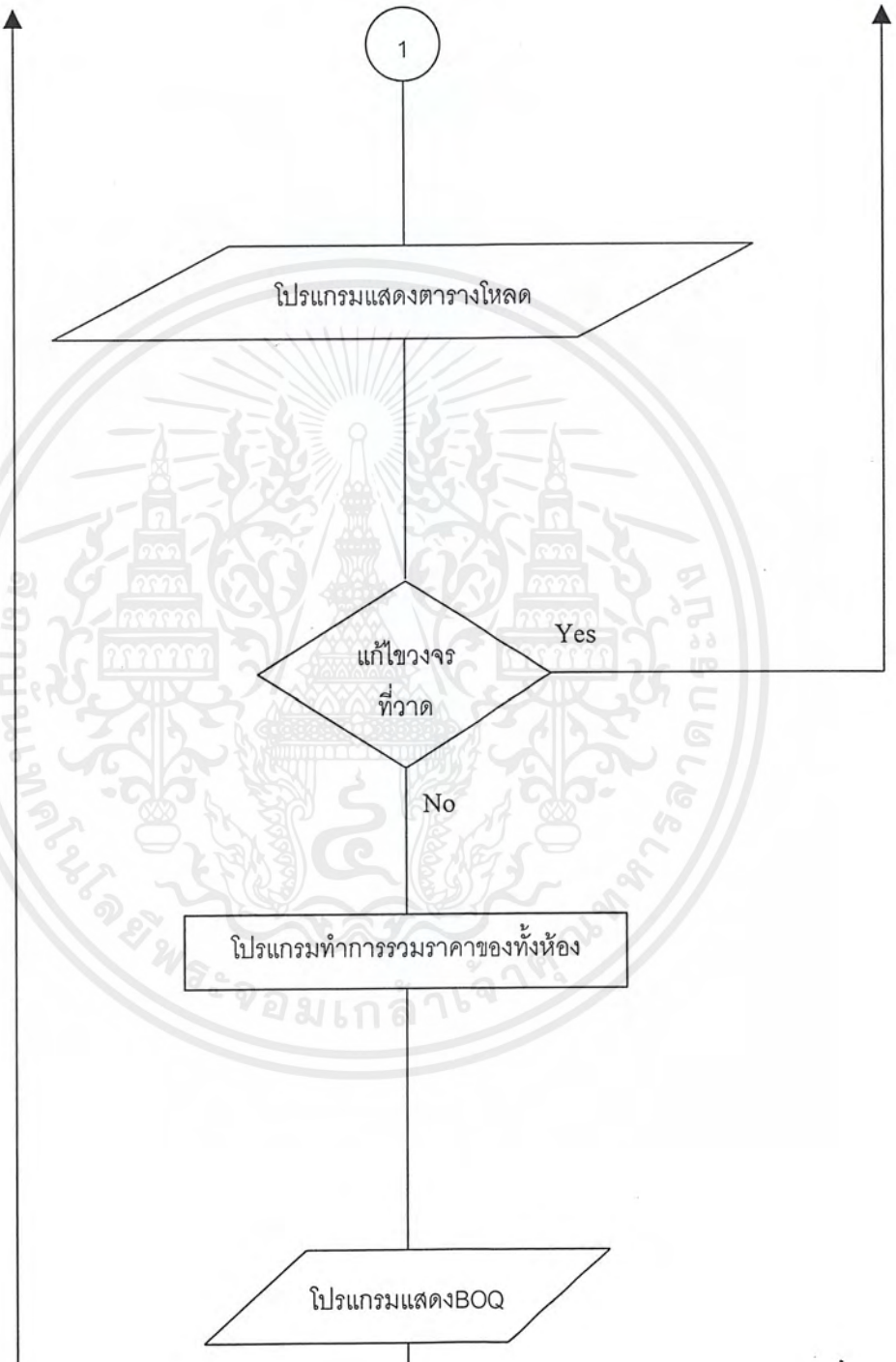
เนื่องจากในการออกแบบระบบไฟฟ้า การออกแบบขั้นพื้นฐานสุดจะเริ่มจากการกำหนดโหลดและจำนวนวงจรย่อยภายในห้องพักรวมไปถึงการคำนวณหาขนาดสายตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันของแต่ละวงจรย่อย และสุดท้ายคือการคำนวณหาขนาดสายตัวนำและอุปกรณ์ป้องกันของสายป้อนที่จะเข้ามายังห้อง

ดังนั้นในการออกแบบโปรแกรมในส่วนนี้จึงทำขึ้นเพื่อตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้โปรแกรมของการออกแบบระบบไฟฟ้าในระดับห้องพักอาศัยตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยแนวคิดวิธีการในการออกแบบในส่วนนี้ได้เสนอเป็นไดอะแกรมขั้นตอนการทำงานดังนี้คือ

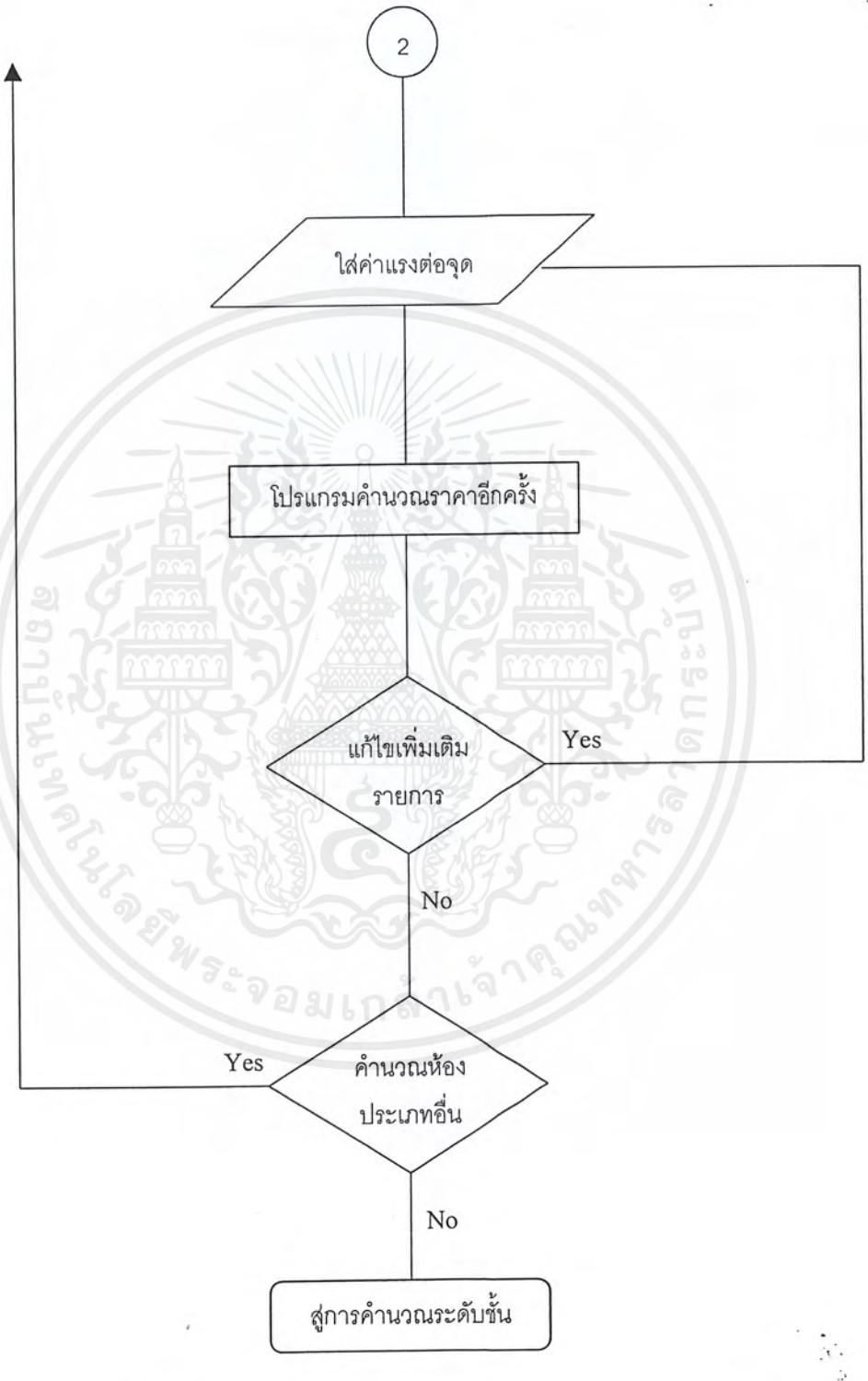
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนการออกแบบระดับห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟล์วชาร์ทไดอะแกรม (Flowchart diagrame) รูปที่ 4.1 สามารถอธิบายการออกแบบโปรแกรมได้ดังนี้

1. เริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมให้ป้อนข้อมูลมิติของห้องให้ครบถ้วน โปรแกรมจะวาดห้องออกมาเป็นลักษณะ 2 มิติด้วยโหมดแคนวาส (Canvas mode) ซึ่งเป็นคุณสมบัติ (Property) จากกราฟฟิกของเดลไฟคอมไพเออร์ (Delphi Complier) ด้วยกำหนดอัตราส่วน 100 พิกเซล (Pixels) ต่อ 1 เมตรและเมื่อทำการวางอุปกรณ์และทำการกรอกค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดที่ใช้ในแต่ละวงจรย่อยพร้อมกับเลือกข้อมูล (Data) ยี่ห้อ ชนิด ของอุปกรณ์แต่ละชนิดจากฐานข้อมูลแล้ว จะทำการเก็บค่าคุณสมบัติของอุปกรณ์ทุกค่าเก็บไว้ในตัวแปรแบบอาร์เรย์ (Array)

2. จากนั้นขั้นตอนต่อมาคือการลากสายในแต่ละวงจรย่อย โดยทุกครั้งที่คลิกเมาส์เพื่อจะลากสายตัวแปรในโปรแกรมจะทำการเก็บค่าพิกัด X,Y ของทุก ๆ ต้นและปลายสาย โดยโปรแกรมจะนำค่าพิกัด X,Y ที่เก็บไว้ในโปรแกรมนำไปคำนวณวนลูป (Loop) เพื่อหาตำแหน่งของแต่ละอุปกรณ์ไฟฟ้าว่าอุปกรณ์ใดอยู่ในวงจรย่อยใดบ้าง เมื่อเสร็จจากการลากสายแล้วจะต้องบันทึกหมายเลขของห้อง (Save Number Room) ประเภทของห้องเป็นชื่อตัวเลขทุกครั้ง

3. ในการคำนวณเพื่อออกแบบระบบไฟฟ้าโปรแกรมจะนำค่ากำลังไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ที่ได้เก็บไว้ในตัวแปรอาร์เรย์ของโปรแกรมมาทำการคำนวณเพื่อหากระแสรวม โดยจะแยกการคำนวณหากระแสไปในแต่ละวงจรย่อย สำหรับค่ากระแสของหลอดฟลูออเรสเซนส์โปรแกรมจะทำการดึงค่ากระแสมาจากตารางฐานข้อมูลออกมาใช้ในการคำนวณ โดยค่ากระแสรวมของห้องจะใช้ทฤษฎีการออกแบบระบบไฟฟ้าโดยวิธีคำนวณโหลดจริง ขณะเดียวกันก็จะนับความยาวสายในแต่ละวงจรย่อยด้วย

4. แสดงผลการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยตารางโหลดโดยที่ขนาดของสวิตช์ตัดตอนได้มาจากการนำผลรวมของกระแสโหลดไปเทียบหาขนาดสวิทช์ตัดตอนจากฐานข้อมูล (Data Base) โดยใช้ภาษาเอชคิวแอล (SQL) ติดต่อกับระบบฐานข้อมูล ขนาดสาย ขนาดท่อ ก็หามาจากการดึงค่าจากตารางฐานข้อมูลเช่นกัน นอกจากนี้ในตารางโหลดก็ยังแสดงขนาดของสายป้อนย่อย สวิตซ์ตัดตอนหลัก (Main CircuitBreaker) ขนาดมิเตอร์(kW-h Meter) ของห้องอีกด้วย

5. ขั้นตอนการแสดงแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ อุปกรณ์ทุกตัวในห้องจะมีการเก็บค่าชนิดและราคาอยู่แล้ว การคำนวนจึงใช้การรวมค่าตัวแปรของอุปกรณ์ที่มีชนิดเดียวกันราคาเดียวกันส่วนราคารวมของสายและท่อจะนำไปคูณ 0.1 และ 0.15 ตามลำดับ เพื่อแสดงราคาเบ็ดเตล็ดของสายและท่อ (Accessories) จากนั้นนำผลการรวมแสดงออกเป็นตารางรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

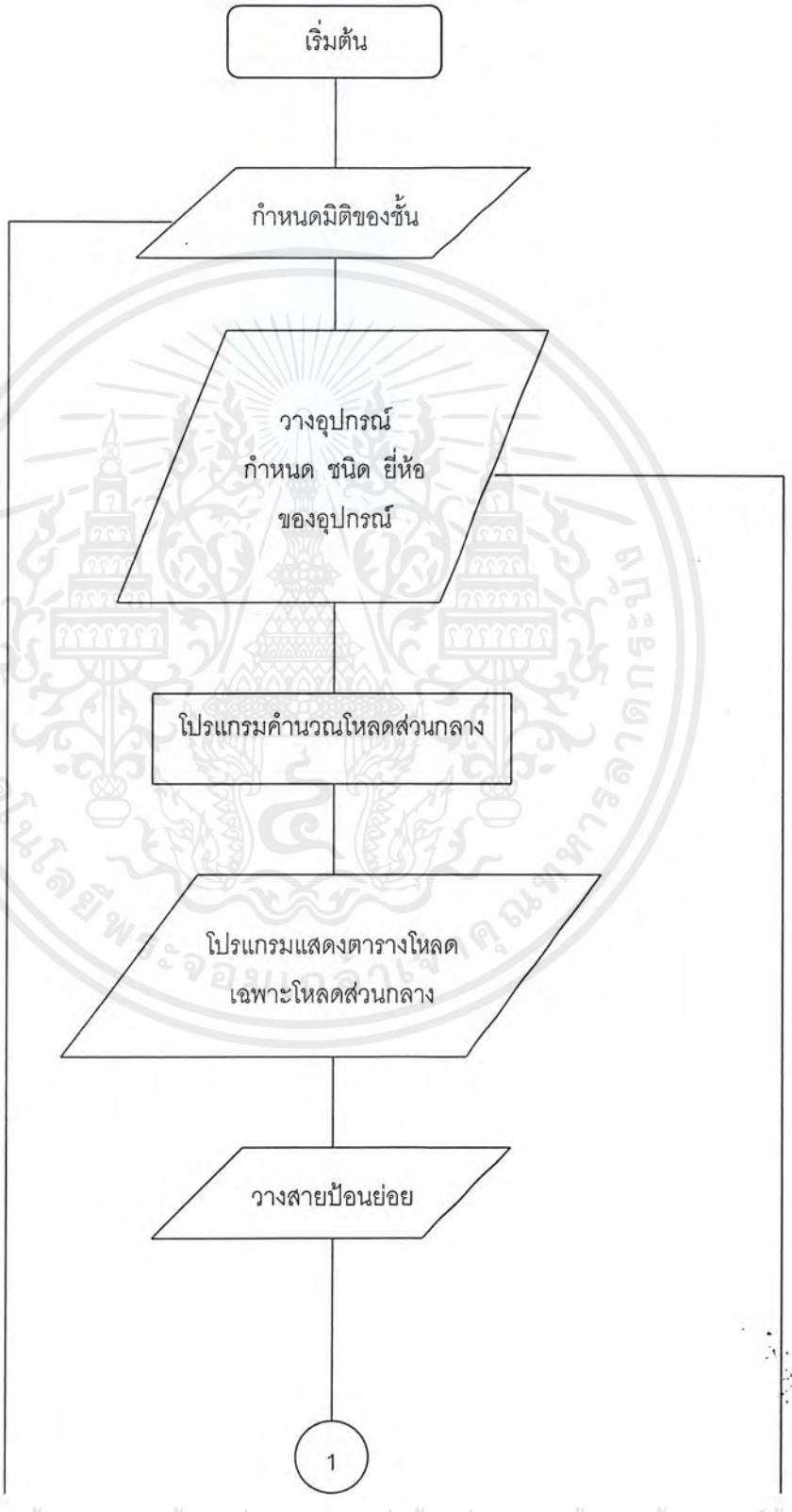
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อได้แบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ออกมาแล้ว หากผู้ใช้ต้องกรอกราคาค่าแรงต่อหน่วยเอง หรือในกรณีที่มีรายการที่ยังขาดอยู่ก็สามารถใส่ข้อมูลในตารางโดยตรงได้เลย จาก นั้นเมื่อสั่งให้คำนวณใหม่โปรแกรมจะทำการประมวลผลเพื่อแสดงราคาใหม่อีกครั้ง

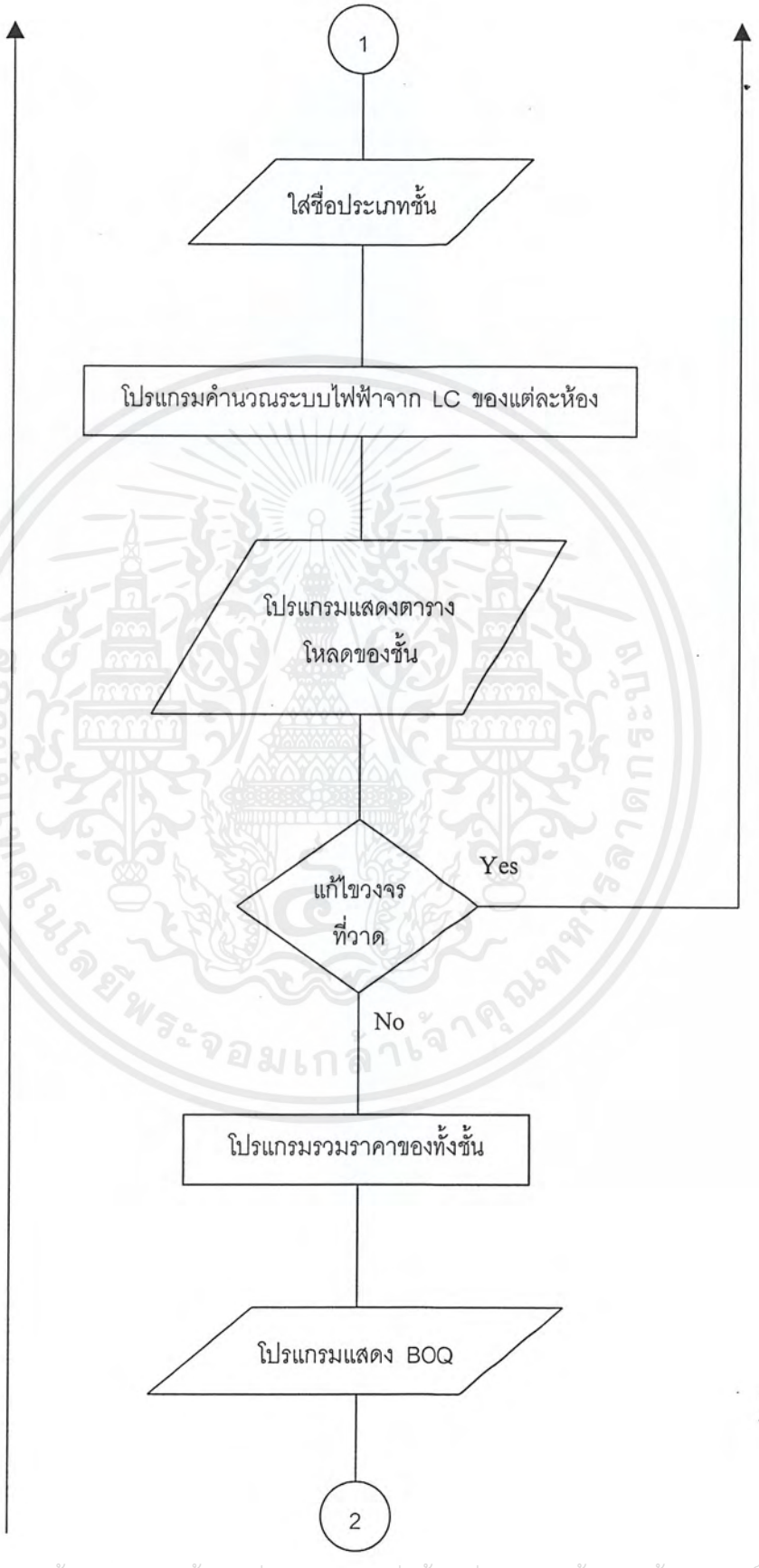
7. กรณีที่มีห้องชนิดอื่นอยู่อีกก็ต้องกลับไปทำตามขั้นตอนแรก แต่ถ้าหากไม่มีก็เข้าสู่การคำนวณในระดับชั้นได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

