

การกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ โดยคำนึงถึงสภาพภูมิอากาศ

ชาติชาย พิสุทธิบริบูรณ์

อนุกรรมการพิจารณาศักยภาพการใช้พลังงานสะอาด ในคณะกรรมการพลังงาน ภูมิสถา

กรรมการบริหาร สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

Vice President, ASHRAE Thailand Chapter

Chartchai_pi@yahoo.com, โทรศัพท์ 089 038 4453

บทคัดย่อ

การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงานทำให้ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศซึ่งเป็นรายจ่ายหลัก 50-60% ของค่าไฟฟ้าได้รับความสนใจ การกำหนดวิธีทดสอบในยุคแรกเป็นการทดสอบที่สภาวะต้องการความเย็นสูงสุด (Peak Load) การพัฒนาของเทคโนโลยีมุ่งตอบสนองวิธีดังกล่าว แต่ในข้อเท็จจริงเครื่องปรับอากาศทำงานที่สภาวะดังกล่าวน้อยมากเพราะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอกตามฤดูกาลทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานที่ภาระไม่เต็มที่ (Part Load) เสมอ พัฒนาการของวิธีทดสอบได้นำการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ามาพิจารณาร่วมด้วย (Seasonal Energy Efficiency) จนปัจจุบันได้รับการยอมรับนำไปใช้อย่างกว้างขวางขึ้น ประเทศไทยยังคงใช้ในระบบแบบเดิม และกำลังศึกษาถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้ ข้อเขียนจะกล่าวถึง คำศัพท์ที่เกี่ยวข้อง การกำหนดประสิทธิภาพทั้ง 2 แบบโดยยึดแนวของมาตรฐาน AHRI 210/240-2008 สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบ DX Split System และ AHRI 550/590-2003 สำหรับเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นหลัก และข้อคิดเห็นในการจะเลือกวิธีทดสอบประสิทธิภาพเพื่อนำมาเป็นเครื่องมือในการบริหารนโยบายพลังงาน

คำหลัก: ประสิทธิภาพ เครื่องปรับอากาศ เครื่องทำน้ำเย็น

Abstract

The increasing of energy cost leads to be aware of the efficiency of air conditioning system which incurs 50-60 % of electricity expense. Since at early stage efficiency determination of air-conditioners was based on peak load, so that the technology development was aimed to fulfill at this operating condition. In fact, it is almost running at part load because of the seasonal effect to outdoor temperature. The determination was developed to take the seasonal effect into account and widely adopted to establish their own standard of performance rating. Thailand is learning how it is benefit to put seasonal effect to efficiency determination of air-conditioners. The paper explains about related terminology and the efficiency determination for DX split system air-conditioners based on AHRI 210/240-2008 and chiller based on AHRI 550/590-2003. Finally it discusses on the adoption of seasonal energy efficiency methodology.

Keywords: EER, SEER, IPLV, NPLV

1. บทนำ

ระบบปรับอากาศเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้นเพื่อสร้างความสุขสบายในการดำรงชีวิต เพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลของกิจกรรมต่างๆ ที่สนองความต้องการของมนุษย์ ขณะเดียวกันระบบปรับอากาศก็มีการใช้พลังงานในการขับเคลื่อนค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับสิ่งประดิษฐ์อื่นๆ ที่ให้วัตถุประสงค์ในลักษณะเดียวกัน ในอาคารหรือบ้านอยู่อาศัยที่มีการติดตั้งระบบปรับอากาศค่าไฟฟ้าที่จ่ายสำหรับระบบปรับอากาศมีสัดส่วน 50-60% ดังนั้นเราจึงควรให้ความสนใจต่อประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงๆ เป็นสิ่งที่ผู้ใช้ซึ่งต้องจ่ายค่าพลังงานไฟฟ้าให้ความสำคัญในลำดับต้นๆ ในการเลือกใช้ระบบปรับอากาศ ในภาพของประเทศระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีผลต่อการกำหนดนโยบายและบริหารจัดการด้านพลังงาน เราจึงพบว่าประเทศที่เจริญแล้วจะส่งเสริมให้เกิดการใช้เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง อาทิเช่นโครงการเครื่องปรับอากาศประหยัดไฟฟ้าเบอร์ 5 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ส่วนระดับโลกจะเชื่อมโยงไปถึงสภาวะโลกร้อน (Global Warming) เกิดการรณรงค์ให้ประหยัดพลังงานเพื่อสร้างที่ยั่งยืน (Sustainability) ให้แก่โลก

จะเห็นได้ว่า ระดับของประสิทธิภาพระบบปรับอากาศมีความสำคัญต่อมนุษย์เพราะมีผลกระทบในมุมกว้าง ดังนั้นเราจึงต้องมีการศึกษาในการที่จะพัฒนาระดับของประสิทธิภาพระบบปรับอากาศให้สูงมากยิ่งขึ้น トラบเท่าที่เทคโนโลยีในขณะนั้นจะเอื้ออำนวย โดยไม่มีหรือมีในระดับที่ยอมรับได้ ต่อความต้องการหรือความจำเป็นของมนุษย์

2. ความหมายคำจำกัดความที่เกี่ยวข้อง (Terminology)

Coefficient of Performance (refrigerating) : COP

ratio of the rate of heat removal to the rate of energy input in consistent units, for a complete refrigerating plant or some specific portion of that plant under designated operating conditions.

