

ค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำสำหรับพัดลมไฟฟ้าของครัวเรือนในประเทศไทย

ศุภชัย นาทะพันธ์*¹⁾ และ สุวัฒน์ ตรุทัศน์วินท์²⁾

บทคัดย่อ

ประเทศไทยต้องการกำหนดค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ (MEPS) ให้กับพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับในครัวเรือนเพื่อป้องกันการจำหน่ายพัดลมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำในประเทศไทย งานวิจัยนี้เสนอวิธีการกำหนดค่า MEPS โดยอาศัยหลักการทางสถิติซึ่งจะมีผลบังคับใช้ในปี พ.ศ. 2552 ให้กับพัดลมไฟฟ้า 4 ชนิด คือ พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งพื้น พัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดาน และพัดลมไฟฟ้าชนิดสายรอบตัว ค่า MEPS ที่กำหนดให้กับพัดลมแต่ละชนิดจำแนกตามขนาดใบพัดแทนที่การจำแนกตามชนิดของพัดลม ดังนั้นทั้งผู้ผลิตและผู้จำหน่ายในประเทศ และผู้นำเข้าจากต่างประเทศต้องให้ความสำคัญต่อค่าใช้งานที่กำหนดขึ้นใหม่จากค่าใช้งานเดิมที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด โดยการทดสอบพัดลมไฟฟ้าจำนวน 60 เครื่อง ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลจากการวิจัยพบว่า ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับจะมีค่าสูงตามขนาดใบพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

คำสำคัญ : มาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ, พัดลมไฟฟ้า, ค่าใช้งาน

*¹⁾ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 73170

Email: egsnh@mahidol.ac.th

²⁾ อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 73170

Minimum Energy Performance Standard Level for Household Electric Fans in Thailand

Supphachai Nathaphan^{* 1)} and Suwat Trutassanawin²⁾

Abstract

Thailand requires specifying a mandatory minimum energy performance standard (MEPS) for household electric fans to limit low efficiency of electric fans sold in Thailand. This paper proposes mechanisms using statistical techniques to determine MEPS taking effect in 2009 for four types of electric fans which are a table type and wall type fan, a pedestal type fan, a ceiling type fan and a ceiling oscillating fan. The MEPS for all electric fan types are categorized according to the diameter of fan blades instead of the type of fans. Hence, importers and producers in Thailand have to pay attention to the new service values increasing from the previous service values of TISI. A test sample of sixty fans has been used in analyzing the service values following the TIS. The results show that the MEPS values of electric fans increase with the increase of the fan blade diameter.

Keywords: Minimum Energy Performance Standard, Electric Fans, Service Value

^{* 1)} Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University 73170
Email: egsnh@mahidol.ac.th

²⁾ Lecturer, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Mahidol University 73170

บทนำ

พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับเป็นอุปกรณ์อำนวยความสะดวกที่ช่วยบรรเทาความร้อนจากสภาพภูมิอากาศในฤดูร้อนได้ดี (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2551) โดยอาศัยหลักการในการเพิ่มความเร็วลมของอากาศที่ออกจากพัดลมเพื่อช่วยลดและระบายความร้อนในปี พ.ศ. 2550 โดยเฉลี่ยแต่ละครัวเรือนจะมีพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับประมาณ 2 เครื่อง (ศูนย์วิจัยกิจการไทย, 2550) ประเทศไทยได้มีการจัดทำมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับไว้แล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 แต่ค่าประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้ามิได้ปรับให้ทันต่อเทคโนโลยีการผลิตพัดลม ซึ่งมีอัตราการขยายตัวเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 8 ถึง 10 ภาครัฐจึงต้องปรับค่าประสิทธิภาพดังกล่าวโดยการทบทวนให้เหมาะสมกับสภาวะการแข่งขันในเรื่องของปริมาณการใช้พลังงาน ในปัจจุบันพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ถูกจำแนกตามสภาวะตลาดของพัดลมออกเป็น 4 ชนิด คือ พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง (Table Type and Wall Type Fan) พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งพื้น (Pedestal Type Fan) พัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดาน (Ceiling Type Fan) และพัดลมไฟฟ้าชนิดสายรอบตัว (Ceiling Oscillating Fan) พัดลมไฟฟ้าที่จำหน่ายในประเทศไทยในปี พ.ศ.2550 มีประมาณ 1.93 ล้านเครื่อง(สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์, 2551) โดยพัดลมประมาณร้อยละ 96 เป็นพัดลมที่มีใบพัดขนาด 300 มิลลิเมตร และ 400 มิลลิเมตร และประมาณร้อยละ 4 เป็นพัดลมชนิดแขวนเพดานซึ่งมีเฉาะใบพัดขนาด 1,200 มิลลิเมตร และ 1,400 มิลลิเมตร แต่ประเทศไทยยังคงมีการใช้พัดลมไฟฟ้าประสิทธิภาพต่ำ ดังนั้นการอนุรักษ์พลังงานสามารถทำได้โดยการยกระดับประสิทธิภาพของพัดลมไฟฟ้าที่จัดจำหน่าย พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับที่จำหน่ายในประเทศมี 24 ตราสินค้า โดยมีสัดส่วนพัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและติดผนังประมาณร้อยละ 67 พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งพื้นร้อยละ 27 พัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดานร้อยละ 4 และพัดลมไฟฟ้าชนิดสายรอบตัวร้อยละ 2 เนื่องจากตราสินค้ามีมากย่อมส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพ

การใช้ไฟฟ้าแตกต่างกัน ในการศึกษาพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับจะใช้ค่าใช้งาน (Service Value) เป็นดัชนีที่วัดประสิทธิภาพซึ่งถ้าค่าใช้งานสูงย่อมหมายถึงประสิทธิภาพสูงนั่นเอง ความแตกต่างของค่าใช้งานจะใช้เป็นเครื่องมือในการจำแนกประเภทของพัดลมไฟฟ้า หรือจำแนกขนาดใบพัดที่มีค่าใช้งานใกล้เคียงกันอยู่ในกลุ่มเดียวกันโดยการประยุกต์การทดสอบด้วยการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเป็นคู่ๆ ทุกคู่แบบทูกีย์ (Tukey's Multi-Comparison Pair-wise Test) เพื่อช่วยจำแนกประเภท (Sharma *et al.*, 2006) บางประเทศกำหนดค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standard: MEPS) ของพัดลมไฟฟ้าแยกตามชนิดของ พัดลมเท่ากับค่าใช้งานต่ำสุด และได้ระบุค่า MEPS ลงในฉลากพลังงานเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเปรียบเทียบค่าใช้งานได้ง่ายก่อนการเลือกซื้อ (Mahlia *et al.*, 2005), (Harrington *et al.*, 1997) ซึ่งการกำหนดค่า MEPS สามารถใช้เป็นต้นแบบในการสร้างและพัฒนาฉลากได้ (Mahlia *et al.*, 2002) ทั้งนี้ผู้บริโภคต้องได้รับความรู้เกี่ยวกับฉลากพลังงาน ส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำหน่ายได้รับสัดส่วนการตลาดเพิ่มมากขึ้น (Menanteau, 2003) ซึ่งสอดคล้องกับสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ของประเทศไทยที่แยก มอก. ของพัดลมไฟฟ้าตามชนิดของพัดลม แต่ประเทศไทยมิได้พัฒนาฉลากพลังงานสำหรับค่า MEPS ให้กับพัดลมไฟฟ้าสมอ.เป็นหน่วยงานที่กำหนดค่า MEPS ของประเทศไทยเพื่อป้องกันการนำพัดลมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพต่ำเข้าประเทศและผลักดันให้พัดลมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงเข้าประเทศมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานในภาพรวมของประเทศมากขึ้น ค่า MEPS เป็นเกณฑ์กำหนดด้านประสิทธิภาพพลังงานภาคบังคับ (Waide *et al.*, 1997) ค่า MEPS เป็นกลไกที่มีประสิทธิภาพในการส่งเสริมประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า (Garcia *et al.*, 2007) วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการเสนอแนวคิดในการกำหนดค่า MEPS ให้กับพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับของประเทศไทย

การทดสอบค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

ในการบ่งบอก MEPS ของพัดลมไฟฟ้า นอกจากจะระบุโดยค่าใช้งานซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าอัตราการระบายอากาศกับค่ากำลังไฟฟ้าเข้าที่จ่ายให้พัดลมไฟฟ้าแล้ว ยังต้องกำหนดค่าอัตราการระบายอากาศด้วย เพื่อให้สามารถกำหนดค่าใช้งานขั้นต่ำโดยที่ต้องมีอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำไม่น้อยกว่าที่กำหนด การทดสอบพัดลมไฟฟ้าเพื่อหาค่าใช้งานและค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้าจะมีการกำหนดวิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดังต่อไปนี้

มาตรฐานการทดสอบ

มาตรฐานและวิธีการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพของพัดลมไฟฟ้าในประเทศ ซึ่งกำหนดในรูปของค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าต้องเป็นไปตามมาตรฐานสภาวะการทดสอบ ดังต่อไปนี้

(1) พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง ให้ใช้วิธีการทดสอบหาค่าใช้งานและค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ตามที่กำหนดใน มอก. 92 - 2536 หัวข้อการทดสอบ 8.5

(2) พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งพื้น ให้ใช้วิธีการทดสอบหาค่าใช้งานและค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ตามที่กำหนดใน มอก. 127 - 2536 หัวข้อการทดสอบ 8.5

(3) พัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดาน ให้ใช้วิธีการทดสอบหาค่าใช้งานและค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ตามที่กำหนดใน มอก. 205 - 2530 หัวข้อการทดสอบ 7.4