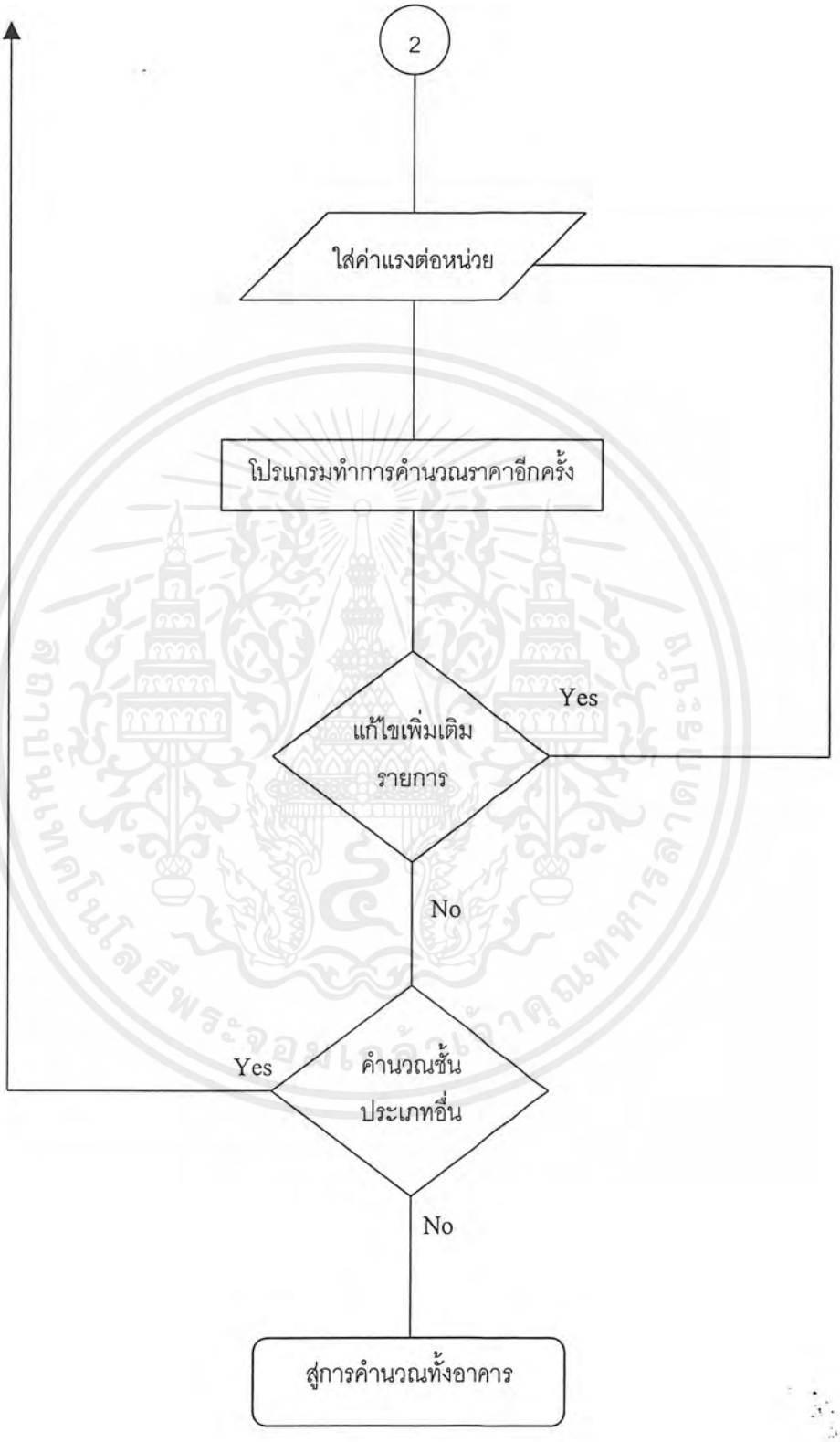
4.3 ขั้นตอนการออกแบบส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในแต่ละระดับชั้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมส่วนการออกแบบในระดับชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟล์วชาร์ทไดอะแกรมรูปที่ 4.2 สามารถอธิบายการออกแบบโปรแกรมได้ดังนี้

1. โปรแกรมจะทำการวาดขนาดชั้นออกมาเป็น 2 มิติ ด้วยอัตราส่วน 20 พิกเซล ต่อ 1 เมตร ผู้ใช้ต้องวางรูปห้องแต่ละห้องในชั้นเพื่อจะได้ทราบว่าพื้นที่ใดเป็นห้องและใดเป็นพื้นที่ของโหลดส่วนกลางและจะทำให้ทราบความยาวของรางเดินสาย (Wire Way) ด้วย โดยในแต่ละห้องที่วางต้องเลือกว่ารับค่าขนาดห้องจากห้องชนิดใด จากนั้นให้ผู้ใช้วางตำแหน่งของตู้ศูนย์กลางโหลดในแต่ละห้องพร้อมทั้งบอกด้วยว่าเป็นตู้ศูนย์กลางโหลดของห้องชนิดใดหลังจากนั้นจึงค่อยวางอุปกรณ์ไฟฟ้าของโหลดส่วนกลาง

2. ขั้นตอนนี้เป็นการลากสายโดยจะลากเฉพาะในวงจรของโหลดส่วนกลางก่อน หลังจากนั้นจึงสั่งโปรแกรมให้ทำการคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้าของโหลดส่วนกลาง โดยแสดงผลการออกแบบนี้ด้วยตารางโหลดของโหลดส่วนกลางของชั้นนั้น ๆ ที่กำลังทำการออกแบบอยู่

3. เมื่อคำนวนโหลดส่วนกลางเสร็จแล้วขั้นตอนต่อไปก็คือการวางสายป้อนย่อยไปที่ตู้ศูนย์กลางโหลดของห้องต่าง ๆ โดยการคำนวณในขั้นตอนนี้โปรแกรมจะนำค่าพิกัด X,Y ต้นปลายที่เก็บไว้ในตัวแปรมาทำการวนลูปจนพบพิกัดตำแหน่งของตู้ศูนย์รวมโหลดแต่ละตู้เพื่อหาค่ากระแสในแต่ละวงจร เมื่อพบแล้วก็จะทำการเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของตู้ศูนย์รวมโหลดเพื่อนำไปคำนวณหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายตัวนำ ขนาดท่อ และ ขนาดตู้ในแต่ละวงจร

4. ตารางโหลดที่ได้หลังจากการคำนวณจะแสดงพิกัดกำลังไฟฟ้าของแต่ละห้อง พร้อมทั้งบอกขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายป้อนย่อย และ ขนาดท่อ ในแต่ละวงจร โปรแกรมจะทำการรวมค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งหมดของชั้นนั้น ๆ เพื่อหาขนาดสายป้อน ขนาดท่อที่ร้อยสายป้อนขนาดเมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ในตู้แผงย่อยประจำชั้นแสดงออกมาในท้ายสุดของตารางโหลดด้วย

5. ขั้นตอนต่อมาคือการคำนวณราคาวัสดุอุปกรณ์ของทั้งชั้นโดยโปรแกรมจะทำการคำนวณประมวลผลหาราคาการติดตั้งด้วยการวนลูปหาว่าในชั้นนั้น ๆ มีห้องชนิดใดอยู่บ้างเพื่อดึงเอาข้อมูลราคาวัสดุอุปกรณ์ของแต่ละห้องที่ได้บันทึกไว้แล้ว มาทำการรวมราคาในกรณีที่เป็นวัสดุอุปกรณ์ชนิดเดียวกันก็จะทำการรวมปริมาณของอุปกรณ์ชนิดนั้นและนำไปเก็บไว้ในตารางดาต้าเบสกริด (Database grid) ซึ่งเป็นหนึ่งในคอมโพเน็นต์ที่สำคัญทางด้านฐานข้อมูลของเดลไฟคอมไพเออร์เพื่อใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติการเรียงตัวอักษรของคอมโพเน็นต์ดาต้าเบสกริดเพื่อแบ่งและเรียงอุปกรณ์ออกมาเป็นหมวดหมู่ และนำกลับมาแสดงออกมาเป็นตารางรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของทั้งชั้น

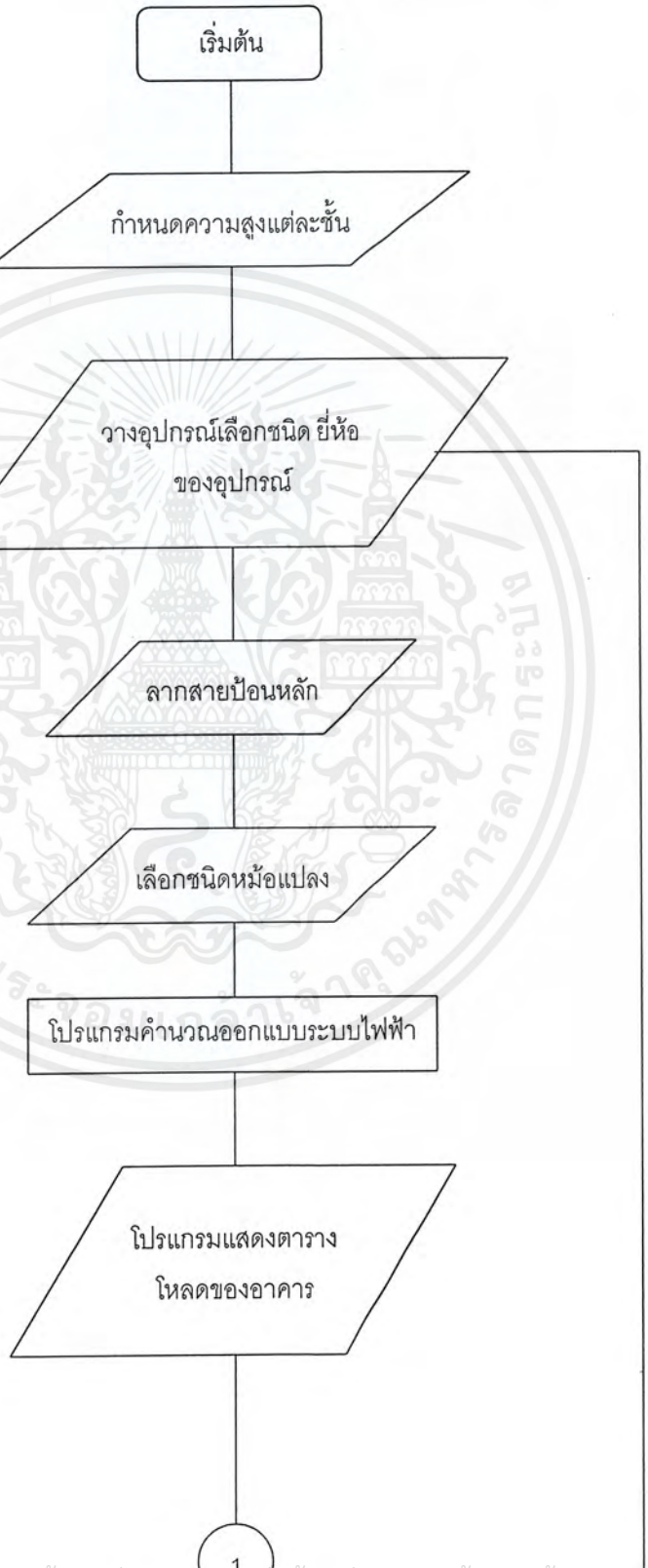
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อได้รายการราคาวัสดุอุปกรณ์จากในขั้นตอนก่อนหน้านี้แล้ว หากผู้ใช้ต้องการเพิ่มเติมหรือแก้ไขรายการในส่วนของค่าแรง ก็สามารถทำได้โดยการกรอกค่าแรงต่อหน่วยลงไปในส่วนค่าแรงของรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ได้ทันที หลังจากนั้นจึงทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มนิวแคลคูเลท (Newcalculate button) เพื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณราคาที่สมบูรณ์ออกมาอีกครั้ง

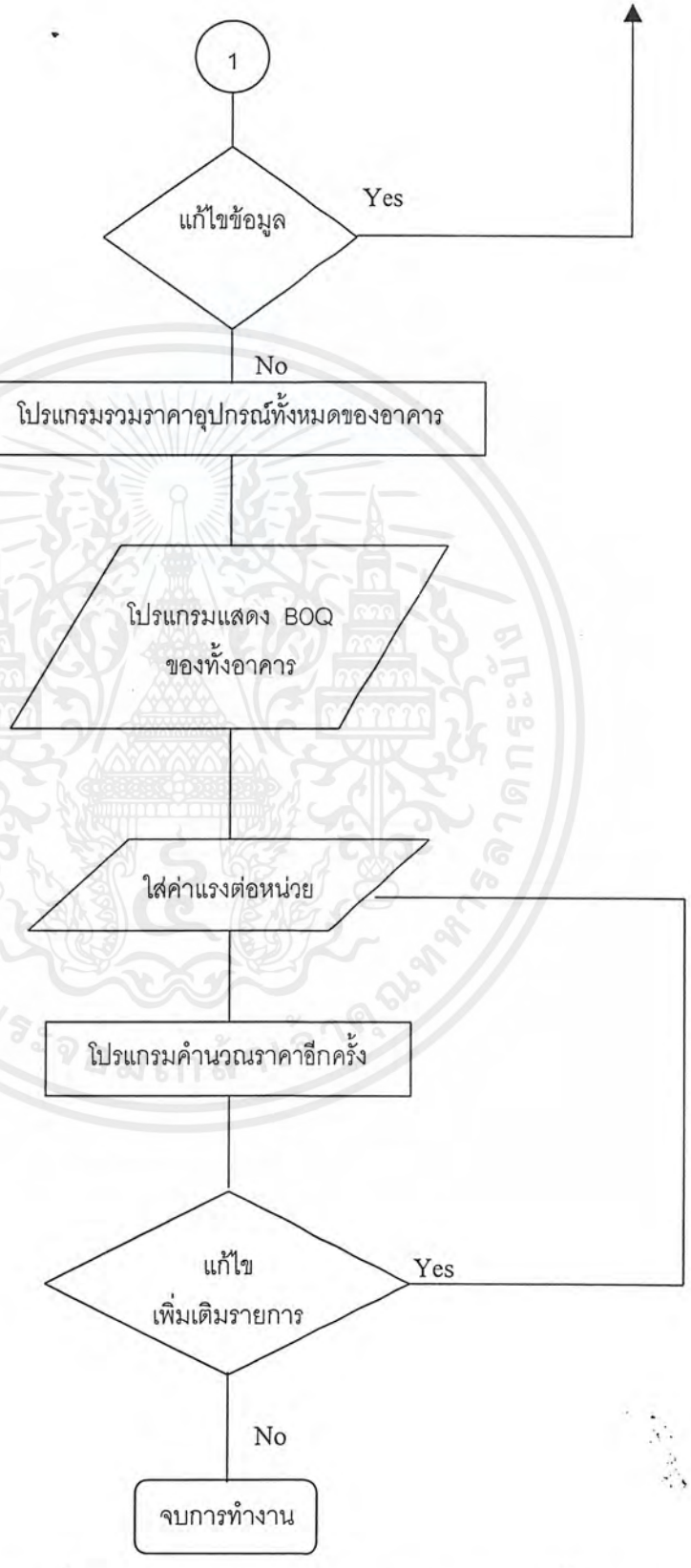
7. หากต้องการพิมพ์แบบชอร์พดรออิ้ง (Shop drawing) ตารางโหลด และ รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ ให้ทำการคลิกเมาส์ที่ปุ่มพริ้นส์ (Print button) เพื่อแสดงออกทางเครื่องพิมพ์ (Printer) ได้ทันที กรณีที่มีแบบชั้นชนิดอื่นก็ให้ย้อนกลับไปทำตามขั้นตอนแรก หากไม่มีก็ให้ไปสู่การคำนวณระดับอาคารได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ขั้นตอนการออกแบบส่วนการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 โฟล์วชาร์ทแสดงขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมการคำนวณของทั้งอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโฟล์วชาร์ทไดอะแกรมรูปที่ 4.3 สามารถอธิบายการออกแบบโปรแกรมได้ดังนี้

1. ในการคำนวณทั้งอาคารจะแสดงเป็นรูปแบบที่คล้ายกับไรเซอร์ไดอะแกรม โดยในขั้นแรกเมื่อโปรแกรมรับค่าความสูงในแต่ละระดับชั้น เพื่อให้ผู้ใช้ป้อนค่าความสูงในแต่ละระดับชั้นที่ต้องการมา หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะใช้โหมดแคนวาสวาดออกมาเป็นภาพที่คล้ายกับไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคารเพียงแต่จะไม่มีอุปกรณ์แสดงเหมือนในไรเซอร์ไดอะแกรม ดังนั้นผู้ใช้จึงต้องคลิกเมาส์วางอุปกรณ์ทุกอย่างที่เห็นในไรเซอร์ไดอะแกรมทั่ว ๆ ไปเองคือ ตู้เมนไฟฟ้า ตู้แผงย่อยประจำชั้น และตู้กระจายโหลดส่วนกลาง (Distribution public ; DP) ปั๊มน้ำ (Water pump) และ ลิฟท์ (lift) พร้อมทั้งเลือกยี่ห้อของเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักและยี่ห้อของตู้โหลดพาเนล โดยทุกค่าที่เลือกจะเก็บค่าไว้ในตัวแปรโดยเฉพาะตู้แผงวงจรย่อยประจำชั้นจะเก็บว่ารับค่าพารามิเตอร์มาจากชั้นที่ได้ทำการบันทึกไว้ว่าเป็นชั้นชนิดใด

2. ขั้นตอนต่อมาคือการวางสายป้อนหลักที่ป้อนเข้าไปในแต่ละตู้ทั้งหมดของแต่ละชั้น การคำนวณสายป้อนนี้จะต่างจากการคำนวณในแบบห้องและในแบบชั้นคือจะไม่คิดผลรวมจากตำแหน่งพิกัด X,Y ของต้นและปลายสาย แต่จะใช้การหาความยาวสายจากความสูงของชั้นบวกกับระยะห่างจากรางเดินสายและระยะจากช่องเดินสายระหว่างชั้น โปรแกรมจะนำค่าความยาวสายที่ยังอยู่ในหน่วนพิกเซลนี้ไปแปลงให้อยู่ในรูปของหน่วยเมตรเพื่อจะได้ความย่อของท่อ สายดิน (Ground) และ สายศูนย์ (Neutral) ส่วนสายไลน์ (Line) ต้องนำความยาวของสายศูนย์ไปคูณสามเนื่องจากสายป้อนแต่ละชั้นเป็นระบบสามเฟส

3. ก่อนที่จะให้โปรแกรมแสดงตารางโหลดของทั้งอาคาร ผู้ใช้โปรแกรมต้องเลือกชนิด ยี่ห้อ ของหม้อแปลงไฟฟ้าออกมาก่อน รวมทั้งต้องป้อนค่าความยาวสายเข้าอาคารจากหม้อแปลงไฟฟ้าไปยังตู้เมนไฟฟ้า รวมทั้งต้องเลือกประเภทของการเดินสายและชนิดของท่อด้วย

4. ขั้นตอนต่อมาคือการแสดงตารางโหลด โดยตารางโหลดของอาคารนี้มีวิธีการคำนวณคือนำค่าผลรวมกระแสของแต่ละสายป้อนมาคูณแฟคเตอร์เพื่อนำค่าไปหาขนาดสายป้อน ขนาดท่อ ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ในแต่ละวงจรจากฐานข้อมูล โดยการใช้ภาษาเอสคิวแอลเป็นภาษาติดต่อกับฐานข้อมูล ทั้งนี้การหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ไม่ได้ใช้ทฤษฎีของการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์สวิตซ์ตัดตอน (Coordinated) ในท้ายสุดของตารางโหลดจะแสดงขนาดท่อ ขนาดสายเมนแรงดันต่ำเข้าอาคารและขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์หลักของตู้เมนไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขั้นตอนต่อมาคือการรวมค่าตัวแปรที่เก็บชนิดอุปกรณ์และราคาในแต่ละตู้แผงวงจรย่อยในแต่ละชั้นรวมกับตู้โหลดส่วนกลางอื่น ๆ เพื่อแสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของอาคารและรวมราคาประมาณการติดตั้งระบบไฟฟ้าในอาคารนั้น โดยใช้หลักการเรียงหมวดหมู่ที่แสดงในรายการราคาวัสดุอุปกรณ์เช่นเดียวกับแบบชั้น

6. แบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของอาคารจะเรียงตั้งแต่ หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้เมนไฟฟ้า ไปจนถึงสายตัวนำขนาดต่าง ๆ ผู้ใช้ต้องกรอกราคาค่าแรงเอง หากต้องการแก้ไขหรือเพิ่มเติมรายการก็สามารถทำได้ในตารางรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของอาคารได้ทันที หลังจากนั้นก็คลิกเมาส์ปุ่มนิวแคลคูเลทเพื่อคำนวณราคาที่สมบูรณ์อีกครั้ง

7. หากต้องการแสดงตารางโหลดและตารางรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ทางเครื่องพิมพ์ก็คลิกเมาส์ที่ปุ่มพริ้นส์เพื่อให้โปรแกรมสั่งแสดงรายการตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ออกทางเครื่องพิมพ์

4.5 วิธีการใช้โปรแกรม (Program Usage)

ในส่วนของวิธีการใช้โปรแกรม ปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้มีการจัดทำแบ่งแยกย่อยเป็นหัวข้อที่ชัดเจนโดยเรียงลำดับเป็นขั้นตอนของการใช้งานเพื่อความเข้าใจให้กับผู้ใช้งานโปรแกรม สำหรับหัวข้อการใช้งานได้แบ่งแยกย่อยเป็นหัวข้อ 8 หัวข้อดังนี้

เริ่มใช้งาน

1. ส่วนประกอบของโปรแกรม CESDEsign program
2. เริ่มออกแบบ
3. การออกแบบและประมาณราคาระดับห้อง
4. การออกแบบและประมาณราคาระดับชั้น
5. การออกแบบและประมาณราคาระดับอาคาร
6. การบันทึกแบบ และพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์
7. การปรับปรุง (update) ฐานข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า
8. ข้อกำหนดต่างๆในการวาดวงจร (*สำคัญมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 ส่วนประกอบของ โปรแกรมช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าCESDEsign -program

1. Control button bar ใช้ควบคุมการทำงานต่างๆ

รูปที่ 4.4 Control button bar ของโปรแกรมช่วยออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้า

จากแถบ Control button bar ของโปรแกรมดังที่แสดงดังรูปข้างบนสามารถอธิบายหน้าที่ (Function) ของปุ่มต่าง ๆ ที่แสดงบน Control button bar ได้ดังนี้

New - สร้างแบบใหม่เริ่มจากแบบห้อง

Open - เปิดแบบที่ทำอยู่แล้ว

Save - บันทึกแบบที่สร้าง

Print – พิมพ์แบบ ตารางโหลด , แบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ ทางเครื่องพิมพ์

Room design - สั่งโปรแกรมคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้าแล้วแสดงผลออกทางตารางโหลดของห้องจากแบบวงจรของห้อง

Room Estimate - สั่งโปรแกรมคำนวณและแสดงรายการราคาอุปกรณ์ของห้องจากแบบวงจรของห้อง

Publicload cal. - Publicload calculation-สั่งโปรแกรมคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้าแล้วแสดงผลออกทางตารางโหลดและรายการอุปกรณ์ของโหลดส่วนกลางจากแบบวงจรของโหลดส่วนกลางของชั้น (ดูรายละเอียดที่ข้อ 4.5.4.)

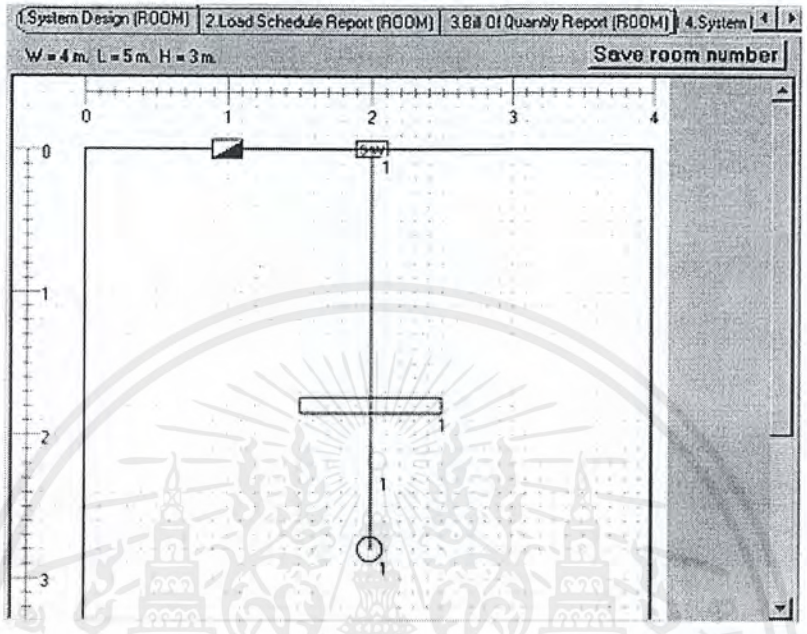
Floor design - สั่งโปรแกรมคำนวณออกแบบระบบไฟฟ้าแล้วแสดงผลออกทางตารางโหลดของชั้นจากแบบวงจรของชั้น

Floor estimate - สั่งโปรแกรมคำนวณรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้นจากแบบวงจรของชั้น

Rizer/All cal. - เป็นการสั่งให้คำนวณระบบไฟฟ้าจากแบบไรเซอร์ไดอะแกรมที่สร้างไว้แสดงผลออกทางตารางโหลด พร้อมทั้งคำนวณรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมของทั้งอาคาร (total BOQ) ออกมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Design tab ใช้เลือกการออกแบบและแสดงผลประเภทต่างๆ โดยปฏิบัติตามลำดับหมายเลข



รูปที่ 4.5 Design tab ที่ให้ผู้ใช้เลือกดูการแสดงผลของโปรแกรม

2.1 System design (Room) – ใช้ออกแบบระดับห้องโดยถ้ามีห้องหลายแบบต้องออกแบบให้หมดก่อนเลื่อนไปยังการคำนวณระดับชั้น

2.2 Load schedule report (Room) - ใช้แสดงผลตารางโหลดของห้องซึ่งถูกคำนวณออกมา

2.3 Bill of quantity report (Room) - ใช้แสดงผลรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของห้อง

2.4 System design (Floor) - ใช้ออกแบบระดับชั้น

2.5 Load schedule report (Floor) - ใช้แสดงผลตารางโหลดของชั้นซึ่งถูกคำนวณออกมา

2.6 Bill of quantity report (Floor) - ใช้แสดงผลรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้น

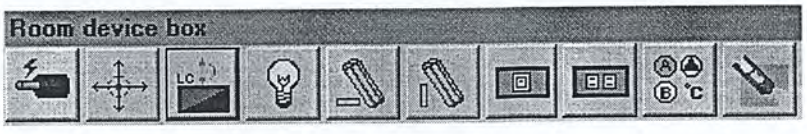
2.7 Rizer diagram design – ออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมเพื่อหาขนาดและความยาวสายป้อนไปชั้น

2.8 Load schedule report (MDB) - ใช้แสดงผลตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าซึ่งถูกคำนวณออกมา

2.9 Bill of quantity report (Building) - แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 Room device box ,Floor device box , Rizer device box ใช้เป็นเครื่องมือวาดแบบระดับห้องและชั้นและแบบไรเซอร์ไดอะแกรมตามลำดับ



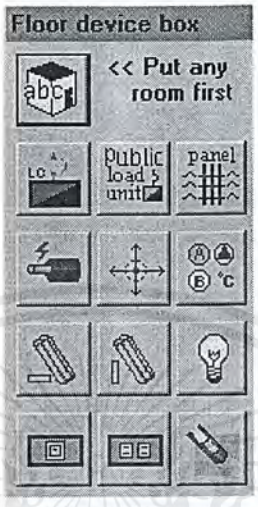
รูปที่ 4.6 Device box สำหรับวาดอุปกรณ์และสายตัวนำในการออกแบบระบบไฟฟ้า

Room device box (ปุ่มซ้ายไปขวา)ประกอบด้วย

- Wire ใช้วาดสายเชื่อมต่อเป็นวงจร
- Connectbox ใช้ต่อเพื่อแยกสาขาของวงจร * เลือกใช้การแยกสาขาที่หลอดไฟแทนได้
- Loadcenter(consumer) ใช้วางตู้ศูนย์กลางโหลดประกอบด้วยตู้คอนซูมเมอร์ (Consumer)และมินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Miniature circuitbreaker)
- Incandescent ใช้วางหลอดและโคมประเภทหลอดไส้
- Fluorescent ใช้วางหลอดและโคม (แนวนอน) ประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์
- Fluorescent ใช้วางหลอดและโคม (แนวตั้ง) ประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์
- Switch ใช้วางสวิตซ์
- Receptacle ใช้วางเต้ารับ
- Powerload ใช้วางจังชั่นบ็อกส์ (Junction box) อุปกรณ์ประเภทเครื่องปรับอากาศ (Aircondition) ,พัดลมเพดาน,เครื่องทำน้ำอุ่น และอื่นๆที่มีผลต่อการคำนวณตารางโหลด
- Eraser ใช้ลบภาพอุปกรณ์ที่ลงตำแหน่งผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Floor devicebox (ปุ่มบนลงล่าง ซ้ายไปขวา) ประกอบด้วย

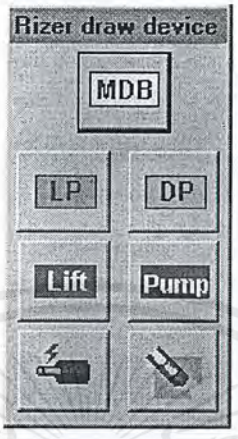


รูปที่ 4.7 Floor device box สำหรับวาดอุปกรณ์ในการออกแบบระบบไฟฟ้าในระดับชั้น

- Room ใช้วาดขอบเขตห้องแต่ละห้อง (ควรวาดก่อนเป็นอันดับแรกหลังจากที่สร้างแปลนจำลองของชั้นเสร็จแล้ว)
- Room Loadcenter ใช้วางตำแหน่งตู้คอนซูเมอร์ของห้องซึ่งเลือกรับค่าจากแบบห้องที่ได้ออกแบบมาแล้ว
- Public load unit ใช้วางตำแหน่งตู้ควบคุมโหลดส่วนกลางของชั้นโดยต้องทำการออกแบบทันทีต่อจากการวาดโครงห้องบนชั้นเสร็จเรียบร้อย
- Load panel ใช้วางตำแหน่งตู้ควบคุมโหลดทั้งหมดของชั้น
- Wire ใช้วาดสายเชื่อมต่อเป็นวงจร
- Connect box ใช้ต่อเพื่อแยกสาขาของวงจร * เลือกใช้การแยกสาขาที่หลอดไฟแทนได้
- Power load ใช้วางจังชั่นบ็อกส์ของอุปกรณ์ประเภทเครื่องปรับอากาศ,พัดลมเพดาน, เครื่องทำน้ำอุ่น และอื่นๆที่มีผลต่อการคำนวณตารางโหลด
- Fluorescent ใช้วางหลอดและโคม (แนวนอน) ประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์
- Fluorescent ใช้วางหลอดและโคม (แนวตั้ง) ประเภทหลอดฟลูออเรสเซนต์
- Incandescent ใช้วางหลอดและโคมประเภทหลอดไส้
- Switch ใช้วางสวิตซ์
- Receptacle ใช้วางเต้ารับ
- Eraser ใช้ลบภาพอุปกรณ์ที่ลงตำแหน่งผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Rizer devicebox (ปุ่มบนลงล่าง ซ้ายไปขวา) ประกอบด้วย

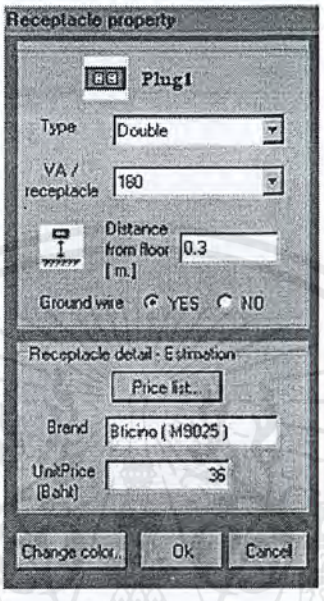


รูปที่ 4.8 Rizer device box สำหรับวาดอุปกรณ์ไฟฟ้าลงในไรเซอร์ไดอะแกรม

- MDB ใช้วาดและกำหนดข้อมูลตู้เมนไฟฟ้าของอาคารบนไรเซอร์ไดอะแกรม
- LP ใช้วาดและกำหนดข้อมูลตู้แผงย่อยของแต่ละชั้นบนไรเซอร์ไดอะแกรม
- DP ใช้วาดและกำหนดข้อมูลตู้ควบคุมโหลดส่วนกลางทั้งหมดของอาคารได้แก่ ระบบแสงสว่าง ลิฟท์ และ ปั๊มน้ำ
- Lift ใช้วาดและกำหนดข้อมูลมอเตอร์ลิฟท์
- Pump ใช้วาดและกำหนดข้อมูลมอเตอร์ปั๊มน้ำ
- Wire ใช้โยงวงจรจากตู้เมนไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ต่างๆ
- Eraser ใช้ลบภาพอุปกรณ์ที่ลงตำแหน่งผิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 Device property ใช้เลือกค่าต่างๆที่จำเป็นในการออกแบบและประมาณราคา เช่น ชนิด ขนาดของกำลังไฟ ยี่ห้อ ราคาต่อหน่วยและอื่น ๆ ซึ่งแยกตามชนิดของอุปกรณ์



รูปที่ 4.9 Device property สำหรับเลือกคุณสมบัติต่าง ๆ ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

- ตัวอย่างของการใช้คุณสมบัติ (Property) อุปกรณ์ (จากรูปเป็นคุณสมบัติของเต้ารับ)

Type – ใช้เลือกชนิดของเต้ารับอาจเป็นซิงเกิล (single) หรือดับเบิล (double)

VA/receptacle - เป็นค่ากำลังไฟที่ใช้กับเต้ารับปกติจะตั้งไว้ที่ 180 โวลท์แอมป์ซึ่งปรับเปลี่ยนได้ตามการออกแบบ

Distance from floor - เป็นส่วนสูงของเต้ารับซึ่งวัดจากพื้นมีหน่วยเป็นเมตร มีผลกับการนับความยาวสาย

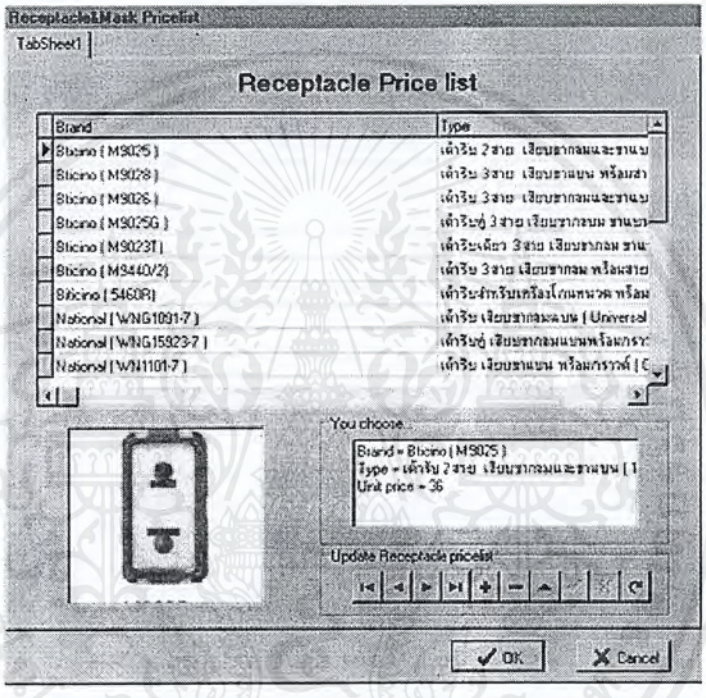
Ground wire - ถ้าเลือก YES โปรแกรมจะนับความยาวสายที่เป็นสายกราวด์เพิ่ม ซึ่งถ้าเดินด้วยสาย VAF จะไม่นับเพิ่มเนื่องจากปัจจุบัน กฟน. กำหนดให้ใช้สาย VAF เป็นชนิดมีกราวด์ในตัว

ปุ่ม Pricelist... - จะมีอยู่ในคุณสมบัติของทุกอุปกรณ์ เมื่อกดปุ่มโปรแกรมจะแสดง Devicepricelist ขึ้นมา (ดูรายละเอียดในหัวข้อถัดไปนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงผลการเลือกระบุยี่ห้ออุปกรณ์เพื่อไปประมาณราคาจะอยู่ด้านล่างของปุ่ม Price list... ซึ่งแตกต่างกันไปตามชนิดของอุปกรณ์และยังแสดงชนิดของอุปกรณ์และราคาต่อหน่วย (Unitprice.) ของอุปกรณ์นั้นด้วย

1.5 Device pricelist หน้าต่างนี้จะเกิดขึ้นเมื่อกดปุ่ม database/add device data ที่แถบเมนู และ เกิดเมื่อกดปุ่ม price list...ที่ device property



รูปที่ 4.10 Device priclist ของอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการประมาณราคา

- ตัวอย่างของการใช้ Device pricelist ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกันทุกอุปกรณ์ * ยกเว้นพวกตู้ศูนย์กลางโหลด ด้านบนจะสามารถเลือก Tabsheet ได้ 2 หน้า หน้าแรกจะเป็นข้อมูลราคา (pricelist) ของ ตัวตู้เมนและ Tabsheet 2 จะใช้เลือกข้อมูลราคาของมินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์

<u>-รายละเอียด</u>

ในตารางจะเป็นตารางราคาของอุปกรณ์ชนิดนั้นๆ สามารถคลิกเมาส์เลือกที่ช่องใดก็ได้ซึ่งอยู่ในบรรทัดเดียว จะถือว่าเป็นการเลือกข้อมูลในบรรทัดนั้นมาคำนวณซึ่งสามารถตรวจสอบความถูกต้องได้โดยดูจากข้อมูลในกรอบ You choose... ส่วนด้านล่างในกรอบ Update (ชื่ออุปกรณ์) pricelist นั้นเป็นที่สำหรับแก้ไขเพิ่มเติมเปลี่ยนแปลงข้อมูลในฐานข้อมูล สามารถดูรายละเอียดได้จากหัวข้อปรับปรุงฐานข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2. เริ่มออกแบบ

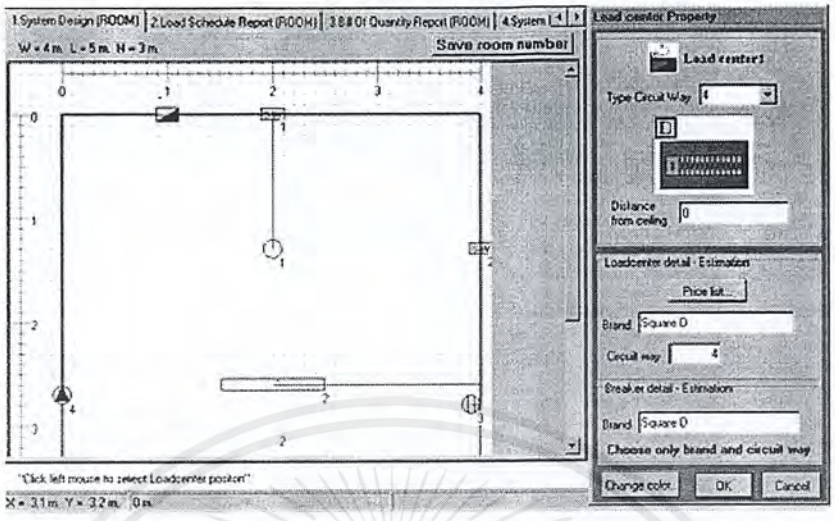
เนื่องจากโปรแกรมนี้เป็นโปรแกรมช่วยออกแบบดังนั้นก่อนเริ่มออกแบบผู้ใช้จะต้องมีแบบพิมพ์เขียวอยู่ในมือ โดยจะมีลำดับการออกแบบคร่าวๆดังนี้คือ วาดขนาดห้อง, ลงอุปกรณ์พร้อมระบุถึงรายละเอียดต่างๆของอุปกรณ์, เชื่อมวงจรย่อยโดยการลากสาย, ให้โปรแกรมทำการคำนวณตารางโหลดของห้อง, ให้โปรแกรมคำนวณแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของห้อง (ถึงจุดนี้ถ้าต้องใช้แบบห้องหลายแบบให้กลับไปเริ่มวาดขนาดห้องใหม่และดำเนินการตามลำดับ) ,ทำการพิมพ์แบบและตารางผลทั้งหมดไว้จากนั้นเริ่มออกแบบระดับชั้น, ให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดของชั้นคำนวณนับราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้น (ถึงจุดนี้ถ้าต้องออกแบบห้องหลายชั้นให้กลับไปเริ่มวาดขนาดชั้นใหม่และดำเนินการตามลำดับ), จากนั้นออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคาร, และสุดท้ายให้โปรแกรมคำนวณรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของโครงการทั้งหมด

