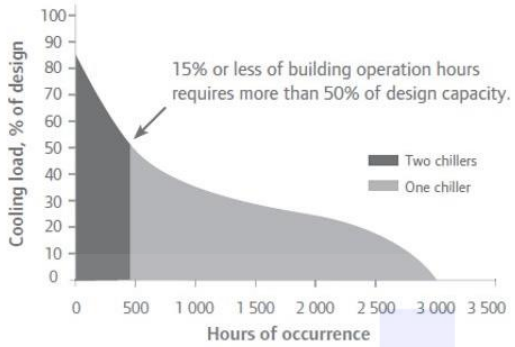
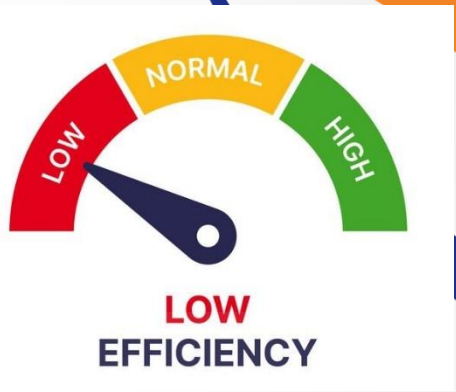
การประหยัดพลังงานในระบบทำน้ำเย็นด้วยระบบควบคุมอย่างง่าย

อนุศักดิ์ เผือกเกษม
กลุ่มวิจัย EnConLab
3 เมษายน 2567

EnConLAB
Energy Conservation Laboratory

การประหยัดพลังงานในระบบทำน้ำเย็น ด้วยระบบควบคุมอย่างง่าย





- เครื่องทำน้ำเย็นใช้พลังงานสูง
- ส่วนใหญ่ภาระต่ำ และประสิทธิภาพไม่ดี

- คนก็บริหารได้ แต่ระบบทำได้มากกว่า
- อุปกรณ์ควบคุม หาง่ายและราคาถูก

ระบบควบคุมอย่างง่าย

- เพิ่มประสิทธิภาพระบบ และประหยัดพลังงาน
- บันทึกติดตามการทำงานได้
- วิเคราะห์ความผิดปกติต่าง ๆ ได้

Temperature

Mini PC

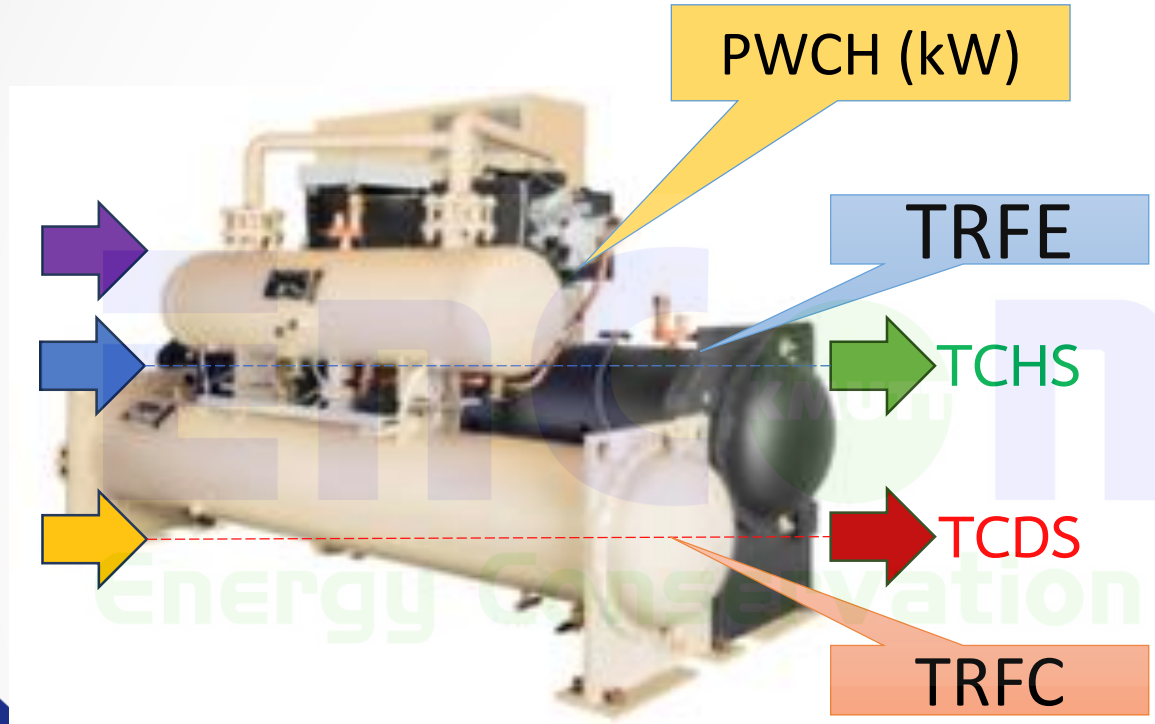
FLOW

Power Meter

EnConLab KMUTT Energy Conservation Laboratory

LOW COST AND SIMPLE CHILLER PLANT MANAGER

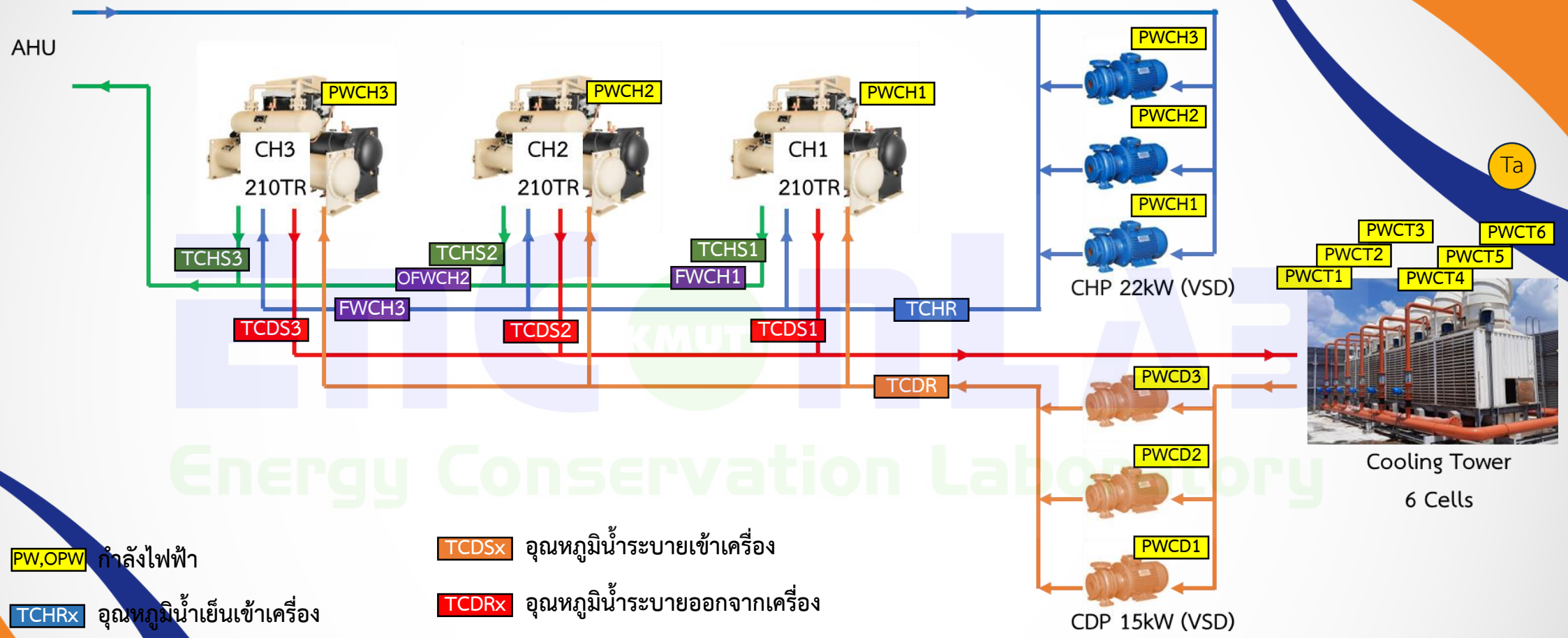
ตัวแปรที่สนใจ



เครื่องจักรอื่น

- กำลังไฟฟ้าของเครื่องจักรอื่น
- อุณหภูมิน้ำเข้า-ออกจาก หอผึ่งน้ำ
- อากาศแวดล้อม (Temp. , %RH)
- อากาศแวดล้อม Wet bulb

ตัวแปร	รหัส
อุณหภูมิน้ำเย็นจ่าย	TCHS
อุณหภูมิน้ำเย็นกลับ	TCHR
อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนออก	TCDS
อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนกลับ	TCDR
อุณหภูมิน้ำยาด้านเย็น	TRFE
อุณหภูมิน้ำยาด้านร้อน	TRFC
อัตราการไหล	FWCH
กำลังไฟฟ้า	PWCH
ตันความเย็น	ton



PW,OPW กำลังไฟฟ้า

TCHRx อุณหภูมิน้ำเย็นเข้าเครื่อง

TCHSx อุณหภูมิน้ำเย็นออกจากเครื่อง

Ta อากาศแวดล้อม

TCDSx อุณหภูมิน้ำระบายเข้าเครื่อง

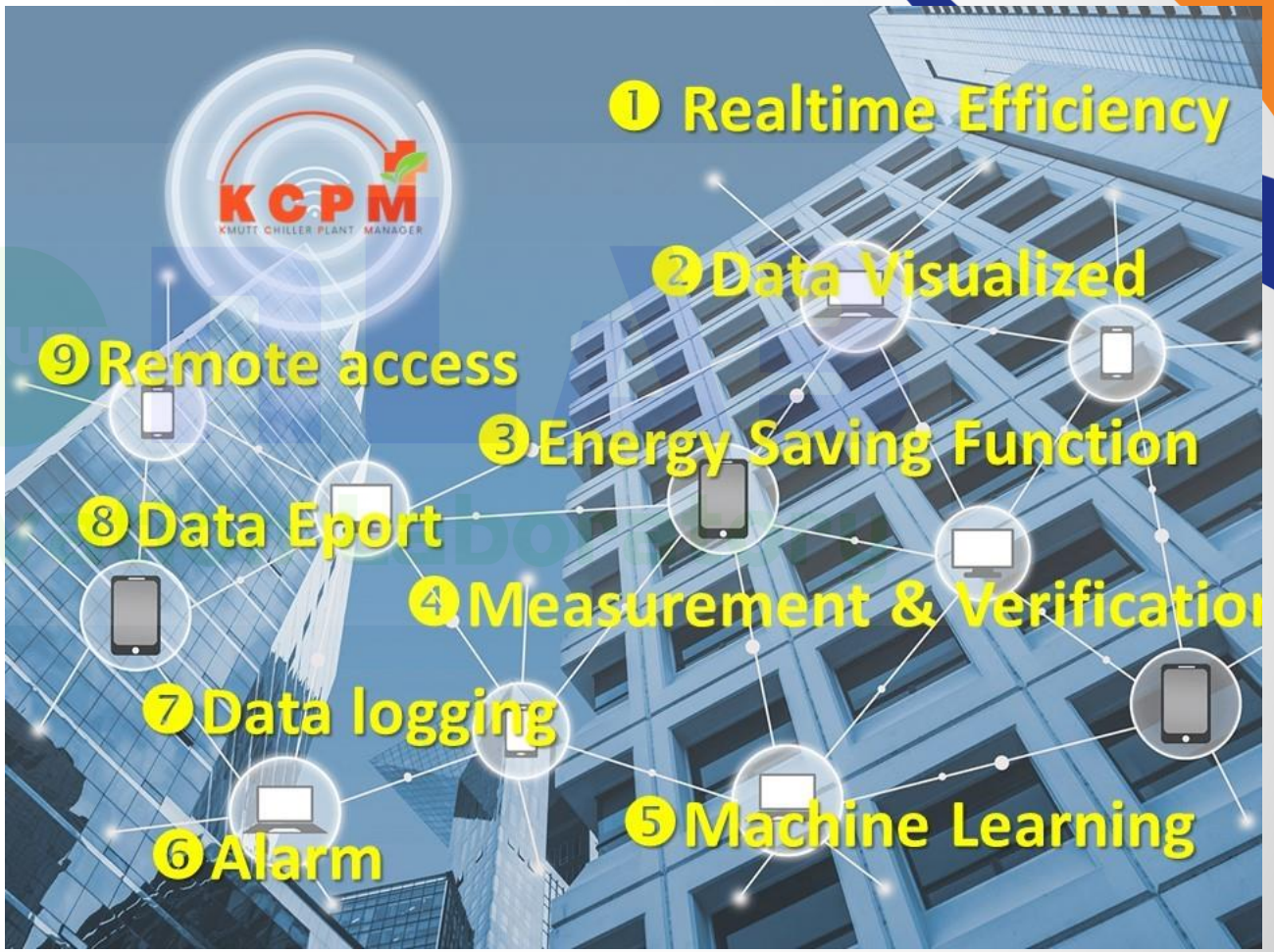
TCDRx อุณหภูมิน้ำระบายออกจากเครื่อง

FWCHx อัตราการไหลน้ำเย็น

สิ่งที่ระบบจะให้ได้

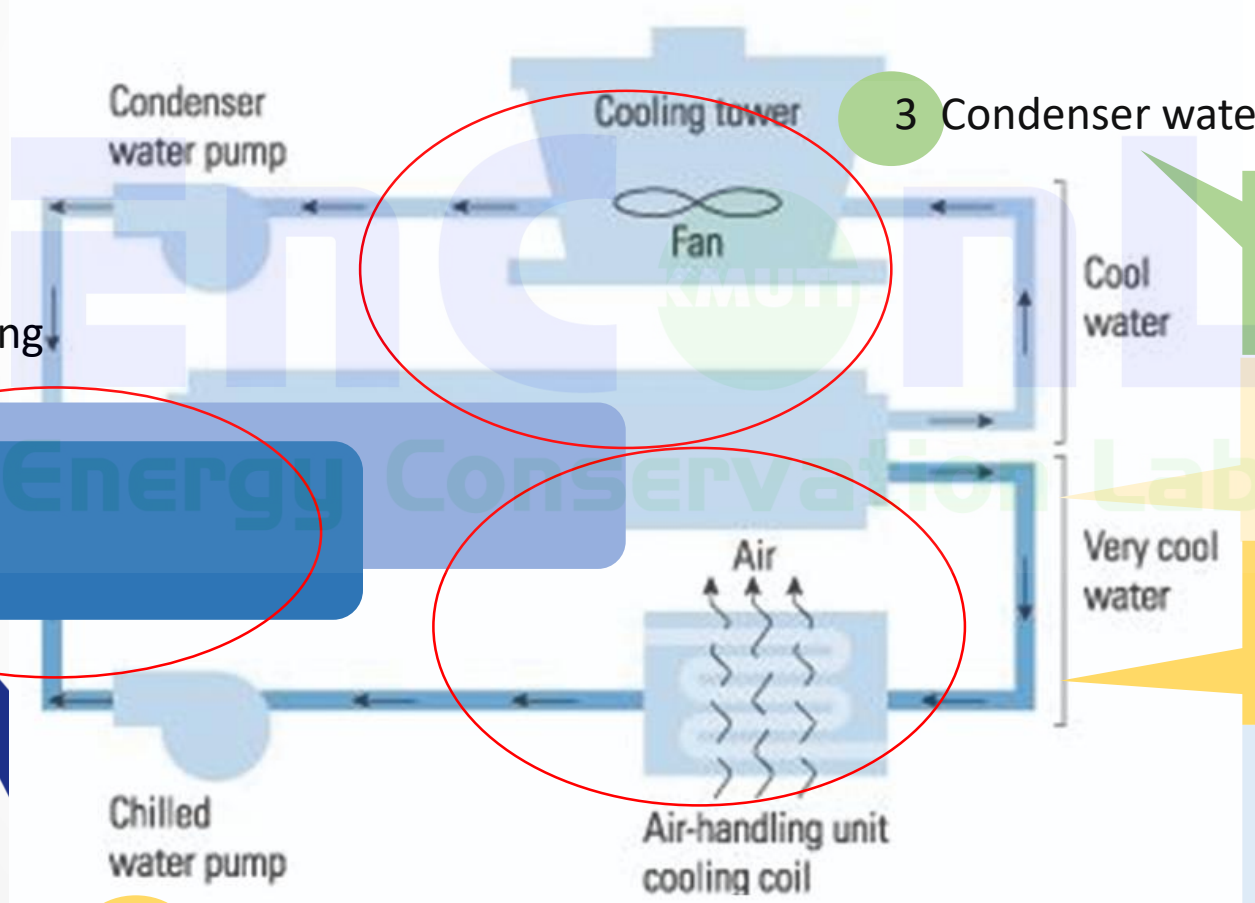
- ติดตามข้อมูลการทำงาน
- พฤติกรรมของตัวแปร ผลกระทบระหว่างตัวแปร
- การใช้พลังงาน ประสิทธิภาพ
- การประหยัดพลังงาน
  - ❑ ปรับตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็น
  - ❑ ปรับอัตราการไหลของปั๊มน้ำหรือพัดลมหอผึ่งน้ำให้เหมาะสมกับโหลด
  - ❑ เดินเครื่องที่มีประสิทธิภาพสูง
  - ❑ เดินจำนวนที่ให้เกิดประสิทธิภาพของระบบสูงสุด

KCPM
ระบบบริหารจัดการ
ระบบผลิตน้ำเย็นราคาต่ำ
และใช้งานง่าย
ด้วยเทคโนโลยี IoT
Version 2.0


KCPM
KMUTT CHILLER PLANT MANAGER
1 Realtime Efficiency
2 Data Visualized
9 Remote access
3 Energy Saving Function
8 Data Eport
4 Measurement & Verificatio
7 Data logging
5 Machine Learning
6 Alarm

ฟังก์ชันประหยัดพลังงาน

How does CPMS save energy?



1 Chiller load sharing

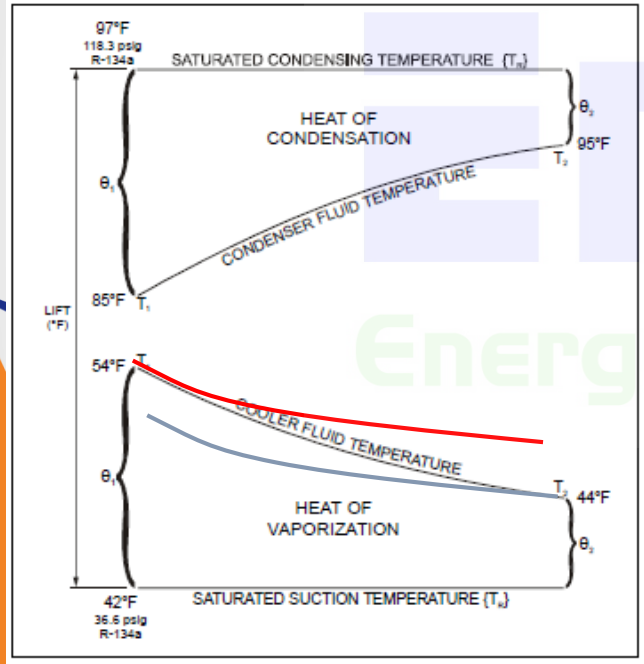
2 Chilled water circuit

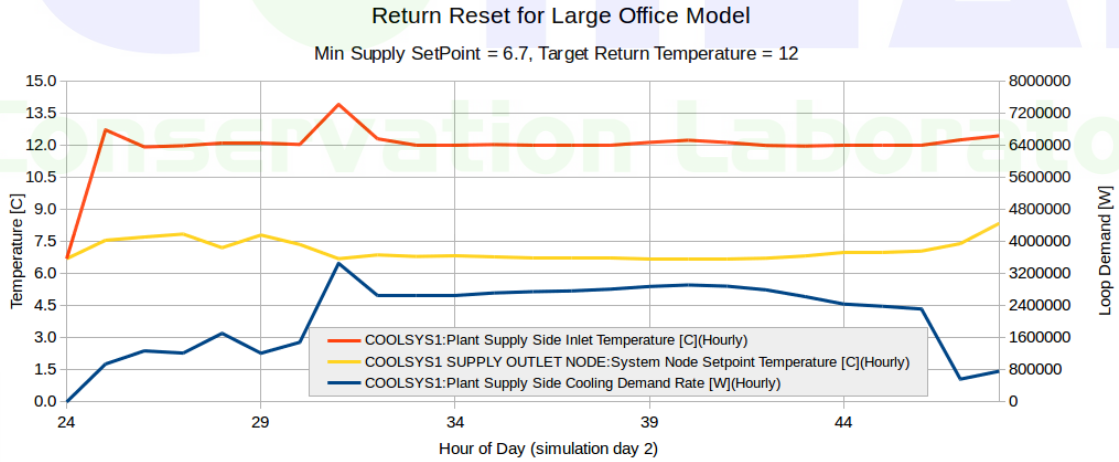
3 Condenser water circuit

- Condenser water flow and fan optimization ✓
- Chiller Sequencing
- Optimal Load Sharing
- Chilled Water Temperature Reset ✓
- Chilled Water flow Control ✓
- Automatic Control ✓
- Monitoring and Reporting ✓

CHILLED WATER TEMPARATURE RESET

- W02: Chilled-water temperature reset – to maintain the chiller running at a more efficient part load ratio, increasing the chilled-water set point by 0.5 °F when all the valves are less than 90% open, or decreasing the set point by ½ degree when any valve is more than 90% open. Compared to the constant set point temperature at 44°F for the baseline building, this measure changes the set point temperature at the chilled-water loop between 44°F and 50°F.

