

เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า
สำหรับอาคารชุด อาคารขนาดใหญ่ และ
อาคารสถานพยาบาล สำหรับการบริหาร
การออกแบบ การติดตั้ง การใช้งานและ
การบำรุงรักษา เพื่อความปลอดภัย



ดร. เตชทัต บุรณะอัศวกุล : Dr.Techatat Buranaudsawakul

ประวัติการศึกษาและกิจกรรมทางสังคม

ปริญญาตรี : วิศวกรรมไฟฟ้า : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ปริญญาโท : บริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ปริญญาโท : วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปริญญาเอก : นวัตกรรมและดิจิทัล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ปริญญาเอก : วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ผลงานทางวิชาการ : การบริหารการออกแบบ และการติดตั้งทางไฟฟ้า

: ช่างไฟฟ้า และ วิศวกรไฟฟ้า อย่างมืออาชีพ

: 108 คำถาม กับเรื่อง ช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 1

- ประธานสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ : วสท.
- ประธานคณะกรรมการร่างมาตรฐานระบบสายไฟฟ้าใต้ดิน: วสท.
- ประธานคณะกรรมการร่างมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่า: วสท.
- ประธานคณะกรรมการร่างมาตรฐานไฟฟ้าสาธารณะ: วสท.
- ประธานคณะกรรมการประจำมาตรฐานระบบผลิตไฟฟ้า พลังงานแสงอาทิตย์: วสท.
- ประธานอนุกรรมการ มาตรฐานการบริหารจัดการ การทำงานและการบำรุงรักษา ในดาตาเซเตอร์
- ประธานคณะกรรมการประจำ มาตรฐาน DATA CENTER : วสท.
- ผู้อำนวยการสอบเลื่อนระดับภาคี-สามัญ ,สามัญ – วุฒิวิศวกร และภาคีพิเศษ : สภาวิศวกร
- อนุกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า และอนุกรรมการสวัสดิการฯ : สภาวิศวกร
- อนุกรรมการกำหนดมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาอาชีพช่างไฟฟ้าภายในอาคาร ระดับ 1 และ 2: กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน
- อนุกรรมการวิชาการรายสาขา เครื่องตัดวงจรไฟฟ้า สวิตช์เกียร์ เกียร์ควบคุม และชุดประกอบ: สมอ.
- ที่ปรึกษาทางวิชาการ : สมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย ; TEMCA
- ที่ปรึกษาสมาคมผู้ตรวจสอบและบริหารความปลอดภัยอาคาร: BSA

ตำแหน่ง : อาจารย์ : วิทยาลัย พิชญบัณฑิต

อาจารย์พิเศษ : มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี

: KMUTT & KMITL

: บริษัท อาชีฟ จำกัด (มหาชน)



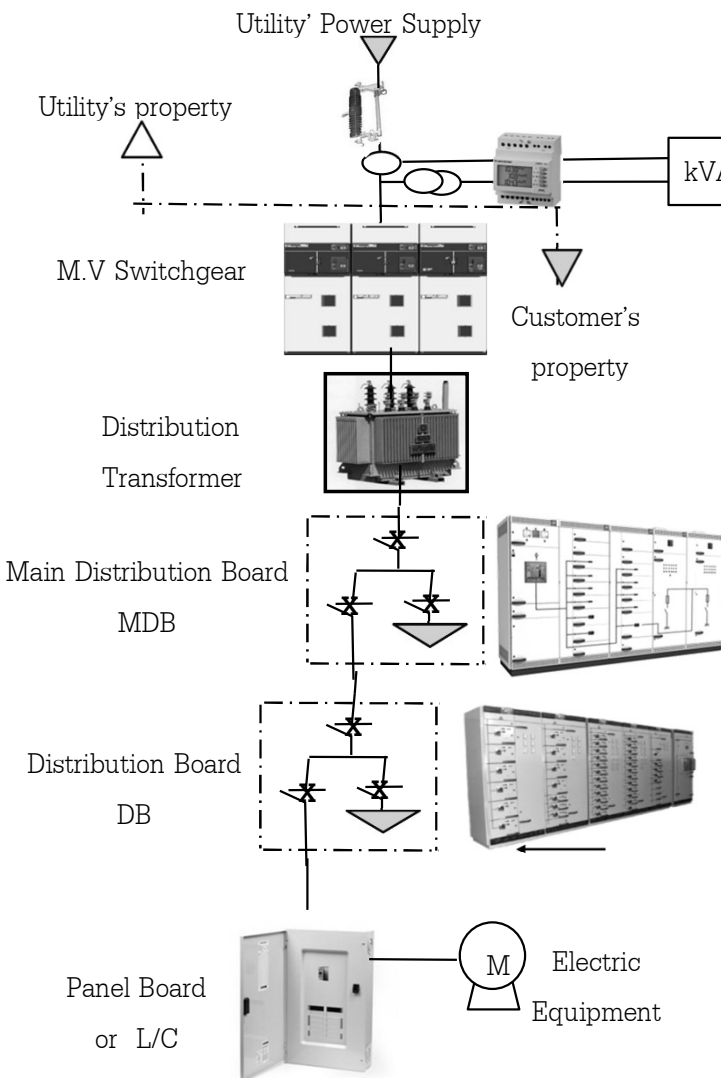


เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด อาคารขนาดใหญ่
และอาคารสถานพยาบาล สำหรับการบริหารการออกแบบ การติดตั้ง การใช้งาน
และการบำรุงรักษา เพื่อความปลอดภัย



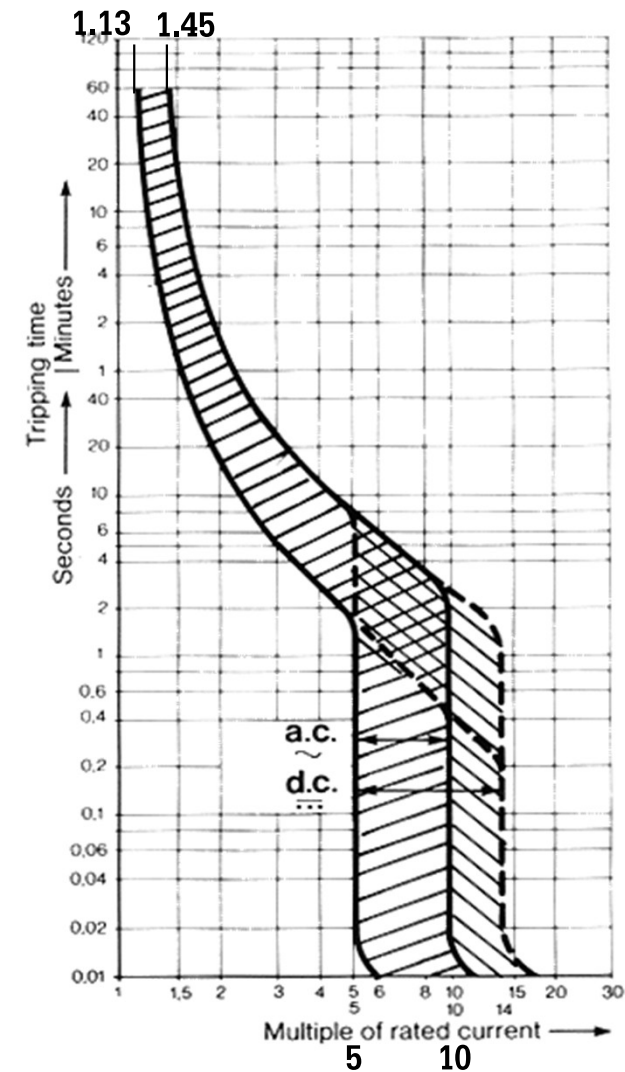
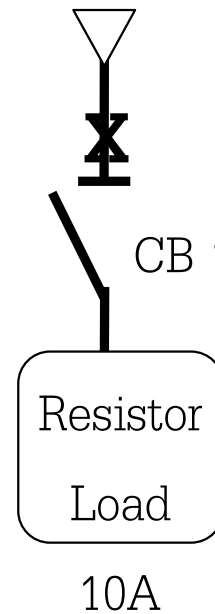


เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 5



จากวงจร C.B จะทริปหรือไม่?

เพราะอะไร?





เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 6



บทที่ 9

อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

ข้อกำหนดในบทนี้เกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าในอาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ สำหรับอาคารชุดการคำนวณโหลดจะพิจารณาจากชนิดของห้องชุดและพื้นที่ของห้องชุด

9.1 อาคารชุด

9.1.1 หัวไป

9.1.1.1 ให้ใช้กับอาคารชุดทุกประเภท ภายใต้ พ.ร.บ. อาคารชุด พ.ศ.2522 หรือที่จะแก้ไขเพิ่มเติมต่อไป ซึ่งกฎหมายรับรองกรรมสิทธิ์ในแต่ละห้องชุด

9.1.1.2 ให้ใช้กับอาคารประเภทอื่น ๆ ที่ผู้ซื้อใช้ไฟฟ้าประสงค์จะให้มีการจ่ายไฟฟ้าและติดตั้งเครื่องวัดฯ แบบอาคารชุด

9.1.1.3 การเดินสายสำหรับอาคารชุดให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดในบทนี้ กรณีที่ไม่ได้ระบุไว้ในบทนี้ให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดของการเดินสาย

9.1.1.4 อาคารชุดที่เป็นอาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ ต้องปฏิบัติตามข้อ 9.2 ด้วย

9.1.1.5 การคำนวณโหลดที่กล่าวในบทนี้เป็นค่าต่ำสุด หากการติดตั้งจริงมีโหลดมากกว่าที่คำนวณนี้ก็ควรใช้ค่าตามที่ติดตั้งจริง

9.1.2 การคำนวณโหลด

ให้แบ่งการคำนวณโหลดออกเป็น 2 ส่วน คือ โหลดส่วนกลาง และโหลดห้องชุด ซึ่งโหลดที่คำนวณได้ต้องไม่ต่ำกว่าที่กำหนด ดังต่อไปนี้

9.1.2.1 โหลดส่วนกลาง

หมายถึงไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบไฟฟ้าส่วนกลางทั้งหมด เช่น แสงสว่างห้องโถง ทางเดิน ลิฟต์ เครื่องสูบน้ำ ระบบไฟฉุกเฉิน เป็นต้น โดยขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้า ให้คำนวณจากโหลดที่ติดตั้ง อนุญาตให้ใช้ค่าประมาณค่าเผื่อที่ระบุในบทที่ 3 หรือมาตรฐานอื่นที่การไฟฟ้า ยอมรับ ในการคำนวณหาขนาดตัวนำประธาน สายบ่อน และหม้อแปลงไฟฟ้าได้

9.1.2.2 โหลดห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ขนาดความต้องการใช้ไฟฟ้าของห้องชุด ให้คำนวณจากขนาดพื้นที่ในห้องชุด ไม่รวมพื้นที่เฉลียง และห้ามใช้ปริมาณค่าเผื่อที่ ซึ่งอาจแบ่งออกเป็น

9.2.2.1. ห้องชุดที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

ก) ห้องชุดพื้นที่ไม่เกิน 50 ตร.ม $[90 \times \text{พื้นที่ห้อง(ตร.ม.)}] + 1,500 \text{ VA}$

ข) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตร.ม < 180 ตร.ม $[90 \times \text{พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)}] + 3,000 \text{ VA}$

ค) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 180 ตารางเมตร $[90 \times \text{พื้นที่ห้อง(ตร.ม.)}] + 6,000 \text{ VA}$

9.2.2.2 ห้องชุดที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง

ก) ห้องชุดที่มีพื้นที่ไม่เกิน 55 ตารางเมตร $[20 \times \text{พื้นที่ห้อง(ตร.ม.)}] + 1,500 \text{ VA}$

ข) ห้องชุดที่มีพื้นที่มากกว่า 55 ตร.ม < 180 ตร.ม $[20 \times \text{พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)}] + 3,000 \text{ VA}$

ค) ห้องชุดที่มีพื้นที่ > 180 ตร.ม $[20 \times \text{พื้นที่ห้อง (ตร.ม.)}] + 6,000 \text{ VA}$

9.2.2.3 โหลดห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป

9.2.2.3.1 ห้องชุดที่ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลางให้ใช้ค่า 155 VA/sq.m

9.2.2.3.2 ห้องชุดที่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ให้ใช้ค่า 85 VA/sq.m

9.2.2.3.3 ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าหรือเพื่อการอื่นใดที่ใช้ไฟฟ้ามากเป็นพิเศษ

9.2.2.4 โหลดห้องชุดประเภทอุตสาหกรรม ให้ใช้ค่าไม่น้อยกว่า 220 VA/sq.m

9.1.3 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด

9.1.4 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

3.2.4.1 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง พิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องไม่ต่ำกว่าขนาดกระแสที่คำนวณจากขนาดพื้นที่ห้องตามข้อ 9.1.2 หากขนาดที่คำนวณได้ไม่ใช่ขนาดมาตรฐานของผู้ผลิตให้ใช้ขนาดใกล้เคียงที่สูงขึ้นถัดไปแต่ต้องมีขนาดไม่สูงกว่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 3-5 หรือ 3-5



เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 7



ตารางที่ 9-1

ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของ เครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	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
2	มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	35	10	5 (15) A 1P
		180	30	15 (45) A 1P
		525	75	30 (100) A 1P
		800	100	50 (150) A 1P
		690	30	15 (45) A 3P
		2,475	75	30 (100) A 3P
		3,000	100	50 (150) A 3P
		6,300	200	200 A 3P
		12,900	400	400 A 3P

ตารางที่ 9-2

ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	พิกัดสูงสุดของ เครื่องป้องกัน กระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	55	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		150	100	30 (100) A 1P	
		180	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		483	100	30 (100) A 3P	
		666	125	-	200 A 3P
		1,400	200	-	(ประกอบ CT แรงต่ำ)
2	มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	35	16	5 (15) A 1P	5 (100) A 1P
		180	50	15 (45) A 1P	
		525	100	30 (100) A 1P	
		690	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		2,475	100	30 (100) A 3P	
		3,000	125	-	200 A 3P
		6,300	200	-	(ประกอบ CT แรงต่ำ)



เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 8



ตารางที่ 9-3

ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของ เครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจาก ส่วนกลาง	40	30	15 (45) A 1P
		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
2	มีระบบทำความเย็นจาก ส่วนกลาง	80	30	15 (45) A 1P
		190	75	30 (100) A 1P
		260	100	50 (150) A 1P
		230	30	15 (45) A 3P
		580	75	30 (100) A 3P
		770	100	50 (150) A 3P
		1,550	200	200 A 3P
		3,100	400	400 A 3P

ตารางที่ 9-4

ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ
สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป
(สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	พิกัดสูงสุดของ เครื่องป้องกัน กระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจาก ส่วนกลาง	40	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		105	100	30 (100) A 1P	
		125	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		320	100	30 (100) A 3P	
		425	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		850	200	-	
2	มีระบบทำความเย็นจาก ส่วนกลาง	80	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		190	100	30 (100) A 1P	
		230	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		580	100	30 (100) A 3P	
		770	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		1,550	200	-	



เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 9



9.1.5 ตัวนำประธานเข้าห้องชุด

9.1.5.1 ขนาด

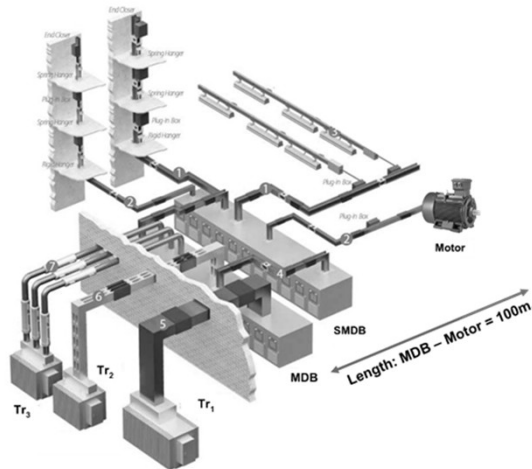
9.1.5.1 ตัวนำเฟสตัวนำประธานเข้าห้องชุดต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตามข้อ 9.1.6 และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 ตร.มม.

