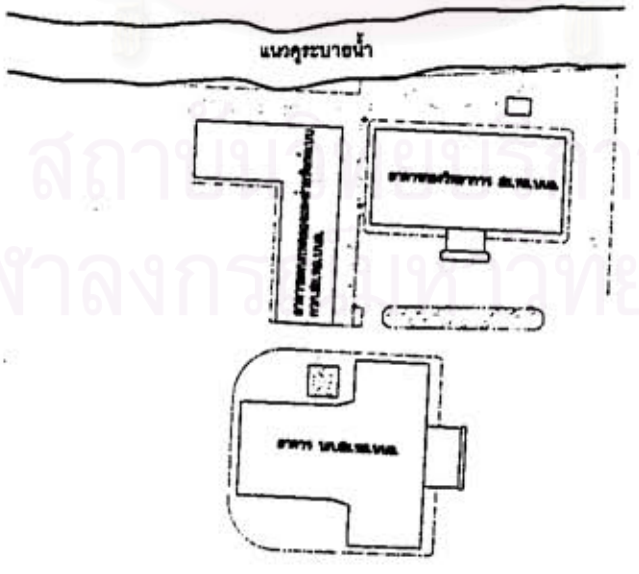
บทที่ 4

รายละเอียดอาคารกรณีศึกษา และ การวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของอาคาร

4.1.รายละเอียดอาคาร

อาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ ตั้งอยู่บนพื้นที่ในเขตกองทัพอากาศที่ตั้งดอนเมือง ถนนพหลโยธิน จังหวัดกรุงเทพฯ สภาพแวดล้อมของอาคารเป็นอาคารที่วางแนวตัวอาคารแนวยาวในทิศเหนือ-ใต้ โดยทางเข้าหลักของอาคารอยู่ทางด้านทิศใต้ ทิศใต้และตะวันออกเป็นลานจอดรถยนต์คอนกรีตลาดยาง ด้านทิศเหนือ มีการปลูกต้นไม้ใหญ่พุ่มใบทึบและมีคลองระบายน้ำ ด้านตะวันตกมีการปลูกต้นไม้พุ่ม ลักษณะภายนอกอาคารดังรูปที่ 4.1-4.2

รูปที่ 4.1 ภาพอาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ พิจารณาจากภายนอกอาคารด้านทิศใต้



รูปที่ 4.2 ผังบริเวณกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ

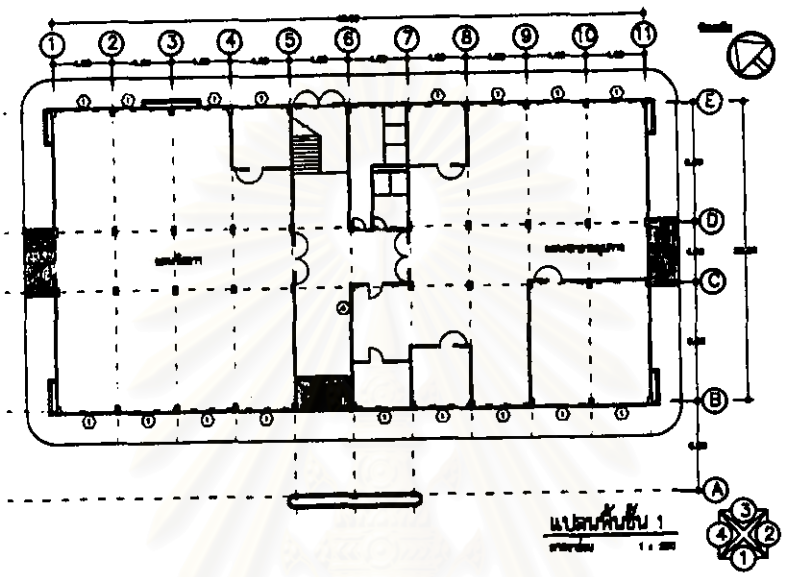
มีรายละเอียดของอาคารดังนี้

ประเภทอาคาร: อาคารสำนักงาน สูง 3 ชั้น

ระยะเวลาทำการ : จันทร์-ศุกร์ ระหว่างเวลา 8.00 – 16.30 น.

อายุอาคาร : เปิดใช้งานปี พ.ศ.2523 อายุประมาณ 20 ปี

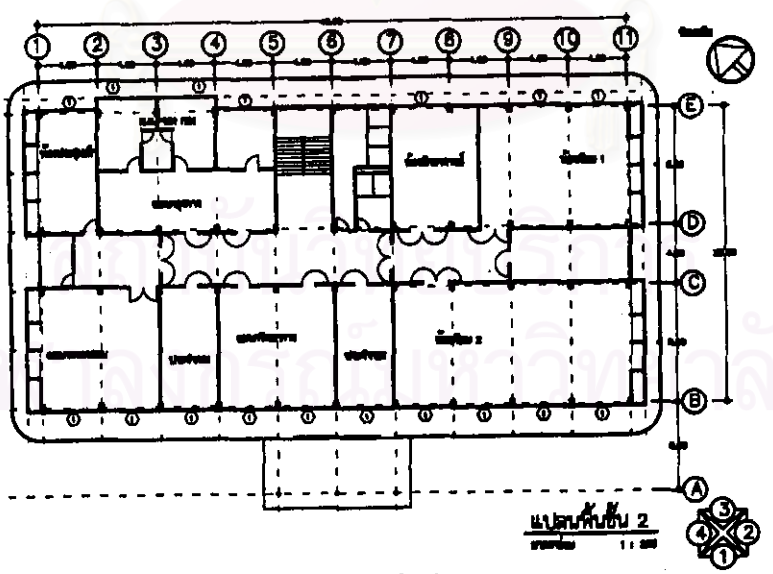
พื้นที่ใช้สอย : ประมาณ 2,460 ตารางเมตร เป็นพื้นที่ปรับอากาศ 2,084 ตารางเมตร สามารถจำแนกพื้นที่ได้ดังตาราง 4.1 และ มีแปลนอาคารดังรูปที่ 4.3-4.5



รูปที่ 4.3 แปลนอาคารกองวิทยาการ ชั้นที่ 1 แผนกสาธารณูปการ และแผนกวิศวกรรมโยธา

ชั้นที่ 1 ประกอบด้วย แผนกสาธารณูปการ และแผนกวิศวกรรมโยธา

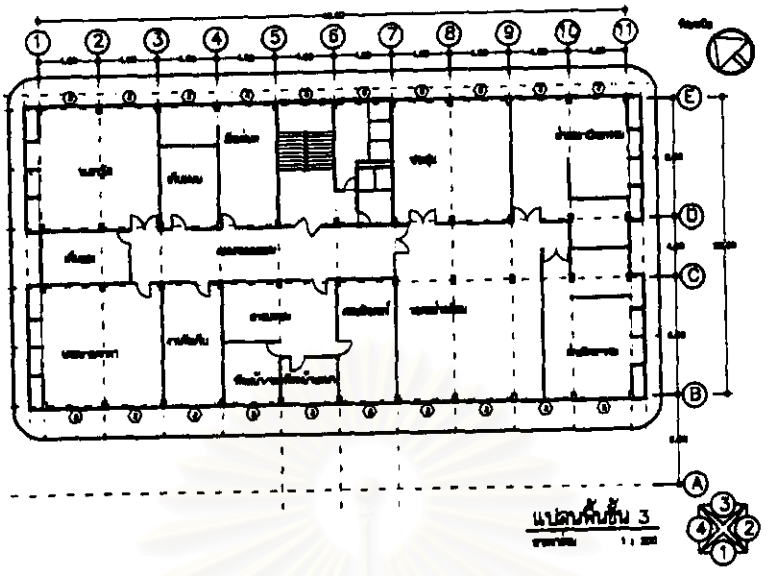
ลักษณะการใช้งาน งานสำนักงาน และงานเขียนแบบ



รูปที่ 4.4 แปลนอาคารกองวิทยาการชั้นที่ 2 แผนกวิทยาการ แผนกธุรการและแผนกตรวจสอบควบคุมคุณภาพ

ชั้นที่ 2 ประกอบด้วย แผนกวิทยาการ แผนกธุรการ และแผนกตรวจสอบควบคุมคุณภาพ

ลักษณะการใช้งาน ห้องเรียนฝึกอบรม และงานสำนักงาน



รูปที่ 4.5 แปลนอาคารกองวิทยาการชั้นที่ 3 แผนกแบบแผน

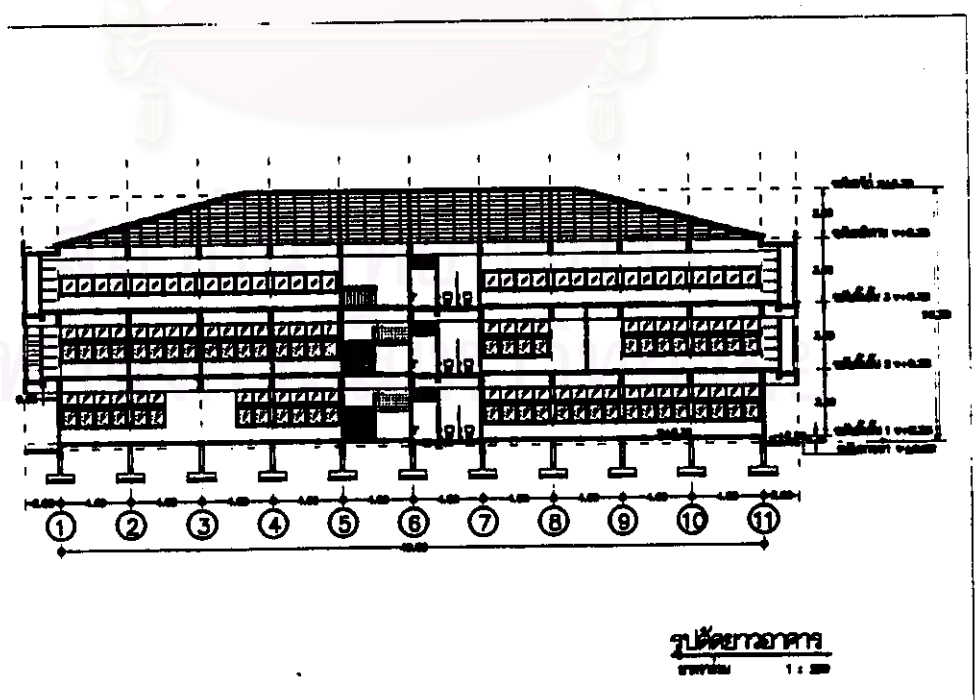
ชั้นที่ 3 ประกอบด้วย แผนกแบบแผน

ลักษณะการใช้งาน งานสำนักงาน และงานเขียนแบบ

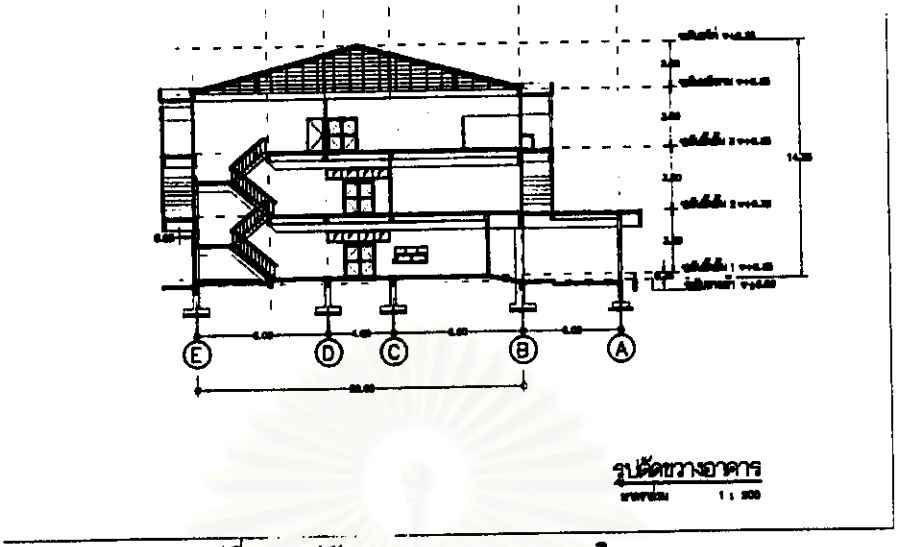
ชั้น	แผนก	พื้นที่รวม	พื้นที่ปรับอากาศ
1	สาธารณูปการ	352	352
	วิศวกรรมโยธา	320	320
	ห้องน้ำและทางเดิน	120	0
2	ห้องเรียน 1	136	136
	ห้องเรียน 2	88	88
	ห้องเตรียมเอกสาร	32	32
	ห้องพักอาจารย์	48	48
	ธุรการ	140	140
	ตรวจสอบฯ	72	72
	ประจำ 1	32	32
	ประจำ 2	32	32
	วิทยาการ	64	64
	ห้องน้ำและทางเดิน	192	0
3	แบบแผน	768	724
	ห้องน้ำและทางเดิน	64	0
	รวมพื้นที่	2,460	2,084
หลังคา		800	0

ตารางที่ 4.1 การจำแนกพื้นที่ใช้สอยภายในอาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ

โครงสร้างอาคาร :	ความสูงและลักษณะอาคารเป็นดังรูปที่ 4.6 และ 4.7	
เสาและ คาน	คอนกรีตเสริมเหล็ก	
พื้น	พื้นชั้นที่ 1	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหนา 0.10 ม. slab on grade ปูกระเบื้องปูพื้นพีวีซี ขนาด 9 x 9 นิ้ว
	พื้นชั้นที่ 2และ3	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อกับที่ หนา 0.10 ม. slab on beam ปูกระเบื้องปูพื้นพีวีซี ขนาด 9 x 9 นิ้ว
ผนัง	ผนังภายนอกอาคาร	ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบทาสี
	ผนังภายในอาคารชั้นที่ 1 และ 2	ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น ฉาบปูนเรียบทาสี
	ผนังภายในอาคารชั้นที่ 3	ผนังอิปซั่มบอร์ด หนา 9 มม.โครงคร่าวเหล็กรูปสังกะสีทาสี และ ผนังไม้อัด หนา 6 มม.โครงคร่าวไม้เนื้อแข็งทาสี
หลังคา	โครงหลังคาเหล็กทาสีกันสนิม มุงกระเบื้องซีเมนต์ใยหินลอนคู่สีแดง ภายในกรุแผ่นฉนวนสะท้อนรังสีอลูมิเนียมฟอยล์	
บานประตู	ภายในอาคาร	บานประตูไม้อัด
	ภายนอกอาคาร	บานประตูบานกรอบไม้เนื้อแข็ง ลูกฟักกระจกใสหนา 6 มม. ขนาด 2.00 x 2.00 ม.
หน้าต่างอาคาร	ชั้นที่ 1 และ 2	หน้าต่างบานเปิด บานกรอบไม้เนื้อแข็ง ลูกฟักกระจกฝ้าหนา 6 ม.
	ชั้นที่ 3	หน้าต่างบานเลื่อนวงกบและบานกรอบอลูมิเนียม ลูกฟักกระจกสีชา 60% หนา 6 มม.



