

การประหยัดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ An Energy Saving of the Ventilator for Advance-level hospital

ทวิชัย แซ่ไคว้¹, ธนากร ยอดอินทร์², ศักดิ์ชัย รักการ³

^{1,2,3} สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษมบัณฑิต
01man1.10@gmail.com¹, thanakornnick6@gmail.com², sakchai.rak@kbu.ac.th³

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มุ่งศึกษาปัญหาและแนวทางในการลดพลังงานของพัดลมดูดอากาศ โดยมุ่งเน้นศึกษาในพื้นที่โรงพยาบาลขนาดใหญ่ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการประหยัดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ 2) เพื่อประยุกต์ใช้ทฤษฎีและหลักการด้านวิศวกรรมอุตสาหการ และ 3) เพื่อกำหนดแนวทางในการลดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ลงอย่างน้อยร้อยละ 20 โดยเป็นการศึกษาแบบผสมผสาน โดยแบ่งเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การศึกษาสาเหตุของปัญหาระบบพัดลมดูดอากาศ และศึกษาผลลัพธ์ของการประยุกต์ใช้แนวทางในการลดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบแจ้งงาน (Work Order) และ การวัดค่าปริมาณอนุภาคอากาศจากใช้เครื่องนับจำนวนอนุภาค ระยะเวลาในการศึกษาทั้งหมด 7 เดือน คือช่วงพฤศจิกายน 2564 ถึง พฤษภาคม 2565 จากการวิเคราะห์สาเหตุหลักของปัญหา 3 อันดับแรก ได้แก่ ฝุ่นสะสมตามอุปกรณ์ การเกิดสนิมที่ตัวขับเคลื่อน และ สายพานหย่อน โดยกำหนดวิธีการแก้ปัญหาตามหลักการประหยัดพลังงาน โดยยึดการใช้เทคนิคการประหยัดพลังงานคือ เครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการการผลิต และ บุคลากร

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณอนุภาคอากาศบริเวณเขตสกปรก มีการปริมาณอนุภาคอากาศมากขึ้นเล็กน้อย บริเวณเขตปราศจากเชื้อ (ห้องเก็บชุดอุปกรณ์ปราศจากเชื้อ) มีการปริมาณอนุภาคอากาศเฉลี่ยต่ำกว่าอากาศภายนอก และมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุด และ บริเวณเขตสะอาด (ห้องจัด-ห้องชุดอุปกรณ์) และเขตสะอาด (บริเวณเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อ) มีค่าเฉลี่ยปริมาณอนุภาคอากาศต่ำกว่าภายนอก และ หลังการใช้แนวทางที่กำหนดขึ้น มีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงเฉลี่ยร้อยละ 15.01

คำสำคัญ : การลดพลังงาน, พัดลมดูดอากาศ, เครื่องนับจำนวนอนุภาค, โรงพยาบาลขนาดใหญ่



ABSTRACT

This article aims to discover a gap between energy saving and methods for reducing the energy consumption of ventilators at advanced-level hospitals. The objectives are to conduct research on the energy efficiency of ventilators at advanced-level hospitals, adopt industry engineer theory, and discover a means to cut the energy consumption of ventilators by less than 15 percent. This article uses a mixed methodology. The research was split into two parts: a study of the cause of the ventilators issue and a study of the outcomes of implementing recommendations for energy reduction of Ventilator in advanced-level hospitals. Collecting data from reports of work orders and measuring the volume of air particles using a particle counter (Air Quality Index : AQI). The trial spanned seven months, from November 2021 to May 2022. The three most significant problems were dust collection on equipment. Rusting on the motor drive and slack belt. And, the plan was developed using an energy-saving approach.

The findings of the investigation indicated that, the volume of air particles in the dirty zone was more than expected. There was a marginal rise in the volume of air particles. A sterile storage facility has a lower average level of airborne particles than ambient air, and is the cleanest environment. After adopting the defined parameters, the set-packing room and the sterilizer area had a lower mean air particle content than the outside and the rest of the facility. There was a 15.01 percent drop in average power use. And set-packing room and sterilizer area had a lower mean air particle than the outside. Lastly, the application of the established guidelines. There was a 15.01 % drop in average energy consumption.

