

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด

เอกสารวิจัยส่วนบุคคล



โดย

นายเฉลิมพล พิทักษ์บวรชัย
กรรมการผู้จัดการ
บริษัท ไทยไฮดร้า จำกัด

วิทยาลัยการทัพบก
กันยายน 2562

เอกสารวิจัยเรื่อง

เทคโนโลยีผ่านหินสะอาด

โดย

นายเฉลิมพล พิทักษ์บวรชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

พลตรี พิศณุ คงเมือง

วิทยาลัยการทัพบก อนุมัติให้เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรหลัก ประจำวิทยาลัยการทัพบก ปีการศึกษา 2562 และเห็นชอบให้เป็นเอกสารวิจัยส่วนบุคคลที่อยู่ในเกณฑ์ระดับ

พลตรี

ผู้บัญชาการวิทยาลัยการทัพบก

(ธีระพงษ์ เย็นอุทก)

คณะกรรมการควบคุมเอกสารวิจัยส่วนบุคคล

พลตรี

ประธานกรรมการ

(พิศณุ คงเมือง)

ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา

(ดอกเตอร์มนต์ชัย รุ่งทองผ่องอำไพ)

พันเอก

กรรมการ

(ฉกาจ ชั้นดี)

พันเอก

กรรมการ

(นิพนธ์ บุญศิริ)

พันเอก

กรรมการ

(ภรัถ เทียนทองดี)

พันโทหญิง

กรรมการ

(ธัญนุช สิงห์พันธุ์)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัย นายเฉลิมพล พิทักษ์บวรชัย

เรื่อง เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด

วันที่ กันยายน 2562 **จำนวนคำ :** 6,200 **จำนวนหน้า :** 13

คำสำคัญ เทคโนโลยีถ่านหิน, ถ่านหินสะอาด

ชั้นความลับ ไม่มีชั้นความลับ

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด คือเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมือง การจัดการถ่านหินก่อนนำมาใช้และการใช้ประโยชน์ถ่านหินโดยมีผลกระทบต่อแวดล้อม น้อยที่สุด เทคโนโลยีเหล่านี้เกี่ยวข้องข้องกับการลดหรือกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้นจากการนำถ่าน หินมาใช้ประโยชน์ รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง กล่าวคือ เป็นการสนับสนุนนโยบายการใช้พลังงานจากถ่านหิน ในด้านความมั่นคงทางด้านพลังงาน การรักษาสีสิ่งแวดล้อม และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ เนื่องจากถ่านหินมีปริมาณ สำรองจำนวนมากและมีความมั่นคงในการจัดหา แต่ทำให้เกิดมลภาวะต่อสภาวะแวดล้อม สูงกว่าการใช้เชื้อเพลิงอื่นๆ ดังนั้นการนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาใช้ จึงมีความสำคัญ จำเป็นและยังสามารถเปลี่ยนทัศนคติที่ไม่ดีต่อการนำถ่านหินมาใช้ประโยชน์ได้

ABSTRACT

AUTHOR: Mr. Chalernpol Petakbowonchai

TITLE: CleanCoalTechnology

DATE: September 2019 **WORD COUNT :** 6,200 **PAGES :** 13

KEY TERMS: CleanCoalTechnology,Clean coal

CLASSIFICATION: Unclassified

Clean coal technology is a technology developed to increase mining efficiency. Coal management before use and coal utilization with environmental impact. These technologies are related to the reduction or elimination of pollution caused by charcoal production. Stone to be used as well as increasing the efficiency of using coal as fuel, that is to say is a policy to support the use of energy from coal. In energy security, environmental protection, and energy efficiency. Because coal has a quantity, many reserves, and stability in procurement. But causing pollution to the environment higher than other fuels. Therefore, the use of clean coal technology is important. Needed and can also change a bad attitude towards coal use.

กิตติกรรมประกาศ

เอกสารวิจัยส่วนบุคคลฉบับนี้ จัดทำขึ้นเพื่อศึกษา ข้อเท็จจริง ความรู้ในเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด เพื่อที่จะให้สังคมได้รับความรู้และข้อมูลที่รอบด้านในการที่จะนำเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดมาผลิตพลังงานของประเทศเพื่อความมั่นคงทางพลังงานของชาติ เอกสารวิจัยส่วนบุคคลนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากคณาจารย์ของวิทยาลัยการทัพบกทุกท่านที่กรุณาประสิทธิประสาทวิชาให้ความรู้และประสบการณ์ที่ทรงคุณค่าอย่างสูง รวมทั้งอาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางในการจัดทำเอกสารวิจัยส่วนบุคคลและตรวจสอบต้นฉบับอย่างละเอียดจนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์นอกเหนือจากข้อเสนอแนะทางวิชาการอันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยแล้วยังได้รับการชี้แนะให้เห็นหนทางแห่งความสำเร็จอีกด้วยผู้วิจัยเอกสารขอขอบ พระคุณ พลตรี พิศณุ คงเมือง อาจารย์ที่ปรึกษา พันเอก ฌกาจ ชันตี กรรมการและ ดอกเตอร์มนต์ชัย รุ่งทองผ่องอำไพ ผู้ทรงคุณวุฒิที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำวิจัย ทำให้การวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ตามความมุ่งหวัง สิ่งดีงานอันเกิดจากผลงานการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยขอมอบให้ผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัยข้างต้นทุกท่านด้วยความเคารพ

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด

โดยทั่วไปเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดสามารถนำมาใช้ได้หลายลักษณะ ได้แก่ เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้(Pre-combustion)เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้(Combustion) หรือเมื่อนำมาใช้ประโยชน์ และเทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้(Post-combustion)

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดก่อนการเผาไหม้

เทคโนโลยีในกลุ่มนี้เป็นการนำถ่านหินมาผ่านกระบวนการเพื่อลดปริมาณเถ้าและกำมะถัน ซึ่งในขณะเดียวกันเป็นการเพิ่มค่าความร้อนของถ่านหินก่อนนำมาเผาไหม้ วิธีการเหล่านี้หมายถึง coal preparation, coal beneficiation, หรือ coal upgrading ได้แก่ การทำความสะอาดโดยวิธีทางกายภาพ (physical cleaning or washing) การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมี (chemical cleaning) และการทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพ (biological cleaning) เดิมมีการศึกษากันเพียงทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีเท่านั้น การศึกษาทางด้านชีวภาพเริ่มมีการพัฒนาขึ้นเมื่อไม่นานมานี้

