

## การศึกษาค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่

### A Study of Specific Energy Consumption in Grand Private Hospital

กิตติ สถาพรประสาธน์ ปุริม ประจันตะเสน \* วิชชากร จารุศิริ  
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
องครักษ์ นครนายก 26120 โทร 0-3732-2625-35 โทรสาร 0-3732-2601 E-mail: purim@phyathai.com

Kitti Sathapornprasath Purim Prachantasen \* Witchakorn Charusiri  
Engineering Management, Faculty of Engineering, Srinakharinwirot University  
Ongkharak, Nakhon Nayok 26120 Thailand Tel: 0-3732-2625-35 Fax: 0-3732-2601 E-mail: purim@phyathai.com

#### บทคัดย่อ

ค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) เป็นค่าที่แสดงการใช้พลังงานต่อหน่วยทางกายภาพหรือต่อจำนวนผู้ป่วย ดังนั้นค่า SEC จึงสะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานและแสดงถึงต้นทุนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงาน ในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิเคราะห์การใช้พลังงาน วิธีการหาค่า SEC ค่าเกณฑ์การใช้พลังงานของโรงพยาบาล ซึ่งจากผลการวิจัยโรงพยาบาลเอกชนขนาด 200 - 500 เตียง จำนวน 10 แห่ง พบว่าโรงพยาบาลเอกชนมีพื้นที่ในการให้บริการทางการแพทย์เป็นพื้นที่ปรับอากาศทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย พื้นที่ผู้ป่วยใน IPD พื้นที่ผู้ป่วยนอก OPD และพื้นที่ส่วนกลาง มีสัดส่วนในการให้บริการรักษาทางการแพทย์ของจำนวนผู้ป่วยนอก OPD และ จำนวนผู้ป่วยใน IPD เท่ากับ 10 คน ต่อ 1 เตียง การใช้พลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนค่าใช้จ่ายและปริมาณการใช้สูงกว่าร้อยละ 90 ของพลังงานรวมทั้งหมด และสามารถจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เป็นระบบคือ ระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 60 และระบบอื่นๆ (ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ และ อุปกรณ์ทางการแพทย์) ร้อยละ 40 พื้นที่ปรับอากาศจำนวนผู้ป่วยใน IPD และจำนวนผู้ป่วยนอก OPD เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการที่ใช้พลังงานโรงพยาบาลเอกชน ทางผู้วิจัยเสนอวิธีการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 3 วิธี คือ 1. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ ( $SEC_{AC-Area}$ ) 2. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD ( $SEC_{IPD}$ ) 3. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD ( $SEC_{OPD}$ ) และได้ค่าเกณฑ์การใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 10 แห่ง  $SEC_{AC-Area}$  เท่ากับ 290.12 kWh/ปี/m<sup>2</sup>  $SEC_{IPD}$  เท่ากับ 279.98 kWh/ปี/IPD และ  $SEC_{OPD}$  เท่ากับ 22.24 kWh/ปี/OPD และจากปัจจัยที่มีผลต่อการที่ใช้พลังงานสามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการพลังงานของโรงพยาบาลเอกชนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พลังงานเบื้องต้นที่จะนำไปสู่หนทางประหยัดพลังงานอย่างเหมาะสมและยั่งยืนในอนาคต

#### Abstract

Specific Energy Consumption (SEC) is a value that shows the energy output per patient or physical. SEC has the power to reflect performance and reflect the cost of energy establishment. This research is to study analyze the energy, how to evaluate SEC and energy benchmark of private hospitals 200 - 500 beds from 10 locations. According to research found that private hospitals in the area of medical services to all areas, including air conditioning. Area IPD patients, OPD patients and central area. In the central portion providing medical treatment of patients with OPD patients and IPD patients, equal number of 10 persons per bed. Using electricity costs and contributed to the higher volume for 90% of total energy. And can be accounted for by using an electric air conditioning system is accounted for 60% and other systems (lighting equipment and medical devices), for 40%. Conditioned area, IPD patients and OPD patients, a number of factors that affect energy use private hospitals. The research methods of measuring energy used 3 methods is : 1. SEC per conditioned area ( $SEC_{Area}$ ). 2. SEC per IPD patients ( $SEC_{IPD}$ ). 3. SEC per OPD patient ( $SEC_{OPD}$ ). Energy benchmark of grand private hospitals from 10 locations is  $SEC_{Area}$  equal to 290.12 kWh/yr/m<sup>2</sup>,  $SEC_{IPD}$  equal to 279.98 kWh/yr/IPD and  $SEC_{OPD}$  equal to 22.24 kWh/yr/OPD. And the factors that affect power relationships can be expressed as the equation of energy use in private hospitals to analyze the suitability of the initial energy will lead to ways to save energy and appropriate sustainable future.

