การประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12
วันที่ 6 – 8 พฤศจิกายน 2562

วันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ. 2562

เรื่อง **ผลการพิจารณาตอบรับนำเสนอบทความวิจัย รหัส Paper ID: 014**

เรียน **คุณสัญชัยยะ ผสมกุศลศีล**

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัยชื่อเรื่อง "**การจัดการพลังงานชุมชนตามมาตรฐาน ISO 50001 และการควบคุมระบบแสงสว่างภายในอาคารด้วยการแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบดิจิตอล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด**" เพื่อเข้าร่วมนำเสนอในการประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 (TREC #12) ระหว่างวันที่ 6 - 8 พฤศจิกายน 2562 ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ทกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก บัดนี้คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจาณาบทความวิจัยของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งในนามคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และสมาคมวิศวกร ศูนย์วิจัยและบริการพลังงานแห่งประเทศไทยได้ร่วมเป็นเจ้าภาพจัดงานการประชุมสัมมนาวิชาการ ฯ ในครั้งนี้

ดังนั้นจึงขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความวิจัยของท่านได้ **ผ่านการพิจารณา** ให้เข้าร่วมนำเสนอแบบบรรยายแบบปากเปล่า oral ในงานการประชุมสัมมนาวิชาการรูปแบบพลังงานทดแทนสู่ชุมชนแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12 (TREC #12) ในการนี้คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จึงขอเชิญท่านเข้าร่วมงานการประชุมวิชาการ ฯ และนำเสนอบทความวิจัยของท่าน ตามวัน-เวลากำหนดการนำเสนอการประชุมวิชาการในครั้งนี้ได้จาก http://www.conference.sgtech.nu.ac.th/trec12

จึงเรียนมาเพื่อแจ้งให้ทราบ

ดร. อันธิกา เพชรี
คณะกรรมการดำเนินการจัดงานการประชุมวิชาการฯ TREC #12
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

ติดต่อผู้ประสานงานบทความวิจัย
วิทยาลัยพลังงานทดแทนและสมาร์ทกริดเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร
E-mail: sgtech@nu.ac.th

การจัดการพลังงานชุมชนตามมาตรฐาน ISO 50001 และการควบคุมระบบแสงสว่างภายในอาคาร ด้วยการแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบดิจิตอลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทกริด

Community Energy Management of Std. ISO 50001 and Indoor Lighting Systems Control with Energy Digital Warning System for Increasing Efficiency Using Smart Grid Technology

สัญชัยยะ ผสมกุศลศีล* และไชยวรุฒ จันทร์อุดร
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต กรุงเทพฯ 10250

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิจัยนำเสนอการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง 2 แนวทางคือ แนวทางแรกจะเป็นการบริหารจัดการพลังงานชุมชนตามมาตรฐาน ISO 50001 เพื่ออนุรักษ์พลังงาน และแนวทางที่สองจะเสนอในการควบคุมระบบแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน ด้วยระบบการแจ้งเตือนการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบดิจิตอลกิโลวัตต์เอาว์มิเตอร์ 1 เฟสเมื่อส่งสัญญาณไปยังชุดอุปกรณ์ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ที่ทำการแปลงสัญญาณอนาล็อคให้เป็นดิจิตอล (Analog to Digital Converter) ซึ่งชุดอุปกรณ์ระบบแจ้งเตือนนี้สามารถบอกเตือนเป็นเสียงสัญญาณเมื่อมีการใช้พลังงานในแต่ละวัน เมื่อหยุดการใช้พลังงานแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7จะทำการประมวลผลไปยังหน้าจอ LCD เพื่อหาความต้องการพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและควบคุมระบบไฟฟ้าได้ด้วยใช้เทคโนโลยีสมาร์ทมิเตอร์ ปรับความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ในระบบโครงข่ายสมาร์ทกริด (Smart grid) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานในระบบแสงสว่าง วิธีดำเนินการวิจัยเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงปี พ.ศ. 2561 ที่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างในพื้นที่โดยรวมเท่ากับ 165,750.40 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นค่าไฟฟ้าเท่ากับ 663,764.25 บาทต่อปี จากนั้นทำการวิเคราะห์สภาพปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างในพื้นที่ ซึ่งแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 มาตรการ ได้แก่ 1) มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงาน และ 2) มาตรการที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงาน ผลการวิจัยพบว่ามาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย สามารถทำได้โดยการปิดหลอดแสงจันทร์ขนาด 400 วัตต์ ตลอดบริเวณทางเดินเท้าโดยคิดเฉลี่ย 7 ชั่วโมงต่อวัน สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 14,500 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 56,325.75 บาทต่อปี และมาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 28 วัตต์ (T5) ใช้เงินลงทุนรวมทั้งสิ้น 149, 570 บาท สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 31,245.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 125,326.25 บาทต่อปี โดยมีระยะเวลาคืนทุน 8 เดือน 30 วัน

คำสำคัญ: โครงข่ายสมาร์ทกริด, อนุรักษ์พลังงาน, เพิ่มประสิทธิภาพ, ควบคุมระบบแสงสว่าง, การจัดการพลังงาน

*Corresponding author: Tel.: 02-3216930, E-mail : psanchiya@hotmail.com

1. บทนำ

การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีจะต้องมีการออกแบบและวางแผนการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยเริ่มต้นจะต้องมีการศึกษาการใช้พลังงานอย่างถูกวิธี ซึ่งหัวใจของการจัดการพลังงานคือการใช้พลังงานให้น้อยที่สุด สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามความต้องการครบทุกประการ ในปัจจุบันนี้หลายๆ หน่วยงานองค์กรได้เริ่มสนใจ มีความตื่นตัวในเรื่องของการจัดการพลังงานมากยิ่งขึ้น เนื่องจากภาคธุรกิจของบริษัทอุตสาหกรรม ในทางการตลาดจะมีการแข่งขันค่อนข้างสูงและถ้ามีการจัดการพลังงานอย่างชาญฉลาดก็เป็นข้อได้เปรียบอีกประการหนึ่งในแง่ของการลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าในการดำเนินงาน และยังจะช่วยเป็นการรักษาสภาพแวดล้อมอีกด้วย [1] ซึ่งการจัดการพลังงานที่ดีนั้นทางหน่วยงานและองค์กรต่างๆ จะต้องมีการศึกษา ออกแบบและวางแผนจัดการพลังงานที่ดีด้วย ปัจจุบันนี้ได้มีการรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เพื่อที่จะลดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าในส่วนที่ฟุ่มเฟือยลดลงและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ถ้าพิจารณาในส่วนของอาคารที่พักอาศัยและอาคารสำนักงานจะเห็นได้ว่าพฤติกรรมของผู้ใช้ที่มีการใช้ปริมาณกำลังไฟฟ้าจะแตกต่างกันจะขึ้นอยู่กับจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าและจิตสำนึกของผู้ใช้ไฟฟ้า ด้วยเหตุผลนี้ทำให้บทความวิจัยนี้ได้เห็นถึงความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบวงจรของอุปกรณ์แจ้งเตือนการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างภายในอาคาร โดยทำการวัดปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าที่แสดงผลออกมา ทำให้สามารถทราบได้ว่าในช่วงเวลาหนึ่งได้มีการใช้กำลังไฟฟ้าไปเป็นจำนวนเงินเท่าไรและสามารถควบคุมค่าใช้จ่ายต่างๆ ของระบบแสงสว่างภายในอาคารที่ใช้กำลังไฟฟ้าสูญเสีย ทำให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าของผู้ใช้ในอนาคตได้ [1]