เป็นการกำหนดประสิทธิภาพจากค่าอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องกับพิกัดกำลังไฟฟ้าที่มีหน่วยเดียวกัน ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด

Energy Efficiency Ratio : EER

ratio of the cooling capacity in Btu/h [W] to the Total Power Input in watts [W] at any given set of Rating Conditions, expressed in Btu/(W•h)

เป็นการกำหนดประสิทธิภาพจากอัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นสุทธิของเครื่องกับพิกัดกำลังไฟฟารวมที่ใช้ไป ทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด เนื่องจากหน่วยการวัดขีดความสามารถทำความเย็นมีหลายหน่วยทำให้ค่า EER จะต้องมีหน่วยและภาวะทำงานกำกับเสมอ เช่น ค่า EER ตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 กำหนดให้ขีดความสามารถทำความเย็นใช้หน่วยเป็นวัตต์ พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ ทดสอบที่ อุณหภูมิลมกลับเข้าสู่ชุดแฟนคอยล์ 27 C กระเปาะแห้ง 19 C กระเปาะเปียกและอุณหภูมิลมก่อนเข้าสู่ชุดคอนเดนซึ่ง 35 C กระเปาะแห้ง 24 C กระเปาะเปียก ดังนั้นค่า EER ที่ทดสอบตามมาตรฐานฉบับนี้จึงมีหน่วยเป็น W/W อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยนิยมใช้

หน่วย Btu/h ในการวัดค่าขีดความสามารถทำความเย็น เราจึงพบว่า การกำหนดค่ามาตรฐาน EER สำหรับเครื่องปรับอากาศใช้หน่วยเป็น Btu/(W•h)

Seasonal Energy Efficiency Ratio, cooling : SEER

total cooling output of an air conditioner during its normal annual usage period for cooling, in Btu's, divided by the total electric energy input during the same period, in watt-hours

เป็นการกำหนดประสิทธิภาพจากอัตราส่วนผลรวมของความเย็นที่ผลิตโดยเครื่องปรับอากาศตลอดฤดูมีหน่วยเป็น Btu ต่อผลรวมพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ในการสร้างความเย็นตลอดฤดูมีหน่วยเป็น W•h การกำหนดวิธีนี้นำผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องปรับอากาศมาพิจารณาด้วย ทำให้มีความใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานจริงมากขึ้นกว่าการกำหนดแบบ EER ที่กำหนดจากการทำงานที่ภาวะเดียว เนื่องจากการกำหนดด้วย SEER สัมพันธ์กับภูมิอากาศดังนั้นค่า SEER จะต้องอ้างอิงไปถึงมาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบเสมอ กล่าวคือ เราไม่สามารถเปรียบเทียบประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยค่า SEER ที่ทดสอบจากมาตรฐานที่แตกต่างกันของแต่ละประเทศ เช่น เครื่องปรับอากาศเครื่องหนึ่งมีค่า SEER เท่ากับ 15 จากมาตรฐาน AHRI 210-240/2008 ไม่ได้หมายความว่าเมื่อทดสอบตามมาตรฐาน JIS C 9612-2005 จะมีค่าเท่ากับ 15 ด้วย ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีมาตรฐานการทดสอบเพื่อกำหนดค่า SEER กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน กำลังศึกษาเพื่อดูความเหมาะสมในการนำแนวคิด SEER มาใช้

Annual Performance Factor : APF

The ratio between the sum of the heat quantity removed from the room air and the heat quantity added to the room air during the cooling season and the heating season and the sum of the energy consumption during the same period

ดัชนีประสิทธิภาพรายปีคืออัตราส่วนของผลรวมความร้อนที่นำออกและนำเข้าตลอดฤดู (ตลอดปี) ต่อผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปตลอดฤดูเดียวกัน ในบางประเทศต้องการความเย็นในฤดูร้อนและต้องการความอบอุ่นในฤดูหนาว ดังนั้นการกำหนดประสิทธิภาพจึงนำการทำงานทั้งสองกรณีมารวมกันเป็นค่าเดียวเพื่อให้ง่ายในการนำไปใช้ อย่างไรก็ตามในบางมาตรฐานอาจมีการกำหนดแยกออกจากกันเป็นกรณีทำความเย็นและทำความร้อน

Cooling Seasonal Performance Factor : CSPF

The ratio between the sum of the heat quantity removed from the room air and the sum of the energy consumption during the cooling season by the cooling operation of a room air conditioner.