4.5.3. การออกแบบและประมาณราคาระดับห้อง

ขั้นที่1 เริ่มจากกดปุ่ม new ที่ Control button bar หรือกดจาก menu bar จะปรากฏหน้าต่าง New design ซึ่งมีรูปมิติห้อง 4 เหลี่ยม ให้กรอกความกว้าง ยาว และสูงจริงของห้องที่จะออกแบบซึ่งมีหน่วยเป็นเมตร จากนั้นกดปุ่ม OK โปรแกรมจะสร้างกระดาษออกแบบซึ่งมีขนาดห้องตามที่ได้กำหนดไว้มีอัตราส่วนช่วงละ 1 เมตร โดยมองจากท็อปวิว (top view) บนพื้นที่ Tab 1.System Design (Room)

ขั้นที่2 ทำการออกแบบบนแปลนห้องจำลอง เลือกอุปกรณ์จาก Room device box เริ่มจากลงตำแหน่งคอนซูเมอร์ยูนิทก่อนเป็นอันดับแรก กำหนดขนาดวงจรย่อย (circuit ways) ในห้องโดยดูจากพิมพ์เขียวหรือผู้ใช้สามารถเผื่อวงจรย่อยได้ตามความพอใจก็ได้ จากนั้นจึงเลือกลงอุปกรณ์ตามแบบ กำหนดคุณสมบัติ (Property) ต่างๆของสายพร้อมทั้งกำหนดสเปคของอุปกรณ์ในราคาอุปกรณ์ (Prictlist) และจึงทำการเชื่อมวงจรย่อยโดยการลากสาย ข้อสำคัญ ก่อนการลากสายควรตรวจสอบเลขวงจรย่อย ชนิดของสายไฟฟ้าที่ใช้ออกแบบ และชนิดของสายไฟที่ใช้ในการประมาณราคา ผู้ใช้เพียงแต่เลือกชนิดและยี่ห้อสายเท่านั้นส่วนการหาขนาดสายและความยาวรวมเป็นหน้าที่ของโปรแกรม และจำเป็นต้องลากออกจากตู้ศูนย์กลางโหลดเท่านั้น ขณะออกแบบจะเกิดสภาพแวดล้อมของโปรแกรมดังรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 แบบแปลนการออกแบบระบบไฟฟ้าภายในห้อง

ในแถบล่างสุดของหน้าจะแสดงพิกัดเพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการลากสาย โดยช่องแรก X และ Y แทนพิกัดด้านนอนและด้านตั้งของแปลนตามลำดับ นับจากจุด (0,0) ซึ่งอยู่ที่มุมซ้ายบนสุดของโปรแกรมช่องที่ 2 แทนความยาวของสายขณะลากแนวตรงแต่ละครั้งทั้งหมดจะมีหน่วยเป็นเมตร

ขั้นที่ 3 บันทึกหมายเลขห้องโดยกดปุ่ม Save room number ที่ด้านขวาบนของแปลนจำลอง (หมายเลขห้องนี้หมายถึงได้เลขระบุแบบของห้องซึ่งถ้าออกแบบห้อง 2 แบบ ก็จะต้องมีเลขกำกับ 2 เลขเช่น ห้อง Type 1 และType 2 เพื่อนำไปออกแบบในระดับชั้น) โปรแกรมกำหนดให้ออกแบบได้ไม่เกิน 30 แบบ

ขั้นที่ 4 กดปุ่ม Room design บน Control button bar เพื่อให้โปรแกรมคำนวณแสดงตารางโหลดของห้องออกมา Design tab จะเลื่อนเป็น Tab 2. Load Schedule Report (Room) โปรแกรมทำการเลือกขนาดสาย,เบรคเกอร์ย่อย ของแต่ละวงจรย่อย รวมทั้งเมนเบรคเกอร์ของคอนซูเมอร์และขนาดสายป้อนเข้าห้องรวมถึงเครื่องวัดที่ต้องใช้ตามข้อกำหนดของกฟน. และจะแสดงรูปไดอะแกรมด้วย (ในช่องรายละเอียดของโหลดสามารถแก้ไขชื่อโดยคลิ๊กที่ช่องว่างของชื่อวงจรย่อยนั้น) ทั้งหมดมีลักษณะดังรูปข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรย่อย	รายละเอียดของโหลดที่ใช้	โหลด	
		(VA)	ขั้ว
1	Lighting	147.796	1
2	Receptacle	180.004	1
3	Water heater	3000.008	1
4	Air condition	1500.004	1
5	Spare	0	
6	Spare	0	
	TOTAL	4827.812	1

รูปที่ 4.12 ตารางโหลดที่ได้จากการออกแบบระบบไฟฟ้าตามรูปที่ 4.11

ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Room Estimate บน Control button bar เพื่อให้โปรแกรมคำนวณแสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของห้องออกมาที่ Tab 3.Bill Of Quantity Report (Room) เมื่อได้รายการราคาวัสดุอุปกรณ์แล้วสามารถที่จะทำการแก้ไขและเพิ่มในส่วนของค่าแรงลงไปได้ โดยคลิกเมาส์ตามช่องที่ต้องการแก้ไขจะเกิดหน้าต่างที่ใช้ลงข้อมูลลงไป จากนั้นให้กดปุ่ม New calculate ที่ด้านขวาบนของแปลนจำลองเพื่อคำนวณและรวมค่าใหม่ ทั้งหมดมีลักษณะดังรูปข้างล่างนี้

ที่มา	รายการอุปกรณ์	จำนวนอุปกรณ์		ราคาอุปกรณ์(บาท)		ค่าแรง(บาท)		รวมราคา(บาท
	(1 room)	จำนวน	หน่วยอุปกรณ์	ต่อหน่วย	ทั้งหมด	ต่อหน่วย	ทั้งหมด	
1	Consumer 6 Circuit Ways Square D [Model QO1 - 6G W / MBK] ...AT = 16,20,32,45	1	Sets	2200	2320	200	200	3120
2	Miniature Square D 1 Pole [Model QO-116 EC 10] rated 10 A.	4	*	100	*			
3	Incandescent Philips [E27/A82] 15watt หลอดไส้ทั่วไป [GLS CLEAR LAMPS]	1	Sets	18	18	65	65	83
4	[Fluorescent Philips 18watt หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 18W/54 ...mm. ขาเดี่ยว]	1	Sets	45	45	65	65	110
5	Receptacle Sticino [M9025] เต้ารับคู่ 2 ขา เมื่อมาตรฐานมอก [16A 250V]	1	Sets	36	36	65	65	101
6	Switch Sticino [M9001] สวิตช์หน้าเดียว [16 A]	1	Sets	36	36	65	65	101
7	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	60	Meters	5.38	358.8	4	240	598.8
	Grand total							4113.8

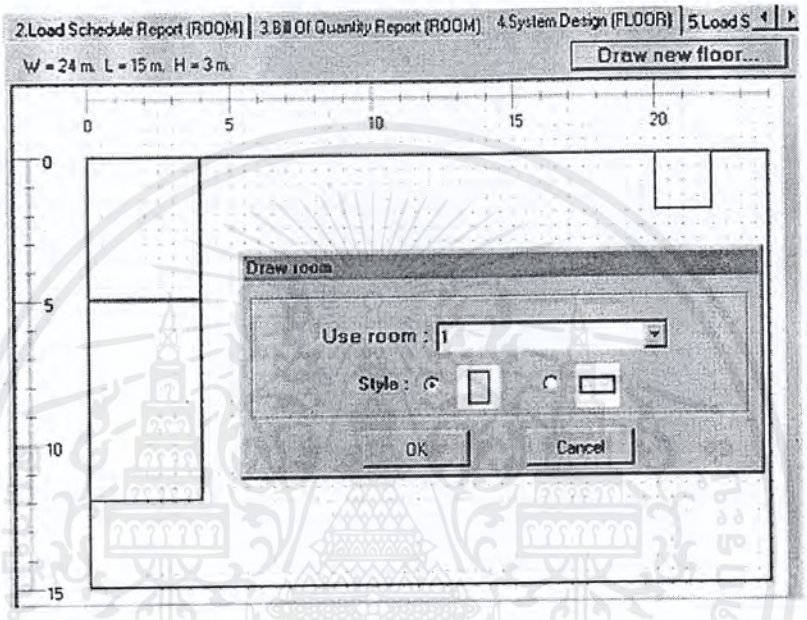
รูปที่ 4.13 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์จากแบบระบบไฟฟ้าตามรูปที่ 4.11

4.5.4. การออกแบบและประมาณราคาในระดับชั้น

ขั้นที่ 1 หลังจากออกแบบและบันทึกเลขแบบห้องเสร็จแล้วจึงสามารถออกแบบในระดับชั้นได้โดยการเปิดไปที่ Tab 4. System design (Floor) กดที่ปุ่ม New floor design ที่ด้านล่างจะเกิดหน้าต่างที่มีรูปมิติชั้นออกมา ให้ลงความกว้าง ยาว สูง ในลักษณะเดียวกับการเริ่มออกแบบห้องครั้งแรกและต้องระบุตัวเลขกำกับแบบของชั้นซึ่งกำลังจะออกแบบด้วย โปรแกรมจะสร้างกระดาษแปลนจำลองของชั้นโดยมองจากท็อปวิวคล้ายกับแบบห้องแต่อัตราส่วนจะเปลี่ยนเป็นช่วงละ 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2 ทำการลงตำแหน่งของห้องแต่ละห้องบนชั้นตามแบบพิมพ์เขียว โดยกดปุ่ม Room บน Floor device box ลากรูป 4 เหลี่ยมลากปลายเมาส์มาคลิกบนตำแหน่งที่ต้องการบน พิกัดแปลนชั้นจะเกิด Room property ให้ระบุหมายเลขแบบห้องโปรแกรมจะวาดขอบเขตห้องให้อัตโนมัติ จุดนี้จะไม่มีผลต่อการคำนวณ ให้ทำการลงห้องจนครบดังรูปตัวอย่าง

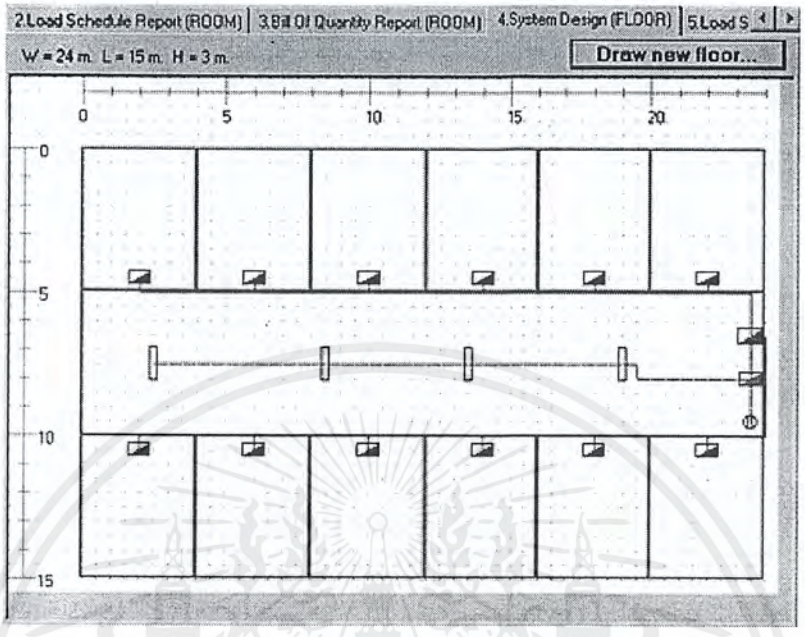


รูปที่ 4.14 การลงตำแหน่งของห้องบนแบบแปลนของชั้น

ขั้นที่ 3 ต้องทำการออกแบบโหลดส่วนกลางก่อนเป็นอันดับแรกโดยกดปุ่ม Public load (สัญลักษณ์สีเขียว) บน Floor device box เพื่อวางตู้โหลดส่วนกลางตามตำแหน่งในพิมพ์เขียวจากนั้นจึงลงอุปกรณ์โหลดส่วนกลางและเดินวงจรเหมือนวงจรย่อยในห้องจากนั้นจึงกดปุ่ม Public load cal. บน Control button bar โปรแกรมจะทำการคำนวณ Public load schedule และ Public Bill Of Quantity ในคราวเดียวเพื่อเตรียมไปคำนวณรวมในระดับชั้น

ขั้นที่ 4 หลังจากคำนวณโหลดส่วนกลางเรียบร้อยแล้ว ให้กดที่ปุ่ม Load panel (สัญลักษณ์สีน้ำเงิน) บน Floor device box เพื่อลงตู้ LP หรือ Load panel ประจำชั้น และทำการวางตู้ศูนย์กลางโหลดของแต่ละห้องตามแปลนจริงของแบบชั้นในพิมพ์เขียวโดยกดที่ปุ่ม Room loadcenter (สัญลักษณ์สีดำ) และทำการเดินสายออกจาก Load panel ไปที่ Load center ของแต่ละห้อง กำหนดคุณสมบัติต่างๆของสาย,เลขที่วงจร และทำการลากวงจรออกจากตู้ LC เท่านั้น สุดท้ายให้ลากไปเชื่อมต่อกับตู้ Public load ที่ได้ทำการออกแบบไว้ก่อนหน้านี้ ทำลักษณะเดียวกับวงจรย่อยของการออกแบบระดับห้อง

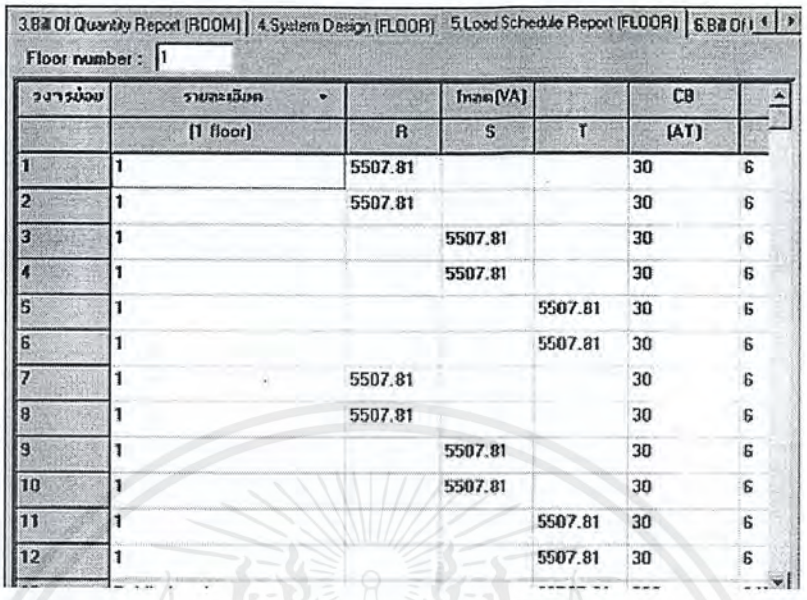
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 แบบแปลนวงจรระบบไฟฟ้าส่วนกลางภายในชั้น

ขั้นที่ 5 กดปุ่ม Floor design บน Control button bar เพื่อให้โปรแกรมคำนวณแสดงตารางโหลดของชั้นจุดนี้ Design tab จะเลื่อนเป็น Tab 5. Load Schedule Report (Floor) โปรแกรมจะดำเนินการทำให้โหลดสมดุล (Balance load) และเลือกขนาดสายป้อนเข้าตู้ศูนย์กลางโหลด,เบรกเกอร์ย่อยที่ตู้ LP แต่ละวงจร รวมทั้งเมนเบรคเกอร์ของ Load panel และขนาดสายป้อนจากตู้เมนไฟฟ้ามาที่ชั้นตามข้อกำหนดของกฟน. และจะแสดงรูปไดอะแกรม 3 เฟสด้วย (ในช่องรายละเอียดของโหลดสามารถแก้ไขชื่อโดยคลิกที่ช่องว่างของชื่อวงจรย่อยนั้น) มีตัวอย่างดังรูปข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


3.Bill Of Quantity Report (ROOM) | 4.System Design (FLOOR) | 5.Load Schedule Report (FLOOR) | 6.Bill Of

Floor number : 1

วงจรย่อย	รายละเอียด		โหลด(VA)		CB	
	(1 floor)	R	S	T	(AT)	
1	1	5507.81			30	6
2	1	5507.81			30	6
3	1		5507.81		30	6
4	1		5507.81		30	6
5	1			5507.81	30	6
6	1			5507.81	30	6
7	1	5507.81			30	6
8	1	5507.81			30	6
9	1		5507.81		30	6
10	1		5507.81		30	6
11	1			5507.81	30	6
12	1			5507.81	30	6

รูปที่ 4.16 แสดงตารางโหลดสมดุลของแบบระบบไฟฟ้าตามรูปที่ 4.15

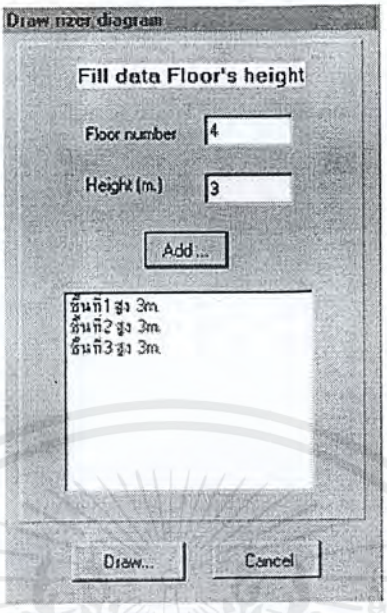
ขั้นที่ 6 กดปุ่ม Floor Estimate บน Control button bar เพื่อให้โปรแกรมคำนวณแสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้นโดยจะแสดงบน Tab 6.Bill Of Quantity Report (Floor) เมื่อได้รายการราคาวัสดุอุปกรณ์แล้วสามารถที่จะทำการแก้ไขข้อมูลในตารางและเพิ่มในส่วนของค่าแรงลงไปได้ โดยคลิกตามช่องที่ต้องการแก้ไขจะเกิดหน้าต่างที่ใช้ลงข้อมูลลงไปจากนั้นให้กดปุ่ม New calculate ที่ด้านขวาบนของแปลนจำลองเพื่อคำนวณและรวมค่าใหม่ (ในแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้นนี้ได้เว้นที่เผื่อไว้ 3 รายการเพื่อให้ผู้ใช้ลงข้อมูลเพิ่มเติมได้ตามต้องการ)

4.5.5. การออกแบบและประมาณราคาในระดับอาคาร

หลังจากได้แบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของชั้นเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมเพื่อการออกแบบและประมาณราคาสายป้อนขึ้นชั้นและตู้เมนไฟฟ้ารวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้า

ขั้นที่ 1 เปิด Tab 7.Rizer diagram design กดที่ปุ่ม Draw new Rizer diagram จะปรากฏหน้าต่างเพื่อรับค่าจำนวนชั้นและความสูงของชั้นเพื่อนำไปวาดแปลนไรเซอร์ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 Draw rizer diagram สำหรับป้อนความสูงของชั้นแต่ละชั้นในอาคาร

ให้ใส่หมายเลขชั้นและความสูงของแต่ละชั้น ดังรูปจะเป็นการออกแบบอาคารสูง 4 ชั้น จากนั้นจึงกดปุ่ม Draw

