

บทที่ 4

ผลลัพธ์และการวิเคราะห์ผล

ในบทนี้จะขอเสนอผลจากการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (Ice Storage) ในอาคารพาณิชย์ และการวิเคราะห์ผล โดยจะแบ่งรายละเอียดออกเป็น ส่วน ๆ ดังนี้

- ผลลัพธ์
- การประยุกต์ใช้ระบบ Ice Storage กับอาคาร ศูนย์การค้า โรงแรม และโรงพยาบาล

4.1 ผลลัพธ์

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงผลลัพธ์และการเปรียบเทียบในส่วนที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน การประมาณค่าการใช้พลังงานด้วยโปรแกรม BLAST และการคำนวณค่าความคุ้มค่า โดยจะแบ่งเป็นส่วน ๆ ดังนี้

4.1.1 ผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม ด้วยโปรแกรม BLAST

4.1.2 ผลการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท.

4.1.3 ผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ด้วยโปรแกรม BLAST

4.1.4 ผลการหาความคุ้มค่าของระบบ Ice Storage

4.1.1 ผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม ด้วยโปรแกรม BLAST

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะแบ่งการแสดงผลเป็นส่วน ๆ ดังนี้

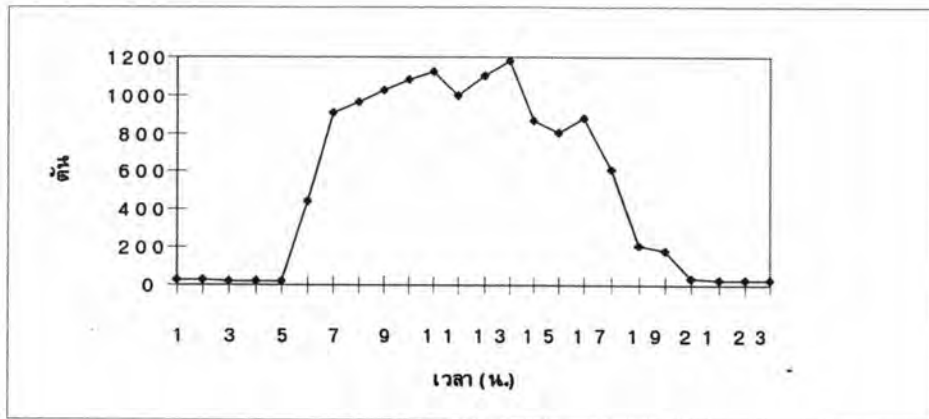
4.1.1.1 ค่าภาระความร้อนรายชั่วโมงของวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 แสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

4.1.1.2 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนแสดงในตารางที่ 4.2

4.1.1.3 อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. แสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

เวลา น.	ภาระความร้อน		เวลา น.	ภาระความร้อน	
	KW	ตัน		KW	ตัน
1.00	91	26	13.00	3,751	1,067
2.00	84	24	14.00	4,017	1,142
3.00	78	22	15.00	2,951	839
4.00	74	21	16.00	2,735	778
5.00	72	20	17.00	3,016	858
6.00	1,510	429	18.00	2,093	595
7.00	3,095	880	19.00	718	204
8.00	3,300	938	20.00	615	175
9.00	3,511	998	21.00	107	30
10.00	3,693	1,050	22.00	98	28
11.00	3,828	1,088	23.00	99	28
12.00	3,411	970	24.00	93	26



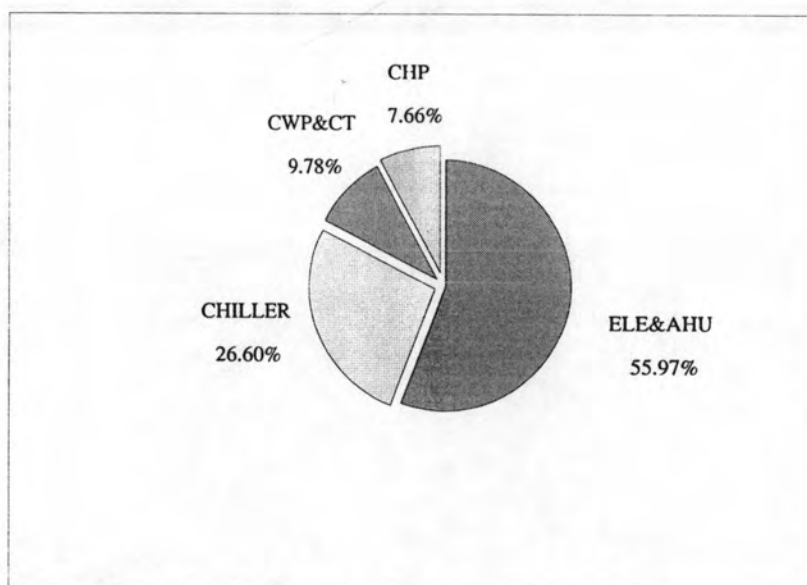
รูปที่ 4.1 รูปแสดงภาวะความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิมที่ได้จากการประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	564,219	2,183	1,391	1,077,889
ก.พ.	496,086	2,205	1,394	1,006,979
มี.ค.	601,914	2,380	1,554	1,170,007
เม.ย.	613,918	2,386	1,544	1,180,786
พ.ค.	612,224	2,376	1,511	1,170,476
มิ.ย.	554,687	2,252	1,453	1,087,089
ก.ค.	563,871	2,247	1,515	1,071,087
ส.ค.	580,150	2,107	1,488	1,073,086
ก.ย.	540,103	2,194	1,441	1,064,829
ต.ค.	570,851	2,103	1,433	1,090,050
พ.ย.	498,073	2,249	1,396	1,012,478
ธ.ค.	524,071	2,006	1,347	1,013,070
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				13,017,825

