บทที่ 1

บทนำ

ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้การใช้พลังงานของทั้งประเทศเพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้พลังงานไฟฟ้า จากตารางที่ 1.1 (บรรพต , 2537) จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 20 ปี ที่ผ่านมามีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในปี พ.ศ.2537 มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 10,243 เมกกะวัตต์ ซึ่งมีค่าประมาณ 2.9 เท่าของปี พ.ศ. 2527 และ คาดว่าในปี พ.ศ.2547 จะมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 22,795 เมกกะวัตต์ ซึ่งมีค่าประมาณ 2.2 เท่าของปี พ.ศ. 2537

ตารางที่ 1.1 แสดงความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของประเทศไทย

ปี	พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (เมกกะวัตต์)
2427	ไม่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า
2527	3,547
2532	6,232
2537	10,243
2547	22,795

จากการเพิ่มขึ้นของความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ทำให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตต้องเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อให้มีปริมาณพลังงานไฟฟ้าใช้อย่างเพียงพอโดยเฉพาะในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (peak load) การเพิ่มกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้าทำได้โดยการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม ซึ่งผลจากการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มทำให้เกิดปัญหาตามมามากมาย เช่น

- ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น โรงไฟฟ้าพลังความร้อน จะมีปัญหาการปล่อยน้ำที่มีอุณหภูมิสูงแก่แหล่งน้ำ ซึ่งจะมีผลต่อระบบนิเวศน์วิทยาของสัตว์น้ำ และ พืชน้ำ โรงไฟฟ้าลิกไนต์ จะเกิดปัญหาการปล่อยสารซัลเฟอร์ออกสู่บรรยากาศ เช่น โรงไฟฟ้าแม่เมาะ เป็นต้น และ โรงไฟฟ้าพลังน้ำ จะมีปัญหาจากการสร้างเขื่อน ซึ่งเป็นการทำลายป่าไม้ และสัตว์ป่า เป็นต้น

- ปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์ ต้องเสียเงินซื้อเชื้อเพลิงจากต่างประเทศอย่างมากมาย ซึ่งจะเป็นการเสียดุลการค้า

- ปัญหาทางด้านสังคม ผู้ที่อยู่อาศัยเดิมมักจะมีการต่อต้าน (ต่อสู้ , ม้อบ) สร้างความวุ่นวายทางสังคมแก่ทางเจ้าหน้าที่บ้านเมือง

จากลักษณะของการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตดังแสดงในรูปที่ 1.1 (บรรพต , 2537) จะเห็นได้ว่าในช่วงเวลา 8.30-22.00 น. มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของการใช้พลังงานไฟฟ้าตลอดวัน ทำให้ทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตต้องพยายามหาวิธีการที่จะลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าว โดยการกำหนดอัตราค่าไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาของวันให้แตกต่างกัน (time of day rate หรือมีตัวย่อว่า "TOD rate ") ซึ่งจะเป็นการช่วยลดปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ที่จะเกิดจากการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่ม นอกจากนั้นแล้ว การไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้จัดทำโครงการต่าง ๆ เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้งประเทศ เช่น โครงการประชาร่วมใจประหยัดไฟฟ้า โครงการตู้เย็นประหยัดไฟฟ้า โครงการเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้า และโครงการหลอดไฟฟ้าประหยัดพลังงาน เป็นต้น