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อนำเสนอ 2 แนวทางคือ 1. วิจัยการบริหารจัดการพลังงานระบบแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน ตามมาตรฐาน ISO 50001 เพื่ออนุรักษ์พลังงาน 2. วิจัยการควบคุมระบบแสงสว่างภายในอาคารด้วยระบบแจ้งเตือนการใช้พลังงานแบบดิจิตอลอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 เป็นตัวควบคุมโดยใช้เทคโนโลยีโครงข่ายสมาร์ทกริด (Smart grid) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบแสงสว่างภายในอาคาร

2. หลักการ

2.1 ความหมายของการจัดการพลังงาน

ระบบการจัดการพลังงาน (Energy Management System : EMS) คือ การประยุกต์ใช้ระบบจัดการข้อมูลที่ทันสมัย โดยจะรวบรวมข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะช่วยในการทำงานเพื่อที่จะบริหารการใช้พลังงาน และค่าใช้จ่ายพลังงาน ระบบการจัดการพลังงานประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ การวัด การจัดการข้อมูล และการควบคุม ซึ่งระบบการจัดการพลังงานจะมีขอบเขตตั้งแต่ที่ใช้คนแบบง่าย ๆ ไปจนถึงระบบที่ใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม [2]

การใช้งานระบบการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001 นั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับทุกหน่วยงานที่ต้องการประหยัดพลังงาน เช่น ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ ที่อยู่อาศัย เป็นต้น ปัจจัยที่ทำให้ระบบการจัดการพลังงานสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิผล คือ ระบบการวางแผน ตรวจติดตามและการกำหนดเป้าหมายที่จะต้องจัดเตรียมข้อมูลให้สัมพันธ์กับผู้ใช้ เพื่อให้เกิดความพร้อมของผู้ใช้ และทำให้ผู้ใช้สามารถตัดสินใจได้ง่าย เพื่ออนุรักษ์การใช้พลังงานและข้อจำกัดในการปฏิบัติงาน เป็นต้น

2.2 ประโยชน์ของระบบจัดการพลังงาน

ระบบการจัดการพลังงาน มีประโยชน์กับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. เจ้าของกิจการ : โดยการใช้ระบบการจัดการพลังงานอย่างมีประสิทธิผล ซึ่งจะสามารถทำกำไรให้กับธุรกิจได้เป็นอย่างมาก ซึ่งจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ประมาณ 25 %

2. ผู้บริหาร : สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ทันทีและสามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานของภายในอาคารและโรงงาน ซึ่งระบบการจัดการพลังงานจะเป็นเครื่องมือในการวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้า

3. ผู้ควบคุม : ระบบการจัดการพลังงานจะแสดงแนวโน้มและรายงานต่างๆ ซึ่งออกแบบสำหรับการตรวจติดตามและวิเคราะห์การใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง

4. ผู้ปฏิบัติงาน : ระบบการจัดการพลังงานจะลดเวลาในการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ช่วยแก้ปัญหาได้ทันที

2.3 ขั้นตอนการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001

วิธีการจัดการพลังงานเพื่อให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยวิธีการจัดการพลังงานนั้นต้องมีการปฏิบัติอย่างเป็นขั้นตอน รวมทั้งมีการวางแผนการดำเนินการที่ดีและเหมาะสมกับองค์กร เพื่อให้บรรลุตามเป้าหมายของการจัดการพลังงานแสดงกรอบโครงร่างขั้นตอนการจัดการพลังงานดังภาพที่ 1 และขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดการพลังงานแสดงดังภาพที่ 2 สามารถแบ่งออกได้เป็น 8 ขั้นตอน [3] มีดังนี้

(1) การแต่งตั้งคณะทำงานด้านการจัดการพลังงาน

(2) การประเมินสถานภาพการจัดการพลังงานเบื้องต้น

(3) การกำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงาน

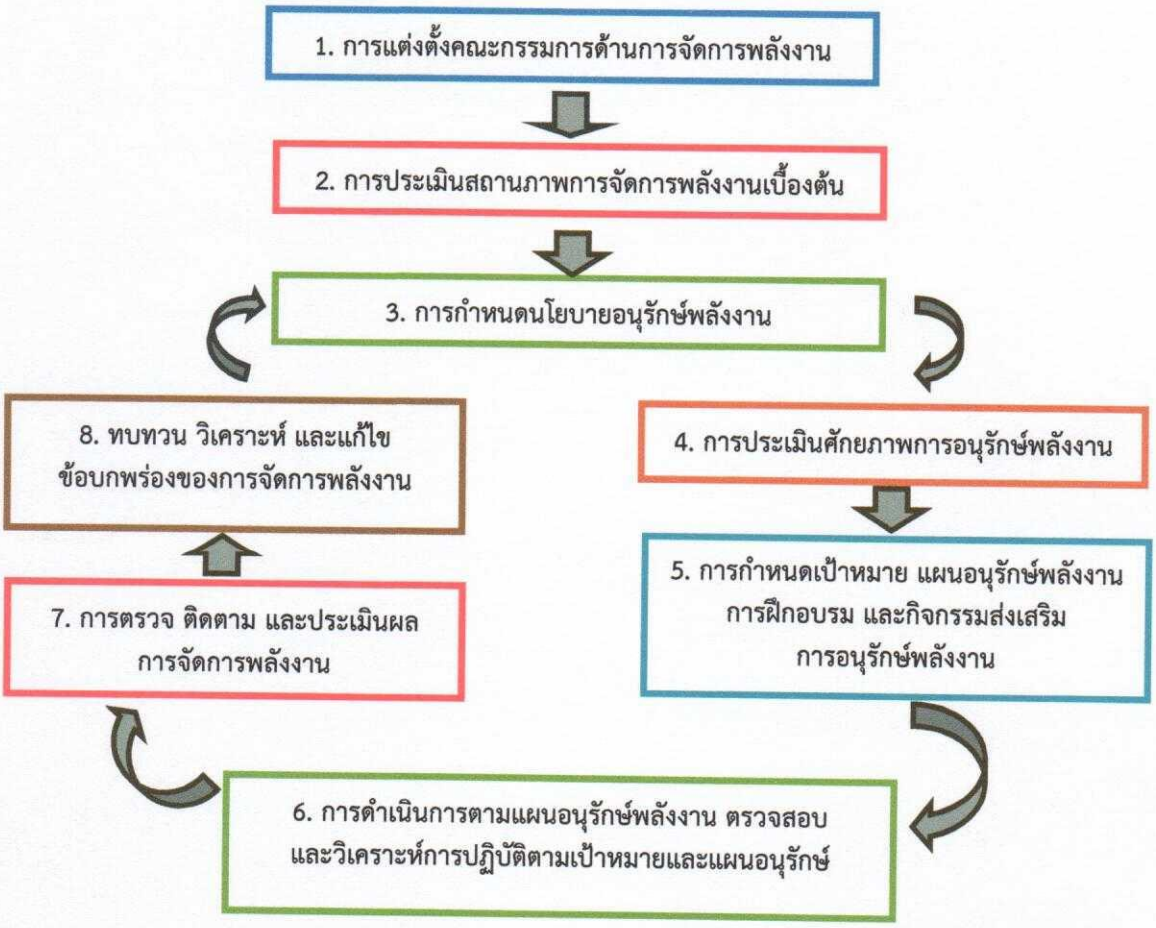
(4) การประเมินศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน

(5) การกำหนดเป้าหมาย วางแผนอนุรักษ์พลังงาน แผนการฝึกอบรมและกิจกรรมส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

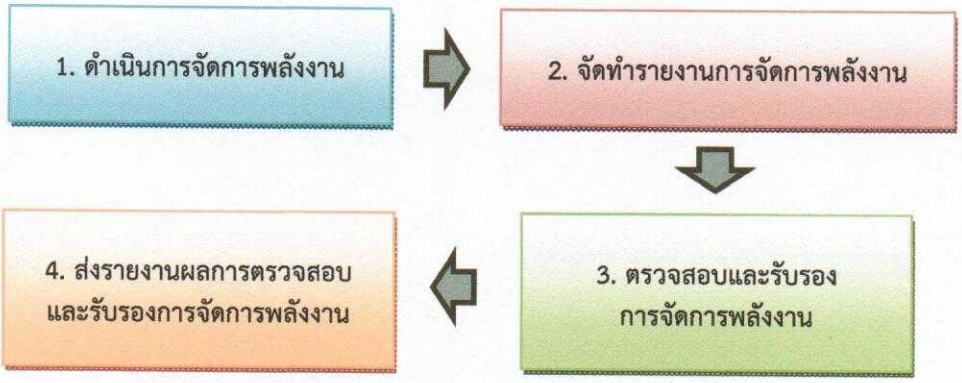
(6) การดำเนินการตามแผนอนุรักษ์พลังงาน การตรวจสอบ และการวิเคราะห์ในแนวทางการปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงาน

(7) การตรวจติดตามและประเมินการจัดการพลังงาน

(8) การทบทวน วิเคราะห์และแก้ไขข้อบกพร่องของการจัดการพลังงาน



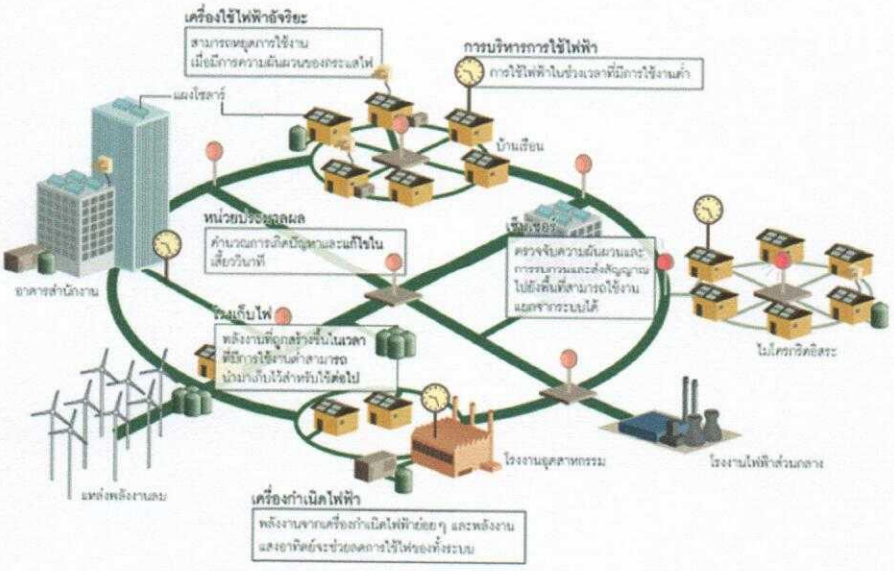
ภาพที่ 1 กรอบโครงร่างวิจัยขั้นตอนการจัดการพลังงาน



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการดำเนินงานในการจัดการพลังงาน

2.4 เทคโนโลยีโครงข่ายสมาร์ทกริด

"สมาร์ทกริด"(Smart Grid) คือระบบโครงข่ายสำหรับส่งไฟฟ้าอัจฉริยะแบบครบวงจรโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล สมาร์ทกริดทำหน้าที่ส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากผู้ให้บริการไปยังผู้ใช้บริการด้วยระบบการสื่อสารสองทาง เพื่อควบคุมเครื่องใช้ไฟฟ้า ณ บ้านของผู้ใช้ ซึ่งจะช่วยให้สามารถบริหารจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยบริษัทที่ให้บริการระบบส่งจ่ายไฟฟ้าสมาร์ทกริดได้พัฒนาโปรแกรมพร้อมกับติดตั้งอุปกรณ์ที่สามารถตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ตามเวลาจริง (Real Time) ไว้ในแต่ละครัวเรือนว่ามีการใช้ไฟฟ้าเท่าไหร่ จุดไหนใช้มากน้อยอย่างไร เพื่อช่วยคำนวณหาการแจกจ่ายกระแสไฟของเมือง ช่วยให้การจ่ายกระแสไฟฟ้ามีความเสถียรภาพ และลดปัญหาไฟฟ้าดับในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้ามากขึ้นหรือค่อนข้างสูง ทั้งยังทำให้ผู้ใช้สามารถเห็นพฤติกรรมและปรับลดการใช้พลังงานของตัวเองได้อย่างมีประสิทธิภาพดีขึ้นแสดงดังภาพที่ 3 [4]



ภาพที่ 3 ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดในระบบไฟฟ้ากำลัง [4]

ประเทศส่วนใหญ่ที่ได้ดำเนินการพัฒนาระบบโครงข่าย Smart Grid นี้ มีแนวคิดการพัฒนาไปในแนวทางเดียวกัน คือ "การพัฒนาให้ระบบไฟฟ้าสามารถตอบสนองต่อการทำงานได้อย่างชาญฉลาดมากขึ้น หรือมีความสามารถมากขึ้นโดยใช้ทรัพยากรที่น้อยลง (Doing more with Lass) มีประสิทธิภาพที่ดี มีความน่าเชื่อถือได้ มีความปลอดภัย ยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารสารสนเทศ (ICT) ระบบเซนเซอร์ ระบบเก็บข้อมูล และเทคโนโลยีทางด้านการควบคุมอัตโนมัติเพื่อทำให้ระบบกำลังอัจฉริยะ (Power Grid) ทำให้สามารถ

