บทที่ 4
การประเมิน และวิเคราะห์อาคารกรณีศึกษา

4.1. ข้อมูลเบื้องต้นของอาคารกรณีศึกษา

4.1.1. สภาพแวดล้อมโดยรอบอาคาร

อาคาร วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ตั้งอยู่บนพื้นที่ในเขตมหาวิทยาลัย นเรศวร ทุ่งหนองอ้อ อ.เมือง จ.พิษณุโลก มหาวิทยาลัยมีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 1,284 ไร่ ห่างจากตัวเมือง พิษณุโลก ประมาณ 10 กิโลเมตร บนถนนสายเอเชีย สภาพแวดล้อมโดยรอบยังเป็น ไร่ สวน และทุ่งนา ภายในมหาวิทยาลัยประกอบด้วยอาคารของคณะต่างๆ ทั้งขนาดเล็กและใหญ่มากกว่า 30 อาคาร

สำหรับคณะวิศวกรรมศาสตร์นั้น ตั้งอยู่บนเนื้อที่ประมาณ 45 ไร่ ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือของมหาวิทยาลัย เปิดหลักสูตรการเรียนกรสอนในภาควิชาต่างๆ ดังนี้ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ,ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ,ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ,ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ,ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ประกอบด้วยกลุ่มอาคารในคณะทั้งสิ้น 8 อาคารคือ อาคารวิศวกรรมโยธา, อาคารวิศวกรรมเครื่องกลและอุตสาหการ ,อาคารวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ ,อาคารเรียนรวม และอาคารปฏิบัติการWORK SHOP อีก 4 อาคาร มีนิสิตทั้งคณะประมาณ 1,200 คน คณาจารย์และเจ้าหน้าที่กว่า 100 คน

อาคารที่ได้นำมาใช้เป็น อาคารกรณีศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ คืออาคารวิศวกรรมโยธาเป็นอาคารสำหรับ การเรียน การสอน ของนิสิตในภาควิชาวิศวกรรมโยธา และภาควิชาสถาปัตยกรรม ตัวอาคารเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 7 ชั้น วางตัวอาคารแนวยาวตามแนวทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ สภาพแวดล้อมของอาคารทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือเป็นสวนกลางของคณะ ประกอบด้วย สนามหญ้าและบ่อน้ำพุ ถัดขึ้นไปด้านตรงข้ามเป็นอาคารเรียนรวมซึ่งมีลักษณะของอาคารโดยรวมคล้ายกับอาคารวิศวกรรมโยธา ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือติดกับอาคารวิศวกรรมเครื่องกล และอุตสาหการ ซึ่งเป็นอาคารสูง 7 ชั้น ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ เป็นอาคารปฏิบัติการ WORK SHOP มีลักษณะ เป็นอาคารชั้นเดียว มีหลังคาคลุมสูงประมาณ 8 เมตร ด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ เป็นลานคอนกรีต สำหรับจอดรถ (ดูรูปที่ 4.1และรูปที่4.2)

4.1.2. ลักษณะทางกายภาพของอาคาร

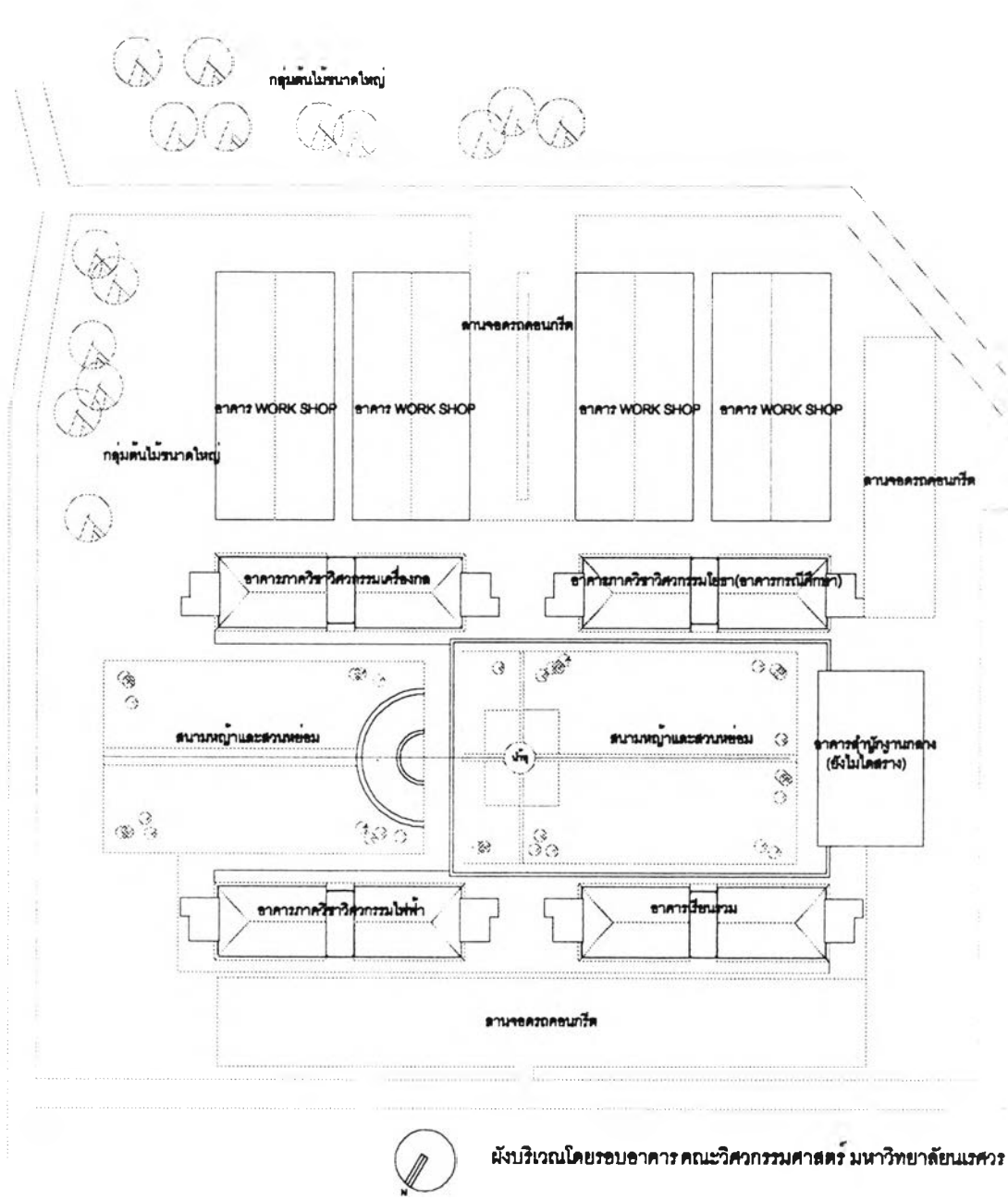
อาคารวิศวกรรมโยธา สร้างเสร็จและเปิดใช้งานในปี พ.ศ. 2539 ใช้งานประมาณ 4 ปี อาคารเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 20 เมตร และยาว 84 เมตร มีทางเดินกลางอาคาร เป็น Double Load Coonidor. เป็นอาคารที่มีลักษณะอาคารแบบ Extemal Load Dominated (ELD.) ภาระในการทำความเย็นของอาคาร มาจากสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นหลัก โครงสร้างหลักของอาคารเป็น เสา และคาน คอนกรีตเสริมเหล็ก หลังคามุงด้วยเหล็กเคลือบสี โดยมีรายละเอียดวัสดุดังนี้

พื้น : พื้นคอนกรีตสำเร็จรูปหนา 0.10 เมตร ผนังทึบ : ก่ออิฐฉาบปูน ทาสี และบุหินแกรนิต

ผนังกระจก : กระจกสะท้อนแสงสีชา หนา 6 มม. หน้าต่าง : กระจกใสหนา 6 มม

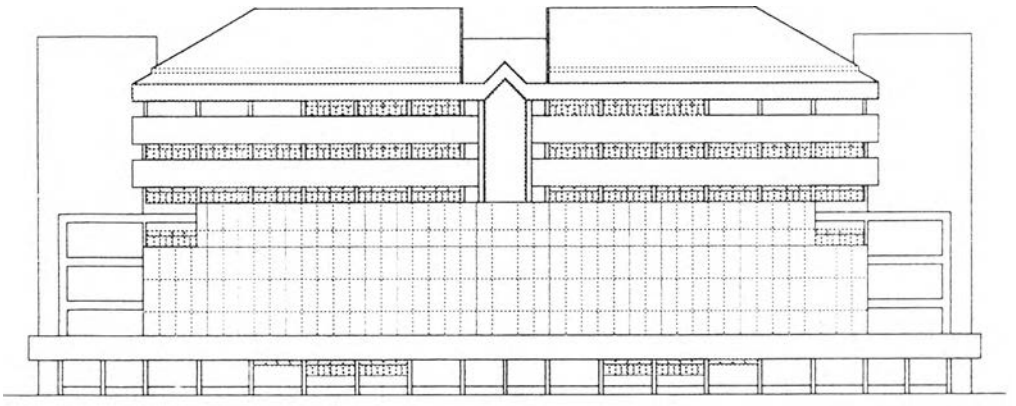
หลังคา : เหล็กรีดลอน เคลือบสีแดง หนา 0.53 มม. บุฉนวนใยแก้วหนา 50 มม.

พื้นที่ใช้สอยในอาคารทั้งสิ้น 11,585 ตร.ม. เป็นพื้นที่ปรับอากาศ 4,509 ตร.ม. และพื้นที่ในส่วนไม่ปรับอากาศ 7,076 ตร.ม. (ดูตารางที่ 4.1)

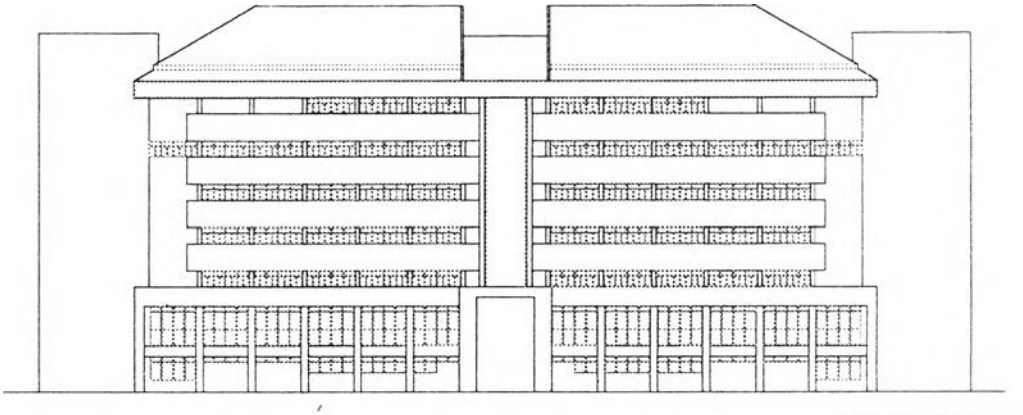


ผังบริเวณโดยรอบอาคาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

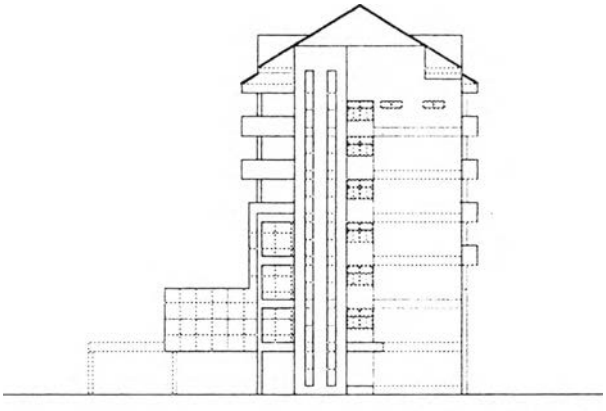
รูปที่ 4.1 แสดงผังบริเวณโดยรอบ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร



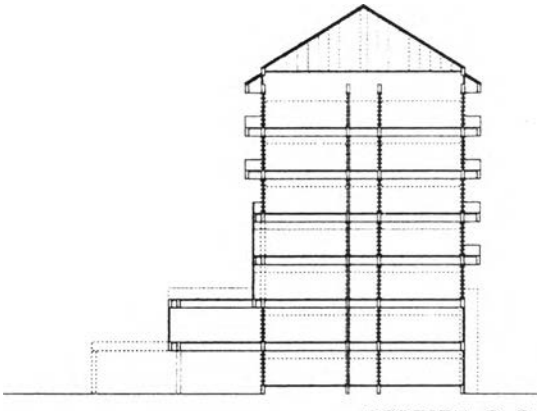
ELEVATION A



ELEVATION C



ELEVATION B



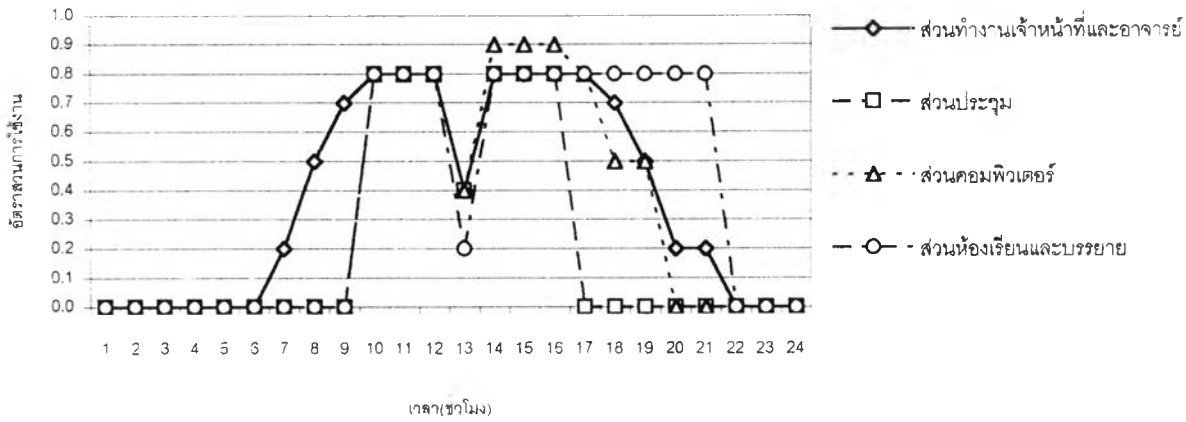
SECTION B-B'

รูปที่ 4.2 รูปด้านและรูปตัดของอาคารวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

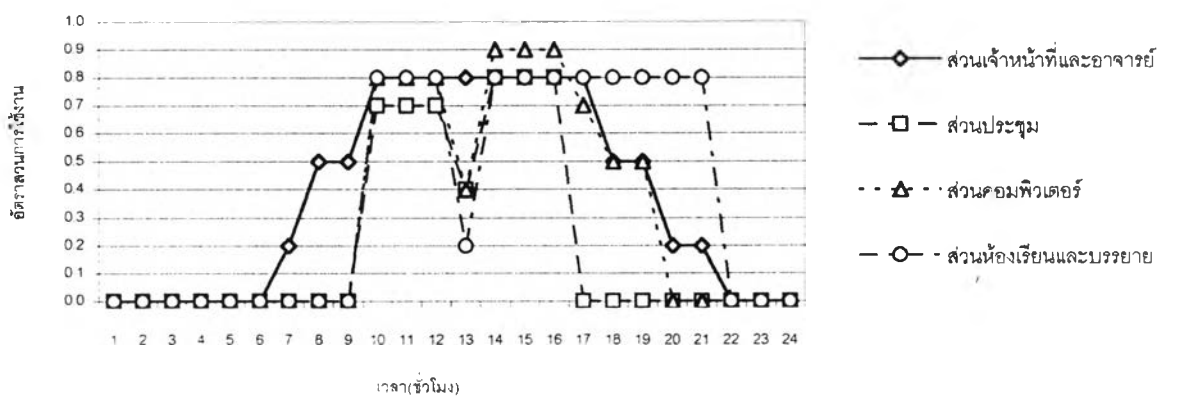
ชั้นที่	ลักษณะพื้นที่ใช้สอย	พื้นที่ปรับอากาศ (ตร.ม.)	พื้นที่ไม่ปรับอากาศ(ตร.ม.)
1	ห้องธุรการและสำนักงานเลขา	384	
	ห้องเครื่องและไฟฟ้า		120
	ห้องเก็บของและอุปกรณ์		256
	ห้องน้ำและส้วม		128
	โถงกลางและทางเดิน		650
2	ห้องพักอาจารย์และห้องประชุม	1163	
	โถงภายในและส่วนพักคอย		409.5
	โถงกลางและทางเดิน		402
	ห้องเครื่องและไฟฟ้า		80
	ห้องน้ำและส้วม		128
3	ห้องพักอาจารย์	888	
	โถงภายในและส่วนพักคอย		290
	โถงกลางและทางเดิน		247
	ห้องเครื่องและไฟฟ้า		70
	ห้องน้ำและส้วม		128
4	ห้องพักอาจารย์และห้องประชุม	676	
	โถงภายในและส่วนพักคอย		283
	โถงกลางและทางเดิน		247
	ห้องบริการและเก็บของ		170
	ห้องเครื่องและไฟฟ้า		70
	ห้องน้ำและส้วม		128
5	ห้องบรรยายและห้องคอมพิวเตอร์	1014	
	โถงกลางและทางเดิน		412
	ห้องน้ำและส้วม		128
6	ห้องบรรยาย		1014
	โถงกลางและทางเดิน		412
	ห้องน้ำและส้วม		128
7	ห้องประชุมใหญ่	384	
	ห้องเขียนแบบ		544
	โถงกลางและทางเดิน		402
	ห้องเครื่องและไฟฟ้า		48
	ห้องน้ำและส้วม		102
	รวมพื้นที่ทั้งหมด	4509	7076

ตารางที่ 4.1 การจัดแบ่งพื้นที่ใช้สอยในอาคาร จำแนกตามชั้นและลักษณะห้อง

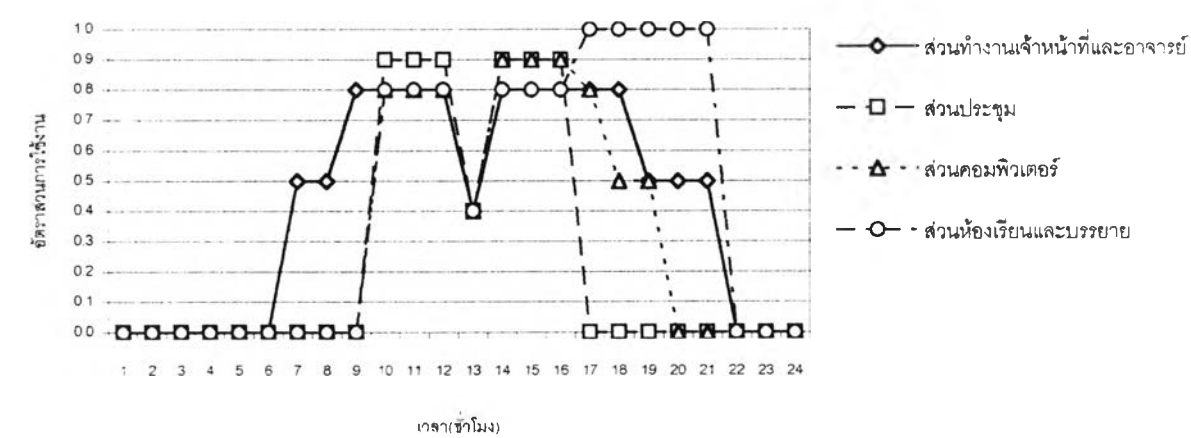
ตารางการทำงานของบุคลากรวันปกติในแผนกต่าง ๆ



ตารางการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าวันปกติในแผนกต่าง ๆ



ตารางการใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์วันปกติในแผนกต่าง ๆ



แผนภูมิที่ 4.1 สรุปตารางการใช้งานของบุคลากร ระบบอุปกรณ์ไฟฟ้าในอาคาร และระบบไฟฟ้าแสงสว่าง จำแนกตามแผนกต่างๆ

4.1.3. **ลักษณะการใช้งานอาคาร**

ลักษณะการใช้งานอาคารกรณีศึกษานี้ สามารถแบ่งการใช้งานอาคาร ออกได้เป็นลักษณะต่างๆ ในแต่ละชั้นได้ดังนี้

พื้นที่อาคารชั้นที่ 1 : มีลักษณะเป็นอาคารสำนักงานทั่วๆ ไป เป็นส่วนทำงานสำหรับเจ้าหน้าที่ธุรการ และสำนักเลขานุการ มีตารางการทำงานในเวลาราชการตามปกติ ตั้งแต่ 8.30 – 16.30 น. ทุกวันจันทร์ ถึง ศุกร์ (การทำงานนอกเวลาราชการจะมีเจ้าหน้าที่เวรประจำวันมาอยู่)

พื้นที่อาคารชั้นที่ 2,3,4 : ใช้เป็นห้องทำงานของอาจารย์ ผู้บริหาร และห้องประชุม มีตารางการ ทำงานที่ไม่แน่นอน อาจารย์แต่ละท่านจะเข้ามาใช้ห้องทำงานตามสะดวก ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 – 21.00 น. ของทุกวัน

พื้นที่อาคารชั้นที่ 5 : ใช้เป็นห้องคอมพิวเตอร์ และห้องบรรยาย ห้องคอมพิวเตอร์สำหรับนิสิต จะเปิดให้ใช้งานตลอดเวลา ตั้งแต่ 8.30 – 21.00 น. ทุกวันเช่นกัน เนื่องจากมีการเปิดภาคการศึกษาพิเศษเรียนนอกเวลาราชการด้วย

พื้นที่อาคารชั้นที่ 6 : ใช้เป็นห้องบรรยาย และห้อง Studio ใช้งานตั้งแต่ 8.30 – 21.00 น. ของทุกวัน

พื้นที่อาคารชั้นที่ 7 : ใช้เป็นห้องเขียนแบบ และ ห้องประชุมใหญ่ ห้องเขียนแบบใช้งานได้ ตั้งแต่เวลา 8.30 – 21.00 น. ส่วนห้องประชุมใหญ่ จะมี 2 ห้องเรียกว่าห้อง Slope1 และห้อง Slope2 มีตารางการใช้งานไม่แน่นอน ส่วนใหญ่จะใช้เฉพาะในช่วงเวลาราชการประมาณครึ่งวัน เท่านั้น

โดยสามารถสรุปเป็น ตารางการใช้งานของบุคลากรตารางการใช้งานในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า และตารางการใช้งานในระบบไฟฟ้าแสงสว่างจำแนกตามแผนกต่างๆโดยมีรายละเอียดดังแผนภูมิที่4.1

การใช้งานอาคารในปัจจุบันยังใช้งานอาคารได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นคณะที่ก่อตั้งขึ้นใหม่โดยเฉพาะภาควิชา วิศวกรรมโยธา และภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ที่ใช้งาน ที่ใช้งานในอาคารกรณีศึกษานี้ ยังเปิดการเรียนการสอนได้ไม่ครบเต็มที่ตามหลักสูตรที่วางไว้ จึงยังคงมีห้องว่างอยู่อีกค่อนข้างมาก จากการสำรวจอาคารจริง (ตารางที่ 4.2) พบว่า ในอาคารมีห้องทำงานของอาจารย์ทั้งสิ้น 76 ห้อง (พื้นที่อาคารชั้น 2 , 3 , 4) แต่มีห้องว่างอยู่ถึง 26 ห้อง คิดเป็นห้องทำงานที่ใช้งานอยู่จริงประมาณ 72 % ในส่วนห้องบรรยาย ห้องคอมพิวเตอร์ และ ห้องเขียนแบบ มีจำนวนห้องทั้งหมด 39 ห้อง แต่มีห้องว่างอยู่ถึง 16 ห้อง คิดเป็นห้องที่ใช้งานอยู่จริงประมาณ 58 % ถ้าพิจารณาภาพรวมการใช้งานทั้งอาคาร จะพบว่าอาคารกรณีศึกษานี้ มีการใช้งานอยู่จริงในปัจจุบันประมาณ 69 % โดยมีปริมาณของคนที่ใช้งานอยู่เป็นประจำในอาคารทั้งสิ้น 568 คน แบ่งเป็นผู้ที่ทำงานอยู่ในห้องปรับอากาศ 314 คน และ ใช้งานในส่วนที่ไม่ปรับอากาศ 254 คน

