วารสารวิชาการ อุตสาหกรรมศึกษา

วารสารวิชาการอุตสาหกรรมศึกษา ปีที่ 2ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน 2551 (18-30)

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม

กิตติพงษ์ วิภววาณิชย์, ไพรัช วงศ์ยุทธไกร, โอภาส สุขหวาน

สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

114 สุขุมวิท 23 เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม โดยผู้วิจัยต้องการศึกษาหาระดับความเย็นที่เหมาะสมที่สร้างความรู้สึกพึงพอใจในสภาพอากาศของผู้รับการทดลอง และเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว ที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส กับการเปิดใช้งานร่วมกับพัดลม ที่ระดับอุณหภูมิสูงขึ้น

ผลจากการทดลองพบว่า ความพึงพอใจต่อสภาพอากาศ เมื่อทำการปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้น ร่วมกับการเปิดพัดลมอยู่ที่ระดับอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส กับพัดลมเบอร์ 1 ระดับความเร็วลมเฉลี่ย 0.53 เมตรต่อวินาที เมื่อทำการเปรียบเทียบกับการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว ที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 25.35

ผลการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้า ระหว่างการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส กับการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ระดับอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ร่วมกับพัดลมเบอร์ 1 พบว่ามีความแตกต่างกัน เป็นจำนวน 450 วัตต์ หรือ 0.45 หน่วย ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง คิดเป็นร้อยละ 25.35 และเมื่อวิเคราะห์ค่าไฟฟ้าเป็นรายปี โดยคำนวณจากอัตราค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้ากำหนด สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้เป็นเงิน 1,916.01 บาทต่อปี จุดคุ้มทุนของการลงทุนพัดลมไฟฟ้า กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของพัดลมเพียงอย่างเดียว ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 13,436.73 ชั่วโมง แต่หากพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม ระยะเวลาคืนทุนเท่ากัน 2,202.25 ชั่วโมง หรือ 1.05 ปี

ABSTRACT

This research was of study to energy conservation by using split-type air conditioning and electric fan in which the researcher required appropriately cool to meet satisfaction as follows the tester's environment and also compared between the rates of electric energy consumption during only the air-conditioner was running at 24 C^{o} and the air-conditioner with electric fan were running by higher temperature.

The research results found that satisfaction on climate when adjusted the higher temperature with electric fan at 27 C^o with volume no. 1, average wind rate at 0.53 meter/sec. When there were compared with only air-conditioner consumption at 24C^o, it found that saved the electric energy up to 25.35%.

In order to the economic analysis, when compared with the electric energy consumption during only the air-conditioner was running at 24 C^o and the air-conditioner at 27 C^o with electric fan were running by volume no. 1. The results found that the difference was 450 watts or 0.45 units and finally saved the electric energy at 25.35%. Through when calculated the annual electric cost was obtained from the Electric Utility could save cost of 1,916.01 baht. The breakpoint time of electric fan and only volume of electric energy consumption was 10,510.76 hours or 4.87 years (running at 2,160 hours/years). For considering comparison with the reduced electric energy of air-conditioner with electric fan, the breakpoint time of electric fan was 1,738.67 hours or 0.8 years.

***คำสำคัญ** : การอนุรักษ์พลังงาน ความพึงพอใจต่อสภาพอากาศ ค่าพลังงานไฟฟ้า*

ภูมิหลัง

ปัจจุบันการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ มีความหลากหลายตามความต้องการของมนุษย์ เพื่อสนองต่อความต้องการในด้านต่าง ๆ ตามรูปแบบการใช้งานพลังงานไฟฟ้า นับเป็นพลังงานระบบสาธารณูปโภคพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อการดำรงวิถีชีวิตของมนุษย์และมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ ทั้งทางด้านเศรษฐกิจ และสังคม เพราะพลังงานไฟฟ้ามีส่วนช่วยสนับสนุนและผลักดันให้การพัฒนาด้านต่าง ๆ สามารถขยายตัวออกไปอย่างกว้างขวางรวดเร็วและต่อเนื่อง (ศิร พวงมาลัย. 2548: 1) ในปัจจุบันการใช้พลังงานไฟฟ้าในประเทศไทยมีการปรับตัวสูงขึ้น โดยพลังงานไฟฟ้ามีการผลิตโดยภาครัฐเป็นส่วนใหญ่ บางส่วนต้องซื้อจากภาคเอกชนและนำเข้าจากต่างประเทศ

ประเทศไทยมีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนเพื่อการจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย หรือ กฟผ. ณ สิ้นเดือนธันวาคม ปี 2549 ระบบผลิตไฟฟ้ามีกำลังผลิตรวมทั้งสิ้น 27,107.21 เมกะวัตต์ เพิ่มขึ้นจากปี 2548 ร้อยละ 2.48 โดยเป็นกำลังผลิตจากโรงไฟฟ้าของ กฟผ.15,794.57 เมกะวัตต์ หรือร้อยละ 58.27 และจากผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนภายในประเทศและผู้ผลิตไฟฟ้าในประเทศเพื่อนบ้านรวมอีก 11,312.64 เมกะวัตต์ หรือร้อยละ 41.73 โดยความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ มีค่าเท่ากับ 21,064.00 เมกะวัตต์ เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2549 เวลา 13.30 น. เพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมา 526.50 เมกะวัตต์ หรือร้อยละ 2.56 โดยภาพรวมของการใช้พลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ ภาคอุตสาหกรรมยังคงมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้ามากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 48.84 ของการใช้ไฟฟ้าทั้งประเทศ ส่วนที่เหลือเป็นการใช้ไฟฟ้าในภาคธุรกิจร้อยละ 24.77 ภาคที่อยู่อาศัย ร้อยละ 21.04 และในภาคอื่น ๆ ร้อยละ 5.35 เมื่อเปรียบเทียบกับปี 2548 การใช้ไฟฟ้าในภาคอุตสาหกรรมและภาคธุรกิจเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.77 และ 6.76 ตามลำดับ โดยขยายตัวในอัตราที่ชะลอตัวลงตามสภาวะเศรษฐกิจ ส่วนภาคที่อยู่อาศัยมีการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่าน

