การจัดการพลังงานในอาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน

ENERGY MANAGEMENT IN AIRPORT LINK MAKKASAN STATION

คมสัน เกตุภูงา[1], ธีรเดช ชีวนันทชัย[1] และ สุมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ[2]
[1]บัณฑิตวิทยาลัย หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต วิทยาเขตพัฒนาการ
1761 ถนนพัฒนาการ เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร 10250
[2]ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือก ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง
วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถนนประชาราษฎร์ 1 เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร 10800

Komsan Kaitpoo-nga[1] Theeradet Cheewananthachai[1] and Sumol Sae-heng Pisitsungkakarn[2]
[1]Graduate School, Master of Engineering Program in Engineering Management,
Kasem Bundit University, Pattanakarn Campus
1761 Pattanakarn Rd., Suanluang Bangkok 10250, Thailand
[2]Combustion Technology and Alternative Energy Research Center Department of Power
Engineering Technology Collage of Industrial Technology, King Mongkut's University of
Technology 1518 Pracharat 1 Rd. Bangsue Bangkok 10800, Thailand

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เพื่อตอบสนองการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและพัฒนามาตรฐานความเป็นอยู่ ดังนั้นการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงสุด จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจในการช่วยลดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการดำเนินการที่เหมาะสมและเกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง บริษัทรถไฟฟ้า ร.ฟ.ท.จำกัด เป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดภายใต้กระทรวงคมนาคม ผู้ให้บริการเดินรถและซ่อมบำรุงรถไฟฟ้าโครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง (แอร์พอร์ตลิงค์) ได้ตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานและได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของการจัดการพลังงานในอาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน ซึ่งในปัจจุบันมีค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานไฟฟ้าสูงถึง 30 ล้านบาทต่อปีและมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้น โดยได้ดำเนินการจัดการพลังงานในอาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสัน จากมาตรการลดการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่างจำนวน 4 มาตรการ พบว่า ค่าไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม

กันยายน และตุลาคม 2557 ลดลง 10.93% 18.51% และ 23.13% ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันในปี 2556 เมื่อนำไปคำนวณผลประหยัด พบว่า ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง 388,000 kWh/ปี คิดเป็น 17.52% เป็นเงินทั้งสิ้น 1,269,205.18 บาทต่อปี

คำสำคัญ: การจัดการพลังงาน, ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง, ระบบปรับอากาศ, สถานีรถไฟฟ้า

ABSTRACT

At the present time, World electricity demand is increasing rapidly to grow the economy and improve living standards. Therefore, the energy management for electrical saving and high efficiency is an interesting method to reduce the energy cost significantly in consideration of an appropriate action and continual improvement. SRT Electrified train Co., Ltd. (SRTET) is state enterprise under the Ministry of Transport. SRTET has operated and maintained the Airport Rail Link from Suvarnabhumi Airport, via Makkasan to Phaya Thai station in central Bangkok. SRTET had recognized the importance of energy efficiency and realize the benefits of energy management in Makkasan station since the electricity cost was up to 30 million baht per year and its trend was increased. The implementation of energy management for Makkasan station was 4 measures to reduce energy consumption in air conditioning and lighting system. It was shown that the cost of electricity in August, September and October 2014, were reduced 10.93%, 18.51% and 23.13% respectively compared to the same month in 2013. From the savings calculations, the electricity consumption was decreased by 388,000 kWh/year, 17.52% and 1,269,205.18 baht per year.

KEYWORDS: Energy Management, Lighting System, Air Conditioning System, Electric Train Station

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญของการดำรงชีวิตของมนุษย์ ยิ่งมนุษย์สร้างสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกมากเท่าไรพลังงานไฟฟ้าก็จะถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากขึ้นเท่านั้น จะเห็นได้ว่าพลังงานไฟฟ้าที่เราใช้ในทุกวันนี้ล้วนได้มาจากแหล่งทรัพยากรธรรมชาติทั้งสิ้น จากการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนพลังงานจนต้องนำเข้าด้านพลังงานจากต่างประเทศ เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น