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 ปี ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

อุปกรณ์	KBTUH	%
ไฟฟ้าแสงสว่าง เครื่องถ่ายลม และอุปกรณ์อื่น ๆ	12,970,000	55.97
เครื่องทำน้ำเย็น	6,163,700	26.60
เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น และหอผึ่งลม	2,265,500	9.78
เครื่องสูบน้ำเย็น	1,774,700	7.66
รวม	23,173,900	



รูปที่ 4.2 รูปแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 ปี ที่ได้จากการประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

4.1.2 ผลการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท.

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการตรวจสอบการใช้พลังงานในอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบเดิม โดยจะแบ่งการแสดงผลเป็นส่วน ๆ ดังนี้

4.1.2.1 ค่าภาระความร้อนรายชั่วโมงของวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 แสดงในตารางที่ 4.4 และรูปที่ 4.3

4.1.2.2 การเปรียบเทียบค่าภาระความร้อนรายชั่วโมงของวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน กับการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคารด้วยโปรแกรม BLAST แสดงในรูปที่ 4.4

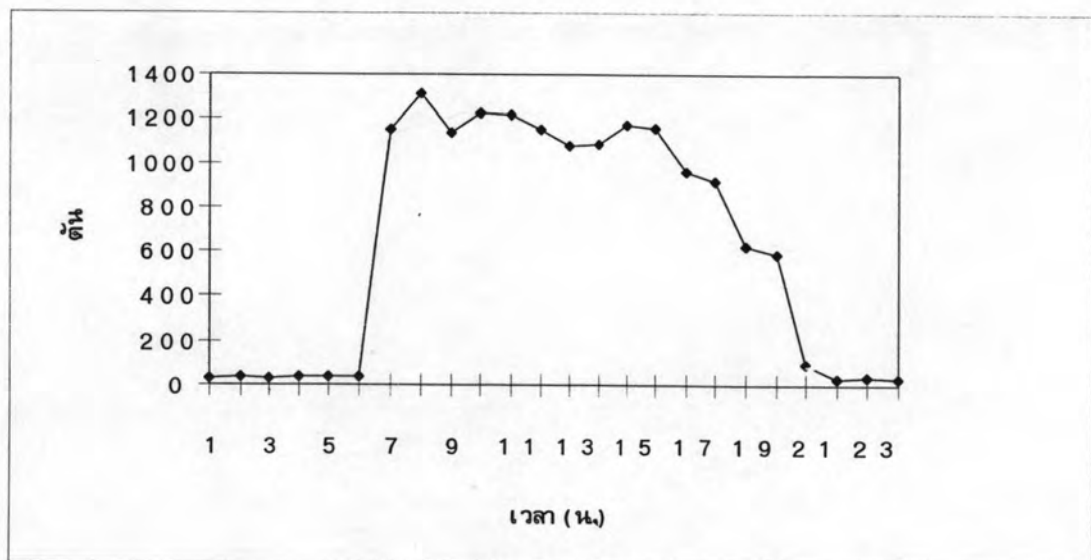
4.1.2.2 ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนแสดงในตารางที่ 4.5

4.1.2.3 อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.5

4.1.2.4 อัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของระบบปรับอากาศของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.6

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

เวลา น.	ภาระความร้อน		เวลา น.	ภาระความร้อน	
	KW	ตัน		KW	ตัน
1.00	107	31	13.00	3,668	1,075
2.00	119	35	14.00	3,714	1,088
3.00	112	33	15.00	3,998	1,172
4.00	116	34	16.00	3,959	1,160
5.00	120	35	17.00	3,289	964
6.00	124	36	18.00	3,131	918
7.00	3,918	1,148	19.00	2,133	625
8.00	4,483	1,314	20.00	2,012	590
9.00	3,875	1,136	21.00	320	94
10.00	4,176	1,224	22.00	112	33
11.00	4,154	1,217	23.00	119	35
12.00	3,923	1,150	24.00	112	33



