

โรงไฟฟ้าพลังความร้อน และการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาศักยภาพบุคลากร
สำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ครั้งที่ 2 ประจำปีงบประมาณ 2568
เมื่อวันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2568
ณ โรงแรมแมนดาริน สามย่าน กรุงเทพมหานคร



Our Contact Information :

☎ 0 2265 6636

🌐 <https://eiathailand.onep.go.th>

✉ eia@onep.go.th

📍 118/1 อาคารทีปโก 2 ถนนพระรามที่ 6 แขวงพญาไท
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400 (สำนักงานชั่วคราว)



กลุ่มงานพัฒนาแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม
สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจและพัฒนาศักยภาพบุคลากรสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	ครั้งที่ 2
เรื่อง : โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม	
วันที่ : 10 กุมภาพันธ์ 2568	
สถานที่ : โรงแรมแมนดาริน สามย่าน กรุงเทพมหานคร	
จัดทำโดย : กลุ่มงานพัฒนาแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม และกลุ่มงานพลังงานกองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม	

กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) ได้จัดการอบรม เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในวันจันทร์ที่ 10 กุมภาพันธ์ 2568 เวลา 08.30 – 16.00 น. ณ โรงแรมแมนดาริน สามย่าน กรุงเทพมหานคร และผ่านระบบออนไลน์ โดยมีสาระสำคัญของการอบรม ดังนี้

1. วัตถุประสงค์

เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมได้รับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิตไฟฟ้า เทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า การจัดการมลพิษจากโรงไฟฟ้า และเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดทำและพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการโรงไฟฟ้าพลังความร้อน รวมทั้งสามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในส่วนที่เกี่ยวข้องต่อไป

2. ผู้เข้าร่วมการอบรม

ผู้ได้รับใบอนุญาตจัดทำรายงานฯ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และเจ้าหน้าที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ประมาณ 280 คน

3. การอบรม

นายสิทธิชัย ปิตินันชูชัย ผู้อำนวยการกองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม เป็นประธานในการเปิดการอบรม และนางสุรวดี สุขเลิศ ผู้อำนวยการกลุ่มงานพลังงาน เป็นผู้กล่าวรายงาน โดยการอบรมครั้งนี้ มีศาสตราจารย์ ดร.จุลละพงษ์ จุลละโพธิ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลังงาน ในคณะกรรมการผู้ชำนาญการพิจารณารายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมโครงการพลังงาน เป็นวิทยากร โดยมีสาระสำคัญการอบรม สรุปได้ดังนี้

3.1 การบรรยาย เรื่อง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม

3.1.1 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

1) การผลิตไฟฟ้าจากความร้อน

ความร้อนเป็นพลังงานชนิดหนึ่ง อาจเกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น จากดวงอาทิตย์ จากน้ำพุร้อน ใต้ดิน เป็นต้น หรือจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง ปฏิกิริยานิวเคลียร์ จากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวด ในสถานการณ์บางอย่างเราต้องการกำลังงานในรูปของแกนหรือเพลอาหมุน เพื่อไปขับเคลื่อนเครื่องจักรผลิตสินค้า อุปโภค บริโภคต่าง ๆ รวมทั้งการเสริมสร้างความสะดวกในการดำรงชีวิต เช่น สี่ขาว สูบน้ำ ผลิตไฟฟ้า ขับเคลื่อนรถยนต์ เป็นต้น จึงจำเป็นต้องแปลงความร้อนเป็นกำลังงานหรือไฟฟ้า

ในการแปลงนี้ทฤษฎีบอกไว้ว่าแปลงไม่ได้หมด ความร้อน 100 หน่วย สามารถแปลงเป็นกำลังงานหรือไฟฟ้าได้น้อยกว่า 100 หน่วย ส่วนต่างเป็นพลังงานสูญเสีย และประสิทธิภาพคืออัตราส่วนกำลังงานที่ได้ เป็นประโยชน์ต่อความร้อนที่ใช้

พลังงานที่สูญเสียจะสัมพันธ์กับความยั่งยืนของการใช้ทรัพยากรและปริมาณการเกิดมลพิษ และโลกร้อน ดังนั้น จำเป็นที่จะต้องมีการแปลงพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลง เรียกว่า เครื่องยนต์ความร้อน (heat engines) ซึ่งมาผู้คิดค้นขึ้น หลายชนิด ที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ เครื่องยนต์ (engines) กังหันน้ำ (steam turbines) กังหันก๊าซ (gas turbines) พวกนี้อาศัยไอน้ำหรือก๊าซร้อนเป็นตัวพาความร้อน ซึ่งจำเป็นต้องมีแหล่งผลิตไอน้ำหรือก๊าซร้อนอย่างต่อเนื่อง เพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์ข้างต้น ให้ทำงานผลิตกำลังงานหรือไฟฟ้าออกมาอย่างต่อเนื่องได้ จึงได้มีการทำงานเป็น cycle ซึ่งแต่ละชนิดก็มีรูปแบบและอุปกรณ์ส่วนควบที่แตกต่างกัน

2) ประเภทของโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

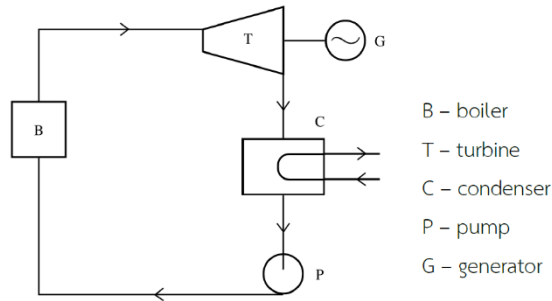
อาจจำแนกประเภทตามผลผลิตหรือชนิดรูปแบบของเครื่องต้นหรือผลิตกำลัง เช่น โรงไฟฟ้า หมายถึงผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว (Thermal power plants) โรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (Combined cycle heat and power หรือ cogeneration) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined cycle) หมายถึง โรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าโดยอาศัย gas turbines และ steamturbines cycles ทำงานร่วมกัน หรืออาจแบ่งประเภทตามชนิดเชื้อเพลิง เช่น โรงไฟฟ้าถ่านหิน โรงไฟฟ้าชีวมวล โรงไฟฟ้าก๊าซ เป็นต้น ในการนำเสนอในที่นี้จะจำแนกตามลักษณะประการแรก

3.1.2 โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (Thermal plants)

มักหมายถึงโรงไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว โดยมีรูปแบบง่าย ๆ ซึ่งอาจแยกย่อยตามชนิดเครื่องต้นกำลังหรือผลิตกำลัง ดังนี้

1) โรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ (Steam power plant)

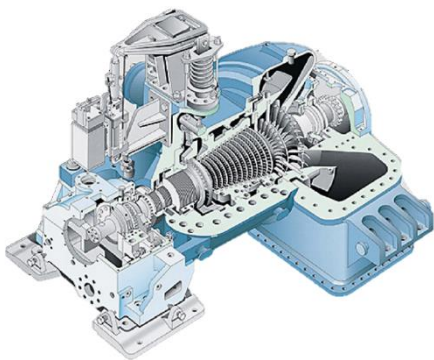
ใช้น้ำเป็นการทำงานหรือสารพาความร้อน (heat carrier) มีอุปกรณ์หลัก 4 ชนิดด้วยกัน คือ หม้อไอน้ำ (boiler) กังหันไอน้ำ (steam turbine) เครื่องควบแน่น (condenser) และปั๊ม (pump) เขียนเป็น cycle ได้ ดังรูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ



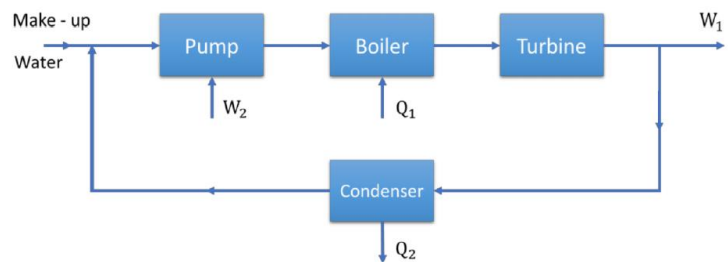
รูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ

การแปลงความร้อนเป็นกำลังเกิดขึ้นที่ turbine โดยมีไอน้ำตัวกลางพาความร้อนเข้า turbine ซึ่ง ถูกออกแบบมาโดยอาศัยกฎทางฟิสิกส์ (Thermodynamics และ Mechanics)

การไหลของไอน้ำใน turbine จะมีการเปลี่ยนแปลงโมเมนตัม ทำให้เกิดแรงกระทำต่อใบพัดกังหันซึ่งติดอยู่กับแกนเพลลา ทำให้หมุนขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟ G ได้ไฟฟ้าออกมา ในบางกรณีอาจให้มันขับเคลื่อนจักร อุปกรณ์อย่างอื่นที่ไม่ใช่เครื่องปั่นไฟ เช่น ขับเครื่องอัดลม (compressor) ในกรณีเช่นนี้อาจไม่เรียกโรงไฟฟ้าแต่เป็นโรงผลิตกำลัง (power plant)