ชั้นที่	ลักษณะห้อง	จำนวนผู้ใช้งาน	ห้องที่มีทั้งหมด	ห้องว่าง
1.	ธุรการ และสำนักงาน	22	4	0
2.	ห้องพักอาจารย์	25	33	8
3.	อาจารย์ และประชุม	34	23	9
4.	อาจารย์ และบริหาร	23	20	3
5.	คอมพิวเตอร์ และบรรยาย	210	15	6
6.	บรรยาย และ STUDIO	134	18	8
7.	ห้องเขียนแบบ	120	6	2

ตาราง ที่ 4.2. ลักษณะการใช้งานอาคารในแต่ละชั้น

4.2. ข้อมูลการใช้พลังงานในอาคาร

4.2.1. ระบบปรับอากาศในอาคาร

ระบบปรับอากาศในอาคารกรณีศึกษานี้ แบ่งออกได้เป็น 2 ระบบหลัก คือ ระบบ Central System แบบเครื่องทำน้ำเย็น ระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Chillers) และ ระบบ Split Type แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Split Type) โดยมีรายละเอียดในแต่ละระบบดังนี้

4.2.1.1. ระบบ Central System แบบเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยอากาศ ใช้สำหรับทำความเย็นให้กับอาคารในชั้นที่ 1, 2, 3, 4, 5 ซึ่งเป็นระบบหลักของอาคาร ทั้งระบบมีเครื่อง Chillers ทั้งหมด 4 เครื่อง ทำงานที่ Full Load ประมาณ 280 ตัน ควบคุมการเปิดปิดแบบ Manual ที่เครื่อง Chillers ทั้ง 4 เครื่อง โดยมีเจ้าหน้าที่คอยเปิดเครื่องทุกเช้า ตั้งแต่เวลา 9.00 น. และ ปิดเครื่องเวลา 16.00 น. ทุกวันจันทร์ ถึง วันศุกร์ สำหรับรายละเอียดของเครื่องนั้นตามมาตรฐานผู้ผลิตระบุไว้ว่า เครื่อง Chiller เป็นเครื่องรุ่น RTAA 80. ขนาดเครื่องละ 69.9 ตัน ใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเครื่องรวม 76.4 กิโลวัตต์ มีประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ (EER) เท่ากับ 11.0 ทำงานได้ในระบบ Part Load ตามตาราง ที่ 4.3

Percent	Ambient	Capacity	Power	Power/Capacity	Unit Performance
100	95.0 deg F	69.9 tons	76.4 k W	1.09 k W/ton	11.0 EER
75	85.0 deg F	52.4 tons	52.4 k W	1.00 k W/ton	12.0 EER
50	75.0 deg F	35.0 tons	29.4 k W	0.84 k W/ton	14.3 EER
25	65.0 deg F	17.5 tons	16.8 k W	0.96 k W/ton	12.2 EER

ตารางที่ 4.3 Part Load ในเครื่อง Chiller รุ่น RTAA80 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ต้องการ

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิต เครื่องปรับอากาศที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา

4.2.1.2. ระบบ Split System แบบระบายความร้อนด้วยอากาศใช้สำหรับทำความเย็นให้กับ ห้องประชุมใหญ่ในชั้นที่ 7 คือ ห้อง Slope1 และห้อง Slope2 เท่านั้น ห้อง Slope แต่ละห้องจะมีระบบปรับอากาศ Split Type 1 ชุด รายละเอียดของเครื่องตามมาตรฐานผู้ผลิตระบุไว้ว่า เป็นเครื่อง Split System ขนาด 30 ตัน รุ่น PAUP – C30 / TTV 250 ปริมาณกำลังไฟฟ้าที่ใช้ทั้งระบบ 31.40 KW. ทำงานโดยใช้เครื่อง

Compressor 2 เครื่อง (ถ้าเครื่องปรับอากาศทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพจะใช้เครื่อง Compressor เพียงเครื่องเดียว ซึ่งจะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยลง) ค่าประสิทธิภาพของเครื่องที่คำนวณได้คือ EER เท่ากับ 11.4. (ภาคผนวก ง.) ตามปกติห้อง Slope นี้จะถูกใช้งานแต่ละครั้งประมาณครึ่งวัน (ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่วงเวลาตั้งแต่ 9.00 – 14.00 น.) โดยเฉลี่ยจะใช้ห้อง Slope ประมาณสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ห้องสามารถรองรับผู้ใช้งานได้เต็มที่ 120 คน

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ไปจริงในระบบปรับอากาศ หาได้โดยการนำอุปกรณ์แอมป์มิเตอร์มาวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ ไปโดยตรงจากเครื่องปรับอากาศทั้ง2 ระบบ วัดค่ากระแสไฟฟ้า ตั้งแต่ 9.00 – 16.00 น. ในระบบ Central System และวัดค่ากระแสไฟฟ้า ในเวลา 9.00 – 14.00 น ในระบบ Split System ซึ่งเป็นช่วงเวลาทำงานของระบบปรับอากาศทั้ง 2 ระบบ โดยอ่านค่ากระแสไฟฟ้าทุกชั่วโมง เลือกเวลาทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้า ในวันที่ต่างๆกัน 3 วันทำการคือวันที่ 21 กุมภาพันธ์ วันที่ 5มิถุนายน และวันที่ 2 กรกฎาคม 2543 (พยายามเลือกวันที่มีผู้ใช้งานอยู่ในอาคารมากที่สุด เช่นวันสอบ หรือวันที่มีตารางเรียนเต็มที่)

ค่าที่อ่านได้จากการวัดกระแสไฟฟ้า มีหน่วย เป็น แอมป์ และ โวลต์ นำมาแปลงค่าให้เป็นวัตต์ จากสูตรหาค่ากำลังไฟฟ้า 3 เฟส.

$$P = \sqrt{3} * E * I * \cos \emptyset .$$

เมื่อ P = กำลังงานไฟฟ้าจริง ,Watt

$\cos \emptyset$ = เพาเวอร์แฟคเตอร์ (PF) = 0.8.

E = แรงดันระหว่างสาย (line voltage , V)

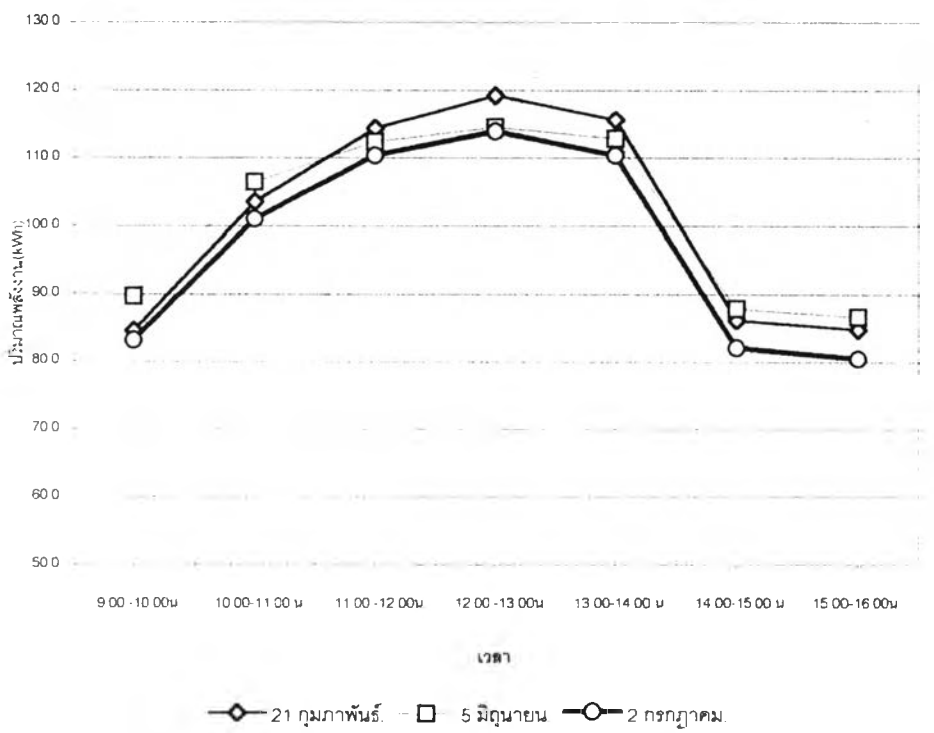
I = กระแสที่ไหลในสาย (line current , A)

นำค่ากำลังงานไฟฟ้าจริง (วัตต์) ในแต่ละชั่วโมงที่คำนวณได้มา PLOT กราฟ และคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟเพื่อหาค่าปริมาณกำลังงานไฟฟ้าจริงที่ใช้ไปใน 1 วัน (จำนวนวัตต์คูณด้วยชั่งโมงที่ใช้ไป) รายละเอียดของข้อมูลที่เก็บมาได้แสดงในภาคผนวกที่ ก.- 4 เมื่อนำค่าที่วัดได้ไปพิจารณาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของผู้ผลิต (ตามตารางที่ 4.3) พบว่าเครื่องปรับอากาศในระบบ Central System ทำงานที่ Part Load ประมาณ 30 – 40 % ของระบบเท่านั้น และพบว่าในระบบ Split System เครื่องปรับอากาศทำงานที่ประมาณ 42 % ของระบบทั้งหมดเท่านั้น

เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศรวมทั้งอาคาร เปรียบเทียบพลังงานที่วัดได้ทั้ง 3 วันแสดงไว้ในตารางที่4.4 และแผนภูมิที่4. 2 พบว่าค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ณ.ช่วงเวลาที่วัดข้อมูลจากอาคารจริงคือ 119.4 กิโลวัตต์ และมีค่าพลังงานไฟฟ้ารวมรายวัน วันที่ 21 กุมภาพันธ์ มีค่า 708.68 กิโลวัตต์-ชั่วโมง วันที่ 5มิถุนายนมีค่า 710.65 กิโลวัตต์-ชั่วโมง และวันที่ 2 กรกฎาคมมีค่า 681.71 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

เวลา	พลังงานไฟฟ้า[kWh] 21 กุมภาพันธ์.	พลังงานไฟฟ้า[kWh] 5 มิถุนายน.	พลังงานไฟฟ้า[kWh] 2 กรกฎาคม.
9.00 -10.00น.	84.7	89.7	83.2
10.00-11.00 น.	103.6	106.5	101.0
11.00 -12.00น.	114.4	112.4	110.4
12.00 -13.00น.	119.2	114.6	114.0
13.00-14.00 น.	115.7	112.9	110.5
14.00-15.00 น.	86.2	87.9	82.1
15.00-16.00น.	84.8	86.7	80.5
ค่าพลังงานรวมใน 1 วัน	708.68	710.65	681.71

ตารางที่ 4. 4 ปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมในระบบปรับอากาศ ณ.วันที่วัดจริงโดยตรงเปรียบเทียบ 3 วัน



แผนภูมิที่4.2 ปริมาณพลังงานไฟฟ้ารวมในระบบปรับอากาศ ณ.วันที่วัดจริงเปรียบเทียบ 3วัน

4.2.2. **ระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์**

ระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ที่ใช้ในอาคาร มี 2 แบบหลัก คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดเปลือยติดฝ้าเพดาน และ แบบฟลูออเรสเซนต์ชนิดหลอดคู่ มีโคมสะท้อนแสงสีเงินติดฝ้าเพดาน หลอดฟลูออเรสเซนต์มีขนาด 36 วัตต์และบัลลาสต์มีขนาด 10 วัตต์ โดยสามารถสรุปปริมาณการใช้งานแยกตามชั้นตามแผนกได้ดังตารางที่ 4.5

ปริมาณพลังงานไฟฟ้าระบบแสงประดิษฐ์ในอาคาร ที่ต้องการทั้งหมด คือ 109,582 วัตต์ หรือ 109.58 กิโลวัตต์ แบ่งเป็นในส่วนพื้นที่ปรับอากาศมีความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้า 58,200 วัตต์ และในส่วนพื้นที่ไม่ปรับอากาศมีความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้า 51,382 วัตต์ นำปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงประดิษฐ์มาคิดเฉลี่ยต่อพื้นที่อาคารทั้งหมด คิดเป็น 9.45 วัตต์ / ตร.เมตร ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายอนุรักษ์พลังงานกำหนดไว้ให้อาคารสถานศึกษามีปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างไม่เกิน 18 วัตต์ / ตร.เมตร

4.2.3. **ระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร**

อาคารกรณีศึกษานี้เป็นอาคารขนาดใหญ่ การใช้งานในอาคาร มีหลากหลายลักษณะ เป็นทั้งสำนักงาน ห้องเรียน ห้องประชุม ห้องทำงานอาจารย์ ดังนั้น อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าในอาคาร จึงมีมากมายหลายชนิดอยู่ในห้องตามชั้นต่าง ๆ ของอาคาร ส่วนใหญ่จะเป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในสำนักงานทั่วๆ ไป และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอน เช่น เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมอุปกรณ์ประกอบ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายแผ่นใส เครื่องโปรเจคเตอร์ นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์สำหรับอำนวยความสะดวกอยู่บ้าง ตามห้องพักอาจารย์ เช่น โทรทัศน์ ตู้เย็น พัดลม เครื่องทำน้ำร้อน และอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับบริการนิสิต เช่น พัดลมเพดาน เครื่องทำน้ำเย็น เป็นต้น โดยสามารถสรุปปริมาณการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในอาคารโดยแยกตามชั้น ตามแผนกได้ ดัง ตารางที่ 4.6

ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร คือ 82,313 วัตต์ หรือ 82.31 กิโลวัตต์ แบ่งเป็นในส่วนพื้นที่ปรับอากาศมีความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้า 63,603 วัตต์ ในส่วนพื้นที่ไม่ปรับอากาศมีความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้า 18,710 วัตต์

ชั้นที่	ลักษณะพื้นที่ใช้สอย	ชนิดหลอดไฟ	จำนวนหลอด	ปริมาณวัตต์(รวมบัลลาสต์)
1	ห้องธุรการและสำนักงานเลขา	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	80	3680
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	97	4462
2	ห้องอาจารย์และห้องประชุม	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	316	14536
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	88	4084
3	ห้องอาจารย์	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	188	8648
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	60	2760
4	ห้องอาจารย์และห้องประชุม	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	160	7360
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	88	4048
5	ห้องบรรยายและห้องคอมพิวเตอร์	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	376	17296
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	44	2024
6	ห้องบรรยายและห้อง STUDIO	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	424	19504
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	46	2116
7	ห้องประชุมใหญ่	ชนิดหลอดธรรมดาขนาด 100 วัตต์	44	4840
	(ส่วนปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	40	1840
	โถง, ทางเดิน, ห้องน้ำ, ห้องเครื่อง			
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ))	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลือย	50	2300
	ห้องเขียนแบบ	โคมสะท้อนแสงสีเงิน		
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์คู่	220	10120

ตารางที่ 4.5 ชนิดและปริมาณไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในอาคาร จำแนกตามชั้นและลักษณะห้อง

ชั้นที่	ลักษณะพื้นที่ใช้สอย	ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
1	ห้องธุรการและสำนักงานเลขา	
	(ส่วนปรับอากาศ)	9816 วัตต์
	โถง, ทางเดิน, พักคอย	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	2380 วัตต์
2	ห้องอาจารย์และห้องประชุม	
	(ส่วนปรับอากาศ)	4285 วัตต์
	โถง, ทางเดิน, พักคอย	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	3055 วัตต์
3	ห้องอาจารย์	
	(ส่วนปรับอากาศ)	5795 วัตต์
	โถง, ทางเดิน, พักคอย	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	1640 วัตต์
4	ห้องอาจารย์และห้องประชุม	
	(ส่วนปรับอากาศ)	7125 วัตต์
	โถง, ทางเดิน, พักคอย	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	2120 วัตต์
5	ห้องบรรยายและห้องคอมพิวเตอร์	
	(ส่วนปรับอากาศ)	34410 วัตต์
	โถง, ทางเดิน, พักคอย	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	1400 วัตต์
6	ห้องบรรยายและห้อง STUDIO	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	5035 วัตต์
7	ห้องประชุมใหญ่	
	(ส่วนปรับอากาศ)	2172 วัตต์
	ห้องเขียนแบบ และโถงทางเดิน	
	(ส่วนไม่ปรับอากาศ)	3080 วัตต์

ตารางที่ 4.6 ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า จำแนกตามชั้นและลักษณะห้อง

4.2.4. **ระบบลิฟท์ในอาคาร**

อาคารกรณีศึกษานี้ มีลิฟต์ทั้งหมด 2 ชุด ลิฟท์แต่ละชุดมีขนาดบรรทุกเต็มที่ 9 คน เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 45 ม. / นาที ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับระบบลิฟท์ในอาคาร หาได้โดยการคำนวณจากการสังเกต และ ประมาณการ จำนวนครั้งที่ลิฟท์ถูกกดใช้ใน 1 วัน แล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ ที่บริษัทผู้ผลิตได้กำหนดไว้ตามตารางที่ 4.7 จากการสังเกตและประมาณการพบว่าจำนวนคนที่ใช้งานในอาคารตั้งแต่ 8.30 - 16.30 น. มีประมาณ 800 – 900 คน จะสับเปลี่ยนหมุนเวียนกันขึ้นลงลิฟท์ประมาณคนละ 4 – 6 ครั้ง ในแต่ละครั้งจะมีจำนวนคนที่ขึ้น – ลงลิฟท์ประมาณ 3 – 4 คน จึงสามารถคำนวณจำนวนครั้งที่ลิฟท์จะถูกกดใช้ในแต่ละวันได้ประมาณ 900 X 5/3 = 1500 ครั้ง ทั้งอาคารมีลิฟท์ 2 ชุด ลิฟท์แต่ละชุดจึงถูกกดใช้ประมาณ 750 ครั้ง นำมาพิจารณาเปรียบเทียบกับมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ตามตารางที่ 4.8 เพื่อหาค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าของลิฟท์พบว่า ใกล้เคียงกับค่าที่กำหนดไว้ว่า ลิฟท์ขนาดบรรทุก 9 คน ถ้ากดลิฟท์ใช้ 900 ครั้ง / วัน จะใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้า 2.4 KWh./วัน ดังนั้น ค่าพลังงานไฟฟ้า ที่ระบบลิฟท์ต้องการทั้งหมด คือ 4.8 KWh./วัน โดยมีค่าปริมาณ พลังงานไฟฟ้าสูงสุดที่ใช้ คือ 0.6 กิโลวัตต์

ขนาดและจำนวนลิฟท์	**ประมาณการจำนวนครั้งที่กดใช้**	**พลังงานที่ใช้** [k W h/ day]
9 persons* 1 elevator	900 ครั้ง	2.4 k W h/ day
9 persons* 1 elevator	1800 ครั้ง	5.8 k W h/ day
11 persons* 2 elevators	900 ครั้ง	12.3 k W h/ day
15 persons* 3 elevators	2000 ครั้ง	56.0 k W h/ day

ตารางที่ 4.7 แสดงปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ลิฟท์ต้องการ จำแนกตามรุ่นและจำนวนครั้งที่กดใช้ลิฟท์

ที่มา : มาตรฐานผลิตภัณฑ์จากบริษัทผู้ผลิต ลิฟท์ที่ใช้ในอาคารกรณีศึกษา

4.2.5. **ปริมาณความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร**

การใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าในอาคารสามารถจำแนกได้เป็นส่วนสำคัญ 4 ส่วนหลัก คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงประดิษฐ์ การใช้พลังงานไฟฟ้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ และการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบลิฟท์อาคารโดยสามารถสรุปความต้องการปริมาณพลังงานไฟฟ้าทั้ง 4 ส่วนได้ดัง ตาราง ที่ 4.8

ประเภทการใช้พลังงานไฟฟ้า	ปริมาณพลังงานไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	อัตราส่วนการใช้พลังงาน
1. ระบบปรับอากาศ	119.41	38.28%
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	109.58	35.13%
3. ระบบอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า	82.31	26.38%
4. ระบบลิฟต์	0.6	0.19%
รวมทั้งหมด	311.9 KW.	100%

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบความต้องการพลังงานไฟฟ้าในอาคาร

4.3. ข้อมูลการสำรวจระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร

การสำรวจระดับสภาวะน่าสบายในอาคารกรณีศึกษา ทำได้โดยการเก็บข้อมูลตัวแปรที่เกี่ยวข้องและมีผลกับสภาวะน่าสบาย ดังนี้ อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศทั้งใน และนอกอาคาร อุณหภูมิเฉลี่ยพื้นผิวโดยรอบ และความเร็วลมในอาคาร ข้อมูลที่เก็บได้ทั้งหมดจะนำมาพิจารณาและวิเคราะห์ระดับสภาวะน่าสบายในห้องตัวแทนทั้ง 6 ห้อง สามารถสรุปโดยแยกออกได้เป็น 2 กลุ่มหลัก คือ ระดับสภาวะน่าสบายในกลุ่มห้องที่ปรับอากาศ และระดับสภาวะน่าสบายในกลุ่มห้องที่ไม่ปรับอากาศ ดังนี้

4.3.1. ระดับสภาวะน่าสบายในห้องปรับอากาศ

กลุ่มห้องที่ปรับอากาศ คือ ห้องที่อยู่ในชั้น 1, 2, 3, 4, 5 ทำการเก็บข้อมูลจากห้องตัวแทนทั้ง 4 ห้อง คือ ห้องตัวแทน กลุ่มที่ 1, 2, 3, 4 ผลการเก็บข้อมูลที่ได้แสดงใน ตาราง และแผนภูมิที่ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 วิเคราะห์ผลจากการเก็บข้อมูลได้ดังนี้ เนื่องจากลักษณะการวางแนวอาคารที่เกือบจะขวางกับดวงอาทิตย์ จึงทำให้ห้องส่วนใหญ่ในอาคาร ถูกแสงแดดอย่างเต็มที่เกือบทุกห้อง ห้องที่อยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือจะถูกแสงแดดในช่วงบ่าย ห้องที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้จะถูกแสงแดดในช่วงเช้าอีกทั้งอุปกรณ์ภายนอกสำหรับกันแดดที่มีอยู่ในบางชั้นก็ไม่สามารถกันแสงแดดได้เพียงพอ จึงทำให้แดดผ่านเข้ามาในห้องได้อย่างเต็มที่ ในห้องที่ผนังภายนอกเป็นผนังทึบ และมีหน้าต่างเป็นกระจกใส แสงแดดจะผ่านกระจกใสเข้ามาในห้องได้ค่อนข้างลึก ส่วนที่เป็นผนังทึบด้านล่างนั้นส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุก่ออิฐมอญครั้งแผ่น ฉาบปูนเรียบทาสี เป็นวัสดุที่สะสมความร้อนจากแสงแดดได้อย่างดี และจะค่อยๆ ถ่ายเทความร้อนเข้ามาในห้องตลอดเวลา สำหรับห้องที่มีผนังภายนอกเป็นผนังกระจกทั้งหมดนั้น จะใช้วัสดุเป็นกระจกสะท้อนแสง ซึ่งสามารถป้องกันความร้อนจากแสงแดดได้ดีพอสมควร ทำให้อุณหภูมิในห้องเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศจะต่ำกว่าอุณหภูมิในห้องอื่นๆ ที่มีหน้าต่างเป็นกระจกใสธรรมดา แต่เมื่อพิจารณาอุณหภูมิผิวของกระจกสะท้อนแสง จะพบว่ามีอุณหภูมิที่สูงมากเกือบตลอดทั้งวัน เนื่องจากการสะสมความร้อนจากแสงแดดที่ส่องถูกกระจกอย่างเต็มที่ ในบางช่วงเวลาอุณหภูมิขึ้นสูงสุดถึง 40 กว่าองศาเซลเซียส

