

การตรวจสอบและวิเคราะห์การทำงาน
ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์
(Water Cooled Chiller System)

หัวข้อบรรยาย

1. ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Water Cooled Chiller)

- ส่วนประกอบและหลักการทำงานของระบบปรับอากาศ

2. มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- กฎกระทรวง กำหนดค่าสมรรถนะการทำความเย็น สำหรับอาคารใหม่
- วิธีการวิเคราะห์ค่าสมรรถนะการทำความเย็น มาตรฐาน AHRI 550/590

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Water Cooled Chiller System)

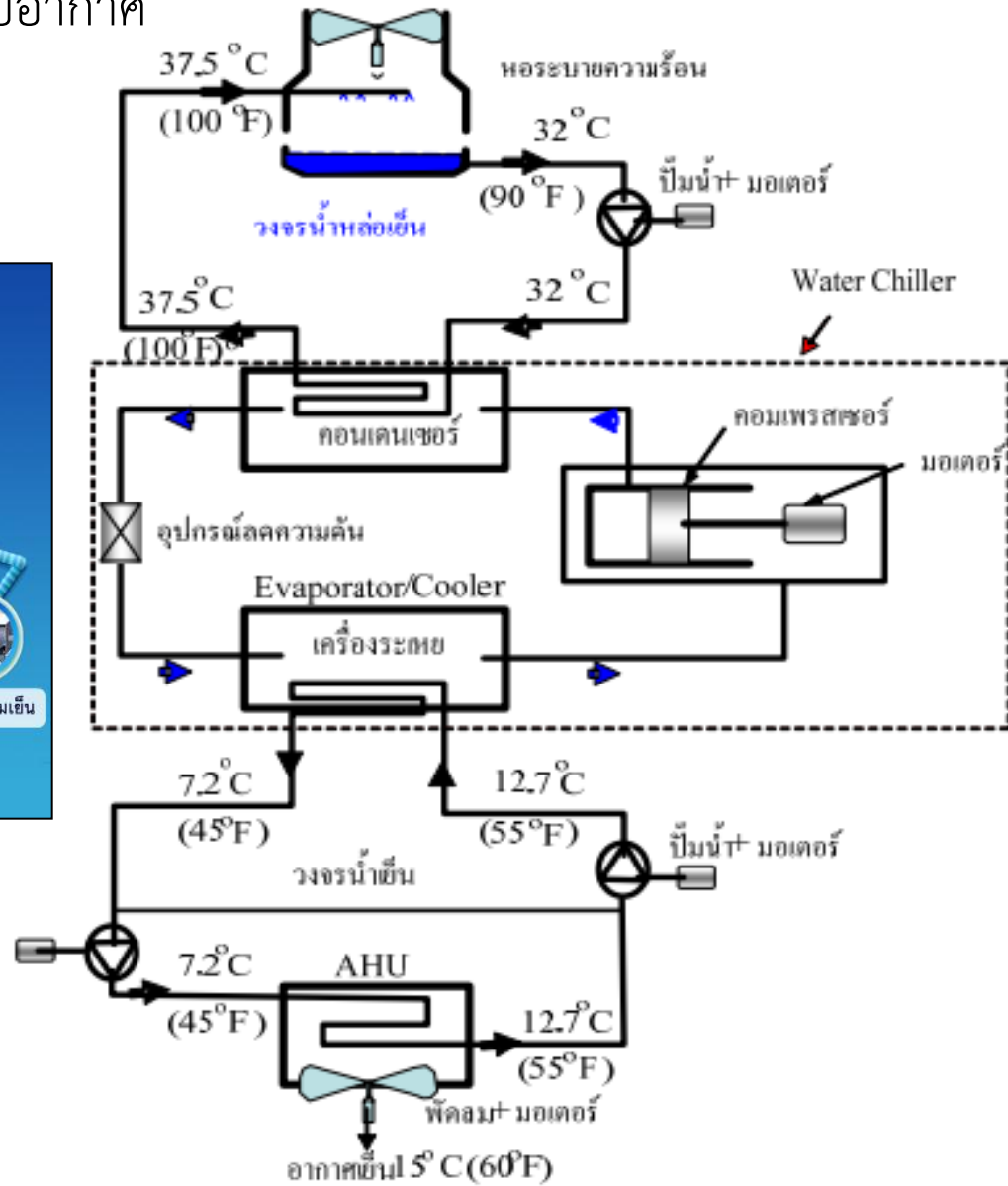
- ส่วนประกอบในระบบปรับอากาศ

1. เครื่องทำน้ำเย็น
2. เครื่องส่งลมเย็น (Air Handling Unit, AHU และ Fan Coil Unit, FCU)
3. ปั๊มน้ำเย็น (Chilled water pump, CHP)
4. ปั๊มน้ำหล่อเย็น (Condenser Water Pump, CDP)
5. หอผึ่งลมเย็น (Cooling Tower)



ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Water Cooled Chiller System)

- หลักการทำงานพื้นฐานของระบบปรับอากาศ



การบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์การตรวจวัด

- แบบฟอร์มบันทึกผล (เครื่องทำน้ำเย็น)

รายละเอียด					ผลการตรวจวัด								อุณหภูมิอากาศรอบนอก		หมายเหตุ	
เวลาบันทึก	รหัสเครื่อง	พิกัดความเย็นติดตั้ง (ton)	พิกัดกำลังไฟฟ้า (kW)	สมรรถนะทำความเย็น (kW/ton)	% FLA (motor)	อุณหภูมิน้ำเย็น (°F)		Diff. Temp	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น (°F)		อัตราการไหล		กำลังไฟฟ้าที่ใช้เฉลี่ย (kW)	อุณหภูมิ (°C)		%RH
						เข้า	ออก		เข้า	ออก	น้ำเย็น GPM	น้ำหล่อเย็น GPM				
ค่าเฉลี่ย ของ																

- ✓ การตรวจวัดและเก็บข้อมูลจากตู้จ่ายไฟฟ้า (Main Distributor Board) ต่อเนื่องทุก 5 นาที เป็นเวลา 3-5 วัน หรืออย่างน้อยหนึ่งรอบการทำงาน (cycle หรือ 1 วัน)
- ✓ การวัดอัตราการไหลของน้ำเย็น รวมถึงอุณหภูมิของ Chilled water supply และ Chilled water return ของท่อส่งน้ำเย็นต้องเก็บข้อมูลในช่วงเวลาเดียวกันกับการวัดกำลังไฟฟ้า

การบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์การตรวจวัด

- เครื่องมือตรวจวัด



เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า แบบชั่วคราว
(Power Meter)



เครื่องมือวัดกำลังไฟฟ้า แบบต่อเนื่อง
(Power Recorder Meter)

การบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์การตรวจวัด

- เครื่องมือตรวจวัด



เครื่องมือวัดอัตราการไหลน้ำเย็น แบบอัลตราโซนิก
(Ultrasonic Flow Meter)



เครื่องมือวัดอุณหภูมิ, ความชื้น และความเร็วลม
(Temperature /Humidity /Velocity Meter)

การบันทึกข้อมูลและอุปกรณ์การตรวจวัด

เครื่องมือตรวจวัด

Technology Instruments Co., Ltd.
549/9 Onnut Road., Pravat, Bangkok 10250 Thailand.
Tel : 0-2743-8888 Fax : 0-2743-8880

Calibration Report

Equipment: Harmonic & Power Meter
Model: F23
Serial No.: 50446 AEH
ID No.: C2
Manufacturer: Chauvin Amoux
Customer: Bright Management Consulting Co., LTD.
Address: No.1, Fortune Town Building, 15th
Ratchadaphisek Road., Dindeang,
Ambient Temperature: 23 °C ± 3 °C
Relative Humidity: 55 %RH ± 15 %RH

Calibrated By: Ailahun
Eng
Approved By: (Taweesak)
Approved

Received Date: 30-Apr-14
Calibration Date: 03-May-14
Date of Issue: 07-May-14

This certificate may not be reproduced other than in full, without written approval of Technology Instruments Co., Ltd. Calibration Laboratory.

ENTECH

Calibration

Instrument description : Flue gas Analyzer
Instrument model : Testo 300XL-I
Instrument serial no. : 00859615/308
ID no. or control no. : -
Manufacturer : testo AG
Probe description : -
Probe model : -
Probe serial : -
Customer name : Bright Management Consulting Co.,LTD.
Customer address : No.40 EEC Academy Building Soi Ramin
Kannayao District, Bangkok 10230

Total pages of certificate : 2 Pages
Receiving no. : L-151547
Receiving date : 01-Dec-15
Parameter of calibration : Gas Calibration(Oxygen 2.47 %vol)

Condition of UUC. : Used
Ambient condition : All of the measurement were carried out
Temperature : 23 ± 5 °C
Humidity : 55 ± 15 %RH

Calibration place : 17/121 Ngamwongwan 47 yak 48 Toon

Calibration procedure no. : WI-CLI-19-C

The calibration certificate expanded uncertainty of measurements is stated multiplied by coverage factor k=2, which for a normal distribution corresponds to 95% confidence level.
This certificate is applied only to item under test environmental conditions.
This calibration certificate may not be reproduced other than in full except by the issuing organization.
Calibration certificates without signature and seal are not valid.
This calibration certificate documents are traceability to national standards according to the International System of Units (SI). Refer to certificate as table 1 of the certificate.

Date of calibration : 02-Dec-15

Mr.Kwanchal Khamdoung
Calibration Technician

Mrs.Nongluck Wongsettee
Technical Manager

FM-CLI-09-C Rev.6

Page 1 of 2

Issued Date 1/04/15

ENTECH ASSOCIATE CO., LTD.

17 /121 Ngamwongwan 47 Yak 48
Toongsonghong, Laksi, Bangkok 10210

Tel : 0-2831 6666
Fax : 0-2831 6656

info@entech.co.th
www.entech.co.th



Department of Alternative
Energy Development and Efficiency
MINISTRY OF ENERGY



Kalibrier-Protokoll

Certificate of conformity + Protocole d'étalonnage
Certificado de taratura + Informe de calibración

We measure it. **testo**

Gerät / Module type /
Modèle / Modelo: **testo 435-1**
Serien-Nr. / Serial no. /
No. de série / Numéro de serie: **02823088**

Segmenttest / Display test /
Test d'affichage / Test del visualizador: **ok**

Messwerte ohne externe Messfühler /
Measured values without external probe /
Valeurs mesurées sans sonde de mesure externe /
Valores medidos sin sonda externa:

Sollwert / Reference / Référence / Referencia:	Toleranz / Tolerance / Tolérance / Tolerancia:	Istwert / Actual Value / Valeur réelle / Valor medido:
Temperatur / Temperature / Température / Temperatura (TE)		
-50.0 °C	± 0.3 °C	-50.0 °C
0.0 °C	± 0.3 °C	-0.0 °C
500.0 °C	± 2.5 °C	500.0 °C
Strömung/Velocity/Vitesse d'air/Velocidad		
40.0 m/s	± 1 Digit	40.0 m/s

Temperatur / Temperature / Température / Temperatura (TE)