## 1. บทนำ

ในสภาวะที่ราคาน้ำมันดิบในตลาดโลกมีราคาแพงและขาดแคลนนั้น ได้ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ต้องพึ่งพาน้ำมันปิโตรเลียมจากต่างประเทศในปริมาณที่สูงถึงกว่าร้อยละ 80[1] ดังนั้นนโยบายการประหยัดพลังงานของประเทศไทยได้เริ่มต้นปี พ.ศ. 2516 ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2516 - 2519) ที่เน้นการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าเท่านั้น ต่อมาในปี พ.ศ. 2529 เศรษฐกิจของประเทศไทยมีแนวโน้มการขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในด้านการส่งออก การลงทุน และการท่องเที่ยวทำให้ความต้องการในการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์ขยายตัวสูงขึ้น ดังนั้นทางรัฐบาลจึงได้มอบหมายให้กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานยกร่างกฎหมายเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ได้แก่ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535[2] ได้ประกาศใช้เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2535 และ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550[3] ได้ประกาศใช้เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2550 มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2551

ในการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานอาคารประเภทโรงพยาบาล [4]ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงานได้จำแนกอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลเป็นโรงพยาบาลรัฐ และโรงพยาบาลเอกชน ที่มีลักษณะการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน โดยที่โรงพยาบาลเอกชนจะมีค่าการใช้พลังงานต่อเตียง - วัน ที่สูงกว่าโรงพยาบาลของรัฐมาก เพราะมีการใช้เครื่องปรับอากาศในปริมาณมากกว่าประกอบกับโรงพยาบาลเอกชนมีพื้นที่ใช้สอยต่อเตียงมากกว่าโรงพยาบาลรัฐ ดังนั้นโรงพยาบาลเอกชนจึงต้องหาแนวทางในการใช้พลังงานให้เกิดประโยชน์สูงสุดโดยไม่มีผลกระทบต่อมาตรฐานในการให้บริการต่อผู้ป่วย เนื่องจากโรงพยาบาลเอกชนมีการแข่งขันกันสูงจึงต้องเน้นคุณภาพมาตรฐานในการให้บริการ และมีความทันสมัยของเครื่องมืออุปกรณ์ทางการแพทย์ รวมทั้งมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆภายในโรงพยาบาลเพื่อเพิ่มความพึงพอใจของผู้รับบริการ โรงพยาบาลเอกชนจึงมีปริมาณการใช้พลังงานมากกว่าโรงพยาบาลรัฐ ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าพลังงานจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลทำให้ต้นทุนการประกอบกิจการสูงขึ้นหรือต่ำลง ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเป็นแนวทางในการวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ที่จะนำไปสู่หนทางการประหยัดพลังงานอย่างเหมาะสมและยั่งยืนในอนาคต

## 2. วิธีดำเนินการวิจัย

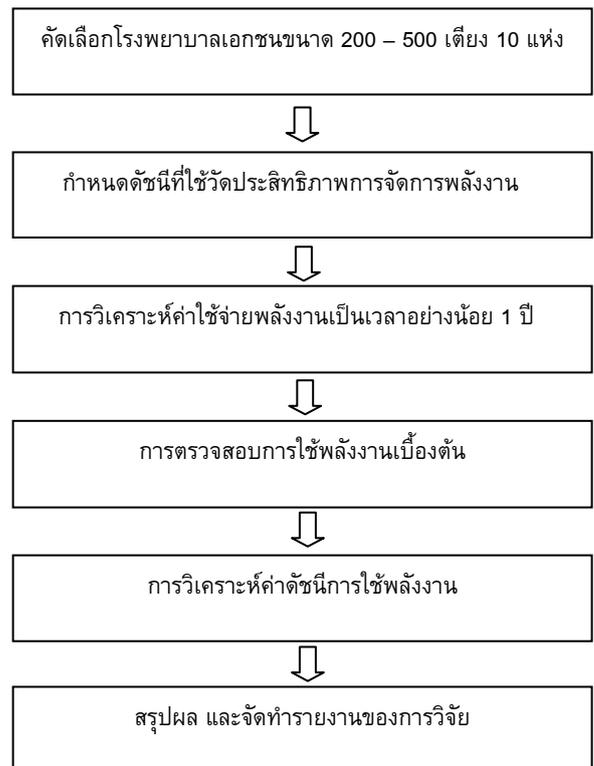
### 2.1 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ

ในปัจจุบันการประมาณค่าการใช้พลังงานจำเพาะ ได้ใช้ค่ามาตรฐานที่เรียกว่า “SEC” ซึ่งเป็นคำย่อของ Specific Energy Consumption ซึ่งเป็นอาจเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$SEC = \frac{\text{ปริมาณการใช้พลังงานในระยะเวลาหนึ่ง}}{\text{ปริมาณผลผลิตที่ได้ในระยะเวลาเดียว}} \quad (1)$$

ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC)[5] เป็นค่าที่ขึ้นกับปริมาณของผลผลิตรวมที่ผลิตได้ และพลังงานที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นค่าที่ได้จึงสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการผลิตของอุตสาหกรรมต่างๆได้สำหรับอาคารประเภทโรงพยาบาลเอกชน[6] ปัจจุบันใช้หน่วยซีวัตต์ดังกล่าว คือ จำนวนผู้ป่วยใน IPD ต่อปี ซึ่งอาจเปรียบเทียบได้กับผลผลิตจากการบริการที่เกิดขึ้นจากโรงงานอุตสาหกรรม การที่ใช้จำนวนผู้ป่วยจึงสามารถบ่งชี้ถึงศักยภาพในการใช้พลังงานเพื่อให้บริการได้อย่างชัดเจน และถ้ามีการเก็บข้อมูลไว้ทุกปีก็จะมีประโยชน์ก็จะทราบถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากอดีตจนถึงปัจจุบันว่ามีการพัฒนาที่ดีขึ้นหรือลดลง หรือสามารถอธิบายได้ว่าถ้าหากค่า SEC มีค่าต่ำแสดงว่าต้นทุนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานมีค่าต่ำ ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการจัดวางนโยบายการใช้พลังงานในหน่วยงานทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตรการบำรุงรักษาหรือปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ซึ่งอาจครอบคลุมถึงการเลือกใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยหรือการอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้สามารถควบคุมจัดการการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพ เป็นต้น[7] หน่วยของค่าการใช้พลังงานจำเพาะที่ใช้กันมีหลายอย่างเช่น ค่าของไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) ค่าของความร้อนเป็นเมกะจูล (MJ) หรือ แคลลอรี่ (Cal) หรือเป็นค่าเทียบเท่าน้ำมันดิบ (TOE) ต่อหนึ่งหน่วยผลิต เป็นต้น

