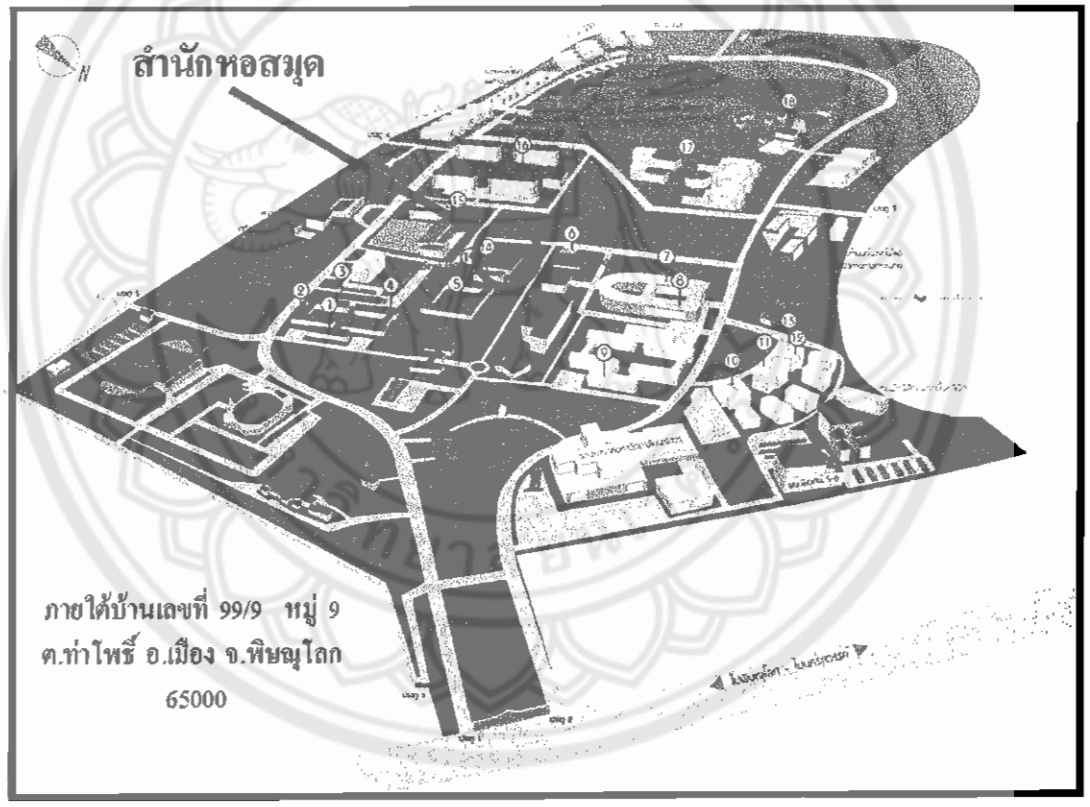
บทที่ 3
การตรวจวัด

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงการตรวจวัดการใช้พลังงานภายในอาคาร โดยจะยกตัวอย่างอาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก มาเป็นกรณีศึกษา

3.1 ข้อมูลเบื้องต้นอาคารสำนักหอสมุด



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งของอาคารสำนักหอสมุด

รูปที่ 3.2 แสดงด้านหน้าของอาคารสำนักหอสมุด

อาคารสำนักหอสมุดเริ่มเปิดให้บริการตั้งแต่วันที่ 9 กรกฎาคม 2550 โดยมีพื้นที่ปรับอากาศ 5,442.43 ตารางเมตร และพื้นที่ไม่ปรับอากาศ 540.61 ตารางเมตร คิดเป็นพื้นที่ทั้งหมด 5,983.04 ตารางเมตร มีทั้งหมด 4 ชั้น

- ในชั้นที่ 1 ประกอบด้วย พื้นที่อ่านหนังสือ พื้นที่ชั้นวางหนังสือ และพื้นที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่
- ในชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 ประกอบด้วย พื้นที่อ่านหนังสือ พื้นที่ชั้นวางหนังสือ พื้นที่ทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ และพื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์
- ในชั้นที่ 4 มีพื้นที่ทำงานเฉพาะเจ้าหน้าที่

อาคารสำนักหอสมุดเริ่มเปิดในเวลาทำงานตั้งแต่ 08.00 น. ถึง 20.30 น. ในช่วงวันทำงานปกติ ส่วนในช่วงสอบกลางภาคเรียนนโยบายปีการศึกษา 2550 เริ่มเปิดให้บริการในเวลาทำงานตั้งแต่ 08.00 น. ถึง 24.00 น.และนโยบายปีการศึกษา 2551 เริ่มเปิดให้บริการในเวลาทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ส่วนในช่วงสอบปลายภาคเรียนมีการเปิดให้บริการในเวลาทำงานตลอด 24 ชั่วโมง และเปิดให้บริการทั้งหมด 345 วันต่อปี โดยสำนักหอสมุดมีการคิดราคาต่อหน่วยเท่ากับ 3.72 บาทต่อหน่วย

อาคารสำนักหอสมุดเป็นอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จากกฎกระทรวง พ.ศ. 2538 ออกตามความในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 (หัวข้อ 2.3 ในบทที่ 2) อาคารสำนักหอสมุดจัดเป็นอาคารควบคุมประเภท **อาคารใหม่**

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนการตรวจวัด

หัวข้อ	รายละเอียดขั้นตอนการตรวจวัด	ปีที่ 1 (พ.ศ. 2551)		ปีที่ 2 (พ.ศ. 2552)	
		พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
การถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคาร	1. ศึกษาการอ่านแบบแปลนกรอบอาคาร				
	2. ตรวจวัดขนาดจากแบบแปลนกรอบอาคารเทียบกับขนาดจริง				
	3. สอบถามลักษณะโครงสร้างกรอบอาคารจากเจ้าหน้าที่				
ระบบเครื่องปรับอากาศ	1. ศึกษาการอ่านแบบแปลนระบบเครื่องปรับอากาศ				
	2. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวัด				
	3. ทำการตรวจวัดและเก็บข้อมูล				
ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง	1. ศึกษาการอ่านแบบแปลนระบบไฟฟ้าส่องสว่าง				
	2. สอบถามเวลาการ เปิด - ปิด ในแต่ละพื้นที่การใช้งาน				
ระบบความเข้มแสง	1. ศึกษาวิธีการใช้เครื่องมือวัด				
	2. กำหนดพื้นที่ในการตรวจวัด และทำการตรวจวัด				
ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ	1. สำรวจอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในแต่ละพื้นที่การใช้งาน				
	2. อ่านค่าแสดงรายละเอียดของเครื่องใช้ไฟฟ้า (Name Plate)				

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนผู้เข้าใช้สำนักหอสมุดปี พ.ศ. 2551

เดือน	จำนวนผู้เข้าใช้ (คน)	พลังงานไฟฟ้า (kW-hr)	ค่าไฟฟ้า (บาทต่อเดือน)	ดัชนีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ ($kW\text{-}hr/m^2$)	ดัชนีการใช้พลังงานต่อจำนวนผู้เข้าใช้ (kW-hr/คน)	ดัชนีค่าไฟฟ้าต่อคน (บาท/คน)
มกราคม	27,325	93,600	348,192	17.77	3.43	12.74
กุมภาพันธ์	16,357	92,100	342,612	17.49	5.63	20.95
มีนาคม	15,172	106,500	396,180	20.22	7.02	26.11
เมษายน	30,936	100,200	372,744	19.02	3.24	12.05
พฤษภาคม	10,162	65,400	243,288	12.42	6.44	23.94
มิถุนายน	30,936	87,000	323,640	16.52	2.81	10.46
กรกฎาคม	10,162	92,700	344,844	17.60	9.12	33.93
สิงหาคม	32,098	117,600	437,472	22.33	3.66	13.63
กันยายน	76,774	96,300	358,236	18.28	1.25	4.67
ตุลาคม	27,254	88,800	330,336	16.86	3.26	12.12
พฤศจิกายน	36,397	73,200	272,304	13.90	2.01	7.48
ธันวาคม	13,527	63,000	234,360	11.96	4.66	17.33
รวม	327,100	1,076,400	4,004,208	204.36	52.53	195.41

3.2 การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังและหลังคา (Overall Thermal Thansfer Value : OTTV และ Roof Thermal Transfer Value : RTTV)

การลดปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากภายนอกผนังและหลังคาอาคารเป็นส่วนหนึ่งในมาตรการที่จะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานในส่วนของเครื่องปรับอากาศลงได้ ดังนั้นเพื่อให้การใช้พลังงานภายในอาคารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ รัฐบาลจึงได้กำหนดมาตรฐานค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคารในส่วนของห้องปรับอากาศ ดังแสดงในบทที่ 2 หัวข้อ 2.4 มาตรฐานของค่าการถ่ายเทความร้อน ซึ่งลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร มีพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นกระจก และมีอุปกรณ์บังแดดน้อย

ในการคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนผ่านผนังและหลังคาอาคารนั้นใช้โปรแกรม OTTVEE version 1.0a (Overall Thermal Transfer Value and Energy Estimation) ผลิตโดย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เราจำเป็นที่จะต้องทราบ ลักษณะของกรอบอาคารว่าประกอบไปด้วยชั้นวัสดุอะไรบ้าง มีพื้นที่ผนังทึบเท่าไร พื้นที่ผนังโปร่งแสงเท่าไร ลักษณะของอุปกรณ์บังแดดเป็นอย่างไร เพื่อที่จะนำมาคำนวณ โดยปกติแล้วเราสามารถดูข้อมูลเหล่านี้ได้จากแบบก่อสร้างอาคาร และในบางครั้งเราจำเป็นที่จะต้องออกแบบด้วยตัวเองในกรณีที่ไม่มีแบบ รูปที่ 3.3 ถึง รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะของกรอบอาคารสำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวรในทิศต่าง ๆ

รูปที่ 3.3 แสดงลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศเหนือ

จากรูปที่ 3.3 ลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศเหนือส่วนใหญ่มีพื้นที่เป็นกระจกใสมากที่สุด ซึ่งกระจกใสไม่มีการติดฟิล์มกรองแสงแต่มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแสงสีครีมอ่อน(โทนสีอ่อน) ของกระจกใส และมีพื้นที่อุปกรณ์บังแดดภายนอก ซึ่งประกอบด้วยโครงเหล็กและเมทัลชีท

รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศใต้

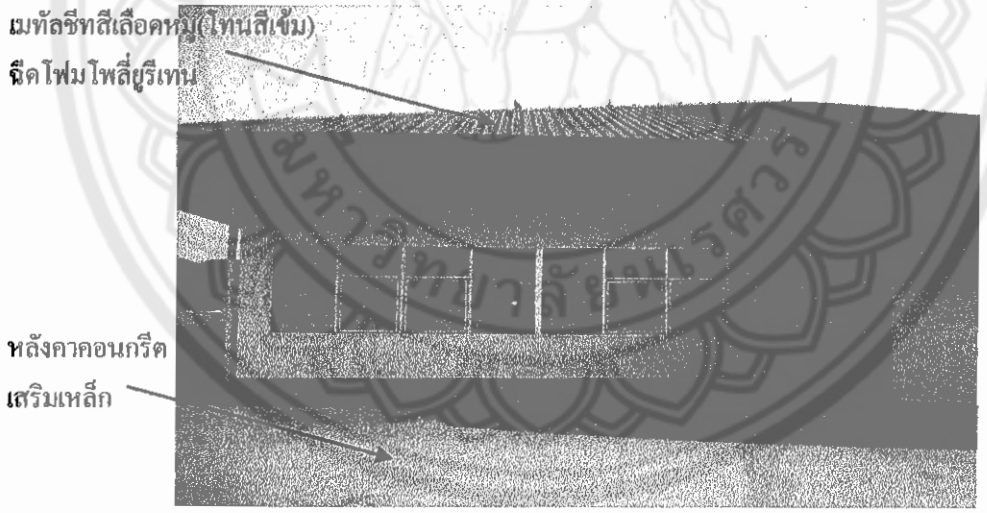
จากรูปที่ 3.4 ลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศใต้ส่วนใหญ่มีพื้นที่เป็นกระจกใสซึ่งกระจกใสมีการติดฟิล์มกรองแสงในบางพื้นที่แต่มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแสงสีครีมอ่อน(โทนสีอ่อน) ของกระจกใส ยกเว้นบริเวณนั่งอ่านหนังสือชั้นที่ 1 ส่วนพื้นที่อุปกรณ์บังแดดภายนอกเป็นกันสาด(Over hang)

รูปที่ 3.5 แสดงลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศตะวันออก

จากรูปที่ 3.5 ลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศตะวันออก พื้นที่กรอบอาคารส่วนใหญ่มีความเป็นระเบียบ มีพื้นที่กระจกใสน้อยที่สุด ซึ่งกระจกใสมีการติดฟิล์มกรองแสงในบางพื้นที่แต่มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแสงสีครีมอ่อน(โทนสีอ่อน) ของกระจกใส และมีพื้นที่อุปกรณ์บังแดดภายนอกมากที่สุด ซึ่งประกอบด้วยกันสาด(Over hang) และครีบ(Fin)

รูปที่ 3.6 แสดงลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศตะวันตก

จากรูปที่ 3.6 ลักษณะกรอบอาคารสำนักหอสมุดด้านทิศตะวันตกส่วนใหญ่มีพื้นที่เป็นกระจกใส ซึ่งกระจกใสมีการติดฟิล์มกรองแสงในบางพื้นที่แต่มีการติดตั้งอุปกรณ์บังแดดภายในเป็นม่านบังแสงสีครีมอ่อน(โทนสีอ่อน) ของกระจกใส ในส่วนพื้นที่อุปกรณ์บังแดดภายนอกมีน้อยมาก



รูปที่ 3.7 แสดงลักษณะหลังคาสำนักหอสมุด

จากรูปที่ 3.7 ลักษณะหลังคาสำนักหอสมุดแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่ 1 หลังคาทรงปั้นหยา ซึ่งประกอบด้วย 1.เมทัลชีทสีเลือดหมู(โทนสีเข้ม) ฉีดโฟมโพลี่ยูรีเทนหนา 0.025 m. (1 นิ้ว) 2.ช่องว่างอากาศหนา 0.1 m. และ 3. แผ่นยิปซั่มบอร์ดหนา 0.012 m. ส่วนลักษณะที่ 2 เป็นหลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก ชนิดคอนกรีตน้ำหนักเบาความหนาแน่นสูงหนา 0.25 m.

3.2.1 รายละเอียดการคำนวณค่าความร้อนผ่านผนังอาคาร (Overall Thermal Transfer Value : OTTV)

3.2.1.1 **การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร (Overall Transfer Coefficient : U) และค่าผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่า (Temperature Different Equivalent : TD_{eq})**

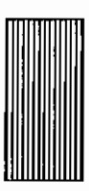
ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนรวมเป็นส่วนกลับของค่าความต้านทานความร้อนรวม หาได้จากสมการที่ 2.5 ซึ่งค่าความต้านทานความร้อนสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3 ในกรณีที่ชั้นผนังประกอบไปด้วยชั้นวัสดุ n ชนิด และสมการที่ 2.4 ในกรณีที่ชั้นของผนังประกอบไปด้วยชั้นวัสดุ n ชนิดและมีช่องว่างอากาศอยู่ตรงกลาง โดยที่ค่า Δx เป็นความหนาแน่นของชั้นผนังชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการวัดหรือดูจากแบบแปลนอาคาร ส่วนในกรณีอาคารสำนักหอสมุดนั้น ได้แสดงรายละเอียดของโครงสร้างไว้ใน ตารางที่ 3.3 ถึง ตารางที่ 3.6 ส่วนค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน (Thermal Conductivity Coefficient : K) สามารถดูได้จากตารางที่ ข.1 ในภาคผนวก ข

สำหรับผลต่างของอุณหภูมิเทียบเท่าสามารถหาได้จากตารางที่ ข.9 ในภาคผนวก ข ซึ่งเป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับมวลของวัสดุและระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์ของวัสดุ (α) ซึ่งมวลของวัสดุสามารถหาได้จากผลคูณระหว่างความหนาแน่นของวัสดุกับความหนาแน่นของชั้นวัสดุนั้น ๆ โดยค่าความหนาแน่นสามารถดูได้จาก ตารางที่ ข.7 ในภาคผนวก ข และระดับการดูดกลืนรังสีอาทิตย์หาได้จากตารางที่ ข.8 ภาคผนวก ข

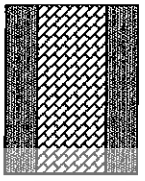
เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

1. ตลับเมตร ในหน่วยเมตร (m.)
2. ไม้บรรทัด ในหน่วยเซนติเมตร (cm.)

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังทึบอาคารสำนักหอสมุด

ลักษณะโครงสร้าง	ความหนาชั้นวัสดุ	สีทาภายนอก	สีทาภายใน
เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	 ชั้นที่ 1 คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.5 m.	สีขาว	สีขาว
คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	ชั้นที่ 1 คอนกรีตเสริมเหล็ก หนา 0.25 m.	สีขาว	สีขาว

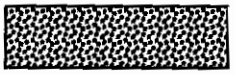
ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างผนังทึบอาคารสำนักหอสมุด (ต่อ)

ลักษณะโครงสร้าง	ความหนาชั้นวัสดุ	สีทาภายนอก	สีทาภายใน
ผนังอิฐฉาบปูน หนา 0.12 m.	 ชั้นที่ 1 ปูนฉาบ หนา 0.01 m. ชั้นที่ 2 อิฐแห้ง หนา 0.1 m. ชั้นที่ 3 ปูนฉาบ หนา 0.01 m.	สีขาว	สีขาว

ตารางที่ 3.4 แสดงรายละเอียดพื้นที่ของผนังอาคารในทิศต่าง ๆ ของอาคารสำนักหอสมุด

ทิศ	ผนังทึบ		ผนังโปรงแสง		พื้นที่รวม (m^2)
	ลักษณะโครงสร้าง	พื้นที่ (m^2)	ลักษณะโครงสร้าง	พื้นที่ (m^2)	
เหนือ	1. ผนังปูนฉาบ หนา 0.12 m.	279.6	กระจกใส	380	716.9
	2. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	57.3			
ใต้	1. ผนังปูนฉาบ หนา 0.12 m.	218.8	กระจกใส	179.6	280.7
	2. เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	0.7	กระจกใสติดฟิล์ม	101.1	
	3. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	59.5			
ตะวันออก	1. ผนังปูนฉาบ หนา 0.12 m.	269.5	กระจกใส	147.1	158
	2. เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	3.3	กระจกใสติดฟิล์ม	10.9	
	3. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	48.9			
ตะวันตก	1. ผนังปูนฉาบ หนา 0.12 m.	214.5	กระจกใส	817.2	927.8
	2. เสาคอนกรีตเสริมเหล็ก	6.5	กระจกใสติดฟิล์ม	110.6	
	3. คานคอนกรีตเสริมเหล็ก	55.5			

ตารางที่ 3.5 แสดงรายละเอียดของโครงสร้างหลังคาอาคารสำนักหอสมุด

ลักษณะโครงสร้าง	ความหนาชั้นวัสดุ	สีทาภายนอก	สีทาภายใน
หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	 ชั้นที่ 1 คอนกรีตน้ำหนักเบาความหนาแน่นสูงหนา 0.25 m.	สีขาว	สีขาว
หลังคาเมทัลชีทฉีดโฟมแบบมีเพดานยิปซั่มบอร์ด	 ชั้นที่ 1 เมทัลชีทฉีดโฟมโพลี่ยูรีเทนหนา 0.025 m. (1 นิ้ว) ชั้นที่ 2 ช่องว่างอากาศ หนา 0.1 m. ชั้นที่ 3 แผ่นยิปซั่มบอร์ด หนา 0.012 m.	สีแดง	สีขาว

ตารางที่ 3.6 แสดงรายละเอียดพื้นที่ของหลังคาอาคารสำนักหอสมุด

ผนังทึบ		ผนังโปร่งแสง		พื้นที่รวม (m^2)
ลักษณะโครงสร้าง	พื้นที่ (m^2)	ลักษณะโครงสร้าง	พื้นที่ (m^2)	
1. หลังคาคอนกรีตเสริมเหล็ก	822.8	-	-	3726.4
2. หลังคาเมทัลชีทฉีดโฟมแบบมีเพดานยิปซั่มบอร์ด	2903.6			

จากการใช้โปรแกรม OTTVEE version 1.0a ในการคำนวณ สามารถดูรายละเอียดการคำนวณและตัวอย่างการใช้โปรแกรมได้ดังแสดงใน ภาคผนวก ฑ

3.3 การตรวจวัดสมรรถนะเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สิ้นเปลืองพลังงานมากที่สุดในอาคาร ถ้าเราสามารถประหยัดพลังงานในส่วนนี้ได้ เราจะสามารถลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าลงได้มาก ดังนั้นการเก็บข้อมูลของเครื่องปรับอากาศจึงมีความสำคัญอย่างมาก เพื่อนำมาวิเคราะห์หามาตรการในการประหยัดพลังงานต่อไป