-50.0 °C	± 0.3 °C	-50.0 °C
0.0 °C	± 0.3 °C	-0.0 °C
500.0 °C	± 2.5 °C	500.0 °C

Strömung/Velocity/Vitesse d'air/Velocidad

40.0 m/s	± 1 Digit	40.0 m/s
----------	-----------	----------

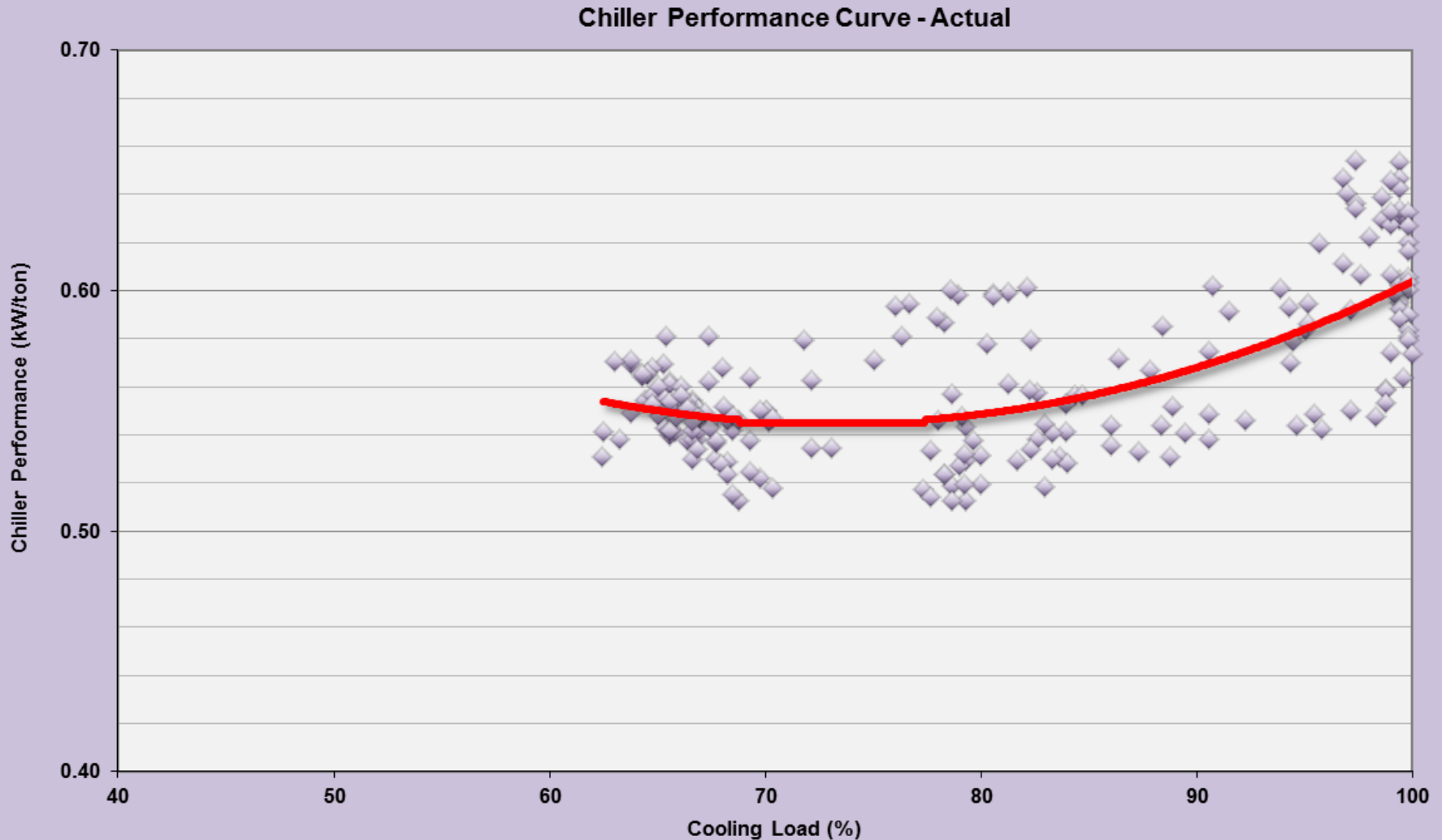
07.08.2014
Datum / Date /
Date / Fecha

(1441)
Prüfer / Inspector /
Vérificateur / Verificador



การวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- กราฟความสัมพันธ์ ระหว่าง ภาระทำความเย็น กับ kW/Ton



การวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition)

ทำไมจึงต้องปรับค่าเข้าสู่สภาวะมาตรฐาน ?

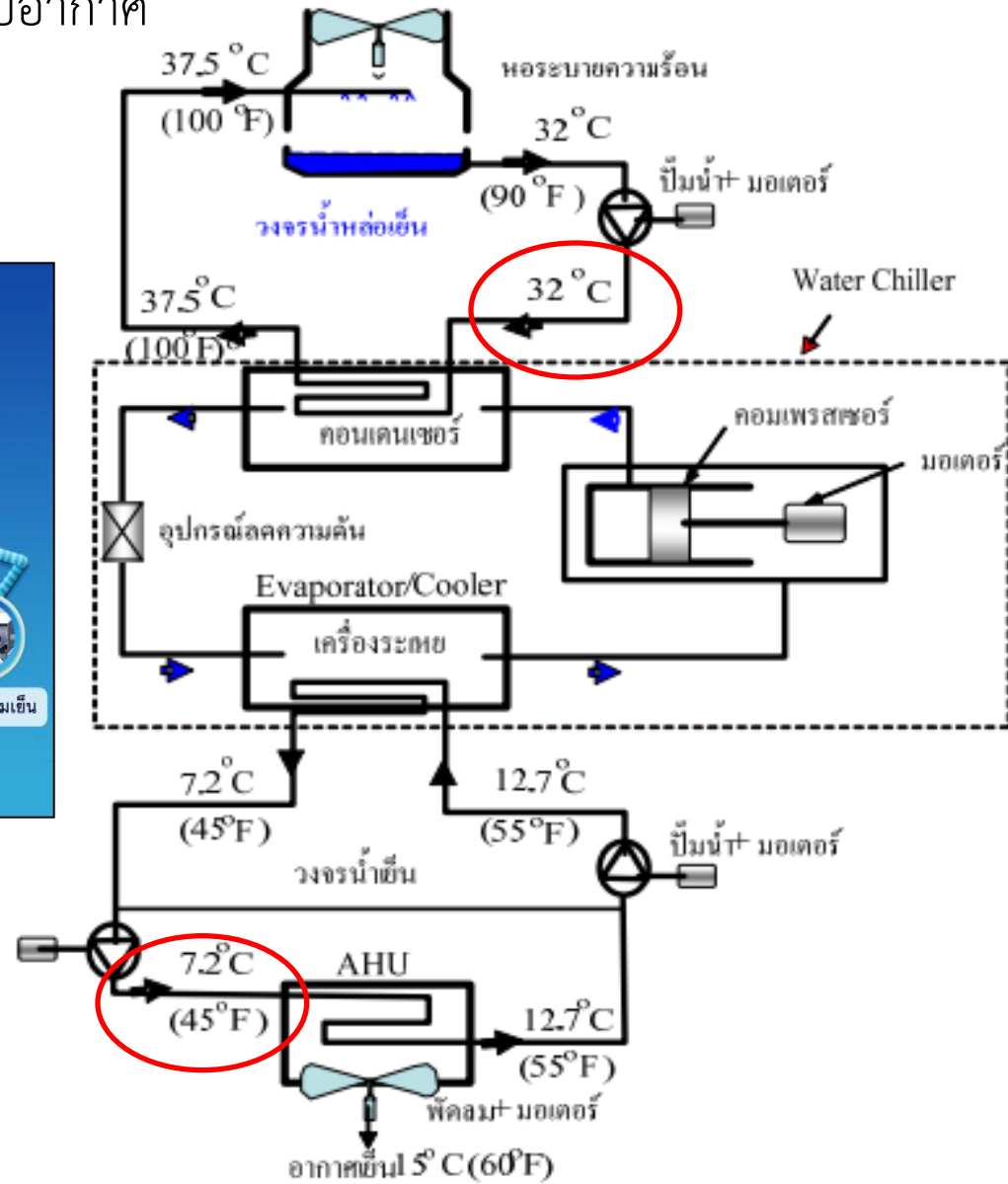
- ในการใช้งานจริงค่าอุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา
- ข้อมูลจากผู้ผลิตที่ระบุใน Technical Spec มีค่าที่แตกต่างจากสภาวะการใช้งานจริง
- ค่าสมรรถนะการทำความเย็นเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิน้ำ

ที่ สภาวะมาตรฐาน กำหนดให้

- อุณหภูมิน้ำร้อนออกจาก Cooling tower หรือ Leaving Condenser Water Temperature , LCDWT
32.2 °C หรือ 90 °F
- อุณหภูมิน้ำเย็นออกจาก Evaporator หรือ Leaving Chilled Water Temperature , LCHWT
7.2 °C หรือ 45 °F

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Water Cooled Chiller System)