รูปที่ 4.6 รูปตัดตามยาวของอาคารกองวิทยาการ



รูปที่ 4.7 รูปตัดตามขวางของอาคารกองวิทยาการ

จำนวนผู้ใช้อาคาร จำแนกตามชั้นและแผนก :

ชั้น	แผนกหรือห้อง	จำนวนผู้ใช้(คน)/ห้อง
1	สาธารณูปการ	23
	วิศวกรรมโยธา	38
2	วิทยาการ	13
	ธุรการ	14
	น.ประจำ	9
	ห้องเรียน 1*	70
	ห้องเรียน 2*	40
	ตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ	7
3	แผนกแบบแผน	64
รวม		316

หมายเหตุ : ห้องเรียน 1 และ 2 มีการใช้งานประมาณ ปี ละ 3 เดือนตามการอบรม

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงจำนวนผู้ใช้อาคารภายในอาการกรณีศึกษา จำแนกตามชั้นและแผนก

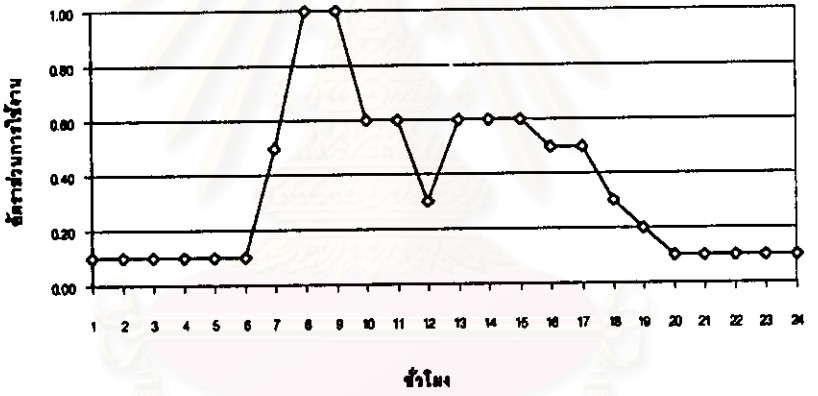
สามารถสรุปรูปแบบการใช้งานภายในอาคารกรณีศึกษาได้ 3 รูปแบบคือ

1. การใช้งานในลักษณะสำนักงานทั่วไป ได้แก่ แผนกธุรการ แผนกวิทยาการ แผนกตรวจสอบและควบคุมคุณภาพ และ ห้องน.ประจำ(นายทหารอาวุโส)
2. การใช้งานในลักษณะของสำนักงานเขียนแบบ ได้แก่ แผนกสาธารณูปการ แผนกวิศวกรรมโยธา และแผนกแบบแผน
3. การใช้งานในลักษณะของห้องเรียน-ห้องประชุม ได้แก่ ห้องเรียน 1 และ ห้องเรียน 2

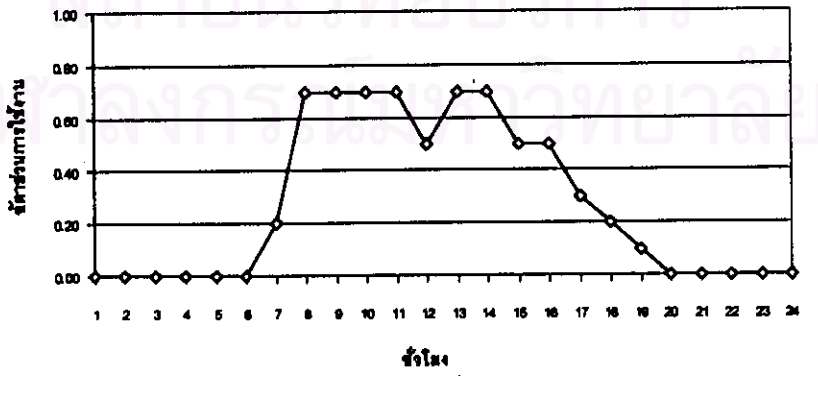
และจากลักษณะการใช้งานอาคารสามารถจำแนกตารางการใช้งานอาคารในแต่ละช่วงเวลาตลอด 24 ชั่วโมงในวันทำการ(จันทร์-ศุกร์)และวันหยุดทำการ(เสาร์-อาทิตย์และวันหยุดราชการ)ได้ดังแผนภูมิที่ 4.1-4.15

ส่วนสำนักงานทั่วไป

แผนภูมิที่ 4.1 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนผู้ใช้งานในส่วนสำนักงานในรอบ 24 ชั่วโมง

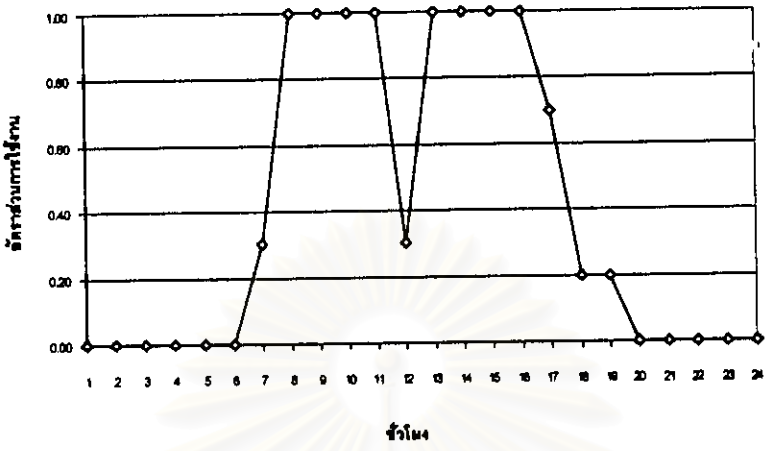


แผนภูมิที่ 4.2 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้แสงประดิษฐ์ในส่วนสำนักงานในรอบ 24 ชั่วโมง

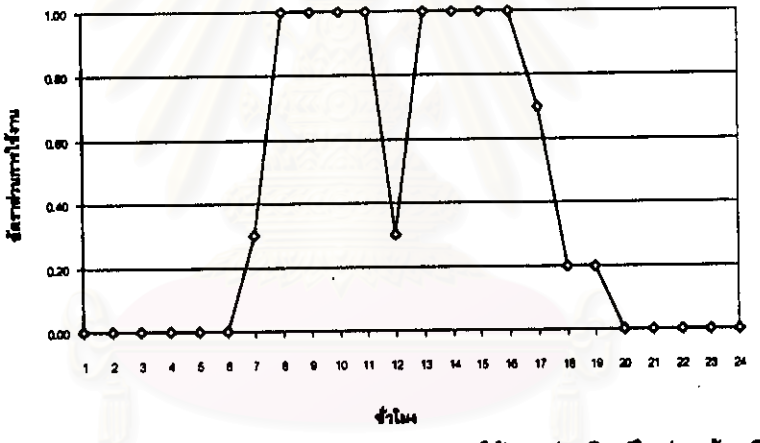


แผนภูมิที่ 4.3 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้อุปกรณ์ในส่วนสำนักงานในรอบ 24 ชั่วโมง

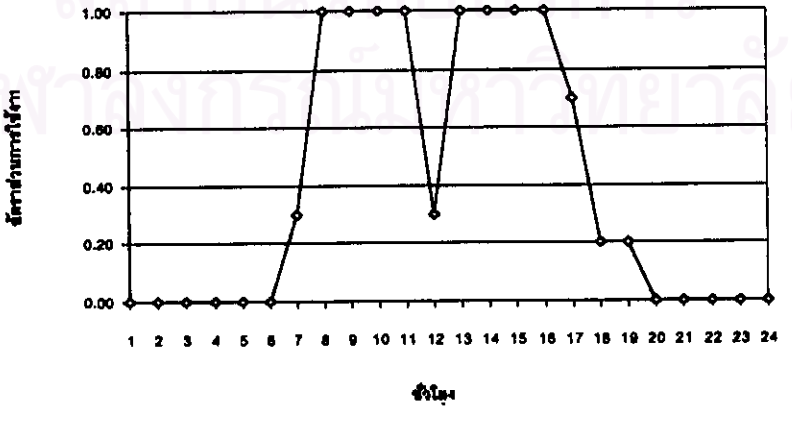
ส่วนห้องเรียนและฝึกอบรม



แผนภูมิที่ 4.4 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนผู้ใช้งานในส่วนห้องเรียนและฝึกอบรมช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

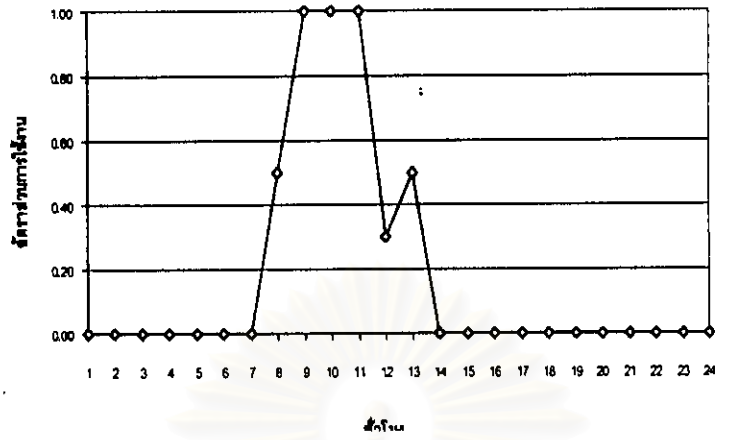


แผนภูมิที่ 4.5 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้แสงประดิษฐ์ในส่วนห้องเรียนและฝึกอบรม ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

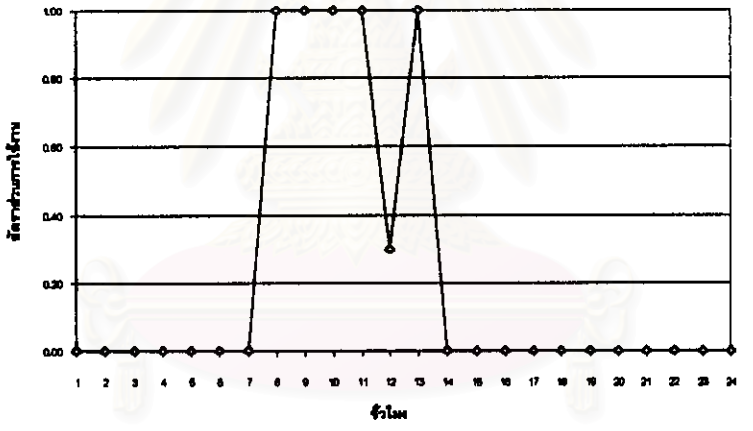


แผนภูมิที่ 4.6 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้อุปกรณ์ในส่วนห้องเรียนและฝึกอบรม ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

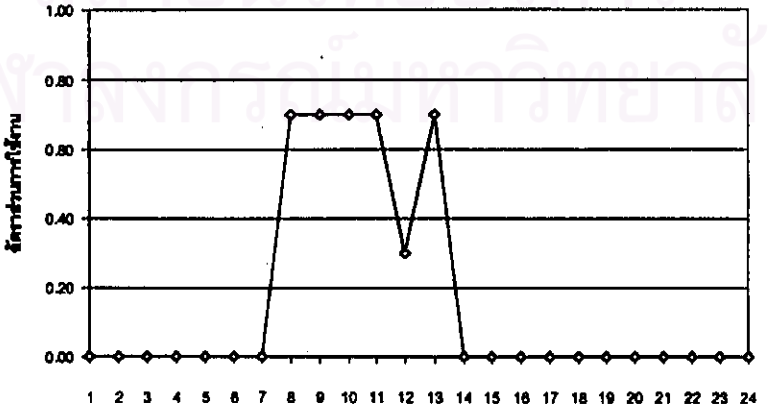
ส่วนห้องทำงานนายทหารระดับสูง



แผนภูมิที่ 4.7 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนผู้ใช้งานในส่วนห้องทำงานนายทหารระดับสูง ในรอบ 24 ชั่วโมง

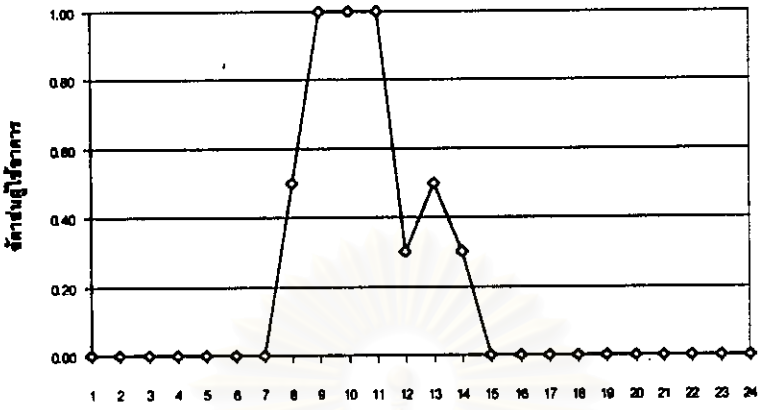


แผนภูมิที่ 4.8 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้แสงประดิษฐ์ในส่วนห้องทำงานนายทหารระดับสูง ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