9.1.5.2 ตัวนำนิวทรัลขนาดตัวนำนิวทรัลต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 3.2.4 และห้ามแต่ละห้องชุดใช้ตัวนำนิวทรัลร่วมกัน

9.1.5.2 วิธีการเดินสาย

9.1.5.2.1 สายทองแดง เดินในช่องเดินสายโลหะหรือโลหะตามบทที่ 5 โดยฝังในคอนกรีต กรณีอาคารชุด อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่ อาคารขนาดใหญ่พิเศษตาม 9.2.2

9.1.5.2.2 Busway or Busduct or Busbar trunking system



9.1.6 บริภัณฑ์ประธาน ต้องมีการติดตั้งบริภัณฑ์ประธานที่แต่ละห้องชุด พิกัดกระแสของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่บริภัณฑ์ประธานต้องไม่เกินพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามข้อ 9.1.4

9.1.7 สายป้อน (จากแผงสวิตช์รวมไปถึงแผงสวิตช์ของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด)

9.1.7.1 โหลดสำหรับสายป้อนห้องชุด ให้คำนวณจากผลรวมของโหลดในห้องชุด ตามข้อ 9.1.2 และใช้ค่าโคอินซิเดนซ์แฟกเตอร์ (Co-incidence Factor) เพื่อคำนวณลดขนาดสายป้อน

9.1.8 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลง

9.1.8.1 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลงต้องเป็นไปตามที่กำหนด ห้ามติดตั้งหม้อแปลงชนิดฉนวนติดไฟได้หรือ หม้อแปลงชนิดฉนวนติดไฟยาก ภายในอาคาร ใต้อาคารบนดาดฟ้า หรือบนส่วนยื่นของอาคาร

9.1.8.2 การคำนวณโหลดสำหรับหม้อแปลง คำนวณตาม 9.1.2 ตามตาราง 9-5 และ 9-6

9.1.8.3 ขนาดของหม้อแปลงเมื่อไม่ใช้พัดลมเป่า (Forced Air Cooled) ต้องไม่เล็กกว่าโหลดที่คำนวณได้จาก 9.1.8.2

9.1.8.4 หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟส่วนของห้องชุด

9.1.9 แผงสวิตช์แรงต่ำ (จากหม้อแปลงถึงเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด)

9.1.9.1 แผงสวิตช์แรงต่ำต้องเป็นไปตามระดับการป้องกันของตู้แผงสวิตช์แรงต่ำต้องไม่ต่ำกว่า IP 31 และโครงสร้างของแผงสวิตช์แรงต่ำต้องสามารถรับแรงที่เกิดจากกระแสลัดวงจรได้



เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 10



9.1.9.2 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรสูงสุดที่อาจเกิดขึ้น ณ จุดนั้นได้โดยคุณสมบัติยัง คงเดิม และต้องไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์

9.1.9.3 เครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของผลรวมของโหลดที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.7.1

9.1.9.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนไฟฟ้าส่วนกลาง อนุญาตให้มีได้ไม่เกิน 1 ตัวสำหรับหม้อแปลงแต่ละลูก และต้องสามารถล็อกกุญแจได้ในตำแหน่งปลด

9.1.9.5 เครื่องป้องกันกระแสเกินด้านแรงต่ำของหม้อแปลง ต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่าผลรวมของโหลดที่คำนวณได้ตามข้อ 9.1.2 และอนุญาตให้ใช้ค่าโคอินซีเดนซ์แฟกเตอร์ได้

9.1.10 ตัวนำประธานแรงต่ำจากหม้อแปลงไปยังแผงสวิตช์รวมตัวนำประธานแรงต่ำจากหม้อแปลงไปยังแผงสวิตช์รวมต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินตามข้อ

3.9.5 สำหรับขนาดตัวนำนิวทรัลต้องเป็นไปตามข้อ 3.2.4

9.1.11 แผงสวิตช์แรงสูง ตาม 5.17

9.1.12 การต่อลงดิน ตาม บทที่ 4

9.1.13 การป้องกันไฟดูด

9.2 อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ

อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษที่เป็นอาคารชุด หรือสถานที่เฉพาะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของอาคารดังกล่าวด้วย

9.2.1.2 ไม่บังคับใช้กับโรงงานอุตสาหกรรม

9.2.2 ตามบทที่ 5

9.2.3 หม้อแปลงและห้องหม้อแปลง ตาม 6.4

9.2.4 แผงสวิตช์แรงสูง ตาม 5.17

9.2.5 การต่อลงดิน ตามบทที่ 4

9.2.6 การป้องกันไฟดูด ตาม บทที่ 3



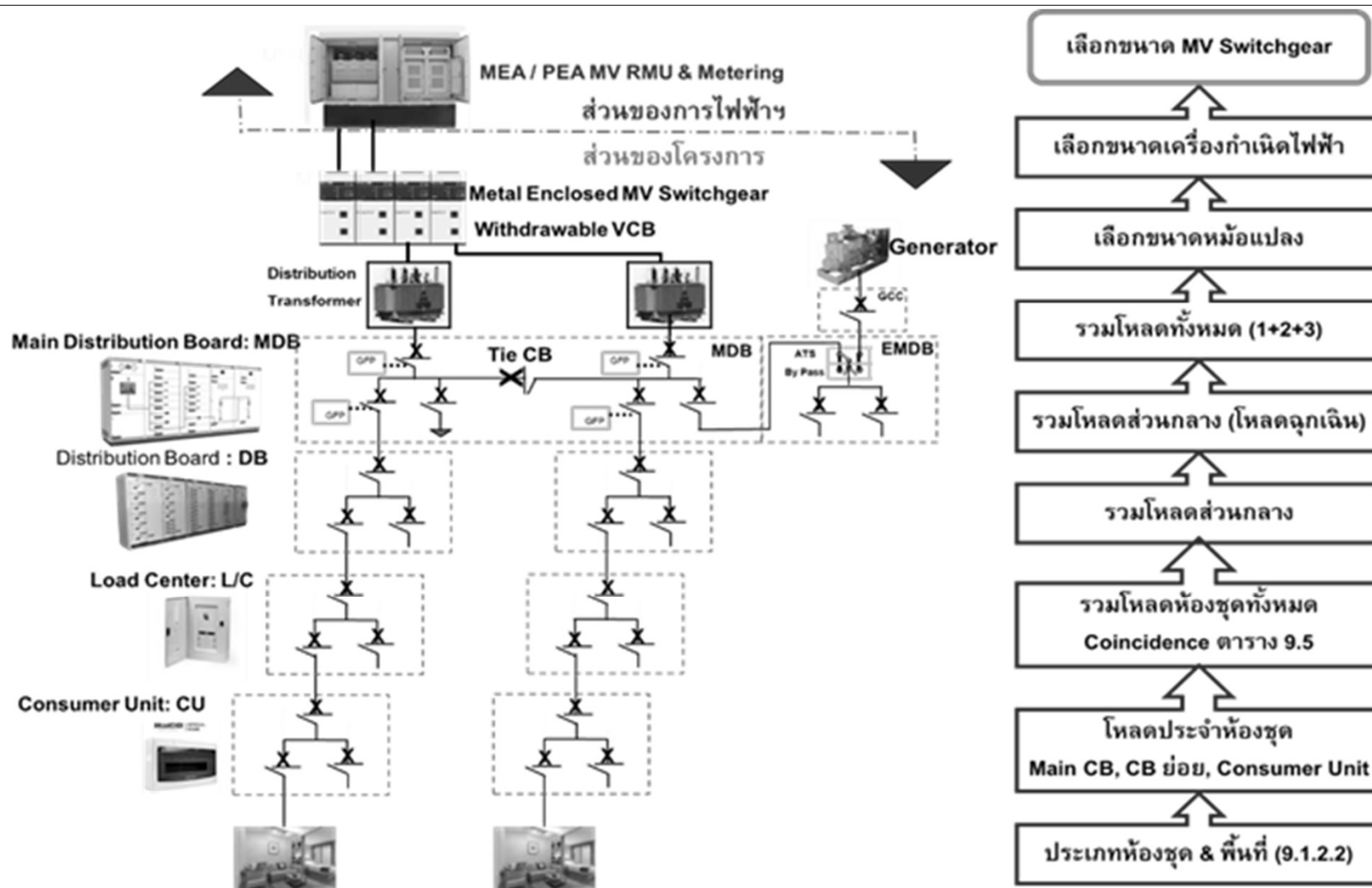
ตัวอย่างที่ 9.1

คอนโดมิเนียม BCC1 สูง 8 ชั้น แบบมีร้านค้าชั้นล่าง 10 ห้อง (5 x 30 sq.m และ 5 x 40 sq.m) และห้องชุด 190 ห้อง มีผู้พักอาศัย 90% ของจำนวนห้องที่มีอยู่ในคอนโดฯ แบบไม่มีระบบทำความเย็นส่วนกลาง โดยใช้หลอดตามจริง ห้องชุดจำนวน 180 ห้องมีพื้นที่ 30 sq.m และ 10 ห้องมีพื้นที่ 40 sq.m รวม 190 ห้องชุด แต่ละห้องชุดมี 1 ห้องนอน 1 ห้องน้ำ พร้อมระเบียง โซนห้องรับแขก และห้องครัว พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกครบครัน ตอบโจทย์วิถีการดำเนินชีวิต อยู่ใกล้รถไฟฟ้า จงออกแบบและคำนวณหาขนาดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าของคอนโดมิเนียมหรืออาคารชุดที่อยู่ในพื้นที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค





เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 12





กำหนดให้

1. ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย ไม่มีระบบทำความเย็น โดยมีส่วนร้านค้า (คิดตามจริง) และส่วนห้องชุด (คิด Coincident ที่ 190 ห้องชุด)

1.1 ส่วนร้านค้า 30 sq.m = 155 x A ตาม วสท. ข้อ 9.1.2.3.1

$$= 155 \times 30$$

$$= 4,650 \text{ VA}$$

เลือกมิเตอร์ของส่วนร้านค้า = 15(45) 1 Ph

ส่วนร้านค้า 30 sq.m จำนวน 5 ห้อง = 5 x 4,650

$$= 23,250 \text{ VA}$$

1.2 ส่วนร้านค้า 40 sq.m = 155 x A ตาม วสท. ข้อ 9.1.2.3.1

$$= 155 \times 40$$

$$= 6,200 \text{ VA}$$

ส่วนร้านค้า 40 sq.m จำนวน 5 ห้อง = 5 x 6,200

$$= 31,000 \text{ VA}$$

เลือกมิเตอร์ของส่วนร้านค้า 40 sq.m = 15(45) 1 Ph

รวมโหลดของร้านค้า (1.1+1.2) = 23,250 + 31,000

$$= 54,250 \text{ VA}$$

การหาขนาดโหลดห้องชุด

ห้องชุดที่มีพื้นที่ <55 sq.m = (90 x A) + 1,500

1.3 ส่วนห้องชุด 30 sq.m = (90 x 30) + 1,500

$$= 4,200 \text{ VA}$$

เลือกมิเตอร์ของห้องชุด = 15(45) 1 Ph

1.4 ส่วนห้องชุด 40 sq.m = (90 x 40) + 1,500

$$= 5,100 \text{ VA}$$

เลือกมิเตอร์ของห้องชุด = 15(45) 1 Ph

การคิดค่า Coincidence ของห้องชุด 190 ห้อง (1.3+1.4) มีดังนี้

ห้องที่ 1-10 = (0.9 x 5,100 x 10) = 45,900 VA

ห้องที่ 11-20 = (0.8 x 4,200 x 10) = 33,600 VA

ห้องที่ 21-30 = (0.7 x 4,200 x 10) = 29,400 VA

ห้องที่ 31-40 = (0.6 x 4,200 x 10) = 25,200 VA

ห้องที่ 41 ขึ้นไป (0.5 x 4,200 x 150) = 315,000 VA

รวมขนาดโหลดห้องชุด = 449,100 VA (ตาราง 9.5)



เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 14



รวมโหลดร้านค้าและห้องชุด = 54,250 + 449,100

1 รวมโหลดร้านค้าและห้องชุด = 503,350 VA

ทุกร้านค้าและห้องชุดใช้เมน CB = MCB 2P C50 10 kA

สายเมนเข้าห้องชุด = 2-16 / 10PE เดินในร้อยท่อร้อยสายไฟ 1" EMT ต่อจากราง wireway

วงจรแสงสว่าง = MCB 1P C10 6kA เลือกใช้สายไฟ = 2-2.5 / 2.5PE

วงจรเต้ารับ = RCBO 16A 30mA 6kA เลือกใช้สายไฟ = 2-2.5 / 2.5PE

วงจรปรับอากาศ = MCB 1P C16 (12000BTU) 6kA เลือกใช้สายไฟ = 2-4 / 2.5PE

วงจรเครื่องทำน้ำอุ่น = RCBO 1P C25 (4,500W) 6kA เลือกใช้สายไฟ = 2-4 / 2.5PE

เลือก Consumer Unit ≥ 7 cct (7 ช่อง) ก็จะเหลือให้ใส่ CB สำรองเผื่ออีก 1 วงจร ได้

2 โหลดไฟฟ้าส่วนกลาง

2.1 ส่วนจอดรถ พื้นที่ส่วนกลาง ห้องเครื่อง ห้องเก็บของ ทางเดิน = 70 kVA

แสงสว่างส่วนกลาง ลิอบบี้ อื่นๆ

2.2 Spare = 100 kVA

รวมโหลดไฟฟ้าส่วนกลาง = 170 kVA

3 ขนาดโหลดไฟฟ้าส่วนกลาง(โหลดฉุกเฉิน)

3.1 ไฟฟ้ากำลังส่วนกลาง = 20 kVA

3.2 แสงสว่างส่วนกลาง = 30 kVA

3.3 Pressurized Pump (2x10 kW) = 20 kVA

3.4 Passenger & Service Lift 2x50 kW = 100 kVA

3.5 Fireman Lift 3 Ea.(3 x 50 kW) = 150 kVA

3.6 บั๊มน้ำประปา (2 x 22 kW 1Ph) = 30 kVA

3.7 Jockey Pump 7.5 kW = 8 kVA

3.8 Waste Pump = 15 kVA

3.9 Spare = 50 kVA

ขนาดโหลดส่วนกลาง(โหลดฉุกเฉิน) = 423 kVA

4. รวมโหลดทั้งหมด (1+2+3) = 503.35+170+423 = 1,096.35 kVA

5. ใช้หม้อแปลง 2 ลูกๆละ = 1,096.35 / 2

ใช้ขนาดหม้อแปลงลูกละ = 548.17 kVA (9.1.8.3)

ดังนั้นเลือกขนาดหม้อแปลง = 630 kVA, 2 ตัว แบบ Oil Immersed



โดยแบ่งการจ่ายกระแสไฟฟ้าตามจำนวนชั้น เช่น หม้อแปลงตัวที่ 1 จ่าย โหลดชั้น 1-3 และหม้อแปลงตัวที่ 2 จ่ายโหลดชั้นที่ 4-8

โดยทำการ Tie หม้อแปลงทั้ง 2 ตัว ตาม single line เพื่อทดแทนกันได้ ในกรณีที่ MV Switchgear หรือ หม้อแปลงหรือ เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ เกิดความเสียหายในระบบไฟฟ้า ทั้งนี้กรณีที่มีการใช้หลักการ tie โหลด ต้องพิจารณา ปริมาณการใช้โหลดอย่างรอบคอบ อาจมีแผนสำรองในการ Shadding หรือ ตัด บางวงจรออกบางส่วน เพื่อให้ปริมาณการใช้ไฟฟ้าเพียงพอเหมาะสมกับขนาด หม้อแปลงที่ใช้งาน

5.1 ขนาด Main ACB = $630 / (1.732 \times 400)$

$$= 909 \text{ A}$$

$$= 900\text{AT}/1000\text{AF (LSIG) 3P 35 kA (GenCBSpec.)}$$

$$\text{ISC (Z=4\%)} = 630,000 (1.732 \times 400\text{V}/0.04)$$

$$= 22.7 \text{ kA}$$

5.2 ใช้สายเมนตามตารางที่ 5-20 เดินสายในท่อร้อยสายในอากาศ แขนเดียว
กลุ่ม 2 3(4x300 Sq.mm)

6. ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง

จากโหลดข้อ 3 ที่ 423 kVA เลือก Gen. = 500 kVA 3 Ph 0.8 PF ใช้ ATS 4P 630 A

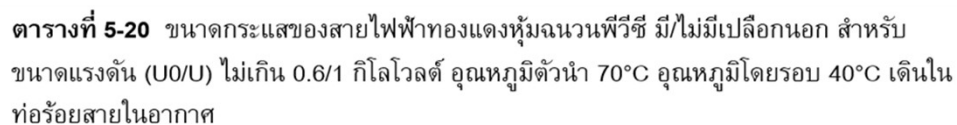
ปกติจะมีการออกแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเพียงบางส่วน of ขนาดหม้อแปลง เช่น 30% ของหม้อแปลง เพื่อให้เฉพาะวงจรช่วยชีวิตหรือบางวงจรที่สำคัญเท่านั้น

7. ขนาดกระแสของสวิตช์เกียร์แรงดันปานกลาง

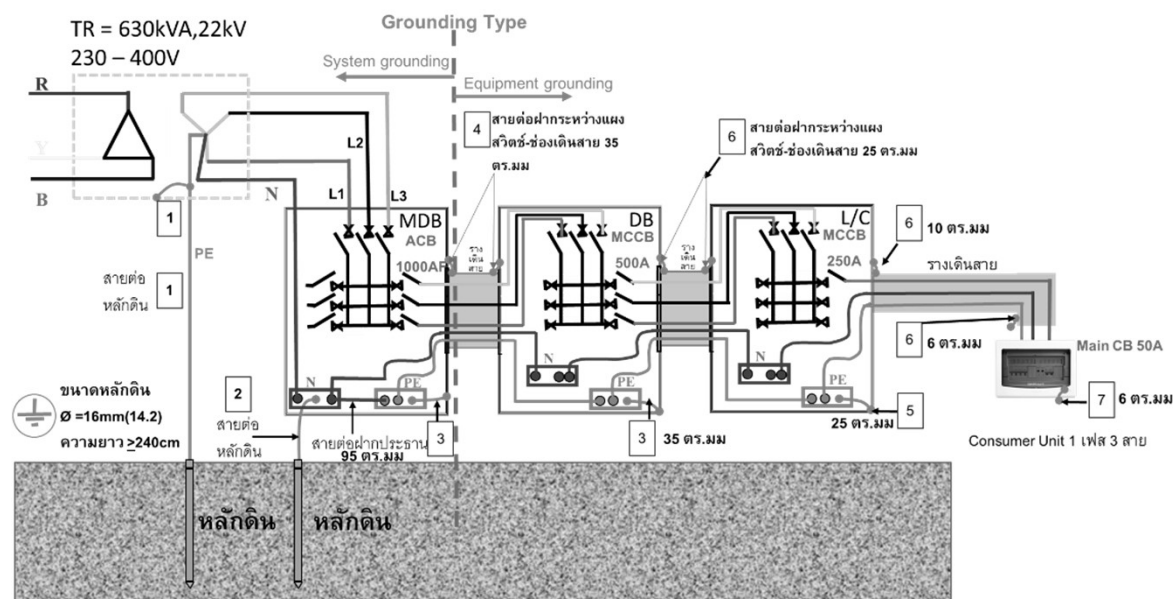
$$\text{MV SWG} = 630 \text{ kVA} / (1.732 \times 24 \text{ kV})$$

$$= 15.16 \text{ A} \text{ เลือกฟักัดกระแสของ MV SWG 2IN 2OUT 200A 3Ph.@ 16 A}$$





ลักษณะการติดตั้ง	กลุ่มที่ 1				กลุ่มที่ 2			
จำนวนตัวนำกระแส	2		3		2		3	
ลักษณะตัวนำ	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน	แกนเดี่ยว	หลายแกน
รูปแบบการติดตั้ง								
ระบบไฟฟ้า	AC หรือ DC		AC		AC หรือ DC		AC	
รหัสชนิดเคเบิ้ลที่ใช้งาน	60227 IEC 01, 60227 IEC 02, 60227 IEC 05, 60227 IEC 06, 60227 IEC 10, NYY, VCT, IEC 60502-1 และสายที่มีคุณสมบัติพิเศษต่าง ๆ เช่น สายทนไฟ, สายไร้ฮาโลเจน, สายควมบ้อย							
ขนาดสาย (ตร.มม.)	ขนาดกระแส (แอมแปร์)							
150	209	191	188	171	261	224	228	196
185	238	216	213	194	297	256	258	222
240	279	253	249	227	348	299	301	258
300	319	291	285	259	398	343	343	295
400	-	-	-	-	475	-	406	-
500	-	-	-	-	545	-	464	-





เปรียบเทียบงานวิจัยการใช้พลังงานไฟฟ้า : Dr.Techatat Buranaudsawakul P. 18



ตารางที่ 4-1 ขนาดต่ำสุดของสายต่อลงดิน

ขนาดตัวนำประธาน (ตัวนำทองแดง) (sq.mm)	ขนาดต่ำสุดของสายต่อลงดิน (ตัวนำทองแดง) (sq.mm)
ไม่เกิน 35	10*
เกิน 35 แต่ไม่เกิน 50	16
เกิน 50 แต่ไม่เกิน 95	25
เกิน 95 แต่ไม่เกิน 185	35
เกิน 185 แต่ไม่เกิน 300	50
เกิน 300 แต่ไม่เกิน 500	70
เกิน 500	95

หมายเหตุ. จาก มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า สำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2564 (พิมพ์ครั้งที่ 4),
โดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.), 2567, โรงพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

* แนะนำให้ติดตั้งในท่อโลหะ หากติดตั้งในท่อโลหะต้องมีการต่อฝากเข้ากับท่อโลหะ

ตารางที่ 4-2 ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าของระบบไฟฟ้า

พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของ เครื่องป้องกันกระแสไม่เกิน (A)	ขนาดต่ำสุดของสายดินของบริภัณฑ์ ไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (sq.m)
20	2.5*
40	4*
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400



*applied system
innovation*



Article

Oversized Electrical Appliance Impacts on Condominium Energy Efficiency and Cost-Effectiveness Management: Experts' Perspectives

Techatat Buranaudsawakul and Kittipol Wisaeng * 



เนื้อเรื่องโดยย่อ

แนวทางการใช้งานโดยตรงที่รวมถึงวิธีต้นทุนเข้าไว้ด้วยกัน สันนิษฐานว่าการแทนที่ของบริภัณฑ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้พลังงานจริงมากขึ้น สามารถลดการใช้พลังงาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบริภัณฑ์ไฟฟ้าใหม่ให้สูงสุด พร้อมทั้งลดต้นทุนค่าไฟฟ้า วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมมติฐานว่าขนาดของบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีผลกระทบต่อการใช้พลังงานและประหยัดต้นทุน วิธีการแบบผสมผสานที่รวมถึงเครื่องมือสำหรับการแสดงข้อมูล(เช่น แบบสอบถาม บันทึกข้อมูลหม้อแปลง 485 ตัว การประเมินทางเทคนิคอาคารชุด ความคิดเห็นผู้ดูแลอาคารชุด การประเมินทางเทคนิคในสถานพยาบาลอีก 1 ชุด (เพื่อการตรวจสอบทวนสอบ) และการสัมภาษณ์เชิงลึกของผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า) ผลการวิจัยเผยที่อาคารชุดส่วนใหญ่ติดตั้งบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่เกินไปสำหรับการใช้พลังงานจริง ซึ่งอยู่ระหว่าง 5.4% ถึง 7.1% ของพิกัดความจุ การศึกษานี้จึงเสนอการลดต้นทุนโดยรวม 54% โดยการลดขนาดบริภัณฑ์ไฟฟ้าเหล่านี้ (เช่น MV Switchgear 2 ชุด, หม้อแปลงชนิดแห้ง 2 ชุด 80,000, LV Cable 10 ม. (XLPE), แผงจ่ายไฟหลัก, Busduct (MDB-DB), เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (คิด20% ของหม้อแปลงไฟฟ้า) แม้ว่าบทวิเคราะห์นี้จะจำกัดเฉพาะกรุงเทพฯ ประเทศไทย แต่สิ่งนี้ กรณีนี้อาจช่วยในการตัดสินใจเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้าในระยะเริ่มต้นของการลงทุน หรือลดขนาดบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งในปัจจุบัน เพื่อให้ประหยัดพลังงานและคุ้มค่ามากขึ้นกับการจัดการอาคารชุดทั่วโลก



1. บทนำ

ทั่วโลกใช้พลังงานมากขึ้น การจัดการ โซลูชันที่คุ้มค่าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและการจัดการการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

1.2. งานวิจัยที่เกี่ยวกับอาคารชุด สำหรับระบบทำความเย็นและทำความร้อนและเทคโนโลยีการปรับปรุงอาคาร

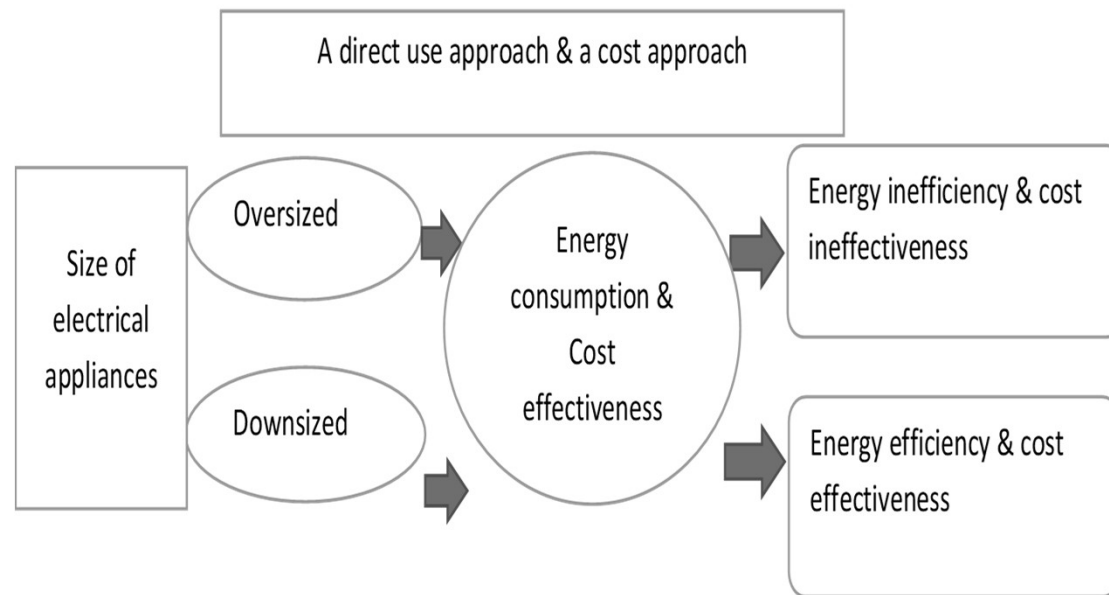
1.3. การวิจัยก่อนหน้านี้เกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานจึงได้จัดทำตามคำถามวิจัย เช่น

โปรไฟล์อาคารชุด ผู้ดูแลบริภัณฑ์ไฟฟ้ามีอะไรบ้าง? และการใช้พลังงาน? มุมมองของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับการใช้พลังงานจริงและขนาดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าคืออะไร? เครื่องใช้ในอาคารชุด? ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าของอาคารชุดควรจะเป็น?