- หลักการทำงานพื้นฐานของระบบปรับอากาศ



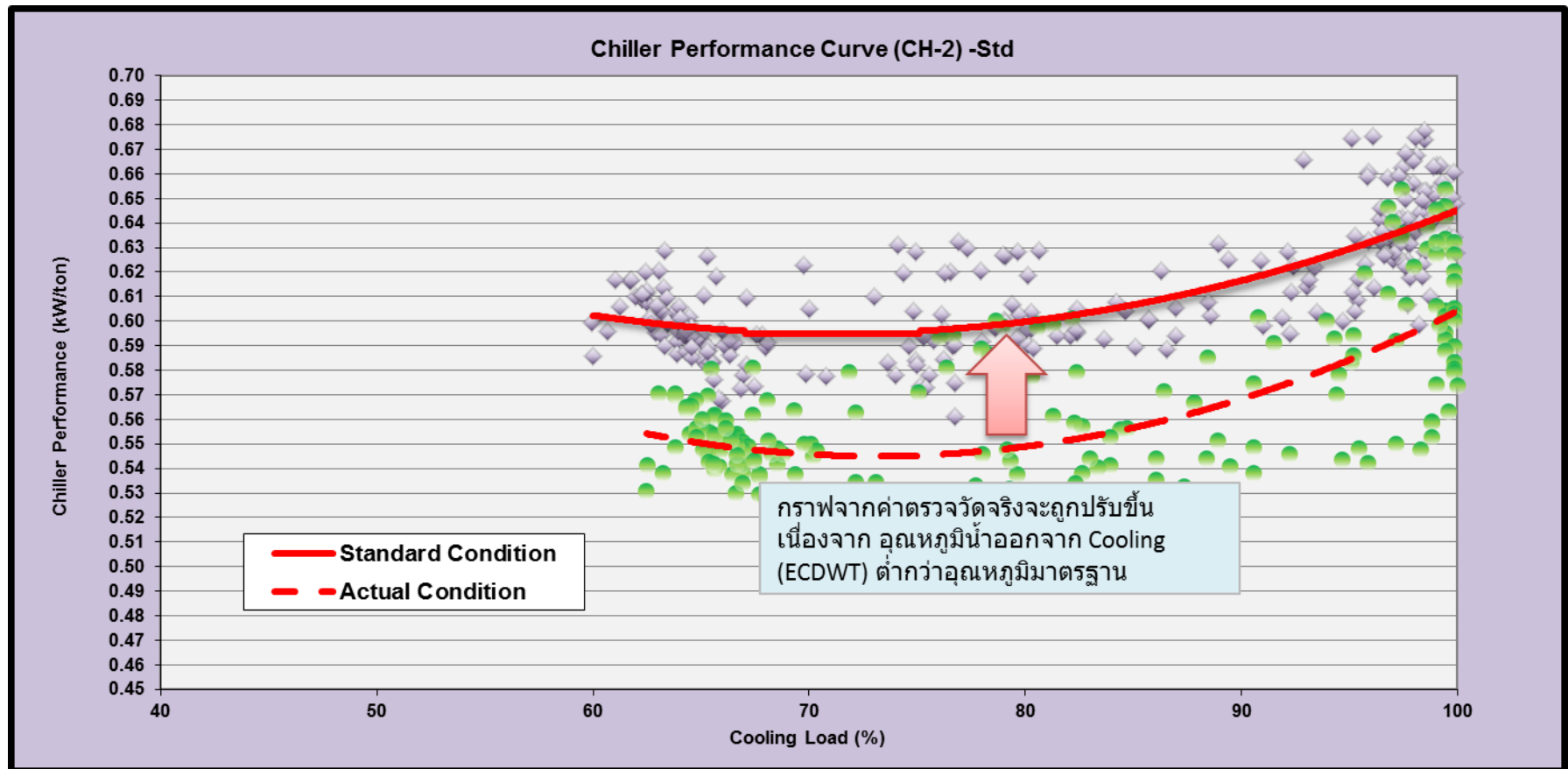
ค่าแก้ไขขนาดทำความเย็นและพลังไฟฟ้า
สำหรับเครื่องทำน้ำเย็นระบายความร้อนด้วยน้ำ

อุณหภูมิน้ำระบายความร้อน เข้าเครื่องทำน้ำเย็น (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิน้ำเย็นด้านออก (องศาเซลเซียส)	ค่าแก้ไข		
		ขนาดทำความเย็น	พลังไฟฟ้า	พลังไฟฟ้าต่อตันทำความเย็น
25	5	0.98	1.14	1.16
	6	0.95	1.14	1.19
	7	0.93	1.12	1.20
	7.2	0.93	1.12	1.20
	8	0.90	1.11	1.22
	9	0.88	1.10	1.24
30	10	0.87	1.09	1.25
	5	1.39	1.05	0.76
	6	1.01	1.04	1.04
	7	0.98	1.03	1.05
	7.2	0.97	1.03	1.06
	8	0.95	1.02	1.08
32.2	9	0.93	1.01	1.09
	10	0.90	1.00	1.11
	5	1.25	1.02	0.82
	6	1.03	1.01	0.98
	7	1.00	1.00	1.00
	7.2	1.00	1.00	1.00
35	8	0.98	0.99	1.02
	9	0.95	0.98	1.03
	10	0.93	0.97	1.05
	5	1.11	0.99	0.88
	6	1.06	0.97	0.92
	7	1.03	0.96	0.93
40	7.2	1.03	0.96	0.93
	8	1.01	0.95	0.94
	9	0.98	0.94	0.96
	10	0.95	0.93	0.98
	5	1.16	1.04	0.90
	6	1.12	0.92	0.81
45	7	1.10	0.93	0.84
	7.2	1.10	0.92	0.84
	8	1.08	0.89	0.83
	9	1.04	0.88	0.85
	10	1.01	0.88	0.87
	5	1.23	0.88	0.71
45	6	1.20	0.86	0.72
	7	1.16	0.85	0.73
	7.2	1.16	0.85	0.74
	8	1.14	0.84	0.74
	9	1.10	0.83	0.76
	10	1.08	0.82	0.77

การวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition)