Keywords : Advance-level hospital, Energy Efficiency, Particle Counter, Ventilator

1. บทนำ (Introduction)

จากรายงานของปี 2564-2566 คาดว่าธุรกิจผลิตไฟฟ้าภาคเอกชนมีแนวโน้มเติบโตดี ตามความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศที่คาดว่าจะขยายตัวเฉลี่ย 2.8-3.8% ต่อปี ซึ่งธุรกิจผลิตไฟฟ้าของไทยมีรูปแบบโครงสร้างกิจการแบบ Enhanced Single-Buyer Model (ESB) กล่าวคือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (Electricity Generating Authority of Thailand: EGAT) เป็นทั้งผู้ผลิตและรับซื้อไฟฟ้าที่จ่ายเข้าสู่ระบบสายส่งเดียวจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนขนาดใหญ่ (Independent Power Producer: IPP) และผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนขนาดเล็ก (Small Power Producer: SPP) อีกทั้งยังผูกขาดระบบสายส่งไฟฟ้า (Transmission system) โดยมีการไฟฟ้านครหลวง (Metropolitan Electricity Authority: MEA) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Provincial Electricity Authority: PEA) ทำหน้าที่จำหน่ายไฟฟ้าและรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตเอกชนขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) โดยความสำคัญของธุรกิจไฟฟ้าคือ ไม่สามารถเก็บเป็นสต็อกเหมือนสินค้าอื่น จำเป็นต้องส่งไปยังลูกค้าหรือผู้ใช้ทันทีผ่านระบบสายส่ง การเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าไม่สามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้น เนื่องจากการก่อสร้างโรงไฟฟ้าต้องใช้เวลา 5-7 ปี จึงต้องมีการจัดทำแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศเพื่อให้เพียงพอกับความต้องการใช้ไฟฟ้าในอนาคต และหน่วยงานภาครัฐทำหน้าที่กำกับดูแล ทั้งด้านการผลิต การจำหน่าย รวมถึงการกำหนดราคาค่าไฟฟ้าและจัดทำแผนการลงทุนเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศ [1]

ซึ่งความต้องการใช้ไฟฟ้าในประเทศ ผันแปรตามภาวะเศรษฐกิจ โดยอัตราการเติบโตเฉลี่ยของความต้องการใช้ไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 0.9-1.1 เท่าของอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ เมื่อพิจารณาแยกตามภาคเศรษฐกิจ พบว่าปี 2563 ภาคอุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน ภาคธุรกิจ และภาคอื่นๆ มีการใช้ไฟฟ้าคิดเป็นสัดส่วน 43.9% 28.3% 23.5% และ 4.3% ของปริมาณการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ตามลำดับ โดยอัตราการใช้พลังงานตามสัดส่วนของสาขาธุรกิจ และอุตสาหกรรม 5 อันดับแรก พบว่า ได้แก่ อพาร์ตเมนต์/เกสต์เฮาส์ ห้างสรรพสินค้า ร้านขายปลีก โรงพยาบาลทั่วไป และร้านค้าขายส่ง ตามลำดับ [2] ซึ่งจะเห็นได้ว่า

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยที่จำเป็นของสถานพยาบาล และมีความสำคัญต่อผู้ป่วยและบุคลากรทางการแพทย์เป็นอย่างมาก [3] เนื่องด้วยสถานการณ์การระบาดของโรค COVID-19 ทำให้มีการใช้ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) ซึ่งต้องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ทำให้เกิดการใช้กระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก เพราะต้องเปิดระบายอากาศที่เหม็นอับและอาจมีเชื้อโรคที่ต้องระบายไปฆ่าเชื้อด้วยแสง UV จึงทำให้มีละอองฝุ่นจับตัวอยู่ที่พัดลมดูดอากาศเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะทำให้พัดลมดูดอากาศใช้กระแสไฟฟ้าเป็นจำนวนมากโดยไม่จำเป็น โดยเฉลี่ยแล้วการใช้ไฟฟ้าของพัดลมดูดอากาศอยู่ที่ 2.9 AMP ซึ่งปัญหานี้ทำให้เกิดการวิจัยเกี่ยวกับกรณีศึกษาการประหยัดพลังงานพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาล

โดยปัจจุบันพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) จำเป็นต้องเปิดใช้งานตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้อากาศภายในโรงพยาบาลมีการหมุนเวียนอยู่ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องเปิดพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) อยู่ตลอดเวลา เพื่อเป็นการระบายอากาศจากภายในอาคารโรงพยาบาล ออกสู่ภายนอกอาคารโรงพยาบาล [4] ซึ่งการระบายอากาศด้วยพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) นี้ จึงทำให้เกิดการจับตัวของฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกมากมายติดอยู่ที่บริเวณมอเตอร์และใบพัดของพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) ทำให้มอเตอร์มีการกินกระแสไฟฟ้าที่มากขึ้น และทำให้มีค่าไฟที่สูงขึ้นในแต่ละเดือน [5] และยิ่งไปกว่านั้นอาจส่งผลเสียทำให้อุปกรณ์การทำงานของพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) เกิดการชำรุดเสียหายเนื่องจากการทำงานตลอดเวลาของพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) จึงทำให้มีการบำรุงรักษา ทำความสะอาด ตรวจสอบพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) ทุก ๆ เดือน [6] เพื่อเป็นการบำรุงรักษาพัดลมดูดอากาศ (Exhaust Fan) ให้มีความพร้อมและยังคงประสิทธิภาพอยู่ตลอดการใช้งาน