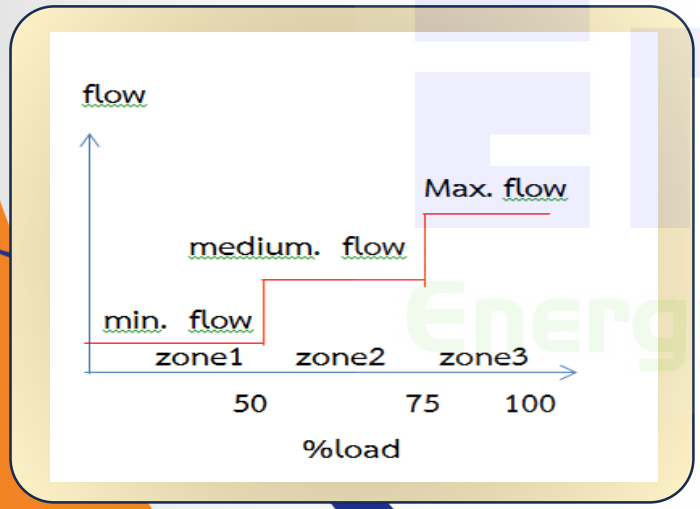




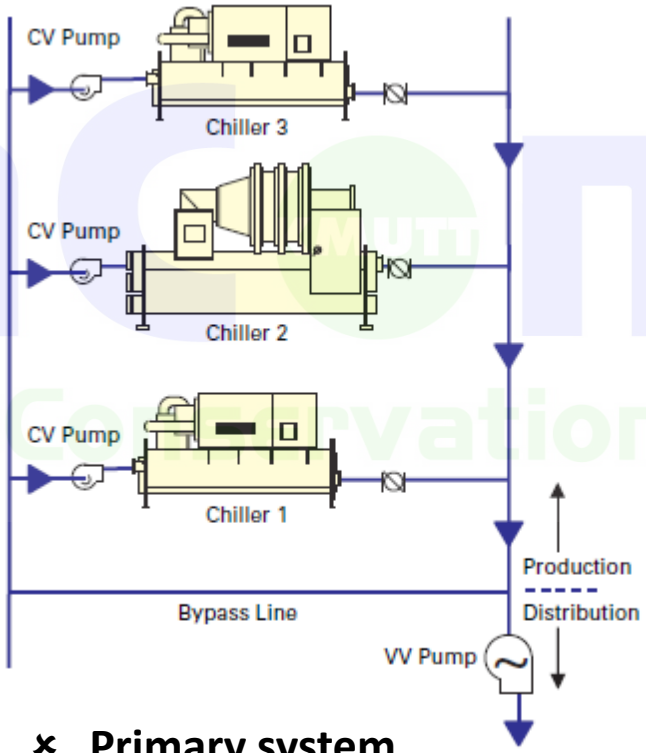
- Saving of chilled water temperature reset 1-5 %

✓ **RETURN TEMPERATURE**
✓ **DAY/NIGHT SETPOINT**

CHILLED WATER FLOW CONTROL (WITH PUMP VSD)



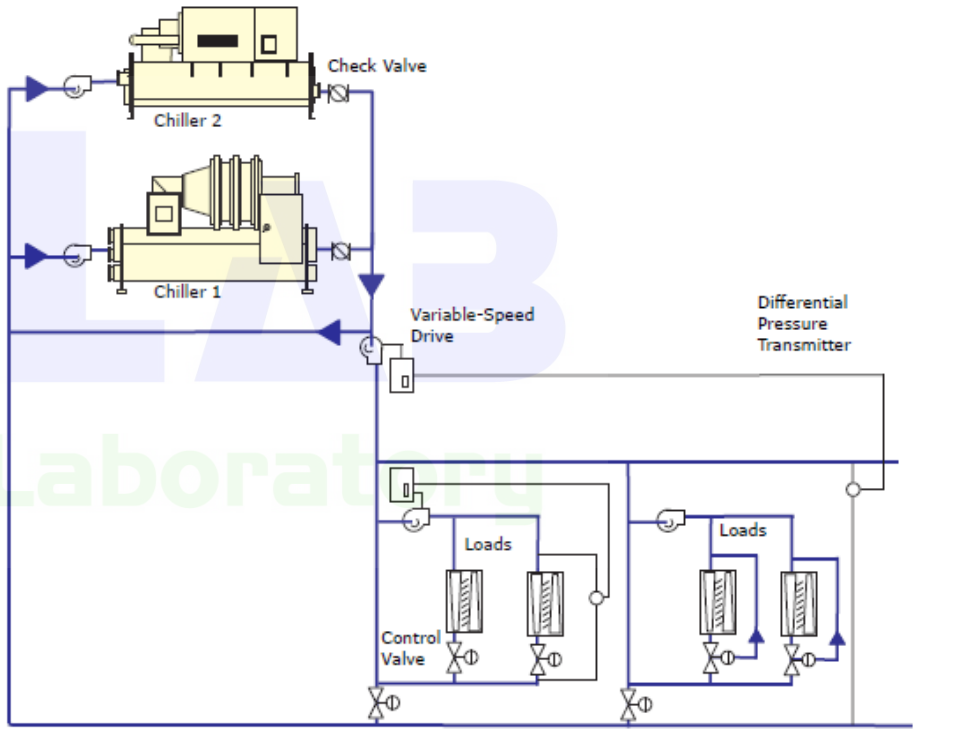
STEP PRIMARY FLOW



× Primary system

✓ Variable Primary Flow system

✓ Primary system with Step Flow

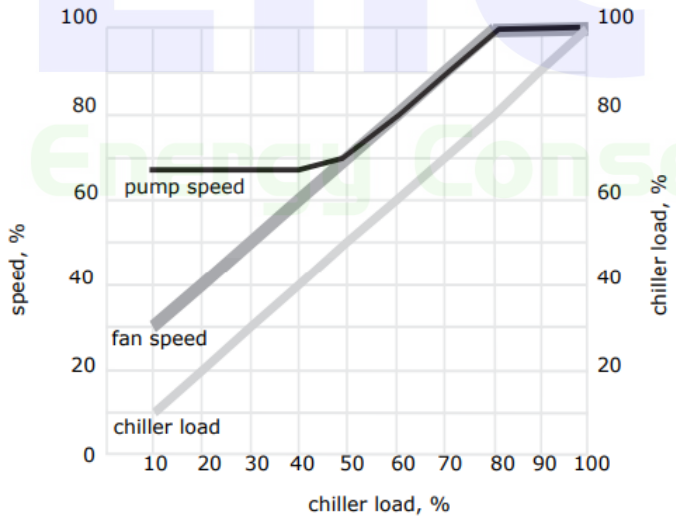


✓ Primary/Secondary system

VARY WITH LOAD CONDENSER PUMP/FAN CONTROL

System Controls

Figure 55. Effect of chiller load on water pumps and cooling tower fans

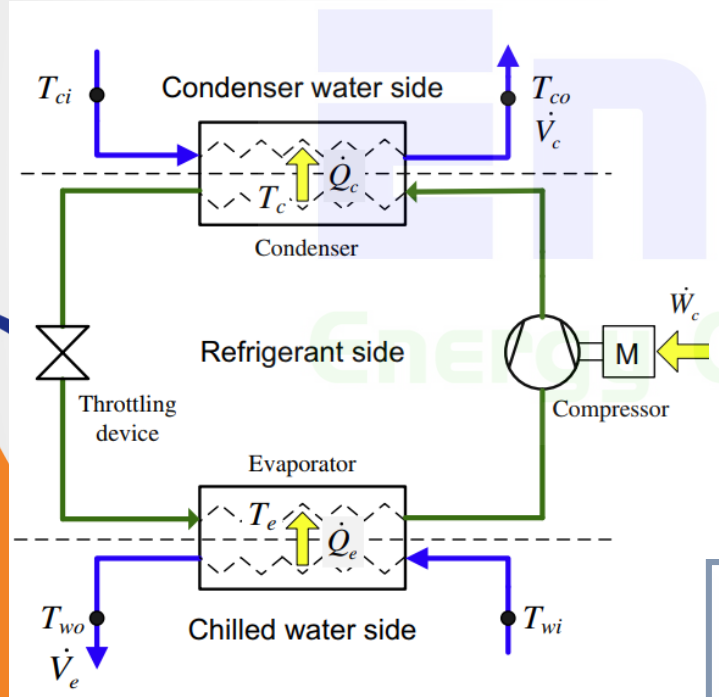


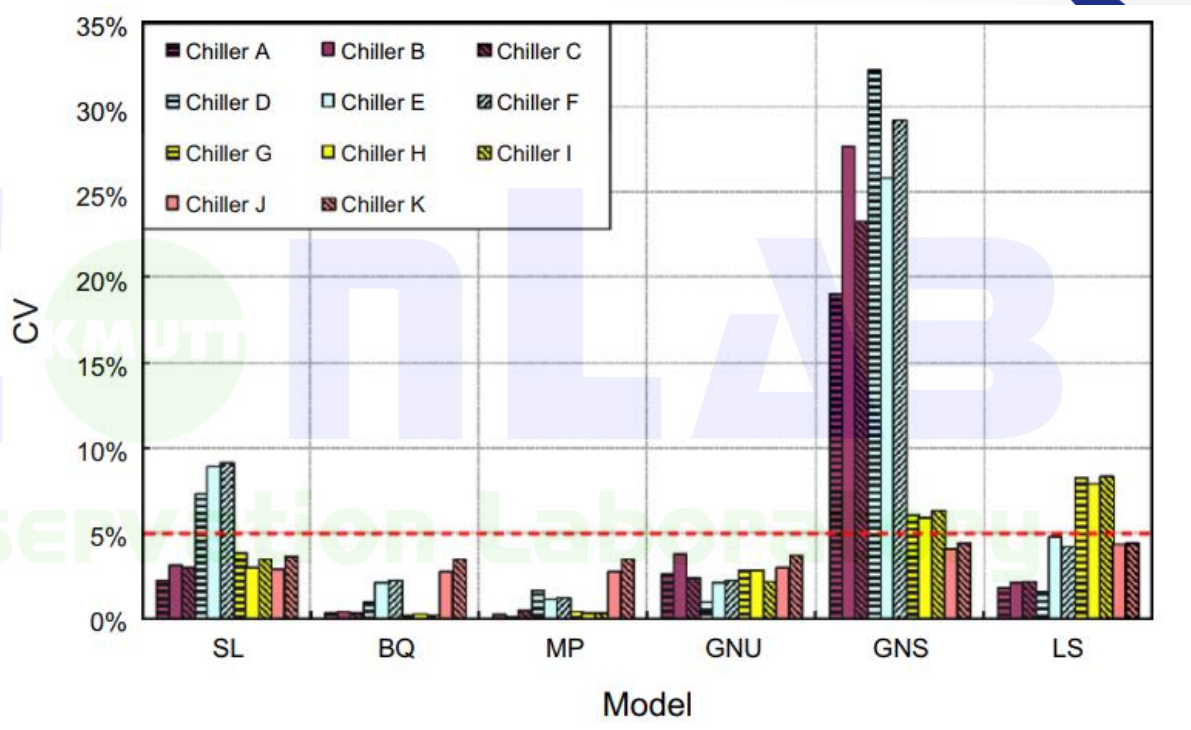
The June 2006 *ASHRAE Journal* article, "Prescription for Chiller Plants," (Baker, Roe, and Schwedler) details a chilled-water plant with variable-speed condenser water pumps.

VARY CT FAN SPEED WITH APPROACH TEMP

2. Chiller Models

POWER = f(Q , Tc ,Tw)





Multivariate polynomial regression model (MP model)

$$\text{POWER} = \beta_0 + \beta_1 \dot{Q}_e + \beta_2 T_{wi} + \beta_3 T_{ci} + \beta_4 \dot{Q}_e^2 + \beta_5 T_{wi}^2 + \beta_6 T_{ci}^2 + \beta_7 \dot{Q}_e T_{wi} + \beta_8 \dot{Q}_e T_{ci} + \beta_9 T_{wi} T_{ci}$$

ฟังก์ชันประหยัดพลังงานของระบบ

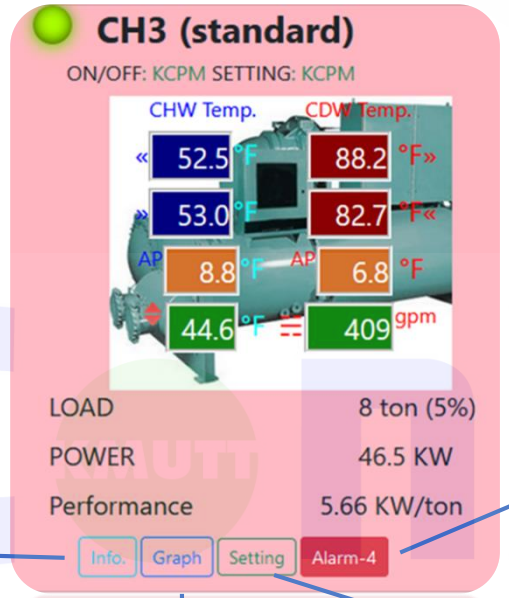
อุปกรณ์	Energy Saving Function
Chiller	1. Chilled water temperature reset
Chilled water pump	1. Step Primary Flow
Condenser water pump	1. Vary with load
Cooling Tower	1. Vary with load 2. Approach temp