มา ร้อยละ 5.61 และการใช้ไฟฟ้าในภาคอื่นๆ เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.41 (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2550) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความต้องการในการใช้พลังงานไฟฟ้ามีการขยายตัวเพิ่มขึ้นทุกๆ ปี

การใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างมากและต่อเนื่องโดยเฉพาะในภาคที่อยู่อาศัยและภาคธุรกิจ กว่าร้อยละ 50 เกิดจากการใช้เครื่องปรับอากาศ เนื่องจากในปัจจุบันอาคารเกือบทุกแห่งถูกออกแบบให้ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ และเครื่องปรับอากาศยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้พลังงานมากที่สุดในบรรดาเครื่องใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศภายในประเทศเพิ่มขึ้นปีละ 400,000 เครื่อง ถ้าเฉลี่ยความต้องการไฟฟ้าที่เครื่องปรับอากาศต้องการใช้ประมาณ 1,500 วัตต์ต่อชั่วโมงต่อเครื่องหากทุกเครื่องเปิดใช้พร้อมกันหมดในช่วงที่มีการใช้ไฟฟ้าสูงสุดของระบบ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตต้องสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพื่อรองรับความต้องการการใช้ไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวถึงปีละ 600 เมกะวัตต์ หรือเทียบได้กับโรงไฟฟ้าแม่เมาะขนาด 300 เมกะวัตต์ 2 โรง ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนก่อสร้างโรงไฟฟ้าถึง 15,000 ล้านบาท ดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศจึงมีส่วนช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในภาพรวมได้ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน : 2531)

ในปัจจุบันเครื่องปรับอากาศนับว่าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการดำรงชีวิตของมนุษย์มากขึ้น ไม่ว่าจะเป็น บ้านพักอาศัย ที่ทำงาน โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า อาคารสำนักงาน หรือแม้แต่ในรถยนต์และรถโดยสารปรับอากาศก็จะช่วยให้การเดินทางของคนมีความสบายมากขึ้น เพราะไม่ต้องหงุดหงิด อารมณ์เสียในขณะที่รถติดและอากาศร้อน จัด ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของให้สูงขึ้น นอกจากนั้นเครื่องปรับอากาศยังมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภท เช่น ในโรงงานทอผ้าการควบคุมอุณหภูมิที่มีผลต่อเส้นด้ายที่นำมาทอผ้า ในโรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ นอกจากจะต้องการการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นให้ได้อย่างดีแล้ว การควบคุมความสะอาดของอากาศยังเป็นสิ่งสำคัญมาก (สมศักดิ์ สุโมตยกุล. 2545: 13) เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศที่มีอากาศร้อนชื้นเกือบตลอดปี การใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อทำความเย็นให้เกิดความรู้สึกสบายแก่ผู้อาศัยในบ้านพักที่อยู่ในเมืองใหญ่ๆ หรือตามชานเมืองจึงได้รับความนิยมมาก แต่เครื่องปรับอากาศเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง ดังนั้นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศจึงมีส่วนช่วยให้เกิดการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในภาพรวมได้ปริมาณมาก

ปัจจุบันทางภาครัฐได้มีการรณรงค์การประหยัดพลังงานไฟฟ้าอย่างจริงจัง โดยใช้มาตรการอนุรักษ์พลังงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลง ส่งเสริมให้เกิดการประหยัดพลังงานและลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ รัฐบาลได้กำหนดนโยบายและแนวทางการอนุรักษ์พลังงานครั้งแรก ลงในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ.2525-2529) และต่อเนื่องมาจนถึงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9 (พ.ศ.2540-2541) และเพื่อให้การกำกับดูแลและอนุรักษ์พลังงานดำเนินการอย่างเป็นระบบ คณะกรรมการพลังงานแห่งชาติได้ดำเนินการยกร่างปรับปรุงพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ขึ้น และมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 3 เมษายน พ.ศ. 2535 และได้มีการกำหนดมาตรการบังคับเพื่อแก้ไขปัญหาด้านพลังงานของ

ประเทศอย่างต่อเนื่อง (สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงานสำหรับเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ม.ป.ป.) ในกฎหมายแบ่งเป็น 9 หมวด 61 มาตรา ประกอบไปด้วยมาตรการสำหรับการอนุรักษ์พลังงานในโรงงาน อาคาร และเครื่องจักรอุปกรณ์และวัสดุที่ใช้เพื่อกิจการอนุรักษ์พลังงาน มาตรการสำหรับส่งเสริมและช่วยเหลือก็เป็นเรื่องของการสนับสนุนเงินลงทุนเพื่อให้มีการอนุรักษ์พลังงาน กำหนดให้ผู้ที่อยู่ภายใต้กฎเสียค่าธรรมเนียมพิเศษเป็นต้น (สำนักงานพลังงานแห่งชาติ. 2537)

วิธีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศมีอยู่มากมายหลายวิธี เช่น การลงทุนเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบปรับอากาศ, การจัดระบบและระยะเวลาการทำงานของเครื่องปรับอากาศ, การควบคุมอากาศจากภายนอกให้เข้ามาภายในห้องปรับอากาศในปริมาณที่เหมาะสม, การควบคุมความเร็วของรอบเครื่องอัดสารทำความเย็น และวิธีอื่นๆ เป็นต้น

จากที่กล่าวมา ผู้วิจัยคิดที่จะศึกษาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงาน เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าให้น้อยลง โดยมุ่งประเด็นไปยังเครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ โดยได้แนวคิดจากเอกสารรณรงค์การอนุรักษ์พลังงาน “ประหยัดไฟกำไร 2 ต่อ” ของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน ที่ว่าถ้าเราตั้งอุณหภูมิที่ระดับร่างกายรู้สึกสบาย โดยไม่ต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส และการปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุกๆ 1 องศาเซลเซียส จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ร้อยละ 10 (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. 2547: 14) แต่การที่จะปรับอุณหภูมิให้สูงขึ้นอาจทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกร้อนและไม่สบายตัว ดังนั้นหากมีการใช้พัดลมมาช่วยในการเคลื่อนไหวของอากาศ ตามทฤษฎีของ สุนทร บุญญาธิการ (2542: 35) ที่ว่ามนุษย์จะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศ 0.4 องศาเซลเซียส เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือความรู้สึกเย็นลง ($^{\circ}C$) = $0.381v+0.016rh^{3}$ เพื่อให้ผู้ใช้งานยังรู้สึกว่าอากาศเย็นสบายพอเหมาะโดยการตั้งค่าอุณหภูมิที่เครื่องปรับอากาศให้สูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับการเปิดพัดลมเพื่อช่วยพัดกระจายความเย็นให้เร็วขึ้นเกิดการหมุนเวียนของอากาศและการนำพาความร้อนของร่างกาย เนื่องจากพัดลมเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ทำการปรับค่าอุณหภูมิลงทุกๆ 1 องศาเซลเซียส จากหลักการดังกล่าวจะทำให้สามารถลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง และยังเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าได้อีกหนึ่งทางเลือก

ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว กับการเปิดใช้งานร่วมกับพัดลม

2. เพื่อศึกษาช่วงระดับอุณหภูมิ กับความเร็วลมของพัดลม ที่อยู่ในช่วงความพึงพอใจสูงสุด ในการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม

ความสำคัญของการวิจัย

เป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าจากการใช้งานของเครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม ในระดับอุณหภูมิสบาย และลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลง

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เพื่อต้องการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ในช่วงอุณหภูมิสบาย เปรียบเทียบระหว่างเครื่องปรับอากาศในสภาวะการทำงานปกติกับการทำงานร่วมกับพัดลม ทดลองในห้องเรียนของสถานศึกษา ผู้ใช้งานเป็นอาจารย์และนิสิต ต่อกิจกรรมการนั่งเรียน และฟังบรรยาย โดยกำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. สถานที่ในการทดลอง

เป็นห้องเรียนของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อาคาร 12 ห้อง 901

2. อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

2.1 เครื่องปรับอากาศขนาด 25,800 บีทียู

2.2 พัดลมโคจรขนาด 400 min (16”)

2.3 เครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ (Thermometer)

2.4 เครื่องวัดกำลังไฟฟ้า (Watt Hours Meter)

2.5 เครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)

3. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

3.1 ตัวแปรต้น

3.1.1 การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ระดับอุณหภูมิ 24-29 องศาเซลเซียส

3.1.2 การเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ระดับอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส ร่วมกับพัดลมโคจร ที่ระดับความเร็วลมเบอร์ 1-2

3.2 ตัวแปรตาม

3.2.1 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว

3.2.2 อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม แยกตามระดับความเร็วลมที่สวิตช์ควบคุมเบอร์ 1-2

3.2.3 ระดับอุณหภูมิสบายของผู้ที่อยู่ภายในห้องที่เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว ที่ระดับอุณหภูมิ 24-29 องศาเซลเซียส

3.2.3 ระดับอุณหภูมิสบายของผู้ที่อยู่ภายในห้องที่เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ร่วมกับพัดลม ที่ระดับอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส แยกตามระดับความเร็วลม

4. ช่วงเวลาในการทดลอง

การทดลองจะทำในเวลากลางวัน ช่วงระหว่างเวลา 9.00-15.00 น. ดังรายละเอียดดังนี้

4.1 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวที่ระดับอุณหภูมิ 24-29 องศาเซลเซียส ครั้งละ 3 ชั่วโมง

4.2 เปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลมที่ระดับอุณหภูมิ 25-29 องศาเซลเซียส โดยแยกตามระดับความเร็วลม ครั้งละ 3 ชั่วโมง

สมมติฐานของการวิจัย

การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม โดยการตั้งค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้นในช่วงระดับอุณหภูมิที่รู้สึกสบาย มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ไม่ต่ำกว่าร้อยละ 10