การทำความสะอาดโดยวิธีทางกายภาพ

เป็นการแยกสารที่ไม่ต้องการ เช่น ผุ่นละออง ดิน หิน และสารประกอบอนินทรีย์ เช่น pyritic sulfur (กำมะถันอนินทรีย์ที่มีเหล็กเป็นส่วนประกอบ) ออกจากเนื้อถ่านหิน โดยใช้ความแตกต่างของความหนาแน่นของถ่านหินกับสารเหล่านี้ ดังนั้นเมื่อนำถ่านหินมาบดแล้วล้างผ่านน้ำ สารต่างๆ ที่ไม่ต้องการจะแยกออกจากเนื้อถ่านหิน ในปัจจุบันถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กกว่าขนาดของผุ่นผง ทำให้ร้อยละ 90 ของ pyritic sulfur ถูกกำจัดไป นอกจากนี้วิธีดังกล่าว column flotation ยังเป็นวิธีทำความสะอาดถ่านหินทางกายภาพอีกวิธีหนึ่งโดยอาศัยหลักการที่ผงถ่านหินมีคุณสมบัติทางเคมีซึ่งสามารถยึดติดกับฟองอากาศได้ เมื่อให้ฟองอากาศเคลื่อนที่ผ่านผงถ่านหินและน้ำซึ่งบรรจุใน column ผงถ่านหินจะติดขึ้นไปกับฟองอากาศ ทิ้งให้สารประกอบอนินทรีย์เช่น pyritic sulfur และแร่ธาตุต่างๆจมอยู่ชั้นล่าง

การทำความสะอาดโดยวิธีทางเคมีโดยทั่วไปเป็นการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติชะล้างแร่ธาตุและกำมะถันอนินทรีย์ ซึ่งไม่สามารถกำจัดได้โดยวิธีทางกายภาพ ในการทำปฏิกิริยากับผง

ถ่านหินเพื่อกำจัดกำมะถันและเถ้า เทคโนโลยีในกลุ่มนี้ได้แก่ molten-caustic leaching การทำความสะอาดโดยวิธีทางชีวภาพเป็นเทคโนโลยีซึ่งใช้สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ในการกำจัดกำมะถันในถ่านหิน ตัวอย่างเช่น แบคทีเรีย และเชื้อรา บางชนิดใช้กำมะถันเป็นอาหาร เมื่อนำสิ่งมีชีวิตที่พบในถ่านหินระหว่างการย่อยสลายเหล่านี้มาเพาะเลี้ยงและสกัดเอาเอนไซม์ย่อยสลายกำมะถันมาใช้ในการเร่งกระบวนการกำจัดกำมะถันในถ่านหิน นอกจากนี้ยังมีการเตรียมถ่านหินสะอาด โดยการนำถ่านหินคุณภาพต่ำมาปรับปรุงคุณภาพถ่านหิน (Coal Upgrading) เช่น ใช้วิธี Liquid-Phase Cracking with Solvent จากการศึกษาทดลองใช้ถ่านหินคุณภาพต่ำของไทย จากแหล่งงาว จังหวัดลำปาง เหมือนแม่เกาะ จังหวัดลำปาง และเหมือนบ้านป่าคา จังหวัดลำพูน ผลปรากฏว่าได้ถ่านหินสะอาดที่มีค่าความร้อนสูงขึ้นและปริมาณกำมะถันลดลง การปรับปรุงคุณภาพถ่านหินยังมีวิธีการอื่นๆ เช่น Hot Water Drying, Coal-Water-Fuel, Coal briquette เป็นต้น

2. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้หรือเมื่อนำมาใช้ประโยชน์

2.1 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดขณะเผาไหม้

เป็นเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบการเผาไหม้ถ่านหิน โดยการปรับปรุงเตาเผาและหม้อไอน้ำ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินและลดมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ ในอนาคตการเผาไหม้ถ่านหินจะไม่มีมลพิษ (zero emission) เทคโนโลยีกลุ่มนี้ได้แก่

Pulverized Fuel (PF) combustion เป็นวิธีการเผาไหม้ถ่านหินที่ใช้กันอย่างกว้างขวางในการผลิตไฟฟ้าจากถ่านหิน ในการเผาไหม้แบบ PF ถ่านหินจะถูกบดให้มีขนาดเล็กมาก แล้วพ่นเข้าไปในเตาเผาพร้อมอากาศ เมื่อถ่านหินติดไฟจะให้ความร้อนแก่หม้อไอน้ำ ซึ่งไอน้ำจะไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีของเตาเผาทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินเพิ่มขึ้นถึงประมาณร้อยละ 40 และอาจเป็นร้อยละ 55 ในอนาคต สำหรับ Advanced Pulverized coal ในระบบนี้ผงถ่านหินจะถูกเผาไหม้ในห้องเผาไหม้ของหม้อไอน้ำ และไอน้ำที่ได้นำไปขับเคลื่อนไอน้ำประสิทธิภาพการกำเนิดไฟฟ้าขึ้นอยู่กับสภาพของไอน้ำ Fluidized Bed Combustion (FBC) สำหรับการเผาไหม้วิธีนี้ ถ่านหินที่บดจนมีขนาดเล็กมากผสมกับหินปูนถูกพ่นเข้าไปในหม้อไอน้ำพร้อมอากาศร้อน ถ่านหินและหินปูนที่พ่นเข้าไปจะแขวนลอยอยู่ในคลื่นอากาศร้อน โดยมีลักษณะคล้าย

ของเหลวเดือดขณะที่ถ่านหินเผาไหม้หินปูนจะทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำดักจับกำมะถันที่เกิดขึ้น ความร้อนที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินจะนำมาต้มน้ำทำให้เกิดไอน้ำไปหมุนกังหันของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระบวนการนี้สามารถลดปริมาณกำมะถันที่จะถูกปล่อยออกมาจากการเผาไหม้ได้มากถึงร้อยละ 90 นอกจากนี้อุณหภูมิของหม้อไอน้ำที่ใช้กระบวนการนี้ยังต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในวิธีการเดิม ประโยชน์ของการเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำ คือลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากไนโตรเจนในถ่านหิน Pressured Fluidized Bed Combustion เป็นการเผาไหม้ถ่านหินแบบฟลูอิดไดซ์เบดภายใต้ความดันสูง ความร้อนที่ผลิตได้นำไปใช้ผลิตไอน้ำเพื่อขับเคลื่อนไอน้ำส่วนก๊าซร้อนที่ได้มีแรงดันและอุณหภูมิสูงสามารถนำไปขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตไฟฟ้าร่วม การผลิตพลังงานความร้อนร่วมแบบนี้มีประสิทธิภาพสูง และยังมีการพัฒนาระบบการเผาไหม้ถ่านหินแบบฟลูอิดไดซ์เบดภายใต้ความดันสูงชนิดฟองอากาศ bubbling type PFBC)