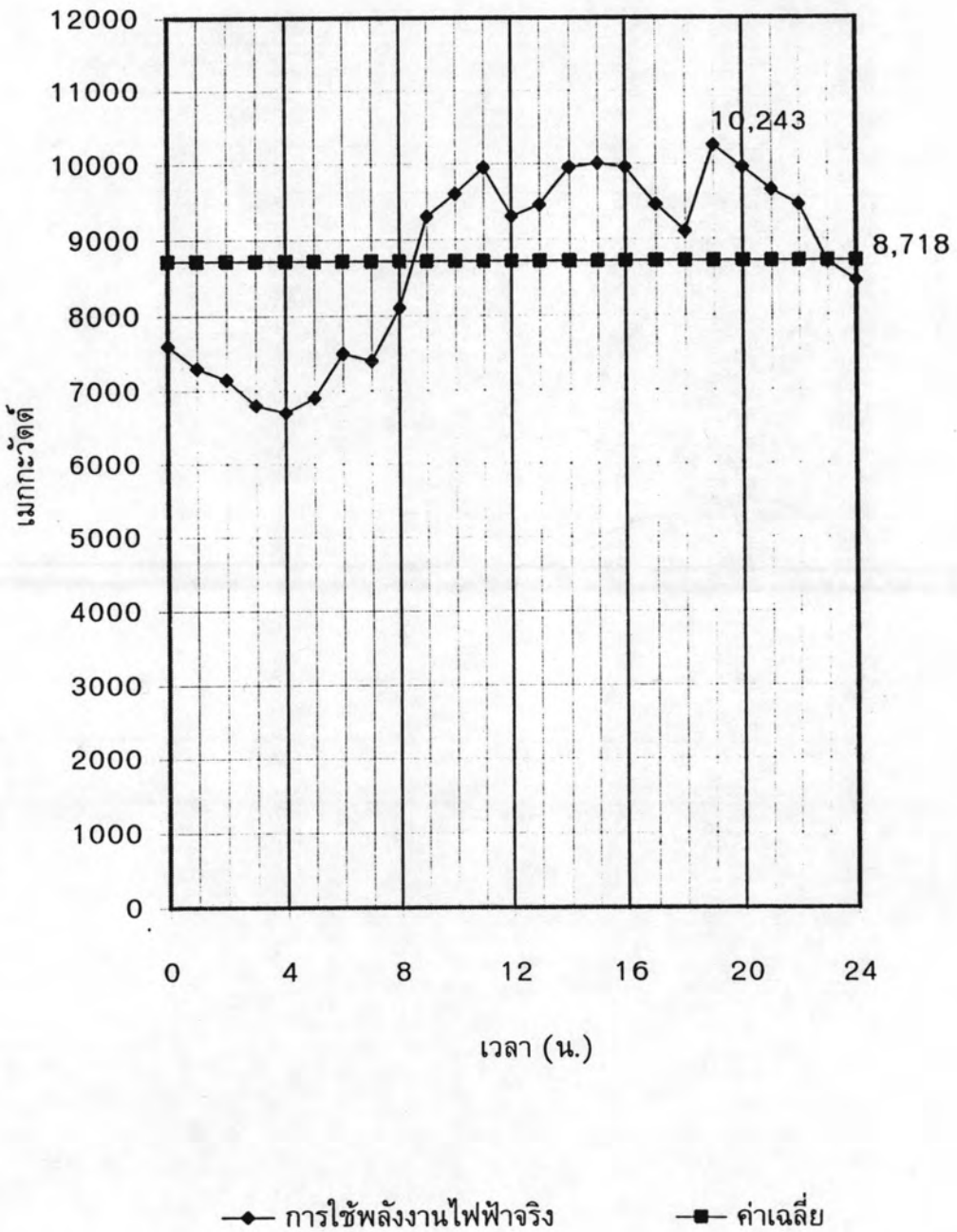
การใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยจะประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 3 ส่วน คือ ส่วนของอุตสาหกรรม ส่วนที่พักอาศัย และส่วนของอาคารพาณิชย์ ฉะนั้นถ้าต้องการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูง (on peak and partial period) ลงต้องทำการลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงดังกล่าวของส่วนประกอบทั้งสามที่กล่าวมาข้างต้น

ถ้าพิจารณาเฉพาะในส่วนของอาคารพาณิชย์ อาคารพาณิชย์จะประกอบด้วยอาคาร 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ โรงแรม โรงพยาบาล อาคารสำนักงาน และ ศูนย์การค้า อาคารแต่ละประเภทใช้พลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่สำหรับระบบปรับอากาศ กล่าวคือ ใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศประมาณ 50-70% ของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในอาคารดังแสดงในรูปที่ 1.2 (พงษ์พุธ , 2537)