โดยก่อนหน้านี้ได้มีนักวิจัยจำนวนมากนำความรู้ด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้ามาใช้กับอาคารทั้งภาครัฐและเอกชน เช่น การหามาตรการในการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี [1] ในระบบแสงสว่างและระบบปรับอากาศด้วยการเปลี่ยนชนิดของอุปกรณ์สะท้อนแสง (Reflector) และเปลี่ยนชนิดของเครื่องปรับอากาศจากแบบ Split type เป็น Central system ในพื้นที่ที่มีการใช้งานคงที่ตลอดทั้งวัน พบว่ามาตรการดังกล่าวช่วยลดปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคารทั้ง 4 หลัง ได้ประมาณ 641,856 kWh/ปี คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้ 1,058,897 บาทต่อปี ค่าไฟที่ลดลงคิดเป็น 11.55% ต่อมาได้มีการศึกษาและวิเคราะห์สภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนมหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต [2] และหาแนวทางในการประหยัดพลังงานทั้งระยะสั้นและระยะยาว รวมทั้งวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ตลอดจนผลกระทบจากการคำนวณค่าไฟฟ้าแบบ TOU และ TOD โดยได้ศึกษาอุปกรณ์ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โคมไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ใช้ในอาคารเรียน รวมถึงการวิเคราะห์ในเชิงสถาปัตยกรรมด้วย รวมถึงกรณีศึกษาอาคารหอสมุดสุรัตน์ โอสถานุเคราะห์ ที่มหาวิทยาลัยกรุงเทพ วิทยาเขตรังสิต [3] จากโครงการอนุรักษ์พลังงานในอาคารของรัฐ กรณีศึกษาอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม [4] ซึ่งได้ศึกษาการปรับเปลี่ยนมาใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการปรับเปลี่ยน โดยใช้หลักสัมฤทธิ์ภาพทางด้านต้นทุนมาเป็นเครื่องมือช่วยพิจารณาความเหมาะสม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้พลังงานในอาคารโรงเรียนมัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร [5] พบว่า โรงเรียนขนาดใหญ่จำนวน 21 โรงเรียน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง 51.40% ระบบปรับอากาศ 36.80% โดยมีแนวทางในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เพิ่มโคมไฟประสิทธิภาพสูง และอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 37,375 kWh/ปี คิดเป็นเงิน 61,669 บาทต่อปี มีค่าลดลง 23% เมื่อเปรียบเทียบกับปีก่อนหน้า อีกทั้งการจัดการพลังงานในสถานศึกษากลุ่มช่างอุตสาหกรรม [6] ได้ดำเนินการลดชั่วโมงการใช้งาน การซ่อมบำรุงเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่หม้อแปลงไฟฟ้า การติดตั้งแผ่นสะท้อนแสง การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง และการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ สำหรับอาคารราชการขนาดกลางในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ [7] ซึ่งได้ศึกษาอาคาร 40 แห่ง โดยทำการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ พิจารณาความแตกต่างของชั่วโมงการใช้งานต่อปี ความเปลี่ยนแปลงของราคาอุปกรณ์และอัตราค่าไฟฟ้า และนำไปคำนวณอัตราผลตอบแทนการลงทุน

นอกจากนี้ยังได้มีศึกษาการอนุรักษ์พลังงานในอาคารนอกข่ายอาคารควบคุมสองแห่ง คือ อาคารประเภทสำนักงานและอาคารประเภทสถานศึกษา [8] จากการสำรวจ ตรวจวัด และวิเคราะห์การใช้พลังงาน พบว่า มีการใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 269,316 และ 602,608 kWh/ปี โดยพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศเท่ากับ 69% และ 55% ไฟฟ้าแสงสว่างเท่ากับ 14 % และ15 % ตามลำดับ เมื่อดำเนินการควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด ปรับปรุงค่าประกอบกำลังไฟฟ้า บำรุงรักษาระบบปรับอากาศ ใช้บัลลาสต์ชนิดความสูญเสียต่ำ พบว่าช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลง 13.90 % และ 27.03 % ตามลำดับของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด และเป็นที่

