บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปของการวิจัย

ในการวิจัยนี้เป็นการพิสูจน์สมมุติฐานตามที่ตั้งไว้ตามลำดับดังนี้

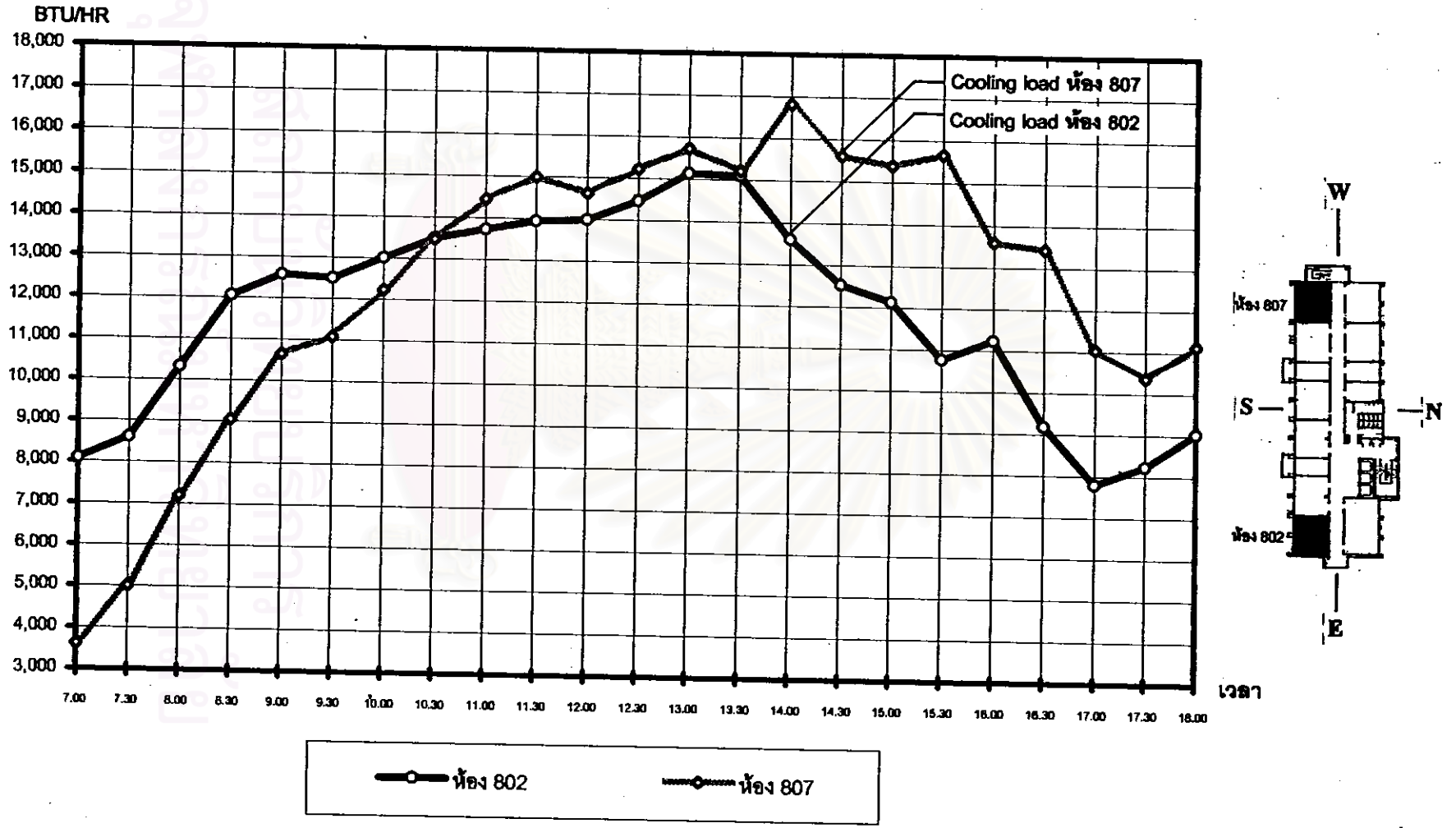
1. ห้องที่ตัวอยู่ในตำแหน่งของอาคารที่แตกต่างกัน แต่เมื่อมีลักษณะทางกายภาพและการใช้งานที่คล้ายกัน จะมีลักษณะของภาระการทำความเย็น และเวลาในการเกิด Peak load ที่ใกล้เคียงกัน จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 4.1.1-4.1.2 ของบทที่ 4 ซึ่งมีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของแหล่งความร้อน จากสภาพจริงของอาคารครุศาสตร์ ในเดือนกุมภาพันธ์ ปรากฏผลดังต่อไปนี้

ภาระการทำความเย็นของห้องด้านทิศตะวันออก(ห้อง802) เมื่อเปรียบเทียบกับห้องด้านทิศตะวันตก(ห้อง 807) ในรูปที่ 5.1 แสดงให้เห็นว่าการเกิด Cooling load ของห้องทั้งสองจะมีลักษณะของกราฟที่คล้ายคลึงกัน คือ จากลักษณะของกราฟทั้งสองห้องจะมีลักษณะของ Cooling load ที่ค่อยๆสูงขึ้นตั้งแต่เริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศจนมีค่า Peak load ที่เวลา 13.30 น. และ 14.00 น. สำหรับห้องด้านทิศตะวันออก และตะวันตกตามลำดับ หลังจากนั้นค่า Cooling load จึงเริ่มมีค่าลดลงจนถึงเวลาที่ปิดเครื่องปรับอากาศ โดยมีข้อแตกต่างคือ ห้องด้านตะวันออกจะเกิด Heat gain ที่ผ่านเข้ามาได้เร็วกว่า และมากกว่าห้องด้านตะวันตกในช่วงเวลาตั้งแต่ 7.00 - 10.30 น. และหลังจาก 10.30 น. ห้องด้านตะวันตก(ห้อง807) จะมี Cooling load ที่สูงกว่า

การที่ห้องทั้งสองมีลักษณะของการเกิด Cooling load ที่คล้ายกัน และมีเวลาในการเกิด Peak load ที่ใกล้เคียงกันนั้นเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของ Building Envelope ห้องทั้งสองในด้านทิศเหนือ และใต้ที่เหมือนกัน Heat gain ที่ผ่านเข้ามาจากด้านทั้งสองจึงใกล้เคียงกันมาก

ส่วนผนังภายนอกด้านทิศตะวันออกกับด้านตะวันตก จะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ ห้อง 802 จะมีผนังภายนอกด้านทิศตะวันออกเป็นผนังทึบ ขณะที่ห้อง. 807 มีผนังทึบภายนอกในทิศด้านตะวันตก(รูปที่ 3.9 ในบทที่ 3) จากลักษณะดังกล่าวนี้เป็นผลให้ Heat gain ที่ผ่านเข้ามาภายในห้องทั้งสอง มีสภาพการณ์ที่แตกต่างกันในช่วงเวลาเช้าและบาย ส่วนด้านปัจจัยภายในห้อง(Internal load)พบว่ามีลักษณะที่ใกล้เคลียงกันมาก ซึ่งไม่มีผลมากนักต่อ Cooling load ที่แตกต่ างกัน ของห้องทั้งสอง

รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้อง 802 และ ห้อง807 ในเดือนกุมภาพันธ์



2. ห้องที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งและทิศทางที่แตกต่างกัน(ด้านทิศตะวันออก และห้องด้านทิศตะวันตก) ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพของห้องที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะพื้นที่กระจกที่หันไปยังด้านที่ตรงกันข้ามกัน(ตะวันออก และตะวันตก) จะส่งผลต่อลักษณะของการเกิดภาระการทำความเย็นและเวลาในการเกิด Peak load ที่แตกต่างกัน จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 4.2.1- 4.2.2 ของบทที่ 4 ซึ่งมีการเก็บข้อมูลอุณหภูมิของแหล่งความร้อน จากสภาพจริงของอาคารการศึกษานานาชาติ ในเดือนกุมภาพันธ์ ปรากฏผล ดังต่อไปนี้