สรุปผลการวิจัย

1. กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ มีจำนวน 11 คน เป็นชาย 10 คน เป็นผู้หญิง 1 คน แยกเป็นช่วงอายุระหว่าง 21-30 ปี จำนวน 8 คน ช่วงอายุระหว่าง 31-40 จำนวน 2 คน ช่วงอายุระหว่าง 41-50 จำนวน 1 คน ค่าดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ปกติ จำนวน 6 คน และผู้ที่อยู่ในเกณฑ์อ้วน จำนวน 5 คน ส่วนค่าความต้านทานเครื่องแต่งกายมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.5686 clo

2. ผลการเก็บข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้า ของการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส พบว่าอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง เป็นจำนวน 2,225 วัตต์ หรือ 2.225 หน่วย และจากการวิเคราะห์ความพึงพอใจในสภาพอากาศ พบว่ากลุ่มทดลองมีค่าความพึงพอใจในภาพรวมทุกค่าตารางการวิเคราะห์ ที่ระดับ 27 ◌ C พัดลม เบอร์ 1 โดยอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อชั่วโมง เป็นจำนวน 1,775 วัตต์ หรือ 1.775 หน่วย เมื่อเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสองค่า มีความแตกต่างกัน เป็นจำนวน 450 วัตต์ หรือ 0.45 หน่วย ทำให้ใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง คิดเป็นร้อยละ 25.35

3. ผลจากการเก็บบันทึกข้อมูล ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ และความชื้น ภายในและภายนอกห้องที่ทำการทดลอง และค่าพลังไฟฟ้าของการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียว กับการเปิดร่วมกับพัดลมไฟฟ้าที่ระดับความเร็วลมสวิตช์ควบคุมเบอร์ 1 และเบอร์ 2 แยกตามการตั้งค่าอุณหภูมิที่ตัวเครื่องปรับอากาศตั้งแต่อุณหภูมิ 24, 25, 26, 27, 28 และ 29 องศาเซลเซียส และแยกระหว่างมีโหลดกับไม่มีโหลด ดังนี้

3.1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามการตั้งค่าแต่ละอุณหภูมิ แบบไม่มีโหลด โดยเปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่า จากการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25 ◌ C พัดลม เบอร์ 1 ค่าพลังงานไฟฟ้าไม่เปลี่ยนแปลง, การตั้งอุณหภูมิที่ 25 ◌ C พัดลม เบอร์ 2 ค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25 ◌ C, 26 ◌ C, 26 ◌ C พัดลม เบอร์ 1, 26 ◌ C พัดลม เบอร์ 2, 27 ◌ C, 27 ◌ C พัดลม เบอร์ 1, 27 ◌ C พัดลม เบอร์ 2, 28 ◌ C, 28 ◌ C พัดลม เบอร์ 1, 28 ◌ C พัดลม เบอร์ 2, 29 ◌ C, 29 ◌ C พัดลม เบอร์ 1 และ 29 ◌ C พัดลม เบอร์ 2 ค่าพลังงานไฟฟ้าจะลดลง และผลจากการบันทึกข้อมูลสรุปได้ว่าเมื่อทำการปรับค่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นค่าพลังงานไฟฟ้าจะลดลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 12.32 ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่ร้อยละ 45.41 ที่ระดับอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส แต่ทั้งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาวะอากาศภายนอก และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

3.2 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าพลังงานไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามการตั้งค่าแต่ละอุณหภูมิ แบบมีโหลด โดยเปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่า จากการตั้ง ค่าอุณหภูมิที่ 25 C พัดลม เบอร์ 1 และ 25 C พัดลม เบอร์ 2 ค่าพลังงานไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น ส่วนการตั้งอุณหภูมิที่ 25 C, 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1, 26 C พัดลม เบอร์ 2, 27 C, 27 C พัดลม เบอร์ 1, 27 C พัดลม เบอร์ 2, 28 C, 28 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C พัดลม เบอร์ 2, 29 C, 29 C พัดลม เบอร์ 1 และ 29 C พัดลม เบอร์ 2 ค่าพลังงานไฟฟ้าจะลดลง และผลจากการบันทึกข้อมูลสรุปได้ว่าเมื่อทำการปรับค่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นค่าพลังงานไฟฟ้าจะลดลงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 2.30 ที่ระดับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส และสูงสุดที่ร้อยละ 58.93 ที่ระดับอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส แต่ทั้งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ เช่น สภาวะอากาศภายนอก จำนวนและลักษณะกิจกรรม

ของผู้อยู่ภายในห้อง และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

ผลจากการวิเคราะห์ สรุปได้ว่า การปรับค่าอุณหภูมิที่เครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้นในแต่ละค่าอุณหภูมิ มีผลทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ส่วนอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้า เปรียบเทียบระหว่างมีโหลด กับไม่มีโหลดในแต่ละอุณหภูมิ พบว่าห้องที่มีโหลด มีผลทำให้อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 11.02 แต่ทั้งอาจขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น สภาวะอากาศภายนอกห้อง จำนวนและลักษณะกิจกรรมของผู้อยู่ภายในห้อง และประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ

4. ผลจากการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย และการวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าความรู้สึกต่อสภาพอากาศ ในแต่ละอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับการตั้งค่าระดับอุณหภูมิที่ 24 องศาเซลเซียส