น่าสนใจอย่างยิ่งเมื่อมีการศึกษาระบบการจัดการด้านพลังงานตามมาตรฐานสากล (ISO 50001) เปรียบเทียบกับกฎหมายว่าด้วยการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในประเทศไทย [9] เพื่อเป็นแนวทางในการบูรณาการข้อกำหนดตามกฎหมายให้ไปสู่การรับรองตามมาตรฐานสากล เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ คือ การลดต้นทุนทางด้านพลังงานและเพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

ปัจจุบันสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันเปิดระบบสนับสนุนการเดินรถไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง รองรับผู้มาใช้บริการ โดยมีนายสถานีคอยควบคุมการทำงานและสั่งการเปิด-ปิดระบบ อีกทั้งยังสามารถควบคุมผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้อีกทางหนึ่งด้วย Building Automation System (BAS) คือระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติ โดยนำเอาระบบคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เพื่อรวบรวมข้อมูล ตรวจสอบ และควบคุมการทำงาน ซึ่งเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่อาคารหรือโรงงานส่วนใหญ่เลือกใช้ เหมาะสำหรับอาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า หรือโรงงานที่มีปริมาณการใช้ไฟฟ้าสูง ดังนั้น BAS จึงเป็นเครื่องมือที่ตอบสนองความต้องการในการลดการใช้พลังงานและช่วยควบคุมการใช้พลังงานในอาคารได้เป็นอย่างดี ซึ่งถ้านำความรู้ด้านการจัดการพลังงานไฟฟ้ามาประยุกต์ใช้ในอาคารสถานีรถไฟฟ้า เพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดและมาตรการในการอนุรักษ์พลังงานของระบบปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่าง จะได้ข้อมูลที่เพียงพอในการนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันได้อย่างเหมาะสม อันจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ตรวจสอบดูแลและผู้ควบคุมการปฏิบัติงานให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

2. การดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยเริ่มจากการศึกษารวบรวมข้อมูลของสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันให้ครอบคลุมทั้งข้อมูลการใช้พลังงานเชิงปริมาณและค่าใช้จ่าย โดยจัดทำเป็นตารางการใช้พลังงานเพื่อดูแนวโน้มการใช้พลังงาน ตรวจสอบรูปแบบการใช้พลังงานและพื้นที่ที่มีการใช้พลังงาน เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการอนุรักษ์พลังงานในแต่ละพื้นที่ วิเคราะห์หามาตรการในการอนุรักษ์พลังงานในระบบปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อหาแนวทางในการลดการใช้พลังงานโดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลก่อนและหลังการปรับปรุง

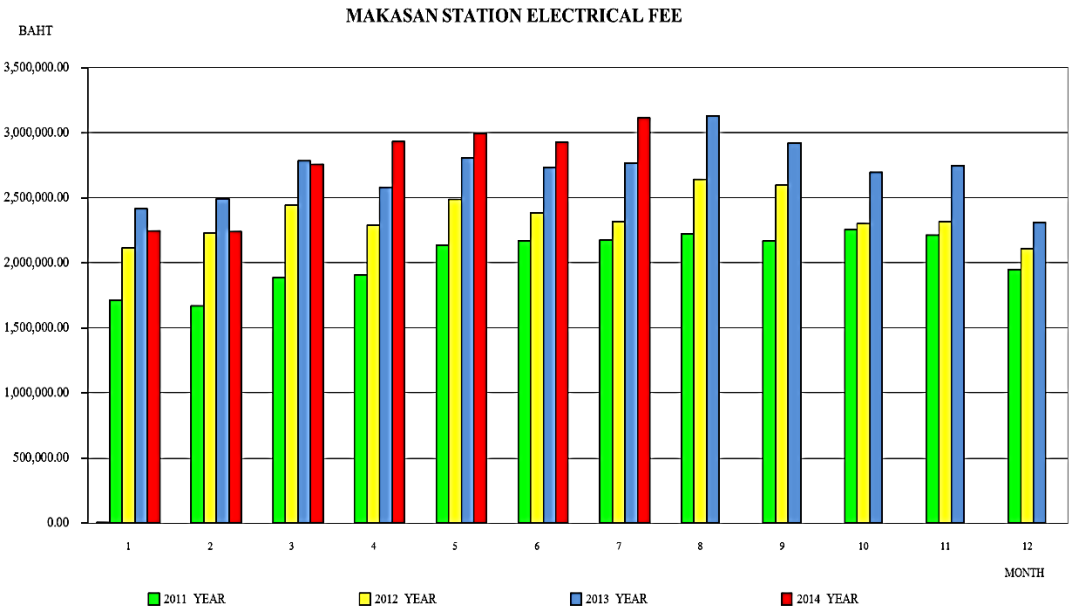
2.1 วิธีการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูล

การตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลต่าง ๆ มาประกอบการพิจารณา โดยจำแนกออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ 1) ข้อมูลจากเอกสารซึ่งถือว่าเป็นเอกสารที่มีประโยชน์ ได้แก่ ใบเสร็จค่าพลังงาน แผนผังอาคารที่มีการใช้งานอาคาร แผนภูมิระบบรับ-จ่ายพลังงาน รายละเอียดอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น 2) ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนามซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้จากการสำรวจ

เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ โดยใช้การสังเกตประกอบกับการใช้เครื่องมือวัด เพื่อวัดปริมาณต่าง ๆ ตามความต้องการ ได้แก่ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ ค่าตัวประกอบกำลัง ค่าอุณหภูมิต่าง ๆ ความชื้น และค่าการส่องสว่างเป็นต้น การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานซึ่งข้อมูลส่วนใหญ่จะได้มาจากเอกสารต่าง ๆ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ใช้อาคาร ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลและรายละเอียดต่าง ๆ ดังต่อไปนี้ ชื่ออาคาร ที่อยู่ ประเภทอาคาร อายุอาคาร ข้อมูลการใช้พลังงานต่อปี เช่น ข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและข้อมูลการใช้น้ำ แผนผังของอาคารและระบบพลังงาน จำนวนเจ้าหน้าที่ เวลาทำงานของอาคาร ชื่อและตำแหน่งผู้ติดต่อประสานงาน และอื่น ๆ การสำรวจข้อมูลภาคสนามโดยละเอียดจะใช้วิธีการสำรวจและตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ เพื่อให้ได้ข้อมูลดังต่อไปนี้ 1) แผนผังวงจรระบบไฟฟ้าของอาคาร 2) บิลค่าไฟฟ้าทั้งหมดของอาคารอย่างน้อย 12 เดือนและแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า 3) ตำแหน่งที่ตั้งหม้อแปลงไฟฟ้าและอุปกรณ์เครื่องจักรของอาคาร 4) รายชื่อและขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าหลักที่ใช้ทั้งหมดในอาคารโดยระบุเป็นกิโลวัตต์ โวลต์ แอมแปร์ และค่าตัวประกอบกำลัง 5) การตรวจวัดทางด้านไฟฟ้า โดยวัดค่าเป็นกิโลวัตต์ โวลต์ ค่าตัวประกอบกำลังและกระแสไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส โดยทำการตรวจวัดที่จุดต่าง ๆ ของอุปกรณ์ระบบปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่าง 6) การตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละระบบของอาคาร เพื่อเทียบสัดส่วนกับการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในอาคาร 7) ข้อมูลจำเพาะและราคาอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน การวิเคราะห์ข้อมูลอุปกรณ์ และระบบการใช้พลังงานที่ทำการสำรวจทั้งหมด การวิเคราะห์ต้องครอบคลุมถึงรายละเอียดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศ ไฟฟ้าแสงสว่างและอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พลังงาน รวมถึงการปรับปรุงประสิทธิภาพของอุปกรณ์

