

การบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคาร ประเภทโรงพยาบาล

Energy Management and Energy Saving Policy for Hospital Building

สุนิษฐา รักรธรรมมัน¹ สุกรี สิ้นธุภิญโญ² อัจฉรา จันทรฉาย³

บทคัดย่อ

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

¹ นิสิตปริญญาโท ประจำหลักสูตรธุรกิจเทคโนโลยีและการจัดการนวัตกรรม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจำภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ ศาสตราจารย์กิตติคุณ ดร. ประจำคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

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.

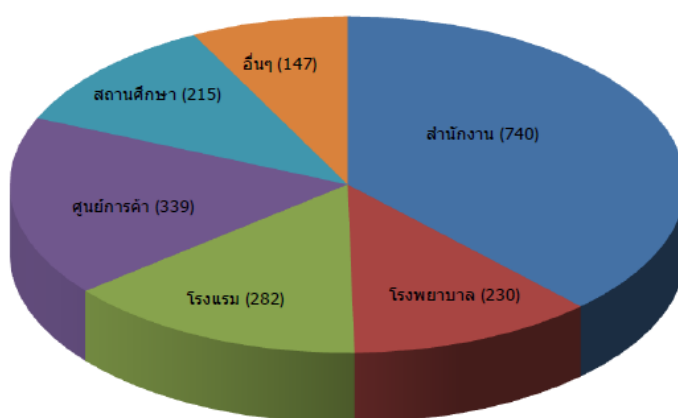
Keywords: Energy management, Energy saving policy, Building, Hospital

บทนำ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาล และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลต่อไป

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าภาครัฐบาลได้ออกพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในอาคารปี พ.ศ. 2535 เพื่อเป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน อันเนื่องมาจากสาเหตุหลัก 3 ประการ คือ ทรัพยากรแหล่งพลังงานกำลังหมดไป ปัญหาสิ่งแวดล้อมอย่างสภาวะโลกร้อน และปัญหาเศรษฐกิจ⁴ โดยได้กำหนดค่าภาระการทำความเย็นต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ภายนอกของอาคารสำหรับอาคารใหม่ และต้องมีการจัดหาผู้จัดการพลังงานสำหรับอาคารเก่า ในการจัดทำรายงานแผนข้อมูลการใช้และแผนการปรับลดการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง⁵ ทั้งนี้ จำนวนอาคารควบคุมในประเทศไทยทั้งหมดมีอยู่ 1,953 แห่ง แบ่งเป็น อาคารของเอกชนจำนวน 1,161 แห่ง อาคารของราชการจำนวน 792 แห่ง ซึ่งหากแบ่งตามประเภทธุรกิจ⁶ ได้ตามรูปที่ 1

รูปที่ 1 แผนภาพจำนวนของอาคารควบคุมในประเทศไทยในแต่ละประเภท



⁴ (ธนิต จินดาวณิก. 2546)

⁵ (อรรถจัน เศรษฐบุตร. 2546 : 60)

⁶ (วิชัยชาญ เจริญสุข. 2553)

ที่มา : ธนิต จินดาวงิต, 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 ประกอบกับกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้มีการศึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานและพบว่าอาคารประเภทโรงพยาบาลมีศักยภาพที่จะดำเนินการเรื่องการอนุรักษ์พลังงานได้อีกมาก และอาคารโรงพยาบาลมีความพร้อมในระดับหนึ่งที่จะสามารถผลักดันให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังและเป็นรูปธรรมได้⁷

นอกจากนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภท พบว่า การใช้พลังงานแบ่งเป็น 3 หมวดหลัก คือ ระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และสำหรับอุปกรณ์อื่นๆ⁸ ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบและสัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภท

ประเภทอาคาร	ปรับอากาศ (ร้อยละ)	แสงสว่าง (ร้อยละ)	อื่นๆ (ร้อยละ)
-------------	--------------------	-------------------	----------------

⁷ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550)

⁸ (วิจัยชาญ เจริญสุข. 2553)

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 : รัชชชาญ เจริญสุข, 2553

จากตารางที่ 1 พบว่าอาคารแต่ละประเภทมีการใช้พลังงานสำหรับระบบปรับอากาศในสัดส่วนที่มากที่สุด ยกเว้น อาคารประเภทสถานศึกษา สัดส่วนการใช้พลังงานในอาคารแต่ละประเภทที่รองลงมาคือ ระบบแสงสว่าง และสัดส่วนสุดท้าย คือ การใช้พลังงานสำหรับระบบอื่นๆ เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำ ลิฟต์ อุปกรณ์ทางการแพทย์ และระบบความร้อนในสถานพยาบาล⁹

