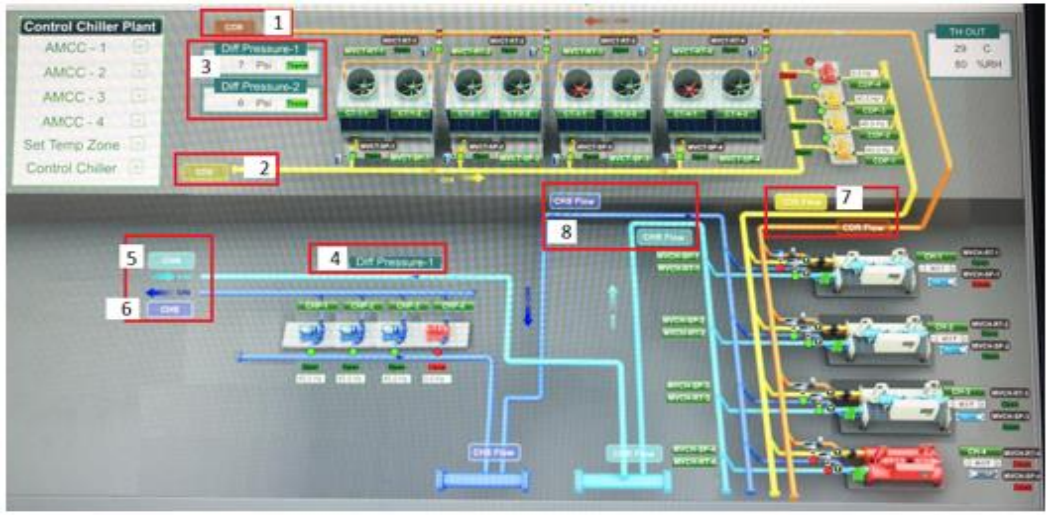
BIM utilization for the operation and renovation enhancement of chiller plant manager system performance

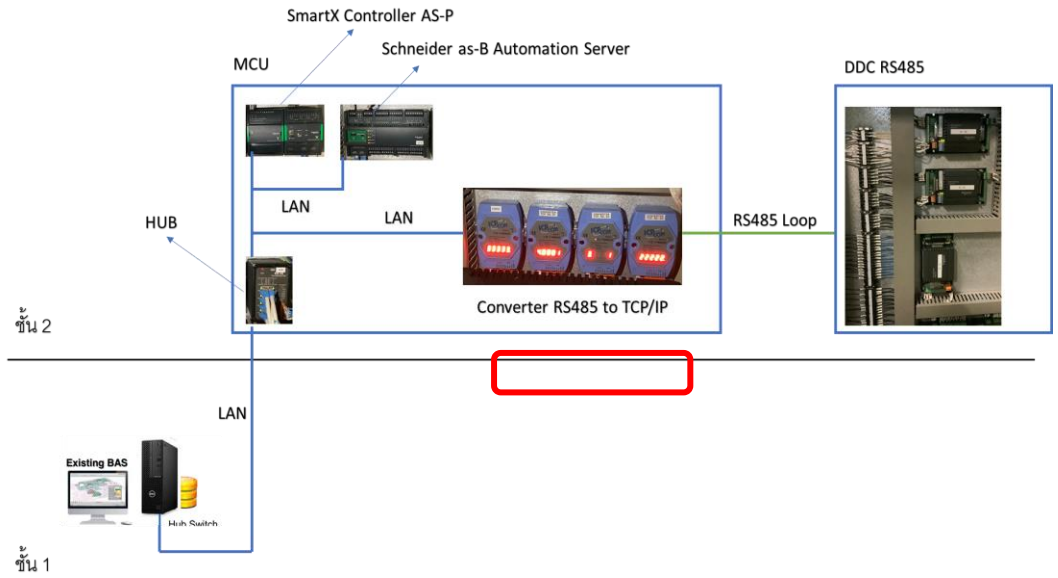
BY

ASST. PROF. DR. DENCHAI WORADECHJUMROEN – MECHANICAL ENGINEERING, SRIPATUM UNIVERSITY

MR. SOMKIAT SOHAB – CIO, TIE SMART SOLUTIONS

Existing CPMS





1) ระบบสื่อสารย่อยแบบ RS-485 ทำให้มีการ loss สัญญาณ การเก็บข้อมูลหลายค่าเนื่องจากอุปกรณ์ย่อยไม่รองรับ points

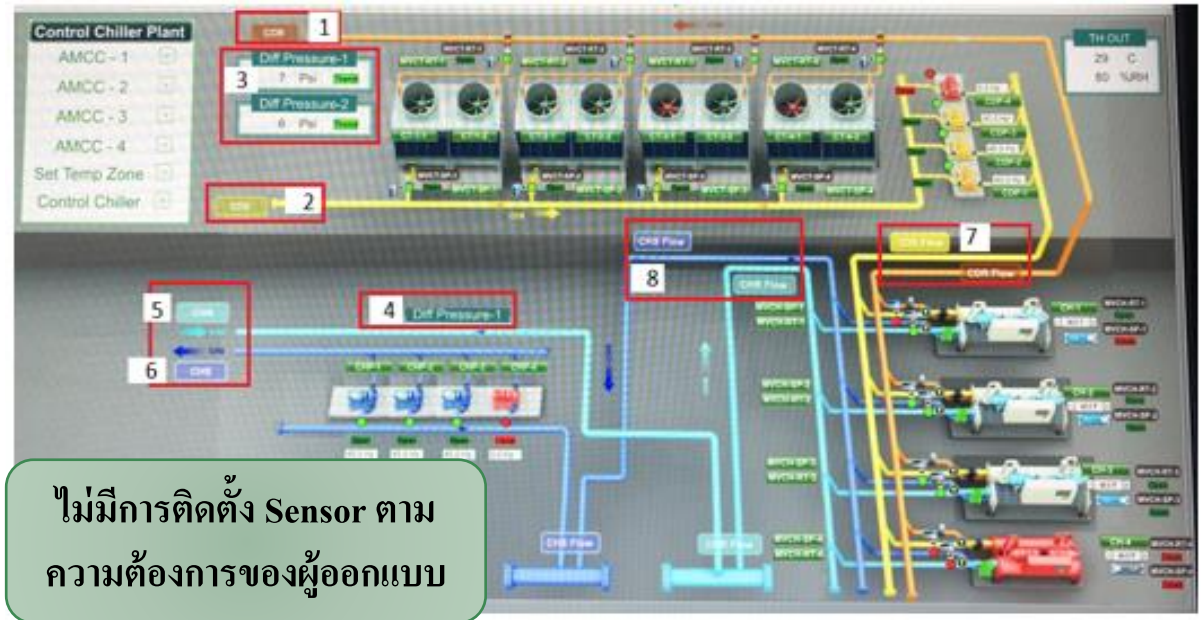
2) การใช้ RS485 converter เป็น TCP/IP ทำให้มีปัญหาเรื่องการประมวลผลจากระบบ IP

3) การเก็บข้อมูลและการประมวลผลดำเนินการที่ MCU ทำให้เพิ่มภาระการประมวลผลเกินความจำเป็น ต้องเพิ่ม server

4) เนื่องจากระบบการเดินสายเกิน 100 เมตรควรแก้ไขสัญญาณโดยการทดแทนระบบสื่อสารเดิมด้วย fiber optic รองรับการขยาย plant และอัพเกรดระบบ (hardware) ภายใน 10 ปีข้างหน้า

5) การปรับระบบจาก RS-485 ให้เป็น full IP-control เพื่อรองรับการเชื่อมต่อ optimization control จากระบบ AI ของ EMIS software ทีมีการเชื่อมต่อแบบ API (application programming interface)

Existing CPMS



ไม่มีการติดตั้ง Sensor ตามความต้องการของผู้ออกแบบ

ตารางที่ 1 Sensor and set-point	CPM ระบบปัจจุบัน
Inlet and outlet condensing temperature (No. 1 และ 2)	ไม่มีการติดตั้ง
Diff pressure (No. 3) for CDP pump	ติดตั้ง
Inlet and outlet evaporator temperature (No. 5 และ 6)	ไม่มีการติดตั้ง
Diff pressure (No. 4) for CHP pump	ไม่มีการติดตั้ง
Water flow rate (condenser and evaporator, No. 7 และ 8)	ไม่มีการติดตั้ง

