บทที่ 9
การคำนวณโหลด

9.1 บทนำ

ขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการออกแบบระบบไฟฟ้า คือ

- การคำนวณโหลดรวมของสถานประกอบการ ค่าโหลดรวมจะเป็นตัวกำหนดขนาดของบริภัณฑ์ประธาน มิเตอร์ไฟฟ้า และถ้าโหลดรวมมากพอก็กำหนดพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าด้วย

ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของสมาคม วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (ว.ส.ท.) ได้ให้ข้อกำหนดเกี่ยวกับการคำนวณโหลด ไว้ในเรื่อง

1. การคำนวณวงจรย่อย
2. การคำนวณสายป้อน
3. การคำนวณตัวนำประธาน
4. และการคำนวณโหลดของอาคารชุด

ในการออกแบบจะต้องระลึกอยู่เสมอ ว่าเป็นค่าโหลดที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐาน ว.ส.ท. ถือว่าเป็น " ค่าขั้นต่ำ " โดยทั่วไปแล้วผู้ออกแบบจะต้องออกแบบให้มีขนาดมาก กว่านั้นเพื่อเป็นการเผื่อการขยายโหลดในอนาคต

9.2 การคำนวณโหลดตามมาตรฐาน ว.ส.ท.

ตามข้อกำหนดสำหรับการคำนวณขนาดของสายป้อนนั้นสายป้อนจะต้องมีขนาดเพียงพอที่จะจ่ายโหลดได้ และต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยเมื่อ ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามที่กำหนดให้คือ

1. โหลดแสงสว่างอนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ตาม ตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000	100
	ส่วนเกิน 2,000	35
โรงพยาบาล *	ไม่เกิน 50,000	40
	ส่วนเกิน 50,000	20
โรงแรมรวมถึงห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้ *	ไม่เกิน 20,000	50
	20,001 – 100,000	40
	ส่วนเกิน 100,000	30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนเกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น ทุกขนาด		100

2. โหลดเต้ารับของสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย ให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 9.2

ตารางที่ 9.2 ดีมานด์แฟกเตอร์ สำหรับโหลดเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

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

3. โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทของโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + 30% ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
2. อาคารสำนักงาน ร้านค้ารวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% และของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
3. โรงแรม และอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	75%

4. เต้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อเครื่องใช้ ที่ทราบโหลดแน่นอน ให้คำนวณโหลดดังนี้

$$L = L_{max} + 0.4\, L_r$$

โดยที่

L = โหลดรวม (A , VA)

L_{max} = โหลดเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด (A , VA)

L_r = โหลดเต้ารับที่เหลือ (A , VA)

สำหรับโหลดของระบบเมนไม่ได้ให้ข้อกำหนดไว้ ดังนั้นการคำนวณโหลดรวมก็ใช้วิธีของการคำนวณโหลด สายป้อน

ตัวอย่างที่ 9.1 บ้านหลังหนึ่งมีโหลดไฟฟ้าดังนี้

- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 x 36 W (100 VA) 10 ชุด
- ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 x 18 W (100 VA) 20 ชุด
- เต้ารับใช้งานทั่วไป 30 ชุด
- เครื่องทำน้ำร้อน ขนาด 1500 W 2 ชุด
- เครื่องปรับอากาศขนาด 12000 BTU (1500 VA) 3 เครื่อง

ให้คำนวณหาโหลดรวมของบ้านหลังนี้

ตัวอย่างที่ 9.1 (ต่อ)

วิธีทำ

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง

ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 W 100 x 10 = 1000 VA

ดวงโคมหลอดฟลูออเรสเซนต์ 18 W 100 x 20 = 2000 VA

รวม = 3000 VA

2000 VA แรก D.F. 100% = 2000 VA

(3000 – 2000) D.F. 35% = 350 VA

รวม = 2350 VA

ตัวอย่างที่ 9.1 (ต่อ)

โหลดเต้ารับสำหรับใช้งานทั่วไป 180 x 30 = 5400 VA

เครื่องทำน้ำร้อน 1500 x 2 = 3000 VA

เครื่องปรับอากาศ 1500 x 3 = 4500 VA

โหลดรวมทั้งหมด = 2350 + 5400 + 3000 + 4500

= 15250 VA

สำหรับระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220V

กระแสโหลด = $\frac{15250}{220}$ = 69.3 A

ใช้มิเตอร์ขนาด 30 (100) , 220 V

ตัวอย่างที่ 9.2 อพาร์ทเมนต์แห่งหนึ่งมี 10 ชั้นๆ ละ 20 ห้อง ในแต่ละห้องมีโหลดดังนี้

- ไฟฟ้าแสงสว่าง หลอดฟลูออเรสเซต์ 1 x 18 W (100 VA) 6 ชุด
- ไฟฟ้าหลอดไส้ 60 W 2 ชุด
- โหลดเต้ารับ 6 ชุด
- เครื่องปรับอากาศขนาด 12000 BTU 1 เครื่อง
- เครื่องทำน้ำร้อนขนาด 3000 W 1 ชุด

ตัวอย่างที่ 9.2 (ต่อ)

โหลดส่วนกลางมีดังนี้

- ลิฟต์ 4 เครื่อง เครื่องละ 15 kVA
- ปั๊มน้ำ 2 เครื่อง " 5 kVA
- ไฟฟ้าแสงสว่าง 10 kVA
- เครื่องปรับอากาศ 6 kVA

จงคำนวณหา

- โหลดของแต่ละห้อง
- โหลดสายป้อนแต่ละชั้น
- โหลดของทั้งอาคาร

ตัวอย่างที่ 9.2 (ต่อ)

วิธีทำ

โหลดของแต่ละห้อง

ไฟฟ้าแสงสว่าง หลอดฟลูออเรสเซนต์ 6 x 100 = 600 VA

หลอดไส้ 2 x 60 = 120 VA

รวม = 720 VA

โหลดเต้ารับ 6 x 180 = 1080 VA

เครื่องปรับอากาศ 12000 BTU = 1500 VA

เครื่องทำน้ำร้อน = 3000 VA

รวมโหลดแต่ละห้อง = 720 + 1080 + 1500 + 3000 = 6300 VA

กระแสโหลด = 6300/220 = 28.6 A

ใช้มิเตอร์ขนาด 15 (45 A) 220 V

ตัวอย่างที่ 9.2 (ต่อ)

โหลดสายป้อนแต่ละชั้น

1) ไฟฟ้าแสงสว่าง 20 x 720 = 14400 VA

2000 VA แรก D.F. 100% = 2000 VA

(14400 – 2000) D.F. 35% = 4340 VA

รวม = 6340 VA

= 6.34 kVA

2) โหลดเต้ารับ $\frac{20\times1080}{1000}$ = 21.6 kVA

3) เครื่องปรับอากาศ $\frac{20\times1500}{1000}$ = 30.0 kVA

4) เครื่องทำน้ำร้อน (2 x 3) + (18 x 3 x 0.25) = 19.5 kVA

โหลดสายป้อนแต่ละชั้น = 6.34 + 21.6 + 30.0 + 19.5

= 77.44 kVA

ตัวอย่างที่ 9.2 (ต่อ)