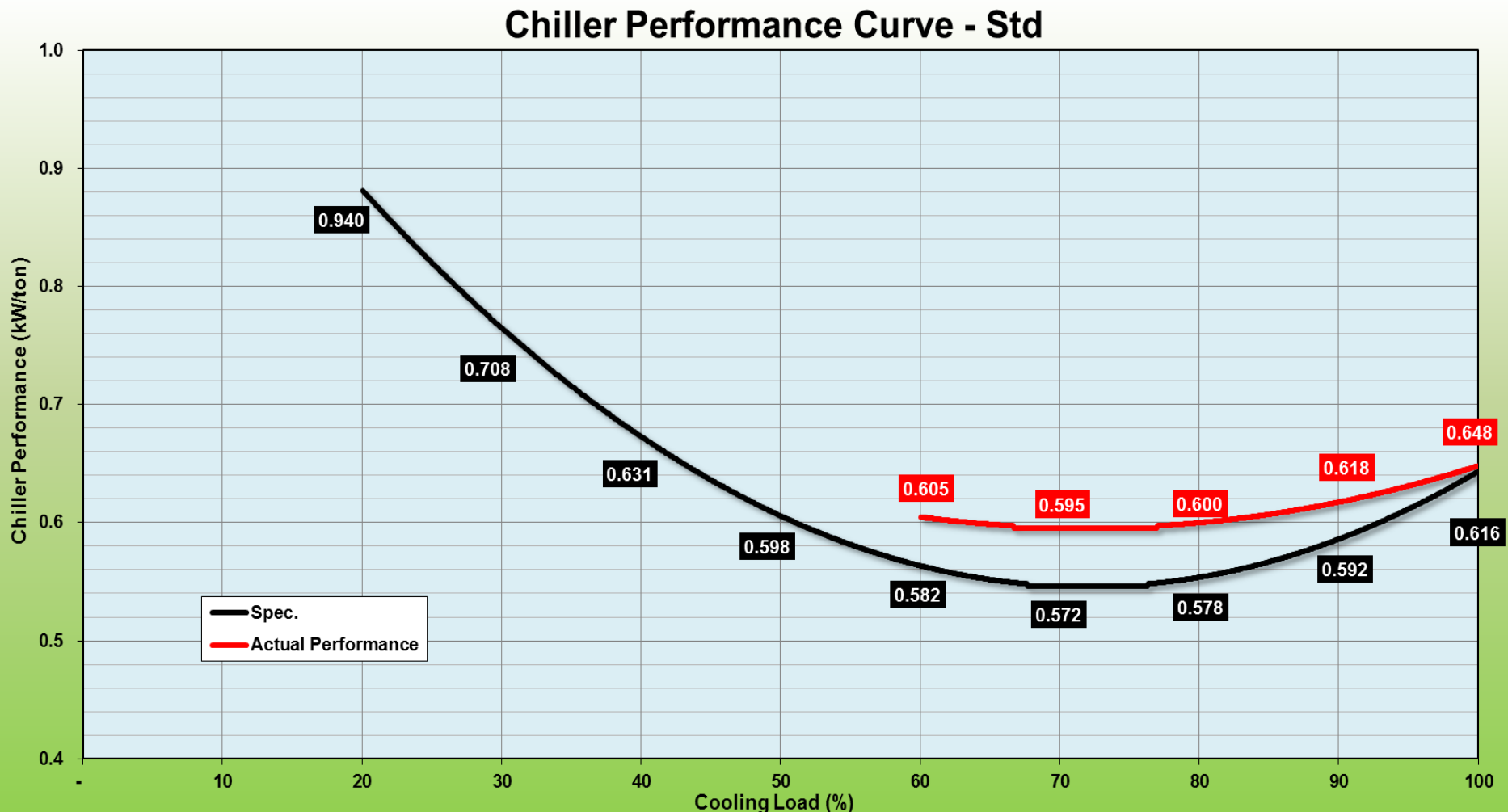
นำค่าทุกค่าจากการตรวจวัดมาปรับค่าให้อยู่ในสภาวะมาตรฐานจะได้กราฟสมรรถนะการใช้พลังงานของเครื่องทำน้ำเย็นตามภาพด้านล่าง



การวิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็น

- สภาวะมาตรฐาน (Standard Condition)

นำมาเทียบกับข้อมูลของผู้ผลิตที่สภาวะมาตรฐาน หรือที่อุณหภูมิ LCDWT 90deg.F และ LCHWT ที่ 45deg.F



มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็น

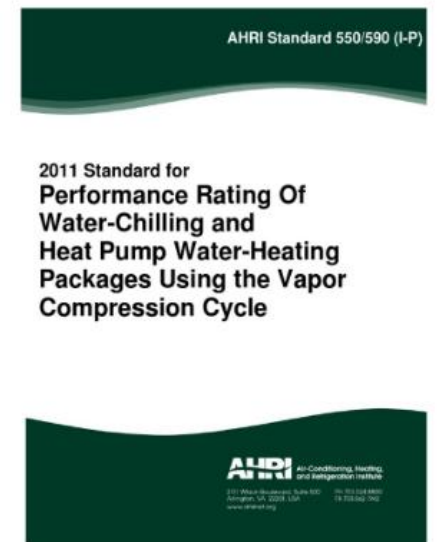
- เกณฑ์และวิธีการวิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็น

1. เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานตามกฎหมายกระทรวง

- ✓ บังคับใช้กับอาคารที่ออกแบบก่อสร้างหรือปรับปรุงใหม่
- ✓ ครอบคลุมกับเครื่องทำน้ำเย็นทุกประเภท
- ✓ กำหนดค่าสมรรถนะการทำความเย็นเฉพาะกรณีโหลดเต็มพิกัด (Full Load)

2. มาตรฐาน AHRI Standard 550-590

- ✓ เป็นมาตรฐานที่ได้รับการยอมรับในสากล
- ✓ บ่งบอกถึงสมรรถนะได้หลายช่วง ตามภาระการทำงานจริง



สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น

ค่า COP สูงจะแสดงถึงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศที่ดี สำหรับค่า COP ที่พิจารณาเฉพาะพลังงานที่ใช้ในคอมเพรสเซอร์ เป็นเพียงค่าที่แสดงประสิทธิภาพของการทำความเย็นเท่านั้น ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ของสมรรถนะของทั้งระบบ (System COP, (SCOP)) จะต้องรวมพลังงานที่จ่ายให้กับพัดลม และเครื่องสูบน้ำด้วย SCOP ที่มีค่าสูงทำให้ระบบปรับอากาศใช้พลังงานน้อย

สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น

1. สัมประสิทธิ์ของสมรรถนะ (Coefficient of Performance)

$$COP = \frac{\text{ผลการทำความเย็นที่ } \textit{evaporator}}{\text{กำลังที่ให้แก่ } \textit{compressor}}$$

2. อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (Energy Efficiency Ratio)

$$EER = \frac{\text{พิกัดทำความเย็น (Btu/hr)}}{\text{กำลังไฟฟ้า (Watt)}}$$

สมรรถนะของเครื่องทำความเย็น

3. สมรรถนะการทำความเย็น (kW/ton)

กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการทำความเย็น (kW)

ความเย็นที่เครื่องทำน้ำเย็นหรือระบบผลิตได้ (ตันความเย็น)

เกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานเครื่องปรับอากาศ ประสิทธิภาพสูง ปี 1996 – 2006