รับรู้ข้อมูลสถานะต่างๆ ในระบบมากขึ้น เพื่อใช้ในการตัดสินใจได้อย่างอัตโนมัติโดยผ่านกระบวนการเหล่านี้จะต้องเกิดขึ้นทั่วทั้งระบบไฟฟ้า" ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดเกิดขึ้น เพราะเป็นแนวโน้มในธุรกิจไฟฟ้าของโลกมีการใช้พลังงานสะอาดจากพลังงานลม แสงอาทิตย์ และพลังงานชีวภาพ เป็นต้น และผู้ใช้ก็เป็นฝ่ายผลิตไฟฟ้าได้เองจากการติดตั้งแผงโซลาร์เซลหรือกังหันลม เมื่อผลิตไฟฟ้าได้ใช้กำลังไฟฟ้ามากเกินจากการใช้งานก็ย่อมสามารถส่งกลับไปขายให้รัฐหรือบริษัทผู้ให้บริการไฟฟ้าได้ แต่ยังขาดการบริหารการผลิตหรือรองรับการจัดเก็บในระบบอุตสาหกรรม จึงไม่สามารถจัดสรรพลังงานทดแทนเข้ามาใช้ในระบบในช่วงเวลาที่มีความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด [6] ระบบกริดอัจฉริยะนี้จึงเข้ามาช่วยบริหารจัดการการผลิต จัดเก็บ และจัดสรรพลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ประหยัดค่าใช้จ่าย แต่ระบบนี้ยังมุ่งเน้นไปในด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการพลังงานทดแทนด้วย

องค์ประกอบพื้นฐานของระบบโครงข่าย Smart Grid นั้น ซึ่งระบบโครงข่าย Smart Grid มีเทคโนโลยีพื้นฐานที่สามารถตรวจวัด รับส่ง สัญญาณข้อมูล และทำงานร่วมกับอุปกรณ์และระบบไฟฟ้าอื่นๆ ได้โดยมีเทคโนโลยีในอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ 1. Hardware 2. Software และ 3. Peopleware ดังนั้นองค์ประกอบเทคโนโลยีทั้งสามอุปกรณ์ข้างต้น จะสามารถจำแนกออกเป็นเทคโนโลยีต่างๆ ได้ ดังนี้ เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) เทคโนโลยีการผลิตพลังงานไฟฟ้าและการส่งจ่ายไฟฟ้า เทคโนโลยีการควบคุมโครงข่ายไฟฟ้าอัตโนมัติ เทคโนโลยีมิเตอร์อัจฉริยะ(AMI) และการปรับความต้องการไฟฟ้า (Demand Response) และเทคโนโลยีการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า (EMS) เป็นต้น

2.5 การพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดทางด้านการอนุรักษ์พลังงาน

การพัฒนาระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดทางด้านอนุรักษ์พลังงานนั้น ระบบบริหารจัดการพลังงานภายในอาคารหรือเทคโนโลยีการตอบสนองของโหลด (Demand Response) จะช่วยเพิ่มทางเลือกให้กับภาครัฐที่จะส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ช่วยลดการใช้พลังงาน และการใช้พลังงานอย่างประสิทธิภาพได้มากขึ้น ดังนั้น การจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงานในอนาคต จะสามารถคาดหวังสัดส่วนการลดความเข้มข้นของการใช้พลังงานที่สูงขึ้นได้ และสามารถกำหนดมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพได้หลากหลายมากขึ้น จะส่งผลช่วยลดความต้องการใช้พลังไฟฟ้าสูงสุดของประเทศได้

ต้นทุนการใช้พลังงานภายในอาคาร หมายถึง ต้นทุนค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าและพลังงานความร้อน ถ้าแต่ละภายในอาคารสามารถลดต้นทุนด้านพลังงานลงได้ ซึ่งผลกำไรจะมากขึ้นและช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าเพื่อลดค่าใช้จ่ายพลังงานให้กับผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าได้ [7]

2.6 การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้า

การลดปริมาณพลังงานไฟฟ้าสามารถทำได้โดยลดการสูญเสียและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง [8] เช่น ทำการปิดเครื่องจักรในขณะไม่ใช้งานแล้ว เลือกขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงาน และติดตั้งระบบอัตโนมัติควบคุมการเปิด-ปิดไฟฟ้าอย่างเหมาะสม เป็นต้น

2.7 การลดค่าความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ตัวประกอบโหลด (Load Factor: LF) มีความสำคัญในการคิดหาต้นทุนการใช้พลังงานไฟฟ้าเมื่อหากตัวประกอบโหลดมีค่าสูง แสดงว่าค่าความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด ดังนั้นถ้ามีการปรับปรุงค่าตัวประกอบโหลดให้สูงขึ้น สามารถทำให้ค่าไฟฟ้าเฉลี่ยต่อหน่วยจะลดลง ตัวประกอบโหลดหาได้จากการวัดใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบเดือน คำนวณหาได้ดังนี้

$$\text{โหลดแฟกเตอร์ (LF)} = \frac{P_{mean}}{P_{max}} 100 \qquad (1)$$

กำหนดให้

P_{mean} (โหลดเฉลี่ย) คือ ค่าความต้องการกำลัง โดยเฉลี่ย(mean demand) ในช่วง 1 เดือน (kW)

P_{max} (โหลดสูงสุด) คือ ค่าความต้องการกำลังโหลดสูงสุด (max. demand) ในช่วง 1 เดือน (kW)

ผู้ใช้พลังงานภายในอาคารที่พักอาศัยหรือภายในอาคารสำนักงาน ควรใช้หลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์แกนเหล็กที่มีประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดด้วยเครื่องมือวัด Power Factor แสดงดังภาพที่ 4 จึงจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างได้ตลอดเวลาขณะที่ใช้งานในช่วงเวลานั้นๆ ได้

ภาพที่ 4 เครื่องมือวัด Power Factor

2.8 การวิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้า

- ค่าพลังงานไฟฟ้าโดยปกติแล้วประเภทอาคารโรงงานอุตสาหกรรม หาได้จากสมการที่ (2) ดังนี้

$$C_1 = DC(P + EC)E$$
$$= 256.07(P + 1.7034)E \quad (2)$$

กำหนดให้

C_1 คือ ค่าไฟฟ้าที่คิดพลังงานสูงสุดที่ใช้ (บาท)
DC คือ อัตราค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด (บาทต่อกิโลวัตต์)
P คือ ความต้องการพลังงานสูงสุด (กิโลวัตต์)
EC คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้า (บาทต่อหน่วย)
E คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ (หน่วย)

(ก) หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดกลมขนาด 32 W

(ข) หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดตะเกียบรุ่นประหยัดไฟฟ้า 2U

(ค) หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดผอม 36 W

(ง) หลอดแสงจันทร์ฟิลิปส์ ขนาด 400 W

ภาพที่ 5 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ

ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจ โรงแรม โรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงานและกิจการให้เช่าห้องพัก เป็นต้น ทำการคิดหาอัตราการใช้ค่าไฟฟ้าแบบ TOU ของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.)คือ มีเงื่อนไขให้ผู้ใช้ไฟฟ้าเสียค่าไฟฟ้าตามอัตราตามช่วงเวลาของการใช้ไฟฟ้า [9] ค่าไฟฟ้าจะแพงในช่วงที่ระบบแสงสว่างมีความต้องการใช้ไฟฟ้ามาก(On Peak) ดังนั้นหาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยของอัตราTOU หาได้จากสมการที่ (3) ดังนี้

$$C_T = DC\,(P+EC_1)E_1+EC_2xE_2 \qquad (3)$$

กำหนดให้

EC_1 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง On Peak (บาทต่อหน่วย)