จากการที่ห้องถูกแสงแดดอย่างเต็มที่จึงทำให้มีการสะสมความร้อนไว้ที่ผนังห้องตลอดทั้งวันและจะไปคายความร้อนในช่วงเวลากลางคืน จึงพบว่าทุกห้องจะมีอุณหภูมิในช่วงกลางคืน สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายนอกตลอดทั้งคืน ส่งผลให้เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศในตอนเช้าจึงต้องใช้พลังงานอย่างมากในช่วงเริ่มต้นทำความเย็น เพื่อรีดความร้อนที่สะสมอยู่ในห้องตลอดทั้งคืนออกไป นอกจากนี้อุณหภูมิผิวผนังที่ขึ้นสูงมาก จะเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้ค่า MRT ในห้องสูงขึ้นตามไปด้วย จากการเก็บข้อมูลพบว่าทุกห้องจะมีค่า MRT ที่สูงกว่าอุณหภูมิอากาศภายในห้องค่อนข้างมากโดยเฉพาะในช่วงเวลาที่มีการเปิดเครื่องปรับอากาศ MRT จะสูงกว่าอุณหภูมิภายในห้องอยู่ประมาณ 2-3 องศาเซลเซียสเกือบตลอดเวลา (การเก็บข้อมูลในห้องปรับอากาศนั้น จะตั้งค่าเทอร์โมสตัทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ค่ามาตรฐาน คือ 24 องศาเซลเซียสเท่ากันทุกห้อง เพื่อความสะดวกในการเปรียบเทียบข้อมูล) สำหรับอุณหภูมิอากาศภายในห้องที่เก็บได้จริงอยู่ที่ค่าเฉลี่ยประมาณ 23 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณ 66 % ส่วนค่า MRT จะอยู่ที่ค่าเฉลี่ยประมาณ 25 – 26 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ผู้ที่อยู่ในห้องรู้สึกเสมือนว่าสภาวะแวดล้อมร้อนขึ้นกว่าอุณหภูมิจริงที่เป็นอยู่ในขณะนั้นประมาณ 40 % จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผู้ใช้งานในห้องปรับอากาศในอาคารกรณีศึกษานี้ มักจะตั้งค่าเทอร์โมสตัทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่ต่ำกว่า 24 องศาเซลเซียส โดยส่วนใหญ่จะตั้งค่าไว้ที่ประมาณ 20 -23

องศาเซลเซียส (ดูตารางภาคผนวก ก.- 1) การตั้งค่าเทอร์โมสตัทไว้ที่อุณหภูมิต่ำๆ จะทำให้เครื่องปั้มน้ำเย็นของระบบปรับอากาศต้องทำงานหนักและบ่อยขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในระบบปรับอากาศเพิ่มขึ้นอย่างมาก

ตัวแปรที่มีผลต่อระดับสภาวะน่าสบายอีกตัวหนึ่ง คือ การกระจายลมในอาคาร จากการเก็บข้อมูล พบว่า เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศความเร็วลมภายในอาคาร ที่วัดได้ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 –0.30 เมตร / วินาที ซึ่งไม่ส่งผลความรู้สึกแตกต่างของอุณหภูมิ และไม่รบกวนการทำงานของผู้ที่ใช้งานภายในห้องปรับอากาศด้วย

จากการประเมินในขั้นต้นนี้พบว่า การที่เครื่องปรับอากาศต้องใช้พลังงานมากขึ้นในการรีดความร้อนที่สะสมอยู่ในห้องออกไปในช่วงเริ่มต้นทำความเย็น และ การที่ผู้ใช้อาคารตั้งค่าเทอร์โมสตัทของเครื่องปรับอากาศไว้ที่อุณหภูมิต่ำๆ น่าจะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้มีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลืองไปในระบบปรับอากาศของอาคาร กรณีศึกษานี้

4.3.2. ระดับสภาวะน่าสบายในห้องที่ไม่ปรับอากาศ

กลุ่มห้องที่ไม่ปรับอากาศ คือ ห้องที่อยู่ในชั้น 6 และ ชั้น 7 ซึ่งเป็นห้องเขียนแบบ และห้องปฏิบัติการ เป็นหลัก ทำการเก็บข้อมูลจากห้องตัวแทน 2 ห้อง คือ ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 5 และ กลุ่มที่ 6 ผลการเก็บข้อมูลที่เก็บได้ ดังแสดงใน ตารางและแผนภูมิที่ 4.5 และ 4.6 วิเคราะห์ผลจากข้อมูลที่เก็บได้ ดังนี้ เนื่องจากห้องในกลุ่มนี้เกือบทุกห้องถูกแสงแดดอย่างเต็มที่เช่นเดียวกับห้องชั้นอื่นๆในอาคาร ตลอดจนผนังภายนอกเป็นผนังทึบและมีหน้าต่างเป็นกระจกใส แสงแดดผ่านกระจกใสเข้ามาในห้องได้ค่อนข้างลึกทำให้อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยสูงถึง 30องศาเซลเซียสและอุณหภูมิอากาศภายในห้องเฉลี่ยอยู่ที่ 29 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิอากาศภายนอก บางช่วงจะมีระดับที่สูงกว่าอุณหภูมิภายนอกโดยเฉพาะในช่วงเวลากลางคืน ที่มีการคายตัวของความร้อนที่สะสมอยู่ในผนังห้อง อุณหภูมิอากาศภายในห้องเหล่านี้ส่วนใหญ่ จะมีลักษณะคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรุนแรง กลางคืนอาจจะมีอุณหภูมิลดต่ำลงบ้างแต่ก็ไม่มากนัก นอกจากนี้ในเวลาที่มีการใช้งานจริงจะมีนิสิตเข้ามาใช้งานในห้องเขียนแบบเป็นจำนวนมาก ความร้อนจากร่างกายของนิสิตที่อยู่ในห้อง จะสะสมอยู่ภายในห้องเพิ่มมากขึ้น ทำให้อุณหภูมิในห้องยิ่งสูงขึ้นมากตามไปด้วย ระดับสภาวะอากาศภายในห้องที่ไม่เหมาะสมอยู่สูงกว่าระดับสภาวะน่าสบายค่อนข้างมากนี้ ทำให้เป็นการลดประสิทธิภาพการเรียน การสอน ของทั้งอาจารย์ และนิสิตลงไปอย่างมาก จึงควรจะได้รับการแก้ไขให้มีสภาพอากาศภายในห้องเข้ามาอยู่ใกล้เคียงกับระดับสภาวะน่าสบายให้มากที่สุด

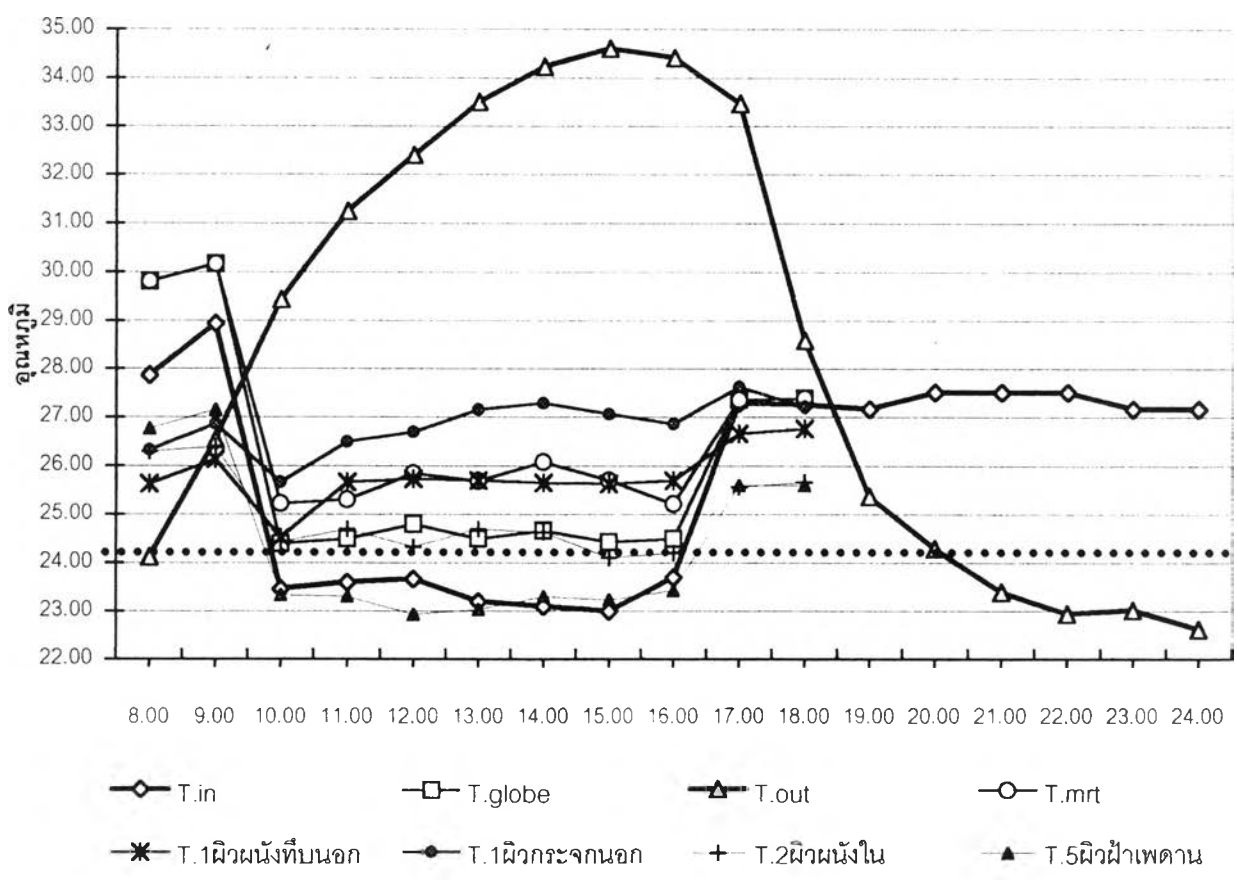
การเปิดพัดลมที่ติดบนเพดาน เป็นวิธีที่ช่วยในระดับหนึ่ง ทำให้เกิดกระแสลมหมุนเวียนมากขึ้น แต่ผู้ที่อยู่ในห้องจะรู้สึกสบายขึ้นก็ต่อเมื่อพัดลมหมุนส่ายมาโดนตัวเท่านั้น นอกจากนี้ลมที่พัดแรงเกินไปยังเป็นการรบกวนการทำงานอีกด้วย การช่วยลดความร้อนจากแสงแดดไม่ให้เข้ามาสะสมภายในห้องก็เป็นอีกวิธีที่จะช่วยให้ห้องไม่ร้อนมากขึ้น แต่เนื่องจากระดับสภาวะน่าสบายที่อยู่นอก Comfort Zone ออกไปมากนี้ทำให้การปรับปรุงด้วยวิธี Passie System ใดๆทำได้ยากมาก วิธีที่ได้ผลดีที่สุดจำเป็นจะต้องใช้เครื่องปรับอากาศเข้ามาช่วยเสริม ซึ่งควรจะได้มีการพิจารณาติดตั้งต่อไปในอนาคต

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 1 หมายเลขห้อง 433(ชั้นที่ 4 ทิศ E/S ผนังทึบมีหน้าต่างกระจก ระบบปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ยทั้ง 3 วันตั้งแต่วันที่15 - 17 กุมภาพันธ์ 2543

เวลา	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผิวผนังทึบ	T.1ผิวกระจก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใ	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	ที่ตั้งไว้	T.out	RH(%)	SKY	T mrt
8.00	27.87	64.43	0.00	29.80	25.63	26.33	26.30	26.00	26.47	26.77	26.43	0.00	24.13	76.37	OVER CAST	29.80
9.00	28.93	60.83	0.00	30.17	26.13	26.87	26.40	26.33	26.73	27.17	26.87	0.00	26.54	71.30	CLEAR	30.17
10.00	23.47	64.43	0.14	24.40	24.53	25.67	24.43	24.37	24.43	23.33	24.43	24.00	29.43	64.10	CLEAR	25.23
11.00	23.60	66.83	0.14	24.50	25.67	26.50	24.70	24.37	24.43	23.30	24.27	24.00	31.24	59.43	CLEAR	25.30
12.00	23.67	67.47	0.15	24.80	25.73	26.70	24.33	24.17	24.20	22.93	24.27	24.00	32.40	57.67	CLEAR	25.85
13.00	23.20	66.37	0.15	24.50	25.70	27.17	24.70	24.00	24.03	23.03	24.03	24.00	33.50	58.27	CLEAR	25.69
14.00	23.10	67.03	0.14	24.67	25.65	27.30	24.63	24.33	24.33	23.30	24.40	24.00	34.24	57.70	CLEAR	26.08
15.00	23.00	71.77	0.14	24.43	25.63	27.07	24.10	24.03	24.07	23.23	24.03	24.00	34.61	55.47	CLEAR	25.70
16.00	23.70	73.60	0.14	24.50	25.70	26.87	24.20	24.00	23.97	23.43	24.17	24.00	34.42	54.33	CLEAR	25.21
17.00	27.30	68.20	0.00	27.37	26.67	27.63	25.57	25.33	25.37	25.60	25.50	0.00	33.47	58.23	CLEAR	27.37
18.00	27.27	68.20	0.00	27.40	26.77	27.23	25.67	25.43	25.47	25.60	25.57	0.00	28.59	62.93	OVER CAST	27.40

หมายเหตุ : วันทำงานเปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งแต่เวลา 9.00-16.00 น.ความเร็วลมที่หัวจ่ายแอร์2.51 m s. อุณหภูมิที่หัวจ่ายแอร์ 12.5 องศาเซลเซียส



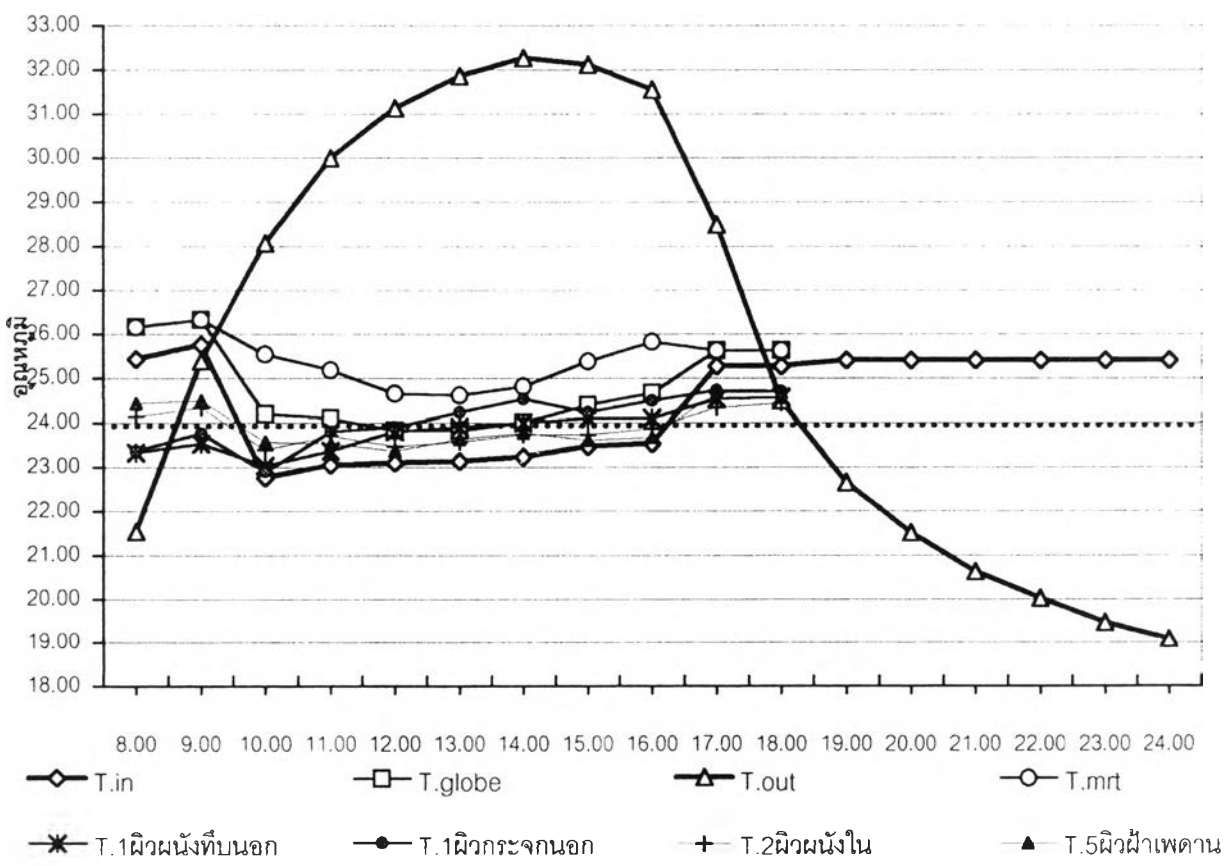
ตารางและแผนภูมิที่4.1 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคารห้องตัวแทนกลุ่มที่ 1

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 2 หมายเลขห้อง 508 (ชั้นที่ 5 ทิศ W/N ผนังทึบมีหน้าต่างกระจก ระบบปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ยทั้ง3วันตั้งแต่วันที่ 7-9 ธันวาคม2542

เวลา	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผิวผนังทึบ	T.1ผิวกระจก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใน	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	T.ที่ตั้งไว้	T.out	RH	SKY	Tmrt
8.00	25.43	72.77	0.00	26.17	23.33	23.37	24.13	24.23	24.43	24.43	24.43	0.00	21.54	83.80	OVER CAST	26.17
9.00	25.77	70.20	0.00	26.33	23.53	23.77	24.33	24.47	24.57	24.50	24.50	0.00	25.39	75.00	OVER CAST	26.33
10.00	22.77	73.40	0.15	24.20	23.03	22.90	23.40	23.37	23.60	23.57	23.17	24.00	28.08	70.13	CLEAR	25.54
11.00	23.05	78.97	0.19	24.10	23.37	23.80	23.70	23.83	23.70	23.53	23.47	24.00	30.00	66.57	CLEAR	25.18
12.00	23.10	77.67	0.20	23.83	23.80	23.90	23.47	23.80	23.73	23.37	23.73	24.00	31.13	62.93	CLEAR	24.65
13.00	23.13	73.53	0.20	23.83	23.90	24.23	23.57	24.00	23.97	23.63	23.83	24.00	31.87	61.77	CLEAR	24.62
14.00	23.23	70.83	0.20	24.00	24.00	24.53	23.73	24.07	24.03	23.77	24.00	24.00	32.27	61.77	CLEAR	24.81
15.00	23.47	73.27	0.19	24.40	24.10	24.23	23.73	23.67	23.63	23.60	23.40	24.00	32.12	58.40	CLEAR	25.38
16.00	23.53	70.77	0.18	24.67	24.10	24.50	23.87	24.10	23.93	23.67	23.80	24.00	31.56	57.77	CLEAR	25.82
17.00	25.27	70.20	0.00	25.63	24.53	24.73	24.33	24.60	24.43	24.67	24.57	0.00	28.49	63.50	OVER CAST	25.63
18.00	25.27	70.20	0.00	25.63	24.57	24.70	24.43	24.43	24.43	24.67	24.47	0.00	24.50	70.10	OVER CAST	25.63

หมายเหตุ :วันทำงานเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 9.00-16.00น.



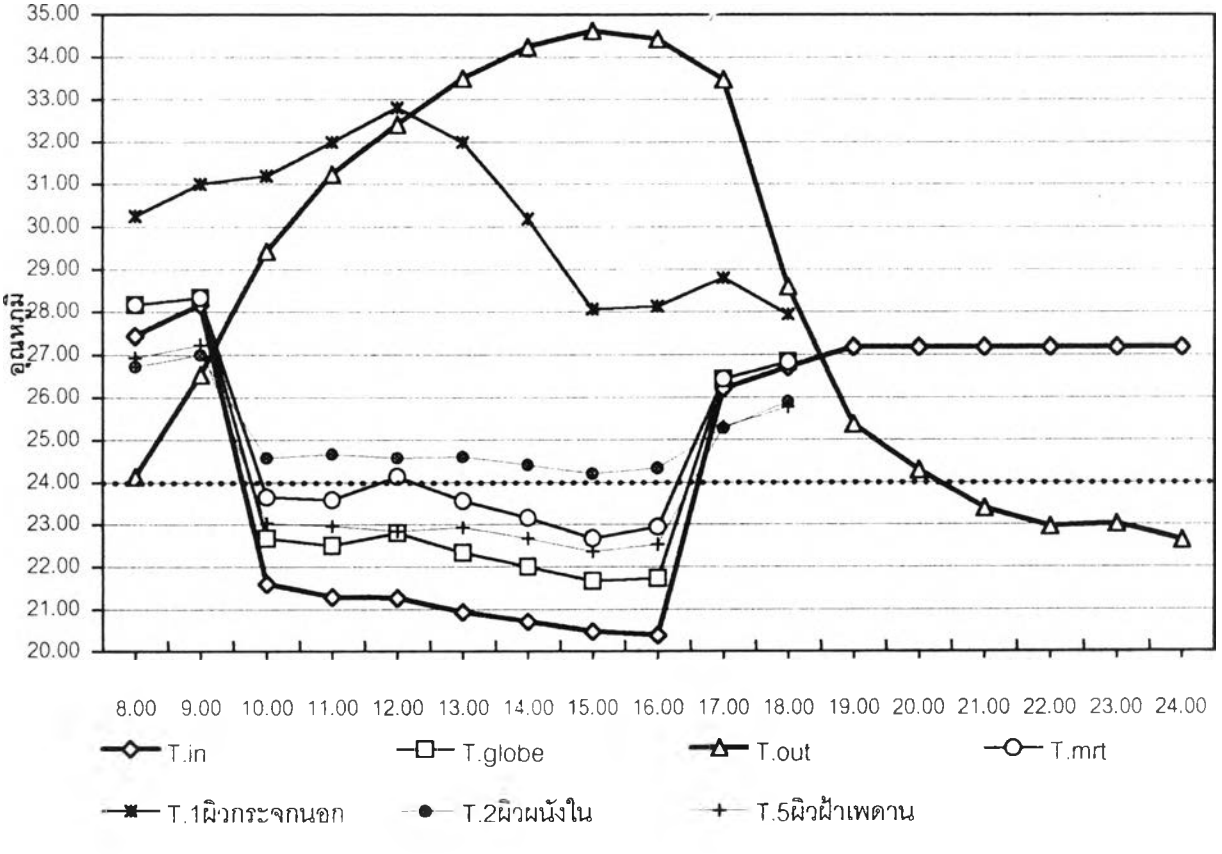
ตารางและแผนภูมิที่ 4.2 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 2

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 3 หมายเลขห้อง 209 (ชั้นที่ 2 ทิศ E/S ผนังกระจก ระบบปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ยทั้ง3วันตั้งแต่วันที่ 15-17 กุมภาพันธ์ 2543

เวลา	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผิวผนังทึบ	T.1ผิวกระจก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใน	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	ที่ตั้งไว้	T.out	RH(%)	SKY	Tmrt
8.00	27.43	64.43	0.00	28.17		30.27	26.73	25.90	26.40	26.93	26.37	0.00	24.13	76.27	OVER CAST	28.17
9.00	28.17	59.83	0.00	28.33		31.00	27.00	26.13	26.50	27.23	26.57	0.00	26.54	71.30	CLEAR	28.33
10.00	21.60	53.03	0.13	22.67		31.20	24.57	23.73	24.17	23.03	23.87	24.00	29.43	64.00	CLEAR	23.65
11.00	21.30	52.43	0.13	22.50		32.00	24.37	23.43	23.70	22.97	23.47	24.00	31.24	59.43	CLEAR	23.58
12.00	21.27	52.43	0.12	22.80		32.80	24.57	23.03	23.67	22.83	23.27	24.00	32.40	57.67	CLEAR	24.14
13.00	20.93	52.43	0.12	22.33		32.00	24.60	22.73	23.47	22.93	22.90	24.00	33.50	58.27	CLEAR	23.56
14.00	20.70	54.33	0.12	22.00		30.20	24.40	22.60	22.90	22.67	22.63	24.00	34.24	57.70	CLEAR	23.15
15.00	20.47	56.20	0.11	21.67		28.07	24.20	22.60	23.07	22.37	22.67	24.00	34.61	55.47	CLEAR	22.67
16.00	20.37	58.10	0.12	21.73		28.13	24.33	22.83	23.27	22.53	22.97	24.00	34.42	54.33	CLEAR	22.95
17.00	26.20	54.93	0.00	26.43		28.80	25.27	24.47	24.67	25.30	24.73	0.00	33.47	58.23	CLEAR	26.43
18.00	26.70	54.30	0.00	26.83		27.93	25.90	24.90	25.23	25.77	25.20	0.00	28.59	62.93	OVER CAST	26.83

หมายเหตุ : วันทำงานเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 9.00-16.00น. ความเร็วลมที่หัวจ่ายแอร์ 2.6 m/s. อุณหภูมิที่หัวจ่ายแอร์ 11.6 องศาเซลเซียส