โหลดของทั้งอาคาร

โหลดของห้องชุดรวม

1) ไฟฟ้าแสงสว่าง $\frac{20\times10\times720}{1000}$ = 144 kVA

2 kVA แรก D.F. 100% = 2 kVA

(144 – 2) D.F. 35% = 49.7 kVA

รวม = 51.7

2) โหลดเต้ารับ $\frac{20\times10\times1080}{1000}$ = 216 kVA

3) เครื่องปรับอากาศ $\frac{20\times10\times1500}{1000}$ = 300 kVA

4) เครื่องทำน้ำร้อน (2 x 3) + (198 x 3 x 0.25)

= 154.5 kVA

โหลดรวมของห้องชุด = 722.2 kVA

ตัวอย่างที่ 9.2 (ต่อ)

โหลดของส่วนกลาง

ลิฟต์	4 x 15	=	60	kVA
ปั๊มน้ำ	2 x 5	=	10	kVA
ไฟฟ้าแสงสว่าง		=	10	kVA
เครื่องปรับอากาศ		=	6	kVA
โหลดส่วนกลาง		=	86	kVA

โหลดของทั้งอาคาร = โหลดรวมห้องชุด + โหลดส่วนกลาง

= 722.2 + 86 = 808.2 kVA

ใช้หม้อแปลงขนาด 1000 kVA

หมายเหตุ *หม้อแปลงขนาดมาตรฐานมีดังนี้*

315 , 400 , 500 , 630 , 800 , 1000

1250 , 1600 , 2000 , 2500

kVA

9.3 การคำนวณโหลดโดยการรวมวงจรย่อย

(Load Calculation by Adding Branch Circuits)

วิธีการคำนวณโหลดรวมของสถานประกอบการที่ได้รับความนิยมมากอย่างหนึ่ง คือ การรวมวงจรย่อยทั้งหมดเข้าด้วยกัน แล้วใช้ค่า Demand Factor (D.F.) ที่เหมาะสมคูณเข้าไป การที่วิธีนี้ได้รับความนิยมมากเนื่องจากวิธีนี้เป็นผลโดย ตรงจากการออกแบบระบบไฟฟ้า และค่าโหลดที่คำนวณ ได้ ก็ใกล้เคียงกับโหลดไฟฟ้าที่ผู้ออกแบบคาดว่าจะใช้จริง

ขั้นตอนการคำนวณ

ขั้นตอนของการคำนวณโหลด โดยการรวมวงจรย่อย มีดังต่อไปนี้

1. กำหนดโหลดไฟฟ้าของสถานประกอบการ เช่น โหลดแสงสว่าง , เต้ารับ , อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร และอุปกรณ์พิเศษอื่นๆ
2. รวมโหลดที่มีขนาดเล็กเป็นวงจรย่อย ซึ่งอาจเป็น
   - วงจรย่อยแสงสว่าง
   - วงจรย่อยเต้ารับ
   - วงจรย่อยพิเศษ

3. ให้เขียนเลขที่วงจรย่อยไปยังแผงจ่ายไฟที่กำหนดให้แล้ว โดยพยายามให้โหลดสามเฟสเป็นแบบสมดุลที่สุดเท่าที่ทำได้
4. ทำรายการโหลด (Load Schedule) ของแผงจ่ายไฟซึ่งก็คือ การรวมวงจรย่อยที่อยู่ในเฟสเดียวกันเข้าด้วยกันแล้วรวม โหลดของทั้ง 3 เฟส เข้าด้วยกัน คือ โหลดรวมทั้งหมดที่ต่ออยู่ Total Connected Load
5. ถ้าสถานประกอบการที่มีขนาดใหญ่ มีโหลดไฟฟ้าจำนวนมาก และจำเป็นต้องมีแผงจ่ายไฟจำนวนมาก ก็ให้ทำ Load Schedule ของทุกแผงจ่ายไฟจนครบ

6. สำหรับโหลดไฟฟ้าขนาดใหญ่ เช่น ลิฟต์ ปั๊มของระบบประปา และน้ำเสีย , ระบบปรับอากาศเป็นต้น อาจจ่ายไฟให้เป็นสายป้อน โหลดไฟฟ้าของสายป้อนเหล่านี้ ต้องคิดไว้เพื่อนำไปรวมกับโหลดของ แผงจ่ายไฟ

7. นำโหลดรวมของแผงจ่ายไฟมารวมกัน โดยทำเป็นตารางโหลดสายป้อน Feeder Schedule

8. การทำ Feeder Schedule นั้น เนื่องจากโหลดไฟฟ้าของแต่ละแผงจ่ายไฟมีจำนวนมาก และมีแผงจ่ายไฟหลายแผง ดังนั้นโอกาสที่ใช้ไม่พร้อมกันมีอยู่สูง จึงอาจใช้ D.F. เข้ามาช่วยเพื่อให้สายป้อนเมน (Main Feeder) มีขนาดเหมาะสม ค่า D.F. นี้ ต้องเป็นค่าที่เหมาะสม ซึ่งจะกำหนดค่าให้ต่อไป

9. ค่าโหลดที่ได้จากข้อ 8 เมื่อรวมกับโหลดสายป้อนขนาดใหญ่อื่นๆ คือ ค่าโหลดรวมทั้งหมดของ สถานประกอบการ

ค่า Demand Factor

ค่า D.F. สำหรับใช้กับแผงจ่ายไฟ หรือ สายป้อน ยังไม่มีกฎข้อบังคับที่แน่นอน ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า ส่วนมากใช้ค่า D.F. ตามประสบการณ์ของตนเอง

ค่า D.F. ที่ได้จากประสบการณ์ในประเทศ สหรัฐอเมริกา และตามมาตรฐาน IEC 60439-1 สำหรับแผงจ่ายไฟที่จ่ายโหลดลักษณะคล้ายกันหรือ สายป้อนหลายชุด มีดังตารางที่ 9.4

ตารางที่ 9.4 ค่า Demand Factor

จำนวนแผงจ่ายไฟ	D.F.
1	1.00
2-3	0.90
4-6	0.80
7-10	0.70
มากกว่า 10	0.60

การเผื่อโหลด

สำหรับระบบไฟฟ้าซึ่งผู้ออกแบบทราบว่าจะต้องมีการขยาย โหลดในอนาคต ก็ต้องเผื่อโหลดไว้ได้และสำหรับระบบไฟฟ้า ทั่วไปนั้นการขยายโหลดในอนาคตจะมีอยู่เสมอ

ดังนั้น ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าควรเผื่อโหลดสำหรับอนาคตไว้ด้วย

การเผื่อโหลดในอนาคตขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบระบบไฟฟ้า โดยทั่วไปจะเผื่อไว้ประมาณ **20 - 30%**

การใช้ค่า DF = 0.8

เพื่อเป็นการเผื่อโหลดในอนาคต ผู้ออกแบบระบบไฟฟ้าหลายท่าน เพื่อความสะดวกจะใช้ค่า D.F. เดียว คือ**0.80** เสมอ กล่าวคือ จากผลการออกแบบไฟฟ้าจะสามารถรวมโหลดทั้งหมดเข้าด้วยกัน นั้นคือการหาค่า **Total Connected Load** และเอาค่า **0.8** คูณเข้าไปก็จะได้ขนาดของระบบไฟฟ้า **(Demand Load)**