### 2.2 ขอบเขตงานวิจัย

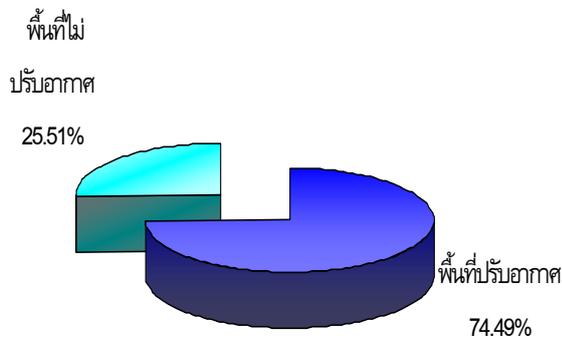


รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

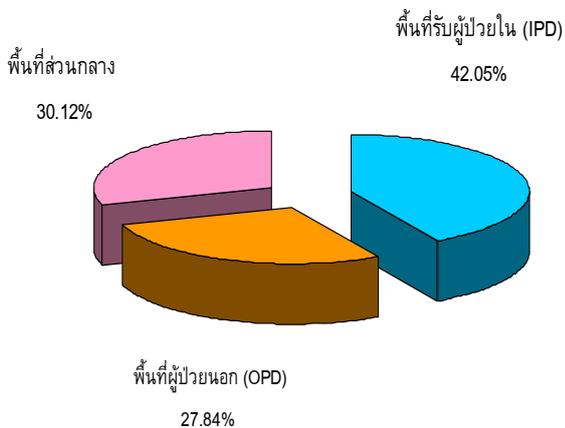
### 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโรงพยาบาล

#### 3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป

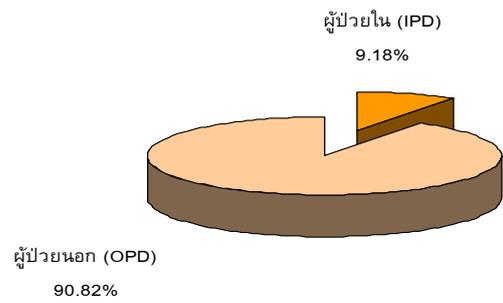
ทางผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 10 แห่ง และได้กำหนดชื่อแต่ละแห่งเป็น A - J ตามลำดับ ในการพิจารณาพื้นที่ใช้สอย (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ) เมื่อพิจารณาสัดส่วนพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศได้ค่าเฉลี่ยการใช้งานพื้นที่ปรับอากาศเป็น 2.9 เท่าของพื้นที่ไม่ปรับอากาศ และมีพื้นที่ในการให้บริการทางการแพทย์เป็นพื้นที่ปรับอากาศทั้งหมด ประกอบด้วย พื้นที่ผู้ป่วยใน IPD พื้นที่ผู้ป่วยนอก OPD และพื้นที่ส่วนกลาง (รายละเอียดแสดงรูปที่ 2 และรูปที่ 3) เมื่อได้พิจารณาสัดส่วนการให้บริการทางการแพทย์ได้ค่าเฉลี่ยของจำนวนผู้ป่วยนอก OPD เป็น 10 เท่าของจำนวนผู้ป่วยใน IPD (รายละเอียดแสดงรูปที่ 4) ข้อมูลเบื้องต้นนี้แสดงให้เห็นถึงการใช้งบประมาณ ในการให้บริการของโรงพยาบาลเอกชนมีการใช้พลังงานเกือบทั้งหมดตกอยู่กับพื้นที่ปรับอากาศและการให้บริการทางการแพทย์



รูปที่ 2 แสดงสัดส่วนพื้นที่ใช้สอยเฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง (ไม่รวมพื้นที่จอดรถ)



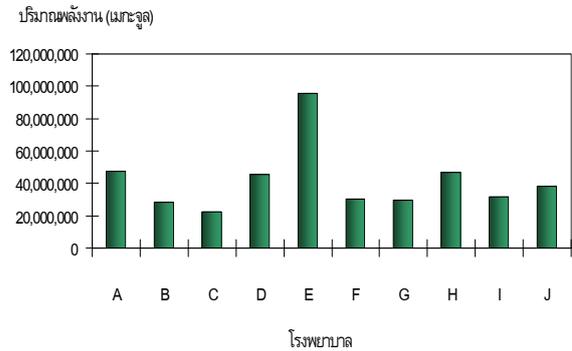
รูปที่ 3 แสดงสัดส่วนการใช้งานของพื้นที่ในการให้บริการทางการแพทย์เฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง



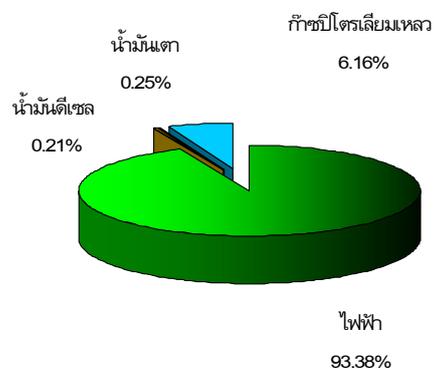
รูปที่ 4 แสดงสัดส่วนแยกประเภทการให้บริการทางการแพทย์