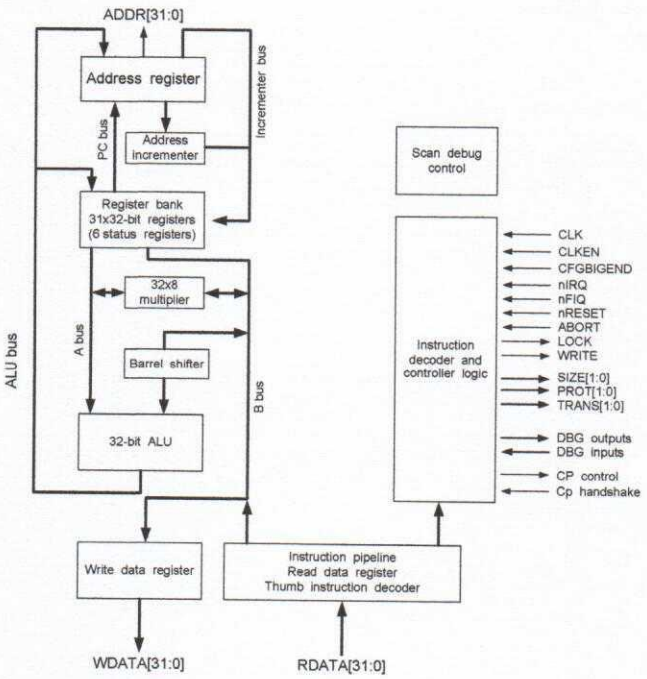
E_1 คือ ปริมาณค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วง On Peak (หน่วย)

E_2 คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในช่วงOff Peak

EC_2 คือ อัตราค่าพลังงานไฟฟ้าในช่วง Off Peak (บาทต่อหน่วย)

2.9 การควบคุมระบบแสงสว่างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7

ระบบเทคโนโลยีโครงข่ายสมาร์ทกริดทางด้านอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง จะใช้อุปกรณ์ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 เป็นซีพียูแบบRISC ขนาด 32 บิต ภายในมีบัสขนาด 32 บิต สามารถรับส่งข้อมูลและคำสั่งได้ชุดคำสั่งจะมีขนาด 32 บิตคงที่ [2] ในขณะที่ข้อมูลสามารถเลือกได้ว่าผู้ใช้จะใช้ที่มีขนาด 8,16 หรือ 32 บิต โดยแกนกลาง (core)ของซีพียู ARM7 ดังแสดงภาพที่ 6 โครงสร้างของARM7 จะเป็นแบบที่เรียบง่ายและมีชุดคำสั่งที่ไม่ยุ่งยากมากนัก ซึ่งลักษณะโครงสร้างสถาปัตยกรรมของ ARM7 จะเป็นแบบการประมวลผลข้อมูลใดๆจะต้องผ่านรีจิสเตอร์เริ่มต้นด้วยการโหลดค่าจากหน่วยความจำไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ และนำค่ามาประมวลผลเสร็จแล้วจึงเก็บค่าในหน่วยความจำ



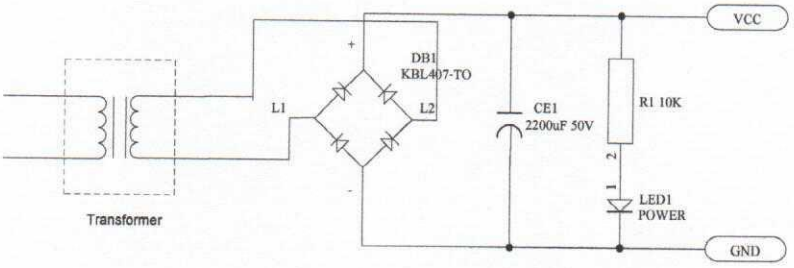
ภาพที่ 6 โครงสร้างแกนกลางของซีพียู ARM7

2.10 หลักการทำงานของส่วนวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (ADE 7755)

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ [2]

2.10.1 ส่วนรับค่าสัญญาณอนาล็อกอินพุทที่เป็นค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้า

2.10.2 ส่วนค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้จะถูกส่งไปยังชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7



ภาพที่ 7 วงจร Power Supply

2.11 วงจร Power Supply

เมื่อป้อนแรงดัน 220 VAC ผ่านไปยังหม้อแปลงเหลือ 12 VAC จากนั้นเข้ามาสู่ Bridge โดยแปลงไฟฟ้า AC 12 V ให้เป็นไฟฟ้า DC 12 V เพื่อทำการเลี้ยงวงจร และมีค่า C เท่ากับ 2200μF/50 V ทำหน้าที่กรองกระแสและปรับระดับแรงดันให้เรียบขึ้น ทำการลดระดับแรงดันให้เหลือ 3.3 V_{DC}เพื่อส่งเข้าไปสู่ชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7, LCD และ IC Current Transformer ต่อไปแสดงดังภาพที่ 7

2.12 หลักการทำงานของวงจรควบคุม

ระบบจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้วัดหาค่าพลังงานไฟฟ้ากับส่วนทำการประมวลผล โดยส่วนวัดพลังงานนั้นใช้อุปกรณ์ IC วัดพลังงานไฟฟ้าในการวัดค่าADE7755 แล้วประมวลผลค่าพลังงานไฟฟ้าส่งมาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 และทำการส่งค่าไปประมวลผล ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่คำนวณผลของพลังงานแสดงทางจอเป็นจำนวนเงินคิดค่าพลังงานไฟฟ้าแสดงดังภาพที่ 8

ภาพที่ 8 โครงสร้างระบบส่วนวัดหาค่าพลังงานไฟฟ้า

2.12.1 วงจรส่วนวัดพลังงาน

ส่วนวัดพลังงานของ Digital Energy Meter ได้ใช้ IC ADE 7755 ในการวัดหาพลังงานโดยป้อนสัญญาณอินพุทที่เป็นกระแส ทำการรับค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าจากแชนแนล 1 และ2 ของ ADE 7755 [10]

2.12.2 วงจรส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7

วงจร Controller ของเครื่องวัดและคิดเงินพลังงานไฟฟ้าแบบดิจิตอลโดยใช้ ARM7 เป็นตัวControllerที่นำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องวัดแบบดิจิตอล เครื่องวัดชนิดนี้ที่สร้างขึ้นโดยแสดงผลค่าพลังงานผ่านทางจอ LCD