EnCon LAB Energy Conservation Laboratory

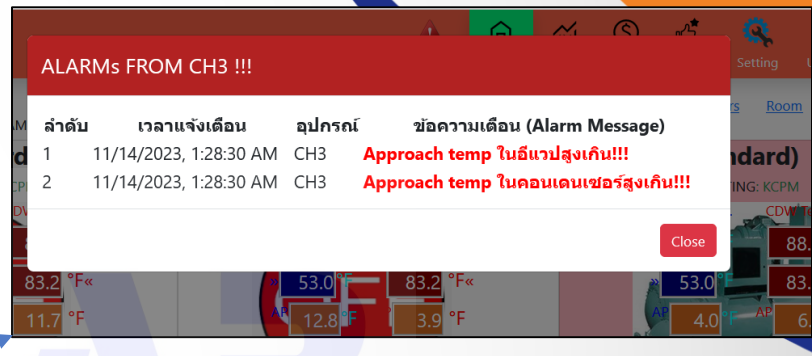
สเปคอุปกรณ์ สถานะการควบคุม

ควบคุม Chiller

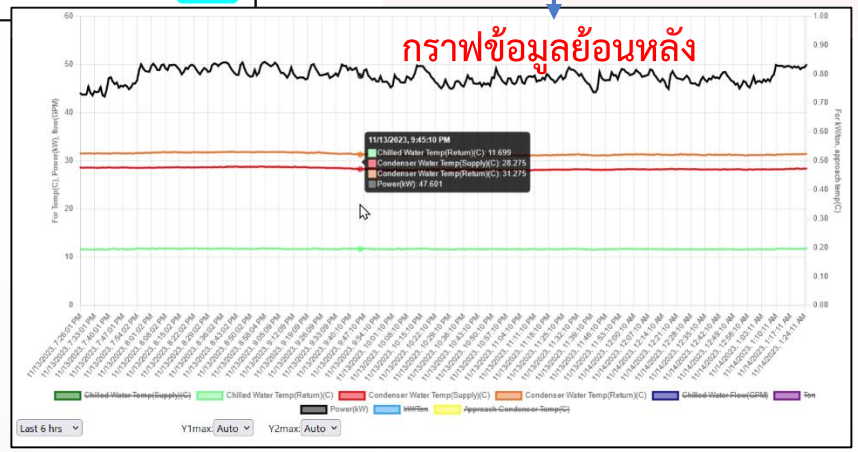
- Local / KCPM
- Manual / Auto



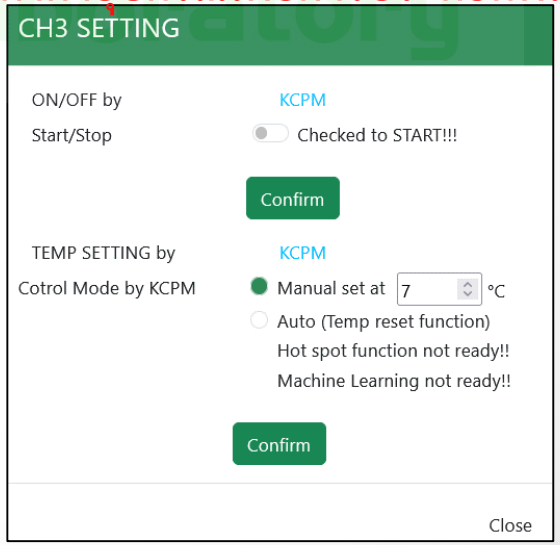
แจ้งเตือนรายอุปกรณ์



กราฟข้อมูลย้อนหลัง



ตั้งค่าอุปกรณ์เพื่อการประหยัดพลังงาน

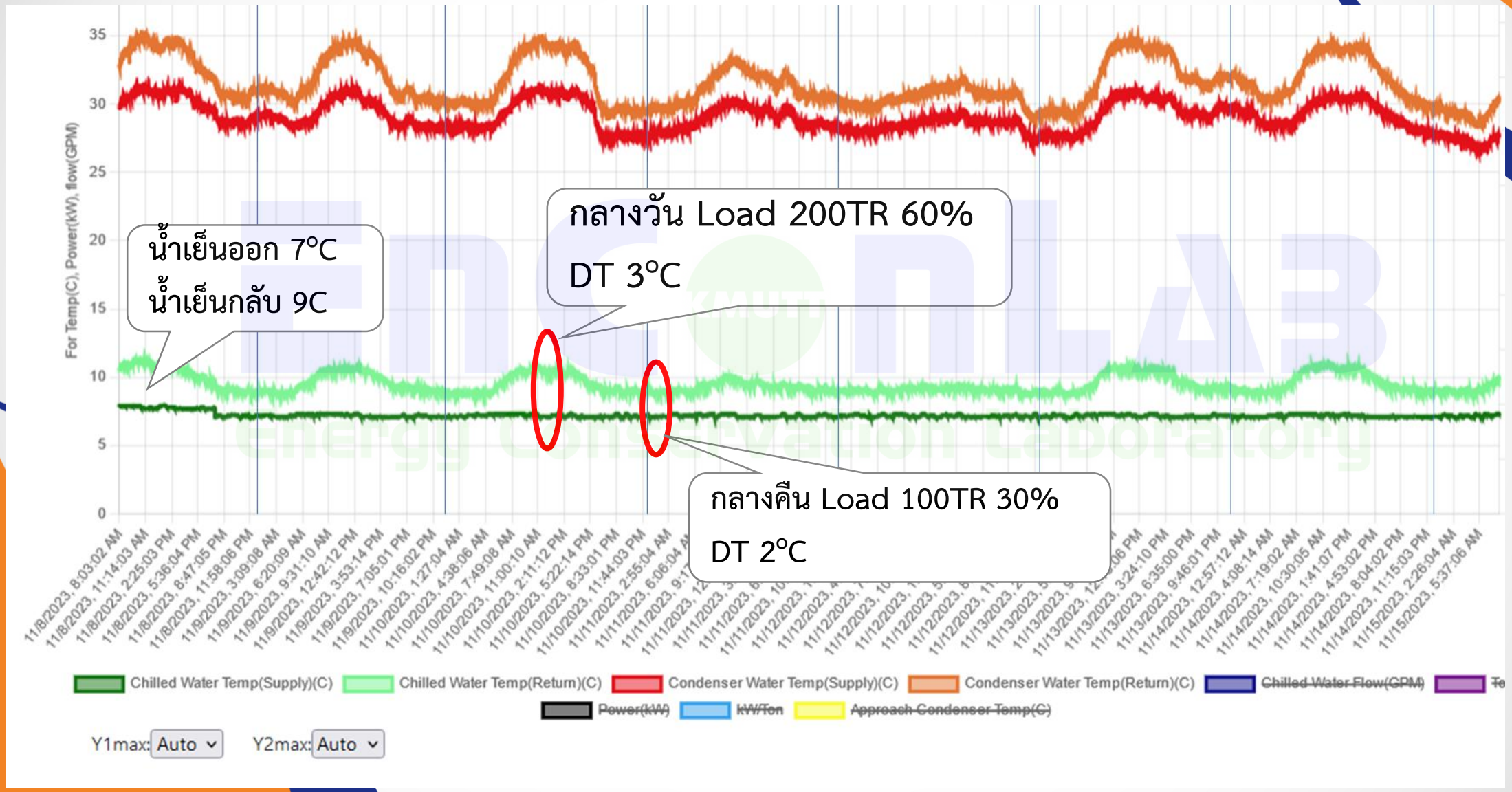


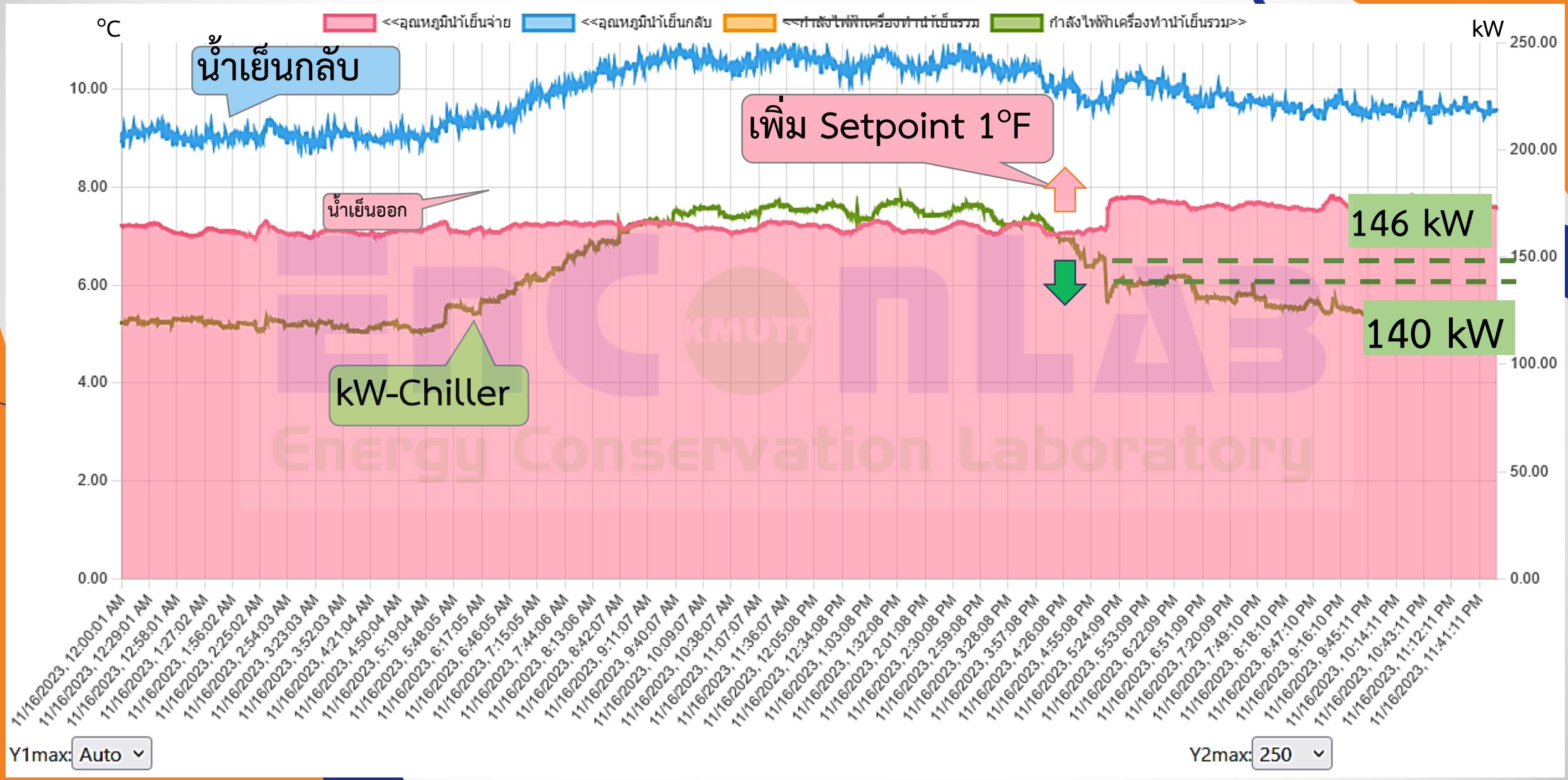
กรณีศึกษา
การใช้โปรแกรมควบคุม

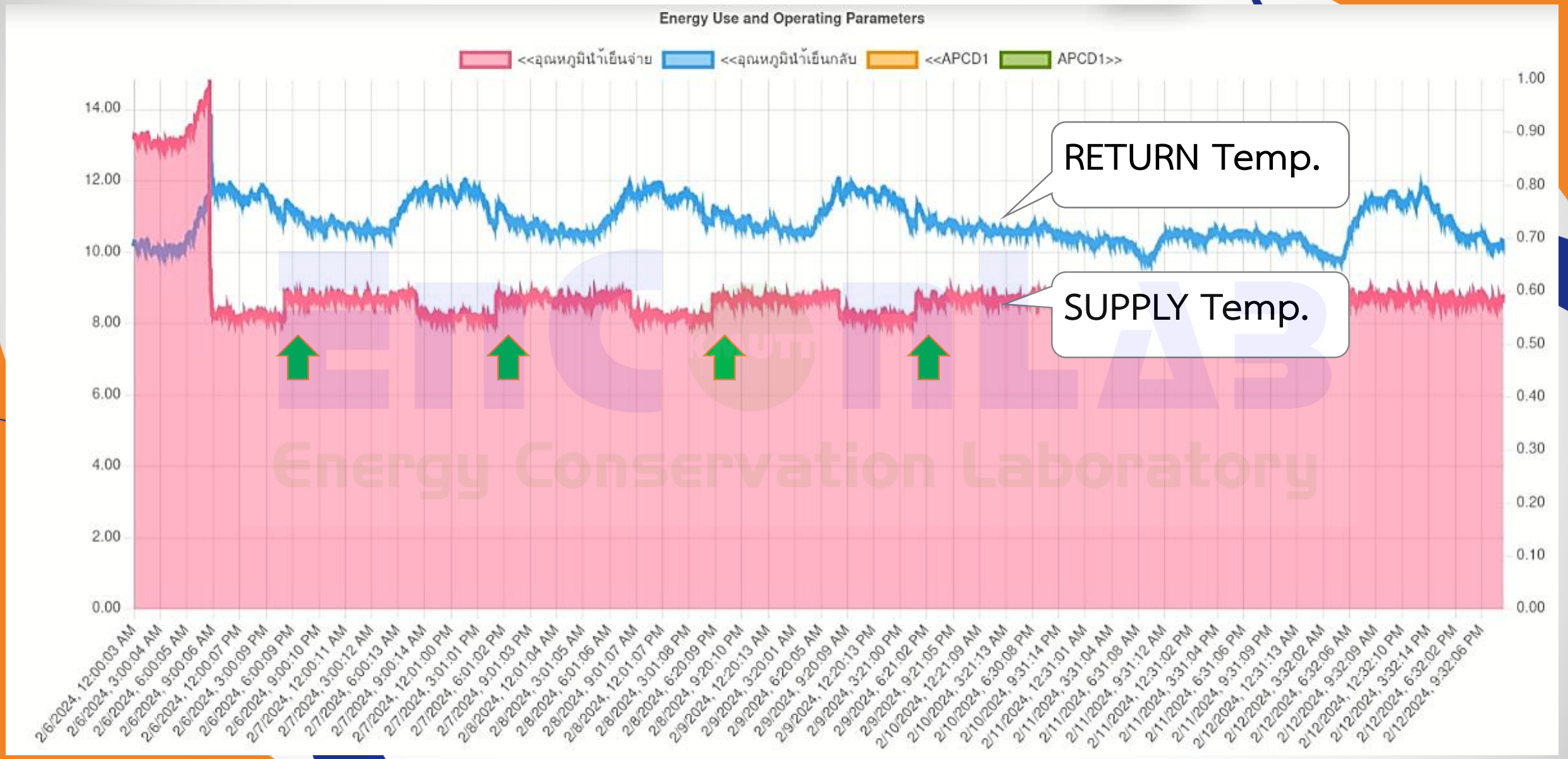
1. การตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นตามช่วงเวลา
2. ลดอัตราการไหลของน้ำเย็นด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ

1. การตั้งค่าอุณหภูมิน้ำเย็นตามช่วงเวลา

กรณีภาระระบบปรับอากาศแตกต่างกัน ระหว่างกลางวันและกลางคืน สามารถทำ Temp. reset ได้

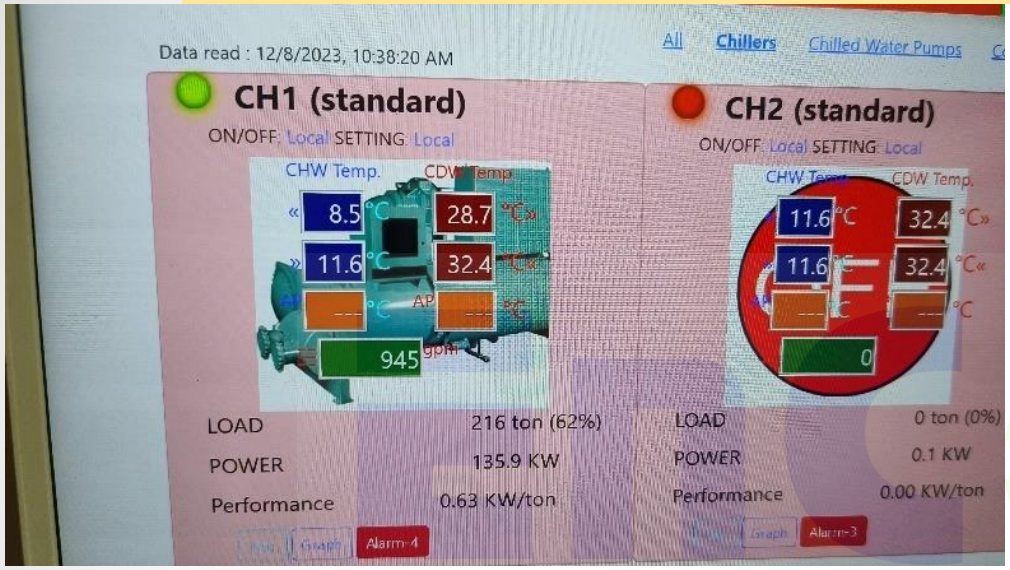

น้ำเย็นออก 7°C
น้ำเย็นกลับ 9C
กลางวัน Load 200TR 60%
DT 3°C
กลางคืน Load 100TR 30%
DT 2°C
For Temp(C), Power(kW), flow(GPM)
Chilled Water Temp(Supply)(C)
Chilled Water Temp(Return)(C)
Condenser Water Temp(Supply)(C)
Condenser Water Temp(Return)(C)
Chilled Water Flow(GPM)
Power(kW)
kW/Ton
Approach Condenser Temp(C)
Y1max: Auto
Y2max: Auto

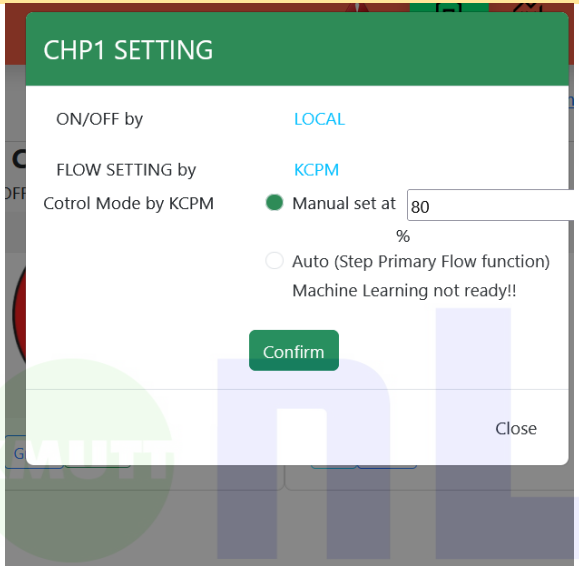

°C
kW
<<อุณหภูมิน้ำเย็นจ่าย
<<อุณหภูมิน้ำเย็นกลับ
<<กำลังไฟฟ้าเครื่องทำน้ำเย็นรวม
กำลังไฟฟ้าเครื่องทำน้ำเย็นรวม>>
น้ำเย็นกลับ
เพิ่ม Setpoint 1°F
น้ำเย็นออก
146 kW
140 kW
kW-Chiller
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
Y1max: Auto
Y2max: 250



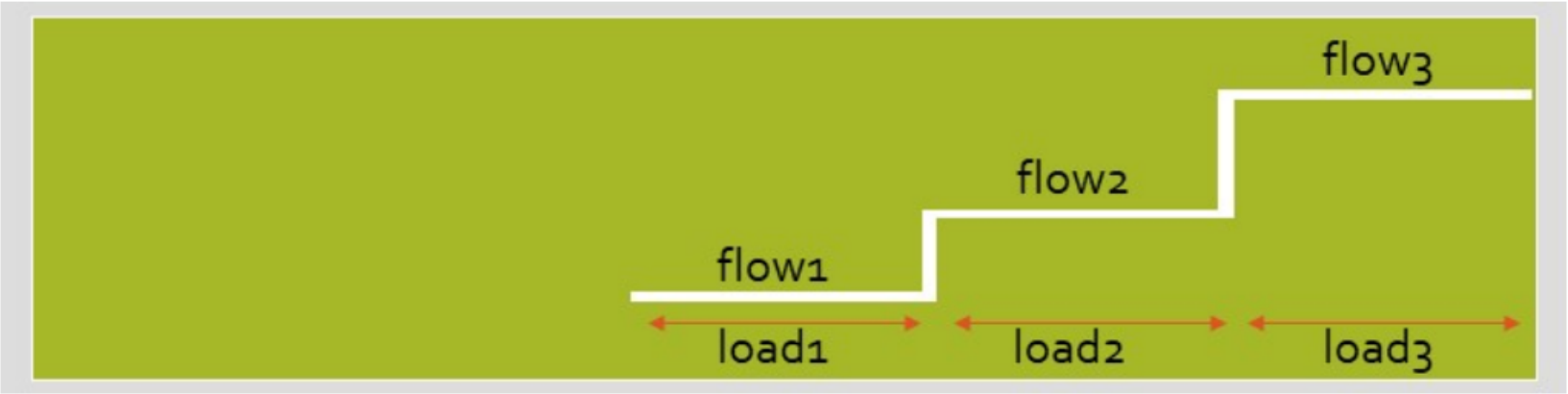
ECL LAB
Energy Conservation Laboratory

2.ลดอัตราการไหลของน้ำเย็นด้วยอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ

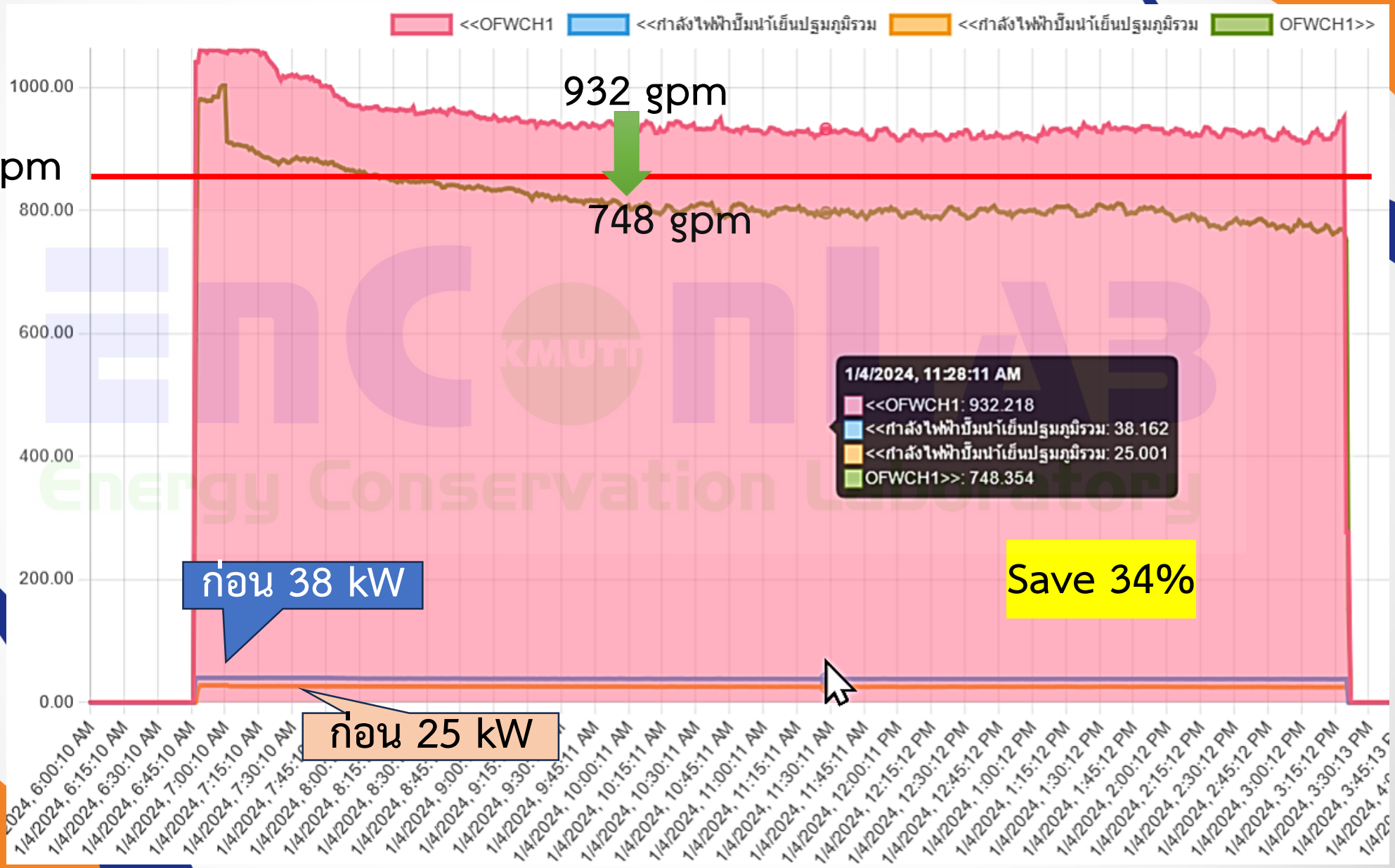




Function1: Step Primary Flow



Rated = 840gpm

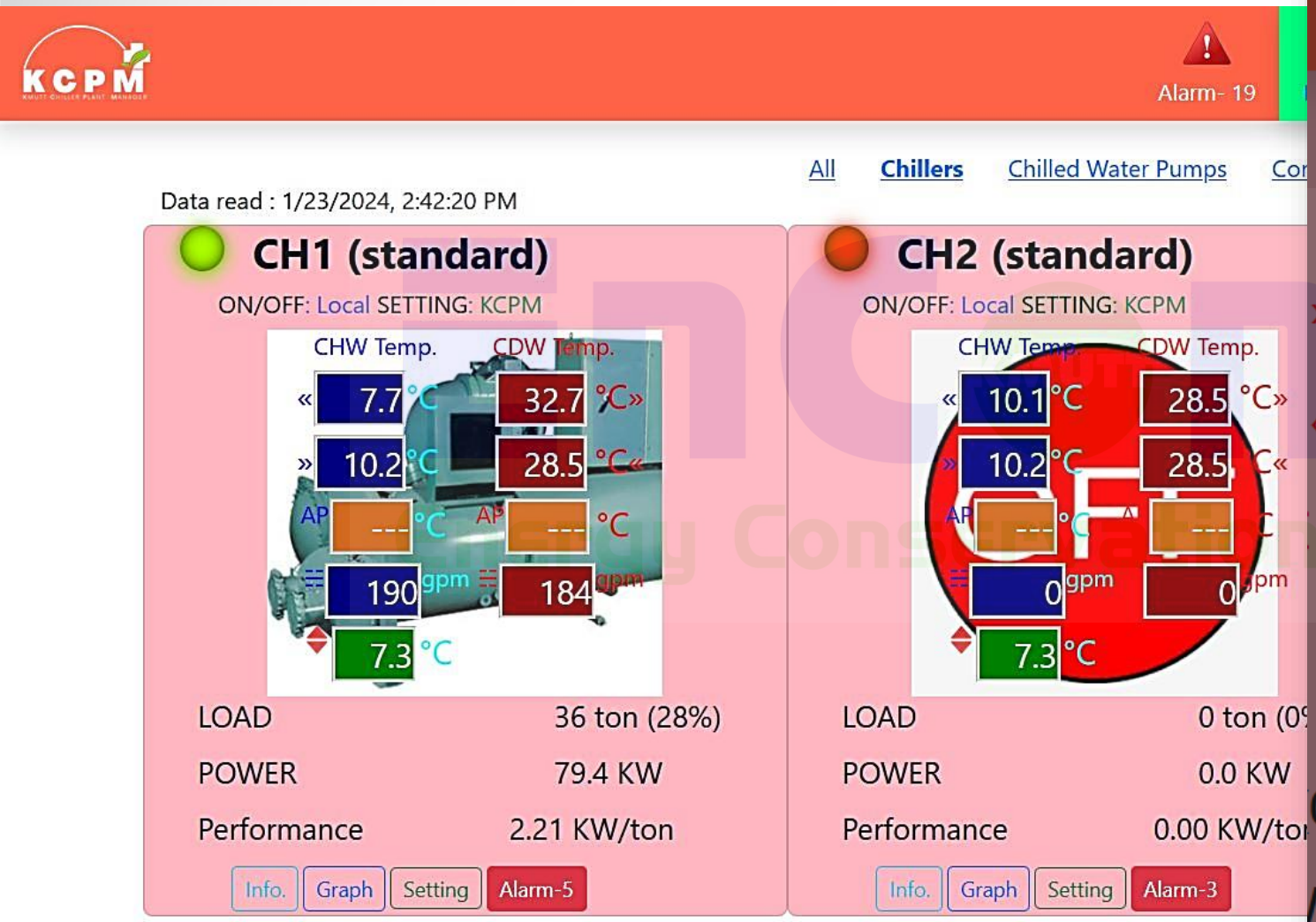


กรณีศึกษา
ตัวอย่าง โปรแกรมให้ข้อมูล

1. เดินชุดที่ประสิทธิภาพสูง
2. จัดเครื่องเดินให้เหมาะสมกับโหลด
3. การจัดการเดินปั๊มน้ำเย็นให้เหมาะสมกับโหลด
4. การจัดการเดินปั๊มน้ำระบายความร้อนให้เหมาะสมกับโหลด
5. การจัดการเดินหอผึ่งน้ำให้เหมาะสม

ECON LAB
Energy Conservation Laboratory

1. เดินชุดที่ประสิทธิภาพสูง

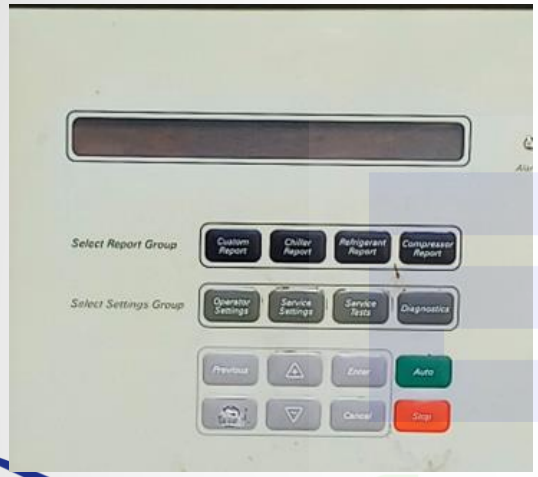


Rated 130 ton Flow 312GPM

CH1 DATA

no.	รายการ	ค่า
1	รุ่น	ZUW220AM
2	ประเภท	standard
3	ตันพิกัด	210
4	พิกัดกำลังไฟฟ้า	139.1
5	สมรรถนะ	0.66
6	อัตราการไหลน้ำเย็น	504
6	การควบคุม	ON/OFF: Local SETTIN Local

ไม่มีโปรแกรม อยากรู้ว่าใครแย่กว่ากัน ?