#### 3.2 การวิเคราะห์การใช้พลังงาน

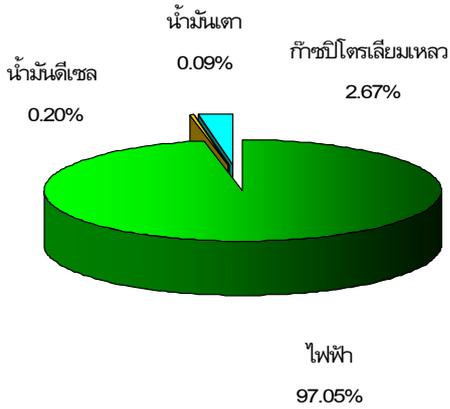
จากข้อมูลการใช้พลังงานของโรงพยาบาลเอกชนพบว่าแต่ละแห่งมีปริมาณการใช้พลังงานมากกว่า 20 ล้านเมกะจูลต่อปี[8] (รายละเอียดแสดงรูปที่ 5) สามารถจำแนกการใช้พลังงานตามประเภทได้ดังนี้ ไฟฟ้า ก๊าซปิโตรเลียม LPG น้ำมันเตา น้ำมันดีเซล และเมื่อพิจารณาสัดส่วนได้ค่าเฉลี่ย การใช้งบประมาณไฟฟ้ามีปริมาณการใช้พลังงานสูงถึงร้อยละ 93.38 และเป็นค่าใช้จ่ายด้านพลังงานร้อยละ 97.05 ของค่าใช้จ่ายพลังงานรวมทั้งหมด (รายละเอียดแสดงตามรูปที่ 6 และ รูปที่ 7) แสดงว่าพลังงานไฟฟ้ามีผลทำให้ต้นทุนค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานมีค่าสูงขึ้นหรือต่ำลง ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้ใช้พลังงานไฟฟ้าวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในโรงพยาบาลเอกชน



รูปที่ 5 แสดงปริมาณการใช้พลังงานโรงพยาบาลเอกชน 10 แห่ง



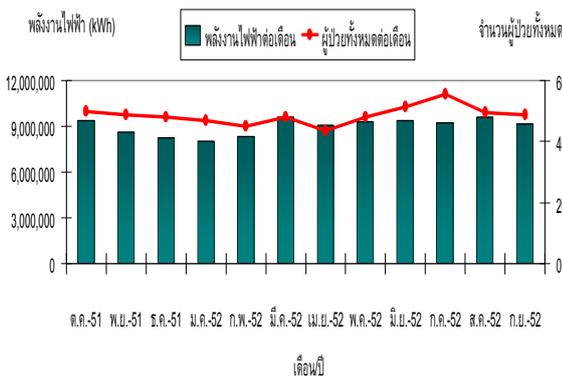
รูปที่ 6 แสดงสัดส่วนปริมาณการใช้พลังงานแยกตามประเภทเฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง



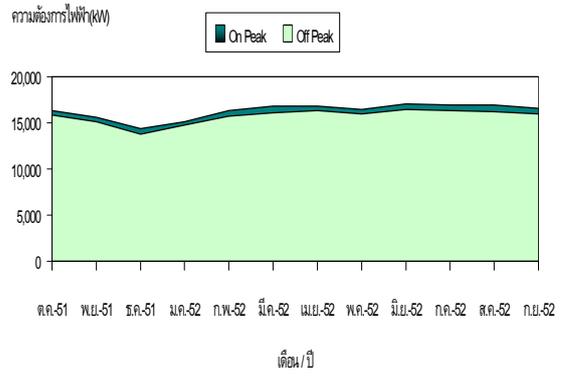
รูปที่ 7 แสดงสัดส่วนค่าใช้จ่ายการใช้พลังงานแยกตามประเภทเชื้อเพลิงทั้ง 10 แห่ง

### 3.3 การวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า

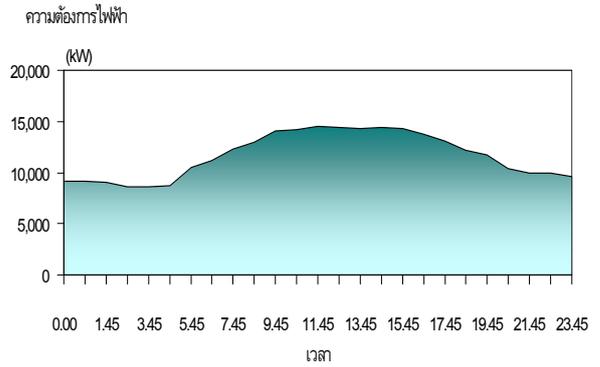
จากข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าย้อนหลัง 12 เดือน และการตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าเบื้องต้น (รายละเอียดแสดงรูปที่ 8 และรูปที่ 9) พบว่าโรงพยาบาลเอกชนเป็นสถานประกอบการที่เปิดให้บริการรักษาผู้ป่วยตลอด 24 ชั่วโมง จึงต้องมีความพร้อมในอุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ อาคารและสถานที่ รวมทั้งมีการควบคุมคุณภาพมาตรฐานในการบริการตามที่กฎหมายกำหนด จากข้อมูลดังกล่าวเมื่อมาพิจารณาความต้องการพลังงานไฟฟ้า พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วง On-Peak และ ช่วง Off-Peak (TOU rate) มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ถ้ามพิจารณาถึงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่าปัจจัยที่ทำให้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือนมีค่ามากขึ้นหรือลดลงเนื่องจากผลกระทบที่เกิดจาก จำนวนผู้ป่วย และการใช้งานพื้นที่ปรับอากาศ (รายละเอียดแสดงรูปที่ 10)