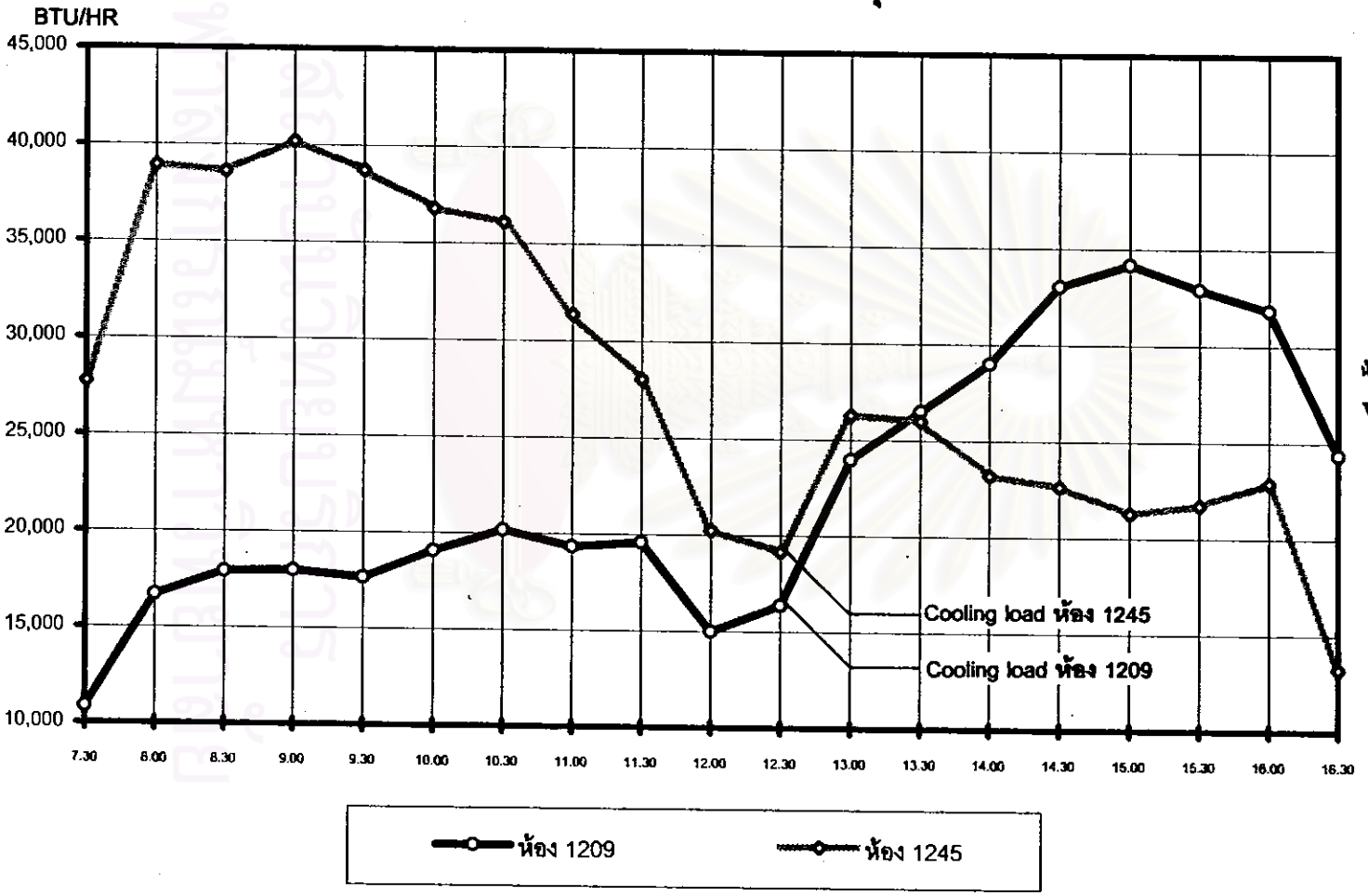
ภาระการทำความเย็นของห้องด้านทิศตะวันออก(ห้อง 1245) เมื่อเปรียบเทียบกับห้องด้านทิศตะวันตก(ห้อง 1209) ในรูปที่ 5.2 แสดงให้เห็นว่าการเกิด Cooling load ของห้องทั้งสองมีความแตกต่างกัน ทั้งลักษณะของการเกิด Cooling load ในแต่ละช่วงเวลา และเวลาในการเกิด Peak load ที่แตกต่างกันมากคือ ห้องด้านตะวันออก(ห้อง 1245) จะมีภาระการทำความเย็นที่สูงมากในช่วงเวลาเช้าตั้งแต่ 8.00 น. และมีค่าที่ค่อยๆลดลง ในทางกลับกันห้องด้านตะวันตก(ห้อง 1209) จะมีภาระการทำความเย็นที่ต่ำในเวลาเช้า แล้วจึงค่อยๆมีค่า Cooling load ที่สูงขึ้นจนมี Peak load ที่เวลา 15.00 น. แล้วจึงมีค่าลดลง

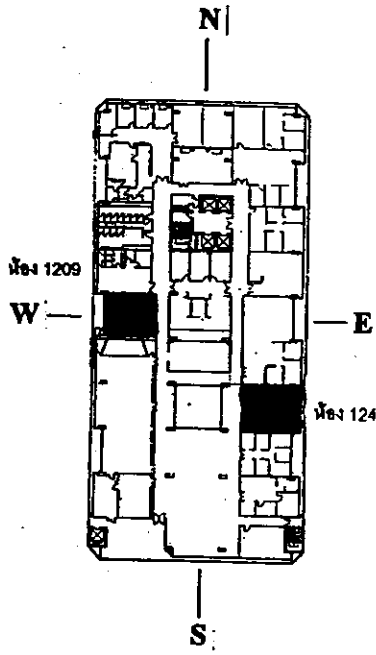
การที่ห้องทั้งสองมีลักษณะของการเกิด Cooling load และมีเวลาในการเกิด Peak load ที่แตกต่างกันมาก เนื่องจากลักษณะของห้องทั้งสอง ที่มีพื้นที่กระจกคนละด้านหันไปยังทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ซึ่งมีอิทธิพลจากค่า Radiation ในปริมาณสูง โดยห้อง 1245 มีพื้นที่กระจกด้านตะวันออก และห้อง 1209 มีพื้นที่กระจกด้านทิศตะวันตก ทำให้ค่า Cooling load จากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ในช่วงเวลาเช้าเกิดขึ้นกับห้อง 1245 และเกิดขึ้นในเวลาบ่ายกับห้อง 1209 ซึ่งมีผลต่อการเกิด Peak load ในเวลาที่แตกต่างกันของห้องทั้งสอง

ส่วนปัจจัยภายในห้อง(รูปที่ 5.3 - 5.4) พบว่าค่า Cooling load จากความร้อนแฝงของการระบายอากาศของห้อง 1245 มีสูงมากในช่วงเวลาเช้า ซึ่งแปรผันตามค่าความแตกต่างของอัตราส่วนความชื้น(Humidity Ratio)ระหว่างภายนอกและภายในห้อง(ค่า ΔW หรือ ΔHR) รวมทั้งค่าความร้อนแฝงและความร้อนสัมผัสจากคน ที่มีจำนวนผู้ใช้มากในเวลาเช้า(ห้องทำงานอาจารย์) ทำให้ค่า Cooling load ของห้อง 1245 มีค่าสูงกว่าห้อง 1209 ซึ่งไม่มีพัดลมระบายอากาศ จึงไม่มีความร้อนจากส่วนนี้

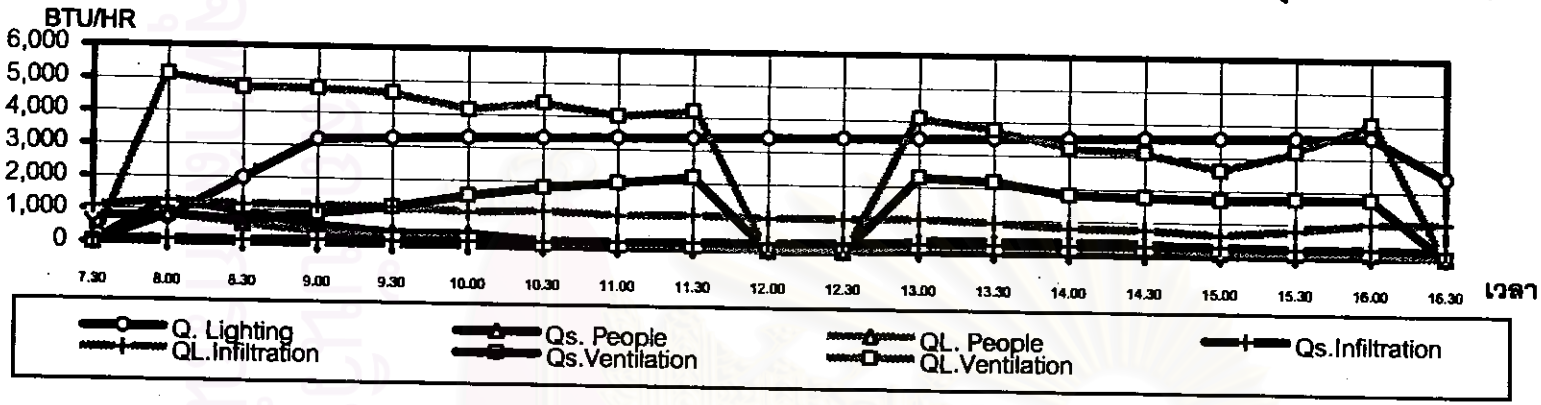
3. ลักษณะที่แตกต่างกันของห้องในกรณีของข้อ 1 และข้อ 2 เมื่อมีการจัดการการใช้พื้นที่ด้วยวิธี Cooling load sharing กรณีของห้องที่มีลักษณะทางกายภาพ และการใช้งานที่แตกต่างกันมาก จะสามารถลดขนาดของระบบปรับอากาศโดยรวมลงได้มากกว่ากรณีของห้องที่มีความ

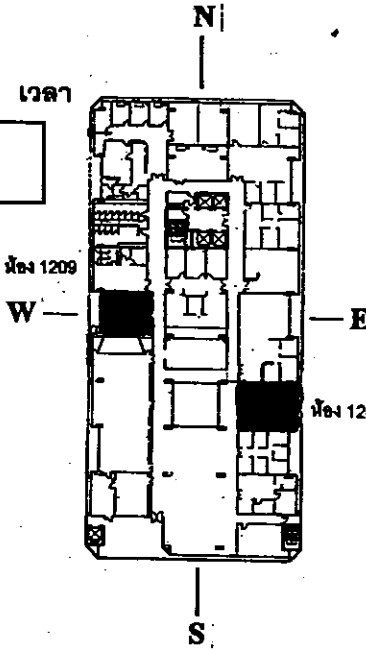
รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้อง 1209 และ ห้อง 1245
อาคารการศึกษานานาชาติ ในเดือนกุมภาพันธ์



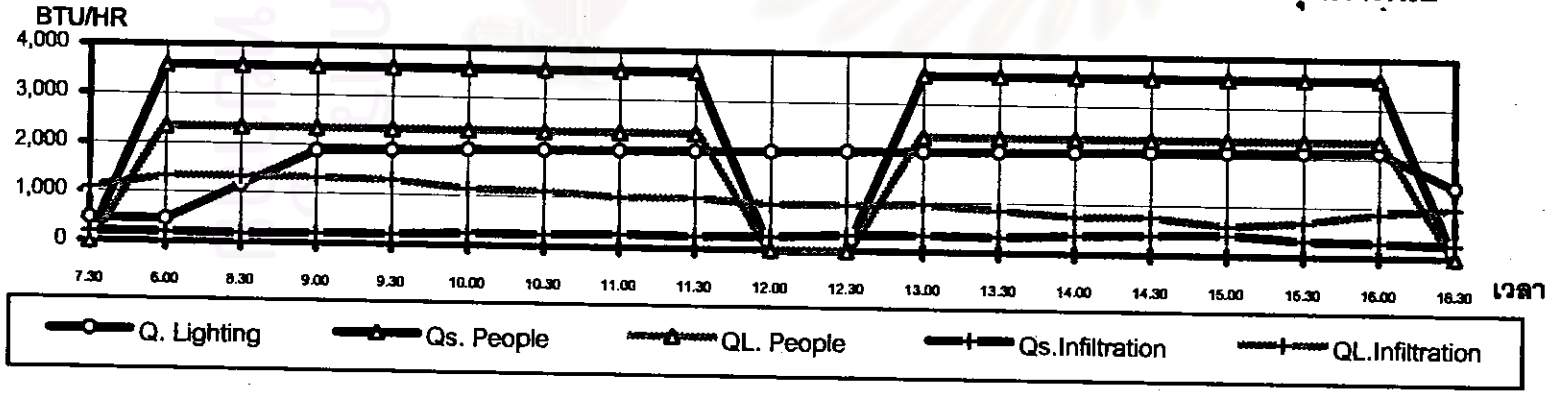


รูปที่ 5.3 แสดงภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนภายในของห้อง 1245 เดือนกุมภาพันธ์