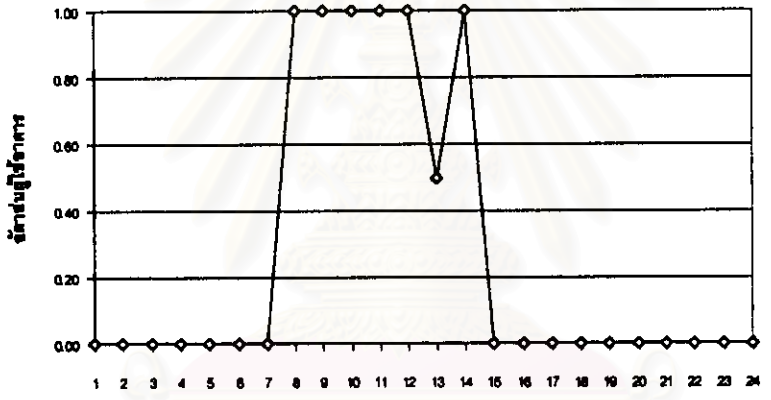


แผนภูมิที่ 4.9 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้อุปกรณ์ในส่วนห้องทำงานนายทหารระดับสูง ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

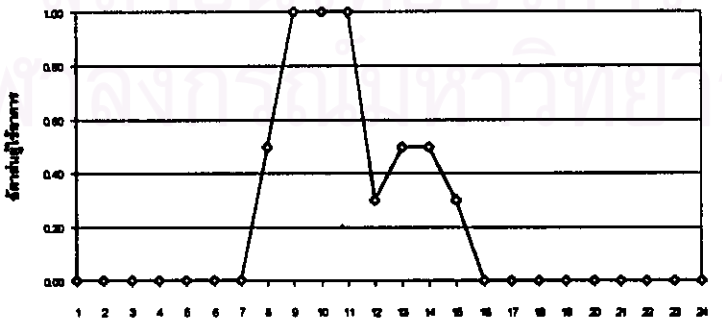
ส่วนห้องประชุม



แผนภูมิที่ 4.10 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนผู้ใช้งานในส่วนห้องประชุม ในรอบ 24 ชั่วโมง



แผนภูมิที่ 4.11 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้แสงประดิษฐ์ในส่วนห้องประชุม ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง



แผนภูมิที่ 4.12 ตารางการใช้งานอาคารจำแนกตามอัตราส่วนการใช้อุปกรณ์ในส่วนห้องประชุม ช่วงวันทำการ ในรอบ 24 ชั่วโมง

4.2. คุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคาร

ลักษณะของวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารเป็นวัสดุก่อสร้างทั่วไปที่นิยมใช้เป็นมาตรฐานในการก่อสร้างอาคารประเภทสำนักงานของทางราชการ ในส่วนผนังภายนอกและผนังกั้นทั่วไปในอาคารจะใช้วัสดุที่มีมวลมากได้แก่ ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบที่มีค่าความต้านทานความร้อนรวมประมาณ 0.3601 ม^2-องศาเคลวิน/วัตต์ (3.277 ฟุต^2-องศาฟาเรนไฮต์/บีทียู) พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ส่วนผนังภายในอาคารชั้นที่ 3 จะใช้ผนังเบา ได้แก่ ผนังยิปซั่มโครงเหล็กชุบสังกะสี และ ผนังไม้อัดโครงคร่าวไม้ เป็นต้น ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติเฉพาะวัสดุในด้านการถ่ายเทความร้อนที่ต่างกัน วัสดุเปลือกอาคารสามารถสรุปคุณสมบัติ ได้ดัง ตาราง 4.3 รายละเอียดการคำนวณดังภาคผนวก ก

ชนิดวัสดุ	ความหนารวม (ม.)	ค่าความต้านทานความร้อนรวม (R-Value)[n]		ค่าการหน่วงเหนี่ยวความร้อน thermal time lag[1] (hr.)
		SI-Unit (m^2-K/W)	IP-Unit (h r . f t^2 - F / Btu.)	
ผนังก่ออิฐครึ่งแผ่น	0.10	0.2841	1.61	2 1/2
พื้นค.ส.ล.	0.10	0.4107	2.33	2 1/2
หลังคากระเบื้องซีเมนต์ใยหิน	0.006	1.8055	10.25	1/2

ตารางที่ 4.3 ตารางคุณสมบัติในการต้านทานความร้อนของวัสดุที่ใช้ในอาคาร

ที่มา : ก. การคำนวณจากข้อมูลวัสดุ ตามมาตรฐานในคู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร

ข. ดวิงใจ บูรณะสมภพ การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน น.39

จะเห็นว่าวัสดุที่ใช้เป็นเปลือกอาคารได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ เป็นวัสดุที่มีมวลมากทำให้มีผลในด้านการหน่วงเหนี่ยวความร้อนไว้ประมาณ 2 1/2 ชั่วโมง

4.3. สภาวะภายในอาคารกรณีศึกษา

การเก็บข้อมูลสภาวะภายในอาคารเพื่อวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของอาคารกรณีศึกษาในด้านสภาวะน่าสบาย สภาวะภายในอาคารกรณีศึกษาที่เก็บข้อมูลได้แก่ ลักษณะอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมภายในอาคาร และ MRT แนวทางในการในการเก็บข้อมูลได้แก่ทำการวัดภายในห้องที่มีอุณหภูมิภายในอาคารสูงที่สุดในแต่ละชั้น วัดเก็บข้อมูลรายชั่วโมงในระหว่างเวลา 8.00 – 20.00 น. มีรายละเอียดการเก็บข้อมูลดังภาคผนวก ข -1

4.3.1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

ทำการวัดในห้องที่เลือกเป็นตัวแทนของอาคารในแต่ละชั้นแล้วนำมาหาเป็นค่าเฉลี่ยอุณหภูมิภายในอาคารทั้งอาคาร ณ ช่วงเวลาที่สำรวจอาคาร (25 ต.ค.5243 ถึง 3 พ.ย.2542) อุณหภูมิอากาศภายในอาคารเฉลี่ยในช่วงเวลาที่มีการปรับอากาศภายในห้องอุณหภูมิ มีค่า 22.78 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์มีค่า 64.24% ในขณะที่อุณหภูมิอากาศภายนอกมีค่า 27.73 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75.14 % รายละเอียดดัง ตารางที่ 4.4

	วันหยุดราชการ(ไม่ปรับอากาศ)						วันทำการ(ปรับอากาศ)					
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)			อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (%)		
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย
ภายนอก	34.24	27.98	31.44	91.70	50.80	66.90	29.63	25.51	27.61	88.63	63.8	76.18
ภายใน	31.19	26.94	28.41	88.20	73.60	79.88	28.78	18.7	22.40	76.6	52.13	61.95

หมายเหตุ : ณ ช่วงเวลาที่ทำการวัด สภาพท้องฟ้าอยู่ในสภาพ overcast เป็นส่วนใหญ่

ตารางที่ 4.4. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายใน-ภายนอกอาคาร

จากข้อมูลการสำรวจอาคารจะเห็นว่าในวันหยุดราชการอาคารไม่ปรับอากาศอุณหภูมิภายในอาคารจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคารประมาณ 3 องศาเซลเซียส และค่าความชื้นสัมพัทธ์ภายในอาคารจะสูงกว่าภายนอกประมาณ 13 % เนื่องจากความชื้นที่สะสมอยู่ภายในอาคาร แสดงว่าเปลือกอาคารมีศักยภาพในการป้องกันกันความร้อนจากภายนอกอาคารเข้าสู่ภายในอาคารได้ไม่ดี

แต่ในวันทำการซึ่งเปิดใช้เครื่องปรับอากาศอุณหภูมิภายในอาคารจะต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกอาคารประมาณ 5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ถูกควบคุมให้อยู่ในมาตรฐานการออกแบบระบบปรับอากาศต่างจากภายนอก 14% เมื่อพิจาณาที่อุณหภูมิเฉลี่ยภายในอาคารพบว่ามีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าค่าอุณหภูมิภาวะภายในบริเวณปรับอากาศที่คู่มือการอนุรักษ์พลังงานในอาคารกำหนดไว้(25 องศาเซลเซียส) ซึ่งจะต้องทำการพิจารณาต่อไปว่าเกิดเนื่องจากสาเหตุใด

4.3.2 อุณหภูมิผิวอาคารกรณีศึกษา และ Mean Radient Temperature (MRT)

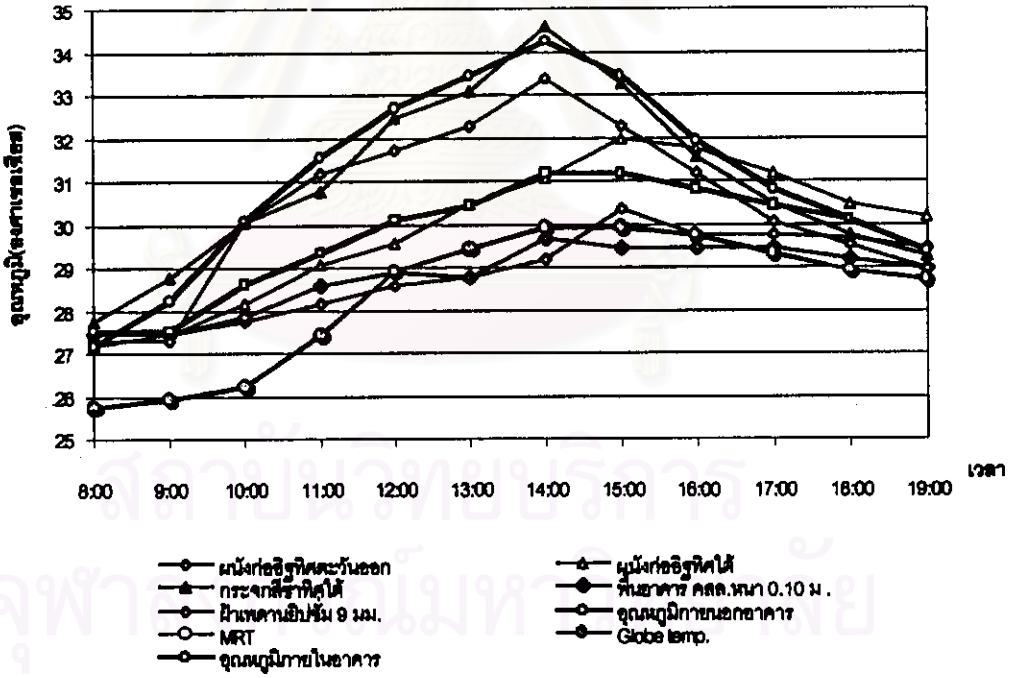
การวัดข้อมูลอุณหภูมิผิวเปลือกอาคาร โดยวัดอุณหภูมิผนังด้านทิศใต้ในอาคารกรณีศึกษาชั้นที่ 3 ในฝ่ายวิศวกรรมในวันหยุดทำการ(ไม่ปรับอากาศ) และวันทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวของผนังและเปลือกอาคารแต่ละชนิดในระหว่างเวลา 8.00 - 19.00 น. ประกอบด้วยผนังก่ออิฐฉาบปูน กระจกสีน้ำต่างอาคารสีชาดำ ฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด หนา 9 มม. และพื้นอาคาร นำข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายในและภายนอกอาคาร ได้ดังแผนภูมิที่ 4.13

อาคารกรณีศึกษาไม่ปรับอากาศ(วันเสาร์-อาทิตย์)

อุณภูมิภายในอาคารจะมีการเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิอากาศ โดยอุณหภูมิภายในอาคารมีแนวโน้มที่จะขึ้นสูงที่สุดช้ากว่า อุณหภูมิภายนอกอาคาร ประมาณ 1 1/2 ชั่วโมง เนื่องจากอิทธิพลของการหน่วงอุณหภูมิของผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบ ลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.13

เมื่อพิจารณาอุณหภูมิผิวของวัสดุอาคาร สามารถแบ่งกลุ่มของเปลือกอาคารตามรูปแบบของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้ดังนี้

1. กลุ่มวัสดุที่มีมีอุณหภูมิผิวสูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคารและมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศ ได้แก่ กระจกสีชา และฝ้าเพดานยิปซั่มบอร์ด
2. กลุ่มวัสดุที่มีอุณหภูมิผิวที่ต่ำกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร และมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ต่างกันไม่เกิน 2 องศา ได้แก่ พื้นอาคาร ค.ส.ล. หนา 0.10 ม.
3. กลุ่มวัสดุที่บางช่วงมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิภายในอาคาร และบางช่วงเวลาที่อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิภายในอาคารได้แก่ ผนังก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งในระหว่างเวลา 8.00 - 13..00 น. มีอุณหภูมิผิวที่ต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายใน แล้วเริ่มขึ้นสูงในเวลา 14.00 น. และไม่ลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก โดยอุณหภูมิจะขึ้นสูงที่สุดช้ากว่าอุณหภูมิภายนอกประมาณ 1 1/2 - 2 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องคุณสมบัติการหน่วงความร้อนของวัสดุ



แผนภูมิที่ 4.13 แสดงอุณหภูมิผิวของเปลือกอาคารชนิดต่างๆในห้องที่มีผนังภายนอกอาคารทางด้านทิศใต้

จากข้อมูลทั้งหมดสามารถสรุปได้ว่าส่วนประกอบของอาคารที่มีอิทธิพลต่ออุณหภูมิภายในอาคารชั้น 3 ได้แก่ ผนังภายนอกอาคาร กระจกหน้าต่างของตัวอาคาร ส่วนของฝ้าเพดานที่รับความร้อนมาจากทางหลังคา ผนังอาคารที่เก็บความร้อนและแผ่รังสีความร้อนให้แก่ตัวอาคารในเวลากลางคืนมีผลทำให้อุณหภูมิภายในอาคารสูงกว่าอุณหภูมิภายนอกในช่วงเวลากลางคืน อาจจะส่งผลให้การปรับอากาศในช่วงเริ่มการทำงานในวันแรกอาจจะต้องให้พลังงานไฟฟ้าเพื่อรีดความร้อนที่ตกค้างในช่วงกลางคืนออกไป