รูปที่ 8 แสดงการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมต่อเดือนกับจำนวนผู้ป่วยทั้งหมดรวมต่อเดือนในช่วง 12 เดือนเฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง

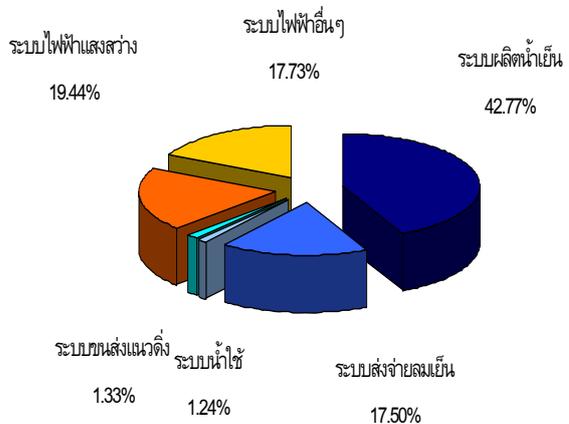


รูปที่ 9 แสดงความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมในช่วง 12 เดือน



รูปที่ 10 แสดงความต้องการพลังงานไฟฟ้ารวมเฉลี่ยในช่วง 24 ชั่วโมงเฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง

เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดการใช้พลังงานในโรงพยาบาลประกอบด้วยพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้งานที่แตกต่างกัน สามารถจำแนกการใช้พลังงานเป็นระบบได้ดังนี้ ระบบผลิตน้ำเย็น ระบบส่งจ่ายลมเย็น ระบบน้ำใช้ ระบบขนส่งแวนดิ่ง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบไฟฟ้าอื่นๆ (รายละเอียดแสดงรูปที่ 11) พลังงานที่เกิดขึ้นในโรงพยาบาลอาจแบ่งสัดส่วนเฉลี่ยออกได้เป็น พลังงานในระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 60 และพลังงานในระบบอื่นๆ (ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ และอุปกรณ์ทางการแพทย์) ร้อยละ 40



รูปที่ 11 แสดงสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแยกตามระบบเฉลี่ยทั้ง 10 แห่ง

#### 4. ผลการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

##### 4.1 การหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

การหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในโรงพยาบาลเอกชน ในข้อที่ 3 พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานรวมได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วย ดังนั้นในการพิจารณาหาค่า SEC ทางผู้วิจัย ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยอย่างง่าย[9] (Simple Regression Analysis) เพื่อวิเคราะห์หาค่าการใช้พลังงานจำเพาะที่เหมาะสมที่สุดที่สามารถสะท้อนถึงการใช้พลังงาน โดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี) กับ ตัวแปรอิสระ ที่เป็นลักษณะทางกายภาพ (พื้นที่ปรับอากาศ) หรือ ตัวแปรอิสระ ที่เป็นลักษณะของการบริการ (จำนวนผู้ป่วย) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของสมการทั่วไปได้ดังนี้

$$y = a + bx \quad (4)$$

โดยที่  $y$  คือ ตัวแปรตาม  $x$  คือ ตัวแปรอิสระ  $a$  คือ จุดตัดแกน  $y$  (เมื่อ  $x$  เป็น 0,  $a = y$ ) และ  $b$  คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระบนตัวแปรตาม (เมื่อ  $x$  เปลี่ยนไป 1 หน่วย  $y$  จะเปลี่ยนไปเท่าใด) และใช้วิธีการใช้กำลังสองน้อยสุด (Least Squares Method) ในการคำนวณหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุดที่ลากผ่านกลุ่มข้อมูล (ค่า  $x$  และ  $y$ ) แล้วพิจารณาค่า  $R^2$  หรือ ค่า Coefficient of Determination หมายถึงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรของค่าตัวแปรตาม  $y$  ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรอิสระ  $x$  โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึงค่า 1 และถ้าค่า  $R^2$  มีค่าเข้าใกล้ 1 มากแสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์มากขึ้น (รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 1)

ตัวแปรอิสระ $x$	หน่วยวัด	$R^2$
พื้นที่ปรับอากาศ	ตารางเมตร	0.81
จำนวนผู้ป่วยใน IPD	ผู้ป่วย <sub>IPD</sub> ต่อปี	0.57
จำนวนผู้ป่วยนอก OPD	ผู้ป่วย <sub>OPD</sub> ต่อปี	0.78

ตารางที่ 1 แสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม  $y$  กับตัวแปรอิสระ  $x$  บนความสัมพันธ์เชิงเส้น

##### 4.2 การกำหนดค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

จากการวิเคราะห์หาค่าพลังงานจำเพาะในข้อที่ 4.1 พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในโรงพยาบาลเอกชนได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วยใน IPD และ จำนวนผู้ป่วยนอก OPD เมื่อนำมาพิจารณาความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงเป็นสมการได้ดังนี้