ปัจจุบันมีบริษัทที่ให้บริการวางระบบบริหารจัดการการใช้พลังงานตามรายชื่อ¹⁰ ดังต่อไปนี้

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

โดยระบบการบริหารการใช้พลังงานในอาคารโรงพยาบาลนั้น เป็นหน้าที่รับผิดชอบของหน่วยงานที่ควบคุมการทำงานของระบบต่างๆ อันได้แก่

⁹ (รัชชชาญ 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 ป้อนน้ำดับเพลิง และปั๊มปรับแรงดัน
6. ระบบประปาและระบบสุขาภิบาล ประกอบด้วย ป้อนน้ำประปา ปั๊มปรับแรงดันน้ำ และปั๊มระบบบำบัดน้ำเสีย
7. ระบบแก๊สทางการแพทย์
8. ระบบสื่อสาร เช่น ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน ระบบส่งเอกสาร ระบบโทรศัพท์ ระบบประกาศและกระจายเสียง ระบบคอมพิวเตอร์รวม เป็นต้น¹¹

โดยวิธีการจัดการพลังงานในอาคารเพื่อลดค่าใช้จ่ายเรื่องการใช้พลังงานต้องมีระบบในการจัดการ มีเป้าหมายและนโยบายที่ชัดเจน มีการตรวจสอบรวบรวมข้อมูล และวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน เพื่อสามารถเลือกแนวทางการเพิ่มประสิทธิภาพได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระยะ¹² ได้แก่

1. ระยะสั้น คือ ไม่เน้นการลงทุน ไม่กระทบต่อการใช้งาน และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้ 5-10% ของการใช้พลังงานแบบเดิม
2. ระยะกลาง คือ มีระยะเวลาคืนทุน 2-5 ปี มีการปรับ เปลี่ยน หรือเสริมอุปกรณ์

¹¹ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2550)

¹² (ชาญ ศิริรัตน์. 2554)

3. ระยะยาว คือ มีระยะเวลาคืนทุนมากกว่า 5 ปี มีการเปลี่ยน หรือติดตั้ง อุปกรณ์ใหม่ ใช้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานเข้ามาช่วยและควรมีผู้เชี่ยวชาญให้คำปรึกษา และวิเคราะห์ทางการเงินอย่างละเอียด

ทั้งนี้ การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าหรือพลังงาน ประกอบด้วย 3 หัวข้อหลัก¹³ คือ

1. วิธีดำเนินการ เป็นการสนับสนุนให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพและควบคุมหรือลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยทั่วไปจำแนกได้ 2 วิธีการซึ่งสามารถทำควบคู่กันได้ ได้แก่

1.1. การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพหรือการอนุรักษ์พลังงาน

1.2. การบริหารการใช้พลังงาน

2. การวัดผลของการประหยัดค่าไฟฟ้ามี่ 2 ค่าด้วยกัน ได้แก่

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

2.2. ค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือ ค่าใช้จ่ายสำหรับปริมาณความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ โดยวัดในรูปของความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดเฉลี่ยใน 15 นาที และใช้ค่าสูงสุดในรอบเดือนมาคำนวณค่าไฟฟ้า

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

¹³ (สุรินทร์ จันทสุริยวิช. 2546 : 16)

3.1. สำรวจและจัดทำรายงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดภายในอาคารเป็นหมวดหมู่

3.2. จัดทำวงจรทางพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์

3.3. คำนวณหาค่าตัวประกอบโหลดและจัดทำกราฟโหลด

3.4. พิจารณาวางแผนการใช้พลังงานโดยพยายามรักษาระดับความต้องการพลังไฟฟ้าให้ต่ำที่สุด ภายใต้เงื่อนไขต้องไม่ทำให้ผลผลิตลดลง

3.5. วิเคราะห์ผลว่าช่วงใดมีการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุด ต่ำสุด พิจารณาว่าอุปกรณ์ใดสามารถหยุดทำงานโดยไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบ

3.6. จัดทำเป็นตารางสรุปและควบคุมความต้องการพลังไฟฟ้าไม่ให้เกินขอบเขตที่ตั้งไว้

โดยปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานสำหรับอาคารนั้น แบ่งได้เป็น 7 กลุ่ม คือ¹⁴

1. สภาพภูมิอากาศ

2. ลักษณะทางกายภาพของอาคาร

3. ลักษณะการใช้งานที่เกี่ยวข้อง

4. ระบบและการบริหารงานบริการสำหรับอาคาร

5. พฤติกรรมและกิจกรรมของผู้อยู่อาศัยในอาคาร

6. ปัจจัยด้านสังคมและเศรษฐกิจ

7. คุณภาพด้านสิ่งแวดล้อมภายในอาคารตามความต้องการส่วนมาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย¹⁵ คือ