4.1 ค่าความแปรปรวน ระหว่างอุณหภูมิ-ความเร็วลม กับความรู้สึกต่อสภาพอุณหภูมิ เปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig) พบว่า การตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 27 C, 27 C พัดลม เบอร์ 1, 27 C พัดลม เบอร์ 2, 28 C, 28 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C พัดลม เบอร์ 2, 29 C, 29 C พัดลม เบอร์ 1 และ 29 C พัดลม เบอร์ 2 มีความแตกต่างกัน ส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 25 C, 25 C พัดลม เบอร์ 1, 25 C พัดลม เบอร์ 2, 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1 และ 26 C พัดลม เบอร์ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความพึงพอใจต่อสภาพอุณหภูมิสูงสุด (ที่รู้สึกว่าปกติ/ไม่ร้อนไม่หนาว) จะอยู่ที่อุณหภูมิ 27 C พัดลม เบอร์ 2 (โดยพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ย (mean) -27 ส่วนเบียงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) .467) และเมื่อเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส (ที่รู้สึกว่าเย็นเล็กน้อย) พบว่าค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J) เท่ากับ -1.000*

4.2 ค่าความแปรปรวน ระหว่างอุณหภูมิ-ความเร็วลม กับ ความรู้สึกต่อสภาพอากาศว่ามีลมอย่างไร เปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig) พบว่า การตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 25 C พัดลม เบอร์ 1, 25 C พัดลม เบอร์ 2, 26 C พัดลม เบอร์ 2, 27 ๐C พัดลม เบอร์ 2 และ 29 C พัดลม เบอร์ 2 มีความแตกต่างกัน ส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1, 27 C, 27 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C, 28 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C พัดลม เบอร์ 2, 29 C และ 29 C พัดลม เบอร์ 1 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความรู้สึกต่อสภาพอากาศว่ามีลมกำลังดีสูงสุดจะอยู่ที่อุณหภูมิ 26 C พัดลม เบอร์ 1 (โดยพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ย (mean) -1.64 ส่วนเบียงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) .505) และเมื่อเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J) เท่ากับ -.091

4.3 ค่าความแปรปรวน ระหว่างอุณหภูมิ-ความเร็วลม กับ ความรู้สึกต่อสภาพอากาศว่ามีความรู้สึกกับสภาพอากาศขณะนี้อย่างไร เปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig) พบว่า การตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 28 C, 29 C และ 29 C พัดลม เบอร์ 1 มีความแตกต่างกัน ส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 25 C, 25 C พัดลม เบอร์ 1, 25 C พัดลม เบอร์ 2, 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1, 26 C พัดลม เบอร์ 2, 27 C, 27 C พัดลม เบอร์ 1, 27 C พัดลม เบอร์ 2, 28 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C พัดลม เบอร์ 2 และ 29 C พัดลม เบอร์ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความรู้สึกต่อสภาพอากาศว่ามีความสบายสูงสุดจะอยู่ที่อุณหภูมิ 27 C พัดลม เบอร์ 1 (โดยพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ย (mean) -.73 ส่วนเบียงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) .905) และเมื่อเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J) เท่ากับ .273

4.4 ค่าความแปรปรวน ระหว่างอุณหภูมิ-ความเร็วลม กับ ความรู้สึกต่อสภาพอากาศว่ามีความรู้สึกโดยรวมว่ายอมรับสภาพอากาศขณะนี้หรือไม่ เปรียบเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนผลการวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J)) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Sig) พบว่าการตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 29 C และ 29 C พัดลม เบอร์ 1 มีความแตกต่างกัน ส่วนการตั้งค่าอุณหภูมิ-ความเร็วลม ที่ 25 C, 25 C พัดลม เบอร์ 1, 25 C พัดลม เบอร์ 2, 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1, 26 C พัดลม เบอร์ 2, 27 C, 27 C พัดลม เบอร์ 1, 27 C พัดลม เบอร์ 2, 28 C , 28 C พัดลม เบอร์ 1, 28 C พัดลม เบอร์ 2 และ 29 C พัดลม เบอร์ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนความรู้สึกที่ยอมรับต่อสภาพอากาศสูงสุด จะอยู่ที่ 26 C, 26 C พัดลม เบอร์ 1 26 C พัดลม เบอร์ 2, 27 C พัดลม เบอร์ 1 และ 28 C พัดลม เบอร์ 2 (โดยพิจารณาจาก ค่าเฉลี่ย(mean) ที่เท่ากัน -.09 และส่วนเบียงเบนมาตรฐาน (Std. Deviation) ที่เท่ากัน .302) และเมื่อเทียบกับการตั้งค่าอุณหภูมิ ที่ 24 องศาเซลเซียส พบว่าค่าความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิ (Mean Difference (I-J) เท่ากับ .182

อภิปรายผลการวิจัย

จากสมมุติฐานที่ตั้งไว้ การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม โดยการตั้งค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้นในช่วงระดับอุณหภูมิที่รู้สึกสบาย สามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า และลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศลงได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. จากการทดลองเก็บข้อมูลค่าพลังงานไฟฟ้าในการเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ในแต่ละค่าอุณหภูมิที่กำหนด พบว่าเมื่อทำการปรับตั้งค่าอุณหภูมิที่ตัวเครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้น ทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลง เนื่องจากเทอร์โมมิเตอร์ที่สวิตช์ควบคุมอุณหภูมิหรือเทอร์โมสตัต ถูกเปลี่ยนค่าตามอุณหภูมิที่สูงขึ้นภายในห้องจะทำหน้าที่ตัดกระแสไฟฟ้าที่คอมเพรสเซอร์ชั่วคราว เมื่อคอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานชั่วคราว จึงทำให้ค่าการพลังงานไฟฟ้าลดลงตาม จากหลักการดังกล่าวจะสอดคล้องกับการรณรงค์ อนุรักษ์พลังงานของสำนักนโยบายและแผนพลังงาน ที่ว่าถ้าเราตั้งอุณหภูมิที่ระดับร่างกายรู้สึกสบาย โดยไม่ต่ำกว่า 25