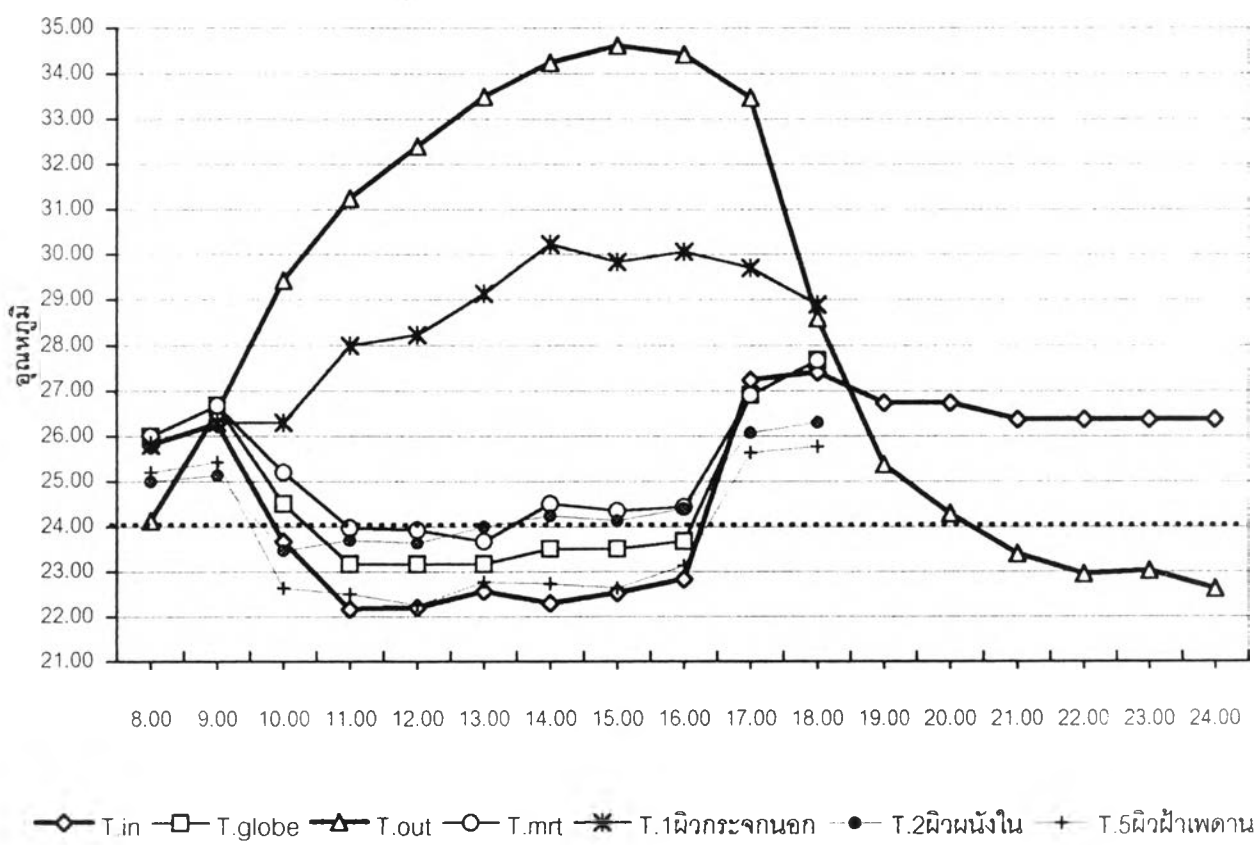
ตารางและแผนภูมิที่ 4.3 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 3

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 4 หมายเลขห้อง 410 (ชั้นที่ 4 ทิศ W/N ผนังกระจก ระบบปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ยทั้ง3วันตั้งแต่วันที่ 15-17 กุมภาพันธ์ 2543

	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
เวลา	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผนังทึบนอก	T.1กระจกนอก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใน	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	T.ที่ตั้งไว้	T.out	RH(%)	SKY	Tmrt
8.00	25.80	71.47	0.00	26.00		25.80	25.00	25.10	25.00	25.20	24.87	0.00	24.13	76.27	OVER CAST	26.00
9.00	26.27	70.83	0.00	26.67		26.30	25.13	25.23	25.23	25.43	25.20	0.00	26.54	71.30	CLEAR	26.67
10.00	23.67	68.90	0.12	24.50		25.30	23.47	22.73	22.47	22.63	23.10	24.00	29.43	64.00	CLEAR	25.20
11.00	22.17	65.27	0.10	23.17		28.00	23.70	22.80	22.30	22.50	23.10	24.00	31.24	59.43	CLEAR	23.98
12.00	22.20	70.70	0.10	23.17		28.23	23.63	22.50	22.43	22.27	22.83	24.00	32.40	57.67	CLEAR	23.93
13.00	22.57	70.03	0.11	23.17		29.13	24.00	23.30	22.50	22.77	23.03	24.00	33.50	58.27	CLEAR	23.68
14.00	22.30	64.07	0.11	23.50		30.23	24.23	23.03	22.43	22.73	22.70	24.00	34.24	57.70	CLEAR	24.50
15.00	22.53	67.07	0.12	23.50		29.83	24.13	23.23	22.40	22.63	22.90	24.00	34.61	55.47	CLEAR	24.35
16.00	22.83	67.63	0.13	23.67		30.07	24.40	23.70	22.73	23.13	23.03	24.00	34.42	54.33	CLEAR	24.43
17.00	27.23	67.07	0.00	26.90		29.70	26.07	25.83	25.60	25.63	24.90	0.00	33.47	58.23	CLEAR	26.90
18.00	27.40	65.27	0.00	27.67		28.90	26.30	25.90	25.70	25.77	25.07	0.00	28.59	62.93	OVER CAST	27.67

หมายเหตุ :วันทำงานเปิดเครื่องปรับอากาศตั้งแต่เวลา 9.00-16.00น. ความเร็วลมที่หัวจ่าย 2.5 m/s อุณหภูมิที่หัวจ่าย 11.6 c.

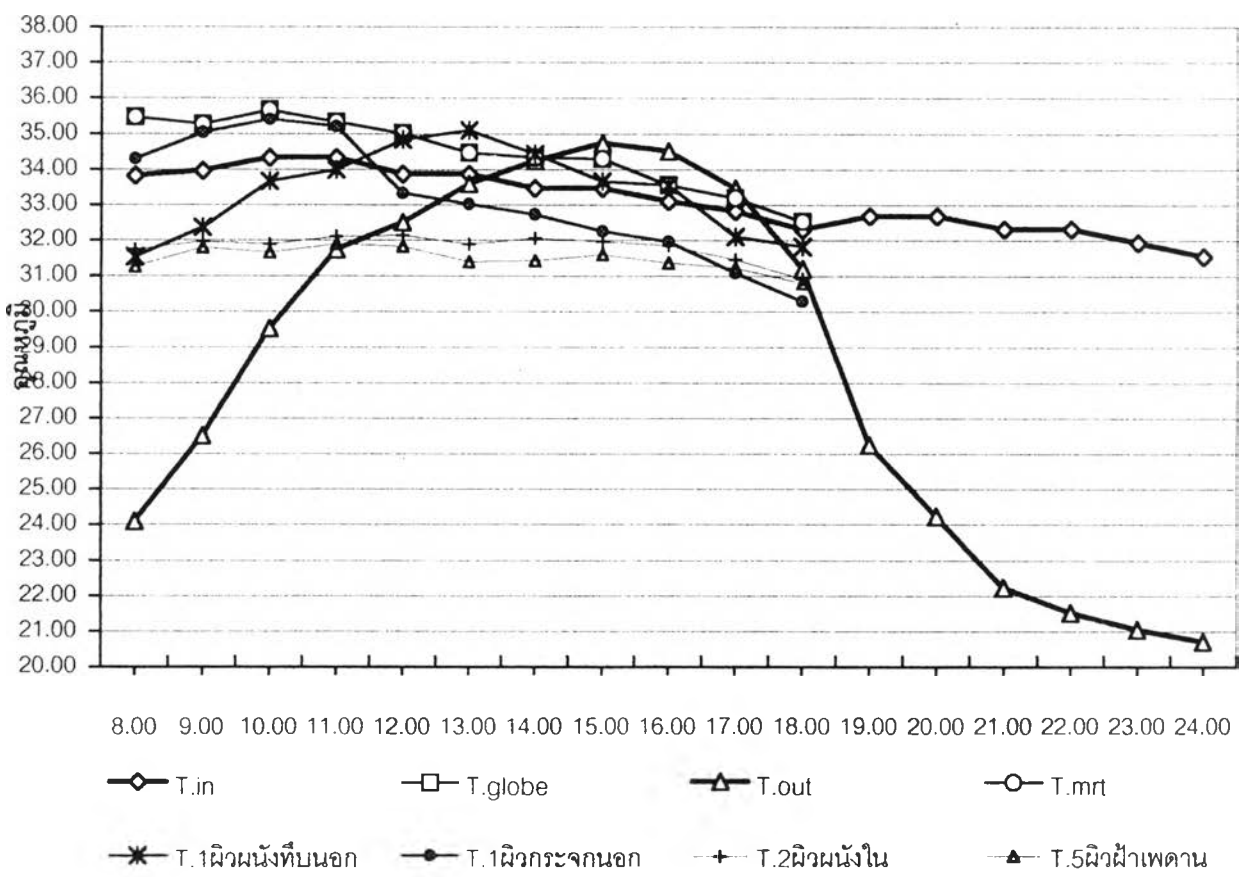


ตารางและแผนภูมิที่ 4.4 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร ห้องตัวแทนกลุ่มที่4

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 5 หมายเลขห้อง 611 (ชั้นที่ 6 ทิศ E/S ผนังทึบหน้าต่างกระจก ไม่ปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ย 3 วันตั้งแต่วันที่ 28-30 พฤศจิกายน 2542

เวลา	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผิวผนังทึบ	T.1ผิวกระจก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใน	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	ที่ตั้งไว้	T.out	RH(%)	SKY	Tmrt
8.00	33.83	55.83		35.47	31.53	34.30	31.73	31.20	30.90	31.27	31.00		24.10	79.40	OVER CAST	35.47
9.00	33.97	54.03		35.27	32.37	35.03	31.97	31.37	31.37	31.80	31.30		26.50	75.03	CLEAR	35.27
10.00	34.33	52.80		35.67	33.67	35.40	31.90	31.33	31.17	31.67	31.40		29.53	68.37	CLEAR	35.67
11.00	34.33	52.13		35.33	34.00	35.20	32.10	32.23	32.07	31.90	31.50		31.74	65.40	CLEAR	35.33
12.00	33.87	52.17		35.00	34.83	33.33	32.13	31.63	31.60	31.83	31.67		32.50	61.77	CLEAR	35.00
13.00	33.87	52.17		34.47	35.10	33.03	31.90	31.67	31.33	31.40	31.43		33.60	61.20	CLEAR	34.47
14.00	33.47	53.40		34.33	34.43	32.73	32.07	31.67	31.40	31.43	31.43		34.24	59.43	CLEAR	34.33
15.00	33.47	52.77		34.30	33.67	32.27	31.97	31.53	31.33	31.60	31.40		34.75	56.57	CLEAR	34.30
16.00	33.10	52.77		33.57	33.57	31.97	31.87	31.57	31.20	31.37	31.20		34.52	56.57	CLEAR	33.57
17.00	32.83	54.00		33.20	32.10	31.10	31.47	31.33	31.10	31.23	31.07		33.47	58.83	CLEAR	33.20
18.00	32.30	54.63		32.53	31.83	30.30	30.93	30.53	30.43	30.80	30.73		31.20	61.73	OVER CAST	32.53

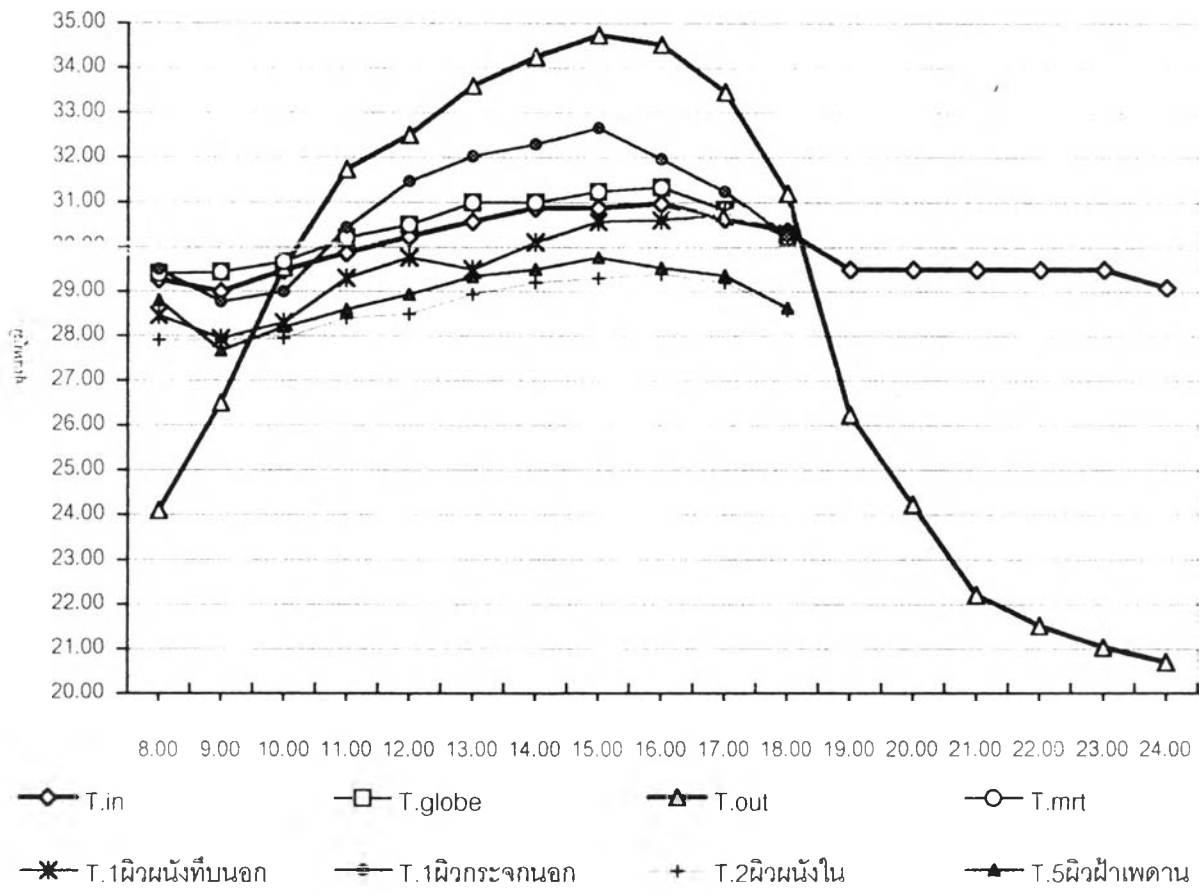


ตารางและแผนภูมิที่ 4.5 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 5

ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 6 หมายเลขห้อง 708 (ชั้นที่ 7 ทิศ W/N ผนังทึบหน้าต่างกระจก ไม่ปรับอากาศ)

ค่าเฉลี่ยทั้ง3วันตั้งแต่วันที่28- 30 พฤศจิกายน 2542

เวลา	ข้อมูลภายในอาคาร												ข้อมูลภายนอกอาคาร			
	T.in	RH(%)	V(m/s)	T.g	T.1ผิวผนังทึบ	T.1ผิวกระจก	T.2ผิวผนังใน	T.3ผิวผนังใน	T.4ผิวผนังใน	T.5ผิวฝ้า	T.6ผิวพื้น	ที่ตั้งไว้	T.out	RH(%)	SKY	Tmrt
8:00	29.27	69.53		29.40	28.47	29.50	27.90	27.93	27.67	28.80	27.87		23.37	79.40	OVER CAST	29.40
9:00	29.00	68.23		29.43	27.93	28.77	27.90	27.87	27.73	27.67	27.73		26.14	75.03	CLEAR	29.43
10:00	29.47	66.33		29.67	28.30	29.00	27.93	28.07	28.03	28.20	28.13		28.35	68.37	CLEAR	29.67
11:00	29.87	64.47		30.20	29.30	30.43	28.40	28.47	28.67	28.60	28.47		29.62	65.40	CLEAR	30.20
12:00	30.23	61.90		30.50	29.77	31.47	28.50	28.67	28.80	28.93	28.50		30.41	61.77	CLEAR	30.50
13:00	30.57	60.00		31.00	29.50	32.03	28.93	29.00	29.03	29.33	28.73		30.95	61.20	CLEAR	31.00
14:00	30.87	58.73		31.00	30.10	32.30	29.20	29.03	29.37	29.50	28.90		31.03	59.43	CLEAR	31.00
15:00	30.87	58.10		31.23	30.57	32.67	29.30	29.40	29.13	29.77	28.97		30.61	56.57	CLEAR	31.23
16:00	30.97	58.10		31.33	30.60	31.97	29.40	29.30	29.37	29.53	29.17		29.93	56.57	CLEAR	31.33
17:00	30.63	58.73		30.83	30.77	31.23	29.20	29.17	29.13	29.37	29.03		27.62	58.83	CLEAR	30.83
18:00	30.37	59.37		30.23	30.30	30.27	28.57	28.60	28.67	28.63	28.57		24.24	61.73	OVER CAST	30.23



ตารางและแผนภูมิที่ 4.6 ข้อมูลระดับสภาวะน่าสบายในอาคาร ห้องตัวแทนกลุ่มที่ 6

4.4. ข้อมูลการสำรวจระบบแสงสว่างภายในอาคาร

4.4.1. ระบบแสงสว่างธรรมชาติ

การวัดค่าระดับความส่องสว่าง ภายในอาคารกรณีศึกษานี้ ใช้เครื่องวัดแสงลักซ์มิเตอร์ วัดหาค่าระดับความส่องสว่าง ภายในและภายนอกอาคารโดยวัดห้องตัวแทนทั้ง 10 ห้อง ซึ่งเป็นห้องตัวแทนของกลุ่มห้องในแต่ละชั้น แต่ละด้าน เพื่อศึกษาการกระจายของแสงธรรมชาติในอาคาร วัดค่าความส่องสว่างของแสงที่ระดับความสูง 0.75 เมตรจากพื้นห้อง ทุกๆ ระยะ 1.50 เมตร จากผนังริมห้อง โดยวัดค่าเป็นลักซ์ แล้วนำมาคำนวณเป็นค่า Daylight Factor (DF) ในแต่ละจุด โดยใช้ค่า DF ตามค่ามาตรฐาน CIE ที่เหมาะสมสำหรับการทำงาน นั่งโต๊ะ พิมพ์ดีด คอมพิวเตอร์ ที่ค่า DF เฉลี่ย 5 % (ค่าแสงที่วัดต้องไม่รวมแสงแดดด้วย)

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทน ตำแหน่งที่ 1

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 1 นี้เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 1 ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผนังภายนอกเป็นผนังทึบมีช่องแสงเป็นกระจกใส และ หน้าต่างบานเลื่อนยาวตลอดแนวผนัง ห้องในกลุ่มนี้เป็นห้อง สำนักงานเลขา และ ธุรการ จากการตรวจสอบพบว่าแสงธรรมชาติสามารถผ่านเข้ามาในห้องได้ค่อนข้างดี ค่า DF ที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ระยะ 4.50 เมตร จากผนังริม ซึ่งมีค่า DF ที่ 5.57 % (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.7.) แสงสว่างที่เข้ามาจะนำความร้อนเข้ามาด้วย ดังนั้น ในสภาพจริงผู้ใช้งานในห้องนี้จึงนำม่าน มู่ลี่ หรือกระดาษทึบมาปิดช่องแสงไว้ และทำงานโดยการเปิดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ตลอดเวลา

ดังนั้นห้องที่อยู่ในกลุ่มนี้จึงไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแสงที่เข้ามาจะความร้อนจากแสงแดดเข้ามาด้วย

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 2

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 2 นี้ เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 1 ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ผนังภายนอกเป็นผนังทึบมีช่องแสงเป็นกระจกใส และหน้าต่างบานเลื่อนยาวตลอดแนวผนัง ห้องในกลุ่มนี้เป็นห้อง สำนักงานเลขา และ ธุรการ จากการตรวจสอบพบว่าแสงธรรมชาติ เข้ามาในห้องนี้ได้น้อยมาก ค่า DF ที่วัดได้มากที่สุด คือ 0.25 % ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.8) แสงธรรมชาติเข้ามาได้น้อยมากเนื่องจากมีระเบียงจากชั้น 2 ยื่นยาวออกไปมาก ยาวตลอดแนวช่องแสงจึงบังแสงธรรมชาติจนไม่สามารถเข้ามาในห้องได้ ดังนั้นการทำงานในห้องนี้จึงต้องใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ตลอดเวลาที่ทำงาน

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 3 **และ** 4

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 3 นี้เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 2 ตั้งอยู่ด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ และห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 4 เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 2 ด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ห้องใน 2 กลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นห้องพักอาจารย์ และ ห้องประชุม มีผนังภายนอกเป็นผนังกระจกทั้งหมด กระจกที่ใช้เป็นกระจกสะท้อนแสงสีชา หนา 6 มม. ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้ประมาณ 20 % ตัดแสงธรรมชาติที่จะเข้ามาในห้องออกไปมาก จึงมีแสงผ่านเข้ามาได้น้อย ค่า DF ที่วัดได้มากที่สุด คือ 4.70 % ซึ่งไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.9 และ 4.10) จึงไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้งาน ดังนั้น จึงต้องใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ตลอดเวลา

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 5

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 5 เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 3 และ ชั้นที่ 4 ตั้งอยู่ในด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ห้องในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นห้อง พักอาจารย์ มีผนังภายนอกเป็นผนังทึบ ช่องแสงเป็นกระจกใส หน้าต่างบานเปิดข้าง แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาในห้องนี้ได้อย่างเต็มที่ ค่า DF ที่วัดได้ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้ตลอดทั่วทั้งห้อง ค่า DF ที่วัดได้ต่ำสุดคือ 5.20 % (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.11) แสงสว่างที่เข้ามานำความร้อนเข้ามาด้วย ดังนั้นในสภาพจริงผู้ใช้งานในห้องนี้จึงนำ ม่าน มู่ลี่ หรือ กระดาษทึบมาปิดช่องแสงไว้ และทำงานโดยการเปิดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ตลอดเวลา ดังนั้นห้องที่อยู่ในกลุ่มนี้จึงไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแสงที่เข้ามาในห้องจะความร้อนจากแสงแดดเข้ามาด้วย

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 6

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 6 เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 3 และชั้นที่ 4 ตั้งอยู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ห้องในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นห้องพักอาจารย์ มีผนังภายนอกเป็นผนังกระจก กระจกที่ใช้เป็นกระจกสะท้อนแสงสีชาหนา 6 มม. ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้ประมาณ 17 % จึงมีแสงธรรมชาติเข้ามาในห้องน้อยมาก ค่า DF ที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน อยู่ที่ ระยะ 1.50 ม. เท่านั้น ค่า DF ที่วัดได้คือ 5.67 % เมื่อลึกเข้ามาในห้อง ค่า DF ก็จะต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.12) ดังนั้นห้องในกลุ่มนี้จึงมีศักยภาพในการนำแสงธรรมชาติมาใช้ได้น้อยมากจึงต้องใช้ไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ช่วยกระจายแสง ตลอดเวลาที่ทำงาน

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 7 **และ** 8

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 7 เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 5 ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และ ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 8 เป็นห้องตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 5 ทิศตะวันตกเฉียงใต้ ห้องส่วนใหญ่เป็นห้องคอมพิวเตอร์และห้องบรรยาย ผนังภายในเป็นผนังทึบ มีช่องแสงเป็นกระจกใสหน้าต่างบานเปิดข้าง แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาในห้องได้อย่างเต็มที่ ค่า DF ที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตลอดทั่วทั้งห้อง ค่า DF ที่วัดได้ต่ำสุดคือ 4.80 % (ดูตารางและแผนภูมิที่ 4.12 และ 4.13) แสงสว่างที่เข้ามานำความร้อนเข้ามาด้วย ดังนั้นในสภาพจริงผู้ใช้งานจึงนำม่านมู่ลี่ หรือ กระดาษทึบมาปิดช่องแสงไว้และทำงานโดยการเปิดไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ตลอดเวลา ดังนั้นห้องที่อยู่ในกลุ่มนี้ จึงไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแสงที่เข้ามาในห้องจะนำความร้อนจากแสงแดดเข้ามาด้วย

ระดับค่าความส่องสว่างห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 9 **และ** 10

ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 9 เป็นตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 6 และ ชั้นที่ 7 ตั้งอยู่ทิศตะวันออกเฉียงใต้ และ ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 10 เป็นห้องตัวแทนของกลุ่มห้องในชั้นที่ 6 และ ชั้นที่ 7 ตั้งอยู่ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ห้องส่วนใหญ่เป็นห้อง เขียนแบบ และ ห้อง Studio ผนังภายนอกเป็นผนังทึบ มีช่องแสงเป็นกระจกใสหน้าต่างบานเปิดข้าง แสงธรรมชาติผ่านเข้ามาในห้องได้อย่างเต็มที่ ค่า DF ที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานตลอดทั่วทั้งห้อง ค่า DF ที่วัดได้ต่ำสุดคือ 7.07 % แสงสว่างที่เข้ามานำความร้อนเข้ามาด้วย ดังนั้นห้องที่อยู่ในกลุ่มนี้ จึงไม่มีศักยภาพเพียงพอที่จะนำแสงสว่างธรรมชาติเข้ามาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแสงที่เข้ามาในห้องจะนำความร้อนจากแสงแดดเข้ามาด้วย

โดยสรุปห้องส่วนใหญ่ในอาคารขาดศักยภาพในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ บางห้องใช้กระจกทึบเกินไปจนแสงเข้าได้น้อยมาก บางห้องกระจกใสจนแสงเข้ามามากเกินไปและนำความร้อนจากแสงแดดเข้ามาด้วย จึงจะยังไม่พิจารณาการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ในอาคารในการวิจัยครั้งนี้

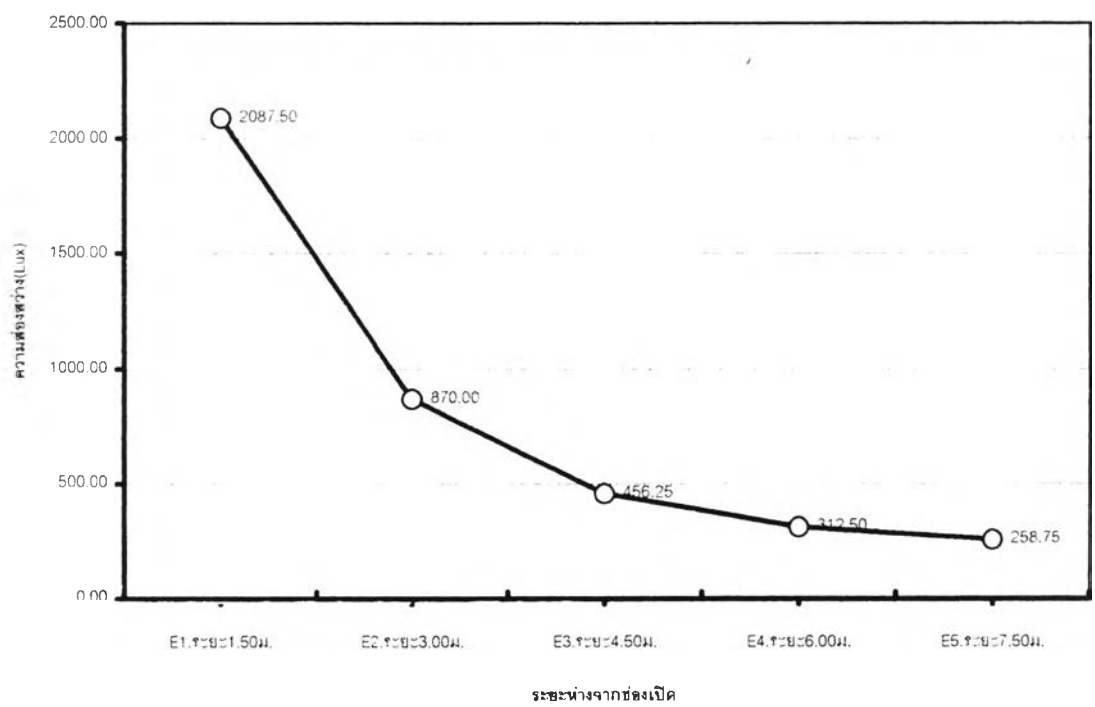
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่1 หมายเลขห้อง 115 ชั้นที่1 ทิศE/S

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับ	ค่าระดับ	ค่าระดับ	ค่าระดับ
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		แสงภายใน	แสงภายนอก	D.F.[%]	แสงประดิษฐ์
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.50ม.	2100.00	7450.00	2200.00	6700.00	2150.00	9700.00	1900.00	9100.00	2087.50	8237.50	25.34	340.00
E2.ระยะ3.00ม.	825.00	7000.00	875.00	6950.00	895.00	9650.00	885.00	9250.00	870.00	8212.50	10.59	320.00
E3.ระยะ4.50ม.	400.00	6950.00	435.00	7000.00	500.00	9800.00	490.00	9000.00	456.25	8187.50	5.57	195.00
E4.ระยะ6.00ม.	270.00	6800.00	270.00	6950.00	350.00	9150.00	360.00	9350.00	312.50	8062.50	3.88	215.00
E5.ระยะ7.50ม.	245.00	6700.00	260.00	7050.00	275.00	9880.00	255.00	9200.00	258.75	8207.50	3.15	270.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เท่ากับ 76.7%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เท่ากับ 39.2%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เท่ากับ 62.3%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.7 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 1

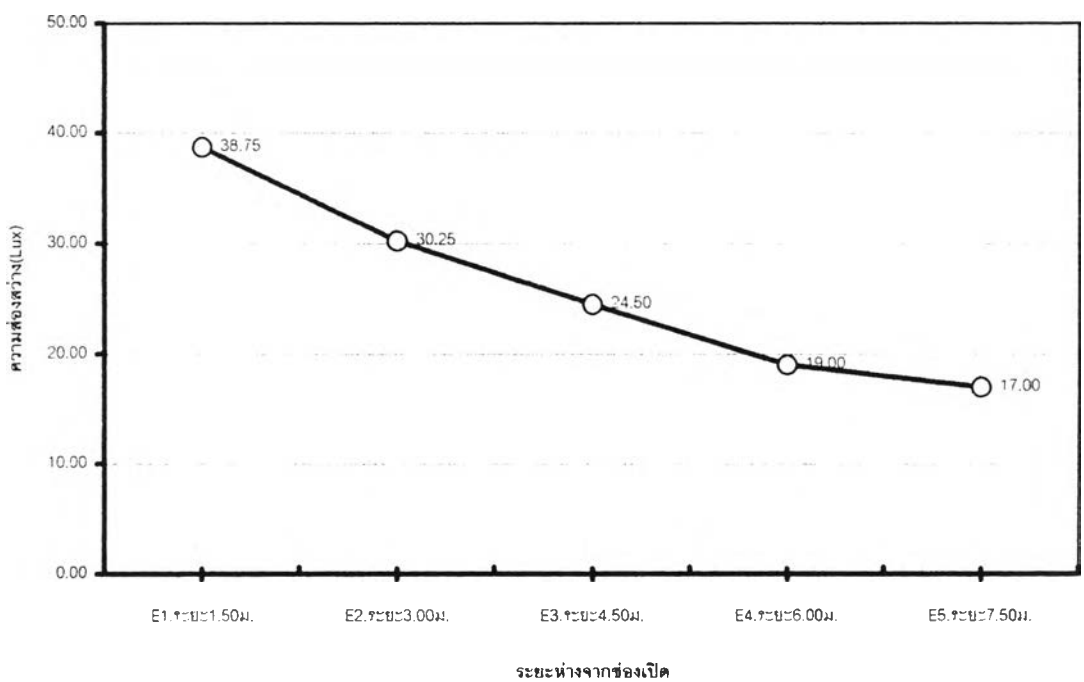
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่2 หมายเลขห้อง 106 ชั้นที่1 ทิศ W/N

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F.[%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.50ม	38.00	16700.00	45.00	15800.00	34.00	13800.00	38.00	14800.00	38.75	15275.00	0.25	330.00
E2.ระยะ3.00ม	30.00	16600.00	32.00	16900.00	29.00	13000.00	30.00	13300.00	30.25	14950.00	0.20	310.00
E3.ระยะ4.50ม.	26.00	16600.00	25.00	16100.00	25.00	15000.00	22.00	13000.00	24.50	15175.00	0.16	305.00
E4 ระยะ6.00ม.	20.00	16700.00	21.00	16000.00	18.00	11000.00	17.00	12100.00	19.00	13950.00	0.14	300.00
E5 ระยะ7.50ม	19.00	16800.00	20.00	16500.00	15.00	12000.00	14.00	12700.00	17.00	14500.00	0.12	260.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 83.8%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 40%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เฉลี่ยเท่ากับ 38.5%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.8 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 2

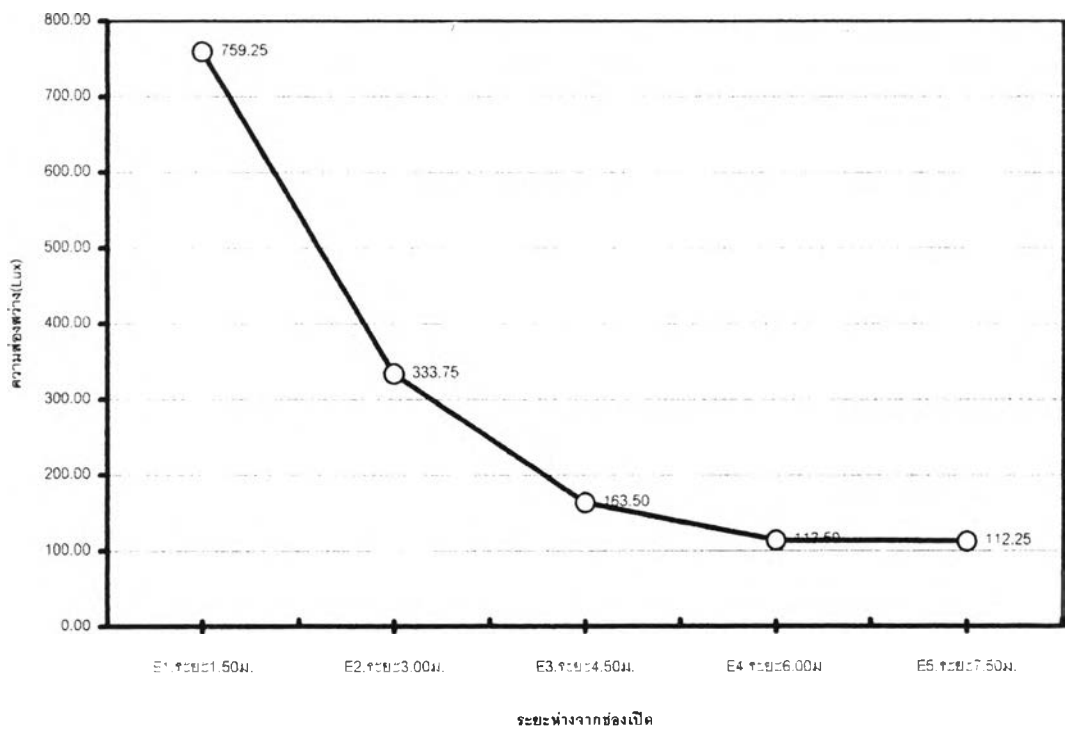
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่3 หมายเลขห้อง 229 ชั้นที่2 ทิศE/S

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับ	ค่าระดับ	ค่าระดับ	ค่าระดับ
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		แสงภายใน	แสงภายนอก	D.F.[%]	แสงประดิษฐ์
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.50ม.	549.00	16600.00	540.00	17600.00	970.00	13800.00	978.00	15000.00	759.25	15750.00	4.82	410.00
E2.ระยะ3.00ม.	240.00	17100.00	235.00	15800.00	415.00	13000.00	445.00	13300.00	333.75	14800.00	2.26	280.00
E3.ระยะ4.50ม.	108.00	16700.00	106.00	16100.00	215.00	15000.00	225.00	13000.00	163.50	15200.00	1.08	250.00
E4.ระยะ6.00ม.	73.00	16500.00	67.00	16000.00	156.00	11000.00	158.00	11800.00	113.50	13825.00	0.82	550.00
E5.ระยะ7.50ม.	66.00	16600.00	66.00	15600.00	161.00	12000.00	156.00	12700.00	112.25	14225.00	0.79	255.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เท่ากับ 20.3%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เท่ากับ 42.9%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เท่ากับ 69.95%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.9 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 3

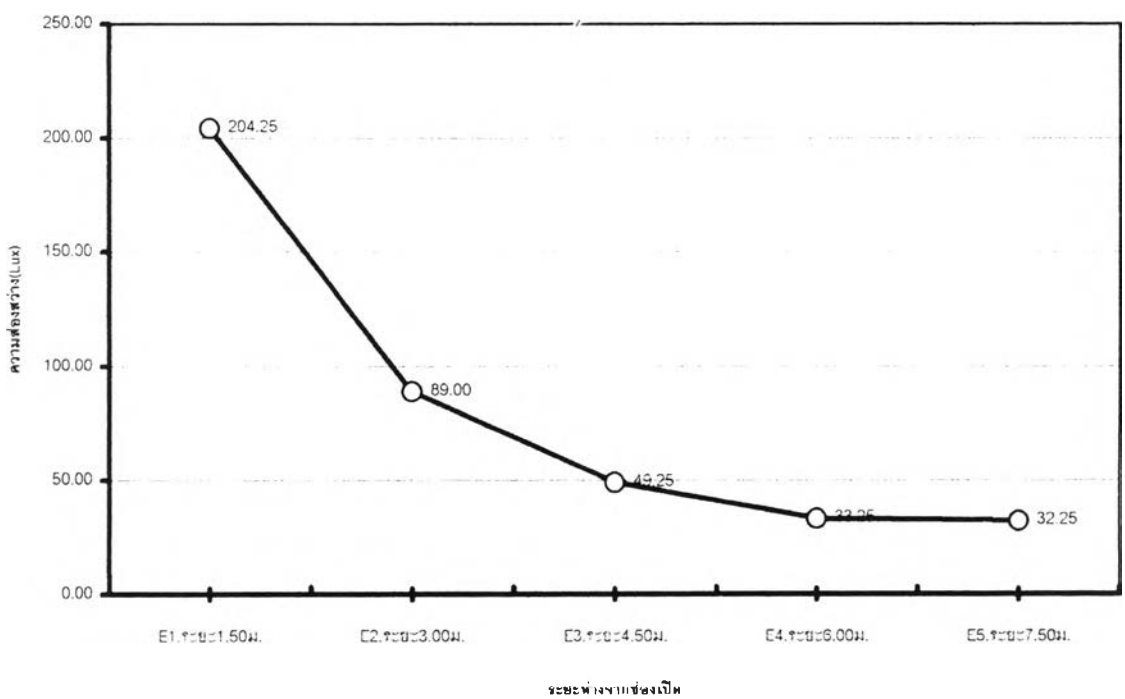
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่4 หมายเลขห้อง 226 ชั้นที่2 ทิศ W/N

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F.[%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1 50ม	172.00	6100.00	170.00	6100.00	235.00	9260.00	240.00	9000.00	204.25	7615.00	2.68	505.00
E2.ระยะ3.00ม	96.00	6150.00	85.00	6000.00	87.00	8500.00	88.00	9050.00	89.00	7425.00	1.20	310.00
E3 ระยะ4 50ม	57.00	6050.00	53.00	6160.00	44.00	8350.00	43.00	9560.00	49.25	7530.00	0.65	270.00
E4.ระยะ6.00ม	40.00	6100.00	38.00	6200.00	28.00	8950.00	27.00	9200.00	33.25	7612.50	0.44	560.00
E5 ระยะ7 50ม	40.00	6000.00	40.00	6150.00	25.00	8800.00	24.00	9100.00	32.25	7512.50	0.43	310.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เท่ากับ 19.5%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เท่ากับ 46.2%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เท่ากับ 66.3%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.10 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 4

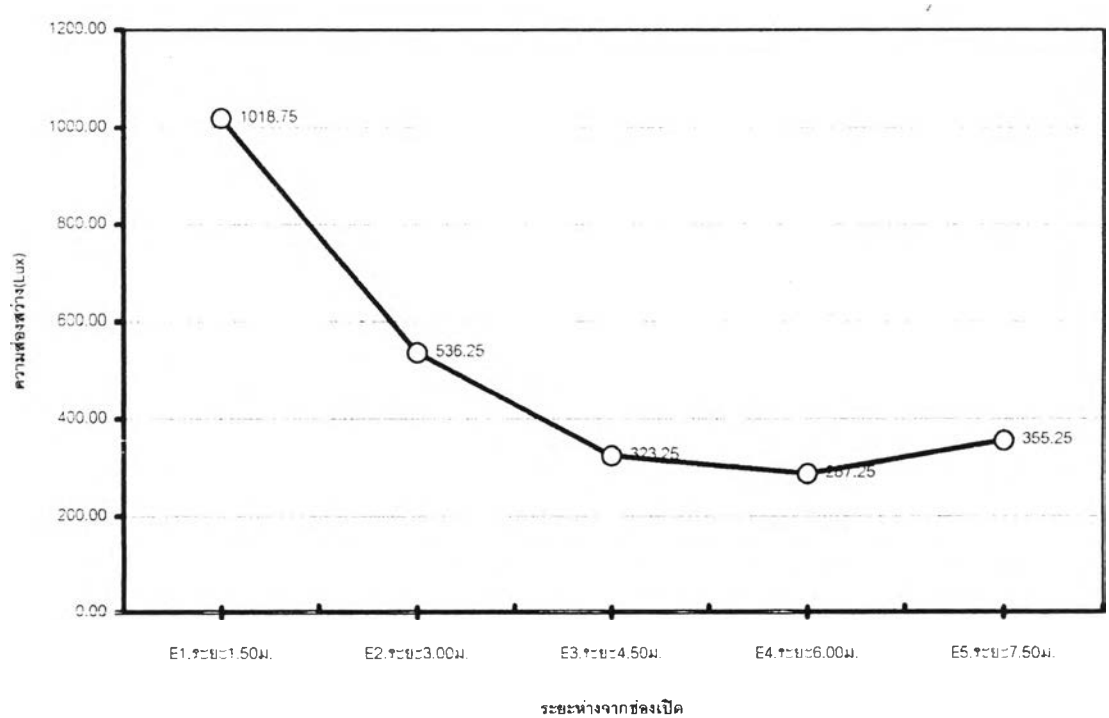
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่5 หมายเลขห้อง 433 ชั้น4ทิศ E/S

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้า OVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F.[%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.50ม.	1560.00	6600.00	1300.00	7050.00	655.00	3800.00	560.00	3800.00	1018.75	5312.50	19.18	485.00
E2.ระยะ3.00ม.	820.00	7150.00	710.00	6700.00	330.00	4100.00	285.00	3650.00	536.25	5400.00	9.93	520.00
E3.ระยะ4.50ม.	465.00	7350.00	440.00	6800.00	200.00	4050.00	188.00	3900.00	323.25	5525.00	5.85	480.00
E4.ระยะ6.00ม.	405.00	7200.00	400.00	6950.00	175.00	4200.00	169.00	3750.00	287.25	5525.00	5.20	505.00
E5.ระยะ7.50ม.	510.00	7250.00	520.00	6650.00	200.00	3800.00	191.00	4000.00	355.25	5425.00	6.55	200.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เท่ากับ 73.2%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เท่ากับ 18.7%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เท่ากับ 65%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.11 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 5

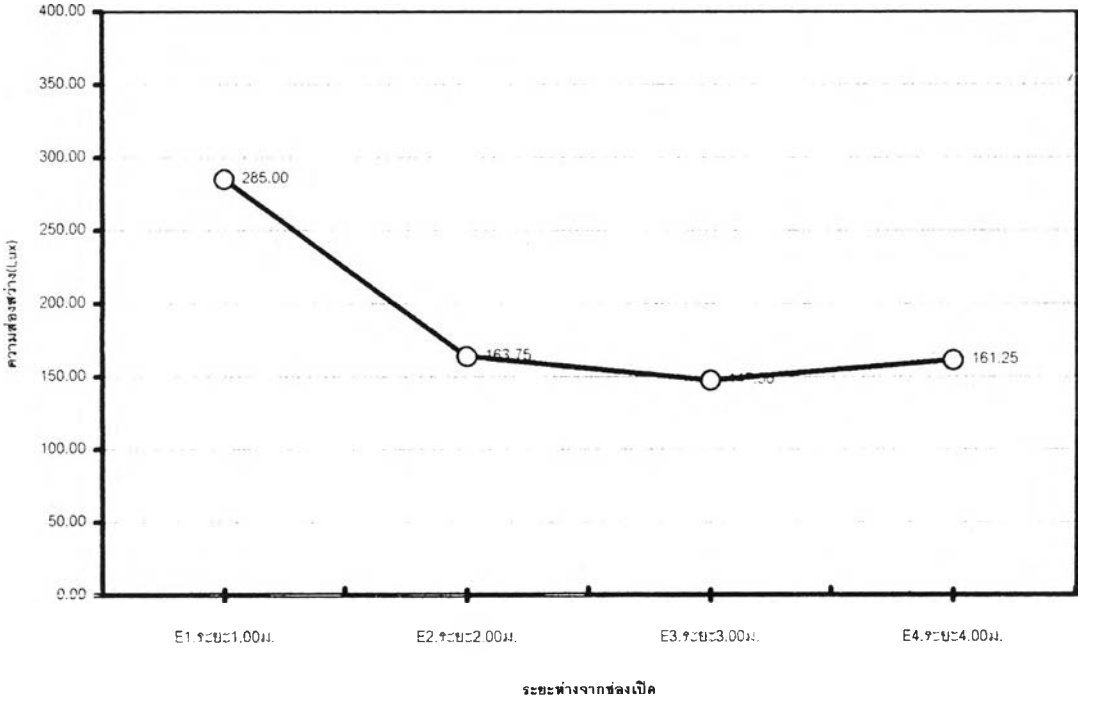
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่6 หมายเลขห้อง 410 ชั้น4 ทิศW/N

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้า OVER CAST SKY (6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F.[%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย[lx]	เฉลี่ย[lx]	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.00ม.	220.00	3150.00	230.00	3450.00	335.00	6950.00	355.00	6550.00	285.00	5025.00	5.67	445.00
E2.ระยะ2.00ม.	178.00	3350.00	172.00	3250.00	167.00	7250.00	138.00	6900.00	163.75	5187.50	3.16	450.00
E3.ระยะ3.00ม.	176.00	3350.00	172.00	3200.00	122.00	7050.00	120.00	6900.00	147.50	5125.00	2.88	340.00
E4.ระยะ4.00ม.	196.00	3300.00	193.00	3350.00	127.00	7000.00	129.00	7000.00	161.25	5162.50	3.12	420.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกที่วัดได้เท่ากับ 16.5%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นที่วัดได้เท่ากับ 41.5%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังที่วัดได้เท่ากับ 67.8%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.12 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 6

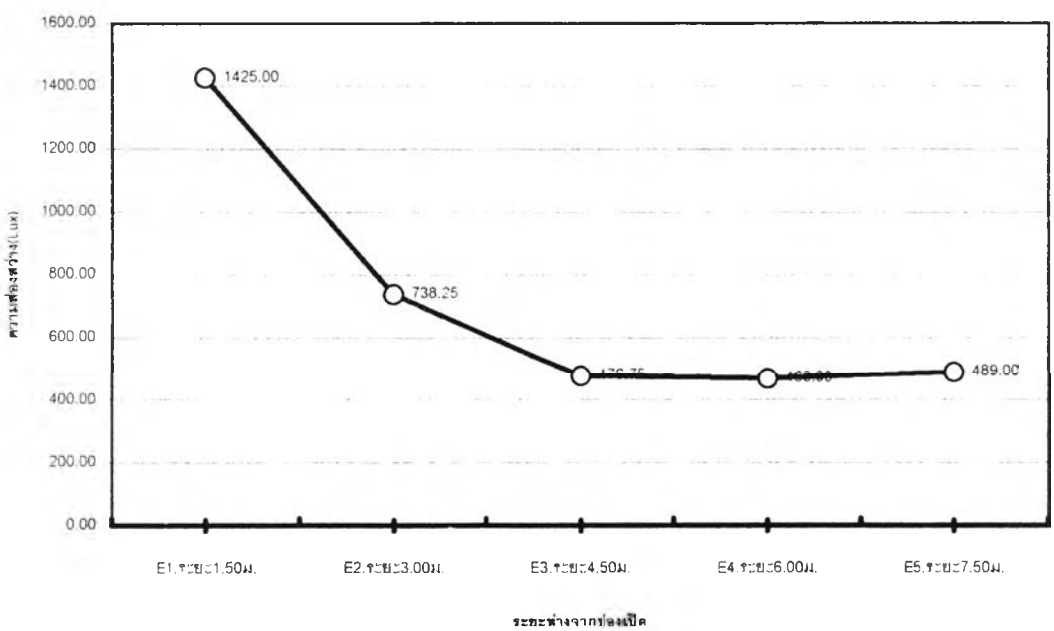
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่7 หมายเลขห้อง 517 ชั้น5ทิศ E/S