1) ระบบ CPMS เดิมไม่สามารถ trend ข้อมูลได้ครบทุกค่า points

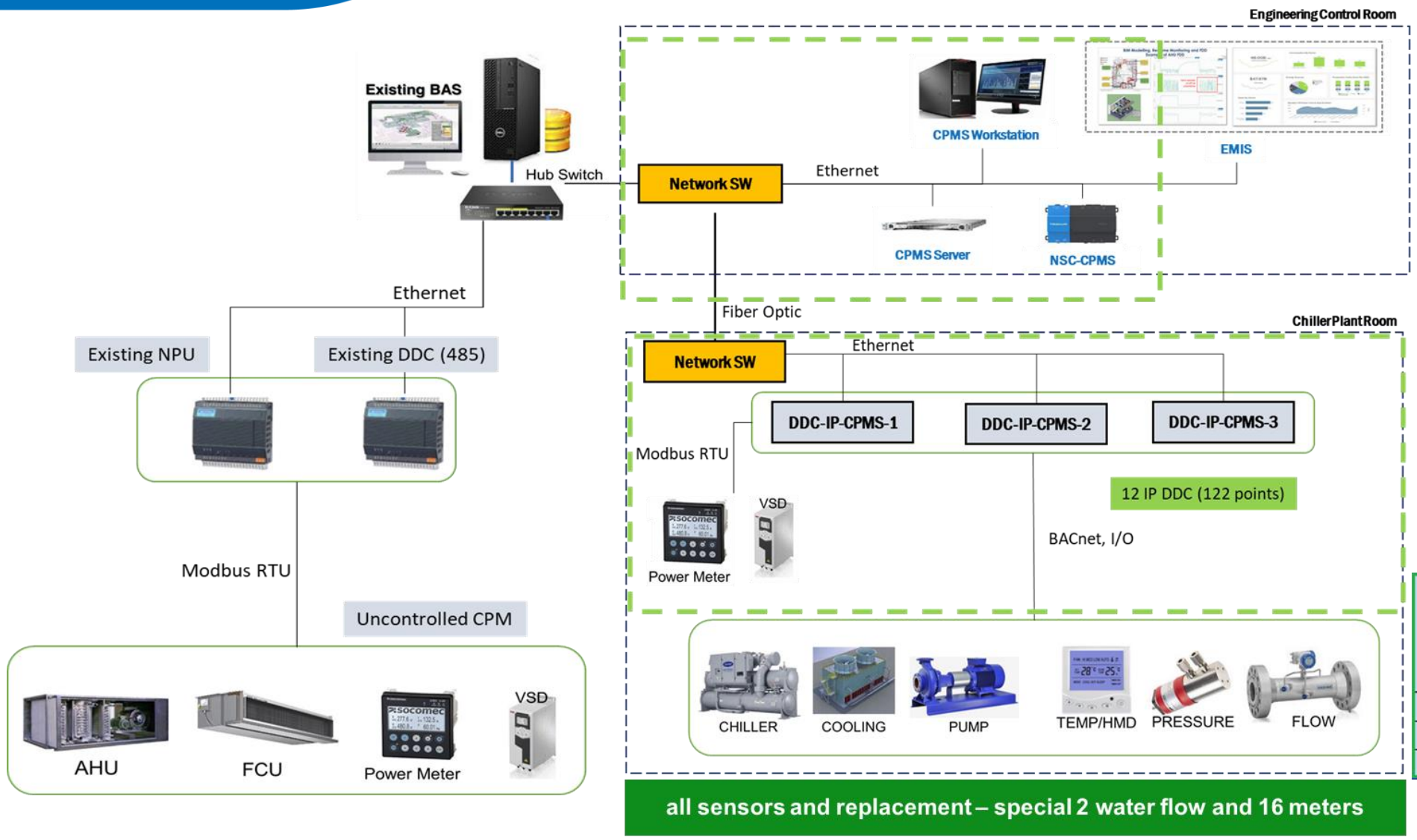
2) Header set-point ไม่สามารถสั่งการให้ CPMS ตัดสินใจเลือก chiller ได้เอง

3) ระบบ pressure control ไม่ได้ถูกโปรแกรมให้ทำงานสอดคล้อง

4) ไม่มีการแสดงค่าประสิทธิภาพรวม kW/ton รวมของระบบ

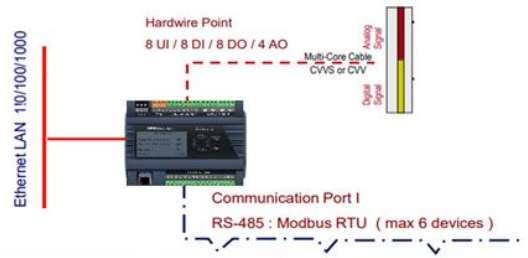
5) ระบบ meter ไม่ได้ติดตั้งแยกระบบ pump, cooling tower และ chiller เพื่อการตรวจสอบ plant guarantee

New Replacement



IP NPU – NSC CPMS
รองรับ ML/AL from 460 interface and 122 CPMS hardware points (smart control for ML and AI)

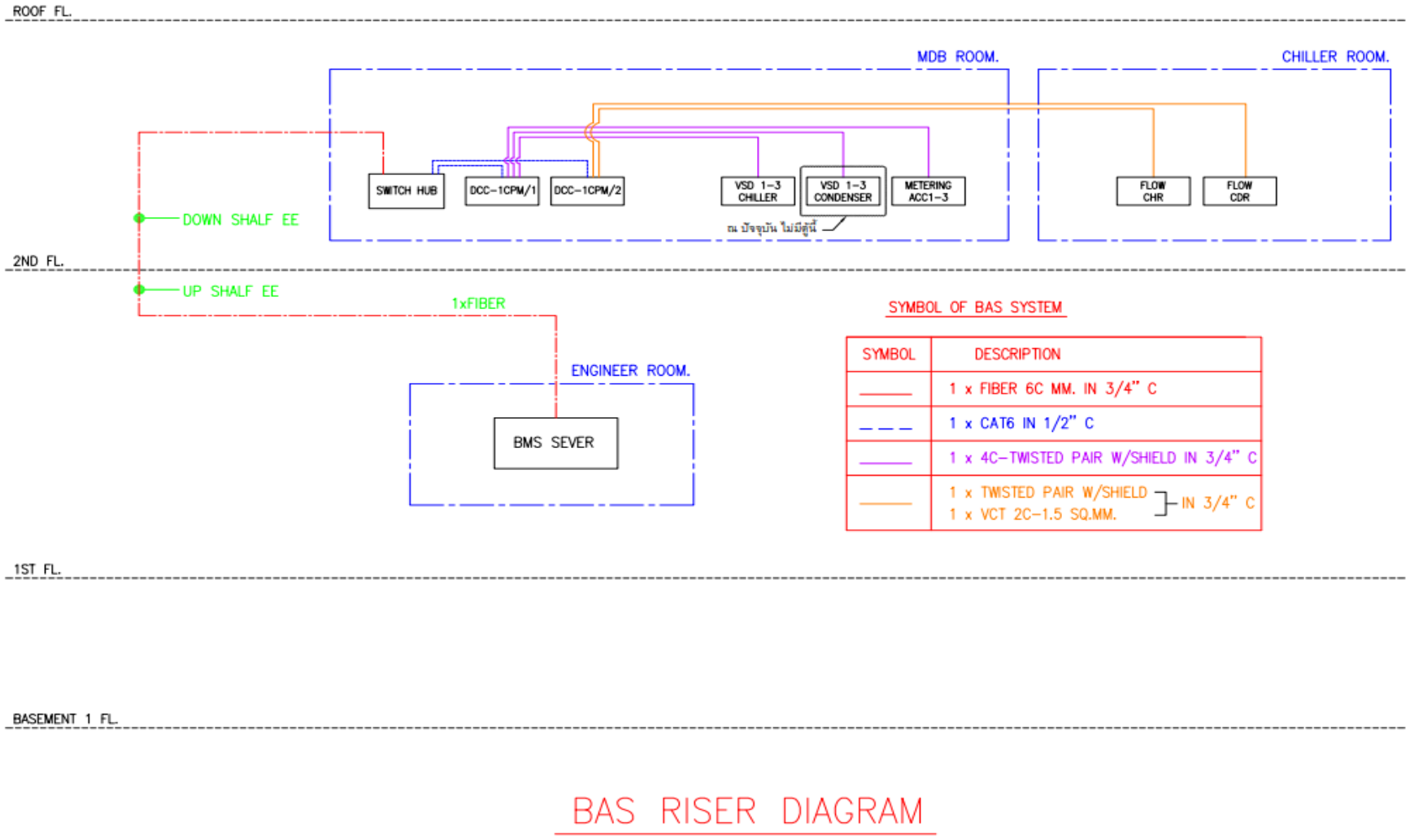
IP DDC 12 units
รองรับการคำนวณ 12AI/ 72DI/ 34AO (smart control)



Interface(point)				Summary				Devices						
0	60	0	400	14	72	0	36	0	12	0	0	0	1	1
460				122										
582														