รายการ	หน่วย	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2
Evap Entering Water Temp	F	51.4	50.8
Evap Leaving Water Temp	F	46.5	44.7
Cond Entering Water Temp	F	83.1	82.9
Cond Leaving Water Temp	F	91.3	88.2
Compressor Discharge Temp	F	140.5	126.5
Saturated Cond Temp (Cond Rfgt Pressure)	F (psig)	99.1 (194)	92.5 (174)
Evaporator/Condenser Approach Temp	**F**	**3.7 / 7.4**	**1.8 / 4.3**
Compressor - %RLA	**%**	**99**	**71**

4.9

6.1

8.2

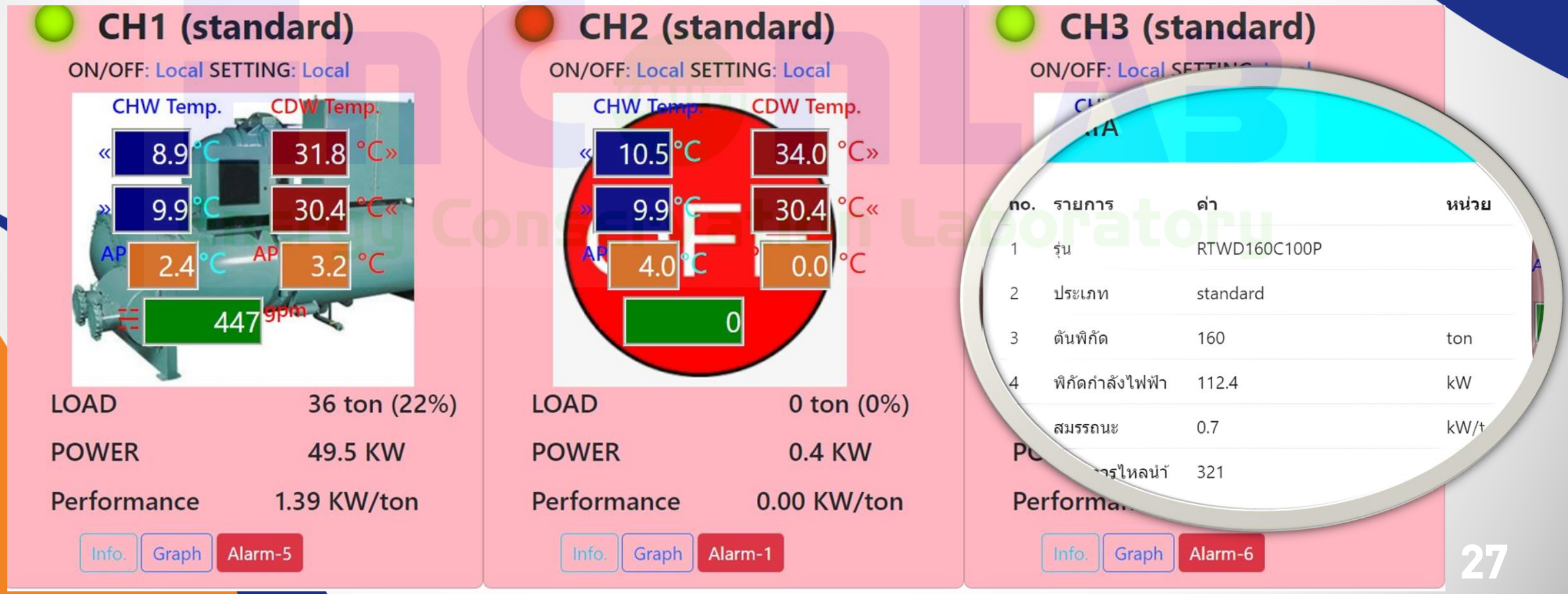
5.3

%RLA ต่อ Temp. Diff.

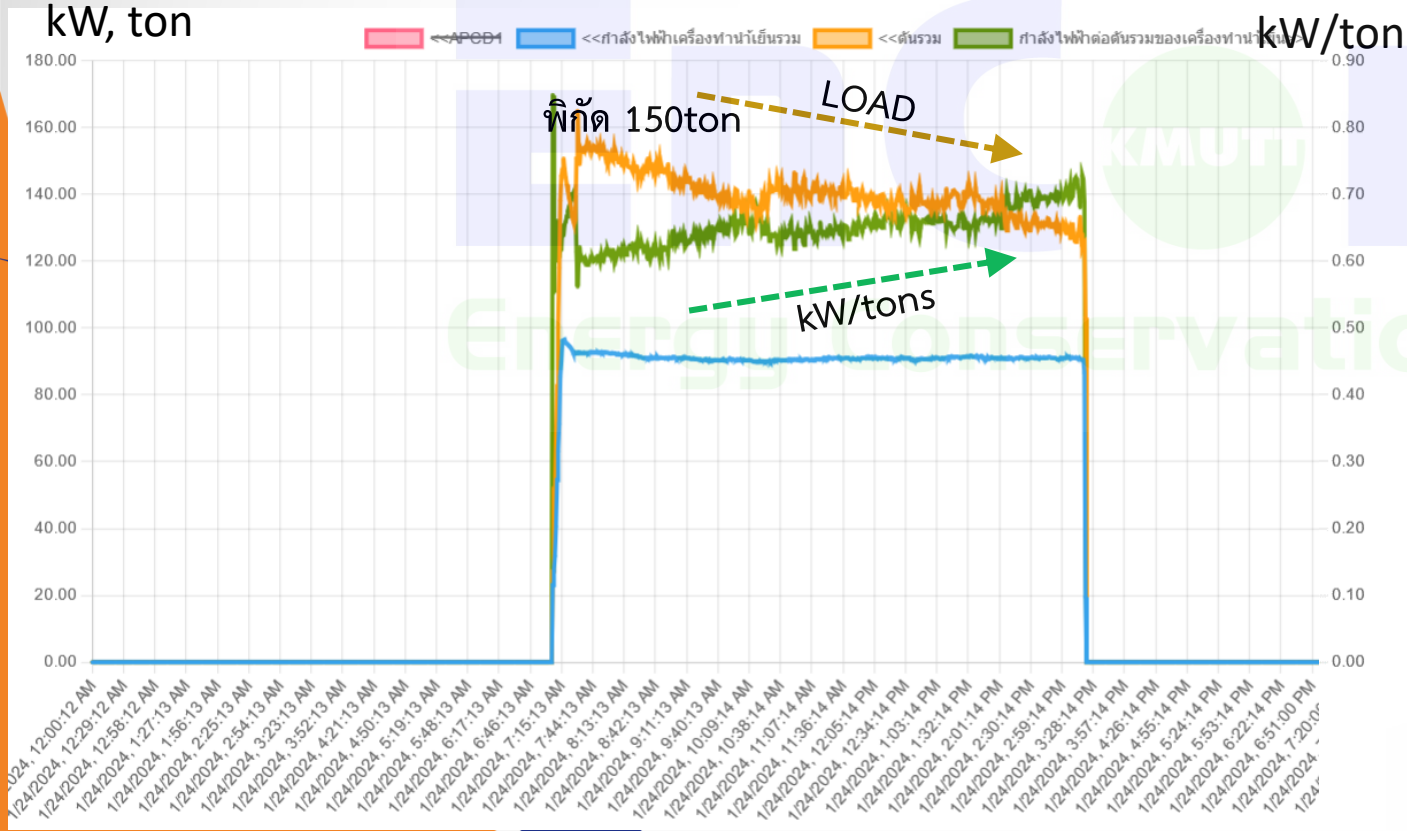
ตัวแรก 2.2 ตัวสอง 1.16

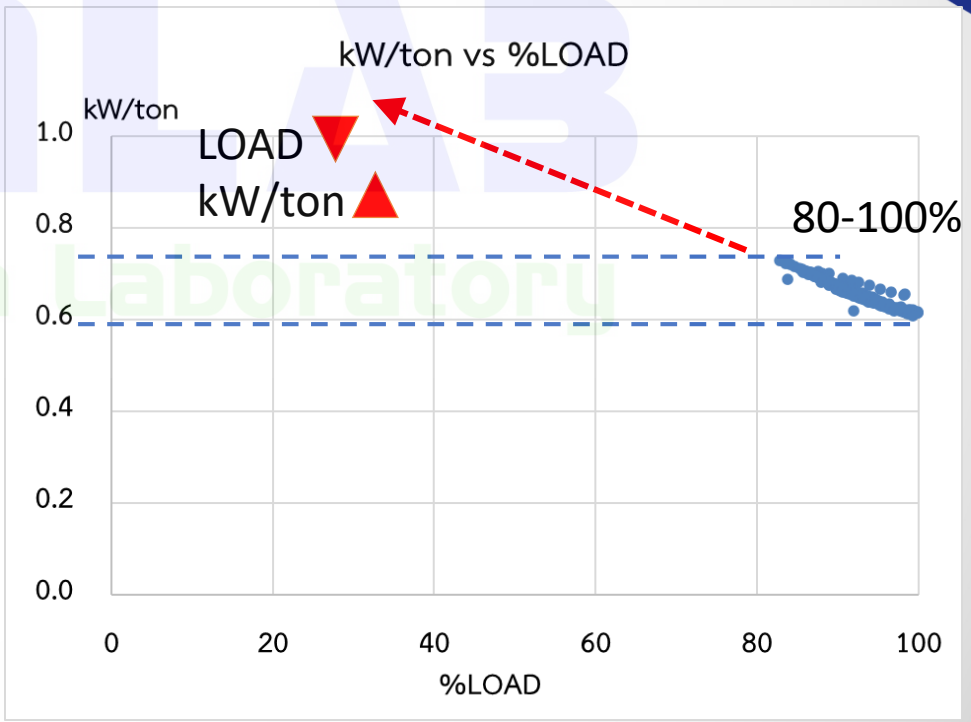
2. จัดเครื่องเดินให้เหมาะสมกับโหลด

- ขึ้นกับเทคโนโลยีของเครื่องทำน้ำเย็น แต่โดยทั่วไปเดินควรใกล้พิกัด



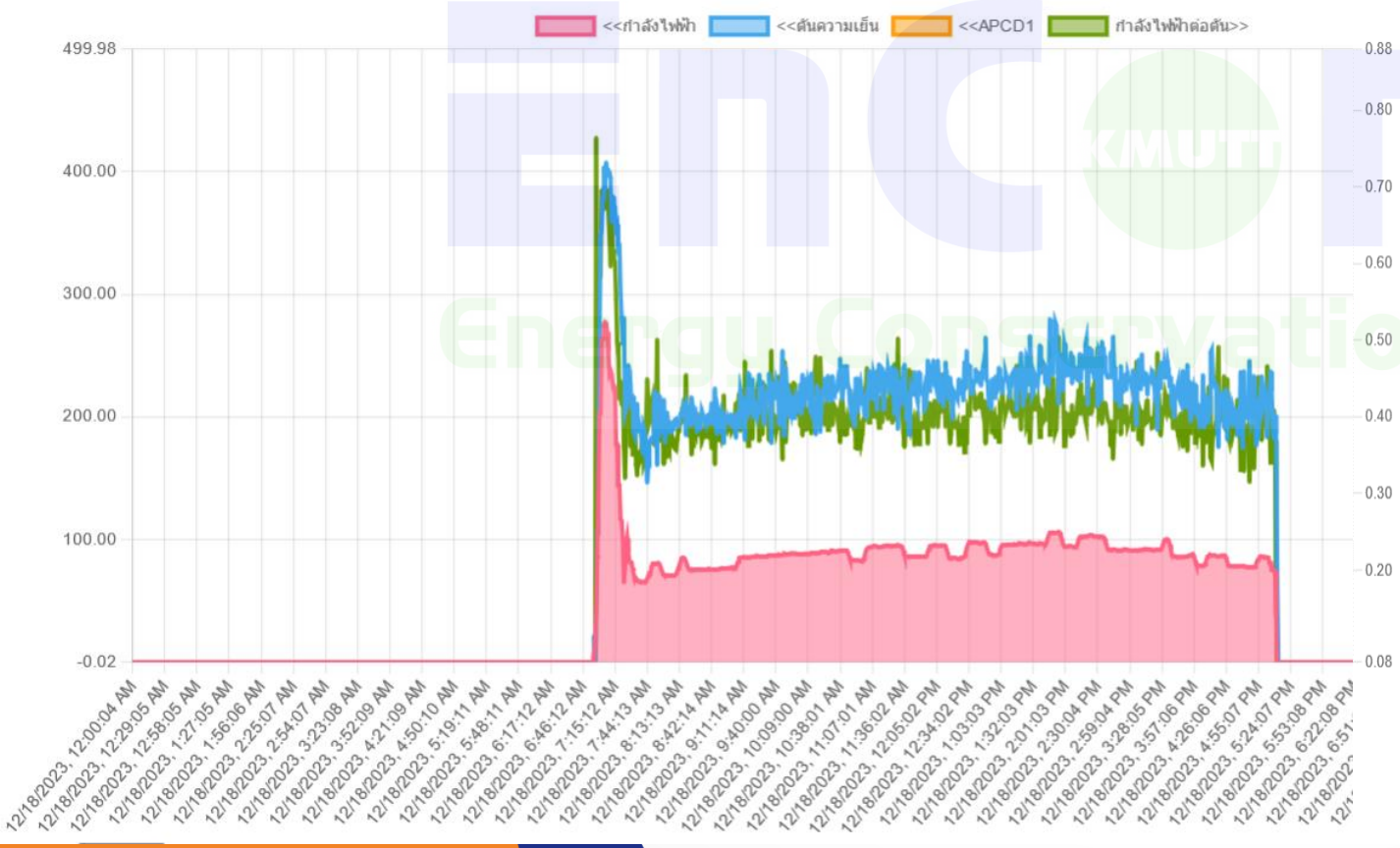
- **ขึ้นกับเทคโนโลยีของเครื่องทำน้ำเย็น แต่โดยทั่วไปเดินควรใกล้พิกัด**

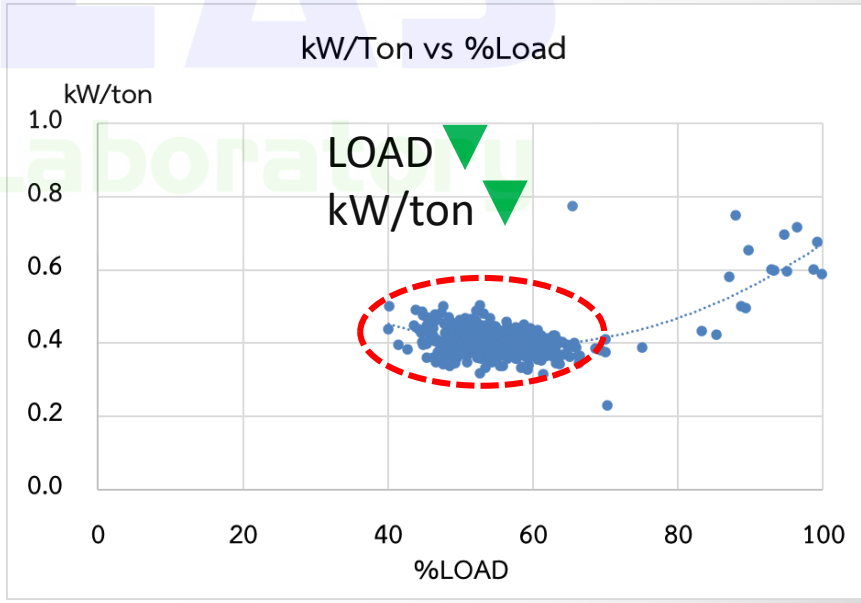




Magnetic Bearing Chiller

กินไฟน้อยช่วงที่เดิน part load





3. การจัดการเดินปั๊มน้ำเย็นให้เหมาะสมกับโหลด

- อัตราการไหลสูงเกิน 2.4 gpm/ton มาก
- เปิดปั๊มเกินจำนวนเครื่อง
- โหลดเปลี่ยนแปลงระหว่างวัน
- เปิดวาล์วเข้าเครื่องที่หยุด วาล์วเสีย ปิดไม่สนิท

CHP CASE#1 อัตราการไหลสูงเกิน 2.4 gpm/ton มาก

EnConLab
Energy Conservation Laboratory

KCPM

Advice Setting User Mgt. Create

LOAD 70 ton (43

POWER 58.9 KW

Performance 0.85 KW/ton

Info. Graph Setting Alarm-2

© EnConLab KMUTT 2022 version 1.0 · cont

CH1 DATA

no.	รายการ	ค่า	หน่วย
1	รุ่น	RTWD160C100P	
2	ประเภท	standard	
3	ตันพิกัด	160	ton
4	พิกัดกำลังไฟฟ้า	112.4	kW
5	สมรรถนะ	0.7	kW/ton
6	อัตราการไหลน้ำเย็น	321	GPM
6	การควบคุม	ON/OFF: KCPM SETTING: KCPM	
6	หมายเหตุ	Condenser Flow rater 480 us.GPM	

D 64 ton (40%)