2.2 เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดโดยการแปรรูป

เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อแปรรูปถ่านหิน (Coal Conversion) ให้เป็นก๊าซเชื้อเพลิง (coal gasification) หรือ เชื้อเพลิงเหลว (coal Liquefaction) Coal gasification Technology เป็นกระบวนการออกซิเดชันถ่านหินเพียงบางส่วน โดยถ่านหินทำปฏิกิริยากับก๊าซออกซิเจนหรืออากาศและไอน้ำภายใต้อุณหภูมิและความดันสูง ให้ก๊าซเชื้อเพลิง (fuel gas) ซึ่งประกอบด้วยไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นส่วนใหญ่ ก๊าซเชื้อเพลิงที่ได้จะถูกนำมาทำให้สะอาดโดยการกำจัดมลพิษก่อน ก๊าซที่ได้นี้สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง หรือเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์แอมโมเนีย เมทานอล หรือก๊าซไฮโดรเจน เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ คือ entrained flow fluidised bed และ moving bed การเลือกใช้จึงขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของถ่านหินและขนาดของโรงงาน นอกจากขบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงในโรงงานแล้วยังสามารถผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านหินที่อยู่ใต้ดินซึ่งไม่คุ้มค่าต่อการขุดขึ้นมา กระบวนการนี้เรียกว่า underground gasification ซึ่งทำโดยการอัดไอน้ำและออกซิเจนเข้าไปในชั้นถ่านหินผ่านหลุมเจาะจากพื้นผิวดิน เมื่อชั้นถ่านหินบางส่วนติดไฟ ความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้จะทำให้ถ่านหินที่เหลือผลิตก๊าซเชื้อเพลิง ก๊าซที่เกิดขึ้นจะผ่านขึ้นมาตามท่อและนำไปแยกมลพิษออกก่อนที่จะนำไปใช้นอกจากนี้สามารถนำมาใช้ร่วมในการผลิตกระแสไฟฟ้า เช่น

การผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมกับกระบวนการผลิตก๊าซจากถ่านหิน (Integrated coal gasification combined cycle Power Generation, IGCC) และการผลิตไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมโดยกระบวนการผลิตก๊าซจากถ่านหินและเซลล์เชื้อเพลิง (Integrated coal gasification fuel cell combined cycle Power Generation, IGFC) เป็นระบบการผลิตไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงที่รวมกังหันก๊าซและไอน้ำประสิทธิภาพความร้อนสูงถึงร้อยละ 53–55 กล่าวคือเป็นการพัฒนาความเหมาะสมของการนำก๊าซจากถ่านหินมาใช้สำหรับเซลล์เชื้อเพลิง

Coal Liquefaction Technology (FBC) เป็นการแปรรูปถ่านหิน ให้อยู่ในรูปเชื้อเพลิงเหลว (liquid fuel) โดยทั่วไปการผลิตเชื้อเพลิงเหลวจากถ่านหิน ทำได้โดยการแยกคาร์บอนออก หรือการเติมไฮโดรเจนเข้าไป กรณีแรกเรียกว่า carbonisation หรือ pyrolysis สำหรับการเติมไฮโดรเจน เรียกว่า liquefaction เชื้อเพลิงเหลวที่ได้จากถ่านหิน สามารถนำมากลั่นในกระบวนการกลั่นน้ำมัน จะได้น้ำมันสำหรับรถยนต์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น พลาสติก และสารละลายต่างๆ (solvent) กระบวนการการผลิตเชื้อเพลิงเหลวสามารถแบ่งได้เป็น 2 วิธี คือ การผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยตรง (Direct liquefaction) เป็นการแปรรูปถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงเหลว โดยใช้กระบวนการเดียว (single process) และการผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยทางอ้อม (Indirect liquefaction) เป็นการนำถ่านหินมาผ่านกระบวนการผลิตก๊าซเชื้อเพลิงก่อน จึงนำมาแปรรูปเป็นของเหลว ในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงเหลวนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการผลิตเชื้อเพลิงเหลวโดยตรง ซึ่งเทคโนโลยีเหล่านี้ ได้แก่ H-Coal Exxon Donor Solvent SRC-I&II Catalytic Two-Stage liquefaction และ NEDOL process เป็นการรวมวิธีการ solvent extraction, direct hydrogenation และ solvolysis เข้าด้วยกัน ผลการวิจัยโดยใช้ถ่านหินบิทูมินัสปรากฏว่าผลิตน้ำมันได้ร้อยละ 58 ถ่านหินในรูปของ slurry ร้อยละ 50

2.3 เทคโนโลยีสังเคราะห์เชื้อเพลิงสะอาด Dimethyl Ether (DME) Dimethyl Ether เป็นอีกรูปแบบหนึ่งของการใช้ถ่านหินที่สะอาดและประหยัด และมีคุณสมบัติเปรียบเสมือน LPG (liquefied petroleum gas) ก๊าซสังเคราะห์ที่ผลิตได้จากการเผาไหม้ก๊าซมีเทน (ที่มาจากเหมืองถ่านหิน (CBM) ซึ่งมี CH₄ 40% และอากาศ 60%) กับออกซิเจน โดยมีไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ (ที่หมุนเวียนนำกลับมาใช้ได้) อยู่ด้วย เพื่อให้อัตราส่วนของ

ไฮโดรเจนกับคาร์บอนมอนอกไซด์สูงขึ้น และเติมโปรเพน เพื่อลดไนโตรเจนในก๊าซสังเคราะห์ ก๊าซสังเคราะห์จะถูกทำให้เย็นลง ทำการอัดและแยกคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย amine absorption ก่อนป้อนเข้าสู่เตาปฏิกรณ์ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือDimethylEther คาร์บอนไดออกไซด์และเมทานอล

3. เทคโนโลยีถ่านหินสะอาดหลังการเผาไหม้หรือเทคโนโลยีการป้องกันผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีเหล่านี้เกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เกิดขึ้นหลังจากถ่านหินเผาไหม้แล้วนำมาใช้เพื่อมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้เทคโนโลยีกลุ่มนี้ได้แก่