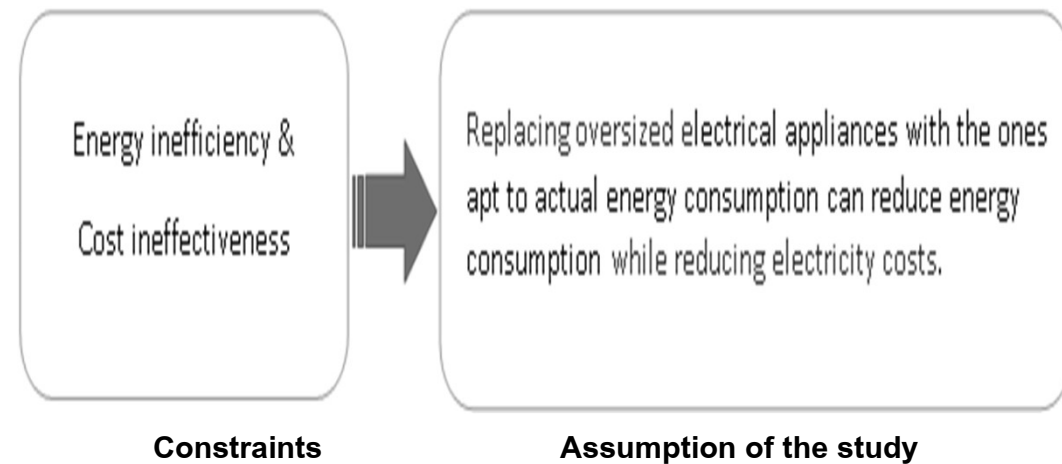


2. วัสดุและวิธีการ

2.1. แบบจำลองและข้อสันนิษฐาน



ภาพที่ 1 Impacts of electrical appliance sizes on energy consumption



ภาพที่ 2 Management constraints and assumption of the study



2.2. การออกแบบ

ประชากรอาคารชุด 2,944 ในกรุงเทพฯ ประชากรกลุ่มตัวอย่างของหม้อแปลง 485 (Taro Yamane around 399 Ex.)

เก็บข้อมูลการสำรวจ 485 หม้อแปลง ตั้งแต่เวลา 20.00 น. ถึง 23.00 น. Family time ในช่วงมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2564

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

เมื่อ n = จำนวนตัวอย่างที่ต้องการของกลุ่มตัวอย่างประชากรของสถานพยาบาล
 N = จำนวนประชากรทั้งหมดของสถานพยาบาล
 e = ค่าความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่า

2.3. ผู้เข้าร่วม

ผู้เข้าร่วมในการศึกษานี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม: ผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า 7 คนและผู้ดูแลประจำอาคารชุด

2.4. เครื่องมือสำหรับการดึงข้อมูล โดยแบบสอบถาม บันทึกข้อมูลทางด้านเทคนิคข้อมูล การประเมินโดยผู้ดูแลห้องชุด การประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ และข้อมูลเชิงลึกสัมภาษณ์ตามลำดับ



การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

1. T Test เป็นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ใช้ P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนความน่าจะเป็น

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\right)}}$$

2. P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนของความน่าจะเป็นของข้อมูลและความน่าจะเป็นของค่าที่ได้จากโปรแกรม SPSS

$$p \text{ value} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

3. Degree of Freedom คือค่าที่ใช้เพื่อชดเชย ความผิดพลาดของตัวอย่าง (Sample)

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}\right)}{\frac{(s_1^2 N_1^2)}{N_1 - 1} + \frac{(s_2^2 N_2^2)}{N_2 - 1}}$$

4. ช่วงเชื่อมั่นที่ 95% (95% Confidence Interval of the Difference)

5. การทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) โดยใช้ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสำหรับสถานพยาบาล เพื่อเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ต้องมีค่า 80% ขึ้นไป จึงจะสามารถถือว่าเป็นที่ยอมรับได้

$$\alpha = \frac{K_1}{K_{1-1}} \left[\frac{1 - \sum S_t^2}{S_t^2} \right]$$

6. Item Objective Congruence Index: IOC ดัชนีความสอดคล้องกันของวัตถุประสงค์

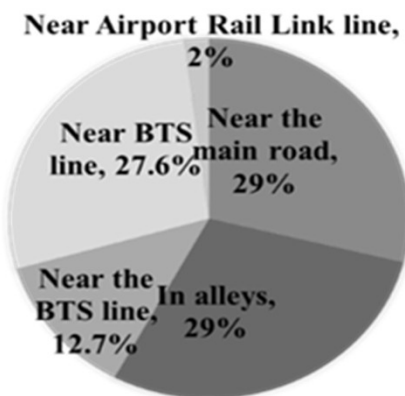
$$IOC = \frac{\text{ผลรวมคะแนน}}{\text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}} \quad \text{หรือ} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$



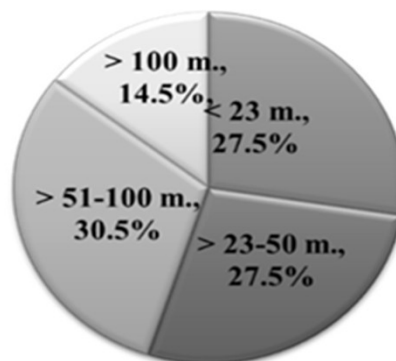
3. ผลลัพธ์

3.1. ผลการศึกษา มีโปรไฟล์อาคารชุดในกรุงเทพฯ

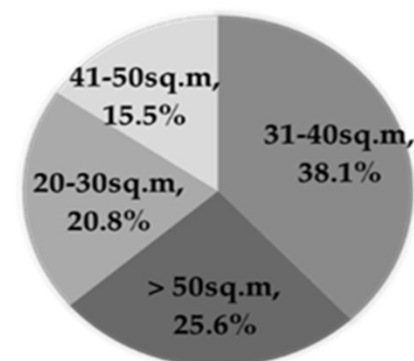
A. Location



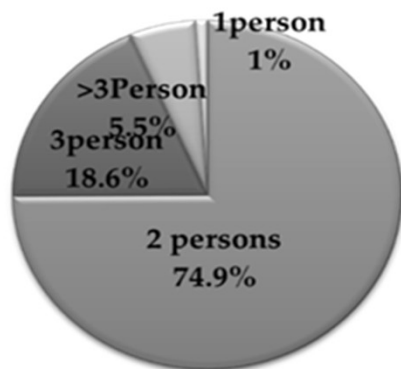
B. Height



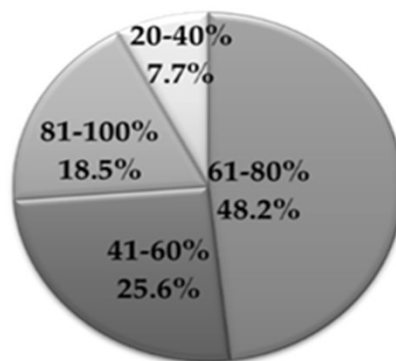
C. Sizes of room



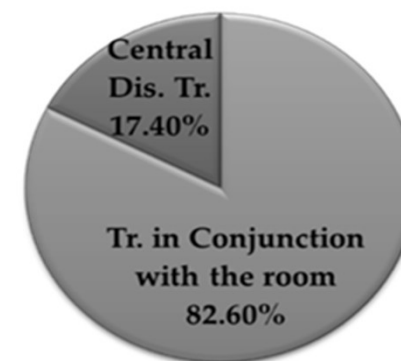
D. Number of residents



E. Sizes of occupants



F. Distribution transformers



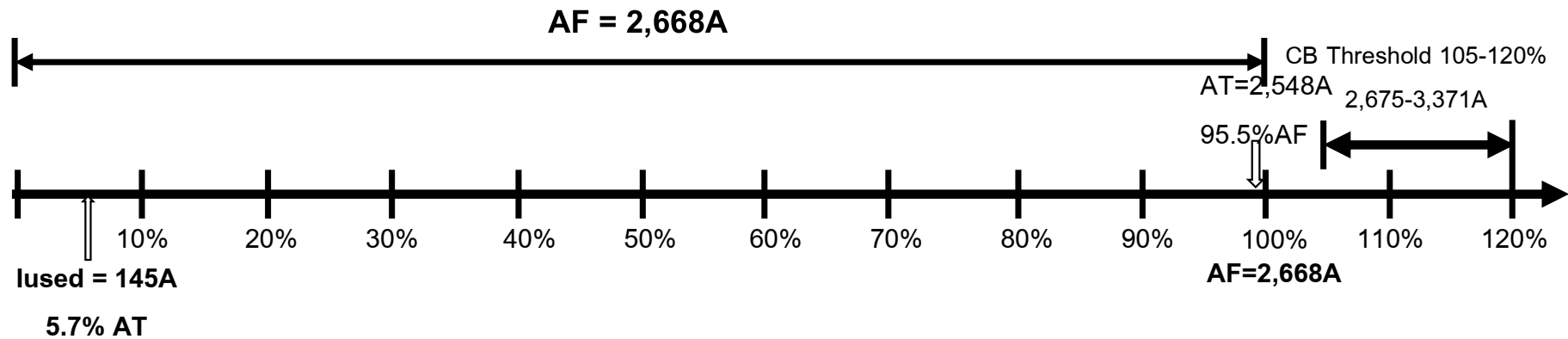
ภาพที่ 3 Percentages of locations, heights, sizes of room, number of residents, numbers of occupants, and distribution transformers



Item of Question	N	Mean	Std. Deviation	Std.Error Mean
ตอนที่ 1				
1.ความสูงอาคารชุด	485	2.73	1.00	0.05
2.จำนวนผู้พักอาศัย	485	2.38	0.69	0.03
3.อัตราความหนาแน่น	485	2.74	0.92	0.04
ตอนที่ 2				
1.จำนวนชั้นของอาคาร	485	23.81	13.84	0.63
2.พิกัดของหม้อแปลง	485	1,432.00	-	-
3.กระแสใช้งานจริง	485	145.65	108.39	4.93
4.CB AT	485	2,548.45	1,068.97	48.54
5. CB AF	485	2,667.96	1,061.69	49.12
6. Cap Used	485	0.13	0.37	0.02
7. Total Cap.	485	10.45	2.42	0.11

3.1.2. ข้อมูลทางเทคนิคของบริภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นค่าเฉลี่ย

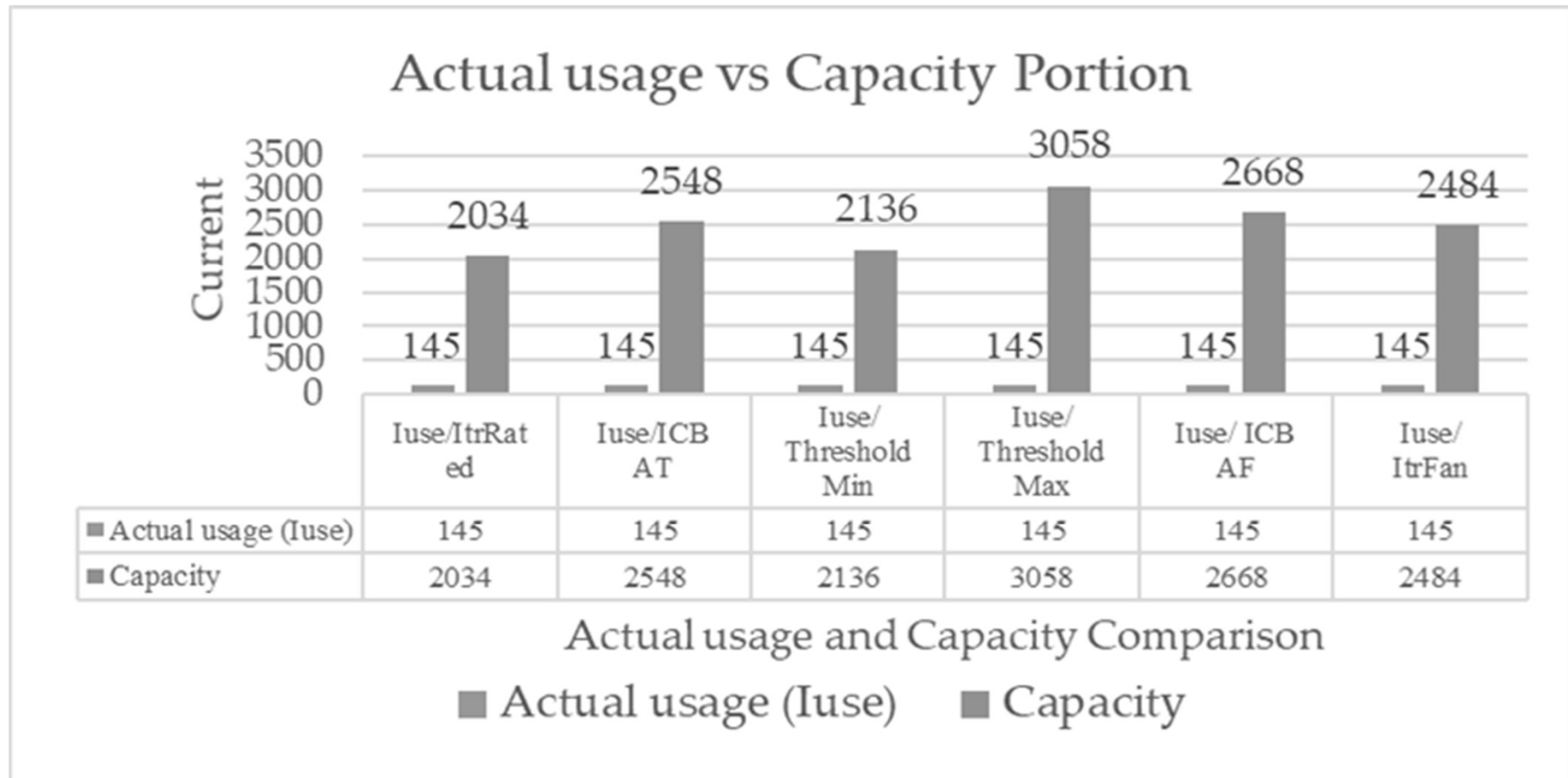
- ❖ จำนวนชั้นเฉลี่ย 23.81
- ❖ ขนาดหม้อแปลงเฉลี่ย 1,432 kVA
- ❖ พิกัดกระแส 2,066 A @1,432kVA
- ❖ ใช้ไฟฟ้าจริง 145.65 A เท่ากับ 7.04% ของ 2,066A
- ❖ 5.71% ของทริปแอมป์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (2,548AT)
- ❖ 5.46% ของทริปแอมป์ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (2,667AF)
- ❖ 5.04% ของพิกัดกระแส TrDry ($1.4 \times 2,066 = 2,892A$)
- ❖ Capacitor Bank ที่ใช้งาน = 0.13 step
- ❖ step ทั้งหมดของ capacitor = 10.48 step