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

บทความวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาถึงการจัดการพลังงาน สภาพปัญหาการใช้พลังงาน วิเคราะห์ค่าพลังงานไฟฟ้าและควบคุมระบบแสงสว่างของอาคารสำนักงาน โดยใช้ระบบโครงข่ายสมาร์ทกริดทางด้านอนุรักษ์พลังงานด้วยวงจรควบคุมชุดอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 และนำเสนอแนวทางการแก้ปัญหา เพื่อเพิ่มหาประสิทธิภาพในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า อาคารสำนักงานมีขนาดพื้นที่ห้องกว้าง7.50 m ความยาวห้อง 13.80 m โดยคิดค่าพลังงานไฟฟ้าหน่วยละ 2.5 บาทต่อหน่วย และคำนวณหาพลังงานไฟฟ้าจากสมการ kWhr/เดือน = (W/1,000)x 5 ชั่วโมงต่อวัน x 30 วันต่อเดือน ซึ่งผู้วิจัยได้จำแนกขั้นตอนการดำเนินการวิจัย [11] มีรายละเอียดดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย [5]

3.1.1 แบบสอบถาม เพื่อบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันและในแต่ละเดือน ปริมาณค่าไฟฟ้าโดยเฉลี่ย อัตราค่าไฟฟ้ารวมต่อเดือน เป็นต้น

3.1.2 เครื่องวัดค่าความส่องสว่าง (Lux Meter) เพื่อใช้วัดค่าความส่องสว่างในบริเวณพื้นที่ภายในอาคารต่างๆ ที่มีการใช้ไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง ซึ่งความเข้มของแสงที่วัดได้จากเครื่องวัดแสงมีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลจากอาคารสำนักงาน ใช้เอกสารประเมินการตรวจสอบเพื่อในการเก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่เก็บรวบรวมนี้จะเกี่ยวกับค่าสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละวันและในแต่ละเดือนของช่วงปี พ.ศ. 2561 ประกอบด้วย ปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายของพลังงานไฟฟ้า และค่าความส่องสว่าง เป็นต้น

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยเริ่มจากการศึกษา กำหนดเป้าหมายแผนการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดนโยบายอนุรักษ์พลังงานในพื้นที่อาคาร สำรวจสภาพการใช้พลังงานในระบบแสงสว่าง ทำการประเมินผลศักยภาพการอนุรักษ์พลังงาน [5] ดำเนินการตรวจสอบตามแผนอนุรักษ์พลังงาน การวิเคราะห์สภาพปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน ทบทวน การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง และการเปรียบเทียบผลจากการเสนอแนวทางแก้ไขการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่าง จัดทำรายงานแผนอนุรักษ์พลังงาน เป็นต้น ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.3.1 สำรวจ: ศึกษาเก็บข้อมูลสภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างของอาคารภายในสำนักงาน โดยการใช้เอกสารประเมินการตรวจสอบในการเก็บข้อมูล

3.3.2 วิเคราะห์สภาพปัญหาการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างภายในอาคาร ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์หาสาเหตุถึงลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (Failure mode and effects analysis: FMEA)

3.3.3 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลโดยการคำนวณ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าเพื่อประหยัดพลังงานได้ และระยะเวลาคืนทุน เป็นต้น

3.3.4 การเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง ผู้วิจัยทำการเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าโดยได้จากการศึกษาเอกสาร ค้นคว้าข้อมูล ซึ่งสามารถนำมาเป็นแนวทางการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า เพื่อการจัดการพลังงานในระบบแสงสว่าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 มาตรการ ได้แก่ 1) มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย 2) มาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และผลการคำนวณหาปริมาณพลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างที่ใช้ภายหลังการปรับปรุง ค่าไฟฟ้าที่ใช้จ่ายภายหลังการปรับปรุง และผลการประเมินตรวจวัดค่าความส่องสว่างภายหลังการปรับปรุง เป็นต้น

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

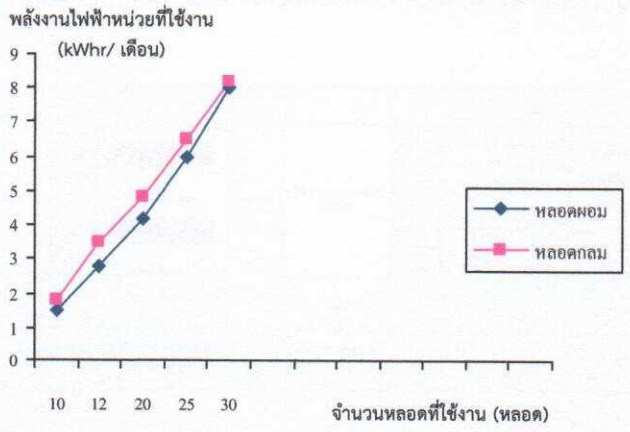
ผลการวิจัยในการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001 ในระบบแสงสว่างภายในอาคารสำนักงาน เพื่ออนุรักษ์พลังงาน และการควบคุมระบบแสงสว่างภายในอาคารโดยใช้เทคโนโลยีโครงข่ายสมาร์ทกริด เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการงานวิจัยนี้ สามารถอธิบายจำแนกได้ 2 แนวทาง มีดังนี้

แนวทางที่ 1 ผลจากการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001 ด้วยการวิเคราะห์สภาพปัญหาการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างภายในอาคาร พบว่าปัญหาที่ต้องทำการแก้ไข คือ หลอดฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์ มีความสว่างค่อยๆ ลดน้อยลง สาเหตุเกิดจากมีความร้อน ฝุ่นเกาะที่หลอดการเสื่อมสภาพของหลอด รวมถึงประสิทธิภาพการใช้งานของหลอดต่ำ จะส่งผลกระทบทำให้ทำงานเกิดปัญหาในการมองเห็นได้ง่าย ค่าความเสี่ยงสูงสุดในการใช้งาน (RPN) มีค่าเท่ากับ 48 คะแนน และหลอดแสงจันทร์มีขนาด 400 วัตต์ ทำให้เกิดแสงจ้า สาเหตุเกิดจากประสิทธิภาพการให้ความส่องค่อนข้างสูง ส่งผลกระทบทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าและค่าไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น จะมีค่าความเสี่ยงการใช้งาน (RPN) เท่ากับ 26 คะแนน และหลอดฟลูออเรสเซนต์มีขนาด 36 วัตต์ ทำให้หลอดไม่ติด สาเหตุเกิดจากไส้หลอดขาด สวิตช์ไฟฟ้าชำรุด หลอดหมดอายุการใช้งาน บัลลาสต์เสีย และส่งผลกระทบทำให้ไม่สามารถมองเห็นในการทำงาน ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการตามมาตรการแก้ไขปรับปรุง โดยเริ่มจากการคำนวณปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบแสงสว่าง ก่อนการปรับปรุงและทำการวัดค่าความส่องสว่างของแต่ละพื้นที่ภายในอาคาร จากการเก็บรวบรวมข้อมูลค่าความส่องสว่างภายในอาคาร ผลการวิเคราะห์จะพบว่า