ระดับ ประสิทธิภาพ	ปี 1996 - 2005	ปี 2006
เบอร์ 5	10.6	11.0
เบอร์ 4	9.6	10.6
เบอร์ 3	8.6	9.6

$$\begin{aligned}
 1 \text{ ตันความเย็น} &= 12,000 \text{ BTU/hr} \\
 &= 3024 \text{ kcal/hr} \\
 &= 3.51 \text{ kW.}
 \end{aligned}$$

ประเภท	ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (บิตูต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร)
ห้องนอน	500 - 600
ห้องทำงานทั่วไป	750 - 900
ห้องอาหาร	1,000
ห้องพักคนไข้	600 - 750
ห้องตรวจโรค	600 - 750
ห้องผ่าตัด	1,200 - 1,500
ห้องประชุม	800 - 1,000

$$\text{COP} = 0.293\text{EER} \quad : \text{EER} = 3.413\text{COP}$$

$$\text{kW/ton} = 12/\text{EER} \quad : \text{EER} = 12/(\text{kW/ton})$$

$$\text{kW/ton} = 3.516/\text{COP} \quad : \text{COP} = 3.516/(\text{kW/ton})$$

ประกาศกระทรวงพลังงาน

เรื่อง การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะขั้นต่ำ ค่าประสิทธิภาพการให้ความเย็น และค่าพลังไฟฟ้าต่อต้นความเย็นของระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานในอาคาร พ.ศ. ๒๕๕๒

(๑) เครื่องปรับอากาศขนาดเล็กต้องมีค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะหรืออัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำดังต่อไปนี้

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ (วัตต์)	ค่าสัมประสิทธิ์สมรรถนะ (วัตต์ต่อวัตต์)	อัตราส่วนประสิทธิภาพพลังงาน (บีทียูต่อชั่วโมงต่อวัตต์)
ไม่เกิน ๑๒,๐๐๐	๓.๒๒	๑๑

ประเภทของเครื่องทำน้ำเย็น สำหรับระบบปรับอากาศ		ขนาดความสามารถ ในการทำความเย็น ที่ภาระพิกัดของ เครื่องทำน้ำเย็น (ตันความเย็น)	ค่าพลังไฟฟ้า ต่อตันความเย็น (กิโลวัตต์ต่อตัน ความเย็น)
ชนิดการระบายความร้อน	แบบของเครื่องอัด		
ระบายความร้อนด้วยอากาศ	ทุกชนิด	น้อยกว่า ๓๐๐	๑.๓๓
		มากกว่า ๓๐๐	๑.๓๑
ระบายความร้อนด้วยน้ำ	แบบลูกสูบ	ทุกขนาด	๑.๒๔
	แบบโรตารี แบบสกรู หรือแบบสกรอลล์	น้อยกว่า ๑๕๐ มากกว่า ๑๕๐	๐.๘๙ ๐.๗๘
	แบบแรงเหวี่ยง	น้อยกว่า ๕๐๐ มากกว่า ๕๐๐	๐.๗๖ ๐.๖๒

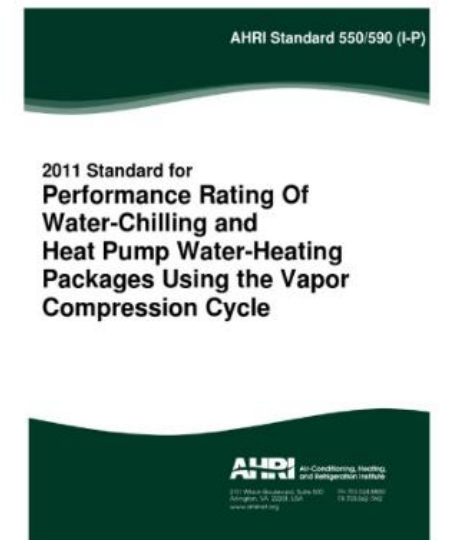
(ข) ส่วนประกอบอื่นของระบบปรับอากาศที่ขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย ระบบระบายความร้อน ระบบจ่ายน้ำเย็น และระบบส่งลมเย็น ต้องมีค่าพลังไฟฟ้าต่อตันความเย็นรวมกันไม่เกิน ๐.๕ กิโลวัตต์ต่อตันความเย็น

ชนิดของ เครื่องทำ น้ำเย็น แบบดูดกลืน	ภาวะพิกัด				ค่าสัมประสิทธิ์ สมรรถนะ
	ด้านน้ำเย็น		ด้านน้ำระบายความร้อน		
	อุณหภูมิ น้ำเย็นเข้า	อุณหภูมิ น้ำเย็นออก	อุณหภูมิ น้ำเข้าเครื่อง ควบแน่น	อุณหภูมิ น้ำออกจาก เครื่องควบแน่น	
	(องศาเซลเซียส)				
ก. ชั้นเดียว	๑๒.๐	๗.๐	๓๒.๐	๓๗.๕	๐.๖๕
ข. สองชั้น	๑๒.๐	๗.๐	๓๒.๐	๓๗.๕	๑.๑๐

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- มาตรฐาน AHRI 550/590

- ✓ พิจารณาสมรรถนะการทำความเย็นโดยใช้อัตราส่วนพลังงานต่อขีดความสามารถในการทำความเย็น ณ สภาวะกำหนด เป็น kW/ton หรือ COP หรือ EER
- ✓ กำหนดวิธีวิเคราะห์ค่าสมรรถนะการทำความเย็นที่ Part Load โดยใช้ค่า IPLV (Integrated Part Load Value) และ NPLV (Non Standard Part-Load Value)
- ✓ วิธีการคำนวณค่า IPLV และ NPLV เป็นค่าที่พิจารณาจากภูมิอากาศและอุณหภูมิใช้งานจริงของสหรัฐอเมริกา
- ✓ กำหนดวิธีการหาค่า Allowable Tolerance ซึ่งนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดจริง



มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- เครื่องทำน้ำเย็นที่รองรับตามมาตรฐาน AHRI 550/590

Scope of the Certification Program

60 Hz Power	
Included in Certification Program	
Water-Cooled	Air-Cooled
All compressor types	All compressor types
Rated up to 2000 tons [7034 kW] at ARI Standard Rating Conditions	Rated up to 200 tons [703 kW] at ARI Standard Rating Conditions
Hermetic & open type, electric motor driven	Hermetic & open type, electric motor driven
Voltages up to 5000 volts	Voltages up to 600 volts
Excluded from Certification Program	
Water-Cooled	Air-Cooled
Condenserless chillers	Condenserless chillers
Evaporatively cooled chillers	Evaporatively cooled chillers
Chillers above 2000 tons [7034 kW]	Chillers above 200 tons [703 kW]
Chillers with voltages above 5000 volts	Chillers with voltages above 600 volts
Chillers powered by other than electric motor drives	Chillers powered by other than electric motor drives
Chillers with motors not supplied with the unit by The manufacturer	Secondary coolant ratings (other than water)
Secondary coolant ratings (other than water)	Free cooling
Free cooling	Heat recovery & heat pump ratings
Heat recovery & heat pump ratings	