รูปที่ 5.4 แสดงภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนภายในของห้อง 1209 เดือนกุมภาพันธ์



คล้ายกัน จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลในข้อ 4.1.2 และ 4.2.2 ซึ่งเป็นการ Share load ของกรณีศึกษาทั้งสองอาคารที่มีลักษณะที่แตกต่างกันตามสมมุติฐาน เมื่อเปรียบเทียบผลของการ Share load ทั้งสองกรณี จากตารางที่ 5.1-5.2 และรูปที่ 5.5-5.6 ได้แสดงการเปรียบเทียบขนาดของเครื่องปรับอากาศระหว่างกรณีศึกษาอาคารครุศาสตร์ กับอาคารการศึกษานานาชาติ ปรากฏผลดังนี้

กรณีอาคารครุศาสตร์ ห้อง 802 และห้อง 807(ลักษณะทางกายภาพ และการใช้งานของห้องที่คล้ายกัน) หากมีการ Share load จะสามารถลดขนาดของระบบลงได้ประมาณ 0.39 ตัน จากขนาดที่มีการใช้งานจริง 2.99 ตัน ซึ่งคิดเป็น 13 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

และสามารถลดขนาดลงจากที่มีการติดตั้งจริงประมาณ 2.08 ตัน จากขนาดที่ติดตั้งไว้ 4.68 ตัน ซึ่งคิดเป็น 44 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

กรณีอาคารการศึกษานานาชาติ ห้อง 1245 และห้อง 1209(ลักษณะทางกายภาพ และการใช้งานของห้องที่แตกต่างกัน) หากมีการ Share load จะสามารถลดขนาดของระบบลงได้ประมาณ 1.82 ตัน จากขนาดที่มีการใช้งานจริง 6.82 ตัน ซึ่งคิดเป็น 26 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

และสามารถลดขนาดลงจากที่มีการติดตั้งจริงประมาณ 6.82 ตัน จากขนาดที่ติดตั้งไว้ 11.82 ตัน ซึ่งคิดเป็น 58 เปอร์เซ็นต์โดยประมาณ

จากการเปรียบเทียบกรณีของอาคารทั้งสอง แสดงให้เห็นว่าห้องที่มีลักษณะทางกายภาพ และการใช้งานที่แตกต่างกันมาก(ห้อง 1245 และห้อง 1209 อาคารการศึกษานานาชาติ) จะสามารถลดขนาดของระบบปรับอากาศโดยรวมลงได้มากว่ากรณีที่คล้ายกัน(ห้อง 802 และห้อง 807 อาคารครุศาสตร์)

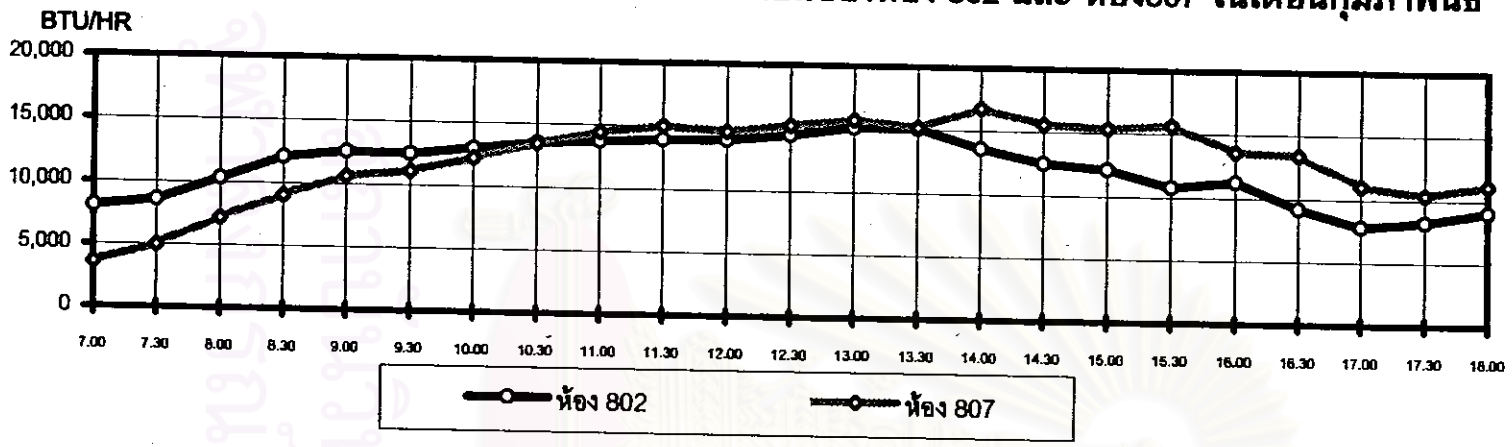
4. อาคารที่มีความแตกต่างกันของการใช้งาน(จำนวนคน และช่วงเวลาในการใช้งาน) รวมทั้ง External load ที่เกิดขึ้นในเวลาที่ต่างกัน จะสามารถลดขนาดของระบบปรับอากาศโดยรวมลงได้มาก เมื่อมีการจัดการการใช้พื้นที่ให้ Operate ระบบปรับอากาศร่วมกัน จากผลการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลของอาคารการศึกษานานาชาติในข้อ 4.3 ในบทที่ 4 ปรากฏดังในตารางที่ 5.3 เมื่อมีการ Share load พื้นที่ในส่วนต่างๆของอาคารการศึกษานานาชาติ สามารถที่จะลดขนาดของระบบโดยรวมลงได้จากแบบเดิมที่มีการแยกระบบแต่ละห้อง ซึ่งใช้ระบบ Split type system

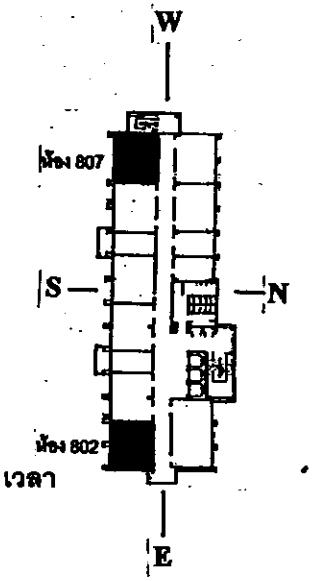
เมื่อพิจารณาจากการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น จะต้องการใช้ขนาดโดยรวมประมาณ 81.61 ตัน

ในขณะที่การติดตั้งจริงนั้นมีการออกแบบที่เผื่อไว้สูง(Over size design)ถึง 111.02 ตัน

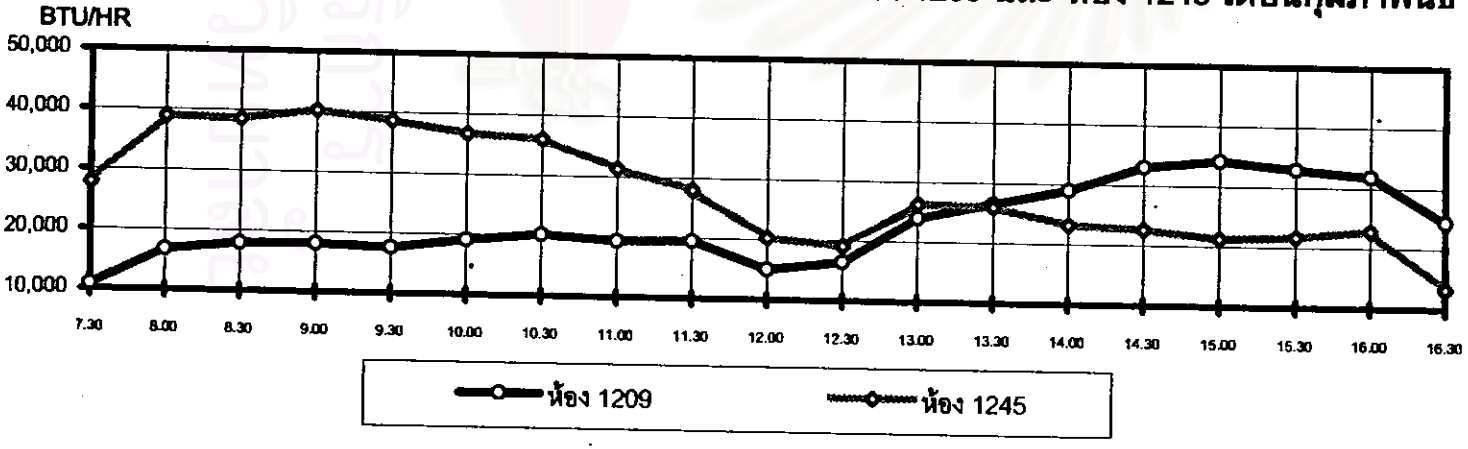
เมื่อมีการ Share Load จะสามารถลดลงเหลือประมาณ 65.20 ตัน

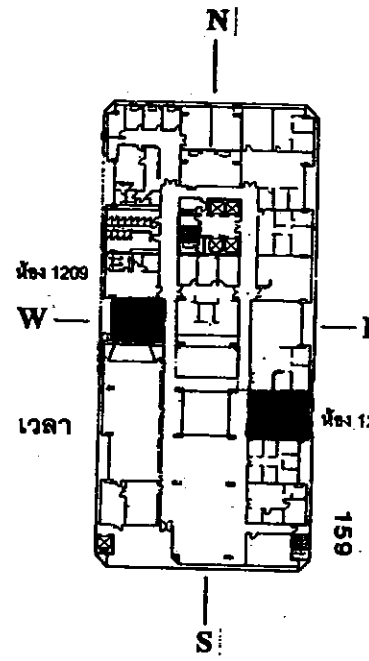
รูปที่ 5.1 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้อง 802 และ ห้อง807 ในเดือนกุมภาพันธ์