ซึ่งในการศึกษาพบว่า การติดตั้งพัดลมระบายอากาศทิศทางตายตัวสามารถเพิ่มอัตราการเปลี่ยนถ่ายอากาศของห้องได้ [7], [8] และจากทำการศึกษาเปรียบเทียบระบบปรับอากาศเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคารสถานศึกษาพบว่า ระบบปรับอากาศทำงานตามเวลาเรียนจริงระบบปรับอากาศแบบ VRV และ แบบ Air-Cooled Chiller สามารถ

ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 705,948.59 kWh และ 27,707.06 kWh ตามลำดับ[9], [10] อีกทั้งการพัฒนากระบวนการระบายอากาศอัตโนมัติสำหรับห้องปรับอากาศในสถานพยาบาล ทำให้สามารถประหยัดพลังงานได้อย่างแท้จริง [11], [12]

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้ศึกษาจึงตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงานเพื่อให้พลังงานทั้งหลาย มีเพียงพอที่จะใช้ต่อไปในอนาคต [13] ทำการศึกษาเรื่องการประหยัดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ เพื่อศึกษาปัญหาการซ่อมบำรุงพัดลมดูดอากาศที่มีค่าพลังงานสูงกว่าปกติประมาณ 5kw หรือ 5,000 Watt โดยคาดว่าจะประยุกต์ใช้ทฤษฎีด้านการซ่อมบำรุงและการปรับปรุงประสิทธิภาพเข้ามาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งผลลัพธ์คาดว่าจะลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานอย่างน้อยร้อยละ 15

2. วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบดูดอากาศ

การระบายอากาศ เป็นมาตรการที่ถูกนำมาใช้เพื่อควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีในสิ่งแวดล้อมในการทำงาน [14] ทั้งชนิดที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพและชนิดที่เป็นอันตรายทางกายภาพ ซึ่งพัดลมระบบระบายอากาศในอุตสาหกรรมหรือในอาคารขนาดใหญ่ มี 2 ประเภทคือ พัดลมแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Fans) และพัดลมไหลตามแกน (Axial Fan) [15], [16], [17] นอกจากนี้การระบายอากาศยังช่วยลดความร้อนซึ่งเป็นสาเหตุของความเหนียวล้าความรู้สึกอึดอัด ไม่สบายของมนุษย์ ตลอดจนควบคุมปัญหาเรื่องกลิ่น ความชื้น และคุณภาพอากาศในอาคาร [18] ซึ่งสาเหตุว่าทำไมต้องมีการระบายอากาศในพื้นที่ [19] มีดังนี้คือ เพื่อควบคุมระดับของสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น เชื้อโรค [3] ฝุ่นละออง ไอสารเคมี ก๊าซ คาร์บอน ฯลฯ [15] และ เพื่อควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นให้อยู่ในระดับที่รู้สึกสบายได้

ซึ่งหลักการพื้นฐานของระบบระบายอากาศประกอบด้วย 2 ขั้นตอน [20] ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 ต้องให้มีการเปลี่ยนถ่ายและหมุนเวียนอากาศ (Air Change) ภายในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง และ ขั้นตอนที่ 2 การคำนึงถึงความรู้สึกสบายในการทำงานของพนักงาน ซึ่งจำเป็นต้องมีอากาศถ่ายเท (Air Movement) ดังนั้นการควบคุมการทำงานของ

ระบบระบายอากาศให้สมดุล (The Balanced Ventilation System: BVS) จะต้องออกแบบทั้ง Air Change และ Air Movement ให้มีประสิทธิภาพ [21]

โดยจากกฎกระทรวงฉบับที่ 33 ภายใต้พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2522 กำหนดอัตราแลกเปลี่ยนอากาศสำหรับอาคารที่มีระบบปรับอากาศแต่ละสถานที่แตกต่างกันออกไป โดยสถานพยาบาลจะต้องมีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศ 2-8 ลบ.ม./ชั่วโมง/ตร.ม. [22]

2.2 หลักการประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานคือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและประหยัด การอนุรักษ์พลังงานนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งเป็นการประหยัด ค่าใช้จ่ายในกิจการแล้ว ยังจะช่วยลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากแหล่งที่ใช้และผลิตพลังงานด้วย [23] ซึ่งตามพระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 และ พระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538 มีการกำหนดให้ผู้ที่เจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม มีหน้าที่ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานในเรื่องดังต่อไปนี้ [24], [25]