Demand Load = 0.80 x Total Connected Load

7.4 การทำรายการสายป้อน และสายประธาน

(Feeder Schedule)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้น หลังจากที่ได้ออกแบบแผงจ่ายไฟย่อย และทำรายการโหลด (Load Schedule) เรียบร้อยแล้ว ต้องนำโหลดของแผงจ่ายไฟย่อย ซึ่งมีอยู่จำนวนมาก มาทำ รายการสายป้อน (Feeder Schedule) เพื่อหาขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และสายป้อน

การทำรายการสายป้อนนั้นเนื่องจากสายป้อนเมนจะจ่ายไฟให้แผง จ่ายไฟย่อยหลายแผงจึงสามารถใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ที่เหมาะสม ดังที่กล่าวมาแล้วได้

สำหรับรายการตัวนำประธาน (Main Schedule) การคำนวณเหมือนกับการทำรายการสายป้อน แต่ต้องคำนึงถึงขนาดมิเตอร์ ตามการไฟฟ้า และขนาดหม้อแปลง

ตัวอย่างที่ 9.3 ให้ระบบไฟฟ้าของสถานประกอบการแห่งหนึ่งมีแผงบริภัณฑ์ประธาน (Main Distribution Board , MDB) จ่ายไฟให้แผงจ่ายไฟ 4 แผง ซึ่งมีโหลดดังนี้

แผง	Load (kVA)			Total Connected Load
	Phase A	B	C	(kVA)
LP1A	15	16	17	48
LP1B	20	21	19	60
LP1C	10	10	10	30
LP1D	14	14	14	42

และให้ Spare อีก 1 แผง 30 kVA

ให้ทำ Main Schedule สำหรับแผง MDB และเขียน Single Line Diagram

ตัวอย่างที่ 9.3 (ต่อ)

วิธีทำ

แผง LP1A

ขนาด CB ให้ใช้ 2 เท่าของขนาด kVA ตาม

$\therefore$ MCCB = 2 x 48 = 96 A

= 100 AT

สายไฟฟ้า 4 x 50 , G-10 mm^2

ท่อร้อยสาย Φ 50 mm (2")

ตัวอย่างที่ 9.3 (ต่อ)

แผง LP1B

MCCB = 2 x 60 = 120 A

= 125 AT

สายไฟฟ้า 4 x 70 , G-16 mm^2

ท่อร้อยสาย Φ 65 mm (2 1/2")

แผง LP1C

MCCB = 2 x 30 = 60 A

= 60 AT

สายไฟฟ้า 4 x 25 , G-6 mm^2

ท่อร้อยสาย Φ 40 mm (1 1/2")

ตัวอย่างที่ 9.3 (ต่อ)

แผง LP1D

MCCB = 2 x 42 = 84 A

= 90 AT

สายไฟฟ้า 4 x 35 , G-10 mm^2

ท่อร้อยสาย Φ 40 mm (1 1/2")

$\therefore$ Total Connected Load ของแผง DB

= 48 + 60 + 30 + 42 + 30

= 210 kVA

ตัวอย่างที่ 9.3 (ต่อ)

แผง DB จ่ายไฟให้แผงจ่ายไฟย่อย 4 แผง

อาจใช้ D.F. 0.8 ได้

$\therefore$ Demand Load = 210 x 0.8

= 168 kVA

หรือ $I_M = \frac{168 \times 1000}{\sqrt{3} \times 380}$

= 168 x 1.52

= 255 A

ถ้าให้โหลดของ MDB เป็นแบบต่อเนื่อง

$\therefore$ Main CB = 1.25 x 255

= 319 A

ตัวอย่างที่ 9.3 (ต่อ)

ถ้าให้โหลดของ MDB เป็นแบบต่อเนื่อง

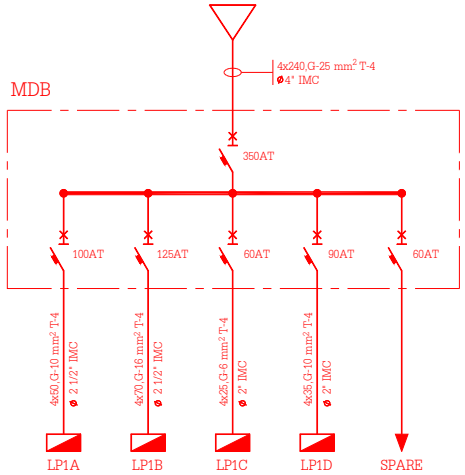
Main CB = 1.25 x 255 = 319 A

เลือก Main CB = 350 AT

สายไฟฟ้า 4 x 240 , G-25 mm^2

ท่อร้อยสาย Φ 90 mm (3 1/2")

Single Line Diagram ของแผง MDB สามารถเขียนได้ดังนี้



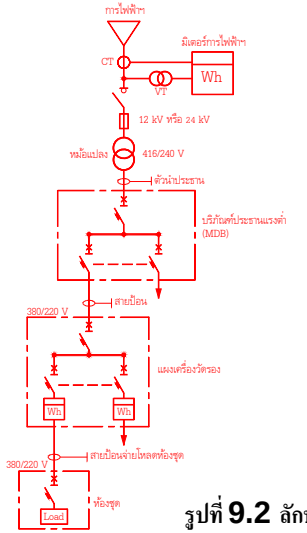
รูปที่ 9.1 Single Line Diagram ของตัวอย่างที่ 9.3

9.5 การคำนวณโหลดของอาคารชุด

ตาม พ.ร.บ. อาคารชุด พ.ศ. 2522 มีกรรมสิทธิ์เช่นเดียวกับบ้านที่อยู่อาศัยหรือร้านค้าทั่วไป ดังนั้นการไฟฟ้าฯ ซึ่งเป็นหน่วยงานบริการสาธารณูปโภค ของรัฐจะต้องบริการไฟฟ้าให้แก่ผู้ใช้ไฟฟ้าโดยตรง และเนื่องจากอาคารชุดส่วนมากเป็นอาคารสูงซึ่งต้องการระบบไฟฟ้าที่มาตรฐานสูง ดังนั้นทางการไฟฟ้าฯ จึงมีกฎเกณฑ์ ข้อกำหนดของระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดโดยเฉพาะ ในหัวข้อที่ 9.5 นี้ จะกล่าวเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้า ในอาคารชุดโดยยึด มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย ของ ว.ส.ท. เป็นหลัก

รูปแบบการจ่ายไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

อาคารชุดมีรูปแบบการจ่ายไฟฟ้าดังแสดงในรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 ลักษณะการจ่ายไฟของอาคารชุด