VER 35.5 KW

ormance 0.56 KW/ton

nfo. Graph Setting Alarm-2

EnConLab KMUTT Energy Conservation Laboratory

Search

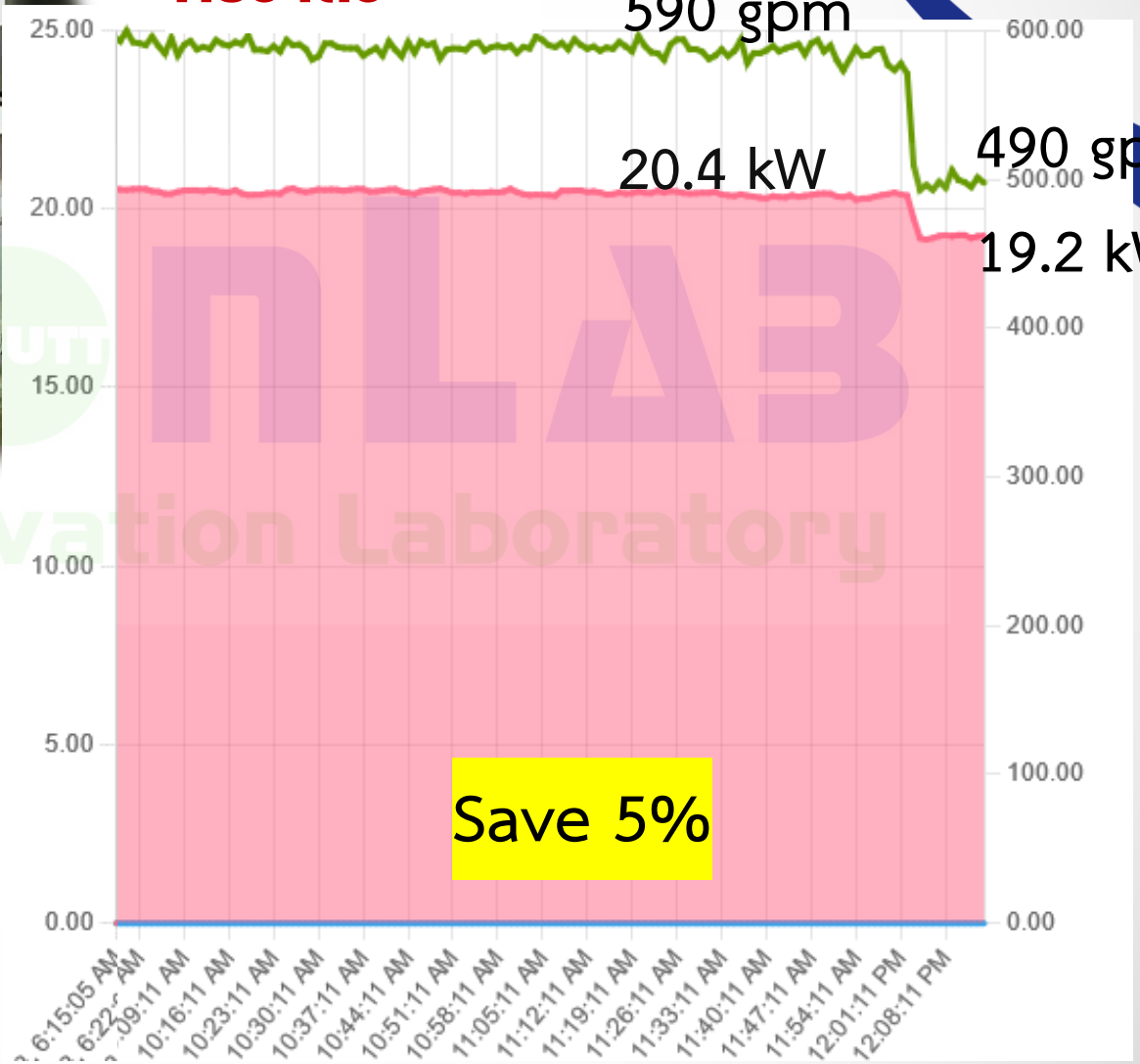
ENG 1:51 PM 12/11/2023

เดินชิลเลอร์ 100 ตัน 2 ตัว

ค่าออกแบบ **480GPM**

วัดจริง **เกิน 23%**

หรี่วาล์ว

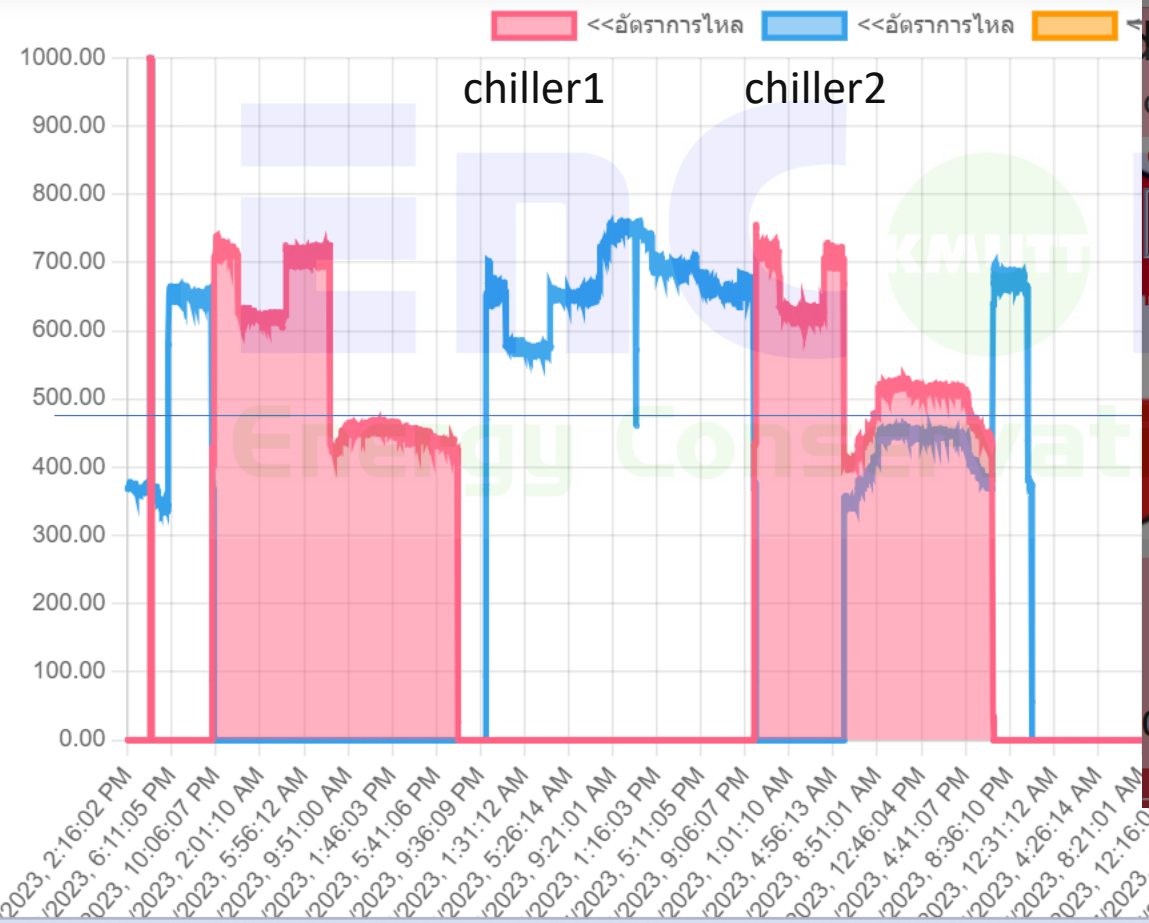


CHP CASE#2 เปิดปั๊มเกินจำนวนเครื่อง

KCPM

เปิดปั๊มเกินจำนวนเครื่อง

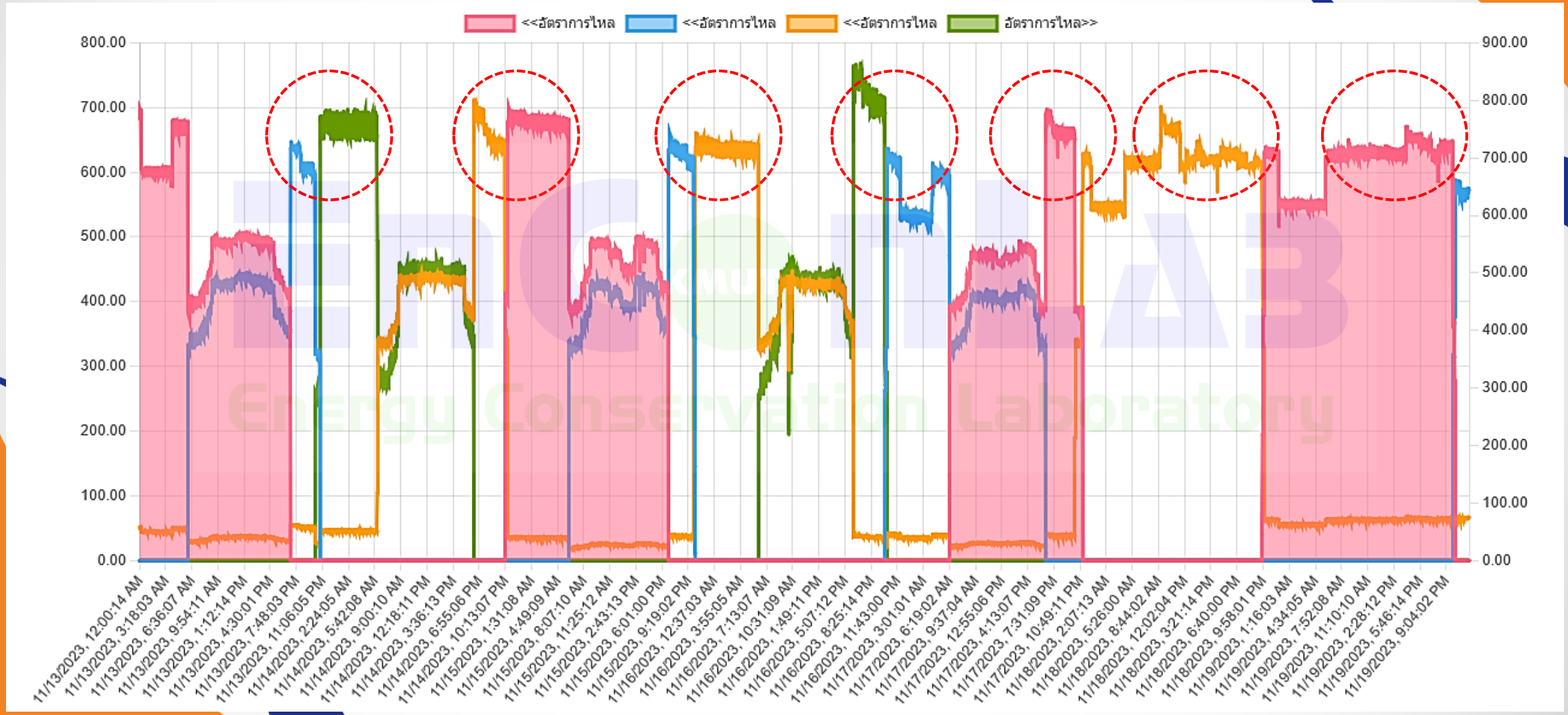
Alarm



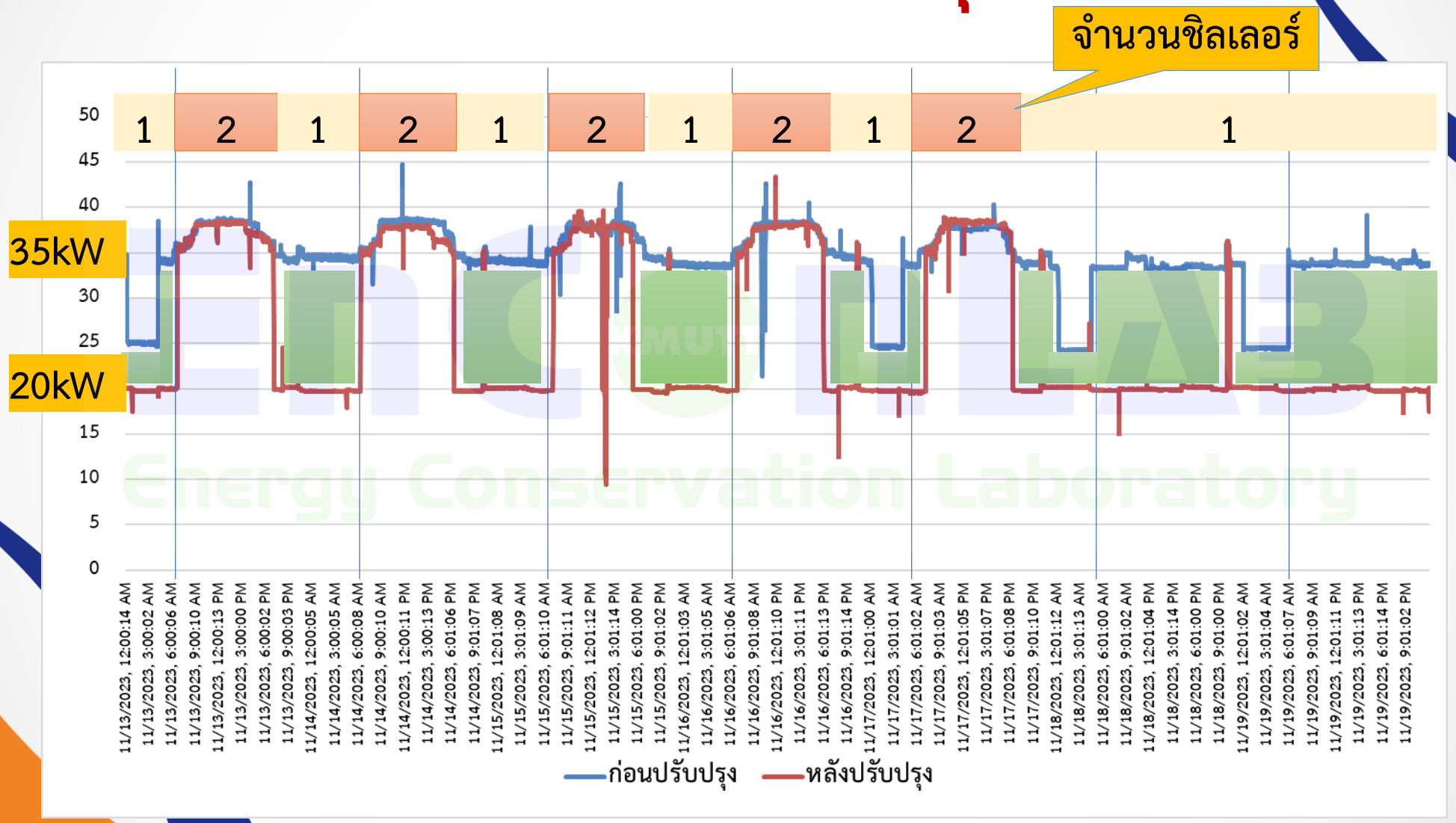
CH1 DATA

no.	รายการ	ค่า	หน่วย
1	รุ่น	TRANE RTAC2000UY0H	
2	ประเภท	standard	
3	ตันพิกัด	200	ton
4	พิกัดกำลังไฟฟ้า	200	kW
5	สมรรถนะ	1	kW/ton
6	อัตราการไหลน้ำเย็น	480	GPM
6	การควบคุม	ON/OFF: Local SETTING: Local	
6	หมายเหตุ		

EECON LAB Energy Conservation Laboratory KMUTT

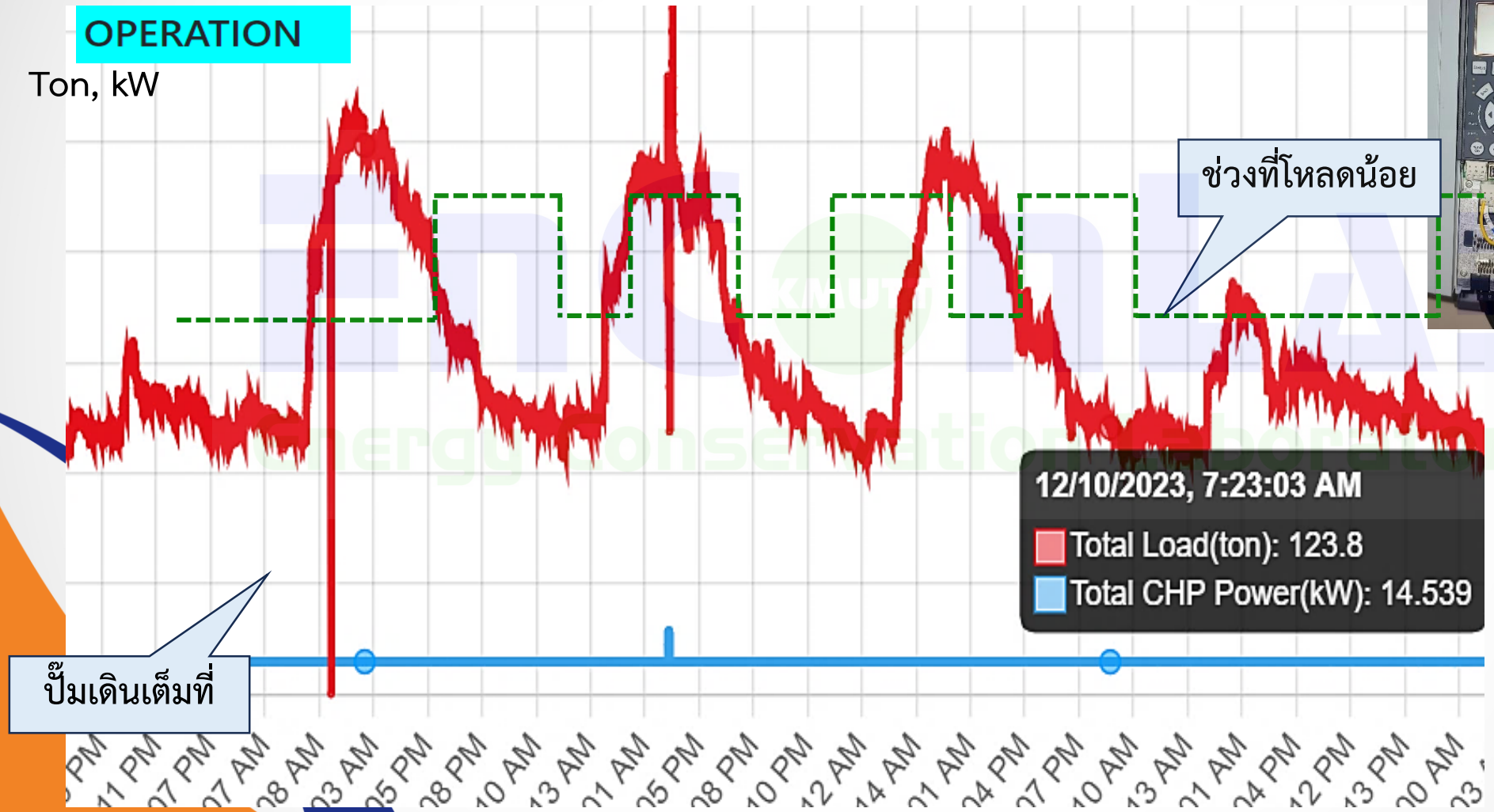

<<อัตราการไหล
<<อัตราการไหล
<<อัตราการไหล
อัตราการไหล>>
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
900.00
800.00
700.00
600.00
500.00
400.00
300.00
200.00
100.00
0.00
11/13/2023, 12:00:14 AM
11/13/2023, 3:18:03 AM
11/13/2023, 6:36:07 AM
11/13/2023, 9:54:11 AM
11/13/2023, 1:12:14 PM
11/13/2023, 4:30:01 PM
11/13/2023, 7:48:03 PM
11/13/2023, 11:06:05 PM
11/14/2023, 2:24:05 AM
11/14/2023, 5:42:08 AM
11/14/2023, 9:00:10 AM
11/14/2023, 12:18:11 PM
11/14/2023, 3:36:13 PM
11/14/2023, 6:55:06 PM
11/14/2023, 10:13:07 PM
11/15/2023, 1:31:08 AM
11/15/2023, 4:49:09 AM
11/15/2023, 8:07:10 AM
11/15/2023, 11:25:12 AM
11/15/2023, 2:43:13 PM
11/15/2023, 6:01:00 PM
11/15/2023, 9:19:02 PM
11/16/2023, 12:37:03 AM
11/16/2023, 3:55:05 AM
11/16/2023, 7:13:07 AM
11/16/2023, 10:31:09 AM
11/16/2023, 1:49:11 PM
11/16/2023, 5:07:12 PM
11/16/2023, 8:25:14 PM
11/16/2023, 11:43:00 PM
11/17/2023, 3:01:01 AM
11/17/2023, 6:19:02 AM
11/17/2023, 9:37:04 AM
11/17/2023, 12:55:06 PM
11/17/2023, 4:13:07 PM
11/17/2023, 7:31:09 PM
11/17/2023, 10:49:11 PM
11/18/2023, 2:07:13 AM
11/18/2023, 5:26:00 AM
11/18/2023, 8:44:02 AM
11/18/2023, 12:02:04 PM
11/18/2023, 3:21:14 PM
11/18/2023, 6:40:00 PM
11/18/2023, 9:58:01 PM
11/19/2023, 1:16:03 AM
11/19/2023, 4:34:05 AM
11/19/2023, 7:52:08 AM
11/19/2023, 11:10:10 AM
11/19/2023, 2:28:12 PM
11/19/2023, 5:46:14 PM
11/19/2023, 9:04:02 PM

เปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าปั๊มน้ำเย็น ก่อนและหลังปรับปรุง