4.3.3 การกระจายลมภายในอาคาร

จากการวัดเก็บข้อมูลอาคารพบว่า เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศความเร็วลมภายในอาคารกรณีศึกษาในระดับพื้นที่ทำงาน(สูงจากพื้น 0.75 ม.) มีค่าระหว่าง 0.06 – 0.18 เมตร/วินาที ซึ่งไม่รบกวนสภาวะน่าสบายและการทำงานของผู้ใช้อาคาร รายละเอียดดังภาคผนวก ข - 1

4.4. ระบบปรับอากาศที่ใช้ในอาคาร

ระบบปรับอากาศในอาคารทั้งหมดเป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน จำนวนทั้งหมด 59 เครื่อง มีตำแหน่ง ขนาดและ รายละเอียดดังรูปที่ 4.8 -4.10 และตารางที่ 4.5 โดยมีกำลังในการทำความเย็นทั้งอาคารรวมกัน 1,755,910 บีทียู/ชั่วโมง หรือ 146.32 ตัน ใช้พลังงานไฟฟ้ารวม 189.246 กิโลวัตต์ คิดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ(EER) มีค่าโดยเฉลี่ยทั้งอาคารประมาณ 9.28 (สูงกว่าเครื่องปรับอากาศเบอร์ 3) คิดเป็น กิโลวัตต์/ตันความเย็นได้ 1.29 ซึ่งไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคาร(1.61 กิโลวัตต์/ตันความเย็น)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ลำดับ	โซนที่	ชื่อห้องหรือพื้นที่	ขนาดเครื่องปรับอากาศ	ประเภทเครื่องปรับอากาศ	ค่าความสามารถในการทำความเย็น (Btu/hr)	ค่าความสามารถในการทำความเย็น (Watt)	ค่าการใช้กระแสไฟฟ้า (Amp)	ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า (Watt)	EER	COP	ค่าความสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า
1	1-A	แผนกสารสนเทศ	1S	SP	36,300	10,346.43	15.24	3,352.80	10.83	3.09	0.32
2	1-A	แผนกสารสนเทศ	2S	SP	36,300	10,346.43	15.48	3,405.60	10.37	3.04	0.33
3	1-A	แผนกสารสนเทศ	3S	SP	36,300	10,346.43	20.4	4,488.00	7.87	2.31	0.43
4	1-B	แผนกสารสนเทศ	4S	SP	36,300	10,346.43	14.16	3,115.20	11.33	3.32	0.30
5	1-C	แผนกสารสนเทศ	5S	SP	36,300	10,346.43	15.84	3,484.80	10.13	2.97	0.34
6	1-C	แผนกสารสนเทศ	6S	SP	36,300	10,346.43	12.84	2,824.80	12.50	3.66	0.27
7	2	แผนกสารสนเทศ	7S	SP	36,300	10,346.43	18.12	3,986.40	8.86	2.60	0.39
8	2	แผนกสารสนเทศ	8S	SP	36,300	10,346.43	14.04	3,088.80	11.43	3.36	0.30
9	3	แผนกวิศวโยธา	1CV	SP	36,300	10,346.43	15.96	3,511.20	10.08	2.95	0.34
10	3	แผนกวิศวโยธา	2CV	SP	36,300	10,346.43	17.52	3,854.40	9.16	2.68	0.37
11	3	แผนกวิศวโยธา	3CV	SP	36,300	10,346.43	16.32	3,590.40	9.83	2.88	0.35
12	3	แผนกวิศวโยธา	4CV	SP	36,300	10,346.43	17.88	3,933.60	8.97	2.63	0.38
13	3	แผนกวิศวโยธา	5CV	SP	36,300	10,346.43	18.6	4,092.00	8.63	2.53	0.40
14	3	แผนกวิศวโยธา	6CV	SP	36,300	10,346.43	17.88	3,933.60	8.97	2.63	0.38
15	3	แผนกวิศวโยธา	7CV	SP	36,300	10,346.43	14.4	3,168.00	11.14	3.27	0.31
16	5	ห้องเรียน 1	1L	WT	12,000	3,517.20	6.84	1,504.80	7.97	2.34	0.43
17	5	ห้องเรียน 1	2L	SP	36,300	10,346.43	21.24	4,672.80	7.56	2.21	0.45
18	5	ห้องเรียน 1	3L	SP	38,600	11,313.66	21.12	4,646.40	8.31	2.43	0.41
19	5	ห้องเรียน 1	4L	SP	38,600	11,313.66	22.2	4,884.00	7.90	2.32	0.43
20	6	เครื่องนอกสาย	1P	SP	24,000	7,034.40	14.4	3,168.00	7.58	2.22	0.45
21	7	ห้องเรียน 2	5L	SP	36,300	10,346.43	15.48	3,405.60	10.37	3.04	0.33
22	7	ห้องเรียน 2	6L	SP	36,300	10,346.43	16.2	3,564.00	9.90	2.90	0.34
23	8	ห้องพักอาจารย์	7L	SP	38,600	11,313.66	20.76	4,567.20	8.45	2.48	0.40
24	9-A	ธุรการ	1A	SP	18,000	5,275.80	13.32	2,930.40	6.14	1.80	0.56
25	9-B	ธุรการ	2A	SP	12,000	3,517.20	5.04	1,108.80	10.82	3.17	0.32
26	10	สพ.และวสพ.	1H	SP	12,000	3,517.20	10.2	2,244.00	5.36	1.57	0.64
27	10	สพ.และวสพ.	2H	SP	12,000	3,517.20	8.04	1,768.80	6.78	1.99	0.50
28	11	ประชุมเล็ก	1CON	SP	36,300	10,346.43	14.64	3,220.80	10.98	3.21	0.31
29	12	แผนกตรวจสอบฯ	1QC	SP	36,300	10,346.43	13.44	2,956.80	11.94	3.50	0.29
30	12	แผนกตรวจสอบฯ	3QC	SP	18,000	4,689.80	9	1,980.00	8.08	2.37	0.42
31	13	ประจำ1	1R	WT	12,000	3,517.20	7.08	1,557.60	7.70	2.26	0.44
32	14	แผนกวิทยาการ	8L	WT	12,000	3,517.20	6.84	1,504.80	7.97	2.34	0.43
33	14	แผนกวิทยาการ	9L	WT	12,000	3,517.20	6.6	1,452.00	8.26	2.42	0.41
34	14	แผนกวิทยาการ	10L	WT	12,000	3,517.20	7.08	1,557.60	7.70	2.26	0.44
35	15	ประจำ2	2R	SP	12,000	3,517.20	15.24	3,352.80	3.58	1.05	0.95
36	17	ส่วน.สนส.	1DP	SP	25,000	7,327.50	13.56	2,983.20	8.38	2.46	0.41
37	17	ส่วน.สนส.	2DP	SP	38,162	11,185.28	18.84	4,144.80	9.21	2.70	0.37
38	17	ส่วน.สนส.	3DP	SP	36,300	10,346.43	15.6	3,432.00	10.29	3.01	0.33
39	18	ส่วน.สนส.	4DP	SP	36,300	10,346.43	16.44	3,616.80	9.76	2.86	0.35
40	18	ส่วน.สนส.	5DP	SP	38,162	11,185.28	17.76	3,907.20	9.77	2.86	0.35
41	18	ส่วน.สนส.	6DP	SP	25,600	7,501.98	15.84	3,484.80	7.40	2.17	0.46
42	19	pantry.สนส.	7DP	SP	36,300	10,346.43	16.956	3,732.66	9.48	2.77	0.36
43	19	pantry.สนส.	8DP	SP	36,300	10,346.43	14.52	3,194.40	11.05	3.24	0.31
44	20	มรม.สนส.	10DP	SP	36,300	10,346.43	18.48	4,065.60	8.86	2.54	0.39
45	20	มรม.สนส.	11DP	SP	38,162	11,185.28	17.52	3,854.40	9.90	2.90	0.34
46	20	มรม.สนส.	12DP	SP	38,162	11,185.28	19.44	4,276.80	8.92	2.62	0.38
47	20	มรม.สนส.	13DP	SP	38,162	11,185.28	20.64	4,540.80	8.40	2.46	0.41
48	21	อาคารกลาง สนส.	14DP	SP	25,600	7,501.98	11.4	2,508.00	10.29	3.02	0.33
49	21	อาคารกลาง สนส.	15DP	SP	25,600	7,501.98	9.6	2,112.00	12.22	3.58	0.28
50	21	อาคารกลาง สนส.	16DP	SP	25,600	7,501.98	7.56	1,663.20	15.51	4.55	0.22
51	21	อาคารกลาง สนส.	17DP	SP	25,600	7,501.98	13.56	2,983.20	8.88	2.63	0.38
52	22	ห้องเก็บ สนส.	18DP	SP	25,600	7,501.98	14.88	3,273.60	7.88	2.31	0.43
53	23	ประมาณราคา สนส.	19DP	SP	36,300	10,346.43	14.16	3,115.20	11.33	3.32	0.30
54	23	ประมาณราคา สนส.	20DP	SP	36,300	10,346.43	14.28	3,141.60	11.24	3.29	0.30
55	23	ประมาณราคา สนส.	21DP	SP	36,300	10,346.43	16.32	3,590.40	9.83	2.88	0.35
56	24	อาคุโล สนส.	22DP	SP	36,300	10,346.43	14.16	3,115.20	11.33	3.32	0.30
57	24	อาคุโล สนส.	23DP	SP	36,300	10,346.43	13.92	3,062.40	11.53	3.38	0.30
58	25-A	ส่งมอบ สนส.	24DP	SP	18,700	5,480.97	9.72	2,138.40	8.74	2.56	0.38
59	25-B	ส่งมอบ สนส.	25DP	SP	25,600	7,501.98	15.6	3,432.00	7.32	2.20	0.48
รวม					1,755,910	514,657	880	169,348	9.39	2.72	0.37