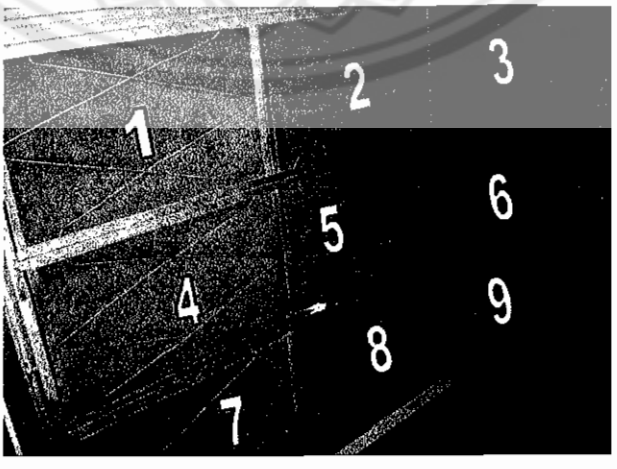
ในการเก็บข้อมูลของเครื่องปรับอากาศเราจะทำการวัดความเร็วลม วัดขนาดหน้ากากด้านอากาศจ่าย วัดความชื้นสัมพัทธ์กับอุณหภูมิด้านอากาศจ่ายและด้านอากาศกลับ และหากำลังไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ ซึ่งสามารถดูรายละเอียดในการคำนวณได้ที่ภาคผนวก ง ตารางที่ ง.1 ส่วนการใช้เครื่องมือดังแสดงในรูปที่ 3.7 ถึงรูปที่ 3.14 ตามลำดับ

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

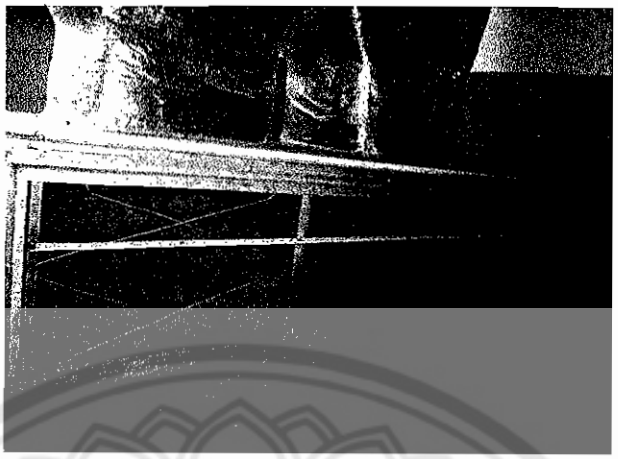
1. เครื่องมือวัดความเร็วลม และอุณหภูมิ (Thermo – Anemometer) ในหน่วยฟุตต่อนาที (FPM) และองศาฟาเรนไฮต์ (°F)
2. ตลับเมตร ในหน่วยฟุต (ft.)
3. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Temp.Meter) ในหน่วยองศาฟาเรนไฮต์ (°F) และความชื้นสัมพัทธ์ (%RH)

3.3.1 ภาพแสดงการใช้เครื่องมือวัด

3.3.1.1 วิธีการวัดเครื่องปรับอากาศแบบชุด (Package unit)



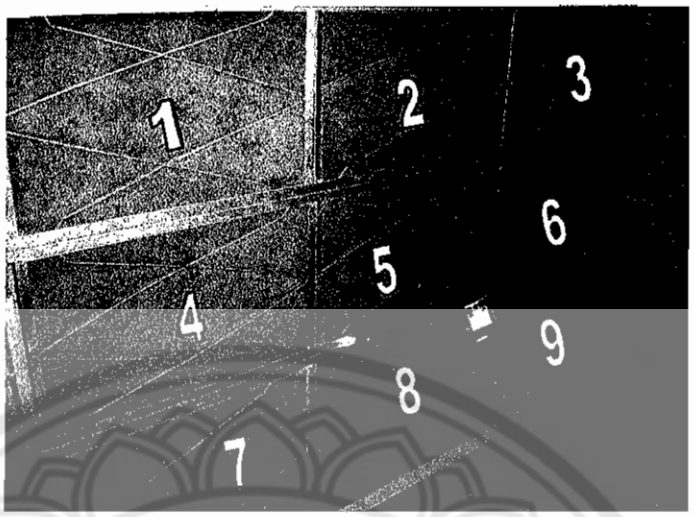
รูปที่ 3.7 แสดงการวัดความเร็วลมที่ด้านอากาศกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบชุด



รูปที่ 3.8 แสดงการวัดพื้นที่หน้ากากอากาศกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบชุด

จากรูปที่ 3.7 และ 3.8 แสดงการวัดค่าความเร็วลมด้านอากาศกลับ(V_r) โดยทำการวัดในแต่ละจุดแล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย และแสดงการวัดพื้นที่ด้านอากาศกลับ(A_r) ในหน่วยตารางฟุต เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศด้านกลับ(CFM_r) จากสมการที่ 2.15 แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น(q) จากสมการที่ 2.14 ต่อไป

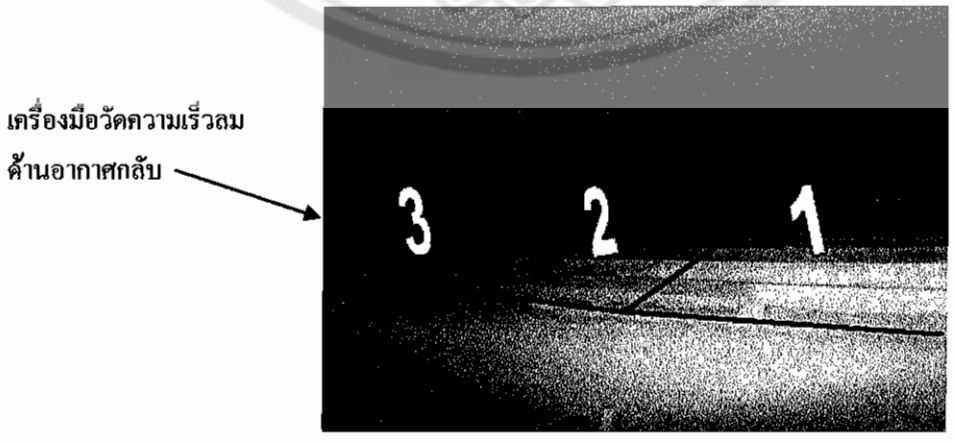
รูปที่ 3.9 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ด้านอากาศจ่าย สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบชุด



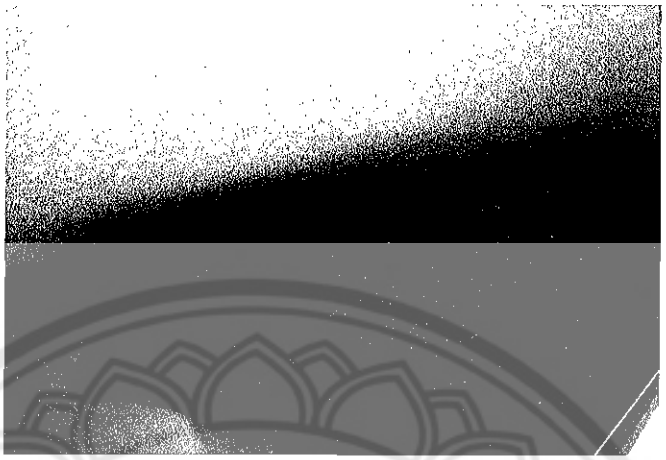
รูปที่ 3.10 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ
สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบชุด

จากรูปที่ 3.9 และ 3.10 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์(%RH) และอุณหภูมิที่ด้านอากาศจ่าย (T_s) โดยยึดหลักการวัดหัวจ่ายที่ใกล้กับคอยล์เย็นที่สุด เพราะเป็นอากาศจ่ายของหัวจ่ายลมหัวแรกที่ออกจากคอยล์เย็นโดยมีการสูญเสียความเย็นในท่อน้อยที่สุด แล้วนำค่าที่ได้หาค่าเอนทาลปีด้านอากาศจ่าย(h_s) ในแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) และแสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ(T_r) ในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ในการหาค่าเอนทาลปีด้านอากาศกลับ(h_r) ในแผนภูมิไซโครเมตริก(Psychrometric Chart) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น(q) จากสมการที่ 2.14 ต่อไป

3.3.1.2 วิธีการวัดเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split type)

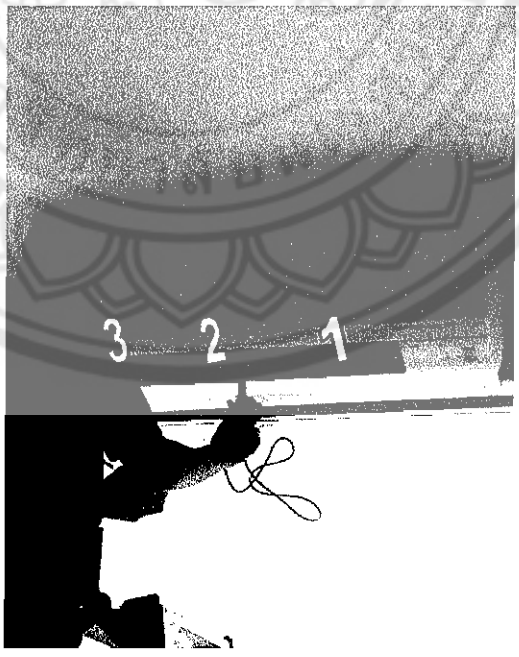


รูปที่ 3.11 แสดงการวัดความเร็วลมที่ด้านอากาศกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

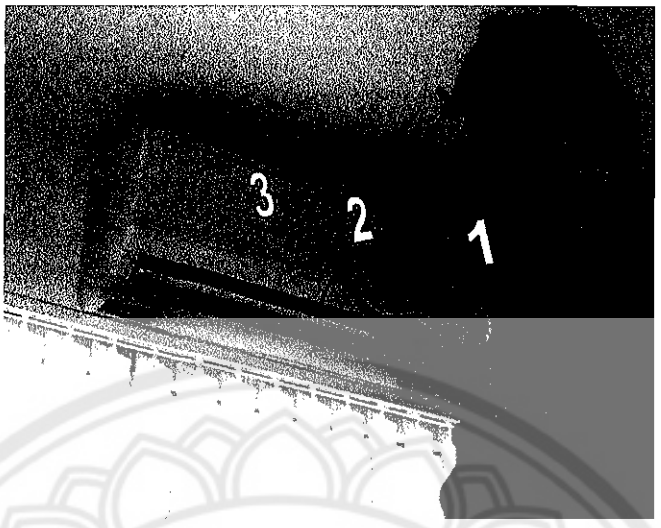


รูปที่ 3.12 แสดงการวัดพื้นที่หน้ากากอากาศกลับ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากรูปที่ 3.11 และ 3.12 แสดงการวัดค่าความเร็วลมด้านอากาศกลับ(V_r) โดยทำการวัดในแต่ละจุดแล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยและแสดงการวัดพื้นที่ด้านอากาศกลับ(A_r) ในหน่วยตารางฟุต เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าอัตราการไหลของอากาศด้านกลับ(CFM_r)จากสมการที่ 2.15 แล้วจึงนำไปคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น(q) จากสมการที่ 2.14 ต่อไป