การคำนวณโหลด

โหลดของอาคารชุด แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. โหลดส่วนกลาง หมายถึง โหลดสำหรับส่วนรวมที่ใช้ร่วมกัน เช่น
   - ระบบทำความเย็น หรือ ปรับอากาศส่วนกลาง
   - ห้องสำนักงานอาคารชุด
   - แสงสว่างทางเดิน
   - ระบบลิฟต์
   - ระบบสุขาภิบาล
   - ฯลฯ
2. โหลดห้องชุด หมายถึง โหลดที่ใช้สำหรับห้องแต่ละห้องแยกกัน

1. การคำนวณโหลดส่วนกลาง

การคำนวณโหลดส่วนกลางนี้ ทำได้จากการรวมโหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ติดตั้งจริง ซึ่งอาจใช้ D.F. (Demand Factor) ที่เหมาะสมได้ตามวิธีการคำนวณโหลดดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 9.1-9.6

2. การคำนวณโหลดห้องชุด

ห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัย

1) ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

- พื้นที่ไม่เกิน 55 m^2

  L = 90 x A + 1500 VA

- พื้นที่ 55-180 m^2

  L = 90 x A + 3000 VA

- พื้นที่มากกว่า 180 m^2

  L = 90 x A + 6000 VA

2) มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

- พื้นที่ไม่เกิน 55 m^2

  L = 20 x A + 1500 VA

- พื้นที่ 55-180 m^2

  L = 20 x A + 3000 VA

- พื้นที่มากกว่า 180 m^2

  L = 20 x A + 6000 VA

โดยที่

L = โหลดเป็น (VA)

A = พื้นที่ไม่รวมเฉลียงเป็น (m^2)

ตัวอย่างที่ 9.4 ห้องอาคารชุดไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ขนาดพื้นที่ไม่รวมเฉลียง 80 m^2

ให้หาโหลด และขนาดเครื่องวัด

วิธีทำ

พื้นที่มากกว่า 55 m^2 แต่น้อยกว่า 180 m^2

$$L = 90 \times A + 3000 \text{ VA}$$
$$= 90 \times 80 + 3000 \text{ "}$$
$$= 10200 \text{ "}$$
$$I_L = 10200/220 = 46.4 \text{ A}$$

$\therefore$ ใช้มิเตอร์ขนาด 30 (100) A , 220 V

ตัวอย่างที่ 9.5 ห้องอาคารชุด ซึ่งมีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ขนาดพื้นที่ไม่รวมเฉลียง 100 m^2 ให้หาโหลด และขนาดเครื่องวัด

วิธีทำ

พื้นที่มากกว่า 55 m^2 แต่น้อยกว่า 180 m^2

$$L = 20 \times A + 3000 \text{ VA}$$
$$= 20 \times 100 + 3000 \text{ VA}$$
$$= 5000 \text{ VA}$$
$$I_L = 5000/220 = 22.7 \text{ A}$$

ใช้มิเตอร์ขนาด 15 (45) A , 220 V

ในการหาขนาดมิเตอร์นั้น สามารถดูได้จากตารางที่ 9.6 และ 9.7 ได้เลย เนื่องจากตารางนี้ได้คำนวณจากโหลดที่กำหนดให้แล้ว

ห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือ ร้านค้าทั่วไป

1) ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

$$L = 155 \times A \text{ VA}$$

2) มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

$$L = 85 \times A \text{ VA}$$

สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือ ร้านค้าที่มีโหลดพิเศษขนาดใหญ่ เช่น เตาไฟฟ้า ตู้แช่ขนาดใหญ่ เป็นต้น ต้องพิจารณาเป็นพิเศษตามการใช้โหลดจริง

ตัวอย่างที่ 9.6 ห้องชุดสำนักงานมีขนาด 80 m^2 ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ให้หาโหลด และขนาดมิเตอร์

วิธีทำ

$$L = 155 \times A \text{ VA}$$
$$= 155 \times 80 \text{ VA}$$
$$= 12400 \text{ VA}$$
$$I_L = 12400/220 = 56.4 \text{ A}$$

$\therefore$ ต้องใช้มิเตอร์ขนาด 30 (100) A , 220 V

ตัวอย่างที่ 9.7 ห้องชุดประเภทร้านค้ามีขนาด 200 m^2 ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง และมีตู้แช่

ขนาด 15 kVA , 380 V ให้หาขนาดโหลด และมิเตอร์

วิธีทำ

L = 155 x A VA

= 155 x 200 ”

= 31000 ”

ตู้แช่ = 15000 ”

โหลดรวม = 46000 ”

$I_L = \frac{46000}{\sqrt{3}\times 380} = 69.9$ A

∴ ต้องใช้มิเตอร์ขนาด 30 (100) A , 380 V

ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม

โหลดของห้องชุดทั้งกรณีมี และไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ให้คิด

L = 220 x A VA

หรือใช้โหลดตามที่ติดตั้งจริง

ตารางที่ 9.5 สูตรการคำนวณโหลดของห้องชุด

ประเภทห้องชุด	พื้นที่ห้อง(m^2)	สูตรการคำนวณ (VA)	
		ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	มีระบบทำความย็นจากส่วนกลาง
1. ห้องชุดประเภทที่อยู่อาศัย	ไม่เกิน 55	L = 90 x A + 1500	L = 20 x A + 1500
	ไม่เกิน 180	L = 90 x A + 3000	L = 20 x A + 3000
	เกิน 180	L = 90 x A + 6000	L = 20 x A + 6000
2. ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป	ทุกขนาด	L = 155 x A	L = 85 x A
3. ห้องชุดที่ใช้ไฟฟ้ามากเป็นพิเศษ	ทุกขนาด	ตามสภาพที่ใช้จริง แสดงรายการคำนวณ	
4. ห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม	ทุกขนาด	L = 220 x A	

การกำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดมี

1. เครื่องวัดรวมที่ต้นทางเพื่อแบ่งแยกทรัพย์สิน และเก็บค่าไฟฟ้าส่วนกลาง
2. เครื่องวัดรองสำหรับผู้ขอใช้ไฟฟ้าแต่ละรายของส่วนห้องชุด

ในการคิดค่าไฟฟ้านั้นคิดจากเครื่องวัดรองตามประเภทการใช้ไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าส่วนกลางคิดจากผลรวมหน่วยของเครื่องวัดรวม ลบด้วยผลรวมหน่วยของเครื่องวัดรอง

ในการหาขนาดเครื่องวัดนั้น ให้นำโหลดที่คำนวณได้ไปคำนวณหาขนาดเครื่องวัดหรือใช้ตามตาราง

ตารางที่ 9.6 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
1.	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55 30	15	(45) A 1P
		150	75	30 (100) A 1P
		180	100	50 (150) A 1P
		180	30	15 (45) A 3P
		483	75	30 (100) A 3P
		666	100	50 (150) A 3P
		1,400	200	200 A 3P
		2,866	400	400 A 3P

ตารางที่ 9.7 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้า ทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลด (A)	ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
1.	ไม่มีระบบทำความ	40	30	15 (45) A 1P
	เย็นจากส่วนกลาง	105	75	30 (100) A 1P
		140	100	50 (150) A 1P
		125	30	15 (45) A 3P
		320	75	30 (100) A 3P
		425	100	50 (150) A 3P
		850	200	200 A 3P
		1,700	400	400 A 3P