รูปกังหันไอน้ำ (Steam plant)



รูปแสดงถึงการรับ-จ่ายความร้อนและงานกลใน cycle

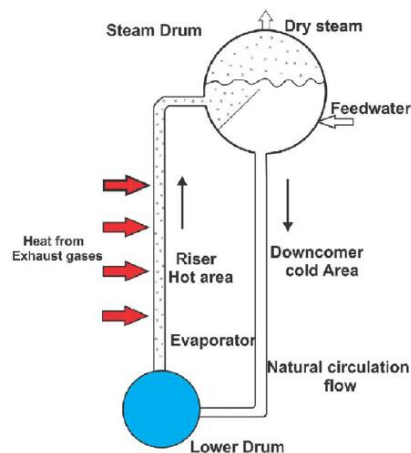
การที่ต้องมี boiler, turbine, condenser, และ pump เพราะต้องการที่จะให้กำลังงานหรือไฟฟ้าออกมาใช้งานอย่างต่อเนื่อง จำเป็นที่จะต้องมีไอน้ำไหลผ่าน turbine ต้องมี boiler ผลิตไอน้ำอย่างต่อเนื่อง ไอน้ำที่ออกจาก turbine เป็นไอน้ำความดันต่ำ ต้องทำให้มันควบแน่นกลายเป็นน้ำ จึงจำเป็นต้องระบายความร้อนออกโดยใช้ condenser มีน้ำหล่อเย็นมาระบายความร้อนออกไป

เหตุผลของการควบแน่นก็เพื่อให้ปั๊มสูบน้ำกลับไปได้ใหม่ เป็นการประหยัดน้ำและสารเคมีที่ต้องใช้ในการปรับสภาพน้ำใหม่ ทั้ง 4 อุปกรณ์ จึงมีการทำงานเป็นทีม รับและส่งต่อสารทำงาน (น้ำ และไอน้ำ) เมื่อรับมาก็จะมีการรับหรือถ่ายเทความร้อนหรือกำลังงานออก ทำให้สารทำงานมีคุณสมบัติเปลี่ยนไป

โดยสรุป จะมีความร้อนส่งเข้าที่ boiler กำลังงานส่งออกที่ turbine, pump รับกำลังงานเข้าและความร้อนระบายออกที่ condenser การรับและถ่ายเทพลังงานดังกล่าวเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้ได้กำลังงานหรือไฟฟ้าออกมาใช้ประโยชน์อย่างต่อเนื่อง

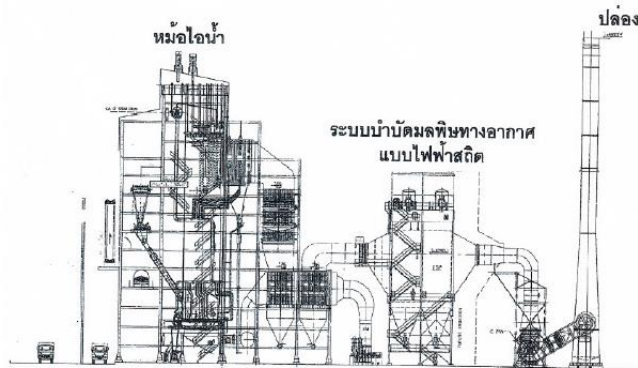
1.1) Boiler

Boiler ที่ใช้มักเป็นแบบท่อน้ำ (Water -Tubed Boiler) เนื่องจากสามารถผลิตไอน้ำเป็นปริมาณมากที่ความดันและอุณหภูมิสูง

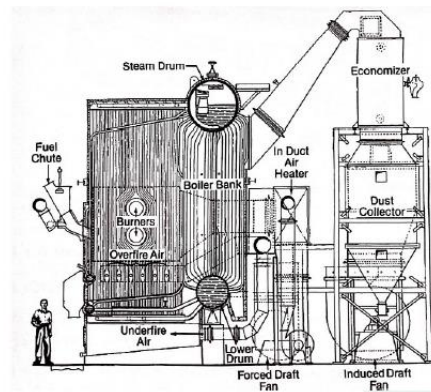


รูปแสดงการไหลเวียนของน้ำใน Boiler

ลักษณะของ Boiler จะเป็นหม้อ (Drum) เชื่อมต่อกับท่อน้ำรับความร้อนเป็นจำนวนมากท่อจำนวนหนึ่งจะทำเป็นส่วนหนึ่งของผนังเตา (Water Wall) เพื่อรับความร้อนจากไฟในเตา ซึ่งทำให้น้ำในท่อเดือดลอยตัวสูงขึ้นในท่อผนังเตา (Riser) แล้วไหลเข้า Drum ส่วนที่เป็นไอน้ำก็จะแยกออกที่ Drum เพื่อนำไปให้ความร้อนเพิ่มเป็นไอน้ำต่อไป ส่วนที่ยังไม่เป็นไอน้ำก็จะไหลลงท่ออีกส่วนหนึ่งเรียก Downcomer ไปรับความร้อนใหม่อีก (Circulation) อยู่แบบนี้ ทำให้ไอน้ำไปใช้งานอย่างต่อเนื่อง โดยส่งไปขับ Turbine ให้หมุนแล้วใช้ปั่นไฟต่อไป



รูปโครงสร้างของหม้อไอน้ำแบบท่อน้ำ



รูปหม้อไอน้ำแบบท่อ

1.2) Turbine

Turbine ที่ใช้ในโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำมักจะเป็นแบบที่ไอน้ำไหลในแนวแกนเพลลา (Axial Flow) มีวงล้อใบพัด (Blades) 2 ชนิด ติดตั้งสลับกันเป็นคู่ ๆ เรียก Stage โดยวงล้อชนิดแรกจะยึดกับโครงตัวถังเรียก Fixed Blades หรือ Nozzle หรือ Stator ทำหน้าที่เร่งความเร็วและหันเหทิศทางการของกระแสไอน้ำให้พุ่งชนกับใบพัดชนิดที่สองที่ยึดกับเพลลาทำให้เพลลาหมุน ไอน้ำที่ไหลออกก็จะไหลเข้าสู่ชุดใบพัดถัดไปและทำให้เพลลาหมุนเช่นเดียวกับชุดแรก โดยทั่วไปชุดใบพัดจะมีมากกว่า 2 ชุดยังมีจำนวนมากกำลังงานที่ได้ก็จะมากตาม ซึ่งเมื่อส่งกำลังนี้ไปขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟก็จะได้ไฟฟ้าออกมาใช้ประโยชน์

1.3) Condenser

Condenser เป็นเครื่องที่ใช้ควบแน่นไอน้ำที่ไหลออกมาจาก Turbine โดยสภาพมันเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบไม่ผสม กระแสไอน้ำที่ไหลออกจาก Turbine จะไหลผ่านกลุ่มท่อจำนวนมากที่มีน้ำหล่อเย็น อุณหภูมิประมาณ 30°C อยู่ภายในทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนความร้อนจากไอน้ำไปสู่ น้ำหล่อเย็นทำให้ไอน้ำควบแน่นกลายเป็นน้ำและน้ำหล่อเย็นก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นเป็นประมาณ 40°C กว่าองศาเซลเซียส ซึ่งต้องส่งไประบายความร้อนออกให้เหลือประมาณ 30°C ที่หอระบายความร้อน (Cooling Tower) ถ้าหากต้องการนำกลับมาใช้ระบายความร้อนใหม่

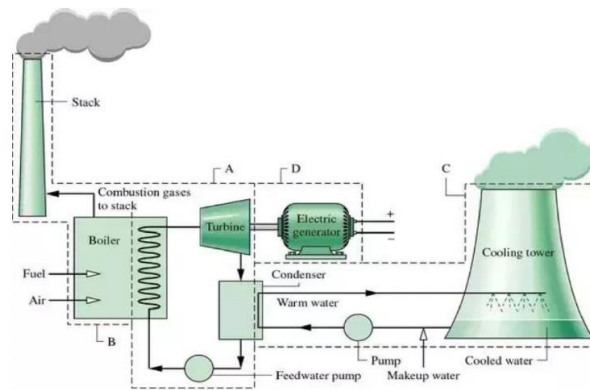
- ในกรณีที่ใช้น้ำหล่อเย็นระบบเปิด น้ำหล่อเย็นจะถูกสูบมาจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ทะเล และเมื่อรับความร้อนจาก condenser ก็จะถูกส่งกลับคืนสู่แหล่งธรรมชาติ