1. ปิดไฟฟ้า 1 ดวงหรือถอดหลอดไฟที่ไม่ใช้ออก จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,519 ล้านบาท/ปี

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

¹⁵ (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2553)

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 นิ้ว แทน 20 นิ้ว จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 2,642 ล้านบาท/ปี
5. ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ 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. ใช้จอกคอมพิวเตอร์ 15 นิ้ว แทน 17 นิ้ว และปิดหน้าจอเมื่อไม่ใช้ จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 92 ล้านบาท/ปี
9. อย่าเสียบปลั๊กไฟฟ้าทิ้งไว้เมื่อไม่ใช้งาน จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 3 ล้านบาท/ปี

ทั้งนี้ มาตรการประหยัดพลังงานมีข้อจำกัด 2 ส่วน คือ ภายนอก และภายใน ดังนี้¹⁶

1. ภายนอก ได้แก่ พื้นที่ งบประมาณ เจ้าของ
2. ภายใน ได้แก่ การออกแบบ ซึ่งสามารถใช้หลักการอนุรักษ์พลังงาน ในระหว่างการออกแบบได้ ดังนี้
 - 2.1. การจัดประเภทพื้นที่อาคารเป็นพื้นที่ควบคุมสภาพแวดล้อม อย่างสมบูรณ์ พื้นที่เลือกใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมจากธรรมชาติ และพื้นที่ใช้ประโยชน์จากธรรมชาติอย่างสมบูรณ์

¹⁶ (เกชา อีระโกเมน. 2542)

- 2.2. การสร้างสภาพแวดล้อมที่ดี
- 2.3. การวางแผนให้ประสานการใช้ประโยชน์ร่วมกัน
- 2.4. การวางระบบหลักให้อยู่ศูนย์กลาง
- 2.5. การระบายอากาศตามธรรมชาติ
- 2.6. การให้แสงสว่างด้วยแสงธรรมชาติ
- 2.7. การออกแบบผนังภายนอก
- 2.8. ระบบการส่งน้ำเย็นจากส่วนกลาง
- 2.9. การจัดพื้นที่เขตรอบนอก
- 2.10. การเติมอากาศจากภายนอกอาคาร
- 2.11. การสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าต่ำ

ส่วนการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยโปรแกรมที่ใช้เทคนิคของการปรับแนวโดยวิธีไดนามิกโทมวอร์ปปีงในการจับคู่เทมเพลต เพื่อค้นหาตำแหน่งของข้อมูลที่ต้องการสกัด ซึ่งผลลัพธ์จากการประมวลผลประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระยะทางระหว่างอนุกรมเวลาที่นำมาวัด และการปรับแนวระหว่างอนุกรมทั้งสอง¹⁷

แนวคิดในการทำดัชนีวิธีนี้จะทำการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธี Indexed Sequential Access โดยเริ่มต้นจากการจับกลุ่มข้อมูลที่คล้ายๆ กันในฐานข้อมูลให้อยู่ในไฟล์เดียวกันก่อนแล้วทำการสร้างตัวแทนของแต่ละกลุ่มข้อมูลขึ้นมา เพื่อทำเป็นดัชนีของแต่ละกลุ่มนั้นๆ ตัวแทนกลุ่มที่ได้นี้จะนำไปใช้ในการคำนวณค่าขอบเขตล่าง สำหรับกลุ่มข้อมูลของระยะทางไดนามิกโทมวอร์ปปีงระหว่าง 2 ข้อมูลที่ได้ค่าระยะทางน้อยที่สุด แล้วทำการเรียงลำดับการเข้าถึงกลุ่มข้อมูลตามค่าขอบเขตล่างที่ได้จากน้อยไปหามาก ในส่วนของการค้นข้อมูลจะเริ่มต้นเรียงลำดับของกลุ่มข้อมูลที่ได้จัดเรียงไว้และทำการค้นทีละกลุ่มข้อมูลตามลำดับไปเรื่อยๆ จนกว่าค่าขอบเขตล่างของกลุ่มข้อมูลจะมากกว่าเกณฑ์หยุดก็ จะทำการยุติการค้น ซึ่งวิธีนี้นอกจากจะทำให้สามารถพบข้อมูลที่มีความคล้ายก่อนในช่วงต้นๆ ยังสามารถลดทอนการเข้าถึงข้อมูลในกลุ่มท้ายๆ ได้มากถึง 90% อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดหลักของเทคนิคนี้อยู่ที่

¹⁷ (อัจฉรา เจริญทรัพย์ ทรงพล องค์กรวัฒน กุล และชลทิพย์ วิรัตน์พันธ์. 2553 : 706-708)