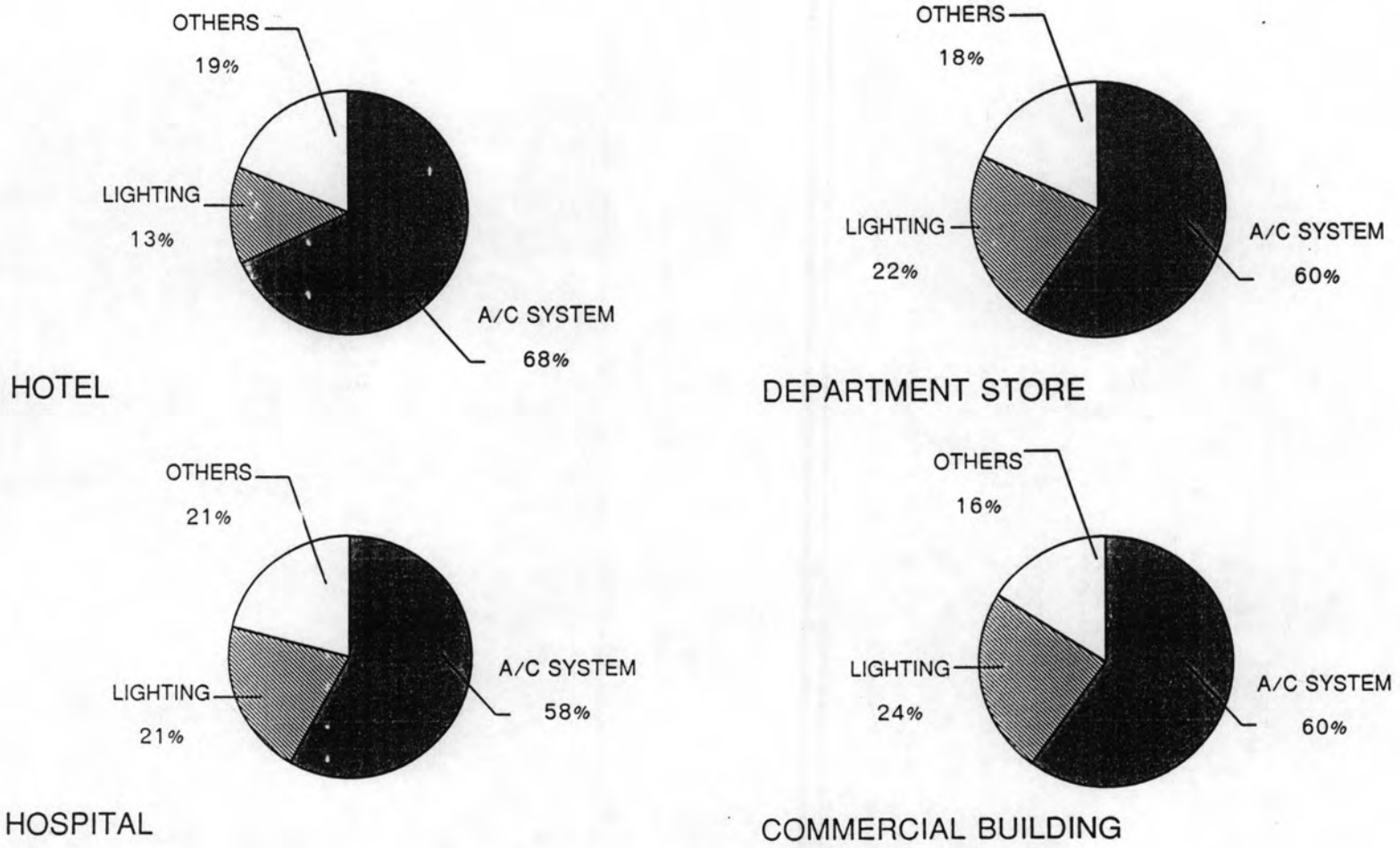
เมื่อพิจารณาในส่วนของการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงเฉพาะระบบปรับอากาศของอาคารสำนักงานสมมุติหลังหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 1.3 (S.C. Bhattacharya , 2534) จะพบ

ว่าการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของเครื่องทำน้ำความเย็น (chiller) มักจะเริ่มที่ประมาณ 7.00 น. และ จะเลิกที่เวลาประมาณ 17.00 น. ซึ่งเป็นเวลาในช่วงเดียวกันกับช่วงที่มีความต้องการการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ฉะนั้นถ้าเราสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศในอาคารสำนักงานในช่วงเวลาดังกล่าวได้ จะเป็นผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงลดลงตามไปด้วยอุปกรณ์ชนิดหนึ่งซึ่งช่วยลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงและเหมาะสมกับอาคารสำนักงาน คือ ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) เนื่องจากระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็งใช้พื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ น้อยกว่าการใช้อุปกรณ์ชนิดอื่น เมื่อเปรียบเทียบกับระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำเย็น (chilled water storage) เป็นต้น โดยทั่วไประบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) ใช้พื้นที่ประมาณ 25 % ของพื้นที่ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำเย็น (chilled water storage), (S.C. Bhattacharya , 2534) เท่านั้น