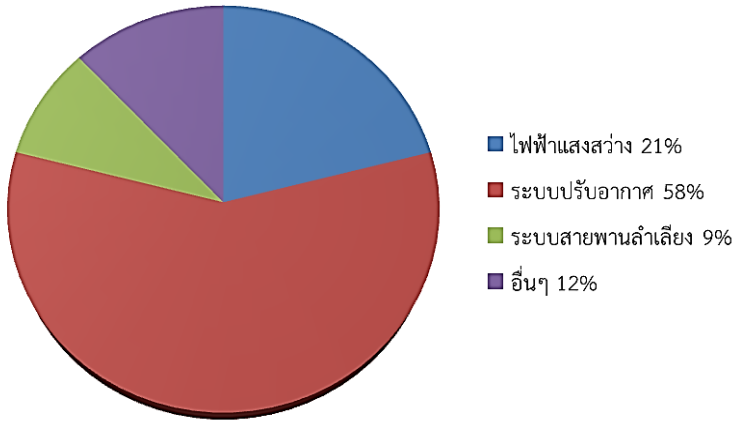
2.2 ข้อมูลการใช้พลังงาน

จากสถิติของค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ปี 2011 จนถึงปัจจุบัน พบว่า สถานีรถไฟฟ้ามักกะสันเป็นสถานีที่มีการเดินเครื่องจักร เพื่อสนับสนุนในการเดินรถตลอด 24 ชั่วโมง และมีค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าประมาณ 30 ล้านบาทต่อปี ทั้งนี้มีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นไปเรื่อย ๆ รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สถิติการค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า

การใช้พลังงานของระบบต่าง ๆ ในอาคารสถานีแบ่งออกเป็น 4 ระบบ คือ ไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ ระบบสายพานลำเลียง และระบบอื่น ๆ โดยแบ่งเป็นสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 สัดส่วนในการใช้พลังงาน

จากสัดส่วนในการใช้พลังงานพบว่า ไฟฟ้าแสงสว่างและระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้พลังงานรวมกัน 79% ซึ่งเป็นสัดส่วนที่สูง ซึ่งถ้ามีการจัดการการใช้พลังงานในอาคารสถานีด้วยมาตรการต่าง ๆ โดยวิธีสั่งการจากระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) นอกจากจะเป็นการง่ายต่อการควบคุมการทำงานแล้ว ยังไม่ส่งผลกระทบต่อการเดินรถและการให้บริการแต่อย่างใด

2.3 มาตรการอนุรักษ์พลังงาน

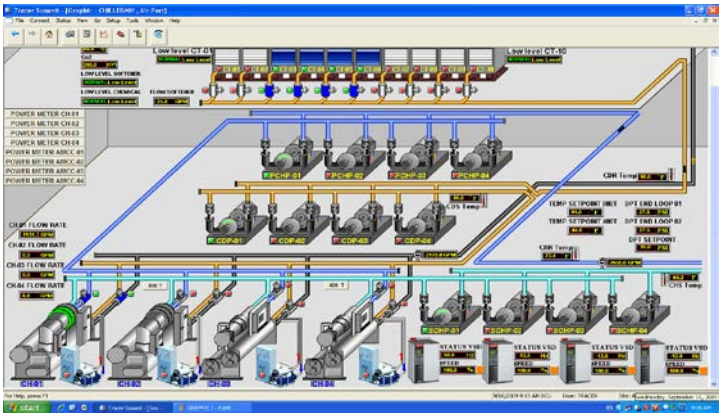
เมื่อพิจารณาศักยภาพการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศและไฟฟ้าแสงสว่างของอาคารพบว่า มีหลายแนวทางที่สามารถดำเนินการได้ โดยนำเอาหลักการจัดการพลังงานมาประยุกต์ใช้ ทั้งนี้จะพิจารณาตามลักษณะใช้งานระบบร่วมกับการให้บริการเดินรถผ่านระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) ซึ่งนำข้อมูลช่วงเวลา Peak (07.00 - 10.00 และ 16.00 - 19.00 น.) Off Peak (10.00 - 16.00 และ 19.00 - 00.00 น.) และช่วงเวลาปิดให้บริการ (00.00 - 06.00 น.) ของการเดินรถมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการจัดการพลังงาน ผู้วิจัยได้ดำเนินการจัดการพลังงาน 4 มาตรการ โดยเน้นมาตรการที่ใช้เวลาระยะสั้น ทำได้ทันที ไม่เน้นเรื่องการลงทุน เนื่องจากเป็นหน่วยงานภาครัฐซึ่งมีขั้นตอนจำนวนมากในการของบประมาณ ดังนั้นในการจัดการพลังงานผ่านระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ตลอดจนการปรับเปลี่ยนวิธีการทำงานของอุปกรณ์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อการให้บริการเดินรถและความสะดวกสบายของผู้มาใช้บริการจะมีรายละเอียดดังนี้ มาตรการเปลี่ยนเวลาการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็นในช่วงเปิดให้บริการสถานี (เวลา 06.00 - 24.00 น.) มาตรการเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็นให้สูงขึ้นในช่วง Off Peak ของการให้บริการ (19.00 - 24.00 น.) มาตรการลดการเดินเครื่องส่งลมเย็นในพื้นที่ที่ไม่มีผู้ใช้บริการผ่านระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) มาตรการลดแสงสว่างในช่วงปิดให้บริการ (00.00 - 06.00 น.) โดยใช้ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS)