ระยะเวลาที่ต้องใช้ในการประมวลผลที่ค่อนข้างมาก เนื่องจากเป็นการคำนวณแบบพลวัต และยังขาดการแก้ปัญหาและพัฒนาที่สมบูรณ์¹⁸

จากที่ได้กล่าวถึงงานวิจัยและบทความที่เกี่ยวข้องกับระบบบริหารการใช้พลังงาน การจัดการด้านการใช้พลังงาน มาตรการประหยัดพลังงาน และการวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคไดนามิกไทม์วอร์ปิงประกอบกับการศึกษาถึงการบริหารการใช้พลังงานและมาตรการประหยัดพลังงานของอาคารประเภทโรงพยาบาลจากงานวิจัยนี้แล้วนั้น 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 และเจ้าหน้าที่ที่มีความพร้อมและยินดีให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูล ทั้งนี้ มีการส่งจดหมายขออนุญาตผู้อำนวยการของแต่ละโรงพยาบาลทั้งการแจกแบบสอบถามและการสัมภาษณ์
- 1.3. การออกแบบเครื่องมือ ได้แก่ แบบสอบถาม ประกอบด้วยคำถามปลายเปิดโดยเติมคำในช่องว่าง จำนวน 4 ข้อใหญ่ และคำถามปลายปิดโดยให้เลือกคำตอบ จำนวน 5 ข้อใหญ่ และแนวคำถามสำหรับใช้ในการสัมภาษณ์รายบุคคล
- 1.4. วิธีการรวบรวมข้อมูล โดยการส่งจดหมายนำพร้อมแบบสอบถามทางโทรสาร และโทรศัพท์ติดตามผล หลังจากนั้นหากโรงพยาบาลใดตอบแบบสอบถามกลับ ทางผู้วิจัยจะ

¹⁸ (โชติรัตน์ รัตนามัทธนะ. 2553 : 6-7)

โทรศัพท์ติดต่อโรงพยาบาลที่ตอบกลับ เพื่อขออนุญาตเข้าไป สัมภาษณ์ตามแนวคำถามเพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งเป็นการ สัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง

1.5. วิธีการประมวลผลข้อมูล โดยใช้วิธีการดังต่อไปนี้

1.5.1. การบันทึก โดยการจับบันทึกคัดลอกข้อมูลจาก ต้นฉบับอีกครั้ง เพื่อให้เป็นระเบียบ และง่ายต่อการค้นหา ข้อมูล

1.5.2. การจัดเรียงข้อมูล โดยเรียงข้อมูลตามตัวอักษร จาก ก ข ค ถึง ฮ และจากตัวเลขน้อยไปหามาก หรือมากไปหา น้อย เพื่อให้ดูง่าย และค้นหาข้อมูลที่ต้องการได้เร็ว ขึ้น

1.5.3. การจัดกลุ่ม โดยการแยกออกเป็นกลุ่มหรือประเภท ตามหัวข้อในแบบสอบถาม และเนื้อหาจากการสัมภาษณ์ ซึ่งทำให้การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของข้อมูลทำได้ ง่ายขึ้น

1.5.4. การรวมข้อมูล โดยการนำข้อมูลตั้งแต่ 2 ชุดขึ้นไปมา รวมกันให้เป็นชุดเดียว เช่น ข้อมูลอาคารและการใช้งาน ซึ่งเป็นการรวมข้อมูลของจำนวนอาคาร อายุอาคาร จำนวนผู้ใช้บริการโดยเฉลี่ยต่อวัน และจำนวนเตียง

2. งานวิจัยเชิงทดลอง

2.1. วิธีการ โดยเก็บข้อมูลบันทึกเวลาของผู้ที่มาใช้บริการด้วย การส่งจดหมายขอความอนุเคราะห์ไปยังโรงพยาบาลต่างๆ แล้วนำมา ประมวลผลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาโดยเทคนิค ไดนามิกไทม์วอร์ปิง และสรุปผลเป็นรูปแบบของการใช้บริการของคนไข้ ในแต่ละรูปแบบ หลังจากนั้น จึงนำข้อมูลจากงานวิจัยทั้ง 2 ส่วนมาหา แนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงาน สำหรับโรงพยาบาล

2.2. การออกแบบกลุ่มตัวอย่าง เป็นโรงพยาบาลที่มีความพร้อม และยินดีในการให้ข้อมูลที่บันทึกเวลาของผู้ที่มาใช้บริการเป็นระยะเวลา 3 เดือน