all sensors and replacement – special 2 water flow and 16 meters

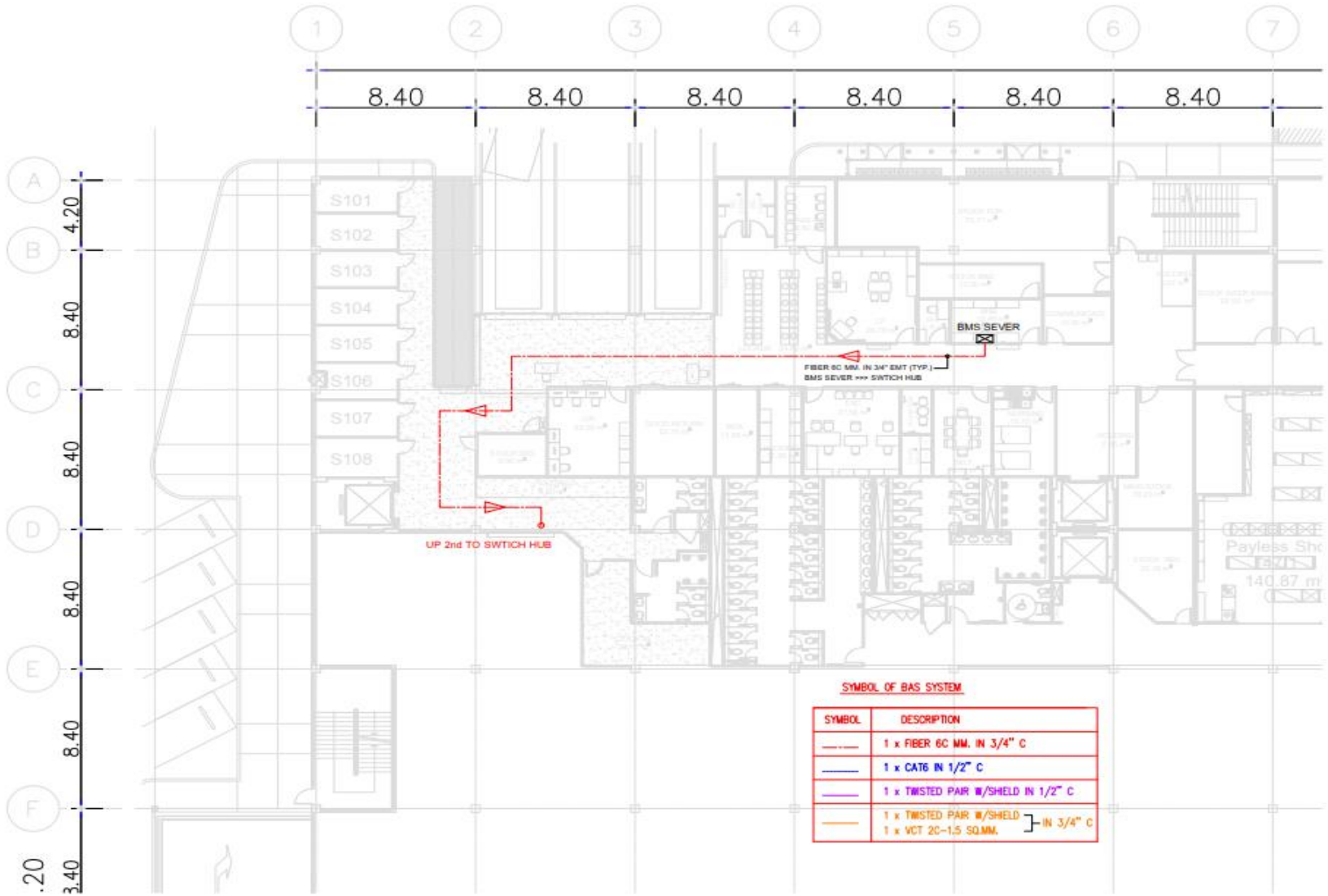
Typical CPMS works



BAS RISER DIAGRAM

ใช้มาตรฐานการใช้แบบจำลองสารสนเทศอาคารตามแนวทางสภาวิชาชีพ(เล่มเหลือง)เป็นโครงร่าง

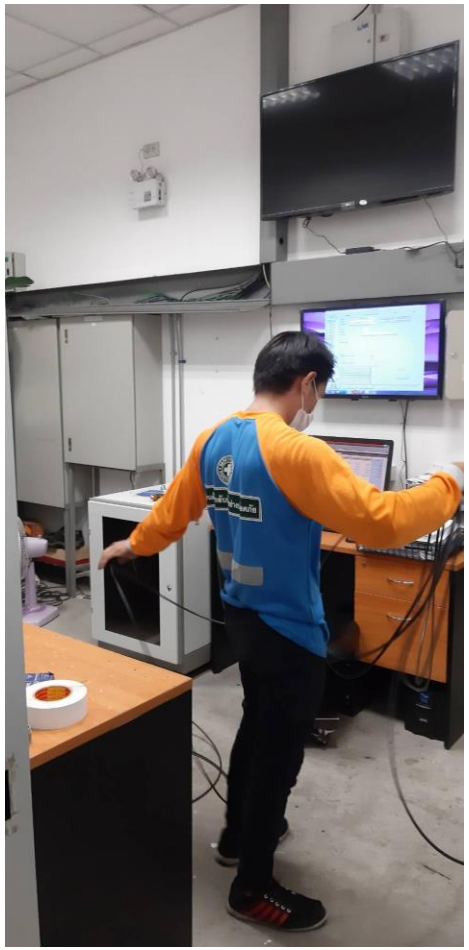
Typical CPMS works

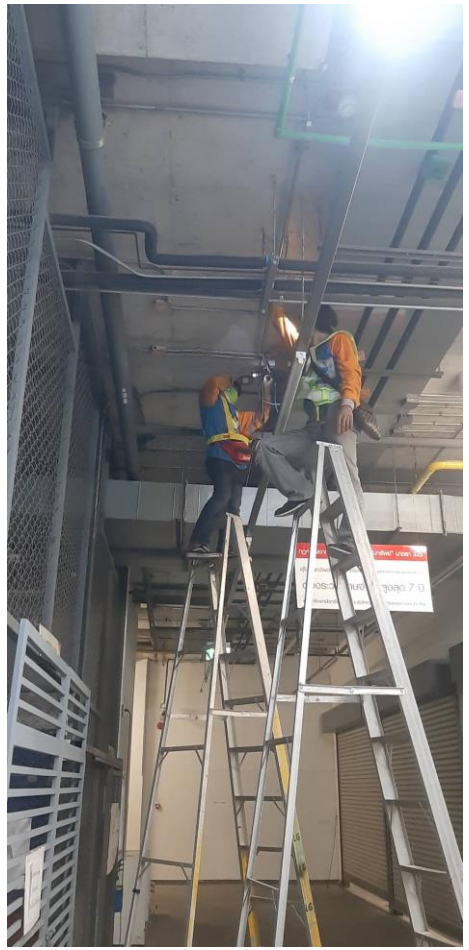


BAS 1st

Floor Plan

Typical CPMS works

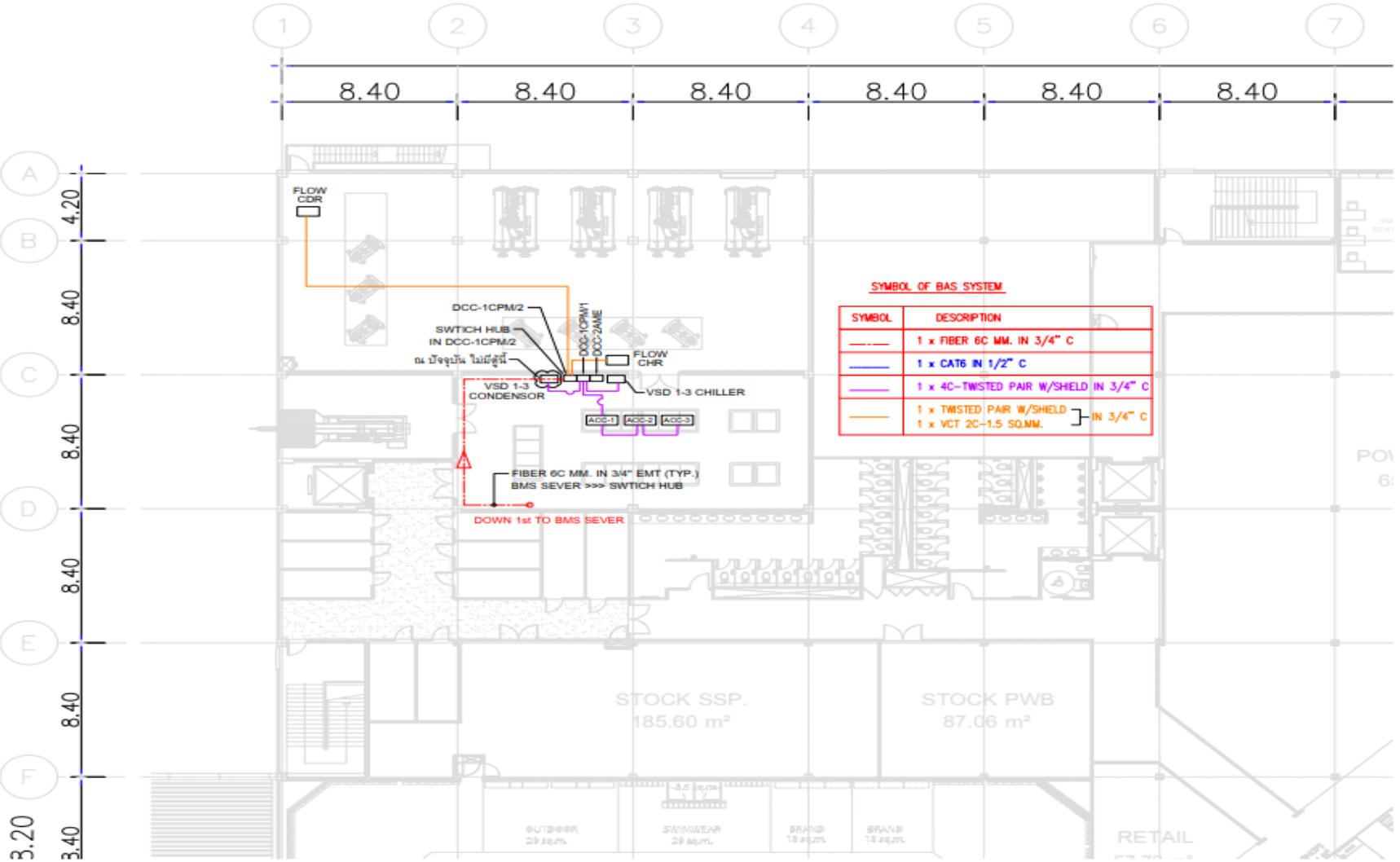




BAS 1st
Floor Plan

สรุป : เดินท่อเหล็ก EMT ร้อยสาย Fiber

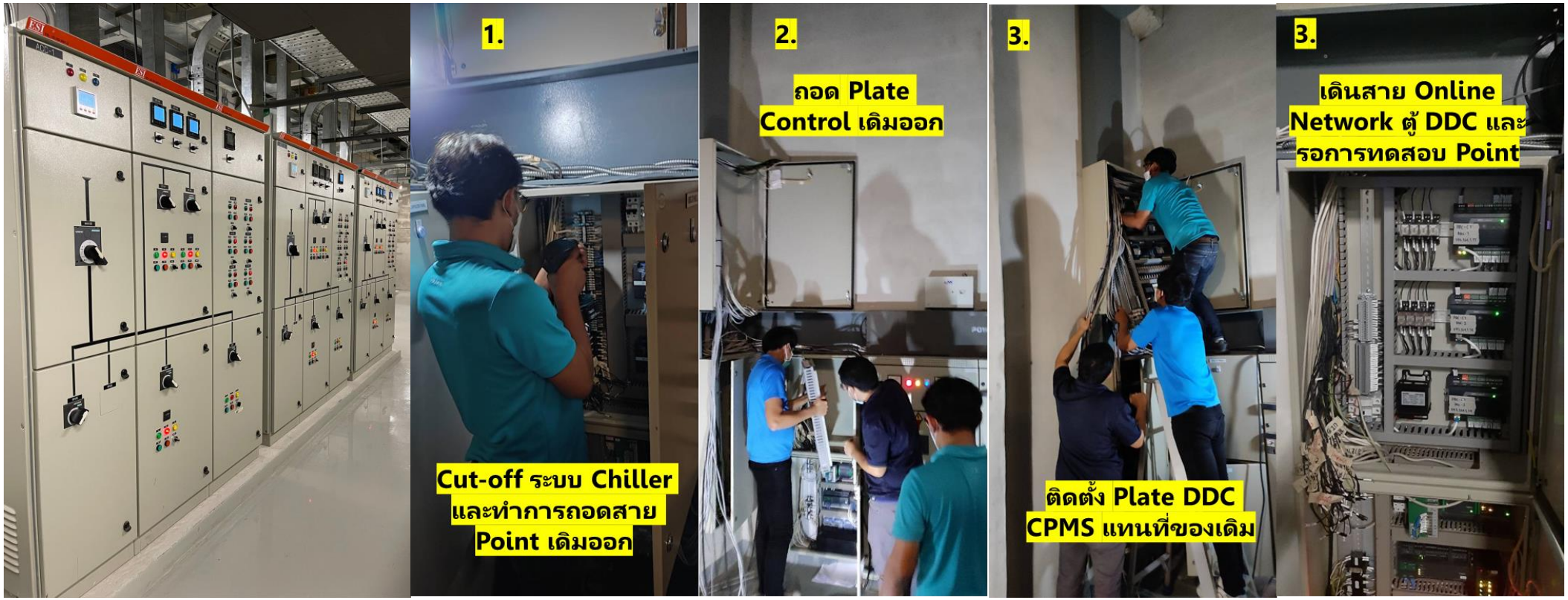
Typical CPMS works



BAS 2nd

Floor Plan

Typical CPMS works



BAS 2nd Floor Plan

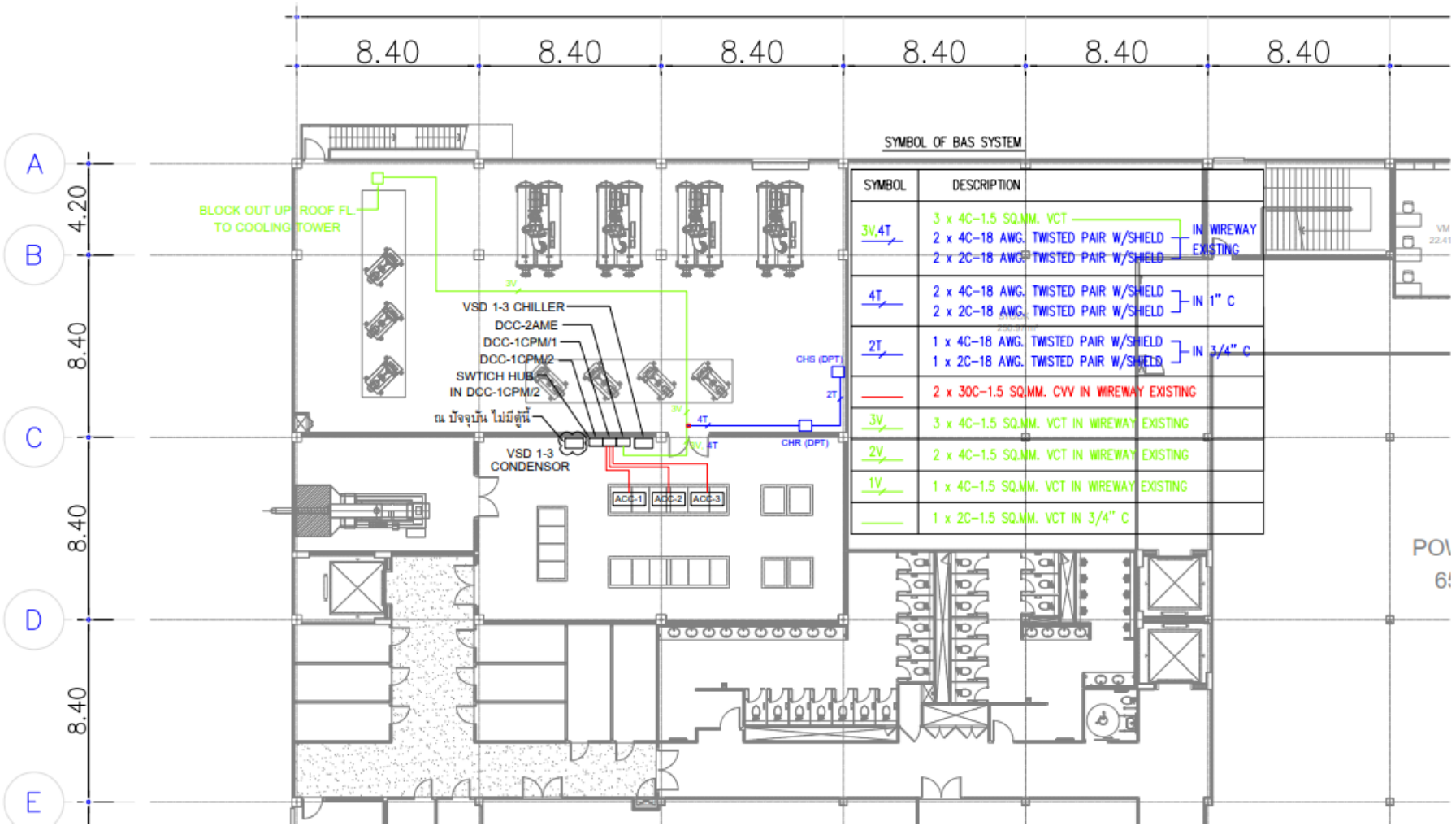