รูปที่ 3.13 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์ และอุณหภูมิที่ด้านอากาศจ่าย สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน



รูปที่ 3.14 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ
สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน

จากรูปที่ 3.13 และ 3.14 แสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์(%RH) และอุณหภูมิที่ด้านอากาศจ่าย(T_s) ในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ในการหาค่าเอนทาลปีด้านอากาศจ่าย(h_s) ในแผนภูมิไซโครเมตริก (Psychrometric Chart) และแสดงการวัดความชื้นสัมพัทธ์(%RH) และอุณหภูมิที่ด้านอากาศกลับ(T_r) ในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ในการหาค่าเอนทาลปีด้านอากาศกลับ(h_r) ในแผนภูมิไซโครเมตริก(Psychrometric Chart) เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่าความสามารถในการทำความเย็น(q) จากสมการที่ 2.14

3.3.2 ผลการสำรวจการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศ

จากการสำรวจพบว่ามีเครื่องปรับอากาศทั้งหมด 41 เครื่องสามารถแบ่งได้ตามขนาด และชั่วโมงการใช้งานตามตารางที่ 3.7 ดังนี้

ตารางที่ 3.7 แสดงเครื่องปรับอากาศที่แบ่งตามขนาดการติดตั้งและชั่วโมงการใช้งานของอาคารสำนักหอสมุด

ลำดับ	ขนาด (Btu/hr)	ชนิด เครื่อง ปรับอากาศ	จำนวน(เครื่อง) ตามชั่วโมงการใช้งาน							BTU/hr รวมของ เครื่องปรับอากาศ แต่ละขนาด
			2	3	6	8	12	24	ไม่ใช้ งาน	
1	12,986.07	Split type			1			1	6	103,888.56
2	18,172.31	Split type	11							199,895.41
3	26,176.77	Split type				2				52,353.54
4	47,918.65	Split type				2			2	191,467.60
5	51,683.65	Split type							2	103,367.30
6	56,788.46	Split type				4				227,153.84
7	98,757.85	Split type				1				98,757.85
8	197,515.70	Package unit	1							197,515.70
9	200,000	Package unit		1			1			400,000
10	333,000	Package unit					1			333,000
11	504,000	Package unit					4			2,016,000
12	541,000	Package unit					1			541,000
รวม			12	1	1	9	7	1	10	4,461,606.80

เครื่องปรับอากาศทั้งหมด 41 เครื่อง คิดเป็นความสามารถในการทำความเย็นทั้งหมด 4,262,402.20 Btu/hr (355.20 TON) พลังงานไฟฟ้า 673,708.56 kW-hr/ปี คิดเป็น 57.05 % ของพลังงานทั้งหมด และค่าพลังงานไฟฟ้า 2,506,195.84 บาท/ปี สามารถคำนวณหาค่าสมรรถนะการทำความเย็น (Chp)

3.4 ระบบไฟฟ้าส่องสว่าง

การใช้ไฟฟ้าส่องสว่างในอาคารจะต้องให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับงานแต่ละประเภท ตามมาตรฐานการส่องสว่างภายในอาคาร สำหรับอาคารสำนักหอสมุดซึ่งเป็นอาคารประเภทสำนักงานระบุมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 500 - I000 LUX ส่วนบริเวณชั้นวางหนังสือระบุมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 200 - 500 LUX ซึ่งกำหนดโดย CIE(Indoor illuminance Recommendation by CIE) ดังแสดงในภาคผนวก ค ตารางที่ ค.2

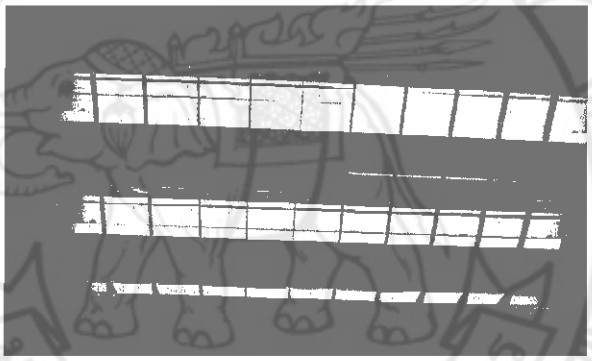
ในการเก็บข้อมูลของการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง เราจะทำการเก็บลักษณะของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ชั่วโมงการใช้งาน และหาค่ากำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ดังแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.2

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

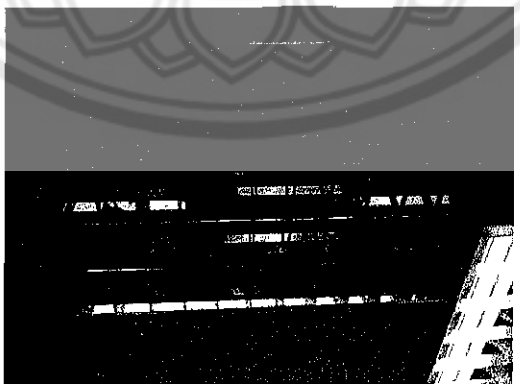
1. เครื่องมือวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) ในหน่วยของ ลักซ์ (LUX)

3.4.1 แสดงลักษณะของหลอดไฟชนิดต่าง ๆ ภายในอาคารสำนักหอสมุด

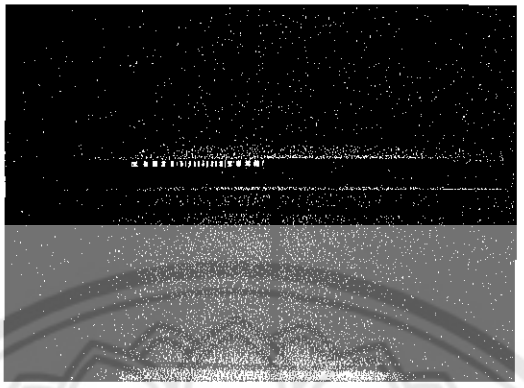
จากการสำรวจภายในอาคารสำนักหอสมุดพบว่ามีการใช้หลอดไฟ ซึ่งสามารถจำแนกได้ตามขนาดและการติดตั้งดังแสดงในรูปที่ 3.15 ถึง รูปที่ 3.24



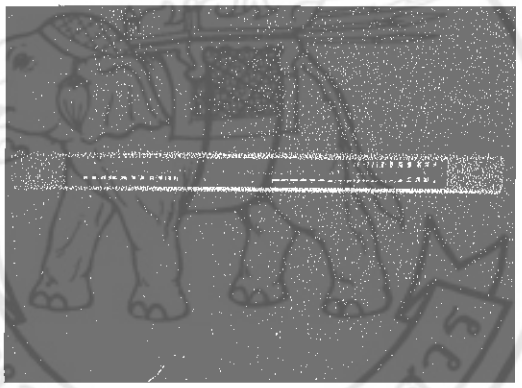
รูปที่ 3.15 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 x 36 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมมีฝาครอบแบบมีตะแกรง (LV)



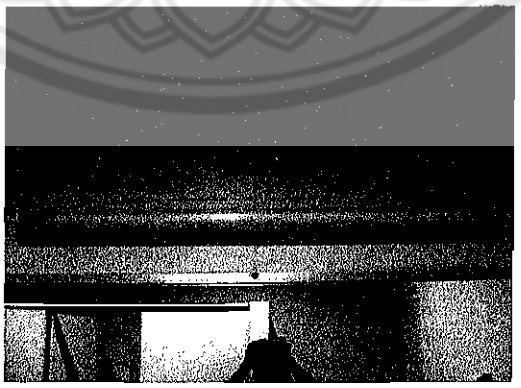
รูปที่ 3.16 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 3 x 36 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมมีฝาครอบแบบมีตะแกรง (LV)



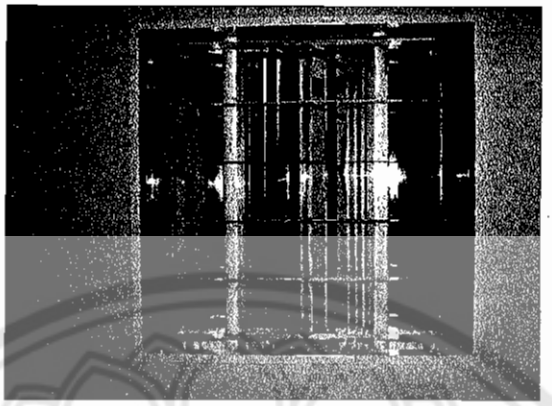
รูปที่ 3.17 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 1 x 36 วัตต์ ชนิดติดฝ้า (Y) โคมมีฝาครอบแบบมีตะแกรง (LV)



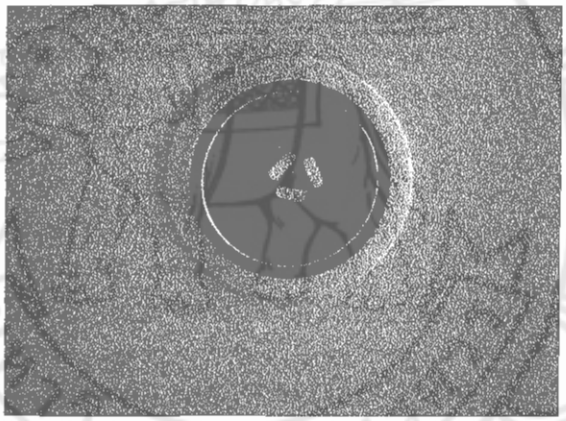
รูปที่ 3.18 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 1 x 36 วัตต์ ชนิดแขวนเพดาน (C) โคมมีฝาครอบแบบมีตะแกรง (LV)