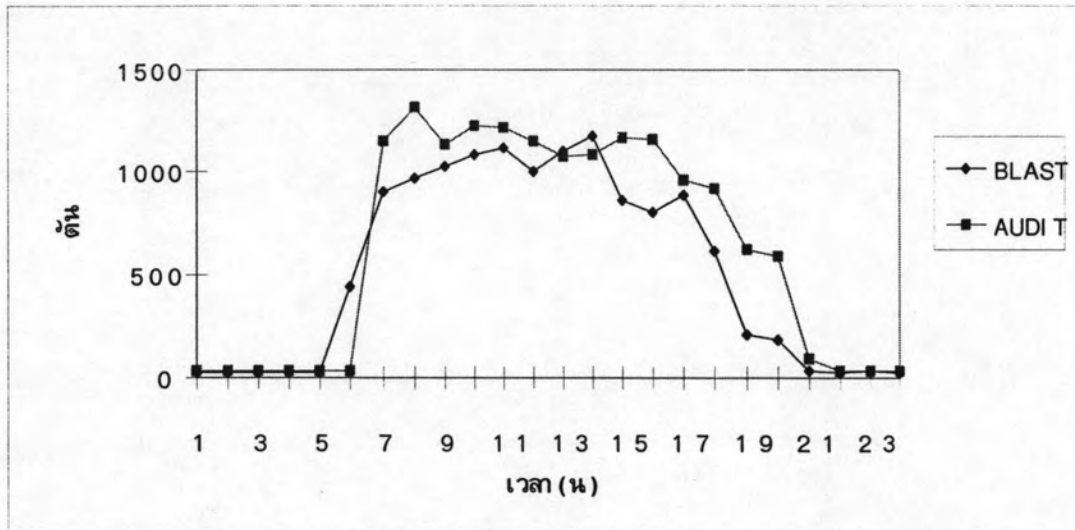
รูปที่ 4.3 รูปแสดงภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

ตารางที่ 4.5 แสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนของอาคาร ปตท. ใน พ.ศ. 2537

เดือน	พลังงานไฟฟ้า		พลังงานไฟฟ้าสูงสุด						เพาเวอร์แฟคเตอร์		FT	ส่วนลด(-)/ ส่วนเพิ่ม(+)	รวมเงิน
			ON PEAK		PARCIAL PEAK		OFF PEAK						
	จำนวนหน่วย	บาท	กิโลวัตต์	บาท	กิโลวัตต์	บาท	กิโลวัตต์	บาท	กิโลวัตต์	บาท	สต./หน่วย	บาท	บาท
ม.ค.	670000	716900	1114	339770	2501	87381	2105	0	0	0	6.91	46297	1,190,348
ก.พ.	631000	675169.9	1169	356545	2318	72387	2122	0	2105	9675	6.91	43602.1	1,157,379
มี.ค.	727000	777890	1200	365000	2347	72261	2146	0	1745	3990	3.56	25881.2	1,245,022
เม.ย.	675000	722250	1351	412055	2333	61866	2237	0	0	0	0.36	2430	1,198,601
พ.ค.	728000	778960	1306	398330	2359	66339	2227	0	1732	3690	9.53	69378.4	1,316,697
มิ.ย.	782000	836740	1402	427610	2258	53928	2172	0	1732	4635	2.8	21896	1,344,809
ก.ค.	762000	815340	1310	399550	2254	59472	2158	0	1500	1200	2.8	21336	1,296,898
ส.ค.	727000	777890	1260	384300	2405	72135	2160	0	1664	2235	-0.53	-3853.1	1,232,707
ก.ย.	751000	803570	1315	401075	2268	60039	2100	0	1500	1065	7.5	56325	1,322,074
ต.ค.	695000	743650	1236	376980	2422	74718	2150	0	1732	3090	7.5	52125	1,250,563
พ.ย.	669000	715830	1198	365390	2208	63630	2098	0	1617	3390	7.5	50175	1,198,415
ธ.ค.	652000	697640	1135	346175	2304	73647	2155	0	1634	2730	7.5	48900	1,169,092

