สถานะพลังงานของโลกและพลังงานทดแทน

Energy Status and Renewable Energies

จมดะ ทัศนภักดี* • ฉัตรชัย เปล่งสะอาด**

บทคัดย่อ

ในช่วงหลายสิบปีที่ผ่านมามนุษย์ได้แสวงหาแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงที่สะสมอยู่ใต้พิภพ เพื่อที่จะนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้านต่างๆ เช่น อุตสาหกรรม, การเกษตร เป็นต้น แต่จากการนำพลังงานเชื้อเพลิงที่สะสมอยู่ใต้พิภพมาใช้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้มนุษย์ได้เผชิญกับสภาวะเรือนกระจก ซึ่งเป็นผลทำให้อุณหภูมิทั่วโลกร้อนขึ้นและระดับน้ำทะเลสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเพราะสภาวะเรือนกระจกเกิดจากก๊าซเรือนกระจก (Green house gases) เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทำตัวเป็นฉนวนห่อหุ้มโลกเอาไว้และยิ่งไปกว่านั้นพลังงานสะสมนี้จะต้องหมดไปจากโลกในอีกไม่กี่ร้อยปีข้างหน้านี้

ดังนั้นมนุษย์จึงเริ่มที่จะรณรงค์เพื่อลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลง โดยพยายามหันมาใช้พลังงานทดแทนรูปแบบอื่นๆ ที่ไม่ผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เช่น พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานลม, พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น แต่ความจำกัดในเรื่องของประสิทธิภาพต่อการผลิต ทำให้การนำพลังงานทดแทนประเภทนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนะ แต่ขณะเดียวกันก็ได้มีการนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้เพื่อให้มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

บทความนี้จึงเป็นการนำเสนอเกร็ดความรู้ที่น่าสนใจเกี่ยวกับสถานะของโลกในเชิงของพลังงานในปัจจุบันและพลังงานทดแทน ซึ่งพลังงานทดแทนสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ได้ดังนี้

1. แบบ "Stored type" ซึ่งได้แก่ biomass, ocean thermal energy, geothermal energy เป็นต้น
2. แบบ "Flowing Type" ซึ่งได้แก่ solar radiation energy, wind kinetic energy, hydraulic energy เป็นต้น

ABSTRACT

In the past many decades, humans have tried to find the underground stored fuel energy sources and brought them to utilize in various applications such as in industry and agriculture etc. Since stored fuel energy sources have continuously been utilized for long time then humans have been facing the green house effect situation that has been causing the global warming and the increment of sea water level because the green house effect situation is chemically formed by green house gases

* อาจารย์ประจำ, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

** อาจารย์ประจำ, ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

such as carbon dioxide (CO_2) which acts as a temperature insulator to wrap around the earth. Moreover, the stored fuel energy sources will be used up in the next couple hundred years.

Therefore humans began fightins to reduce the carbon dioxide (CO_2) by using renewable energies in many forms such as solar energy, kinetic wind energy, geothermal energy etc. In contrast, the renewable energy utilities have limitation of their efficiencies. This is the problem why the renewable energies have still not wildly used. While their efficiencies have been being the main problem, humans have been continuously developing their efficiencies by implementing the new technologies.

This article will acknowledge about the earth energy status in term of stored fuel energy and renewable energy which focus on 2 types

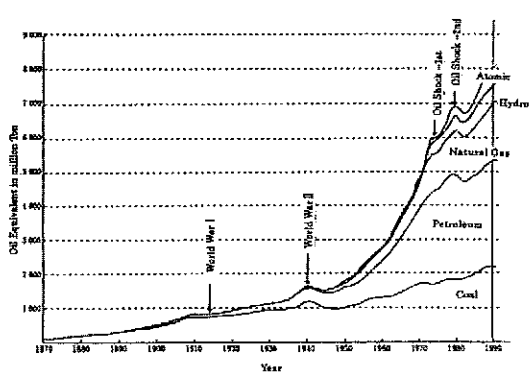
1. Stored type: biomass, ocean thermal energy, geothermal energy
2. Flowing Type: Solar radiation energy, wind kinetic energy, hydraulic energy