3. ผลการวิจัย

3.1 มาตรการที่ 1

อาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางขนาด 800 ตัน จำนวน 2 ชุด และขนาด 400 ตัน จำนวน 2 ชุด โดยแต่ละชุดสลับกันทำงาน ในช่วงเปิดให้บริการสถานี (06.00 - 24.00 น.) เดินเครื่อง 800 ตัน จำนวน 1 ชุด และขนาด 400 ตัน จำนวน 1 ชุด และในช่วงปิดให้บริการสถานี (00.00 - 06.00 น.) เดินเครื่อง 400 ตัน จำนวน 1 ชุด โดยสามารถควบคุมการทำงานจากหน้าเครื่องและระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) ได้ทั้ง 2 แบบ ก่อนปรับปรุง มีการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นโดยเดินเครื่องขนาด 800 ตัน (0.58 kW/ตัน) เวลา 06.00 - 24.00 น. (18 ชั่วโมง) กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 470 kW และเดินเครื่อง 400 ตัน (0.64 kW/ตัน) เวลา

00.00 - 06.00 น. (6 ชั่วโมง) กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 256.50 kW จากการวิเคราะห์พบว่า การใช้งานในปัจจุบันมีภาระโหลดน้อย ทำให้สามารถลดการเดินเครื่องทำน้ำเย็นขนาด 400 ตันลงได้โดยไม่มีผลกระทบต่อการบริการ และในช่วงเวลา 06.00 – 24.00 น. เดินเครื่องเฉพาะขนาด 800 ตัน ส่งผลให้สามารถลดการทำงานเครื่อง 400 ตันได้ถึง 18 ชั่วโมง จากการดำเนินการพบว่า สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 2,273,877 kWh/ปี หรือ 0.193 ktoe/ปี คิดเป็นเงิน 9,095,508 บาทต่อปี



รูปที่ 3 การเดินเครื่องทำน้ำเย็น

3.2 มาตรการที่ 2

อาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลางขนาด 800 ตัน จำนวน 2 ชุด และขนาด 400 ตัน จำนวน 2 ชุด ในช่วงเปิดให้บริการสถานี (06.00 - 24.00 น.) เดินเครื่อง 800 ตัน จำนวน 1 ชุด และในช่วงปิดให้บริการสถานี (00.00 - 06.00 น.) เดินเครื่อง 400 ตัน จำนวน 1 ชุด โดยตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นไว้ที่ 44 °F ก่อนปรับปรุงมีการใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นโดยมีการเดินเครื่องขนาด 800 ตัน (0.58kW/ตัน) เวลาใช้งาน 06.00 - 24.00 น. (18 ชั่วโมง) กำลังไฟฟ้าเท่ากับ 470 kW ซึ่งในช่วงเวลา Off Peak ของผู้โดยสารที่มาใช้บริการสถานี เวลา 19.00 - 24.00 น. มีภาระโหลดน้อยและโหลดความร้อนจากภายนอกอาคารในช่วงเวลาดังกล่าวลดลง ทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นจาก 44 °F เป็น 47 °F ซึ่งจะไม่กระทบต่อการใช้งานและการให้บริการดังแสดงในรูปที่ 4 การปรับตั้งอุณหภูมิน้ำเย็นให้สูงขึ้น จะส่งผลให้ความดันสารทำความเย็นด้านต่ำ (Low Pressure) สูงขึ้น ซึ่งจะทำให้เครื่องทำความเย็นมีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยค่า kW/TR จะลดลง (COP สูงขึ้น) โดยทั่วไปถ้าอุณหภูมิน้ำเย็นสูงขึ้น 1 °F จะส่งผลให้ค่า kW/TR ของเครื่องลดลงประมาณ 2 - 4% จึงมีแนวคิดที่จะเพิ่มอุณหภูมิน้ำเย็นจาก 44 °F เป็น 47 °F ซึ่งจะไม่กระทบต่อการใช้งาน สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 89,425 kWh/ปี หรือ 0.007 ktoe/ปี คิดเป็นเงิน 357,700 บาทต่อปี