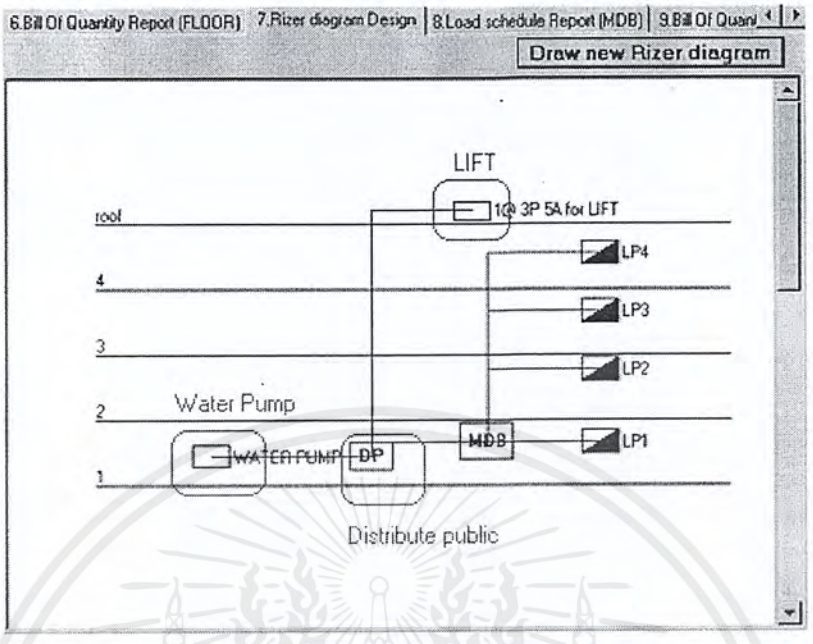
ขั้นที่ 2 เมื่อได้แปลนอาคาร แล้วจึงทำการลงอุปกรณ์จาก Rizer device box โดยเริ่มจากตู้เมนไฟฟ้าก่อนเป็นอันดับแรกจากนั้นจึงลงตู้ LP แต่ละชั้น , ตู้ DP , ลิฟท์และ ปั๊มน้ำหลังจากนั้นจึงทำการลากสายป้อนวงจรย่อยจากเมนไฟฟ้าไปที่อุปกรณ์ต่าง ๆ จนครบ

วงจรลิฟท์และปั๊มน้ำต้องเป็นวงจรเดียวกับตู้ DP (โหลดส่วนกลางรวม) และในคุณสมบัติของทั้ง 2 จำเป็นต้องลงขนาดของมอเตอร์ที่ใช้ในหน่วยแอมป์เพื่อไปทำการคำนวณออกแบบสายป้อน

คุณสมบัติของตู้ LP ต้องทำการเลือกค่าโวลท์แอมป์ว่ารับค่ามาจากการออกแบบชั้นแบบที่เท่าไร โดยสามารถเลือกได้ตามหมายเลขกำกับแบบของชั้นที่ได้ทำการออกแบบไปก่อนหน้านี้

ตัวอย่างการออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคาร

ขั้นที่ 3 สั่งให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้า (MDB load schedule) และรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวม (Total BOQ) ของอาคาร โดยกดที่ปุ่ม Rizer/All cal. บน Control button bar จากนั้นก็จะเกิดหน้าต่างของข้อมูลหม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer data) ขึ้นให้เลือกชนิดหม้อแปลงและการเดินสายในตัวเลือกที่ตั้งไว้แล้วกด OK โปรแกรมก็จะทำการคำนวณตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าการทำการนับจำนวนอุปกรณ์ทั้งหมดในอาคาร เป็นรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมแสดงใน tab 8 และ tab 9 ตามลำดับ โดยที่สามารถแก้ไขข้อมูลในรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมได้ในลักษณะเดียวกับระดับห้องและชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.Bill Of Quantity Report (FLOOR) | 7.Riser diagram Design | 8.Load schedule Report (MDB) | 9.Bill Of Quant

Load Schedule (MDB)

วงจรย่อย	รายละเอียด	LOAD (VA)	CB AT	ขนาดสาย	
1	LP1	30240.045	50	16	T
2	LP2	30240.045	50	16	T
3	LP3	30240.045	50	16	T
4	LP4	30240.045	50	16	T
5	DP	8250	15	2.5	T
6	LIFT	4125	15	2.5	T
7	WATER PUMP	4125	15	2.5	T
8	Spare				
	MAIN FEEDER	129210.18	250AT 3P	THW 3x150 Neutral 1x150 Gnd 1x	

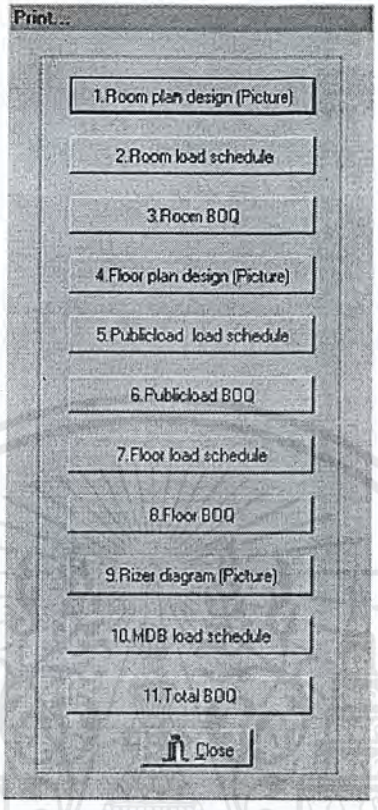
รูปที่ 4.19 ตัวอย่างตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้า

4.5.6. การบันทึกแบบและพิมพ์ออกเครื่องพิมพ์

ในการบันทึกแบบนั้นถ้าทำการออกแบบในคราวเดียวโปรแกรมจะทำการบันทึก 2 ช่วง คือตอนออกแบบห้องแต่ละแบบเรียบร้อย และตอนออกแบบชั้นแต่ละแบบเรียบร้อย ซึ่งโปรแกรมจะเตือนให้ผู้ใช้ใส่หมายเลขแบบกำกับถ้าไม่ใส่จะไม่สามารถดำเนินโปรแกรมต่อไปได้ และสามารถเลือกสั่งพิมพ์แบบและผลตารางต่างๆได้หลังจากที่ผู้ใช้ได้ออกแบบจนได้ตารางโหลด และรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ที่ตรงความต้องการได้ที่ปุ่ม Print ที่ Control button bar หรือที่ Menu bar /File/Print

การสั่งพิมพ์นั้นหลังจากที่กดปุ่ม Print แล้วจะเกิดหน้าต่าง Print... ดังรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 หน้าต่าง Print สำหรับเตรียมการพริ้นส์ผลของโปรแกรม

สามารถเลือกที่จะพิมพ์เอกสารได้โดยต้องมีเงื่อนไขดังนี้

1 Room design - หลังจากที่ออกแบบห้องเสร็จแต่ละแบบ

2 Room load schedule – หลังจากที่ออกแบบห้องเสร็จแต่ละแบบและให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดแล้ว

3 Room BOQ – หลังจากที่ออกแบบห้องเสร็จแต่ละแบบและให้โปรแกรมคำนวณแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์แล้ว

4 Public loadschedule – หลังออกแบบระดับห้องเสร็จเรียบร้อยและออกแบบโหลดส่วนกลางบนชั้นเสร็จเรียบร้อย

5 Public BOQ - หลังออกแบบระดับห้องเสร็จเรียบร้อยและออกแบบโหลดส่วนกลางบนชั้นเสร็จเรียบร้อย

6 Floor design - หลังจากที่ออกแบบชั้นเสร็จแต่ละแบบ

7 Floor load schedule - หลังจากที่ออกแบบชั้นเสร็จแต่ละแบบให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 Floor BOQ – หลังจากที่ออกแบบชั้นเสร็จแต่ละแบบและให้โปรแกรมคำนวณรายการราคาวัสดุอุปกรณ์แล้ว

9 Rizer diagram - หลังจากที่ออกแบบรูปไรเซอร์ไดอะแกรมเสร็จเรียบร้อย

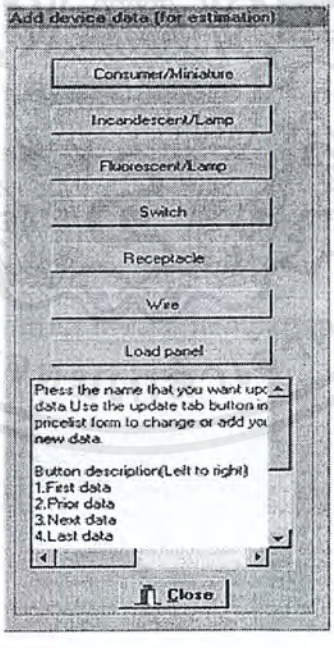
10 MDB load schedule - หลังจากที่ออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมเสร็จและให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมแล้ว

11 Total BOQ – หลังจากที่ออกแบบไรเซอร์ไดอะแกรมเสร็จและให้โปรแกรมคำนวณตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมแล้ว

4.5.7. การ Update ฐานข้อมูลของอุปกรณ์

โปรแกรมอนุญาตให้สามารถทำการเพิ่มเติมแก้ไขฐานข้อมูลราคาของอุปกรณ์ชนิดต่างๆได้ด้วยตัวผู้ใช้เองโดยทำได้ 2 ทางคือ

1. ขณะที่ไม่ได้ออกแบบ ให้เปิดโปรแกรมแล้วไปที่ Menu bar / Database / Add device pricelist จะเกิดหน้าต่าง Add device data (for Estimation) ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 4.21 หน้าต่าง Add device data สำหรับการปรับปรุงฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 Consumer/Miniature จะเกิดหน้าต่าง Loadcenter&Breaker pricelist - ประกอบด้วย 2 Tapsheet หน้าแรกจะเป็นสเปคของตู้ศูนย์กลางโหลดของห้อง หน้าที่ 2 จะเป็นสเปคของมินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ในตู้ศูนย์กลางโหลดซึ่งราคาจะแยกกัน

1.2 Incandescent/Lamp จะเกิดหน้าต่าง Incandescent & Lamp pricelist - มี 1 Tapsheet ซึ่งราคาต่อหน่วยจะรวมราคาหลอดและโคมที่ใช้เข้าด้วยกันเวลาเพิ่มฐานข้อมูลในช่องลักษณะ (Description) ควรบ่งบอกชนิดของหลอดต่อด้วยโคมที่ใช้เพื่อแสดงในแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

1.3 Fluorescent/Lamp จะเกิดหน้าต่าง Fluorescent & Lamp pricelist - มี 1 Tapsheet ซึ่งราคาต่อหน่วยจะรวมราคาหลอดและโคมที่ใช้เข้าด้วยกัน เวลาเพิ่มฐานข้อมูลในช่องลักษณะควรบ่งบอกชนิดของหลอดต่อด้วยโคมที่ใช้เพื่อแสดงในรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

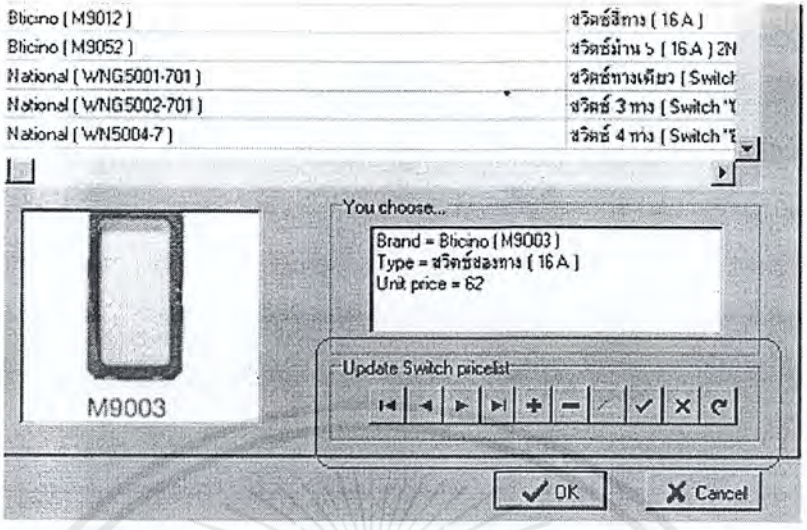
1.4 Switch จะเกิดหน้าต่าง Switch& mask pricelist - มี 1 Tapsheet ซึ่งราคาต่อหน่วยจะรวมราคาสวิตซ์และหน้ากากที่ใช้เข้าด้วยกันเวลาเพิ่มฐานข้อมูลในช่องลักษณะควรบ่งบอกชนิดของสวิตซ์และหน้ากากที่ใช้เพื่อแสดงในแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

1.5 Receptacle จะเกิดหน้าต่าง Receptacle&mask pricelist - มี 1 Tapsheet ซึ่งราคาต่อหน่วยจะรวมราคาเต้ารับและหน้ากากที่ใช้เข้าด้วยกัน เวลาเพิ่มฐานข้อมูลในช่องลักษณะควรบ่งบอกชนิดของเต้ารับและหน้ากากที่ใช้เพื่อแสดงในรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

1.6 Wire จะเกิดหน้าต่าง Wire pricelist - มี 1 Tapsheet ซึ่งราคาต่อหน่วยจะเป็นราคาสายต่อเมตร

1.7 Load panel จะเกิดหน้าต่าง Panel board pricelist ประกอบด้วย 2 Tapsheet หน้าแรกจะเป็นสเปคของตู้ Load panel ของชั้น หน้าที่ 2 จะเป็นมินิเอเจอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ในตัว Load panel ซึ่งราคาจะแยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 หน้าต่างแสดงการปรับปรุงฐานข้อมูลราคาอุปกรณ์

วิธีการเพิ่มข้อมูลลงฐานข้อมูล

ใช้วิธีเดียวกันทุกอุปกรณ์ โดยใช้กลุ่มปุ่ม Navigator update ในกรอบ update pricelist ของแต่ละหน้าต่าง pricelist ของอุปกรณ์ ซึ่งแต่ละปุ่มมีคำอธิบายดังนี้(เรียงจากซ้ายไปขวา)

- Next ใช้สำหรับเลื่อนไปที่เรคคอร์ดถัดไปครั้งละ 1 เรคคอร์ด
- Prior ใช้สำหรับเลื่อนกลับไปที่เรคคอร์ดผ่านมาครั้งละ 1 เรคคอร์ด
- First ใช้สำหรับเลื่อนกลับไปที่เรคคอร์ดแรก
- Last ใช้สำหรับเลื่อนกลับไปที่เรคคอร์ดสุดท้าย
- Insert ใช้สำหรับแทรกเรคคอร์ดใหม่ที่ด้านหน้าของเรคคอร์ดปัจจุบัน
- Delete ใช้สำหรับลบเรคคอร์ดปัจจุบัน
- Edit ใช้สำหรับปรับปรุงเรคคอร์ดปัจจุบัน
- Post ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลที่มีการปรับปรุงเข้าฐานข้อมูล
- Cancle ใช้สำหรับยกเลิกการปรับปรุงเรคคอร์ดปัจจุบัน
- Refresh สำหรับแสดงข้อมูลทุกเรคคอร์ดล่าสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการเพิ่มรูปภาพประกอบ

ต้องการเพิ่มรูปภาพประกอบให้กับข้อมูลบรรทัดใดให้ใช้เมาส์คลิกที่บรรทัดข้อมูลนั้น ก่อนจากนั้นจึงนำภาพที่ได้สแกน (Scan) ไว้มาใส่คอมพิวเตอร์ แล้วให้เปิดดูภาพที่ Program "Paint" ของวินโดวส์ (Windows) ที่เมนูของโปรแกรม Paint เลือก Edit/Select all ต่อด้วย Edit/Copy จากนั้น แล้วจึงใช้เมาส์ไปคลิกที่กรอบรูปภาพบน Pricelist ที่ว่างอยู่ แล้วกด Ctrl + V จะเกิดภาพลงบนกรอบรูปภาพของ Pricelist ประกอบให้กับข้อมูลบรรทัดนั้น

หมายเหตุ - ทุกครั้งที่ใส่ข้อมูลใหม่ลงฐานข้อมูลแล้ว ต้องกดปุ่ม เครื่องหมายถูก (new add data in database(To confirm)) เพื่อยืนยันข้อมูลใหม่

2 ขณะกำลังออกแบบ ทำเหมือนกรณี 1 ขณะยังไม่ได้ออกแบบทุกประการสามารถเพิ่มฐานข้อมูลได้เมื่อมีหน้าต่าง Pricelist อุปกรณ์ชนิดนั้นปรากฏอยู่ในขณะที่กำลังใช้งานโปรแกรม

4.5.8. ข้อกำหนดต่างๆในการวาดวงจร

การออกแบบระดับห้อง

1 การคลิกวางสายในแต่ละวงจรย่อย ต้นสายของแต่ละวงจรต้องเริ่มลากจากตู้ศูนย์กลางโหลดเท่านั้น แล้วจึงลากไปหาอุปกรณ์ต่างๆ

2 การวาดวงจรย่อยแสงสว่างสามารถทำแบบชอร์ฟครออิ้งได้โดยลากจากสวิตซ์ไปหาหลอดไฟหรือจากหลอดไฟมาที่สวิตซ์ก็ได้

3 กรณีจุดต่อแยกสายไม่ได้อยู่ที่อุปกรณ์ ต้องใช้กล่องต่อสาย (Connect box) วางที่จุดจะแยกสายแล้วจึงทำการลากสายแยกออกไป

4 อุปกรณ์ทุกชนิดต้องไม่ทับตำแหน่งกัน โดยสามารถดูจากพิกัด X , Y ขณะจะคลิกวางอุปกรณ์บนแปลน ถ้าติดกันมากควรวางเยื้องกัน 1 ช่วงจุดกริด (Grid)

5 ขณะลากสายหักมุม ห้ามคลิกลงบนอุปกรณ์อื่นที่ไม่ได้อยู่ในวงจรย่อยเดียวกันกับสายที่ลาก

6 ควรตรวจดูคุณสมบัติของอุปกรณ์ในส่วนของการออกแบบและส่วนของการประมาณราคาให้มีข้อมูลที่ตรงกันเสมอ เช่น ถ้าออกแบบสาย THW ในส่วนของ pricelist สายต้องเลือกเป็นสายชนิด THW เช่นกัน แต่จะใช้ยี่ห้ออะไรก็ได้

7 ถ้ามีการแก้ไขแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ต้องกดปุ่ม New calculate เพื่อคำนวณค่าใหม่ทุกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบในระดับชั้น (เพิ่มเติมจากห้อง)

7 ต้องทำการออกแบบวงจรทั้งหมดของโหลดส่วนกลางก่อนที่จะออกแบบวงจรจ่ายไปห้อง

8 Emergency light ให้ใช้ปุ่มเดียวกับ Incandescent โดยเลือกอุปกรณ์ใน Pricelist เป็นตัว emergency light

9 วงจรย่อยต่างๆไม่ควรรวมอุปกรณ์แสงสว่างและอุปกรณ์กำลังไว้ในวงจรย่อยเดียวกัน

10 ไม่ควรออกแบบวงจรย่อยให้รับโหลดจำนวนมาก ควรแบ่งโหลดไปกำหนดวงจรย่อยใหม่

11 การรับค่าของตู้ศูนย์กลางโหลดของห้องจะมีผลต่อการออกแบบตารางโหลด (Design load schedule) ส่วนการรับค่าขนาดห้องมาวาดรูปห้องจะไม่มีผลต่อการคำนวณ

การออกแบบระดับอาคาร

11 ระยะสายที่เห็นในแบบไรเซอร์ไดอะแกรมจะไม่มีผลต่อการคำนวณของวงจรแต่ต้องลงข้อมูลในคุณสมบัติของอุปกรณ์ให้ถูกต้อง เช่น ระยะจากพื้นหรือช่องเดินสายระหว่างชั้น

12 ตู้ LP ห้ามลงทับตำแหน่งเดียวกันและห้ามลงก้ำกึ่งระหว่างชั้น

13 การสร้างวงจรย่อยของตู้เมนไฟฟ้าต้อง ลากสายออกจากตู้เมนไฟฟ้าเท่านั้น แล้วจึงลากไปที่ตู้ LP หรือ DP ถ้ามีลิฟท์และปั๊มน้ำต้องใช้วงจรย่อยเลขเดียวกับตู้ DP เท่านั้นโดยลากจากเมนไฟฟ้าไป DP ไปลิฟท์หรือปั๊มน้ำก่อนก็ได้ แล้วจึงต่อวงจรย่อยออกจากตู้ DP อีกครั้งไปหาอุปกรณ์โหลดส่วนกลางที่เหลือ