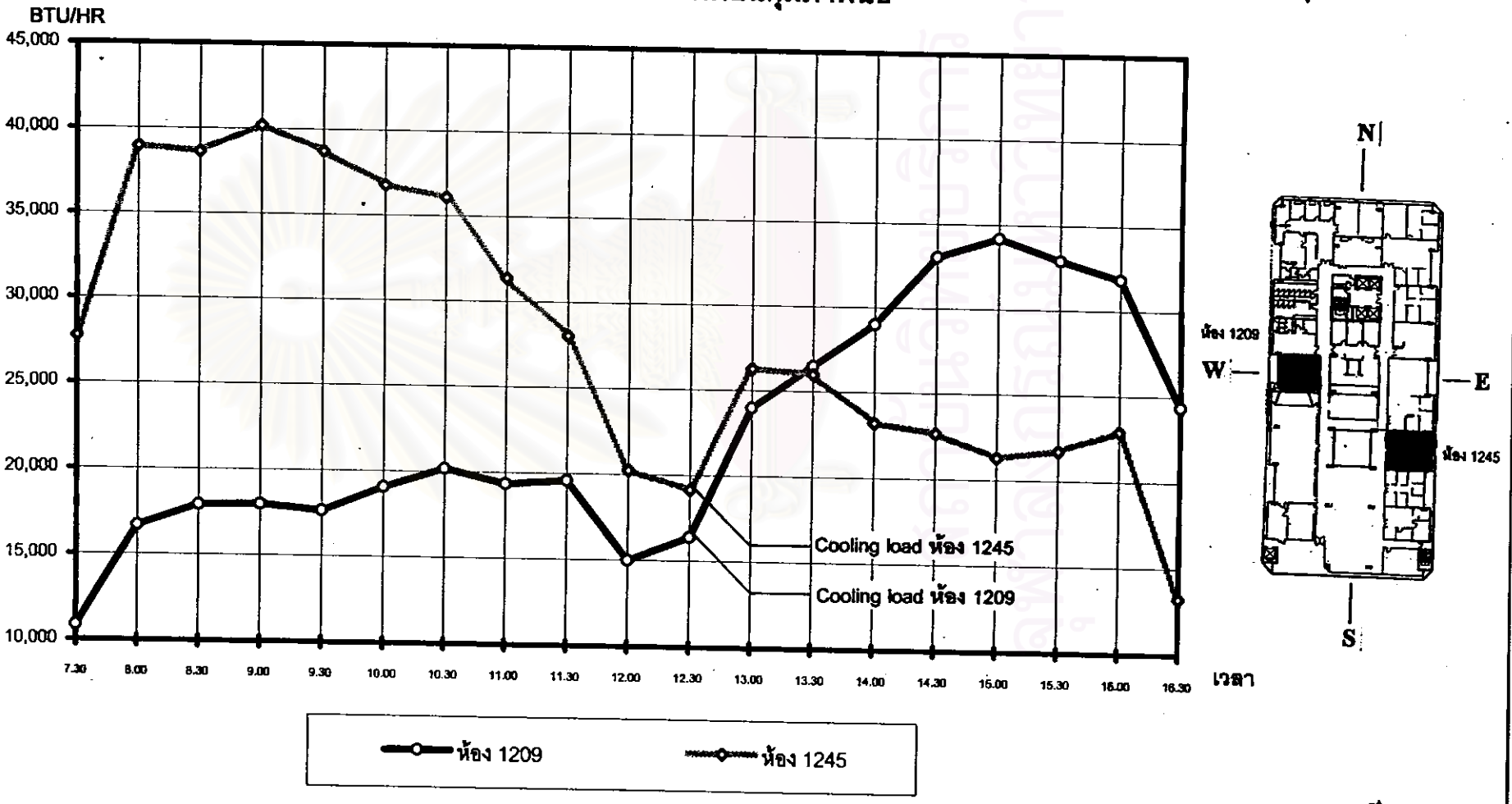


รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้อง 1209 และ ห้อง 1245 เดือนกุมภาพันธ์

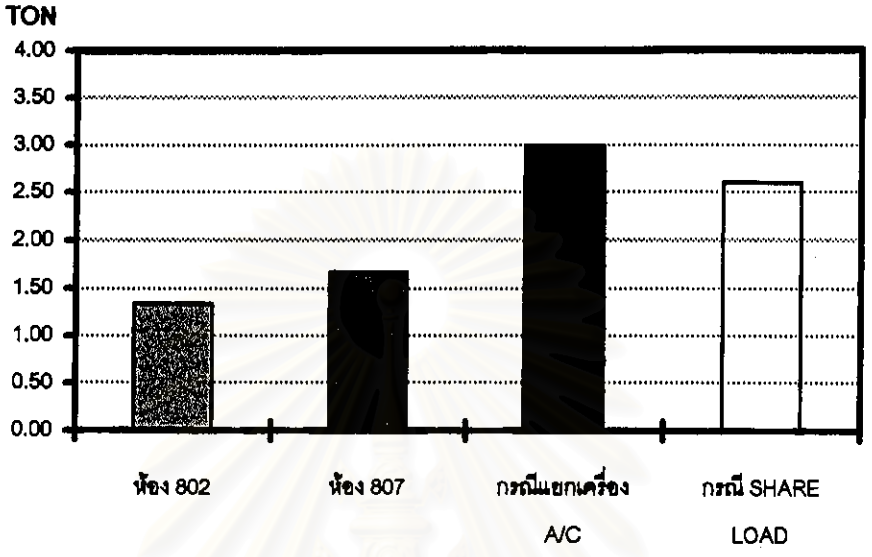




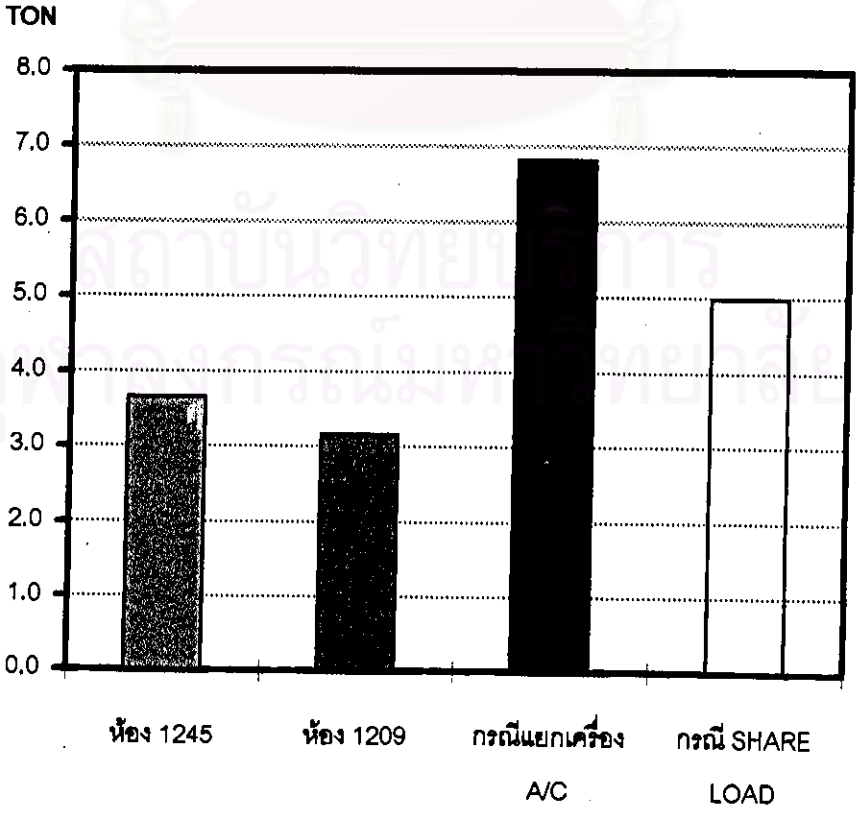
รูปที่ 5.2 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้อง 1209 และ ห้อง 1245
อาคารการศึกษานานาชาติ ในเดือนกุมภาพันธ์



รูปที่ 5.5 แสดงกราฟเปรียบเทียบขนาดของเครื่องปรับอากาศ กรณีอาคารครุศาสตร์ (เฉพาะเดือนกุมภาพันธ์)



รูปที่ 5.6 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของเครื่องปรับอากาศ กรณีอาคารการศึกษานานาชาติ (เฉพาะเดือนกุมภาพันธ์)



ตารางที่ 5.3 แสดงการสรุปค่าต่างๆ ของแต่ละห้อง(กรณีที่แยกระบบปรับอากาศ)

และกรณีที่มีการจัดการการใช้พื้นที่ด้วยวิธี Cooling load sharing

หมายเลขห้อง	ชื่อห้อง (ประเภทการใช้สอย)	เดือนที่มี Peak load	ค่า Peak load (BTU/HR)	ขนาด เครื่องปรับอากาศ(ตัน)	ขนาดเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งจริง	
					(ตัน)	(BTU/HR)
1204	ห้องบรรยาย	พฤศจิกายน	29,868	2.80	4.00	48,000
1205	ห้องบรรยาย	พฤษภาคม	45,772	4.16	8.00	48,000*2
1207	ห้องบรรยาย	เมษายน	94,296	9.00	16.00	48,000*4
1209	ห้องปฏิบัติการพยาบาล	เมษายน	36,326	3.66	5.50	20,000+46,000
1219	ห้องคณบดี	พฤษภาคม	26,691	2.66	6.32	38,000*2
1220	ห้องรองคณบดี	พฤษภาคม	19,234	1.66	1.66	20000
1221	ห้องรองคณบดี	พฤษภาคม	10,839	1.00	1.66	20000
1222	ห้องรองคณบดี	พฤษภาคม	10,839	1.00	1.66	20000
1223	ห้องรองคณบดี	พฤษภาคม	10,839	1.00	1.66	20000
1225	ห้องประชุม 1.	พฤษภาคม	36,055	3.32	6.32	38,000*2
1226	ห้องคอมพิวเตอร์	เมษายน	48,762	4.83	5.66	34,000*2
1227	ห้องประชุม 2.	พฤษภาคม	19,121	2.00	6.32	38,000*2
1228	ห้องนานาชาติ	พฤษภาคม	37,061	3.16	-	-
1229	ห้องวิชาการ และวิจัย	พฤษภาคม	43,583	3.66	-	-
1235	ห้องทำงานอาจารย์	มีนาคม	8,846	0.75	2.08	25000
1236	ห้องทำงานอาจารย์	มีนาคม	8,846	0.75	1.66	20000
1237	ห้องทำงานอาจารย์	มีนาคม	8,846	0.75	2.08	25000
1238	ห้องสารบรรณ	พฤษภาคม	84,215	7.32	14.64	44,000*4
1240	ห้องทำงานอาจารย์	พฤษภาคม	48,943	4.16	7.32	44,000*2
1241	ห้องศูนย์การเรียนรู้	เมษายน	43,123	3.66	-	-
1243	ห้องสมุด	เมษายน	97,831	8.00	8.00	48,000*2
1245	ห้องทำงานอาจารย์	เมษายน	48,729	4.16	6.32	38,000*2
1246	ห้องบรรยาย	เมษายน	49,873	4.83	-	-
1248	ห้องบรรยาย	พฤศจิกายน	32,230	3.32	4.16	25,000*2
รวม	-	-	-	81.61	111.02	-
การจัดการการใช้พื้นที่ด้วยวิธี Cooling load sharing				65.20	111.02	-