(4) พัดลมไฟฟ้าชนิดสายรอบตัว ให้ใช้วิธีการทดสอบหาค่าใช้งานและค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ตามที่กำหนดใน มอก. 572 - 2528 หัวข้อการทดสอบ 8.5

ห้องทดสอบ

ห้องทดสอบของพัดลมไฟฟ้าทั้งสี่ชนิดสามารถใช้ห้องทดสอบร่วมกันได้ โดยจำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มห้องทดสอบของพัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะ ชนิดติดผนัง

และชนิดตั้งพื้น กับกลุ่มห้องทดสอบของพัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดานและชนิดสายรอบตัว โดยมีขนาดของห้องทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่กล่าวข้างต้น

วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานของพัดลมไฟฟ้าพิจารณาตามหัวข้อการทดสอบ "ค่าใช้งานและอัตราการระบายอากาศ" ใน มอก.92-2536 มอก.127-2536 มอก.205-2530 และ มอก.572-2528 โดยวิธีการทดสอบค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าแต่ละชนิดมีวิธีการทดสอบที่คล้ายคลึงกันแต่จะแตกต่างกันในด้านตำแหน่งการวัดและระยะห่างต่างๆ เท่านั้น โดยจะใช้เครื่องวัดความเร็วลมชนิดใบพัดแบบดิจิตอล ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 100 มิลลิเมตร ในการหาค่าอัตราการระบายอากาศ

1) การหาค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

การทดสอบหาค่าอัตราการระบายอากาศจะทดสอบในห้องทดสอบหรือตู้ทดสอบแล้วแต่ชนิดของพัดลมไฟฟ้า โดยให้พัดลมไฟฟ้าทำงานที่อัตราเร็วสูงสุดที่พิกัดแรงดันไฟฟ้าและความถี่ไฟฟ้าที่กำหนด และปรับตัวเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ในตำแหน่งสูงสุด (ถ้ามีระบบสายต้องไม่ทำงาน) ทำการวัดค่าความเร็วลมด้วยเครื่องวัดความเร็วลมเมื่ออ่านค่าได้คงที่หรือหลังจากวางในตำแหน่งที่ต้องการเป็นเวลา 2 นาที ที่ระยะห่างจากพัดลมไฟฟ้าตามที่กำหนดในแต่ละทิศทาง คำนวณหาความเร็วลมเฉลี่ยโดยคิดจากค่าเฉลี่ยความเร็วลมที่ได้จากการอ่านแต่ละข้างของแกนใบพัด นำมาคำนวณหาอัตราการระบายอากาศของวงแหวนจากความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้คูณกับพื้นที่ของวงแหวน และหาผลรวมอัตราการระบายอากาศที่ผ่านวงแหวนจนถึงจุดสุดท้ายของการอ่าน คือ อัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้า

(1) พัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง และชนิดตั้งพื้นจะเริ่มอ่านค่าความเร็วลมค่าแรกที่ตำแหน่งห่างจากแกนใบพัด 20 มิลลิเมตร และเพิ่มระยะที่อ่านช่วงละ 40 มิลลิเมตร ตามรางเลื่อน (Sliding Base)

ทั้งสองทาง จนกระทั่งความเร็วลมเฉลี่ยของวงแหวนจะลดลงต่ำกว่า 24 เมตรต่อวินาที (0.4 เมตรต่อวินาที) โดยอ่านค่าต่อเนื่องกันในแต่ละทิศทาง

(2) พัดลมไฟฟ้าชนิดแขวนเพดานจะเริ่มอ่านค่าความเร็วลมค่าแรกที่ตำแหน่งห่างจากแกนใบพัด 40 มิลลิเมตร และเพิ่มระยะที่อ่านช่วงละ 80 มิลลิเมตร ตามรางเลื่อน ทั้งสี่ทิศทางตามแนวเส้นทแยงมุม จนกระทั่งความเร็วลมเฉลี่ยของวงแหวนลดลงต่ำกว่า 9 เมตรต่อวินาที (0.15 เมตรต่อวินาที) โดยอ่านค่าต่อเนื่องกันในแต่ละทิศทาง

(3) พัดลมไฟฟ้าชนิดสายรอบตัวจะเริ่มอ่านค่าความเร็วลมค่าแรกที่ตำแหน่งห่างจากแกนใบพัด 20 มิลลิเมตร และเพิ่มระยะการอ่านช่วงละ 40 มิลลิเมตร ตามรางเลื่อน ทั้งสี่ทิศทางตามแนวเส้นทแยงมุม จนกระทั่งความเร็วลมเฉลี่ยของวงแหวนจะลดลงต่ำกว่า 24 เมตรต่อวินาที (0.4 เมตรต่อวินาที) โดยอ่านค่าต่อเนื่องกันในแต่ละทิศทาง