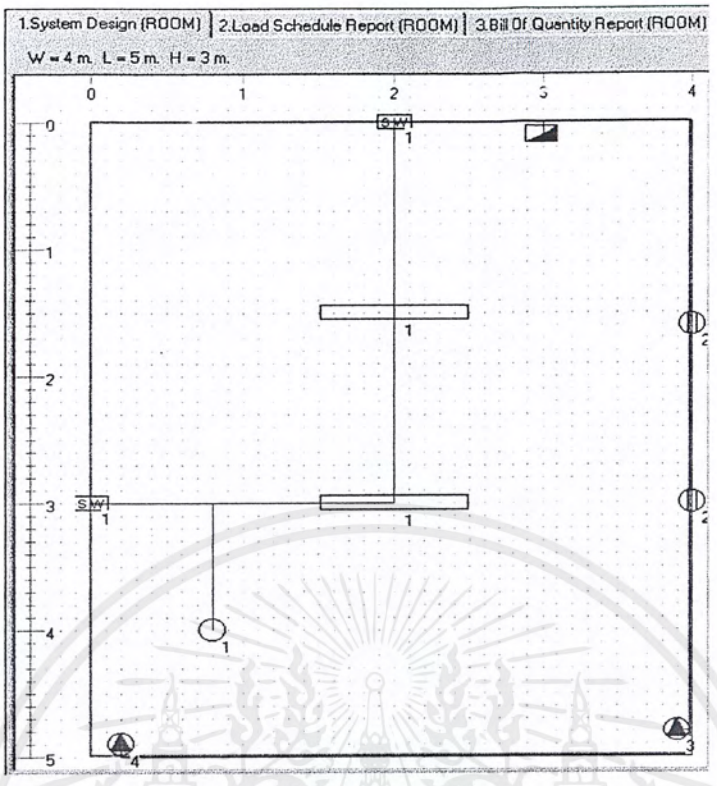
14 การพิมพ์ข้อมูลต่างกระทำได้หลังจากที่ได้คำนวณตารางโหลดและแบบรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ออกมาแล้ว

4.6. ผลการทดสอบโปรแกรม

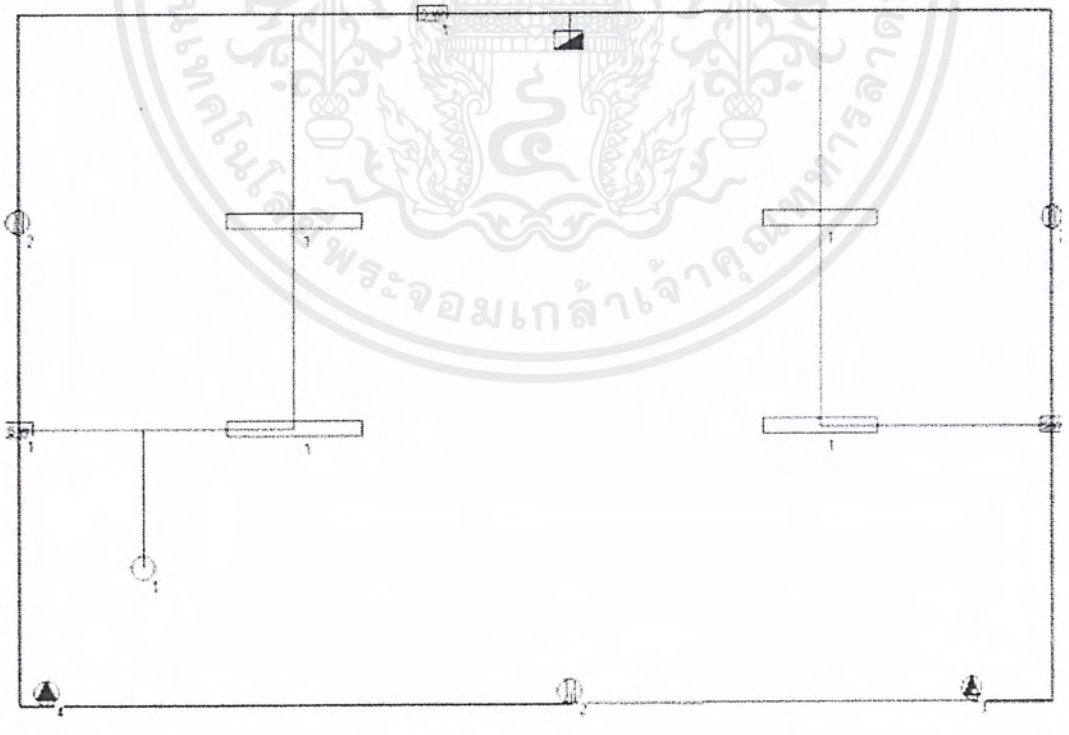
หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จแล้วได้ทำการทดสอบโปรแกรมโดยได้ทำการออกแบบห้องจำลอง 2 แบบออกมาก่อน ต่อมาจึงออกแบบระบบไฟฟ้าของห้องพักและโหลดส่วนกลางในระดับชั้น และสุดท้ายจึงเป็นการออกแบบระบบไฟฟ้าของทั้งอาคารซึ่งในที่นี้ได้ออกแบบเป็นอาคารจำลองขนาด 6 ชั้น สำหรับผลการทดสอบโปรแกรมของการออกแบบทั้งสามส่วนที่กล่าวมาข้างต้นจะแสดงในรูปของตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์

โดยแบบของห้องจำลอง 2 แบบที่นำมาทดสอบโปรแกรมจะมีลักษณะเป็นแบบที่แสดงรายละเอียดวงจรย่อยในระบบไฟฟ้าในรูปของชอร์ปดรออิ้งดังรูปที่ 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.23 แบบห้องจำลองแบบที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม



รูปที่ 4.24 แบบห้องจำลองแบบที่ 2 ที่ใช้ในการทดสอบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อให้โปรแกรมทำการคำนวณเพื่อหาตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 1 จะได้ตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 1 ดังตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับดังนี้

Circuit No.	Description	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting	246.796	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle	360.008	1	30	15	2.5 THW
3	Air condition	1749.99	1	30	15	2.5 THW
4	Water heater	3000.008	1	30	15	2.5 THW
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	5356.802	1	30	30	6 THW x 3

ตารางที่ 4.1 ตารางโหลดของแบบห้องจำลองแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
1	Consumer 6 Circuit ways square D (Model QO1 – 6GW / MBX) AT = 16,20,32,45	1	Sets	2200	2920	200	200	3120
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO – 116 EC 10) rated 16 A	4	*	180	*			
3	Incandescent Philips (E27&B22) 40 Watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	1	Sets	168	168	65	65	233
4	Fluorescent Philips 36 Watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W / 54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	2	Sets	202	404	65	130	534
5	Receptacle National ชนิด Duplex receptacle	2	Sets	160	320	65	130	450
6	Switch National ชนิด Single pole switch	2	Sets	72	144	65	130	274
7	THW phelps dodge(PD THW) 2.5 sqmm	128	M	5.98	765.44	4	512	1277.44
	Grand total							5888.44

ตารางที่ 4.2 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 1

เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณและแสดงผลตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 1 เสร็จแล้ว ต่อมาก็จะดำเนินการทดสอบโปรแกรมกับแบบห้องจำลองแบบที่ 2 เป็นลำดับต่อไป โดยให้โปรแกรมทำการคำนวณหาตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 2 ดังแสดงตามตารางที่ 4.3 และ 4.4 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit No.	Description	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting	453.596	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle	540.012	1	30	15	2.5 THW
3	Air condition	1749.99	1	30	15	2.5 THW
4	Water heater	3000.008	1	30	15	2.5 THW
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	5743.606	1	30	30	6 THW x 3

ตารางที่ 4.3 ตารางโหลดของแบบห้องจำลองแบบที่ 2

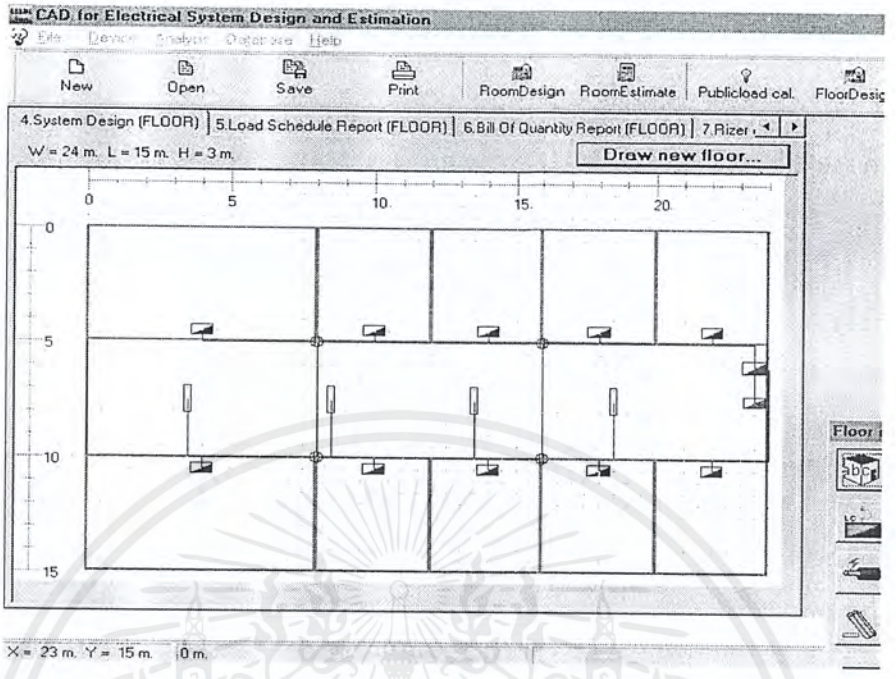
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
1	Consumer 6 Circuit ways square D (Model QO1 – 6GW / MBX) AT = 16,20,32,45	1	Sets	2200	2920	200	200	3120
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO – 116 EC 10) rated 16 A	4	*	180	*			
3	Incandescent Philips (E27&B22) 40 Watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	1	Sets	168	168	65	65	233
4	Fluorescent Philips 36 Watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W / 54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	4	Sets	202	808	65	260	1068
5	Receptacle National ชนิด Duplex receptacle	3	Sets	160	480	65	195	675
6	Switch National ชนิด Single pole switch	3	Sets	72	216	65	195	411
7	THW phelps dodge(PD THW) 2.5 sqmm	244	M	5.98	1459.12	4	976	2435.12
	Grand total							7942.12

ตารางที่ 4.4 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของแบบห้องจำลองแบบที่ 2

เมื่อให้โปรแกรมทำการออกแบบและประมาณราคาของระบบไฟฟ้าในส่วนของภายในห้องพักเสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาคือทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่การคำนวณและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในแต่ละระดับชั้นภายในอาคารชุดที่อยู่อาศัย โดยก่อนที่จะเริ่มทำการคำนวณทดสอบโปรแกรมผู้ใช้โปรแกรมจะต้องวางแบบแปลนของแบบห้องจำลองทั้งสองแบบลงบนแบบของชั้นก่อน พร้อมทั้งทำการลงโหลดส่วนกลางที่ใช้ในชั้นนั้น ๆ รวมไปถึงต้องทำการลากสายเพื่อกำหนดวงจรของโหลดส่วนกลางด้วย (ในขั้นตอนนี้ผู้ใช้โปรแกรมยังไม่ต้องกำหนดวงจรของการจ่ายระบบไฟฟ้าของห้องพักเพราะการกระทำในขั้นตอนนี้จะกระทำหลังจากโปรแกรมได้ทำการแสดงตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์เฉพาะของโหลดส่วนกลางเสร็จสิ้นแล้ว) ซึ่งจะได้รูปภาพของแบบแปลนของระดับชั้นที่โปรแกรมกำลังทดสอบอยู่ดังแสดงในรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.25 แบบแปลนของระบบไฟฟ้าในระดับชั้นของอาคารชุดที่อยู่อาศัย

โดยผลการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าเฉพาะโหลดส่วนกลางของแบบแปลนของระบบไฟฟ้าในระดับชั้นของอาคารชุดที่อยู่อาศัยดังแสดงตามรูปที่ 4.25 ได้แสดงออกมาเป็นตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit No.	Description	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting	413.6	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle	720.016	1	30	15	2.5 THW
3	Spare	0				
4	Spare	0				
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	1133.616	1	30	15	2.5 THW x 3

ตารางที่ 4.5 ตารางโหลดเฉพาะโหลดส่วนกลางของระบบไฟฟ้าของแบบแปลนตามรูปที่ 4.25

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
1	Consumer 6 Circuit ways square D (Model QO1 – 6GW / MBX) AT = 16,20,32,45	1	Sets	2200	2560	200	200	2760
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO – 116 EC 10) rated 16 A	2	*	180	*			
3	Fluorescent Philips 36 Watt ชนิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W / 54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	4	Sets	202	808	65	260	1068
4	Receptacle National ชนิด Duplex receptacle	4	Sets	160	640	65	260	900
5	THW phelps dodge(PD THW) 2.5 sqmm	450	M	5.98	2691	4	1800	4491
	Grand total							9219

ตารางที่ 4.6 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์เฉพาะโหลดส่วนกลางของระบบไฟฟ้าของแบบแปลนตามรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากโปรแกรมได้แสดงตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์เฉพาะโหลดส่วนกลางตามรูปที่ 4.25 เสร็จเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อมาให้ผู้ใช้โปรแกรมทำการลากสายกำหนดวงจรการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดห้องพักแต่ละห้องในระดับชั้นนั้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลออกมาเป็นตารางโหลด (ซึ่งจะแสดงการทำให้โหลดสมดุลโดยอัตโนมัติ) และรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวม ดังแสดงตามตารางที่ 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ

Circuit No.	Description	Load (VA)			CB	Wire size (sqmm)	Wire type
		R	S	T	AT		
1	Room number 2	5493.62			30	6	THW
2	Room number 1	5356.802			30	6	THW
3	Room number 1		5356.802		30	6	THW
4	Room number 1		5356.802		30	6	THW
5	Room number 1			5356.802	30	6	THW
6	Room number 2			5493.62	30	6	THW
7	Room number 1	5356.802			30	6	THW
8	Room number 1	5356.802			30	6	THW
9	Room number 1		5356.802		30	6	THW
10	Room number 1		5356.802		30	6	THW
11	Public Load	1133.616			15	2.5	THW
12	Spare						
	FEEDER	21564.026	17204.022	16207.224	100AT 3P	THW 3 X 50 N	

ตารางที่ 4.7 ตารางโหลดการแบ่งโหลดสมดุลของห้องพักของระบบไฟฟ้าตามแบบแปลนรูปที่ 4.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

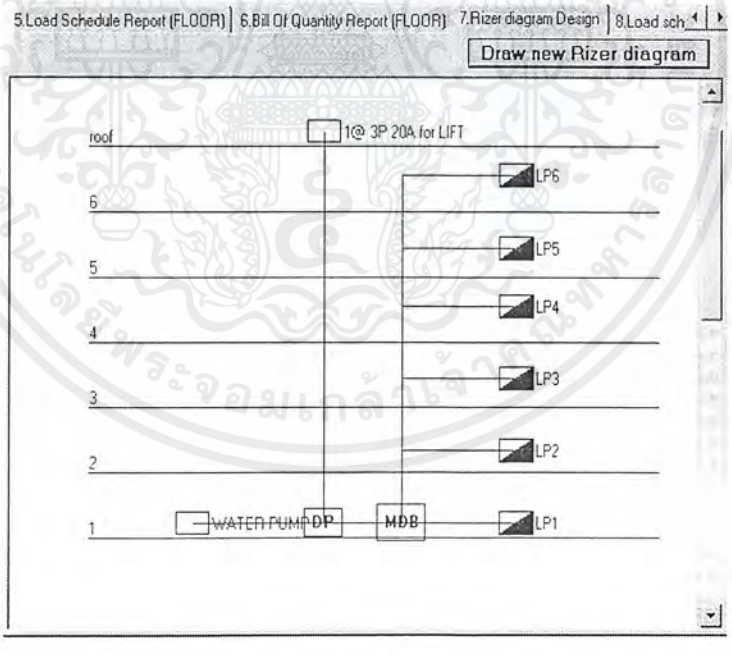
Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
1	Conduit EMT Matsushita ½ "	661	Pipes	74	48914	45	29745	78659
2	Conduit EMT Matsushita 3/4"	92	Pipes	102	9384	45	4140	13524
3	Consumer 4 Circuit ways Square D (Model QO1 – 4GW/MBX) AT = 16,20,32,45	8	Sets	2000	16000	200	1600	17600
4	Consumer 6 Circuit ways Square D (Model QO1 – 6GW/MBX) AT = 16.20,32,45	3	Sets	2200	6600	200	600	7200
5	Fluorescent Philips 36 Watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะหลอดตรง บรรจุโคม 1 X 1	28	Sets	202	5656	65	1820	7476
6	Incandescent Philips (E27&B22) 40Watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS	10	Sets	168	1680	65	650	2330
7	Kwh Meter "MITSUBISHI"15A(45A)	10	Sets	2000	20000	100	1000	21000
8	Load Panel 12 Circuit ways Square-D Model (QO3-225MB12G/S) AT = 125,150,175,200,225 A	1	Sets	15400	15400	1500	1500	- 16900
9	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A	43	Eaches	180	7740	50	2150	9890
10	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-132 EC 10) rated 32 A	10	Eaches	180	1800	50	500	2300
11	Panel 10 CKT 380V 3ph	1	Board	5450	5450	1500	1500	6950
12	Receptacle National ชนิด Duplex receptacle	26	Sets	160	4160	65	1690	5850
13	Switch National ชนิด Single pole switch	22	Sets	72	1584	65	1430	3014
14	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 sqmm	1978	M	5.98	11828 .14	4	7912	19740 .44
15	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 sqmm	13	M	5.98	77.74	4	52	129.7 4
16	THW phelps dodge (PD THW) 6 sqmm	492	M	14.81	7286. 52	4	1968	9254. 52
17	Wire way Bandex WG 100*60*2000 Slotted 8 mm	17	Blocks	582	9894	45	765	10659

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
18	Wire accessories	19193	B	0.1	1919.3			1919.3
19	Conduit accessories	58298	B	0.15	8744.7			8744.7
	Grand total							243140.7

ตารางที่ 4.8 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าทั้งหมดของแบบแปลนตามรูปที่ 4.25

ขั้นตอนต่อมาเป็นขั้นตอนสุดท้ายของการทดสอบการใช้งานของโปรแกรมคือการคำนวณการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร โดยในส่วนการคำนวณการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคารนี้จะดำเนินการในรูปของไรเซอร์ไดอะแกรมดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 แบบไรเซอร์ไดอะแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในขั้นตอนสุดท้ายนี้โปรแกรมจะทำการคำนวณและแสดงผลออกมาเป็นตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารชุดแห่งนี้ (แบบอาคารชุดจำลอง 6 ชั้น) และผลสุดท้ายของการทดสอบโปรแกรมนี้คือโปรแกรมจะแสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมของทั้งอาคาร (ผลของโปรแกรมจะแสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมเฉพาะระบบไฟฟ้าเท่านั้น) ดังแสดงตามตารางที่ 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ

Circuit No	Description	Load (VA)	Breaker AT	Wire size	Wire type
1	LP1	55475.2275	90	35	THW
2	LP2	55475.2275	90	35	THW
3	LP3	55475.2275	90	35	THW
4	LP4	55475.2275	90	35	THW
5	LP5	55475.2275	90	35	THW
6	LP6	55475.2275	90	35	THW
7	DP	28875	50	16	THW
8	WATER PUMP	12375	20	4	THW
9	LIFT	16500	30	6	THW
10	Spare				
	MAIN FEEDER	361726.365	700AT 3P	THW 3 x Neutral 1 x 400 Gnd 1 x 50	