---

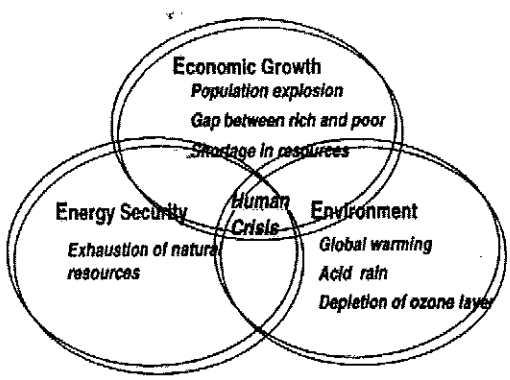
1. บทนำ

ในโลกใบนี้มีพลังงานอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ และการเติบโตของเศรษฐกิจ ในทศวรรษที่ผ่านมาเศรษฐกิจมีการเจริญเติบโตมากในขณะเดียวกันก็มีการใช้พลังงานจากแหล่งพลังงานมากขึ้นเป็นเงาตามตัว โดยเฉพาะจากน้ำมันดิบ ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ดังแสดงในรูปที่ 1-1

จากรูปที่ 1-1 แสดงให้เห็นว่าแนวโน้มของการใช้พลังงานของโลกมีค่าสูงขึ้นทุกๆ ปี และในอนาคตข้างหน้ามีการคาดการณ์ว่า แหล่งพลังงานเหล่านี้จะถูกใช้หมดไปในไม่ช้านี้ ปัญหาสำคัญทางสภาวะแวดล้อมที่สืบเนื่องมาจากการใช้เชื้อเพลิงอย่างมากมาย ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจก (Green house gases) เนื่องจาก CO_2 เป็นปัจจัยหลักและฝนกรด (acid rain) อันเกิดจาก NO_x



รูปที่ 1-1 แสดงแนวโน้มของการใช้พลังงานจากแหล่งต่างๆ (1)



รูปที่ 1-2 แสดงถึงความสัมพันธ์ของ 3-E ซึ่งเรียกว่า Global Tri-lemma (1)

และ SO_2 ไปทั่วโลก สภาวะนี้สามารถถูกอธิบายโดย "Global Tri-lemma" ระหว่าง 3 E-S ซึ่งก็คือ "Environmental Protection, Economic Growth" และ "Energy security" ซึ่งจะเกี่ยวพันดังรูปที่แสดงในรูป 1-2

การใช้แหล่งพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะพัฒนาความสมดุลของทั้ง 3 ห่วงนี้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของ power generating facilities และการรณรงค์การประหยัดพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมและผู้บริโภค ในปัจจุบันการรณรงค์เกี่ยวกับพลังงานรูปแบบใหม่ๆ ไม่เพียงเพื่อทดแทนแหล่งพลังงานเก่าๆ ที่กำลังจะหมดไป แต่เพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระให้กับสิ่งแวดล้อมด้วย

แหล่งพลังงานสามารถจัดให้อยู่ใน 2 กลุ่มหลักดังนี้

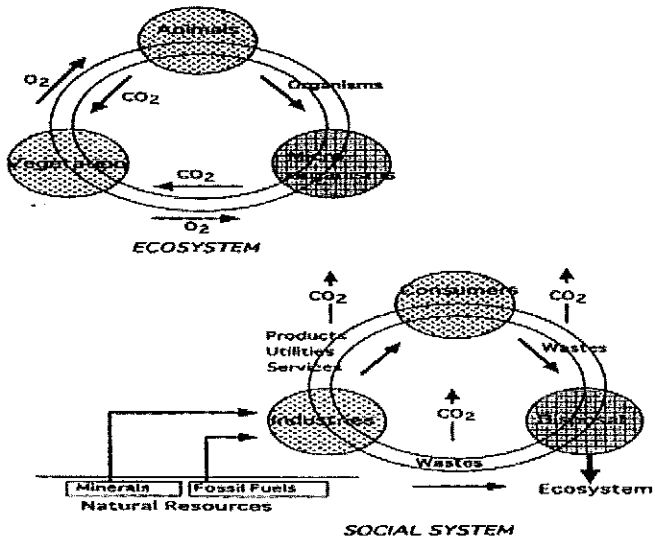
1. แหล่งพลังงานสะสม (Stored Resources) เช่น น้ำมันดิบ, ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ ในปัจจุบันนี้มากกว่า 80% ของการใช้พลังงานของโลกนั้น มาจากแหล่งพลังงานสะสมแหล่งนี้ (fossil energy sources) แหล่งพลังงานสะสมเหล่านี้ได้มีการทำนายไว้ว่า (1) จะสามารถถูกนำมาใช้ได้อีกเพียงไม่กี่ทศวรรษข้างหน้า ยกเว้นถ่านหิน เนื่องจากพลังงานสะสมเหล่านี้เมื่อถูกนำไปใช้โดยขบวนการการเผาไหม้แล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก

2. แหล่งพลังงานทดแทน (Renewable sources) เช่น solar energy, hydraulic potential energy, wind kinetic energy, biomass, ocean thermal energies เป็นต้น แหล่งพลังงานเหล่านี้สามารถผลิตพลังงานได้ไม่จำกัด ผลกระทบจากแหล่งพลังงานสะสมต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อยจึงทำให้ในปัจจุบันแหล่งพลังงานทดแทนเหล่านี้ได้ถูกกล่าวถึงอย่างกว้างขวาง นอกจากนั้นได้มีการทำวิจัยและพัฒนาอุปกรณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวกับพลังงานทดแทนมากขึ้น พลังงานทดแทนเหล่านั้นจะถูกนำไปใช้ในรูปของงานทางกล (mechanical work), พลังงานความร้อน (thermal heat) และไฟฟ้า (electric power) โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้า ที่เป็นปัจจัยหลักอย่างหนึ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และอุตสาหกรรม นอกจากนี้พลังงานทดแทนหรือพลังงานจากธรรมชาติสามารถรวมถึงพลังงานที่ไม่ได้ถูกใช้ (un-used energies) เช่น waste heat จากโรงจักรต้นกำลัง (Power plant) หรือความร้อนจากสิ่งปฏิกูล อีกด้วย

2. สถานะของโลก (State Of the earth) ที่สัมพันธ์กับพลังงาน

มนุษย์นั้นดำรงชีวิตอยู่บนพื้นผิวโลกซึ่งอยู่ในชั้นบางๆ ที่ถูกเรียกว่า "bio-sphere" สภาวะแวดล้อมของ bio-sphere อยู่ในสภาวะสมดุล ประกอบด้วย อากาศ, ความชื้น, อุณหภูมิ เป็นต้น เมื่อมองในระบบนิเวศน์ bio-sphere จะประกอบไปด้วย พืช, สัตว์ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ ดังในรูปที่ 2-1

พืชจะผลิตอินทรีย์ธาตุ จาก H_2O และ CO_2 ซึ่งถูกผลิตมาจากสัตว์และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก โดยผ่านขบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) แล้วให้ O_2 ออกมา สัตว์ก็จะกินพืชแล้วเจริญเติบโตและได้รับพลังงาน โดยการใช้ O_2 แล้วปล่อย CO_2 ออกสู่ภายนอก สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กก็จะย่อยสลายซากสัตว์และซากพืช แล้วก็จะกลายเป็นดินสำหรับพืช เพื่อให้เจริญเติบโตแล้วผลิต CO_2 ต่อไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่าทั้งหมดนี้เป็นขบวนการที่เกิดขึ้น อย่างต่อเนื่องในรูปแบบของวัฏจักร



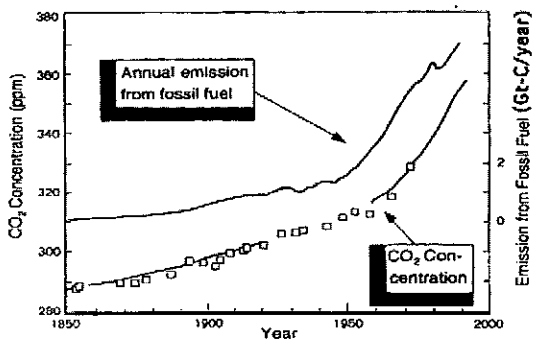
รูปที่ 2-1 แสดงห่วงโซ่ความสัมพันธ์ของระบบนิเวศน์ของ bio-sphere (บน) และห่วงโซ่ความสัมพันธ์ของระบบสังคมมนุษย์ (ล่าง) (1)

ส่วนในระบบสังคมมนุษย์นั้น จะประกอบด้วย 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มอุตสาหกรรม ซึ่งผลิตสินค้าและบริการ
- กลุ่มผู้บริโภค
- กลุ่มผู้จัดการกับสิ่งที่ทิ้งหรือใช้แล้ว

กิจกรรมที่เกิดขึ้นในกลุ่มทั้ง 3 กลุ่มนี้ ก่อให้เกิดการสะสมของก๊าซ CO_2 และขยะ ซึ่งอยู่ในหลายรูปแบบใน bio-sphere ดังรูปที่ 2-1