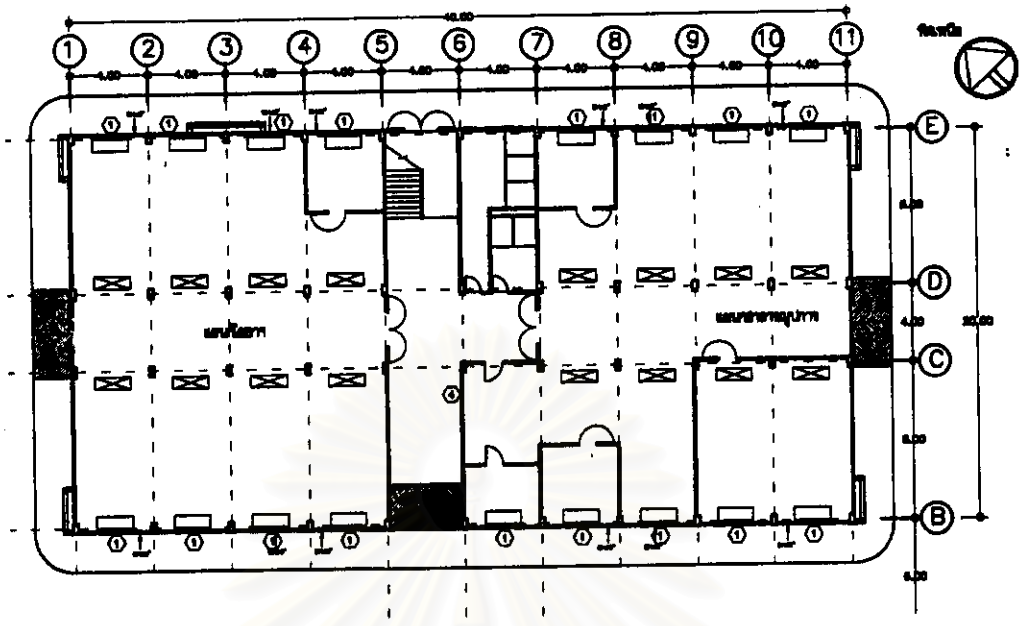
หมายเหตุ

EIR = Energy Input Ratio

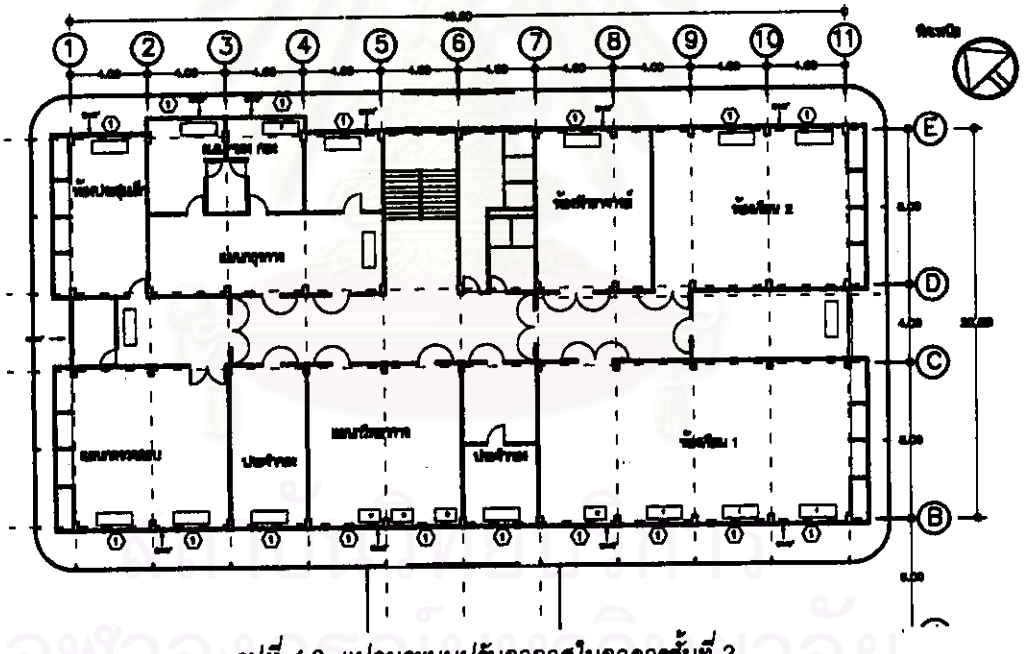
SP = SPLIT TYPE

WT = WINDOW TYPE

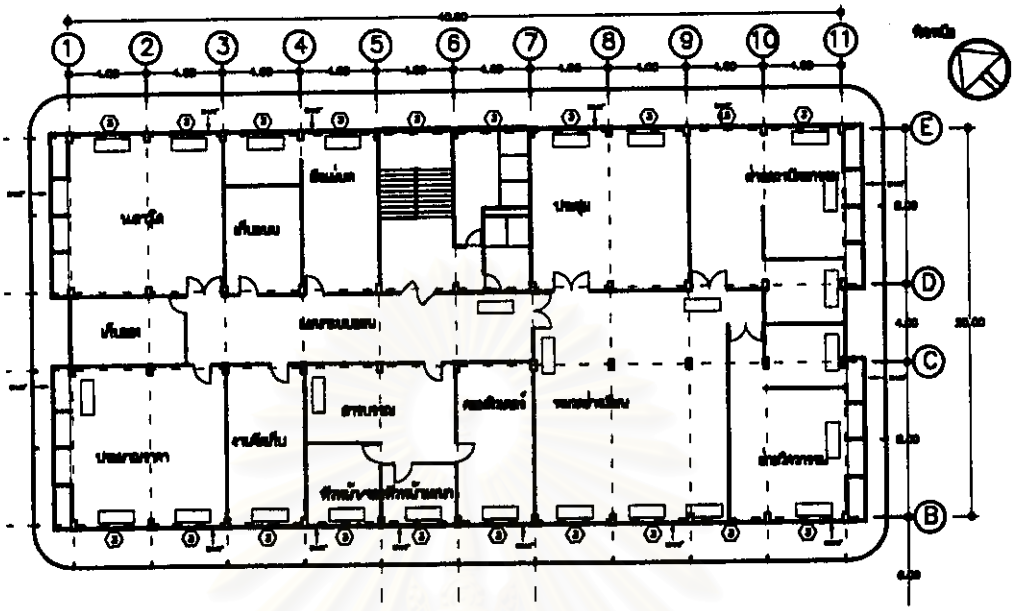
ตารางที่ 4.5 รายละเอียดเครื่องปรับอากาศในอาคาร



รูปที่ 4.8 แปลนระบบปรับอากาศในอาคารชั้นที่ 1



รูปที่ 4.9 แปลนระบบปรับอากาศในอาคารชั้นที่ 2



รูปที่ 4.10 แปลนระบบปรับอากาศในอาคารชั้นที่ 3

4.5. ระบบแสงสว่างภายในอาคาร

อาคารกองวิทยาการ มีการวางทิศทางอาคารและการเจาะช่องเปิดในแนวเหนือ-ใต้ ส่วนในทิศตะวันออกและตะวันตกนั้นมีการเจาะช่องแสงประมาณ 12% สิ่งที่มีผลต่อระดับความส่องสว่างภายในอาคาร ได้แก่ลักษณะช่องเปิด ค่าการส่องผ่านของกระจกและแผงกันแดดของตัวอาคาร ทิศทางของอาคาร ค่าการสะท้อนแสงของพื้น ผนัง และฝ้าเพดานในอาคาร

ผนังภายนอกอาคารกองวิทยาการเป็นสีขาวครีมบุหรี่ มีค่าการสะท้อนแสงที่ประมาณ 0.70 รายละเอียดค่าเฉลี่ยการสะท้อนแสงของผนัง พื้นและฝ้าเพดานในอาคารแต่ละชั้นเป็นดังตาราง 4.6

อาคารชั้นที่	ค่าการสะท้อนแสง(%)		
	พื้น	ผนัง	ฝ้าเพดาน[ก]
1	21	47	75
2	16	53	75
3	18	88	75

หมายเหตุ : ก. เป็นค่าการสะท้อนแสงของสีขาวที่ทาฝ้าเพดาน

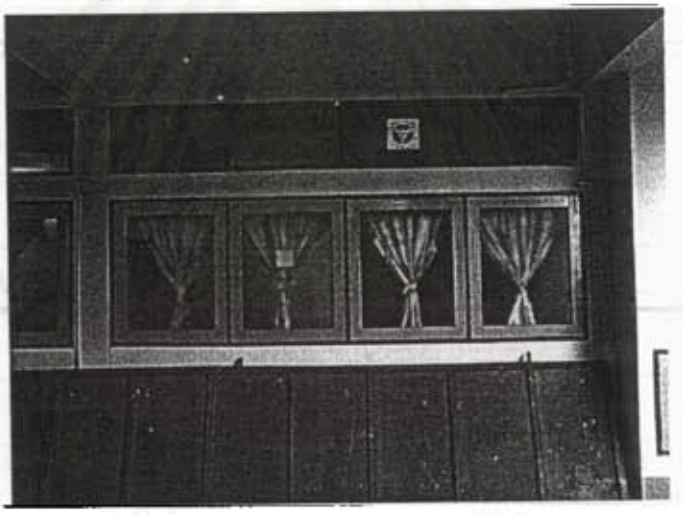
ตารางที่ 4.6 สรุปค่าการสะท้อนแสงเฉลี่ยของพื้น ผนัง และฝ้าเพดานในอาคารแต่ละชั้น

4.5.1 ลักษณะของช่องเปิดอาคาร

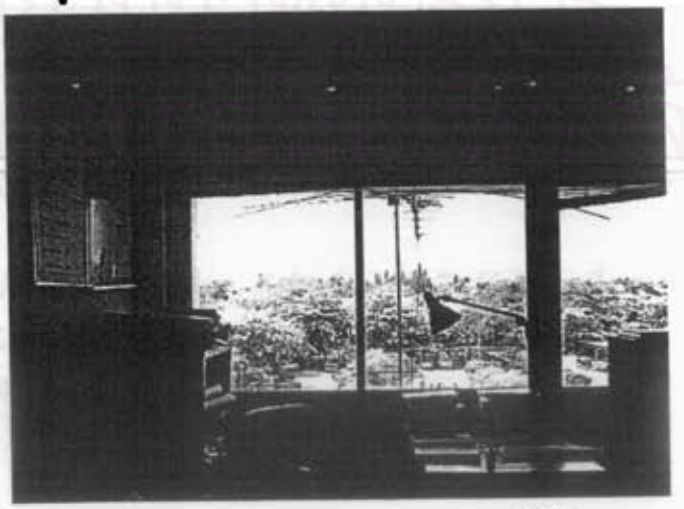
อาคารกรณีศึกษามีการเจาะช่องหน้าต่างส่วนใหญ่บนผนังทิศเหนือและใต้ โดยอาคารชั้นที่ 1 และ 2 ใช้หน้าต่างบานเปิดลูกฟักกระจกฝ้า ตอนบนเป็นช่องแสงกระจกฝ้า อาคารชั้นที่ 3 เป็นหน้าต่างบานเลื่อนลูกฟักกระจกสีชามีลักษณะดังรูป 4.11 –4.12 สามารถสรุปชนิดของกระจกที่ใช้และพื้นที่ในแต่ละด้านได้ดังตาราง 4.7

ชั้นที่	ชนิดหน้าต่าง	ชนิดกระจก	ค่า SC	พื้นที่(ตร.ม.)			
				เหนือ	ตะวันออก	ใต้	ตะวันตก
1	บานเปิด	กระจกฝ้า 6 มม.	0.85	68.4	9.72	68.4	9.72
2	บานเปิด	กระจกฝ้า 6 มม.	0.85	68.7	2.88	68.7	2.88
3	บานเลื่อน	กระจกสีชา 6 มม.	0.64	39.6	2.88	39.6	2.88
		รวมพื้นที่(ตร.ม.)		176.4	15.48	176.4	15.48

ตารางที่ 4.7 สรุปลักษณะหน้าต่าง ชนิดกระจก และพื้นที่ ในอาคารกรณีศึกษา



รูปที่ 4.11ก ลักษณะช่องหน้าต่างอาคารชั้นที่ 1 และ 2



รูปที่ 4.11ข ลักษณะช่องหน้าต่างอาคารในชั้นที่ 3

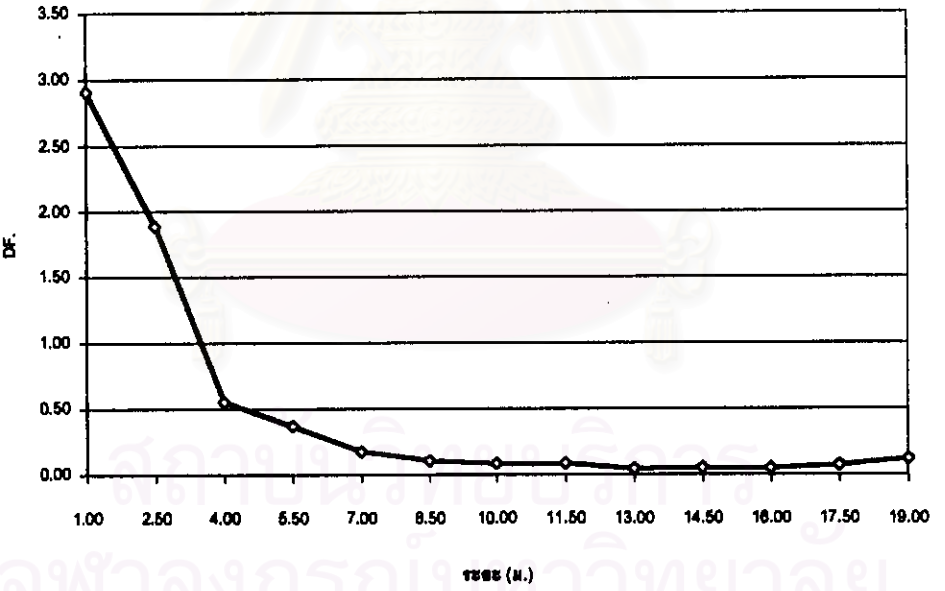
4.5.2 ระดับความส่องสว่างภายในอาคาร

การวัดแสงธรรมชาติในอาคารกรณีศึกษาทำโดยใช้เครื่องมือวัดแสงลักซ์มิเตอร์ วัดระดับความส่องสว่างที่ระดับทำงาน (0.80 ม.)จากพื้นอาคาร วัดในห้องที่พิจารณาเป็นตัวแทนอาคารในแต่ละชั้น เพื่อศึกษาการกระจายแสงธรรมชาติในอาคาร ที่ทุกระยะ 1.25 ม. โดยวัดเป็นค่า daylight factor (DF) แต่ละจุด โดยค่า DF ที่เหมาะสำหรับการทำงานตามค่ามาตรฐาน IES (illuminating engineering society) มีค่าประมาณ 2.5

ระดับความส่องสว่างภายในอาคารชั้นที่ 1

เนื่องจากลักษณะของตัวอาคารที่มีชายคายื่น 2.00 ม. และมีแผงบังแดดในแนวตั้งบังจากระดับพื้นอาคารชั้น 2 ลงมาประมาณ 0.70 ม. ทำให้ช่องแสงด้านบนถูกบังแสงธรรมชาติจนไม่สามารถนำมาใช้งานในอาคารได้

พบว่า ค่า DF ที่วัดได้จากอาคารกองวิทยาการในชั้นที่ 1 ที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่แนะนำ จะอยู่ในระยะประมาณ 1.00-1.50 ม. จากช่องแสง ดังนั้นลักษณภาพของตัวอาคารที่จะนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานเพื่อการทำงานสำนักงานจึงมีความเป็นไปได้น้อยมาก มีลักษณะของค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงเป็นดังแผนภูมิที่ 4.13

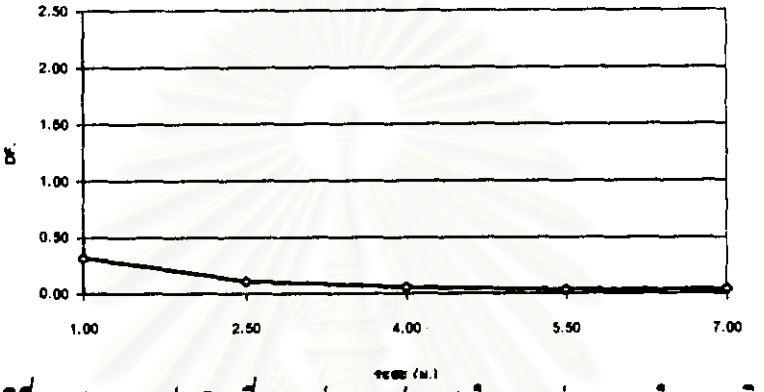


แผนภูมิที่ 4.13 แสดงค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในระยะต่างๆ ในอาคารชั้น 1

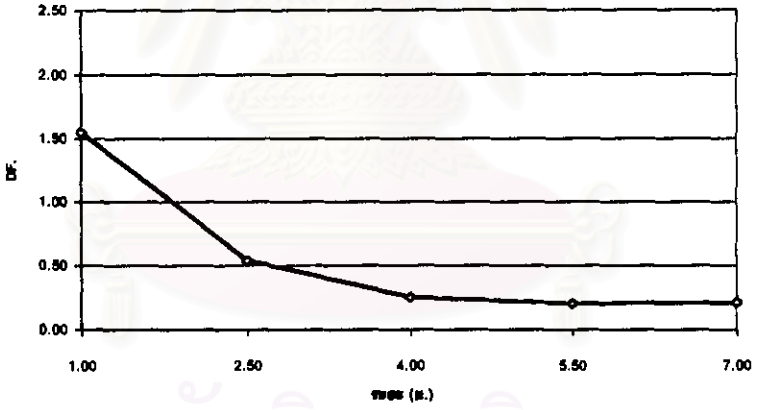
ดังนั้นในอาคารชั้นที่1 จึงต้องนำแสงประดิษฐ์มาใช้งานเพื่อการทำงานในแต่ละพื้นที่เป็นหลัก หากต้องการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารจะต้องทำการปรับปรุงอาคารเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายแสงธรรมชาติในอาคารชั้นที่ 1 ให้ดียิ่งขึ้น