2.3. การออกแบบเครื่องมือ ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยเทคนิคไดนามิกไทม์วอร์ปิงที่เป็นโปรแกรมโอเพ่นซอร์ส 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 แบ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามพร้อมให้ข้อมูลเพิ่มเติม และจากการสัมภาษณ์มาจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 13 ราย โดยผู้ให้ข้อมูลเป็นบุคลากรของโรงพยาบาลในฝ่ายซ่อมบำรุง หรือแผนกอาคารและสถานที่ ได้ต่อดังนี้ โรงพยาบาลเกษมราษฎร์ บางแค โรงพยาบาลกรุงเทพ โรงพยาบาลกรุงเทพคริสเตียน โรงพยาบาลเจตนิโน 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

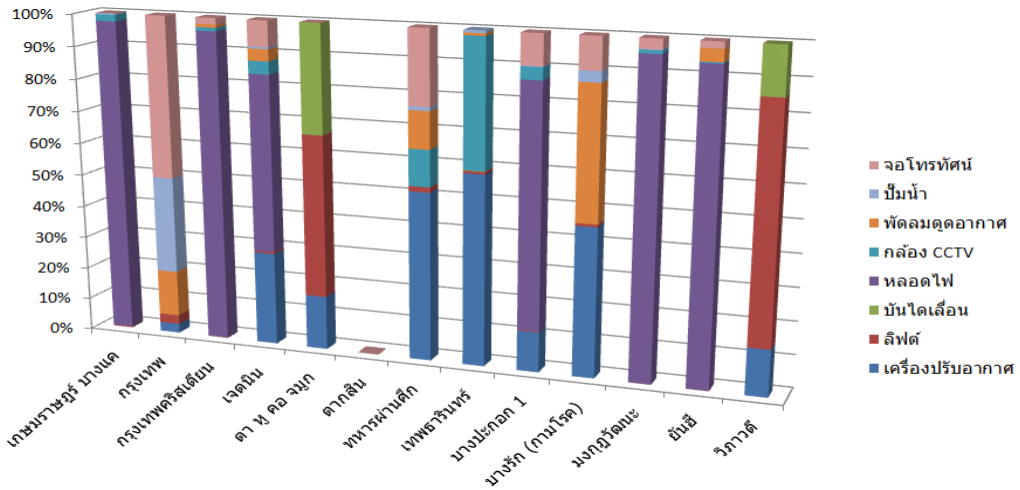
โรงพยาบาล	จำนวน เตียง (เตียง)	จำนวน อาคาร (อาคาร)	อายุอาคาร (ปี)	ผู้ใช้บริการ เฉลี่ยต่อวัน (คน)
1. โรงพยาบาลบางรัก (กามโรค)	0	1	6	n/a
2. โรงพยาบาลเจตนิน	30	3	15, 3, 4	150
3. โรงพยาบาลตา หู คอ จมุก	50	2	15, 3	1,800
4. โรงพยาบาลเทพธาวิ นทร์	80	1	20	500
5. โรงพยาบาลบางปะ กอก 1	250	1	17	1,200
6. โรงพยาบาลทหาร ผ่านศึก	300	7	25, 10, 1, n/a, n/a, n/a, n/a	500
7. โรงพยาบาลยันฮี	400	1	16	500
8. โรงพยาบาลมงกุฎ วัฒนะ	400	3	n/a	1,200
9. โรงพยาบาลวิภาวดี	400	3	25, 17, 17	1,400
10. โร ง พ ย า บ า ล กรุงเทพคริสเตียน	400	7	3, 27, 46, 5, 54, 50, 35	1,500
11. โร ง พ ย า บ า ล กรุงเทพ	558	3	11, 11, 11	1,200

12. โรงพยาบาลเกษม ราษฎร์ บางแค	600	1	19	1,000
13. โรงพยาบาลตาก สิน	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

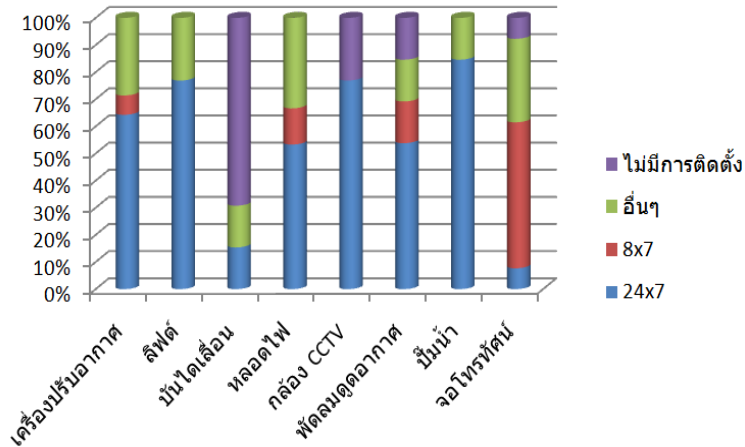
รูปที่ 2 แผนภาพจำนวนอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละโรงพยาบาล



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

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

รูปที่ 3 แผนภาพระยะเวลาของอุปกรณ์ (ใช้โรงพยาบาล) เครื่องใช้ไฟฟ้าของแต่ละ

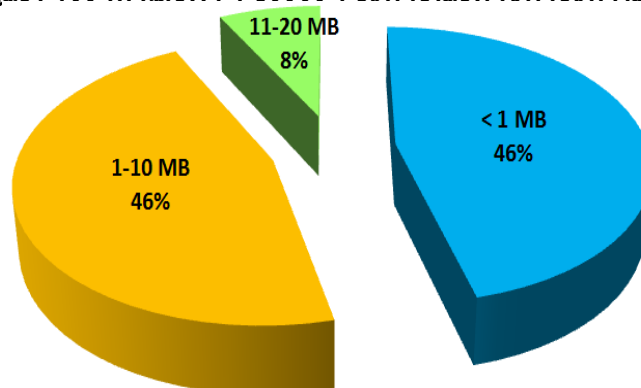


ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 3 สัดส่วนโรงพยาบาลที่มีระยะเวลาการเปิด-ปิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภท 24 ชั่วโมงทุกวัน มีดังต่อไปนี้ ป้อนน้ำมีโรงพยาบาล 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 สามารถตั้งระยะเวลาและบริหารจัดการการใช้พลังงานได้

รูปที่ 4 แผนภาพจ้อมูลค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือนของแต่ละ



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 4 แบ่งได้เป็น 3 ระดับ คือ

1. ค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ยต่อเดือนน้อยกว่า 1 ล้านบาท มี 6 แห่ง คือ โรงพยาบาลเจตนิน โรงพยาบาลตา หู คอ จมูก โรงพยาบาล

เทพธารินทร์ 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 พิจารณาระยะเวลาดำเนินการและความจำเป็น
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

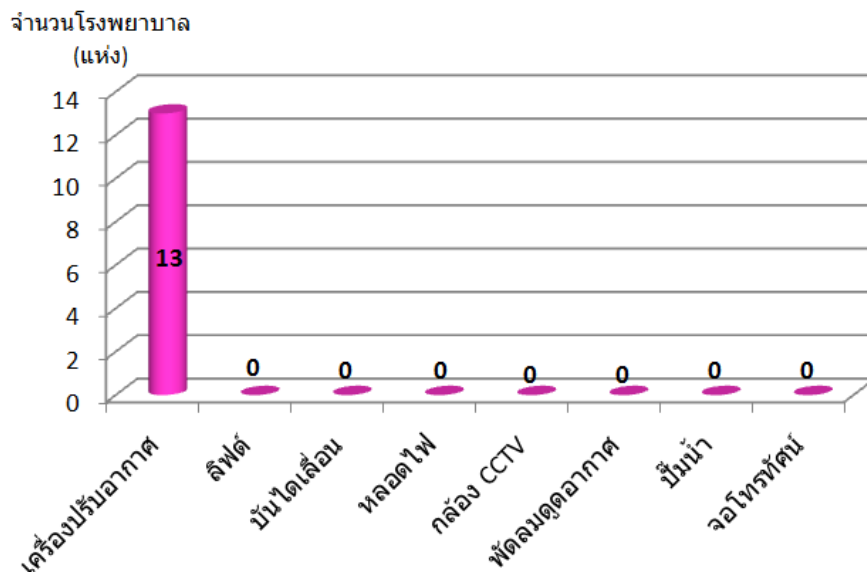
4.2. TOU แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ On Peak: วันจันทร์ - ศุกร์ 09.00 - 22.00 น

Off Peak: วันจันทร์ - ศุกร์ 22.00 - 09.00 น. และ

วันเสาร์ วันอาทิตย์ วันหยุดราชการ ตามปกติ

(ไม่รวมวันหยุดชดเชย) ทั้งหมด¹⁹

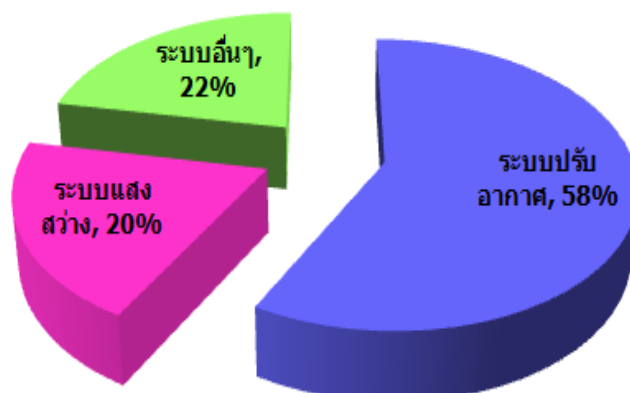
รูปที่ 5 แผนภาพข้อมูลเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากที่สุดต่อเดือน
ของแต่ละโรงพยาบาล



ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 5 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ เครื่องปรับอากาศ

รูปที่ 6 แผนภาพสัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในแต่ละระบบของ
โรงพยาบาล



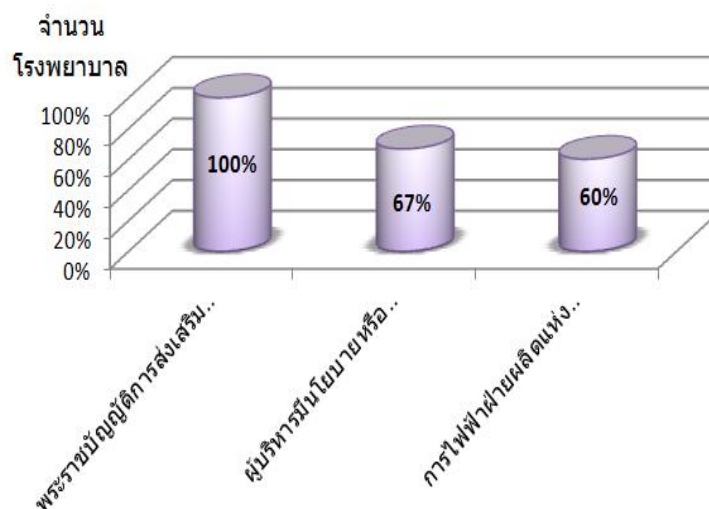
¹⁹ (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 6 สัดส่วนการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยของแต่ละระบบพบว่า ระบบที่ใช้พลังงานมากที่สุด คือ ระบบปรับอากาศ 58% ระบบแสงสว่าง 20% และระบบอื่นๆ 22%

ดังนั้น จากรูปที่ 5 และรูปที่ 6 หากโรงพยาบาลสามารถลดการใช้พลังงานสำหรับเครื่องปรับอากาศ หรือระบบปรับอากาศได้ จะทำให้ค่าไฟฟ้าลดลงอย่างชัดเจน ดังนั้น มาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาล ควรเน้นที่ระบบปรับอากาศมากที่สุด

รูปที่ 7 แผนภาพแนวทางมาตรการประหยัดพลังงานของแต่ละโรงพยาบาล



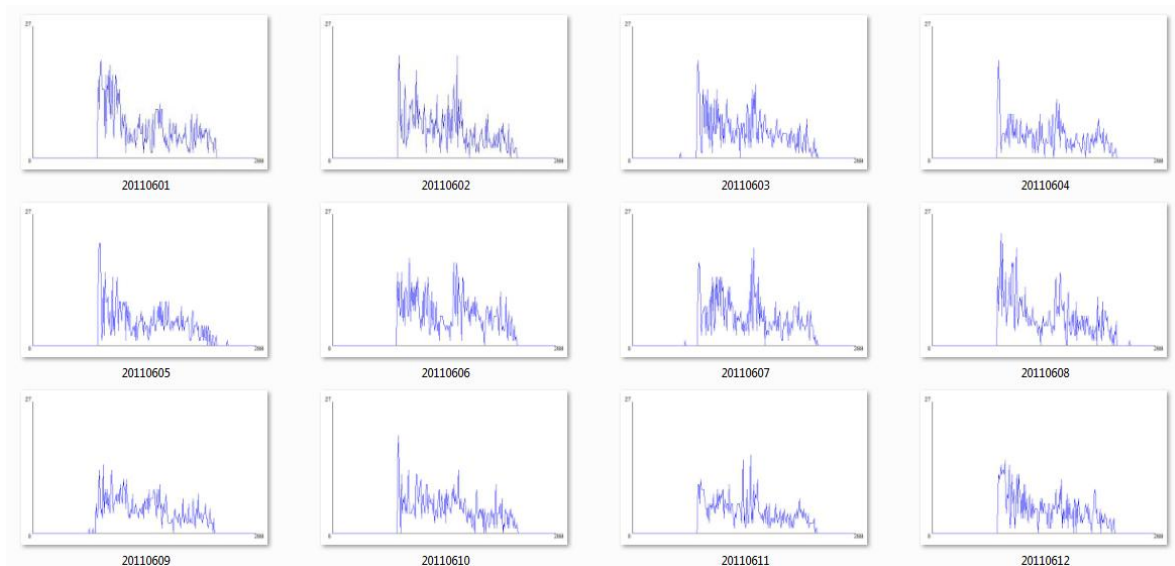
ที่มา : สรุปผลจากแบบสอบถาม

จากรูปที่ 7 พบว่าแต่ละโรงพยาบาลมีการปฏิบัติตามแนวทาง
มาตรการประหยัดพลังงานโดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้ดังนี้