ก๊าซ CO_2 ในชั้นบรรยากาศ ถูกพิจารณาว่าเป็นตัวปัญหาใหญ่ ที่ทำให้โลกร้อนขึ้น (global warming) และค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO_2 นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ช่วงกลางของศตวรรษที่ 20 โดยในศตวรรตที่ 19 ค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO_2 มีค่าโดยประมาณ 290 ppm เชิงปริมาตร และเพิ่มเป็น 370 ppm ในปี 1999 สำหรับในศตวรรษที่ 21 ค่าความเข้มข้นของก๊าซ CO_2 ถูกทำนายว่าจะเพิ่มเป็น 2 เท่าของค่าความเข้มข้นในศตวรรตที่ 19 ดังแสดงในรูป 2-2

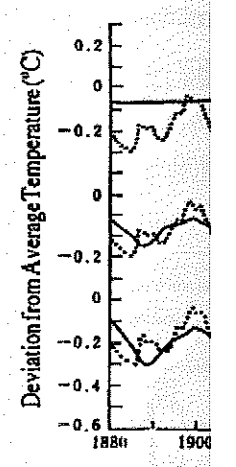


รูปที่ 2-2 แสดงแนวโน้มของการเกิดมลพิษจากก๊าซ CO_2 (1)

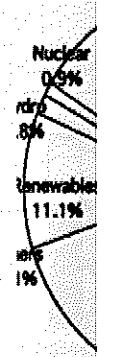
ปัจจุบันในหนึ่งปีนั้นก๊าซ CO_2 ถูกผลิตโดยกระบวนการการเผาไหม้ประมาณ 6,000 ล้านตัน และจากพืชประมาณ 1,000 ล้านตัน และใน CO_2 รวมทั้งหมด 7,000 ล้านตันนั้น ครึ่งหนึ่งจะถูกดูดซับโดยทะเลและป่าไม้ ส่วนที่เหลือจะสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ และจากข้อมูลของ IPCC (Inter Governmental Panel on Climate Change) แสดงให้เห็นว่า ในช่วง 100 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิเฉลี่ยของ Bio-sphere เพิ่มขึ้น 0.6 °C

การที่อุณหภูมิเฉ
ขึ้นของระดับน้ำท
ความร้อนของน้ำท
ที่ขั้วโลก สำหรับ
สาเหตุ

สำหรับ
CO_2 ในชั้นบรรย
แสงอาทิตย์และก

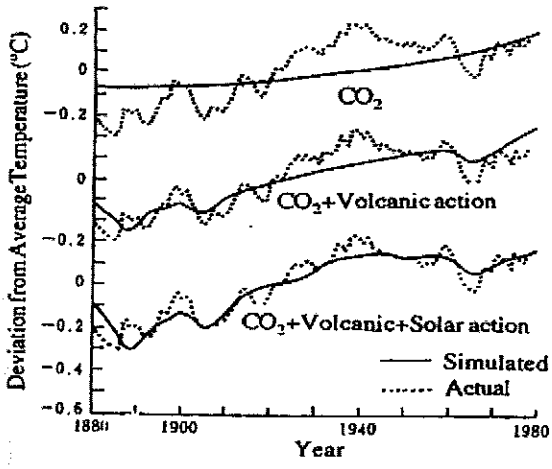


รูปที่ 2-3 แสดงใ
เพิ่มขึ้น



การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกร้อนขึ้น มีผลกับการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล อันเนื่องมาจากการขยายตัวทางความร้อนของน้ำทะเล รวมทั้งการละลายของก้อนน้ำแข็งที่ขั้วโลก สำหรับสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนขึ้นมีอยู่หลายสาเหตุ

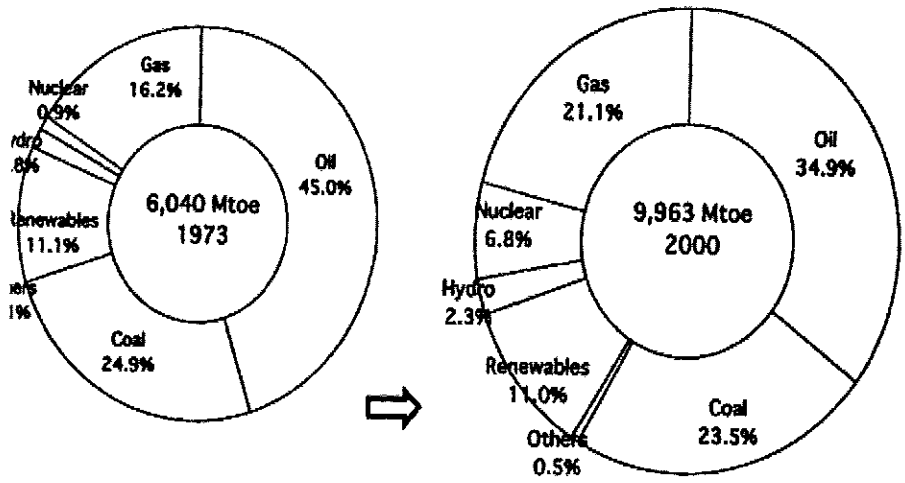
สำหรับสาเหตุหลักๆ ก็คือ การสะสมของก๊าซ CO_2 ในชั้นบรรยากาศ การเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงอาทิตย์และการระเบิดของภูเขาไฟ