1. จัดให้มีผู้รับผิดชอบด้านพลังงานอย่างน้อย 1 คน ประจำ อาคาร ควบคุมและโรงงานควบคุมแต่ละแห่ง
2. ดำเนินการอนุรักษ์พลังงานให้เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ [26]
3. ส่งข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตการใช้พลังงานและการอนุรักษ์พลังงาน ให้แก่กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
4. บันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน การติดตั้งหรือเปลี่ยนแปลงเครื่องจักร หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงาน และการอนุรักษ์พลังงาน
5. กำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานส่งให้กรมพัฒนาและ ส่งเสริมพลังงาน
6. ตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผน การอนุรักษ์พลังงาน

การประหยัดพลังงานให้ได้ผลจะต้องอาศัยเทคนิคของการประหยัดพลังงานที่ดี รวมถึงประสิทธิภาพการระบายอากาศของอุปกรณ์ร่วมด้วย [27] [28]

ทั้งนี้เนื่องจากการประหยัดพลังงานคือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เพื่อให้พลังงานสูญเสียในกระบวนการผลิตน้อยสุดที่ได้ผลผลิตเท่าเดิมหรือดีขึ้นที่สำคัญที่สุดคือ ผู้ปฏิบัติงานจะต้องมีความสุขในขณะที่ปฏิบัติงานด้วย ดังนั้นเทคนิคการประหยัดพลังงานจึงสามารถแยกออกได้เป็น 3 ปัจจัยคือ เครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการการผลิต และบุคลากร

3. วิธีการวิจัย (Methodology)

เก็บรวบรวมข้อมูลตั้งแต่วันที่ 1 พฤศจิกายน 2564 ถึง 30 พฤษภาคม 2565 จำนวน 7 เดือน นำข้อมูล ณ เวลาข้างต้น มาวิเคราะห์และเรียบเรียงเป็นข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ด้วยการวิเคราะห์พาเรโต (Pareto Analysis) และการวิเคราะห์แผนผังก้างปลา (Cause and Effect Diagram) [29], [30] เพื่อหาสาเหตุของปัญหา ซึ่งเป็นข้อมูลที่ใช้หรือหน่วยงานที่ใช้เป็นผู้ทำการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสำรวจ และสังเกตการณ์ ข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลที่มีรายละเอียดตรงตามที่ใช้ต้องการ จึงสามารถแบ่งปัญหาตามประเภทของใบแจ้งงาน (Work Order) ให้แสดงรายการตามอัตราความถี่ของปัญหาที่เกิดขึ้นหรือการชำรุดของแต่ละรายการ แยกแต่ละเดือนจำนวนทั้งหมด 7 เดือน โดยใช้วิธีการแก้ไขปัญหตามเทคนิคการประหยัดพลังงาน

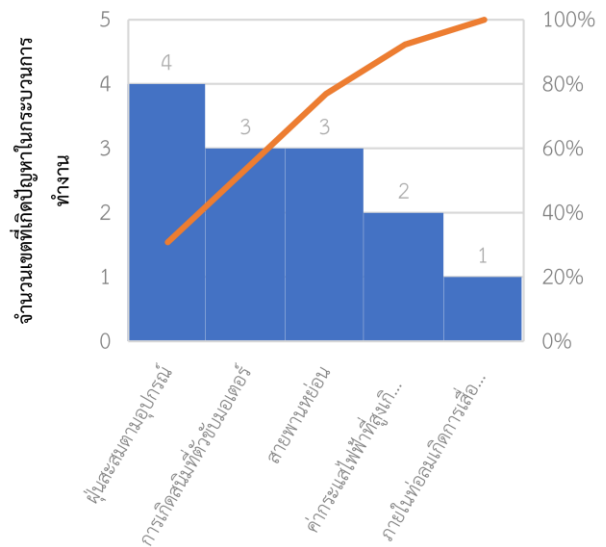
4. ผลการวิจัย (Results)

จากการศึกษาสาเหตุของปัญหา วิธีการแก้ปัญหา และผลลัพธ์จากการใช้วิธีแก้ปัญหาเกี่ยวกับการประหยัดพลังงานของพัฒนาอุตสาหกรรมของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ สามารถแบ่งผลการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

4.1 สาเหตุของปัญหา

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากใบแจ้งงาน (Work Order) และ นำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์เชิงตัวเลขรายเครื่องมือที่ทำให้ระบบอุตสาหกรรมสั่นเปลือง โดยจัดทำเป็นกราฟพาเรโต ด้วยกฎ 80:20 เพื่อสรุปภาพรวม และประมาณการถึงขนาดของปัญหา ที่จะแก้ไขได้จากแต่ละปัจจัยพบว่า สาเหตุที่สำคัญที่สุด 3 อันดับ คือ ผุ่นสะสมตาม