CHP CASE#3 โหลดเปลี่ยนแปลงระหว่างวัน

แนวคิด โหลดน้อยกว่าพิกัด สามารถลดการทำงานบางอย่างลงได้



LOAD 100%

FLOW = 100%

Diff Temp = 10F

LOAD 50%

FLOW = 100%

Diff Temp. = 5F

ปรับการทำงาน

Diff Temp>>10F

ลด FLOW

CHP CASE#4 เปิดวาล์วเข้าเครื่องที่หยุด

EnConLab
Energy Conservation Laboratory

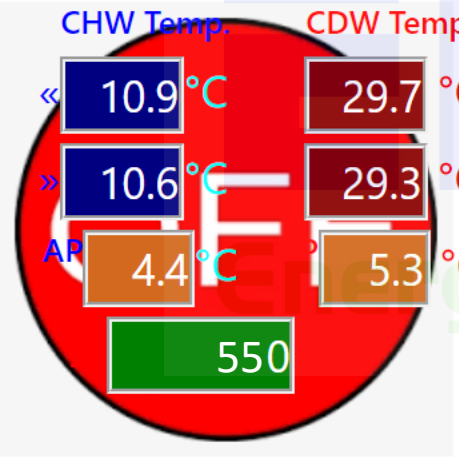
KCPM
KMUTT CHILLER PLANT MANAGER

Alarm- 5 | Home | Graph | M&V | Advice | Setting | User Mgt. | Create

Data read : 9/4/2023, 9:27:32 PM

CH1 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: Local

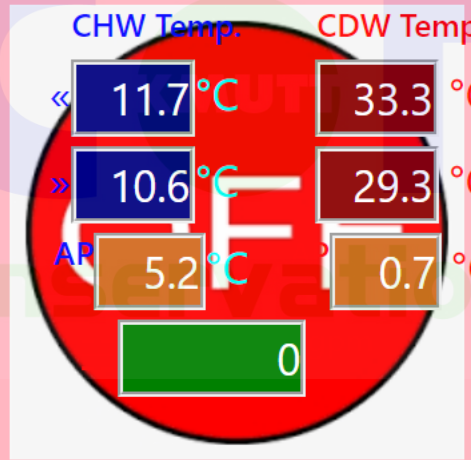


LOAD	0 ton (0%)
POWER	0.4 KW
Performance	0.00 KW/ton

Info. | Graph

CH2 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: Local

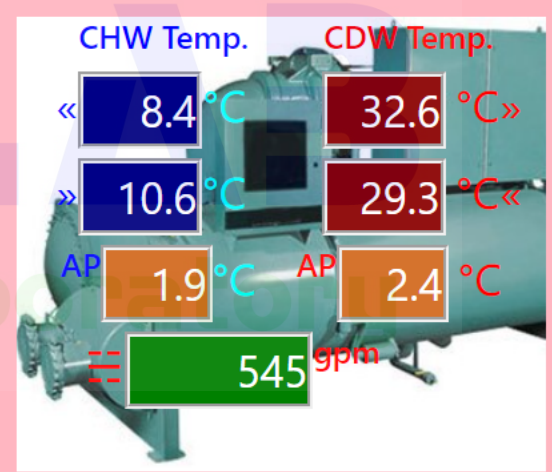


LOAD	0 ton (0%)
POWER	0.5 KW
Performance	0.00 KW/ton

Info. | Graph | Alarm-1

CH3 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: Local



LOAD	92 ton (57%)
POWER	63.6 KW
Performance	0.69 KW/ton

Info. | Graph | Alarm-4

EnConLab Energy Conservation Laboratory KMUTT

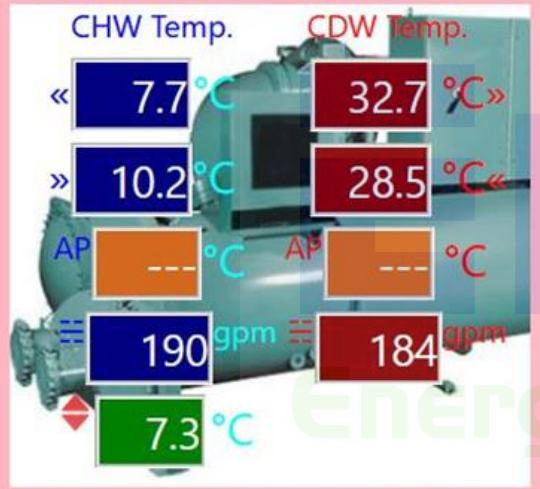
Search 30° ENG 9:27 PM 9/4/2023

Spec 130 ton , 312 GPM CHP 11 kW CDP 15 kW

Data read : 1/23/2024, 2:42:20 PM

CH1 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: KCPM

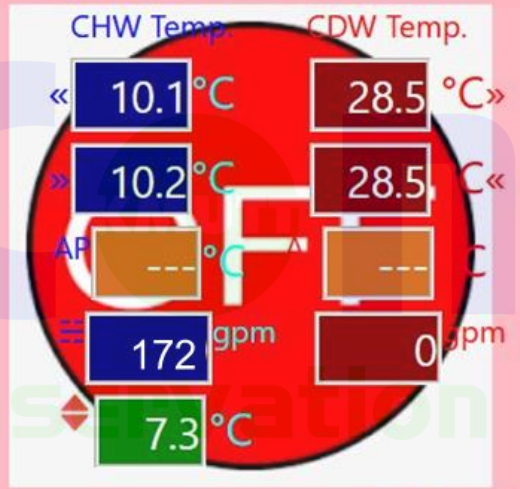


LOAD	36 ton (28%)
POWER	79.4 KW
Performance	2.21 KW/ton

Info. Graph Setting Alarm-5

CH2 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: KCPM

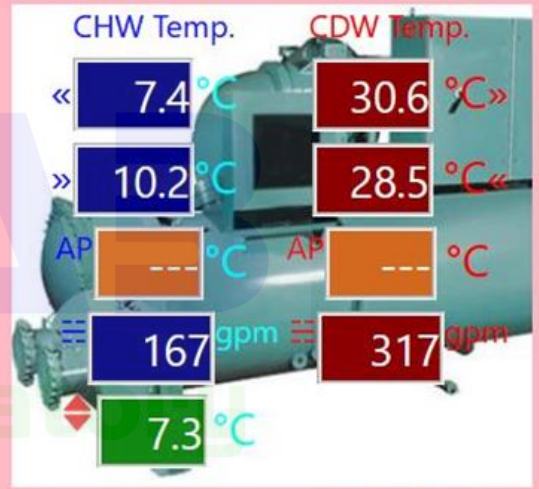


LOAD	0 ton (0%)
POWER	0.0 KW
Performance	0.00 KW/ton

Info. Graph Setting Alarm-3

CH3 (standard)

ON/OFF: Local SETTING: KCPM



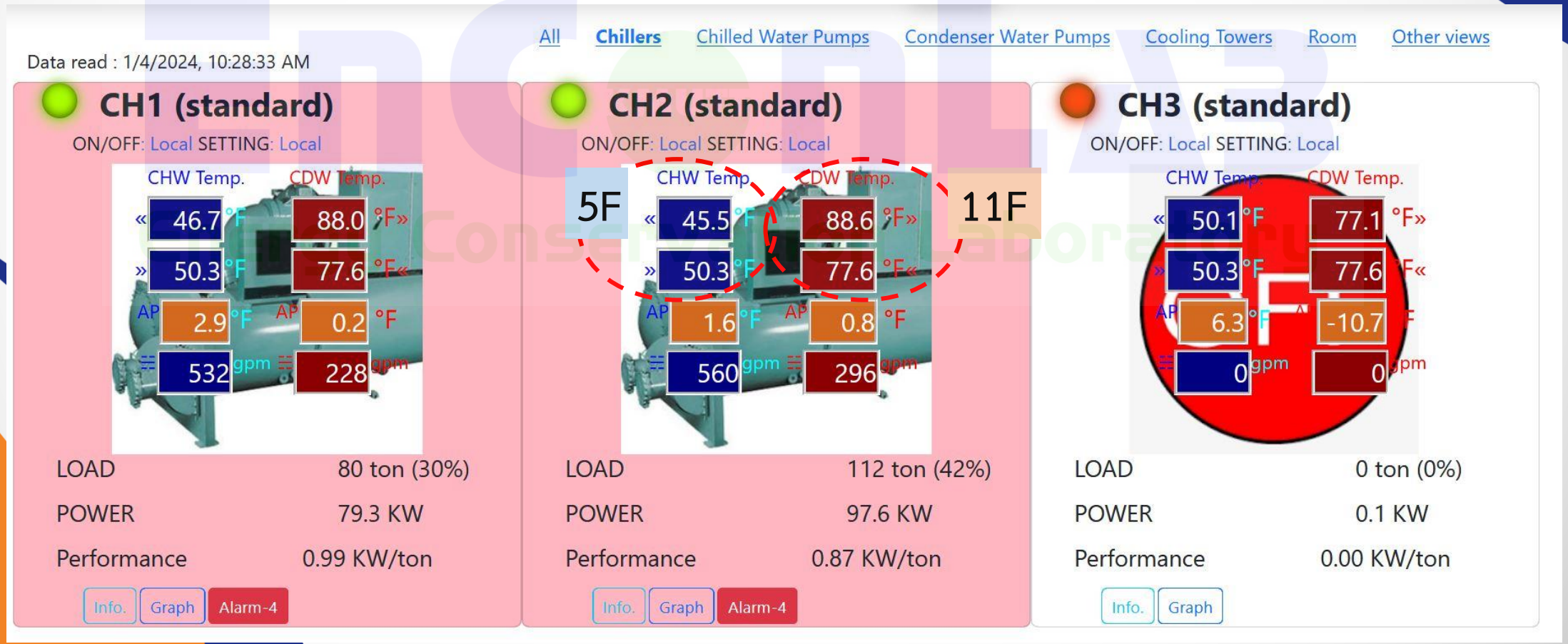
LOAD	36 ton (27%)
POWER	54.1 KW
Performance	1.52 KW/ton

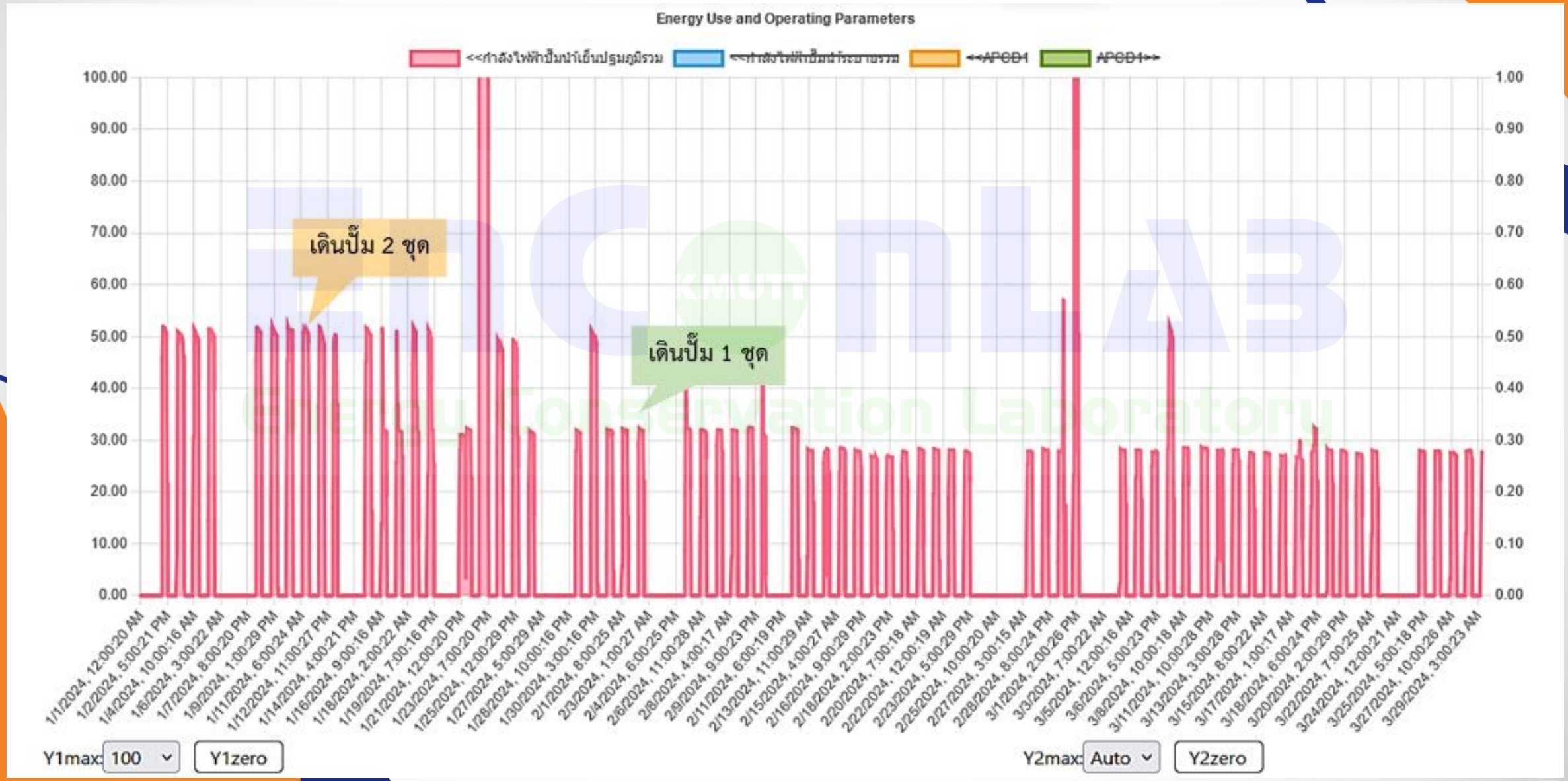
Info. Graph Setting Alarm-6

CHP CASE#5 เดินปั๊มน้ำเย็น 1 ตัวจ่ายให้ชิลเลอร์ 2 เครื่อง ช่วงที่โหลดต่ำ (เดินระยะสั้น)

Capacity 270 ton , 648 GPM

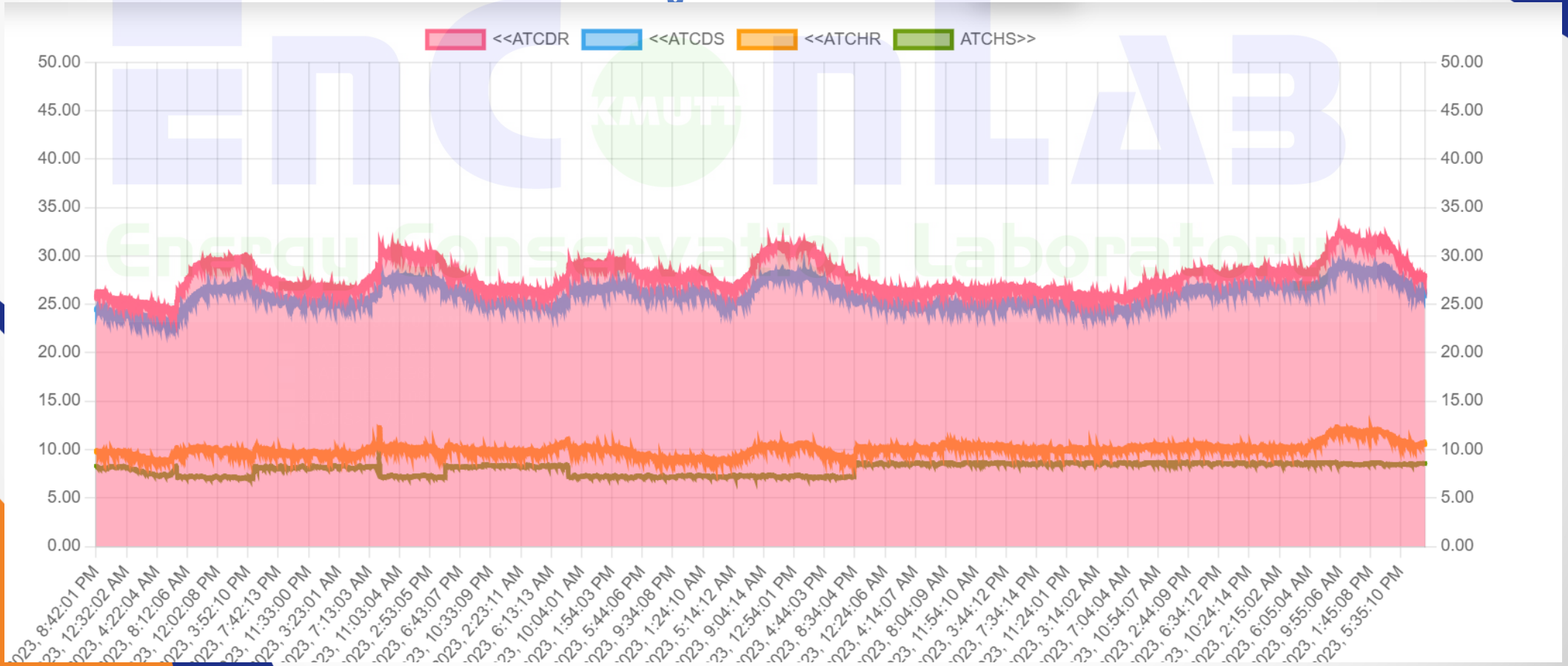
เดิน 2 ชุด พิกัดรวม 540 ton ตรวจวัด 192 ton




Energy Use and Operating Parameters
<<กำลังไฟฟ้าปั๊มน้ำเย็นปฐมภูมิรวม
<<APOD1
APOD1>>
เดินปั๊ม 2 ชุด
เดินปั๊ม 1 ชุด
100.00
90.00
80.00
70.00
60.00
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
1.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
Y1max: 100
Y1zero
Y2max: Auto
Y2zero

4. การจัดการเดินปั๊มน้ำระบายความร้อนให้เหมาะสมกับโหลด

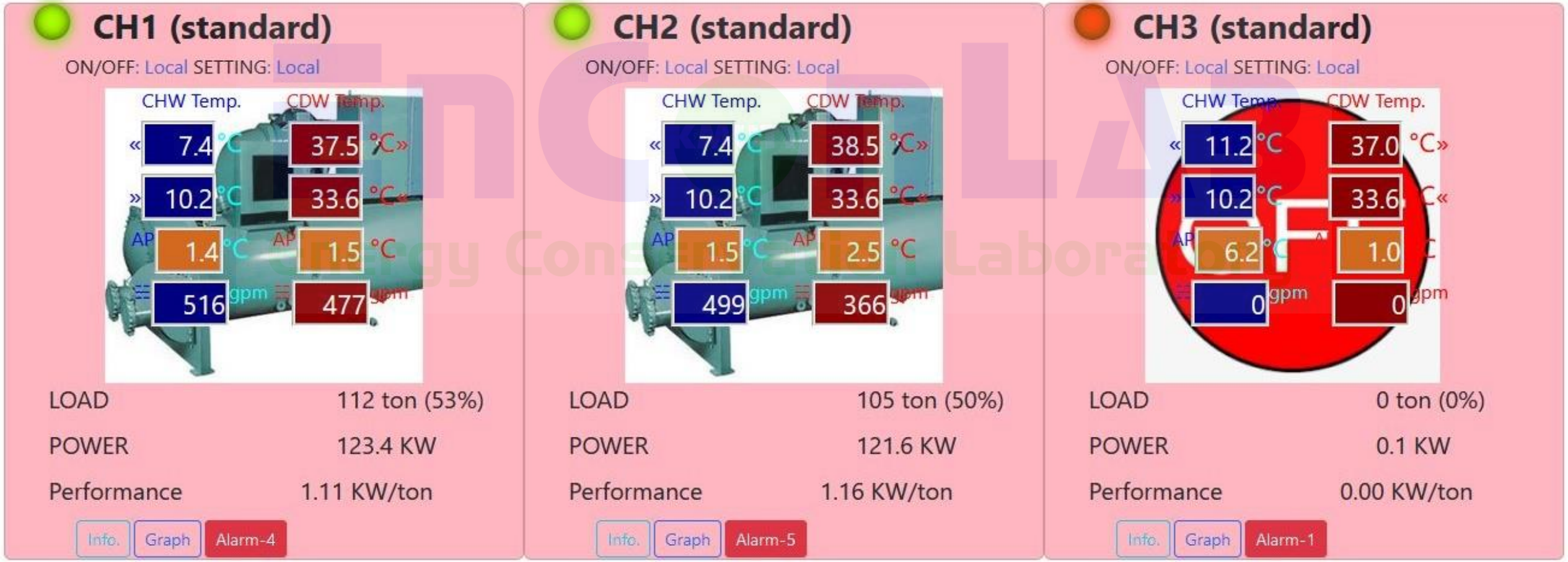
- อัตราการไหลสูงหรือต่ำเกินไป



- # อัตราการไหลน้ำระบายความร้อนสูงหรือต่ำเกินไป

พิกัด 210 ตันความเย็น สเปคโฟลน้ำระบาย 630 GPM

Data read : 12/20/2023, 11:12:35 AM



5. การจัดการเดินหอผึ่งน้ำให้เหมาะสม

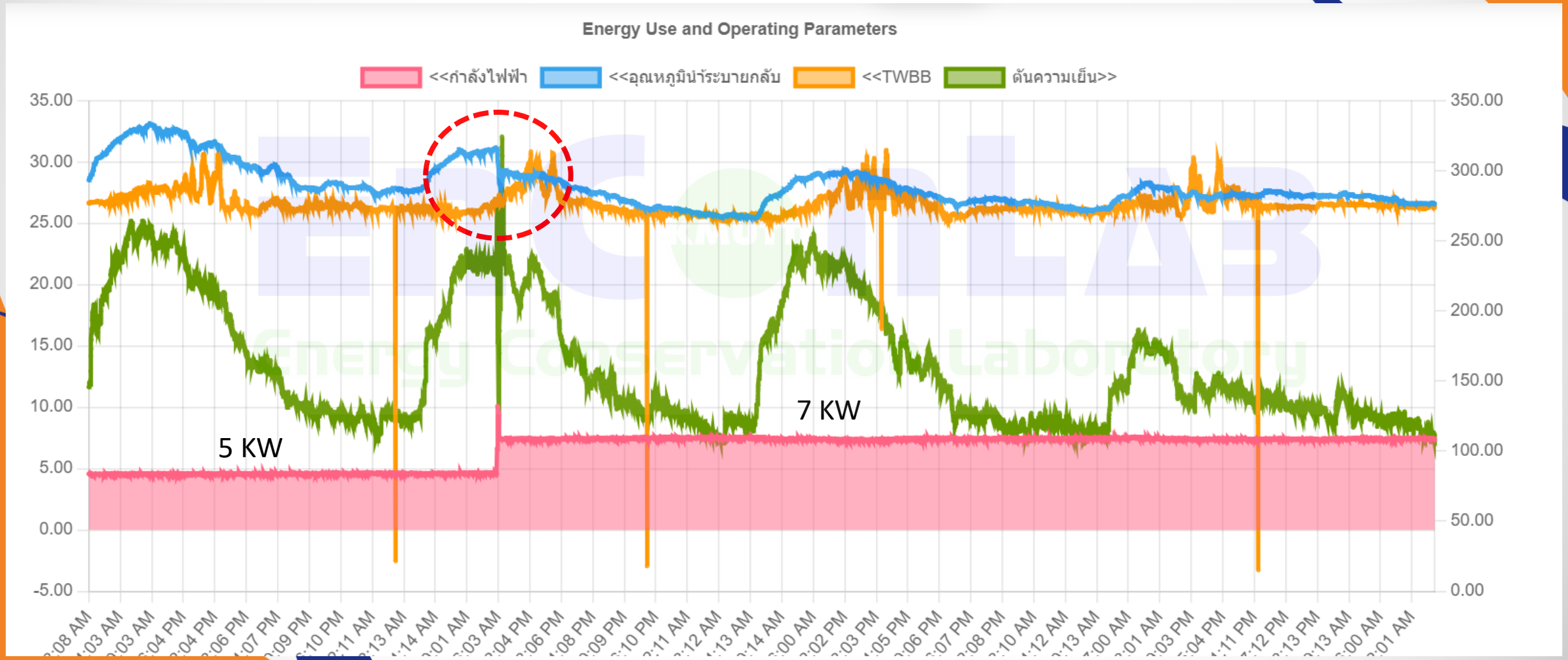
- เดินพัดลมไม่เหมาะสม (น้อยไป)

