การจัดการและปฏิบัติการด้านพลังงานในกระบวนการผลิตและอาคารโรงงาน

โดยแนวทางการจัดทำ

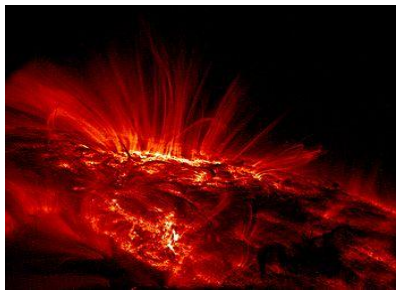
Energy chart และ Energy layout

ผศ.ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ETH Engineering co., Ltd.

Energy & Environmental ;Tools & die ; Heat Exchanger
Engineering Consultancy Services



Energy chart คืออะไร ?

Energy chart: แสดงข้อมูลของการใช้พลังงานในทุกกระบวนการ
(ตั้งแต่เริ่มรับวัตถุดิบจนถึงเป็นสินค้าสำเร็จรูปและจัดส่ง)

ข้อมูลสำคัญที่แสดงใน Energy chart

1. วัตถุประสงค์ของการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์
2. ศักยภาพ (Potential) ของแหล่งพลังงานที่ป้อนเข้ากระบวนการ
3. ศักยภาพของพลังงานที่เหลือเมื่อถูกใช้ในกระบวนการ

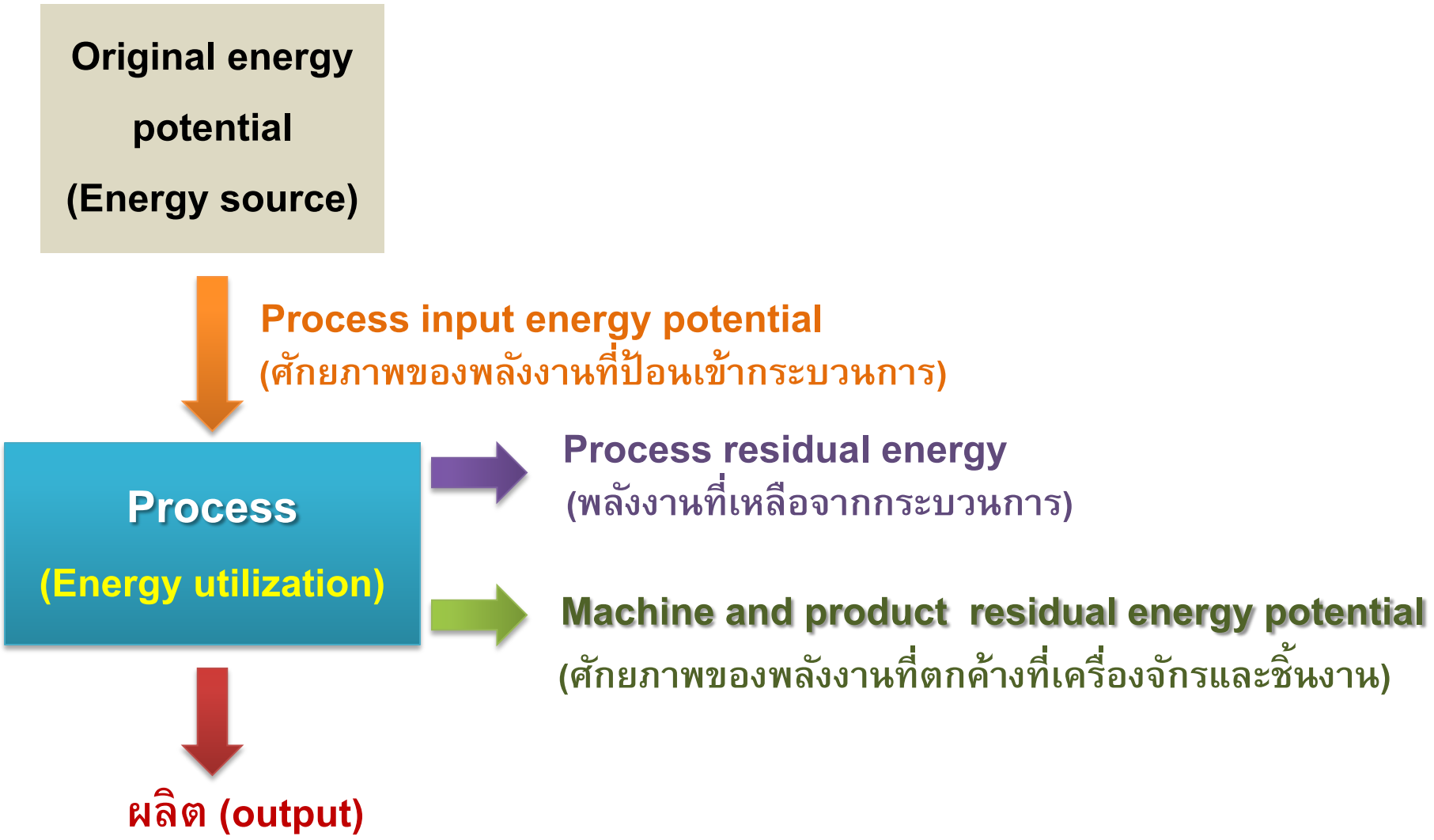
ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

องค์ประกอบของ Energy chart

- Process (identification)
- Original energy potential
- Process input energy potential
- Energy utilization
- Process residual energy
- Machine and product residual energy potential

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

องค์ประกอบของ Energy chart



ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

รูปแบบของ Energy chart

Process	Original energy potential	Process input energy potential	Energy utilization	Process residual energy	Machine and product residual energy potential
Process A	.....	.....	.....	.....	.....
Process B	.....	.....	.....	.....	.....
Process C	.....	.....	.....	.....	.....
Process D	.....	.....	.....	.....	.....

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Process (identification)

บันทึก: ชื่อขั้นตอนหรือกระบวนการ ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ จนถึงผลิตเป็นสินค้าสำเร็จรูป และจัดส่ง
(อาจพิจารณาจากแผนผังขั้นตอนการผลิตก็ได้)

เช่น... กระบวนการแช่แข็งวัตถุดิบ
กระบวนการทำความสะอาดภาชนะ
กระบวนการอบแห้งวัตถุดิบ
กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน)
ฯลฯ

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Original energy potential

บันทึก: แหล่งพลังงาน ขนาดของเครื่องกำเนิดพลังงานและศักยภาพของพลังงานที่แหล่งกำเนิดผลิตให้แต่ละกระบวนการ

(กระบวนการหนึ่ง ๆ อาจใช้พลังงานจากหลายแหล่งได้---> ต้องบันทึกแยกกัน)

ตัวอย่างของแหล่งพลังงาน...

- หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) ---> Secondary voltage
- เครื่องอัดลม (Air compressor) ---> ความดันของอากาศอัดที่ผลิต
- เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) ---> อุณหภูมิน้ำเย็นที่ผลิต
- หม้อไอน้ำ (Boiler) ---> ความดันของไอน้ำที่ผลิต
- ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic pump) ---> ความดันของน้ำมันไฮดรอลิกที่ผลิต

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Original energy potential

กระบวนการใช้พลังงานไฟฟ้า ➡ แหล่งพลังงาน = หม้อแปลงไฟฟ้า

บันทึก ---> ขนาดหม้อแปลง (kVA) จำนวน และวัดช่วงค่าแรงดันหลังหม้อแปลงจริง (V)

ตัวอย่างการบันทึก: **หม้อแปลง 1 ลูก ขนาด 1500 kVA แรงดันไฟฟ้า 390-400 V**

กระบวนการใช้พลังงานลมอัด ➡ แหล่งพลังงาน = เครื่องอัดลม

บันทึก ---> ขนาดเครื่องอัดลม (kW) จำนวน และช่วงค่าความดันการตัดต่อระบบ (bar)

ตัวอย่างการบันทึก: **เครื่องอัดลม 1 เครื่อง ขนาด 40 kW ผลิตลมอัดที่ความดัน 6-8 bar**

กระบวนการใช้พลังงานไอน้ำ ➡ แหล่งพลังงาน = หม้อไอน้ำ

บันทึก ---> ขนาดหม้อไอน้ำ (Ton/h) จำนวน และช่วงค่าความดันในการตัดต่อระบบ (bar)

ตัวอย่างการบันทึก: **หม้อไอน้ำ 1 ชุด ขนาด 10 Ton/h ผลิตไอน้ำที่ความดัน 8-10 bar**

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Process input energy potential

บันทึก: ระดับศักยภาพพลังงานที่ ป้อนให้แต่ละกระบวนการ หรือค่าควบคุมที่กระบวนการต้องการ

ตัวอย่าง...

กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน):

ใช้พลังงานไฟฟ้า ➡ ระดับแรงดันไฟฟ้าหน้าเครื่องจักร 380-385 V

ใช้พลังงานลมอัด ➡ ควบคุมความดันลมอัดที่เข้าเครื่องจักร 4 bar

ใช้พลังงานไอน้ำ ➡ ควบคุมความดันไอน้ำที่เข้าเครื่องจักร 6 bar

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Energy utilization

บันทึก: รายละเอียดของการนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการ และระบุค่าควบคุมที่ใช้ในกระบวนการ

ตัวอย่าง...

กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน):

- ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ ขนาด 15 kW แต่ค่าพลังงานที่ใช้จริงคือ 12 kW เพื่อขับปั้มน้ำหมุนเวียนที่ 800 litre/min (จากค่าพิกัด 1500 litre/min)
- ใช้พลังงานลมอัดขับเคลื่อนกระบอกลมที่ 4 bar
- ใช้พลังงานไอน้ำเพื่อควบคุมอุณหภูมิของสารเคมีไว้ที่ 80 °C

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Process residual energy (or resource)

บันทึก: ระดับศักยภาพของพลังงานที่เหลือจากกระบวนการ

(หลังการถ่ายเทพลังงานให้กับกระบวนการแล้ว)

ตัวอย่าง...

กรณีใช้พลังงานไอน้ำ ➡ **คอนเดนเสทที่อุณหภูมิ 95 °C**

กรณีใช้พลังงานไฟฟ้า (ผลิตลมร้อน) ➡ **ลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 °C**
(อุณหภูมิลดลงจากการถ่ายเทความร้อน)

กรณีใช้พลังงานไฟฟ้า (ผลิตน้ำเย็น) ➡ **น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 14 °C**
(อุณหภูมิเพิ่มขึ้นจากการถ่ายเทความร้อน)

กรณีใช้พลังงานไฟฟ้า (ขับมอเตอร์) ➡ **ไม่มีพลังงานเหลือ**

กรณีใช้พลังงานลมอัด ➡ **ไม่มีพลังงานเหลือ**

กรณีอื่น ๆ ➡ **น้ำมันพืชที่ผ่านการใช้งานในกระบวนการปรุงอาหาร**
(ใช้เป็นพลังงานทดแทน?)

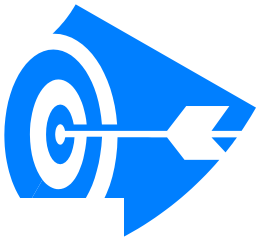
ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Machine and product residual energy potential

บันทึก: ระดับอุณหภูมิเครื่องจักร หรือ ชิ้นงานที่ออกจากกระบวนการ
(เพื่อประเมินพลังงานที่ตกค้างหรือสูญเสียในเครื่องจักรและชิ้นงาน)

ตัวอย่าง...

กระบวนการ degreasing : อุณหภูมิเครื่องจักร (ตัวเรือน) 75 °C
และอุณหภูมิชิ้นงาน 55 °C



พลังงานที่ตกค้างมีมากเกินไปหรือไม่ ?
พลังงานที่สูญเสียมีมากเกินไปหรือไม่ ?

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

การวิเคราะห์ Energy chart

วัตถุประสงค์ ➡ เพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมของการใช้พลังงานในกระบวนการ

ประเด็นที่ต้องพิจารณา:

- ความเหมาะสมของศักยภาพพลังงานที่แหล่งกำเนิด
- ความเหมาะสมของการนำพลังงานไปใช้ประโยชน์
- ความเหมาะสมของประเภทพลังงานที่นำมาใช้
- โอกาสในการรักษาศักยภาพของพลังงานที่นำมาใช้ในกระบวนการ
- โอกาสในการนำพลังงานและทรัพยากรอื่น ๆ ที่เหลือจากกระบวนการกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่างของ Energy chart

Process	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Process Residual Energy	Machine and Product Residual Energy Potential
กระบวนการ degreasing (ล้างไขมัน)	-หม้อแปลงไฟฟ้า 1500 KVA 390-400 V -ปั๊มลม 50 Kw 3 เครื่อง ผลิตลมอัด ความดัน 6-8 bar -หม้อไอน้ำ 10 ตัน 1 เครื่อง ผลิตไอน้ำ อัด ความดัน 8-10 bar	-ระดับแรงดันไฟฟ้า 380-385 v -ความดันลมเข้ากระบวนการ ที่ 4 bar -ความดันไอน้ำเข้ากระบวนการ ที่ 6 bar	ใช้พลังงานไฟฟ้า ขับมอเตอร์ ขนาด 15 KW แต่ค่าที่ใช้พลังงานจริง 12 Kw เพื่อขับปั๊มน้ำหมุนเวียน 800 ลิตร ต่อชั่วโมง(ค่าพิกัด 1500 ลิตรต่อนาที) -ใช้พลังงานลม ขับเคลื่อนกระบอกลม -ใช้พลังงานไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิสารเคมี ที่ 80 องศาเซลเซียส	คอนเดนเสท อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส	อุณหภูมิ เครื่องจักร 75 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ ชิ้นงาน 55 องศาเซลเซียส

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่างของ Energy chart

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
ทำความเย็นบ่อน้ำเกลือ	หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA 33 kV/416/240 V จำนวน 1 ลูก	ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับเคลื่อนมอเตอร์สำหรับ compressor ขนาด 132 kW จำนวน 2 ตัว เพื่ออัดสารทำความเย็นและทำความเย็นน้ำเกลือที่ -7°C	-	-
		ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ใบพัดกวนน้ำเกลือในบ่อขนาด 22 A/380 V จำนวน 2 ตัว แต่ใช้กระแสไฟฟ้าจริง 4.2 A	-	-
		ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์พัดลมของหอผึ่งเย็นขนาด 7.5 hp จำนวน 2 ตัว เพื่อระบายความร้อนออกจากน้ำหล่อเย็นที่ออกจาก condenser	-	อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นขาออก 26 °C

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่างของ Energy chart

Processes	Original Energy Potential	Process Input Energy Potential	Energy Utilization	Residual Energy Potential	Machine and Product Energy Potential
ทำความเย็นบ่อน้ำเกลือ (ต่อ)	หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA 33 kV/416/240 V จำนวน 1 ลูก	ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำ ขนาด 25 hp (2,140 LPM) จำนวน 1 ตัว เพื่อระบายความร้อนออกจากสารทำความเย็นภายใน condenser	-	-
Pre-cooled น้ำดิบ	หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA 33 kV/416/240 V จำนวน 1 ลูก	ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำ ขนาด 5.5 hp จำนวน 1 ตัว เพื่อนำน้ำเย็น (13 °C) จากบ่อล่อนซองน้ำแข็งไปลดอุณหภูมิของน้ำดิบเติมซองน้ำแข็งภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน	-	อุณหภูมิน้ำเย็นขาออกจากเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน 16 °C (น้ำกลับ)
เติมน้ำลงซองน้ำแข็ง	หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA 33 kV/416/240 V จำนวน 1 ลูก	ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ของเครื่องสูบน้ำขนาด 5.5 hp จำนวน 1 ตัว เพื่อนำน้ำดิบจากบ่อพัก (27 °C) ลดอุณหภูมิภายในเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนก่อนเติมลงในซองน้ำแข็ง	-	อุณหภูมิน้ำเย็นที่เข้าซองน้ำแข็ง 24 °C
ลำเลียงน้ำแข็ง	หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA 33 kV/416/240 V จำนวน 1 ลูก	ระดับแรงดันไฟฟ้า 400 Volt	ใช้พลังงานไฟฟ้าขับมอเตอร์ของสกรูลำเลียง (screw conveyor) ขนาด 2.2 kW จำนวน 1 ตัว	-	-

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

Energy layout คืออะไร ?

Energy layout: แผนผังที่แสดงลักษณะและรูปแบบของการส่งถ่ายพลังงานในแต่ละกระบวนการ

(ใช้วิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้พลังงานได้)

ตัวอย่าง...

- วงจรระบบท่อไอน้ำ
- วงจรระบบท่อน้ำร้อน/น้ำเย็น/น้ำระบายความร้อน
- วงจรระบบท่อลมอัด
- วงจรระบบท่อลมร้อน/ลมเย็น

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

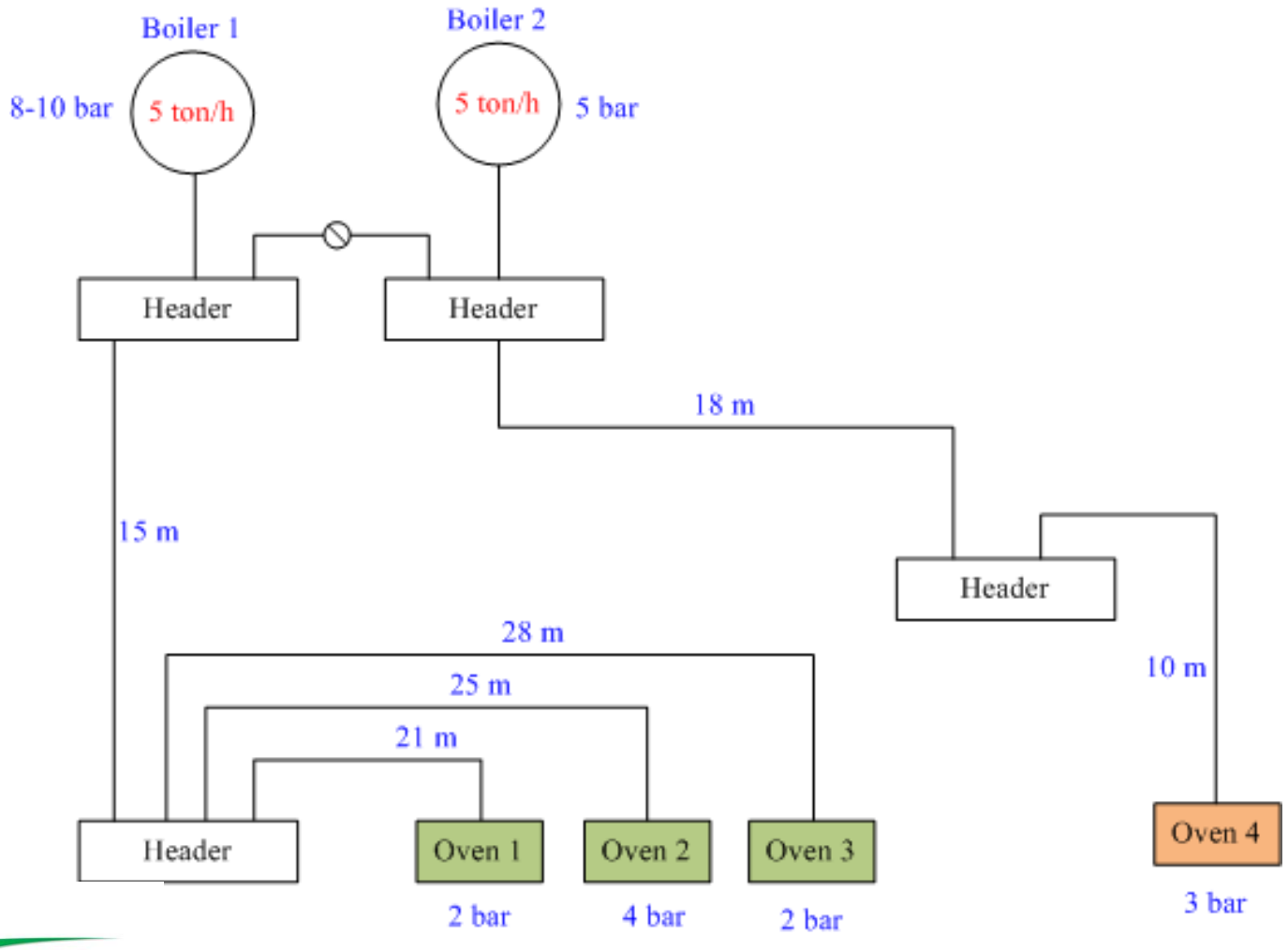
องค์ประกอบของ Energy layout

- แหล่งกำเนิดพลังงาน และศักยภาพของแหล่งกำเนิดพลังงาน
- เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน และค่าควบคุมที่กระบวนการต้องการ
- เส้นทางการส่งถ่ายพลังงาน
- ระยะทางที่ใช้ในการส่งถ่ายพลังงาน

  (โดยเฉพาะสำหรับระบบไอน้ำและระบบลมอัด)

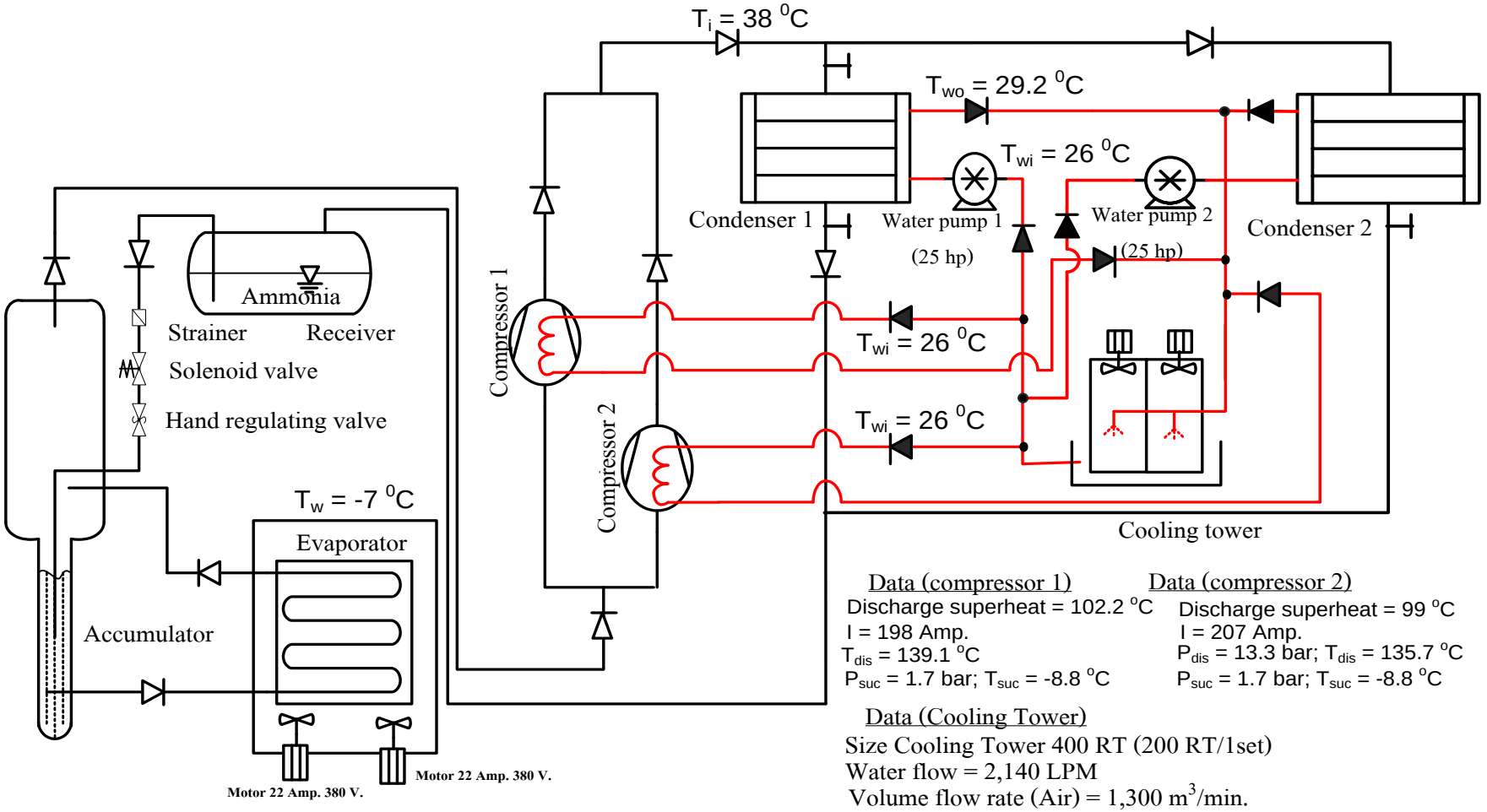
ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่าง Energy layout ของกระบวนการที่ใช้ไอน้ำ



ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่าง Energy layout ของระบบทำความเย็นน้ำเกลือ