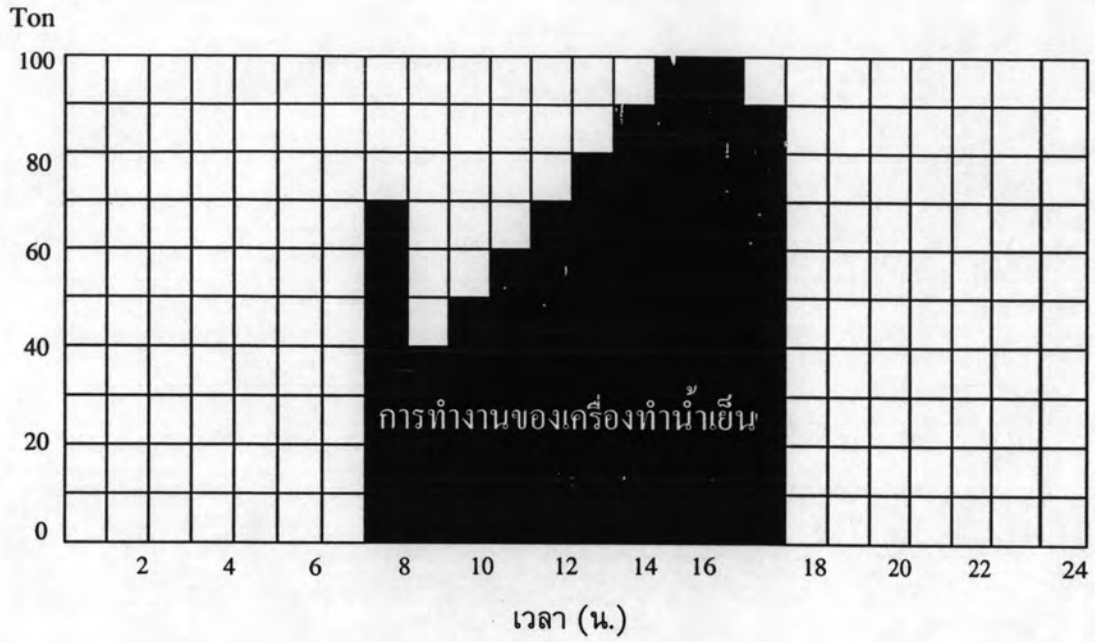
ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) คือ อุปกรณ์ที่ใช้เก็บความเย็นไว้ชั่วคราวในรูปของน้ำแข็ง แล้วนำออกมาใช้ภายหลังในช่วงเวลาที่ต้องการความเย็น จากระบบดังกล่าวข้างต้นเราสามารถทำความเย็นในช่วงที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าน้อย(off peak period) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีอัตราค่าธรรมเนียมความต้องการพลังงานไฟฟ้าถูกแล้วนำความเย็นนั้นมาใช้ในช่วงที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูง ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มีอัตราค่าธรรมเนียมความต้องการพลังงานไฟฟ้าแพง เมื่ออาคารที่มีลักษณะของการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงเหมือนในรูปที่ 1.3 เปลี่ยนมาใช้ ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage)จะทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของระบบปรับอากาศเปลี่ยนไปดังแสดงไว้ในรูปที่ 1.4 จากรูปที่ 1.4 (S.C. Bhattacharya , 2534) แสดงให้เห็นว่าเครื่องทำน้ำเย็น (chiller) ทำงานเฉพาะในช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าต่ำเท่านั้น จากลักษณะของการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) ดังที่กล่าวมาข้างต้น จะส่งผลทำให้ค่าไฟฟ้าของอาคารนั้นลดลงตามการคิดค่าไฟฟ้าแบบ TOD Rate ผลลัพธ์อีกประการหนึ่งที่สำคัญ คือ ถ้าอาคารทุกหลังเปลี่ยนมาใช้ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) จะส่งผลทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของการไฟฟ้ามีค่าที่สม่ำเสมอมากขึ้น ซึ่งจะเป็นการช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้งประเทศ การเลือกใช้ระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) ในอาคารสำนักงานนั้นควรจะเลือก ขนาด แบบ และระบบ ที่เหมาะสมโดยคำนึงถึงความคุ้มทุนเป็นหลัก