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

ผลจากงานวิจัยเชิงทดลอง

รูปที่ 8 กราฟบันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการในโรงพยาบาลในแต่ละวัน



ที่มา : ประมวลผลจากโปรแกรมไดนามิกโทมวอร์ปปีง

กราฟที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลการบันทึกเวลาของผู้มาใช้บริการจำนวน 92 วัน หรือภายใน 3 เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน ถึงวันที่ 31 สิงหาคม 2554 ด้วยโปรแกรมโอเพ่นซอร์สไดนามิกโทมวอร์ปิง 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:39]	[Th] 20110609 [N:55, E:21]	[Fr] 20110715 [N:23, E:10]	[Th] 20110609 [N:89, E:41]
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:31]	[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:31]
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:76]	[Tu] 20110823 [N:40, E:15]	[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:53]	[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:1]	[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:84]	[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:84]	[Tu] 20110705 [N:4, E:21]	[Tu] 20110719 [N:20, E:96]
Leader 4	[Su] 20110807 [N:30, E:1]	[Fr] 20110624 [N:19, E:10]	[Su] 20110731 [N:6, E:22]	[Fr] 20110617 [N:13, E:73]	[Mo] 20110718 [N:14, E:87]
Leader 5	[Tu] 20110614 [N:2, E:82]	[We] 20110720 [N:26, E:1]	[Tu] 20110712 [N:15, E:97]	[Fr] 20110812 [N:12, E:41]	[Fr] 20110715 [N:31, E:125]
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 โดยใช้ค่า K Mean ที่ 2, 3, 4 และ 5 เพื่อหาค่า K Mean ใดที่ทำให้ได้ตัวแทนกลุ่มที่ดีที่สุด ซึ่งจะพบว่า มีกราฟของวันที่ 28 สิงหาคม 2554 เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดสำหรับค่า K Mean ที่ 5 เป็นต้น

ขั้นตอนต่อไป คือ การสรุปเพื่อให้ได้รูปแบบของการใช้บริการโรงพยาบาลว่าเป็นแบบวันใดบ้างซึ่งเรียกรูปของวันดังกล่าวว่าเป็นตัวแทนที่ดี สามารถนำมาเป็นต้นแบบในการหาแนวทางสำหรับการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลต่อไปได้ ทั้งนี้ รูปแบบที่ได้จึงแตกต่างกันไปตามข้อมูลในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละโรงพยาบาล

โดยสุดท้ายแล้ว จะต้องสามารถประหยัดพลังงานหรือค่าไฟฟ้าของแต่ละโรงพยาบาลให้ได้ เพื่อทำให้มาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานที่พัฒนาขึ้นมาเกิดประสิทธิภาพมากที่สุด

สรุปแนวทางในการพัฒนามาตรการแนะนำการบริหารการใช้พลังงานสำหรับโรงพยาบาลขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งภายในและภายนอกดังต่อไปนี้

1. ปัจจัยภายใน ได้แก่

1.1 จำนวนผู้ใช้บริการ

1.2 จำนวนอาคาร และอายุการใช้งานของแต่ละอาคาร

1.3 ผังอาคาร

1.4 องค์กรหรือธุรกิจเป็นของภาครัฐหรือภาคเอกชน

1.5 ทักษะคติของผู้บริหารต่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งแสดงออกทางนโยบาย และการบริหารจัดการ

2. ปัจจัยภายนอก ได้แก่

2.1 นโยบาย กฎระเบียบ กฎหมายของภาครัฐ

2.2 สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล

2.3 วิธีการคำนวณค่าไฟฟ้าเป็นแบบ TOU หรือ TOD

ข้อเสนอแนะ

1. ผู้บริหารควรมีความใส่ใจในเรื่องการประหยัดพลังงานของโรงพยาบาลมากขึ้น เนื่องจากปัญหาสถานะโลกร้อนที่กำลังเผชิญอยู่
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 รัตนามัทธนะ. (2553, พฤศจิกายน 15). เทคนิคการใช้ไดนามิกโทมวอร์ปปีงในการทำเหมืองข้อมูลอนุกรมเวลา. **จุฬาสัมพันธ์**. 41(2553) : หน้า 6-7.

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

สุรินทร์ จันทสุริยวิช. (2546). การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

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

เกชา อีระโกเมน. (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 มาตรการประหยัดพลังงาน. [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.