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- เครื่องทำน้ำเย็นที่รองรับตามมาตรฐาน AHRI 550/590

50 Hz Power	
Included in Certification Program	
Water-Cooled	Air-Cooled
Centrifugal & screw chillers with continuous unloading	Not applicable
Rated 200 - 1000 tons [703-3517 kW] at ARI Standard Rating Conditions	
Hermetic & open type, electric motor driven	
Voltages up to 5000 volts	
Excluded from Certification Program	
Water-Cooled	Air-Cooled
Scroll & reciprocating compressor chillers with step unloading	Not applicable
Condenserless chillers	
Evaporatively cooled chillers	
Chillers below 200 tons [703 kW]	
Chillers above 1000 tons [3517 kW]	
Chillers with voltages above 5000 volts	
Chillers powered by other than electric motor drives	
Chillers with motors not supplied with the unit by The manufacturer	
Secondary coolant ratings (other than water)	
Free cooling	
Heat recovery & heat pump ratings	

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- มาตรฐาน AHRI 550/590

Integrated Part-Load Value (IPLV), Non-Standard Part-Load Value (NPLV)

- ✓ เป็นค่าสมรรถนะการทำความเย็นที่ Part-Load ณ สภาวะที่กำหนด
- ✓ พิจารณาจากอัตราส่วนน้ำหนักของโอกาสเกิด Part Load ที่ค่าต่าง ๆ ดังนี้

- 100 % = 0.01 หรือ 1%
- 75 % = 0.42 หรือ 42%
- 50 % = 0.45 หรือ 45%
- 25 % = 0.12 หรือ 12%

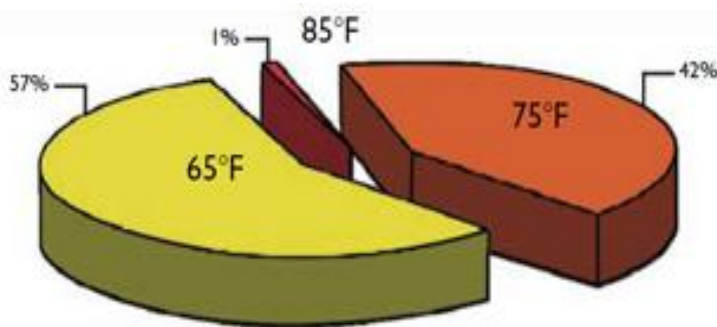
For COP or EER

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

For kW/ton

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

โดยที่ : A,B,C,D เป็นค่า COP,EER หรือ kW/ton ที่ 100%,75%,50% และ 25% ตามลำดับ



มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- มาตรฐาน AHRI 550/590

Table 3. Part-Load Conditions for Rating				
	IPLV		NPLV	
<i>Evaporator (All Types)</i>				
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 · ft ² · °F/Btu	0.000018 m ² · °C/ W	As Specified	As Specified
<i>¹Water-Cooled Condenser</i>				
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 · ft ² · °F/Btu	0.000044 m ² · °C/ W	As Specified	As Specified

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

- มาตรฐาน AHRI 550/590

เป็นการอ้างอิงถึงช่วงที่ยอมรับได้ของผลการทดสอบสมรรถนะในแต่ละภาระโหลดความเย็น โดยใช้ค่าสัดส่วนการเบี่ยงเบน (%Tolerance) ตามมาตรฐานของ AHRI 550/590 ในการอ้างอิง

5.6 Tolerances.

5.6.1 Allowable Tolerances. The allowable test tolerance on capacity, tons [kW], EER, COP, Power Input per Capacity kW/ton [kW/kW] and heat balance shall be determined from the following equation:

Tolerance %

$$= 10.5 - (0.07 \times \% \text{FL}) + \left(\frac{E}{\text{DT}_{\text{FL}} \times \% \text{FL}} \right)$$

DT_{FL} = Difference between entering and leaving chilled water temperature at full load, °F [°C]

E = 1500 for IP, [833.3] for SI units

ARI 550/590 Std.

DTFL = 10 deg.F

%FL	%Tol.design
100	5.00
90	5.87
80	6.78
70	7.74
60	8.80
50	10.00
40	11.45
30	13.40
20	16.60

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะการทำความเย็น

ความสัมพันธ์ระหว่างผลต่างอุณหภูมิกับ % Tolerance ที่ Full Load (สำหรับ IPLV และ NPLV)