2) การหาค่ากำลังไฟฟ้าเข้า

การทดสอบค่ากำลังไฟฟ้าเข้า โดยให้พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับทำงานที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบและความถี่ไฟฟ้าที่กำหนด และปรับตัวเปลี่ยนอัตราเร็วอยู่ในตำแหน่งสูงสุด (ถ้ามีระบบสายก็ให้ทำงานด้วย) ทำการวัดค่ากำลังไฟฟ้าเข้ามีหน่วยเป็นวัตต์

3) การหาค่าใช้งาน

การคำนวณหาค่าใช้งานคำนวณจาก อัตราส่วนระหว่างอัตราการระบายอากาศ (m^3/min) ต่อค่ากำลังไฟฟ้าเข้า (Watt) ที่จ่ายให้พัดลมไฟฟ้ากระแสสลับที่แรงดันไฟฟ้าทดสอบและความถี่ไฟฟ้าที่กำหนดมีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตรต่อวินาทีต่อวัตต์ ($m^3/min/W$) โดยใช้สูตรการคำนวณดังสมการที่ (1)

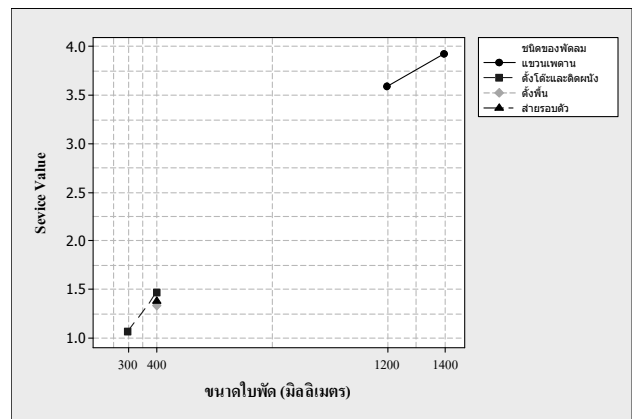
$$\text{ค่าใช้งาน} = \frac{\text{อัตราการระบายอากาศ}}{\text{กำลังไฟฟ้าเข้า}} \quad (1)$$

การศึกษาค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

มาตรฐานการทดสอบพัดลมไฟฟ้าของประเทศไทยไม่แตกต่างจากของประเทศญี่ปุ่น (JIS C9601: 1990) ประเทศเกาหลี (KS C9301: 1999) และประเทศอินเดีย

(IS555: 1967 สำหรับชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง และ IS1169: 1967 สำหรับชนิดตั้งพื้น)

การกำหนดค่า MEPS ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต้องพิจารณาจากดัชนีชี้วัดที่ส่งผลต่อการใช้พลังงาน ดัชนีชี้วัดค่าประสิทธิภาพพัดลมไฟฟ้าคือค่าใช้งาน การทดสอบหาค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าจะทดสอบในห้องทดสอบตามชนิดของพัดลมโดยก่อนการทดสอบให้เดินเครื่องเป็นเวลาอย่างน้อยหนึ่งชั่วโมงที่แรงดันไฟฟ้าสูงสุด จากนั้นเดินเครื่องที่อัตราเร็วสูงสุด แล้วทำการวัดค่าความเร็วลมเฉลี่ยด้วยอะนิโมมิเตอร์ที่ได้จากแต่ละข้างของแกนพัดลมตามระยะห่างซึ่งอ้างอิงจากมาตรฐาน (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2551) การทดสอบพัดลมไฟฟ้าทดสอบจากทุกตราสินค้าจำนวน 60 เครื่อง ซึ่งมีจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดของประเทศ ผลการทดสอบค่าใช้งานเฉลี่ยด้วยแผนภาพการกระจายแบบจุดแสดง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดใบพัดกับค่าใช้งาน

เมื่อประยุกต์การทดสอบสมมติฐานพบว่าพัดลมไฟฟ้าทั้ง 4 ชนิดจะมีค่าใช้งานแตกต่างกันเมื่อขนาดใบพัดมีขนาดแตกต่างกัน ดังนั้น การกำหนดค่า MEPS ต้องกำหนดค่าประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับโดยกำหนดในรูปค่าใช้งานให้แตกต่างกันตามขนาดใบพัด เมื่อวิเคราะห์พัดลมไฟฟ้าที่มีใบพัดขนาด 400 มิลลิเมตร (พัดลมไฟฟ้ามีอยู่ 3 ชนิดที่จำหน่ายในประเทศไทย) ด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่า ใบพัดลมไฟฟ้าทุกชนิดที่จำหน่ายซึ่งมีใบพัดขนาด 400 มิลลิเมตรควรกำหนดค่าใช้งานเป็นค่าเดียวกันด้วยระดับนัยสำคัญ (α) ของการทดสอบเท่ากับ 0.05