งานเดินสาย IP-DDC เชื่อมต่อ fiber optic

Typical CPMS works

BAS 2nd Floor Plan

ทำการ Cut Point อุปกรณ์ CPMS, Chiller Meter CPMS และ VSD

Point Problems



BAS 2nd
Floor Plan

RS485 ACC to IP-
DDC control panel

Point Problems

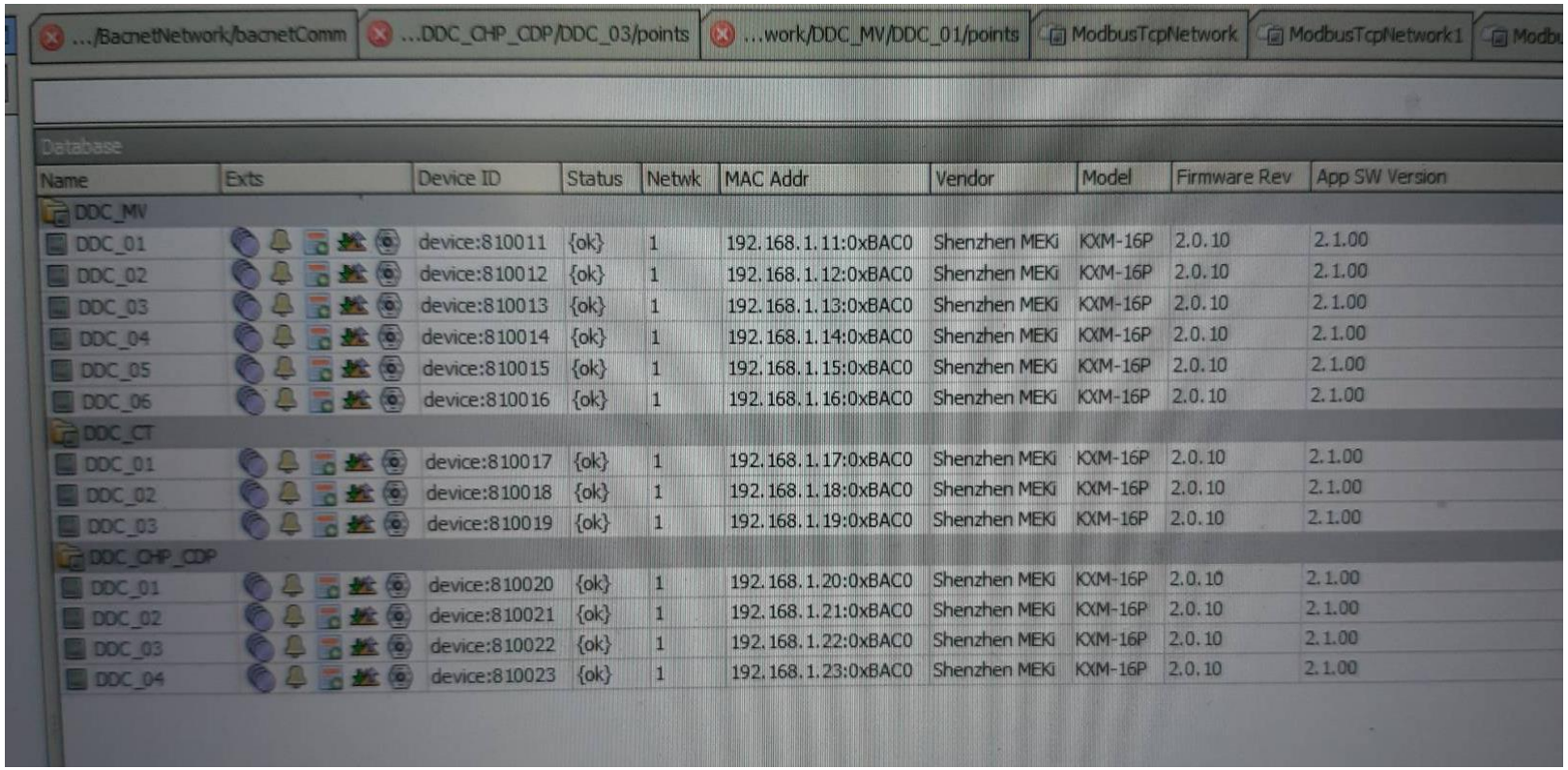
BAS 2nd Floor Plan

ห้องเครื่อง Chiller Plant และ ห้องช่าง

ขั้นตอนการทดสอบระบบ CPMS ส่วนของ Chiller, Pump และ Cooling Tower

Points หลอก – มีหน้า contractor แต่ไม่ได้เดินสายควบคุม

Solving Problems based experienced check



.../BacnetNetwork/bacnetComm | ...DDC_CHP_CDP/DDC_03/points | ...work/DDC_MV/DDC_01/points | ModbusTcpNetwork | ModbusTcpNetwork1