ตารางที่ 9.8 ตารางโหลดประเมิน และขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1.	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	36	15 (45) A 1P
		150	80	30 (100) A 1P
		180	36	15 (45) A 3P
		483	80	30 (100) A 3P
2.	มีระบบทำความเย็นเย็นจากส่วนกลาง	35	12	5 (15) A 1P
		180	36	15 (45) A 1P
		525	80	30 (100) A 1P
		690	36	15 (45) A 3P
		2,475	80	30 (100) A 3P

ตารางที่ 9.9 ตารางโหลดประเมิน และขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง (m^2)	โหลดสูงสุดของเครื่องวัด (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1.	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	36	15 (45) A 1P
		105	80	30 (100) A 1P
		125	36	15 (45) A 3P
		320	80	30 (100) A 3P
2.	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	36	15 (45) A 1P
		190	80	30 (100) A 1P
		230	36	15 (45) A 3P
		580	80	30 (100) A 3P

การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดดังนี้

$$I_{CB} \geq 1.25\, I_L$$

และให้ใช้ค่าขนาดใกล้เคียงที่สูงขึ้นถัดไป แต่ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ **9.6** , **9.7** , 9.8 และ 9.9

การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด (เฉพาะสายแรงดันต่ำจากเครื่องวัดรองเข้าห้องชุด)

พิกัดกระแสของตัวนำประธาน

$$I_C \geq I_{CB}$$

และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า **6** mm^2

ขนาดของบริภัณฑ์ประธานของแต่ละห้องชุด

$$I_M \geq I_{CB}$$

โดยที่

I_C = ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)

I_M = ขนาดพิกัดกระแสของบริภัณฑ์ประธาน (A)

I_{CB} = ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

I_L = กระแสโหลด (A)

ตัวอย่างที่ 9.8 ห้องชุดที่อยู่อาศัยไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ขนาด **80** m^2 **(** ตัวอย่างที่ **9.4)** ให้

หาขนาด

- ตัวนำประธาน
- เซอร์กิตเบรกเกอร์
- บริภัณฑ์ประธาน

วิธีทำ จากตัวอย่างที่ **9.4**

I_L = **46.4 A**

มิเตอร์ขนาด **30 (100) A , 1P**

ขนาดตัวนำประธาน

$\therefore I_{CB} \geq 1.25\, I_L = 1.25 \times 46.4 = 58$ A

ตัวอย่างที่ 9.8 (ต่อ)

$\therefore$ ขนาดสาย T-4 **2 x 25** mm^2 **(77 A)**

ขนาด เซอร์กิตเบรกเกอร์

I_{CB} = **58 A**

AT = **60 A , 1P**

เพื่อความสะดวก และเพื่อเป็นการเผื่อโหลดในอนาคตด้วย อาจใช้ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามตารางที่ 10.1 **(ก.ฟ.น.)** ได้

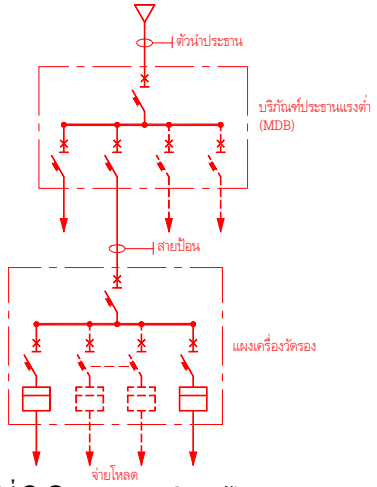
เครื่องวัด **30 (100) A , 1P**

CB = **100 A**

เมื่อใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดโตขึ้นตัวนำประธานต้องโตตามไปด้วย

ตัวนำประธาน **(T-4)** = **2 x 50** mm^2 **(117 A)**

การกำหนดขนาดสายป้อน
(จาก MDB ไปยังแผงเครื่องวัดรอง)



รูปที่ 9.3 แสดงตำแหน่งสายป้อน

โหลดสำหรับสายป้อน

โหลดสำหรับสายป้อนให้คำนวณโดยการรวมโหลดของห้อง ชุด แล้วใช้ค่า โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 9.10 และ 9.11

ขนาดสายป้อน

ขนาดสายป้อนให้คำนวณโดยคิดว่าโหลดที่คำนวณเป็นแบบต่อเนื่อง และขนาดไม่เล็กกว่าเครื่องป้องกันกระแสเกิน

$$I_F \geq I_{CB}$$

$$\therefore$$

ขนาดเครื่องป้องกัน

ขนาดของเซอร์กิตเบรกเกอร์หาได้ดังนี้

$$I_{CB} = 1.25\ I_{LF}$$

โดยที่

I_F = พิกัดกระแสสายป้อน (A)

I_{LF} = โหลดของสายป้อน (A)

I_{CB} = พิกัดกระแสเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

ตารางที่ 9.10 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

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

ตารางที่ 9.11 ค่าโคอินซิเดนท์แฟกเตอร์สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือ ร้านค้าทั่วไปและประเภทอุตสาหกรรม

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์
1-10	1.0
11 ขึ้นไป	0.85

หมายเหตุ ลำดับห้องชุดให้เริ่มจากห้องชุดที่มีโหลดสูงสุดก่อน

ตัวอย่างที่ 9.9 อาคารชุดที่อยู่อาศัยแห่งหนึ่ง ไม่มีระบบทำความเย็นส่วนกลาง แต่ละชั้นมี 15 ห้องชุด ประกอบด้วย

ห้องชุดแบบ A ขนาดพื้นที่ 80 m^2 10 หน่วย

" B " 100 m^2 5 หน่วย

ให้หาขนาดสายป้อน และ เซอร์กิตเบรกเกอร์

ระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ 380/220 V 3 เฟส 4 สาย

วิธีทำ

อาคารชุดแบบ A

โหลด = 80 x 90 + 3000 = 10200 VA = 10.2 kVA

อาคารชุดแบบ B

โหลด = 100 x 90 + 3000 = 12000 VA = 12.0 kVA

ตัวอย่างที่ 9.9 (ต่อ)

โหลดสายป้อน

ลำดับ 1-10 D.F. 0.9 = 0.9 (5 x 12 + 5 x 10.2) = 99.9 kVA

" 11-15 D.F. 0.8 = 0.8 (5 x 10.2) = 40.8 kVA

โหลดรวม $\frac{140.7\times10^3}{\sqrt{3}\times380}$ = 140.7 kVA

I_L = = 213.9 A

เนื่องจากโหลดเป็นแบบต่อเนื่อง

$\therefore$ I_C = 1.25 x 213.9 = 267.3 A

ใช้ CB = 280 A

ใช้สาย T-4 ในท่อร้อยสายโลหะ Φ 4 x 185 mm^2

G-25mm^2

การกำหนดขนาดหม้อแปลง

โหลดของหม้อแปลง

การคำนวณโหลดของหม้อแปลงให้ทำเช่นเดียวกับสายป้อน กล่าวคือให้หาโหลดของแต่ละห้องชุดนำมารวมกัน แล้วใช้ค่า โคอินซิเดนท์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 9.10 และ 9.11