อัตราค่าไฟฟ้า

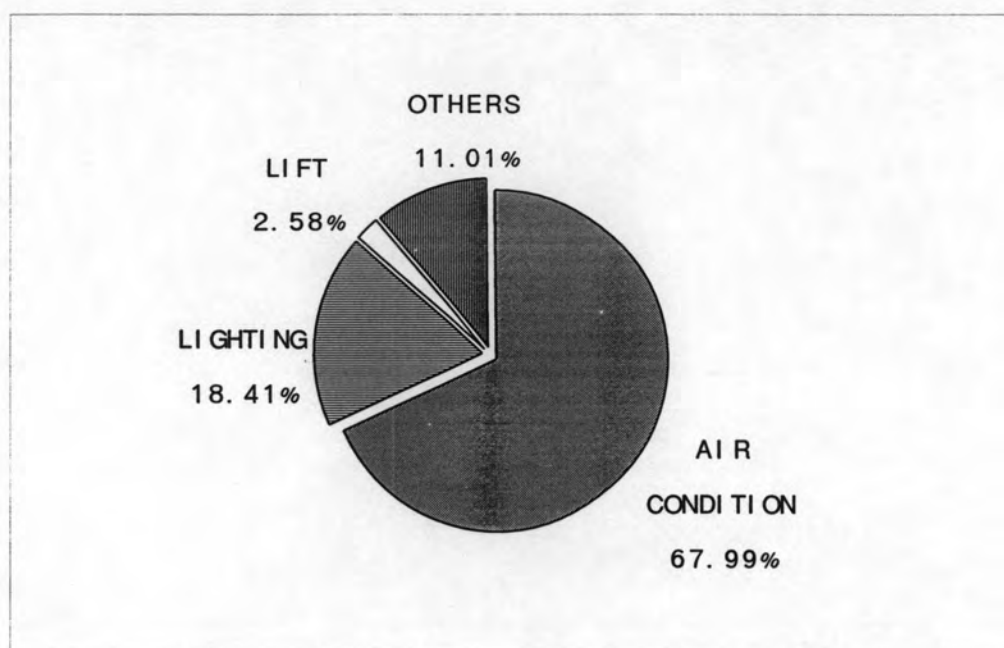
ค่าความต้องการไฟฟ้า	ช่วง ON PEAK กิโลวัตต์ละ	305.00	บาท
	ช่วง PARTIAL PEAK กิโลวัตต์ละ	63.00	บาท
ค่าพลังงานไฟฟ้า	หน่วย(กิโลวัตต์ชั่วโมง) ละ	1.07	บาท



รูปที่ 4.4 รูปแสดงการเปรียบเทียบภาระความร้อนรายชั่วโมงของอาคาร ปตท. ในวันพฤหัสบดีที่ 6 กรกฎาคม พ.ศ. 2538 ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน และได้จากการประมาณค่าด้วยโปรแกรม BLAST

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

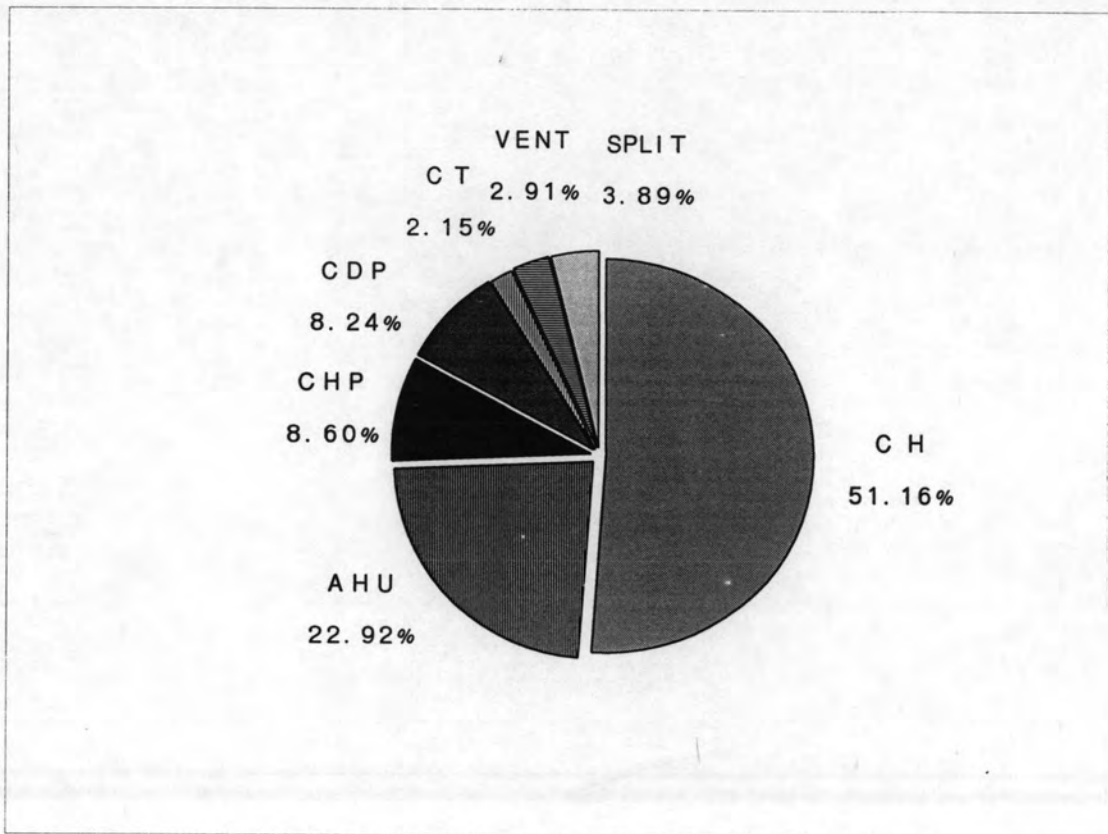
อุปกรณ์	kW-hour	%
ระบบปรับอากาศ	103,151	67.99
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	27,929	18.41
ระบบลิฟท์	3,919	2.58
ระบบอื่น ๆ	16,710	11.01
รวม	151,709	



รูปที่ 4.5 รูปแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคาร ปตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