หมายเหตุ : ห้อง 1228, 1229, 1241 และ 1246 ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จึงไม่สามารถระบุขนาดที่ติดตั้งจริง แต่ในการคำนวณได้คิดทั้งขนาด และ Cooling load รวมไว้ด้วยแล้ว

: ค่า Cooling load จากตารางนี้เป็นการคำนวณโดยพิจารณาจากสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น โดยการกำหนดจำนวนและช่วงเวลาในการใช้งานจากความถี่สูงสุดที่มีการใช้ (ข้อมูลการใช้ห้องของคณะพยาบาลศาสตร์ ปีการศึกษา 2539

: ขนาดของเครื่องปรับอากาศได้พิจารณาจากความต้องการ ซึ่งมีการปรับให้เหมาะสมกับที่มีการผลิตขึ้น และได้แบ่งตามจำนวนเครื่องที่มีการติดตั้งจริงในแต่ละห้อง

โดยสามารถลดลงประมาณ 16.41 ตัน จาก 81.61 ตัน(พิจารณาจากการใช้งานจริง)
ซึ่งคิดเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณของขนาดระบบที่ลดลงจากการใช้งานจริง
และสามารถลดลงได้จากขนาดที่มีการติดตั้งจริง 45.82 ตัน จากขนาดที่ติดตั้งไว้ 111.02 ตัน
ซึ่งคิดเป็น 41 เปอร์เซ็นต์ โดยประมาณของขนาดระบบที่ติดตั้งจริงในปัจจุบัน

ในการศึกษาการ Share load ของอาคารการศึกษานานาชาติ ได้จัดแบ่งประเภทของการใช้งานห้องต่างๆ ไว้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ การใช้งานที่เป็นงานประจำในแต่ละวัน โดยมีช่วงเวลาการทำงาน 8.00-16.00 น. มีจำนวนผู้ใช้ที่ค่อนข้างคงที่ และการใช้งานที่ไม่ใช้งานประจำ ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ในแต่ละวัน ทั้งเวลาและจำนวนผู้ใช้ จากทั้ง 2 รูปแบบในการใช้อาคารที่มีข้อแตกต่างกัน ได้ทดสอบความเหมาะสมในการ Share load ของพื้นที่ทั้งสองดังกล่าวปรากฏผลดังนี้

พื้นที่อาคารที่มีการใช้งานในลักษณะของงานประจำ ซึ่งจะมีความแตกต่างกันของการใช้งานแต่ละห้องไม่มากนัก(ช่วงเวลา และจำนวนคนค่อนข้างคงที่) เมื่อมีการ Share load จะปรากฏผลดังในตารางที่ 5.4 โดยสามารถลดขนาดของระบบโดยรวมลงได้ประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับกรณีของอาคารครุศาสตร์มาก จะเห็นว่าเมื่อห้องต่างๆ ที่มีลักษณะของ Cooling load ที่ใกล้เคียงกัน(รูปที่ 5.7) จากกราฟจะเห็นว่าลักษณะของ Cooling load ที่แตกต่างกันมากได้แก่ห้องสมุด(ห้อง 1243) กับห้องสารบรรณ(ห้อง1238)เท่านั้นส่วนห้องอื่นๆ จะมีลักษณะของ Cooling load ที่ใกล้เคียงกัน เมื่อมีการ Share load จึงสามารถลดขนาดของระบบลงได้ไม่มากนัก

ส่วนพื้นที่ที่ใช้งานแบบไม่ใช่งานประจำ จะมีความแตกต่างกันในการใช้งานมากกว่าแบบแรก โดยเฉพาะห้องบรรยาย ที่มีช่วงเวลาการใช้งาน และจำนวนคนที่แตกต่างกัน ทำให้ลักษณะของ Cooling load แต่ละห้องไม่เหมือนกัน ตารางที่ 5.5 และรูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นการเปรียบเทียบของ Cooling load แต่ละห้อง โดยสามารถลดขนาดของระบบโดยรวมลงได้ประมาณ 24 เปอร์เซ็นต์ ด้วยลักษณะที่แตกต่างกันของการใช้งานประเภทนี้ทำให้การ Share load จะสามารถลดขนาดของระบบปรับอากาศโดยรวมลงได้มากกว่ากรณีที่การใช้งานใกล้เคียงกัน

5.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การวิจัยนี้มีเป้าหมายในจัดการการใช้พื้นที่ภายในอาคาร ให้สามารถลดขนาดของระบบโดยรวมลง และลดการใช้พลังงานในอาคาร จากผลการวิจัยทำให้ได้ข้อสรุป และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

1. การลดขนาดของระบบปรับอากาศโดยรวมของอาคาร จะมีความเหมาะสมและสามารถลดขนาดของระบบได้มาก เมื่ออาคารนั้นมีลักษณะของ Cooling load แต่ละพื้นที่ที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 5.4 แสดงค่าภาระการทำความเย็นของแต่ละห้องในส่วนที่ 2(เฉพาะเดือนที่เกิด Peak load) และกรณีของการจัดการการใช้ระบบปรับอากาศร่วมกัน(Cooling Load Sharing)

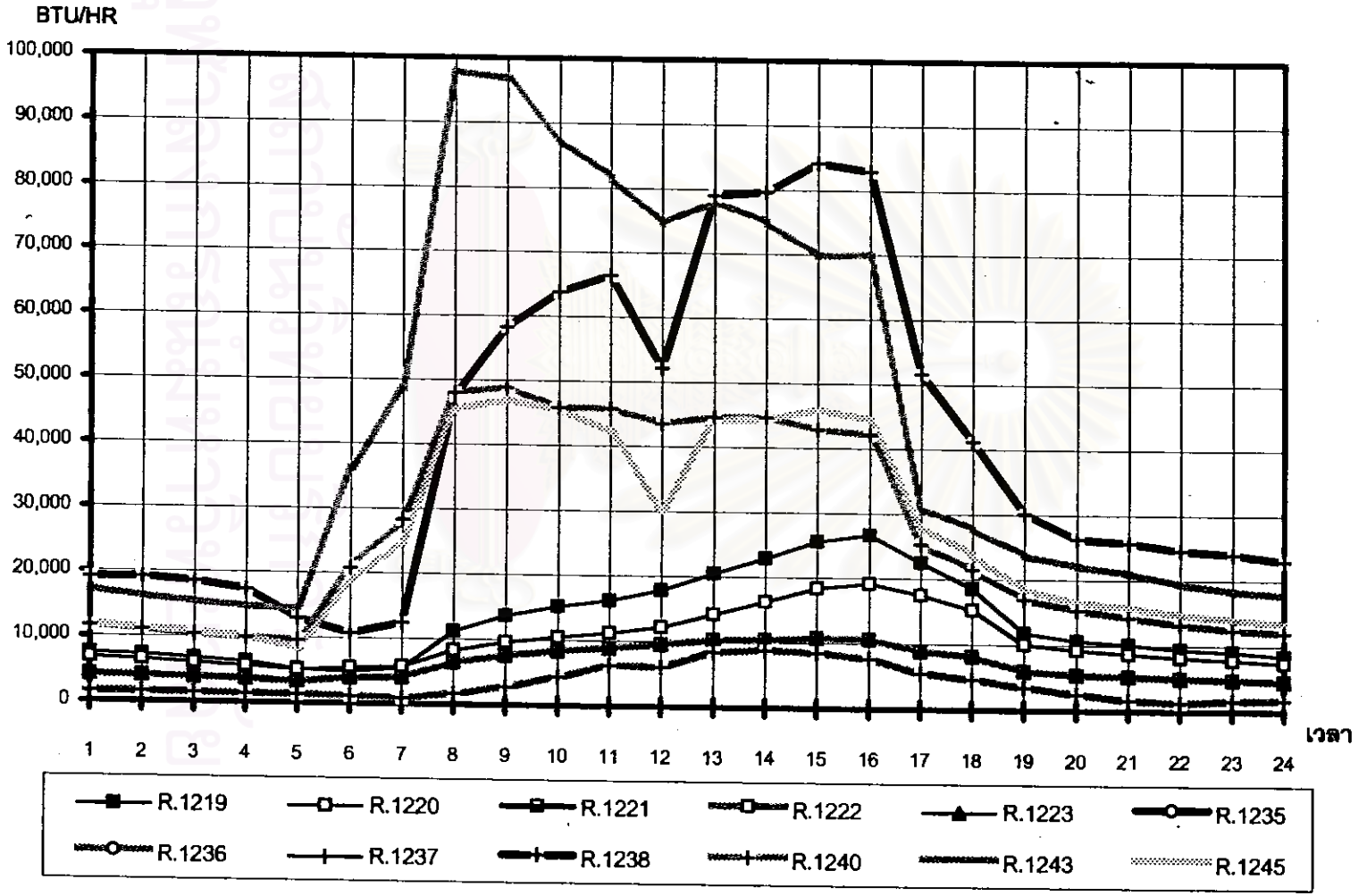
หมายเลขห้อง	เวลา																								Peak load	Ton	ติดตั้งจริง	
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00			Ton	BTU
R.1219	7497.514	7255.876	6786.171	6319.566	5232.449	4951.227	5498.826	11272.28	13704.97	15236.58	16208.21	17921.48	20540.39	23001.92	25615.76	26691.00	22526.15	18620.69	11900.53	10684.45	10176.1	9509.498	9118.265	8544.871	26691.00	2.66	6.32	36,000*2
R.1220	6800.871	6538.408	6097.316	5689.077	5104.514	5538.409	5767.214	8326.179	9866.526	10560.63	11301.73	12224.32	14307.59	16304.14	18467.63	19234.02	17562.07	15347.19	10068.38	9284.15	8806.187	8268.398	7915.128	7427.905	19234.02	1.66	1.66	20,000
R.1221	4204.742	4102.235	3914.321	3680.767	3270.599	4032.646	4044.98	6450.335	7634.676	8378.484	8913.211	9607.834	10382.6	10498.26	10839.16	10688.39	8973.091	8257.737	6066.448	5533.499	5293.304	5039.911	4872.913	4634.104	10839.16	1.00	1.66	20,000
R.1222	4204.742	4102.235	3914.321	3680.767	3270.599	4032.646	4044.98	6450.335	7634.676	8378.484	8913.211	9607.834	10382.6	10498.26	10839.16	10688.39	8973.091	8257.737	6066.448	5533.499	5293.304	5039.911	4872.913	4634.104	10839.16	1.00	1.66	20,000
R.1223	4204.742	4102.235	3914.321	3680.767	3270.599	4032.646	4044.98	6450.335	7634.676	8378.484	8913.211	9607.834	10382.6	10498.26	10839.16	10688.39	8973.091	8257.737	6066.448	5533.499	5293.304	5039.911	4872.913	4634.104	10839.16	1.00	1.66	20,000
R.1235	1579.635	1579.635	1506.263	1432.891	1286.147	1139.402	845.9141	1728.564	2829.145	4443.33	6277.632	6128.703	8478.794	8845.654	8478.794	7745.073	5541.726	4661.262	3560.681	2606.844	1653.007	1286.147	1726.379	1799.751	8845.65	0.75	2.08	25,000
R.1236	1579.635	1579.635	1506.263	1432.891	1286.147	1139.402	845.9141	1728.564	2829.145	4443.33	6277.632	6128.703	8478.794	8845.654	8478.794	7745.073	5541.726	4661.262	3560.681	2606.844	1653.007	1286.147	1726.379	1799.751	8845.65	0.75	1.66	20,000
R.1237	1579.635	1579.635	1506.263	1432.891	1286.147	1139.402	845.9141	1728.564	2829.145	4443.33	6277.632	6128.703	8478.794	8845.654	8478.794	7745.073	5541.726	4661.262	3560.681	2606.844	1653.007	1286.147	1726.379	1799.751	8845.65	0.75	2.08	25,000
R.1238	19189.49	19218.53	18630.91	17502.12	13074.1	10828.14	12480.87	47623.36	58365.49	63855.55	66509.61	52181.87	79075.41	79667.78	84215.33	82984.03	51692.98	41248.3	30163.72	26323.32	25764.74	24678.61	24129.64	23029.89	84215.33	7.32	14.64	44,000*4
R.1240	11715.94	11159.32	10468.21	9988.307	9674.778	20809.87	26340.04	48033.75	48943.22	45948.92	45848.9	43583.04	44701.33	44810.79	42901.62	42162.26	25345.5	21507.36	17043.54	15434.99	14388.53	13271.46	12523.86	12058.08	48943.22	4.16	7.32	44,000*2
R.1243	17232.25	16180.15	15391.33	14791.33	14445.16	36128.28	48713	97830.8	96835.84	87472.28	81775.72	74726.43	78219.41	75095.28	69899.69	70164.38	30987.59	27807.03	23776.6	22195.68	21066.89	19537.35	18369.12	17850.46	97830.80	8.00	8.00	48,000*2
R.1245	11868.03	11377.51	10814.09	10092.5	8501.416	18506.89	25052.69	45451.86	47018.69	45671.79	42198.13	30264.6	44271.25	44296.09	45987.94	44533.22	28112.35	23850.64	18490.62	16594.45	15903.03	14834.84	14113.43	13452.44	47018.69	4.16	6.32	36,000*2
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.21	55.06	-
Share load	91647	88775	84448	79724	69703	112279	140525	283075	305926	307211	309415	278111	337700	341208	345042	341069	219751	187138	140325	124938	116942	109076	105997	101685	345042	28.75	-	-