ตารางที่ 4.9 ตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าของอาคารชุดที่อยู่อาศัย 6 ชั้นตามรูปที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
1	Conduit EMT Matsushita ½ "	76.5	Pipes	74	5661	45	3442.5	9103.5
2	Conduit EMT Matsushita 1 1/2"	33	Pipes	276	9108	45	1485	10593
3	Conduit EMT Matsushita ½ "	3966	Pipes	74	293484	45	178470	471954
4	Conduit EMT Matsushita 3/4 "	552	Pipes	102	56304	45	24840	81144
5	Consumer 4 Circuit ways Square D (Model QO1 – 4GW/MBX) AT = 16,20,32,45	48	Sets	2000	96000	200	9600	105600
6	Consumer 6 Circuit ways Square D (Model QO1 – 6GW/MBX) AT = 16,20,32,45	18	Sets	2200	39600	200	3600	43200
7	DP main breaker 40 AT 3 pole	2	Eaches	1400	2800	1000	2000	4800
8	Fluorescent Philips 36 Watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะหลอดตรง บรรจุโคม 1 X 1	168	Sets	202	33936	65	10920	44856
9	Incandescent Philips (E27&B22) 40Watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS	60	Sets	168	10080	65	3900	13980
10	Kwh Meter "MITSUBISHI"15A(45A)	60	Sets	2000	120000	100	6000	126000
11	Lift breaker 30AT 3 pole	1	Eaches	1200	1200	1000	1000	2200
12	Load Panel 12 Circuit ways Square-D Model (QO3-225MB12G/S) AT = 125,150,175,200,225 A	6	Sets	15400	92400	1500	9000	101400
13	MDB 600 AT	1	Sets	78000	78000	5000	5000	83000
14	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A	258	Eaches	180	46440	50	12900	59340
15	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-132 EC 10) rated 32 A	60	Eaches	180	10800	50	3000	13800
16	Panel 10 CKT 380V 3ph	6	Board	5450	32700	1500	9000	41700
17	Receptacle National ชนิด Duplex receptacle	156	Sets	160	24960	65	10140	35100
18	Switch National ชนิด Single pole switch	132	Sets	72	9504	65	8580	18084

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item	Description	Quantity		Material		Labour		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	UnitPrice	Total	
19	THW 4x70 Low voltage line of Transformer Per phase	120	M	149.43	17931.6	4	480	18411.6
20	THW 4x70 Low voltage neutral of Transformer Per phase	30	M	149.43	4482.9	4	120	4602.9
21	THWphelps dodg (PD THW)2.5sqmm	11946	M	5.98	71437.08	4	47784	119221.08
22	THWphelps dodg (PD THW)2.5sqmm	25.5	M	5.98	152.49	4	102	254.49
23	THWphelps dodg (PD THW)6sqmm	2952	M	14.81	43719.12	4	11808	55527.12
24	Transtormer"CHAROENCHAI" 400kVA 12/24kV-416/240V	1	Sets	199000	199000	25000	25000	224000
25	Water pump breaker 20AT 3 Pole	1	Eaches	1200	1200	350	350	1550
26	Wire way Bandex WG 100*60*2000 Slotted 8 mm.	17	Blocks	582	9894	45	765	10659
27	Wire way Bandex WG 100*60*2000 Slotted 8 mm.	102	Blocks	582	59364	45	4590	63954
28	Wire acccessories	137723	B	0.1	13772.3			13772.3
29	Conduit accessories	358896	B	0.15	53834.4			53834.4
	Grand total							1.831.641.39

ตารางที่ 4.10 รายการราคาวัสดุอุปกรณ์รวมของระบบไฟฟ้าทั้งอาคาร

ซึ่งผลการคำนวณทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นของโปรแกรมนี้ ทั้งตารางโหลดและรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ตั้งแต่ตารางที่ 4.1 ถึง ตารางที่ 4.10 โปรแกรมสามารถแสดงผลดังกล่าวนี้ออกทางเครื่องพิมพ์ได้ โดยที่ผลของโปรแกรมที่แสดงออกทางเครื่องพิมพ์ได้ถูกนำมาแสดงไว้ตรงภาคผนวกท้ายปริญญานิพนธ์เล่มนี้ไว้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

ในการใช้งานโปรแกรมช่วยการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าในที่พักอาศัย ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องมีแบบพิมพ์เขียวเพื่อใช้อ้างอิงในการลงตำแหน่งอุปกรณ์ และการลากสายระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละวงจร จากนั้นโปรแกรมจะทำการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยโปรแกรมจะทำการคำนวณเพื่อหาขนาดของกระแสไฟฟ้าตามแบบคำนวณโหลดจริง (ตามมาตรฐานของการไฟฟ้านครหลวงปี พ.ศ. 2538)

หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการแสดงผลของการออกแบบระบบไฟฟ้าของโปรแกรมออกมาในรูปของตารางโหลด โดยรายละเอียดในตารางโหลดจะแสดง ขนาดสายตัวนำ ขนาดท่อ พิกัดเซอร์กิตเบรกเกอร์ เมื่อโปรแกรมแสดงผลของการออกแบบระบบไฟฟ้าเสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมก็จะเริ่มทำการคำนวณเพื่อประมาณราคาของระบบไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไว้ก่อนหน้านี้ โดยโปรแกรมจะทำการแสดงผลออกมาเป็นรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ (Bill Of Quantity) ซึ่งสามารถพิมพ์รายงานออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อนำไปเสนอในการประมูลงานได้ การคำนวณและออกแบบทำได้ตั้งแต่ระดับชั้นจนถึงระดับทั้งอาคาร

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการทำโครงงาน

5.2.1 เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำต้องการให้ส่วนกราฟฟิกของโปรแกรมทางด้านติดต่อกับผู้ใช้ (Program user interface) มีความคล่องตัวและมีความยืดหยุ่นสูงทั้งนี้เพื่อให้โปรแกรมใช้งานได้ง่ายและสามารถตอบสนองให้กับผู้ใช้หลายระดับได้ ด้วยเหตุนี้ทำให้ทางคณะผู้จัดทำจึงต้องมุ่งเน้นกับการเขียนโปรแกรมในส่วนของกราฟฟิกมาก และต้องทำการค้นคว้ามากซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้เวลาพอสมควร

5.2.2 ทางคณะผู้จัดทำมีพื้นฐานในการประมาณราคาระบบไฟฟ้าไม่มากนัก อีกทั้งยังขาดประสบการณ์ในการทำงานจริง จึงทำให้ในระหว่างการเขียนโปรแกรมมีการติดขัดเป็นช่วงๆ ซึ่งแนวความคิดที่ตั้งไว้บางครั้งไม่สามารถปฏิบัติจริงได้ทั้งหมด ซึ่งจะแก้ปัญหาด้วยการปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาและผู้ที่มีประสบการณ์ทำงานจริงเพื่อนำความรู้ที่ได้มาปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมให้ออกแบบระบบไฟฟ้าและประมาณราคาได้อย่างใกล้เคียงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 ด้วยลักษณะการใช้งานของโปรแกรมทำให้ต้องมีข้อมูลของจำนวนอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก และแต่ละชนิดของข้อมูลต้องใช้การปรับปรุงข้อมูลจึงต้องรวบรวมชนิดและราคาในปัจจุบันเท่าที่หาได้ จึงต้องทำการเก็บข้อมูลค่อนข้างมากและใช้เวลานานพอสมควร.

5.3 ข้อเสนอแนะ

โปรแกรมนี้สามารถลดระยะเวลาในการถอดแบบลงได้มาก ทั้งยังไม่ต้องทำการพิมพ์ข้อมูลแบบเสนอราคาด้วยตนเองอีก กระนั้นก็ตามยังมีข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่ต้องการปรับปรุงหรือพัฒนาโปรแกรมนี้คือ

โปรแกรมควรสามารถถอดแบบได้จากไฟล์ (File) ที่มีแบบติดตั้งไฟฟ้าที่เขียนมาจากโปรแกรมออโตแคด (Auto cad) แต่การใช้วิธีการนี้ต้องศึกษาวิธีการสร้างสัญลักษณ์อุปกรณ์จากตัวโปรแกรมออโตแคดเองมาเป็นอย่างดี และต้องศึกษาว่าจะนำเทคนิคใดมาใช้ในการเขียนโปรแกรมให้สามารถคำนวณเส้นทางการเดินสายตัวนำได้โดยอัตโนมัติและประหยัดค่าใช้จ่าย โดยไม่ต้องให้ผู้ใช้โปรแกรมคลิกวางลากสายเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศุลี บรรจงจิตร, " การออกแบบระบบไฟฟ้า ", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, 2540, 999 หน้า

[2] ลือชัย ทองนิล, " การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ", สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น), 2542, 284 หน้า

[3] พิสัณห์ ถิรวศิน, พรเทพ สุรเลิศกุล, " การประมาณราคาระบบไฟฟ้า ", มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร, 2540, 203 หน้า

[4] การไฟฟ้านครหลวง, " กฎการเดินสายและติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า ", 2541, 199 หน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดีของอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานได้แก่ รองศาสตราจารย์ ศุลี บรรจงจิตร อาจารย์ ชาย ชมภูอินไหว และ อาจารย์เชาว์ ชมภูอินไหว ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงงานด้วยดีตลอดมาและได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขและให้คำแนะนำในการทำโครงงานจนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี จึงของกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสามท่านเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ

คุณ ณรงค์ ปั้นฉลวย ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิชชูปกรณ์

คุณ สิทธิ์ฤทธิ์ คณะนา ห้างหุ้นส่วนจำกัด วรัญญาเอ็นจิเนียริ่ง

บริษัท ไอ อี พี เอ็นจิเนียริ่งจำกัด

บริษัท แอล วี ที อิมพอร์ตเอ็กซ์พอร์ต จำกัด

บริษัท เจริญชัยอินเตอร์เทรด จำกัด

คุณ จตุพล สง่าวงศ์

คุณ ประมุข ประวาลปัทม์กุล

คุณ ศิริเพ็ญ ประวาลปัทม์กุล

คุณ สุพินยา ทิพม่อม

คุณ นุกูล กระจาย

คุณ บรรจบ ปานปลอด

เว็บไซต์ ไทยเดลไฟดอทคอม

ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อให้ข้อมูลราคาอุปกรณ์แก่ทางคณะผู้จัดทำ อีกทั้งยังได้ให้คำปรึกษาที่มีประโยชน์แก่การทำโครงงานนี้ ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณท่านทั้งสองเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณพี่ ๆ ทุกคนที่ได้จบการศึกษาออกไปแล้วที่ได้เอื้อเฟื้อกรุณาให้คำปรึกษาปัญหาตลอดจนให้กำลังใจในการทำโครงงานชิ้นนี้

สุดท้ายนี้ทางคณะผู้จัดทำใคร่กราบขอบพระคุณบิดา - มารดาผู้ให้กำเนิดและให้การเลี้ยงดูอุปการะและครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้การอบรมสั่งสอนให้ความรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในภาคผนวกท้ายปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้แสดงถึงผลการทดสอบของโปรแกรมที่โปรแกรมสามารถแสดงออกมาได้ทางเครื่องพิมพ์ซึ่งรายละเอียดของผลการทดสอบโปรแกรมที่แนบมาท้ายภาคผนวกนี้ สามารถอธิบายได้โดยเป็นไปตามลำดับดังนี้

แผ่นที่ 1 แสดงแบบห้องจำลองแบบที่ 1 ชนิดห้องพักอาศัยขนาด 4 x 5 ตารางเมตร แบบระบบไฟฟ้าแสดงในลักษณะแบบชอร์ปดรออิ้ง ประกอบด้วยวงจรย่อย 4 วงจรย่อย ดังนี้

วงจรย่อยที่ 1 วงจรแสงสว่าง (Lighting)

วงจรย่อยที่ 2 วงจรเต้ารับ (Receptacle)

วงจรย่อยที่ 3 วงจรจังชั่นบ็อกส์สำหรับเครื่องปรับอากาศ (Air condition)

วงจรย่อยที่ 4 วงจรจังชั่นบ็อกส์สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น (Water heater)

แผ่นที่ 2 แสดงตารางโหลดจากแบบระบบไฟฟ้าของห้องจำลองแบบที่ 1 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าจากแบบห้องจำลองแบบที่ 1

แผ่นที่ 3 แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์จากแบบระบบไฟฟ้าของแบบห้องจำลองแบบที่ 1 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการประมาณราคาระบบไฟฟ้าจากแบบห้องจำลองแบบที่ 1

แผ่นที่ 4 แสดงแบบห้องจำลองแบบที่ 2 ชนิดห้องพักอาศัยขนาด 5 x 7 ตารางเมตร แบบระบบไฟฟ้าแสดงในลักษณะแบบชอร์ปดรออิ้ง ประกอบด้วยวงจรย่อย 4 วงจรย่อย ดังนี้

วงจรย่อยที่ 1 วงจรแสงสว่าง (Lighting)

วงจรย่อยที่ 2 วงจรเต้ารับ (Receptacle)

วงจรย่อยที่ 3 วงจรจังชั่นบ็อกส์สำหรับเครื่องปรับอากาศ (Air condition)

วงจรย่อยที่ 4 วงจรจังชั่นบ็อกส์สำหรับเครื่องทำน้ำอุ่น (Water heater)

แผ่นที่ 5 แสดงตารางโหลดจากแบบระบบไฟฟ้าจำลองแบบที่ 2 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าจากแบบจำลองห้องที่ 2

แผ่นที่ 6 แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์จากแบบระบบไฟฟ้าของห้องจำลองแบบที่ 2 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการประมาณราคาระบบไฟฟ้าจากแบบห้องจำลองแบบที่ 2

แผ่นที่ 7 แสดงแบบภายในระดับชั้นของอาคารที่อยู่อาศัย (มีขนาด 6 ชั้น) ในแบบประกอบไปด้วยห้องพักอาศัยแบบที่ 1 จำนวน 8 ห้อง และ ห้องพักอาศัยแบบที่ 2 จำนวน 2 ห้อง พร้อมด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโหลดส่วนกลาง ซึ่งภายในแบบแผ่นที่ 7 นี้จะมีการเดินระบบไฟฟ้าของโหลดส่วนกลางก่อน จะยังไม่มีการเดินระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดห้องพัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นที่ 8 แสดงตารางโหลดเฉพาะของโหลดส่วนกลางจากในแบบระดับชั้นของอาคารที่อยู่อาศัย ที่ได้แสดงแล้วไว้ในแผ่นที่ 7 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการออกแบบระบบไฟฟ้าเฉพาะของโหลดส่วนกลาง

แผ่นที่ 9 แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์เฉพาะของโหลดส่วนกลางจากในแบบระดับชั้นของอาคารที่อยู่อาศัยที่ได้แสดงไว้แล้วในแผ่นที่ 7 ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่ได้ในส่วนของการประมาณราคาระบบไฟฟ้าเฉพาะโหลดส่วนกลาง

แผ่นที่ 10 แสดงแบบภายในระดับชั้นของอาคารที่อยู่อาศัย (มีขนาด 6 ชั้น) ในแบบประกอบไปด้วยห้องพักอาศัยแบบที่ 1 จำนวน 8 ห้อง และ ห้องพักอาศัยแบบที่ 2 จำนวน 2 ห้อง พร้อมด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นโหลดส่วนกลาง ซึ่งภายในแบบแผ่นที่ 10 มีการเพิ่มเติมรายละเอียดจากแบบแผ่นที่ 7 มาคือนี้ได้มีการเพิ่มเติมการเดินระบบไฟฟ้าสำหรับการจ่ายไฟฟ้าให้กับโหลดห้องพักเข้าไปด้วย

แผ่นที่ 11 และ 12 แสดงตารางการสมดุลโหลดของการแบ่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสามเฟสแยกไปตามแต่ละห้องพักในชั้น ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าและสามารถทำการสมดุลโหลดของการแบ่งจ่ายกำลังไฟฟ้าสามเฟสได้โดยอัตโนมัติ

แผ่นที่ 13 14 และ 15 แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าภายในห้องพักทั้งหมดทุกห้องที่อยู่ภายในชั้นนั้น ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่สามารถทำได้ถึงการประมาณราคาของอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมดที่อยู่ภายในระดับชั้นของอาคารที่อยู่อาศัยได้

แผ่นที่ 16 แสดงไรเซอร์ไดอะแกรมของอาคารตัวอย่างจำลองขนาด 6 ชั้น โดยรายละเอียดภายในไรเซอร์ไดอะแกรมประกอบไปด้วย

1. ตู้แผงไฟฟ้าย่อย (Loadpanel ; LP) จำนวน 6 ตู้สำหรับแบ่งจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่โหลดต่าง ๆ ในแต่ละชั้น จำนวน 6 ชั้น ซึ่งระบบไฟฟ้าในแต่ละชั้นก็คือรูปในแผ่นที่ 10 นั้นเอง
2. ตู้ DP สำหรับเป็นศูนย์กลางการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับโหลดส่วนกลางของอาคาร
3. โหลด มอเตอร์ปั๊มน้ำของอาคาร
4. โหลด ลิฟท์ สามเฟส ขนาด 20 แอมแปร์
5. ตู้เมนไฟฟ้า (Main distribution board ; MDB) ของอาคาร

สำหรับอาคารตัวอย่างจำลองขนาด 6 ชั้นนี้จะเป็นแบบสำหรับทดสอบความสามารถของโปรแกรมในการออกแบบและประมาณราคาระบบไฟฟ้าของทั้งอาคาร

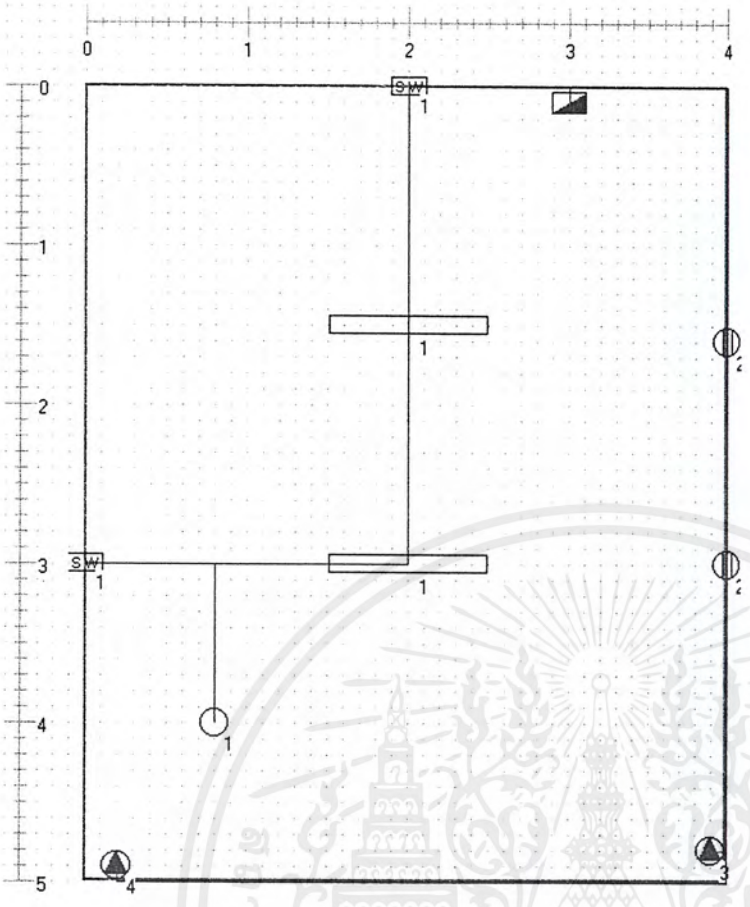
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นที่ 17 และ 18 แสดงตารางโหลดของตู้เมนไฟฟ้าของอาคาร ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าและแสดงตารางโหลดของการแบ่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังแผงย่อยต่าง ๆ และโหลดส่วนกลางของอาคารที่ออกไปจากตู้เมนไฟฟ้าได้

แผ่นที่ 19 20 21 และ 22 แสดงรายการราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าทั้งหมดของทั้งอาคาร ซึ่งเป็นผลของโปรแกรมที่สามารถทำได้ถึงการประมาณราคาวัสดุอุปกรณ์ของระบบไฟฟ้าได้ทั้งหมด ในระดับที่ประมาณราคาได้ทั้งอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROJECT NAME:_____ DESIGN PLAN : ROOM PLAN NUMBER 1 <KMITL CESDEsign>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

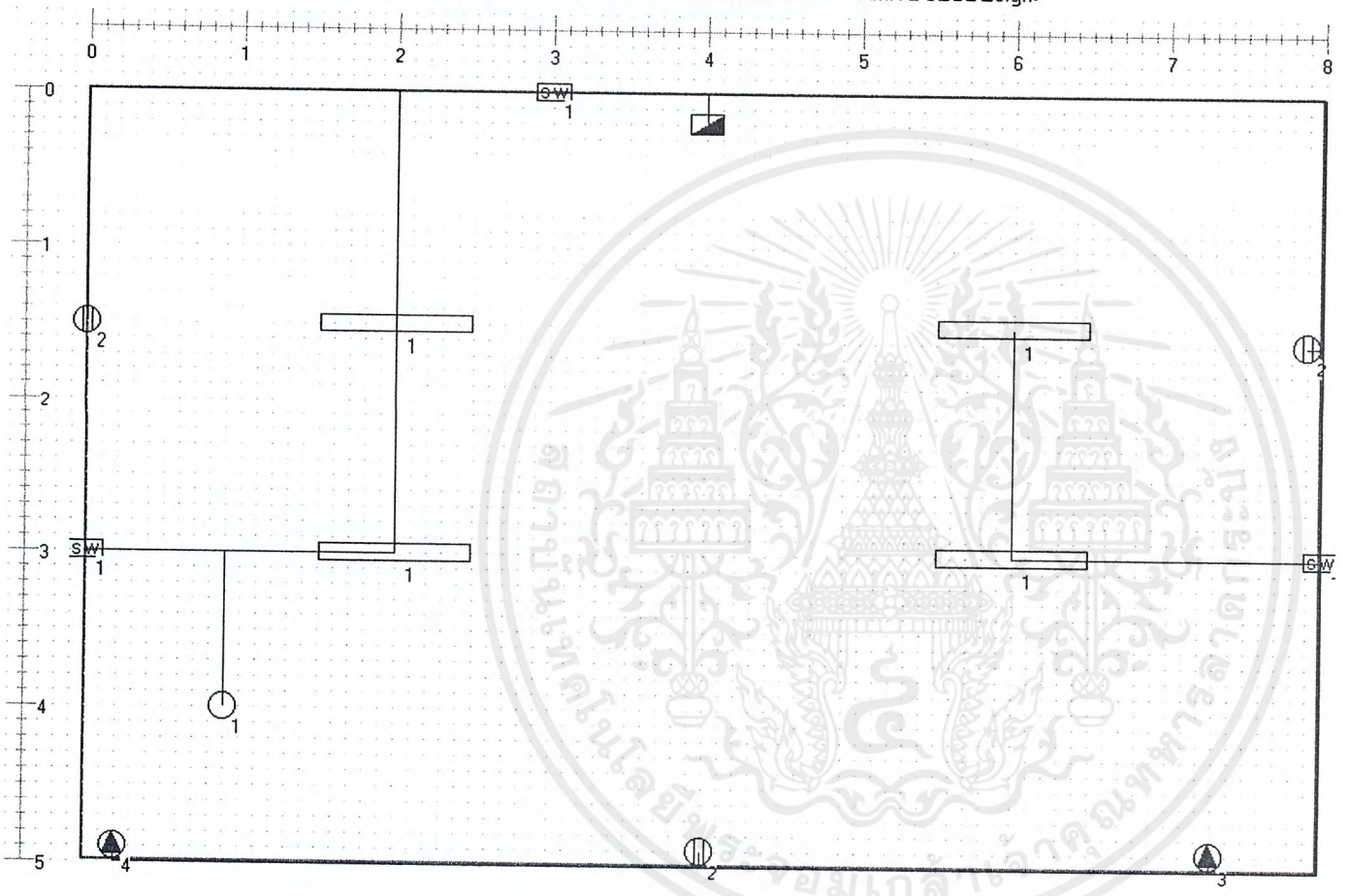
Load schedule of Room plan number 1

Circuit No.	Descripton	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting	246.796	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle	360.008	1	30	15	2.5 THW
3	Air condition	1749.99	1	30	15	2.5 THW
4	Water heater	3000.008	1	30	15	2.5 THW
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	5356.802	1	30	30	6 THWx3

BOQ of Room plan number 1

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
1	Consumer 6 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 6G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	1	Sets	2200	2920	200	200	3120
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A.	4	*	180	*			
3	Incandescent Philips (E27&B22) 40watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	1	Sets	168	168	65	65	233
4	Fluorescent Philips 36watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	2	Sets	202	404	65	130	534
5	Receptacle National ชนิดDuplex receptacle	2	Sets	160	320	65	130	450
6	Switch National ชนิดSingle pole switch	2	Sets	72	144	65	130	274
7	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	128	Meters	5.98	765.44	4	512	1277.44
	Grand total							5888.44

PROJECT NAME:_____ DESIGN PLAN : ROOM PLAN NUMBER 2 <KMITL CESDEsign>



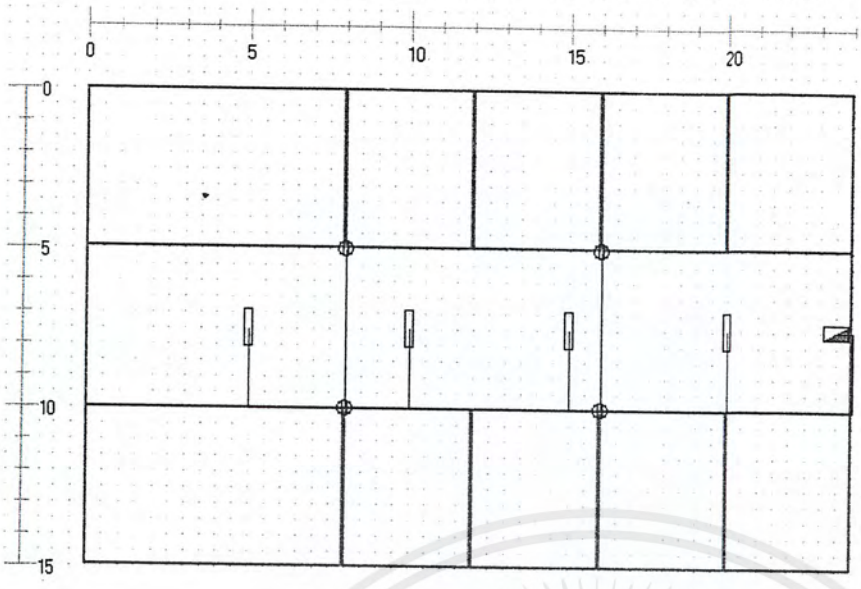
Load schedule of Room plan number 2

Circuit No.	Descripton	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting	453.596	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle	540.012	1	30	15	2.5 THW
3	Air condition	1749.99	1	30	15	2.5 THW
4	Water heater	3000.008	1	30	15	2.5 THW
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	5743.606	1	30	30	6 THWx3

BOQ of Room plan number 2

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
1	Consumer 6 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 6G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	1	Sets	2200	2920	200	200	3120
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A.	4	*	180	*			
3	Incandescent Philips (E27&B22) 40watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	1	Sets	168	168	65	65	233
4	Fluorescent Philips 36watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	4	Sets	202	808	65	260	1068
5	Receptacle National ชนิดDuplex receptacle	3	Sets	160	480	65	195	675
6	Switch National ชนิดSingle pole switch	3	Sets	72	216	65	195	411
7	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	244	Meters	5.98	1459.12	4	976	2435.12
	Grand total							7942.12

PROJECT NAME:_____ DESIGN PLAN : FLOOR PLAN NUMBER <KMITL CESDEsign>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

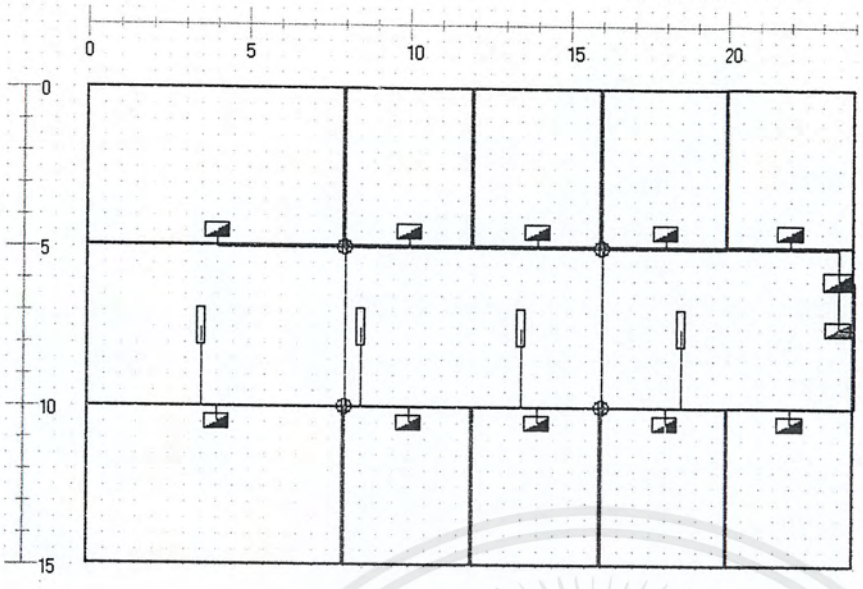
Load schedule Public load of Floor plan number

Circuit No.	Descripton	Load (VA)	Miniature breaker			Wire size and type
			Pole	AF	AT	
1	Lighting floor plan 1	413.6	1	30	15	2.5 THW
2	Receptacle floor plan 1	720.016	1	30	15	2.5 THW
3	Spare	0				
4	Spare	0				
5	Spare	0				
6	Spare	0				
	TOTAL	1133.616	1	30	15	2.5 THWx3

BOQ Public load of Floor plan number

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
1	Consumer 6 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 6G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	1	Sets	2200	2560	200	200	2760
2	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC10) rated 16 A.	2	*	180	*			
3	Fluorescent Philips 36watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	4	Sets	202	808	65	260	1068
4	Receptacle National ชนิดDuplex receptacle	4	Sets	160	640	65	260	900
5	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	450	Meters	5.98	2691	4	1800	4491
	Grand total							9219

PROJECT NAME:_____ DESIGN PLAN : FLOOR PLAN NUMBER 1 <KMITL CESDEsign>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load schedule of Floor plan number 1

Circuit No.	Descripton	Load (VA)			CB	Wire size	Wire type
		R	S	T	AT	(mm2)	
1	Room number 2	5493.62			30	6	THW
2	Room number 1	5356.802			30	6	THW
3	Room number 1		5356.802		30	6	THW
4	Room number 1		5356.802		30	6	THW
5	Room number 1			5356.802	30	6	THW
6	Room number 2			5493.62	30	6	THW
7	Room number 1	5356.802			30	6	THW
8	Room number 1	5356.802			30	6	THW
9	Room number 1		5356.802		30	6	THW

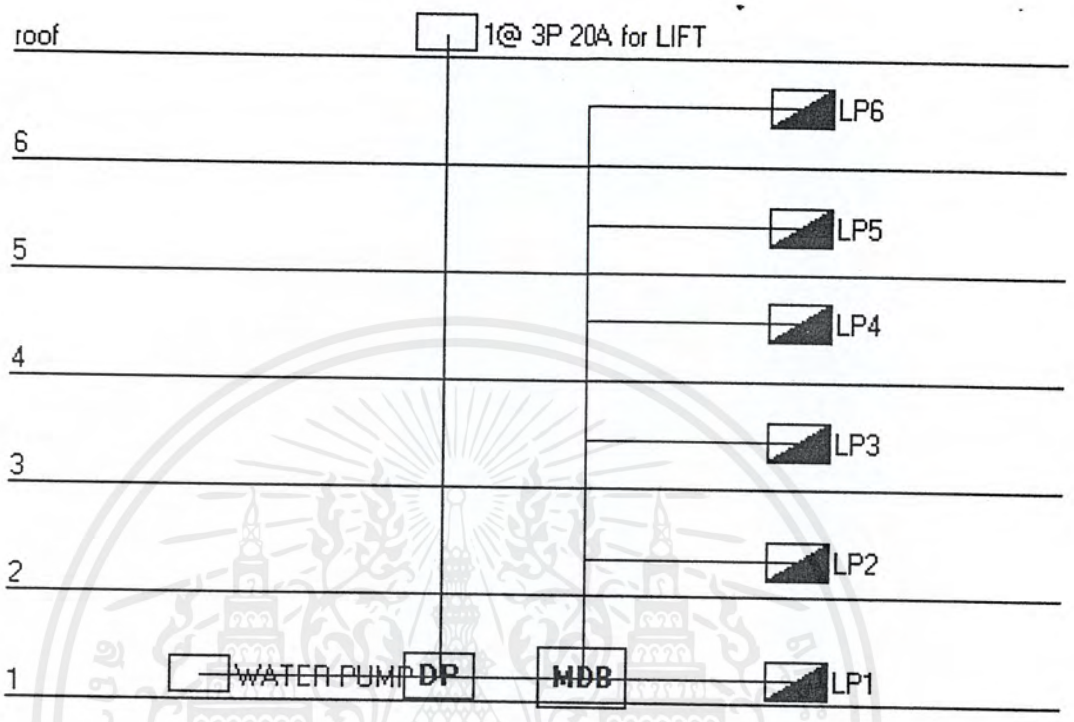
Circuit No.	Descripton	Load (VA)			CB	Wire size	Wire type
		R	S	T	AT	(mm2)	
10	Room number 1			5356.802	30	6	THW
11	Public Load		1133.616		15	2.5	THW
12	Space						
	FEEDER	21564.026	17204.022	16207.224	100AT 3P	THW 3x50 N	

BOQ of Floor plan number 1

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
1	Conduit EMT Matsushita 1/2"	661	Pipes	74	48914	45	29745	78659
2	Conduit EMT Matsushita 3/4"	92	Pipes	102	9384	45	4140	13524
3	Consumer 4 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 4G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	8	Sets	2000	16000	200	1600	17600
4	Consumer 6 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 6G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	3	Sets	2200	6600	200	600	7200
5	Fluorescent Philips 36watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	28	Sets	202	5656	65	1820	7476
6	Incandescent Philips (E27&B22) 40watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	10	Sets	168	1680	65	650	2330
7	Kwh Meter "MITSUBISHI" 15A(45A)	10	Sets	2000	20000	100	1000	21000
8	Load Panel 12 Circuit Ways Square-D Model (QO3-225MB12G/S) ,AT= 125,150,175,200,225 A	1	Sets	15400	15400	1500	1500	16900
9	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A.	43	Eaches	180	7740	50	2150	9890

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
10	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-132 EC10) rated 32 A.	10	Eaches	180	1800	50	500	2300
11	Panel 10CKT 380v 3ph	1	Board	5450	5450	1500	1500	6950
12	Receptacle National ชนิดDuplex receptacle	26	Sets	160	4160	65	1690	5850
13	Switch National ชนิดSingle pole switch	22	Sets	72	1584	65	1430	3014
14	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	1978	Meters	5.98	11828.44	4	7912	19740.44
15	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	13	Meters	5.98	77.74	4	52	129.74
16	THW phelps dodge (PD THW) 6 mm2	492	Meters	14.81	7286.52	4	1968	9254.52
17	Wire way Bandex WG 100*60*2000 slotted 8 mm.	17	Blocks	582	9894	45	765	10659
18	Wire accessories	19193	Baht	0.1	1919.3			1919.3
19	Conduit accessories	58298	Baht	0.15	8744.7			8744.7

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
	-							
	-							
	-							
	Grand total							243140.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Load schedule of MDB panel					
Circuit No.	**Descripton**	**Load (VA)**	**Breaker AT**	**Wire size**	**Wire type**
1	LP1	55475.2275	90	35	THW
2	LP2	55475.2275	90	35	THW
3	LP3	55475.2275	90	35	THW
4	LP4	55475.2275	90	35	THW
5	LP5	55475.2275	90	35	THW
6	LP6	55475.2275	90	35	THW
7	DP	28875	50	16	THW
8	WATER PUMP	12375	20	4	THW
9	LIFT	16500	30	6	THW

Circuit No.	Descripton	Load (VA)	Breaker AT	Wire size	Wire type
10	Spare				
	MAIN FEEDER	361726.365	700AT 3P	THW 3x Neutral 1x400 Gnd 1x50	

Grand total Bill of Quantity

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
1	Conduit EMT Matsushita 1/2"	76.5	Pipes	74	5661	45	3442.5	9103.5
2	Conduit EMT Matsushita 1 1/2"	33	Pipes	276	9108	45	1485	10593
3	Conduit EMT Matsushita 1/2"	3966	Pipes	74	293484	45	178470	471954
4	Conduit EMT Matsushita 3/4"	552	Pipes	102	56304	45	24840	81144
5	Consumer 4 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 4G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	48	Sets	2000	96000	200	9600	105600
6	Consumer 6 Circuit Ways Square D(Model QO1 - 6G W / MBX) ,AT= 16,20,32,45	18	Sets	2200	39600	200	3600	43200
7	DP main breaker 40AT 3 pole	2	Eaches	1400	2800	1000	2000	4800
8	Fluorescent Philips 36watt ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36W/54 ลักษณะ หลอดตรง บรรจุโคม 1 x 1	168	Sets	202	33936	65	10920	44856
9	Incandescent Philips (E27&B22) 40watt ชนิดหลอดไส้แก้วใส (GLS CLEAR LAMPS)	60	Sets	168	10080	65	3900	13980

Project name_____ KMITL's CESDEsign 28/3/01 0:30:27

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
10	Kwh Meter "MITSUBISHI" 15A(45A)	60	Sets	2000	120000	100	6000	126000
11	Lift breaker 30AT 3 pole	1	Eaches	1200	1200	1000	1000	2200
12	Load Panel 12 Circuit Ways Square-D Model (QO3-225MB12G/S) ,AT= 125,150,175,200,225 A	6	Sets	15400	92400	1500	9000	101400
13	MDB 600AT	1	Sets	78000	78000	5000	5000	83000
14	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-116 EC 10) rated 16 A.	258	Eaches	180	46440	50	12900	59340
15	Miniature Square D 1 Pole (Model QO-132 EC 10) rated 32 A.	60	Eaches	180	10800	50	3000	13800
16	Panel 10CKT 380v 3ph	6	Board	5450	32700	1500	9000	41700
17	Receptacle National ชนิดDuplex receptacle	156	Sets	160	24960	65	10140	35100
18	Switch National ชนิดSingle pole switch	132	Sets	72	9504	65	8580	18084
19	THW 4x70 Low voltage line of Transformer Per phase	120	Meters	149.43	17931.6	4	480	18411.6

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
20	THW 4x70 Low voltage neutral of Transformer	30	Meters	149.43	4482.9	4	120	4602.9
21	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	11946	Meters	5.98	71437.08	4	47784	119221.08
22	THW phelps dodge (PD THW) 2.5 mm2	25.5	Meters	5.98	152.49	4	102	254.49
23	THW phelps dodge (PD THW) 6 mm2	2952	Meters	14.81	43719.12	4	11808	55527.12
24	Transformer "CHAROENCHAI" 400kVA 12/24kV-416/240V	1	Sets	199000	199000	25000	25000	224000
25	Water pump breaker 20AT 3 pole	1	Eaches	1200	1200	350	350	1550
26	Wire way Bandex WG 100*60*2000 slotted 8 mm.	17	Blocks	582	9894	45	765	10659
27	Wire way Bandex WG 100*60*2000 slotted 8 mm.	102	Blocks	582	59364	45	4590	63954
28	Wire accessories	137723	Baht	0.1	13772.3			13772.3
29	Conduit accessories	358896	Baht	0.15	53834.4			53834.4

Item	Descripton	Quantity		Material		Labor		Total
		Amount	Unit	Unitprice	Total	Unitprice	Total	
	-							
	-							
	-							
	Grand total							1831641.39

ข้อมูลผู้จัดทำ

นาย กิตติพจน์ ประวาลปัทม์กุล (ตั้ม)
11/505 อาคาร T9 ถ.ป๊อปปูล่า 5 อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี 11120
เกิดวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2521
โทรศัพท์ 01-5661970

นาย ประวิตร พุทธิขจร (เม้ง)
83 หมู่ 2 ต.ท่าม่วง อ.ท่าม่วง จ.กาญจนบุรี 71110
เกิดวันที่ 10 มกราคม พ.ศ. 2522
โทรศัพท์ 034-611582

นาย นิรัตน์ คมขำ (นุ้ย)
190/2 หมู่ 1 ต.ทุ่งควายกิน อ.แกลง จ. ระยอง 21110
เกิดวันที่ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2520
โทรศัพท์ 038-669192

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้