ME-NETT23
The 23rd Conference of the Mechanical Engineering Network of Thailand

ETM-033399

การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 23
4 – 7 พฤศจิกายน 2552 จังหวัดเชียงใหม่

เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

Energy Efficiency Standard for Electric Water Heater

นิเรศ สุขประเสริฐ, วิเชียร เอื้อสมสกุล, ศุภชัย นาทะพันธ์, บรรยงวุฒิ จุลละโพธิ และ สราวุธ เวชกิจ[1]
โครงการที่ปรึกษาทางวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ.นครปฐม 73170
[1]อีเมลย์ egswg@mahidol.ac.th โทร 0-2889-2138 ต่อ 6006

บทคัดย่อ

เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เพิ่มอุณหภูมิให้น้ำร้อนขึ้น ในประเทศไทยนิยมใช้ในการทำความร้อนให้กับน้ำที่ใช้ในเวลาอาบน้ำ โดยเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าส่วนใหญ่ที่นิยมใช้เป็นแบบน้ำไหลผ่านร้อนทันที (Instantaneous Water Heater) จากการสำรวจพบว่าเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเครื่องถึง 700 kWh ต่อปี ในขณะที่ศักยภาพในการประหยัดพลังงานโดยรวมทั้งประเทศมีถึง 35 GWh ต่อปี รายงานฉบับนี้เป็นผลจากการศึกษาเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในประเทศไทย โดยทำทดสอบตัวอย่างเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าเป็นจำนวน 86 ตัวอย่าง ครอบคลุมเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในท้องตลาดของประเทศไทย เมื่ออาศัยวิธีการทางสถิติจะสามารถกำหนดเกณฑ์มาตรฐานสมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำมีค่าเท่ากับร้อยละ 80.57 และเกณฑ์มาตรฐาน สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงมีค่าเท่ากับร้อยละ 86.38 ซึ่งหาก มีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า ให้มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานสมรรถนะขั้นสูงได้ปีละ 10% ของ ยอดจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในประเทศ จะทำให้สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 – 2556 คิดเป็นมูลค่ากว่า 25 ล้านบาท

คำหลัก: พลังงาน, ค่าประสิทธิภาพ, มาตรฐานการ, เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

Abstract

A water heater has become one of the necessary equipment for household in Thailand. While there are many different types of water heater in the market, the type that is used the most is the instantaneous water heater without a storage tank. This type of water heater is commonly used to increase the temperature of the water during bathing. Market survey results show that an instantaneous water heater consumes as much as 700 kWh per year or more. And the overall market energy saving potential can be up to 35 GWh per year. With this huge amount of energy saving potential, the Department of Alternative Energy Development and Efficiency (DEDE) has included the instantaneous water heater to be among the products those should be promoted to have a better efficiency. This paper reports the results from the study to develop the energy efficiency standard for an instantaneous water heater in Thailand. Analyzing from the testing results of 86 samples covering every model those are sold in Thai's market, it is found that the Minimum Energy Performance Standard (MEPS) level, which indicates the lowest acceptable energy efficiency for any water heater to be sold in Thai's market, is at 80.75%. And for the highly efficient water heater, the efficiency should be above 86.38%. With these proposed efficiency levels, if the amount of highly efficiency models is increased by just 10% of the total annual sales, the amount of energy saving during 2009 – 2013 could be more that 25 Million Bath.

Keywords: Energy, Efficiency, Standard, Electric Water Heater

1. บทนำ

จากการที่ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ได้ให้ความสำคัญกับการจัดทำมาตรฐาน ว่าด้วยการกำหนด คุณสมบัติและสมรรถนะหรือประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง หรือวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ตามประเภท ขนาดปริมาณการใช้พลังงาน อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานและประสิทธิภาพการใช้พลังงาน โดยมาตรฐานดังกล่าวซึ่งจะอยู่ในรูปของกฎกระทรวงจะถูกนำไปใช้เป็นข้อกำหนดเพื่อการส่งเสริม ให้ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง รวมทั้ง วัสดุเพื่อใช้ในการอนุรักษ์พลังงาน มีสิทธิขอรับการส่งเสริมและช่วยเหลือในด้านต่าง ๆจากภาครัฐ ส่งผลทำให้ในปัจจุบัน ทั้งในส่วนของกระทรวงพลังงาน และกระทรวงอุตสาหกรรมได้มีการจัดทำมาตรฐานกำหนดคุณสมบัติและสมรรถนะด้านพลังงานแก่เครื่องจักร อุปกรณ์ หรือวัสดุที่ใช้ในภาคครัวเรือนและภาคอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก โดยรูปแบบของการส่งเสริมที่เห็นได้ชัดเจนในปัจจุบันได้แก่การให้ฉลากประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 โดยกระทรวงพลังงาน

จากการสำรวจการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในครัวเรือน พบว่า เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า แบบน้ำไหลผ่านร้อนทันที (Instantaneous Water Heater) เป็นอุปกรณ์ที่มีการใช้พลังงานในลำดับต้น ๆของอุปกรณ์ไฟฟ้าในครัวเรือน โดยมีรายงานการใช้พลังงานถึงปีละประมาณ 700 kWh ต่อเครื่อง หรือประมาณ 490 GWh ต่อปีสำหรับเครื่องทำน้ำอุ่นในประเทศทั้งหมด ในขณะที่ด้วยเทคโนโลยีที่มีใช้ในปัจจุบันที่ยังสามารถปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพดีขึ้น ส่งผลทำให้เครื่องทำน้ำอุ่นมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานถึง 35 GWh ต่อปีหากได้รับการส่งเสริมให้มีการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ขึ้นอย่างจริงจัง ซึ่งถือว่าเป็นอุปกรณ์ในครัวเรือนที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อให้เกิดการประหยัดการใช้พลังงานในลำดับต้น ๆ เช่นเดียวกัน [1] ดังนั้นจึงถือเป็นการเหมาะสมที่จะกำหนดมาตรฐานสมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นในประเทศไทยเพื่อเป็นเครื่องมือในการผลักดันให้ผู้ผลิตและผู้จำหน่ายให้ความสำคัญต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงาน อีกทั้งยังเป็นการให้ข้อมูลแก่ประชาชนเพื่อจะได้เลือกใช้เครื่องทำน้ำอุ่นที่ประหยัดพลังงานได้อย่างถูกต้องต่อไป

องค์ประกอบในการจัดทำมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานสำหรับอุปกรณ์ เครื่องจักร หรือวัสดุใด ๆนั้น องค์ประกอบที่สำคัญประกอบด้วย การกำหนดวิธีการทดสอบที่เป็นมาตรฐานเพื่อให้อุปกรณ์ที่สนใจถูกทดสอบภายใต้สภาวะการทำงานมาตรฐานเดียวกัน การทดสอบเก็บข้อมูลจากตัวอย่างของอุปกรณ์นั้น ๆเพื่อศึกษาลักษณะการใช้พลังงานของอุปกรณ์นั้น ๆในภาพรวมของตลาด และการนำผลทดสอบที่ได้มากำหนดเป็นเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงาน [2]

ในต่างประเทศนั้น ได้มีการกำหนดมาตรฐานเครื่องทำน้ำอุ่นไว้อยู่บ้าง [3, 4, 5, 6, 7, 8] หากแต่เครื่องทำน้ำอุ่นที่ใช้ในต่างประเทศนั้น ส่วนใหญ่เป็นแบบที่มีถังเก็บน้ำ (Storage Type Water Heater) มีทั้งแบบที่ใช้แก๊ส และแบบที่ใช้ไฟฟ้าในการให้ความร้อนแก่น้ำ ในขณะที่ในประเทศไทยนั้นจะนิยมใช้เครื่องทำน้ำอุ่นขนาดเล็ก ให้ความร้อนแก่น้ำด้วยไฟฟ้าในขณะที่น้ำไหลผ่านหม้อให้ความร้อนหรือขดลวดให้ความร้อน หรือที่เรียกว่าเครื่องทำน้ำอุ่นแบบน้ำไหลผ่านร้อนทันที แต่ด้วยหลักการในการให้ความร้อนแก่น้ำที่คล้ายกันทั้งในแบบมีถังเก็บกับแบบน้ำไหลผ่านร้อนทันที ดังนั้นในการจัดทำมาตรฐานกำหนดประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นในประเทศไทยจึงสามารถที่จะนำมาตรฐานจากต่างประเทศมาปรับใช้ให้เหมาะสมได้

เนื้อหาในบทความนี้จะเป็นผลสรุปในการกำหนดมาตรฐานสมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องน้ำอุ่นในประเทศไทย โดยจะเสนอเนื้อหามาตรฐานวิธีการทดสอบ ผลการทดสอบ และการวิเคราะห์ผลการทดสอบเพื่อกำหนดค่าประสิทธิภาพ ขั้นต่ำ(Minimum Energy Performance Standard - MEPS) และค่าประสิทธิภาพขั้นสูง (High Energy Performance Standard - HEPS) ที่สมควรแก่การนำไปใช้ในการจัดทำมาตรฐานหรือกฎกระทรวงกำหนดประสิทธิภาพพลังงานเครื่องทำน้ำอุ่นแบบน้ำไหลผ่านร้อนทันทีในรวมทั้งการประเมินผลประหยัดที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตหากมีการส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์อย่างเป็นรูปธรรม

2. วิธีการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้านั้น มาตรฐานในต่างประเทศส่วนใหญ่กำหนดโดยใช้ค่าประสิทธิภาพการทำความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่น โดยในหลักการจะคำนวนจากอัตราส่วนระหว่างปริมาณความร้อนที่ส่วนทำความร้อนจ่ายให้แก่น้ำที่ไหลผ่านกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้เกิดความร้อนดังกล่าว ซึ่งในทางปฏิบัติจะพบว่า การคำนวนหาค่าประสิทธิภาพพลังงานด้วยหลักการดังกล่าวจะสามารถทำได้ 2 วิธีคือ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ควบคุมซึ่งรวมถึงอุณหภูมิและอัตราการไหลของน้ำขาเข้า การทดสอบอาจจะกำหนดระยะเวลาการทดสอบช่วงเวลาหนึ่ง และวัดปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำในช่วงเวลาที่กำหนดกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้และคำนวนหาค่าประสิทธิภาพพลังงาน หรืออาจจะทดสอบโดยกำหนดปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน (ไม่กำหนดเวลา) และวัดปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของน้ำกับปริมาณไฟฟ้าที่ใช้เพื่อทำความร้อนให้แก่น้ำในปริมาณที่กำหนดและคำนวนหาค่าประสิทธิภาพพลังงาน

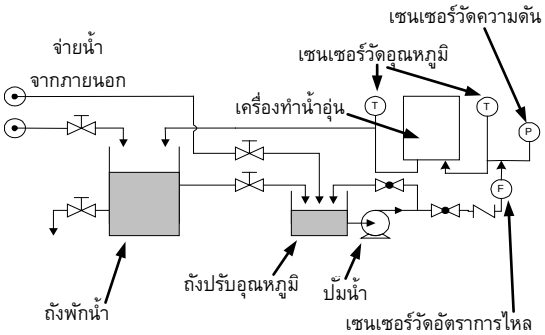
ผลจากการศึกษาและทดสอบพบว่าการกำหนดด้วยระยะเวลานั้นส่งผลทำให้เกิดความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นในระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับความแตกต่างในเรื่องของการออกแบบระบบ เช่น ระดับความดันที่ใช้กระตุ้นการทำงานของเครื่องทำน้ำอุ่น ขนาดและลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำ รวมถึงลักษณะการออกแบบท่อทางการไหลของน้ำ อีกทั้งการทดสอบดังกล่าวจะไม่สอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริงที่ผู้ใช้จะสนใจในเรื่องของปริมาณน้ำอุ่นที่ได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ดังนั้น การทดสอบมาตรฐานที่กำหนดขึ้นในการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพ

พลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นนี้ จะใช้การทดสอบโดยจะทำการวัดปริมาณความร้อนที่น้ำได้รับและปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่น้ำในปริมาณน้ำที่กำหนด การทดสอบด้วยหลักการดังกล่าวนี้จะสอดคล้องกับวิธีการทดสอบที่ใช้ในต่างประเทศ [5, 6, 7]

สำหรับขั้นตอนในการทดสอบโดยสรุป จะทำการติดตั้งเครื่องทำน้ำอุ่นตามมาตรฐานการติดตั้งของผู้ผลิตในห้องทดสอบที่ควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ระหว่าง 23°C ถึง 27°C และควบคุมให้อุณหภูมิของน้ำขาเข้าต้องอยู่ระหว่าง 26°C ถึง 30°C ตลอดการทดสอบ ซึ่งอุณหภูมิดังกล่าวจสอดคล้องกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย นอกจากนี้ยังมีการควบคุม ความดันน้ำขาเข้า (เมื่อไม่มีการไหลของน้ำ) และแรงดันไฟฟ้าป้อนเข้า ตามข้อกำหนดของผู้ผลิต รูปที่ 1 แสดงการต่ออุปกรณ์ในการวัดค่าต่าง ๆกับเครื่องทำน้ำอุ่น

ในขณะที่เครื่องทำน้ำอุ่นของประเทศไทยมีระบบปรับลด/เพิ่มอุณภูมิตามความต้องการของผู้ใช้งาน แต่เพื่อให้ผลการทดสอบของเครื่องทำน้ำอุ่นในแต่ละรุ่นหรือยี่ห้อสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ จึงกำหนดให้ในการทดสอบจะต้องทำการตั้งค่ากำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นที่ทดสอบให้มีค่าสูงสุด สำหรับ อัตราการไหลของน้ำนั้นจะถูกควบคุมให้มีอัตราการไหลเท่ากับ 3.5 ลูกบาศก์เดซิเมตรต่อนาที ซึ่งค่าดังกล่าวได้มาจากการตรวจสอบข้อกำหนดทางเทคนิคของผู้ผลิต และเป็นอัตราการไหลของน้ำที่น้อยที่สุดที่เครื่องทำน้ำอุ่นในประเทศไทยยอมรับได้