หมายเหตุ : ห้อง 1228, 1229, 1241 และ 1246 ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จึงไม่สามารถระบุขนาดที่ติดตั้งจริง แต่ในการคำนวณได้คิดทั้งขนาด และ Cooling load รวมไว้ด้วยแล้ว

: ค่า Cooling load จากตารางนี้เป็นการคำนวณโดยพิจารณาจากสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น โดยการกำหนดจำนวนคน และช่วงเวลาในการใช้งานจากความถี่สูงสุดที่มีการใช้ (ข้อมูลการใช้ห้องของคณะพยาบาลศาสตร์ ปีการศึกษา 2539)

: ขนาดของเครื่องปรับอากาศได้พิจารณาจากความต้องการ ซึ่งมีการปรับให้เหมาะสมกับที่มีการเกิดขึ้น และได้แบ่งตามจำนวนเครื่องที่มีการติดตั้งจริงในแต่ละห้อง

รูปที่ 5.7 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้องต่าง ๆ(เดือนที่มี Peak load)



ตารางที่ 5.5 แสดงค่าภาระการทำความเย็นของแต่ละห้องในช่วงที่ 1(เฉพาะเดือนที่เกิด Peak load) และกรณีของการจัดการการใช้ระบบปรับอากาศร่วมกัน(Cooling Load Sharing)

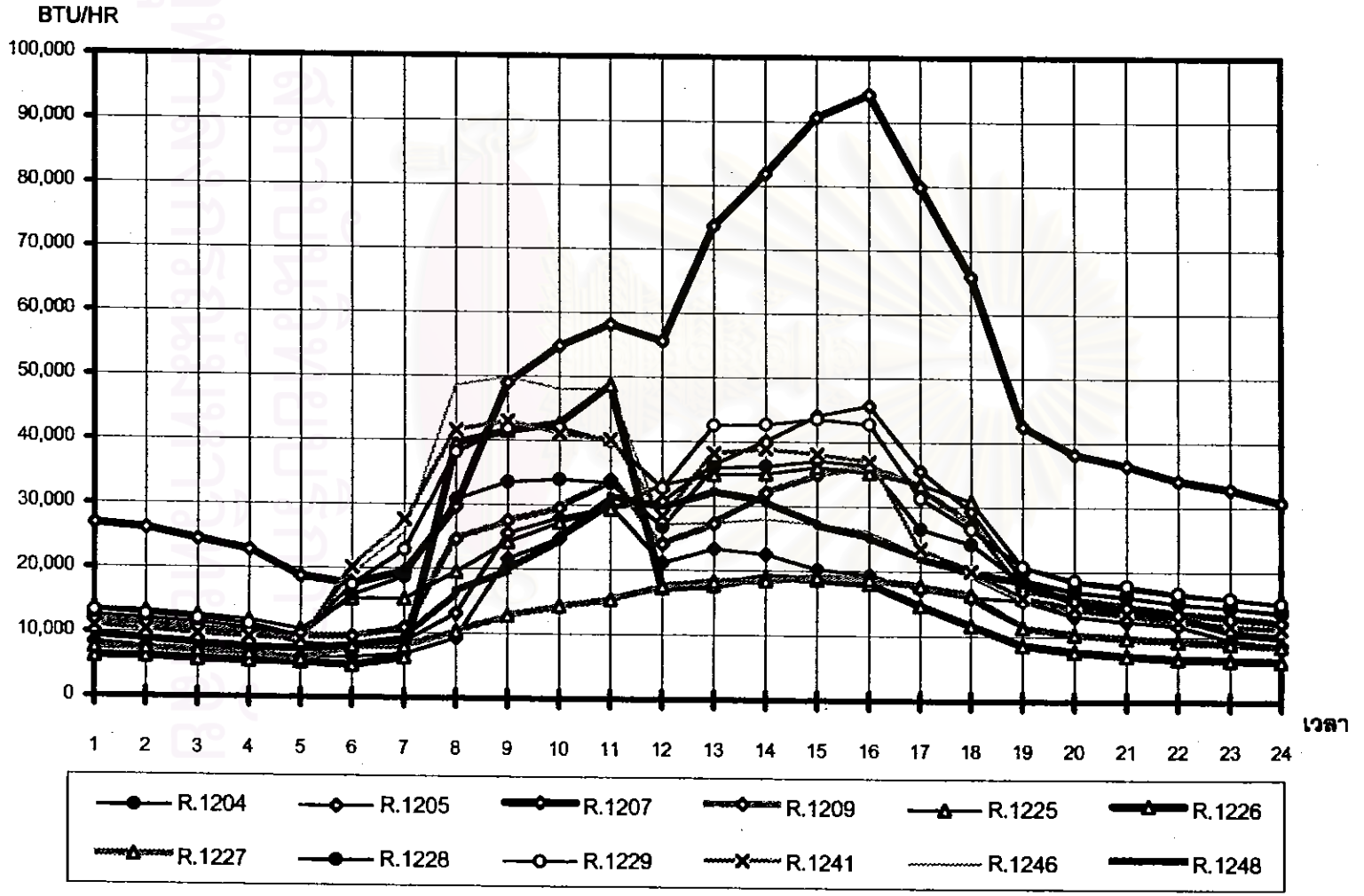
หมายเลขห้อง	เวลา																								Peak load	Ton	ติดตั้งจริง	
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00			Ton	BTU
R.1204	8400.16	7772.41	7164.59	6577.28	6221.36	6289.47	6840.76	9330.79	21596.80	24840.32	29868.47	21146.00	23380.65	22614.32	20320.64	19421.37	17320.94	16021.17	15584.33	13241.78	12419.26	11769.88	9585.80	8743.03	29868.47	2.80	4.00	48,000
R.1205	11977.03	11637.09	10906.08	10165.33	8393.78	7893.24	8785.40	13152.03	25583.55	28057.57	29597.61	30713.40	36454.84	40164.55	44178.15	45772.98	35534.31	29360.13	18923.95	16985.38	16203.94	15173.70	14570.93	13677.50	45772.98	4.16	6.00	48,000*2
R.1207	26878.87	26124.93	24503.35	22837.21	18775.72	17599.18	19581.13	29700.79	49064.19	54746.41	58241.45	55684.46	73732.07	81914.09	90773.25	94298.43	79946.87	65959.01	42592.28	38176.74	36438.11	34126.64	32778.67	30770.59	94298.43	9.00	16.00	48,000*4
R.1209	11787.53	11395.25	10518.97	10007.26	9466.20	9462.50	10938.40	24631.98	27538.25	29562.35	33895.20	24110.56	27281.02	32107.13	34954.88	36328.04	33153.00	27345.55	17499.66	15845.16	14692.93	13615.53	12989.24	12273.73	36328.04	3.66	5.50	20,000+46,000
R.1225	13555.04	13309.3	12660.78	11950.72	10519.21	15368.68	15304.75	19618.2	24286.29	27271.3	29439.99	33278.35	34868.61	35053.17	36054.61	35213.3	33382.07	30887.78	20726.53	18479.45	17498.58	16495.35	15897.33	15112.00	36054.61	3.32	6.32	38,000*2
R.1226	6283.339	6283.339	5883.192	5583.118	5483.044	5082.897	6283.339	39575.38	41496.54	42701.13	48761.8	17287.39	17687.54	19088.05	18687.91	18087.69	14686.43	11685.33	8684.223	7683.855	7083.634	6683.486	6483.413	6283.339	48761.80	4.83	5.66	34,000*2
R.1227	7735.75	7558.722	7214.068	6787.727	5948.884	7968.413	7867.869	10350.03	12629.38	14390.82	15463.84	17524.11	18371.89	18542.36	19120.71	18777.44	17819.71	16380.4	11456.2	10340.68	9881.234	9391.377	9069.638	8609.848	19120.71	2.00	6.32	38,000*2
R.1228	12580.78	12124.49	11482.22	10748.94	9642.77	15893.48	18768.99	30764.30	33484.70	33928.96	33422.21	26787.38	35937.24	36156.79	37060.98	36324.46	26591.37	24255.79	18568.78	16968.27	16130.87	15162.79	14509.54	13810.08	37060.98	3.16	-	-
R.1229	13326.16	12809.16	12152.96	11312.48	9489.047	17442.53	22983.96	38140.1	41914.25	41909.32	39958.69	32684.09	42549.23	42733.7	43583.16	42839.78	31292.32	26626.96	20871.14	18740.53	17913.95	16726.85	15864.03	15173.18	43583.16	3.66	-	-
R.1241	11009.29	10454.04	9809.787	9357.733	9069.081	20254.97	27641.9	41567.48	43122.81	41169.27	40271.57	28421.64	38195.15	38907.13	38124.68	36989.6	23614.21	20135.39	16036.91	14550.44	13575.8	12510.57	11788.33	11348.86	43122.81	3.66	-	-
R.1246	10784.88	10262.59	9675.012	9259.266	8983.109	19067.26	25795.99	48596.76	49872.91	48041.51	48154.74	27113.13	27398.28	28040.85	27259.22	26246.62	22542.68	19241.6	15424	14041.17	13132.79	12153.17	11489.67	11089.23	49872.91	4.83	-	-
R.1248	9562.267	8993.263	8335.47	7753.417	7499.961	8048.031	9141.706	16465.04	19859.34	24765.96	31495.23	29718.82	32230.26	30802.6	27244.22	25256.52	22122.88	19844.41	18418.77	15345.41	14141.93	13252.3	10821.66	9959.818	32230.26	3.32	4.16	25,000*2
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48.40	55.96	-
Share load	143881	138745	130306	122440	109514	150371	180014	321893	390649	411365	438681	344449	408087	426125	437362	435552	358007	307744	224787	200397	189113	177062	166938	156851	438681	38.58	-	-