Item of Question	N	Mean	Std. Deviation	Std.Error Mean
1.จำนวนชั้นของอาคาร	485	23.81	13.84	0.63
2.พิกัดของหม้อแปลง	485	1,432.00	-	-
3.กระแสใช้งานจริง	485	145.65	108.39	4.93
4.CB AT	485	2,548.45	1,068.97	48.54
5. CB AF	485	2,667.96	1,061.69	49.12
6. Cap Used	485	0.13	0.37	0.02
7. Total Cap.	485	10.45	2.42	0.11



เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างการใช้งานจริงกับพิกัดทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า



เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างการใช้งานจริงกับพิกัดทางไฟฟ้าของบริภัณฑ์ไฟฟ้า. สิ่งนี้บ่งชี้ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการใช้งานจริงและความจุของบริภัณฑ์ไฟฟ้า อัตราส่วนการใช้งานจริงต่ำกว่าพิกัดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าตามตารางที่ 2 ที่สรุปไว้ด้านล่าง



3.1.3. การประเมินโดยผู้ดูแลด้านเทคนิคอาคารชุด
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ผู้ดูแลทางเทคนิคอาคารชุด

Questions	Mean	S.D.
Do you think that ... ?		
1. the settings of the main circuit breaker is suitable for the AF size	0.95	0.28
2. the AT setting of the main circuit breaker is suitable for the level of electricity usage	0.95	0.28
3. the use of the central current is suitable for the AF size	0.92	0.30
4. the CB's AT setting at the central load is suitable for the use of central electricity	0.96	0.21
5. the level of electricity usage is suitable for Tie C.B's AF size	0.92	0.27
6. the AT setting at Tie C.B is suitable for the use of electricity	0.90	0.32
7. the overall electricity usage is suitable for the size of the transformer	0.93	0.25
8. the steps used are suitable for the total number of the capacitor bank's steps	0.89	0.35
9. the design of the transformer and the C.B that is much larger than the actual overall current power consumption is suitable for the level of electrical system	0.83	0.49
Total	0.55	0.76

3.2. ผลลัพธ์ของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านมีมติเป็นเอกฉันท์เกี่ยวกับความไม่เหมาะสมของบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าในอาคารชุดทุกประการ

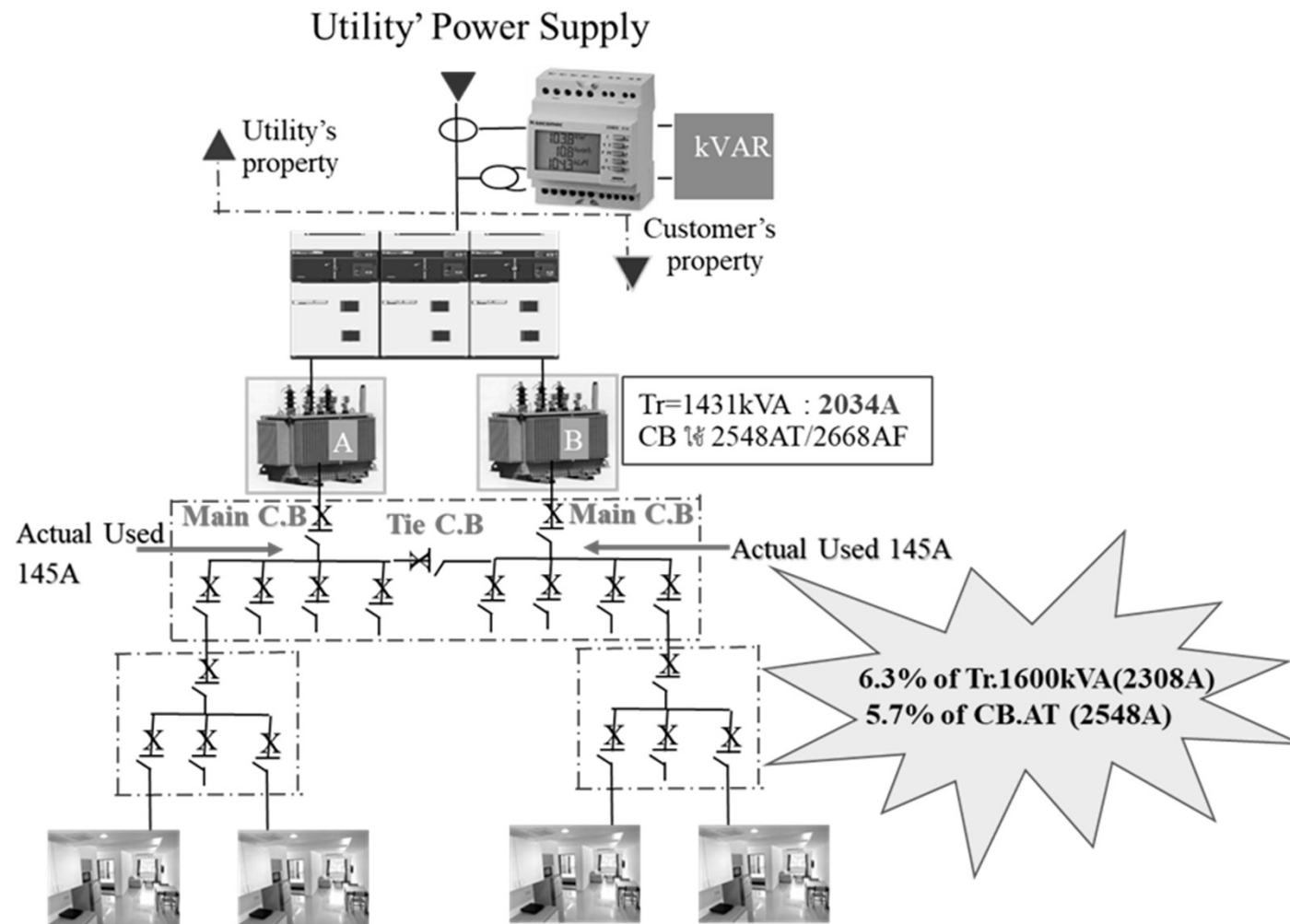


ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างการใช้งานจริงกับบริภัณฑ์ไฟฟ้า

Item of Comparison	Actual Usage (Iuse)	Capacity	Difference	Percentage
Iuse/ItrRated	145	2034	1889	7.1%
Iuse/ICB AT	145	2548	2403	5.7%
Iuse/ICB AF	145	2668	2523	5.4%
Iuse/ItrFan	145	2484	2339	5.8%



ภาพที่ 5 Single line diagram และผลทางสถิติที่ได้จากงานวิจัยฯ





แนวทางการลดขนาดบริภัณฑ์ไฟฟ้า

No	Electrical Appliances	A: Current Standard Sizes		B: Downsized Alternatives		Diff. (USD)
		Size	Cost (USD)	Size	Cost (USD)	
1	MV Switchgear 2 Ea	200 A. 24 kV.	50,000	200 A. 24 kV.	50,000	0.00
2	Transformer 2 Ea	2 × 1600	146,667	2 × 630	66,667	80,000
3	LV Cable 10 m. (XLPE)	2 × [6 × (3 × 240 /185 N)]	15,333	2 × [3 × (3 × 240 /185 N)]	5333	10,000
4	MDB	2500 A.	83,333	1000 A.	46,667	36,667
5	Busduct (MDB-DB)	2 × 2000 A.	183,333	2 × 1000 A.	93,333	90,000
6	Generator (20% of Tr.)	350 kVA	70,000	130 kVA	33,333	36,667
7	Generator Installation	350 kVA	16,667	130 kVA	10,000	6667
Total Cost			565,333	Reduced 54%	305,333	260,000



Original Article

The Impact of Oversized Electrical Equipments on Energy Management of Thailand Department Stores

Techatat Buranaudsawakul¹, Taweesak Thongsan¹, Jirawan Lengpanich¹, Worawat Sa-ngiamvibool^{1*}

¹*Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand.*



บทคัดย่อ

ห้างสรรพสินค้าปรับตัวตลอด ให้ทันสมัยกับไลฟ์สไตล์ใหม่ๆ หลังโควิดทุกคนก็ต่างอยากพักผ่อนกันอย่างเต็มที่ตลอดวันในห้างฯ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นตามอัตราผู้ให้บริการ พลังงานส่วนใหญ่เป็นระบบปรับอากาศ การออกแบบ การเลือกใช้บริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับห้างสรรพสินค้า ตามคำนิยามของ มฐ.วสท. ถือเป็นอาคารขนาดใหญ่ หรือ ขนาดใหญ่พิเศษ

ข้อสรุปทางวิศวกรรมว่าบริภัณฑ์ไฟฟ้าสามารถลดขนาดลงได้ถึง 4 ขนาด ลดต้นทุนได้ที่ 54% หรือการลดลงถึง 3 ขนาด หรือลดต้นทุนได้ที่ 50% โดยระบบไฟฟ้ายังมีความเชื่อถือได้ สามารถทำ Redundant หรือสามารถทำงานทดแทนกันได้ เพื่อให้เกิดความปลอดภัย การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อความคุ้มค่าในการลงทุนขั้นต้น และการบริหารจัดการ รวมถึงการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าให้ปลอดภัย มีความเชื่อถือได้ มีเสถียรภาพ มีความมั่นคง และบรรลุทางเศรษฐศาสตร์



2. Experimental Method

2.1 Research Scope

- เป็นห้างสรรพสินค้าในประเทศไทย
- หม้อแปลง $\geq 1000\text{kVA}$ or $\geq 12\text{kV}$ @COE
- เก็บข้อมูลช่วงเวลา 11.00AM – 08.00PM, 15/2/20 – 31/7/22

2.2 Research Tools:

Questionnaire and Interviews



การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

1. T Test เป็นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ใช้ P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนความน่าจะเป็น

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\right)}}$$

2. P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนของความน่าจะเป็นของข้อมูลและความน่าจะเป็นของค่าที่ได้จากโปรแกรม SPSS

$$p \text{ value} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

3. Degree of Freedom คือค่าที่ใช้เพื่อชดเชย ความผิดพลาดของตัวอย่าง (Sample)

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}\right)}{\frac{(s_1^2 N_1^2)}{N_1 - 1} + \frac{(s_2^2 N_2^2)}{N_2 - 1}}$$

4. ช่วงเชื่อมั่นที่ 95% (95% Confidence Interval of the Difference)

5. การทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) โดยใช้ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสำหรับสถานพยาบาล เพื่อเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ต้องมีค่า 80% ขึ้นไป จึงจะสามารถถือว่าเป็นที่ยอมรับได้

$$\alpha = \frac{K_1}{K_{1-1}} \left[\frac{1 - \sum S_t^2}{S_t^2} \right]$$

6. Item Objective Congruence Index: IOC ดัชนีความสอดคล้องกันของวัตถุประสงค์

$$IOC = \frac{\text{ผลรวมคะแนน}}{\text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}} \quad \text{หรือ} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$



ตาราง ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของการทดสอบ Sig หรือ P Value และค่าความเชื่อมั่นที่ 95%

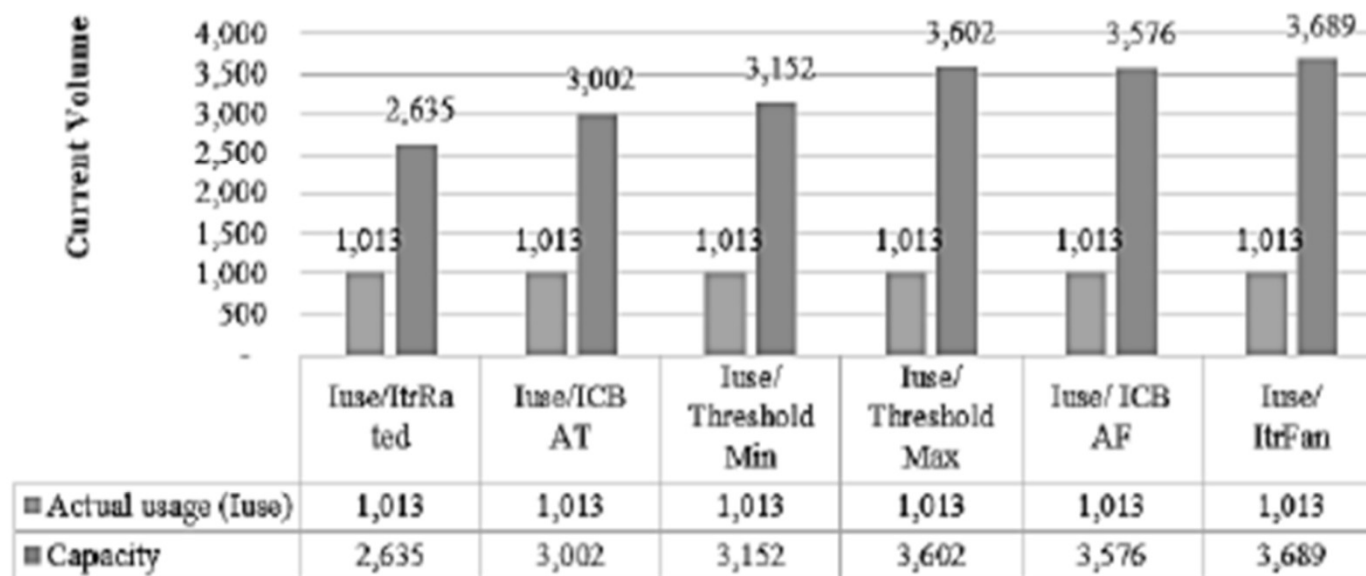
Topic	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tr Size	450	1,826	329	16
I _{Rated}	450	2,635	476	22
Ifan	450	3,689	666	31
CB AT	450	3,002	849	40
CB AF	450	3,576	774	36
I _{used}	450	1,013	498	23
I _{used} / I _{Rated}	450	39%	21%	0.01
I _{used} /CB AT	450	36%	19%	0.01
Cap Used	450	1.4	1.97	0.09
Total Cap	450	11	3.29	0.15

2. Results เป็นค่าเฉลี่ย

- ❖ ขนาดหม้อแปลงเฉลี่ย 1,826 kVA
- ❖ พิกัดกระแส 2,635 A @1,826kVA
- ❖ ใช้ไฟฟ้าจริง (I_{used}) 1,013 A เท่ากับ 38% ของ 2,635A
- ❖ I_{used} 5.71% ของ AT CB (3,022AT)
- ❖ I_{used} 5.46% ของ AF CB (3,576AF)
- ❖ I_{used} 5.04% ของ TrDry (1.4x2,635=3,689A)
- ❖ Capacitor Bank ที่ใช้งาน = 1.4 step
- ❖ step ทั้งหมดของ capacitor = 11 step



Actual usage vs Capacity Portion



Actual usage and Capacity Comparison

■ Actual usage (Iuse) ■ Capacity

Fig. 1 The comparison of the actual amount of current used (green) with the different coordinates at the transformer and C.B (blue).