รูปที่ 4 การปรับอุณหภูมิน้ำเย็นของเครื่องทำน้ำเย็น

3.3 มาตรการที่ 3

อาคารสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันมีการติดตั้งเปิดเครื่องส่งลมเย็น (AHU) จำนวน 48 เครื่อง เปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง โดยควบคุมการทำงานจากหน้าเครื่องและระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ (BAS) รวมทั้งควบคุมจากเจ้าหน้าที่ประจำสถานี ก่อนปรับปรุงมีการเปิด AHU ทั้งหมด 31 เครื่อง ในช่วงเวลา Off Peak ของการให้บริการ (19.00 - 24.00 น.) จำนวน 5 ชั่วโมง กำลังไฟฟ้ามอเตอร์ AHU รวมทั้งหมดเท่ากับ 4,080 kW ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าการทำงานจากระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติในช่วงเวลาและพื้นที่ในส่วนที่ไม่มีผู้มาใช้บริการในช่วงเวลา Off Peak ด้วยระบบ BAS ได้เพื่อปรับลดเวลาการเปิดใช้งาน AHU ทั้งหมด 11 เครื่อง ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการใช้พนักงานเปิด-ปิดเอง โดยไม่กระทบต่อการให้บริการ ซึ่งการควบคุม AHU ผ่านระบบ BAS แสดงดังรูปที่ 5 และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า 2,833,823.50 kWh/ปี หรือ 0.2414 ktoe/ปี คิดเป็นเงิน 11,335,294 บาทต่อปี

รูปที่ 5 การควบคุม AHU ผ่านระบบ BAS

3.4 มาตรการที่ 4

ในการออกแบบระบบแสงสว่างภายในบริเวณสถานีรถไฟฟ้านั้น พื้นที่ส่วนใหญ่ได้กำหนดค่าความส่องสว่างให้สูงกว่าที่คำนวณไว้ อีกทั้งในสภาวะการใช้งานจริงอาจมีบางจุดหรือบางตำแหน่งของพื้นที่มีแสงสว่างเกินความจำเป็น ซึ่งทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าไปโดยเปล่าประโยชน์ เช่นโถงอาคารผู้โดยสารและชั้นชานชาลา ซึ่งส่วนใหญ่ใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดเมทัลฮาไลด์ จากการกำหนดการปิดเปิดการใช้งานหลอดไฟฟ้าในช่วงปิดให้บริการ (00.00 - 06.00 น.) จากระบบควบคุมอาคารอัตโนมัตินั้น โดยเปิดใช้งานเฉพาะในพื้นที่ที่จำเป็นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในบริเวณโถงอาคารและชั้นชานชาลา (Platform) สามารถลดหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดเมทัลฮาไลด์จำนวน 397 และ 35 หลอดได้ ส่งผลให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ 180,773.55 kWh/ปี หรือ 0.015 ktoe/ปี คิดเป็นเงิน 723,094.20 บาทต่อปี ซึ่งไม่ส่งผลกระทบกับการให้บริการ

4. สรุปผลการวิจัย

การดำเนินการจัดการพลังงานไฟฟ้าในสถานีรถไฟฟ้ามักกะสันในช่วง 3 เดือน ของการวิจัย นับตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2557 พบว่า มีแนวโน้มของการใช้พลังงานลดลงอย่างชัดเจน จากบิลค่าไฟฟ้าในช่วงที่เริ่มดำเนินตามมาตรการ พบว่า ค่าไฟฟ้าในเดือนสิงหาคม กันยายน และตุลาคม 2557 ลดลง 10.93% 18.51% และ 23.13% ตามลำดับ โดยเปรียบเทียบกับเดือนเดียวกันในปี 2556 เมื่อดำเนินการตามมาตรการ สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ 17.52% คิดเป็นหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้า 388,000 kWh/ปี เป็นเงินทั้งสิ้น 1,269,205.18 บาทต่อปี

ดังนั้น จากนโยบายของรัฐบาลที่กำหนดให้อาคารหน่วยงานของรัฐลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงไม่ต่ำกว่า 10% และเมื่อดำเนินการการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดความสอดคล้องกับนโยบายดังกล่าว พบว่า ค่าเฉลี่ยในช่วงเริ่มดำเนินการจัดการพลังงานสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ถึง 17.52% ซึ่งมีค่ามากกว่าขั้นต่ำที่ทางรัฐกำหนด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ดร.สุมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ และอาจารย์ธีรเดช ชีวนันทชัย อาจารย์ที่ปรึกษา รวมทั้งอาจารย์ประจำสาขาทุกท่าน ที่ให้การอบรมสั่งสอนและขัดเกลาความคิดสร้างสรรค์ในการทำงานวิจัยและการเขียนบทความวิชาการต่างๆ ตลอดจนการปลูกฝังจรรยาบรรณของการเป็นผู้ให้ความรู้

References

[1] K. Pechrach. (1996). **Electrical Energy Management in KMITT.** Master's thesis in Energy Technology, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.

[2] S. Rungrudesombatkit. (1998). **Energy Management in Kasem Bundit University**. Master's thesis in Engineering, Faculty of Engineering, Kasem Bundit University.

[3] S. Kaewchuay. (2008). **Energy Management in Surat Osathanugrah Library at Bangkok University, Rangsit Campus.** Master's thesis in Engineering, Faculty of Engineering, Bangkok University.

[4] S. Rungruangnana. (1998). **An Analysis of Energy Conservation in State Building: a Case Study of the Ministry of Science, Technology and Environment Building.** Master's thesis in Economics, Faculty of Economics, Kasetsart University.

[5] A. Testong. (1998). **Electrical Management in Secondary Schools in Bangkok.** Master's thesis in Engineering, School of Energy Management Technology, King Mongkut's Institute of Technology Thonburi.

[6] S. Precharonaset. (1999). **A Study on Electricity Consumption and Management of the Industrial Institute of Technical College According to the Energy Conservation Promotion Act B.E. 2535.** Department of Appropriate Technology for Resources, Mahidol University.

[7] S. Pumchumpol. (2001). **A Study of Suitable Energy Conservation Schemes in Public Building in the Northeast.** Master's thesis in Engineering, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Khon Kaen Univerisity.

[8] U. Poolsin. (2002). **Energy Conservation in Two Non-Designated Buildings.** Department of Energy Management Technology, King Mongkuts University of Technology Thonburi.

[9] S. Sae-heng Pisitsungkakarn. (2014). "Energy Management System (ISO 50001) and Thai Law on Energy Conservation Promotion". **The Journal of Industrial Technology.** Vol. 10 (2): 85-96. (In Thai)

ประวัติผู้เขียนบทความ

คมสัน เกตุภูงา ตำแหน่ง รักษาการผู้จัดการแผนกระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร โครงการระบบขนส่งทางรถไฟเชื่อมต่อท่าอากาศยานสุวรรณภูมิและสถานีรับส่งผู้โดยสารอากาศยานในเมือง บริษัท รถไฟฟ้า ร.ฟ.ท.จำกัด เลขที่ 27 ศูนย์ซ่อมบำรุงรถไฟฟ้า ซ.เพชรบุรี 47 แขวงบางกะปิ เขตห้วยขวาง กทม. 10320 โทรศัพท์: 0-2308-5600 ต่อ 1613 E-mail: Komsan_ee34@hotmail.com

ธีรเดช ชีวนันทชัย ปัจจุบันดำรงตำแหน่งอาจารย์ประจำหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต เบอร์โทรศัพท์ 02-321-6930-9 Ext. 1203, เบอร์โทรสาร 02-321-4444, E-mail: theeradet.che@kbu.ac.th

สุมล แซ่เฮง พิสิษฐ์สังฆการ ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำสาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมยานยนต์ ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีการเผาไหม้และพลังงานทางเลือกภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องต้นกำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เบอร์โทรศัพท์ 02-555-2000 ต่อ 6427, 02-587-4350 ต่อ 6427 E-mail: sumol.energy@hotmail.com