อุปกรณ์ การเกิดสนิมที่ตัวขั้วมอเตอร์ และสายพานหย่อน จึงต้องแก้ไขปรับปรุงสาเหตุที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ



ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำงาน

แผนภูมิที่ 1 การวิเคราะห์พาเรโต (Pareto Analysis)

สาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นในในกระบวนการทำงาน

4.2 วิธีการแก้ปัญหา

โดยแบ่งวิธีการแก้ปัญหา ตามลำดับของปัญหาที่เกิดขึ้น และมีวิธีการแก้ไขปัญหให้เป็นไปตามมาตรฐาน ตามระเบียบสถานพยาบาล [4] ดังนี้

ปัจจัยเครื่องจักรและอุปกรณ์	ปัจจัยกระบวนการผลิต	ปัจจัยบุคลากร
สร้างอุปกรณ์	ตรวจสอบประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงาน	แยกอุปกรณ์งานเพื่อเตรียมคู่มือการใช้งาน
แจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	แจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้อง	ฝึกอบรมเกี่ยวกับคู่มือการดูแลรักษา พัฒนาศักยภาพ และการประหยัดพลังงาน
เตรียมและวางแผนสำหรับแก้ปัญหา	ประชุมร่วมเพื่อปัญหา และสรุปวิธีการแก้ปัญหา	ทดสอบทั้งด้านเทคนิคและปฏิบัติผลการอบรม (80%)
ดำเนินการแก้ไข ด้วยการปิดน ทำความสะอาดอุปกรณ์ทุกส่วน	แจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้องเพื่อดำเนินการแก้ปัญหา	ประเมินซ้ำทุก ๆ 3 เดือน
ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์	ดำเนินการแก้ปัญหา	
แจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้องกลับเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้น	แจ้งฝ่ายที่เกี่ยวข้องกลับเมื่อดำเนินการเสร็จสิ้น	
แจ้งหน่วยงานสังกัดของตนเอง	แจ้งหน่วยงานสังกัดของตนเอง	

แผนภาพที่ 1 วิธีการแก้ปัญหาผุ่นสะสมตามอุปกรณ์



แผนภาพที่ 2 วิธีการแก้ปัญหาการเกิดสนิมที่ตัวขั้วบวมเตอร์



แผนภาพที่ 3 วิธีการแก้ปัญหาสายพานหย่อน

4.3 ผลลัพธ์จากการใช้วิธีการแก้ไข

ผลลัพธ์ปริมาณอนุภาคอากาศของการใช้แนวทางในการลดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไข พบว่า เขตสกปรก (บริเวณที่รับเครื่องมือล้างทำความสะอาด) มีปริมาณอนุภาคเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.15 เขตสกปรก (ห้องจัดและห้องชุดอุปกรณ์) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ 7.51 เขตสะอาด (บริเวณเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อ) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ

51.51 และ เขตเก็บของปราศจากเชื้อ (ห้องเก็บอุปกรณ์ปราศจากเชื้อ) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ 105.84 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

หลังการใช้แนวทางที่กำหนดขึ้นเพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ หรือ 2 เดือน จะได้ว่าเฉลี่ยมีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 15.01 (ตารางที่ 2) ตารางที่ 1 ร้อยละของผลลัพธ์ปริมาณอนุภาคอากาศของการใช้แนวทางฯ ก่อนการแก้ไขและหลังการแก้ไข

สัปดาห์ที่	ร้อยละของผลต่างปริมาณอนุภาค (ปริมาณอนุภาค-ปริมาณอนุภาค ณ บริเวณอ้างอิง)			
	เขตสกปรก		เขตสะอาด	เขตเก็บของปราศจากเชื้อ
	บริเวณที่รับเครื่องมือล้าง	ห้องจัดและห้องชุด	บริเวณเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อ	ห้องเก็บอุปกรณ์ปราศจากเชื้อ
1	10.53	-0.87	-14.12	-18.49
2	2.43	-42.85	-84.63	-121.54
3	28.91	23.89	-8.77	-12.92
4	2.23	41.96	-94.88	-233.66
5	1.34	1.18	-113.71	-133.72
6	-25.46	-60.79	-37.84	-68.95
7	1.36	-56.62	-45.28	-379.50
8	19.43	-0.26	-32.66	-157.33
ค่าเฉลี่ย	4.15	-7.51	-51.51	-105.84

ตารางที่ 2 ผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าของสถาบันการแพทย์จักรีนฤพดินทร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี

สัปดาห์ที่	ก่อนการใช้แนวทาง		หลังการใช้แนวทาง		ร้อยละที่เปลี่ยนแปลง
	จำนวนหน่วย (ตาม)	จำนวนเงิน (ตาม มิเตอร์)	จำนวนหน่วย (ตาม มิเตอร์)	จำนวนเงิน (ตาม มิเตอร์)	
1-4 (เดือน มี.ค. 65)	3,052,000.00	10,205,277.25	182,000	54,429.09	-15.77
2-8 (เดือน เม.ย. 65)	3,366,000.00	7,720,788.00	220,600	96,174.07	-14.26
รวม					-15.01

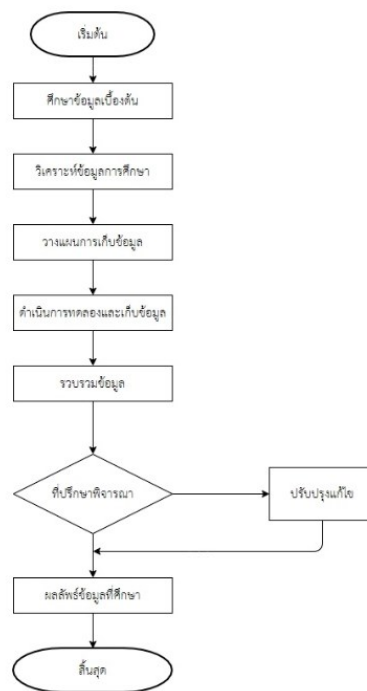
5. การอภิปราย (Discussion)

จากผลการวิจัยการประหยัดพลังงานของพัดลมดูดอากาศของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ พบว่า เมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุหลักของปัญหา ได้แก่ ฝุ่นสะสมตามอุปกรณ์ การเกิดสนิมที่ตัวขั้วมอเตอร์ และสายพานหย่อน เมื่อดำเนินการแก้ปัญหาตามวิธีการที่กำหนด ตามหลักการประหยัดพลังงาน โดยยึดการใช้เทคนิคการประหยัดพลังงาน คือ เครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการการผลิต และ บุคลากร [23] จะได้ว่า หลังการใช้แนวทางที่กำหนดขึ้น มีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงเฉลี่ยร้อยละ 15.01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่พบว่า การปรับปรุงประสิทธิภาพของการระบายอากาศสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องปรับอากาศที่เกิดจากการระบายอากาศเย็นทิ้งได้ [11] อีกทั้งยังมีผลลัพธ์คล้ายกับงานวิจัยของอีกท่านหนึ่งที่ว่า การปรับปรุงสถานที่ตั้งของบีมลมสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ และการปรับปรุงสถานที่ตั้งของชุดระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้ [10]

จากผลลัพธ์ของการใช้แนวทาง พบว่า แนวทางดังกล่าวสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงเฉลี่ยร้อยละ 15.01 ซึ่งไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่า การประหยัดพลังงานคือการผลิตและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและลดปริมาณการใช้พลังงานลง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับศักยภาพในการประหยัดพลังงานขององค์กรนั้น ๆ ซึ่งอยู่ในกระบวนการประหยัดพลังงาน ในขั้นตอนการวิเคราะห์ศักยภาพในการประหยัดพลังงาน เป็นขั้นตอนการสำรวจการใช้พลังงานที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น เพื่อให้ได้มาซึ่งสัดส่วนประเภทและปริมาณของการใช้พลังงานแต่งงานชนิด โดยสถาบันการแพทย์จักรีนฤเบดินทร์ เป็นสถานพยาบาลขนาดใหญ่ และประกอบด้วยหลายภาส่วน ซึ่งมีอุปกรณ์เครื่องมือ ที่มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ทำให้ศักยภาพในการประหยัดพลังงานไม่เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา

6. สรุปผล (Conclusion)