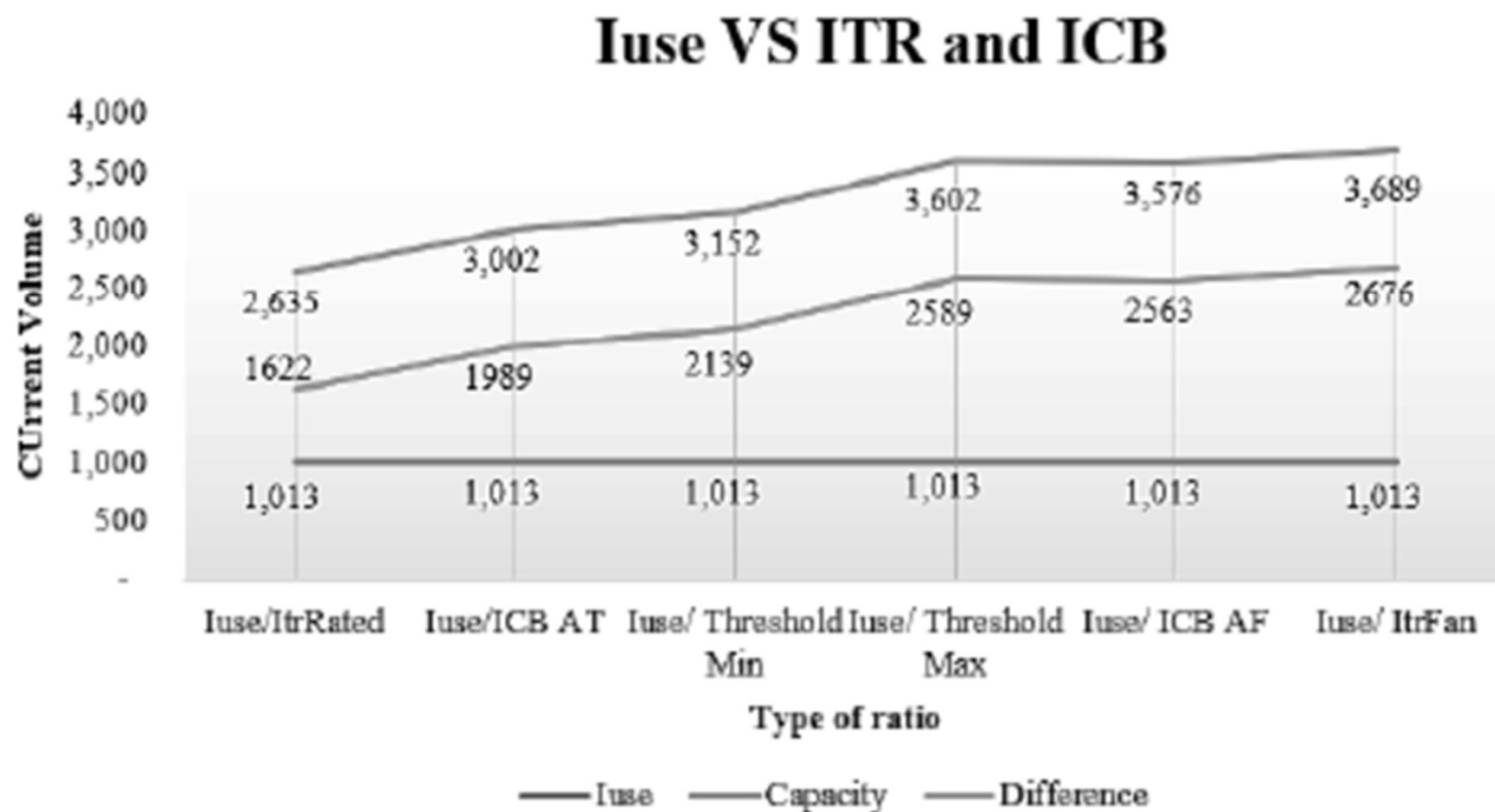


Fig. 2 The comparison of linear average actual current consumption

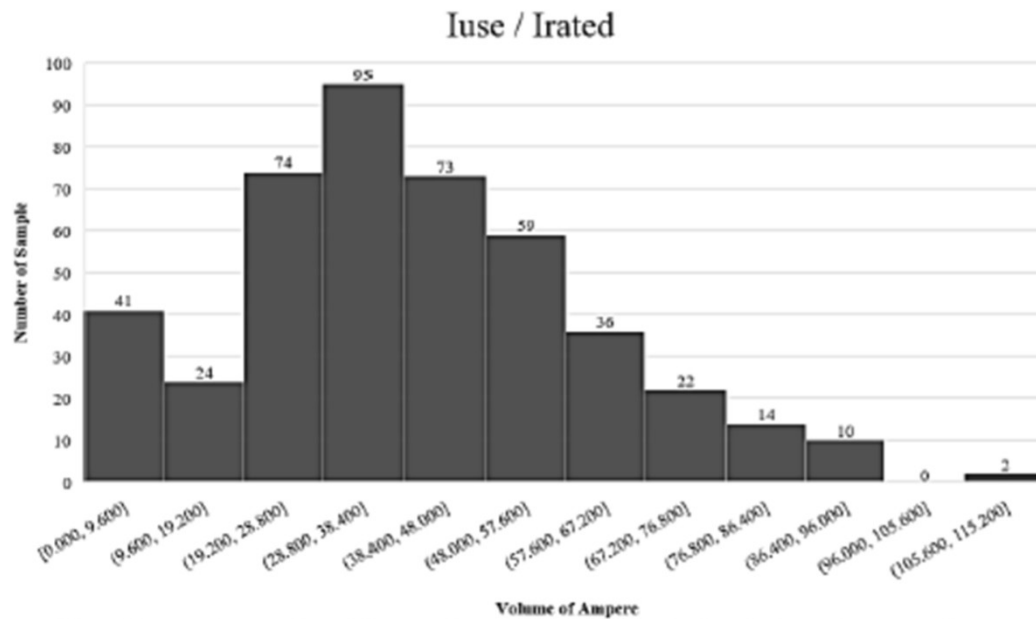


Fig. 4 The actual operating of the transformer, The current (Iuse) and the rated current (Irated)

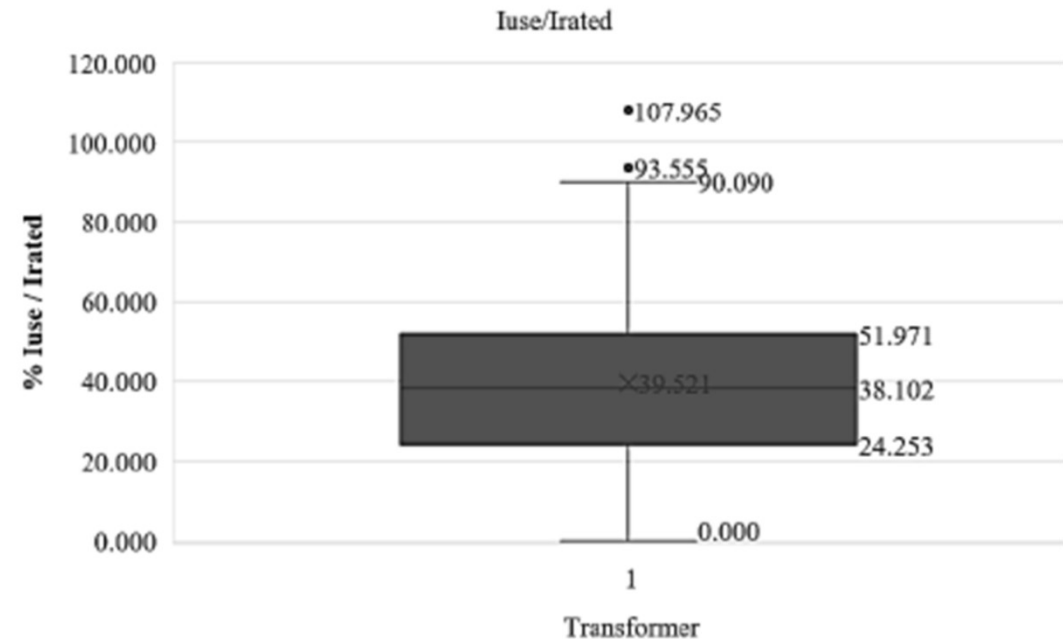
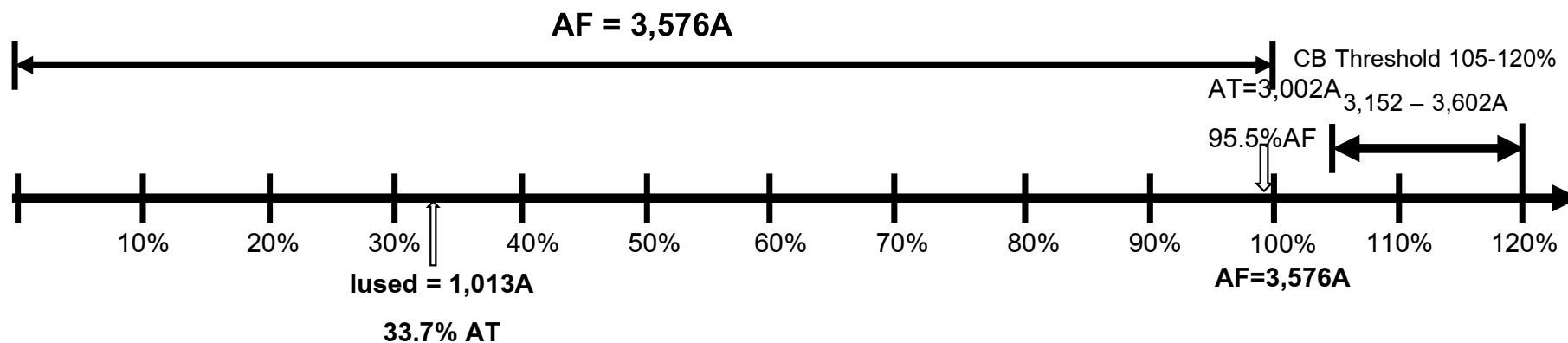


Fig. 5 The actual in quartile statistical, The current (Iuse) and the rated current (Irated)



Topic	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Tr Size	450	1,826	329	16
I _{Rated}	450	2,635	476	22
Ifan	450	3,689	666	31
CB AT	450	3,002	849	40
CB AF	450	3,576	774	36
lused	450	1,013	498	23
lused/ I _{Rated}	450	39%	21%	0.01
lused/CB AT	450	36%	19%	0.01
Cap Used	450	1.4	1.97	0.09
Total Cap	450	11	3.29	0.15