Database

Name	Exts	Device ID	Status	Netwk	MAC Addr	Vendor	Model	Firmware Rev	App SW Version
DDC_MV									
DDC_01		device:810011	{ok}	1	192.168.1.11:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_02		device:810012	{ok}	1	192.168.1.12:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_03		device:810013	{ok}	1	192.168.1.13:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_04		device:810014	{ok}	1	192.168.1.14:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_05		device:810015	{ok}	1	192.168.1.15:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_06		device:810016	{ok}	1	192.168.1.16:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_CT									
DDC_01		device:810017	{ok}	1	192.168.1.17:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_02		device:810018	{ok}	1	192.168.1.18:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_03		device:810019	{ok}	1	192.168.1.19:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_CHP_CDP									
DDC_01		device:810020	{ok}	1	192.168.1.20:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_02		device:810021	{ok}	1	192.168.1.21:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_03		device:810022	{ok}	1	192.168.1.22:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00
DDC_04		device:810023	{ok}	1	192.168.1.23:0xBAC0	Shenzhen MEKi	KXM-16P	2.0.10	2.1.00

ห้องเครื่อง Chiller และ ห้อง Operator

ดำเนินการทดสอบอุปกรณ์ DDC ก่อนทำการตัดระบบ CPMS

Solving Problems based experienced check

The COBie Guide:

a commentary to the NBIMS-US COBie standard

by Dr. Bill East, PhD, PE, F.ASCE[1], Mariangelica Carrasquillo-Mangual[2]

8.2.6 Pumps

The following minimum set of information shall be provided in Construction Documents stage design deliverable schedule and reflected in the CD Stage COBie Deliverable and subsequent construction deliverables.

Note that the expected naming of this component should reflect the type and component's specific use in a system.

Table 9 Design – Minimum Pump Schedule Headings

Heading	Typical Unit
Name	HVACPump-TypeXX-Space#-01
Type	HVACPump-TypeXX
SpecificationSection	(as identified in client's contract)
Location	(Space Name)
Current	Amps
Voltage	Volts
Frequency	Hz
Rated Flow	L/s
Churn Pressure	kPa
Controller Type	-
SpatialPlacement	(from approved list of placement types)
BasisOfDesign-Manufacturer	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-ModelNumber	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-Notes	(If found on drawing schedules)

8.2 Required HVAC System Assets

8.2.1 Chiller

The following minimum set of information shall be provided in Construction Documents stage design deliverable schedule and reflected in the CD Stage COBie Deliverable and subsequent construction deliverables.

Table 4 Design – Minimum Chiller Schedule Headings

Heading	Typical Unit
Name	Chiller-TypeXX-Space#-01
Type	Chiller-TypeXX
SpecificationSection	(as identified in client's contract)
Location	(Space.Name)
Current	Amps
Voltage	Volts
Frequency	Hz
Power	kW
Capacity	kW
Water Flow	m^3/hr
Ambient Temp	C
Pressure Drop	kPa
Entering Water Temp	C
Leaving Water Temp	C
Motor Controller	-
Unloading Steps	-

Solving Problems based experienced check

The COBie Guide:

a commentary to the NBIMS-US COBie standard

by Dr. Bill East, PhD, PE, F.ASCE[1], Mariangelica Carrasquillo-Mangual[2]

8.6.2 Controllers

The following minimum set of information shall be provided in Construction Documents stage design deliverable schedule and reflected in the CD Stage COBie Deliverable and subsequent construction deliverables. .

Note that the expected naming of this component should reflect the type and component's specific use in a system.

Table 23 Design – Minimum Controller Type Schedule Headings

Heading	Typical Unit
Name	Controller-TypeXX-Space#-01
Type	Controller-TypeXX
SpecificationSection	(as identified in client's contract)
Location	(Space Name)
Current	Amps
Voltage	Volts
Frequency	Hz
Mounting	-
SpatialPlacement	(from approved list of placement types)
BasisOfDesign-Manufacturer	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-ModelNumber	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-Notes	(If found on drawing schedules)

8.6 Required Control System Assets

8.6.1 Sensors

The following minimum set of information shall be provided in Construction Documents stage design deliverable schedule and reflected in the CD Stage COBie Deliverable and subsequent construction deliverables.

Note that the expected naming of this component should reflect the type and component's specific use in a system.

Table 22 Design – Minimum Sensors Type Schedule Headings

Heading	Typical Unit
Name	Sensor-TypeXX-Space#-01
Type	Sensor-TypeXX
SpecificationSection	(as identified in client's contract)
Location	(Space Name)
Current	Amps
Voltage	Volts
Frequency	Hz
Mounting	-
SpatialPlacement	(from approved list of placement types)
BasisOfDesign-Manufacturer	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-ModelNumber	(If found on drawing schedules)
BasisOfDesign-Notes	(If found on drawing schedules)

Solving Problems based experienced check

Building and Construction Authority

BIM Guide for Asset Information Delivery

For the operation and maintenance purposes, the key assets are usually those associated with the space and building services system. The following shows examples of the asset systems to be captured for the deliverables (see **Annex B** for more detailed examples):

1. Architectural Systems
2. Conveyance Systems
3. Safety/Security Systems
4. Information Technology System
5. Mechanical Ventilation Systems
6. Building Automation, Monitoring, Space Control
7. Air-conditioning and Refrigeration Function
8. Plumbing and Sanitary Systems
9. Building Envelope System

	Designer Input	Contractor/Sub-contractor/Supplier Input													
		Type Name	Category	Type Description	Asset Type (Fixed/Moveable)	Manufacturer	Model Number	Expected Life (in months)	Component Name	Storey Number (Level)	Location	Component Description	Serial Number	Installation Date	Warranty End Date	Asset Identifier
Air Handling Units	Design Air Flow, Total Cooling Capacity, Sensible Cooling Capacity, Power Input, Static Pressure	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fan Coil Units	Design Air Flow, Total Cooling Capacity, Sensible Cooling Capacity, Power Input, External Static Pressure	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cooling Towers	Total Cooling Capacity, Condenser Water Flow Rate, Power Input, Fan Static Pressure	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Chillers	Cooling Capacity, Chilled Water Supply/Return temperature, Chilled Water Flow Rate per Cooling Ton, Condenser Flow Rate per Cooling Ton, Efficiency	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Solving Problems based experienced check

Omniclass 23 (Products) List

23.75.65.00 Monitoring and Control Equipment

23.75.65.11 Monitoring and Control of Internal Climate

- 23.75.65.11.11 Heating Controllers
- 23.75.65.11.14 Heating Programmers
- 23.75.65.11.17 Heating Optimizers/Economizers

23.75.65.14 Industrial Plant Performance Controls

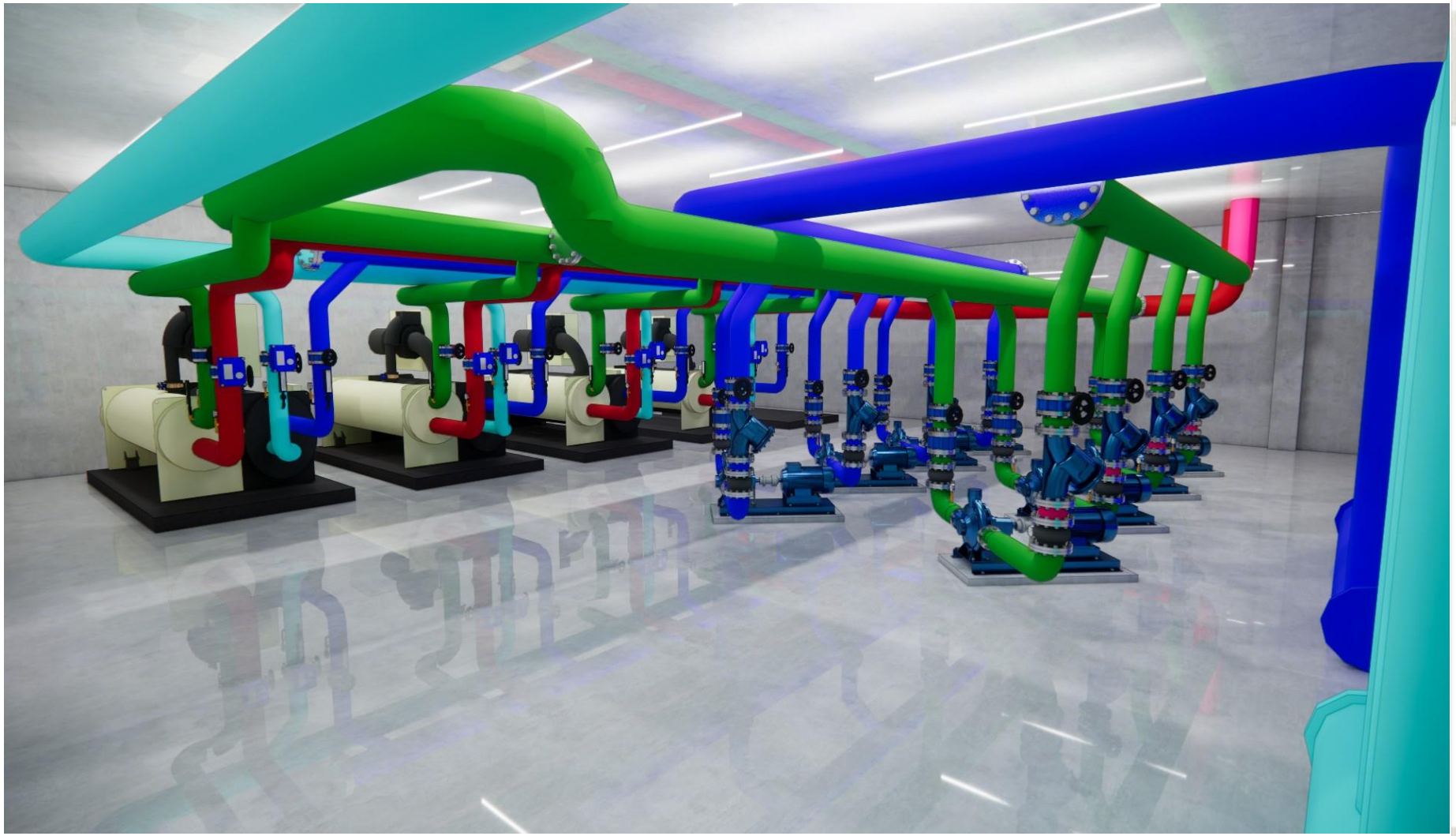
- 23.75.65.14.14 Centralized Plant Controls
- 23.75.65.14.14.11 Temperature Controls
- 23.75.65.14.14.14 Pressure Controls
- 23.75.65.14.14.17 Flow Controls
- 23.75.65.14.14.21 Concentration Controls
- 23.75.65.14.17 Control and Monitoring Boards/Panels