จากการศึกษา โดยมีวิธีการดำเนินการศึกษา ดังนี้



แผนภาพที่ 4 กระบวนการดำเนินการศึกษา

สามารถสรุปได้ว่า ปัญหาหลักที่ต้องแก้ไข ได้แก่ ฝุ่นสะสมตามอุปกรณ์ การเกิดสนิมที่ตัวขั้วมอเตอร์ สายพานหย่อน ซึ่งจากการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการประหยัดพลังงาน และการดูแลพัดลมดูดอากาศ กรณีของโรงพยาบาลขนาดใหญ่ สามารถกำหนดและแบ่งวิธีการแก้ไขตามปัจจัยสำหรับเทคนิคการตรวจวัดพลังงาน ได้แก่ ปัจจัยเครื่องจักรอุปกรณ์ ปัจจัยกระบวนการผลิต และ ปัจจัยบุคลากร โดยผลลัพธ์จากการใช้วิธีการแก้ไข พบว่า เขตสกปรก (บริเวณที่รับเครื่องมือล้างทำความสะอาด) มีปริมาณอนุภาคเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.15 เขตสกปรก (ห้องจัดและห้องชุดอุปกรณ์) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ 7.51 เขตสะอาด (บริเวณเครื่องทำให้ปราศจากเชื้อ) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ 51.51 และ เขตเก็บของปราศจากเชื้อ (ห้องเก็บอุปกรณ์ปราศจากเชื้อ) มีปริมาณอนุภาคลดลงร้อยละ 105.84 ตามลำดับ และ หลังการใช้แนวทางที่กำหนดขึ้นเพื่อลดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระยะเวลา 8 สัปดาห์ หรือ 2 เดือน จะได้ว่า เฉลี่ยมีการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงร้อยละ 15.01

7. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgements)

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากอาจารย์ ดร. ศักดิ์ชาย รักการ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาสละเวลาอันมีค่าในการให้ความรู้ คำแนะนำ ตลอดจนการตรวจแก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างสม่ำเสมอตลอดมา ทำให้งานวิจัยนี้ถูกต้องเสร็จสมบูรณ์ ได้ด้วยดี รวมถึงขอคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ และรวมทั้ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชานนท์ มุลวรรณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สหรัตน์ วงษ์ศรีษะ ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำ และ ปรับปรุงแก้ไข ขอรกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ ขอรกราบขอบพระคุณโรงพยาบาลที่ให้ความอนุเคราะห์ ในการศึกษาค้นคว้าด้านข้อมูลต่าง

8. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] วิจัยกรุงศรี, “แนวโน้มธุรกิจ/อุตสาหกรรม ปี 2564-2566: ธุรกิจผลิตไฟฟ้า”, krungsri.com, 2564. แหล่งที่มา <https://www.krungsri.com/th/research/industry/industry-outlook/Energy-Utilities/Power-Generation/IO/io-power-generation-21> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [2] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, “กราฟและสถิติการจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า 2564”, 2564. แหล่งที่มา https://www.egat.co.th/index.php?option=com_content&view=category&id=39&Itemid=390 (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [3] L. Rubinson et al., “Mechanical Ventilators in US Acute Care Hospitals”, Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 4(3), p. 199–206, 2010
- [4] กระทรวงสาธารณสุข, “การศึกษาระบบปรับอากาศและระบายอากาศสำหรับหน่วยจ่ายกลาง เพื่อความสะอาด ป้องกันการติดเชื้อของผู้ป่วยและความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน”, กองวิศวกรรมการแพทย์ กรมสนับสนุนบริการสุขภาพ, กรุงเทพฯ, 2560.
- [5] ศิริสิทธิ์ แก้วม่วง, “การศึกษาและปรับปรุงระบบระบายอากาศในห้องพ่นทราย”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2564.
- [6] ปัทมาพร ท่อชู, วิทยา อินทร์สอน, และ นิคม ลนขุนทด, “ระบบระบายอากาศในโรงงาน (Ventilation System for Factory)”. แหล่งที่มา <http://www.thailandindustry.com/onlinemag/view2.php?id=1522§ion=37&issues=82> (สืบค้น 17 ตุลาคม 2565).
- [7] อีกรัตน์, ชนิกันต์ ยิ้มประยูร, และ ภัทรนันท์ ทักขนท์, “การเพิ่มการระบายอากาศในหอผู้ป่วยรวมด้วยวิธีผสมเพื่อควบคุมการติดเชื้อ”, วารสารวิชาการสถาปัตยกรรมศาสตร์, ปี 68, น. 55–68, 2562.
- [8] กิตติคุณ ยกทรัพย์, “การเพิ่มประสิทธิภาพการระบายอากาศในหอผู้ป่วยรวม ของโรงพยาบาล”, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2558.
- [9] ชานนท์ ไชยวุฒิเสรี, “การศึกษาเปรียบเทียบระบบปรับอากาศเพื่ออนุรักษ์พลังงานในอาคารสถานศึกษา : กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต (อาคาร 8)”, การศึกษารายบุคคล, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 2561.
- [10] ภาณุวัฒน์ วงศ์แสงน้อย, “การประหยัดพลังงานด้วยเทคนิควิศวกรรมคุณค่า : กรณีศึกษา ศูนย์รวมนม สถานีวิจัยทดสอบพันธุ์สัตว์สกกลนคร”, SNRU. J. Sci. Tech., ปี 7, ฉบับที่ 13, Art. ฉบับที่ 13, 2558.
- [11] ธนภัทร พรหมวัฒน์ภักดี และ พศวีร์ ศรีโหมด, “การพัฒนาแบบควบคุมการระบายอากาศอัตโนมัติสำหรับห้องปรับอากาศเพื่อประหยัดพลังงานโดยใช้การตรวจจับออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์”, ใน การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 39, กรุงเทพฯ, พ.ย. 2559, ปี 1.
- [12] ธนิต คล้ายอุทัย, “การประหยัดพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ กรณีศึกษาอาคารโรงพยาบาลพระรามเก้า”, สารนิพนธ์, มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต, กรุงเทพฯ, 2557.