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้า OVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F.[%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1 ระยะ1.50ม.	2600.00	15600.00	2300.00	16000.00	420.00	3150.00	380.00	3200.00	1425.00	9487.50	15.02	650.00
E2 ระยะ3.00ม.	1330.00	16200.00	1290.00	16200.00	171.00	3200.00	162.00	3100.00	738.25	9675.00	7.63	610.00
E3 ระยะ4.50ม.	790.00	15600.00	795.00	16000.00	166.00	3250.00	156.00	3450.00	476.75	9575.00	4.98	590.00
E4 ระยะ6.00ม.	782.00	16300.00	779.00	16200.00	159.00	3400.00	152.00	3500.00	468.00	9850.00	4.75	580.00
E5 ระยะ7.50ม.	860.00	15700.00	840.00	16100.00	134.00	3250.00	122.00	3400.00	489.00	9612.50	5.09	520.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกวัดได้เท่ากับ 75.3%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นวัดได้เท่ากับ 54.7%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังวัดได้เท่ากับ 72%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.13 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 7

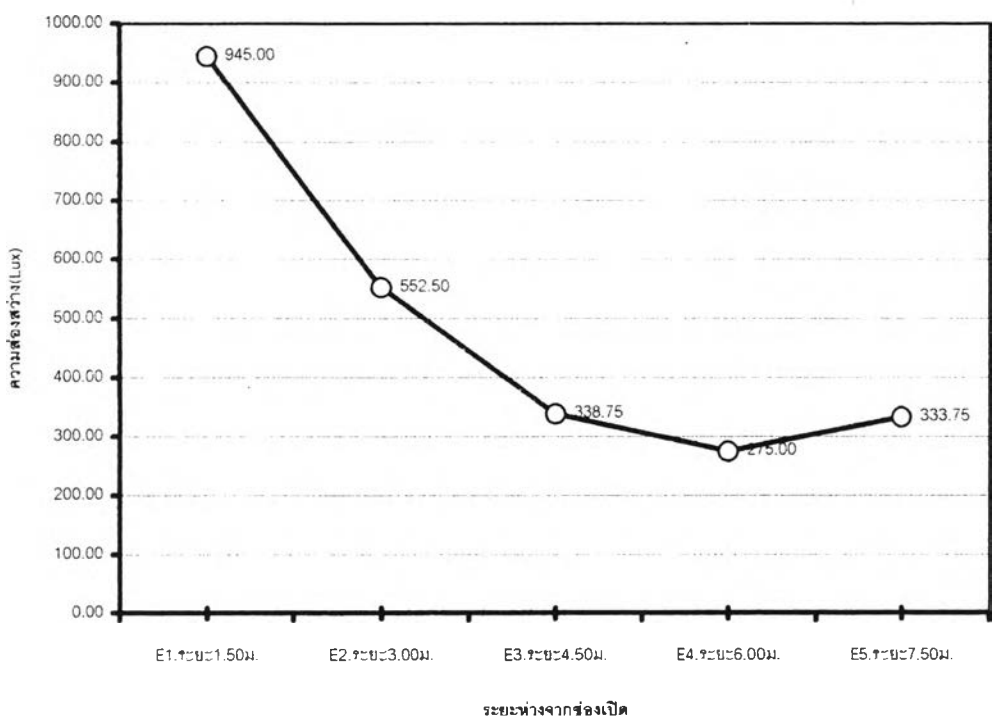
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่8 หมายเลขห้อง 510 ชั้น5ทิศ W/N

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้า OVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายในเฉลี่น(lx)	ค่าระดับแสงภายนอกเฉลี่น(lx)	ค่าระดับ D.F.[%] เฉลี่นรวม	ค่าระดับแสงประดิษฐ์เฉลี่นรวม
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก				
E1.ระยะ1.50ม.	670.00	1760.00	680.00	1730.00	1350.00	5200.00	1080.00	4650.00	945.00	3335.00	28.34	680.00
E2 ระยะ3.00ม.	405.00	1730.00	410.00	1730.00	745.00	4950.00	650.00	4750.00	552.50	3290.00	16.79	620.00
E3 ระยะ4.50ม.	270.00	1720.00	270.00	1750.00	435.00	4700.00	380.00	5100.00	338.75	3317.50	10.21	580.00
E4 ระยะ6.00ม.	240.00	1730.00	250.00	1710.00	330.00	4350.00	280.00	5050.00	275.00	3210.00	8.57	575.00
E5.ระยะ7.50ม	280.00	1740.00	270.00	1760.00	425.00	4550.00	360.00	5100.00	333.75	3287.50	10.15	540.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกวัดได้เท่ากับ 75.8%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นวัดได้เท่ากับ 43.4%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังวัดได้เท่ากับ 68%



ตารางและแผนภูมิ ที่ 4.14 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 8

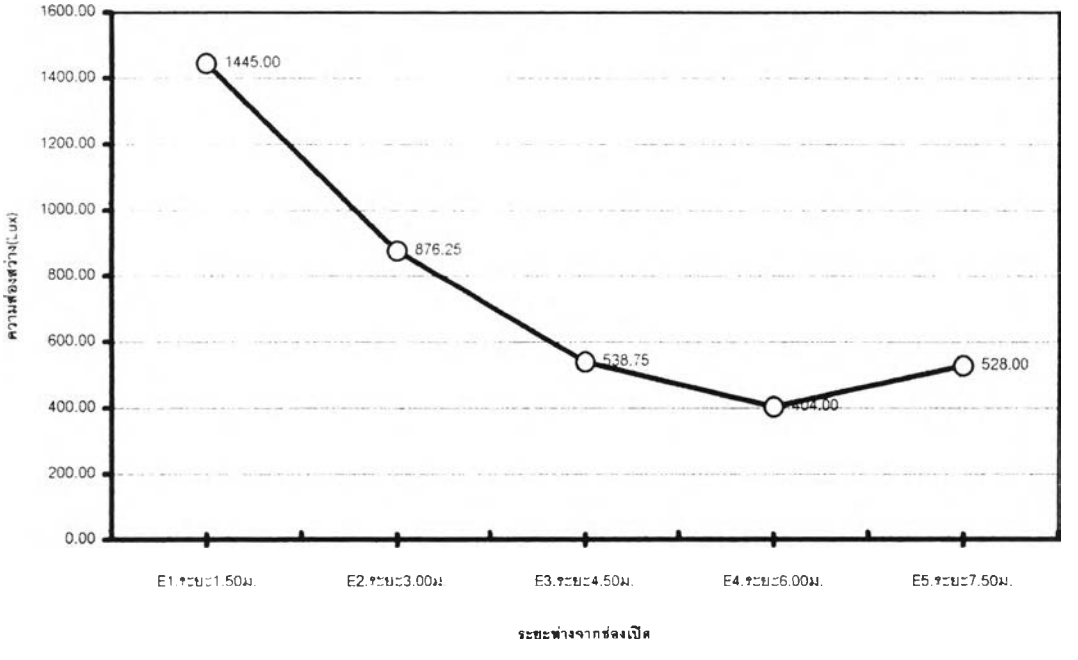
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่9 หมายเลขห้อง 617 ชั้น6 ทิศ E/S

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน	ค่าระดับแสงภายนอก	ค่าระดับ D.F [%]	ค่าระดับแสงประดิษฐ์
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ย(lx)	เฉลี่ยรวม	เฉลี่ยรวม
E1.ระยะ1.50ม.	2350.00	8350.00	2250.00	8450.00	640.00	3150.00	540.00	3050.00	1445.00	5750.00	25.13	510.00
E2.ระยะ3.00ม.	1410.00	8150.00	1430.00	8400.00	355.00	3050.00	310.00	3300.00	876.25	5725.00	15.31	530.00
E3.ระยะ4.50ม.	880.00	8100.00	870.00	8500.00	205.00	2900.00	200.00	3100.00	538.75	5650.00	9.54	555.00
E4.ระยะ6.00ม.	660.00	7800.00	655.00	8410.00	156.00	3100.00	145.00	3000.00	404.00	5577.50	7.24	540.00
E5.ระยะ7.50ม.	820.00	7650.00	910.00	8150.00	190.00	3110.00	192.00	3050.00	528.00	5490.00	9.62	420.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกวัดได้เท่ากับ 73.6%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นวัดได้เท่ากับ 60.8%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังวัดได้เท่ากับ 66%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.15 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 9

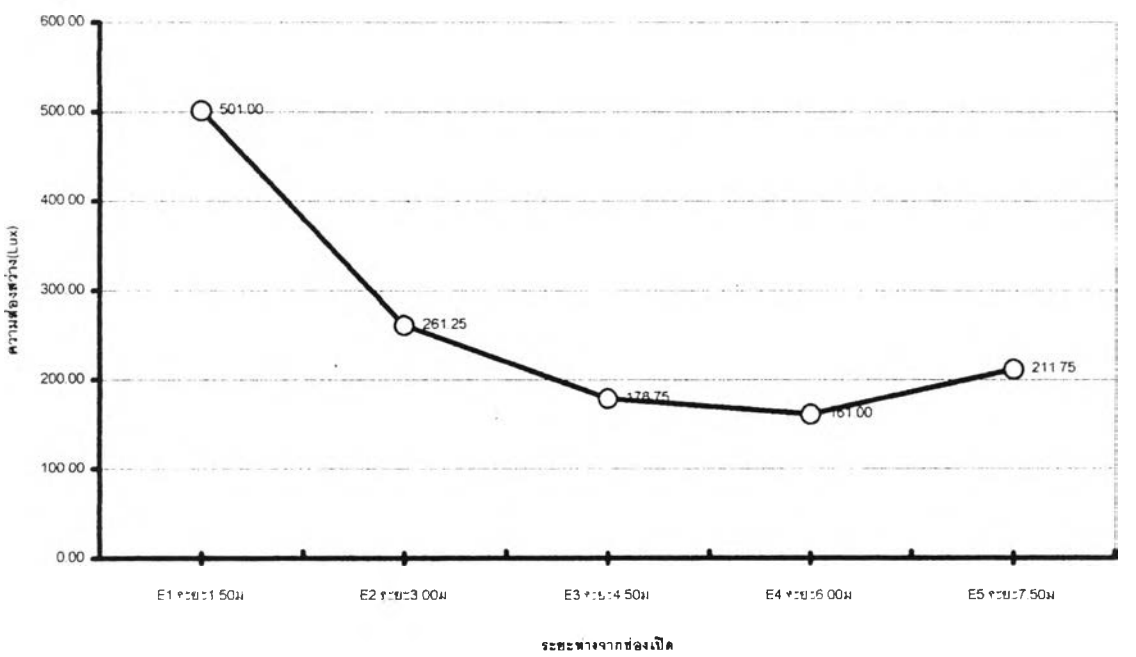
ห้องตัวแทนตำแหน่งที่10 หมายเลขห้อง 608 ชั้น6 ทิศ W/N

จุดที่	สภาพท้องฟ้า CLEAR SKY (1/12/42)				สภาพท้องฟ้าOVERCAST SKY(6/12/42)				ค่าระดับแสงภายใน เฉลี่ย(lx)	ค่าระดับแสงภายนอก เฉลี่ย(lx)	ค่าระดับ D.F.[%] เฉลี่ยรวม	ค่าระดับแสงประดิษฐ์ เฉลี่ยรวม
	บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2		บันทึกข้อมูลครั้งที่1		บันทึกข้อมูลครั้งที่2					
	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก	แสงภายใน	แสงภายนอก				
E1.ระยะ1.50ม.	530.00	1990.00	556.00	2000.00	498.00	2500.00	420.00	2510.00	501.00	2250.00	22.27	520.00
E2.ระยะ3.00ม.	310.00	2000.00	315.00	1990.00	200.00	2510.00	220.00	2500.00	261.25	2250.00	11.61	585.00
E3.ระยะ4.50ม.	225.00	2010.00	220.00	1980.00	150.00	2520.00	120.00	2600.00	178.75	2277.50	7.85	595.00
E4.ระยะ6.00ม.	220.00	2050.00	240.00	2010.00	96.00	2650.00	88.00	2400.00	161.00	2277.50	7.07	570.00
E5.ระยะ7.50ม.	295.00	2100.00	280.00	2020.00	139.00	2700.00	133.00	2380.00	211.75	2300.00	9.21	455.00

ค่าการส่องผ่านแสงของกระจกวัดได้เท่ากับ 77.8%

ค่าการสะท้อนแสงของพื้นวัดได้เท่ากับ 45.6%

ค่าการสะท้อนแสงของผนังวัดได้เท่ากับ 59.2%



ตารางและแผนภูมิที่ 4.16 ข้อมูลค่าระดับแสงสว่างในอาคาร ห้องตัวแทนตำแหน่งที่ 10

4.4.2. **ระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์**

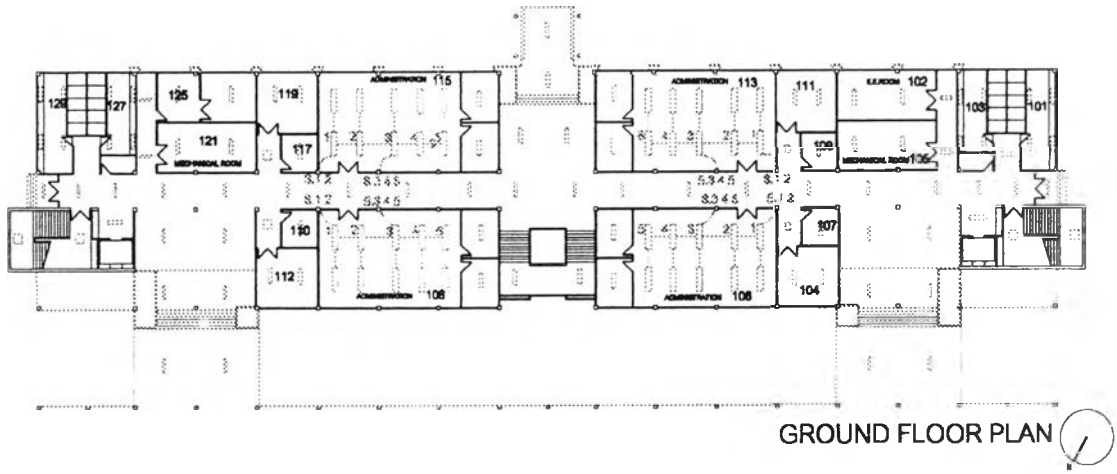
ระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในอาคารกรณีศึกษานี้ โดยทั่วไปพื้นที่ในห้องหลักๆ เช่น สำนักงาน ห้องพักอาจารย์ ห้องประชุม ห้องบรรยาย และห้องเขียนแบบ จะใช้ดวงโคมชนิด หลอดฟลูออเรสเซนต์ติดฝ้าเพดาน มีโคมสะท้อนแสงสีเงิน ขนาดโคมเป็นหลอด 2 X 36 วัตต์ และพื้นที่ในส่วนบริการอื่นๆ เช่น ห้องน้ำ พักคอย โถงกลาง ห้องเครื่อง จะใช้ดวงโคมชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดเปลือย ติดฝ้าเพดาน เป็นหลอด 1X36 วัตต์ การติดตั้งดวงโคมแสงประดิษฐ์ และการจัดวงจรการเปิดปิดไฟฟ้าในแต่ละชั้น เป็นไปตามแผนผังอาคาร ดังรูปที่ 4.3 , 4.4 และ4.5

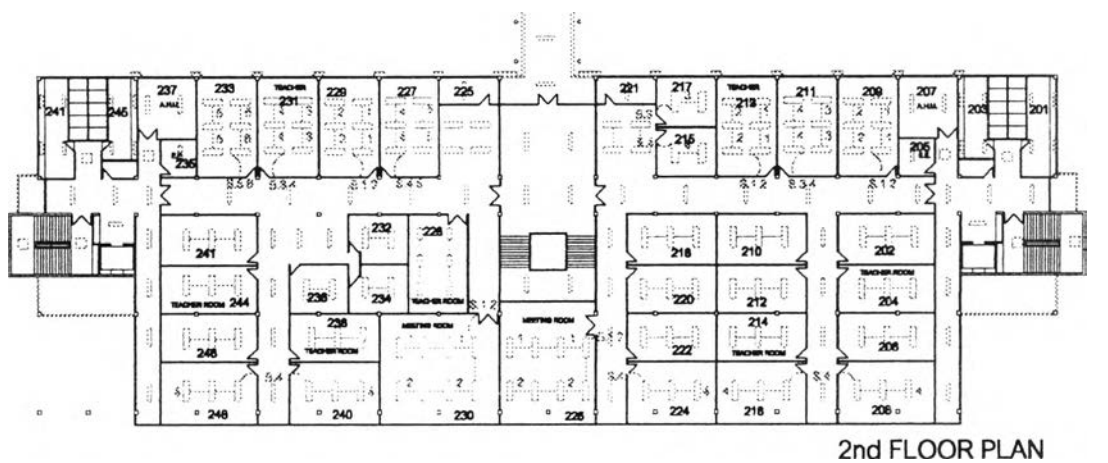
การวัดค่าระดับความส่องสว่างในระบบไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ ใช้เครื่องมือวัดแสงลักซ์มิเตอร์ วัดค่าความส่องสว่างที่ระดับ 0.75 เมตร จากพื้นอาคาร วัดในตำแหน่งเดียวกันกับที่วัดค่าความส่องสว่างของธรรมชาติ แต่ต้องวัดในเวลากลางคืน และเปิดไฟแสงประดิษฐ์ทั้งหมด ค่าที่วัดได้นำมาเฉลี่ยเป็นค่าตัวแทนของแต่ละชั้น ค่าความส่องสว่างของไฟฟ้าแสงประดิษฐ์ในแต่ละชั้น เป็นดังนี้

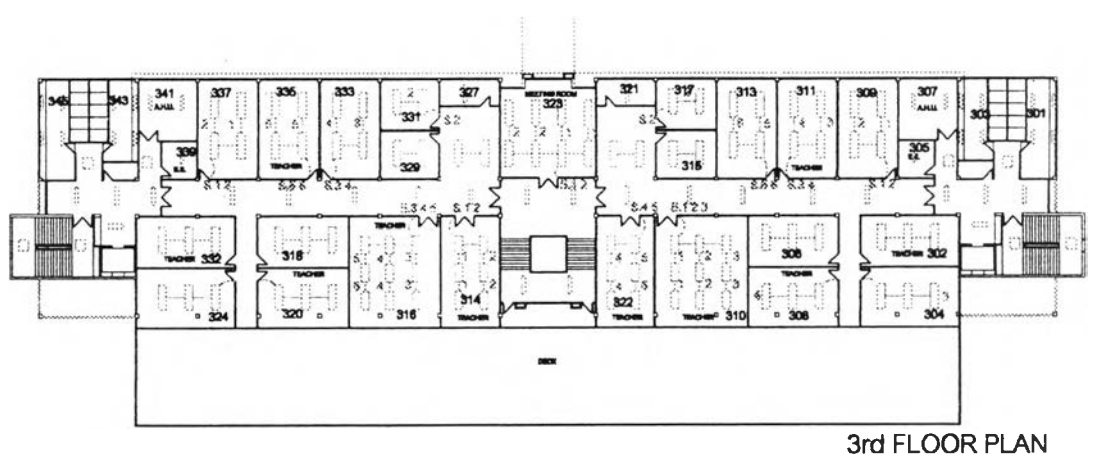
พื้นที่ทำงานชั้นที่ 1	มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย	303	ลักซ์
พื้นที่ทำงานชั้นที่ 2	มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย	370	ลักซ์
พื้นที่ทำงานชั้นที่ 3,4	มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย	455	ลักซ์
พื้นที่ทำงานชั้นที่ 5	มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย	594.5	ลักซ์
พื้นที่ทำงานชั้นที่ 6,7	มีค่าความส่องสว่างเฉลี่ย	528	ลักซ์

ค่าความส่องสว่างตามมาตรฐาน CIE ที่แนะนำให้ใช้กับอาคารสำนักงานทั่วไป สำหรับพิมพ์ดีด คอมพิวเตอร์ ประชุม ต้องมีค่าอยู่ประมาณ 300 – 500 ลักซ์ ส่วนพื้นที่ที่ใช้เขียนแบบต้องมีค่าอยู่ประมาณ 500 – 750 ลักซ์ จากการพิจารณาค่าความส่องสว่างเฉลี่ยในแต่ละชั้นพบว่า พื้นที่อาคารสำหรับสำนักงานทั่วไปในชั้นที่ 1, 2 , 3 , 4 , 5 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ พื้นที่เขียนแบบในชั้นที่ 6 , 7 ก็ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้เช่นกัน ดังนั้นค่าความส่องสว่างจากแสงประดิษฐ์ในอาคารจึงผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานและยังไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขแต่อย่างใด

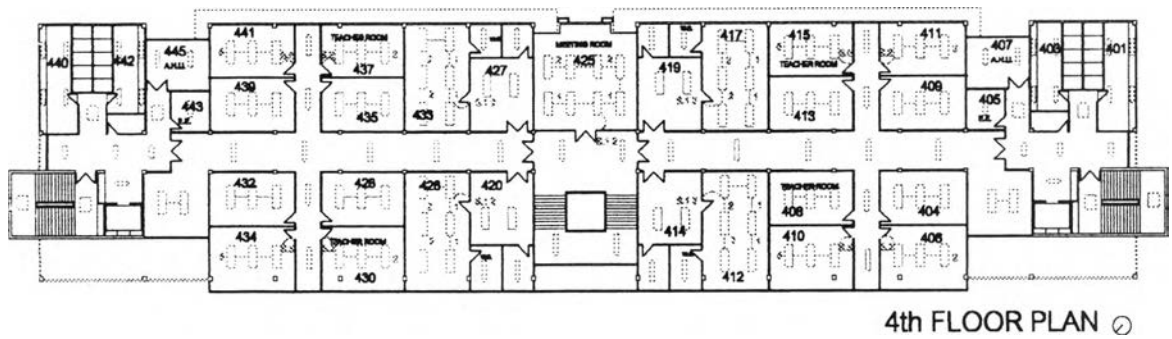
โดยสรุปจากการสำรวจและพิจารณาระบบแสงสว่างภายในอาคารทั้งแสงธรรมชาติ และ แสงประดิษฐ์ สามารถประเมินอาคารในขั้นต้นนี้ได้ว่า อาคารกรณีศึกษานี้มีระบบการให้แสงสว่างจากแสงประดิษฐ์ในอาคารที่เหมาะสมกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพเพียงพออยู่แล้วเนื่องจากมีค่าปริมาณวัตต์ต่อตารางเมตรและค่าระดับความส่องสว่างที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน การนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์ในขณะนี้ยังไม่มีความเหมาะสมเพราะแสงที่เข้ามาจะนำแสงแดดเข้ามาด้วย แต่ในอนาคตถ้าได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในเรื่อง หิ้งนำแสง(light shelf) ก็มีความเป็นไปได้สูงมากในการนำแสงธรรมชาติเข้ามาใช้ร่วมกับแสงประดิษฐ์