องศาเซลเซียส และการปรับอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส จะช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงได้ ของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2547: 14)

2. ผลจากการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจต่อสภาพอากาศ ของผู้รับการทดสอบภายในห้องทดลองที่เป็นห้องเรียนในลักษณะนั่งฟังบรรยาย พบว่าเมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ระดับ 24-25 องศาเซลเซียส ผลจากแบบสอบถามพบว่าผู้รับการทดสอบยังรู้สึกสบาย แต่เมื่อทำการปรับค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้นเป็น 27-29 องศาเซลเซียส พบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเริ่มรู้สึกร้อนและไม่พอใจกับสภาพอากาศ ซึ่งสัมพันธ์กับทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนที่ว่า การเผาพลาญพลังงานของร่างกาย เกิดจากกิจกรรมที่กระทำ มีหน่วยวัดเป็น met (1 met = 50 kCal h^{-1} m^{-2}) เมื่อทำกิจกรรมที่ใช้พลังงานจะทำให้เกิดการเผาพลาญพลังงานในร่างกาย พลังงานที่ร่างกายใช้ไปนั้นก่อให้เกิดความร้อนภายในร่างกาย และต้องมีการถ่ายเทพลังงานนั้นออกไป เพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้เหมาะสม (ประมาณ 37-38 องศาเซลเซียส) เมื่อร่างกายถ่ายเทความร้อนให้กับอากาศรอบ ๆ ตัว ซึ่งร้อนน้อยกว่า อากาศรอบตัวเริ่มอุ่นขึ้นและลอยตัวสูงขึ้น เมื่ออากาศอุ่นลอยตัวสูงขึ้น อากาศที่เย็นกว่าก็จะไหลเข้ามาแทนที่วงจรของการพาความร้อนก็สมบูรณ์ (วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์. 2542: 13) ดังนั้นเมื่อมีการปรับค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้น จึงทำให้ผู้ใช้งานรู้สึกร้อนและไม่สบายตัว และเมื่อทำการเปิดใช้พัดลมร่วม เพื่อช่วยให้อากาศภายในห้องเกิดการเคลื่อนไหวมากขึ้น จึงมีผลทำให้ผู้รับการทดสอบรู้สึกว่าอากาศเย็นสบายพอเหมาะ ซึ่งสัมพันธ์กับทฤษฎีที่ว่ามนุษย์จะรู้สึกเย็นลงกว่าอุณหภูมิอากาศ 0.4 องศาเซลเซียส เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตรต่อชั่วโมง หรือความรู้สึกเย็นลง (C) = $0.381\ v + 0.016\ rh^3$ ของ สุนทร บุญญาธิการ (2542: 35) เนื่องจากพัดลมเป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำกว่าค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศที่ทำการปรับค่าอุณหภูมิลงทุก ๆ 1 องศาเซลเซียส จากหลักการดังกล่าวจะทำให้สามารถลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศ และค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง ซึ่งผลจากวิเคราะห์พบว่า ค่าความพึงพอใจต่อสภาพอากาศ เมื่อทำการปรับค่าอุณหภูมิให้สูงขึ้น พร้อมกับการเปิดใช้งานร่วมกับพัดลม จะอยู่ที่ระดับ 27 องศาเซลเซียส ร่วมกับพัดลมเบอร์ 1 ระดับความเร็วลมเฉลี่ย 0.53 เมตรต่อวินาที เมื่อเปรียบเทียบกับการเปิดใช้เครื่องปรับอากาศเพียงอย่างเดียวที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 25.35 ดังนั้นจากหลักการและทฤษฎีดังกล่าวจึงสามารถเป็นแนวทางในการลดการใช้พลังงานไฟฟ้า และลดภาระการทำงานของเครื่องปรับอากาศให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. จากค่าการใช้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าและระดับอุณหภูมิที่ได้จากการทดลอง เห็นว่าสามารถที่จะนำไปใช้ได้ไม่เพียงแต่ห้องเรียน/บรรยาย ของสาขาอุตสาหกรรมศึกษาเท่านั้น แต่ยังสามารถนำไปใช้กับห้องเรียนในอาคารของคณะศึกษาศาสตร์ และห้องเรียนต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยได้ แต่ค่าพลังงานไฟฟ้าหรือระดับอุณหภูมิที่ได้อาจไม่เท่ากับผลที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน ๆ เช่น สภาพแวดล้อมของห้องนั้น ๆ ลักษณะกิจกรรม จำนวน และสภาพร่างกายของผู้ใช้งาน ตลอดจน คุณภาพ และขนาดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้