- [13] ดนัย เอี่ยมหงษ์เหม, “การอนุรักษ์พลังงาน”. 2564. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.thalingchan.go.th/datacenter/doc_download/a_180719_080258.pdf (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [14] M. Pavone, E. Verrillo, A. Onofri, S. Caggiano, and R. Cutrera, “Ventilators and Ventilatory Modalities”, *Frontiers in Pediatrics*, 8, 2020, [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fped.2020.00500>
- [15] J. Atkinson, Y. Chartier, C. L. Pessoa-Silva, P. Jensen, Y. Li, และ W.-H. Seto, E.d., *Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings*. Geneva: World Health Organization, 2009. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143284/> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [16] J. Atkinson, Y. Chartier, C. L. Pessoa-Silva, P. Jensen, Y. Li, and W.-H. Seto, *Concepts and types of ventilation*. World Health Organization, 2009. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK143277/> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [17] R. Prado, *A Manual of Recommended Practice*, 23 พิมพ์ครั้งที่. United States: American Conference of Governmental Industrial Hygienists: *Industrial Ventilation*, 1998. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา https://www.academia.edu/13087458/T_I_I_I_I_A_Manual_of_Recommended_Practice_23rd_Edition (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [18] A. Prasad and P. Sanika, “Basics of Mechanical Ventilation”, *WFSA Resource Library*, 2022. <https://resources.wfsahq.org/atotw/basics-of-mechanical-ventilation-atotw-471/> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [19] P. Cooper และ G. Hunt, “Ventilation and stratification in naturally ventilated spaces driven by heated internal vertical surfaces.”, In *Proceedings of HybVent Forum 1999*, 1999. [ออนไลน์]. แหล่งที่มา <https://www.aivc.org/resource/ventilation-and-stratification-naturally-ventilated-spaces-driven-heated-internal-vertical> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).
- [20] สถาบันบำราศนราดูร, คู่มือการปรับปรุงคุณภาพอากาศ ภายในสถานพยาบาล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ อักษรกราฟฟิกแอนดดีไซน์, 2560.
- [21] วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์, การระบายอากาศเฉพาะที่ชุดวิชา สุขศาสตร์อุตสาหกรรม : ควบคุม. มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- [22] ราชกิจจานุเบกษา, พระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522.
- [23] ชาญชัย ทองประสิทธิ์, เทคนิคการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2551.
- [24] “พระราชบัญญัติ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535”, 2535.
- [25] “พระราชกฤษฎีกา กำหนดอาคารควบคุม พ.ศ. 2538”, 2538.
- [26] คลอเคลีย วจนะวิชากร, ปานจิต ศรีสวัสดิ์, และ วรัญญทิพย์โพธิ์, “การปรับปรุงประสิทธิภาพกระบวนการผลิต เพื่อลดความสูญเสียและเพิ่มคุณภาพผลิตภัณฑ์ เครื่องปั้นดินเผา กรณีศึกษา ชุมชนเครื่องปั้นดินเผาปากห้วยวังนอง จังหวัดอุบลราชธานี”, *วารสารวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, ปี 9, ฉบับที่ 2, Art. ฉบับที่ 2, 2560.
- [27] กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, “ออกแบบระบบระบายอากาศในอุตสาหกรรมเบื้องต้น”, 2559.
- [28] พรนิภา บริบูรณ์สุขศรี และ ณิชฐ์ จันท์ครบ, “การออกแบบและทดสอบประสิทธิภาพระบบระบายอากาศแบบเฉพาะที่เพื่อควบคุมฝุ่นจากงานขัด กรณีศึกษาโรงหล่อพระ”, ใน *การประชุมวิชาการชาวยานวิศวกรรมอุต*

สาขาร ปรจระจำปี พ.ศ.2555 17-19 ตุลาคม 2555

ชะอำ เพชรบุรี, เพชรบุรี, 2555.

[29] JISC, “Cause and Effect Diagram”, 2011.

<https://www.jisc.go.jp/eng/> (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).

[30] Mind Tools, “Cause and Effect Analysis:

Identifying the Likely Causes of Problems”,
2022. แหล่งที่มา

http://www.mindtools.com/pages/article/newTMC_03.htm (สืบค้น 13 พฤษภาคม 2565).