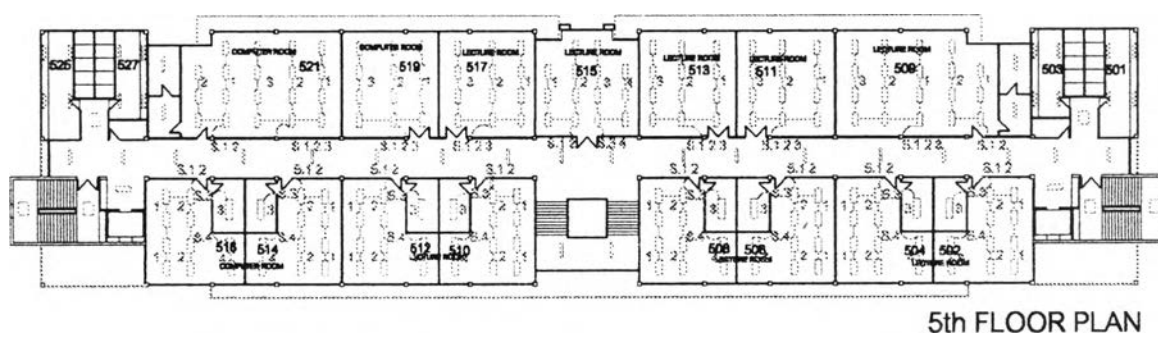


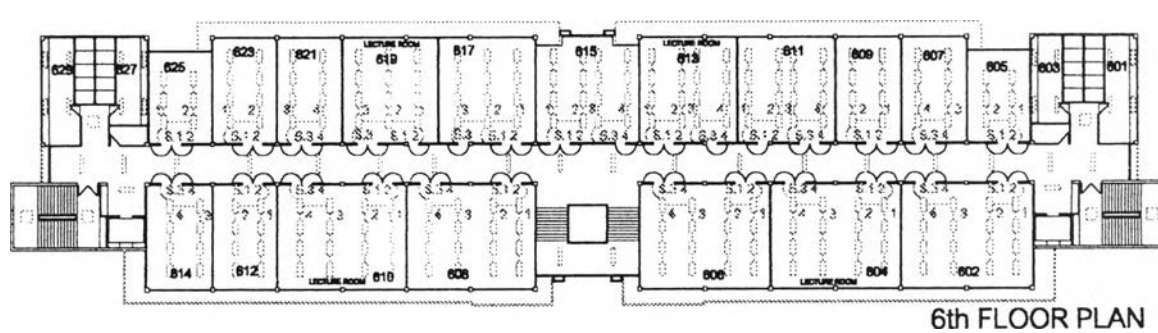




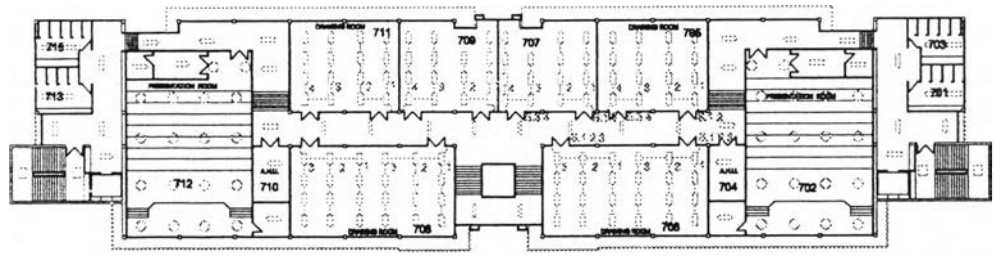
รูปที่ 4.3 แสดงแผนผังการติดตั้งดวงโคมแสงประดิษฐ์ และการจัดวงจรการเปิดปิดไฟฟ้าในอาคารชั้นที่ 1,2และ3



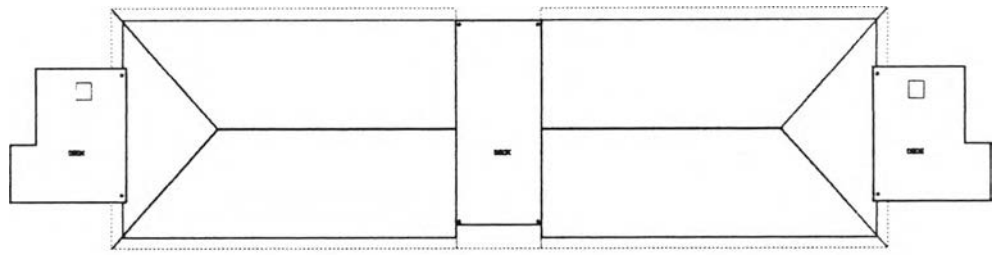




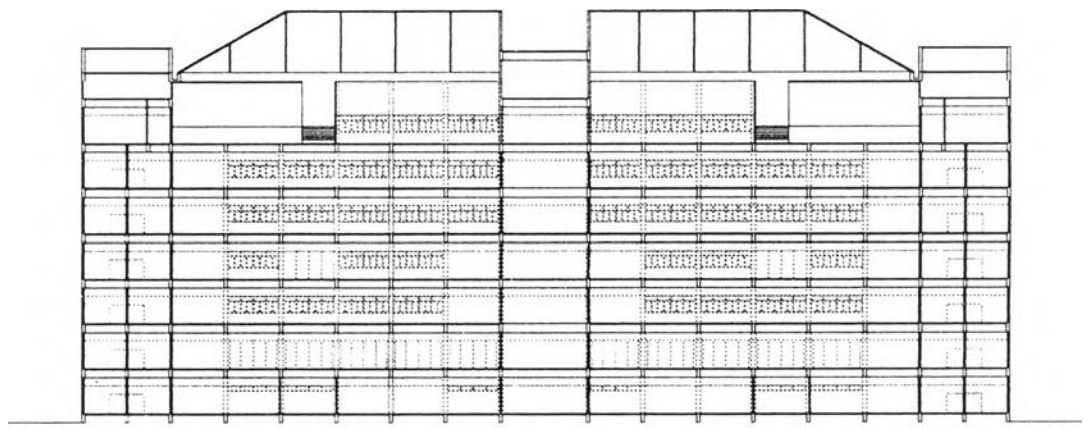
รูปที่ 4.4 แสดงแผนผังการติดตั้งดวงโคมแสงประดิษฐ์ และการจัดวงจรการเปิดปิดไฟฟ้าในอาคารชั้นที่ 4,5และ6



7th FLOOR PLAN



ROOF PLAN



SECTION A-A'

รูปที่ 4.5 แสดงแผนผังการติดตั้งดวงโคมแสงประดิษฐ์ และการจัดวงจรการเปิดปิดไฟฟ้าในอาคารชั้นที่ 7 และ รูปตัดอาคาร

4.5 ค่าการถ่ายเทความร้อนรวมของอาคาร

กฎหมายอนุรักษ์พลังงานในอาคาร ได้กำหนดไว้ว่า อาคารเก่าต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร (OTTV) ไม่เกิน 55 วัตต์ / ตร.เมตร และอาคารเก่าต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (OTTV) ไม่เกิน 25 วัตต์ / ตร.เมตร

จากการสำรวจอาคารและคำนวณหาค่า OTTV และ RTTV ของอาคารกรณีศึกษานี้พบว่ามีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร (OTTV) ที่ 67.66วัตต์ / ตร.เมตร และมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (RTTV) ที่ 43.56 วัตต์ / ตร.เมตร ในส่วนหลังคานี้เนื่องจากอาคารกรณีศึกษามีหลังคา 2 ส่วนหลักๆ คือ หลังคาชั้นบนสุดของอาคารเป็นหลังคาเหล็กเคลือบสีนั้น มีฉนวนกันความร้อนอยู่ใต้หลังคาเมื่อคำนวณหาค่า RTTV ทีส่วนนี้แล้วมีค่า 12วัตต์/ตร.เมตร และหลังคาของชั้น2ซึ่งเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กมีเพียงแผ่นฝ้าเพดานยิบซั่มบอร์ดอยู่ใต้หลังคา เมื่อคำนวณหาค่า RTTV ที่ส่วนนี้แล้วมีค่า 45.6 วัตต์/ตร.เมตร เมื่อรวมกันแล้วจึงมีค่า RTTVเฉลี่ยทั้งอาคารอยู่ที่ 43.56 วัตต์ / ตร.เมตร ซึ่งส่วนของหลังคาที่มากกว่าเกณฑ์มาตรฐานคือหลังคาส่วนที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กเท่านั้น รายละเอียดการคำนวณดังตารางที่ 4.9.

4.6. การจำลองสภาพอาคารกรณีศึกษาด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

การจำลองสภาพอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นี้ จะต้องอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและเก็บรวบรวมมาจากอาคารจริง การจำลองสภาพเริ่มต้นด้วยการจัดแบ่ง ZONING ของอาคารกรณีศึกษาออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยจัดกลุ่มของห้องที่มีลักษณะการใช้งาน สภาพอุณหภูมิภายในห้อง ตารางการทำงาน ที่ใกล้เคียงกันให้อยู่ในกลุ่มเดียวกัน กำหนดตารางเวลาและปริมาณการใช้พลังงานในแต่ละกลุ่ม โดยแบ่งเป็นตารางและปริมาณการใช้งานของบุคลากรในกลุ่มนั้น ๆ ตารางและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างตลอดจนกำหนดปริมาณการรั่วไหลของอากาศด้วย ซึ่งการกำหนดตารางการใช้งานในแต่ละส่วนนั้นต้องกำหนดให้ละเอียดตั้งแต่ ตารางการใช้งานรายวัน ใช้งานกี่ชั่วโมงใน 1 วัน ตารางการใช้งานรายสัปดาห์ใช้กี่วันใน 1 สัปดาห์ และตารางการใช้งานรายปีใช้งานกี่สัปดาห์ใน 1 ปี

จากนั้นจึงมากำหนดลักษณะและชนิดของวัสดุที่ใช้ในอาคารตามองค์ประกอบสำคัญ ๆ ของอาคาร แล้วจึงกำหนดรายละเอียดของ ZONE ในแต่ละ ZONE บอกตำแหน่งที่ตั้งเป็นค่าพิกัด (coordinate x,y,z) บอกทิศทางระนาบเป็นค่ามุมองศา กำหนดความกว้างยาวหรือพื้นที่ของ ZONE นั้น ๆ พร้อมทั้งกำหนดชนิดของเครื่องปรับอากาศและอุณหภูมิที่กำหนดไว้ให้เครื่องปรับอากาศทำงาน ซึ่งรายละเอียดการจัดแบ่ง ZONING แสดงตามรูปที่ 4.6 รูปที่ 4.7 และรูปที่ 4.8 และแสดงรายละเอียดข้อมูลภายในของแต่ละ ZONE ตามตารางที่ 4.10 รายละเอียดการเขียนข้อมูลสำหรับป้อนข้อมูลการจำลองสภาพอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DOE 2.1.D แสดงไว้ในภาคผนวก ค.

เมื่อป้อนข้อมูลจนครบถ้วนตามความต้องการและถูกต้องตามเงื่อนไขของโปรแกรมแล้ว จึงจะสามารถสั่งให้โปรแกรมทำการประมวลผลและรายงานผลข้อมูลออกมาได้ โดยในช่วงรายงานผลนี้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้องนำข้อมูลมาคำนวณร่วมกับข้อมูลสภาพอากาศ (weather data) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ต้องเขียนขึ้นอีกต่างหาก 1 ชุด เมื่อข้อมูลครบถ้วนแล้ว โปรแกรมจึงรายงานผลออกมา ซึ่งจะเป็นรายงานผลข้อมูลการใช้พลังงานในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร รวมทั้งภาระการปรับเย็นในแต่ละองค์ประกอบของอาคาร โดยโปรแกรมสามารถรายงานผลการใช้พลังงานได้โดยละเอียด ตั้งแต่ในระดับรายชั่วโมง รายวัน รายเดือน และรายปี

ทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ผนัง	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	T	SF	SC1	SC2	SC	Q
ก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน	109.28	3.50	11.00								4,207.28
ก่ออิฐ 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ	73.44	1.90	11.00								1,534.90
คาน คสล.หนา300มม.	224.96	2.70	11.00								6,681.31
เสา คสล.หนา 600มม.	42.72	1.70	11.00								798.86
กระจกใส 6 มม.มีfinยาว9.00 ม.				39.70	5.90	5.00	134.20	0.95	0.76	0.725	5,032.96
กระจกใส6 มม.มีfinยาว 1.20 ม.				89.10	5.90	5.00	134.20	0.95	0.85	0.808	12,283.91
กระจกสะท้อนแสง 6 มม.				473.60	5.10	5.00	134.20	0.29	1.00	0.290	30,508.36
พื้นที่ผนังรวมทั้งหมด	1052.80										
ค่า Q รวมทั้งหมด	61047.58						ค่า OTTV ของผนังด้านนรวม				57.99

ทิศตะวันออกเฉียงใต้

ผนัง	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	T	SF	SC1	SC2	SC	Q
ก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน	224.80	3.50	11.00								8,654.80
ก่ออิฐฉาบปูนบุหินแกรนิต	90.40	3.50	11.00								3,480.40
คาน คสล.หนา300มม.	164.00	2.70	11.00								4,870.80
เสา คสล.หนา 600มม.	53.30	1.70	11.00								996.71
กระจกใส 6 มม. ไม่มี fin				69.64	5.90	5.00	186.90	0.95	1.00	0.946	14,369.85
กระจกใส6 มม.มีfinยาว 1.20 ม.				186.70	5.90	5.00	186.90	0.95	0.85	0.808	33,684.74
กระจกสะท้อนแสง 6 มม.				83.20	5.10	5.00	186.90	0.29	1.00	0.290	6,631.12
พื้นที่ผนังรวมทั้งหมด	872.04										
ค่า Q รวมทั้งหมด	72688.42						ค่า OTTV ของผนังด้านนรวม				83.35

ทิศตะวันตกเฉียงใต้

ผนัง	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	T	SF	SC1	SC2	SC	Q
ก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน	10.56	3.50	11.00								406.56
ก่ออิฐ 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ	9.86	1.90	11.00								206.07
คาน คสล.หนา300มม.	15.60	2.70	11.00								463.32
เสา คสล.หนา 600มม.	9.72	1.70	11.00								181.76
กระจกสะท้อนแสง 6 มม.				21.76	5.10	5.00	180.60	0.29	1.00	0.290	1,694.54
พื้นที่ผนังรวมทั้งหมด	67.50										
ค่า Q รวมทั้งหมด	2952.26						ค่า OTTV ของผนังด้านนรวม				43.74

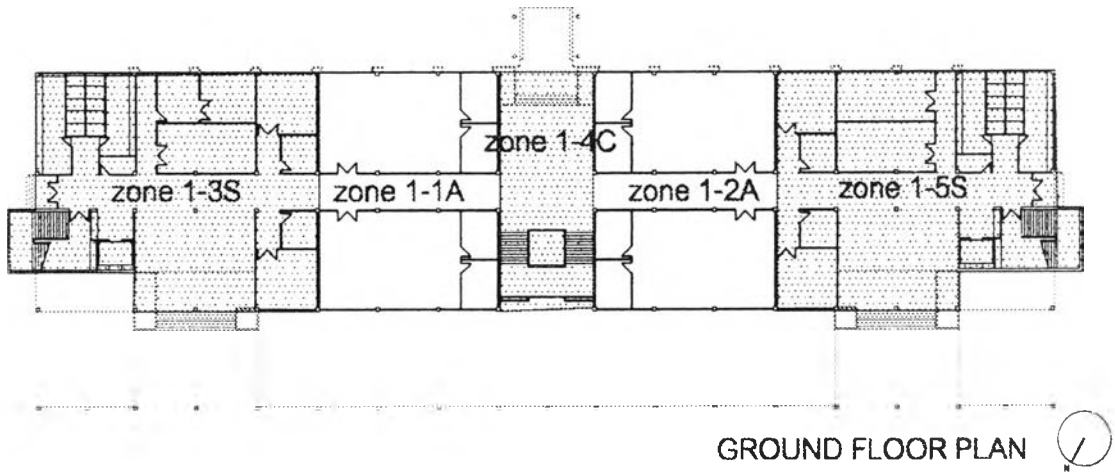
ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

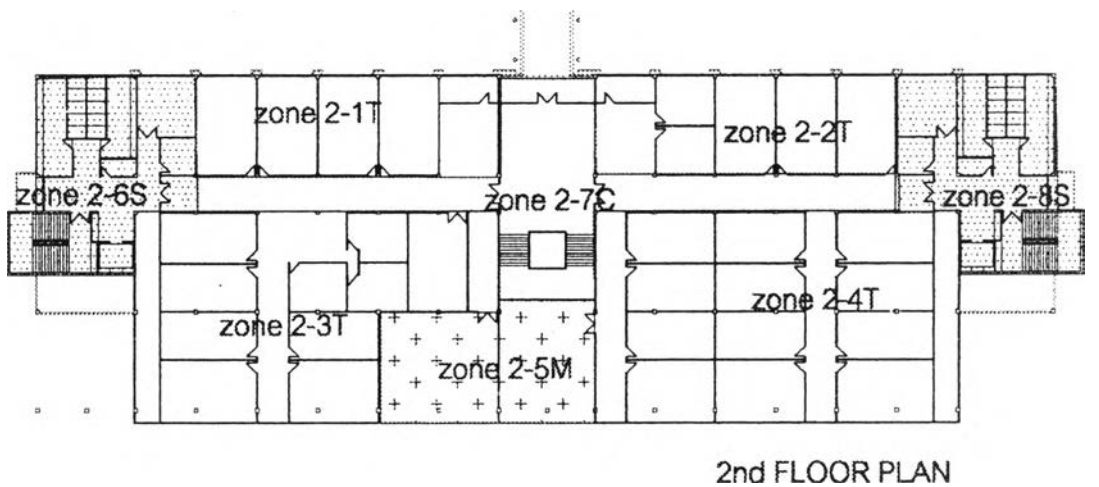
ผนัง	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	T	SF	SC1	SC2	SC	Q
ก่ออิฐฉาบปูนทาสีอ่อน	10.56	3.50	11.00								406.56
ก่ออิฐ 2 ชั้นมีช่องว่างอากาศ	9.86	1.90	11.00								206.07
คาน คสล.หนา300มม.	15.60	2.70	11.00								463.32
เสา คสล.หนา 600มม.	9.72	1.70	11.00								181.76
กระจกสะท้อนแสง 6 มม.				21.76	5.10	5.00	138.70	0.29	1.00	0.290	1,430.13
พื้นที่ผนังรวมทั้งหมด	67.50										
ค่า Q รวมทั้งหมด	2687.85						ค่า OTTV ของผนังด้านนรวม				39.82

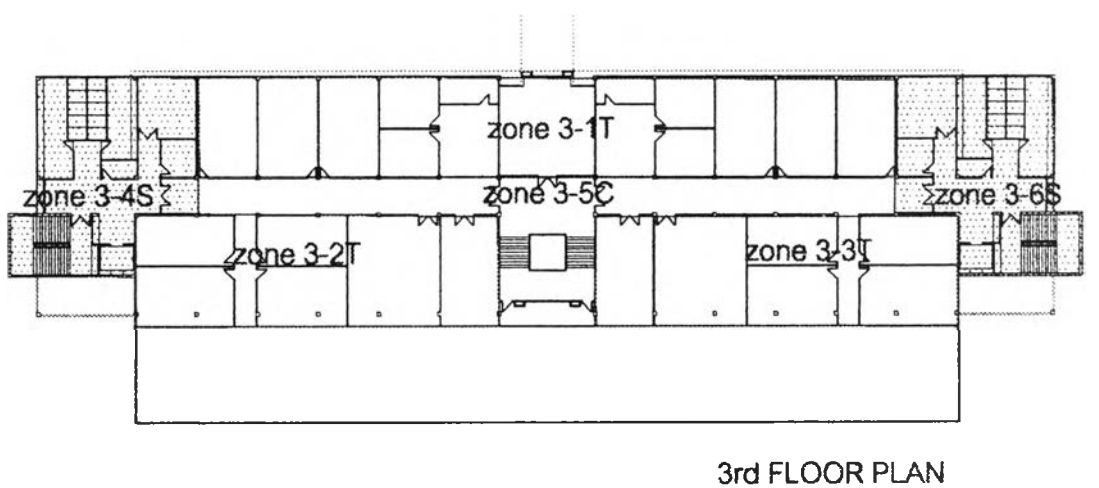
หลังคา	Aw	Uw	Tdeq	Af	Uf	T	SF	SC1	SC2	SC	Q
หลังคาดาดฟ้า คสล.มีฝ้ายิบซัม	500.00	1.90	24.00								22,800.00
หลังคาเหล็กเคลือบสี มิลนวน	32.40	0.50	24.00								388.80
พื้นที่ผนังรวมทั้งหมด	532.40										
ค่า Q รวมทั้งหมด	23188.80						ค่า RTTV ของผนังด้านนรวม				43.56

ค่า OTTV ของทั้งอาคาร	**67.66 วัตต์ต่อตารางเมตร**	**ค่า RTTV ของทั้งอาคาร**	**43.30 วัตต์ต่อตารางเมตร**

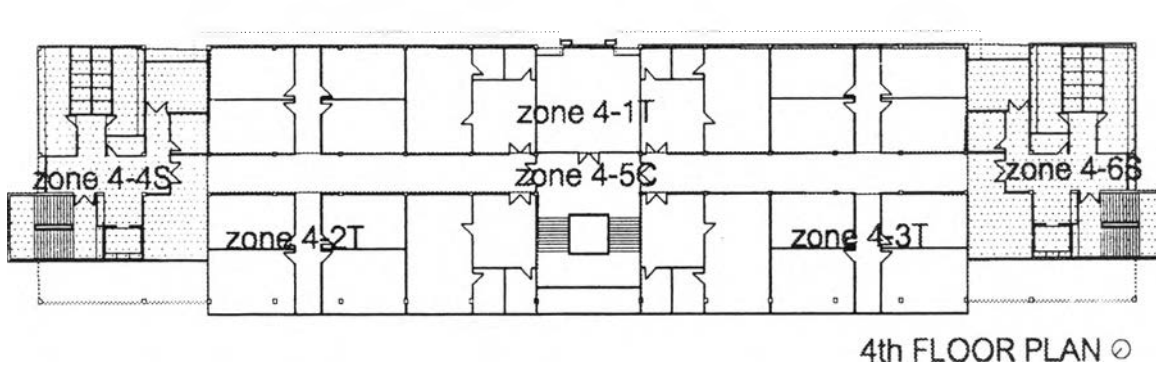
ตารางที่ 4.9 แสดงรายละเอียดการคำนวณหาค่า OTTV และ RTTV

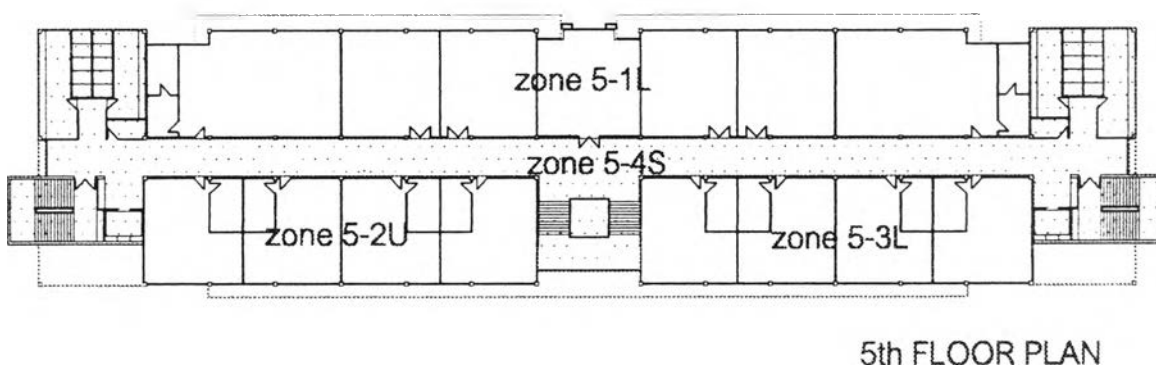


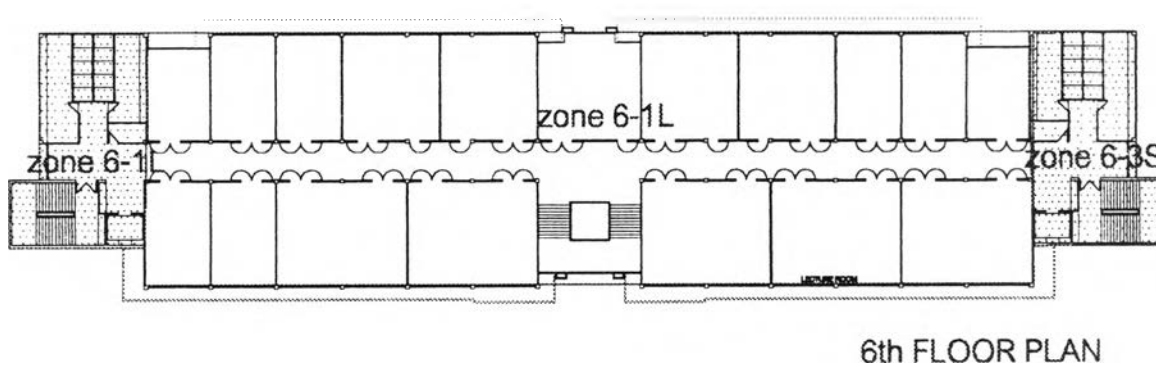




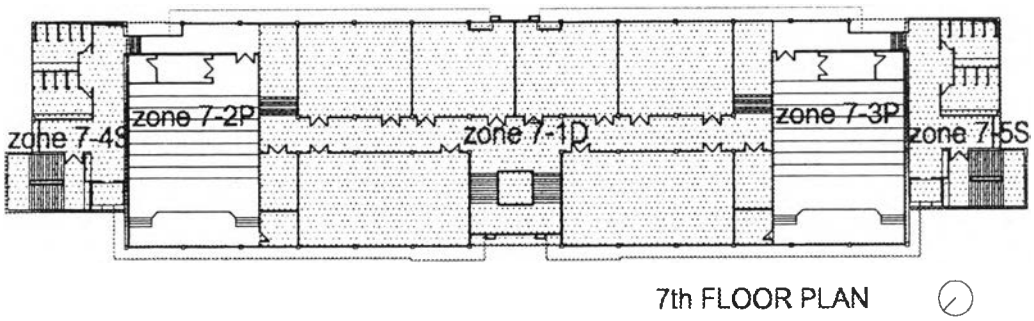
รูปที่ 4.6 แสดงแผนผังรายละเอียดการจัดกลุ่มพื้นที่ภายในอาคาร ชั้นที่ 1,2และ3