2. เมื่อวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์ และจุดคุ้มทุนของการลงทุน โดยคำนวณ ค่าพลังงานไฟฟ้าคิดจากอัตราค่าไฟฟ้าที่การไฟฟ้ากำหนด เป็นค่าไฟฟ้าตามสูตร F_t ที่ทางการไฟฟ้าเรียกเก็บจากผู้ใช้พลังงานไฟฟ้าประเภทที่ 6 ส่วนราชการและองค์กรที่ไม่แสวงหากำไร คิดที่หน่วยละ 1.9712 บาท เฉพาะในส่วนของห้องเรียนของสาขาอุตสาหกรรมศึกษาที่ทำการทดลองในครั้งนี้ สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายได้เป็นเงิน 1,916.01 บาทต่อปี และเมื่อวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของการลงทุนพัดลมไฟฟ้า กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของพัดลมเพียงอย่างเดียว(เปิดใช้งานเบอร์ 1 จำนวน 2 เครื่อง) ระยะเวลาคืนทุนเท่ากับ 10,510.76 ชั่วโมง หรือ 4.87 ปี (เปิดใช้งาน 2,160 ชม./ปี) แต่หากพิจารณาเปรียบเทียบกับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงของการใช้เครื่องปรับอากาศร่วมกับพัดลม ระยะเวลาคืนทุนเท่ากัน 1,738.67 ชั่วโมง หรือ 0.8 ปี จากการวิจัยดังกล่าวหากขยายผลไปยังห้องเรียนในอาคารของคณะศึกษาศาสตร์ ที่มีห้องเรียนและห้องพักอาจารย์ที่ใช้เครื่องปรับอากาศขนาดใกล้เคียงกัน (ขนาดประมาณ 25,000-25,800 บีทียู) ซึ่งมีอยู่จำนวน 44 เครื่อง หากในหนึ่งชั่วโมงการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เปิดใช้งานพร้อมกันที่ระดับอุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส ร่วมกับพัดลมเบอร์ 1 เทียบค่าพลังงานไฟฟ้ากับการเปิดใช้งานที่ระดับอุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้เป็นเงินประมาณ 39.16 บาทต่อชั่วโมง เมื่อคำนวณเป็นปีต่อการทำงานวันละ 8 ชั่วโมง จำนวน 9 เดือน (ตามช่วงเวลาเปิดเรียน) จะสามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้า ได้เป็นจำนวนเงิน 86,152 บาทต่อปี ดังนั้นจากหลักการดังกล่าวจึงสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายให้กับคณะศึกษาศาสตร์ได้และยังเป็นแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัยได้อีกหนึ่งทางเลือก

บรรณานุกรม

[1.] กิจชัย จิตขจรวานิช. (2544). *แนวคิดใหม่เกี่ยวกับการศึกษาวิจัยเรื่องสภาวะสบาย.* ในหน้าจั่ว ฉบับที่ 18 หน้า 175-181. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.

[2.] กิจชัย จิตขจรวานิช. (2547). *สภาวะสบายและการปรับตัวเพื่ออยู่แบบสบายของคนในท้องถิ่น.* งานวิจัย. กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.

[3.] การไฟฟ้าฝ่ายผลิต. (2550). *ศูนย์ข้อมูล กฟผ. (ออนไลน์).* แหล่งที่มา: http://www.egat.co.th. สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2550.

[4.] กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2540?). *การอนุรักษ์พลังงานสำหรับเจ้าของอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตามพระราชบัญญัติส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535.* กรุงเทพฯ: สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงฯ.

[5.] กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. (2540?). *พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535.* กรุงเทพฯ: สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงฯ.

[6.] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2524). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศชนิดติดผนังห้อง (มอก.385-2524).* กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงฯ.

[7.] กระทรวงอุตสาหกรรม. (2536). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับชนิดส่ายรอบตัว (มอก.572-2528).* กรุงเทพฯ:

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงฯ.

[8.] จรวย บุญยุบล และคณะ. (2529). *พลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[9.] ชาตรี บ้านเกาะ. (2544). *การประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศทั่วไปด้วยอินเวอร์เตอร์เฟสเดียว.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[10.] ชเนษฎ์ วิชาศิลป์ (2545). *การออกแบบระบบควบคุมแบบฟัซซี่ลอจิกโดยใช้วิธี ฮาร์ด ซี-มีนคลัสเตอริงก์ เพื่อการประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศ.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมพลังงาน). เชียงใหม่: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. ถ่ายเอกสาร.

[11.] ณรงค์ ชอนตะวัน, เสวก ผาสุก, สุภาพ สุขเกื้อ และพานิชพล มงคลเจริญ. (2534?). *คู่มือซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน. หน้า 221-234.* กรุงเทพฯ: แผงหนังสือเบอร์22 สวนจตุจักร (เบอร์ 18 สนามหลวง).

[12.] ณรงค์ วัชรเสถียร. (2543). *การพัฒนาพัดลมปรับความเร็วตามสภาวะแวดล้อมแบบอัตโนมัติ.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[13.] ตรึงใจ บูรณสมภพ. (2539). *การออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน. กรุงเทพฯ. กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน.* สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ.

[14.] ธนะกิจ สุขศรีสมบูรณ์. (2546). *ศักยภาพการประหยัดพลังงานในพัดลม.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[15.] ธนะกิตติ์ ถาภักดี. (2546). *การประหยัดพลังงานในเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนโดย LIQUID- SUCTION HEAT EXCHANGER.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[16.] นุภาพ แย้มไตรพัฒน์. (2541). *การสร้างแผนภูมิความสบายของการถ่ายเทอากาศสำหรับประเทศไทย.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[17.] บรรพต ประภาศิริ. (2542). *การประหยัดพลังงานของระบบปรับอากาศโดยใช้ตัวควบคุมอุณหภูมิและการบำรุงรักษาเบื้องต้น.* ปริญญานิพนธ์ วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดการพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[18.] พันธุดา พุฒิไพโรจน์. (2544). *เครื่องมือสำหรับการศึกษาและวิจัยด้านการอนุรักษ์พลังงานและการเลือกใช้งาน. ในหน้าจั่ว ฉบับที่ 18 หน้า 182-195.* กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.