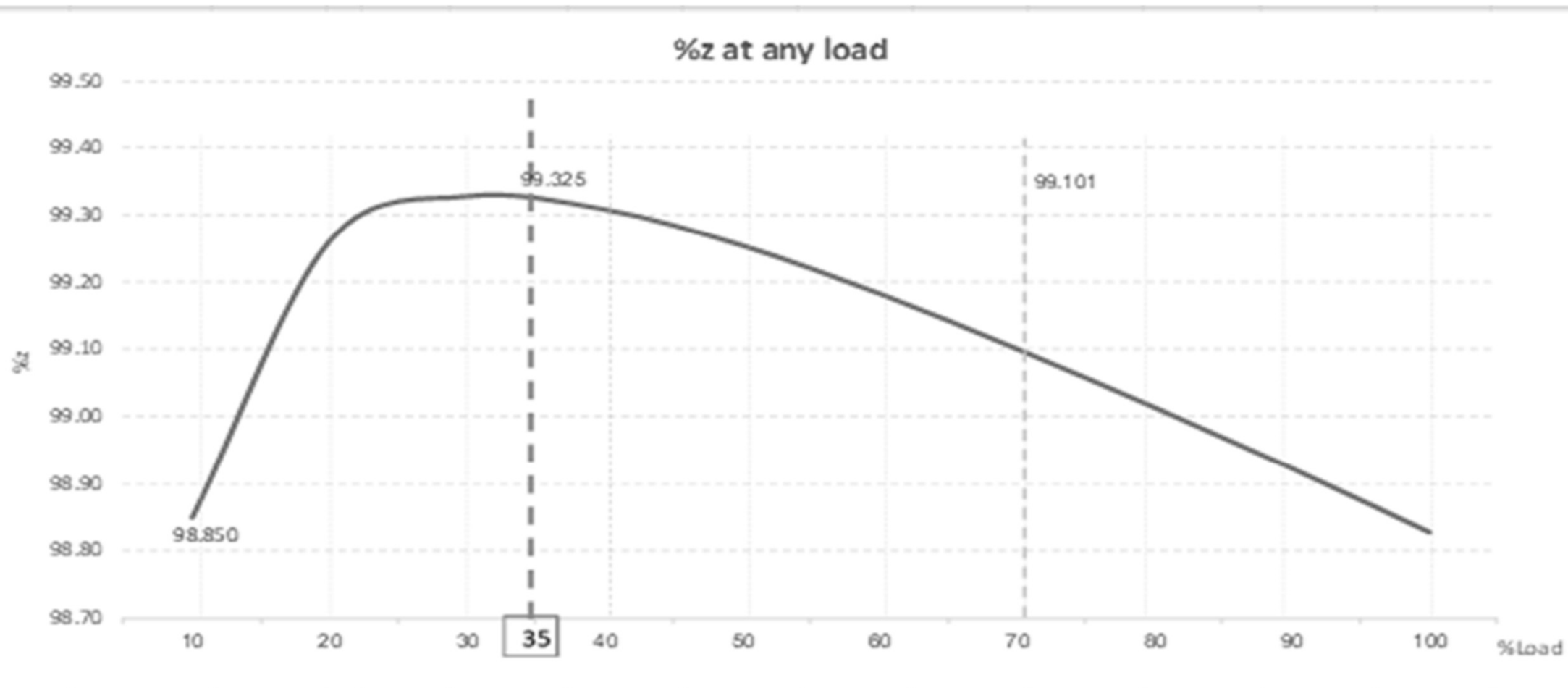


2.3 Calculation of the Power loss of Tr

2000 kVA 3 Ø 22 kV														
Fe Loss	Fe 2,110 W =		2.11	kW	%Z @31.972% = 31.972 x 2000					=	639.44	=	99.329%	
	Cu. 21,600 W =		21.60	kW	2.11+2.208+639.44						643.757			
%z at any load =				$\left[\frac{(\% \text{ Load} \times \text{Capacity})/100}{\text{Fe} + \text{Cu. at any \% load} + (\% \text{ Load} \times \text{Capacity})/100} \right] \times 100$					%Z @35% = 35*2000 = 99.32%					
									2.11+3.119+760					
Cu. At any % load =				$\left[\frac{\% \text{ Load}}{100} \right] \times \text{Load loss}$					%Z @70% = 70*2000 = 91.23					
									2.11+12.4762+1520					
									%Z @45% = 45*1600 = 99.22%					
				133584					1.88+3.767+720					
									%Z @90% = 90*1600 = 98.84					
									1.88+15.07+1440					
%Load	10	20	30	31.25	35	38	40	50	60	70	76	80	90	100
Fe loss (kW)	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11	2.11
Cu. loss (kW)	21.6	0.864	1.944	2.11	2.6460	3.456	3.456	5.4	7.776	10.584	13.824	13.824	17.496	21.60
Total loss (kW)	23.71	2.974	4.054	4.22	4.756	5.566	5.566	7.51	9.886	12.694	15.934	15.934	19.606	23.71



2.3 Calculation of the Power loss of Tr





3.1.3. การประเมินโดยผู้ดูแลด้านเทคนิคอาคารชุด
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ผู้ดูแลทางเทคนิคอาคารห้างสรรพสินค้า

Questions	Suitable	Non suitable	Unsure
Do you think that ... ?			
1. the size of the transformer used is suitable for use.	99.1%	0.9%	0%
2. the size of main C.B used is suitable for use.	99.1%	0.9%	0%
3. the main C.B size (ampere trip AT) suitable for use	100%	0%	0%
4. the main C.B size (ampere frame AF) suitable for use	100%	0%	0%
5. the steps capacitor bank used is appropriate.	99.1%	0%	0.9%
6. the total steps of the capacitor bank are appropriate.	100%	0%	0%
7. the electrical equipment used is appropriate.	98.2%	0.9%	0.9%
8. the electrical system used is appropriately safe.	98.2%	0.9%	0.9%
9. the design and selection of large electrical equipment is appropriate.	99.1%	0.9%	0%
10. you are confident in the electrical system.	100%	0%	0%

3.2. ผลลัพธ์ของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านมีมติเป็นเอกฉันท์เกี่ยวกับความไม่
เหมาะสมของบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าในอาคาร
ห้างสรรพสินค้าทุกประการ

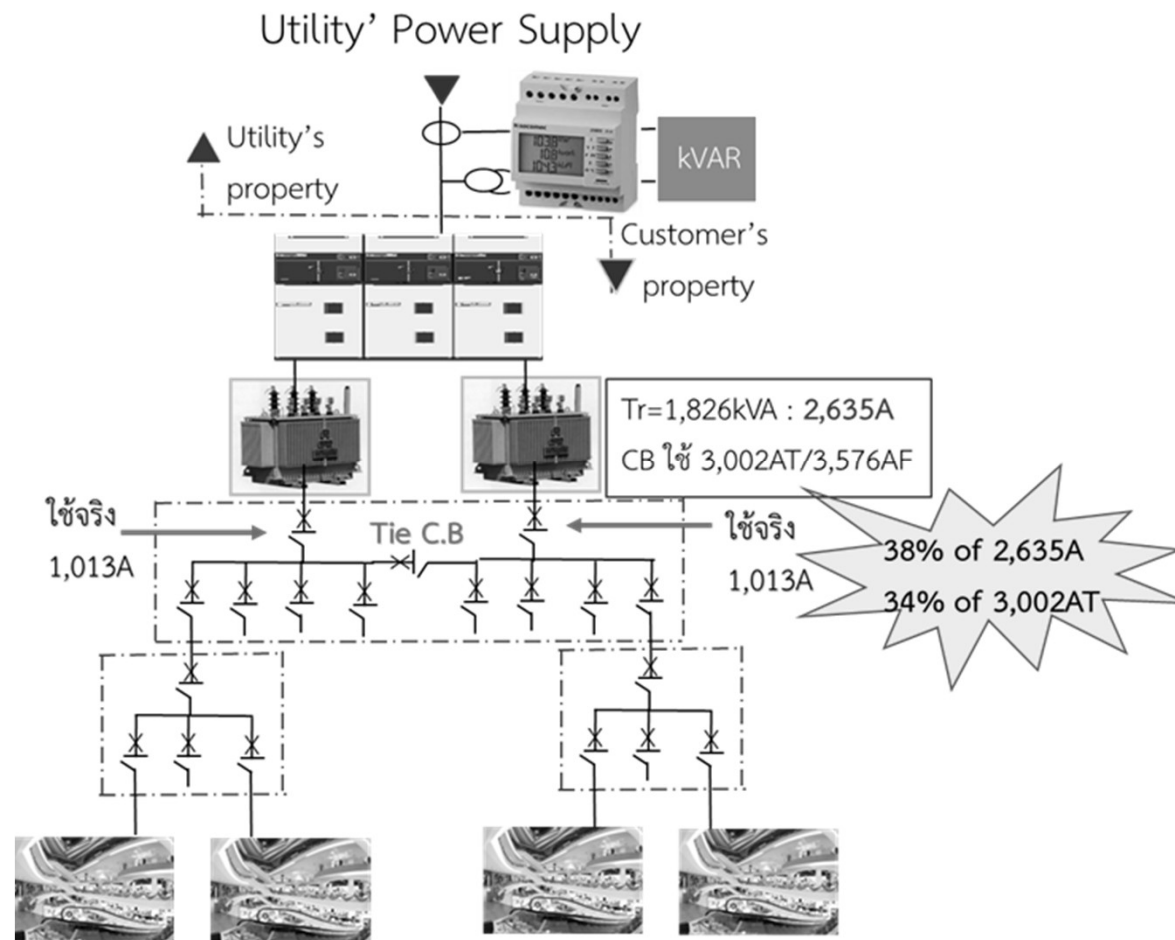


แนวทางการลดขนาดบริภัณฑ์ไฟฟ้า

No.	Equipment	As Standard		New Size		Different (Baht)
		Size	Cost (Baht)	Size	Cost (Baht)	
1	MV Switchgear	200A. 24kV	1,500,000	200A. 24kV	1,500,000	0
2	<u>DryType</u> Transformer	2 x 2,000kVA	5,200,000	2 x 800kVA	2,400,000	2,800,000
3	LV Cable 10m. (XLPE)	2x[7x(3x240/ 185N)]	700,000	2x[3x(3x240/18 5N)]	440,000	260,000
4	Main Distribution Board	4,000A	5,800,000	2,000	300,000	5,500,000
5	Busduct (MDB-DB)	2 x 4,000A.	5,660,000	2 x 2,000A	3,600,000	2,060,000
6	Generator (20%Tr.)	800kVA (640kVA)	5,200,000	400kVA(320kV A)	2,700,000	2,500,000
7	Generator Installation	800kVA	650,000	400kVA	400,000	250,000
Total Cost			24,710,000	Reduced 54%	11,340,000	13,370,000



ภาพ Single line diagram และผลทางสถิติที่ได้จากงานวิจัย





Impact of the selection of electrical equipment on medical location facilities on safety and economics in Thailand.

1st Techatat Buranaudsawakul
Faculty of Engineering,
Maharakham University.
Maha Sarakham, 44150, Thailand
67010353004@msu.ac.th

2th Sitthisak Audomsi
Faculty of Engineering,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
67010361003@msu.ac.th

3rd Worarat Phakditha
Faculty of Engineering,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
66010353002@msu.ac.th

4th Chatmongkol Areeyat
Faculty of Engineering,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
670103530011@msu.ac.th

5th Jarunee Ratporn
Division of Building and Ground,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
Jarunee.R@msu.ac.th

6th Nukanda Thanyacharoen
Division of Building and Ground,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
Nukanda.T@msu.ac.th

7th Pakasit Malin
Faculty of Medicine,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
Pakasit.M@msu.ac.th

8th Saravuth Pothiya
Production Solutions
(Thailand) Co., Ltd.
Rayong, 21130, Thailand
saravuth.joey.pothiya@gmail.com

9th Worawat Sa-ngiamvibool
Faculty of Engineering,
Maharakham University
Maha Sarakham, 44150, Thailand
wor.nui@gmail.com



บทคัดย่อ โรงพยาบาลเป็นสิ่งมหัศจรรย์ทางสถาปัตยกรรมที่ฟื้นฟูสุขภาพช่วยเหลือครอบครัวและชุมชนและส่งเสริมคุณภาพชีวิตและอายุขัย การศึกษานี้มีเป้าหมายสองประการ: เป้าหมายแรกคือการรวบรวมข้อมูลประเมินการเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้าและวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าของโรงพยาบาล เป้าหมายที่สองคือการสำรวจวิธีปรับปรุงความปลอดภัยของบริภัณฑ์ไฟฟ้าและสร้างผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ จากจำนวนหม้อแปลงไฟฟ้า 434 ตัว ที่จ่ายพลังงานในโรงพยาบาล พื้นที่หลักของการใช้ไฟฟ้าในโรงพยาบาล ได้แก่ ระบบ HVAC ซึ่งคิดเป็น 50% ของการใช้พลังงานทั้งหมด อุปกรณ์ทางการแพทย์ แสงสว่าง และระบบไอทีตามมา โดยแต่ละระบบมีส่วนสนับสนุนประมาณ 10% ของพลังงานโดยรวม การจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพในโดเมนเหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดค่าใช้จ่าย เพิ่มความยั่งยืนและรับประกันบริการด้านการดูแลสุขภาพที่เชื่อถือได้ ผลลัพธ์คือ: 1) การประเมินการใช้พลังงานของสถานพยาบาลอย่างสมบูรณ์ รวมถึงสัดส่วนที่แท้จริงของหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานได้ 2) การควบคุมการใช้ไฟฟ้าโดยการเปิดใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าตามความต้องการ



บทคัดย่อ

3) รายงานเสนอกลยุทธ์ในการประหยัดต้นทุนและการพัฒนาระบบไฟฟ้าการจัดการพลังงาน โดยมีเป้าหมาย เพื่อให้บรรลุความเป็นกลางทางคาร์บอน รายงานยังเผยให้เห็นปัญหาการออกแบบระบบไฟฟ้ามากเกินไป

การผลิตหม้อแปลงไฟฟ้า 2,000 kVA ปล่อยคาร์บอน 100,000 กรัม ในขณะที่ลดเหลือ 1,000 kVA จะปล่อยคาร์บอน 50,000 กรัม ระบบขนาดใหญ่เพิ่มปริมาณคาร์บอนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและการบำรุงรักษา 100% การใช้แรงงานมนุษย์หรือเครื่องจักรยังเพิ่มการปล่อยคาร์บอน ผลการวิจัยบ่งชี้ว่าเราจำเป็นต้องปรับปรุงการออกแบบระบบไฟฟ้าของโรงพยาบาลเพื่อสร้างสมดุลระหว่างประสิทธิภาพความยั่งยืนและมูลค่าทางเศรษฐกิจ



I. บทนำ

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชการที่ 5) ได้นำไฟฟ้ามาใช้ประเทศไทยเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2427 ซึ่งเริ่มต้นการเปลี่ยนแปลงการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ในปี 2567 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้ไฟฟ้า ที่ประมาณ 34,454.28 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 67.94 ของกำลังการผลิตรวม 50,715.30 เมกะวัตต์ เชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งมีส่วนสำคัญต่อการปล่อยคาร์บอน ผลิตไฟฟ้าได้มากกว่า 80% ของพลังงานไฟฟ้านี้ แม้จะพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล แต่ประเทศไทยก็มีความก้าวหน้าในการยอมรับทางเลือกด้านพลังงานที่สะอาดกว่า โดยผลิตพลังงานหมุนเวียนได้ประมาณ 5,000 เมกะวัตต์ผ่านโครงการ Renewable Energy 100 (RE100) [3] การพัฒนาเหล่านี้เน้นย้ำถึงความสามารถของประเทศไทยในการสร้างตัวเองเป็นผู้นำระดับโลกด้านบริการทางการแพทย์ ความร่วมมือนี้มีศักยภาพในการสร้างพื้นฐานสำหรับสถานพยาบาลที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานสะอาด เพื่อให้มั่นใจถึงประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม



การพัฒนาเหล่านี้เน้นย้ำถึงความสามารถของประเทศไทยในการสร้างตัวเองเป็นผู้นำระดับโลกด้านบริการทางการแพทย์ โดยใช้ความเชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพควบคู่ไปกับการคิดริเริ่มด้านพลังงานที่ยั่งยืน ความร่วมมือนี้มีศักยภาพในการสร้างพื้นฐานสำหรับสถานพยาบาลที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานสะอาด เพื่อให้มั่นใจทั้งประสิทธิภาพทางเศรษฐกิจและความยั่งยืนด้านสิ่งแวดล้อม ความต้องการไฟฟ้าในสถานพยาบาลมีจำนวนมาก เนื่องจากต้องทำงานอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ การจัดการพลังงานในโรงงานเหล่านี้ต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ อย่างรอบคอบ รวมถึงความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ เสถียรภาพ และความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ ในขณะเดียวกันก็พยายามเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและรวมแหล่งพลังงานหมุนเวียน พื้นที่หลักของการใช้ไฟฟ้าในโรงพยาบาล ได้แก่ ระบบ HVAC ซึ่งคิดเป็น 50% ของการใช้พลังงานทั้งหมด อุปกรณ์ทางการแพทย์ แสงสว่าง และระบบไอทีตามมา โดยแต่ละระบบมีส่วนสนับสนุนประมาณ 10% ของโดยรวม



II. ระเบียบวิธีวิจัย

การประเมินการใช้พลังงานทั้งหมดของสถานพยาบาล ทำการวิเคราะห์ทางสถิติด้วย SPSS ใช้โครงร่างของขั้นตอนและองค์ประกอบที่สำคัญของวิธีการ:

A. ประชากรตัวอย่างครอบคลุมประชากรทั้งหมด

1. กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาเป็นโรงพยาบาลที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าที่มีมากกว่า 1000 kVA หรือ 12 kV ที่ 3 เฟส ตาม พรบ.สภาวิศวกร

❖ ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูลเริ่มตั้งแต่ 10:00 น. ถึง 12:00 น. หรือ 13:00 น. ถึง 16:00 น. ระยะเวลาการรวบรวมข้อมูลขยายตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันศุกร์ หรือในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น การใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นเป็นช่วงเวลานี้หรือไม่?