23.85.80.00 Building Automation and Control

23.85.80.11 Building Controls

- 23.85.80.11.11 Clock Controls
- 23.85.80.11.14 Door Controls
- 23.85.80.11.17 Elevator Monitoring and Controls
- 23.85.80.11.21 Energy Monitoring and Controls
- 23.85.80.11.24 Environmental Controls
- 23.85.80.11.27 Lighting Controls

IFC Format Data



Component Options

CHILLER
UNI-AIRE®

Packaged Water Cooled Chiller (Inverter Type)
WCU-PHE-024M

ข้อมูลทางเทคนิคของเครื่องน้ำเย็น Download.xlsx

แบบแสดงขนาด Download.PDF

Chiller By Layout (2D) Download.layout

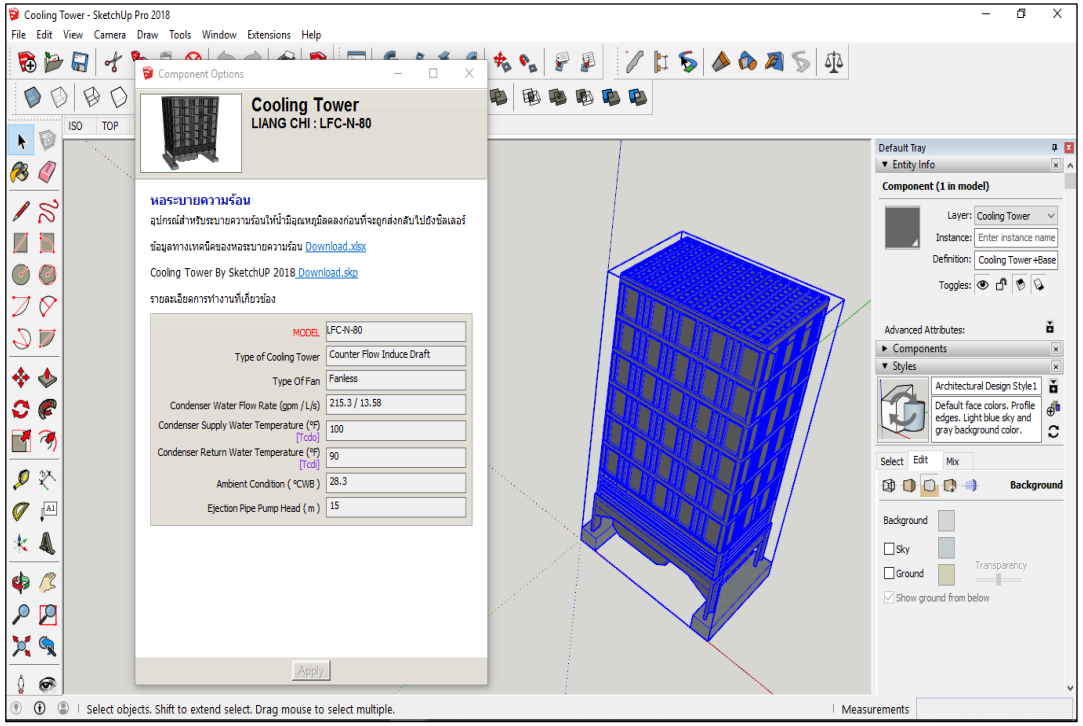
รายละเอียดการทำงานที่เกี่ยวข้อง

WCU-PE-024M	24 RT / Unit
Power Consumption (V / Ø / Hz)	380 / 3 / 50
Type of Refrigerant	R-410A
Type of Compressor	Scroll DC Inverter
Discharge Pressure (psig)	440
Suction Pressure (psig)	130
Chiller Water Flow Rate (gpm / L/s)	57.6 / 3.63
Chiller Supply Water Temperature (°F) [Tevo]	45
Chiller Return Water Temperature (°F) [Tevi]	55
Condenser Water Flow Rate (gpm / L/s)	72 / 4.54
Condenser Supply Water Temperature (°F) [Tcdo]	100
Condenser Return Water Temperature (°F) [Tcdi]	90
Efficiency @ Full load = 0.7 kw / ton [COP]	4.4