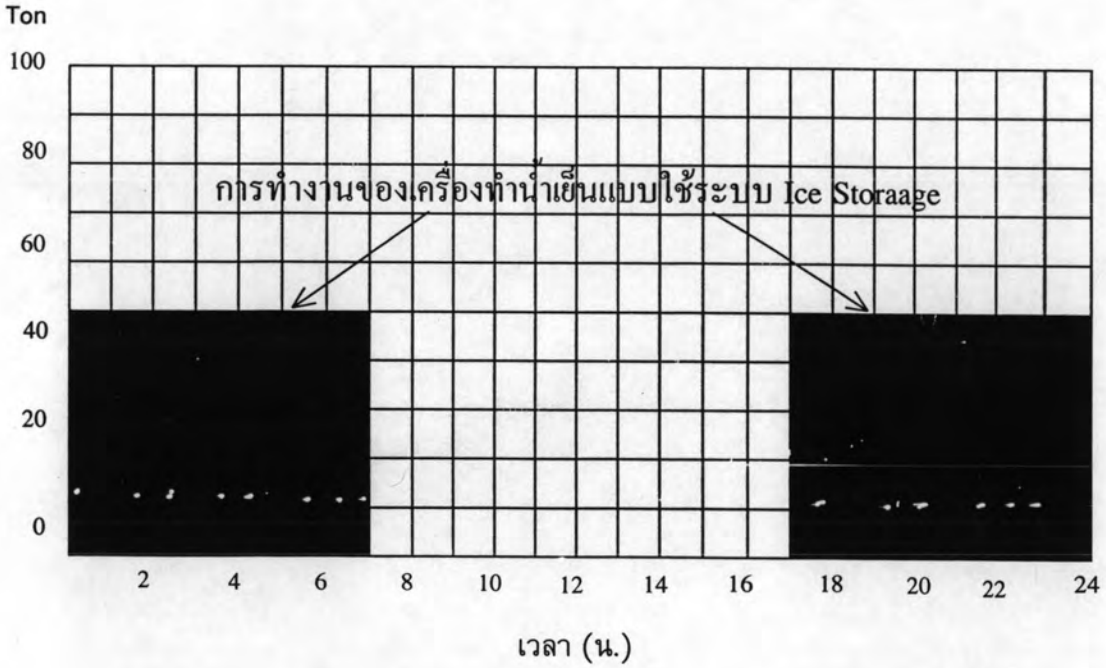
รูปที่ 1.1 กราฟแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ในวันที่มีความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของปี พ.ศ. 2537



รูปที่ 1.2 แสดงอัตราส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบต่าง ๆ ของอาคารแต่ละประเภท



รูปที่ 1.3 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของเครื่องทำน้ำเย็น ขนาด 100 ตันความเย็น ของอาคารสำนักงานสมมุติหลังหนึ่ง



รูปที่ 1.4 กราฟแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารายชั่วโมงของเครื่องทำความเย็น ของระบบปรับอากาศที่ใช้ระบบ Ice storage

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของวิทยานิพนธ์

เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบเก็บพลังงานความเย็นแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage) มาใช้ในอาคารประเภทต่าง ๆ 4 ประเภท คือ อาคารสำนักงาน ศูนย์การค้า โรงแรม และโรงพยาบาล เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศในช่วงที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง (on peak period และ partial peak period)

ขอบเขตของงานวิจัยนี้มีดังนี้

1. ทำการตรวจการใช้พลังงานไฟฟ้า (energy audit) ในอาคารสำนักงานใหญ่การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย

2. ออกแบบระบบ Ice Storage สำหรับอาคารสำนักงานใหญ่ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย โดยใช้ Energy Simulation Program ช่วยในการออกแบบ

3. ศึกษาความเป็นไปได้ในการนำระบบ Ice Storage มาใช้ในอาคารสำนักงานใหญ่ การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ซึ่งจะต้องมีขนาด แบบ และระบบ ที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความคุ้มทุนเป็นหลัก

4. นำผลของการศึกษาไปประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่น ๆ

1.2 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวม และประเทศชาติ ในด้านการบริหารการใช้พลังงาน (energy management) ซึ่งพอจะสรุปได้ ดังนี้

1. ใช้เป็นแนวทางในการเลือกระบบ Ice Storage ที่เหมาะสมสำหรับอาคารพาณิชย์

2. เป็นพื้นฐานของการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวกับระบบแหล่งสะสมพลังงาน (thermal energy storage system) ต่อไปในอนาคต

1.3 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ความเป็นไปได้ในการนำ Ice Storage มาใช้ในอาคารพาณิชย์ยังมีอยู่น้อย งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

S.C Bhattacharya ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง "Energy Management by Cool Thermal Storage" ซึ่งเป็นการศึกษาเปรียบเทียบข้อดี และข้อเสียของระบบแหล่งสะสมพลังงานแบบเก็บโดยน้ำเย็น (water storage) และแบบเก็บโดยน้ำแข็ง (ice storage)

จากการศึกษาพบว่า ระบบแหล่งสะสมพลังงานทั้งสองแบบที่กล่าวมาข้างต้นสามารถช่วยในการจัดการเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคาร ระบบทั้งสองสามารถทำความเย็นในช่วงเวลา Off Peak Period (เป็นช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าถูก) เก็บไว้แล้วนำมาใช้ในช่วงเวลา On Peak Period (เป็นช่วงเวลาที่ค่าไฟฟ้าแพง) ทำให้ค่าไฟฟ้าของอาคารลดลง ในส่วนของข้อดี และข้อเสียของระบบทั้งสองพอสรุปได้ ดังนี้

- ระบบ Ice Storage ใช้พื้นที่ติดตั้งถังเก็บน้ำแข็งประมาณ 1 ใน 4 ของพื้นที่ที่ใช้ติดตั้งถังเก็บน้ำเย็นของระบบ Water Storage
- ระบบ Ice Storage จ่ายน้ำเย็นที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้ขนาดของเครื่องสูบน้ำเย็นและท่อส่งน้ำเย็นมีขนาดเล็ก
- เครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบ Water Storage จะทำงานที่ประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องทำน้ำเย็นสำหรับระบบ Ice Storage
- อุปกรณ์ทำความเย็นของระบบ Water Storage มีราคาถูกกว่าอุปกรณ์ทำความเย็นของระบบ Ice Storage

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง "Ice Storage System for Commercial Buildings : Case Studies in TAIWAN and THAILAND" ซึ่งทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบ Ice Storage ในอาคารพาณิชย์ อาคารที่ทำการศึกษาประกอบด้วยอาคารใน TAIWAN 4 อาคาร คือ อาคาร Taiwan Power Company , อาคาร Tuntex Department Store , อาคาร Swiss Medicine Company และอาคาร Taiwan Hospital และอาคารในประเทศไทย คือ อาคาร ปตท. โดยทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ระบบ Ice Storage ที่ใช้กลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage และแบบ Partial Storage ในอาคารที่กล่าวมาข้างต้นที่ค่า Demand Charge ต่าง ๆ

จากการศึกษาพบว่า ช่วงระยะเวลาคืนทุน (pay-back period) จะขึ้นอยู่กับค่า Demand Charge คือ ถ้า Demand Charge มีราคาแพงขึ้นความคุ้มทุนจะเร็วขึ้น ในขณะที่

คุณบัณฑิตทำการศึกษานั้นทางการไฟฟ้าเก็บค่า Demand Charge 229 บาท/กิโลวัตต์/เดือน (ตลอดเวลา) กลยุทธ์การทำงานแบบ Partial Storage มีระยะเวลาคืนทุนในแต่ละอาคารที่ทำการศึกษาไม่เกิน 5 ปี ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน แต่สำหรับกลยุทธ์การทำงานแบบ Full Storage มีระยะเวลาคืนทุนนานไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้

S.Sairam and A.H. Azit ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง "Thermal Energy Storage and Its Implications for Utility Demand and Supply" โดยทำการศึกษาถึงผลของการจัดการเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยใช้ระบบแหล่งสะสมพลังงาน (Thermal Energy Storage หรือมีตัวย่อว่า TES) ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ (อาคารที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่า 10,000 kWh ต่อเดือน) ที่มีต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าของรัฐมาลายา ประเทศมาเลเซีย การศึกษาแบ่งออกเป็น 4 กรณีศึกษา ดังนี้

1. เพิ่มการใช้ TES ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากปี คศ. 1990 จนถึง คศ. 2000 มีการใช้ TES 50.0% ของอาคารทั้งหมด

2. เพิ่มการใช้ TES ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากปี คศ. 1990 จนถึง คศ. 2000 มีการใช้ TES 37.5% ของอาคารทั้งหมด

3. เพิ่มการใช้ TES ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากปี คศ. 1990 จนถึง คศ. 2000 มีการใช้ TES 25.0% ของอาคารทั้งหมด

4. เพิ่มการใช้ TES ในอาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ โดยเริ่มจากปี คศ. 1990 จนถึง คศ. 2000 มีการใช้ TES 12.5% ของอาคารทั้งหมด

จากการศึกษาพบว่า ทุกกรณีศึกษาจะช่วยลดปริมาณใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูง (on peak period) ยิ่งถ้ามีเปอร์เซ็นต์การใช้ TES สูงขึ้นก็จะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาดังกล่าวได้มากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นการช่วยลดปริมาณการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ด้วย