##### 4.2.1 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ (SEC<sub>AC-Area</sub>)

$$SEC_{AC-Area} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)}}{\text{พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)}} \quad (2)$$

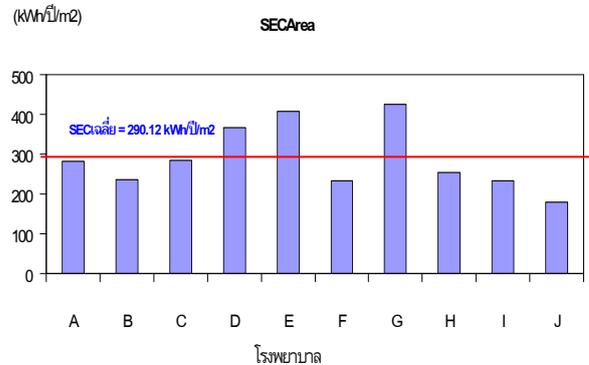
##### 4.2.2 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD (SEC<sub>IPD</sub>)

$$SEC_{IPD} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนผู้ป่วยใน IPD (เตียงต่อปี)}} \quad (3)$$

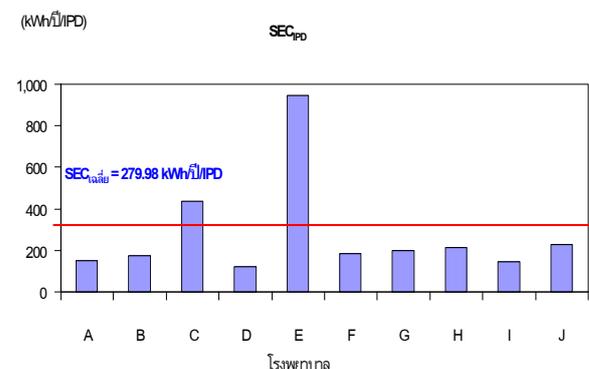
##### 4.2.3 ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD (SEC<sub>OPD</sub>)

$$SEC_{OPD} = \frac{\text{พลังงานไฟฟ้าต่อปี (กิโลวัตต์-ชั่วโมง)}}{\text{จำนวนผู้ป่วยนอก OPD (คนต่อปี)}} \quad (4)$$

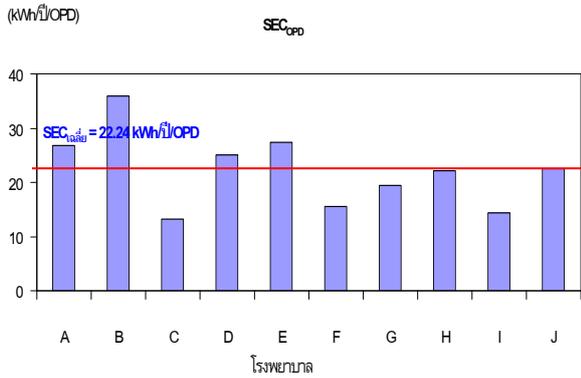
จากสมการแสดงความสัมพันธ์การใช้พลังงานจำเพาะ เมื่อใช้พิจารณาหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนแต่ละแห่ง โดยการแทนค่าในสมการและหาค่าเฉลี่ยเพื่อหาค่าเกณฑ์การใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 10 แห่ง และใช้เปรียบเทียบกันเพื่อหาประสิทธิภาพในการใช้พลังงานเบื้องต้นของโรงพยาบาลเอกชน ได้ดังนี้ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ (SEC<sub>AC-Area</sub>) เท่ากับ 290.12 kWh/ปี/m<sup>2</sup> ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD (SEC<sub>IPD</sub>) เท่ากับ 279.98 kWh/ปี/IPD และค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD (SEC<sub>OPD</sub>) เท่ากับ 22.24 kWh/ปี/OPD (รายละเอียดตามรูปที่ 12 รูปที่ 13 และ รูปที่ 14) แสดงให้เห็นว่าในการวิเคราะห์ค่าพลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนที่เหมาะสมนั้นต้องใช้ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อการใช้พลังงานมากกว่าหนึ่งตัวแปรเพื่อเป็นตัวแทนลักษณะการใช้พลังงานของอาคารโรงพยาบาลเอกชนที่ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 12 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจำเพาะกับพื้นที่ปรับอากาศ



รูปที่ 13 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจำเพาะกับจำนวนผู้ป่วยใน IPD



รูปที่ 14 เปรียบเทียบค่าการใช้พลังงานจำเพาะกับจำนวนผู้ป่วยนอก OPD

จากรูปที่ 12 โรงพยาบาล E มีค่า SEC<sub>IPD</sub> ที่สูงมากเมื่อพิจารณาโดยการเปรียบเทียบผู้ป่วยใน IPD กับผู้ป่วยนอก OPD พบว่ามีอัตราส่วนเท่ากับ 1 เติงผู้ป่วยใน ต่อ 35 คนผู้ป่วยนอก (ในงานวิจัยนี้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1 เติงผู้ป่วยใน ต่อ 10 คนผู้ป่วยนอก) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในการหาค่า SEC โรงพยาบาลเอกชนต้องมีการเปรียบเทียบมากกว่าหนึ่งปัจจัยเพื่อหาความเหมาะสมต่อการหาแนวทางในด้านจัดการพลังงาน