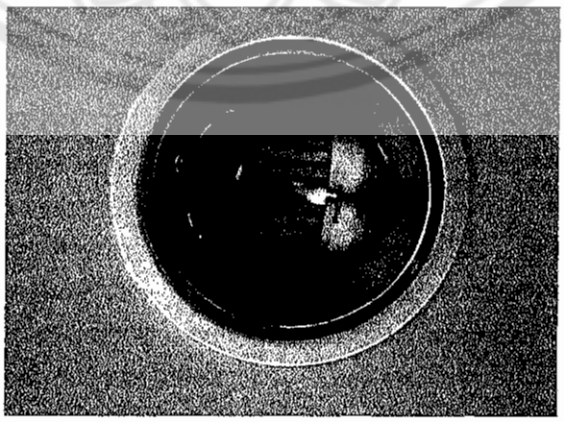
รูปที่ 3.19 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 1 x 36 วัตต์ ชนิดติดผนัง (S) โคมมีฝาครอบแบบกรองแสง (DF)



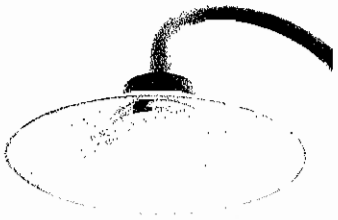
รูปที่ 3.20 ภาพแสดงหลอดฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 x 18 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมมีฝาครอบแบบมีตะแกรง (LV)



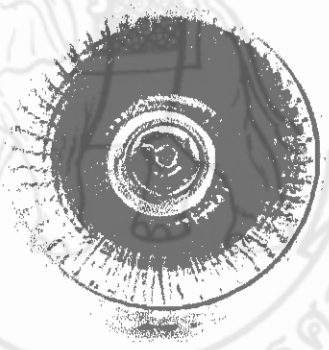
รูปที่ 3.21 ภาพแสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 1 x 11 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมไฟดาวน์ไลท์ (DL)



รูปที่ 3.22 ภาพแสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 2 x 11 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมไฟดาวน์ไลท์ (DL)



รูปที่ 3.23 ภาพแสดงหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (FL) ขนาด 1 x 11 วัตต์ โคมกรองแสง (DF)



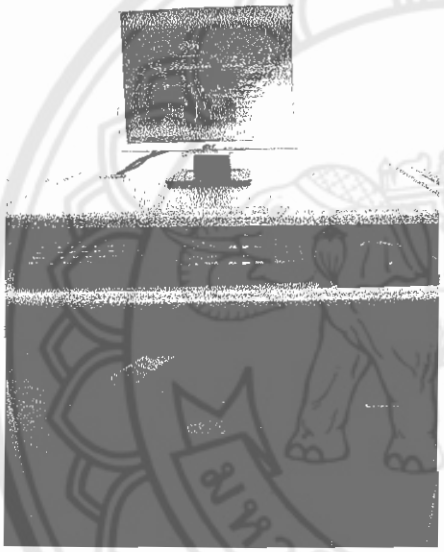
รูปที่ 3.24 ภาพแสดงหลอดฮาโลเจน (FL) ขนาด 1 x 20 วัตต์ ชนิดฝังฝ้า (D) โคมไฟดาวน์ไลท์ (DL)

3.4.2 ผลการสำรวจการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างในอาคารสำนักหอสมุด

จากการสำรวจพบว่าภายในอาคารสำนักหอสมุดมีการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 75.51 kW มีการใช้พลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างไม่รวมพื้นที่จอดรถเท่ากับ 20,026.87 kW-hr/ปี คิดเป็น 17.26 % ของพลังงานทั้งหมด และมีพื้นที่ใช้งานในอาคารรวมเท่ากับ 7,043.74 m^2

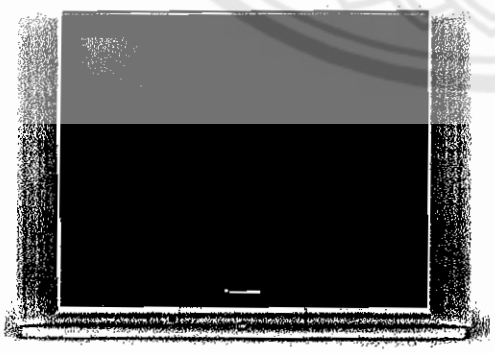
3.5 ระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ

การใช้ไฟฟ้าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบด้วย เครื่องคอมพิวเตอร์ ตู้เย็น โทรทัศน์ กระติกน้ำร้อนไฟฟ้า เครื่องสำรองไฟ เครื่องปริ้น เครื่องทำน้ำเย็น พัดลมดูดอากาศ และอื่นๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.25 ถึง รูปที่ 3.32 ในอาคารสำนักหอสมุดได้มีการเก็บข้อมูลของเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น ๆ ตามชั่วโมงการใช้งาน ดังแสดงในภาคผนวก ง ตารางที่ ง.4 เพื่อนำมาวิเคราะห์และหามาตรการในการประหยัดพลังงาน

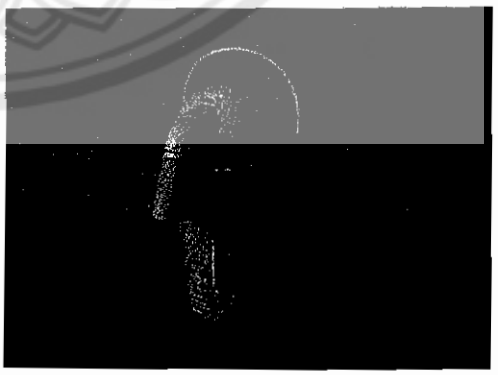


รูปที่ 3.25 ภาพแสดงคอมพิวเตอร์ หน้าจอ 17 นิ้ว ขนาด 450 วัตต์ (W)

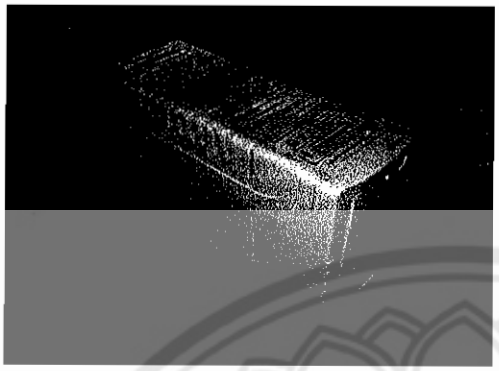
รูปที่ 3.26 ภาพแสดงตู้เย็นขนาดความจุ 5 คิว ขนาด 90 วัตต์ (W)



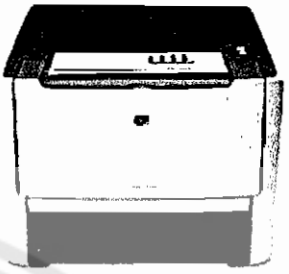
รูปที่ 3.27 ภาพแสดงโทรทัศน์ ขนาด 110 วัตต์ (W)



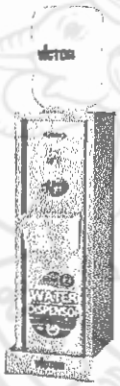
รูปที่ 3.28 ภาพแสดงกระติกน้ำร้อนไฟฟ้า ขนาด 610 วัตต์ (W)



รูปที่ 3.29 ภาพแสดงเครื่องสำรองไฟ ขนาด 1,100 วัตต์ (W)



รูปที่ 3.30 ภาพแสดงเครื่องปริ้นเตอร์ ขนาด 50 วัตต์ (W)



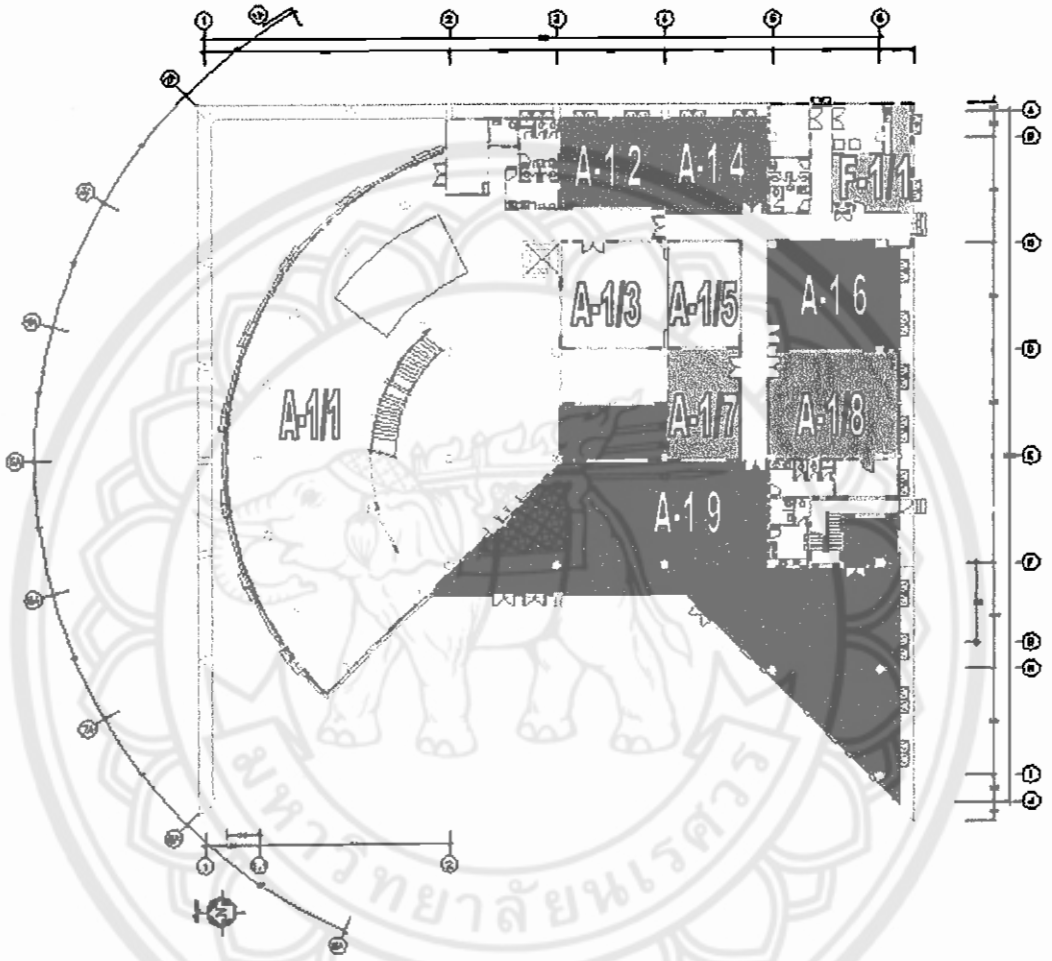
รูปที่ 3.31 ภาพแสดงเครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 60 วัตต์ (W)