การจำแนกค่าใช้งาน

การจำแนกค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้า กระแสสลับของประเทศไทยจะจำแนกกลุ่มตามชนิดของพัดลม แต่จากผลการศึกษาค่าใช้งานดังรูปที่ 1 พบว่าพัดลมต่างชนิดกันหากมีขนาดใบพัดเท่ากันค่าใช้งานจะไม่ต่างกัน ดังนั้นค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าควรจำแนกออกเป็น 4 ค่าตามขนาดใบพัดคือ 300 มิลลิเมตร, 400 มิลลิเมตร, 1,200 มิลลิเมตร และ 1,400 มิลลิเมตร

1) ค่าใช้งานพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

พัดลมไฟฟ้าเมื่อทดสอบสมมติฐานพบว่าขนาดใบพัดต่างกันจะมีค่าใช้งานแตกต่างกัน ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนพบว่าพัดลมไฟฟ้าต้องกำหนดค่าใช้งานให้ต่างกันทุกขนาดของใบพัด ดังนั้นค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าสามารถกำหนดตามอักษรรหัส (อักษรรหัสเหมือนกันจะกำหนดค่า MEPS เท่ากัน) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 อักษรรหัสค่าใช้งานและอัตราการระบายอากาศสำหรับพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

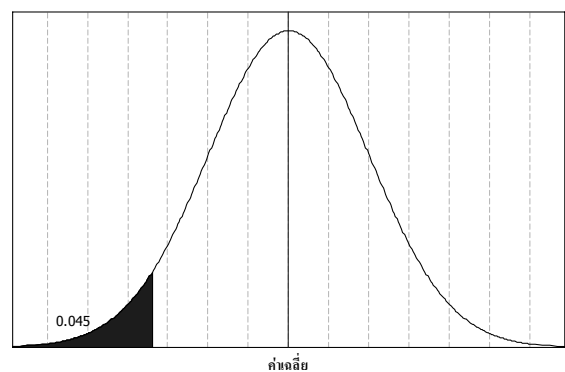
ขนาดใบพัด	ชนิดพัดลม	ค่าใช้งาน
1) 300 มิลลิเมตร	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	A
	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	B
2) 400 มิลลิเมตร	ตั้งพื้น	B
	สายรอบตัว	B
3) 1,200 มิลลิเมตร	แขวนเพดาน	C
4) 1,400 มิลลิเมตร	แขวนเพดาน	D

2) อัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

ในการกำหนดค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้า จะระบุอัตราการระบายอากาศที่ค่าใช้งานนั้นๆ ด้วย โดยอัตราการระบายอากาศจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามขนาดใบพัดของพัดลมที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับค่าใช้งาน ดังนั้นการกำหนดค่าอัตราการระบายอากาศของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับสามารถกำหนดได้ตามอักษรรหัสดังตารางที่ 1 สอดคล้องกับค่าใช้งาน

การกำหนดค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ

การกำหนดค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ (Minimum Energy Performance Standard: MEPS) ใหม่เพื่อปรับปรุงค่า MEPS เดิมใน มอก.ของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ ซึ่งค่า MEPS ที่ระบุใน มอก. จะใช้เป็นเกณฑ์ให้ผู้ผลิตผลิตพัดลมไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้บริโภคได้รับพัดลมไฟฟ้าที่มีคุณภาพ นอกจากนั้นประเทศยังสามารถลดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็นและสามารถลดการใช้เชื้อเพลิงของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในครัวเรือนจากเกณฑ์ที่ภาครัฐกำหนด (Wiel *et al.*, 2003) ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าเป็นค่าประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าขั้นต่ำของพัดลมไฟฟ้า กล่าวคือ ค่าใช้งานขั้นต่ำ ที่กำหนดอัตราส่วนของพัดลมไฟฟ้าที่มีใบพัดขนาดต่างๆ ที่มีสิทธิจำหน่ายกับไม่มีสิทธิจำหน่ายพัดลมไฟฟ้าในประเทศ เนื่องจากภาครัฐต้องการอนุรักษ์พลังงานให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากการอนุรักษ์พลังงานแล้วยังพิจารณาถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมด้วย (Rosiers *et al.*, 1997) เนื่องจากค่า MEPS ต้องกำหนดให้มีค่าต่ำกว่าค่าประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ยที่ทดสอบ และเกณฑ์ที่ภาครัฐกำหนดเพื่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานจะกำหนดค่า MEPS เพื่อยกระดับค่าใช้งานขั้นต่ำขึ้น ดังแสดงด้วยพื้นที่แรเงาในรูปที่ 2 ที่ประมาณร้อยละ 2 ถึง 5 ของค่าการใช้พลังงานต่ำสุดของพัดลมไฟฟ้าที่จำหน่าย ณ ปี พ.ศ. 2550



รูปที่ 2 ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้า

จากรูปพื้นที่แรเงาที่กำหนดก็คือระดับนัยสำคัญ (α) นั่นเอง เนื่องจากพัดลมไฟฟ้าที่จำหน่ายในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยของค่าใช้งานไม่แตกต่างกันมาก และภาครัฐต้องการกำหนดค่าระดับนัยสำคัญ ใกล้เคียง 5

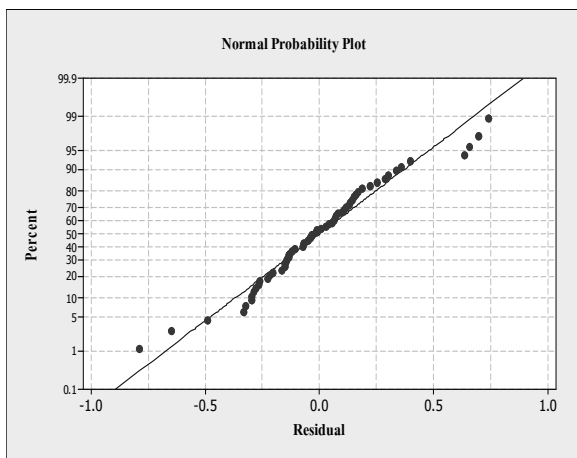
เพื่อยกระดับค่าใช้งานขั้นต่ำของพัดลมไฟฟ้า ดังนั้นจากรูปที่ 2 ณ ระดับนัยสำคัญเท่ากับร้อยละ 4.5 จึงหมายถึงพัดลมไฟฟ้าจะไม่สามารถจำหน่ายได้ในปี พ.ศ. 2552 ประมาณร้อยละ 4.5 หากผู้ผลิตไม่ปรับปรุงคุณภาพให้ค่าใช้งานสูงกว่าพื้นที่แรเงา

ผลการทดสอบค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าพิจารณาได้ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้า

ขนาดใบพัด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	\bar{x}	SD
1) 300 มิลลิเมตร	0.92	1.37	1.07	0.15
2) 400 มิลลิเมตร	1.12	1.81	1.42	0.17
3) 1,200 มิลลิเมตร	2.81	4.34	3.60	0.47
4) 1,400 มิลลิเมตร	3.28	4.62	3.92	0.48

การตรวจสอบรูปแบบการแจกแจงค่าใช้งานของพัดลมไฟฟ้าว่ามีการแจกแจงปกติหรือไม่ (การวิเคราะห์ความแปรปรวนอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่าผลการทดสอบมีการแจกแจงปกติ) พิจารณาได้ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 กราฟการแจกแจงปกติ

เมื่อวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงพบว่า ค่าใช้งานมีการแจกแจงปกติเพราะจุดเรียงตัวเป็นเส้นตรง ดังนั้น ค่า MEPS กำหนดได้ด้วยสมการที่ (2)

$$MEPS = \mu - z_{\alpha/2} \cdot \sigma \quad (2)$$

โดยที่ μ แทนค่าใช้งานเฉลี่ย

$z_{\alpha/2}$ แทนค่าปกติมาตรฐานที่ระดับนัยสำคัญ

$\alpha/2$

σ แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าใช้งาน

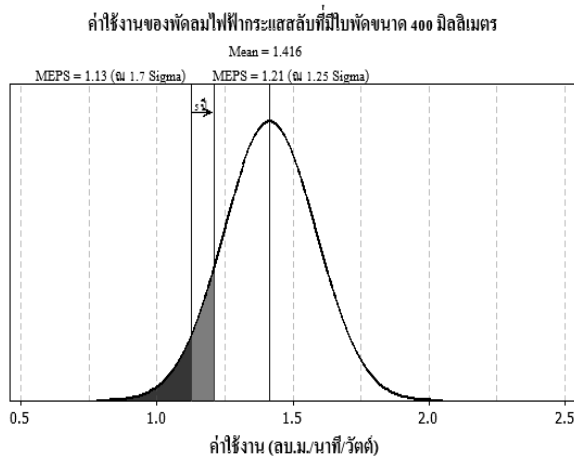
ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามาตรฐานและร้อยละของพัดลมไฟฟ้าที่ไม่สามารถจำหน่ายได้ในประเทศควรกำหนดให้จำนวนผู้ผลิตและจำหน่ายปรับค่าใช้งานให้สูงขึ้นตามค่า $z_{\alpha/2}$ ที่ลดลงดังแสดงในตารางที่ 3 ในทุกๆ 5 ปีถัดไปที่ภาครัฐจะมีการปรับค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อการพัฒนาประสิทธิภาพพลังงานเนื่องจากผู้ผลิตและผู้จำหน่ายต้องให้ความสำคัญต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพพัดลมไฟฟ้าของตนให้ทันต่อนโยบายการอนุรักษ์พลังงานของประเทศไทย

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปกติมาตรฐานกับร้อยละของพัดลมไฟฟ้าที่ไม่สามารถจำหน่ายได้

$-z_{\alpha/2} \cdot \sigma$	ร้อยละ	$-z_{\alpha/2} \cdot \sigma$	ร้อยละ
-0.50σ	30.85	-1.75σ	4.01
-0.75σ	22.66	-2.00σ	2.28
-1.00σ	15.87	-2.25σ	1.22
-1.25σ	10.56	-2.50σ	0.62
-1.50σ	6.68	-3.00σ	0.13