### 4.3 การหาความสัมพันธ์ของค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

การหาความสัมพันธ์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC) ในโรงพยาบาลเอกชน เมื่อพิจารณาในข้อที่ 4.2 พบว่าปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงานรวมจำนวน 3 ตัวแปรได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วยใน IPD จำนวนผู้ป่วยนอก OPD ดังนั้นในการพิจารณาค่าความสัมพันธ์เพื่อหาค่า SEC ทางผู้วิจัยได้ใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ[10] (Multiple Regression Analysis) เพื่อวิเคราะห์หาสมการพลังงานที่สามารถสะท้อนถึงการใช้พลังงานโดยใช้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี กับตัวแปรอิสระที่เป็นลักษณะทางกายภาพ (พื้นที่ปรับอากาศ) หรือ ตัวแปรอิสระที่เป็นลักษณะของการบริการ (จำนวนผู้ป่วยใน IPD และจำนวนผู้ป่วยนอก OPD) ซึ่งสามารถแสดงในรูปของสมการทั่วไปได้ดังนี้

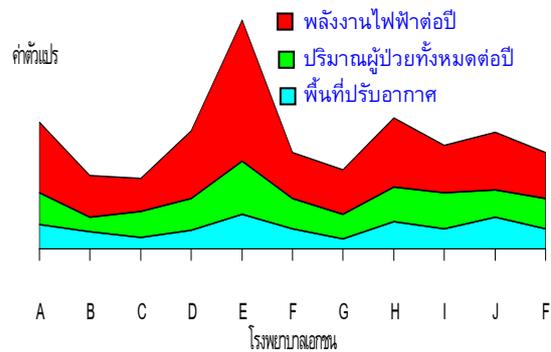
$$y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad (5)$$

โดยที่  $y$  คือ ตัวแปรตาม  $x_1, x_2, \dots, x_n$  คือ ตัวแปรอิสระ  $a$  คือ จุดตัดแกน  $y$  (เมื่อ  $x_1, x_2, \dots, x_n$  เป็น 0,  $a = y$ ) และ  $b_1, b_2, \dots, b_n$  คือ สัมประสิทธิ์การถดถอยที่จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอิทธิพลของตัวแปรอิสระบนตัวแปรตาม (เมื่อ  $x_n$  เปลี่ยนไป 1 โดยที่  $x$  ตัวอื่นๆคงที่ หน่วย  $y$  จะเปลี่ยนไปเท่าใด) และใช้วิธีการใช้กำลังสองน้อยสุด (Least Squares Method) เพื่อคำนวณหาความสัมพันธ์แบบเส้นตรงที่เหมาะสมที่สุดที่ลากผ่านกลุ่มข้อมูล (ค่า  $x$  และ  $y$ ) แล้วพิจารณาค่า  $R^2$  หรือ ค่า Coefficient of Determination หมายถึงค่าสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรของค่าตัวแปรตาม  $y$  ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวแปรอิสระ  $x_1, x_2, \dots, x_n$  โดยจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึงค่า 1 และถ้าค่า  $R^2$  มีค่าเข้าใกล้ 1 มากแสดงให้เห็นว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันอย่างสมบูรณ์มากขึ้น

จากผลการวิเคราะห์โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) และใช้โปรแกรม Excel [11] ทำการวิเคราะห์ที่ผลพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจเชิงพหุระหว่างตัวแปรตาม คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีกับตัวแปรอิสระจำนวน 3 ตัวแปรได้แก่ พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วยใน IPD และจำนวนผู้ป่วยนอก OPD มีค่า ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.86 ความหมาย คือ พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วยใน IPD และจำนวนผู้ป่วยนอก OPD มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ 86% และจากรูปที่ 15 แสดงการสัมพันธ์ของค่าตัวแปรต่างๆของงานวิจัยนี้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเสนอวิธีการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชน 3 วิธีคือ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วย IPD ในและค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD และจากปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานสามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการพลังงานของโรงพยาบาลเอกชนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พลังงานเบื้องต้น ได้ดังนี้

$$\text{Energy Equation} = -6,645,668 + 307.44x_1 + 10.87x_2 + 3.47x_3 \quad (6)$$

เมื่อ Energy Equation คือ การใช้พลังงานต่อปี (KWh/ปี),  $x_1$  คือ พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร),  $x_2$  คือ จำนวนผู้ป่วย IPD (เตียงต่อปี),  $x_3$  คือ จำนวนผู้ป่วย OPD (คนต่อปี)



รูปที่ 15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพื้นที่ปรับอากาศและจำนวนผู้ป่วย

### 5. สรุปผลการวิเคราะห์ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (SEC)

จากผลการวิจัยศึกษาค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 10 แห่ง พบว่าโรงพยาบาลเอกชนมีพื้นที่ในการให้บริการทางการแพทย์เป็นพื้นที่ปรับอากาศทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ผู้ป่วยใน IPD พื้นที่ผู้ป่วยนอก OPD และพื้นที่ส่วนกลาง มีสัดส่วนในการให้บริการรักษาทางการแพทย์ของผู้ป่วยใน IPD และ จำนวนผู้ป่วยนอก OPD เท่ากับ 10 : 1 (คน : เตียง) มีการใช้พลังงาน 4 ประเภท ได้แก่ ไฟฟ้า ก๊าซปิโตรเลียม LPG น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล ในส่วนของพลังงานไฟฟ้ามีค่าใช้จ่ายและปริมาณการใช้สูงกว่าร้อยละ 90 ของพลังงานรวมทั้งหมด สามารถจำแนกสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เป็นระบบ คือ ระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 60 และ ระบบอื่นๆ (ไฟฟ้าแสงสว่าง อุปกรณ์ และ อุปกรณ์ทางการแพทย์) ร้อยละ 40