ระดับความส่องสว่างภายในอาคารชั้นที่ 2

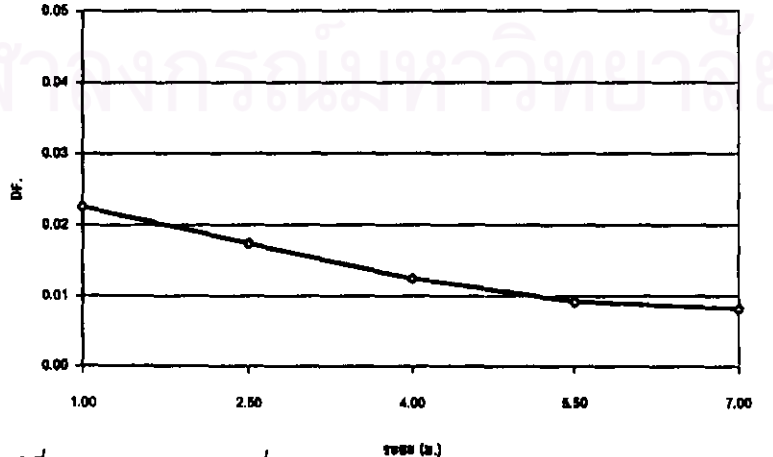
พบว่า ค่า DF ที่วัดได้จากอาคารกองวิทยาการในชั้นที่ 2 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่แนะนำ ทั้งนี้ แผนกวิทยาการซึ่งตัวอาคารมีแผงบังด้านหน้าทำให้แสงธรรมชาติเข้ามาภายในได้ไม่เต็มที่และ ส่วนห้องประชุม 1 และ 2 โดยเฉพาะห้องประชุม 2 ที่ช่องเปิดอยู่ทางด้านทิศเหนือซึ่งมีต้นไม้ใหญ่ขึ้นบังแสงธรรมชาติค่า DF ยิ่งต่ำมากมีค่าระดับการส่องสว่างเพียงพอแก่การมองเห็นเท่านั้นทำให้ต้องใช้แสงประดิษฐ์เข้ามาใช้งานแทนตลอดเวลาที่ใช้งานภายในพื้นที่ ลักษณะของค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในพื้นที่เป็นดังแผนภูมิที่ 4.14 - 4.16



แผนภูมิที่ 4.14 แสดงค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในระยะต่างๆ ภายในแผนกวิทยาการ



แผนภูมิที่ 4.15 แสดงค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในระยะต่างๆ ภายในห้องประชุม 1

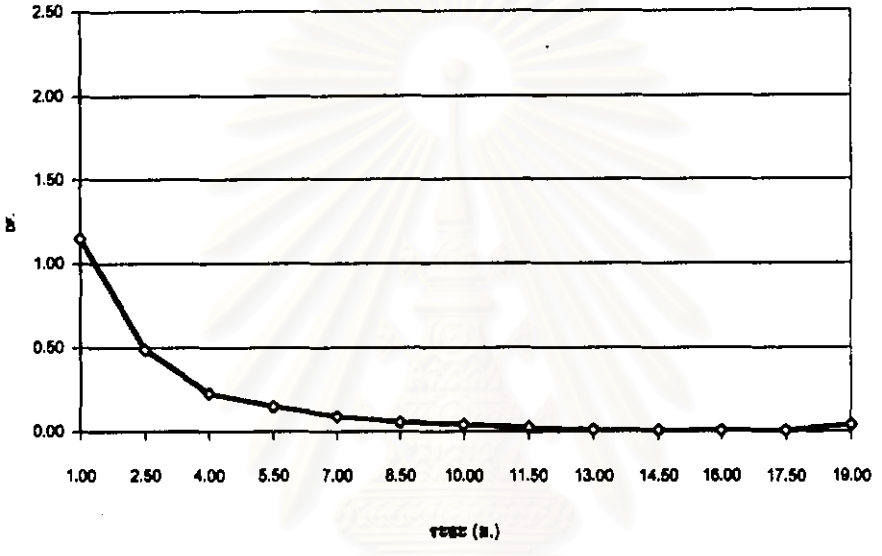


แผนภูมิที่ 4.16 แสดงค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในระยะต่างๆ ภายในห้องประชุม 2

ระดับความส่องสว่างภายในอาคารชั้นที่ 3

เนื่องจากอาคารในทางด้านทิศเหนือก็มีกลุ่มต้นไม้สูงที่มีพุ่มใบทึบมาบดบังแสงธรรมชาติ ทำให้ศักยภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคาร เพื่อการใช้งานในลักษณะสำนักงานเป็นไปได้ยากหากไม่ทำการปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาคารเพิ่มเติม

ในอาคารชั้นที่ 3 ก็มีปัญหาเช่นเดียวกับอาคารชั้นที่ 1 ซึ่งเมื่อพิจารณาพบว่าค่า DF ของการกระจายแสงธรรมชาติภายในอาคารมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่แนะนำ ลักษณะของค่า DF ระยะห่างจากช่องแสงในพื้นที่เป็นดังแผนภูมิที่ 4.17



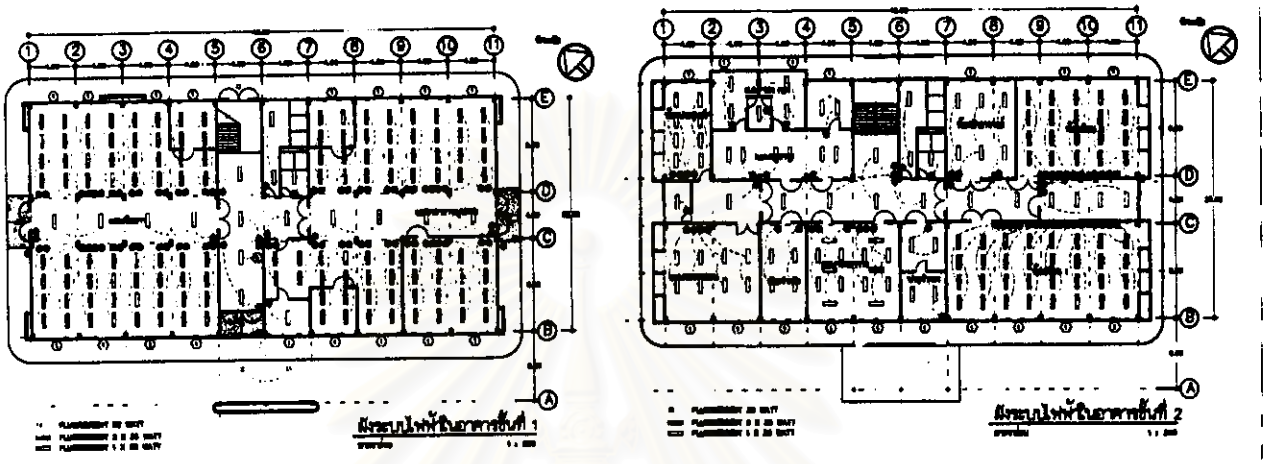
แผนภูมิที่ 4.17 แสดงค่า DF ที่ระยะห่างจากช่องแสงในระยะต่างๆ ภายในอาคารชั้นที่ 3

4.5.3 ประเภทของดวงโคม และปริมาณการใช้งานในอาคาร

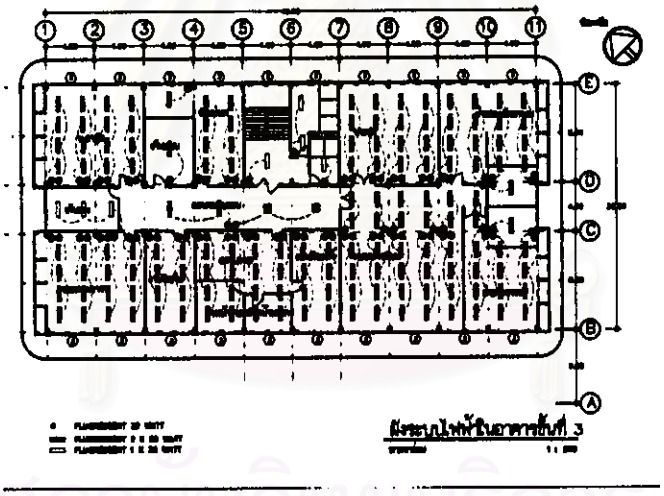
เนื่องจากลักษณะทางสถาปัตยกรรมของอาคารที่มีแผงบังแดดโดยรอบ ทำให้ไม่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งานในอาคารได้ ดังนั้นระบบการให้แสงสว่างที่ใช้ในอาคารทองวิทยาการจะใช้แสงประดิษฐ์ทั้งหมด เนื่องจากลักษณะอาคารที่มีแผงกันแดดโดยรอบยื่นเป็นระยะ 2 เมตรโดยรอบทำให้ไม่สามารถนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ประโยชน์ในการทำงานได้

เมื่อทำการวัดค่าความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ในแต่ละชั้นที่ระดับความสูงในการทำงานประมาณ 0.80 ม. จากพื้นอาคารพบว่าในแต่ละชั้นมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยของอาคารในชั้นที่ 1 ชั้นที่ 2 และ 3 เป็น 349.5 ,265.33 และ 147.69 ลักซ์ ตามลำดับ ซึ่งค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน IES ที่แนะนำให้ใช้กับอาคารประเภทสำนักงานก็คือ 300 - 500 ลักซ์ ส่วนงานที่ต้องใช้ความละเอียดหรืองานเขียนแบบแนะนำให้ใช้ที่ 750 ลักซ์ ซึ่งเห็นว่าค่าความส่องสว่างของแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคารก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการตามค่ามาตรฐานซึ่งจะต้องทำการปรับปรุงต่อไป

ดวงโคมที่ใช้ในอาคารจะเป็นโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิดติดฝ้าเพดานไม่มีแผงสะท้อนแสง ทั่วไปเป็นหลอด 2 x 36 วัตต์ การติดตั้งดวงโคมแสงประดิษฐ์ ในอาคารแต่ละชั้นเป็นดังรูปที่ 4.12 – 4.13 สามารถสรุปปริมาณการใช้งานจำแนกตามชั้นและแผนกได้ดังตาราง 4.8 ทั้งอาคารต้องการพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างรวม 37.575 กิโลวัตต์ หรือ 17.51 วัตต์/ตร.ม. ซึ่งมีค่าสูงกว่ามาตรฐานควบคุมอาคารกำหนด(16 วัตต์/ตร.ม.)



รูปที่ 4.12 ผังระบบแสงสว่างชั้นที่ 1 และ 2 อาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ



รูปที่ 4.13 ผังระบบแสงสว่างชั้นที่ 3 อาคารกองวิทยาการ กรมช่างโยธาทหารอากาศ

ดังนั้นสำหรับการประเมินอาคารในขั้นต้นนี้เสนอว่าอาคารควรมีการปรับปรุงระบบการให้แสงสว่างในอาคารให้เหมาะสมแก่การใช้งานและผ่านเกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารแนวทางที่สามารถนำมาปรับปรุงอาคารได้มีดังนี้

1. ปรับระบบการให้แสงประดิษฐ์ในอาคารให้เป็นระบบ ambient light และ task light เนื่องจากหากใช้การส่องสว่างจากแสงส่วนกลางอาจจะสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น เนื่องจากลักษณะการใช้งานมีอัตรากำลังพลที่คงที่จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านการวางตำแหน่งที่นั่งของผู้ใช้อาคาร จึงสามารถจัดหรือกำหนดจุดในการติดตั้ง task light ได้แน่นอน
2. ปรับมาใช้ดวงโคมและหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างในอาคารให้ดียิ่งขึ้น

ทั้งนี้จะต้องพิจารณาในเชิงเศรษฐศาสตร์และความเป็นไปได้ในการปรับปรุงอาคารเพิ่มเติมด้วย

4.6.อุปกรณ์ที่ใช้ภายในอาคาร

การใช้งานอาคารเป็นทั้งอาคารสำนักงานเขียนแบบ อาคารสำนักงานทั่วไป และห้องเรียน-ห้องประชุม จึงมีการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆมากมายทั้งอุปกรณ์สำนักงาน คอมพิวเตอร์ ต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์อาคาร 39.170 กิโลวัตต์ สามารถสรุปปริมาณการใช้งานจำแนกตามชั้นและแผนกได้ดังตาราง 4.9

ชั้น	แผนก	ขนาดอุปกรณ์ (วัตต์)
1	สาธารณูปการ	3,489.00
	สาธารณูปการ	542.00
	สาธารณูปการ	5,225.00
	วิศวกรรมโยธา	5,294.00
รวม		14,550.00
ชั้น	แผนก	ขนาดอุปกรณ์ (วัตต์)
2	ห้องเรียน1	-
	ห้องเตรียมเอกสาร	160.00
	ห้องเรียน2	-
	ห้องพักอาจารย์	4,158.00
	ธุรการ	1,748.00
	ธุรการ	310.00
	ห้องผอ.และรองผอ.	542.00
	ห้องประชุม	76.00
	ตรวจสอบฯ	1,410.00
	ประจำ1	120.00
	วิทยาการ	1,584.00
	ประจำ2	310.00
รวม		10,418.00
ชั้น	แผนก	ขนาดอุปกรณ์ (วัตต์)
3 (แผนกแบบแผน)	ฝ่ายวิศวกรรม	1,334.00
	ฝ่ายสถาปัตย์	1,903.00
	ห้องประชุมชั้น3	1,891.00
	หมวดช่างเขียน	755.00
	สารบรรณและทน.	1,999.00
	ส่วนจัดเก็บ	35.00
	ฝ่ายประมาณราคา	1,206.00
	น.อาวุโส	-
	ฝ่ายผังแม่บท	3,999.00
	ทางเดินใน ผบผ.	1,080.00
รวม		14,202.00
รวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการใช้ในอุปกรณ์ (วัตต์)		39,170.00