ขนาดหม้อแปลง

โหลดที่คำนวณได้ถือว่าเป็นโหลดแบบต่อเนื่อง

$$\therefore \quad I_T = 1.25\ I_L$$

หรือ $TR\ (kVA) = 1.25\ L\ (kVA)$

โดยที่

I_T = กระแสของหม้อแปลง (A)

I_L = กระแสของโหลด (A)

L = โหลด (kVA)

TR = พิกัดของหม้อแปลงซึ่งเป็นขนาดพิกัดเมื่อยังไม่ใช้พัดลมเป่า (kVA)

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

$$I_C \geq 1.25\ I_L$$

ขนาดตัวนำประธานแรงต่ำ

ขนาดตัวนำประธานแรงต่ำของหม้อแปลงหาได้

$$I_C = 1.25\ I_L$$

และยอมให้ใช้โคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ ตามตารางที่ 9.10 และ 9.11 ได้

ตัวอย่างที่ 9.10 อาคารชุดที่อยู่อาศัยแห่งหนึ่งสูง 20 ชั้น มีการจัดแบ่งพื้นที่ดังนี้

- ชั้นล่างมีร้านค้า 15 ร้าน แต่ละร้านมีพื้นที่ 50 m^2
- ชั้น 2-4 เป็นที่จอดรถ
- ชั้น 5-20 เป็นห้องชุด
- แต่ละชั้นของห้องชุดมี

ห้องชุดแบบ A พื้นที่ 50 m^2 5 หน่วย

" B " 30 m^2 15 หน่วย

- โหลดไฟส่วนกลางรวม 100 kVA

ให้หาขนาดหม้อแปลง

ตัวอย่างที่ 9.10 (ต่อ)

วิธีทำ

ร้านค้า

โหลดแต่ละร้าน = 155 x A VA

= 155 x 50 "

= 7750 "

= 7.75 kVA

ห้องชุด

แบบ A โหลด = 90 x 50 + 1500 = 6000 VA = 6.0 kVA

แบบ B โหลด = 90 x 30 + 1500 = 4200 VA = 4.2 kVA

ตัวอย่างที่ 9.10 (ต่อ)

โหลดรวม

1)โหลดร้านค้า

ลำดับที่ 1-10 D.F. 100%= 10 x 1 x 7.75

= 77.5 kVA

" 11-15 D.F. 85% = 5 x 0.85 x 7.75

= 32.9 kVA

รวม = 110.4 kVA

ตัวอย่างที่ 9.10 (ต่อ)

2) โหลดห้องชุด

แบบ A มี16 x 5 = 80 หน่วย

แบบ B มี16 x 15 = 240 หน่วย

ลำดับที่ 1-10 D.F. 0.910 x 0.9 x 6 = 54 kVA

" 11-20 D.F. 0.810 x 0.8 x 6 = 48 "

" 21-30 D.F. 0.710 x 0.7 x 6 = 42 "

" 31-40 D.F. 0.610 x 0.6 x 6 = 36

แบบ A 80 - 40 = 40 หน่วย

แบบ B = 240 หน่วย

ลำดับ 41 ขึ้นไป D.F. 0.5

0.5 (40 x 6 + 240 x 4.2) = 624 kVA

รวม = 804 "

ตัวอย่างที่ 9.10 (ต่อ)

3) โหลดส่วนกลาง = 100 kVA

โหลดทั้งหมด = 110.4 + 804 + 100

= 1014.4 kVA

ขนาดหม้อแปลง = 1.25 x 1014.4 kVA

=1268 kVA

ใช้หม้อแปลงขนาด 1 x 1600 kVA

หรือ 2 x 800 "

ถ้าใช้หม้อแปลงมากกว่า 1 ลูกขึ้นไป ต้องจัดโหลดใหม่ แล้วคำนวณโหลดและขนาดหม้อแปลงใหม่

การติดตั้งไฟฟ้าในอาคารชุด

ตัวนำประธานเข้าห้องชุด

ตัวนำประธานเข้าแต่ละห้องชุดมีข้อกำหนดดังนี้

- สายไฟฟ้าต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวน
- สายไฟฟ้าต้องเดินในท่อสายโลหะ (Metal Raceway)
- ยอมให้ใช้ท่อสายอโลหะได้ แต่ท่อสายนี้จะต้องฝังในคอนกรีต
- ต้องแยกท่อสายสำหรับแต่ละห้องชุด
- ถ้าเดินในรางเดินสาย (Wireway) อนุญาตให้เดินรวมกันได้
- ไม่อนุญาตให้เดินสายแบบเกาะผนัง (เดินตีกิ๊บ) หรือบนรางเคเบิล (Cable Tray)
- ถ้าใช้ Busway จะต้องเป็นแบบ Totally Enclosed

สายป้อนจาก MDB ไปยังแผงสวิตช์ของเครื่องวัดรอง

สายป้อนมีข้อกำหนดดังนี้

- ต้องเดินในท่อสายโลหะ (Metal Raceway)
- ใช้ Busway หรือ Bus Trunking ได้
- ถ้าเดินในช่องเดินสาย (Electrical Shaft) ห้ามมีท่อระบบอื่นที่ไม่ใช่ระบบไฟฟ้า

หม้อแปลง

1) ถ้าติดตั้งหม้อแปลงภายในอาคารต้องเป็นแบบแห้ง (Dry Type) หรือฉนวนไม่ติดไฟ และติดตั้งในเครื่องห่อหุ้มไม่ต่ำกว่า IP21

2) พิกัดของหม้อแปลงสำหรับการไฟฟ้านครหลวงเป็นดังนี้

- พิกัดแรงดัน 12kV/416-240 V หรือ 24kV-416-240 V หรือ

(12kV/24kV)-416-240 V

- แทปแรงสูงใช้เป็น 4 x ( ) 2.5% ของพิกัดเต็มที่ด้านปฐมภูมิ
- กำลังสูญเสียทั้งหมดต้องไม่เกิน 1.5% ของพิกัดเต็มที่ที่ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1.0

3) พิกัดของหม้อแปลงสำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

- พิกัดแรงดัน 22kV/400-230 V

หรือ 33kV/400-230 V

- แทปแรงสูง 2 x ( )±2.5 %

แผงสวิตช์แรงสูง

แผงสวิตช์แรงสูงต้องเป็นไปตามข้อกำหนด 5.16

- ถ้าใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์จะต้องเป็นชนิด Nonflammable Cooling Medium
- หากใช้ Power Fuse ต้องใช้ร่วมกับ Load Break Switch (Switch Disconnector)
- แผงสวิตช์แรงสูงต้องมี IP31 ขึ้นไป

แผงสวิตช์แรงต่ำ

แผงสวิตช์แรงต่ำ (MDB) มีข้อกำหนดดังนี้

- ระดับการป้องกัน (Degree of Protection) ต้องไม่ต่ำกว่า IP31
- โครงสร้างของแผงสวิตช์ต้องทนต่อแรงที่เกิดจากการ ลัดวงจรได้
- เครื่องป้องกันกระแสเกิน คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องมี IC ไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จุด