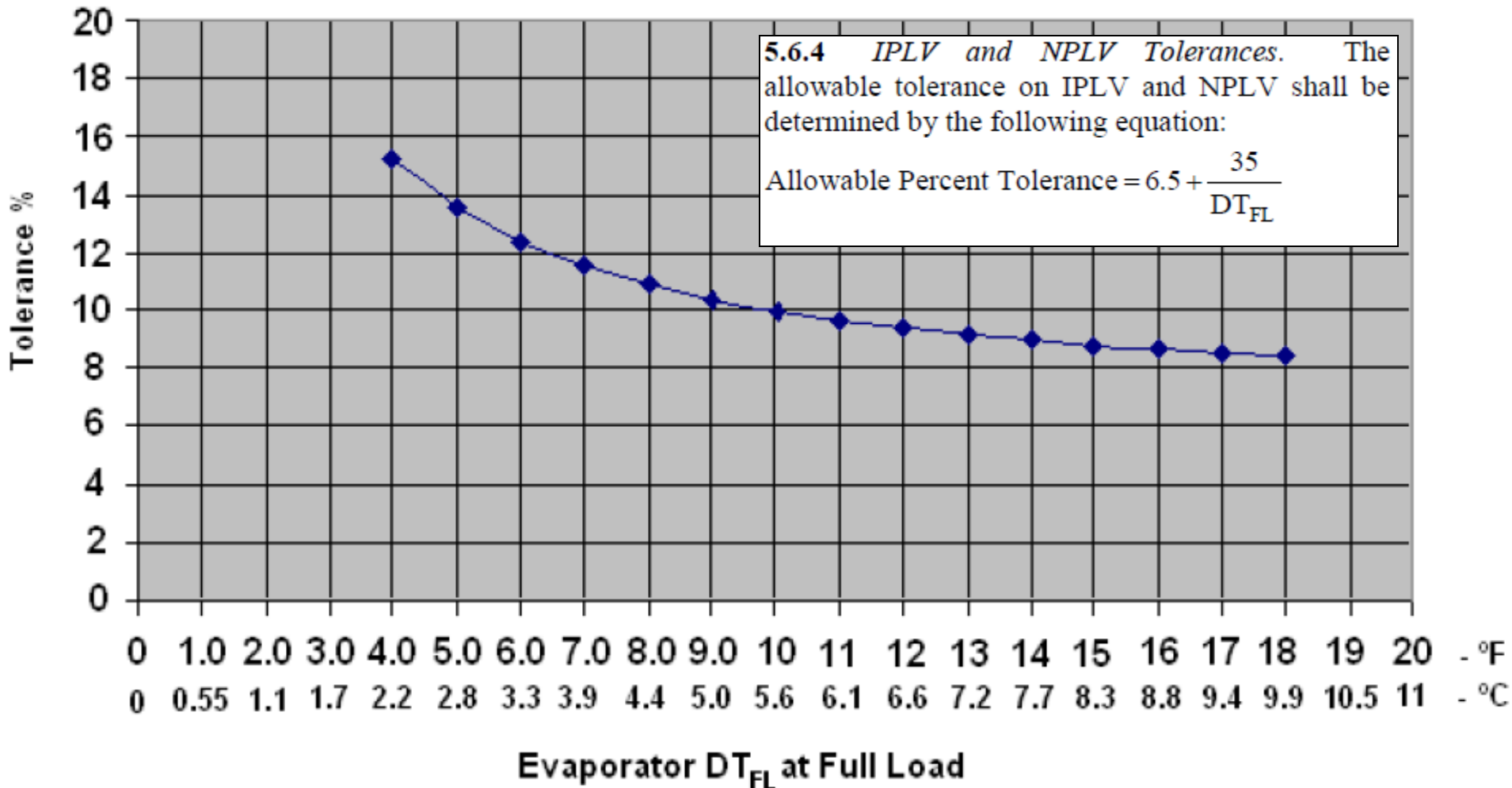
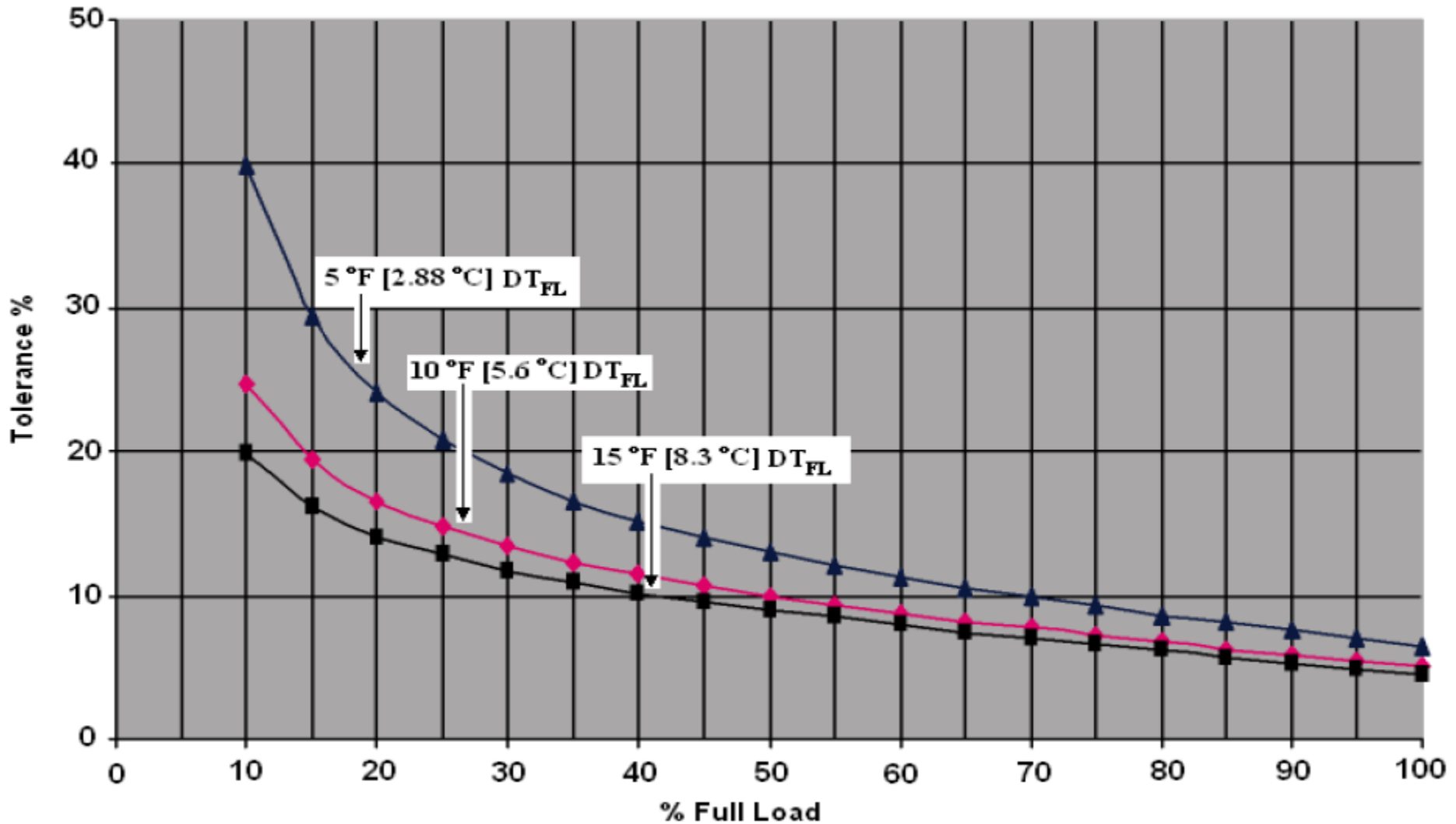


Figure 4. IPLV and NPLV Tolerance Curve

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

ผลต่างอุณหภูมิ ที่สัมพันธ์กับ % Tolerance และ % Full Load



มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

ตัวอย่างการคำนวณ

Part-Load Example in kW/ton (in IP Units only for clarity):

Rated Part-Load Performance

50% capacity	=	50 tons
50% power	=	35 kW
Total Power Input per Ton	=	0.70 kW/ton
Full Load DT _{FL}	=	10°F

ข้อมูลจาก spec เครื่อง และค่าออกแบบ

Allowable Test Performance

$$\begin{aligned}\text{Tolerance} &= 10.5 - (.07 \times 50) + \frac{(1500)}{10 \times 50} \\ &= 10.5 - 3.5 + 3 = 10\%\end{aligned}$$

Max. allowable Total Power Input per Ton

$$\begin{aligned}&= \frac{(100 + 10\%)}{100} \times .70 \\ &= 0.77 \text{ kW/ton}\end{aligned}$$

การคำนวณหาค่าที่ยอมรับได้

มาตรฐานอ้างอิงสำหรับการวิเคราะห์สมรรถนะทำความเย็น

Allowable Tolerances

%Tolerance curve (ARI550/590) - Std