หมายเหตุ : ห้อง 1228, 1229, 1241 และ 1246 ยังไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ จึงไม่สามารถระบุขนาดที่ติดตั้งจริง แต่ในการคำนวณได้คิดทั้งขนาด และ Cooling load รวมไว้ด้วยแล้ว

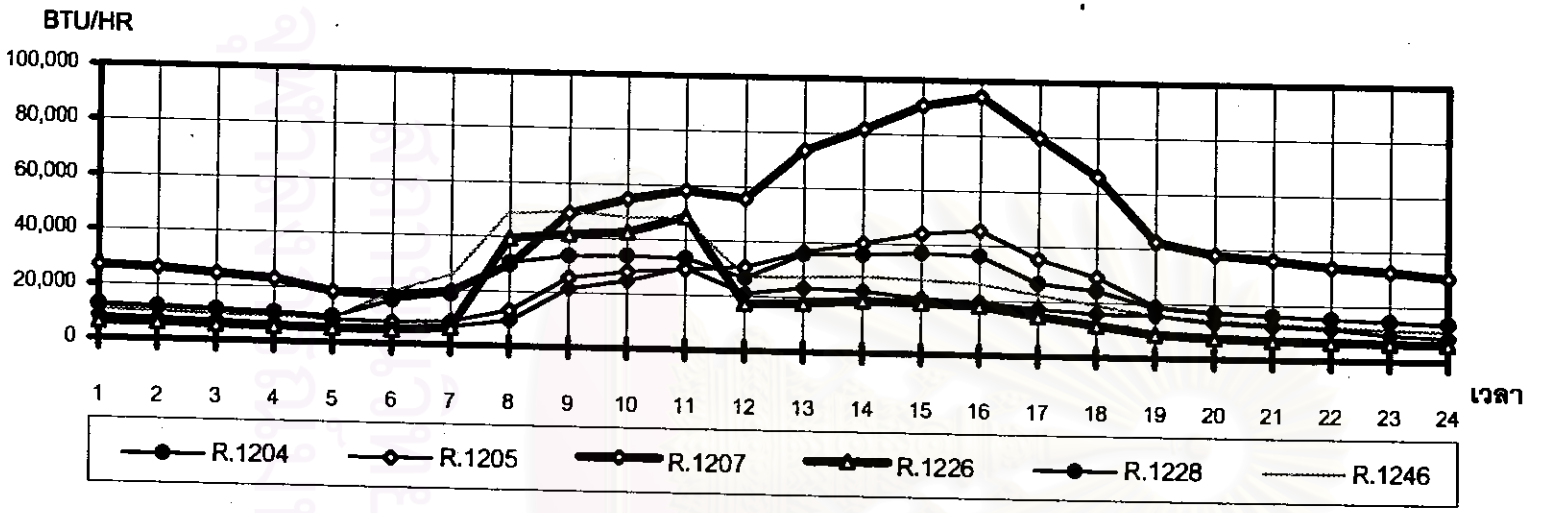
: ค่า Cooling load จากตารางนี้เป็นการคำนวณโดยพิจารณาจากสภาพการใช้งานจริงที่เกิดขึ้น โดยการกำหนดจำนวนคน และช่วงเวลาในการใช้งานจากความถี่สูงสุดที่มีการใช้ (ข้อมูลการใช้ห้องของคณะพยาบาลศาสตร์ ปีการศึกษา 2539)

: ขนาดของเครื่องปรับอากาศได้พิจารณาจากความต้องการ ซึ่งมีการปรับให้เหมาะสมกับที่มีการติดตั้งจริงในแต่ละห้อง

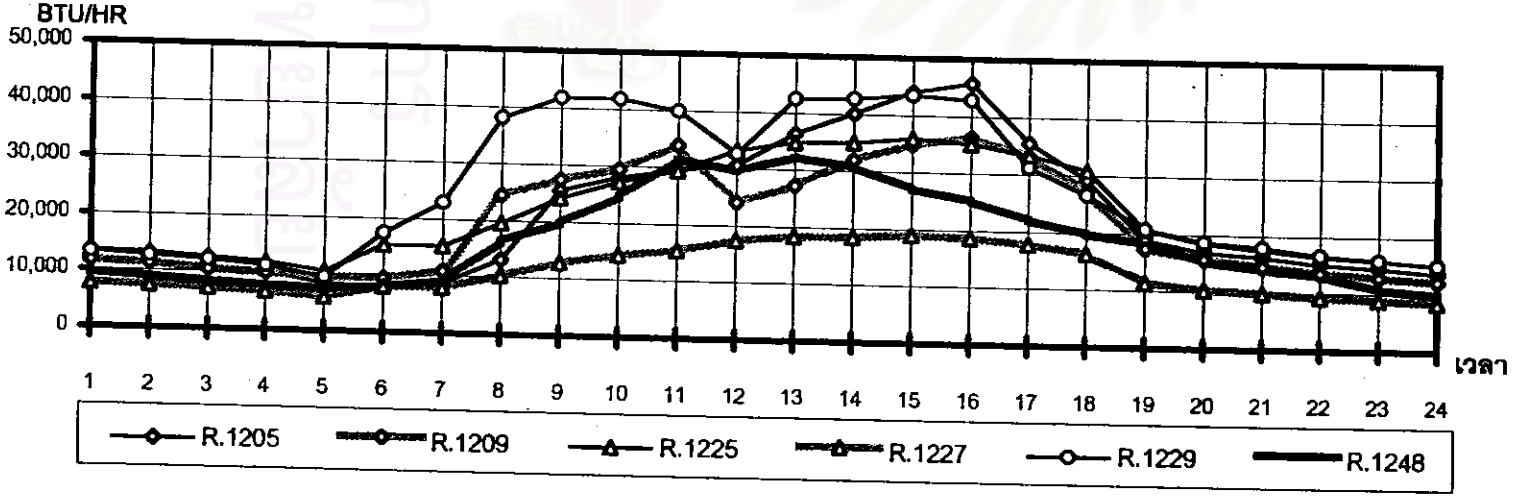
รูปที่ 5.8 แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้องต่าง ๆ(เดือนที่มี Peak load)



รูปที่ 5.8 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้องต่าง ๆ(เดือนที่มี Peak load)



รูปที่ 5.8 (ต่อ) แสดงการเปรียบเทียบภาระการทำความเย็นของห้องต่าง ๆ(เดือนที่มี Peak load)