บริเวณที่เป็นทางเดินภายในอาคารมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 280 ลักซ์ พื้นที่ภายในห้องมีค่าความส่องสว่างเฉลี่ยเท่ากับ 350 ลักซ์ การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่างแบ่งออกเป็น 2 มาตรการ ได้แก่ 1) มาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า และ 2) มาตรการที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้า ผลการวิจัยพบว่ามาตรการที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย สามารถทำได้โดยการปิดหลอดแสงจันทร์ขนาด 400 วัตต์ ตลอดบริเวณทางเดินเท้าโดยคิดเฉลี่ย 7 ชั่วโมงต่อวัน สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เท่ากับ 14,500 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 56,325.75 บาทต่อปี และมาตรการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ มีปริมาณการให้แสงสว่างเท่ากับ 2,850 ลูเมน อาคารภายในมี 10 ห้องๆ ละ 8 หลอด ในจำนวน 7 ชั้นของอาคารสำนักงาน สามารถใช้จำนวนหลอดทั้งสิ้น 560 หลอด จะสูญเสียพลังงานเท่ากับ 12,420.35 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดค่าไฟฟ้าเท่ากับ 134,768.50 บาท ถ้าใช้เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 28 วัตต์ (T5) มีปริมาณการให้แสงสว่างเท่ากับ 2,900 ลูเมน ซึ่งเท่ากับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์จะใช้เงินลงทุนรวมเท่ากับ 149, 570 บาท สามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 31,245.25 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้เท่ากับ 125,326.25 บาทต่อปี จะมีระยะเวลาคืนทุน 8 เดือน 30 วัน

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าต่อเดือนของหลอดผอมและหลอดกลมในระบบแสงสว่างภายในอาคาร

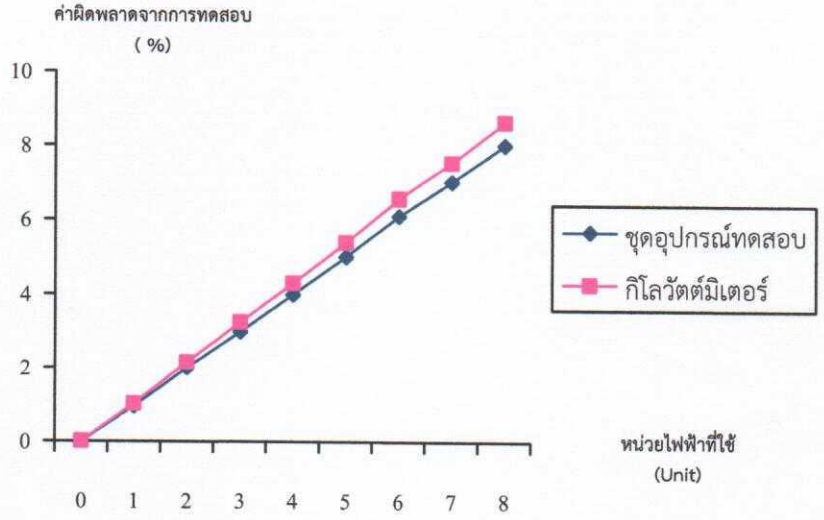
เลือกขนาดหลอดไฟฟ้า (W)	จำนวนหลอดที่ใช้ (หลอด)	ชั่วโมงที่ใช้ต่อวัน (hr/d)	พลังงานไฟฟ้าต่อเดือน (kWhr/เดือน)	ค่าไฟฟ้าต่อเดือน (บาท/เดือน)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (หลอดผอม)				
10	10	5	1.5	6.8
14	12	5	2.8	10.50
18	20	5	4.2	18.25
28	25	5	6.0	26.32
36	30	5	7.9	32.16
หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดธรรมดา (หลอดกลม)				
9	10	5	1.8	7.5
22	12	5	3.5	12.0
24	20	5	4.8	18.75
32	25	5	6.5	28.75
40	30	5	8.9	35.48



ภาพที่ 9 กราฟค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบผอมและแบบกลม

ตารางที่ 2 ผลทดสอบค่าหน่วยไฟฟ้า (unit) ของหลอดไฟฟ้าและค่าผิดพลาด (%) ที่ได้จากเครื่องวัดกิโลวัตต์มิเตอร์กับอุปกรณ์ทดสอบ

เครื่องวัดกิโลวัตต์มิเตอร์ (unit)	อุปกรณ์ทดสอบ (unit)	% ค่าผิดพลาด
0.95	1.03	1.3 %
2.00	2.12	2.0 %
3.00	3.05	3.5 %
3.99	4.11	4.2 %
5.00	5.02	5.3 %
6.10	6.15	6.0 %
7.00	7.03	7.2 %



ภาพที่ 13 ผลกราฟเปรียบเทียบค่าผิดพลาดของหลอดที่ใช้เครื่องกิโลวัตต์เฮาส์มิเตอร์กับชุดทดสอบ

ตารางที่ 3 ผลทดสอบเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาก่อนใช้งานและเวลาภายหลังการใช้งาน

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Year)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (เวลา 9.00 น.)	2,096	5,376	24,203
หลัง (เวลา 16.00 น.)	1,653	3,827	17,225
ผลประหยัดพลังงาน	443	1,549	6,978

ผลจากตารางที่ 3 แสดงผลทดสอบเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการลดจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นในช่วงเวลาก่อนใช้งานและเวลาภายหลังการใช้งาน จะพบว่าก่อนใช้งานเวลา 9.00 น. จะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่าหลังใช้งานที่เวลา 16.00 น. ประมาณ 2,096 วัตต์ ค่าพลังงานไฟฟ้า 5,376 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และมีค่าไฟฟ้ามากกว่าถึง 24,203 บาทต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับภายหลังใช้งานของหลอดไฟฟ้า จะพบว่าสามารถช่วยประหยัดพลังงานได้ 443 วัตต์ หรือช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1,549 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 6,978 บาทต่อปี ดังนั้นสามารถควรทำการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าโดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ Motion Sensor ภายในอาคารสำนักงาน

แสดงดังภาพที่ 14 เพื่อควบคุมการทำงานของระบบแสงสว่าง มาตรการนี้จะติดตั้ง Motion Sensor [12] เพื่อควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้าในอาคารสำนักงานภายในห้อง ถ้าจำนวนหลอดไฟฟ้าที่ใช้งาน 12 หลอด ทำการเปิด-ปิดสวิทช์โดยอัตโนมัติจากผลการทดลอง จะพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดได้ประมาณ 1,491 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี และลดการปล่อยก๊าซ CO_2 เท่ากับ 850.44kg.CO_2e/Year คิดเป็นผลประหยัดต้นทุนด้านพลังงานได้ 6,713 บาทต่อปี มาตรการนี้สามารถคืนทุนได้ภายใน 1 ปี 25 วัน โดยมีอัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 43.35 % และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้แสดงผลดังตารางที่ 4 มีข้อดีคือสามารถประยุกต์ใช้ในการควบคุมการเปิดและปิดหลอดไฟฟ้าแบบอัตโนมัติและแบบใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวของบุคคลในสถานที่ต่างๆ ได้

ตารางที่ 4 ผลทดสอบเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับ Motion Sensor ในช่วงเวลาก่อนใช้งานและเวลาภายหลังการใช้งาน

รายการ	กำลังไฟฟ้า (W)	พลังงานไฟฟ้า (kWh/Year)	ค่าไฟฟ้า (บาท/ปี)
ก่อน (เวลา 9.00 น.)	692	1,926	8,653
หลัง (เวลา 16.00 น.)	692	435	1,940
ผลประหยัดพลังงาน	-	1,491	6,713