จากเงื่อนไขในการกำหนดค่า MEPS ข้างต้นภาครัฐจึงควรกำหนดค่า MEPS โดยการนำค่าเฉลี่ยลบด้วย 1.70σ ในปี พ.ศ. 2552 ซึ่งจะทำให้พัดลมไฟฟ้าที่วางจำหน่ายปรับค่าประสิทธิภาพพลังงานให้สูงขึ้นประมาณร้อยละ 4.46 และควรกำหนด MEPS โดยการนำค่าเฉลี่ยลบด้วย 1.25σ ในอีก 5 ปีถัดไป (พิจารณาจากพื้นที่แรเงาในตารางที่ 3 แต่ถ้าวผลการกำหนดค่า MEPS ตกอยู่ประมาณพื้นที่สีขาว ในอีก 5 ปีถัดไปค่า MEPS จะขยับตามพื้นที่สีขาว) จึงจะมีพัดลมไฟฟ้าที่มี

ประสิทธิภาพสูงเพิ่มขึ้นอีกประมาณร้อยละ 6.10 (กล่าวคือ ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เท่าของ 4.46) ในกรณีที่ผู้ผลิตปรับปรุงคุณภาพของพัดลมไฟฟ้า แต่หากไม่ปรับปรุงคุณภาพ ผู้ผลิตตราสินค้าดังกล่าวก็ไม่สามารถจำหน่ายพัดลมไฟฟ้าได้ในประเทศ ตัวอย่างการกำหนดค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าชนิดตั้งพื้นขนาดใบพัด 400 มิลลิเมตร ซึ่งมีค่าใช้งานเฉลี่ยเท่ากับ 1.416 ลบ.ม.ต่อนาที ต่อวัตต์จะมีค่า MEPS ที่ระดับ -1.70σ จะมีค่าเท่ากับ 1.13 ลบ.ม.ต่อนาทีต่อวัตต์ ดังแสดงในรูปที่ 4 ขณะที่ค่า MEPS ที่ระดับ -1.25σ จะมีค่าเท่ากับ 1.21 ลบ.ม.ต่อ นาทีต่อวัตต์



รูปที่ 4 ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับชนิดตั้งโต๊ะและติดผนัง

จากตารางที่ 1 และสมการที่ (2) สามารถสรุปค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าให้กับใบพัดขนาดต่างๆ ได้ดังแสดงในตารางที่ 4 ค่าในตารางที่ 4 ได้จากผลสรุปที่ว่า ค่า MEPS ต้องกำหนดค่าใช้งานขั้นต่ำตามอักษรรหัสค่าใช้งานและอัตราการระบายอากาศ

ตารางที่ 4 ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับ

ขนาดใบพัด (มิลลิเมตร)	ชนิดพัดลม	สัดส่วนการจำหน่าย (ร้อยละ)	ค่าใช้งาน (m ³ /min/W)	อัตราการระบายอากาศ (m ³ /min)
1) 300	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	23.50	0.81	33.18
2) 400	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	43.50	1.13	60.57
	ตั้งพื้น	27.00	1.13	60.57
	สายรอบตัว	2.00	1.13	60.57
3) 1,200	แขวนเพดาน	2.20	2.76	157.61
4) 1,400	แขวนเพดาน	1.80	3.11	202.00

ในการเปรียบเทียบค่า MEPS โดยพิจารณาจากดัชนีชี้วัดค่าใช้งานขั้นต่ำเดิมของประเทศไทยกับมาตรฐานของประเทศต่างๆ ดังตารางที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่า MEPS ที่กำหนดในพัดลมไฟฟ้าของประเทศไทยกับต่างประเทศ พบว่าค่า MEPS เดิมของประเทศไทยซึ่งกำหนดโดย สมอ.นั้นกำหนดค่าใช้งานสูงกว่าประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลี แต่กำหนดค่าใช้งานต่ำกว่าประเทศอินเดีย เนื่องจากประเทศไทยกำหนดค่า MEPS เดิมที่ระดับต่ำกว่า -2.00σ ขณะที่ประเทศอินเดียกำหนดค่า MEPS ที่ระดับ -2.00σ ประเทศญี่ปุ่นและประเทศเกาหลีกำหนดค่า MEPS ที่ระดับต่ำกว่า -2.50σ

ตารางที่ 5 ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับของมาตรฐานอื่น

ขนาดใบพัด (มิลลิเมตร)	ชนิดพัดลม	ค่าใช้งาน (m ³ /min/W) มอก.	ค่าใช้งาน (m ³ /min/W) JIS C 9601-1990 KS C9301-1999	ค่าใช้งาน (m ³ /min/W) IS
1) 300	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	0.75 มอก.92-2536	0.43	0.75 IS 555-1967
2) 400	ตั้งโต๊ะและติดผนัง	0.90 มอก.92-2536	0.54	1.08 IS 555-1967
	ตั้งพื้น	0.90 มอก.127-2536	0.54	1.08 IS1169-1967
	สายรอบตัว	0.90 มอก.572-2528	0.54	-
3) 1,200	แขวนเพดาน	1.06 มอก.205-2528	-	-
4) 1,400	แขวนเพดาน	1.06 มอก.205-2528	-	-