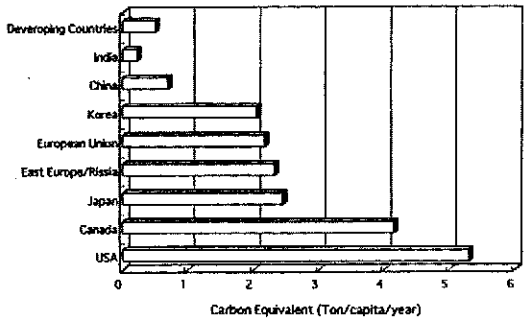
รูปที่ 2-3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของ CO_2 ต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก (1)

ในรูปที่ 2-3 แสดงให้เห็นถึงผลกระทบของ CO_2 ต่อการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก ในรูปที่ 2-4 แสดงให้เห็นว่า เกือบ 80% ของการใช้พลังงานของโลกนั้นขึ้นอยู่กับเชื้อเพลิง (fossil fuels) เช่น น้ำมัน, ถ่านหิน เป็นต้น

ดังที่กล่าวมาแล้วในตอนต้น CO_2 เป็นก๊าซหลักที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก แต่ก็ยังมีก๊าซอีกหลายชนิดที่มีผลทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจก เช่น N_2O (Nitrous Oxide), CFCs (Chlorofluorocarbons), CH_4 (Methane), SF_6 (Sulphur-hexafluoride) เป็นต้น และโลกเราก็มีการใช้คาร์บอนราวๆ 1 ตัน/Capita/ปี แต่อย่างไรก็ตามในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ยุโรป และญี่ปุ่น มีค่าการใช้คาร์บอนโดยประมาณอยู่ที่ 2.3 ตัน/Capita/ปี ดังแสดงในรูปที่ 2-5



รูปที่ 2-4 แสดงปริมาณการใช้พลังงานจากแหล่งต่างๆ ในปีต่างๆ (1)



รูปที่ 2-5 แสดงปริมาณการใช้คาร์บอนในแต่ละปีของประเทศต่างๆ (1)

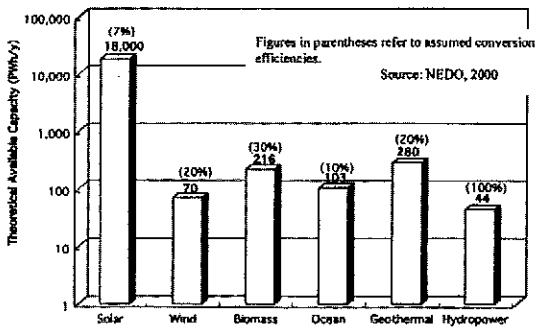
สำหรับในอนาคตข้างหน้ามีการคาดการณ์กันว่า (1) กลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีการปล่อยคาร์บอน โดยเฉลี่ยแล้วอาจสูงกว่า 2 ตัน/Capita/ปี โดยในช่วงกลางศตวรรษที่ 21 นั้น โลกจะมีการใช้คาร์บอนรวม 20,000 ตันต่อปี โดยเป็น 3 เท่าของค่าการปล่อยคาร์บอนในปัจจุบัน และค่าความเข้มข้นของ CO_2 จะสูงขึ้นจนถึง ระดับที่ 600 ppm. ก็เป็นได้แน่นอนว่าก๊าซ CO_2 จะต้องทำให้ลดลง เพื่อหยุดยั้งหรือบรรเทาสภาวะเรือนกระจก และเพื่อลดอัตราการใช้แหล่งพลังงานเชื้อเพลิงที่กำลังจะหมดไป รวมทั้งพัฒนาแหล่งพลังงานรูปแบบอื่นๆ เพื่อให้เป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งของโลก

3. พลังงานทดแทน

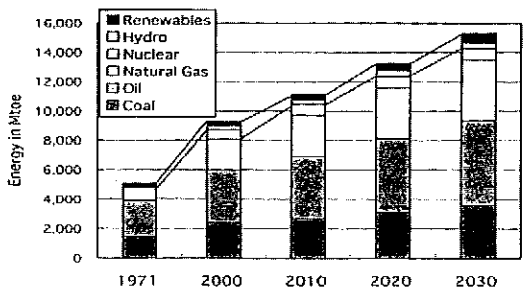
ในปัจจุบันนี้สิ่งแวดล้อมของโลก เป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนต้องอนุรักษ์ แต่ขณะเดียวกันมนุษย์ทุกคนต้องการใช้พลังงานเพื่อทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อขับเคลื่อนเศรษฐกิจ, สังคม และวิทยาการให้เจริญก้าวหน้า ดังนั้นการเลือกใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติจึงถือเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำพลังงานดังกล่าวมาใช้โดยที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งสามารถลดอัตราการเกิดก๊าซที่ทำให้เกิดสภาวะเรือนกระจกและฝนกรดด้วย นอกจากนี้การใช้พลังงานทดแทนจากธรรมชาติ ยังสามารถประหยัดเงินตราได้เป็นอย่างมาก

แหล่งพลังงานทดแทนจากธรรมชาติ สามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. **Stored types**
   - Dam type hydraulic potential energy
   - Geothermal heat energy
   - Ocean thermal energy
   - Biomass
2. **Flowing Type**
   - Stream flow type hydro energy
   - Solar radiation energy
   - wind kinetic energy
   - Ocean wave, tidal and current energies.



รูปที่ 3-1 แสดงถึงปริมาณพลังงานทดแทนจากแหล่งต่างๆ (1)



รูปที่ 3-2 แสดงถึงการนำพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนไปใช้เปรียบเทียบกับการใช้พลังงานทั้งหมด (1)

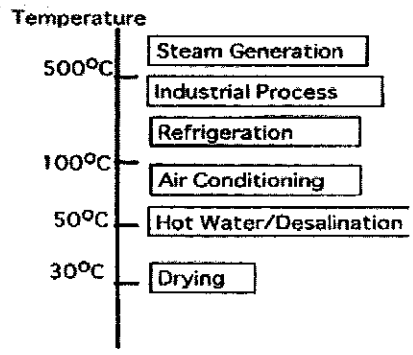
ตามแนวทางทางทฤษฎี จำนวนของแหล่งพลังงานทดแทนมีอยู่ตลอดปีและสามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่จำกัด รูปที่ 3-1 แสดงถึงการศึกษาถึงการมีอยู่ของแหล่งพลังงานทดแทน พลังงานแสงอาทิตย์จะมีปริมาณอยู่มาก เมื่อเทียบกับแหล่งพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ แต่ประสิทธิภาพที่ได้นั้นจะค่อนข้างต่ำ ดังจะเห็นได้จากตัวเลขในวงเล็บที่แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม การนำพลังงานจากแหล่งพลังงานทดแทนไปใช้ให้เกิดประโยชน์ ยังมีปริมาณน้อยมาก เมื่อเทียบกับพลังงานทั้งหมดที่โลกต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 3-2

3.1 พลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Energy)

พลังงานแสงอาทิตย์จะมีค่าความเข้มสูงสุดประมาณ 1 kW/m^2 เป็นแหล่งพลังงานสะอาด แต่เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์จะมีเฉพาะในช่วงเวลากลางวันภายใต้สภาวะอากาศที่เหมาะสมดังนั้น การเก็บสะสมพลังงานแสงอาทิตย์ไว้ในถังเก็บพลังงาน จึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อที่จะสามารถนำมาใช้ได้อย่างต่อเนื่อง แม้แต่ในเวลากลางคืน

พลังงานแสงอาทิตย์แบ่งเป็น 2 ประเภท ตามวิธีการนำไปใช้ดังนี้

1. Direct use of Radiation Heat



รูปที่ 3-3 การนำความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานในรูปแบบต่างๆ (1)

ในรูปที่ 3-3 แสดงถึงการนำพลังงานแสงอาทิตย์ไปผลิตความร้อน เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆ ตามสเกลของอุณหภูมิ

- Solar heat collector เป็นตัวเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ ที่นิยมใช้กันตามบ้านพักอาศัย เพื่อผลิตน้ำร้อน Solar collector ส่วนใหญ่จะถูกสร้างเป็นแบบ "flute" และถูกติดตั้งบนหลัง คา Flute plate solar collector นั้นจะไม่สามารถทำความร้อนต่อพื้นที่ได้สูงมากนัก จึงเหมาะที่จะใช้ผลิตน้ำร้อนภายในบ้านเรือน

ถ้าต้องการผลิตไอน้ำ (Steam) เพื่อใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงจักรต้นกำลัง จะต้องใช้ solar collector แบบท่อสูญญากาศ และ Curred reflector หรือ Parabolic trough.

- Solar chiller และ heat pumps จะใช้ในระบบทำความเย็นแบบดูดกลืน โดยใช้ความร้อนที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นตัวขับเคลื่อนระบบ

- Solar distiller เป็นอุปกรณ์กลั่นน้ำจืด ซึ่งมีประโยชน์มากในพื้นที่ที่ขาดแคลนน้ำจืด

- Solar dryers จะใช้ในกิจกรรมที่เกี่ยวกับการเกษตรเป็นส่วนใหญ่

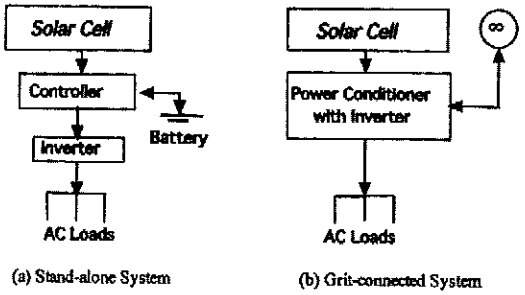
2. Photo Voltaic Power Generation

การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ "Semiconductor" ใน semiconductor ก็จะมี silicon เป็นหัวใจหลักในการทำงาน โดยปกติ silicon solar cells สามารถแบ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด.

- Single crystalline type; ประสิทธิภาพจะค่อนข้างสูง ซึ่งจะอยู่ราวๆ 20% แต่มีราคาแพง

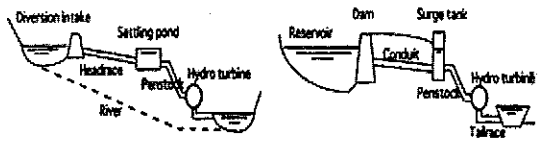
- Poly crystalline type; ประสิทธิภาพจะอยู่ในระดับกลาง แต่ราคาถูกกว่าแบบแรก

- Amorphous type; ประสิทธิภาพจะต่ำซึ่งจะต่ำกว่า 10% โดยทั่วไปจะใช้ทำ solar cell ที่ใช้กับบ้านเรือน (solar house system)



(a) Stand-alone System (b) Grit-connected System

รูปที่ 3-4 แสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า (1)



(a) Diversion intake system (b) Reservoir dam system

รูปที่ 3-5 แสดงการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยพลังงานน้ำ (1)

รูปที่ 3-4 แสดงถึงกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้ solar cell ให้เป็นกระแสไฟฟ้าแบบ (AC) ซึ่งจะมีอยู่ 2 ระบบ คือ stand-alone system and grit-connected system โดยที่ stand alone system อาจจะใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ภายในบ้าน ส่วน grit-connected system จะผลิตกระแสไฟฟ้าแล้วส่งเข้าสู่สายไฟฟ้าของการไฟฟ้า (commercial line)

3.2 พลังงานน้ำ (Hydraulic Energy)

พลังงานน้ำสามารถเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยหลักการ "hydro power generation" ซึ่งอาศัยหลักการที่ให้น้ำไหลลงจากที่สูงเข้าสู่ turbine ไปขับ generator เพื่อผลิตพลังงานไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จาก

$$P = \eta\rho gHQ$$

โดยที่ Q = อัตราการไหล, m^3/s

H = ความสูง (net head on turbine), m

h = ประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ

g = 9.8 m/s^2

r = ความหนาแน่นของน้ำ, kg/m^3

เพื่อที่จะได้การไหลที่คงที่ และความสูงที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด น้ำจะต้องถูกกักเก็บไว้ในที่สูง เช่น ภูเขา หรือ เนินเขา ด้วยเขื่อน แล้วส่งน้ำผ่านทางท่อเข้าสู่ turbine (กังหัน) เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 3-5