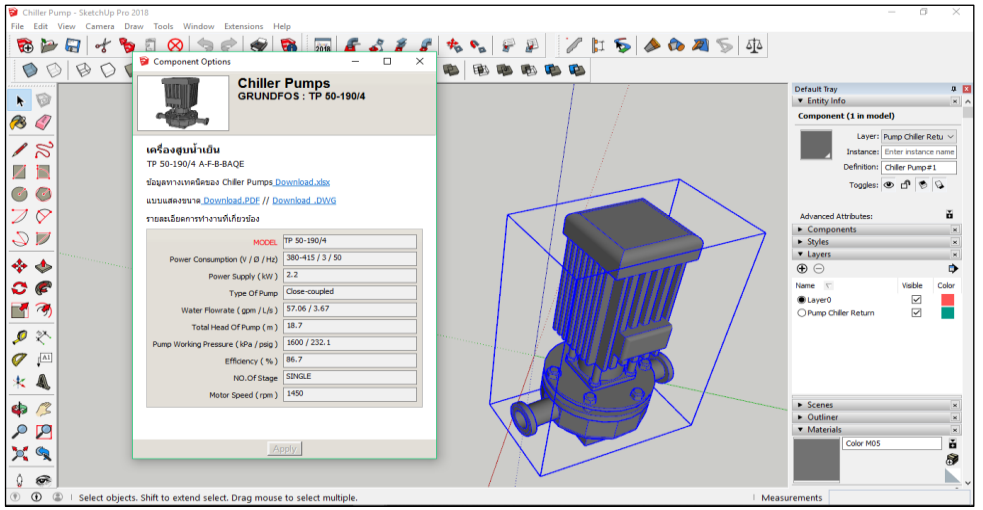
Apply

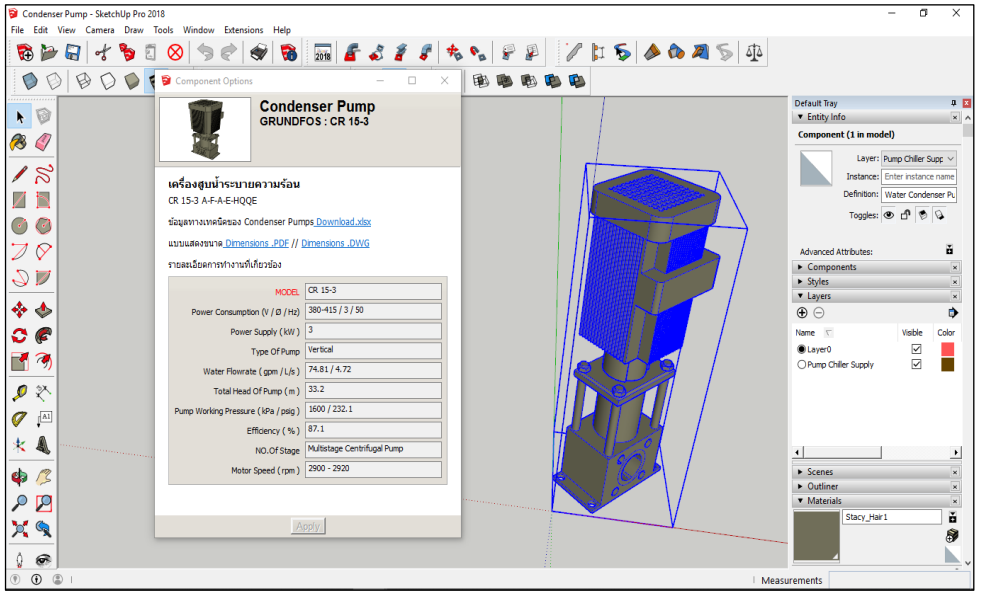
IFC Format Data

Pump CHP CDP



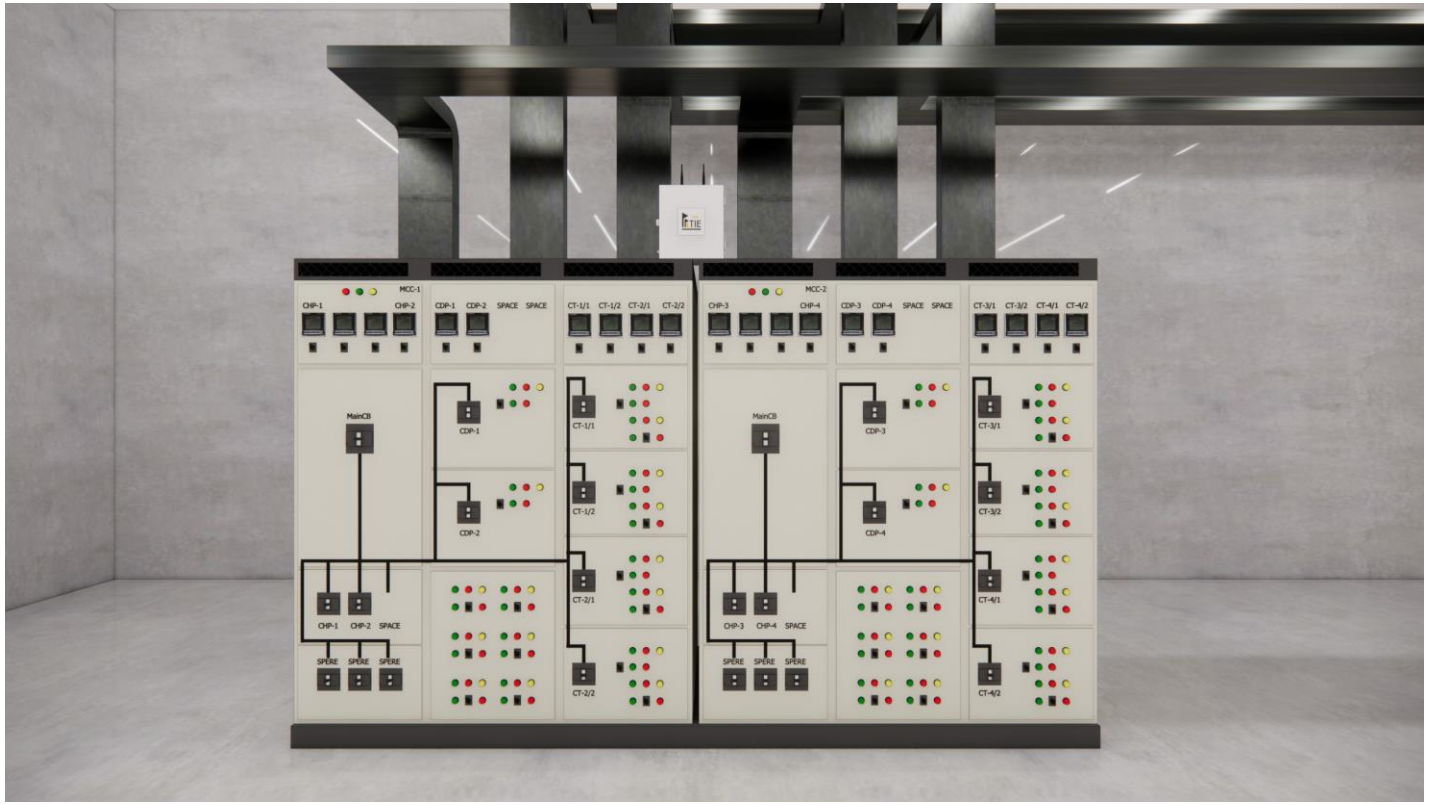
Cooling Tower

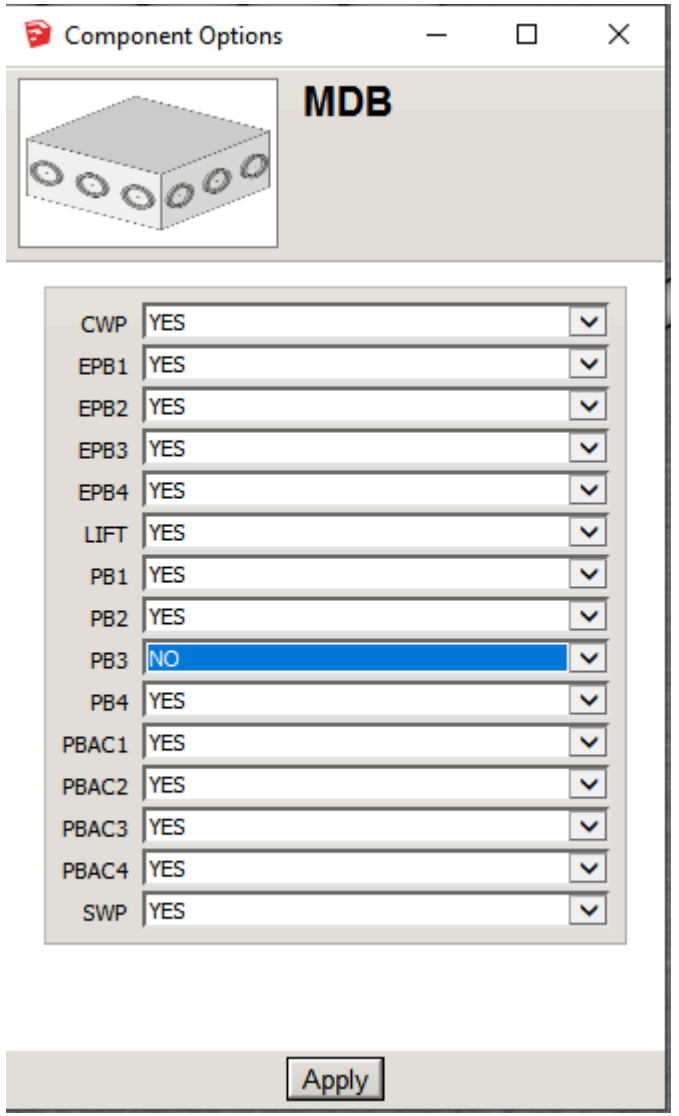




IFC Format Data

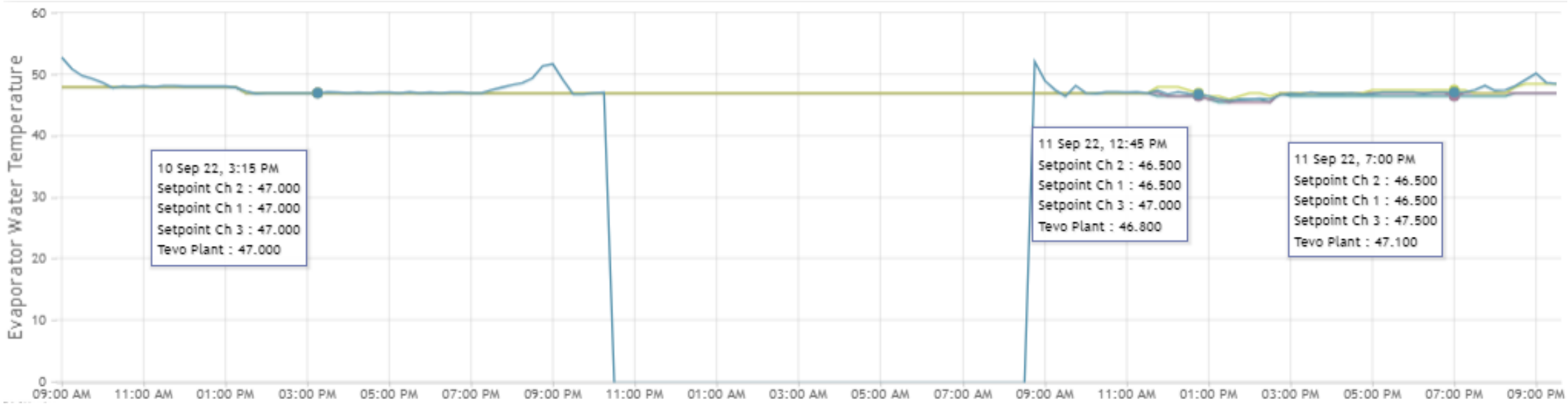
เก็บข้อมูลการสำรวจตู้ MDB
เช็คข้อมูลจากแบบเดิม ว่าอุปกรณ์ประเภทไหน แยกเป็น
อุปกรณ์ทีมีอยู่จริงกับอุปกรณ์ ทีมีในแบบแต่ไม่ได้ติดตั้งจริง





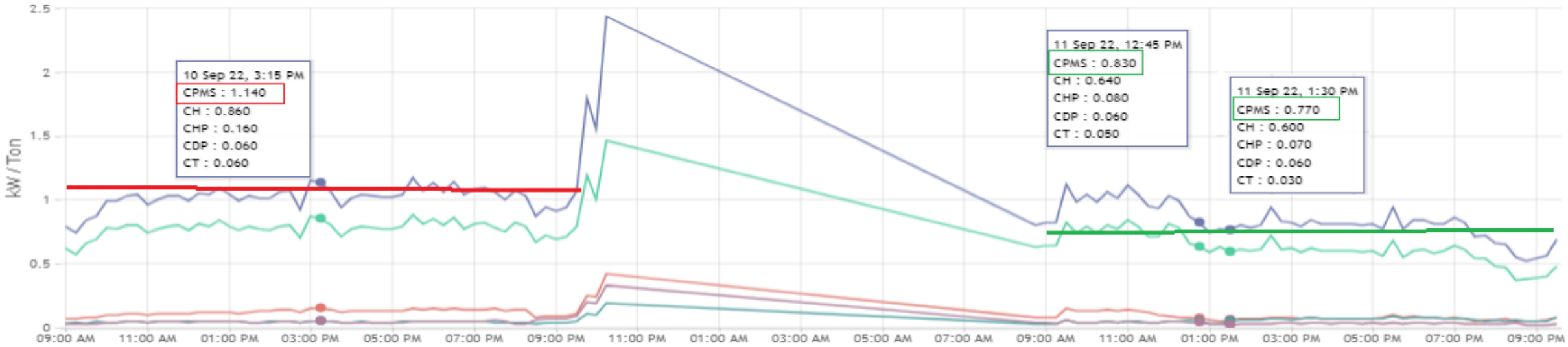
ข้อมูลหลังดำเนินการ MBCx

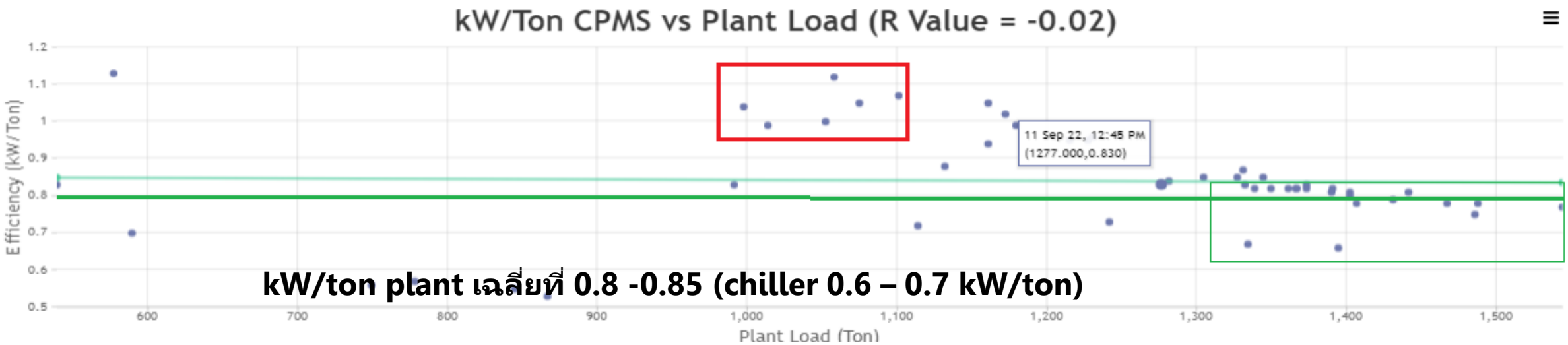
หลังการปรับระบบด้วย machine learning ทำให้ tons จากต้นทาง เข้าใกล้ ความเย็นปลายทาง