รูปที่ 3.32 ภาพแสดงพัดลมดูดอากาศ ขนาด 100 วัตต์ (W)

3.5.1 ผลการสำรวจการใช้พลังงานระบบเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ ในอาคารสำนักหอสมุด

จากการสำรวจพบว่าภายในอาคารสำนักหอสมุดมีการใช้กำลังไฟฟ้าทั้งหมด 103.30 kW **มีการใช้พลังงานในส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่น 303,346.88 kW-hr/ปี คิดเป็น 25.69 % ของการใช้พลังงานทั้งหมด**

3.6 การแบ่งโซนตามเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 3.33 แสดงการแบ่งโซนตามเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 1

<u>หมายเหตุ</u> A - ก / ข , F - ก / ข , FC - ก / ข

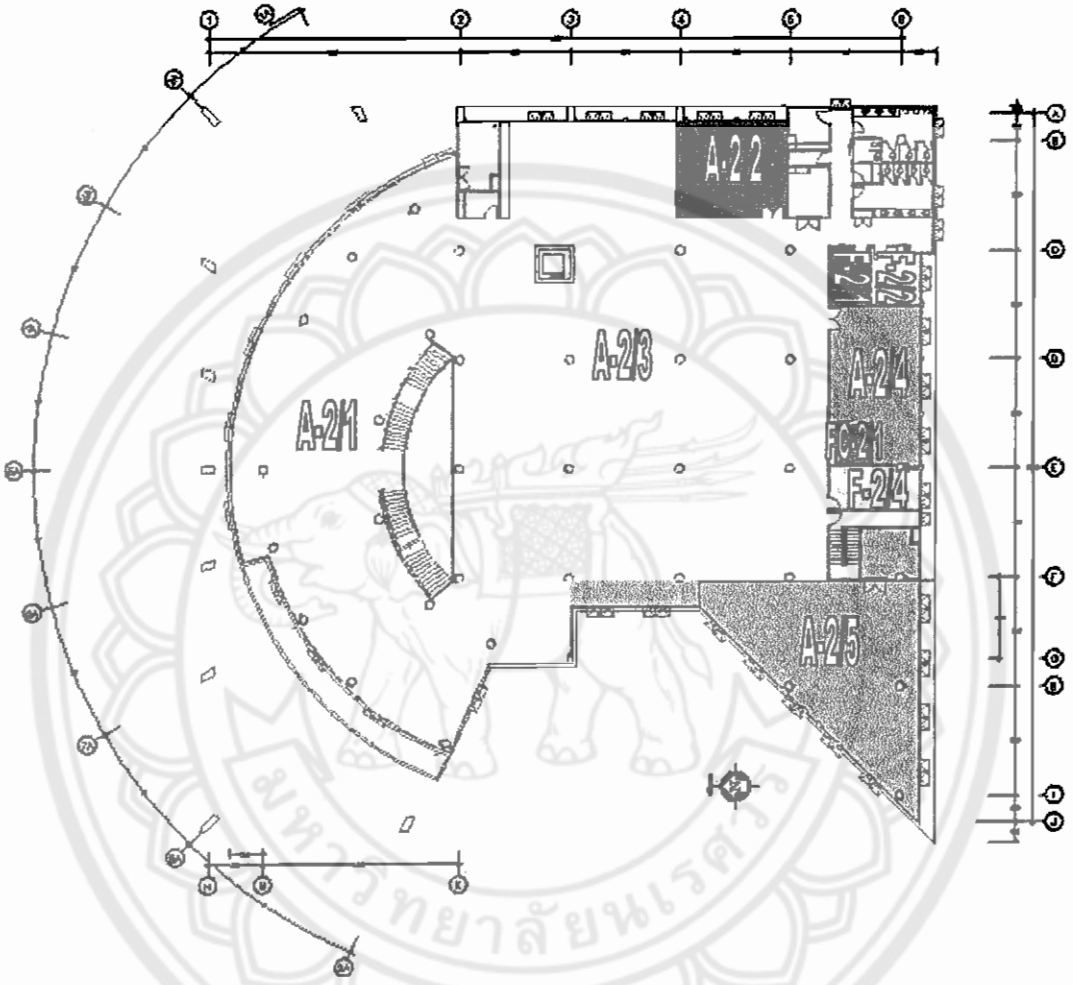
A = Air Handing Unit (AHU)

F = Fan Coil Unit (FCU)

FC = Fan Coil Unit (FCU) ห้อง Computer

ก = ชั้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ข = หมายเลขเครื่องตามลำดับ



รูปที่ 3.34 แสดงการแบ่งโซนตามเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 2

<u>หมายเหตุ</u> A - ก / ข , F - ก / ข , FC - ก / ข

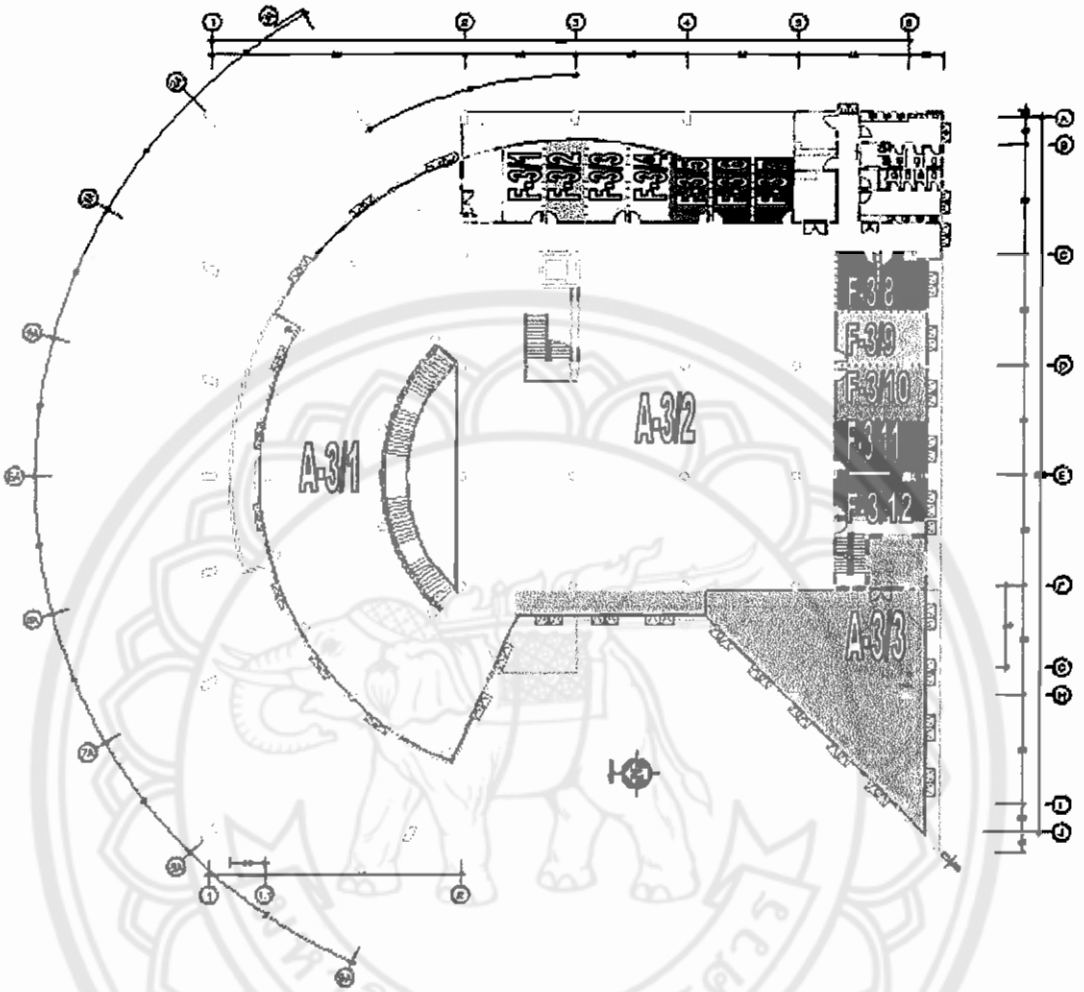
A = Air Handing Unit (AHU)

F = Fan Coil Unit (FCU)

FC = Fan Coil Unit (FCU) ห้อง Computer

ก = ชั้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ข = หมายเลขเครื่องตามลำดับ



รูปที่ 3.35 แสดงการแบ่งโซนตามเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 3

<u>หมายเหตุ</u> A - ก / ข , F - ก / ข , FC - ก / ข

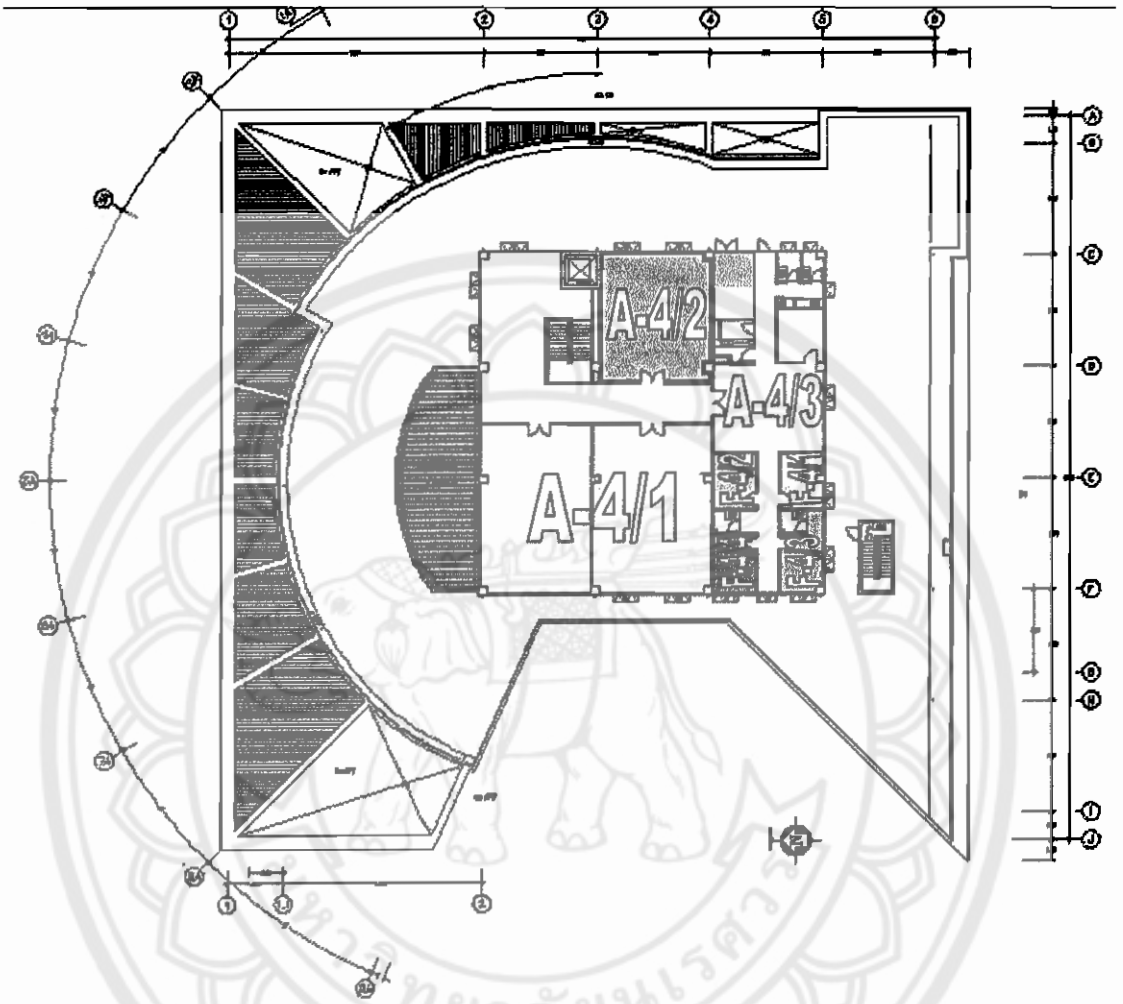
A = Air Handing Unit (AHU)