ในการทดสอบจะวัดปริมาณความร้อนที่เครื่องทำน้ำอุ่นจ่ายให้แก่น้ำจากอุณหภูมิน้ำด้านขาเข้าและขาออกเฉลี่ย โดยใน 1 รอบการทดสอบจะให้น้ำไหลผ่านเครื่องทำน้ำอุ่นในปริมาณ 40.6 ลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาณน้ำที่ใช้ดังกล่าวนำมาจากข้อกำหนดในมาตรฐานของต่างประเทศ โดยจะสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยของการใช้น้ำอุ่นต่อครั้งในการอาบน้ำต่อ 1 คน [8] สำหรับการทดสอบ 1 ครั้งจะทำเก็บข้อมูลการให้ความร้อนแก่น้ำจากการปล่อยน้ำทั้งหมด 6 รอบ โดยในแต่ละรอบจะมีช่วงเวลาพักเครื่อง 20 นาที จำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบนั้น เป็นจำนวนรอบที่กำหนดตามมาตรฐานต่างประเทศเช่นเดียวกัน โดยจะสอดคล้องกับจำนวนการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นโดยเฉลี่ยของแต่ละครัวเรือน (1 ครัวเรือน มีผู้อาศัยเฉลี่ย 3 คน และมีการใช้น้ำอุ่น 2 ครั้งต่อวันต่อคน) [8]



รูปที่ 1 แผนผังระบบจ่ายน้ำและเครื่องมือวัด

ปริมาณความร้อนที่จะนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพจะเป็นผลรวมของปริมาณความร้อนที่คำนวนได้จากการปล่อยน้ำในแต่ละรอบ ในส่วนของปริมาณไฟฟ้าจะเป็นการวัดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดตั้งแต่เริ่มต้นการทดสอบในรอบที่ 1 ถึงรอบที่ 6 โดยไม่มีการหยุดหรือแบ่งการวัดออกเป็นรอบเช่นเดียวกับกรณีของการปล่อยน้ำ ทั้งนี้ เพื่อให้ปริมาณไฟฟ้าที่ได้ครอบคลุมถึงปริมาณไฟฟ้าที่จะต้องใช้ในการเลี้ยงระบบหรือจ่ายให้แก่อุปกรณ์ใด ๆในขณะที่เครื่องไม่ทำงาน ดังนั้น ในการคำนวณหาค่าประสิทธิภาพพลังงานหรือค่าประสิทธิภาพของการทำความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าสามารถหาค่าได้จาก

$$\eta = \frac{\sum_{i=1}^{6} M_i \times C_{Pi} \times (\overline{T}_{out,i} - \overline{T}_{in,i})}{3{,}600 \times E} \qquad (1)$$

η คือค่าประสิทธิภาพการทำความร้อน มีค่าเป็นร้อยละ

M_i คือมวลของน้ำที่จ่ายในครั้งที่ i (หรือคำนวณจากปริมาตร) มีหน่วยเป็นกิโลกรัม

C_{Pi} คือความจุความร้อนจำเพาะของน้ำที่อุณหภูมิ $(\overline{T}_{out,i} - \overline{T}_{in,i})/2$ มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัม – เคลวิน

$\overline{T}_{out,i}$ คืออุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำขาออกของการทดสอบครั้งที่ i มีหน่วยเป็นเคลวิน

$\overline{T}_{in,i}$ คืออุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำขาเข้าของการทดสอบครั้งที่ i มีหน่วยเป็นเคลวิน

E คือปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ตลอดระยะเวลาการทดสอบ มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์-ชั่วโมง