- การระบายความร้อนออกจากน้ำหล่อเย็นที่ Cooling Tower ใช้วิธีสเปรย์น้ำจากด้านบนของหอสวนทางกับอากาศภายนอกที่จัดให้ไหลจากข้างล่างขึ้นสู่บน ทำให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนกัน ทำให้น้ำร้อนบางส่วนระเหย เป็นผลให้น้ำร้อนอุณหภูมิลดลงตามที่ต้องการ แต่ก็ต้องสูญเสียน้ำโดยการระเหยเป็นจำนวนมาก

1.4) ป้อน condensate (น้ำควบแน่น)

ป้อน condensate มีหน้าที่ดูดน้ำควบแน่นออกจาก condenser แล้วส่งไปยังเครื่องอุ่นน้ำป้อน (Feed heater) เครื่องไล่อากาศ (deaerator) และปั๊มน้ำป้อน (Boiler feed pump) ต่อไป ซึ่งปั๊มตัวหลังนี้จะส่งน้ำป้อนเข้า boiler โดยผ่านเครื่องอุ่นน้ำป้อน (economizer) โดยอาศัยก๊าซร้อนปล่อยทิ้งจากเตาหม้อไอน้ำ

จากการที่ปั๊มตัวแรกดูดน้ำควบแน่นออกจาก Condenser จะช่วยทำให้ความดันไอน้ำใน Condenser ต่ำกว่าบรรยากาศ ซึ่งมักจะกำหนดให้รับกับอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น ทำให้ความดัน Condenser มีค่าประมาณ 0.1 bar



รูปแสดงวงจรย่อยในโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำ

1.5) ความสำคัญของค่าประสิทธิภาพ

- เป็นตัวชี้วัดระดับของผลตอบแทนที่ได้จากทรัพยากรพลังงานที่ใช้ ซึ่งถ้าหากใช้กับโรงไฟฟ้าก็จะหมายถึงการเปรียบเทียบพลังงานไฟฟ้าที่ได้ กับพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ใช้หรือเป็นประสิทธิภาพของการแปลงพลังงานจากเชื้อเพลิงเป็นไฟฟ้า

- ประสิทธิภาพยิ่งสูงก็จะยิ่งใช้เชื้อเพลิงน้อยลงสำหรับปริมาณการผลิตไฟฟ้าที่เท่ากัน เมื่อใช้เชื้อเพลิงน้อยลงมลพิษ (ฝุ่น, NO_x , SO_x) ก็จะน้อยลงรวมถึง CO_2 ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของโลกร้อนด้วย ต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ก็จะลดลง ขายไฟได้กำไรมากขึ้น แต่การที่จะได้ประสิทธิภาพสูงจะต้องใช้เทคโนโลยีที่ดี ระบบดี อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมักมีราคาแพง การบริหารจัดการการควบคุมการทำงานและการซ่อมบำรุง ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ

- โรงไฟฟ้าพลังไอน้ำในประเทศไทย มีประสิทธิภาพอยู่ในระดับปานกลางเทียบกับนานาชาติ ข้อเสียเปรียบสำคัญโดยเฉพาะโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงแข็ง ค่าประสิทธิภาพจะเกี่ยวพันกับเขตที่ตั้งและภูมิอากาศ ซึ่งกรณีของประเทศไทยเป็นแบบร้อนชื้น ทำให้เชื้อเพลิงแข็งมีองค์ประกอบความชื้นสูงกว่าถ่านหิน

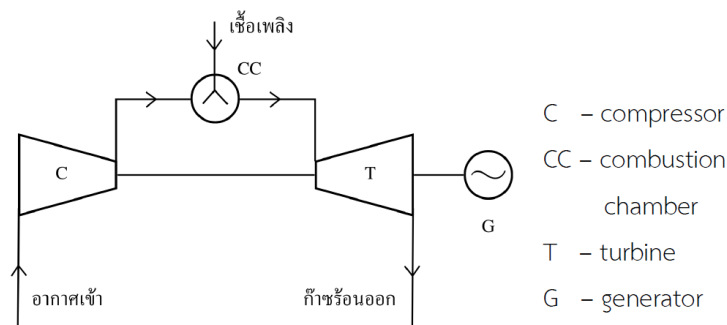
- เป็นผลให้มีการสูญเสียความร้อนไปกับไอเสียมากขึ้นและประสิทธิภาพลดลง อุณหภูมิน้ำหล่อเย็นที่สูงกว่าประเทศแถบอบอุ่นและหนาว ทำให้ความดันใน condenser สูงกว่าของเขา เป็นผลให้ผลิตไฟฟ้าได้น้อยลงเมื่อใช้เทคโนโลยีชนิดเดียวกัน

- นอกจากนี้ยังมีปัญหาการซ่อมบำรุง การควบคุมการเดินเครื่องทำงาน ที่อาจมีมาตรฐานไม่สูงสามารถปรับปรุงเพื่อให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

- ปัจจุบันมีการใช้ condenser แบบหล่อเย็นหรือระบายความร้อนด้วยอากาศมากขึ้น เนื่องจากมีปัญหาแหล่งน้ำขาดแคลนหรือประสบการต่อต้านจากชุมชนในการใช้ condenser ชนิดนี้ ประสิทธิภาพจะลดลงจากปกติประมาณ 1%

2) โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ (gas turbine power plant)

โรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ เป็นระบบผลิตกำลังอีกชนิดหนึ่ง



รูปแสดงรูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

- ระบบของโรงไฟฟ้าชนิดนี้มีอุปกรณ์สำคัญ 3 ชนิด คือ เครื่องอัด (compressor) ห้องเผาไหม้ (combustion chamber) และตัวกังหันก๊าซ (gas turbine) โดยที่สารทำงานที่เป็นตัวรับส่งพลังงาน (ความร้อนและกำลังงาน) จะเป็นอากาศและก๊าซที่ได้จากการเผาไหม้

- เริ่มต้นอากาศจะถูกดูดเข้า compressor โดยอาศัยการหมุนของใบพัด compressor แล้วเพิ่มความดันเป็นประมาณ 10 เท่า อุณหภูมิก็จะสูงขึ้น หลังจากนั้นไหลเข้าเผาไหม้กับเชื้อเพลิงที่ combustion chamber เชื้อเพลิงมักเป็นก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล หากใช้ก๊าซธรรมชาติก็จำเป็นที่โรงไฟฟ้าจะต้องตั้งอยู่ใกล้แหล่งท่อก๊าซธรรมชาติ ซึ่งมี 5 เส้นทางในปัจจุบัน ครอบคลุมเขตภาคกลาง ตะวันออกตะวันตก ภาคอีสาน และภาคเหนือ

- ก๊าซที่ไหลออกจาก turbine ประกอบด้วย CO_2 , H_2O , O_2 , และ N_2 จะมีความดันและอุณหภูมิสูงขยายตัวในกังหันก๊าซสู่ความดันบรรยากาศ เกิดการถ่ายเทโมเมนตัมของก๊าซร้อน ให้กำลังงานขับเคลื่อนเครื่องปั่นไฟ และ compressor ที่มีเพลาดูตรงกับ turbine ซึ่งมีรูปแบบและหลักการทำงานคล้ายกับกังหันไอน้ำ

- จุดอ่อนของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซคือประสิทธิภาพต่ำประมาณ 30% ดังนั้นจึงไม่ค่อยมีการติดตั้งใช้งานนอกจากใช้ชั่วคราวช่วง Peak

- ข้อด้อยอีกประการหนึ่งคือไม่สามารถรับโหลดต่ำ ๆ ได้เพราะจะทำให้เกิดปัญหา Compressor ไม่เสถียร

- ด้วยสาเหตุข้างต้นจึงมักใช้ระบบร่วมกับระบบอุปกรณ์วิธีการอย่างอื่นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น

- ขนาดมีตั้งแต่เล็กมาก (Micro Gas Turbine) ต่ำกว่า 100 KW จนถึงหลายร้อย MW

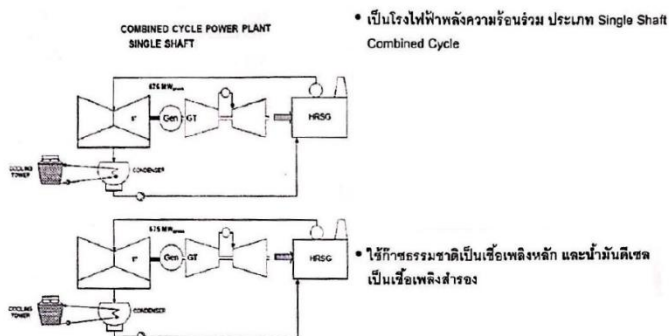
- ชนิดที่ใช้ในโรงไฟฟ้ามี 2 แบบ คือ Heavy Industrial Type กับ Aero Derivative Type ซึ่งพัฒนาปรับปรุงมาจากเครื่องที่ใช้ในเครื่องบิน Jet ซึ่งถูกออกแบบมาให้มีรูปร่างเพรียวลม ไม่ทื่อทะเหมื่อนแบบแรก

3) โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (Combined cycle)

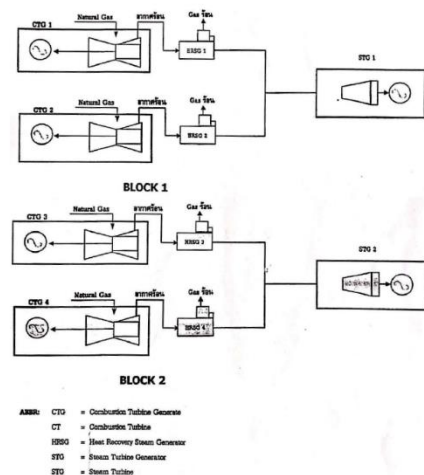
- เป็นโรงไฟฟ้าลูกผสมระหว่างโรงไฟฟ้า กังหันก๊าซกับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ ทำงานควบคู่กัน โดยเอาความร้อนที่ปล่อยออกจากกังหันก๊าซที่มีอุณหภูมิประมาณ 550 °C ไปต้มน้ำและดงไอน้ำในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่เรียกว่า HRSG (Heat Recovery Steam Generator) ซึ่งมีแผงท่อน้ำและไอน้ำยืดตรงหรือห้อยแขวนรับความร้อนจากก๊าซร้อนอุณหภูมิประมาณ 550 °C จากกังหัน

- แผงท่อนี้จะประกอบด้วยแผง Economizer, Evaporator และ Superheater ตามลำดับ ซึ่งจะทำหน้าที่อุ่น, ต้มระเหย และดงไอน้ำเหมือนกับใน boiler แต่ไม่มีการเผาไหม้เชื้อเพลิง

- ปัจจุบันมีการเรียงอุปกรณ์ 2 ลักษณะคือ แบบ 2:1 กับ แบบ 1:1 โดย แบบ 1:1 หรือ Single shaft อุปกรณ์ทั้ง 3 ชนิด กังหันก๊าซ HRSG และกังหันไอน้ำ เรียงตัวกัน 1:1 บนเพลาดียวกันซึ่งให้ความยืดหยุ่นในการเดินเครื่องและซ่อมบำรุงมากกว่า และแบบ 2:1 เป็นกังหันก๊าซ 2 ชุดผลิตไฟฟ้า ก๊าซเสียจากห้องเผาไหม้ไหลเข้า HRSG 2 ชุด ไอน้ำที่ได้รวมกันไปขับกังหันไอน้ำ 1 ชุด รวมกันเป็น 1 block

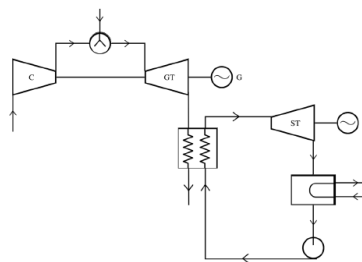


รูป Combined Cycle แบบ Single Shaft



รูป Combined Cycle แบบ 2 Shaft

- ระบบอาจมีอุปกรณ์เสริมสมรรถนะโดยใช้วิธีลดอุณหภูมิอากาศที่ดูดเข้า Compressor เพื่อประหยัดพลังงานที่ใช้ขับ Compressor และเพิ่มมวลของอากาศที่เข้าเผาไหม้และขยายตัวในกังหันทำให้ได้ไฟฟ้ามากขึ้น
- วิธีการที่ใช้มี 2 แบบคือสเปรย์น้ำที่ทางเข้า Compressor เพื่อให้มันระเหย ซึ่งจะทำให้อากาศเย็นลง (Evaporative Cooling) อีกวิธีหนึ่ง คือใช้แผงท่อน้ำเย็นซึ่งผลิตจากเครื่องทำน้ำเย็นไฟฟ้า (Electric chiller) หรือแบบดูดซึม (absorption chiller)
- สำหรับวิธีการลดโหลดบางแบบใช้วิธีเพิ่มอุณหภูมิที่ทางเข้า Compressor โดยใช้แผงท่อน้ำร้อนซึ่งน่าสนใจที่จะศึกษาดูว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดหรือไม่
- โรงไฟฟ้า Combined cycle มักใช้กับระบบของโรงไฟฟ้าของ กฟผ. และโรงไฟฟ้าเอกชนขนาดใหญ่ (IPP) เช่น โรงไฟฟ้าศรีราชาที่กำลังก่อสร้าง
- โรงไฟฟ้าชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำหรือโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ดังนั้นมันจึงเป็นเทคโนโลยีที่ประหยัดพลังงาน ลดการปลดปล่อยมลพิษ และก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้
- โรงไฟฟ้าชนิดนี้ใช้กันแพร่หลาย โดยเฉพาะโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซธรรมชาติของ กฟผ. เหตุเพราะเป็นโรงไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงประมาณ 50% เทียบกับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ 40% กับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซประมาณ 30% ดังนั้นจึงมักใช้เดินเครื่องผลิตไฟฟ้าตลอดเวลาจะได้ประหยัดมาก
- ลักษณะของโรงไฟฟ้าชนิดนี้เป็นระบบของโรงไฟฟ้า 1 กับ 2 ทำงานร่วมกันในหน่วยผลิตเดียวกัน โดยให้ cycle ของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซทำงานที่ช่วงอุณหภูมิสูง คือหลังจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (โดยมากเป็นก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดีเซล) แล้วจะมีอุณหภูมิประมาณ 1,100 °C ขยายตัวใน turbine โดยมีอุณหภูมิประมาณ 550 °C ที่ทางออก สูงพอที่จะนำไปต้มน้ำให้เดือดเป็นไอน้ำ superheated (อุณหภูมิสูงกว่าจุดเดือด) ได้ ในอุปกรณ์ที่เรียกว่า HRSG (heat recovery steam generator) หรือหม้อไอน้ำความร้อนทิ้ง นำไอน้ำนี้ไปขยายตัวใน turbine แล้วควบแน่นใน condenser สูบกลับเข้า HRSG ซึ่งเปรียบเสมือนเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ซ้ำเส้นทางเดิม
- ไฟฟ้าที่ผลิตได้รวมทั้งหมดเท่ากับไฟฟ้าที่ได้ที่กังหันก๊าซ GT และกังหันไอน้ำ ST รวมกัน พลังงานจากเชื้อเพลิงเข้าที่ระบบกังหันก๊าซทีเดียว



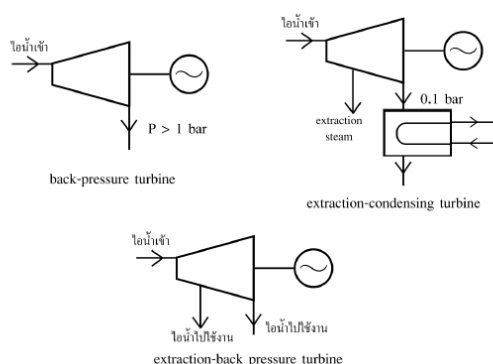
รูปแสดงรูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

4) โรงผลิตไฟฟ้าและความร้อนร่วม (combined heat and power หรือ cogeneration plant)

เป็นโรงไฟฟ้าอีกแบบหนึ่งที่ผลิตไฟฟ้าและไอน้ำ (ความร้อน) ในคราวเดียวกัน เหมาะสำหรับ โรงงานหรือนิคมอุตสาหกรรมที่ต้องการ ทั้งไฟฟ้าและความร้อน เรียกว่า เครื่อง/ระบบเดียวผลิต ได้ทั้ง 2 อย่าง โรงงานที่ใช้มาก ได้แก่ โรงงานน้ำตาล โรงงานกระดาษ โรงสกัดน้ำมันปาล์ม เป็นต้น ข้อดีของโรงไฟฟ้าชนิดนี้คือ มีประสิทธิภาพสูงเนื่องจากพลังงานที่ได้ประโยชน์มี 2 อย่าง คือ ไฟฟ้าและความร้อน ไม่เหมือนโรงไฟฟ้าที่กล่าวมาแล้ว ที่ผลิตไฟฟ้าหรือกำลังงานอย่างเดียว ลักษณะรูปแบบของมันเป็นอาจพิจารณาได้จากการปรับปรุงโรงไฟฟ้า 3 ประเภทที่กล่าวมาแล้ว ดังนี้