ตารางที่ 4.8 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในอาคารกองวิทยาการฯ จำแนกตามชั้น

4.7.การคำนวณค่า OTTV&RTTV

จากข้อมูลอาคารทั้งหมดนำมาคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังของอาคาร (overall thermal transfer หรือ OTTV) มีค่าประมาณ 62.93 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งสูงกว่าค่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนด(อาคารเก่ามีค่าไม่เกิน 55 วัตต์/ตารางเมตร) ประมาณ 7.93 วัตต์/ตารางเมตร มีรายการคำนวณดังภาคผนวก ค - 1

และสามารถคำนวณหาค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาของอาคาร(roof thermal transfer หรือ RTTV) มีค่าประมาณ 15.526 วัตต์/ตารางเมตร ซึ่งผ่านค่าที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนด (อาคารเก่ามีค่าไม่เกิน 25 วัตต์/ตารางเมตร) รายการคำนวณดังภาคผนวก ค - 2

ทิศผนังอาคาร		สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (วัตต์/ตร.ม-เคลวิน)		ค่าสัมประสิทธิ์การบังแดด			WWR	OTTV
		ผนังทึบ	ผนังโปร่งแสง	SC1	SC2	SC		(วัตต์/ตร.ม.)
ทิศเหนือ	ชั้น 1	3.5199	5.83	0.85	0.89	0.7565	39.30%	69.26
	ชั้น 2		5.83	0.85	0.888	0.7548		
	ชั้น 3		6.28	0.64	0.888	0.56832		
ทิศตะวันออก	ชั้น 1	3.5199	5.83	0.85	0.739	0.62815	6.45%	49.68
	ชั้น 2			0.85	0.693	0.58905		
	ชั้น 3			0.85	0.697	0.59245		
ทิศใต้	ชั้น 1	3.5199	5.83	0.85	0.606	0.5151	39.30%	70.98
	ชั้น 2		5.83	0.85	0.581	0.49385		
	ชั้น 3		6.28	0.64	0.58	0.3712		
ทิศตะวันตก	ชั้น 1	3.5199	5.83	0.85	0.754	0.6409	6.45%	49.27
	ชั้น 2			0.85	0.712	0.6052		
	ชั้น 3			0.85	0.716	0.6086		
ค่า OTTV รวมของอาคาร								62.93

ตารางที่ 4.9 ตารางเปรียบเทียบค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของเปลือกอาคาร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.8. การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร

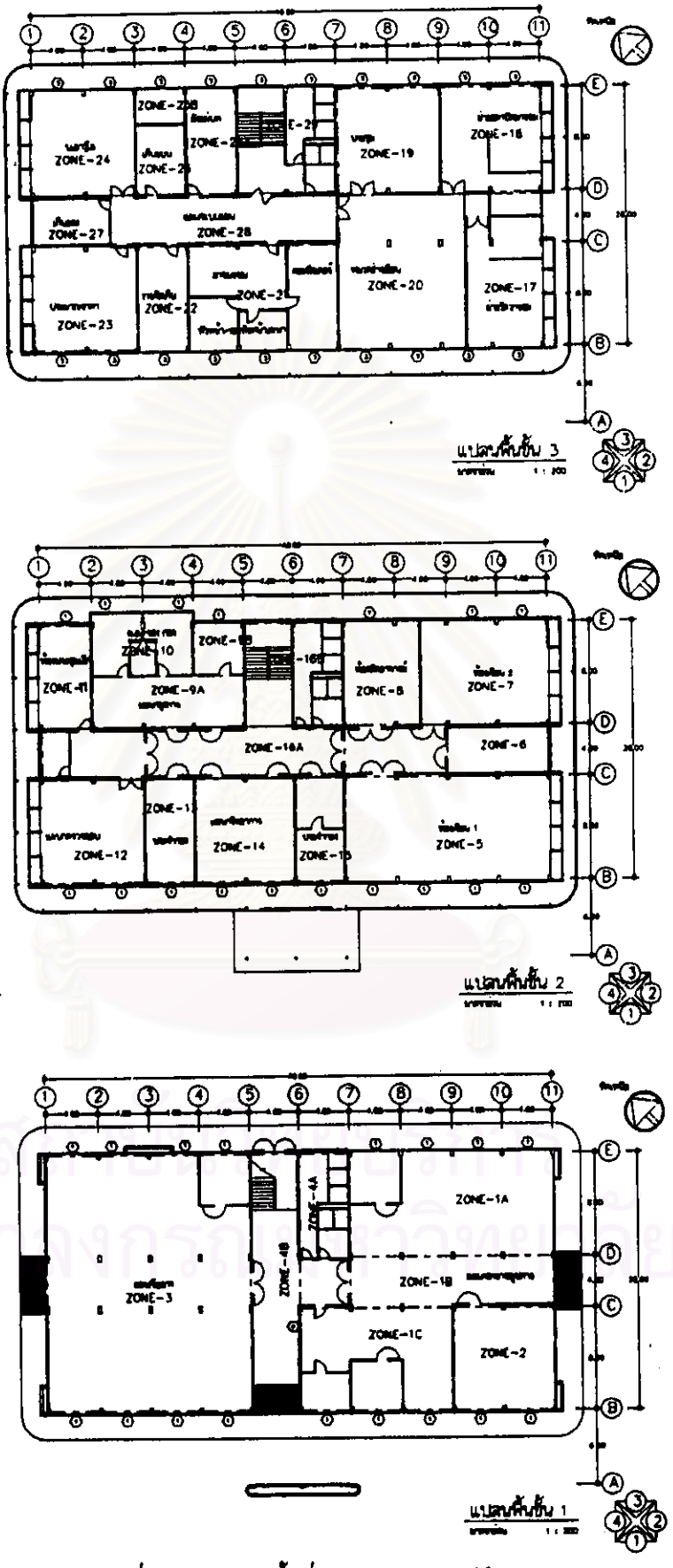
การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสามารถจำแนกได้เป็นส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างในอาคาร และ การใช้พลังงานไฟฟ้ากับอุปกรณ์ต่างๆในอาคาร หากพิจารณาความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้ง 3 ส่วน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.12

ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้า	ปริมาณความต้องการไฟฟ้าแยกตามระบบ (กิโลวัตต์)	ร้อยละของความต้องการพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด
ระบบปรับอากาศ	189.246	71.15
ระบบแสงสว่าง	37.575	14.13
อุปกรณ์ภายในอาคาร	39.170	14.72
รวมการใช้พลังงานไฟฟ้า	265.991	100

ตารางที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบความต้องการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร จำแนกตามประเภทการใช้งาน

4.9.การเปรียบเทียบอาคารกรณีศึกษากับอาคารแบบจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การเปรียบเทียบอาคารกรณีศึกษา กับอาคารแบบจำลองสภาพด้วยคอมพิวเตอร์จะต้องสร้างแบบของอาคารกรณีศึกษา โดยอาศัย parameter ที่ได้เก็บรวบรวมข้อมูลมาทั้งหมด เพื่อความละเอียดในการคำนวณจึงแบ่ง zone ของอาคารกรณีศึกษาออกเป็นส่วนๆ โดยจำแนกตาม ลักษณะการใช้งานอาคาร ปริมาณผู้ใช้อาคาร ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างต่อพื้นที่ และ ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ ตารางการอัตราส่วนการใช้งานของผู้ใช้อาคาร การเปิดปิดไฟฟ้าแสงสว่าง การใช้อุปกรณ์ในอาคาร อาคารกรณีศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่ตามลักษณะการใช้งานอาคารได้ดัง รูปที่ 4.14และมีรายละเอียดแต่ละ zone ดังตาราง 4.13



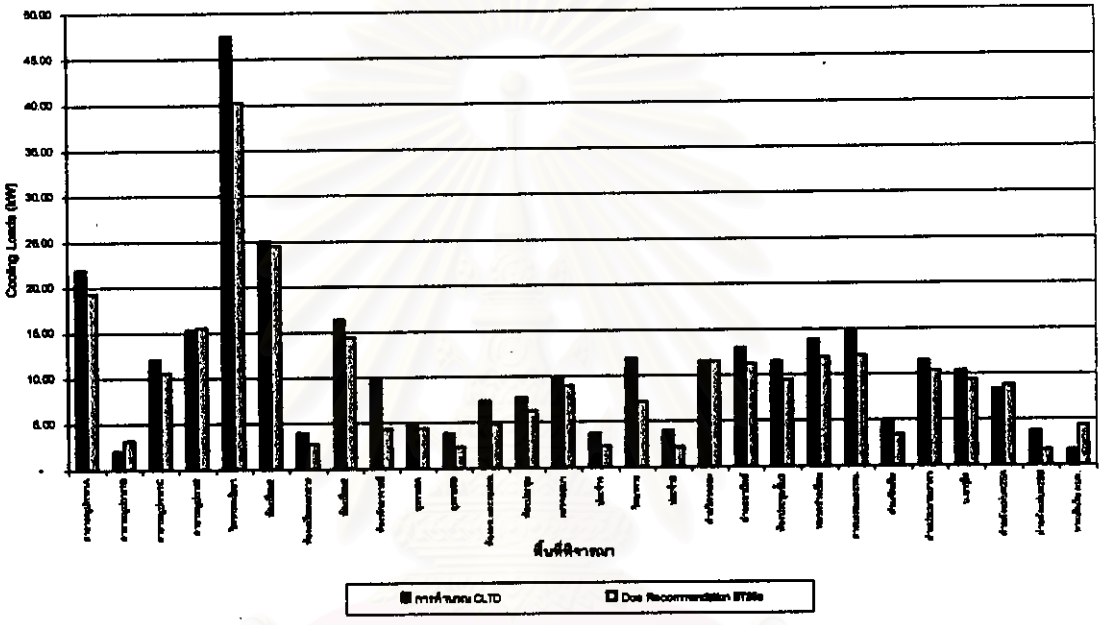
รูปที่ 4.14 การแบ่งพื้นที่ภายในอาคารกรณีศึกษา

ZONE	NAME	AREA (SQM)	NO.OF PEOPLE	AREA/ PERSON	LIGHTING (W)	LIGHTING/AREA (W/SQM)	EQUIPMENT (W)	EQUIP./AREA (W/SQM)
1A	สาธารณูปการ	128	13	9.85	2880	22.50	3489	27.26
1B	สาธารณูปการ	64	0	n/a	180	2.81	0	n/a
1C	สาธารณูปการ	96	10	9.60	1800	18.75	542	5.65
2	สาธารณูปการ	64	10	6.40	1440	22.50	5225	81.64
3	วิศวกรรมโยธา	320	38	8.42	5940	18.56	5294	16.54
5	ห้องเรียน1	136	70	1.94	2880	21.18	0	n/a
6	ห้องเตรียมเอกสาร	32	3	10.67	360	11.25	160	5.00
7	ห้องเรียน2	88	40	2.20	1800	20.45	0	n/a
8	ห้องพักอาจารย์	48	5	9.60	540	11.25	4168	86.83
9A	ธุรการ	48	9	5.33	540	11.25	1748	36.42
9B	ธุรการ	16	3	5.33	180	11.25	310	19.38
10	ห้องผอ.และรองผอ.	40	2	20.00	450	11.25	542	13.55
11	ห้องประชุม	36	20	1.80	720	20.00	76	2.11
12	ตรวจสอบฯ	72	7	10.29	720	10.00	1410	19.58
13	ประจำ1	32	4	8.00	360	11.25	120	3.75
14	วิทยาการ	64	13	4.92	1260	19.69	1584	24.75
15	ประจำ2	32	5	6.40	360	11.25	310	9.69
17	ฝ่ายวิศวกรรม	60	8	10.00	1440	18.00	1334	16.68
18	ฝ่ายสถาปัตย์	72	9	8.00	1440	20.00	1903	26.43
19	ห้องประชุมชั้น3	64	10	6.40	1440	22.50	1891	29.55
20	หมวดช่างเรียน	120	12	10.00	2700	22.50	755	6.29
21	สาธารณและหน.	96	7	13.71	2160	22.50	1999	20.82
22	ส่วนจัดเก็บ	32	3	10.67	720	22.50	35	1.09
23	ฝ่ายประมาณราคา	72	5	14.40	1440	20.00	1206	16.75
24	น.อาวุโส	72	7	10.29	1440	20.00	0	n/a
25A	ฝ่ายนิเมชั่น	32	2	16.00	720	22.50	3999	124.97
25B	ฝ่ายนิเมชั่น	12	1	12.00	90	7.50	0	n/a
26	ห้องเก็บแบบ	20	0	n/a	90	4.50	0	n/a
27	ห้องเก็บของ	24	0	n/a	135	5.63	0	n/a
28	ทางเดินใน ผบผ.	72	0	n/a	270	3.75	1080	15.00
4A	ทางเดินชั้น1	48	0	n/a	180	3.75	0	n/a
4B	ทางเดินชั้น1	72	0	n/a	180	2.50	0	n/a
16A	ทางเดินชั้น2	128	0	n/a	360	2.81	0	n/a
16B	ทางเดินชั้น2	64	0	n/a	180	2.81	0	n/a
29	ทางเดินชั้น 3	64	0	n/a	160	2.81	0	n/a
30	Roof	800	0	n/a	0	0.00	0	n/a
รวมพื้นที่ใช้งานทั้งอาคาร		2,460.00	316.00		37,575.00	15.27	39,170.00	15.92
พื้นที่ปรับอากาศ		2084	316.00		36,495.00	17.51	39,170.00	18.80

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลอาคารเบื้องต้นของการจัดแบ่ง zoning ในอาคารกรณีศึกษา