3.1 เทคโนโลยีการดักจับฝุ่นได้แก่แบบElectrostatic Precipitator ใช้หลักการไฟฟ้าสถิตย์ในการดักจับเถ้าลอย โดยให้ฝุ่นละอองมีประจุไฟฟ้าขั้วหนึ่งและดึงเก็บฝุ่นละอองมีประจุไฟฟ้าอีกขั้วหนึ่งระบบนี้มีประสิทธิภาพสูงในการดักจับฝุ่น หรือใช้ไซโคลน (cyclone) ในการแยกฝุ่น โดยใช้หลักของแรงเหวี่ยงเพื่อให้ก๊าซเกิดการหมุนตัว ฝุ่นจะถูกแยกออกมาสามารถใช้ร่วมกับหม้อไอน้ำแบบฟลูอิดไดซ์เบด หรือกับหม้อไอน้ำแบบ pulverized coal นอกจากนี้อาจใช้อุปกรณ์ดักจับฝุ่นแบบถุงกรอง(bagfilter)

3.2 ระบบการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์

(Flue Gas Desulfurization.) เป็นกระบวนการกำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ที่ออกมาพร้อมก๊าซทิ้ง สามารถแบ่งได้เป็นสามแบบ คือ แบบเปียก แบบแห้ง และกึ่งแห้ง แต่กระบวนการแบบเปียกจะเป็นที่นิยมมาก ส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นแบบ limestone-gypsum คือ ก๊าซซัลเฟอร์ได-ออกไซด์ ในก๊าซทิ้งจะทำปฏิกิริยากับของผสมระหว่างน้ำกับหินปูน ที่ฉีดเข้าไปในระบบก๊าซทิ้ง เกิดเป็นยิบซัมซึ่งเป็นสารประกอบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์อื่นได้

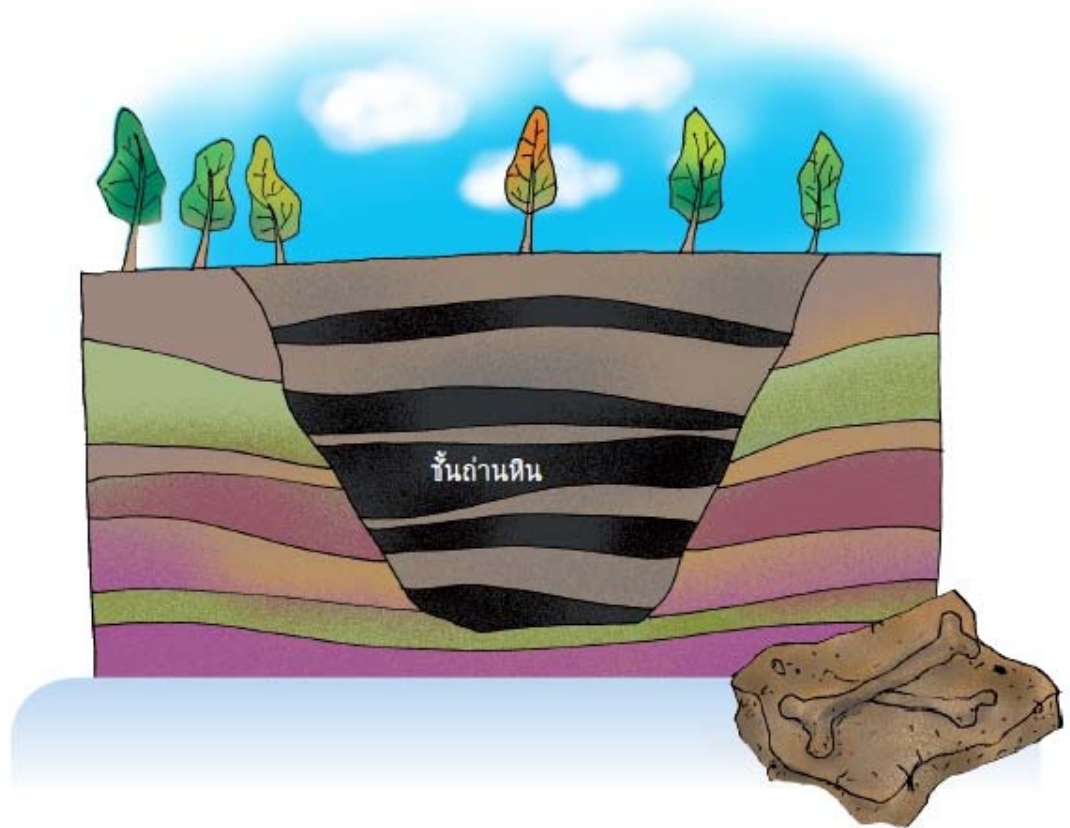
3.3 เทคโนโลยีการลดปริมาณก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ในก๊าซทิ้งกระบวนการ

พลังงาน ปัจจัยสำคัญของชีวิต

พลังงานเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต เราต้องใช้พลังงานตั้งแต่ตื่นเช้าจนถึงเข้านอนไฟฟ้าเป็นพลังงานที่สำคัญรูปแบบหนึ่ง หากไม่มีไฟฟ้าใช้ชีวิตเราจะวุ่นวายมากเพราะไม่มีแสงสว่าง ไม่มีลมเย็นๆจากแอร์ คอมพิวเตอร์ทำงานไม่ได้ หรือต้องเดินขึ้นตึก เพราะลิฟต์ไม่ทำงาน ส่วนน้ำมันเป็นเชื้อเพลิงที่ทำให้รถแล่นได้ ทำให้เราเดินทางสะดวก ทำให้เครื่องจักรทำงานผลิตสิ่งของให้เราใช้ ได้

ชีวิตคนเราจึงอยู่ไม่ได้ ถ้าไม่มีพลังงาน

โลกเรายังมีพลังงานอื่นๆ ที่สำคัญไม่แพ้ไฟฟ้าหรือน้ำมัน ไม่ว่าจะเป็นก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน แก๊สโซฮอล หรือไบโอดีเซล ที่เป็นพลังงานทางเลือกทันสมัยล่าสุด



กำเนิดถ่านหิน

ในธรรมชาติ ซากพืชที่ตายทับถมกัน ปกติจะถูกย่อยสลายโดยปฏิกิริยาเคมี แต่บางครั้งเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงตามธรรมชาติ ทำให้กระบวนการย่อยสลายหยุดชะงักและซากพืชทับถมกันมากขึ้นเมื่อใดที่มีการทรุดตัวของแผ่นดินหรือระดับน้ำในบริเวณนั้นสูงขึ้น ทำให้ซากพืชจมลงใต้ระดับน้ำแล้วถูกปิดทับโดยตะกอนหินดินทรายที่ถูกพัดพามากับน้ำ ปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดการย่อยสลายซากจะหยุดไป และเมื่อตะกอนที่ปิดทับมีปริมาณมากขึ้นเรื่อยๆ ซากพืชเหล่านั้นจะถูกบีบอัดโดยน้ำหนักของตะกอนที่ปิดอยู่ ผนวกกับอิทธิพลของความร้อนที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีจนซากพืชเหล่านั้นกลายเป็นถ่านหิน ถ่านหินประกอบด้วยธาตุที่สำคัญ 4 อย่าง ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และออกซิเจนนอกจากนี้ยังมีธาตุหรือสารอื่นเช่นกำมะถัน เจือปนเล็กน้อย