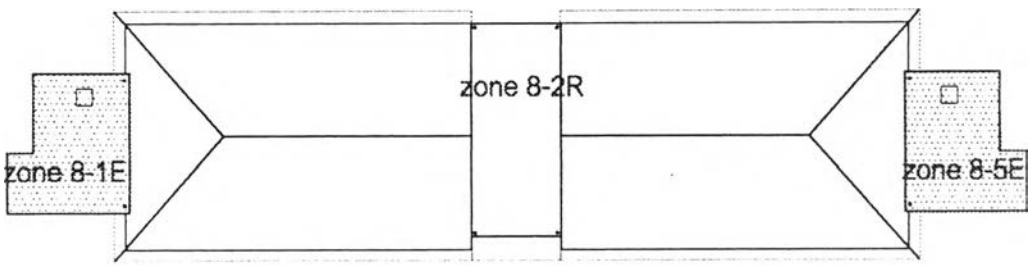




รูปที่ 4.7 แสดงแผนผังรายละเอียดการจัดกลุ่มพื้นที่ภายในอาคาร ชั้นที่ 4,5และ6



7th FLOOR PLAN



ROOF PLAN

รูปที่ 4.8 แสดงแผนผังรายละเอียดการจัดกลุ่มพื้นที่ภายในอาคาร ชั้นที่ 7และชั้นหลังคา

ZONE	FUNCTION	AREA [Sq.m]	OCCUPY	AREA/PERSON	LIGHTING [W]	LIGHT./AREA	EQUIPMENT [W]	EQUIP/AREA	SPACE CONDITION
1-1A	ADMINISTRATION	285.0	9.0	31.7	1692.0	5.9	3145.0	11.0	A1
1-2A	ADMINISTRATION	285.0	13.0	21.9	1692.0	5.9	6671.0	23.4	A2
1-3S	SERVICE	413.0	0.0	0.0	1224.0	3.0	840.0	2.0	S3
1-4C	CORRIDOR	152.0	0.0	0.0	252.0	1.7	0.0	0.0	C4
1-5S	SERVICE	413.0	0.0	0.0	1224.0	3.0	840.0	2.0	S3
2-1T	TEACHER	200.0	4.0	50.0	1764.0	8.8	700.0	3.5	T5
2-2T	TEACHER	200.0	3.0	66.7	1764.0	8.8	1415.0	7.1	T6
2-3T	TEACHER	420.0	9.0	46.7	2520.0	6.0	460.0	1.1	T7
2-4T	TEACHER	510.0	8.0	63.8	3024.0	5.9	1070.0	2.1	T8
2-5M	MEETING	162.0	35.0	4.6	1152.0	7.1	640.0	4.0	M9
2-6S	SERVICE	183.0	0.0	0.0	684.0	3.7	820.0	4.5	S10
2-7C	CORRIDOR	302.0	0.0	0.0	576.0	1.9	1415.0	4.7	C11
2-8S	SERVICE	183.0	0.0	0.0	684.0	3.7	820.0	4.5	S10
3-1T	TEACHER	464.0	19.0	24.4	3096.0	6.7	1730.0	3.7	T12
3-2T	TEACHER	240.0	18.0	13.3	1944.0	8.1	3405.0	14.2	T13
3-3T	TEACHER	240.0	3.0	80.0	1944.0	8.1	660.0	2.8	T14
3-4S	SERVICE	183.0	0.0	0.0	684.0	3.7	820.0	4.5	S10
3-5C	CORRIDOR	238.0	0.0	0.0	504.0	2.1	0.0	0.0	C15
3-6S	SERVICE	183.0	0.0	0.0	684.0	3.7	820.0	4.5	S10
4-1T	TEACHER	464.0	9.0	51.6	3600.0	7.8	240.0	0.5	T16
4-2T	TEACHER	200.0	12.0	16.7	1512.0	7.6	5745.0	28.7	T17
4-3T	TEACHER	200.0	7.0	28.6	1512.0	7.6	1620.0	8.1	T18
4-4S	SERVICE	208.0	0.0	0.0	720.0	3.5	760.0	3.7	S19
4-5C	CORRIDOR	238.0	0.0	0.0	504.0	2.1	0.0	0.0	C15
4-6S	SERVICE	208.0	0.0	0.0	720.0	3.5	760.0	3.7	S19
5-1L	LECTURE	544.0	120.0	4.5	7344.0	13.5	4395.0	8.1	L20
5-2U	COMPUTER	240.0	45.0	5.3	3024.0	12.6	29200.0	121.7	U21
5-3L	LECTURE	240.0	30.0	8.0	3024.0	12.6	815.0	3.4	L22
5-4S	SERVICE	524.0	0.0	0.0	1584.0	3.0	1400.0	2.7	S23
6-1L	LECTURE	1292.0	134.0	9.6	15840.0	12.3	3635.0	2.8	L24
6-2S	SERVICE	128.0	0.0	0.0	504.0	3.9	700.0	5.5	S25
6-3S	SERVICE	128.0	0.0	0.0	504.0	3.9	700.0	5.5	S25
7-1D	DRAWING	836.0	120.0	7.0	8640.0	10.3	1680.0	2.0	D26
7-2P	PRESENTATION	228.0	120.0	1.9	2920.0	12.8	1086.0	4.8	P27
7-3P	PRESENTATION	228.0	120.0	1.9	2920.0	12.8	1086.0	4.8	P27
7-4S	SERVICE	128.0	0.0	0.0	432.0	3.4	700.0	5.5	S28
7-5S	SERVICE	128.0	0.0	0.0	432.0	3.4	700.0	5.5	S28
8-1E	DECK	128.0							E29
8-2R	ROOF	1292.0							E29
8-3E	DECK	128.0							E29

ตารางที่ 4.10 รายละเอียดการจัดแบ่งพื้นที่และการสำรวจข้อมูลในแต่ละZONE

4.7. การเปรียบเทียบอาคารกรณีศึกษากับอาคารจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เพื่อตรวจสอบว่า อาคารจำลองสภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถเป็นตัวแทนของอาคารกรณีศึกษาได้หรือไม่ จึงต้องนำรายงานผลที่ได้จากโปรแกรมมาเปรียบเทียบกับข้อมูลด้านพลังงานที่เก็บข้อมูลมาได้จริงจากอาคารกรณีศึกษาดังนี้

4.7.1 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง

เนื่องจากอาคารกรณีศึกษานี้มีข้อจำกัด คือ ไม่มีมิเตอร์วัดหน่วยพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งอาคาร แต่มีเพียงมิเตอร์วัดหน่วยพลังงานไฟฟ้าเฉพาะในระบบแสงสว่างเท่านั้น จึงมีแค่เพียงข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละเดือน มาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละเดือน ที่ได้จากการจำลองสภาพอาคารในโปรแกรมเท่านั้น ข้อมูลที่ได้แสดงละเอียดในตารางที่ 4.11 และแผนภูมิที่ 4.3 จากตารางและแผนภูมิพบว่ารูปแบบของปริมาณพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในการจำลองสภาพอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์กับข้อมูลที่เก็บได้จริงจากอาคารกรณีศึกษานั้น มีค่าความแตกต่างกันในแต่ละเดือนตั้งแต่ 2%-14 % โดยมีค่าเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปีอยู่ที่ 9.35 % ซึ่งถือว่าค่าที่ได้มีความใกล้เคียงกันพอสมควร สาเหตุที่ยังมีความแตกต่างกันอยู่นั้นเนื่องจากพฤติกรรมการเปิดปิดไฟแสงสว่างของบุคลากรในอาคารเป็นพฤติกรรมที่ไม่แน่นอนคงที่ไม่สามารถคาดคะเนได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

ค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ประมาณ 10% ถือว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงอยู่ในเงื่อนไขที่ยอมรับได้ แต่การเปรียบเทียบด้วยพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างอย่างเดียวยังไม่เพียงพอที่จะสรุปให้อาคารจำลองสภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวแทนของอาคารกรณีศึกษาได้ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าพลังงานในส่วนอื่น ๆ ที่สามารถทำได้ต่อไป

4.7.2 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศรายวัน

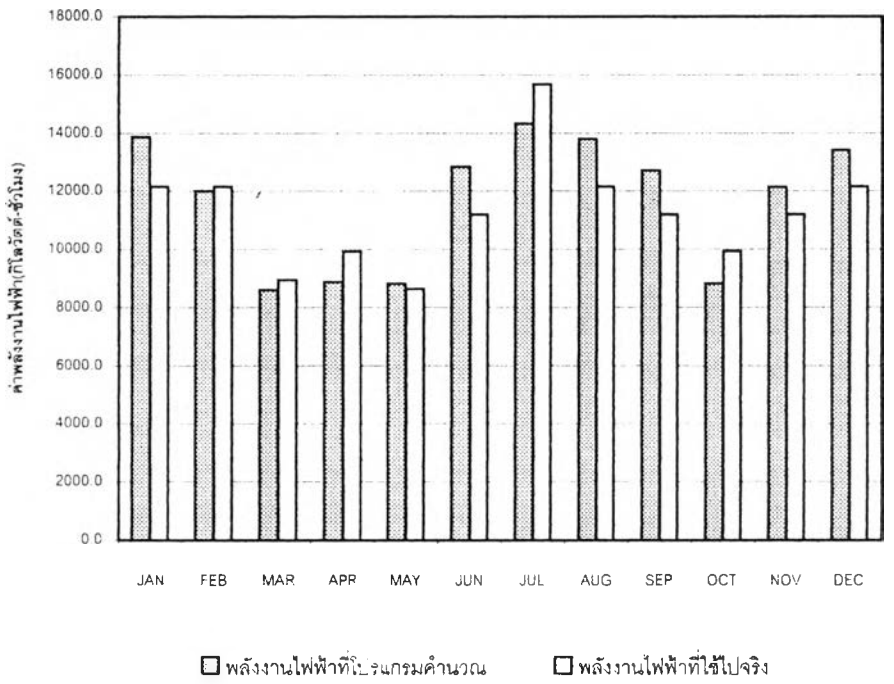
เนื่องจากอาคารกรณีศึกษาไม่มีมิเตอร์วัดหน่วยพลังงานไฟฟ้ารวม จึงไม่สามารถทราบค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในระบบอื่น ๆ รวมทั้งระบบปรับอากาศซึ่งเป็นระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุดในอาคารได้ จึงต้องใช้วิธีวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ไปในระบบปรับอากาศโดยตรง (รายละเอียดตามข้อ 4.2.1 ระบบปรับอากาศในอาคาร) นำข้อมูลที่วัดได้จากอาคารจริงในวันที่ 21 กุมภาพันธ์ 5 มิถุนายน และ 2 กรกฎาคม มาเปรียบเทียบกับข้อมูลการจำลองสภาพจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผลที่ได้แสดงในแผนภูมิที่ 4.4 และ ตารางที่ 4.12 พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันเฉลี่ยอยู่ที่ 5.6 %

4.7.3 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุด

จากการจำลองสภาพอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์รายงานผลข้อมูลออกมาว่า ภาระปรับเย็นสูงสุด (peak cooling load) อยู่ที่ 393.16 กิโลวัตต์ความเย็น โดยใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดที่ 125.9 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในระบบปรับอากาศโดยตรงจากอาคารจริง ซึ่งนำข้อมูลจากการวัดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์มาเปรียบเทียบ เช่นกัน โดยเลือกวันที่มีการสอบปลายภาคซึ่งเป็นวันที่มีคนใช้งานอยู่ในอาคารมากที่สุด พบว่า ค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดอยู่ที่ 119.4 กิโลวัตต์- ชั่วโมง แตกต่างกันประมาณ 5.5%

เดือน	พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟแสงสว่างที่โปรแกรมคำนวณได้[KWH]	พลังงานไฟฟ้าในระบบไฟแสงสว่างที่อาคารใช้จริง(ปี2541-2542)[KWH]	ค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
JAN	13874.0	12160.0	14.1%
FEB	12000.0	12160.0	-1.3%
MAR	8606.0	8960.0	-4.0%
APR	8870.0	9920.0	-10.6%
MAY	8815.0	8640.0	2.0%
JUN	12849.0	11200.0	14.7%
JUL	14324.0	15680.0	-8.6%
AUG	13799.0	12160.0	13.5%
SEP	12710.0	11200.0	13.5%
OCT	8822.0	9920.0	-11.1%
NOV	12139.0	11200.0	8.4%
DEC	13420.0	12160.0	10.4%

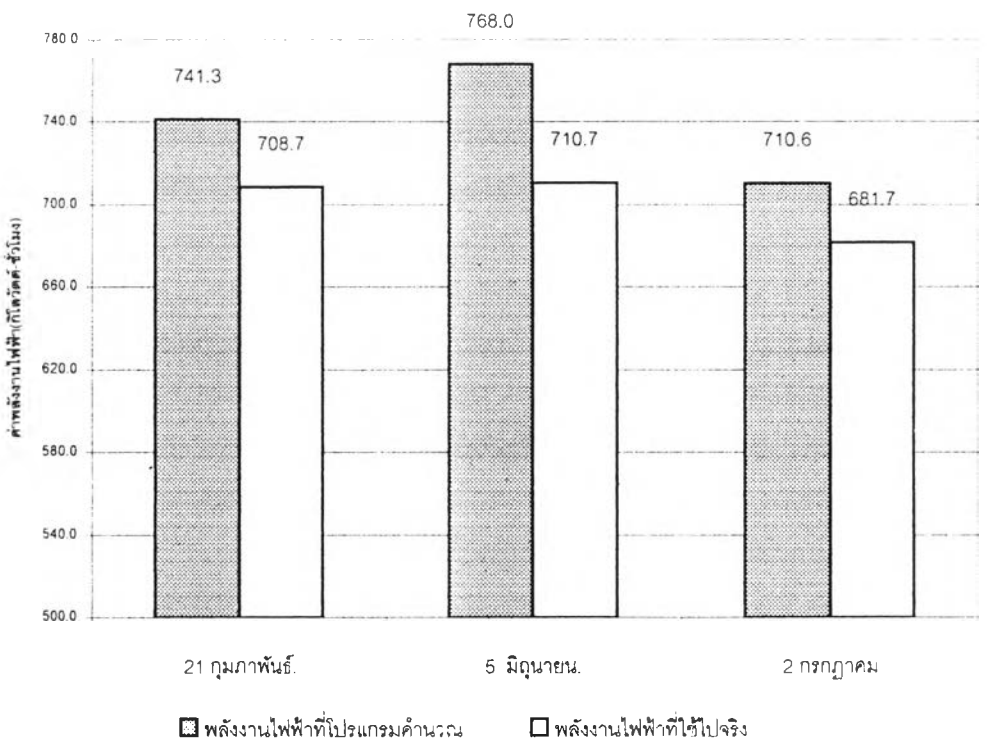
ตารางที่ 4. 11 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างที่โปรแกรมคำนวณได้กับที่อาคารใช้ไปจริง



แผนภูมิที่4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างที่โปรแกรมคำนวณได้กับที่อาคารใช้ไปจริง

วันที่	พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่โปรแกรมคำนวณได้[KWH]	พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่อาคารใช้จริง[KWH]	ค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์
21 กุมภาพันธ์.	741.3	708.7	4.6%
5 มิถุนายน.	768.0	710.7	8.1%
2 กรกฎาคม	710.6	681.7	4.2%

ตารางที่4.12 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่โปรแกรมคำนวณได้กับที่อาคารใช้ไปจริง



แผนภูมิที่4.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศที่โปรแกรมคำนวณได้กับที่อาคารใช้

4.7.4 การเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของอาคาร

การป้อนข้อมูลในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DOE 2.1.D นั้น ต้องเขียนข้อมูลและใส่คำสั่งที่โปรแกรมสามารถอ่านได้เข้าใจ ข้อมูลส่วนใหญ่ต้องบอกเป็นตัวเลข ค่ามุมองศา ความกว้างยาวหรือขนาดพื้นที่ในแต่ละ ZONE การเขียนข้อมูลต้องใส่ให้ละเอียดครบ ผนังทุกด้านโดยเฉพาะผนังภายนอก หน้าต่าง พื้นห้อง ฝ้าเพดาน หลังคา รวมทั้งแผงกันแดดภายนอก ตำแหน่งที่ตั้งของแต่ละองค์ประกอบต้องบอกเป็นค่า COORDINATE ซึ่งเราสามารถตรวจสอบความถูกต้องทางกายภาพของอาคารที่จำลองสภาพในโปรแกรมได้ผ่านทางโปรแกรมช่วย ชื่อ DRAW BDL. นำข้อมูลที่เราเขียนเสร็จเรียบร้อย ส่งให้ โปรแกรมDRAW BDL. อ่านและโปรแกรมจะรายงานผลออกมาเป็นรูปทรงอาคารในลักษณะ 3 มิติ ซึ่งเราสามารถตรวจสอบความถูกต้องของอาคารได้โดยนำไปเปรียบเทียบกับอาคารจริง จากการตรวจสอบพบว่า รูปทรงอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มีความถูกต้องใกล้เคียงกับอาคารจริงมาก เว้นแต่ได้ตัดทอนรายละเอียดทางสถาปัตยกรรมออกไปบางส่วน (แสดงผลจากโปรแกรม DRAW BDL. ในภาคผนวก ค.)

จากผลการเปรียบเทียบทั้งหมด ถือได้ว่าอาคารในแบบจำลองสภาพในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มีค่าการใช้พลังงานที่ใกล้เคียงกับอาคารจริง มีค่าความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเฉลี่ยรวมตลอดทั้งปีที่ 9.35 % มีค่าความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศรวมรายวันเฉลี่ยที่ 5.6 % และมีค่าความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดที่ 5.5 % จึงสามารถนำอาคารในแบบจำลองสภาพการใช้พลังงานในโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาเป็นตัวแทนของอาคารกรณีศึกษา เพื่อใช้ศึกษาผลในการปรับปรุงอาคารต่อไป

4.8 การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียของอาคารกรณีศึกษา

จากการสำรวจเก็บข้อมูลอาคารและจากการจำลองสภาพการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถสรุปข้อดีข้อเสียของอาคารกรณีศึกษาโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน เป็นเกณฑ์พิจารณาได้ดังนี้

4.8.1 มาตรฐานของเครื่องทำความเย็น

เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้อาคารเก่าต้องมีค่ามาตรฐานเครื่องทำความเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศอยู่ที่ไม่เกิน 1.61 กิโลวัตต์/ตัน มีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น EERที่ 7.45 ซึ่งอาคารกรณีศึกษา มีค่าภาระการทำความเย็นสูงสุดที่ 111.86 ตัน และค่าพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศสูงสุดที่ 125.9 กิโลวัตต์ ดังนั้นค่ามาตรฐานของเครื่องทำความเย็นจึงอยู่ที่ 1.125 กิโลวัตต์/ตันและมีค่าประสิทธิภาพการทำความเย็น EER ที่ 10.66 ซึ่งผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานและถือได้ว่าเครื่องทำความเย็นในอาคารกรณีศึกษานี้ ยังคงมีประสิทธิภาพในการทำความเย็นที่ดีมาก

4.8.2 มาตรฐานปริมาณการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างต่อพื้นที่

เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้อาคารสถานศึกษา ต้องมีพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างต่อ ตร.ม. ไม่เกิน 18 วัตต์/ ตร.ม. สำหรับอาคารกรณีศึกษา มีค่าปริมาณการใช้พลัง

งานไฟฟ้าแสงสว่างต่อ พื้นที่อยู่ที่ 9 วัตต์/ตร.ม . ซึ่งต่ำกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไข การใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างแต่อย่างใด

4.8.3 มาตรฐานค่าระดับการส่องสว่างในอาคาร

ค่าระดับความส่องสว่างตามมาตรฐาน CIE กำหนดให้สำหรับพื้นที่ส่วนพิมพ์ดีด ประชุม คอมพิวเตอร์ ควรมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 300-500 ลักซ์ พื้นที่ที่ใช้เขียนแบบควรมีค่าความส่องสว่างอยู่ที่ 500-750 ลักซ์ สำหรับอาคารกรณีศึกษามีค่าความส่องสว่างอยู่ในระดับมาตรฐานที่ CIE กำหนดไว้ จึงไม่จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขใด ๆ

4.8.4 มาตรฐานความเร็วลมภายในห้องปรับอากาศ

อาคารกรณีศึกษามีค่าความเร็วลมที่ออกมาจากเครื่องปรับอากาศเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 0.1-0.3 เมตร/วินาที ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ที่กำลังดี ไม่รบกวนการทำงาน ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่มีกำหนดไว้ในหนังสือ Mechanical and Electrical Equipment for Building

4.8.5 มาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร

เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงานกำหนดให้อาคารเก่าต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคาร (OTTV) ไม่เกิน 55 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารกรณีศึกษามีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านผนังอาคารที่ 67.66 วัตต์/ตร.ม. มากกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในส่วนผนังอาคารต่อไป

4.8.6 มาตรฐานการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร

เกณฑ์มาตรฐานควบคุมอาคารด้านการอนุรักษ์พลังงานกำหนดให้อาคารเก่าต้องมีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาอาคาร (RTTV) ไม่เกิน 25 วัตต์/ตร.ม. สำหรับอาคารกรณีศึกษามีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านหลังคาที่ 43.56 วัตต์/ตร.ม มากกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานกำหนดไว้ จึงต้องมีการปรับปรุงแก้ไขในส่วนหลังคาอาคารต่อไป

โดยสรุป พบว่า อาคารกรณีศึกษานี้มีค่าการถ่ายเทความร้อนรวมผ่านกรอบอาคารคือผนังและหลังคาของอาคาร ที่สูงมากซึ่งนับว่าเป็นปัญหาหลักของอาคารนี้ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขต่อไป จากการสำรวจและวิเคราะห์ลักษณะของเปลือกอาคารพบว่า ส่วนที่เป็นผนังทึบภายนอกอาคารนั้นใช้วัสดุก่ออิฐฉาบปูน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีค่าการต้านทานความร้อนที่ต่ำมาก จึงถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารได้อย่างเต็มที่ รวมทั้งแผงกันแดดภายนอกที่มีขนาดไม่เหมาะสม ไม่สามารถป้องกันแสงแดดได้เลย จึงพบว่าแสงแดดส่องผ่านผนังส่วนที่เป็นกระจก เข้ามาในห้องได้เต็มที่ สำหรับหลังคาส่วนที่อยู่ชั้นบนสุดของอาคาร วัสดุที่ใช้เป็นหลังคาเหล็กเคลือบสี มีฉนวนกันความร้อนอยู่ใต้หลังคา จึงป้องกันความร้อนเข้าสู่อาคารได้อย่างดี ส่วนที่มีปัญหาต้องแก้ไขคือ หลังคาคอนกรีตที่อยู่บนชั้น 2 มีค่าการต้านทานความร้อนต่ำ จึงถ่ายเทความร้อนเข้ามาในอาคารได้มาก

สำหรับในส่วนไฟฟ้าแสงสว่างนั้น พบว่าเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพดีมาก ค่าปริมาณพลังงานไฟฟ้าต่อตารางเมตร น้อยมากเพราะใช้หลอดประหยัดพลังงาน มีค่าระดับความส่องสว่างโดยเฉลี่ยอยู่ใน

เกณฑ์มาตรฐานเพราะโคมไฟที่ใช้เป็นโคมสะท้อนสีเงินจึงช่วยเพิ่มค่าความส่องสว่างให้สูงขึ้น อีกทั้งอุปกรณ์ต่างๆยังอยู่ในสภาพที่ดีและใหม่อยู่ ระบบไฟฟ้าแสงสว่างจึงยังไม่จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไข

ส่วนระบบเครื่องทำความเย็น เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพดีอยู่เช่นกัน เนื่องจากใช้งานมาได้เพียง 4-5 ปี สภาพเครื่องจึงยังใหม่และมีสภาพดีอยู่ อีกทั้งได้รับการบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำจากบริษัทผู้ผลิตระบบเครื่องทำความเย็นจึงไม่มีปัญหาใด ๆ ที่ต้องได้รับการปรับปรุงแก้ไขในขณะนี้