การต่อลงดิน

- แผงสวิตช์เมน (MDB) ต้องมีการต่อลงดินตามบทที่ 4
- ห้องชุดทุกห้องต้องมีการต่อลงดิน โดยต้องเดินสายดินมาจากแผงสวิตช์เครื่องวัดรอง
- เต้ารับต้องเป็นแบบมีสายดิน และต้องต่อลงดิน

9.6 การประมาณโหลด (Load Estimating)

ในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้นหลังจากได้แบบจาก สถาปนิกแล้ว วิศวกรไฟฟ้าต้องทำการประมาณโหลด เพื่อให้ทราบขนาดของระบบไฟฟ้า สามารถหาขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมอย่างคร่าวๆ เช่น หม้อแปลง ตู้บริภัณฑ์ประธานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง เป็นต้น นอกจากนี้การประมาณโหลดยังมีประโยชน์ในการวาง แผนจัดหาพื้นที่เพื่อติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้าต่างๆ แต่เนิ่นๆ อีกด้วย

หลักการประมาณโหลด

การประมาณโหลดสามารถแบ่งได้ออกตามลักษณะข้อมูลที่ได้รับมาดังนี้

1. ไม่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า แต่มีข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน
2. มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน

โดยที่ข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า ได้แก่ ขนาดโหลด (VA หรือ kVA) และจำนวนบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่ละชนิด

ข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน ได้แก่ ขนาดของพื้นที่ ซึ่งอาจมีข้อมูลเพิ่มเติมเช่น เป็นห้องที่มีการใช้เครื่องปรับอากาศ

การประมาณโหลดที่ไม่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแต่มีข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน

สำหรับกรณีนี้สามารถทำการประมาณโหลดได้ดังนี้ โดยจะทำการประมาณโหลดตามชนิดของโหลด ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะโหลดที่ใช้เป็นส่วนใหญ่ได้แก่ โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง โหลดไฟฟ้าเต้ารับ และโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ จากหนังสือ IEEE **Recommended Practice for Electric Power Systems in Commercial Buildings** สามารถสรุปเป็นตารางแยกตามประเภทของอาคารได้ดังนี้

1. การประมาณโหลดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารชนิดต่างๆ

2. การประมาณโหลดไฟฟ้าเต้ารับในอาคารชนิดต่างๆ

3. การประมาณโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในอาคารชนิดต่างๆ

4. การประมาณโหลดตามชนิดของอาคาร

5. การประมาณโหลดอื่นๆ

โหลดของไฟตู้โชว์ , เต้ารับหลายจุด และ **Lighting Track** อาจประมาณโหลดได้ต่อความยาวดังนี้ คือ

- ไฟตู้โชว์ **670** VA/m
- เต้ารับหลายจุด **120** ”
- **Lighting Track** **360** ”

1. การประมาณโหลดไฟฟ้าแสงสว่างในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
อาคารเรียน	25
ศูนย์คอมพิวเตอร์	20
ห้องประชุม	20
ทางเดิน , ระเบียง	8
ห้องอาหาร	18
ห้องเขียนแบบ	60
โรงพยาบาล , ห้องผ่าตัด	100
โรงพยาบาล , ห้องผู้ป่วย	14
ห้องครัว	20
ห้องทดลอง	50
ห้องสมุด , พื้นที่สำหรับอ่านหนังสือ	30
ห้องสมุด , พื้นที่ค้นหาหนังสือ	10
อาคารสำนักงานทั่วไป	30
ห้องเครื่องจักร	20
ห้างสรรพสินค้า	30

2. การประมาณโหลดไฟฟ้าเต้ารับในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
ห้องบรรยาย	2
ห้องอาหาร	2
โบสถ์	2
ห้องเขียนแบบ	7
อาคารกีฬา	2
โรงพยาบาล	10
ห้องเครื่องจักร	15
อาคารสำนักงานทั่วไป	10
โรงเรียน	7

3. การประมาณโหลดไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศในอาคารชนิดต่างๆ

ประเภทอาคาร	โหลดที่ใช้ (VA/m^2)
ธนาคาร	80
ห้างสรรพสินค้า	50
โรงพยาบาล	70
อาคารสำนักงานทั่วไป	70
ร้านค้าขนาดย่อม	90
ห้องอาหาร (ไม่รวมห้องครัว)	90

4. การประมาณโหลดตามชนิดของอาคาร

ชนิดของอาคาร	โหลดต่อพื้นที่ (VA/m^2)
1. สำนักงาน	
- ไม่มีเครื่องปรับอากาศ	80-120
- มีเครื่องปรับอากาศ	120-150
- ต่อคนทำงาน	2.5-3.0 kVA
2. โรงเรียน และมหาวิทยาลัย	
- โรงเรียนทั่วไป	30-50
- สอนวิชาสังคมศาสตร์	50-75
- สอนวิชาวิทยาศาสตร์	120-200
3. โรงแรม และที่อยู่อาศัย	
- อาคารขนาดใหญ่	40-80
- ต่อห้อง หรือต่อชุดที่พักอาศัย	3.5-4.5 kVA
4. โรงพยาบาล	
- ขึ้นอยู่กับขนาด และ Facilities	60-120
- ถึง 50 เตียง , ต่อเตียง	3.5-4.5 kVA
- ถึง 150 เตียง , ต่อเตียง	3.0-3.5 kVA
- ถึง 250 เตียง , ต่อเตียง	2.0-3.0 kVA
- เกิน 300 เตียง , ต่อเตียง	1.5-2.0 kVA
5. ห้างสรรพสินค้า	
- มีเครื่องปรับอากาศ	150-200

5. การประมาณโหลดอื่นๆ

โหลดของไฟตู้โชว์ , เต้ารับหลายจุด และ Lighting Track อาจประมาณโหลดได้ต่อความยาวดังนี้ คือ

- ไฟตู้โชว์ 670 VA/m
- เต้ารับหลายจุด 120 ”
- Lighting Track 360 ”

ตัวอย่างที่ 9.11 อาคารสำนักงานแห่งหนึ่งสูง 18 ชั้น แต่ละชั้นมีพื้นที่รวม 1800 m^2 ซึ่งแยกออกได้ดังนี้

1. ทางเดิน 100 m^2
2. ห้องไฟฟ้าและห้องภารโรง 20 ”
3. ช่องลิฟต์ 80 ”

จงประมาณโหลดสำหรับอาคารสำนักงานแห่งนี้

ตัวอย่างที่ 9.11(ต่อ)

วิธีทำ

จากตารางค่าประมาณโหลดเลือกใช้ค่าประมาณโหลดดังนี้

พื้นที่สำนักงาน

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง 30 VA/m^2

โหลดเต้ารับ 10 VA/m^2

โหลดเครื่องปรับอากาศ 70 VA/m^2

โหลดเผื่ออื่นๆ 20 VA/m^2

รวมโหลดพื้นที่สำนักงาน 130 VA/m^2

พื้นที่ทางเดิน

โหลดไฟฟ้าแสงสว่าง 6 VA/m^2

ตัวอย่างที่ 9.11(ต่อ)