ถ่านหินคุณภาพดี ถ่านหินคุณภาพด้อย

ถ่านหินนี้หากแบ่งตามลำดับชั้นในกระบวนการเกิด จะแบ่งได้เป็น 5 ประเภท คือ

1. พีต (peat) เป็นชั้นแรกของกระบวนการเกิดถ่านหินประกอบด้วยซากพืชซึ่งบางส่วนได้สลายตัวไปแล้ว จึงเป็นถ่านหินคุณภาพระดับต่ำสุด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ แต่มีความ

ร้อนต่ำและเผาแล้วได้ควันมากมักใช้ในครัวเรือนของฝรั่งบางชาติ

2. ลิกไนต์ (lignite) ยังมีซากพืชหลงเหลืออยู่เล็กน้อย ใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ดีกว่าพีต แต่เก็บเอาไว้นานไม่ได้ไฟจะลุกติดเองใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า

3. ซับบิทูมินัส(sub-bituminous)มีสีดำใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า

4. บิทูมินัส (bituminous) เป็นถ่านหินเนื้อแน่นแข็ง เผาแล้วให้ควันน้อย แต่ได้ความร้อนสูง มักประกอบด้วยชั้นถ่านหินสีดำสนิทเป็นมันวาว ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า

5. แอนทราไซต์ (anthracite) เป็นถ่านหินที่มีลักษณะดำเป็นเงามันวาวมาก มีรอยแตกเว้าแบบก้นหอย ติดไฟยาก มีค่าความร้อนสูงสุด เผาแล้วให้ควันน้อยหรือเกือบไม่มีเลย จึงเป็นถ่านหินเกรดดีที่สุดใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและโรงไฟฟ้า

สมบัติของถ่านหินชนิดต่างๆ

ชนิดถ่านหิน	ค่าความร้อน	ค่าความชื้น	ปริมาณขี้เถ้า	ปริมาณกำมะถัน
แอนทราไซต์	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
บิทูมินัส	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
ซับบิทูมินัส	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
ลิกไนต์	ต่ำ-ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ-สูง
พีต	ต่ำ	สูง	สูง	ไม่แน่นอน แล้วแต่แหล่ง

ลิกไนต์เป็นถ่านหินคุณภาพต่ำชนิดหนึ่ง ถ้าดูจากตารางข้างบนจะเห็นว่าเผาลิกไนต์แล้วได้ความร้อน ไม่มาก จึงเอามาผลิตไฟฟ้าได้ต่ำ แถมยังมีกำมะถันมากกว่าถ่านหินชนิดอื่นด้วย จึงมีก๊าซพิษออกมามากกว่า แต่เป็นหินอย่างอื่น เช่นถ่านหินแอนทราไซต์จะได้ความร้อนสูงผลิตไฟฟ้าได้มาก และมีก๊าซพิษต่ำ

ดังนั้นเวลาพูดว่าใช้ถ่านหินปั่นไฟดี หรือไม่ดีจึงต้องดูด้วยว่าเรากำลังพูดถึงถ่านหินชนิดไหน จะพูดแบบเหมารวมไม่ได้

ประโยชน์ของถ่านหิน

ถ่านหินมีประโยชน์มากมาย ส่วนใหญ่ใช้เป็นเชื้อเพลิง เช่น เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการผลิตไฟฟ้า การถลุงโลหะ การผลิตปูนซีเมนต์ บ่มใบยาสูบ โรงงานอาหาร และใช้ต้มน้ำสำหรับ

ผลิตน้ำร้อนหรือไอน้ำไว้ในโรงงานต่างๆหลายประเภทนอกจากนั้นยังใช้ทำถ่านสังเคราะห์ หรือถ่านกัมมันต์ (activated carbon) เอาไว้ดูดกลิ่นดูดสีในเครื่องกรองน้ำหรือเครื่องใช้อื่น ๆ ที่ต้องการดูดซับกลิ่นใช้ทำคาร์บอนไฟเบอร์ (carbon fiber) ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงแต่น้ำหนักเบา จึงมีประโยชน์มากหลายในการนำไปผลิตเครื่องร้อนหรืออุปกรณ์กีฬาอื่นๆ เช่นก้านไม้กอล์ฟ ไม้เทนนิส ไม้แบดมินตัน โครงรถจักรยาน เป็นต้น



ไฟฟ้าและถ่านหิน

ระบบไฟฟ้าที่ดีต้องเป็นระบบที่จ่ายไฟได้ตลอดเวลาไม่ปิด ไม่ดับ ไม่ติด ๆ ดับ ๆ และต้องเป็นไฟฟ้าที่ได้

จากโรงไฟฟ้าที่สะอาด ไม่ก่อมลพิษ รวมทั้งค่าไฟต้องไม่แพง ภาครัฐจึงกำหนดแนวทางเลือกใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าไว้ดังนี้

1. มีแหล่งผลิตและปริมาณสำรองที่เพียงพอและแน่นอน
2. มีราคาที่เหมาะสมพูดแบบชาวบ้านคือต้องไม่แพง
3. เป็นพลังงานที่สะอาด หรือหากไม่สะอาด ต้องมีเทคโนโลยีที่ทำให้สะอาดได้ คือ ไม่เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
4. ส่งเสริมให้เกิดการใช้ทรัพยากรพลังงานภายในประเทศที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุด
5. ต้องใช้เชื้อเพลิงหลาย ๆ อย่าง คือ ไม่พึ่งพาพลังงานชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไป เพราะหากมีปัญหาใด ๆ กับพลังงานชนิดนั้น ๆ ก็จะก่อให้เกิดความเสี่ยงที่ไม่สามารถผลิตไฟฟ้ามาจ่ายให้กับประชาชนหรือโรงงานได้ซึ่งจะเดือดร้อนกันไปทั่วหากมองในกรอบหรือวิธีคิด 5 ข้อข้างต้นนี้ถ่านหินก็มีโอกาสหรือ “ความน่าใช้” ไม่แพ้พลังงานชนิดอื่น ๆ

ปัญหาของถ่านหิน

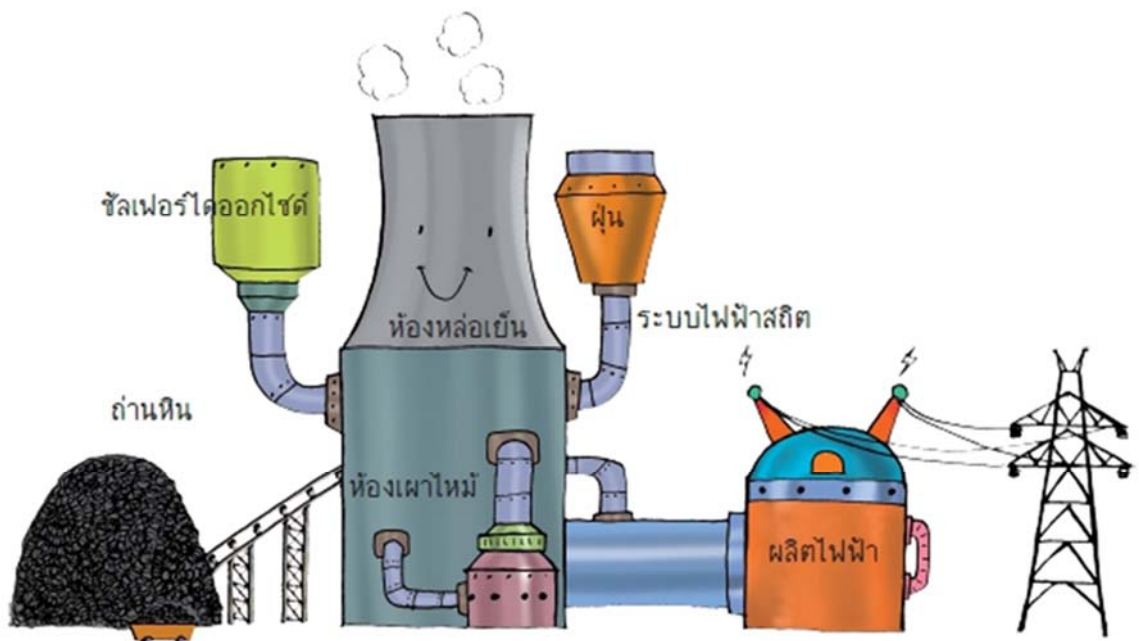
ถ่านหินมีธาตุองค์ประกอบหลัก คือ คาร์บอน และไฮโดรเจน ซึ่งหากเผาอย่างสมบูรณ์แล้ว จะเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas, GHG) ที่ทำตามสวน เหนือ การเผาในเครื่องยนต์ ล้วนเป็นการเผาแบบไม่สมบูรณ์และปล่อยก๊าซ CO₂ นี้ออกมาทั้งสิ้นเช่นกันในความเป็นจริงการใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงผลิตกระแสไฟฟ้า มักทำในสภาพที่เหมาะสมคือ มีทั้งอากาศพอ และอุณหภูมิสูงพอ ปัญหาการเกิดก๊าซ CO₂ นี้จึงไม่ค่อยเห็นกันนักแต่ปัญหาของถ่านหินคือมักมีกำมะถันเป็นองค์ประกอบอยู่โดยธรรมชาติซึ่งเมื่อเผาถ่านหิน กำมะถันจะไปรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซกำมะถันหรือซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO₂)ซึ่งถ้ามีมากและไม่มีอุปกรณ์ดักจับไว้และถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศจะเป็นสาเหตุของฝนกรด(กรดกำมะถัน)ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนได้รุนแรงรวมทั้งสามารถไปทำลายระบบนิเวศได้ด้วย อันตรายจากสิ่งนี้จึงรุนแรงได้มากหากไม่ควบคุมดูแล

วิธีการแก้ไข คือเลือกถ่านหินคุณภาพดี (มีกำมะถันต่ำ) และติดตั้งอุปกรณ์ดักจับก๊าซกำมะถัน หรือซัลเฟอร์ได ออกไซด์ (SO₂)เอาไว้ให้ ได้ซึ่งถ้าทำได้ปัญหานี้ก็ลดความรุนแรงลง ถ้า ทำได้ดี 100% ปัญหานี้ก็หมดไป 100% ถ้าทำได้90% ปัญหาก็ลดไป 90% ในสภาพการณ์เทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบัน เราทำได้ ถึงเกือบ 100% แล้ว

เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด(CleanCoalTechnology)

คือ เทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อดูแลปัญหาสิ่งแวดล้อมทั้งหมดที่เกิดจากการใช้ถ่านหินมาผลิตไฟฟ้า โดยเริ่มตั้งแต่การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำเหมือง การจัดการถ่านหินก่อนนำมาใช้ และการลดหรือกำจัดมลพิษที่เกิดขึ้น ตลอดจนการเพิ่มประสิทธิภาพในการเผาไหม้เพื่อผลิตไฟฟ้าเทคโนโลยีถ่านหินสะอาด เน้นหนักให้ติดตั้งอุปกรณ์กำจัดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ให้ ได้อย่างน้อย 90 - 95% ขณะเดียวกันก็ลดปริมาณไนโตรเจนออกไซด์ด้วย รวมทั้งต้องมีระบบไฟฟ้าสถิตที่มีประสิทธิภาพสูงเอาไว้ดักจับฝุ่น และต้องมีระบบระบายความร้อนโดยใช้น้ำหล่อเย็นจึงสามารถลดทั้งมลพิษและกากของเสีย รวมทั้งเพิ่มพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหินได้อีกด้วย

ในปัจจุบันโรงไฟฟ้าในประเทศไทยที่ใช้ถ่านหินเป็นวัตถุดิบในการผลิตไฟฟ้า ล้วนแต่ใช้เทคโนโลยีนี้ทั้งสิ้น



แต่ปัญหายังไม่หมด

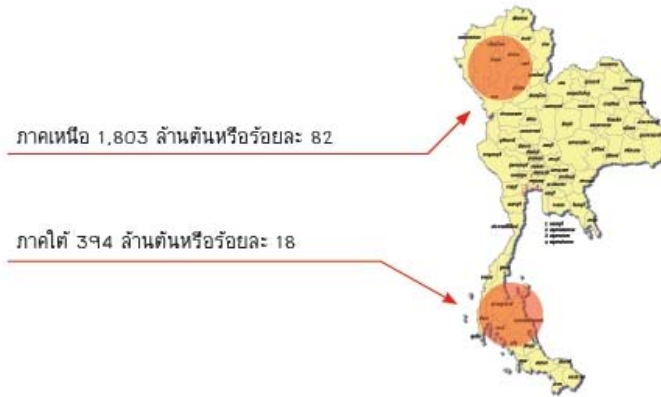
ก่อนอื่นต้องยอมรับว่าประเทศไทยไม่ค่อยมีถ่านหินคุณภาพดีเท่าที่มีก็เป็นประเภทลิกไนต์ เราจึงต้องจัดหาถ่านหินคุณภาพ