4.1) โรงไฟฟ้า steam turbine cogeneration

ใช้รูปแบบของโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำหรือโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำเป็นรูปทรงเริ่มต้น คือมี boiler, turbine, อาจไม่มี condenser, และมี pump ตามของเดิม ข้อแตกต่างคือชนิดของ turbine เป็นแบบที่แตกต่างไปจากแบบที่ 1 ที่เป็น condensing turbine คือไอน้ำจาก turbine จะไหลเข้า condenser ที่ทำงานที่ความดันประมาณ 0.1 bar เมื่อทำงานในประเทศไทย แต่ในกรณีของ steam turbine cogeneration turbine ที่ใช้อาจเป็น back-pressure turbine หรือ extraction-condensing turbine หรือ extraction-back pressure turbine ทั้งนี้เพื่อให้สามารถระบายไอน้ำออกไปใช้งานได้ ดังนี้



รูปแสดง steam turbine ชนิดต่าง ๆ

- ตำแหน่งที่ระบายไอน้ำออกไปใช้งานก็จะถูกออกแบบให้ตรงกับความต้องการ
- ถ้าออกแบบให้สามารถนำไอน้ำที่ทางออกไปใช้ประโยชน์ได้ก็จะเรียกว่า back pressure turbine ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นประโยชน์ได้ไอน้ำต้องมีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เช่นนี้ความดันที่ทางออก Turbine จึงมีค่ามากกว่า 1 bar (a)

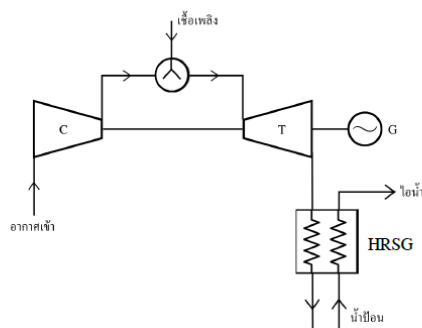
$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{ไฟฟ้าและความร้อนที่นำมาใช้ประโยชน์}}{\text{เชื้อเพลิงที่ใช้}}$$

- ซึ่งจะมีค่าประมาณ 50 - 80% ประหยัดกว่าที่จะผลิตไฟฟ้า (หรือซื้อไฟฟ้า) กับผลิตไอน้ำ (หรือซื้อไอน้ำ) แยกส่วนกัน

- จัดเป็นเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่สำคัญแบบหนึ่งแต่ยังไม่ได้รับความสนับสนุนรื้อนโยบายมากเท่าที่ควร เทียบกับต่างประเทศแฉะเยอรมันและยุโรปเหนือเป็นต้น ทั้ง ๆ ที่มันเป็นเทคโนโลยีที่ลดการปลดปล่อยมลพิษและลดโลกร้อนด้วย

4.2) โรงไฟฟ้า gas turbine cogeneration

- ใช้รูปแบบของโรงไฟฟ้า gas turbine เป็นรูปแบบเริ่มต้น ก๊าซร้อนที่ออกจาก turbine แทนที่จะปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมก็จะส่งเข้า HRSG หรือหม้อไอน้ำความร้อนทิ้ง ผลิตไอน้ำไปใช้งาน ดังแสดงในรูปแสดงแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้า gas turbine cogeneration



รูปแสดงแบบสัญลักษณ์ที่ใช้สำหรับโรงไฟฟ้า gas turbine cogeneration

- ต้นแบบเป็นโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซโดยมีอุปกรณ์หลัก คือ Compressor หอเผาไหม้ และกังหัน แต่จัดให้มีอุปกรณ์เสริม คืออุปกรณ์ผลิตไอน้ำ (HRSG) โดยอาศัยก๊าซร้อนที่ไหลออกจากกังหัน ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียส

- ภายในอุโมงค์จะติดตั้งไว้ด้วยแผงท่อต่าง ๆ เป็นชุด ๆ ทำหน้าที่แตกต่างกัน แต่ก็คล้ายคลึงกับระบบของหม้อไอน้ำคือ มีแผงท่อ Economizer, Evaporator, Superheater ซึ่งอาจออกแบบเป็น 2-3 ชุดเพื่อผลิตไอน้ำที่หลายระดับความดัน ส่งไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม สิ่งทอ อาหาร ฯลฯ

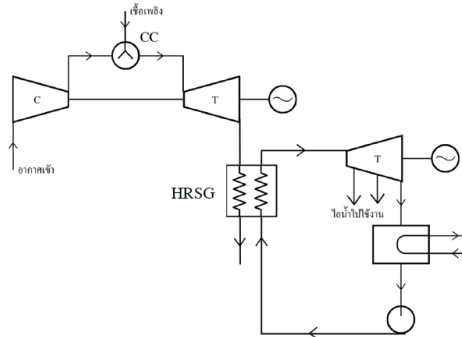
- อาจกล่าวได้ว่าเป็นโรงไฟฟ้า Combined Cycle ที่ไม่มี Steam Turbine ก็ได้

- มักไม่ค่อยใช้แพร่หลายในประเทศไทย สาเหตุอาจเป็นเพราะผู้ประกอบการโรงงานมีความคุ้นเคยกับ Steam Turbine Cogeneration มากกว่า

- ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะเหมือนกับโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

4.3) โรงไฟฟ้า combined cycle cogeneration

- เป็นรูปแบบที่ใช้กันมากในนิคมอุตสาหกรรม โดยลักษณะรูปทรงและองค์ประกอบนั้นเหมือนกับโรงไฟฟ้า combined cycle แต่ turbine ที่ใช้เป็นแบบ extraction-condensing turbine เพื่อให้สามารถนำไอน้ำที่มีค่าความดันที่ต้องการไปใช้งานได้ ซึ่งอาจจะขายออกที่มากกว่า 1 ตำแหน่งได้



รูปแสดงรูปแบบสัญลักษณ์ที่ใช้ในโรงไฟฟ้า combined cycle cogeneration

- ประสิทธิภาพมีค่าสูง เชื้อเพลิงที่ใช้มักเป็นก๊าซธรรมชาติ แต่ก็ใช้น้ำมันดีเซลได้เช่นกัน
- ต้นแบบคือโรงไฟฟ้า Combined Cycle โดยออกแบบให้สามารถระบายเอาไอน้ำออกไปใช้ใน Process หลายตำแหน่งที่ต้องการโดยอาจจะขายออกที่ตำแหน่งก่อนเข้า Turbine หรือจากตัว Turbine (extraction) โดยที่ไอน้ำเข้า turbine อาจเข้าไปมากกว่า 1 ทางที่ระดับความดันต่างกัน และออกจาก turbine มากกว่าหนึ่งทางเช่นกัน ด้วยเหตุนี้จึงเรียก turbine ชนิดนี้เป็น mixed pressure turbine

- หากไหลเข้า 2 ทาง ทางหนึ่งจะเป็นไอน้ำความดันสูง อีกทางหนึ่งปานกลางหรือต่ำซึ่งออกมาจาก HRSG

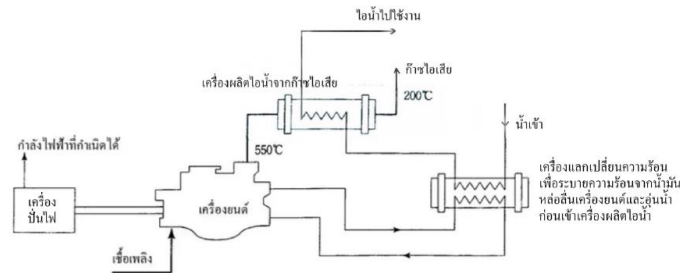
- ส่วนที่ออกจาก turbine ออกที่ตำแหน่ง extraction และที่ทางออก
- ชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันในโรงไฟฟ้าในนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งจะผลิตไฟฟ้า ขายโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม และการไฟฟ้าฯ ส่วนไอน้ำก็ขายให้ลูกค้าในนิคมอุตสาหกรรม

- จากข้อกำหนดของการรับซื้อไฟฟ้าจาก SPP (ผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนรายเล็ก) ครั้งก่อน รับซื้อได้สูงสุด 90MW ในขณะที่ความต้องการไฟฟ้าและไอน้ำในนิคมอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะไม่มาก ทำให้ขนาดการผลิตไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพวกนี้ มักมีค่าประมาณ 120 MW ทำให้ผลิตไฟฟ้ามากกว่าไอน้ำที่มีความต้องการต่ำกว่า 30 ตัน/h หลายเท่า ต่างไปจากค่า Optimum ของ Gas turbine cogeneration ที่กำหนดให้พลังงานไอน้ำสูงกว่าไฟฟ้า 2-5 เท่า

- ด้วยเหตุข้างต้นทำให้ประสิทธิภาพของระบบ Combined Cycle Cogeneration มีค่าประมาณ 50% ต้น ๆ ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็นประมาณ 80% ประการนี้ทำให้ได้การประหยัดพลังงาน ลดมลพิษ และลดโลกร้อนต่ำกว่าขีดความสามารถของมัน

4.4) โรงไฟฟ้า cogeneration ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซ (gas engine cogeneration)