F = Fan Coil Unit (FCU)

FC = Fan Coil Unit (FCU) ห้อง Computer

ก = ชั้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ข = หมายเลขเครื่องตามลำดับ



รูปที่ 3.36 แสดงการแบ่งโซนตามเครื่องปรับอากาศ ชั้นที่ 4

<u>หมายเหตุ</u> A - ก / ข , F - ก / ข , FC - ก / ข

A = Air Handing Unit (AHU)

F = Fan Coil Unit (FCU)

FC = Fan Coil Unit (FCU) ห้อง Computer

ก = ชั้นที่ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

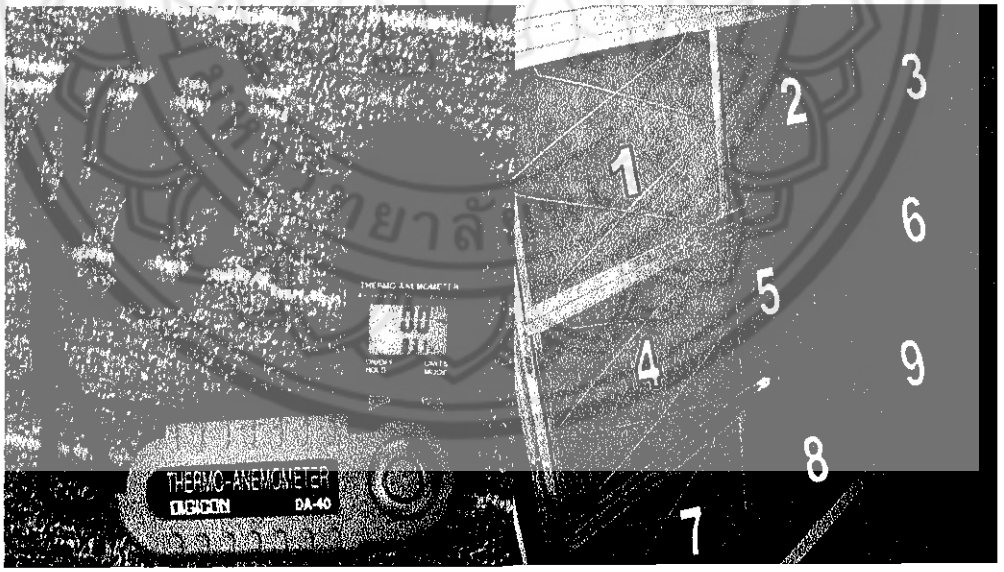
ข = หมายเลขเครื่องตามลำดับ

3.7 วิธีการใช้เครื่องมือวัด

1. เครื่องมือวัดความเร็วลม และอุณหภูมิ (Thermo – Anemometer) ใช้วัดความเร็วลมและอุณหภูมิในงานระบบปรับอากาศ หน่วยอุณหภูมิที่ใช้วัดได้ทั้ง องศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์ ความเร็วลมหน่วยที่ใช้วัดได้ทั้งหมด6 แบบ 1. KNT ไมล์ทะเลต่อชั่วโมง(knots) 2. BF (Beaufort) 3. FPM (ฟุต / นาที) 4. MPH (ไมล์ / ชั่วโมง) 5. MS (เมตร / วินาที) และ6. KMH (กิโลเมตร / ชั่วโมง)

วิธีการใช้ 1.เปิด-ปิด เครื่องมือวัดโดยกดปุ่ม ON\OFF (สังเกตบนหน้าจอว่ามีตัวเลขปรากฏหรือไม่)

2. กดปุ่ม UNITS MODE เพื่อเลือกเปลี่ยนหน่วยที่เราต้องการวัด
3. เริ่มทำการตรวจวัดโดยยื่นใบพัดให้ใกล้กับพื้นที่ที่ตรวจวัดพอประมาณ และใบพัดควรอยู่ในทิศตั้งฉากกับความเร็วลมมากที่สุด (เวลาในการสุ่มวัดความเร็วลม 2 วินาที และอุณหภูมิ/WINDCHILL ใช้เวลาในการสุ่มวัดเฉลี่ยทุก 1 วินาที) แล้วอ่านค่าที่แสดงบนหน้าจอ
4. ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ



รูปที่ 3.37 เครื่องมือวัดความเร็วลมและอุณหภูมิ ชนิดแบบใบพัด ยี่ห้อ Digicon รุ่น DA-40

<u>หมายเหตุ</u>

* ถ้าพื้นที่การตรวจวัดมีความกว้างมากควรทำการแบ่งให้ได้สัดส่วนที่เท่าๆ กัน และทำการตรวจวัดในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2. เครื่องมือวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity Temp.Meter) ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์และอุณหภูมิในงานระบบปรับอากาศ หน่วยอุณหภูมิที่ใช้วัดได้ทั้ง องศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์

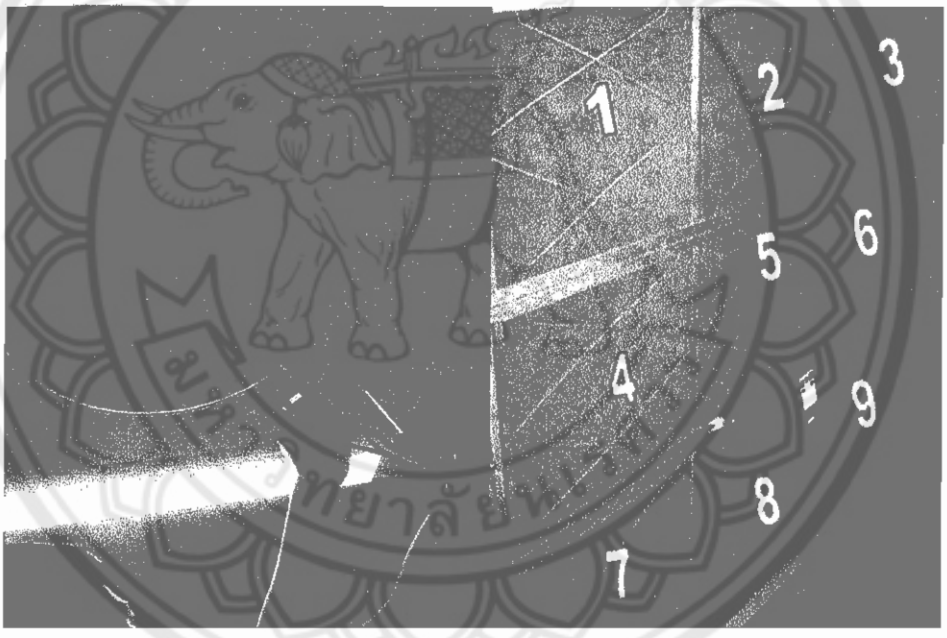
วิธีการใช้ 1. เปิด-ปิด เครื่องมือวัดโดยกดปุ่ม POWER (สังเกตบนหน้าจอว่ามีตัวเลขปรากฏหรือไม่)

2. กดปุ่ม FUNCTION เพื่อเลือกเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิที่เราต้องการวัด

3. เริ่มทำการตรวจวัดโดยยื่นปลายด้ามจับให้อยู่นิ่ง

4. กดปุ่ม HOLD หยุดค่าบนหน้าจอเพื่อสะดวกในการอ่านค่า จากนั้นกดปุ่ม HOLD อีกครั้ง เพื่อให้เครื่องมือวัดอยู่ในสภาพเริ่มทำการตรวจวัดครั้งต่อไป

5. ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ



รูปที่ 3.38 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ แบบมือถือ ยี่ห้อ Digicon รุ่น HT-775-232

<u>หมายเหตุ</u>

* ในการตรวจวัดอากาศจ่ายของเครื่องปรับอากาศแบบชุด (Package unit) ควรทำการตรวจวัดโดยยึดหลักการวัดหัวจ่ายที่ใกล้กับคอยล์เย็นที่สุด เพราะเป็นอากาศจ่ายที่เริ่มออกมาจากคอยล์เย็นซึ่งมีการสูญเสียความเย็นในท่อน้อยที่สุด

** ถ้าพื้นที่การตรวจวัดมีความกว้างมากควรทำการแบ่งให้ได้สัดส่วนที่เท่าๆ กัน และทำการตรวจวัดในแต่ละจุด แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย

3. เครื่องมือวัดความส่องสว่าง (Lux Meter) ใช้วัดความส่องสว่างในหน่วยของ ลักซ์(Lux) ซึ่งมีช่วงการวัดของเครื่องมือ แบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ 0 – 1,999 Lux, 2,000 – 19,999 Lux และ 20,000 – 50,000 Lux

วิธีการใช้ 1. เปิด-ปิด เครื่องมือวัดโดยเลื่อนปุ่ม ON\OFF (สังเกตบนหน้าจอว่ามีตัวเลขปรากฏหรือไม่)