อุปกรณ์	kW-hour	%
เครื่องทำน้ำเย็น (CH)	52,772	51.16
เครื่องจ่ายลมเย็น (AHU)	23,645	22.92
เครื่องสูบน้ำเย็น (CHP)	8,874	8.60
เครื่องสูบน้ำหล่อเย็น (CHP)	8,500	8.24
หอผึ่งลม (CT)	2,216	2.15
พัดลมระบายอากาศ (VENT)	3,002	2.91
เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (SPLIT)	4,013	3.89
รวม	103,151	



รูปที่ 4.6 รูปแสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคาร ปรตท. ในเวลา 1 สัปดาห์ ที่ได้จากการตรวจสอบการใช้พลังงาน

4.1.3 ผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ด้วยโปรแกรม BLAST

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Storage ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะทำการแสดงผลแยกตามระบบ Ice Storage ดังนี้

- ระบบ Ice Harvester
- ระบบ Ice-on-coil
- ระบบ Ice Container
- ระบบ Ice Tank

4.1.3.1 ระบบ Ice Harvester

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะทำการแสดงผลแยกตามกลยุทธ์การทำงาน ดังนี้

1) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage แสดงในตารางที่ 4.8

2) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.9

3) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	650,320	1,300	895	994,332
ก.พ.	576,305	1,300	895	915,136
มี.ค.	720,503	1,300	895	1,069,428
เม.ย.	728,565	1,300	895	1,078,055
พ.ค.	729,895	1,300	895	1,079,478
มิ.ย.	664,056	1,300	895	1,009,030
ก.ค.	693,540	1,300	895	1,040,578
ส.ค.	685,355	1,300	895	1,031,820
ก.ย.	632,050	1,300	895	974,784
ต.ค.	665,500	1,300	895	1,010,575
พ.ย.	583,055	1,300	895	922,359
ธ.ค.	588,725	1,300	895	928,426
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,054,000

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	585,560	2,133	895	977,497
ก.พ.	516,705	2,143	895	904,454
มี.ค.	628,535	2,330	895	1,035,894
เม.ย.	639,402	2,336	895	1,047,916
พ.ค.	639,207	2,326	895	1,047,049
มิ.ย.	578,657	2,202	895	974,467
ก.ค.	613,355	2,197	895	1,011,266
ส.ค.	602,986	2,070	895	992,216
ก.ย.	561,528	2,144	895	952,496
ต.ค.	592,073	2,053	895	979,454
พ.ย.	517,407	2,199	895	908,750
ธ.ค.	542,406	1,956	895	920,192
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ายรายปี				11,751,650

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Harvester ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงานรายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้ารายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	611,056	1,948	931	1,001,869
ก.พ.	543,452	1,948	931	929,533
มี.ค.	682,198	1,948	931	1,077,991
เม.ย.	688,656	1,948	931	1,084,901
พ.ค.	690,356	1,948	931	1,086,720
มิ.ย.	615,750	1,948	931	1,006,892
ก.ค.	649,851	1,948	931	1,043,380
ส.ค.	629,520	1,938	931	1,020,980
ก.ย.	594,002	1,948	931	983,622
ต.ค.	620,954	1,908	931	1,009,940
พ.ย.	548,565	1,938	931	934,358
ธ.ค.	565,073	1,868	931	947,628
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,127,814

4.1.3.2 ระบบ Ice-on-coil

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะทำการแสดงผลแยกตามกลยุทธ์การทำงาน ดังนี้

1) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage แสดงในตารางที่ 4.11

2) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.12

3) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	645,667	1,301	895	989,396
ก.พ.	576,445	1,301	895	915,329
มี.ค.	706,081	1,301	895	1,054,039
เม.ย.	705,691	1,301	895	1,053,622
พ.ค.	718,240	1,301	895	1,067,049
มิ.ย.	655,222	1,301	895	999,620
ก.ค.	691,112	1,301	895	1,038,022
ส.ค.	670,044	1,301	895	1,015,479
ก.ย.	630,069	1,301	895	972,706
ต.ค.	659,581	1,301	895	1,004,284
พ.ย.	567,605	1,301	895	905,870
ธ.ค.	580,471	1,301	895	919,636
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				11,935,053

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	578,889	2,183	895	973,528
ก.พ.	510,385	2,205	895	901,612
มี.ค.	616,534	2,380	895	1,026,222
เม.ย.	626,583	2,386	895	1,037,369
พ.ค.	626,907	2,376	895	1,037,056
มิ.ย.	569,225	2,252	895	967,543
ก.ค.	603,648	2,247	895	1,004,049
ส.ค.	594,027	2,107	895	984,937
ก.ย.	555,506	2,194	895	949,221
ต.ค.	585,451	2,103	895	975,537
พ.ย.	515,252	2,249	895	909,613
ธ.ค.	539,801	2,006	895	920,573
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				11,687,260