โรงไฟฟ้า cogeneration ที่ใช้เครื่องยนต์ก๊าซ ชนิดนี้มีการใช้มากขึ้นในระยะไม่กี่ปี ที่ผ่านมา ที่ใช้ในประเทศไทยมักจะใช้ติดตั้งทำงานเสริมระบบ combined cycle cogeneration ที่มีอยู่เดิม โดยอาศัยข้อดีของ gas engine ที่สามารถ start, stop ได้รวดเร็วและสามารถรับโหลดได้ในช่วงกว้าง โดยที่ประสิทธิภาพยังคงอยู่ในระดับสูง ประสิทธิภาพเฉพาะ gas engine มีค่าประมาณ 40% เมื่อเพิ่ม HRSG เข้าไปเพื่อนำความร้อนในก๊าซร้อนที่ไหลออกจากเครื่องยนต์ ไปต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำไปใช้ประโยชน์ ทำให้ประสิทธิภาพเพิ่มเป็น 70 - 80%



รูปแสดงระบบโคเจนเนอเรชันแบบใช้เครื่องยนต์

4) สรุป

- โรงไฟฟ้าต่าง ๆ ที่กล่าวมา มีลักษณะและรูปแบบการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งก็อาจจะมีเหมาะสมกับความต้องการที่ไม่เหมือนกัน ข้อสำคัญคือ จะต้องเลือกชนิดและวิธีการควบคุมที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพพลังงานสูง ต้นทุนผลผลิตที่ต่ำมลพิษ และ CO₂ ที่ปลดปล่อยมีปริมาณน้อย ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อทุกฝ่าย

- ดังนั้นเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้อง สามารถเข้าใจระบบของโรงไฟฟ้า เพื่อจะได้วินิจฉัย ประเมินได้ว่าระบบที่เกี่ยวข้องได้รับการออกแบบอย่างมีประสิทธิภาพ ใช้เทคโนโลยีที่เป็นมาตรฐานในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม จึงเสนอแนะให้การจัดทำรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีองค์ประกอบสำคัญ ๆ ต่อไปนี้

- ข้อมูลทางเทคนิคของระบบผลิตไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย boiler, turbine, condenser, pump สำหรับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ ระบุค่าความดัน (ควรเป็นความดันสมบูรณ์) อุณหภูมิ อัตราการไหลที่ออกแบบเทียบกับค่าที่คาด ว่าจะใช้งานจริง และค่าประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์ที่สำคัญ

- การควบคุมการเดินเครื่องที่โหลดต่ำกว่าปกติ

- ชนิดเชื้อเพลิง องค์ประกอบและค่าความร้อน อัตราการใช้ ถ้าใช้เชื้อเพลิงหลายชนิดควรให้ข้อมูลให้ครบทุกตัว

- แสดงวงจรของระบบ พร้อมชื่ออุปกรณ์ แผนภาพสมดุลมวลและพลังงานที่เป็นมาตรฐานหากใช้มาตรฐานของประเทศที่ไม่เป็นสากล ควรแปลงเป็นมาตรฐานสากล

- ระบบการเผาไหม้ ชนิดเตา และการควบคุมการเผาไหม้

- ระบบหล่อเย็น ระบบระบายความร้อน การจัดการน้ำเสียการควบคุมการใช้สารเคมี

- อัตราการปลดปล่อยมลพิษชนิดต่าง ๆ เทียบกับค่ามาตรฐานตามที่เคยปฏิบัติ

3.1.3 การปลดปล่อยมลพิษและการควบคุมป้องกัน มลพิษที่สำคัญคือทางอากาศและทางน้ำ

1) มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศที่สำคัญประกอบด้วย ฝุ่น, NO_x , SO_x การที่จะเรียกว่ามลพิษ (Pollutants) นั้น มันจะต้องมีปริมาณและความเข้มข้นของสาร นั้นเกินค่าที่ มนุษย์ สัตว์ ดิน น้ำ รับไว้ได้ โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ถ้ามีปริมาณน้อยกว่าจะเรียกมลสาร (Contaminants) โดยค่าดังกล่าวเป็นค่ามาตรฐานการปลดปล่อยมลพิษที่แต่ละประเทศกำหนดขึ้นเพื่อรักษาป้องกันผลกระทบที่จะเกิดต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

1.1) ฝุ่น (Particulate matter) สำหรับโรงไฟฟ้าพลังไอน้ำ เกิดจากการกองเก็บและขนถ่ายเชื้อเพลิงในกรณีของเชื้อเพลิงแข็งที่เกิดจากการเผาไหม้จะเป็นซีเถ้าที่อยู่ในองค์ประกอบที่ไม่เผาไหม้ในเชื้อเพลิงและเขม่าที่เป็นส่วนของเชื้อเพลิงที่เผาไหม้ไม่หมดปะปน ดังนั้นเมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนประกอบที่ปล่อยออกจากปล่อง ฝุ่นจะเป็นซีเถ้าผสมกับเชื้อเพลิงหรือคาร์บอนที่เผาไหม้ไม่หมด การป้องกันหรือลดปริมาณที่เกิดอาจใช้วิธีการเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีซีเถ้าต่ำและควบคุมการเผาไหม้ให้ดีให้มีคาร์บอนหลงเหลืออยู่น้อยที่สุด

- การบำบัดฝุ่นที่ออกจากเตาเผาไหม้ อาจใช้ไซโคลน ถุงกรองหรือ ESP (Electrostatic Precipitator) ซึ่งเป็นเครื่องดักฝุ่นแบบไฟฟ้าสถิต

- ในกรณีของโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ ฝุ่นมักติดมากับอากาศที่ดูดเข้าเครื่องและมาจากสะเก็ด Oxides โลหะในเครื่องและ C ที่เผาไหม้ไม่หมด ปริมาณโดยรวมไม่มากและไม่ค่อยเป็นปัญหา

1.2) NO_x เป็น Oxides ของ N ที่มีอยู่หลายตัวเช่น N_2O , NO, NO_2 , ฯลฯ ตัวที่จัดว่าเป็นอันตรายคือ NO_2 ซึ่งสามารถถูกออกซิไดซ์แล้วรวมตัวกับน้ำ ไอน้ำแล้วกลายเป็นกรดซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม (ฝนกรด) การป้องกันประการแรกคือเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มี N น้อย ใช้อากาศน้อย ๆ ในการเผาไหม้ ควบคุมอุณหภูมิการเผาไหม้ไม่ให้สูงมากลดระยะเวลาของการผสมคลุกเคล้าระหว่างอากาศ-เชื้อเพลิง

- อุปกรณ์ควบคุมและลด NO_x ได้แก่ Low – NO_x burner ในโรงไฟฟ้าก๊าซ ซึ่งใช้วิธีการเผาไหม้แบบเป็นช่วง (Stage), recirculation (เอาไอเสียส่วนหนึ่งมาเข้าเผาไหม้ร่วมกับอากาศใหม่) ในโรงไฟฟ้าถ่านหิน และ Premixed burner ในโรงไฟฟ้าก๊าซเอาเชื้อเพลิงกับอากาศมาผสมกันก่อนเข้าเผาไหม้ ซึ่งต่างก็อาศัยหลักการป้องกันควบคุมที่กล่าวมาในตอนแรก ในโรงไฟฟ้าขนาดใหญ่มักมีการใช้ SCR (Selective Catalytic Reactor) เพื่อกระตุ้นการทำปฏิกิริยาค่อนข้างมาก

- NO_x จะเป็นมลสารที่สำคัญที่ต้องควบคุม เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ใช้ให้ความร้อนออกมาสูงอุณหภูมิสูง NO_x โดยทั่วไปมี 2 ชนิดคือ Thermal NO_x ที่เกิดจาก N ในอากาศเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงและ Fuel NO_x ที่เกิดจาก N ในเชื้อเพลิง

- วิธีการลด NO_x คือใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบ N ต่ำลดอุณหภูมิและระยะเวลาการเข้าเผาไหม้ ใช้อากาศน้อย อุปกรณ์ลด NO_x ตามหลักการนี้คือ Low – NO_x burner, steam หรือ water injection และ SCR (Selective Catalytic Reactor) ซึ่งใช้ NH_3 ฉีดพ่นเข้าไปทำปฏิกิริยากับ NO_x ในก๊าซเสีย

1.3) SO₂ เป็น Oxide ของ S ซึ่งสามารถถูกออกซิไดซ์แล้วรวมตัวกับน้ำ-ไอน้ำกลายเป็นกรด เช่นเดียวกับ NO₂ แต่จะเป็นกรดที่แรงกว่าและส่งผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในรูปของฝนกรดมากกว่า

- การป้องกันคือใช้เชื้อเพลิงที่มีองค์ประกอบ S ต่ำ วิธีการบำบัดที่นิยมใช้กันคือการใช้ FGD (Flue Gas Desulfurization) ซึ่งมีทั้งแบบเปียกและแห้ง สำหรับแบบเปียกมีทั้งที่ใช้ น้ำจืดและน้ำทะเลสำหรับที่ใช้ น้ำจืดใช้วิธีสเปรย์น้ำหินปูนลงจากหอสวนทางกับก๊าซเสียผลที่ได้เป็นยิปซัมซึ่งนำไปขายได้ วิธีแห้งใช้การพ่นผง หินปูน เพื่อทำปฏิกิริยากับ SO₂ เช่น ในโรงไฟฟ้า TPI Polene

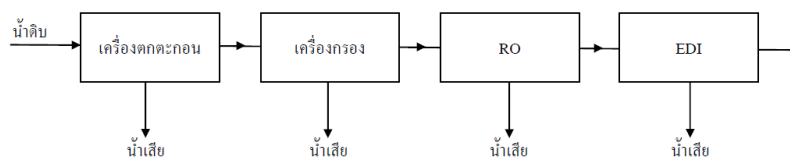
- SO₂ มีค่าน้อยเพราะก๊าซธรรมชาติมี S น้อย ถ้าใช้น้ำมันดีเซลจะมีเปอร์เซ็นต์ S มากกว่าและ ค่า SO₂ อาจมีนัยสำคัญได้

2) มลพิษทางน้ำ

มลพิษทางน้ำจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อน เป็นน้ำเสียที่มีความสกปรกต่ำ เกิดขึ้นในกระบวนการ ปรับสภาพน้ำเพื่อใช้ในโรงไฟฟ้าและการ blow down จากหม้อไอน้ำและหอระบายความร้อน (cooling tower)

2.1) น้ำทิ้งจากกระบวนการปรับสภาพน้ำ

กระบวนการปรับสภาพน้ำดิบ มักจะประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้ เครื่องตกตะกอน (clarifier), เครื่องกรอง (ultra filtration), เครื่องอาร์โอ (reverse osmosis), และเครื่อง EDI (electro - deionize)



รูปกระบวนการปรับสภาพน้ำเพื่อใช้ในโรงไฟฟ้า

แสดงเป็น diagram ดังรูปข้างบน ความสกปรกส่วนใหญ่อยู่ในรูปของของแข็งละลาย (total dissolved solids) ซึ่งมีค่ายังไม่จัดว่าสูงมาก สามารถนำกลับมาใช้ต่อหรือใช้ใหม่ได้หลายวิธี จากประสบการณ์ที่ เรียนรู้จากโครงการโรงไฟฟ้าต่าง ๆ มีการ recycle และ reuse น้ำทิ้งจากอุปกรณ์ปรับสภาพน้ำ ดังนี้

- รวบรวมน้ำกลับไปใช้ต่อที่ cooling tower เนื่องจากที่ CT มีค่า TDS blow down ค่อนข้าง สูง ในระดับใกล้เคียงกับ 3,000 ppm และน้ำทิ้งจากอุปกรณ์ปรับสภาพน้ำข้างต้น มีค่า TDS ต่ำกว่า สามารถ นำไปใช้เป็นน้ำชดเชยใน CT ได้

- อีกวิธีหนึ่งคือ นำไปกรองที่ UF และ RO ใหม่ ซึ่งจะช่วยประหยัดน้ำและสารเคมีในการปรับ สภาพน้ำได้ระดับหนึ่ง

2.2) น้ำ blow down จาก boiler

น้ำ blow down จากหม้อไอน้ำ มี TDS เป็นองค์ประกอบสำคัญ ซึ่งจะมีค่าน้อยในระดับ < 1,000 ppm เมื่อความดันหม้อไอน้ำมีค่าสูงเกิน 60 บาร์ สามารถนำไปใช้ต่อเป็นน้ำขัดเชยที่หอระบายความร้อน (CT) ได้

2.3) น้ำ blow down จาก cooling tower

เป็นน้ำทิ้งที่มีค่า TDS สูง แต่ก็สามารถนำไป recycle กลับมาใช้ใหม่ได้ โดยส่งเข้าผสมน้ำดิบ แล้วเข้ากระบวนการปรับปรุงสภาพน้ำใหม่

3.1.4 ประเด็นปัญหาในการอ่านรายงาน EIA

1) เขียนยาวเกินไป อธิบายไม่ถูกต้อง และเขียนซ้ำ ๆ เช่น การอธิบายการทำงานของหม้อไอน้ำ turbine ในโรงไฟฟ้าโรงงานน้ำตาล ในฤดูหีบอ้อยและผลิตไฟฟ้าอย่างเดียว ควรอ้างอิงข้อความที่เขียนครั้งก่อน จะได้ไม่ต้องเขียนซ้ำ

2) ในผังสมดุลความร้อนหลาย ๆ กรณีเขียนไม่ถูกต้อง ข้อมูลที่แสดงไม่ถูกต้อง ตามมาตรฐานการเขียนผังกระบวนการเข้าใจยากบางครั้งใช้มาตรฐานประเทศอื่น ซึ่งมีมาตรฐานวิธีการนำเสนอแตกต่างจากปกติทั่วไป ควรทำให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจได้ง่ายสัญลักษณ์อุปกรณ์ที่ใช้เช่นกัน รวมทั้งหน่วยความดัน ให้ระบุว่าเป็นความดันสัมบูรณ์ (bara) หรือเกจ (barg)

3) การวิเคราะห์สัดส่วนเชื้อเพลิงในกรณีที่ใช้ชีวมวลผสม การคำนวณควรเริ่มที่การหาค่าอัตราความร้อนทั้งหมด (Q_f) ที่จะต้องส่งเข้าเตาในการผลิตไอน้ำค่าหนึ่ง ๆ เช่น 68 bar 550 °C เป็นต้น โดยใช้ค่าประสิทธิภาพหม้อไอน้ำประกอบ กล่าวคือ

$$\eta = \frac{Q_s}{Q_f} = \frac{m_s (h_s - h_w)}{m_f \text{LHV}}$$

- คำนีจะเป็นค่าที่จะต้องทำให้ให้ได้ในการผสมเชื้อเพลิงแต่ละอย่างเข้าด้วยกันแล้วเข้าเผาไหม้ ดังนั้นความร้อนจากเชื้อเพลิงแต่ละอย่างซึ่งเท่ากับ $m_{fi} (\text{LHV})_i$ รวมกันแล้วจะต้อง = Q_f

$$Q_f = \sum m_{fi} (\text{LHV})_i$$

$$m_{\text{รวม}} (\text{LHV})_{\text{รวม}} = m_1 \text{LHV}_1 + m_2 \text{LHV}_2 + m_3 \text{LHV}_3 + \dots$$

- เมื่อรู้สัดส่วนความร้อนแต่ละชนิดเชื้อเพลิงแล้วก็ใช้สมการข้างบนแปลงเป็นสัดส่วนมวลได้

4) การวิเคราะห์การเผาไหม้

- การหาปริมาณอากาศ ก๊าซเสียเปียก ก๊าซเสียแห้ง เป็น Nm³/kgf ให้ใช้สูตรมาตรฐานซึ่งหาจากสมการเผาไหม้ แล้วแปลงโมลเป็นปริมาตร โดยอาศัย Avogadro's Hypothesis ได้ดังนี้

$$\begin{aligned}\text{อากาศทฤษฎี} = A_0 &= \frac{1}{0.21} \left[\frac{22.4}{12} C + \frac{22.4}{4} \left(H - \frac{O}{8} \right) + \frac{22.4}{32} S \right] \\ &= 8.89 C + 26.7 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 3.3 S \quad \text{Nm}^3/\text{kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{อากาศจริง} &= \text{อัตราส่วนอากาศ} \times \text{อากาศทฤษฎี} \\ &= R A_0\end{aligned}$$

- การหาค่า particulate matter ควรคิดรวม carbon ที่เผาไหม้ไม่หมดด้วย ถ้าไม่มีข้อมูลที่ดีกว่า อาจใช้ค่า 1% ของเชื้อเพลิง

- การหาค่า NO_x อาจใช้ค่าที่ EPA แนะนำ หรือค่าจากผลการวิจัยของ Salzmann, T, Nussbaumen, 2001, Energy and Fuels, 15, 575-582 หรืออื่น ๆ ที่เหมาะสม