สูงมาจากต่างประเทศแต่ถ่านหินไม่ใช่ก๊าซ จึงส่งมาทางท่อไม่ได้ วิธีที่จะขนส่งถ่านหินเข้ามา ด้วยราคาถูกจึงต้องขนมาทางเรือ ดังนั้นโรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินจึงมักอยู่ริมทะเลหรือริม

แม่น้ำที่อยู่ติดกับทะเลคนไทยมีวิถีชีวิตอยู่ริมน้ำ ดังนั้นเมื่อเรามีโรงไฟฟ้าและสะพานขน ถ่านหินอยู่ริมทะเลริมตลิ่ง จึงมักมีปัญหาทางสังคมตามมา การเลือกตำแหน่งโรงไฟฟ้าให้ ถูกที่จึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก

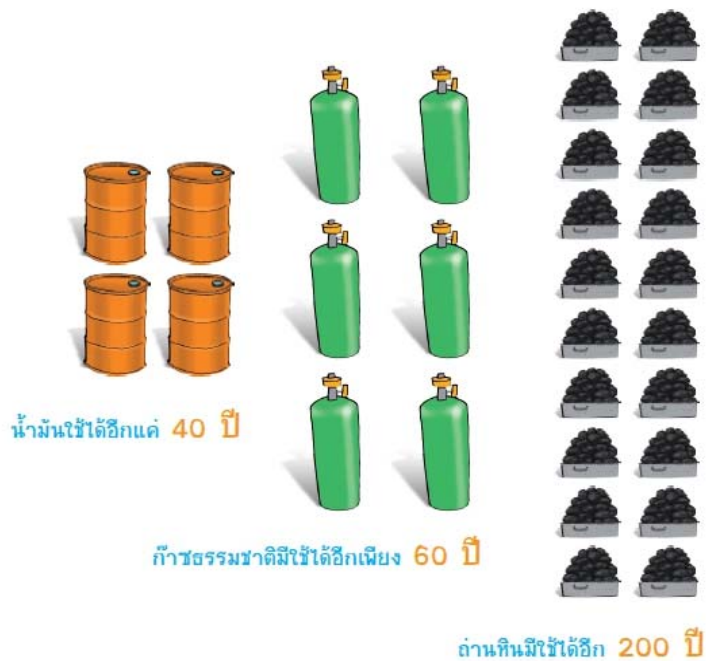
แหล่งถ่านหินในประเทศไทยถ่านหิน ที่พบในประเทศไทยส่วนใหญ่ประมาณ 99% มี คุณภาพค่อนข้างต่ำ เป็นลิกไนต์กับซับบิทูมินัส พบถ่านหินที่มีคุณภาพสูงเป็นแอนทราไซต์ น้อยมากที่เหมือนนาดวง จ.เลย และเมืองนากลาง จ.อุดรธานีแหล่งถ่านหิน (ลิกไนต์) ใน ประเทศที่พัฒนาขึ้นมาใช้แล้ว และมีปริมาณสำรองทั้งสิ้นประมาณ 2,197 ล้านตันตาม

แหล่งต่างๆ ดังนี้



สถานการณ์โลก

ถ่านหิน เป็นเชื้อเพลิงที่มีแหล่งสำรองอยู่มากในเกือบ 100 ประเทศในทุกภูมิภาคของโลก แหล่งถ่านหินที่ใกล้ประเทศไทยและมีคุณภาพดี ได้แก่ ประเทศอินโดนีเซีย แลออสเตรเลีย ในขณะที่ ก๊าซธรรมชาติ และน้ำมัน มีแหล่งสำรองหลักอยู่ในประเทศแถบตะวันออกกลาง และรัสเซียถึงกว่า 70% ของปริมาณสำรองทั่วโลก นักวิทยาศาสตร์และนักเศรษฐศาสตร์ได้คำนวณและทำนายไว้ว่าหากมีการใช้เชื้อเพลิงในอัตราเดียวกับที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และไม่มี การค้นพบแหล่งเชื้อเพลิงใหม่เพิ่มเติม สักวันอีกไม่นานเชื้อเพลิงฟอสซิลจะหมดไปจากโลก โดยถ่านหินจะมีใช้ ได้นานที่สุด



ทั้งก๊าซธรรมชาติและน้ำมันอยู่ในประเทศมากก็ตาม เหตุผลคือถ่านหินนั้นมีราคาถูกและค่อนข้างคงที่รวมทั้งการจัดหาจัดซื้อก็ทำได้ไม่ยาก

สหรัฐอเมริกาปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติมากถึงเกือบ 5 ล้านล้านลิตรเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ และมีถ่านหินเกือบ 280 ล้านล้านลิตรเทียบเท่ากับน้ำมันดิบแต่สหรัฐอเมริกาเองก็ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าถึง 55% ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศ อังกฤษมีปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติ และน้ำมันมากถึงอย่างละเกือบ 8 แสนล้านลิตรเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ แต่อังกฤษใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงผลิตไฟฟ้าถึง 48% ของการผลิตไฟฟ้าทั้งหมดในประเทศ

ฮ่องกงซึ่งไม่มีทรัพยากรพลังงานเลยและเป็นประเทศเล็กๆ ประชากรอยู่หนาแน่น พลังงานไฟฟ้าเกือบทั้งหมดคือ 96.6% ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง

ญี่ปุ่น ไต้หวัน และเกาหลีใต้ มีแหล่งพลังงานของตนเองน้อยมากและพยายามกระจายเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้า เช่น น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และนิวเคลียร์ โดย 3 ประเทศนี้ใช้ถ่านหินในการผลิตพลังงานไฟฟ้าประมาณ 17, 34 และ 23% ตามลำดับ

ถ่านหิน: ทางเลือกที่จำเป็นจริงหรือ

ในขณะที่บุคคลหลายกลุ่มมีความเชื่อว่าถ่านหินไม่ใช่เชื้อเพลิงที่ดีในการผลิตพลังงาน แต่ถ่านหินก็มีข้อดีที่ปฏิเสธไม่ได้เช่นกัน คือ

1. เป็นแหล่งพลังงานสำรองที่มีอยู่มากที่สุดในโลกในบรรดาเชื้อเพลิงฟอสซิลด้วยกัน
2. มีแหล่งสำรองถ่านหินกระจายตัวไปในหลายภูมิภาคของโลก จึงหาซื้อได้ง่ายกว่า
3. มีความมั่นคงในรูปของปริมาณและการซื้อขายมากที่สุด (ผู้ขายเก็งกำไรไม่ได้มากนัก เพราะมีผู้ขายอยู่