โดยมี Peak load ที่เกิดขึ้นในเวลาที่ต่างกันด้วย โดยเฉพาะช่วงเวลาเช้าและบ่าย ซึ่งเมื่อมีการ Share load จะทำให้ภาระการทำความเย็นโดยรวมมีลักษณะที่สม่ำเสมอมากขึ้น คือ ลดความแตกต่างของแต่ละห้องลงจากเดิม การที่ห้องต่างๆ จะมีภาระการทำความเย็นที่แตกต่างกันนี้ มีสาเหตุจาก 2 ประการหลักๆ คือ ภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนภายนอก ซึ่งมีปัจจัยดังนี้ คือ อุณหภูมิอากาศภายนอก, ปริมาณไอน้ำในอากาศภายนอก และค่าการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อ Cooling load โดยตรง ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพของอาคารที่จะได้รับความร้อนจากแหล่งใดมากหรือน้อย ประการที่สอง คือ ภาระการทำความเย็นจากแหล่งความร้อนภายในห้อง การใช้งานของห้อง(จำนวนคนและช่วงเวลาที่มีการใช้งาน) จะมีผลต่อ Cooling load ที่เกิดขึ้น รวมทั้งเวลาที่เกิด Peak load ด้วย

จากกรณีศึกษาอาคารการศึกษานานาชาติที่มีการใช้ระบบปรับอากาศแยกระบบแต่ละห้อง โดยใช้ระบบ Split type ถ้าหากมีการเปลี่ยนระบบเป็น Central Air Conditioning System โดยเฉพาะระบบ VAV(Variable air volume) ซึ่งจะมีการควบคุมปริมาตรอากาศที่ส่งเข้าห้อง ให้ตอบสนองตามภาระความร้อนสัมผัสของห้อง คือจะส่งอากาศเย็นในปริมาตรที่ลดลง เมื่อภาระความร้อนสัมผัสลดลง ซึ่งจะเป็นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จากการ Share load ด้วยการเปลี่ยนระบบเป็น Central Air Conditioning System นี้จะสามารถลดขนาดของระบบโดยรวมของอาคารการศึกษานานาชาติลงได้จากที่มีการติดตั้งจริงประมาณ 41 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายถึงการลดการใช้พลังงานของระบบลงจากเดิมด้วย

2. การลดการใช้พลังงานสามารถลดได้จากสาเหตุดังนี้ คือ การที่ขนาดโดยรวมของระบบปรับอากาศลดลง จะทำให้การใช้พลังงาน(KW/TON)ลดลงไปด้วย และเมื่อมีการจัดการการใช้พื้นที่ด้วยวิธี Cooling load sharing โดยการเปลี่ยนเป็น Central Air Conditioning System ให้ทุกห้องที่ปรับอากาศสามารถใช้ระบบร่วมกัน ค่าสัมประสิทธิสมรรถนะ(Coefficient of Performance : COP)ของระบบที่ใช้ร่วมกันนี้ จะมีค่าสูงกว่าแบบแยกส่วนแต่ละห้อง นั่นคือจะมีอัตราการใช้พลังงานที่ลดลงจากระบบที่ติดตั้งในปัจจุบัน ที่เป็นแบบ Split type system ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานเท่ากับ 1.45-1.60 KW/TON ขณะที่ Central Air Conditioning System แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ มีค่าการใช้พลังงานที่ต่ำลงได้ถึง 0.80-0.90 KW/TON นั่นคือสามารถลดการใช้พลังงานลงได้ถึงประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ จากระบบเดิม

จากสภาพของการใช้งานพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละห้องโดยเฉพาะห้องบรรยาย ซึ่งมีการจัดตารางการใช้ห้องในแต่ละภาคการศึกษา หากมีการศึกษาถึงการทำความเย็นที่จะเกิดขึ้นในเวลาต่างๆ จะสามารถจัด Occupancy Schedule ให้สอดคล้องกับภาระการทำความเย็นที่เกิด

ขึ้นได้ โดยหลีกเลี่ยงการใช้งานในช่วงที่มี Cooling load สูง ซึ่งจะช่วยลดค่า Peak load ลง และลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศ ในกรณีศึกษาอาคารการศึกษานานาชาติได้ให้ข้อเสนอแนะในการจัด Occupancy Schedule ของห้องต่างๆดังนี้

สำหรับห้องที่ตั้งอยู่ด้านทิศตะวันตก, ทิศเหนือ และห้องที่อยู่ในส่วนภายในอาคาร (Internal Zone) ดังนี้ ห้องบรรยาย(1204 - 1205 และ 1207), ห้องปฏิบัติการพยาบาล(1209), ห้องประชุม (1225,1227) และห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์(1226)

การที่จะใช้งานห้องเหล่านี้ให้มีความเหมาะสมต่อภาระการทำความเย็นที่เกิดขึ้น โดยเลือกใช้ห้องในเวลาที่มีภาระการทำความเย็นต่ำ นอกจากจะลดการใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศได้แล้ว ยังทำให้อุณหภูมิภายในก่อนการใช้งานยังไม่ร้อนมากเกินไป (แม้ว่าห้องจะมีความร้อนอยู่บ้าง ในส่วนของ Heat sink หรือ Thermal storage แต่ก็นับว่ายังมีค่าที่ต่ำอยู่ เมื่อเทียบกับความร้อนจากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาบ่าย) ซึ่งใช้เวลาในการทำให้อุณหภูมิอยู่ในสภาวะน่าสบายได้เร็วกว่าเมื่อเริ่มเปิดเครื่องปรับอากาศ โดยเวลาที่เหมาะสมในการใช้งาน คือ เวลาตั้งแต่ 7.00 น. จนถึงเวลา 12.00 น. จะมีความเหมาะสมมาก ส่วนตั้งแต่เวลา 13.00 น. ถึง 17.00 น. ไม่ควรใช้ห้องในเวลานี้ เพราะมีค่า Cooling Load ที่สูงที่สุดของวัน เนื่องจากห้อง 1204-1205, 1207 และห้อง 1209 ได้รับอิทธิพลของการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในเวลาหลังจาก 12.00 น. ในปริมาณที่สูง

ห้อง 1226 ซึ่งอยู่ในส่วน Internal zone จะได้รับความร้อนจากอากาศภายในอาคารที่ไม่ได้ปรับอากาศ และความร้อนที่ผ่านพื้นห้องเข้ามาในช่วงเวลาบ่าย

ส่วนห้อง 1225 และห้อง 1227 ซึ่งอยู่ด้านทิศเหนือของอาคารได้รับอิทธิพลเฉพาะอุณหภูมิอากาศภายนอก ที่สูงในช่วงเวลาบ่าย เนื่องจากอยู่ในด้านทิศเหนือของอาคาร ซึ่งไม่ได้รับแสงแดดโดยตรง(Direct sun)จากการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาดังกล่าว

สำหรับห้องที่ตั้งอยู่ในด้านทิศตะวันออก ได้แก่ ห้องนานาชาติและห้องวิชาการ(1228, 1229) ห้องศูนย์การเรียนรู้(1241) ห้องบรรยาย(1246 และ 1248) ได้จัดการการใช้ห้อง ดังนี้

ห้องนานาชาติ, ห้องวิชาการ และห้องศูนย์การเรียนรู้ (1228 - 1229, 1241) ในปัจจุบันกำลังดำเนินการของบประมาณในการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ ซึ่งอาจจะมีเจ้าหน้าที่ประจำอยู่ โดยมีการเปิดใช้ห้องตลอดช่วงเวลาใช้งาน แต่การใช้งานเมื่อมีนิสิตมาใช้ ซึ่งมีจำนวนมากและมาเป็นชั้นเรียน จึงถือว่าเป็นการใช้งานในบางเวลา เช่นเดียวกับห้องเรียน ซึ่งในกรณีนี้สามารถกำหนดเวลาการใช้งานให้เหมาะสม คือ หลังจากเวลา 12.00 น. เป็นต้นไป เนื่องจากไม่มีอิทธิพลของความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ในช่วงเวลาดังกล่าว

ห้องบรรยาย 1246 (ปัจจุบันกำลังมีการเปลี่ยนแปลงการใช้งาน)จากรูปที่ 4.33 จะเห็นว่า หากมีการใช้ในช่วงเวลาเช้า ซึ่งมีภาระการทำความเย็นที่สูง ดังนั้นหากเลี่ยงที่จะใช้เฉพาะเวลาหลังจาก 12.00 น. จะเป็นการลดการใช้พลังงานได้ จากการลดความร้อนจากคน, อุปกรณ์ไฟฟ้า และการระบายอากาศของห้อง ซึ่งจะช่วยลด Peak Load ของห้องลงได้เช่นกัน

ห้องบรรยาย : 1248 เป็นห้องที่ไม่มีพื้นที่กระจกด้านตะวันออก โดยมีเฉพาะด้านทิศใต้ ทำให้ภาระการทำความเย็นเป็นไปดังในรูปที่ 4.3 คือมี Peak Load ที่ช่วงเวลา 13.00 น. ดังนั้นหากสามารถเลือกใช้ห้องในช่วงเวลาเช้าก่อน 11.00 น. และช่วงเวลาบ่ายหลังจาก 14.00 น. จะช่วยลดการใช้พลังงาน และลด Peak Load ของห้อง

ในงานวิจัยนี้มีข้อจำกัดทั้งด้านเวลาและค่าใช้จ่าย ทำให้ผลที่ได้ยังไม่สมบูรณ์มากนัก เนื่องจากสามารถเก็บข้อมูลได้เฉพาะช่วงที่ทำการวิจัย โดยพิจารณาร่วมกับข้อมูลการใช้อาคารในเวลาย้อนหลัง ซึ่งเป็นช่วงที่อาคารยังมีการใช้งานไม่เต็มที่มากนัก โดยเวลาหลังจากนี้การใช้งานอาคารอาจจะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะมีผลต่อ Cooling load ของอาคารที่เปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบและศึกษาแนวนโยบายที่จะมีการเปลี่ยนแปลงการใช้อาคารเพิ่มเติมและลงในรายละเอียดที่เกี่ยวข้องมากกว่านี้ เช่น การวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ถึงผลตอบแทนที่ได้จากการลงทุนในการปรับปรุง หรือเปลี่ยนแปลงระบบ ซึ่งควรจะมีการวิเคราะห์ถึงงบประมาณที่ต้องใช้ในด้านต่างๆ และระยะเวลาในการคืนทุนจากการลดค่าการใช้ไฟฟ้า, ปริมาณการใช้พลังงานในแต่ละปี ที่จะต้องมีการคำนวณในแต่ละวันของทุกๆเดือน ซึ่งจะทำให้สามารถวิเคราะห์ในรายละเอียด ให้การประเมินผลมีความถูกต้อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์และนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงมากกว่านี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย