

บทที่ 4 ระบบผลิตพลังงานร่วม

4.1 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

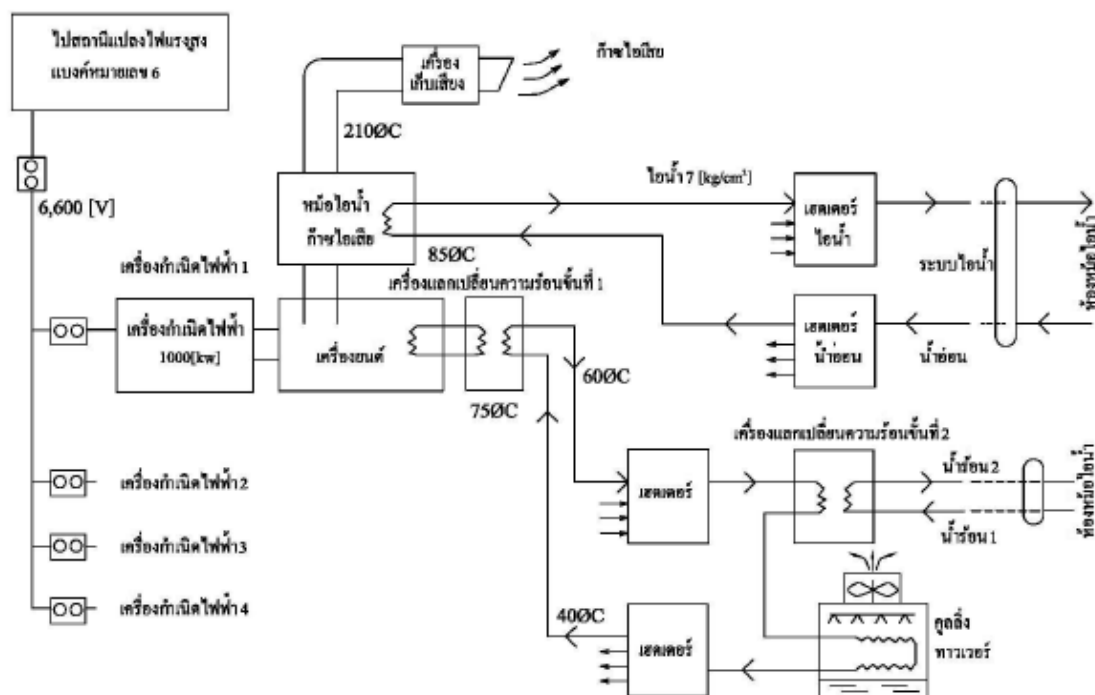
หลังจากจบบทเรียนนี้แล้วนักเรียนสามารถที่จะ

1. บอกความหมายของพลังงานความร้อนร่วมได้
2. บอกหลักการพื้นฐานของแบบพลังงานความร้อนร่วมได้
3. บอกหลักการของเครื่องผลิตความร้อนพร้อมแบบต่าง ๆ ได้
4. ยกตัวอย่างระบบพลังงานความร้อนร่วมได้

การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม พลังงานที่ทุกโรงงานใช้ คือพลังงานไฟฟ้า ในขณะเดียวกัน บางโรงงานอุตสาหกรรมต้องใช้พลังงานความร้อนในการผลิต หรืออาจต้องการน้ำเย็นในกระบวนการผลิต ในโรงงานที่ต้องใช้พลังงานความร้อน จะมีหม้อไอน้ำ หรือหม้อน้ำมันร้อน ใช้ผลิตพลังงานความร้อนเพื่อตอบสนองความต้องการกระบวนการผลิต หากเมื่อพิจารณาในกระบวนการผลิตไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ (Steam Turbine) ก็ต้องมีการผลิตไอน้ำเพื่อส่งจ่ายให้กังหันไอน้ำ ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานไฟฟ้า และเชื้อเพลิงความร้อนในปริมาณมาก หากสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้เองก็สามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าลงได้ จึงเป็นที่มาของการติดตั้งระบบผลิตพลังงานไฟฟ้าด้วยกังหันไอน้ำ และใช้ไอน้ำดังกล่าวในกระบวนการผลิต สามารถใช้ประโยชน์ไอน้ำได้ถึง 2 ทาง จึงเรียกกันว่าระบบผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) คือ เป็นการผลิตร่วมกันระหว่างพลังงานความร้อน และพลังงานไฟฟ้า

4.2 พลังงานความร้อนร่วม (Cogeneration)

เทคโนโลยีการผลิตพลังงานร่วม เป็นเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานที่สำคัญ และเหมาะสมกับโรงงานหรืออาคารธุรกิจที่ใช้ไฟฟ้า และกำลังความร้อนเป็นปริมาณมาก เพราะระบบมีราคาสูง และมีกำลังการผลิตไฟฟ้ามาก ตัวอย่างการใช้งานระบบแสดงดังรูปที่ 4.1



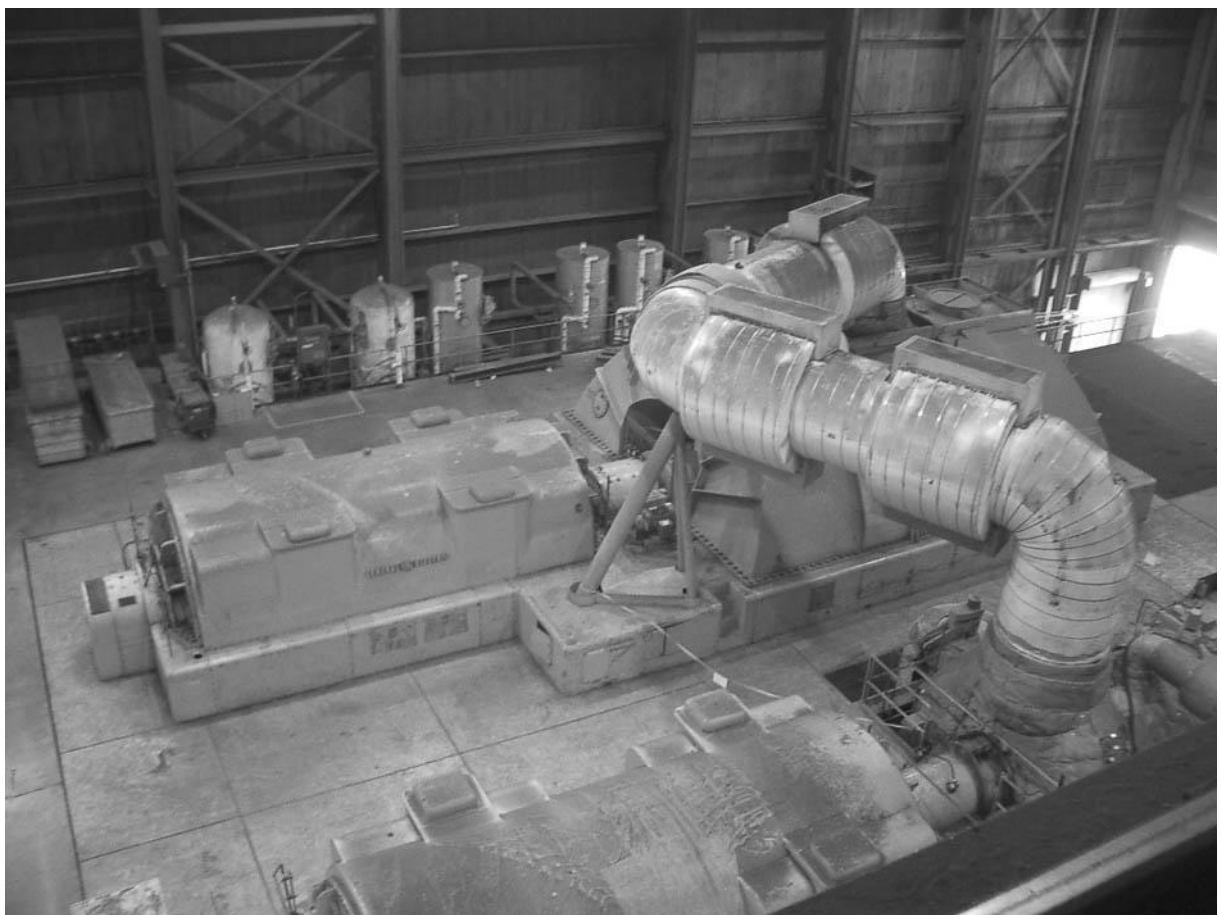
รูปที่ 4.1 ระบบพลังงานความร้อนร่วม

ระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

- นำพลังงานไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าหรืองานกลก่อน แล้วจึงนำพลังงานที่เหลือใช้จากการผลิตไฟฟ้าไปใช้ในระบบการผลิต เรียกว่า Topping Cycle Cogeneration
- นำพลังงานไปใช้ให้ความร้อนในระบบการผลิตก่อน แล้วจึงนำพลังงานความร้อนที่เหลือมาผลิตไฟฟ้าหรืองานกล เรียกว่า Bottoming Cycle Cogeneration

4.2.1 ระบบ Steam Turbine Cogeneration

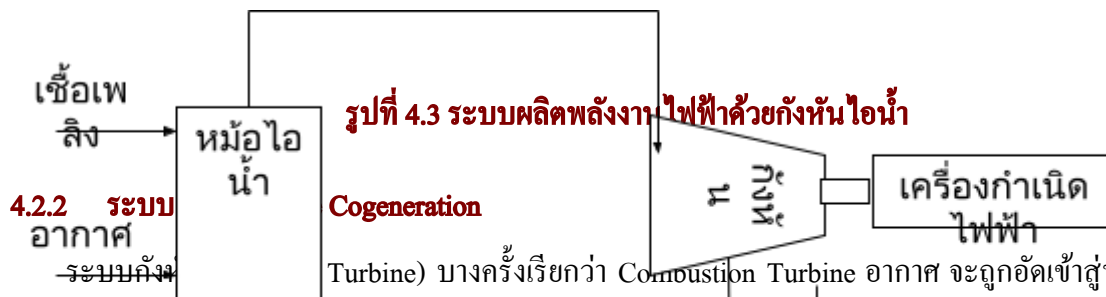
กังหันไอน้ำ หรือ Steam turbine เป็นเครื่องจักรต้นกำลังที่มีใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมและการผลิตพลังงานไฟฟ้า ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน กังหันไอน้ำจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนในไอน้ำ ออกมาเป็นพลังงานกล จึงสามารถใช้ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) แสดงดังรูปที่ 4.2 หรือเครื่องหีบอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาล



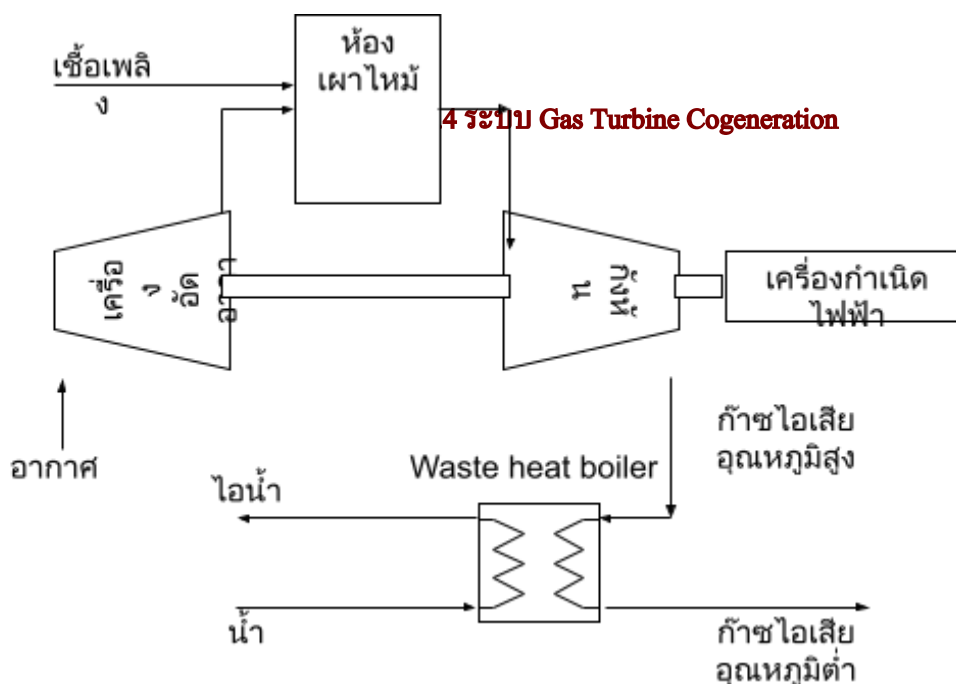
รูปที่ 4.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam turbine generator)

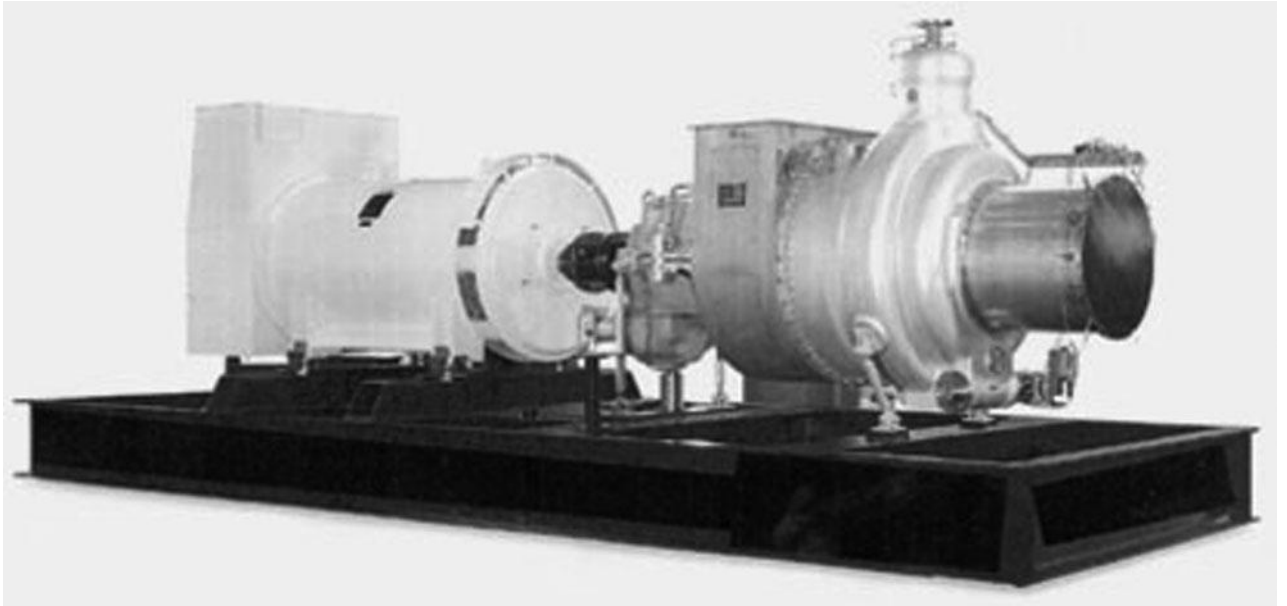
พลังงานความร้อนในไอน้ำที่อุณหภูมิสูง ความดันสูง เมื่อถูกส่งเข้าสู่กังหัน ไอน้ำจะปะทะกับใบกังหัน เกิดการถ่ายเทโมเมนตัม (Momentum) และพลังงานความร้อนให้กับใบกังหัน ก่อให้เกิดแรงบิดขึ้นบนแกนกังหัน เมื่อเชื่อมแกนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเข้ากับแกนกังหันไอน้ำ กำลังงานกลที่เกิดขึ้นจากกังหันไอน้ำ จะ

ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า กระบวนการเปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานกลของกังหันไอน้ำ เมื่อพิจารณาทางทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์ จะเป็นกระบวนการ Isentropic หรือ Constant Entropy หากแต่ในการทำงานจริง ระบบไม่ได้เป็น Isentropic อย่างแท้จริง อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพของเทอร์ไบน์เมื่อพิจารณาในทางทฤษฎีเทอร์โมไดนามิกส์ จะอยู่ในช่วง 20 – 90% เมื่อไอน้ำถ่ายเทพลังงานให้กับกังหันไอน้ำแล้ว ไอน้ำก็จะมีอุณหภูมิและความดันลดลง และออกมาจากกังหันไอน้ำ ระบบ แสดงดังรูปที่ 4.3



(Turbine) บางครั้งเรียกว่า Combustion Turbine อากาศ จะถูกอัดเข้าสู่ห้องเผาไหม้ด้วยเครื่องอัดอากาศที่ติดตั้งอยู่บนเพลาดียวกันกับกังหันก๊าซ และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เมื่ออากาศถูกอัดจนมีอุณหภูมิและความดันสูงขึ้น ก็จะทำให้เกิดการเผาไหม้ร่วมกับเชื้อเพลิงในห้องเผาไหม้ ก๊าซร้อนภายในห้องเผาไหม้จะถูกส่งไปยังกังหันก๊าซ กังหันก๊าซจะเปลี่ยนพลังงานความร้อนในก๊าซร้อน เป็นพลังงานกล ขับเคลื่อนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และเครื่องอัดอากาศ อย่างไรก็ตาม ความร้อนที่ออกมาพร้อมกับก๊าซที่ออกมาจากกังหัน ยังมีศักยภาพเพียงพอต่อการนำไปใช้เป็นพลังงานความร้อนในกระบวนการผลิต การนำกลับมาใช้ จะใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนถ่ายเทความร้อนในก๊าซดังกล่าวให้กับสื่อกลางความร้อน เช่น น้ำ หรือน้ำมัน แล้วส่งไปใช้ในกระบวนการผลิตต่อไป เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนนี้ เรียกว่า Waste heat boiler ทำหน้าที่ผลิตไอน้ำจากก๊าซร้อนที่ออกมาจากกังหันก๊าซ ระบบแสดงดังรูปที่ 4.4 และตัวอย่างการติดตั้งใช้งาน แสดงดังรูปที่ 4.5 การวิเคราะห์ระบบกังหันก๊าซทางทฤษฎี จะใช้วัฏจักรเบรย์ตัน (Brayton Cycle)



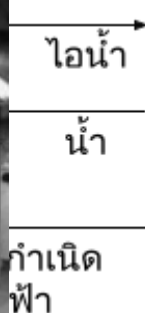


รูปที่ 4.5 ระบบ Gas Turbine Cogeneration

4.2.3 ระบบผลิตพลังงานร่วมด้วยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Cogeneration)

การทำงานของระบบผลิตพลังงานร่วมด้วยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน มีความแตกต่างจากระบบกังหันไอน้ำ และระบบกังหันก๊าซ เพราะทั้งสองระบบ จะใช้ห้องเผาไหม้ภายนอก ไม่ได้เกิดการเผาไหม้ภายในเทอร์ไบน์ แต่สำหรับระบบผลิตพลังงานร่วมด้วยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในจะใช้เครื่องยนต์ที่ใช้การเผาไหม้ภายในลักษณะเช่นเดียวกันกับเครื่องยนต์ที่ติดตั้งในรถยนต์ กำลังงานทางกลที่เครื่องยนต์สามารถผลิตออกมาได้จะส่งให้กับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้า สำหรับความร้อน จะได้จากน้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์ และก๊าซไอเสียที่ออกจากเครื่องยนต์ การนำพลังงานความร้อนจากก๊าซไอเสียไปใช้ จะต้องใช้เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซไอเสียกับสื่อความร้อนเช่น น้ำ เป็นต้น ระบบแสดงดังรูปที่ 4.6 และตัวอย่างของระบบแสดงดังรูปที่ 4.7 โดยรายละเอียดแสดงดังนี้