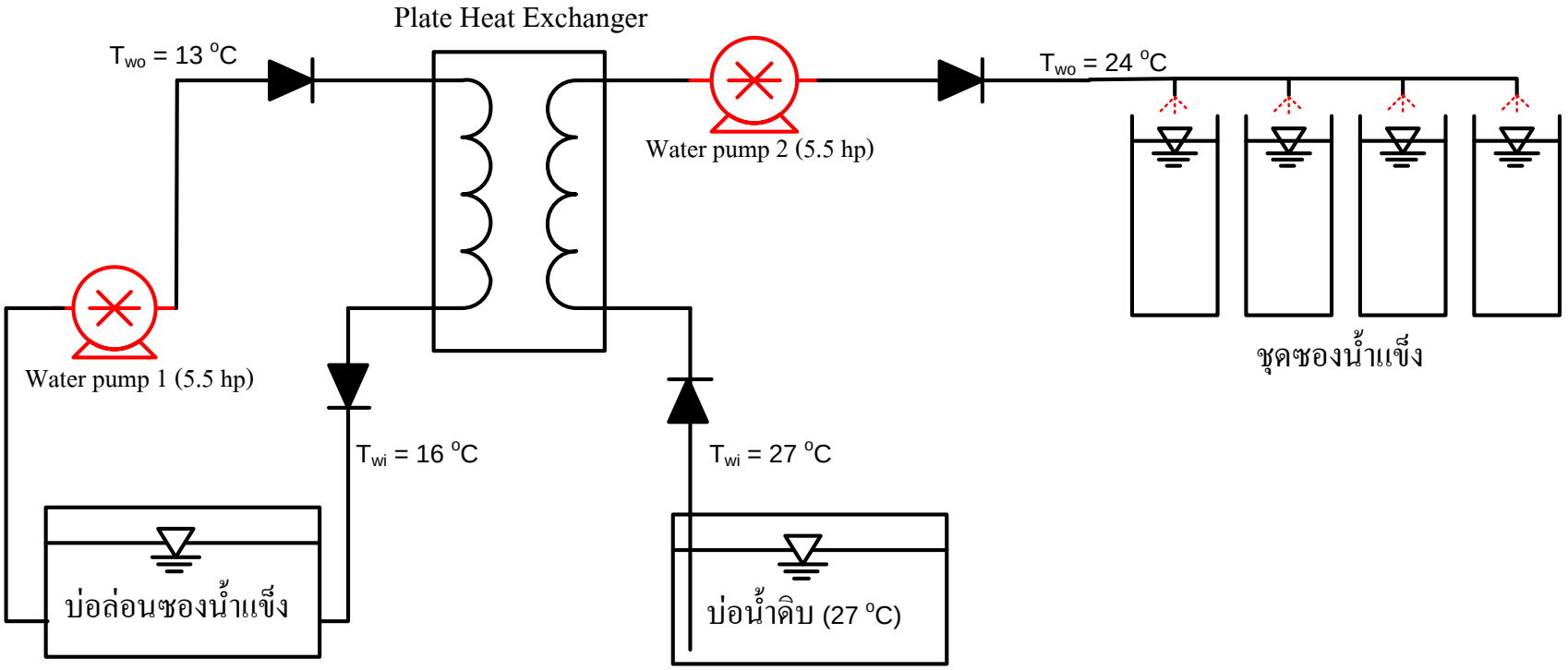
Data (compressor 1)
Discharge superheat = 102.2 ^{o}C
I = 198 Amp.
T_{dis} = 139.1 ^{o}C
P_{suc} = 1.7 bar; T_{suc} = -8.8 ^{o}C

Data (compressor 2)
Discharge superheat = 99 ^{o}C
I = 207 Amp.
P_{dis} = 13.3 bar; T_{dis} = 135.7 ^{o}C
P_{suc} = 1.7 bar; T_{suc} = -8.8 ^{o}C

Data (Cooling Tower)
Size Cooling Tower 400 RT (200 RT/1set)
Water flow = 2,140 LPM
Volume flow rate (Air) = 1,300 m^3/min.
Motor Fan 7.5 hp. 4 pole 380 V.(1 set)

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

ตัวอย่าง Energy layout ของระบบ Pre-cooled น้ำดิบจากน้ำในบ่อล่อนน้ำแข็ง



ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.

กิจกรรมที่ต้องดำเนินการ...

- แบ่งกลุ่มย่อย
- จัดทำ Process Chart
- จัดทำ Energy Chart และ/หรือ Energy Layout
- วิเคราะห์ Energy Chart และ/หรือ Energy Layout
- นำเสนอ

ผศ.ดร.วิโรจน์ ฤทธิ์ทอง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
Tel: 086-3454345 Email: wrritthong@gmail.com

ETH
ETH Engineering Co.,Ltd.