ค่า MEPS ตามแนวคิดที่เสนอในงานวิจัยนี้ ดังแสดงในตารางที่ 4 ซึ่งจำแนกตามขนาดใบพัดจะสะท้อนให้เห็นว่า MEPS ใหม่ของพัดลมไฟฟ้าที่กำหนดขึ้น จะมีค่าใช้งานสูงกว่าทุกมาตรฐานในตารางที่ 5 โดยมีค่าใช้งานเพิ่มตามขนาดใบพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น

ภายหลังการกำหนดค่า MEPS ให้กับพัดลมแต่ละชนิด ภาครัฐก็สามารถระบุค่าดังกล่าวลงใน มอก.ตามตารางที่ 4 เพื่อบังคับให้ผู้ผลิตและผู้นำเข้าควบคุมคุณภาพพัดลมไฟฟ้าให้มีค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำตาม มอก.

สรุป

การศึกษาสมรรถนะการใช้พลังงานของพัดลมไฟฟ้ากระแสสลับจะมีค่าใช้งานเป็นดัชนีชี้วัดสมรรถนะหลัก ซึ่งมีหน่วยวัดคือ ลบ.ม.ต่อนาทีต่อวัตต์ ค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำซึ่งพิจารณาจากค่าใช้งานขั้นต่ำกำหนดขึ้นเพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการอนุรักษ์พลังงาน การวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงวิธีการกำหนดค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำให้กับพัดลมไฟฟ้าด้วยการจำแนกตามขนาดใบพัดแทนการจำแนกตามชนิดของพัดลม ผลที่ได้คือ ค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าจะมีค่าใช้งานสูงตามขนาดใบพัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้น และค่า MEPS ของพัดลมไฟฟ้าต่างชนิดกันหากมีขนาดใบพัดเท่ากัน ค่าใช้งานจะไม่ต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยที่ช่วยอำนวยความสะดวกข้อมูลจากการทดสอบพัดลมไฟฟ้าของครัวเรือนเพื่อการวิเคราะห์หาค่ามาตรฐานสมรรถนะการใช้พลังงานขั้นต่ำ และขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลที่ช่วยสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. 2551. **ฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทพัดลมไฟฟ้า**. [Online]. [2551]. Available from: www2.egat.co.th/labelNo5/in_fanSaving.htm
- ศูนย์วิจัยสิทธิกรไทย. 2550. **ตลาดพัดลม ปี 50: สินค้าคลายร้อน..ทางเลือกในยุคเศรษฐกิจพอเพียง** [Online]. [2550]. Available from: www.bangkokbiznews.com/2007/03/30/attachfile/1.doc
- สถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์. 2551. **ปริมาณการขายในประเทศ รายปี 2550** [Online]. [2551]. Available from: www.thaieei.com/iu/fms/index.php?id=2&node=64

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2551. **ร้อนนี้...เลือกพัดลมไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานอย่างไร** [Online]. [2551]. Available from: www.tisi.go.th/cgi-bin/article/content.pl
- Garcia A.G.P, Szklo A.S, Schaeffer R. and McNeil M.A. 2007. "Energy-efficiency standards for electric motors in Brazilian industry." *Energy Policy*. 35(6): 3424–3439.
- Harrington L. and Wilkenfeld G. 1997. "Appliance efficiency programs in Australia: labelling and standards." *Energy and Buildings*. 26(1): 81-88.
- Sharma G.P. and Prasad S. 2006. "Optimization of process parameters for microwave drying of garlic cloves." *Journal of Food Engineering*. 75(4): 441–446.
- Mahlia T.M.I., Masjuki H.H. and Choudhury I.A. 2002. "Theory of energy efficiency standards and labels." *Energy Conversion and Management*. 43(6): 743–761.
- Mahlia T.M.I., Masjuki H.H., Taha F.M., Rahim N.A. and Saidur R. 2005. "Energy labeling for electric fans in Malaysia." *Energy Policy*. 33(1): 63–68.
- Menanteau P. 2003. "Can negotiated agreements replace efficiency standards as an instrument for transforming the electrical appliance market?." *Energy Policy*. 31(9): 827–835.
- Rosiers J.P. and Cockburn J. 1997. "Regulating appliance energy efficiency in Canada Some similarities and differences with the US." *Energy and Buildings* 26(1): 89-94.
- Waide P., Lebot B. and Hinnells M. 1997. "Appliance energy standards in Europe." *Energy and Buildings*. 26(1): 45-67.
- Wiel S. and McMahan J. 2003. "Governments should implement energy-efficiency standards and labels—cautiously." *Energy Policy* 31(13): 1403–1415.