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice-on-coil ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	593,547	1,948	931	983,135
ก.พ.	523,935	1,948	931	908,650
มี.ค.	674,412	1,948	931	1,069,661
เม.ย.	673,740	1,948	931	1,068,942
พ.ค.	679,702	1,948	931	1,075,321
มิ.ย.	603,416	1,948	931	993,695
ก.ค.	636,802	1,948	931	1,029,418
ส.ค.	614,172	1,938	931	1,004,558
ก.ย.	668,702	1,948	931	1,063,551
ต.ค.	605,072	1,908	931	992,947
พ.ย.	529,510	1,938	931	913,969
ธ.ค.	543,179	1,868	931	924,201
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,028,048

4.1.3.3 ระบบ Ice Container

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะทำการแสดงผลแยกตามกลยุทธ์การทำงาน ดังนี้

1) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage แสดงในตารางที่ 4.14

2) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.15

3) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	640,276	1,301	895	983,628
ก.พ.	567,225	1,301	895	905,463
มี.ค.	706,411	1,301	895	1,054,392
เม.ย.	712,453	1,301	895	1,060,857
พ.ค.	714,796	1,301	895	1,063,364
มิ.ย.	652,076	1,301	895	996,253
ก.ค.	681,707	1,301	895	1,027,959
ส.ค.	670,473	1,301	895	1,015,939
ก.ย.	621,538	1,301	895	963,579
ต.ค.	657,362	1,301	895	1,001,910
พ.ย.	575,265	1,301	895	914,066
ธ.ค.	582,388	1,301	895	921,687
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				11,909,097

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	585,256	2,183	895	980,340
ก.พ.	515,781	2,205	895	907,386
มี.ค.	627,423	2,380	895	1,037,872
เม.ย.	639,390	2,386	895	1,051,073
พ.ค.	637,012	2,376	895	1,047,868
มิ.ย.	577,277	2,252	895	976,159
ก.ค.	612,409	2,247	895	1,013,423
ส.ค.	600,483	2,107	895	991,845
ก.ย.	562,110	2,194	895	956,288
ต.ค.	590,039	2,103	895	980,447
พ.ย.	514,694	2,249	895	909,016
ธ.ค.	535,016	2,006	895	915,453
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				11,767,171

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Container ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	602,905	1,948	931	993,147
ก.พ.	533,810	1,948	931	919,216
มี.ค.	684,433	1,948	931	1,080,383
เม.ย.	683,593	1,948	931	1,079,484
พ.ค.	689,572	1,948	931	1,085,881
มิ.ย.	612,792	1,948	931	1,003,727
ก.ค.	646,387	1,948	931	1,039,673
ส.ค.	624,203	1,938	931	1,015,291
ก.ย.	587,480	1,948	931	976,644
ต.ค.	614,925	1,908	931	1,003,489
พ.ย.	539,355	1,938	931	924,503
ธ.ค.	553,226	1,868	931	934,952
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,056,390

4.1.3.4 ระบบ Ice Tank

ในส่วนนี้เป็นการแสดงผลการประมาณค่าการใช้พลังงานในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ ice tank ด้วยโปรแกรม BLAST โดยจะทำการแสดงผลแยกตามกลยุทธ์การทำงาน ดังนี้

1) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage แสดงในตารางที่ 4.17

2) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.18

3) ปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในอาคาร ปรตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak แสดงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.17 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	646,650	1,300	895	990,405
ก.พ.	573,119	1,300	895	911,727
มี.ค.	717,010	1,300	895	1,065,691
เม.ย.	722,815	1,300	895	1,071,902
พ.ค.	724,862	1,300	895	1,074,092
มิ.ย.	660,426	1,300	895	1,005,146
ก.ค.	689,738	1,300	895	1,036,509
ส.ค.	682,328	1,300	895	1,028,581
ก.ย.	629,352	1,300	895	971,896
ต.ค.	664,606	1,300	895	1,009,619
พ.ย.	580,655	1,300	895	919,791
ธ.ค.	586,107	1,300	895	925,625
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,010,985

ตารางที่ 4.18 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงาน รายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้า รายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	584,973	2,183	895	980,037
ก.พ.	515,594	2,205	895	907,186
มี.ค.	627,637	2,380	895	1,038,101
เม.ย.	638,625	2,386	895	1,050,254
พ.ค.	638,365	2,376	895	1,049,317
มิ.ย.	577,761	2,252	895	976,678
ก.ค.	612,431	2,247	895	1,013,447
ส.ค.	602,035	2,107	895	993,505
ก.ย.	560,765	2,194	895	954,849
ต.ค.	591,261	2,103	895	981,754
พ.ย.	516,640	2,249	895	911,098
ธ.ค.	541,791	2,006	895	922,702
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				11,778,929

ตารางที่ 4.19 ตารางแสดงปริมาณการใช้และอัตราค่าพลังงานไฟฟ้าของอาคาร ปตท. ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบใช้ระบบ Ice Tank ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Load Leveling และ Full Storage On Peak