4.9.1 การเปรียบเทียบลักษณะของ Cooling Loads ที่เกิดภายในอาคาร

จากข้อมูลเบื้องต้นของอาคารทั้งหมด นำมาป้อนเป็นข้อมูลสำหรับสร้างเป็นแบบจำลองในโปรแกรม DOE 2.1 D เพื่อนำไปใช้ในการเปรียบเทียบสำหรับการปรับปรุงอาคารในแต่ละทางเลือก โดยพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างภาระการทำความเย็นในอาคารที่ต้องการตามโปรแกรมคำนวณกับภาระการทำความเย็นที่ต้องการคำนวณด้วยวิธี CLTD เพื่อพิจารณารูปแบบของภาระปรับเย็นว่าเป็นไปในทิศทางเดียวกันหรือไม่ พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบแต่ละส่วนที่พิจารณามีค่าต่างกันโดยเฉลี่ยประมาณ 22 % มีลักษณะดังแผนภูมิที่ 4.18 ตัวอย่างการคำนวณ CLTD รายละเอียดดังภาคผนวก ค - 3



แผนภูมิที่ 4.18 เปรียบเทียบภาระการทำความเย็นที่ต้องการตามที่โปรแกรม DOE 2.1 คำนวณ กับ ภาระการทำความเย็นที่ต้องการเมื่อคำนวณด้วยวิธี CLTD/CLF

จากแผนภูมิจะเห็นว่า รูปแบบของภาระการทำความเย็นที่อาคารกรณีศึกษาต้องการในแต่ละแผนกในการคำนวณผ่านโปรแกรม DOE กับ การคำนวณด้วยวิธี CLTD/CLF รูปแบบที่เป็นไปในแนวเดียวกัน ซึ่งในภาพรวมแล้วผลการคำนวณที่ได้มาจากโปรแกรม DOE 2.1 D. จะมีค่าที่ต่ำกว่าผลจากการคำนวณด้วยวิธี CLTD ทั้งนี้เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆดังนี้

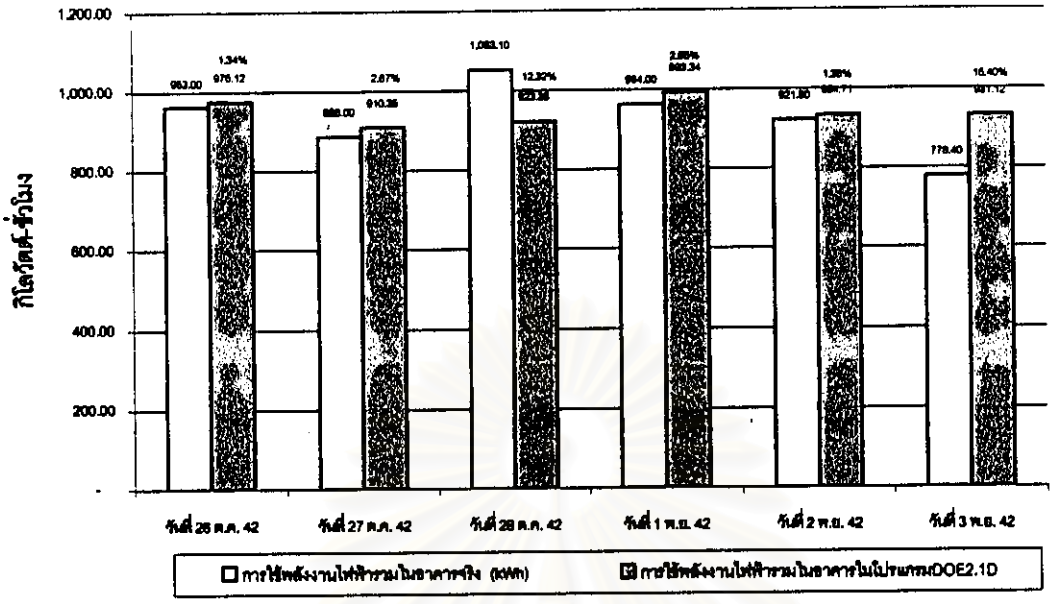
1. ข้อจำกัดในเรื่อง WEATHER DATA ที่จะต้องใช้ข้อมูล TRY (test reference year) ซึ่งเป็นข้อมูลในปี 1985 เนื่องจากข้อมูล TRY ในปีที่ทำการวัดค่าการใช้พลังงานในอาคารยังไม่มีการจัดทำ
2. วิธีการพิจารณาเพื่อการคำนวณ Cooling Load ของโปรแกรมจะใช้วิธี Transfer Function Method ซึ่งจะพิจารณาค่าโดยละเอียดของผลของตัวแปรต่างๆที่มีต่อการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร แต่วิธี CLTD จะพิจารณาเฉพาะส่วนประกอบ ณ ช่วงเวลาที่มีการถ่ายเทความร้อนสูงสุดเพียงช่วงเวลาเดียว

3. นอกจากนี้การคำนวณผ่านโปรแกรมจะนำค่าการถ่วงน้ำหนัก(weighting factor)ของตารางการใช้งานทั้งด้านผู้ใช้อาคาร การปิด/เปิดระบบแสงสว่าง การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในอาคาร ที่ไม่เหมือนกันในแต่ละช่วงเวลาปรับตามการใช้งานจริง ในขณะที่วิธี CLTD จะพิจารณาเป็นการใช้งาน 100 % ตลอดเวลา จึงเป็นผลให้วิธีการคำนวณด้วย CLTD มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง Peak ที่สูงกว่า ค่าการใช้พลังงาน Peak ที่ DOE 2.1 D. คำนวณ
4. การคำนวณผลการถ่ายเทความร้อนโปรแกรม DOE 2.1 D. พิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อ Sol - Air Temperature แล้วใช้ค่าอุณหภูมิ Sol - Air Temperature เพื่อคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อนที่เข้าสู่อาคาร ดังนั้นในกรณีที่ผนังอาคารทั้งส่วนทึบและส่วนโปร่งแสง มีส่วนบังเงาใดๆก็จะมีค่า Sol - Air Temperatureที่น้อยกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอก ในขณะที่ การคำนวณด้วยวิธี CLTD/CLF จะคำนวณโดยอาศัยค่าประมาณของอุณหภูมิที่ต่างกันเนื่องจากค่าการ Absorption ของวัสดุเปลือกอาคารแล้วปรับแก้ตามละติจูดที่ต้องการ ซึ่งอาจจะมากหรือน้อยกว่าค่าที่เกิดขึ้นจริงได้
5. การคิด cooling load ของโปรแกรม DOE 2.1 D นั้น ไม่คิดค่า ventilation เข้ามารวมด้วย

4.9.2 การเปรียบเทียบลักษณะการใช้พลังงานรายชั่วโมง ณ วันที่เก็บข้อมูลอาคารจริง

ข้อมูลการใช้พลังงานรายวัน(ข้อมูลในวันเปิดทำการ เก็บระหว่างเวลา 8.00 – 19.00 น.)

จากการคำนวณการใช้พลังงานรายชั่วโมงผ่านโปรแกรม DOE 2.1 D เปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้พลังงานในอาคารที่ได้จากการวัดค่าจากอาคารจริงมีผลการเปรียบเทียบเป็นดังแผนภูมิที่ 4.19 จะเห็นว่ามีรูปแบบการใช้พลังงานในแต่ละชั่วโมงที่คล้ายคลึงกันและเป็นไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างจากอาคารจริงประมาณ 1.34 – 16.40 % ทั้งนี้เนื่องจากในการสำรวจอาคารที่มีการใช้งานแล้ว ตัวแปรที่ควบคุมได้ยากคือตัวแปรในด้านที่เกี่ยวกับมนุษย์ โดยเฉพาะอาคารกรณีศึกษา ซึ่งมีการใช้งานหลายรูปแบบและภาระกิจ (ยกเว้นเวลาหลังจาก20.00 น. ไปแล้วซึ่งจะตัดไฟฟ้าส่วนเมน)



แผนภูมิที่ 4.19 เปรียบเทียบข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษากับการคำนวณผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ข้อมูลการใช้พลังงานรายรายเดือน

เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาไม่มีการติดตั้งมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้าแยก จึงต้องทำการติดตั้งเพิ่มเติมเพื่อทำการตรวจวัดอาคารจริง ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 2 เดือน คือ เดือนพฤศจิกายน และ ธันวาคม 2542 ทั้งนี้ในเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่สภาพอากาศของประเทศไทยลดต่ำที่สุดในรอบ 10 ปี ทำให้รูปแบบการใช้เครื่องปรับอากาศในอาคารเปลี่ยนแปลง จึงไม่สามารถนำมาเทียบกับผลการจำลองสภาพอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ เพราะข้อมูลสภาพอากาศต่างจากฐานข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรม

ผลการจำลองสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารกรณีศึกษา ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พบว่า อาคารจริงมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 25.051 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และผลจากการจำลองสภาพด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาคารกรณีศึกษาใช้พลังงาน 24.725 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งต่างกัน 3.1%

จากผลดังกล่าวจึงถือได้ว่าอาคารในแบบจำลองมีค่าการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกับอาคารจริง มีค่าความแตกต่างระหว่าง 15 - 20 % จึงสามารถนำอาคารในแบบจำลองสภาพการใช้พลังงานเป็นตัวแทนของอาคารกรณีศึกษาเพื่อใช้ศึกษาผลในการปรับปรุงอาคารกรณีศึกษาต่อไป

4.10. การศึกษาข้อดี-ข้อเสียของอาคาร

จากการสำรวจอาคารและการจำลองสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปข้อดี-ข้อเสียของอาคารกรณีศึกษา จำแนกได้ดังนี้

เกณฑ์การพิจารณา	ผลการสำรวจอาคาร
มาตรฐานกฎหมายควบคุมอาคาร	
ค่า OTTV	อาคารกรณีศึกษามีค่า OTTV 62.93 วัตต์/ตร.ม. สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด
ค่าRTTV	อาคารกรณีศึกษามีค่า RTTV 15.52 วัตต์/ตร.ม. ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด
การใช้ไฟฟ้าแสงสว่าง/ตร.ม.	อาคารกรณีศึกษาใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างต่อตารางเมตร 17.51 วัตต์/ตร.ม. สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด
มาตรฐานเครื่องทำความเย็น	อาคารกรณีศึกษามีค่า ที่ 1.29 กิโลวัตต์/ตันความเย็น
ขนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ	เทียบเท่าค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ(EER) 9.28 ผ่านเกณฑ์มาตรฐานกำหนด (อาคารเก่าไม่ให้เกิน 1.61 กิโลวัตต์/ตันความเย็น ค่า EER ที่ 7.45)
มาตรฐานด้านสภาวะแวดล้อมในอาคาร	
การควบคุมอุณหภูมิในอาคาร	เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศอุณหภูมิในอาคารมีค่าเฉลี่ย 22.40 องศาเซลเซียส ต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนดให้ใช้ในการคำนวณระบบปรับอากาศ
การใช้เครื่องปรับอากาศในอาคาร	จากการจำลองสภาพการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรม ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารควรมีค่าประมาณ 1,279,684บีทียูต่อชั่วโมง แต่อาคารกรณีศึกษาใช้ 1,781,710 บีทียูต่อชั่วโมง ซึ่งเกินความต้องการประมาณ 30 %
ความชื้นสัมพัทธ์ในอาคาร	ค่าเฉลี่ยเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ ประมาณ 52.93-61.95% ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (20-80%)
ความเร็วลมในอาคาร	เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศไม่เกิน 0.51 เมตร/วินาที ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน
ระดับความส่องสว่างในอาคาร	ความส่องสว่างในระดับการทำงานในบางพื้นที่ต่ำกว่ามาตรฐาน โดยเฉพาะในส่วนที่ต้องการความส่องสว่างมากเป็นพิเศษ เช่น พื้นที่เขียนแบบ

การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของอาคารกรณีศึกษา

จากผลการสำรวจอาคารกรณีศึกษา พบว่าลักษณะทางกายภาพของอาคารที่มีแผงกันแดดยื่นโดยรอบมีผลช่วยลดอิทธิพลของรังสีดวงอาทิตย์ที่มีผลต่ออุณหภูมิผิวของผนังภายนอกอาคาร และลดการสะสมความร้อนภายในมวลสารของผนังอาคาร แต่ก็มีข้อเสียคือ รูปแบบของแผงกันแดดดังกล่าวลดประสิทธิภาพการนำแสงธรรมชาติมาใช้ในอาคารทำให้ต้องใช้แสงประดิษฐ์เพื่อการส่องสว่างภายในอาคารตลอดเวลาใช้งานอาคาร เมื่อศึกษาระบบแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคาร พบว่าระดับความส่องสว่างในระบบแสงประดิษฐ์โดยเฉลี่ย ไม่เพียงพอต่อการใช้งาน และการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงประดิษฐ์ต่อตารางเมตรสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารกำหนด

หากวิเคราะห์ลักษณะของวัสดุเปลือกอาคารพบว่า วัสดุผนังทึบของอาคารซึ่งมีลักษณะก่ออิฐครึ่งแผ่นฉาบปูนเรียบที่มีค่าความต้านทานความร้อนรวมที่ต่ำทำให้ไม่มีประสิทธภาพในการป้องกันการนำความร้อนเข้าสู่อาคาร สำหรับวัสดุหลังคาอาคารถึงแม้ว่าจะมีค่าความต้านทานความร้อนรวมที่ต่ำแต่อาคารกรณีศึกษาได้มีการติดตั้งวัสดุสะท้อนรังสีความร้อนซึ่งมีอัตราการแผ่รังสีความร้อนต่ำ(อะลูมิเนียมฟอยล์) ทำให้ช่วยลดการถ่ายเทความร้อนผ่านหลังคาอาคารเข้าสู่ตัวอาคาร ช่วยลดอิทธิพลของการนำความร้อนผ่านหลังคาอาคารเข้าสู่ตัวอาคาร

นอกจากนี้ยังพบว่าการจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในอาคารมีการจัดวางตำแหน่งที่ไม่สอดคล้องกับการใช้งานอาคารหรือไม่จำเป็น เช่น การนำอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งความร้อนอาทิ เครื่องถ่ายเอกสาร ตู้เย็น ตู้แช่ มาติดตั้งไว้ในบริเวณที่มีการปรับอากาศซึ่งเป็นการเพิ่มภาระปรับเย็นให้กับพื้นที่และมีผลต่อขนาดเครื่องปรับอากาศ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย