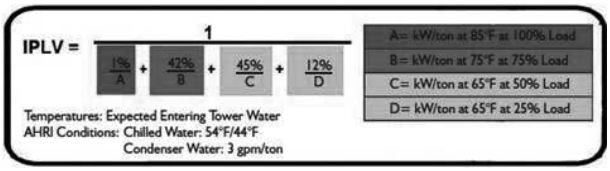
‘IPLV/NPLV’ กับการพิจารณาใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นในประเทศไทย

ทศพล สถิตย์สุวงศ์กุล, วศ.ม., สก.
บริษัท แอร์โค จำกัด (TRANE Thailand)

นับตั้งแต่ AHRI (Air conditioning, Heating, and Refrigeration Institute) ได้กำหนดให้มีการใช้ค่า IPLV (Integrated Part Load Value) และ NPLV (Non-standard Part Load Value) เพื่อใช้บ่งบอกถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เมื่อหลายปีที่ผ่านมา เป็นเหตุทำให้มีการใช้ค่า IPLV/NPLV กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก เนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นที่มิได้คำนึงถึงการใช้งานเพียงจุดใดจุดหนึ่งเท่านั้น โดย IPLV/NPLV จะคำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งที่ภาระโหลด 100%, 75%, 50% และ 25% ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 1อีกทั้งในปัจจุบันด้วยความที่ IPLV/NPLV เป็นค่าที่คำนวณหาได้ง่ายและรวดเร็วจึงได้มีการนำเอาค่า IPLV/NPLV มาใช้ในการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพระบบผลิตน้ำเย็น (Chiller Plant) ที่มีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นมากกว่า 1 เครื่อง ซึ่งก่อให้เกิดความสะดวกต่อผู้พิจารณาใช้งานเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมในการวิเคราะห์หาค่าประสิทธิภาพพลังงานดังกล่าว ในบทความนี้จะได้มีการพิจารณาในรายละเอียดว่าการนำเอาค่า IPLV/NPLV มาประยุกต์ใช้งานดังกล่าว รวมถึงกรณีใช้งานในประเทศไทย ซึ่งมีสภาวะอากาศที่แตกต่างออกไปจากข้อกำหนดของ AHRI เป็นอย่างมากนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่อย่างไร



รูปที่ 1 *Integrated Part Load Value (IPLV) ตามคำนิยามของ Air conditioning, Heating, and Refrigeration Institute (AHRI)*

คำนิยามและความหมายของ IPLV/NPLV

จากคำนิยาม IPLV ตามข้อกำหนดในมาตรฐาน AHRI 550/590 (2003)[1] ดังแสดงในสมการที่ (1)

$$IPLV = \frac{1}{\frac{1\%}{A} + \frac{42\%}{B} + \frac{45\%}{C} + \frac{12\%}{D}} \quad (1)$$

เมื่อ...

IPLV = Integrated Part Load Value หรือค่าเฉลี่ย kW/ton ของเครื่องทำน้ำเย็นตามข้อกำหนดของ AHRI

A = kW/ton ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระโหลด 100% และที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering Condenser Water Temperature) เท่ากับ 85 องศาฟาเรนไฮต์

B = kW/ton ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระโหลด 75% และที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering Condenser Water Temperature) เท่ากับ 75 องศาฟาเรนไฮต์

C = kW/ton ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระโหลด 50% และที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering Condenser Water Temperature) เท่ากับ 65 องศาฟาเรนไฮต์

D = kW/ton ของเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระโหลด 25% และที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering Condenser Water Temperature) เท่ากับ 65 องศาฟาเรนไฮต์

จากคำนิยามข้างต้นจะเห็นได้ว่า IPLV คือค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งๆ (ในที่นี้ใช้เป็นค่าkW/ton) ที่ได้จากการนำเอาประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระโหลด 100%, 75%, 50%, และ 25% มาเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighted Average) ตามสมการที่ (1) โดยให้ความสำคัญกับค่าประสิทธิภาพที่ภาระโหลดทั้งสี่แตกต่างกัน ดังจะเห็นได้จากสัดส่วนเปอร์เซ็นต์ที่อยู่ในสมการดังกล่าว และตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความแตกต่างของสัดส่วน (%) ที่ภาระโหลดต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า IPLV

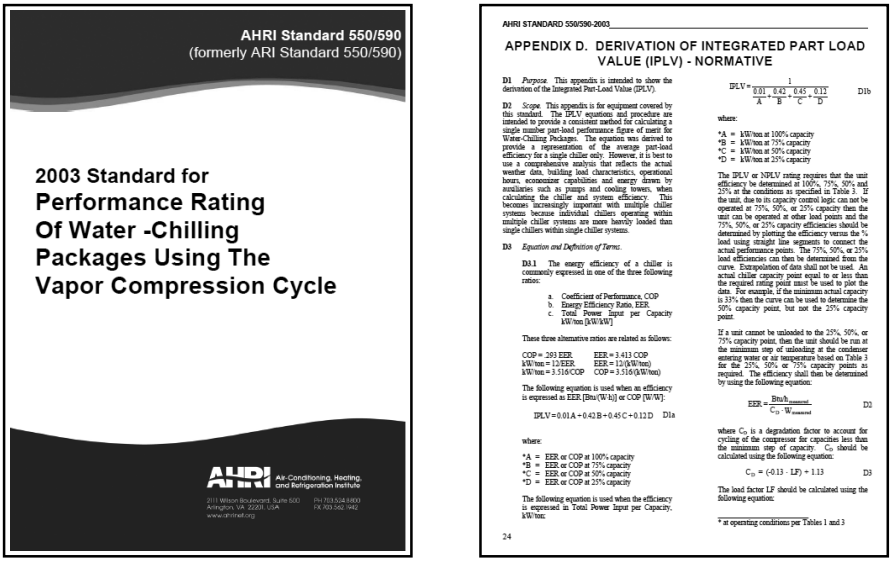
ภาระโหลด (%)	สัดส่วน (%)
100	1
75	42
50	45
25	12

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (Entering Condenser Water Temperature) ที่ภาระโหลดต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า IPLV

ภาระโหลด (%)	อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (°F)
100	85
75	75
50	65
25	65

อีกประเด็นที่สำคัญคือ ค่า kW/ton ที่ภาระโหลดทั้งสี่กรณีดังกล่าวนั้น เป็นค่าที่เกิดขึ้นที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2 ซึ่งเป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่าหากอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์นี้ยิ่งมีค่าลดลงมากเท่าใด จะส่งผลให้ประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นยิ่งดีมากขึ้น (kW/ton ลดลง) เท่านั้นอันเนื่องจากค่าแรงดันแตกต่าง (Lift) ระหว่างด้านอีวาปอเรเตอร์และคอนเดนเซอร์ของสารทำความเย็นในเครื่องทำน้ำเย็นที่ลดลง จะส่งผลให้อัตราการสิ้นเปลืองพลังงานที่คอมเพรสเซอร์ลดลง ทั้งนี้ ค่า Lift นี้ต้องไม่ลดต่ำจนเกินไปและต้องอยู่ในช่วงที่ผู้ผลิตเครื่องทำน้ำเย็นกำหนดไว้

นอกจากนี้ จาก Appendix D ของมาตรฐาน AHRI 550/590 (2003)[1] ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการกำหนดค่าประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นที่ใช้วงจรสารทำความเย็นแบบอัดไอ (Vapor Compression Cycle) ดังแสดงในรูปที่ 2 พบว่าค่า IPLV นี้เป็นค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยสำหรับเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งๆ (a Single Chiller) เท่านั้นไม่นับรวมประสิทธิภาพของ Chiller Plant ที่มีอุปกรณ์อื่นรวมอยู่ด้วยอาทิเช่น เครื่องสูบน้ำ หอผึ่งเย็น เป็นต้น ซึ่งการจะหาค่าประสิทธิภาพรวมของระบบผลิตน้ำเย็นนี้จำเป็นต้องใช้การวิเคราะห์ในเชิงลึกหรือใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรมในการคำนวณ เนื่องจากจำเป็นต้องใช้ตัวแปรอื่นๆ มา



รูปที่ 2 *มาตรฐาน AHRI 550/590 (2003), Appendix D*

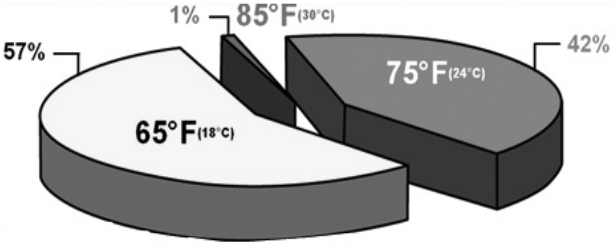
ประกอบในการพิจารณาด้วย อาทิเช่น Building load profile ข้อมูลสภาวะอากาศจริง ชั่วโมงการใช้งานจริง รวมถึงอัตราการใช้พลังงานของอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น เครื่องสูบน้ำ หอผึ่งเย็น ฯลฯ

NPLV (Non-standard Part Load Value) จัดเป็นอีกค่าหนึ่งที่มีการกล่าวถึงควบคู่ไปกับ IPLV ในมาตรฐาน AHRI 550/590-2003 ซึ่ง NPLV จัดเป็นค่าประสิทธิภาพเฉลี่ยของเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งๆ ที่คำนวณได้จากสมการที่ (1) เช่นเดียวกับ IPLV แต่แตกต่างกันตรงที่กรณี NPLV อ้างอิงสภาวะน้ำเย็นและน้ำคอนเดนเซอร์ที่แตกต่างไปจากมาตรฐานที่ AHRI กำหนดในขณะที่ IPLV จะอ้างอิงตามมาตรฐาน AHRI เท่านั้น นั่นคือ สภาวะน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 44/54°F อัตราการไหลของน้ำคอนเดนเซอร์ 3 gpm/ton และอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ปรับลด (Relief) จาก 85 ไปสู่ 65°F ดังปรากฏในตารางที่ 3

ข้อสังเกตที่ได้จากนิยามการหาค่า IPLV/NPLV กับการนำมาใช้งานกรณีประเทศไทย

สำหรับกรณีประเทศไทยซึ่งจัดเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น (Tropical Zone) ซึ่งมีสภาวะสิ่งแวดล้อมในการออกแบบโดยทั่วไปที่ 95°FDB / 83°FWB (หรือ 35°CDB / 28°CWB) ซึ่งมีความขัดแย้งกับที่มาของค่า IPLV/NPLV ใน 2 ประเด็นหลักดังนี้

1. IPLV อ้างอิงค่าอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ 65°F และ 75°F (หรือ 18°C และ 24°C ตามลำดับ) รวมทั้งสิ้นกว่าร้อยละ 99 หรือเกือบทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยเฉพาะกรณีที่อ้างอิงอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ 65°F ที่มีสัดส่วนกว่าร้อยละ 57 ในการคำนวณค่า IPLV นั้น แทบไม่เคยเกิดขึ้นจริงในกรณีประเทศไทยเลย

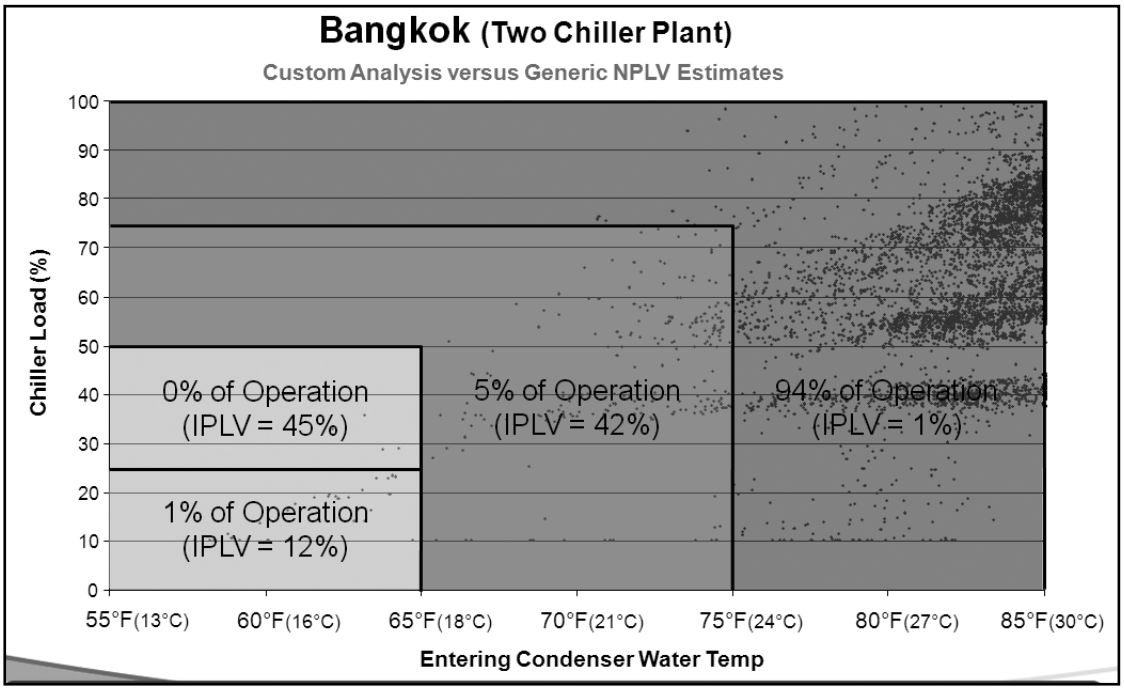


รูปที่ 3 *สัดส่วนของอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ส่งผลต่อค่า IPLV*

ตารางที่ 3 สภาวะ Full-Load & Part-Load ตามมาตรฐาน AHRI 550/590 (2003) ที่ใช้ในการกำหนดค่า IPLV และ NPLV

	IPLV		NPLV	
Evaporator (All Types)				
100% load LWT	[2]44.0 °F	6.7 °C	[2]Selected LWT	[2]Selected LWT
0% load LWT	44.0 °F	6.7 °C	Same as 100% load	Same as 100% load
Flow Rate (gpm)	[3]2.4 gpm/ton	0.043 L/s per kW	[3]Selected gpm/ton	[3][L/s per kW]
F.F.A.	0.0001 h · ft2 · °F/Btu	0.000018 m^2 · °C/ W	As Specified	As Specified
[1]*Water-Cooled Condenser*				
100% load EWT	[2]85.0°F	29.4 °C	[2]Selected EWT	[2]Selected EWT
75% load EWT	75.0 °F	23.9 °C	[4]	[4]
50% load EWT	65.0 °F	18.3 °C	[4]	[4]
25% load EWT	65.0 °F	18.3 °C	[4]	[4]
0% load EWT	65.0 °F	18.3 °C	65.0 °F	18.3 °C
Flow rate (gpm) [L/s]	[3]3.0 gpm/ton	0.054 L/s per kW	[3]Selected gpm/ton	[3]L/s per kW
F.F.A.	0.00025 h · ft2 · °F/Btu	0.000044 m^2 · °C/ W	As Specified	As Specified

2. จากข้อมูลในเอกสารอ้างอิงลำดับที่ 2 (Geister, R. and Thompson, M. 2009) พบว่าจุดทำงานจริงของระบบผลิตน้ำเย็นที่มีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำทั้งหมด 2 เครื่อง (Two Chiller Plant) ที่เกิดขึ้นในกรณีประเทศไทย กรุงเทพมหานคร (รูปที่ 4) นั้นมีสัดส่วนการทำงานที่ภาระโหลด 75% - 100% ถึงร้อยละ 94 ซึ่งแตกต่างจากกรณี IPLV อย่างสิ้นเชิงที่กำหนดให้มีสัดส่วนการทำงานที่ภาระโหลดดังกล่าวเพียง 1% เท่านั้น รวมถึงที่ภาระโหลดอื่นๆ ก็มีแนวโน้มที่ขัดแย้งเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 4



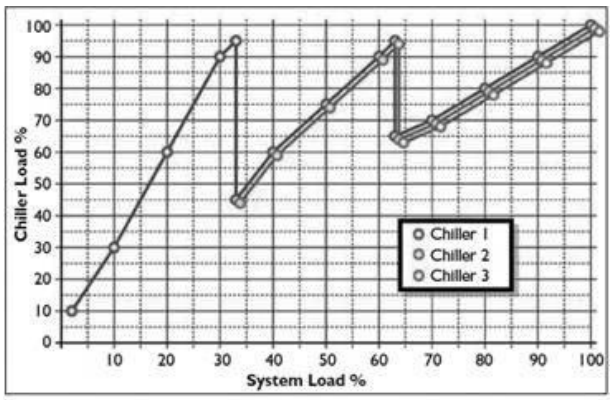
รูปที่ 4 เปรียบเทียบจุดทำงานจริงกับจุดทำงานตามนิยาม IPLV ของเครื่องทำน้ำเย็น กรณี Two Chiller Plant ณ กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบสัดส่วน (%) ที่ภาระโหลดต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณค่า IPLV เปรียบเทียบกับกรณีที่เกิดขึ้นจริงในกรณีกรุงเทพมหานคร ประเทศไทย

ภาระโหลด (%)	อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (°F)	สัดส่วน (%)	
		กรณี IPLV	กรณี BKK
100	85	1	94
75	75	42	5
50	65	45	0
25	65	12	1

ประเด็นพิจารณาเพิ่มเติม

อีกประเด็นที่ควรพิจารณา คือ ในการใช้งานจริงจะมีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นมากกว่า 1 เครื่องในระบบ Chiller Plant อันเนื่องจากปัจจัยความน่าเชื่อถือ (Reliability) ของระบบ รวมถึงการสำรองเครื่องไว้ใช้ (Stand-by Chiller) ในกรณีฉุกเฉิน ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลในเอกสารอ้างอิงลำดับที่ 3 และ 4 ซึ่งประเมินไว้ว่ามากกว่าร้อยละ 90 ของระบบ ChillerPlant แบบระบายความร้อนด้วยน้ำนั้นจะมีจำนวน Chiller มากกว่า 1 เครื่อง โดยระบบที่มีเครื่องทำน้ำเย็น จำนวน 2 เครื่องนั้นเป็นระบบที่มีจำนวนมากที่สุดดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโดยทั่วไปใน Chiller Plant จะมีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นตั้งแต่ 2 เครื่องขึ้นไป ส่งผลให้สัดส่วนภาระโหลดต่อเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งในการใช้งานจริงจะไม่ต่ำกว่า 50% Load หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ ในการทำงานจริง เครื่องทำน้ำเย็นจะทำงานที่ภาระโหลดตั้งแต่ 50-100% Load และภาระโหลดต่อเครื่องจะยิ่งมีค่าเพิ่มขึ้นหากจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นใน Chiller Plant มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น อาทิเช่น Chiller Plant ที่มีจำนวนเครื่องทำน้ำเย็น 3 เครื่องนั้น เครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องจะทำงานที่ 67-100% Load เป็นต้น (รูปที่ 5) ด้วยเหตุนี้จึงเป็นการยืนยันได้ว่าเครื่องทำน้ำเย็นจะมีจำนวนชั่วโมงทำงานส่วนใหญ่ที่ภาระโหลด 50-100% และ 75-100% สำหรับกรณีประเทศไทยดังที่ได้กล่าวแล้วในข้อสังเกตที่ 2



รูปที่ 5 การทำงานของ Chiller Plant ที่มีจำนวน Chiller 3 เครื่อง (3-Chiller Plant Unloading Profile)

ประเด็นสุดท้าย คือ การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าประสิทธิภาพ (kW/ton) ในรูปแบบต่างๆ ที่ได้จากเครื่องทำน้ำเย็นชุดเดียวกัน ตารางที่ 5 เป็นข้อมูลจากบริษัทผู้ผลิตรายหนึ่ง(5) ซึ่งเป็นค่า kW/ton เฉลี่ยใน 3 รูปแบบ ของเครื่องทำน้ำเย็นแบบระบายความร้อนด้วยน้ำเครื่องหนึ่งที่มีขนาด 1,000 ตัน พบว่าแม้จะเป็นเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องเดียวกันแต่ประสิทธิภาพเฉลี่ยที่ได้จากทั้ง 3 กรณีกลับมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะกรณี A ที่เป็นกรณี IPLV จะมีค่า kW/ton เฉลี่ยต่ำที่สุด (0.454 kW/ton) ในขณะที่กรณี B และ C นั้นจะมีค่าใกล้เคียงกัน คือ 0.593 และ 0.564 kW/ton ตามลำดับ ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าแม้จะเป็นเครื่องทำน้ำเย็นเดียวกัน แต่ประสิทธิภาพที่ได้ (kW/ton) อาจมีค่าแตกต่างกันได้อย่างมีนัยสำคัญ (จากตัวอย่างในที่นี้คือแตกต่างกันสูงสุด 31%) ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์และสัดส่วนในการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักที่สอดคล้องกับสภาวะที่เกิดขึ้นจริงที่หน้างานจึงเป็นแนวทางที่พึงพิจารณามากที่สุด

สำหรับกรณีประเทศไทย ซึ่งมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้นนั้น (อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดทั้งปี) การเลือกใช้ค่า kW/ton เฉลี่ยในกรณี C ดูเหมือนจะเป็นแนวทางที่เหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากใช้สัดส่วนในการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก (ร้อยละ 94 พิจารณาที่ 100% Load) รวมถึงอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ (90°F คงที่ที่ทุกภาระโหลด) ใกล้เคียงกับสภาวะการทำงานจริงมากที่สุด อีกทั้งจะสังเกตได้ว่าค่า kW/ton เฉลี่ยที่ได้ใน

ตารางที่ 5 ผลกระทบของอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์และสัดส่วนในการเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักต่อค่า kW/ton ของ Chiller

	กรณี A (IPLV weighted)	กรณี B (IPLV weighted)	กรณี C (BKK weighted)
kW/ton @100% Load	0.514	0.563	0.563
kW/ton @75% Load	0.447	0.550	0.550
kW/ton @50% Load	0.438	0.596	0.596
kW/ton @25% Load	0.561	0.794	0.794
kW/ton เฉลี่ย	**0.454**	**0.593**	**0.564**
% ความแตกต่างของ kW/ton เฉลี่ย	**- (กรณีฐาน)**	**+ 31%**	**+ 24%**

หมายเหตุ: กรณี A คือ IPLV

กรณี B คือ สภาวะน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 44/54°F น้ำคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิขาเข้าคงที่ 90°F ที่ทุกภาระโหลดและมีอัตราการไหล 3 gpm/ton พร้อมใช้สัดส่วนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักเช่นเดียวกับกรณี IPLV (IPLV weighted)

กรณี C คือ สภาวะน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 44/54°F น้ำคอนเดนเซอร์มีอุณหภูมิขาเข้าคงที่ 90°F ที่ทุกภาระโหลดและมีอัตราการไหล 3 gpm/ton พร้อมใช้สัดส่วนเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักแบบกรณีกรุงเทพมหานคร (BKK weighted)

กรณี C นั้นมีค่าใกล้เคียงกับค่า kW/ton ที่ภาระ 100% Load เป็นอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากสัดส่วนร้อยละ 94 ในการหาค่าเฉลี่ย kW/ton แบบถ่วงน้ำหนักที่กรณี C นั้น มาจาก kW/ton ที่ภาระ 100% Load หรือ Full Load ดังนั้นการพิจารณาประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่ภาระ Full Load สำหรับกรณีใช้งานในประเทศไทย จึงสามารถทำได้ในระดับหนึ่ง และเพื่อให้การพิจารณารอบคอบมากยิ่งขึ้น การพิจารณาประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์คงที่ที่ 90°F (32°C) ทั้งที่ Full Load และ Part Load คือแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นเนื่องจากมีความใกล้เคียงกับสภาวะที่เกิดขึ้นจริงในประเทศไทย รวมถึงเป็นกรณีที่ได้เผื่อความผิดพลาดให้กับผู้ใช้งานเรียบร้อยแล้วหากอุณหภูมิอากาศภายนอกที่หน้างานจริงมีค่าลดลงน้อยกว่า 90°F

สรุป

IPLV/NPLV เป็นค่าที่บอกถึงค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นเครื่องหนึ่งๆ (a Single Chiller) ที่คำนึงถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานทั้งที่ Full-Load และ Part-Load (100%, 75%, 50% และ 25% ตามลำดับ) ดังนั้น IPLV/NPLV จึงเป็นค่าที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของเครื่องทำน้ำเย็นนั้นๆ ได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามการจะนำค่า IPLV /NPLV มาพิจารณาเลือกใช้งานเครื่องทำน้ำเย็นจริงนั้น ต้องคำนึงถึงสภาวะการทำงานที่หน้างานจริงด้วยว่าเป็นไปตามที่ AHRI กำหนดหรือไม่ อาทิเช่น สัดส่วนภาระโหลดต่างๆ ที่เครื่อง

ทำน้ำเย็นต้องทำงานจริง อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ออกแบบไว้และที่ใช้งานจริง รวมถึงจำนวนเครื่องทำน้ำเย็นที่มีในระบบผลิตน้ำเย็น เป็นต้น

สำหรับกรณีประเทศไทย ซึ่งจัดอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical Zone) นั้น พบว่ามีสภาวะภูมิอากาศที่แตกต่างไปจากสภาวะที่ AHRI กำหนดอย่างสิ้นเชิง ดังนั้นการนำค่า IPLV/NPLV มาพิจารณาเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นในประเทศไทยจึงไม่เหมาะสม อันเนื่องมาจากปัจจัยความไม่สอดคล้องกันของสัดส่วนภาระโหลดต่างๆ ที่เครื่องทำน้ำเย็นต้องทำงานจริง และอุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์ที่ออกแบบไว้กับสภาวะที่ AHRI กำหนด การพิจารณาประสิทธิภาพเครื่องทำน้ำเย็นที่อุณหภูมิน้ำเข้าคอนเดนเซอร์คงที่ที่ 90°F(32°C) ทั้งที่ Full Load และ PartLoad คือแนวทางหนึ่งที่มีประสิทธิภาพในการพิจารณาเลือกใช้เครื่องทำน้ำเย็นในประเทศไทยเนื่องจากมีความใกล้เคียงกับสภาวะที่เกิดขึ้นจริงมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

1. Air Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute. AHRI 550/590 (2003), Standard for Water Chilling Packages Using the Vapor Compression Cycle, Appendix D, D2.1.
2. Geister, R. and Thompson, M. 2009. “A Closer Look at Chiller Ratings” ASHRAE Journal, December 2009 : p.22-32.
3. McGraw-Hill Construction Network.
4. Trane Service and Order Records.
5. Trane Chiller Selection Data