เดือน	จำนวนพลังงานรายเดือน (kW-hour)	ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า		ค่าพลังงานไฟฟ้ายรายเดือน (บาท)
		Partial Peak (kW)	On Peak (kW)	
ม.ค.	607,976	1,948	931	998,574
ก.พ.	540,651	1,948	931	926,536
มี.ค.	679,824	1,948	931	1,075,451
เม.ย.	685,749	1,948	931	1,081,791
พ.ค.	688,379	1,948	931	1,084,605
มิ.ย.	612,678	1,948	931	1,003,605
ก.ค.	646,936	1,948	931	1,040,261
ส.ค.	626,191	1,938	931	1,017,417
ก.ย.	590,850	1,948	931	980,248
ต.ค.	618,193	1,908	931	1,006,986
พ.ย.	545,417	1,938	931	930,989
ธ.ค.	562,003	1,868	931	944,342
รวมค่าพลังงานไฟฟ้ารายปี				12,090,806

4.1.4 ผลการหาความคุ้มค่าของระบบ Ice Storage

ในส่วนนี้เป็นการแสดงค่าความคุ้มค่าของระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice Storage ทั้ง 4 ระบบ ที่ใช้แบบการเก็บน้ำแข็งแบบต่าง ๆ ในตารางที่ 4.20 ส่วนรายละเอียดการคำนวณค่าความคุ้มค่าของระบบ Ice Storage แต่ละระบบแสดงในภาคผนวก ง.

ตารางที่ 4.20 แสดงค่าความคุ้มค่าของระบบ Ice Storage ทั้ง 4 ระบบ ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบต่าง ๆ

ระบบ Ice Storage	กลยุทธ์การทำงานแบบ	Incremental Investment Cost (บาท)	Incremental Operating Cost (บาท)	ระยะเวลาคืนทุน Pay-back Period (ปี)
1. ระบบ Ice Harvester	Full Storage	81,973,450	-1,547,175	ไม่มีคุ้มทุน
	Full Storage On Peak	6,865,850	1,055,575	6.5
	Load Leveling และ Full Storage On Peak	18,984,300	112,411	168.88
2. ระบบ Ice-on-coil	Full Storage	43,372,200	-1,149,228	ไม่มีคุ้มทุน
	Full Storage On Peak	5,061,500	1,143,425	4.43
	Load Leveling และ Full Storage On Peak	3,804,300	298,577	12.74
3. ระบบ Ice Container (ice ball)	Full Storage	64,846,000	-1,123,272	ไม่มีคุ้มทุน
	Full Storage On Peak	6,738,100	1,063,454	6.34
	Load Leveling และ Full Storage On Peak	10,668,300	270,235	39.48
4. ระบบ Ice Tank	Full Storage	42,681,000	-1,225,160	ไม่มีคุ้มทุน
	Full Storage On Peak	4,879,100	1,051,696	4.64
	Load Leveling และ Full Storage On Peak	3,849,100	235,819	16.32

4.2 การประยุกต์ใช้ระบบ Ice Storage กับ อาคาร ศูนย์การค้า โรงแรม และโรงพยาบาล

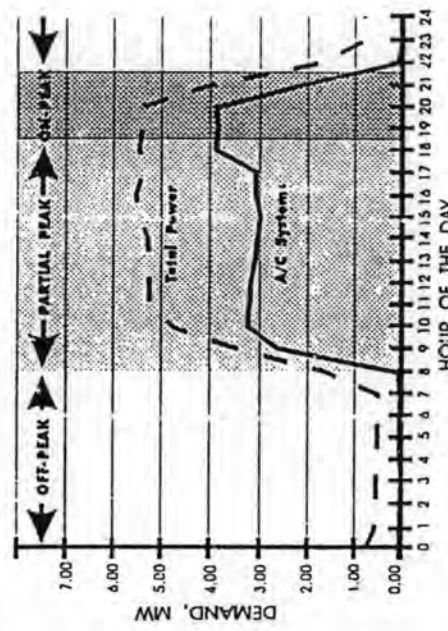
จากผลการศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้ระบบ Ice Storage ในอาคารสำนักงาน ทำให้เราสามารถขยายผลไปสู่อาคารประเภทอื่น ๆ ได้โดยตรง โดยมีต้องทำการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์การใช้พลังงาน (energy simulation) อีกได้ดังนี้ คือ

จากรูปที่ 4.7 ที่ประกอบด้วยรูป ก. รูป ข. รูป ค. และรูป ง. ซึ่งแสดงการใช้พลังงานรายชั่วโมงของระบบปรับอากาศและของทั้งอาคารในอาคาร 4 ประเภท คือ โรงแรม ศูนย์การค้า โรงพยาบาล และอาคารสำนักงาน ตามลำดับ พบว่า ถ้าพิจารณาพื้นที่ได้กราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบปรับอากาศของอาคารแต่ละประเภทในช่วง 18.30 ถึง 21.30 น. จะพบว่า พื้นที่ได้กราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบปรับอากาศของอาคาร โรงแรม ศูนย์การค้า และโรงพยาบาล ล้วนแต่มีค่ามากกว่าพื้นที่ได้กราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานในช่วงเวลาเดียวกัน พื้นที่ได้กราฟการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบปรับอากาศของอาคารนี้สัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณความเย็นที่ต้องเก็บไว้ในรูปของน้ำแข็ง จากรูปทั้ง 4 จะเห็นได้ว่าอาคาร โรงแรม ศูนย์การค้าและโรงพยาบาล มีพื้นที่มากกว่า ดังนั้น จึงต้องทำการเก็บน้ำแข็งมากกว่า ผลที่ตามมา คือเงินลงทุนในการก่อสร้างและค่าติดตั้งถึงเก็บน้ำแข็งจะสูงกว่าของอาคารสำนักงาน เพราะถึงเก็บ น้ำแข็งต้องมีจำนวน ตัน-ชั่วโมง ที่มากกว่า

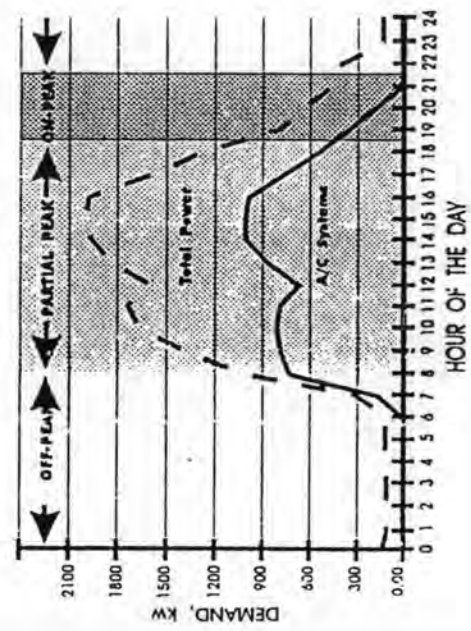
ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉพาะในส่วนของ Demand Charge นั้นขึ้นอยู่กับค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในช่วงเวลาหนึ่งในระหว่าง 18.30 ถึง 21.30 น. เท่านั้น จากรูป ก. รูป ข. รูป ค. และรูป ง. จะสังเกตได้ว่า ถ้าอาคารทั้ง 4 ประเภท บังเอิญมี Peak Demand ในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากัน อาคารทั้ง 4 ก็จะต้องเสียค่าความต้องการ (demand charge) เท่ากัน แต่อาคารสำนักงานจะเสียเงินลงทุนในการก่อสร้างและค่าติดตั้งถึงเก็บน้ำแข็งต่ำสุด ดังนั้น จึงมีความคุ้มค่าเร็วที่สุด อาคารที่เหลือทั้ง 3 ประเภท มีความคุ้มค่าต่ำกว่า เพราะอัตราส่วนระหว่าง พื้นที่ได้กราฟ มีค่าสูงกว่า

Peak Demand

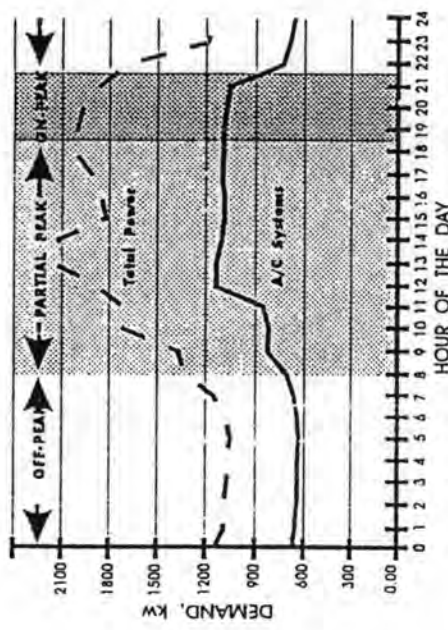
รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของอาคารประเภทต่าง ๆ



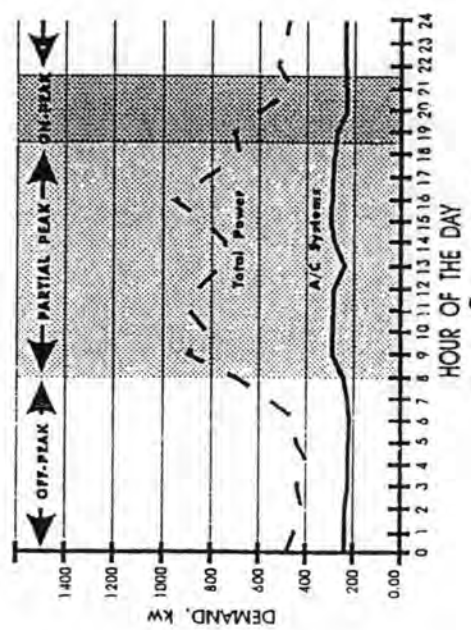
รูป ข. ศูนย์การค้า



รูป ง. อาคารสำนักงาน



รูป ก. โรงแรม



รูป ค. โรงพยาบาล