[19.] พลกฤษณ์ หนูทองพูล. (2546). *การศึกษาเปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศเบอร์ 4 และเบอร์ 5 ในสภาวะอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (เทคโนโลยีพลังงาน). กรุงเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[20.] ภัทรนันท์ ทักนนท์. (2547-2548). *สภาวะน่าสบาย: พื้นฐานและแบบจำลองสำหรับ*

ภูมิอากาศเขตร้อน. ในหน้าจั่ว ฉบับที่ 21 หน้า 133-146. กรุงเทพฯ: ภาควิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. ถ่ายเอกสาร.

[21.] โมะโตะกิ มัทซึโอะ. (2527). *เทคนิคการประหยัดพลังงานภาคไฟฟ้าสำหรับหัวหน้างานและวิศวกร.* กรุงเทพฯ: โครงการสนับสนุนเทคนิคอุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[22.] วิโรจน์ จินดารัตน์. (2548). *การคำนวณช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมและประหยัดพลังงานในอาคาร.* ปริญญานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[23.] วราภรณ์ กาญจนวิโรจน์. (2542). *การศึกษาการเพิ่มของขอบเขตภาวะน่าสบายในเขตภูมิอากาศร้อน-ชื้น.* วิทยานิพนธ์ สถ.ม. (เทคโนโลยีอาคาร). กรุงเทพฯ: คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ถ่ายเอกสาร.

[24.] ศักรินทร์ โสนันทะ. (2546). *เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า.* กรุงเทพฯ: บริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[25.] ศิร พวงมาลัย. (2548). *การพัฒนาชุดระบายความร้อยของชุดควบแน่นสำหรับเครื่องปรับอากาศชนิด-แยกส่วน.* ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

[26.] สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. (2545). *วิศวกรรมคุณค่า(VE) เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน.* กรุงเทพฯ: กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานฯ.

[27.] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2545). *รู้แล้วรวย ร่วมใจประหยัดพลังงาน.* กรุงเทพฯ: ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย สำนักงานฯ.

[28.] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2547). *สถานการณ์นโยบายและมาตรการพลังงานของไทย 2546.* กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ สำนักงานฯ.

[29.] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2545). *สาระน่ารู้เรื่องการอนุรักษ์พลังงานเครื่องปรับอากาศที่ใช้ในบ้านพักอาศัย.* กรุงเทพฯ: กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานฯ.

[30.] สำนักส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน. (2549). *เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน. (ออนไลน์).* แหล่งที่มา:http://www2.dede.go.th/newhomesafe /webban/book/fan.htm. สืบค้นเมื่อ 17 กรกฎาคม 2549.

[31.] สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). (2545). *พื้นฐานการทำความเย็นและการปรับอากาศภาคทฤษฎี. พิมพ์ครั้งที่ 8.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[32.] สุนทร วงศ์เสน. (2545). *การศึกษาการประหยัดพลังงานในระบบการปรับอากาศแบบแยกส่วนโดย การควบคุมความเร็วรอบของเครื่องอัดสารทำความเย็น.* วิทยานิพนธ์ วศ.ม. (วิศวกรรมเครื่องกล). ขอนแก่น: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น. ถ่ายเอกสาร.

[33.] สุนทร บุญญาธิการ. (2541). *เทคนิคการออกแบบบ้านประหยัดพลังงาน เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีกว่า.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[34.] สมศักดิ์ สุโมตยกุล. (2545). *เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ.* กรุงเทพฯ: บริษัท ซี เอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).

[35.] สุรพล พฤกษพานิช. (2529). *การปรับอากาศ หลักการและระบบ.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.

[36.] สุวรรณ บุญทิพย์. (2543). *ไฟฟ้าอุตสาหกรรมเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 5.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ ส.ส.ท. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

[37.] อำนาจ จำรัสจรุงผล. (2549). *เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม สื่อการเรียนการสอน แผนกวิชาเทคนิค สถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี.* (ออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.non.rmutsb.ac.th/homepages/environment/UNIT6/UNIT62.ppt. สืบค้นเมื่อ 12 มิถุนายน 2549.

[38.] อภิชิต เทอดโยธิน จันทนา กุชรรัตน และจิราวรรณ เตียร์สุวรรณ. (2545). *การใช้พลังงานของเครื่องปรับอากาศในอาคารอยู่อาศัยและแนวทางการประหยัดพลังงาน.* รายงานการวิจัยเสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุเทพฯ: คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. ถ่ายเอกสาร.

[39.] Fanger, P.O. (1970). *Thermal Comfort Analysis and Application in Environmental Engineering.* New York: Mc Graw-Hill.

[40.] Olgyay, V. (1992). *Design with Climate. Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism.* New York: Van Nostrand Reinhold.

[41.] ASHRAE, (1997). *ASHRAE Handbook of Fundamentals 1997.* Atlanta :The American society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

[42.] International Standard ISO. (1995). *Ergonomics of the thermal environment – Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales.* ISO 10551:1995(E). Copy.