ดัชนีประสิทธิภาพความเย็นตามฤดู คืออัตราส่วนของผลรวมความร้อนที่นำออกตลอดฤดูต่อผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปตลอดฤดูเดียวกัน เป็นการพิจารณาเฉพาะช่วงฤดูที่ต้องการความเย็นเท่านั้น

Heating Seasonal Performance Factor : HSPF

The ratio between the sum of the heat quantity added to the room air and the sum of the energy consumption during the heating season by the heating operation of a room air conditioner.

ดัชนีประสิทธิภาพความร้อนตามฤดู คืออัตราส่วนของผลรวมความร้อนที่นำเข้าตลอดฤดูต่อผลรวมของพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปตลอดฤดูเดียวกัน เป็นการพิจารณาเฉพาะช่วงฤดูที่ต้องการความอบอุ่นเท่านั้น

Power Input per Capacity

A ratio of the Total Power Input to the unit, in kW to the Net Refrigerating Capacity at any given set of Rating Conditions, expressed in kW/ton [kW/kW]

ประสิทธิภาพพลังงานต่อขีดความสามารถ เป็นการกำหนดประสิทธิภาพของเครื่องหรือระบบปรับอากาศจากอัตราส่วนระหว่างพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อขีดความสามารถทำความเย็นสุทธิของเครื่องทำงานภายใต้ภาวะที่กำหนด เนื่องจากหน่วยการวัดขีดความสามารถทำความเย็นมีหลายหน่วยทำให้ค่าประสิทธิภาพจะต้องมีหน่วยและภาวะทำงานกำกับเสมอ หน่วยที่นิยมใช้คือ ตันหรือกิโลวัตต์ ดังนั้นหน่วยที่พบคือ kW/ton หรือ kW/kW การกำหนดประสิทธิภาพแบบนี้จะพบในเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller)

Integrated Part-Load Value : IPLV

A single number part-load efficiency figure of merit calculated per the method described in this standard at Standard Rating Conditions

เป็นการกำหนดประสิทธิภาพโดยนำค่าประสิทธิภาพขณะทำงานผลิตความเย็นที่ภาวะต่างๆหลายค่าตามกำหนดในมาตรฐานมาคำนวณเพื่อกำหนดเพียงค่าเดียว ภาวะดังกล่าวคือการผลิตความเย็นที่ 100% 75% 50% 25% มาตรฐานที่นิยมอ้างอิงคือ AHRI 550-590/2003 Standard for Performance Rating of Water Chilling Packages Using The Vapor Compression Cycle

Non-Standard Part-Load Value : NPLV

A single number part-load efficiency figure of merit calculated per the method described in this standard referenced to conditions other than IPLV conditions. (For units that are not designed to operate at Standard Rating Conditions.)

เป็นการกำหนดประสิทธิภาพโดยนำค่าประสิทธิภาพขณะทำงานผลิตความเย็นที่ภาวะต่างๆหลายค่า แต่ไม่เป็นไปตามกำหนดในมาตรฐานมาคำนวณเพื่อกำหนดเพียงค่าเดียว ภาวะดังกล่าวคือการผลิตความเย็นที่ 100% 75% 50% 25% มาตรฐานที่นิยมอ้างอิงคือ AHRI 550-590/2003 Standard for Performance Rating of Water Chilling Packages Using The Vapor Compression Cycle

3. การกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ IIU DX Split System

เป็นเครื่องปรับอากาศที่มีออกแบบมาให้ใช้กับบ้านพักหรือพื้นที่ขนาดไม่มาก เป็นการถ่ายเทความร้อนระหว่างอากาศและสารความเย็นโดยตรง ปัจจุบันมีมาตรฐาน มอก. 1155-2536 ครอบคลุมเฉพาะ “เครื่องปรับอากาศสำหรับห้อง แบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศ ประกอบด้วยเครื่องอัดก๊าซโดยตรง (positive displacement compressor) ใช้กับไฟกระแสสลับเฟสเดียว 50 เฮิร์ตซ์ สำหรับใช้ในอาคารเพื่อการปรับลดอุณหภูมิและความชื้น มีขีดความสามารถทำความเย็นไม่เกิน 12,000 วัตต์” ส่วนเครื่องนอกจากนี้ยังไม่มีมาตรฐานอ้างอิง เราจึงต้องอ้างอิงด้วยมาตรฐานต่างประเทศ ตามมาตรฐานดังกล่าวได้กำหนดวิธีทดสอบประสิทธิภาพโดยการหาค่า EER ซึ่งถูกใช้อ้างอิงในการทดสอบตามโครงการฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5

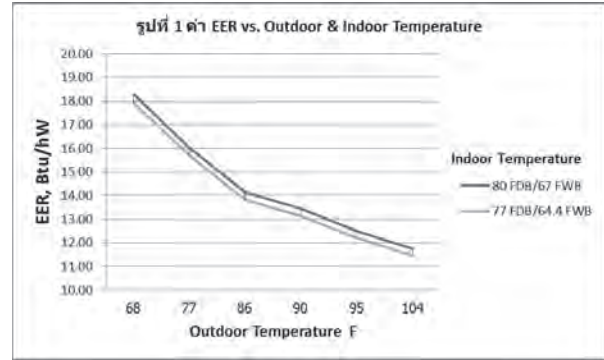
3.1 Energy Efficiency Ratio (EER) :

ตามมาตรฐาน มอก.1155-2536 เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วนระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air-cooled Split Type Room Air-conditioners) ได้ นิยามประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศไว้ว่า “อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (energy efficiency ratio, EER) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างขีดความสามารถทำความเย็นรวมสุทธิของเครื่องกับพิกัดกำลังไฟฟ้า ณ ภาวะมาตรฐานที่ใช้ทดสอบ” ตารางที่ 1 แสดงภาวะมาตรฐานในการทดสอบของมาตรฐาน มอก. 1155-2536 JIS C 6512-2005 AHRI 210/240-2008 จะเห็นได้ว่าไม่แตกต่างกัน ค่าที่ได้จากมาตรฐานปัจจุบันทำให้สามารถเปรียบเทียบระดับประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศว่า เครื่องใดมีอัตราการใช้ไฟน้อยกว่ากันที่การทำงาน ณ ภาวะมาตรฐานเท่านั้น

		TIS 1155 - 2536	JIS C 9612 : 2005	AHRI 210/240-2008
Entering Evaporator	C DB	27	27	26.7
Air Temperature	C WB	19	19	19.4
Entering Condenser	C DB	35	35	35
Air Temperature	C WB	24	24	23.9

ตารางที่ 1 : Rating Conditions of Variuos Standard

เนื่องจากระบบปรับอากาศเป็นการเคลื่อนย้ายความร้อนจากพื้นที่ควบคุมไปยังภายนอก ทำให้เงื่อนไขอุณหภูมิภายในที่ต้องการและสภาวะอุณหภูมิภายนอกที่จะนำความร้อนไปทิ้งมีผลต่อพลังงานไฟฟ้าที่ต้องใช้ ดังนั้น ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศจึงมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของทั้งสองส่วน ทำให้การกำหนดวิธีหาประสิทธิภาพระบบปรับอากาศจะต้องกำหนดเงื่อนไขของการทดสอบไว้เสมอ การทดสอบที่เงื่อนไขแตกต่างกันจะให้ความหมายที่แตกต่างกัน ดังนั้น ผลการทดสอบที่มาจากเงื่อนไขที่แตกต่างกันจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ และถ้าเครื่องปรับอากาศเมื่อนำไปใช้งานจริงสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงไม่ตรงกับตารางที่ 1 ดังนั้นค่า EER จริงจะแตกต่างกันออกไป ทำให้หากมีการนำค่า EER ที่เงื่อนไขมาตรฐานไปใช้ในการคำนวณจะทำให้ผลลัพธ์จากการคำนวณคลาดเคลื่อนได้ ปกติสภาพภูมิอากาศภายในจะใกล้เคียงกับค่าในตารางที่ 1 หรือแตกต่างไม่มากเพราะเป็นเงื่อนไขที่เราต้องการ ส่วนภูมิอากาศภายนอกจะเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาคือเช้า บ่าย หรือตามฤดูกาล เช่น ฤดูร้อน ฤดูหนาว การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศ อุณหภูมิภายนอกที่ต่ำลงจะทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น



จากรูปที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า EER ต่ออุณหภูมิภายนอก (Outdoor Condition) และอุณหภูมิภายใน (Indoor Condition) จะเห็นได้ว่า เมื่ออุณหภูมิภายนอกลดค่า EER จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิภายในไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนถ้าอุณหภูมิภายในลดลง และอุณหภูมิภายนอกไม่เปลี่ยนแปลง ค่า EER จะลดลง

3.2 Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) :