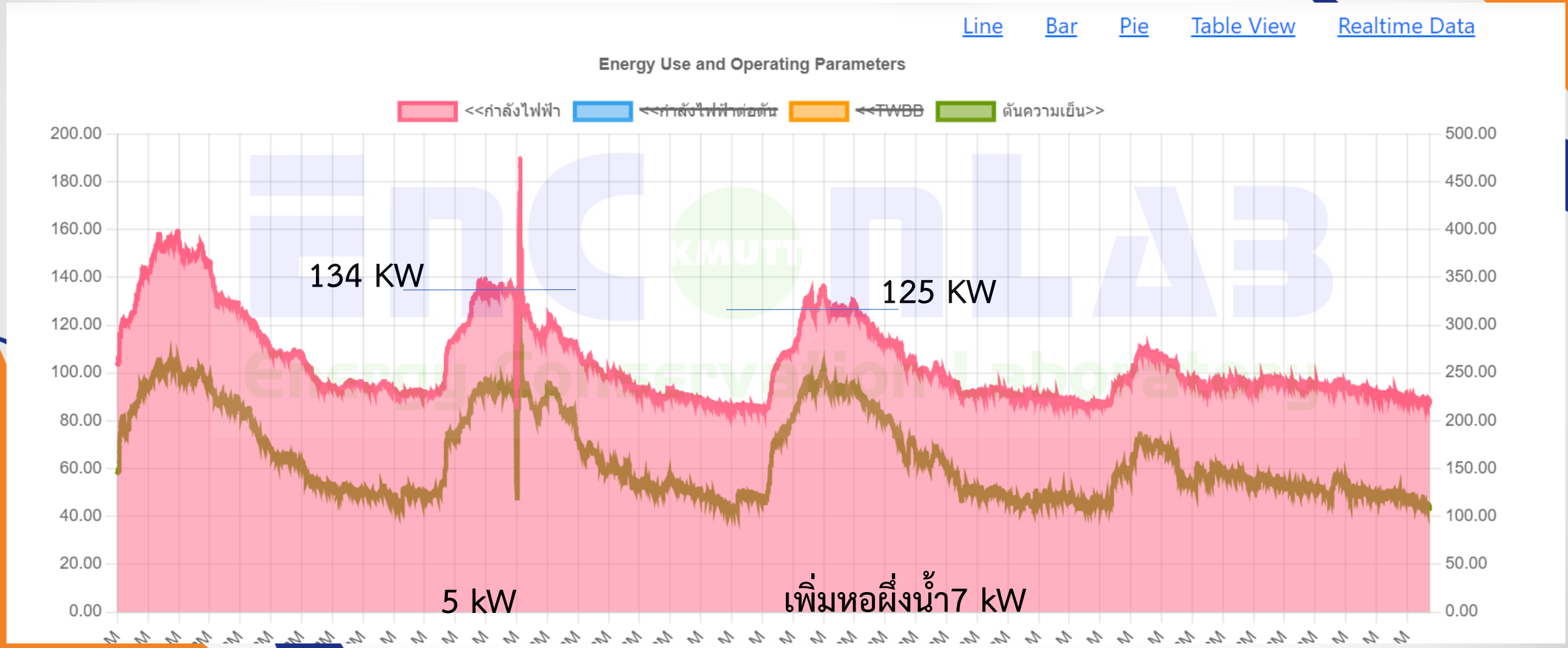
หอผึ่งน้ำ ดู Approach Temp (AT) $= T_{water} - T_{wb}$

Counter Flow: AT < 6°F

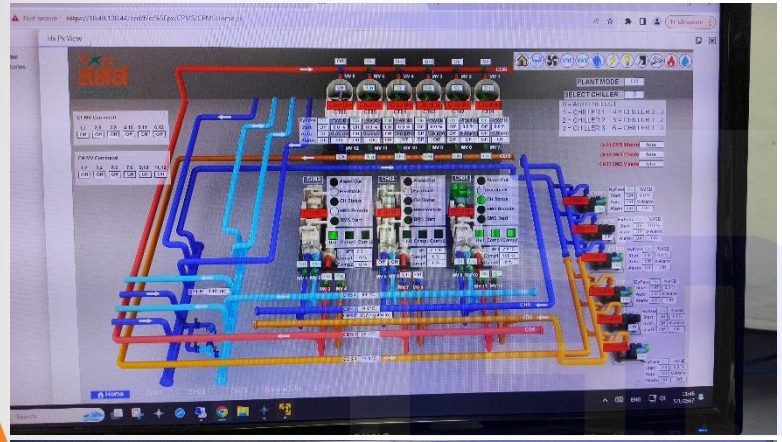
Cross Flow: AT < 3°F

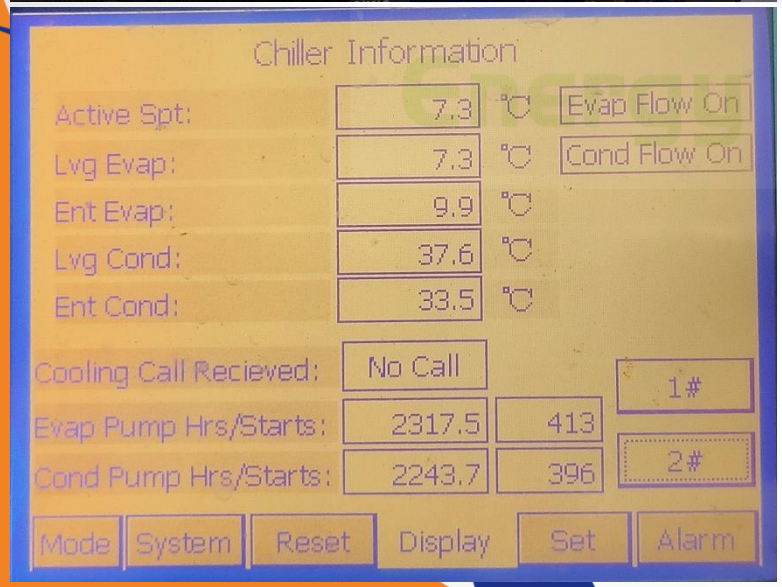
CT CASE#1


Energy Use and Operating Parameters
<<กำลังไฟฟ้า
<<อุณหภูมิน้ำระบายกลับ
<<TWBB
ดันความเย็น>>
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
-5.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
5 KW
7 KW

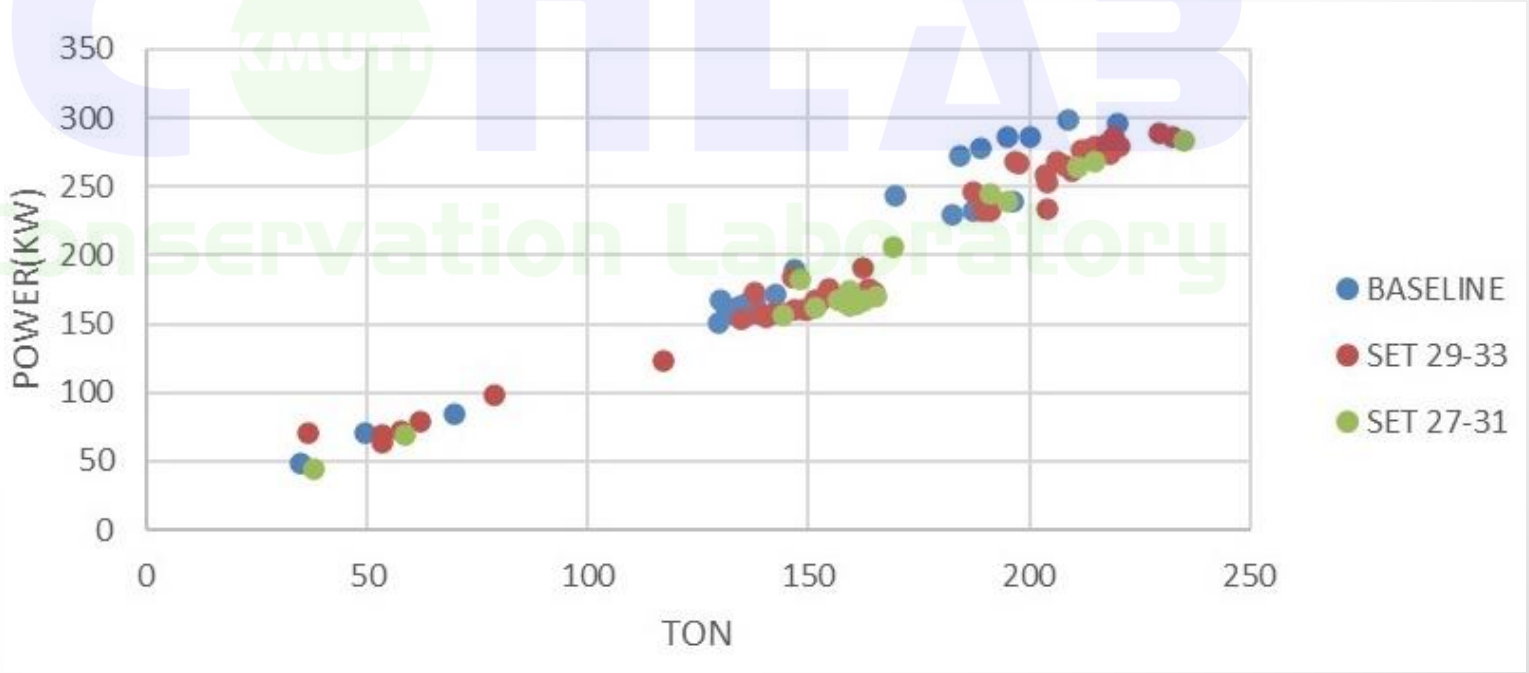

Line
Bar
Pie
Table View
Realtime Data
Energy Use and Operating Parameters
<<กำลังไฟฟ้า
<<กำลังไฟฟ้าต่อตัน
<<TWDB
ตันความเย็น>>
200.00
180.00
160.00
140.00
120.00
100.00
80.00
60.00
40.00
20.00
0.00
500.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
134 KW
125 KW
5 kW
เพิ่มหอผึ่งน้ำ7 kW

เพิ่มการทำงานของ หอผึ่งน้ำ ตามอุณหภูมิ





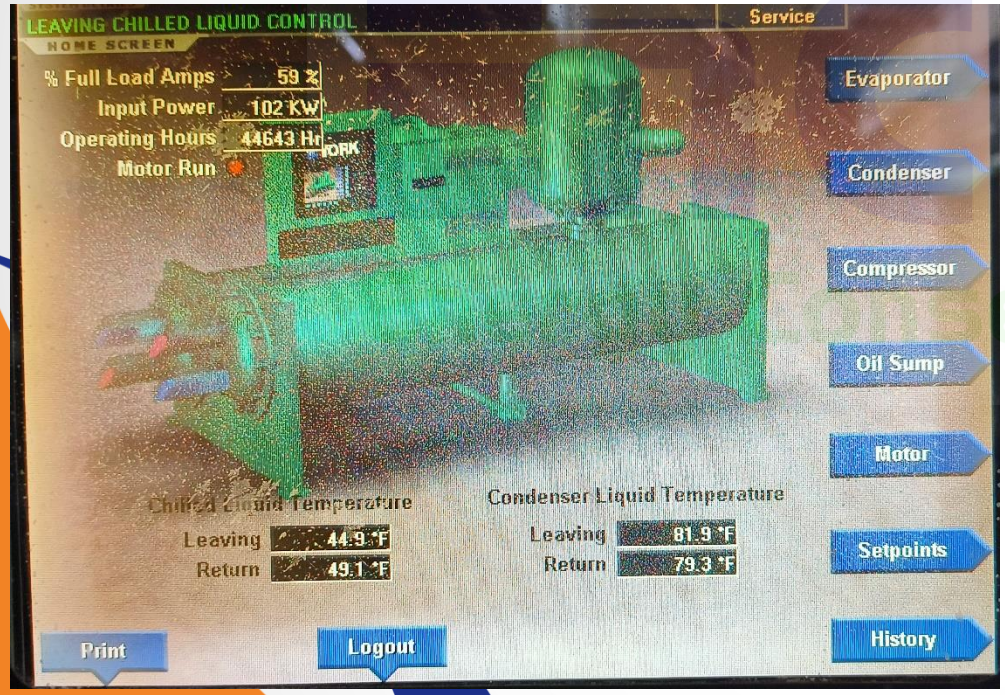
ควบคุมจำนวนหอผึ่งน้ำ ตาม TCDR
กำหนดค่าอุณหภูมิลงจากเดิม 2C
เพื่อให้ CT ทำงานมากขึ้น