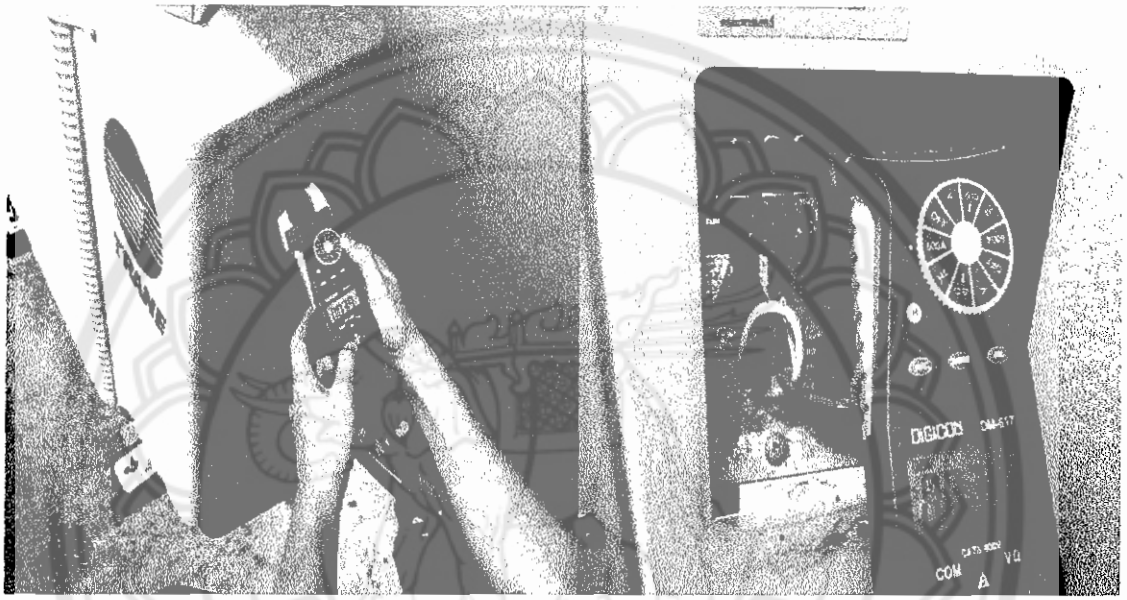
2. ทำการเลื่อนปุ่ม เพื่อเลือกช่วงในการวัดให้เหมาะสมกับสถานที่

3. เริ่มทำการตรวจวัดโดย ให้ความสูงของหลอดรับแสงควรอยู่ในระดับเท่ากับพื้นที่ใช้งานจริง และกำหนดให้พื้นที่ 1 ตารางเมตรเท่ากับ 1 จุดที่ใช้วัดความส่องสว่าง

4. ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

รูปที่ 3.39 เครื่องวัดความส่องสว่าง แบบมือถือ ยี่ห้อ Digicon รุ่น LX-50

4. เครื่องมือวัดแคลมป์มิเตอร์ (Clamp Meter) สามารถวัดได้ทั้งค่ากระแสไฟฟ้า(I) ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า(V) ค่าความต้านทาน(R) และค่าความถี่ของกระแสไฟฟ้า(f) หน้าจอแสดงผล 4 หลัก ซึ่งมีช่วงการวัด คือ 600V DC/AC, 600A DC/AC, 24 MOHM, 100 kHz สามารถแคลมป์สายไฟฟ้าได้สูงสุดที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร



รูปที่ 3.40 เครื่องวัดแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Digicon รุ่น DM-617 สำหรับกระแสไฟฟ้า 1 เฟส

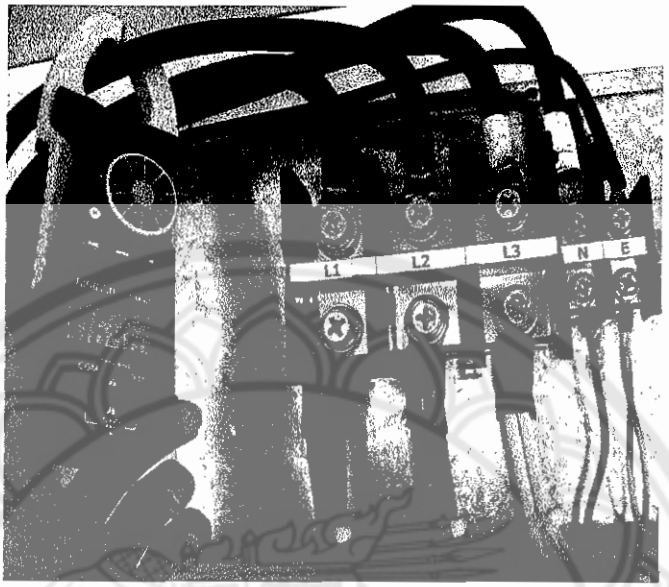
วิธีการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า : สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ประกอบด้วยสายไฟ (Line) และสายดิน (Newtron)

1. ก่อนทำการตรวจวัดควรใช้เช็ค Lamp เช็คสายไฟเข้าและออกก่อนทำการตรวจวัดเสมอ
2. การวัดกระแสไฟฟ้า (I) ทำได้โดยเลื่อนหน้าปัด 600A. ให้ตรงจุดขาว และกดปุ่ม FUNC. เพื่อทำการเลือกเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด (ให้สังเกตบนหน้าจอทางด้านซ้าย)
3. เริ่มทำการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยการแคลมป์สายไฟ (Line) หรือสายดิน (Newtron) ก็ได้เพราะกระแสไฟฟ้า 1 เฟสนั้นมีค่ากระแสไฟฟ้าเข้าเท่ากับกระแสไฟฟ้าออก ($I_{in} = I_{out}$) แล้วทำการอ่านค่า
4. เลื่อนหน้าปัด OFF ให้ตรงจุดขาวเพื่อทำการปิดเครื่อง
5. ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ

รูปที่ 3.41 เครื่องวัดแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Digicon รุ่น DM-617 สำหรับแรงดันไฟฟ้า 1 เฟส

วิธีการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้า : สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ประกอบด้วยสายไฟ (Line) และสายดิน (Newtron)

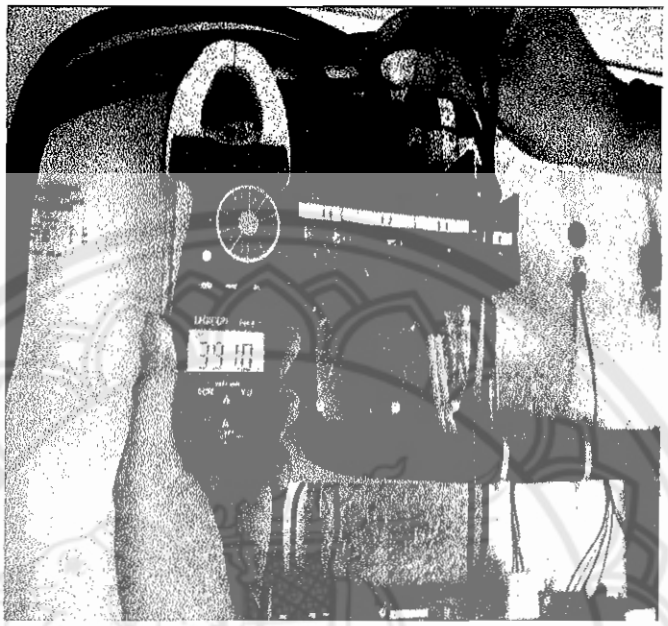
1. ก่อนทำการตรวจวัดควรใช้เช็ค Lamp เช็คสายไฟเข้าและออกก่อนทำการตรวจวัดเสมอ
2. การวัดค่าความต่างศักย์ (V) ทำได้โดยการเลื่อนหน้าปัด V ให้ตรงจุดขาว และกดปุ่ม FUNC. เพื่อทำการเลือกเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด (ให้สังเกตบนหน้าจอทางด้านซ้าย)
3. เริ่มทำการตรวจวัดค่าความต่างศักย์โดยนำสายดำจิ้มที่ขั้วสายไฟ (Line) และสายแดงจิ้มที่ขั้วสายดิน (Newtron) หรือ เรียกว่า Line to Newtron แล้วทำการอ่านค่า (ห้ามจิ้มสลับขั้วกันเพราะจะให้เครื่องมือวัดเสียหายได้)
4. **เลื่อนหน้าปัด OFF ให้ตรงจุดขาวเพื่อทำการปิดเครื่อง**
5. **ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ**



รูปที่ 3.42 เครื่องวัดแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Digicon รุ่น DM-617 สำหรับกระแสไฟฟ้า 3 เฟส

วิธีการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า : สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ประกอบด้วยสายไฟ (Line) 3 สายและสายดิน (Newtron)

1. ก่อนทำการตรวจวัดควรใช้เช็ค Lamp เช็คสายไฟเข้าและออกก่อนทำการตรวจวัดเสมอ
2. การวัดกระแสไฟฟ้า (I) ทำได้โดยเลื่อนหน้าปัด 600A. ให้ตรงจุดขาว และกดปุ่ม FUNC. เพื่อทำการเลือกเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด (ให้สังเกตบนหน้าจอทางด้านซ้าย)
3. เริ่มทำการตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า โดยการแคลมป์ทีละสายไฟ Line1, Line2 และ Line3 ตามลำดับ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ค่า
4. เลื่อนหน้าปัด OFF ให้ตรงจุดขาวเพื่อทำการปิดเครื่อง
5. **ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ**



รูปที่ 3.43 เครื่องวัดแคลมป์มิเตอร์ ยี่ห้อ Digicon รุ่น DM-617 สำหรับแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส

วิธีการตรวจวัดค่าแรงดันไฟฟ้า : สำหรับไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ประกอบด้วยสายไฟ (Line) 3 สายและสายดิน (Newtron)

1. ก่อนทำการตรวจวัดควรใช้เช็ค Lamp เช็คสายไฟเข้าและออกก่อนทำการตรวจวัดเสมอ
2. การวัดค่าความต่างศักย์ (V) ทำได้โดยการเลื่อนหน้าปัด V ให้ตรงจุดขาว และกดปุ่ม FUNC. เพื่อทำการเลือกเปลี่ยนกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัด (ให้สังเกตบนหน้าจอทางด้านซ้าย)
3. เริ่มทำการตรวจวัดค่าความต่างศักย์โดยนำสายดำจิ้มที่ขั้วสายไฟ (Line) และสายแดงจิ้มที่ขั้วสายไฟ (Line) ด้วยกัน หรือเรียกว่า Line To Line แล้วทำการจิ้มสลับขั้วจนครบทั้ง 3 สาย คำนวณหาค่าเฉลี่ยทั้ง 3 ค่า
4. เลื่อนหน้าปัด OFF ให้ตรงจุดขาวเพื่อทำการปิดเครื่อง
5. ทำการตรวจสอบและเก็บเครื่องมือวัดให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานเสมอ