การบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล

Energy Management and Energy Saving Policy for Hospital Building

สุนิชญา รักธรรมมั่น[1] สุกรี สินธุภิญโญ[2] อัจฉรา จันทร์ฉาย[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล โดยมีขอบเขตการวิจัยเป็นสองส่วน คือ การวิจัยเชิงปริมาณเป็นการวิจัยโดยการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามและสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผล และการวิจัยเชิงทดลอง โดยการนำข้อมูลการใช้บริการของคนไข้มาประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาที่เรียกว่า ไดนามิกไทม์วอร์ปปิง สรุปผลเป็นรูปแบบของการใช้บริการของคนไข้ หลังจากนั้น จึงหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล โดยงานวิจัยนี้ได้เก็บข้อมูลการเข้าใช้บริการของคนไข้ตลอด 24 ชั่วโมงของทุกวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม พ.ศ. 2554 จากโรงพยาบาลที่สนับสนุนด้านข้อมูลดังกล่าว จากนั้นนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมไดนามิกไทม์วอร์ปปิงได้เป็นรูปแบบการใช้งานตามแต่ละวัน วันจันทร์ถึงวันอาทิตย์ และหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานโดยต้องสามารถประหยัดพลังงานได้ในที่สุด

คำสำคัญ: การบริหารการใช้พลังงาน มาตรการประหยัดพลังงาน อาคาร โรงพยาบาล

Abstract

The purpose of this paper is to study the energy management and energy saving policy for hospital building and to find directions to develop energy management policy for hospitals. The scope of research is two parts: first, a quantitative research by collected data with questionnaires and individual interviews. The information collected is then being analyzed and concluded the results. Second, an experimental research by processed the patient data access by time series data analysis method named Dynamic Time Warping. Then, concluded as the patent of patient using service. Next step is to find directions for develop energy management policy for hospitals. In this paper, we collected patient data access 24 hours a day, every day in June, July and August 2011 from the supporting hospital. It is then process the data with Dynamic Time Warping Program providing the patent of patient using service every day, from Monday to Sunday. Finally, it is to find ways and solutions to improve energy management policy for hospital which able to conserve the energy.

Keywords: Energy management, Energy saving policy, Building, Hospital

---

[1] นิสิตปริญญาโท ประจำหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

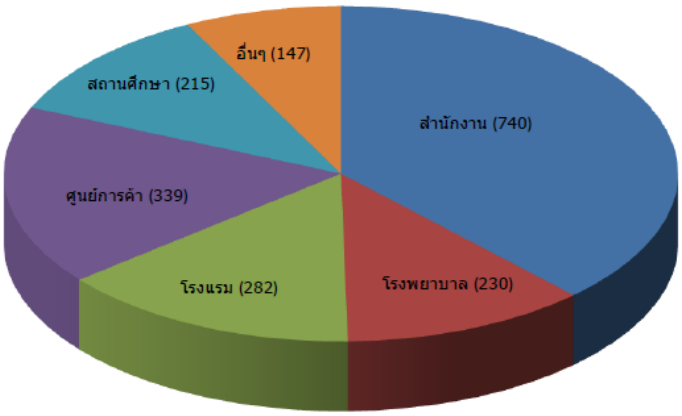
[3] ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลต่อไป

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าภาครัฐบาลได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี พ.ศ. 2535 เพื่อเป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน อันเนื่องมาจากสาเหตุหลัก 3 ประการ คือ ทรัพยากรแหล่งพลังงานกำลังหมดไป ปัญหาสิ่งแวดล้อม อย่างสภาวะโลกร้อน และปัญหาเศรษฐกิจ[4] โดยได้กำหนดค่าภาระการทำความเย็นต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ภายนอกของอาคารสำหรับอาคารใหม่ และต้องมีการจัดหาผู้จัดการพลังงานสำหรับอาคารเก่า ในการจัดทำรายงานแผนข้อมูลการใช้และแผนการปรับลดการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง[5] ทั้งนี้ จำนวนอาคารควบคุมในประเทศไทยทั้งหมดมีอยู่ 1,953 แห่ง แบ่งเป็น อาคารของเอกชนจำนวน 1,161 แห่ง อาคารของราชการจำนวน 792 แห่ง ซึ่งหากแบ่งตามประเภทธุรกิจ[6] ได้ตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนภาพจำนวนของอาคารควบคุมในประเทศไทยในแต่ละประเภท



ที่มา : ธนิต จินดาวณิต, 2546, มีนาคม 3

จากรูปที่ 1 แผนภาพประกอบด้วย สำนักงานจำนวน 740 แห่ง ศูนย์การค้าจำนวน 339 แห่ง โรงแรมจำนวน 282 แห่ง โรงพยาบาลจำนวน 230 แห่ง สถานศึกษาจำนวน 215 แห่ง และอื่นๆ จำนวน 147 แห่ง โดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่อาคารประเภทโรงพยาบาล เนื่องจากเป็นอาคารขนาดใหญ่ที่มีจำนวนเป็นอันดับสี่ ซึ่งมีความสำคัญต่อสภาพสังคมโดยรวม และเจ้าของอาคารต้องรับผิดชอบต่อการบริหารการใช้พลังงานโดยตรง ส่วนอาคารประเภทอื่นที่มีจำนวนเป็นอันดับหนึ่งและสองนั้นเน้นด้านการพักผ่อนหย่อนใจ ซึ่งทำให้การบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานอาจไม่สามารถผลักดันได้เต็มที่ ประกอบกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้มีการศึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานและพบว่าอาคารประเภท

[4] (ธนิต จินดาวณิค. 2546)

[5] (อรรจน์ เศรษฐบุตร. 2546 : 60)

[6] (วิชัยชาญ เจริญสุข. 2553)

โรงพยาบาลมีศักยภาพที่จะดำเนินการเรื่องการอนุรักษ์พลังงานได้อีกมาก และอาคารโรงพยาบาลมีความพร้อมในระดับหนึ่งที่จะสามารถผลักดันให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรมได้[7]

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภท พบว่า การใช้พลังงานแบ่งเป็น 3 หมวดหลัก คือ ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และสำหรับอุปกรณ์อื่นๆ[8] ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบและสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร	ปรับอากาศ (ร้อยละ)	แสงสว่าง (ร้อยละ)	อื่นๆ (ร้อยละ)
สำนักงาน	55.0	30.0	15.0
ศูนย์สรรพสินค้า	60.0	25.0	15.0
สถานศึกษา	38.0	40.0	22.0
โรงแรม	65.0	18.0	17.0
โรงพยาบาล	55.0	25.0	20.0

ที่มา : วิชัยชาญ เจริญสุข, 2553

จากตารางที่ 1 พบว่าอาคารแต่ละประเภทมีการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศในสัดส่วนที่มากที่สุด ยกเว้น อาคารประเภทสถานศึกษา สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภทที่รองลงมา คือ ระบบแสงสว่าง และสัดส่วนสุดท้าย คือ การใช้พลังงานสำหรับระบบอื่นๆ เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ ลิฟต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ และระบบความร้อนในสถานพยาบาล[9]

ปัจจุบันมีบริษัทที่ให้บริการวางระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานตามรายชื่อ[10] ดังต่อไปนี้

1. บริษัท อินโนเวชั่น เทคโนโลยี จำกัด
2. บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ คอนเซอร์เวชั่น เทคโนโลยี จำกัด
3. บริษัท แอ็ดวานซ์ เอนเนอร์ยี่ เซฟวิ่ง จำกัด
4. บริษัท เอ็นเนอร์ยี่ ดีไซต์ คอนเซ็ป จำกัด
5. บริษัท ทีม เอ็นเนอร์ยี่ แมเนจเมนท์ จำกัด
6. บริษัท กรีน เอิร์ธ จำกัด
7. บริษัท อรุณ ชัยเสรี คอนซัลติ้ง เอนจิเนียร์ส จำกัด
8. บริษัท เอ็นจิเนียริ่ง โซลูชั่น โพรวายเดอร์ จำกัด
9. บริษัท ไอ อีซีเอ็ม จำกัด
10. บริษัท เอ็นโซล จำกัด

โดยระบบการบริหารการใช้พลังงานในอาคารโรงพยาบาลนั้นเป็นหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ อันได้แก่

---

[7] (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550)

[8] (วิชัยชาญ เจริญสุข. 2553)

[9] (วิชัยชาญ เจริญสุข. 2553)

[10] (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน. 2553)

1. ระบบไฟฟ้ากำลัง ประกอบด้วย แผงวงจรหลักระบบไฟฟ้าและการออกแบบวงจรไฟฟ้ากำลังหลัก
2. ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบไฟฟ้าสำรอง ชุดอุปกรณ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
3. ระบบปรับอากาศ ซึ่งมี 3 แบบ คือ แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ และแบบแยกส่วน
4. ระบบทำความร้อน ประกอบด้วย ระบบทำน้ำร้อนรวม ระบบทำน้ำร้อนและไอน้ำร้อน และเครื่องทำน้ำร้อนหรือน้ำอุ่น
5. ระบบดับเพลิง ประกอบด้วย อุปกรณ์ตรวจจับควันและความร้อน อุปกรณ์สัญญาณเตือนอัคคีภัย ปั๊มน้ำดับเพลิง และปั๊มปรับแรงดัน
6. ระบบประปาและระบบสุขาภิบาล ประกอบด้วย ปั๊มน้ำประปา ปั๊มปรับแรงดันน้ำ และปั๊มระบบบำบัดน้ำเสีย
7. ระบบแก๊สทางการแพทย์
8. ระบบสื่อสาร เช่น ระบบลิฟต์และบันไฟเลื่อน ระบบส่งเอกสาร ระบบโทรศัพท์ ระบบประกาศและกระจายเสียง ระบบคอมพิวเตอร์รวม เป็นต้น[11]

โดยวิธีการจัดการพลังงานในอาคารเพื่อลดค่าใช้จ่ายเรื่องการใช้พลังงานต้องมีระบบในการจัดการ มีเป้าหมายและนโยบายที่ชัดเจน มีการตรวจสอบรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงานเพื่อสามารถเลือกแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ[12] ได้แก่

1. ระยะสั้น คือ ไม่เน้นการลงทุน ไม่กระทบต่อการใช้งาน และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 5-10% ของการใช้พลังงานแบบเดิม
2. ระยะกลาง คือ มีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี มีการปรับ เปลี่ยน หรือเสริมอุปกรณ์
3. ระยะยาว คือ มีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 5 ปี มีการเปลี่ยน หรือติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ ใช้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเข้ามาช่วยและควรมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา และวิเคราะห์ทางการเงินอย่างละเอียด

ทั้งนี้ การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าหรือพลังงาน ประกอบด้วย 3 หัวข้อหลัก[13] คือ

1. วิธีดำเนินการ เป็นการสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและควบคุมหรือลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยทั่วไปจำแนกได้ 2 วิธีการ ซึ่งสามารถทำควบคู่กันได้ ได้แก่

1.1. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือการอนุรักษ์พลังงาน

1.2. การบริหารการใช้พลังงาน

2. การวัดผลของการประหยัดค่าไฟฟ้ามี 2 ค่าด้วยกัน ได้แก่

2.1. ค่าพลังงานไฟฟ้า คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง ที่ใช้ใน 1 เดือน ประกอบด้วย พลังไฟฟ้าที่ใช้จริงคิดเป็นกิโลวัตต์คูณด้วยระยะเวลาคิดเป็นหน่วยชั่วโมง

---

[11] (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550)

[12] (ชาญ ศิริรัตน์. 2554)

[13] (สุรินทร์ จันทสุรียวิช. 2546 : 16)

2.2. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ โดยวัดในรูปของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยใน 15 นาที และใช้ค่าสูงสุดในรอบเดือนมาคำนวณค่าไฟฟ้า

3. แนวทางในการจัดการความต้องการพลังงานไฟฟ้าและการใช้พลังงาน เนื่องจากหากต้องการให้การบริหารการใช้พลังงานสามารถลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุดของระบบจะต้องสามารถย้ายความต้องการพลังงานไฟฟ้าของระบบในช่วงเวลา On-Peak ไปอยู่ในช่วง Off-Peak ให้ได้ ซึ่งมีผลกระทบต่อผู้ใช้พลังงาน มีขั้นตอนวิธีการดังนี้

3.1. สำรวจและจัดทำรายงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคารเป็นหมวดหมู่

3.2. จัดทำวงจรทางพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

3.3. คำนวณหาค่าตัวประกอบโหลดและจัดทำกราฟโหลด

3.4. พิจารณาวางแผนการใช้พลังงานโดยพยายามรักษาระดับความต้องการพลังไฟฟ้าให้ต่ำที่สุดภายใต้เงื่อนไขต้องไม่ทำให้ผลผลิตลดลง

3.5. วิเคราะห์ผลว่าช่วงใดมีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด ต่ำสุด พิจารณาดูว่าอุปกรณ์ใดสามารถหยุดทำงานโดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

3.6. จัดทำเป็นตารางสรุปและควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ให้เกินขอบเขตที่ตั้งไว้

โดยปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานสำหรับอาคารนั้น แบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ[14]

1. สภาพภูมิอากาศ
2. ลักษณะทางกายภาพของอาคาร
3. ลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้อง
4. ระบบและการบริหารงานบริการสำหรับอาคาร
5. พฤติกรรมและกิจกรรมของผู้อยู่อาศัยในอาคาร
6. ปัจจัยด้านสังคมและเศรษฐกิจ
7. คุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมภายในอาคารตามความต้องการ

ส่วนมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย[15] คือ

1. ปิดไฟฟ้า 1 ดวงหรือถอดหลอดไฟที่ไม่ใช้ออก จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,519 ล้านบาท/ปี
2. ตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศที่ 25 องศา และปิดก่อนเลิกใช้ 30 นาที หรือลดเวลาการเปิดแอร์ 30 นาที สามารถลดใช้พลังงานได้ 6% ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 2,642 ล้านบาท/ปี
3. ตั้งตู้เย็นห่างผนัง 15 เซนติเมตร จะช่วยประหยัดไฟฟ้าได้ 10% ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,642 ล้านบาท/ปี
4. ปิดโทรทัศน์เมื่อไม่มีคนดู หรือเลือกใช้โทรทัศน์ขนาด 14 นิ้วแทน 20 นิ้ว จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,642 ล้าน/ปี

---

[14] (Zhun Yu, Benjamin C.M. Fung, Fariborz Haghighat, Hiroshi Yoshino, Edward Morofsky. 2011 : 1409)

[15] (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2553)

5. ใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ 18 วัตต์ แทนหลอดไส้ 100 วัตต์ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 423 ล้านบาท/ปี
6. ถอดปลั๊กเตารีดก่อนรีดเสื้อผ้าเสร็จ 2-3 นาที จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 49 ล้านบาท/ปี
7. เสียบปลั๊กกระติกน้ำร้อนเมื่อใช้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 579 ล้านบาท/ปี
8. ใช้จอคอมพิวเตอร์ 15 นิ้วแทน 17 นิ้ว และปิดหน้าจอเมื่อไม่ใช้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 92 ล้านบาท/ปี
9. อย่าเสียบปลั๊กไฟฟ้าทิ้งไว้เมื่อไม่ใช้งาน จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 3 ล้านบาท/ปี

ทั้งนี้ มาตรการประหยัดพลังงานมีข้อจำกัด 2 ส่วน คือ ภายนอกและภายใน ดังนี้[16]

1. ภายนอก ได้แก่ พื้นที่ งบประมาณ เจ้าของ
2. ภายใน ได้แก่ การออกแบบ ซึ่งสามารถใช้หลักการอนุรักษ์พลังงานในระหว่างการออกแบบได้ ดังนี้
    2.1. การจัดประเภทพื้นที่อาคารเป็นพื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อมอย่างสมบูรณ์ พื้นที่เลือกใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมจากธรรมชาติ และพื้นที่ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างสมบูรณ์
    2.2. การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี
    2.3. การวางผังให้ประสานการใช้ประโยชน์ร่วมกัน
    2.4. การวางระบบหลักให้อยู่ศูนย์กลาง
    2.5. การระบายอากาศตามธรรมชาติ
    2.6. การให้แสงสว่างด้วยแสงธรรมชาติ
    2.7. การออกแบบผนังภายนอก
    2.8. ระบบการส่งน้ำเย็นจากส่วนกลาง
    2.9. การจัดพื้นที่เขตรอบนอก
    2.10. การเติมอากาศจากภายนอกอาคาร
    2.11. การสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าต่ำ

ส่วนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยโปรแกรมที่ใช้เทคนิคของการปรับแนวโดยวิธีไดนามิกไทม์วอร์ปปิงในการจับคู่เทมเพลต เพื่อค้นหาตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการสกัด ซึ่งผลลัพธ์จากการประมวลผลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระยะทางระหว่างอนุกรมเวลาที่นำมาวัด และ การปรับแนวระหว่างอนุกรมทั้งสอง[17]

แนวคิดในการทำดัชนีวิธีนี้จะทำการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธี Indexed Sequential Access โดยเริ่มต้นจากการจับกลุ่มข้อมูลที่คล้ายๆ กันในฐานข้อมูลให้อยู่ในไฟล์เดียวกันก่อนแล้วทำการสร้างตัวแทนของแต่ละกลุ่มข้อมูลขึ้นมา เพื่อทำเป็นดัชนีของแต่ละกลุ่มนั้นๆ ตัวแทนกลุ่มที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการคำนวณค่าขอบเขตล่าง สำหรับกลุ่มข้อมูลของระยะทางไดนามิกไทม์วอร์ปปิงระหว่าง 2 ข้อมูลที่ได้ค่าระยะทางน้อยที่สุด แล้วทำการเรียงลำดับการเข้าถึงกลุ่มข้อมูลตามค่าขอบเขตล่างที่ได้จากน้อยไปหามาก ในส่วนของการค้นข้อมูลจะ

---

[16] (เกชา ธีระโกเมน. 2542)

[17] (อัจฉรา เจริญทรัพย์ ทรงพล องค์วัฒน กุล และชลทิพย์ วิรัตกพันธ์. 2553 : 706-708)

เริ่มต้นเรียงลำดับของกลุ่มข้อมูลที่ได้จัดเรียงไว้และทำการค้นทีละกลุ่มข้อมูลตามลำดับไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าขอบเขตล่างของกลุ่มข้อมูลจะมากกว่าเกณฑ์หยุดก็จะทำการยุติการค้น ซึ่งวิธีนี้นอกจากจะทำให้สามารถพบข้อมูลที่มีความคล้ายก่อนในช่วงต้นๆ ยังสามารถลดทอนการเข้าถึงข้อมูลในกลุ่มท้ายๆ ได้มากถึง 90% อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหลักของเทคนิคนี้อยู่ที่ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการประมวลผลที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นการคำนวณแบบพลวัต และยังขาดการแก้ปัญหาและพัฒนาที่สมบูรณ์ [18]

จากที่ได้กล่าวถึงงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารการใช้พลังงาน การจัดการด้านการใช้พลังงาน มาตรการประหยัดพลังงาน และการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคไดนามิกไทม์วอร์ปปิง ประกอบกับการศึกษาถึงการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาลจากงานวิจัยนี้แล้วนั้น จะสามารถนำข้อมูลต่างๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนามาตรการประหยัดพลังงานสำหรับโรงพยาบาลได้

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. งานวิจัยเชิงปริมาณ
    1.1. วิธีการ โดยการเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามและสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ สรุปผล
    1.2. การออกแบบกลุ่มตัวอย่าง ประชากร คือ โรงพยาบาลในพื้นที่กรุงเทพมหานครจำนวนทั้งหมด 85 แห่ง โดยคุณสมบัติของกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้อำนวยการของโรงพยาบาลอนุญาตให้ผู้วิจัยเก็บข้อมูล และเจ้าหน้าที่มีความพร้อมและยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล ทั้งนี้ มีการส่งจดหมายขออนุญาตผู้อำนวยการของแต่ละโรงพยาบาลทั้งการแจกแบบสอบถามและการสัมภาษณ์
    1.3. การออกแบบเครื่องมือ ได้แก่ แบบสอบถาม ประกอบด้วย คำถามปลายเปิดโดยเติมคำในช่องว่าง จำนวน 4 ข้อใหญ่ และคำถามปลายปิดโดยให้เลือกคำตอบ จำนวน 5 ข้อใหญ่ และแนวคำถามสำหรับใช้ในการสัมภาษณ์รายบุคคล
    1.4. วิธีการรวบรวมข้อมูล โดยการส่งจดหมายนำพร้อมแบบสอบถามทางโทรสาร และโทรศัพท์ติดตามผล หลังจากนั้น หากโรงพยาบาลใดตอบแบบสอบถามกลับ ทางผู้วิจัยจะโทรศัพท์ติดต่อโรงพยาบาลที่ตอบกลับ เพื่อขออนุญาตเข้าไปสัมภาษณ์ตามแนวคำถามเพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง
    1.5. วิธีการประมวลผลข้อมูล โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้
        1.5.1. การบันทึก โดยการจัดบันทึกคัดลอกข้อมูลจากต้นฉบับอีกครั้ง เพื่อให้เป็นระเบียบ และง่ายต่อการค้นหาข้อมูล

[18] (โชติรัตน์ รัตนามหัทธนะ. 2553 : 6-7)

1.5.2. การจัดเรียงข้อมูล โดยเรียงข้อมูลตามตัวอักษร จาก ก ข ค ถึง ฮ และจากตัวเลขน้อยไปหามาก หรือมากไปหาน้อย เพื่อทำให้ดูง่าย และค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้เร็วขึ้น

1.5.3. การจัดกลุ่ม โดยการแยกออกเป็นกลุ่มหรือประเภทตามหัวข้อในแบบสอบถาม และเนื้อหาจากการสัมภาษณ์ ซึ่งทำให้การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลทำได้ง่ายขึ้น

1.5.4. การรวมข้อมูล โดยการนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปมารวมกันให้เป็นชุดเดียว เช่น ข้อมูลอาคารและการใช้งาน ซึ่งเป็นการรวมข้อมูลของจำนวนอาคาร อายุอาคาร จำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยต่อวัน และจำนวนเตียง

2. งานวิจัยเชิงทดลอง

2.1. วิธีการ โดยเก็บข้อมูลบันทึกเวลาของผู้ที่มาใช้บริการด้วยการส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังโรงพยาบาลต่างๆ แล้วนำมาประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยเทคนิคไดนามิกไทม์วอร์ปปิง และสรุปผลเป็นรูปแบบของการใช้บริการของคนไข้ในแต่ละรูปแบบ หลังจากนั้น จึงนำข้อมูลจากงานวิจัยทั้ง 2 ส่วนมาหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล

2.2. การออกแบบกลุ่มตัวอย่าง เป็นโรงพยาบาลที่มีความพร้อม และยินดีในการให้ข้อมูลที่บันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการเป็นระยะเวลา 3 เดือน

2.3. การออกแบบเครื่องมือ ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคไดนามิกไทม์วอร์ปปิงที่เป็นโปรแกรมโอเพ่นซอร์ส ibimporved ภาษาที่ใช้ในการเขียน คือ C++

2.4. วิธีการรวบรวมข้อมูล โดยการส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ทางโทรสาร พร้อมโทรศัพท์เพื่อสอบถาม ซึ่งคัดเลือกเฉพาะโรงพยาบาลที่อนุญาต มีความพร้อม และยินดีในการให้ข้อมูลที่บันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการเป็นระยะเวลา 3 เดือน

2.5. วิธีการประมวลผลข้อมูล โดยการประมวลผลจากโปรแกรมโอเพ่นซอร์ส ibimporved

สรุป

สรุปโดยรวมจากทั้ง 2 งานวิจัยได้ดังนี้

1. ผลจากงานวิจัยเชิงปริมาณ แบ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม พร้อมให้ข้อมูลเพิ่มเติม และจากการสัมภาษณ์มาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 13 ราย โดยผู้ให้ข้อมูลเป็นบุคลากรของโรงพยาบาลในฝ่ายซ่อมบำรุงหรือแผนกอาคารและสถานที่ ได้ต่อดังนี้ โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค โรงพยาบาลกรุงเทพ โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน โรงพยาบาลเจตนิน โรงพยาบาลตา หู คอ จมูก โรงพยาบาลตากสิน โรงพยาบาลทหารผ่านศึก โรงพยาบาลเทพธารินทร์ โรงพยาบาลบางปะกอก 1 โรงพยาบาลบางรัก (กามโรค) โรงพยาบาลมงกุฎวัฒนะ โรงพยาบาลยันฮี และโรงพยาบาลวิภาวดี

2. ผลจากงานวิจัยเชิงทดลอง โดยการประมวลผลข้อมูลของผู้มาใช้บริการในโรงพยาบาลในช่วงระยะเวลา 3 เดือน ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากโรงพยาบาลเกษมราษฎร์ รัตนาธิเบศร์

ผลจากงานวิจัยเชิงปริมาณ

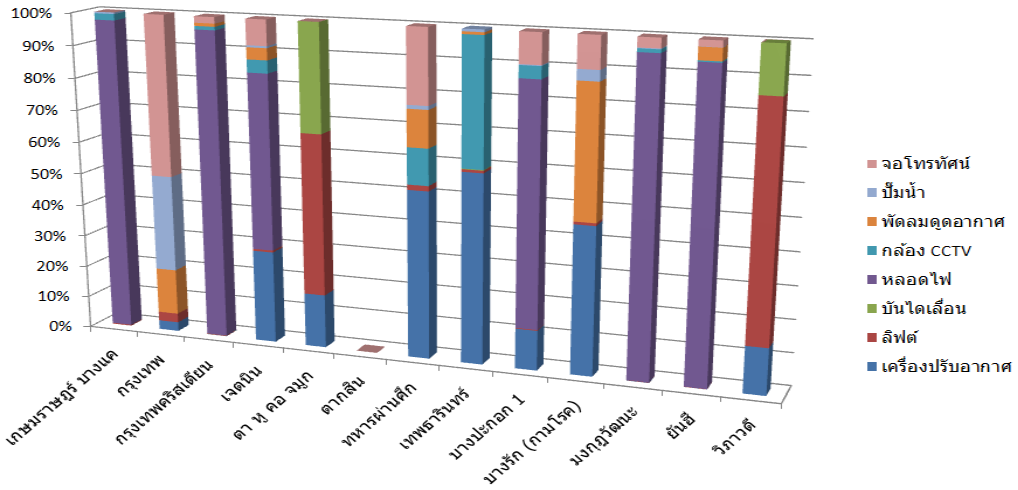
ตารางที่ 2 ข้อมูลอาคารและการใช้งานเรียงตามลำดับจำนวนเตียง

โรงพยาบาล	จำนวนเตียง (เตียง)	จำนวนอาคาร (อาคาร)	อายุอาคาร (ปี)	ผู้ใช้บริการเฉลี่ยต่อวัน (คน)
1. โรงพยาบาลบางรัก (กามโรค)	0	1	6	n/a
2. โรงพยาบาลเจตนิน	30	3	15, 3, 4	150
3. โรงพยาบาลตา หู คอ จมูก	50	2	15, 3	1,800
4. โรงพยาบาลเทพธารินทร์	80	1	20	500
5. โรงพยาบาลบางปะกอก 1	250	1	17	1,200
6. โรงพยาบาลทหารผ่านศึก	300	7	25, 10, 1, n/a, n/a, n/a, n/a	500
7. โรงพยาบาลยันฮี	400	1	16	500
8. โรงพยาบาลมงกุฎวัฒนะ	400	3	n/a	1,200
9. โรงพยาบาลวิภาวดี	400	3	25, 17, 17	1,400
10. โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน	400	7	3, 27, 46, 5, 54, 50, 35	1,500
11. โรงพยาบาลกรุงเทพ	558	3	11, 11, 11	1,200
12. โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค	600	1	19	1,000
13. โรงพยาบาลตากสิน	600	4	47, 38, 16, 9	1,550

ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากตารางที่ 2 สามารถแบ่งโรงพยาบาลตามจำนวนเตียงได้เป็น 3 ขนาด คือ ขนาดน้อยกว่า 100 เตียง จำนวน 4 แห่ง ขนาดตั้งแต่ 100-500 เตียง จำนวน 6 แห่ง และขนาด 500 เตียงขึ้นไป จำนวน 3 แห่ง อาคารมีจำนวนตั้งแต่ 1-7 อาคาร โดยอาคารมีอายุตั้งแต่ 1-54 ปี ผู้ใช้บริการเฉลี่ยต่อวัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ จำนวนไม่เกิน 500 คน มี 4 แห่ง จำนวน 501-1,000 คน มี 1 แห่ง และจำนวนมากกว่า 1,000 คน จำนวน 6 แห่ง ซึ่งขึ้นอยู่กับการรับประกันสังคมของโรงพยาบาล ประวัติการรักษาของแพทย์ของโรงพยาบาล ทำเลที่ตั้ง และขนาดอาคาร

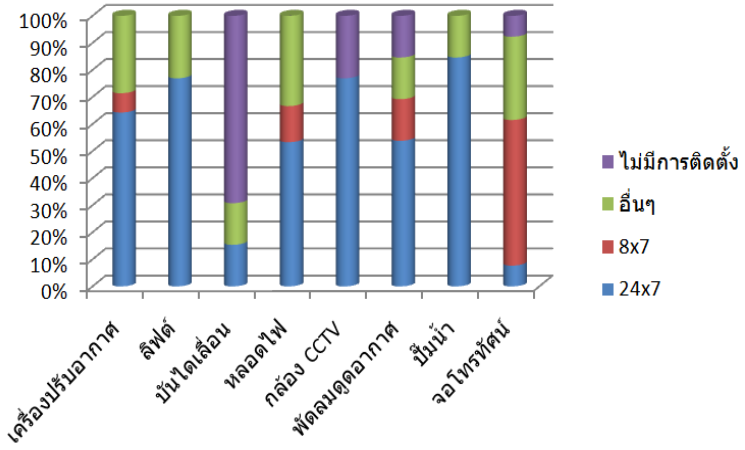
รูปที่ 2 แผนภาพจำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละโรงพยาบาล



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 2 แผนภาพอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของโรงพยาบาล มีจำนวน 8 ประเภท เรียงตามลำดับจำนวนที่มีมากที่สุดไปจำนวนที่มีน้อยที่สุด ดังนี้ หลอดไฟ เครื่องปรับอากาศ ลิฟต์ กล้องโทรทัศน์วงจรปิด พัดลมดูดอากาศ ปั๊มน้ำ จอโทรทัศน์ และบันไดเลื่อน

รูปที่ 3 แผนภาพระยะเวลาเปิด-ปิด (ชั่วโมงxวัน) เครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละโรงพยาบาล

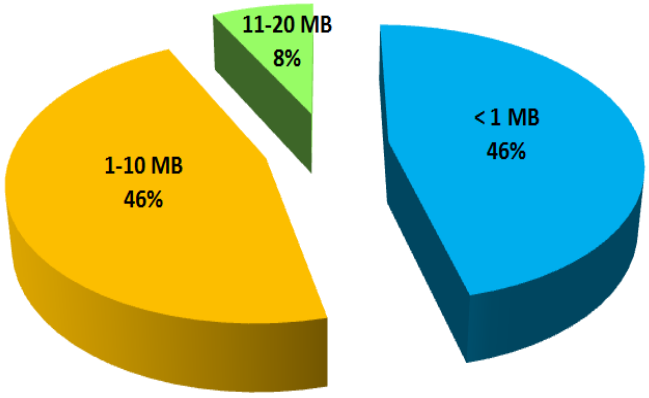


ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 3 สัดส่วนโรงพยาบาลที่มีระยะเวลาการเปิด-ปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท 24 ชั่วโมงทุกวัน มีดังต่อไปนี้ ปั๊มน้ำมีโรงพยาบาล 85% จากจำนวนโรงพยาบาลทั้งหมด กล้องโทรทัศน์วงจรปิดและลิฟต์มี 77% เครื่องปรับอากาศมี 69% หลอดไฟมี 62% พัดลมดูดอากาศมี 54% ส่วนจอโทรทัศน์มีโรงพยาบาล 54% ที่เปิดใช้งาน 8 ชั่วโมงทุกวัน และบันไดเลื่อนมีโรงพยาบาล 69% จากจำนวนโรงพยาบาลทั้งหมดที่ไม่มีการติดตั้ง

ทั้งนี้ พบว่าการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล แบ่งได้ 2 แบบ คือ แบบควบคุมการปิด-เปิดด้วยพนักงานเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ และแบบควบคุมการปิด-เปิดด้วยระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ แบบอัตโนมัติ สามารถตั้งระยะเวลาและการบริหารจัดการการใช้พลังงานได้

รูปที่ 4 แผนภาพข้อมูลค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละโรงพยาบาล



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 4 แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 1 ล้านบาท มี 6 แห่ง คือ โรงพยาบาลเจตนิน โรงพยาบาลตา หู คอ จมูก โรงพยาบาลเทพธารินทร์ โรงพยาบาลบางปะกอก1 โรงพยาบาลบางรัก (กามโรค) และโรงพยาบาลกรุงเทพ
2. ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือน 1-10 ล้านบาท มี 6 แห่ง คือ โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค โรงพยาบาลตากสิน โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน โรงพยาบาลทหารผ่านศึก โรงพยาบาลยันฮี และโรงพยาบาลวิภาวดี
3. ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือน 11-20 ล้านบาท มี 1 แห่ง คือ โรงพยาบาลมงกุฎวัฒนะ

ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการบริหารการใช้พลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาล มีดังต่อไปนี้

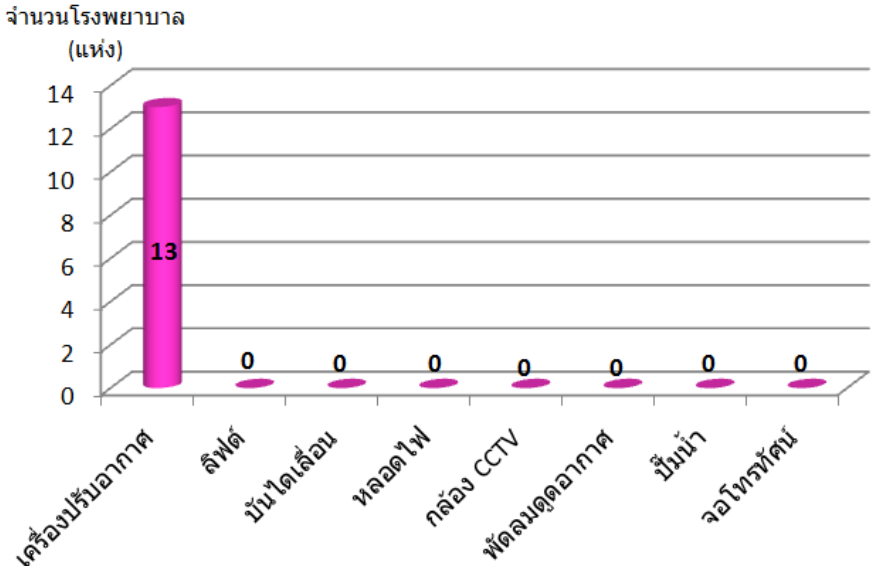
1. ประเภทและอายุการใช้งานของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
2. ช่วงเวลาและระยะเวลาในการเปิด-ปิดอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า
3. งบประมาณโครงการที่ใช้ในการบริหารการใช้พลังงาน พิจารณาระยะเวลาคืนทุนและความจำเป็น
4. วิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบ TOD: Time of Day หรือ TOU: Time of Use

   4.1. TOD แบ่งเป็น 3 ช่วง คือ On-Peak: 18.30 - 21.30 น. ของทุกวัน
   Partial Peak: เวลา 08.00 - 18.30 น. ของทุกวัน
   Off Peak: เวลา 21.30 - 08.00 น. ของทุกวัน

   4.2. TOU แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ On Peak: วันจันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น
   Off Peak: วันจันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 09.00 น. และ
   วันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการตามปกติ
   (ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งวัน[19]

[19] (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. 2539)

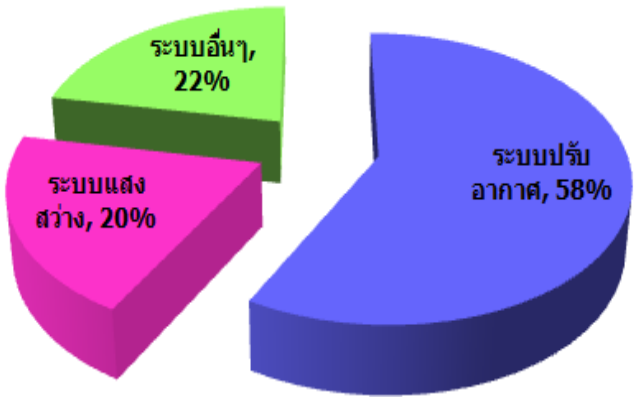
รูปที่ 5 แผนภาพข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากที่สุดต่อเดือนของแต่ละโรงพยาบาล



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 5 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ เครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 6 แผนภาพสัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในแต่ละระบบของโรงพยาบาล

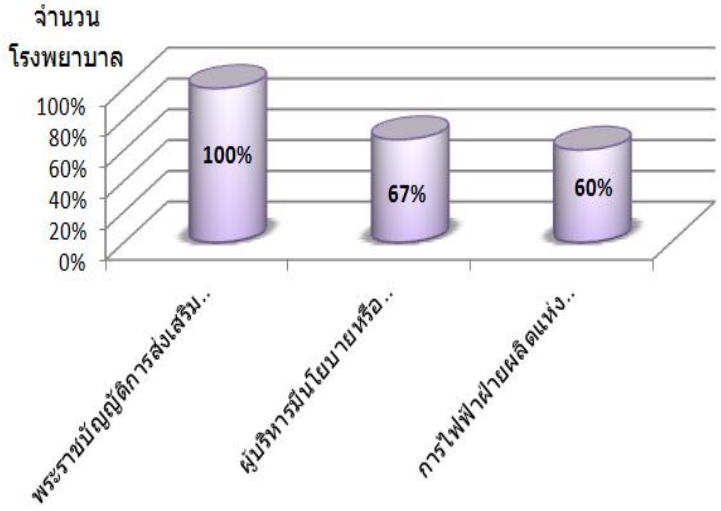


ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 6 สัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของแต่ละระบบ พบว่า ระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ ระบบปรับอากาศ 58% ระบบแสงสว่าง 20% และระบบอื่นๆ 22%

ดังนั้น จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 หากโรงพยาบาลสามารถลดการใช้พลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศหรือระบบปรับอากาศได้ จะทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงอย่างชัดเจน ดังนั้น มาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล ควรเน้นที่ระบบปรับอากาศมากที่สุด

รูปที่ 7 แผนภาพแนวทางมาตรการประหยัดพลังงานของแต่ละโรงพยาบาล



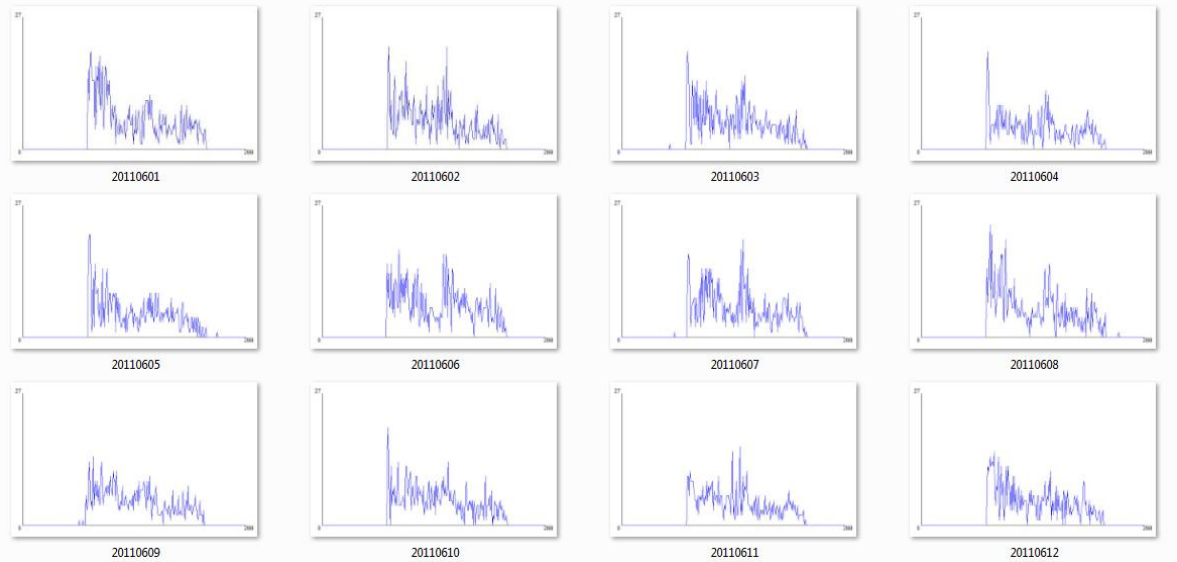
ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 7 พบว่าแต่ละโรงพยาบาลมีการปฏิบัติตามแนวทางมาตรการประหยัดพลังงานโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

1. โรงพยาบาล 60% ปฏิบัติตามแนวทางการอนุรักษ์พลังงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
2. โรงพยาบาล 100% ปฏิบัติตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี พ.ศ. 2535
3. โรงพยาบาล 67% ผู้บริหารของโรงพยาบาลมีนโยบายหรือแนวทางในการประหยัดพลังงาน

ผลจากงานวิจัยเชิงทดลอง

รูปที่ 8 กราฟบันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการในโรงพยาบาลในแต่ละวัน



ที่มา : ประมวลผลจากโปรแกรมไดนามิกไทม์วอร์ปปิง

กราฟที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลการบันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการจำนวน 92 วัน หรือภายใน 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2554 ด้วยโปรแกรมโอเพ่นซอร์สไดนามิกไทม์วอร์ปปิง ได้ผลตามตัวอย่างกราฟในรูปที่ 8 ซึ่งมีการแบ่งระยะเวลาที่ 5 นาที, 30 นาที, 60 นาที, 90 นาที, และ 120 นาที เพื่อใช้ในการหาตัวแทนที่ดีในแต่ละกลุ่มต่อไป

รูปที่ 9 ตารางการคัดเลือกตัวแทนที่ดีที่สุดในแต่ละกลุ่ม

Condition	[Time: 5min , 2-5 Group]				
k=2	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Leader 1	[Tu] 20110607 [N:8, E:55	[Th] 20110609 [N:81, E:3	[Th] 20110609 [N:55, E:2	[Fr] 20110715 [N:23, E:10	[Th] 20110609 [N:89, E:4
Leader 2	[Th] 20110609 [N:84, E:4	[Fr] 20110805 [N:11, E:72	[Su] 20110807 [N:37, E:1	[Th] 20110609 [N:69, E:3	[Mo] 20110627 [N:3, E:15
SumError	47462	47253	46306	47103	48041
k=3	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Leader 1	[Fr] 20110722 [N:11, E:66	[Th] 20110609 [N:72, E:3	[Su] 20110724 [N:11, E:63	[Fr] 20110715 [N:39, E:17	[Th] 20110609 [N:62, E:3
Leader 2	[Su] 20110807 [N:48, E:2	[Tu] 20110607 [N:6, E:38	[Sa] 20110723 [N:50, E:2	[Fr] 20110805 [N:12, E:81	[Tu] 20110607 [N:8, E:55
Leader 3	[Mo] 20110704 [N:33, E:1	[We] 20110831 [N:14, E:8	[Tu] 20110823 [N:31, E:14	[Tu] 20110823 [N:41, E:19	[Fr] 20110715 [N:22, E:93
SumError	46172	45980	45778	45248	45573
k=4	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Leader 1	[Fr] 20110617 [N:16, E:98	[Th] 20110623 [N:14, E:78	[Tu] 20110823 [N:40, E:19	[Tu] 20110705 [N:4, E:20	[Mo] 20110718 [N:13, E:81
Leader 2	[Tu] 20110823 [N:41, E:19	[Su] 20110807 [N:30, E:1	[Fr] 20110805 [N:9, E:535	[Tu] 20110823 [N:34, E:15	[Th] 20110609 [N:50, E:2
Leader 3	[Mo] 20110620 [N:3, E:13	[Su] 20110710 [N:10, E:37	[Fr] 20110715 [N:39, E:17	[Su] 20110807 [N:35, E:15	[Fr] 20110805 [N:7, E:410
Leader 4	[Fr] 20110715 [N:32, E:13	[Tu] 20110719 [N:38, E:20	[Th] 20110602 [N:4, E:24	[Fr] 20110617 [N:19, E:112	[Fr] 20110826 [N:22, E:90
SumError	44340	44292	44162	44578	43818
k=5	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Leader 1	[Tu] 20110719 [N:30, E:16	[Th] 20110818 [N:3, E:78	[Tu] 20110823 [N:25, E:11	[Th] 20110804 [N:42, E:2	[Fr] 20110826 [N:24, E:10
Leader 2	[We] 20110720 [N:22, E:1	[Tu] 20110607 [N:4, E:22	[Sa] 20110723 [N:25, E:1	[Fr] 20110715 [N:21, E:842	[We] 20110622 [N:3, E:12
Leader 3	[Su] 20110828 [N:8, E:32	[Sa] 20110723 [N:40, E:1	[Fr] 20110715 [N:21, E:842	[Tu] 20110705 [N:4, E:213	[Tu] 20110719 [N:20, E:98
Leader 4	[Su] 20110807 [N:30, E:1	[Fr] 20110624 [N:19, E:10	[Su] 20110731 [N:6, E:228	[Fr] 20110617 [N:13, E:736	[Mo] 20110718 [N:14, E:87
Leader 5	[Tu] 20110614 [N:2, E:822	[We] 20110720 [N:26, E:1	[Tu] 20110712 [N:15, E:97	[Fr] 20110812 [N:12, E:416	[Fr] 20110715 [N:31, E:129
SumError	43191	44214	43132	44235	42935
	N = Number of Member in Group				
	E = Error of Group				

ที่มา : สรุปผลจากการใส่ค่า K Mean

จากรูปที่ 9 คือตารางตัวอย่างซึ่งเป็นผลจากการแยกกลุ่มในแต่ละช่วงเวลา เพื่อหาตัวแทนที่ดีที่สุดของแต่ละกลุ่ม โดยตารางที่นำมาเป็นตัวอย่างนี้มีการแบ่งระยะเวลาที่ 5 นาที และทำการแยกกลุ่ม โดยใส่ค่า K Mean ที่ 2, 3, 4 และ 5 เพื่อหาว่าค่า K Mean ใดที่ทำให้ได้ตัวแทนกลุ่มที่ดีที่สุด ซึ่งจะพบว่า มีกราฟของวันที่ 28 สิงหาคม 2554 เป็นตัวแทนที่ดีสำหรับค่า K Mean ที่ 5 เป็นต้น

ขั้นตอนต่อไป คือ การสรุปเพื่อให้ได้รูปแบบของการใช้บริการโรงพยาบาลว่าเป็นแบบวันใดบ้างซึ่งเรียกกราฟของวันดังกล่าวว่าเป็นตัวแทนที่ดี สามารถนำมาเป็นต้นแบบในการหาแนวทางสำหรับการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลต่อไปได้ ทั้งนี้ รูปแบบที่ได้จึงแตกต่างกันไปตามข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละโรงพยาบาล

โดยสุดท้ายแล้ว จะต้องสามารถประหยัดพลังงานหรือค่าไฟฟ้าของแต่ละโรงพยาบาลให้ได้ เพื่อทำให้มาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานที่พัฒนาขึ้นมาเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

สรุปแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งภายในและภายนอก ดังต่อไปนี้

1.ปัจจัยภายใน ได้แก่

1.1 จำนวนผู้ใช้บริการ

1.2 จำนวนอาคาร และอายุการใช้งานของแต่ละอาคาร

1.3 ผังอาคาร

1.4 องค์กรหรือธุรกิจเป็นของภาครัฐหรือภาคเอกชน

1.5 ทัศนคติของผู้บริหารต่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแสดงออกทางนโยบาย และการบริหารจัดการ

2.ปัจจัยภายนอก ได้แก่

2.1 นโยบาย กฎระเบียบ กฎหมายของภาครัฐ

2.2 สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล

2.3 วิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าเป็นแบบ TOU หรือ TOD

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารควรมีความใส่ใจในเรื่องการประหยัดพลังงานของโรงพยาบาลมากขึ้น เนื่องจากปัญหาสภาวะโลกร้อนที่กำลังเผชิญอยู่
2. มาตรการของทางภาครัฐอาจจะเป็นวิธีการที่ยังไม่เหมาะสม เนื่องจากต้องมีการใช้เอกสารจำนวนมากในการส่งรายงานการอนุรักษ์พลังงานทุกปี ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองกระดาษ รวมทั้งเวลาที่ใช้ไปในการเปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าในการทำรายงาน
3. การกำหนดมาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล ควรคำนึงถึงวิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าด้วย เนื่องจากมีผลต่อค่าไฟฟ้าเช่นกัน
4. หากต้องการศึกษาเกี่ยวกับการใช้พลังงานในโรงพยาบาล ควรกำหนดขอบเขตการวิจัยอย่างเฉพาะเจาะจง เนื่องจากในแต่ละโรงพยาบาลมีความหลากหลายค่อนข้างมาก
5. ข้อมูลบันทึกการใช้บริการควรมีการปรับปรุงให้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัจจุบันมากที่สุด เพื่อป้องกันการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานที่ผิดพลาดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนวิจัยจาก “ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต” บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะกรรมการสอบโครงร่างวิทยานิพนธ์ อาจารย์ประจำและอาจารย์พิเศษของหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรมทุกท่าน โรงพยาบาลที่มีส่วนร่วมแบ่งปันข้อมูล เจ้าหน้าที่หลักสูตรฯ หัวหน้างาน ครอบครัว และบรรดาญาติที่ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

โชติรัตน์ รัตนามหัทธนะ. (2553, พฤศจิกายน 15). เทคนิคการใช้ไดนามิกไทม์วอร์ปปิงในการทำเหมืองข้อมูลอนุกรมเวลา. **จุฬาสัมพันธ์.** 41(2553) : หน้า 6-7.

ธนิต จินดาวณิค. (2546, มีนาคม 3). พลังงาน & สิ่งแวดล้อม. **Engineering Today.** (1) : 4-5.

สุรินทร์ จันทสุรียวิช. (2546). **การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อรรจน์ เศรษฐบุตร. (2546). ขั้นตอนการบริหารจัดการพลังงานในอาคาร. **วารสารวิชาการสถาปัตยกรรม (คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย).** (2) : 60-79.

อัจฉรา เจริญทรัพย์ ทรงพล องค์วัฒนกุล และชลทิพย์ วิรัตกพันธ์. (2553). การระบุตำแหน่งอ้างอิงแบบอัตโนมัติเพื่อการวินิจฉัยมะเร็งเต้านมด้วยการจับคู่เทมเพลต. **ในการประชุมวิชาการ** The 6th National Conference on Computing and Information Technology **วันที่ 3-5 มิถุนายน 2553.** หน้า 706-710. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เกชา ธีระโกเมน. (2542, มกราคม). **การอนุรักษ์พลังงานในอาคาร.** [On-line]. Available : http://winyou.asia/article06/en-energy02.htm (2554, ตุลาคม 13).

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.). (2550). **โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ (SEC) อาคารประเภท: โรงพยาบาล.** [On-line]. Available : http://www.kmitl.ac.th/ader/sec/index.html (2554, กันยายน 14).

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2553). **10 มาตราการประหยัดพลังงาน.** [On-line]. Available : http://www2.egat.co.th/re/news.htm (2554, กันยายน 14)

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค. (2539). **วิธีคิดค่าไฟฟ้าอัตรา TOU และ TOD.** [On-line]. Available : http://www.pea.co.th/rates/rates_tou_tod_ft.htm (2554, ตุลาคม 13).

วิชัยชาญ เจริญสุข. (2553). **การใช้พลังงานในอาคาร.** [On-line]. Available : http://bit.ly/nVaGCU (2554, กันยายน 14).

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน (2553). **อาคารที่เข้าร่วมแข่งขัน.** [On-line]. Available : http://www.beat2010.net/index.php/building.html (2554, กันยายน 14)

ภาษาอังกฤษ

Zhun Yu, Benjamin C.M. Fung, Fariborz Haghighat, Hiroshi Yoshino, Edward Morofsky. (2011). A systematic procedure to study the influence of occupant behavior on building energy consumption. Energy and Building. 43(2011) : 1409-1417.