ประหยัดได้ 10,522 kWh/ปี

CT CASE#2

ลดอุณหภูมิน้ำระบายความร้อนเข้าเครื่อง

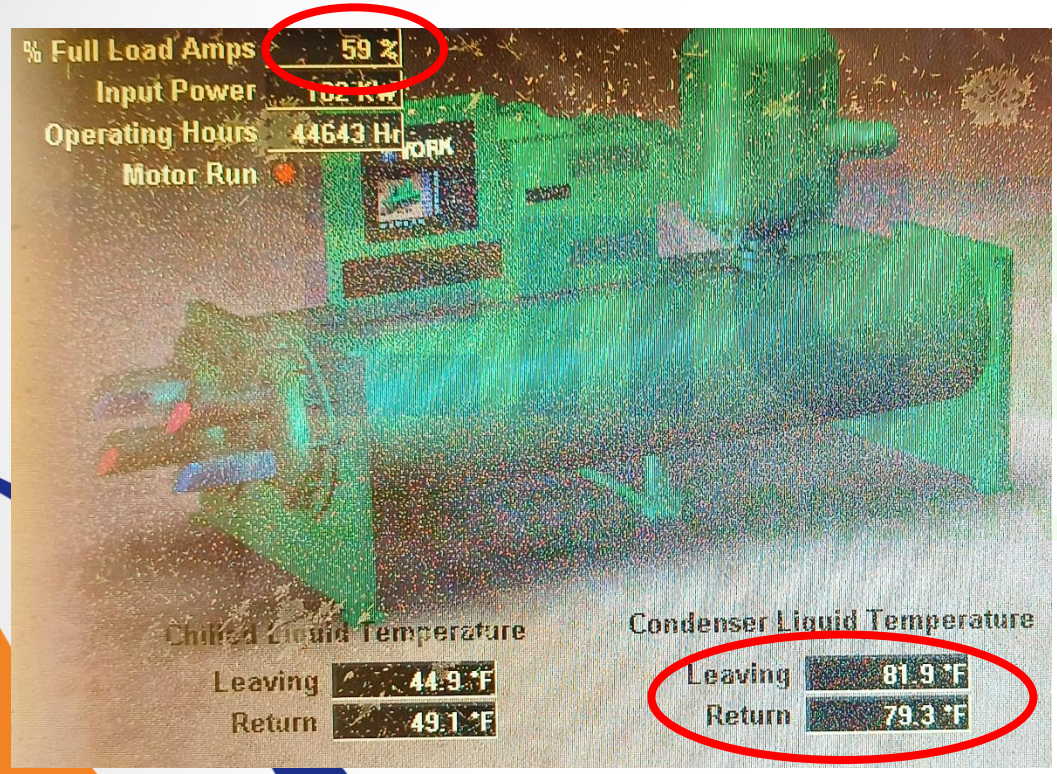


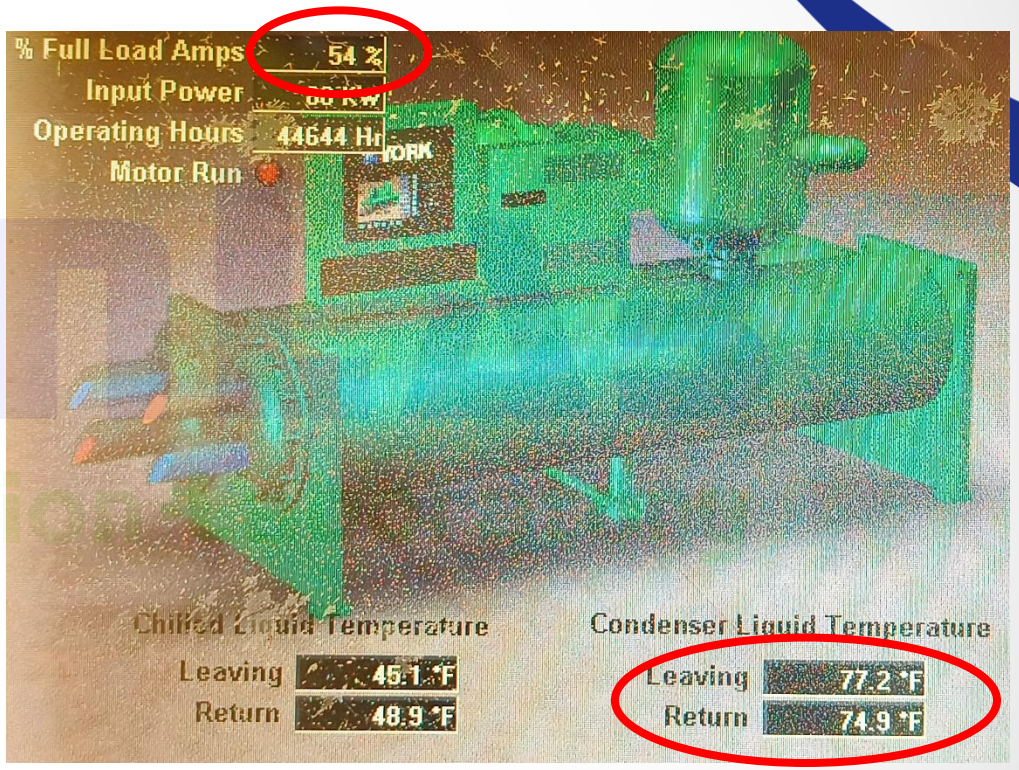
Wet bulb 69.4F

81.9F

79.3F

Treturn – Twb < 6°F



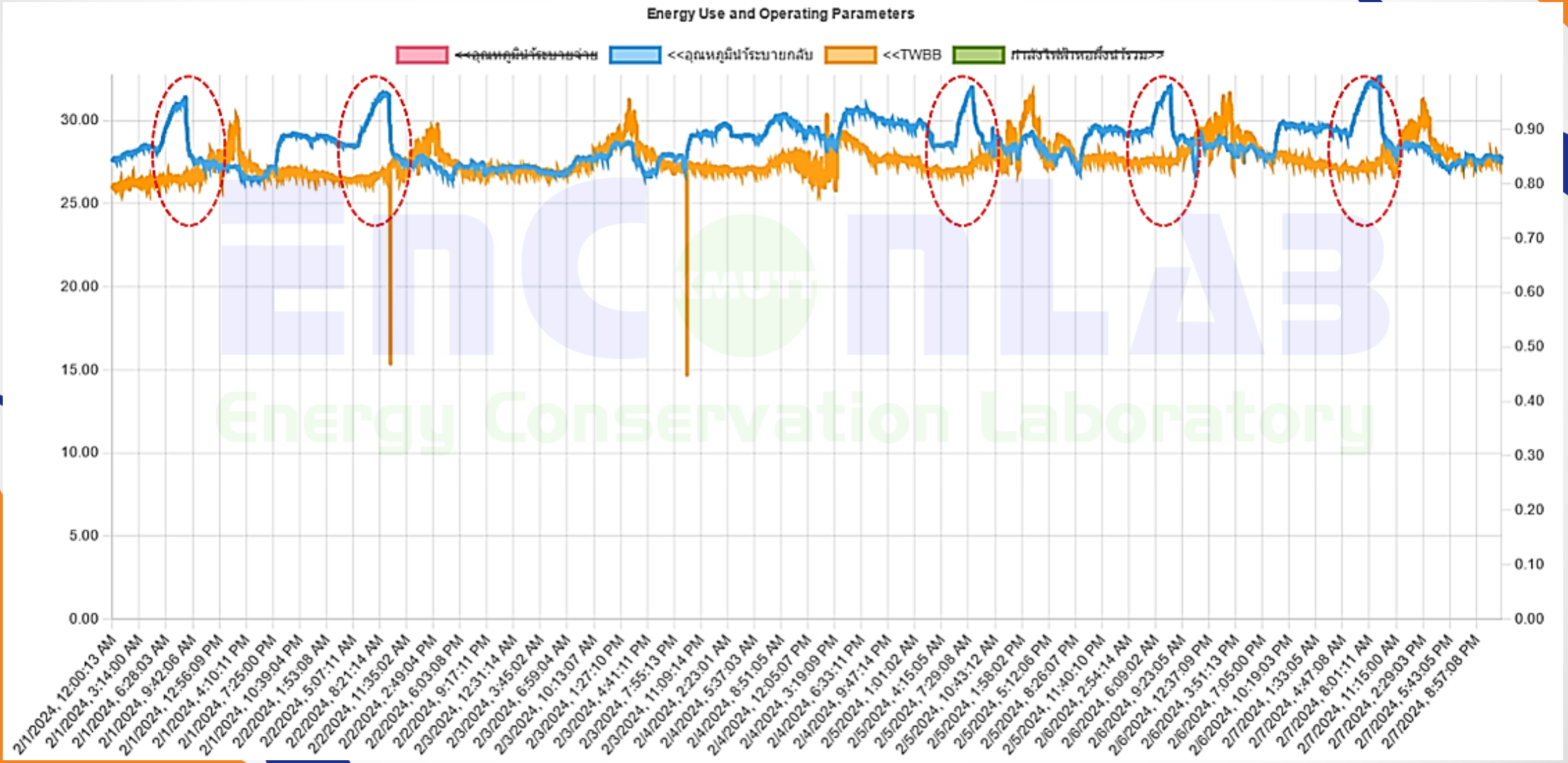


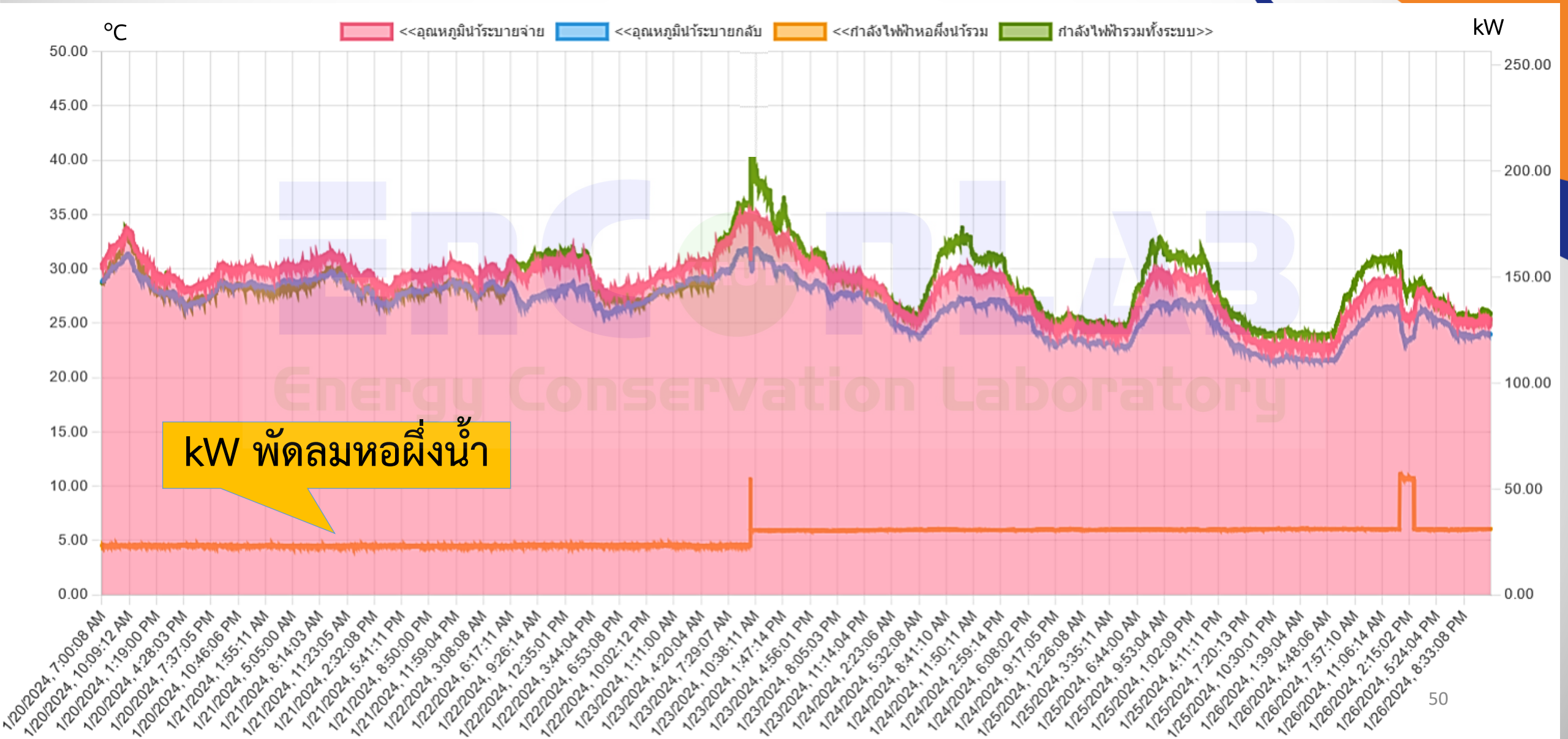
น้ำระบายความร้อนเข้าเครื่องทำน้ำเย็นลดลง 4.4°F

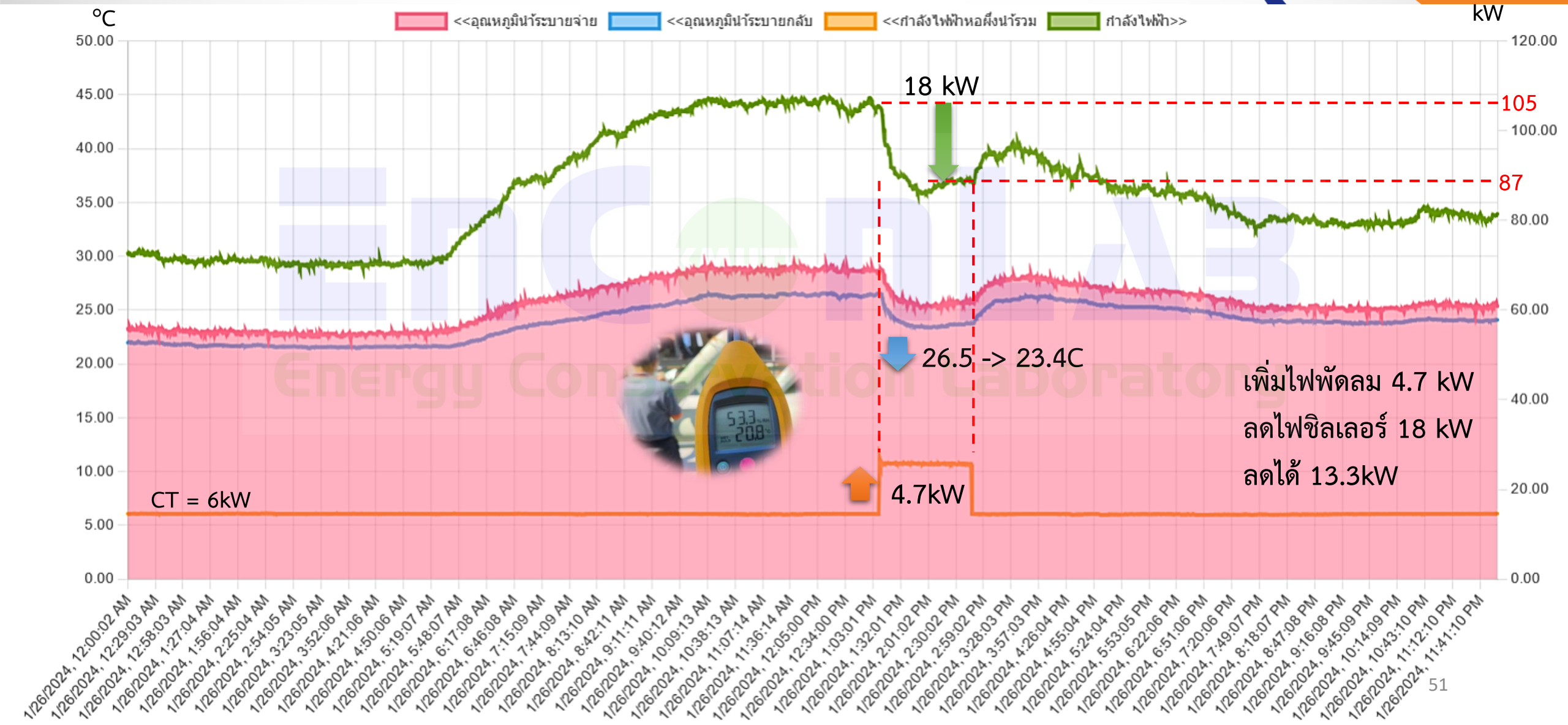
เดิน CT เพิ่ม 2 เซล พิกัด 2x5.5kW โหลด 60% คิดเป็น 6.6 kW

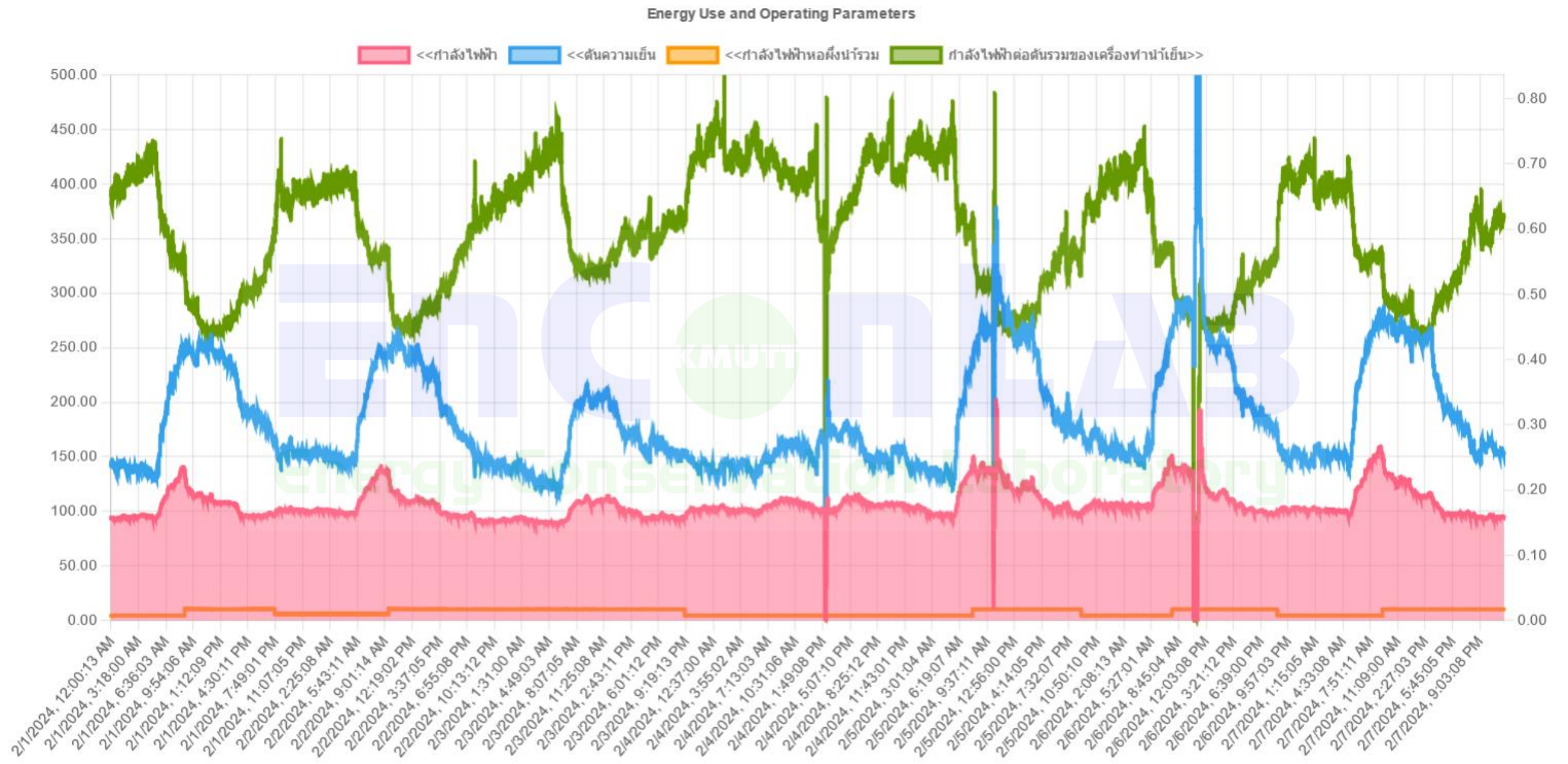
พิกัด 220 kW ลด amp ได้ 5% คิดเป็นไฟฟ้าชิลเลอร์ที่ลดได้ 11kW

ประหยัดได้ 4.4 kW


Energy Use and Operating Parameters
<<อุณหภูมิน้ำระบายกลับ
<<TWBB
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
0.90
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2/1/2024, 12:00:13 AM
2/1/2024, 3:14:00 AM
2/1/2024, 6:28:03 AM
2/1/2024, 9:42:06 AM
2/1/2024, 12:56:09 PM
2/1/2024, 4:10:11 PM
2/1/2024, 7:25:00 PM
2/1/2024, 10:39:04 PM
2/2/2024, 1:53:08 AM
2/2/2024, 5:07:11 AM
2/2/2024, 8:21:14 AM
2/2/2024, 11:35:02 AM
2/2/2024, 2:49:04 PM
2/2/2024, 6:03:08 PM
2/2/2024, 9:17:11 PM
2/3/2024, 12:31:14 AM
2/3/2024, 3:45:02 AM
2/3/2024, 6:59:04 AM
2/3/2024, 10:13:07 AM
2/3/2024, 1:27:10 PM
2/3/2024, 4:41:11 PM
2/3/2024, 7:55:13 PM
2/3/2024, 11:09:14 PM
2/4/2024, 2:23:01 AM
2/4/2024, 5:37:03 AM
2/4/2024, 8:51:05 AM
2/4/2024, 12:05:07 PM
2/4/2024, 3:19:09 PM
2/4/2024, 6:33:11 PM
2/4/2024, 9:47:14 PM
2/5/2024, 1:01:02 AM
2/5/2024, 4:15:05 AM
2/5/2024, 7:29:08 AM
2/5/2024, 10:43:12 AM
2/5/2024, 1:58:02 PM
2/5/2024, 5:12:06 PM
2/5/2024, 8:26:07 PM
2/5/2024, 11:40:10 PM
2/6/2024, 2:54:14 AM
2/6/2024, 6:09:02 AM
2/6/2024, 9:23:05 AM
2/6/2024, 12:37:09 PM
2/6/2024, 3:51:13 PM
2/6/2024, 7:05:00 PM
2/6/2024, 10:19:03 PM
2/7/2024, 1:33:05 AM
2/7/2024, 4:47:08 AM
2/7/2024, 8:01:11 AM
2/7/2024, 11:15:00 AM
2/7/2024, 2:29:03 PM
2/7/2024, 5:43:05 PM
2/7/2024, 8:57:08 PM

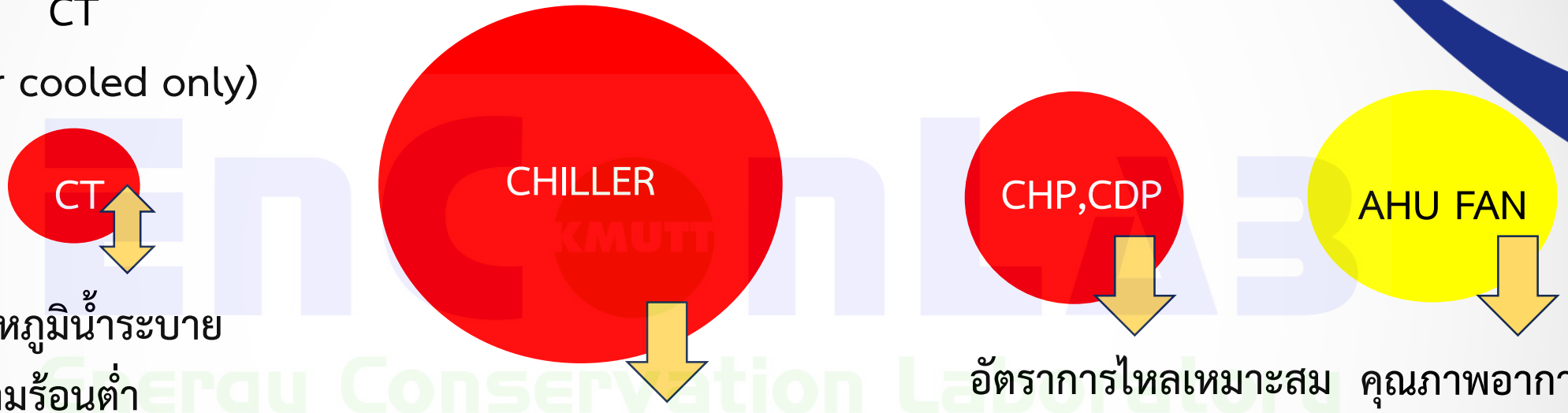

°C
kW
<<อุณหภูมิน้ำระบายจ่าย
<<อุณหภูมิน้ำระบายกลับ
<<กำลังไฟฟ้าหอผึ่งน้ำรวม
กำลังไฟฟ้ารวมทั้งระบบ>>
50.00
45.00
40.00
35.00
30.00
25.00
20.00
15.00
10.00
5.00
0.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
kW พัดลมหอผึ่งน้ำ
1/20/2024, 7:00:08 AM
1/20/2024, 10:09:12 AM
1/20/2024, 1:19:00 PM
1/20/2024, 4:28:03 PM
1/20/2024, 7:37:05 PM
1/20/2024, 10:46:06 PM
1/21/2024, 1:55:11 AM
1/21/2024, 5:05:00 AM
1/21/2024, 8:14:03 AM
1/21/2024, 11:23:05 AM
1/21/2024, 2:32:08 PM
1/21/2024, 5:41:11 PM
1/21/2024, 8:50:00 PM
1/21/2024, 11:59:04 PM
1/22/2024, 3:08:08 AM
1/22/2024, 6:17:11 AM
1/22/2024, 9:26:14 AM
1/22/2024, 12:35:01 PM
1/22/2024, 3:44:04 PM
1/22/2024, 6:53:08 PM
1/22/2024, 10:02:12 PM
1/23/2024, 1:11:00 AM
1/23/2024, 4:20:04 AM
1/23/2024, 7:29:07 AM
1/23/2024, 10:38:11 AM
1/23/2024, 1:47:14 PM
1/23/2024, 4:56:01 PM
1/23/2024, 8:05:03 PM
1/23/2024, 11:14:04 PM
1/24/2024, 2:23:06 AM
1/24/2024, 5:32:08 AM
1/24/2024, 8:41:10 AM
1/24/2024, 11:50:11 AM
1/24/2024, 2:59:14 PM
1/24/2024, 6:08:02 PM
1/24/2024, 9:17:05 PM
1/25/2024, 12:26:08 AM
1/25/2024, 3:35:11 AM
1/25/2024, 6:44:00 AM
1/25/2024, 9:53:04 AM
1/25/2024, 1:02:09 PM
1/25/2024, 4:11:11 PM
1/25/2024, 7:20:13 PM
1/25/2024, 10:30:01 PM
1/26/2024, 1:39:04 AM
1/26/2024, 4:48:06 AM
1/26/2024, 7:57:10 AM
1/26/2024, 11:06:14 AM
1/26/2024, 2:15:02 PM
1/26/2024, 5:24:04 PM
1/26/2024, 8:33:08 PM


°C
kW
<<อุณหภูมิน้ำระบายจ่าย
<<อุณหภูมิน้ำระบายกลับ
<<กำลังไฟฟ้าหอผึ่งน้ำรวม
กำลังไฟฟ้า>>
18 kW
105
87
26.5 -> 23.4C
4.7kW
CT = 6kW
เพิ่มไฟพัดลม 4.7 kW
ลดไฟชิลเลอร์ 18 kW
ลดได้ 13.3kW


Energy Use and Operating Parameters
<<กำลังไฟฟ้า
<<ดันความเย็น
<<กำลังไฟฟ้าหอผึ่งน้ำรวม
กำลังไฟฟ้าต่อตันรวมของเครื่องทำน้ำเย็น>>
500.00
450.00
400.00
350.00
300.00
250.00
200.00
150.00
100.00
50.00
0.00
0.80
0.70
0.60
0.50
0.40
0.30
0.20
0.10
0.00
2/1/2024, 12:00:13 AM
2/1/2024, 3:18:00 AM
2/1/2024, 6:36:03 AM
2/1/2024, 9:54:06 AM
2/1/2024, 1:12:09 PM
2/1/2024, 4:30:11 PM
2/1/2024, 7:49:01 PM
2/1/2024, 11:07:05 PM
2/2/2024, 2:25:08 AM
2/2/2024, 5:43:11 AM
2/2/2024, 9:01:14 AM
2/2/2024, 12:19:02 PM
2/2/2024, 3:37:05 PM
2/2/2024, 6:55:08 PM
2/2/2024, 10:13:12 PM
2/3/2024, 1:31:00 AM
2/3/2024, 4:49:03 AM
2/3/2024, 8:07:05 AM
2/3/2024, 11:25:08 AM
2/3/2024, 2:43:11 PM
2/3/2024, 6:01:12 PM
2/3/2024, 9:19:13 PM
2/4/2024, 12:37:00 AM
2/4/2024, 3:55:02 AM
2/4/2024, 7:13:03 AM
2/4/2024, 10:31:06 AM
2/4/2024, 1:49:08 PM
2/4/2024, 5:07:10 PM
2/4/2024, 8:25:12 PM
2/4/2024, 11:43:01 PM
2/5/2024, 3:01:04 AM
2/5/2024, 6:19:07 AM
2/5/2024, 9:37:11 AM
2/5/2024, 12:56:00 PM
2/5/2024, 4:14:05 PM
2/5/2024, 7:32:07 PM
2/5/2024, 10:50:10 PM
2/6/2024, 2:08:13 AM
2/6/2024, 5:27:01 AM
2/6/2024, 8:45:04 AM
2/6/2024, 12:03:08 PM
2/6/2024, 3:21:12 PM
2/6/2024, 6:39:00 PM
2/6/2024, 9:57:03 PM
2/7/2024, 1:15:05 AM
2/7/2024, 4:33:08 AM
2/7/2024, 7:51:11 AM
2/7/2024, 11:09:00 AM
2/7/2024, 2:27:03 PM
2/7/2024, 5:45:05 PM
2/7/2024, 9:03:08 PM

CT

(water cooled only)



อุณหภูมิน้ำระบายความร้อนต่ำ

อัตราการไหลเหมาะสม

คุณภาพอากาศเหมาะสม

POWER = f (Ton , Chilled water Temp ,Cooling water temp)

ราคาอุปกรณ์ มิเตอร์ เซนเซอร์ ราคาถูกลง
มีโปรแกรมแล้วต้องใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี

Thank You

กลุ่มวิจัย EnConLAB

Energy Conservation Laboratory