- ความเร็วรอบประมาณ 500-1,000 รอบต่อนาที
- พลังงานที่ได้อยู่ในช่วง 100 kW ถึง 10 MW
- พลังงานความร้อนที่ออกมาจะอยู่ในรูปแก๊สไอเสีย และน้ำหล่อเย็น
- สามารถนำพลังงานความร้อนที่เหลือในแก๊สไอเสียกลับไปได้ โดยใช้อุปกรณ์ Waste heat boiler
- ระบบผลิตพลังงานร่วมด้วยเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ
 - Spark - ignition engines (S.I) ใช้เชื้อเพลิงเหลวหรือแก๊สธรรมชาติ
 - Compression - ignition engines (C.I) ใช้น้ำมันดีเซลหรือน้ำมันเตา



4.3 ตัวอย่างการใช้พลังงานความร้อนร่วม

4.3.1 ระบบผลิตพลังงานร่วมโดยใช้เครื่องยนต์ก๊าซร่วมกับเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึม (Absorption Chiller)

การประยุกต์ใช้งาน (Application) : นำความร้อนทิ้งจากเครื่องยนต์ก๊าซไอเสียมาใช้ผลิตไอน้ำโดยใช้หม้อไอน้ำความร้อนทิ้ง (waste heat boiler) และนำไอน้ำไปเดินเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึม (Absorption chiller)

หน่วยงาน : บริษัท ฝ้าจิบ จำกัด (มหาชน)

ประเภทอุตสาหกรรม : ผลิตฝาปิดสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ทำด้วยแก้วพลาสติกและโลหะ เช่น ขวด และกระป๋องอลูมิเนียม

เค้าโครง : นำระบบผลิตพลังงานร่วมขนาด 3,580 kW มาใช้ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่บริษัทผลิตเองจำนวน 4 เครื่องเพื่อสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพสูงถึง 80% เพื่อกำเนิดไฟฟ้า และนำความร้อนทิ้งจากก๊าซไอเสียกลับมาใช้ในการผลิตไอน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต และใช้น้ำหล่อเย็นเครื่องยนต์เป็นน้ำร้อนสำหรับกระบวนการผลิต

4.3.2 การอนุรักษ์พลังงานด้วยการนำระบบผลิตพลังงานร่วมใช้เครื่องยนต์ดีเซลมาใช้

ผลิตภัณฑ์ : เครื่องยนต์ดีเซล อุปกรณ์ไฮดรอลิก หุ่นยนต์อุตสาหกรรม

จำนวนพนักงาน : 1,200 คน

ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อปี : น้ำมันก๊าด 6,846,000 ลิตร, ไฟฟ้า 89,952 GWh

เค้าโครง : นำระบบโคเจนเนอเรชันขนาด 3,580 kW มาใช้ โดยใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่บริษัทผลิตเองจำนวน 4 เครื่อง เพื่อสร้างระบบที่มีประสิทธิภาพรวมสูงถึง 80% ด้วยการกำเนิดไฟฟ้า การนำความร้อนทิ้งในไอเสียกลับมาใช้ในรูปไอน้ำ และการนำความร้อนในน้ำระบายความร้อนกลับมาใช้ในรูปน้ำร้อน เริ่มเดินเครื่องในปี พ.ศ. 2535

4.3.3 การปรับปรุงประสิทธิภาพรวมด้วยการนำระบบผลิตพลังงานร่วมโดยใช้ไมโครแก๊สเทอร์ไบน์ (MGT)

การประยุกต์ใช้งาน : นำความร้อนทิ้งจากไมโครแก๊สเทอร์ไบน์มาใช้ผลิตไอน้ำโดยใช้หม้อไอน้ำความร้อนทิ้ง (Waste heat boiler)

หน่วยงาน : บริษัทผลิตหลอดฟลูออเรสเซนต์

ประเภทอุตสาหกรรม : ผลิต ผลิตภัณฑ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอด HID ฯลฯ

จำนวนพนักงาน : 355 คน

ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อปี : ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (เทียบเท่าน้ำมันดิบ) 2,376,000 ลิตรต่อปี และไฟฟ้า 21,474 MWh ต่อปี