❖ ระยะเวลาการเก็บรวบรวมข้อมูล: 16 กุมภาพันธ์ 2564 – 15 สิงหาคม 2567 3.3 ระยะเวลาการวิจัยตั้งแต่วันที่ 15 กรกฎาคม 2567 ถึง 31 สิงหาคม 2567



B. เครื่องมือตรวจสอบ ผ่าน Google form เอกสารนี้แบ่งออกเป็นสามส่วนหลัก:

ส่วนที่ 1: ภาพรวมของสิ่งอำนวยความสะดวกของโรงพยาบาล: • ชื่อและที่ตั้งสถานพยาบาลเป็นความลับและความหนาแน่นของผู้ป่วย

ส่วนที่ 2: ข้อมูลเชิงลึกโดยละเอียดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า :

- การวิเคราะห์ฟีกัดหม้อแปลง
- ฟีกัดกระแสของหม้อแปลง
- ฟีกัดกระแสที่ใช้งานเทียบ CB AT
- ฟีกัดกระแสที่ใช้งานเทียบ CB AF
- กระแสไฟฟ้าจริงที่ใช้งาน
- Cap. Bank ที่ใช้งาน
- จำนวน Cap Bank ทั้งหมด

ส่วนที่ 3 การสอบถามวิศวกรหรือช่างไฟฟ้าที่ดูแลระบบไฟฟ้า:

- ขนาดหม้อแปลงเหมาะสมกับการใช้งานที่ต้องการหรือไม่?
- กระแสไฟที่กำหนดของเบรกเกอร์หลัก AT เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่?
- กระแสไฟที่กำหนดของเบรกเกอร์หลัก AF เหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่?
- จำนวนกั้วโดยรวมของเบงค์ตัวเก็บประจุเหมาะสมกับการออกแบบหรือไม่?
- จำนวนขั้นตอนในธนาคารตัวเก็บประจุที่ใช้เหมาะสมกับการใช้งานเฉพาะหรือไม่?
- การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยรวมของระบบไฟฟ้าสมเหตุผลหรือไม่?
- ระบบไฟฟ้าในการใช้งานมีความปลอดภัยเพียงพอหรือไม่?
- การออกแบบรองรับการเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาดใหญ่ในกรณีที่มีความต้องการเพิ่มเติมหรือไม่?



C. การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ มีดังนี้

1. T Test เป็นการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ใช้ P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนความน่าจะเป็น

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\left(s^2 \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right)\right)}}$$

2. P Value เป็นนัยสำคัญทางสถิติ หรือ ค่าสัดส่วนของความน่าจะเป็นของข้อมูลและความน่าจะเป็นของค่าที่ได้จากโปรแกรม SPSS

$$p \text{ value} = \frac{\bar{x} - \mu_0}{\sigma / \sqrt{n}}$$

3. Degree of Freedom คือค่าที่ใช้เพื่อชดเชย ความผิดพลาดของตัวอย่าง (Sample)

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{N_1} + \frac{s_2^2}{N_2}\right)}{\frac{(s_1^2 N_1^2)}{N_1 - 1} + \frac{(s_2^2 N_2^2)}{N_2 - 1}}$$

4. ช่วงเชื่อมั่นที่ 95% (95% Confidence Interval of the Difference)

5. การทดสอบค่าความเชื่อมั่น (Reliability Test) โดยใช้ผลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างสำหรับสถานพยาบาล เพื่อเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนจากกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ ต้องมีค่า 80% ขึ้นไป จึงจะสามารถถือว่าเป็นที่ยอมรับได้

$$\alpha = \frac{K_1}{K_{1-1}} \left[\frac{1 - \sum S_t^2}{S_t^2} \right]$$

6. Item Objective Congruence Index: IOC ดัชนีความสอดคล้องกันของวัตถุประสงค์

$$IOC = \frac{\text{ผลรวมคะแนน}}{\text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}} \quad \text{หรือ} \quad IOC = \frac{\sum R}{N}$$



III : FINDINGS FROM THE DATA ANALYSIS

A. To collect data, analyze and evaluate the overall electricity usage of the hospital building.

TABLE I. THE SAMPLE OF HOSPITAL BUILDINGS, SPECIFICALLY SECTION 1 AND SECTION 2 HAS A MEAN AND STANDARD DEVIATION.

Item	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
%Density	434	2.74	0.91	0.04
Tr.Size	434	1,619.91	555.91	26.68
Irated	434	2,338.19	802.59	38.53
Iused	434	402.35	140.02	6.7
MainCB.AT	434	3,083.73	1,014.27	48.69
MainCB.AF	434	3,112.10	1,014.49	48.69
Cap.Used	434	0.45	0.60	0.03
Tot.Cap	434	10.33	2.45	0.12

- ❖ ขนาดหม้อแปลงเฉลี่ย 1,619 kVA
- ❖ พิกัดกระแส 2,338 A @1,619 kVA
- ❖ ใช้ไฟฟ้าจริง (Iused) 402 A @17.2% of 2,338A
- ❖ Iused 13.1% ของ AT CB (3,083.7AT)
- ❖ Iused 12.9% ของ AF CB (3,112AF)
- ❖ Iused 12.3% ของ TrDry ($1.4 \times 2,338 = 3,273A$)
- ❖ Capacitor Bank ที่ใช้งาน = 0.45 step
- ❖ step ทั้งหมดของ capacitor = 10.33 step

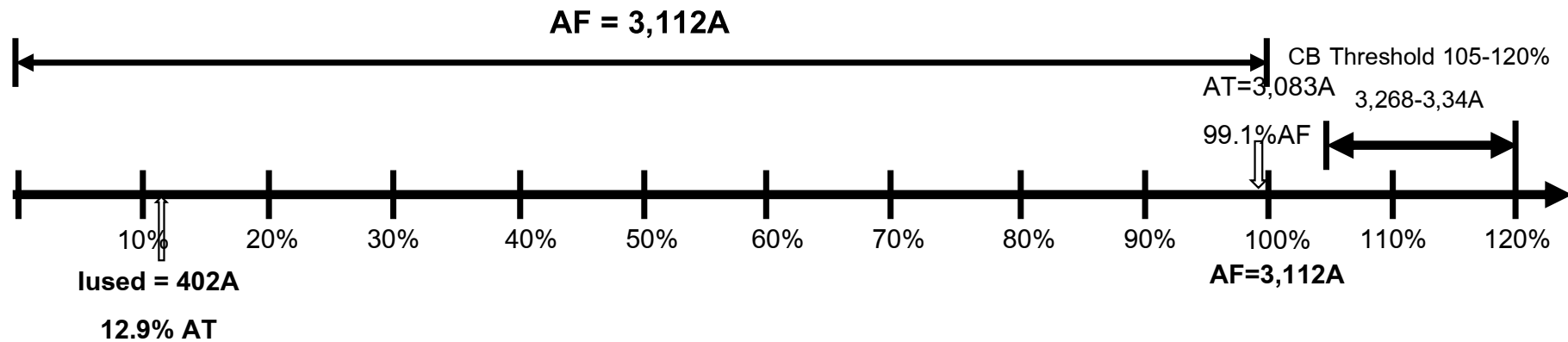


TABLE I. THE SAMPLE OF HOSPITAL BUILDINGS, SPECIFICALLY SECTION 1 AND SECTION 2 HAS A MEAN AND STANDARD DEVIATION.

Item	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
<i>%Density</i>	434	2.74	0.91	0.04
<i>Tr.Size</i>	434	1,619.91	555.91	26.68
<i>Irated</i>	434	2,338.19	802.59	38.53
<i>Iused</i>	434	402.35	140.02	6.7
<i>MainCB.AT</i>	434	3,083.73	1,014.27	48.69
<i>MainCB.AF</i>	434	3,112.10	1,014.49	48.69
<i>Cap.Used</i>	434	0.45	0.60	0.03
<i>Tot.Cap</i>	434	10.33	2.45	0.12



B. To investigate and identify methods for cost reduction to attain economic benefit.

Tr Rated 22kV/400V	Irated (A)	Irated (AF 40%) (A)
800	1,155	1,617
1000	1,443	2,021
1250	1,804	2,526
1500	2,165	3,031
1600	2,309	3,233



3.1.3. การประเมินโดยผู้ดูแลด้านเทคนิคอาคารชุด
ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ
ผู้ดูแลทางเทคนิคอาคารสถานพยาบาล

3.2. ผลลัพธ์ของผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 7 ท่านมีมติเป็นเอกฉันท์เกี่ยวกับความไม่
เหมาะสมของบริภัณฑ์ไฟฟ้าสำหรับระบบไฟฟ้าในอาคาร
สถานพยาบาลทุกประการ

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
การใช้กระแสไฟฟ้า เหมาะสมกับ Main CB AF?	434	1.00	.000 ^a	.000
การใช้กระแสไฟฟ้า เหมาะสมกับ Main CB AT?	434	1.00	.000 ^a	.000
การใช้กระแสไฟฟ้าโดยรวมกับขนาดของหม้อ แปลงเหมาะสม?	434	1.00	.000 ^a	.000
Used Step กับ Tot.Cap Step?	434	1.00	.000 ^a	.000
ออกแบบหม้อแปลงและ CB มีขนาดใหญ่ ไว้ มากๆ เหมาะสม?	434	.86	.516	.025
บริภัณฑ์ไฟฟ้ามีความใหญ่ เกินขนาดการใช้งาน มากๆ เหมาะสม?	434	.86	.516	.025



IV. DISCUSSION

งานวิจัยต่อไปนี้จะตรวจสอบความปลอดภัยและผลกระทบทางเศรษฐกิจของการเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าในโรงพยาบาลไทย:

1. วิศวกรและผู้จัดการอาคารกำลังเรียนรู้ข้อมูลทางเทคนิคสำหรับการสร้างและคำนวณระบบไฟฟ้า ควรมีมิเตอร์ดิจิทัล บุคคลที่มีทักษะต้องรวบรวมและวิเคราะห์ เพื่อ

Coordination setting

2. การออกแบบคำนวณ การเลือกบริภัณฑ์ไฟฟ้าและวัสดุสำหรับอาคารโรงพยาบาล ที่คำนึงถึงภาวะโลกร้อน ให้ระบบวิศวกรรมไฟฟ้าเป็นกลางทางคาร์บอน มีความปลอดภัย ลดงบประมาณการบำรุงรักษา สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจ ใช้วัสดุธรรมชาติ ลดวัสดุที่เป็นพิษ เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน และยืดอายุการใช้งานของบริภัณฑ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ

3. การวิจัยการประเมินการใช้พลังงานโดยรวมของคอนโดมิเนียมในกรุงเทพมหานคร: มุมมองของผู้เชี่ยวชาญ และการจัดการพลังงานที่มีประสิทธิภาพและความคุ้มค่าของห้างสรรพสินค้า (The Impact of Oversized Electrical Equipment on Energy Management of Thailand Department Stores) รวมถึงกลุ่มตัวอย่างอาคารโรงพยาบาล 50 แห่ง พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าได้รับการออกแบบและคำนวณอย่างมาก ดังนั้นระบบไฟฟ้าสำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์จะไม่สามารถทำงานได้ตามฟังก์ชันการป้องกันกระแสเกิน เนื่องจากปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้าจริงมีจำนวนน้อยกว่า AT ของ CB อย่างมาก ดังนั้น CB จะไม่สามารถทำงานในกรณีกระแสเกินได้



แนวทางการลดขนาดบริภัณฑ์ไฟฟ้า

No	Description	Before		After		Diff (B)
		Size	Cost (B)	Size	Cost (B)	
1	MV Switchgear 2 sets	2000A 24kV	1,500,000	2000A 24kV	1,500,000	0
2	Dry Tr. 2 sets	2 x 1,600kVA	4,400,000	2 x 630kVA	2,000,000	2,400,000
3	LV cable 10m (XLPE)	2x[6x(3x240/1850)]	460,000	2x[3x(3x240/1850)]	160,000	300,000
4	MDB	2,500AF	2,500,000	1,000AF	1,400,000	1,100,000
5	Busduct MDB - DB	2 x 2,000A	5,500,000	2 x 1,000A	2,800,000	2,700,000
6	Generator (20% Tr)	350kVA (320kVA)	2,100,000	130kVA (126kVA)	1,000,000	1,100,000
7	Install+Generator	350kVA	500,000	130kVA	300,000	200,000
	Grand Total		16,960,000	Reduced 54%	9,160,000	7,800,000



ระบบไฟฟ้าต้องมีปัจจัยใดบ้างในการออกแบบ ติดตั้ง ใช้งานและบำรุงรักษา
ระบบไฟฟ้า ??? (ช่วยกันขบคิดครับ)

Thank You

Credit For :

ASEFA PUBLIC CO.,LTD