i คือครั้งที่การทดสอบ

3. ผลการทดสอบเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ในการกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า จำเป็นที่จะต้องอาศัยผลการทดสอบที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่สอดคล้องกับสภาวะทางการตลาดของประเทศไทย ทั้งนี้เพื่อจะทำให้เห็นถึงลักษณะการกระจายตัวของค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นในภาพรวมทั้งตลาดก่อนที่จะกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงาน ขั้นต่ำที่ยอมรับได้ หรือเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้น สูงเพื่อเป็นข้อกำหนดในการส่งเสริมการปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำอุ่นต่อไป จากการสำรวจตลาดในระยะเวลาที่ทำการศึกษาพบว่า ในประเทศไทยมีจำนวนผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าแบบน้ำไหลผ่านร้อนทันทีทั้งสิ้น 16 บริษัท รวม 14 เครื่องหมายการค้า และจากการสนับสนุนของผู้ผลิตและจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นดังกล่าว มีตัวอย่างเครื่องทำน้ำอุ่นเพื่อทำการทดสอบทั้งสิ้น 86 ตัวอย่างครอบคลุมเครื่องทำน้ำอุ่นรุ่นที่มีจำหน่ายในประเทศมากกว่า 80% โดยในแต่ละรุ่นได้ถูกทดสอบตามมาตรฐานวิธีการทดสอบที่กำหนดไว้ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพพลังงาน และผลการทดสอบที่ได้สามารถสรุปได้ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการทดสอบที่ได้ในตารางที่ 1 จะพบว่าจำนวนเครื่องทำน้ำอุ่นในรุ่นที่มีขนาดน้อยกว่า 4,000 W จะมีจำนวนตัวอย่างมากที่สุดถึง 42 ตัวอย่าง รองลงมาจะเป็นจำนวนตัวอย่างของรุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 4,000 ถึง 5,500 W และรุ่นที่มีขนาดมากกว่า 5,500 W จะมีจำนวนตัวอย่างน้อยที่สุด สัดส่วนดังกล่าวนี้จะสอดคล้องกับสภาพทางการตลาดเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าของประเทศไทย อนึ่งการแบ่งกลุ่มเครื่องทำน้ำอุ่นตามขนาดกำลังไฟฟ้าดังกล่าวนี้ จะสอดคล้องกับการแบ่งกลุ่มเครื่องทำน้ำอุ่นตามมาตรฐานต่างประเทศ และในกรณีของการแบ่งจำนวนกลุ่มออกเป็น 3 กลุ่ม ได้มาจากผลการสำรวจลักษณะทางการตลาดของเครื่องทำน้ำอุ่นที่มีจำหน่ายในประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของผู้ผลิต [9]

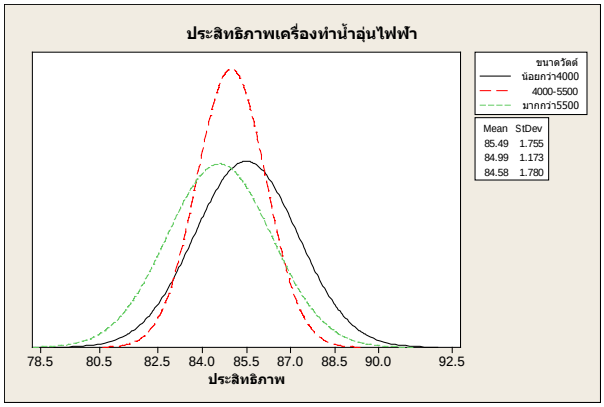
ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบหาค่าประสิทธิภาพการทำความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ขนาด (W)	จำนวน (เครื่อง)	ค่าต่ำสุด (%)	ค่าสูงสุด (%)	ค่าเฉลี่ย (%)	ค่าเบี่ยงเบน
น้อยกว่า 4,000	42	82.19	89.75	86.04	1.541
ตั้งแต่ 4,000 ถึง 5,500	27	82.52	88.99	85.35	1.489
มากกว่า 5,500	17	81.56	88.05	84.58	1.780

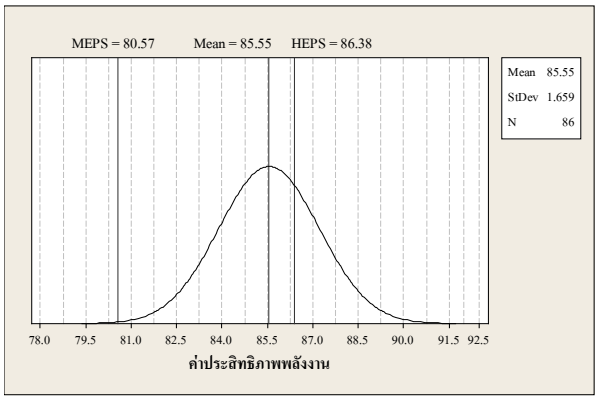
4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพการทำความร้อนของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

จากการสำรวจผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 1 จะพบว่าค่าประสิทธิภาพพลังงานทั้งค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด/ต่ำสุด หรือแม้กระทั่งส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเครื่องทำน้ำอุ่นในแต่ละกลุ่มขนาดจะมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานอาจจะกำหนดเป็นเกณฑ์ค่าเดียวที่ใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่นทุกขนาด เพื่อให้ผลการทดสอบของแต่ละกลุ่มสามารถเปรียบเทียบกันได้อย่างชัดเจน รูปที่ 2 แสดงการแจกแจงค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าทั้ง 3 ขนาด โดยนำผลการทดสอบมาปรับฐานโดยใช้จำนวนข้อมูลของขนาดกำลังไฟฟ้าที่มีจำนวนที่น้อยที่สุดเป็นตัวตั้ง (17 เครื่อง) จากนั้นใช้จำนวนข้อมูลของขนาดอื่นๆ มาเปรียบเทียบ ซึ่งพบว่าค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟฟ้าแตกต่างกันให้ค่าประสิทธิภาพที่ไม่แตกต่างกัน

ในการกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานทั้งขั้นต่ำและขั้นสูงนั้น อาศัยทฤษฎีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง ในกรณีของเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำ (MEPS) นั้นกำหนดจากค่าประสิทธิภาพพลังงานที่ต่ำที่สุดที่ยอมรับได้จะต้องมีค่าประสิทธิภาพพลังงานไม่น้อยไปกว่าค่าเฉลี่ยลบด้วยสามเท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งผลที่ได้เมื่อกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำที่ยอมรับได้ด้วยหลักเกณฑ์ดังกล่าวนี้ จะมีผู้ที่ไม่ผ่านเกณฑ์ประมาณ 3 % ของตัวอย่างที่เข้าทดสอบ โดยที่การกำหนดเกณฑ์ดังกล่าวจะทำให้ผู้ประกอบการมีระยะเวลาในการพัฒนาเครื่องทำน้ำอุ่นให้สามารถสามารถผ่านเกณฑ์ดังกล่าวได้ และในกรณีของการกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูง (HEPS) นั้น จะกำหนดด้วยข้อกำหนดในหลายลักษณะ เช่น กำหนดจากผลการประหยัดพลังงานที่คาดว่าจะเกิดขึ้น หรือกำหนดจากจำนวนรุ่นหรือจำนวนบริษัทผู้ผลิตที่ผ่าน อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ จะพิจารณาจากกลุ่มของรุ่นที่มีค่าประสิทธิภาพสูง 30 % แรก โดยรุ่นที่มีค่าประสิทธิภาพพลังงานต่ำสุดในกลุ่มนี้มีค่าประสิทธิภาพเท่าใดก็ให้ใช้ค่านั้นเป็นเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูง หรือหากใช้หลักสถิติเข้าช่วยในการคำนวนจะได้ว่า ค่าเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงจะคำนวนได้จากผลรวมของค่าเฉลี่ยบวกด้วยศูนย์จุดห้าเท่าของค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการคำนวนดังกล่าวนี้แสดงในรูปที่ 3 และตารางที่ 2



รูปที่ 2 รูปแบบการแจกแจงค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าทั้ง 3 ขนาด



รูปที่ 3 การกำหนดค่าสมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำและขั้นสูงของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ตารางที่ 2 เกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำและขั้นสูงของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

ขนาดกำลังไฟฟ้า (W)	เกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นต่ำ (%)	เกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูง (%)
น้อยกว่า 4,000	80.57	86.38
ตั้งแต่ 4,000 ถึง 5,500	80.57	86.38
มากกว่า 5,500	80.57	86.38

5. การประเมินผลการประหยัด

การจัดทำเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้ามีวัตถุประสงค์หลักเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศ จึงจำเป็นอย่างยิ่งในการประเมินผลการประหยัดเพื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการส่งเสริมให้ใช้เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง

โดยในการประเมินนั้น หากพิจารณาให้ละเอียดจะต้องทำการสืบค้นข้อมูลการจำหน่ายและการถือครองเครื่องทำน้ำอุ่นของประเทศไทย อีกทั้งทำการพยากรณ์ยอดการจำหน่ายที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่งจะต้องพิจารณาถึงความต้องการที่จะเกิดขึ้น ระดับราคาของเครื่องทำน้ำอุ่น รายได้เฉลี่ยของประชาชน รวมถึงแนวโน้มในการตัดสินใจของประชาชน นอกจากข้อมูลยอดจำหน่ายแล้ว ข้อมูลที่ได้จากผลการทดสอบก็มีส่วนสำคัญในการประเมินศักยภาพ กล่าวคือ ข้อมูลดังกล่าวจะบอกถึงค่าเฉลี่ยของค่าประสิทธิภาพพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นในตลาด และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยดังกล่าวกับเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงที่กำหนดไว้ก็จะทำให้รู้ถึงระดับการพัฒนาค่าประสิทธิภาพอย่างน้อยที่ควรจะเกิดขึ้นในการปรับปรุงพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต

ในขณะที่การคำนวนยอดจำหน่ายในอนาคตจำเป็นที่จะต้องใช้ข้อมูลจำนวนมากและการคำนวนที่ซับซ้อน [10, 11] ในการศึกษานี้จะอาศัยข้อมูลปริมาณการจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าแบ่งตามขนาดกำลังไฟฟ้าของปี พ.ศ. 2548 - 2549 สำรวจศูนย์วิจัยกสิกรไทย [11] ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งได้การคาดการณ์อัตราการเจริญเติบโตของตลาดเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าไว้ที่ 10% ทำให้สามารถคาดการณ์ปริมาณการจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2552 – 2556 ได้ดังแสดงในตารางที่ 4

จากข้อมูลการคาดการณ์ปริมาณการจำหน่ายดังกล่าว ข้อมูลค่าประสิทธิภาพจากผลการทดสอบที่ได้ ข้อมูลเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงที่กำหนดไว้ อีกทั้งกำหนดให้ผู้ที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีค่าประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงที่กำหนดมีเพียง 10 % ของตลาด (เป็นไปไม่ได้ที่จะมีผู้พัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของผลิตภัณฑ์เป็นจำนวนมาก) จะสามารถคำนวณผลประหยัดต่อปีได้ผลสรุปดังตารางที่ 5 (คำนวณผลประหยัดจากค่าไฟฟ้า 3.00 บาท/kWh)

จากการกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงตามตารางที่ 2 จะทำให้มีเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าผ่านเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานขั้นสูงเป็นจำนวนร้อยละ 31 ของทั้งหมด เมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมารวมกับการพิจารณาให้มีการส่งเสริมเป็นระยะเวลา 5 ปี (2552-2556) โดยทำการส่งเสริมให้มีเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าผ่านเกณฑ์เพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ต่อปี ตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะสามารถคาดการณ์ปริมาณเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่ผ่านเกณฑ์ในปี พ.ศ. 2552 ได้เป็นปริมาณร้อยละ 41 ซึ่งคิดเป็นจำนวน 299,745 เครื่อง และมีจำนวนเพิ่มขึ้นต่อไปในทุกปีดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 6 (คำนวณอัตราการลด CO_2 เท่ากับ 0.0509 kg/kWh) ซึ่งจะส่งผลให้ประหยัดการใช้ไฟฟ้าถึง 8.5 GWh หรือคิดเป็นเงินกว่า 25 ล้านบาท

ตารางที่ 3 ปริมาณการจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าที่จำหน่ายในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 - 2549

ขนาดกำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า (W)	จำนวน (เครื่อง)	
	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2549
น้อยกว่า 4,000	393,598	407,657
ตั้งแต่ 4,000 ถึง 5,500	138,339	143,281
มากกว่า 5,500	127,135	131,676
รวม	659,073	682,614

ตารางที่ 4 คาดการณ์ปริมาณการจำหน่ายเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552 – 2556

ขนาด (วัตต์)	ปริมาณการจำหน่ายในแต่ละปี (เครื่อง)				
	2552	2553	2554	2555	2556
น้อยกว่า 4,000	436,458	447,078	457,958	469,102	479,594
ตั้งแต่4,000 ถึง5,500	153,528	157,264	161,091	165,011	168,701
มากกว่า 5,500	141,099	144,533	148,050	152,653	155,045
รวม	731,085	748,875	767,098	785,765	803,340

ตารางที่ 5 สรุปผลประหยัดการใช้เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงในปี พ.ศ. 2552

กำลังไฟฟ้าเฉลี่ย (W)	จำนวนที่ส่งเสริม (เครื่อง)	พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัด (kWh/ปี)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัด (บาท/ปี)	CO_2 ที่ลดลงต่อปี (kg)
3,500	43,646	318,897	956,690	162,318
4,500	15,353	144,226	432,678	73,411
6,000	14,110	176,732	530,197	89,957
รวม	73,109	639,855	1,919,564	325,686

ตารางที่ 6 คาดการณ์จำนวนเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าและผลการประหยัดสำหรับการส่งเสริมเป็นเวลา 5 ปี

ปี พ.ศ.	จำนวนทั้งหมด (เครื่อง)	จำนวนที่ผ่าน (เครื่อง/ปี)	รวมจำนวนที่ผ่านทั้งหมด (เครื่อง)	ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ (บาท)
2552	731,085	73,109	299,745	1,641,216
2553	748,875	74,888	381,926	3,322,369
2554	767,098	76,710	467,930	5,044,431
2555	785,765	78,577	557,893	6,808,398
2556	803,340	80,334	650,705	8,611,820
รวม				25,428,234

6. สรุป

จากการที่เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าแบบไหลผ่านร้อนทันทีเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าในครัวเรือนที่มีศักยภาพในการประหยัดสูง โดยเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า ในปัจจุบันใช้พลังงานไฟฟ้าต่อเครื่อง 700 kWh ต่อปี มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานโดยรวมทั้งประเทศถึง 35 GWh ต่อปี จึงเป็นการสมควรที่จะมีการพิจารณาจัดทำมาตรฐานกำหนดเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงานของเครื่องทำน้ำอุ่นประเภทนี้ขึ้น

ในการศึกษานี้ได้เสนอผลการจัดทำมาตรฐานโดยได้มีการกำหนดมาตรฐานวิธีการทดสอบซึ่งได้ปรับปรุงและประยุกต์มาจากวิธีการทดสอบจากต่างประเทศซึ่งส่วนใหญ่เป็นวิธีการทดสอบที่ใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่นแบบมีถังเก็บน้ำร้อน เพื่อให้สามารถกำหนดเกณฑ์มาตรฐานได้นั้น ในการศึกษานี้ได้ทำการทดสอบตัวอย่างเครื่องทำน้ำอุ่นไฟ ฟ้าจำนวน 86 ตัวอย่างครอบคลุมตลาดเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าของประเทศไทย ผลการศึกษาพบว่าขนาดของกำลังไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าไม่มีผลต่อค่าประสิทธิภาพการทำความร้อน โดยอาศัยวิธีการทางสถิติจะได้เกณฑ์มาตรฐานสมรรถนะด้านพลังงาน ขั้นต่ำมีค่าเท่ากับร้อยละ 80.57 และเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงาน ขั้นสูงมีค่าเท่ากับร้อยละ 86.38 และจากการประเมินผลประหยัดภายใต้สมมุติฐานที่ ภาครัฐมีการสนับสนุนให้มีการปรับค่าเกณฑ์ประสิทธิภาพเฉลี่ย เพื่อให้สามารถผ่านเกณฑ์สมรรถนะด้านพลังงาน ขั้นสูงได้ปีละ 10 % ของตลาดจะทำให้สามารถประหยัดค่าพลังงานไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ.2552 – 2556 ได้ถึง 8.5 GWh คิดเป็นมูลค่ากว่า 25 ล้านบาท

ข้อสังเกตุจากผลจากการศึกษาดังกล่าว จะพบว่ายังมีส่วนที่สามารถจะนำไปศึกษต่อเนื่องในอนาคตได้ในหลายประเด็น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการกำหนดมาตรฐานวิธีการทดสอบซึ่งใช้ระยะเวลาในการทดสอบจริงตามมาตรฐานถึง 2 ชั่วโมงครึ่ง และจากข้อมูลในเบื้องต้นพบว่าข้อกำหนดบางส่วนสามารถที่จะปรับปรุงให้การทดสอบมีความกระชับขึ้นได้ เช่น เรื่องของเวลาพักเครื่องในแต่ละรอบการทดสอบ หรือแม้กระทั่งปริมาณน้ำหรือจำนวนรอบที่ใช้ในการทดสอบ เป็นต้น นอกจากนี้ในส่วนของการประเมินผลประหยัดนั้น หากจะประเมินเพื่อนำผลการประเมินไปใช้ในการวางแผนการใช้พลังงานของประเทศ อาจจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะใช้วิธีการประเมินที่แม่นยำกว่าวิธีที่นำเสนอตามที่ได้กล่าวมาแล้ว

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ที่สนับสนุนทุนวิจัยและข้อมูลที่ใช้ในบางส่วนของการศึกษานี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Watechagit, S., et al., “*The Development of Promotional Plans for Household Energy Usage Equipments in Thailand*”, The 22nd Conference of Mechanical Engineering Network of Thailand, Paper ETM041, 2008

[2] Turiel, I., Chan, T., and McMahon, J. E., “Theory and Methodology of Appliance Standards”, Energy & Buildings, Vol. 26, pp. 35-44, 1997

[3] Harrington, L., and Wilkenfeld, G., “Appliance Efficiency Programs in Australia: Labeling and Standards”, Energy & Buildings, Vol. 26/1, pp. 81-88, 1997

[4] Wiel, S., “Energy Efficiency Standards and Labels in North America: Opportunities for Harmonization”, Lawrence Berkeley National Laboratory, Paper LBNL 50270, 2008

[5] Japanese Standards Association, JIS C 9219 Electric storage tank water heaters, 1992

[6] Standards Association of Australia, AS 1056.1 Storage water heaters Part 1 : General requirements, 1991

[7] BSI British Standards, BS 3999 : Part 2 Measuring the performance of household electrical appliances Part 2 : Thermal storage electric water – heaters, 1991

[8] U.S. Department of Energy, Technical Support Document: Energy Efficiency Standards for Residential Water Heaters, December, 2000

[9] บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด, เครื่องทำน้ำอุ่นปี'48 : ตลาดแข่งเดือด..เร่งกระตุ้นยอดขาย, แหล่งที่มา http://www.kasikornresearch.com

[10] Dublin, J.A., and McFadden., D.L., 1984. “An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption”, Econometrica, Vol. 52 No. 2, pp. 345-362.

[11] Train, K., 2003. Discrete Choice Methods with Simulation, Cambridge University Press.