Set-point ปรับตาม heat balance เมื่อทำความเย็นไม่ได้

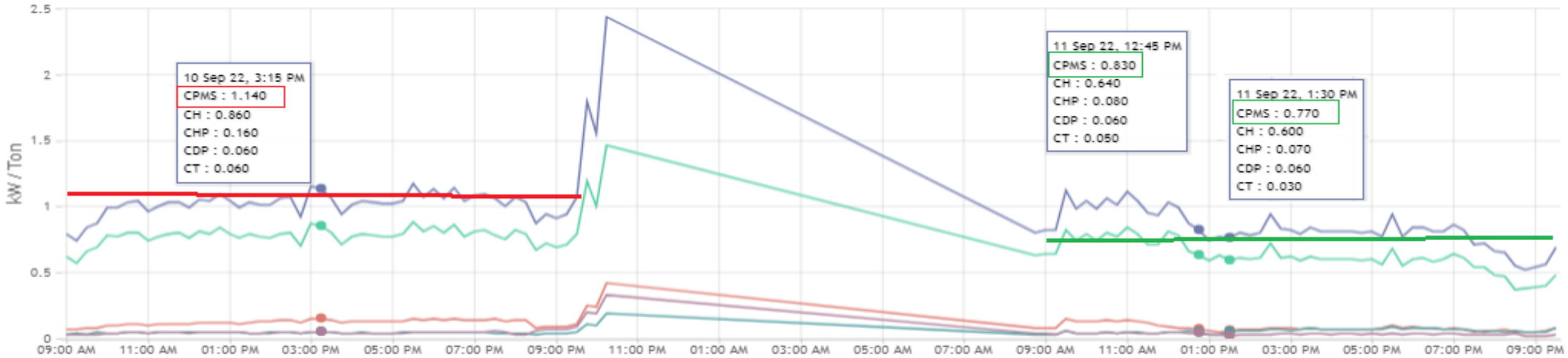
ข้อมูลหลังดำเนินการ MBCx



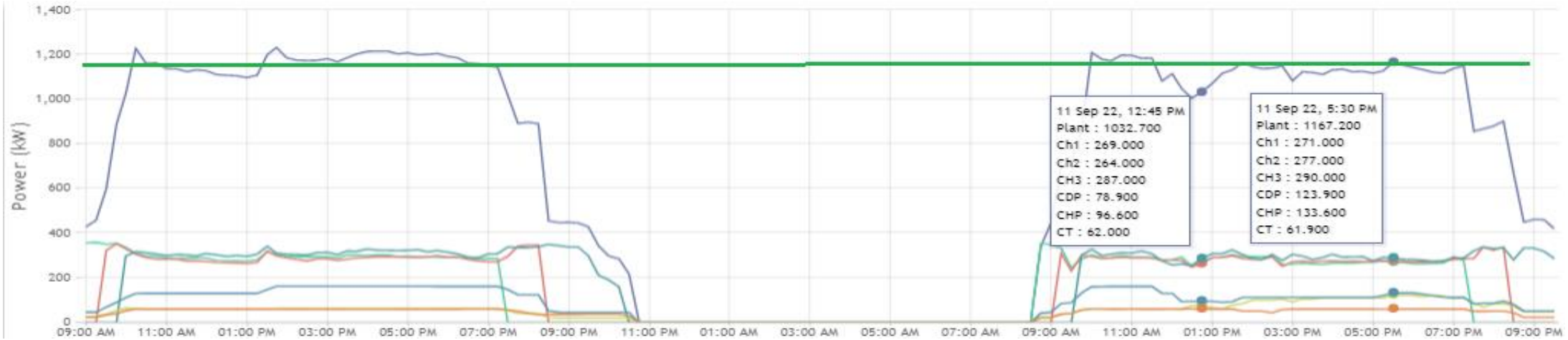


kW/ton plant เฉลี่ยที่ 0.8 -0.85 (chiller 0.6 – 0.7 kW/ton)

ข้อมูลหลังดำเนินการ MBCx

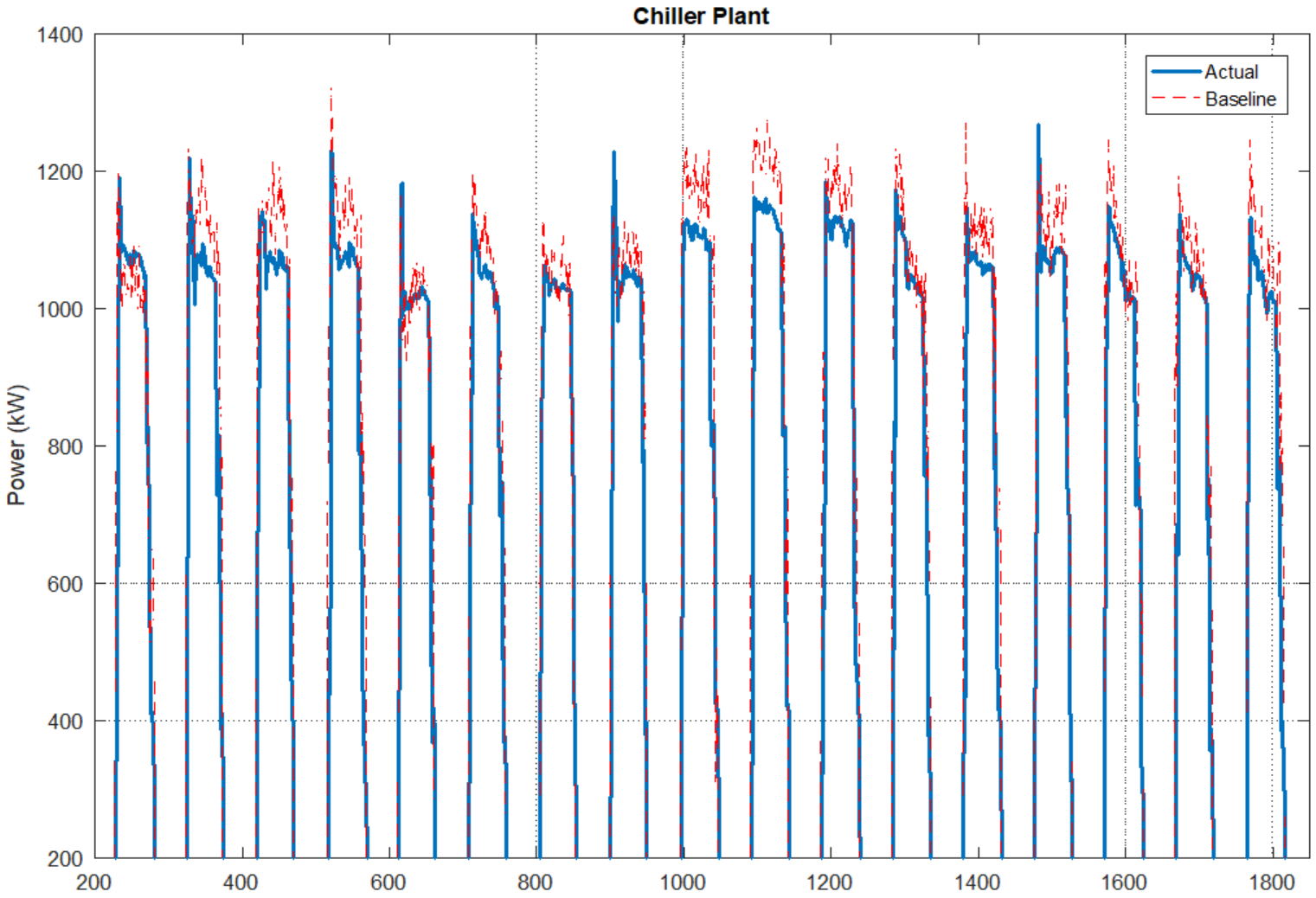


ค่าไฟฟ้าของ Plant ลดลงจาก 1200 kW เหลือ เฉลี่ย 1080 kW (-10%)



Data Utilization

Savings



จากนั้นส่งค่า real-time ผ่านระบบ API สามารถแสดงผลการประหยัดพลังงาน ณ วันที่ 7/10/2565 มีผลประหยัดพลังงานที่ 12.5%

Conclusion

สรุป

1. **Existing CPMS** ไม่ได้มีผู้เชี่ยวชาญตรวจ
2. การตรวจแบบโดยเฉพาะ **data points and point control** ต้องใช้ความชำนาญมาก
3. การออกแบบ **points** ต้องอ้างอิงจาก **data utilization** ตั้งแต่การออกแบบ
4. โดยปราศจากการตรวจสอบด้วย **tool** เช่น **BIM or experienced engineers** ไม่สามารถตรวจงานที่ตกหล่น
5. **BIM record** งานที่มีความซับซ้อนลดมูลค่าที่เสียหายกว่า 2 ล้านบาท แต่ใช้งานไม่ได้จริง
6. **BAS, CPMS GUI** สามารถเชื่อมต่อ **7D BIM** ได้โดยเป็นการเชื่อมต่อแบบ **API (application programming interface)**
7. ลดขั้นตอนและต้นทุน อย่างน้อย 15% ในการขยายงานต่อ อาคารที่ใกล้เคียงกัน