ทำการประมาณโหลด

1. พื้นที่สำนักงาน

พื้นที่สำนักงาน = 1800 - 100 - 20 - 80

= 1600 m^2 /ชั้น

ค่าประมาณโหลดพื้นที่สำนักงาน = (130 x 1600)/1000

= 208 kVA /ชั้น

ตัวอย่างที่ 9.11(ต่อ)

2. พื้นที่ทางเดิน (พื้นที่ทางเดิน + พื้นที่ห้องไฟฟ้า)

พื้นที่ทางเดิน = 120 m^2 /ชั้น

ค่าประมาณโหลดพื้นที่ทางเดิน = (6 x 120)/1000

= 0.72 kVA /ชั้น

ดังนั้นค่าประมาณโหลดทั้งหมดของอาคารแห่งนี้

= (208 + 0.72) x 18

= 3757 kVA

หม้อแปลงไฟฟ้ามีขนาดมาตรฐานดังนี้ 1000 , 1250 , 1600 , 2000 , 2500 kVA อาคารหลังนี้อาจใช้หม้อแปลง 2 ลูก คือ 2 x 2000 kVA และผู้ออกแบบจะต้องเฉลี่ยโหลดให้เหมาะสมกับหม้อแปลงทั้งสอง

การประมาณโหลดในกรณีที่มีข้อมูลของบริภัณฑ์ไฟฟ้า และข้อมูลของพื้นที่ใช้งาน

การประมาณโหลดในกรณีนี้ เนื่องจากมีข้อมูลที่มากขึ้นทำให้ผู้ออกแบบสามารถทำ การประมาณโหลดได้ละเอียดมากขึ้น โดยทำการรวมโหลดของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ทราบข้อมูล แล้วจึงพิจารณาพื้นที่ใช้งานเพื่อประมาณโหลดที่เหลืออยู่ (สำหรับโหลดที่ไม่มีข้อมูล)

ตัวอย่างที่ 9.12 ร้านสรรพสินค้ามีพื้นที่ 1000 m^2 มีโหลดไฟฟ้าต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ไฟตู้โชว์ยาว 25 m
- Lighting track 9 kVA
- แสงสว่างภายนอก 40 ดวงๆ ละ 180 VA
- แสงสว่างส่องป้าย 5.8 kVA
- เต้ารับโหลด 122 ชุด
- เต้ารับหลายจุดยาว 10 m
- Freezer ขนาดพิกัด 8 kVA
- ตู้แช่ไอศครีม " 9 kVA
- พัดลมระบายอากาศ พิกัดรวม 32 kVA
- หม้อต้มน้ำร้อน 12 kVA
- เครื่องทำน้ำเย็น 10 kVA
- ปั๊มน้ำ 9 kVA
- เครื่องปรับอากาศ 50 kVA

ให้คำนวณหาโหลดรวมของร้านสรรพสินค้าแห่งนี้

ตัวอย่างที่ 9.12(ต่อ)

วิธีทำ

โหลดไฟแสงสว่าง

- ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป $\frac{1000 \times 30}{1000}$ = 30 kVA
- ไฟตู้โชว์ $\frac{25 \times 670}{1000}$ = 16.75 kVA
- Lighting track $\frac{40 \times 180}{1000}$ = 9.0 kVA
- ไฟแสงสว่างภายนอก = 7.2 kVA
- ไฟส่องป้าย = 5.8 kVA

รวม = 68.75 kVA

ตัวอย่างที่ 9.12(ต่อ)

โหลดเต้ารับ

- เต้ารับโหลดไม่ต่อเนื่อง $\frac{122 \times 180}{1000}$ = 21.96 kVA
- 10 kVA แรก 100% = 10 ”

อีก 11.96 kVA ต่อมา 50% = 5.98 ”

$\frac{120 \times 120}{1000}$ = 15.98 ”

- เต้ารับหลายจุด = 1.20 ”

รวม = 17.18 ”

ตัวอย่างที่ 9.12(ต่อ)

บริภัณฑ์ไฟฟ้าพิเศษ

- Freezer = 8.00 kVA
- ตู้แช่ไอศครีม = 9.00 ”
- หม้อน้ำร้อน = 12.00 ”
- เครื่องทำน้ำเย็น = 10.00 ”

รวม = 39.00 ”

ตัวอย่างที่ 9.12(ต่อ)

เครื่องปรับอากาศ

∴ รวม = 50.00 kVA

โหลดมอเตอร์

พัดลมระบายอากาศ = 32.00 kVA

ปั๊มน้ำ = 9.00 ”

∴ รวม = 41.00 ”

โหลดทั้งหมด = 68.75 + 17.18 + 39.00 + 50.00 + 41.00

= 215.93 kVA

โหลดรวมของร้านสรรพสินค้านี้ = 215.93 ‘’

ตัวอย่างที่ 9.13 อาคารสำนักงาน ขนาดพื้นที่ 2000 m^2 มีโหลดไฟฟ้าต่างๆ ดังนี้

- ไฟฟ้าแสงสว่างนอกอาคาร 60 ชุดๆ ละ 180 VA
- ไฟส่องป้าย 4 ชุดๆ ละ 1200 VA
- เต้ารับ 300 ชุด
- ระบบปรับอากาศ 200 kVA
- พัดลมระบายอากาศ 25 kVA
- PC 5 ชุดๆ ละ 2400 VA
- ปั๊ม 5 ชุดๆ ละ 5 kVA
- Water Heater 5 kW
- Copy Machines 5 ชุดๆ ละ 1500 VA

ตัวอย่างที่ 9.13(ต่อ)

วิธีทำ

โหลดไฟแสงสว่าง

- ไฟฟ้าแสงสว่างทั่วไป $\frac{2000 \times 30}{1000}$ = 60 kVA
- ไฟฟ้าแสงสว่างนอกอาคาร $\frac{60 \times 180}{1000}$ 10.8 ”
- ไฟส่องป้าย $\frac{4 \times 1200}{1000}$ = 4.8 ”

∴ รวม = 75.6 ”

ตัวอย่างที่ 9.13(ต่อ)

โหลดเต้ารับ

- เต้ารับ $\frac{300 \times 180}{1000}$ = 54 kVA

10 kVA แรก D.F. 100% = 10 ”

(54-10) kVA ต่อมา D.F. 50% = 22 ”

∴ รวม = 32 ”

ตัวอย่างที่ 9.13(ต่อ)

บริภัณฑ์ไฟฟ้าพิเศษ

- PC $\frac{5 \times 2400}{1000}$ = 12 kVA
- Water Heater = 5.0 ”
- Copy Machines $\frac{5 \times 1500}{1000}$ = 7.50 ”

∴ รวม = 24.50 ”

เครื่องปรับอากาศ

∴ รวม = 200 kVA

ตัวอย่างที่ 9.13(ต่อ)

โหลดมอเตอร์

- พัดลมระบายอากาศ = 25 kVA
- ปั๊มน้ำ = 25 ”

∴ รวม = 50 ”

∴ โหลดทั้งหมด = 75.6 + 32.0 + 24.5 + 200 + 50

= 382.1 kVA

∴ โหลดรวมของสำนักงานนี้ = 382.1 ”

THE END