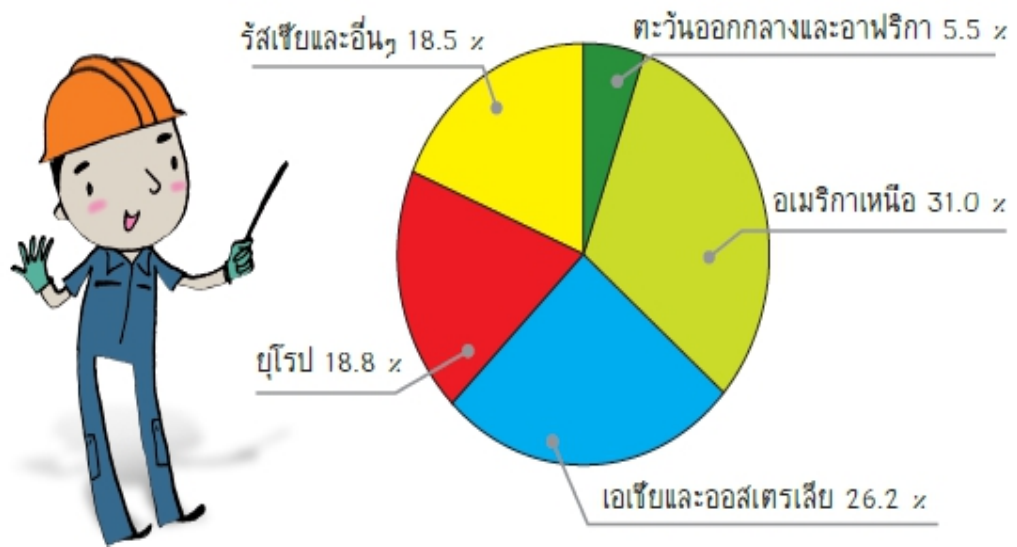
หลายที่) แต่ราคาอาจปรับเปลี่ยนตามความต้องการ มีความต้องการมาก ราคาก็เพิ่มสูงได้

4. ไม่เป็นต้นเหตุของโอกาสเกิดข้อขัดแย้งทางการเมืองระหว่างประเทศ โดยเฉพาะชาติมหาอำนาจ โอกาสที่จะไม่มีถ่านหินขายจึงไม่มี ในขณะที่น้ำมันซึ่งมีอยู่อย่างกระจุกตัวนั้นมีปัญหานี้มาโดยตลอด

5. มลพิษที่ปล่อยออกมาไม่ต่างจากมลพิษที่เกิดจากการเผาเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ ไม่ว่าจะ เป็นก๊าซธรรมชาติ น้ำมัน หรือแม้กระทั่งฟืน ยกเว้นถ่านหินอาจปล่อยก๊าซ SO₂ ออกมาด้วยแต่ ปัจจุบันก็มีเทคโนโลยีควบคุมปัญหานี้ได้แล้ว

ดูเหมือนเราจะมีทางเลือกการใช้พลังงานในประเทศไม่มากนัก

สร้างเขื่อน? ไม่มีที่จะให้สร้างได้มากนัก ประชาชนต่อต้านหนัก



ทำได้ แต่ถ้าเขาไม่ขายเพราะเขาก็มีไม่มากแล้วเราจะทำอย่างไร

ใช้น้ำมัน? ไม่มีความแน่นอนเลย ไทยแทบไม่มีแหล่งสำรองของตัวเอง ต้องซื้อจากต่างชาติ ซึ่งราคาผันผวน บางครั้งก็หาซื้อไม่ได้ ทำให้ระบบเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศอยู่ในสถานะไม่แน่นอน ปัญหานี้จึงน่ากลัวนัก

ใช้นิวเคลียร์? คงยังต้องคุยกันอีกยาว ทั้งการสร้างความรู้ความมั่นใจของคน การเตรียมบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถ การศึกษาสถานที่และเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับประเทศไทย แต่ก็ยังเป็นทางเลือกหนึ่งที่ไม่ควรละเลย เพราะประเทศเพื่อนบ้านเราก็จะเริ่มมีใช้ในอีกไม่กี่ปีแล้ว(และช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย)

ก๊าซชีวภาพ? ทำได้ แต่ปริมาณที่ผลิตได้ ไม่ทันกับความต้องการของประชาชนอย่างแน่นอน อย่างน้อยก็ใน 10 ปีข้างหน้า (ก๊าซนี้ผลิตได้จากของเสียที่ได้จากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งขยะเปียก)ใช้ถ่านหิน? คงต้องลองคิดแบบเป็นเหตุเป็นผลและให้รอบคอบกันดูสักที

เอกสารอ้างอิง

¹ Erica Burt, Peter Orris, Susan Buchanan, “Scientific Evidence of Health Effects from Coal Use in

² generation capacity would exceed the increase in the Current Policies Scenario in the IEA World

³ จันธิรา ชมชื่น, วีรินทร์ หวังจิรนิรันดร์ และ อัจฉริยา สุริยะวงศ์ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันวิจัยพลังงาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

⁴ 2 If all the proposed coal-fired power plants were built by 2025, the net increase in coal-fired

⁵ Energy Outlook 2012, which is estimated by the IEA to be consistent with median long-term

⁶ temperature increase of 5.30 C by 2100.

⁷ 3 Paul R. Epstein, Jonathan J. Buonocore, Kevin Eckerle, et al. 2011. “Full cost accounting for

⁸ the life cycle of coal,” Volume 1219: Ecological Economics Reviews, Annals of the New York

⁹ Energy Generation”, University of Illinois at Chicago School of Public Health, 2013, p.5

ประวัติย่อผู้วิจัย

ยศ ชื่อ นายเฉลิมพล พิทักษ์บวรชัย

วัน เดือน ปี เกิด 7 มกราคม 2522

ประวัติสำเร็จการศึกษา

พ.ศ.2539 มัธยมศึกษา โรงเรียนเทพศิรินทร์

พ.ศ.2542 ปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต(วิศวกรรมโยธา)

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ.2547 ปริญญาโท บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ.2545-2561 กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทยรุ่งปิโตรเลียม(2003) จำกัด

พ.ศ.2550-2561 กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทยรุ่งเอ็นเนอร์จี จำกัด

ตำแหน่งปัจจุบัน

พ.ศ.2561-2562 กรรมการผู้จัดการ บริษัท ไทยไฮด้า จำกัด