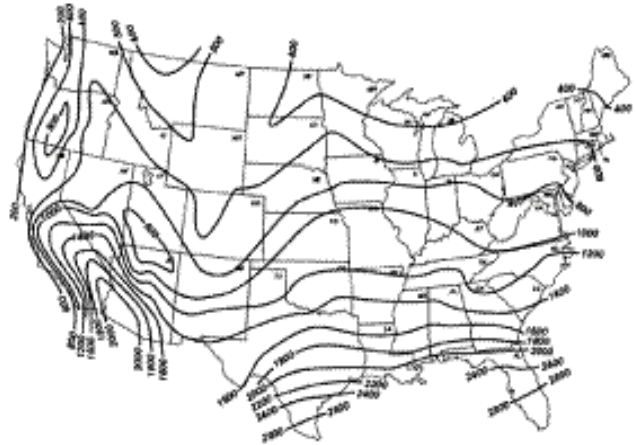
จากข้อดีของการกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศด้วยค่า EER ทำให้มีการพัฒนาให้ใกล้เคียงสภาพการใช้งานจริงให้มากที่สุด เพื่อให้พยากรณ์การใช้พลังงานแม่นยำยิ่งขึ้น จึงนำอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาคำนวณด้วยหลักการคือการหาปริมาณความร้อนที่ต้องขจัดออกตลอดฤดูที่กำลังพิจารณารด้วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตลอดช่วงเวลาเดียวกัน ในประเทศที่ต้องการแต่ความเย็นก็อาจเป็นระยะเวลา 1 ปี ในบางประเทศต้องการทั้งความเย็นและความอบอุ่น ช่วงเวลาอาจจะน้อยกว่า 1 ปี หลักการของ SEER ที่สำคัญคือ

- นำอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมาใช้ในการกำหนดค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศโดยพิจารณาจากระดับอุณหภูมิภายนอก ระยะเวลาเป็นชั่วโมงของอุณหภูมิภายนอกในช่วงพิจารณา
- นำการสูญเสียจากการหยุดของเครื่องมาพิจารณา
- มีลักษณะค่าประสิทธิภาพแบบ part load
- นำปัจจัยของภาระความเย็นมาพิจารณาร่วมด้วย

วิธีหาค่า SEER ตามมาตรฐาน AHRI 210/240-2008

เริ่มจาก

- การกำหนดอุณหภูมิที่ไม่ต้องการความเย็น (Zero — load base temperature) ที่ 65 F และอุณหภูมิออกแบบ (Outdoor design load temperature) ที่ 95 F
- และแบ่งระดับอุณหภูมิออกเป็น 8 กลุ่มแต่ละกลุ่มห่างกัน 5 F เพื่อนำไปเป็นเกณฑ์ในการวิเคราะห์จำนวนชั่วโมงของแต่ละกลุ่มในช่วงฤดูกาล ตารางที่ 2 แสดงค่าการแบ่งกลุ่มและสัดส่วนของเวลาในแต่ละกลุ่ม ในแง่ของพื้นที่แบ่งออกเป็น 6 เขต ตารางที่ 3 แสดงจำนวนชั่วโมงที่ต้องการความเย็นของแต่ละเขต รูปที่ 2 แสดงจำนวนชั่วโมงที่ต้องการความเย็นของแต่ละพื้นที่



สูตรการคำนวณหาค่า SEER เป็นตามสมการข้างล่าง

$$SEER = \frac{\sum_{j=1}^8 qc(T_j)}{\sum_{j=1}^8 ec(T_j)} = \frac{\sum_{j=1}^8 \frac{qc(T_j)}{N}}{\sum_{j=1}^8 \frac{ec(T_j)}{N}}$$

เมื่อ

$$\frac{qc(T_j)}{N} = \text{อัตราส่วนความเย็นในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก } T_j \text{ ต่อจำนวนชั่วโมงในช่วงนั้น (N) มีหน่วย Btu/h}$$

$$\frac{ec(T_j)}{N} = \text{อัตราส่วนพลังงานที่ใช้ในช่วงเวลา ณ อุณหภูมิภายนอก } T_j \text{ ต่อจำนวนชั่วโมงในช่วงนั้น (N) มีหน่วย W}$$

T_j = อุณหภูมิในกลุ่มหน่วย F ช่วงอุณหภูมิในแต่ละกลุ่มเท่ากับ 5 F แบ่งเป็น 8 กลุ่มตั้งแต่ 67, 72, 77, 82, 87, 92, 102 F

j = จำนวนกลุ่ม กรณีนี้เริ่มตั้งกลุ่มที่ 1 ถึง 8

ตารางที่ 2: Distribution of Fractional Hours Within Cooling Season Temperature Bin

Bin # (ie, j)	Bin Temperature Range F	Representative Temperature for bin F	Fraction of Total Temperature Bin Hours, %
1	65 - 69	67	0.214
2	70 - 74	72	0.231
3	75 - 79	77	0.216
4	80 - 84	82	0.161
5	85 - 89	87	0.104
6	90 - 94	92	0.052
7	95 - 99	97	0.010
8	100 - 104	102	0.004

ตารางที่ 3 Cooling Load Hours for Each Region

Region	1	2	3	4	5	6
CLHr	2400	1800	1200	800	400	200

Certified Efficiency Performance Values						
AHRI Number	Outdoor Model	Indoor Model	EER	SEER	COP	HSPF
3208512	RXS09DAVJU	FTXS09HVJU	11.0	16.0	2.74	8.8
3208510	RXS12DAVJU	FTXS12HVJU	9.3	16.0	3.37	8.8
3208511	RXS15DVJU	FTXS15HVJU	12.2	17.0	3.36	10.1
3208509	RXS18DVJU	FTXS18HVJU	11.3	16.3	3.17	9.1
3208513	RXS24DVJU	FTXS24HVJU	9.3	15.0	2.72	9.2

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างค่าประสิทธิภาพตามมาตรฐาน AHRI

ตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างข้อมูลด้านประสิทธิภาพที่ทดสอบตามมาตรฐาน AHRI 210/240-2008 จะเห็นได้ว่า ค่า SEER จะมีค่ามากกว่า EER เสมอ เพราะค่า SEER มีองค์ประกอบมาจากประสิทธิภาพเมื่อทำงานที่อุณหภูมิภายนอกต่ำซึ่งจะทำให้ค่า EER สูงขึ้นกว่าที่ภาวะมาตรฐาน จากตารางบรรทัดที่ 2 และ 3 จะเห็นว่า ค่า SEER ที่เท่ากันไม่จำเป็นว่าค่า EER จะต้องเท่ากัน เนื่องจากการแปรเปลี่ยนของ EER เทียบกับ อุณหภูมิภายนอกต่างกัน

4. การกำหนดประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller Efficiency Determination)

ระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water) เป็นสื่อกลางในการส่งความเย็นในอาคารขนาดใหญ่ อุปกรณ์สำคัญที่มีอัตราการใช้ไฟฟ้าสูงคือ เครื่องทำน้ำเย็น ดังนั้นประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นจึงเป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเป็นลำดับแรกๆ เพราะมีผลต่อค่าใช้จ่ายในการใช้งานไปตลอดอายุของเครื่อง หลายครั้งต้องใช้ค่าประสิทธิภาพมาคำนวณเปรียบเทียบเพื่อเลือกว่าจะใช้เครื่องแบบไหน มาตรฐานที่นิยมใช้ในการทดสอบหาประสิทธิภาพคือ AHRI 550/590-2003 Standard for Performance Rating of Water Chilling Packages Using The Vapor Compression Cycle การกำหนดประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นอาจกำหนดโดยการใช้อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้ต่อขีดความสามารถในการทำความเย็น (Power Input per Capacity : kW/ton) หรือใช้อัตราส่วนของขีดความสามารถในการทำความเย็นต่อพลังงานที่ใช้ (Energy Efficiency Ratio : EER, Coefficient of Performance (refrigerating) : COP) ณ ที่สภาวะตามกำหนด (Rating Conditions) กล่าวคือ ค่าประสิทธิภาพจะต้องระบุว่าเป็นค่าประสิทธิภาพ ณ ภาวะใด ดังนั้น

การเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพต้องเป็นค่าที่ภาวะเดียวกัน จึงจะให้ผลที่ถูกต้อง

4.1 Power Input per Capacity : kW/ton

เป็นการพิจารณาประสิทธิภาพโดยใช้อัตราส่วนของพลังงานที่ใช้ต่อขีดความสามารถในการทำความเย็น ณ ที่สภาวะตามกำหนด มีหน่วย kW/ton หรือ kW/kW ตัวอย่างเช่น เครื่องทำน้ำเย็นตัวหนึ่งมีประสิทธิภาพ 0.60 kW/ton ตามมาตรฐาน AHRI 550/590-2003 หมายความว่าเครื่องทำน้ำเย็นตัวนี้จะต้องใช้พลังงานไฟฟ้า 0.60 kW ในการผลิตความเย็น 1 ตัน โดยทำงานที่ภาวะมาตรฐานตามที่แสดงในตารางที่ 5 จะเห็นได้ว่า การกำหนดด้วยวิธีนี้เป็นกำหนดจากการทำงานที่ภาวะเดียวคือ ที่ 100 % ภาระความเย็น (Cooling Load) ดังนั้นถ้ามีการนำค่าไปคำนวณการใช้ไฟฟ้าตลอดวันหรือตลอดเดือนอาจทำให้ผลการคำนวณผิดพลาดได้ เพราะในการใช้งานจริงเนื่องจากภาระความเย็นจะแปรเปลี่ยนตลอดเวลาตามภูมิอากาศ เครื่องก็จะทำงานในภาวะที่เหมาะสมเพื่อตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นซึ่งค่าประสิทธิภาพก็จะเปลี่ยนแปลงไปตามเทคโนโลยีของเครื่องที่ได้ถูกออกแบบมา จะเห็นได้ว่า การกำหนดประสิทธิภาพด้วยวิธีนี้จึงเหมาะกับการเปรียบเทียบเครื่องสองตัวที่ให้ทำงานในภาวะเดียวกัน ตัวที่มีค่าน้อยกว่าแสดงว่า มีประสิทธิภาพสูงกว่า

	Water-Cooled	Air-Cooled
Condenser :		
Entering Water Temperature	85.0 F	29.4 C
Flow Rate	3 gpm/ton	0.054 l/s per kW
Fouling Factor	0.00025 h.ft ² F/Btu	0.000044 m ² C/W
Entering Air Temperature		95 F DB 35 C DB
Evaporator :		
Leaving Water Temperature	44.0 F	6.7 C
Flow Rate	2.4 gpm/ton	0.043 l/s per kW
Fouling Factor	0.0001 h.ft ² F/Btu	0.000038 m ² C/W

ตารางที่ 5 Standard Rating Conditions of AHRI 550/590 - 2003

4.2 Integrated Part-Load Value : IPLV

เป็นการแก้ไขข้อด้อยของวิธี Power Input per Capacity หรือ Energy Efficiency Ratio ที่พิจารณาเพียงการทำงานจุดเดียวเป็นการนำค่าประสิทธิภาพช่วง Part Load มาคำนวณด้วย ตามมาตรฐาน AHRI 550/590-2003 ได้กำหนดเงื่อนไขในการทดสอบเพื่อหาค่า IPLV ตามตารางที่ 6 จากตารางที่ 6 มีการทดสอบที่ 100% 75% 50% และ 25% ของภาระความเย็น ค่าจากการทดสอบตามตารางที่ 6 นำมาคำนวณด้วยสมการตามรูปที่ 3 จากสมการจะเห็นได้ว่า ภูมิอากาศของสหรัฐอเมริกาเชื่อว่าเครื่องทำน้ำเย็นจะทำงานที่ 100% เพียง 1% ของเวลาทำงาน 75% เป็นเวลา 42% ของเวลาทำงาน 50% เป็นเวลา 45% ของเวลาทำงาน และ 25% เพียง 12% ของเวลาทำงาน

		IPLV	
Evaporator			
100 %load LWT	44.0 F		67 C
0 %load LWT	44.0 F		67 C
FlowRate	2.4 gpm/ton	0.043 L/s per kW	
Fouling Factor	0.0001 hr·ft ² ·F/Btu	0.000018 m ² ·C/W	
Water-Cooled Condenser			
100 %load ENT	85.0 F		29.4 C
75 %load ENT	75.0 F		23.9 C
50 %load ENT	65.0 F		18.3 C
25 %load ENT	65.0 F		18.3 C
0 %load ENT	65.0 F		18.3 C
FlowRate	3 gpm/ton	0.054 L/s per kW	
Fouling Factor	0.00025 hr·ft ² ·F/Btu	0.000044 m ² ·C/W	
Air-Cooled Condenser			
100 %load EDB	95.0 F		35.0 C
75 %load EDB	80.0 F		26.7 C
50 %load EDB	65.0 F		18.3 C
25 %load EDB	55.0 F		12.8 C
0 %load EDB	55.0 F		12.8 C
Fouling Factor	0.0 hr·ft ² ·F/Btu	0.0 m ² ·C/W	
ตารางที่ 6 Part-Load Conditions for Rating			

$$\begin{matrix} \text{IPLV} \\ \text{or} \\ \text{NPLV} \end{matrix} = 0.01A + 0.42B + 0.45C + 0.12D$$

For COP and EER:

where: A = COP or EER at 100%
 B = COP or EER at 75%
 C = COP or EER at 50%
 D = COP or EER at 25%

For kW/ton:

$$\begin{matrix} \text{IPLV} \\ \text{or} \\ \text{NPLV} \end{matrix} = \frac{1}{\frac{0.01}{A} + \frac{0.42}{B} + \frac{0.45}{C} + \frac{0.12}{D}}$$

where: A = kW/Ton at 100%
 B = kW/Ton at 75%
 C = kW/Ton at 50%
 D = kW/Ton at 25%

4.3 Non-Standard Part-Load Value :

NPLV

เป็นการทดสอบแบบเดียวกับ IPLV แต่ภาวะทำงานไม่เป็นไปตามมาตรฐาน เช่น ผู้ออกแบบในประเทศไทยนิยมกำหนดเงื่อนไขไม่เหมือนที่กำหนดในมาตรฐาน AHRI 550/590-2003 ดังนั้นถ้าต้องการกำหนดประสิทธิภาพตามแบบที่มาตรฐานกำหนดไว้ก็ต้องเรียกค่านั้นว่า NPLV ไม่ใช่ยังเรียก IPLV ในอนาคตถ้ามีมาตรฐานในเมืองไทยกำหนดวิธีทดสอบไว้ก็ต้องดูว่า กำหนดวิธีทดสอบเพื่อหาค่า IPLV ไว้อย่างไร

5. unasรูปสำหรับประเทศไทย

ปัจจุบันการกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศในประเทศไทยเป็นแบบไม่ได้นำผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศเข้ามาเกี่ยวข้อง หากติดตามดูทิศทางของประเทศที่เจริญกว่า จะพบว่าส่วนใหญ่ได้พัฒนาไปใช้ระบบการกำหนดที่คำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมากำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ เพราะจะได้ค่าที่มีความใกล้เคียงกับสภาพการใช้งานจริงมากกว่าแบบใช้ประสิทธิภาพที่จุดภาระความเย็นสูงสุด การที่จะเปลี่ยนไปใช้การกำหนดแบบคำนึงถึงผลของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศหรือไม่ ขึ้นกับว่าเราต้องการค่าประสิทธิภาพไปทำอะไร ถ้าต้องการเปรียบเทียบระหว่างเครื่องสองตัวก็อาจไม่จำเป็นที่จะต้องเปลี่ยน แต่หากต้องการนำค่าไปใช้ในการคำนวณหาค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในรอบปี กรณีนี้ก็ควรจะเปลี่ยนแปลง ปัจจุบันราคาพลังงานไฟฟ้าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากการนำพลังงานนิวเคลียร์มาใช้ผลิตไฟฟ้าอาจต้องชล่อออกไปอย่างไม่มีกำหนด ประสิทธิภาพระบบปรับอากาศจะเป็นประเด็นที่ได้รับการเฝ้ามองมากที่สุด กฎหมายการควบคุมประสิทธิภาพระบบปรับอากาศจะบังคับใช้อย่างจริงจัง ผู้กำหนดนโยบายจะใช้ค่าประสิทธิภาพเป็นเกณฑ์ในการบังคับและควบคุม เทคโนโลยีที่ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องที่ part load สูงจะได้รับการส่งเสริมมากยิ่งขึ้นหากมีการนำ SEER หรือ IPLV มาใช้ในการกำหนดประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ

อย่างไรก็ดีวิธีกำหนดประสิทธิภาพแบบ SEER หรือ IPLV ก็ไม่ได้ถูกต้องตรงกับการใช้งานจริงเสมอไป เพราะเราไม่สามารถรู้ได้ว่า พฤติกรรมการใช้ของแต่ละบุคคล สถานที่ จะเป็นเช่นไร ในขณะที่ค่าใช้จ่ายในการทดสอบก็สูงขึ้นเพราะต้องมีการทดสอบมากขึ้น

จะเห็นได้ว่า ทิศทางของการกำหนดค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศแบบคำนึงถึงภูมิอากาศ จะถูกกำหนดจากการจะนำค่าไปใช้ประโยชน์อะไร อย่างไร เป็นหลัก ส่วนความพร้อมของแนวคิดได้ถูกพัฒนาไว้แล้วโดยประเทศชั้นนำ ประเด็นที่ต้องระมัดระวังคือ เราไม่สามารถลอกมาตรฐานจากต่างประเทศมาใช้โดยตรงเพราะภูมิอากาศแตกต่างกัน จำเป็นจะต้องพัฒนาขึ้นเอง ทดสอบ สอบทานจนเห็นว่า ตอบสนองต่อเป้าประสงค์ที่ได้กำหนดไว้

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม: มอก. 1155-2536 “เครื่องปรับอากาศสำหรับห้องแบบแยกส่วน ระบายความร้อนด้วยอากาศ”
- [2] Suebphong Suwannakut (2011), Electrical and Electronics Institute “Room Air Conditioners Test” presented at EGAT’s meeting
- [3] AHRI : ANSI/AHRI Standard 210/240 — 2008 Performance Rating of Unitary Air-Conditioning & Air-Source Heat Pump Equipment
- [4] AHRI : ANSI/AHRI Standard 550/590 — 2003 Performance Rating of Water-Chilling Packages Using The Vapor Compression Cycle
- [5] JIS : JIS C 9612 : 2005 Room air conditioners
- [6] ASHRAE (1991), ASHRAE Terminology of HVAC&R