ดังนั้นปัจจัยที่มีผลกระทบต่อต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านพลังงานคือพลังงานไฟฟ้า ทางผู้วิจัยจึงใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นดัชนีในการใช้พลังงาน หรือค่าการใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่

จากผลการวิเคราะห์พบว่า พื้นที่ปรับอากาศ จำนวนผู้ป่วยใน IPD และจำนวนผู้ป่วยนอก OPD เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานในโรงพยาบาลเอกชน ทางผู้วิจัยเสนอวิธีการหาค่าการใช้พลังงานจำเพาะ 3 วิธี คือ 1. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ 2. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD 3. ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD และได้ค่าเกณฑ์การใช้พลังงานจำเพาะในโรงพยาบาลเอกชนขนาดใหญ่ 10 แห่ง คือ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ปรับอากาศ ( $SEC_{AC-Area}$ ) เท่ากับ 290.12 kWh/ปี/m<sup>2</sup> ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD ( $SEC_{IPD}$ ) เท่ากับ 279.98 kWh/ปี/IPD และค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD ( $SEC_{OPD}$ ) เท่ากับ 22.24 kWh/ปี/OPD จากปัจจัยที่มีผลต่อการใช้พลังงานสามารถแสดงความสัมพันธ์เป็นสมการพลังงานของโรงพยาบาลเอกชนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้พลังงานเบื้องต้น ได้ดังนี้

Energy Equation = $-6,645,668 + 307.44x_1 + 10.87x_2 + 3.47x_3$
---

Energy Equation คือ การใช้พลังงานต่อปี (kWh/ปี)  
 เมื่อ  $x_1$  คือ พื้นที่ปรับอากาศ (ตารางเมตร)  
 $x_2$  คือ จำนวนผู้ป่วย IPD (เตียงต่อปี)  
 $x_3$  คือ จำนวนผู้ป่วย OPD (คนต่อปี)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับโรงพยาบาลรัฐ ซึ่งมีค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อพื้นที่ ( $SEC_{Area}$ ) เท่ากับ 123.33 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี/ตารางเมตร ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยใน IPD ( $SEC_{IPD}$ ) เท่ากับ 233.19 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี/จำนวนผู้ป่วยใน IPD และ ค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยนอก OPD ( $SEC_{OPD}$ ) เท่ากับ 172.36 กิโลวัตต์-ชั่วโมง/ปี พบว่าโรงพยาบาลเอกชนมีการใช้พลังงานต่อพื้นที่ในการให้บริการรักษาทางการแพทย์มากกว่าโรงพยาบาลรัฐ 2.35 เท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยการใช้พื้นที่ปรับอากาศมีผลต่อการใช้พลังงานโดยรวมของโรงพยาบาลเอกชน และเมื่อพิจารณาค่าการใช้พลังงานจำเพาะต่อผู้ป่วยมีการใช้พลังงานใกล้เคียงกัน

**6. กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย บจก. อินทิเกรชั่น มีซัวร์เมนท์โซลูชั่น และโรงพยาบาลพญาไท 3 ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือในการทำวิจัย รวมทั้งสถานประกอบการโรงพยาบาลเอกชน 10 แห่ง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องมือและเก็บข้อมูลการใช้พลังงานที่มีค่าสำหรับการวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

**เอกสารอ้างอิง**

1. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2551). รายงานพลังงานของประเทศไทยปี 2551 (เบื้องต้น). สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2552, จาก <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=71>

2. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2535). พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2552, จาก <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=188>

3. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2550). พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2552, จาก <http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/>

4. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2546). รายงานประจำปีสถานะภาพการใช้และอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุมปี 2546. หน้าที่ 67. สืบค้นเมื่อ 28 เมษายน 2552, จาก <http://ee.dede.go.th>

5. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. (2550). โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ (SEC) อาคารประเภทโรงพยาบาล: การใช้พลังงานในอาคารประเภทโรงพยาบาล. สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2552, จาก <http://www.kmitl.ac.th/ader/sec/gn3.pdf>

6. สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2551).โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ (SEC) อาคาร ประเภทสำนักงาน. รายงานฉบับสุดท้าย. กรุงเทพฯ: สำนักเอกสาร.

7. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. (2548). การประชุมเชิงวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1: การศึกษาค่าดัชนีการใช้พลังงานจำเพาะในอุตสาหกรรมประเภทโลหะ. กรุงเทพฯ: สำนักเอกสาร. (2548).

8. กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2538). พระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 มิถุนายน 2552, จาก <http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=170>

9. สถาบันวิจัยพลังงานจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2551).โครงการศึกษาเกณฑ์การใช้พลังงานในอุตสาหกรรมและอาคารต่างๆ (SEC) อาคาร ประเภทสำนักงาน. รายงานฉบับสุดท้าย. กรุงเทพฯ: หน้าที่ 4/52 – 4/54.

10. อำนวย เลิศขยันดี. (2545). การวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณสถิติขั้นสูง. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2553, จาก [http://www.edu.msu.ac.th/remsu.../1250248251\\_บทความวิชาการ](http://www.edu.msu.ac.th/remsu.../1250248251_บทความวิชาการ)

11. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. (2552). 8.11 การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบพหุคูณ : ระบบ e-Learning. สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มีนาคม 2553, จาก <http://www.sc911.mypage.utcc.ac.th/front/bin/>