ภาพที่ 14 อุปกรณ์ตรวจจับ Motion Sensor เพื่อควบคุมการทำงานของระบบแสงสว่าง [12]

5. สรุปผลการวิจัย

ผลจากการวิจัยนี้ สามารถอธิบายได้ว่าความสำเร็จของการพัฒนาและนำวิธีการจัดการพลังงานในระบบแสงสว่างตามมาตรฐาน ISO 50001 มาใช้ภายในหน่วยงานหรือองค์กร ที่สำคัญที่สุดคือการมีคณะทำงานที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสม ดังนั้นเจ้าของโรงงานควบคุม และเจ้าของอาคารสถานที่ จะต้องควบคุมต้องจัดให้มีคณะทำงานด้านการจัดการพลังงานขึ้น เพื่อทำหน้าที่ควบคุมดูแล ดำเนินการ ประสานงาน และรายงานผลการจัดการพลังงานในหน่วยงานหรือองค์กร ตลอดจนตรวจติดตามและทบทวนการดำเนินการจัดการพลังงานให้เป็นไปตามนโยบายอนุรักษ์พลังงานที่หน่วยงานหรือองค์กรได้กำหนดขึ้น การเก็บรวบรวมข้อมูลด้านพลังงานควรเก็บอย่างละเอียด เพื่อการนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อพิจารณาไมโครกริดที่มีการติดตั้งแหล่งจ่ายพลังงานใหม่เข้ามาเป็นจำนวนมาก จำเป็นจะต้องเตรียมโครงข่ายสื่อสารขอมูลเพื่อเชื่อมต่อกับแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากับระบบจัดการพลังงานเฉพาะแห่ง (Local Energy Management System, Local EMS) ในไมโครกริดหรือระบบจัดการพลังงานในไมโครกริด (μgrid EMS) เพื่อทำหนาที่มอนิเตอร์และควบคุมกำลังไฟฟ้าที่ไหลในระบบ ดังนั้น EMS คือระบบจัดการพลังงานที่ทำให้การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามีความมั่นคงด้วยค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมที่สุด พลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำมาใช้ไม่ได้มีแค่พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเท่านั้น แต่ยังมีพลังงานไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในด้าน อื่นๆ อีกมากมาย เช่น ระบบปรับอากาศสำนักงาน ระบบการผลิต ระบบอัดอากาศ เป็นต้น เราสามารถศึกษาทฤษฎีการอนุรักษ์พลังงานในด้านต่างๆ แล้วนำมาปรับปรุงให้ใช้ในการอนุรักษ์พลังงานได้ และจาก

ผลการวิจัยสามารถนำเสนอแนวทางให้พื้นที่ห้องที่ไม่ต้องการแสงสว่างมากควรใช้หลอดไฟฟ้าที่มีจำนวนวัตต์ต่ำที่สุด ควรใช้แผ่นหรือโคมสะท้อนแสงจะลดจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์จาก 2 หลอดต่อดวงโคมจะลดเหลือ 1 หลอดต่อดวงโคม หรือประหยัดพลังงานลงโคมละ 50 % ในพื้นที่ห้องที่ไม่ต้องการแสงสว่างมากนักควรใช้หลอดไฟฟ้าที่มีวัตต์ต่ำ โคมไฟตั้งโต๊ะควรใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์แทนหลอดไส้ และสีของห้องควรใช้สีอ่อน เช่น สีขาว สีครีมจะสะท้อนแสงสว่างได้ดีและสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนี้สามารถบอกได้ว่าค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่ดีควรจะมีค่าใกล้เคียง 1.0 มากที่สุด ถ้าค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำแล้วกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านตัวนำสูง นั้นคือการสูญเสียเนื่องจาก Copper Loss จะสูงด้วย การแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สามารถทำได้โดยการติดตั้งคาปาซิเตอร์ที่โหลดต่างๆ ที่มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ต่ำ

เอกสารอ้างอิง

[1] วีระพันธ์ ติยัพเสน. (2546). **"ทฤษฎีการใช้เครื่องมือและการวัดทางไฟฟ้า"** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สกายบุ๊ค จำกัด.

[2] โอภาส ศิริครรชิตถาวร. (2548). **"การเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ ARM7 ด้วยโปรแกรมภาษาซี"** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ห้างหุ้นส่วน จำกัด กราฟิกเมลอน.

[3] การอนุรักษ์พลังงานด้วยระบบการจัดการพลังงานตามมาตรฐาน ISO 50001, กองฝึกอบรม, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า กระทรวงพลังงาน, พิมพ์ครั้งที่ 1, ตุลาคม 2545.

[4] อาศิรา พนาราม. (2559). **"รายงานบทความเรื่อง Smart Grid, Smart City สู่เมืองอัจฉริยะแห่งในอนาคต"** วารสารการจัดการพลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1 กรุงเทพฯ. ฉบับกรกฎาคม-ตุลาคม,120-126.

[5] จักรพันธ์ ปิ่นทอง และคณะฯ. "การอนุรักษ์พลังงานในระบบแสงสว่าง กรณีศึกษา บริษัท ที.เค.ดี. ไฟเบอร์ จำกัด". **วารสารราชนครินทร์**. ฉบับมกราคม-มิถุนายน 2557, 69-74.

[6] กระทรวงพลังงาน. (2553). **รายงานสถานการณ์การใช้ไฟฟ้าของ ประเทศไทย.[ออนไลน์].** เข้าถึงข้อมูลวันที่ 25 เดือน มิถุนายน ปี พ.ศ. 2554. จาก http://www.eppo.go.th/ load/load2002/index.html

[7] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. (2553). **ความต้องการพลังงานไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.** [ออนไลน์]. ข้อมูลวันที่ 25 มิถุนายน พ.ศ. 2554. จาก http://www.eppo.go.th/load/load2002/ index.html

[8] กฤษณะ ไพรคงคาธรรม. (2549). **ผลกระทบของโครงการอนุรักษ์พลังงานต่อต้นทุนด้านพลังงานของโรงงาน ฟริโต-เลย์ จำกัด (ประเทศไทย).** ปริญญานิพนธ์บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

[9] ปรีชา ศรีประภาคาร. (2546). **การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

[10] วิษณุ กุสุมวิจิตร. (2551). **การจัดการพลังงานเชิงบูรณาการในโรงงานน้ำตาล.** วิทยานิพนธ์ระดับวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[11] สมิทธิ์ ซังสมบุญ โจเซฟ เคดารี พงศกร เกิดช้าง และติกะ บุนนาค. (2548). **การอนุรักษ์พลังงานในอุตสาหกรรมสิ่งทอการผลิตพรม กรณีศึกษา บริษัท คาร์เปท อินเตอร์เนชันแนล ไทยแลนด์ จำกัด.** ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์.

[12] กฤษณะ วิวัฒนชีวิน, ศักดิ์ชาย รักการ และคณะฯ. (2560). "การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องสำอาง". **วารสารวิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต.** ปีที่ 7, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม–ธันวาคม, 14-27.