3.1.5 ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

ปัจจุบันสถานการณ์มีความแตกต่างจากที่แล้มาเป็นอันมาก ที่สำคัญคือ ผู้คนให้ความสนใจเรื่องโลกร้อนและความยั่งยืนในการใช้ทรัพยากรมากขึ้น นอกจากนี้สถานการณ์ทางด้านคุณภาพและความเพียงพอแหล่งน้ำ ยังเป็นที่ประจักษ์ในรายงานต่าง ๆ โดยเฉพาะรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมโรงไฟฟ้าพลังความร้อน จึงมีความเห็นและข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานโรงไฟฟ้าและการทำรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1) เชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงไฟฟ้าชีวมวลจะมีความหลากหลายมากขึ้น ใช้เชื้อเพลิงผสมมากขึ้น เนื่องจากความต้องการมีมาก โดยเฉพาะชานอ้อย ใบอ้อย แกลบ ไม้สับ ทลายปาล์ม และใบปาล์ม ทำให้ต้องแสวงหาอย่างอื่นมาเสริม เช่น ฟางข้าว ชังข้าวโพด ซึ่งสามารถมีให้ระดับหนึ่ง แต่เมื่อถึงจุดหนึ่งอาจต้องหาเพิ่มเติม ในจุดนี้ เชื้อเพลิง RDF น่าจะเป็นเชื้อเพลิงในระยะต่อไป เพราะหาได้ง่าย ราคาพอสมควร แต่ข้อควรระวังคือ มี S สูง เหมือนกับใบอ้อย ต้องตรวจสอบปริมาณว่าสามารถใช้ในสัดส่วนเท่าใด

2) ประสิทธิภาพพลังงาน เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในการประกอบกิจการโรงไฟฟ้า ซึ่งควรจะดำเนินการให้มีประสิทธิภาพสูง จะเป็นประโยชน์ทั้งผู้ประกอบการ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจะมีราคาต่ำ สามารถประมูลขายไฟฟ้าและเพิ่มการแข่งขันได้ดีขึ้น ในภาพที่ใหญ่กว่านั้นการที่โรงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูง จะหมายถึงความถึงมลพิษที่ปลดปล่อย รวมทั้ง CO₂ ที่เป็นต้นเหตุโลกร้อน และน้ำใช้จะมีค่าต่ำลงไปด้วย ซึ่งจะทำให้ทรัพยากรของประเทศสามารถใช้ไปได้ยาวนานขึ้น ไม่ว่าจะเป็นเชื้อเพลิงและน้ำ

3) การจัดการน้ำ ปัจจุบันประเทศไทยประสบปัญหาการขาดแคลนน้ำใช้ โดยเฉพาะในฤดูแล้ง ความพยายามที่จะแก้ไขปัญหานี้โดยวิธีการเพิ่ม supply เช่น การขุดบ่อบาดาล โครงการผันน้ำจากลุ่มน้ำสาละวิน มาลงเขื่อนภูมิพล ซึ่งมีความไม่แน่นอนในเรื่องความคุ้มค่าเป็นอย่างมาก ไม่น่าจะช่วยแก้ปัญหาได้อย่างยั่งยืน นอกจากนี้ประเทศไทยยังประสบปัญหาแหล่งน้ำธรรมชาติเสื่อมโทรม แม้กระทั่งแหล่งน้ำลำธารในเขตป่าสงวนและ ป่าอนุรักษ์ก็ประสบปัญหาเสื่อมโทรมเช่นกัน ซึ่งเป็นผลจากคนที่บุกรุกป่าเพื่อพักอาศัยและประกอบอาชีพ

- วิธีการที่มีศักยภาพที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้ยังไม่ค่อยได้รับความสนใจคือ การใช้ demand management เข้าแก้ไข วิธีนี้เป็นวิธีการจัดการกับความต้องการใช้น้ำ เพื่อให้ลดลง โดยคงวัตถุประสงค์และเป้าหมาย ของการดำเนินงานกิจกรรมเหมือนเดิม ทั้งนี้ อาจทำได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ การลดการรั่วไหล สูญเปล่า การใช้ที่ฟุ่มเฟือย การใช้วิธีการอย่างอื่นทดแทน เช่น ใช้ air - cooled condenser แทน water - cooled condenser และใช้วิธีนำน้ำทิ้งกลับไปใช้ใหม่ (recycle) หรือนำไปใช้ต่อ (reuse)

- โรงไฟฟ้าชีวมวลส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติ เดือนละมากกว่า 1 แสนลูกบาศก์เมตร ส่งผลกระทบต่อปริมาณน้ำในแหล่งน้ำนั้น เช่น แอ่งแม่น้ำป่าสัก ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่กักเก็บในเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ซึ่งถ้าหากรัฐบาลมีนโยบายให้ลดการใช้น้ำ เอน้ำทิ้งกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ต่อ โดยมีมาตรการสิ่งจูงใจให้ เช่นนี้ โรงไฟฟ้า นิคมอุตสาหกรรม โรงงานที่ใช้น้ำจากแหล่งน้ำเหล่านี้ จะมีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์น้ำในแม่น้ำให้ สามารถใช้ได้ตลอดปี มากขึ้น ซึ่งสำหรับโรงไฟฟ้าพลังความร้อนสามารถดำเนินการได้ตั้งมาตรการที่ได้กล่าวมาแล้ว

4) รายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมยาวเกินไป มีบางหัวข้อไม่เกี่ยวข้องกับผลกระทบ เช่น แหล่งน้ำธรรมชาติใกล้โครงการ แต่เมื่อโครงการไม่มีการปล่อยน้ำทิ้งลงแหล่งน้ำดังกล่าว ก็ไม่จำเป็นต้อง ประเมินผลกระทบ

- การประเมินผลกระทบทางด้านแผ่นดินไหว ก็ไม่ควรที่จะให้ประเมินเป็นการทั่วไป อาจให้ ประเมินเฉพาะกรณีที่มีประวัติการเกิดแผ่นดินไหวแถบนั้น ๆ

- การประเมินทางด้านสังคม ควรจะจำกัดอยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตร จากโครงการ

- การเขียนรายงาน ควรเขียนให้สั้น กระชับ ได้ใจความ หลีกเลี่ยงการเขียนที่ซ้ำ ๆ ก็จะช่วยให้ ขนาดเล็กลง เป็นการสงวนทรัพยากร และลดค่าใช้จ่าย

- ข้อมูลทางด้านสังคม สิ่งแวดล้อม ในบริเวณใกล้เคียงกับโครงการที่ได้มีการนำเสนอไปแล้ว ในรายงานโครงการฉบับอื่น ควรอนุโลมให้นำข้อมูลมาใช้ได้เพื่อประหยัดทรัพยากร

4. คำถาม และข้อเสนอแนะ/ข้อคิดเห็นของผู้เข้าร่วมการอบรม และคำตอบของวิทยากร

4.1 ระบบบำบัดมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ควรเป็นระบบไหนคะ ระหว่าง ESP กับ Bag filter

ตอบ ให้พิจารณาทั้งงบประมาณ และการบำรุงรักษาของระบบเป็นตัวกำหนด

4.2 กรณีโรงไฟฟ้าชีวมวล ภาครัฐได้มีการรณรงค์ให้ใช้ไบโอดีเซลมากขึ้น แต่องค์ประกอบของไบโอดีเซลมีซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ และส่งผลให้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าเกินมาตรฐาน

ตอบ หากค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีค่าเกินมาตรฐาน บริษัทที่ปรึกษาสามารถแสดงเหตุผลและสามารถอ้างอิงข้อมูลที่ใช้ปรับลดค่าซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้

5. ผลการวัดระดับความรู้จากการอบรม

จำนวนของผู้เข้ารับการอบรมที่มีคะแนนเพิ่มขึ้นภายหลังการอบรม คิดเป็นร้อยละ 91.04 ของจำนวนผู้เข้าร่วมทั้งหมด (มีผู้ทำแบบทดสอบก่อนและหลัง จำนวน 134 คน)

6. ผลการประเมินการเสวนาจากผู้เข้าร่วมการอบรม

ประเด็น	ร้อยละ
ได้รับประโยชน์จากการอบรม	88.27
สามารถนำความรู้และประสบการณ์ไปใช้ได้	88.00
ความพึงพอใจต่อการอบรมในภาพรวม	89.07

7. ความคิดเห็น / ข้อเสนอแนะ ในการอบรม

- ควรมีการนำข้อคิดเห็นของท่านวิทยากรไปขยายผลใช้ในการศึกษาและพิจารณารายงาน EIA ต่อไป
- ควรให้ คชก. ที่เกี่ยวข้องกับโครงการ มาแลกเปลี่ยนและให้ความรู้ในทุกๆ ด้านของโครงการ

8. หัวข้อที่ต้องการให้มีการจัดอบรมในครั้งต่อไป

- การประเมินผลกระทบทางด้านคุณภาพอากาศจากโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ
- กรอบแนวทางการจัดทำและการพิจารณารายงาน EIA ในทุกด้านที่เหมาะสมสำหรับการศึกษา EIA
- การกำหนดมาตรการสิ่งแวดล้อมที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปปฏิบัติเพื่อลดผลกระทบได้จริง

สรุปการอบรมโดย

กลุ่มงานพัฒนาแนวทางการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม

กองประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ก.พ. 2568)

ภาพบรรยากาศการจัดกิจกรรมครั้งที่ 2
โรงไฟฟ้าพลังความร้อนและการจัดการผลกระทบสิ่งแวดล้อม