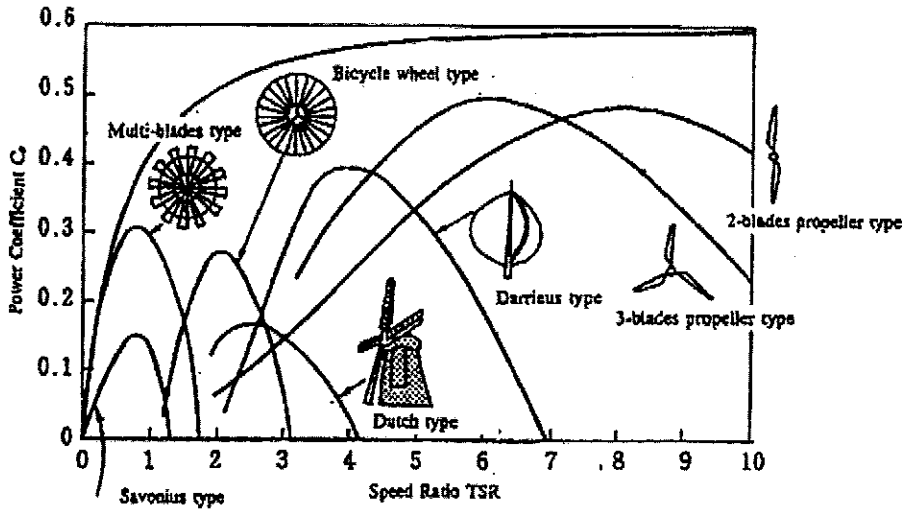
3.3 พลังงานลม(Wind Power)

ในอดีตการนำพลังงานลมมาใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ จะใช้ในการเกษตรในพื้นที่ที่ห่างไกล แต่ในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาการใช้พลังงานลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าในหน่วยกำลัง (Power) ที่ถูกผลิตโดยพลังงานลม จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็วลมยกกำลัง 3 (Power α v^3) และความยาวในฐานยกกำลัง 2 (Power α L^2) รวมทั้งจะต้องมีความเร็วลมไม่น้อยกว่า 5 m/s แต่ในการผลิตเพื่อให้ราคาต่อหน่วยการผลิตคุ้มค่าต่อการลงทุนนั้น จะต้องมีความเร็วลมมากกว่า 6 m/s (1)

ในระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าในปัจจุบัน กังหัน หรือ Turbine จะเป็นประเภท 2 ใบพัด หรือ 3 ใบพัด ซึ่งเป็นที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางเพราะจะมีประสิทธิภาพสูง จากรูปที่ 3-6 แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกังหันหลายๆ ประเภท ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ "Tip Speed Ratio (TSR)"

พลังงานจากลมทั้งหมดที่ผลิตขึ้นทั่วโลกรวมกันมีมากกว่า 11,000 MW โดยที่ส่วนใหญ่อยู่ในประเทศแถบทวีปยุโรป และสหรัฐอเมริกา ในเอเชียจะมีอยู่ในประเทศอินเดีย, จีน และญี่ปุ่น



รูปที่ 3-6 แสดงประสิทธิภาพของกังหันลมประเภทต่างๆ (1)

3.4 พลังงานความร้อนใต้พิภพ (Geothermal Energies)

พลังงานความร้อนใต้พิภพ เป็นแหล่งพลังงานที่มีเสถียรภาพ แต่การนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์นั้น ส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้ในบริเวณพื้นที่ที่อยู่ใกล้กับแหล่งพลังงาน ปกติจะอยู่ใกล้กับภูเขาไฟ และมีแหล่งพลังงานความร้อนอยู่ลึกน้อยกว่า 3 km

แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพ สามารถถูกจัดเป็นประเภทต่างๆได้ดังนี้

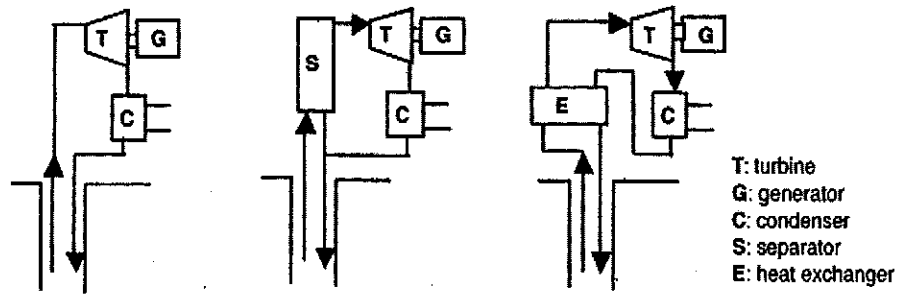
1. แหล่งพลังงานความร้อนที่สะสมอยู่ในไอน้ำ (steam) หรือ น้ำร้อน; การนำมาใช้ประโยชน์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความดันของแหล่งความร้อน ซึ่งมีอยู่ 3 วิธีใหญ่ๆ ดังนี้

- Dry steam system; ใช้ไอน้ำที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 235 °C ไปขับกังหันไอน้ำ (steam turbine)

- Flash steam system; ใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 180°C

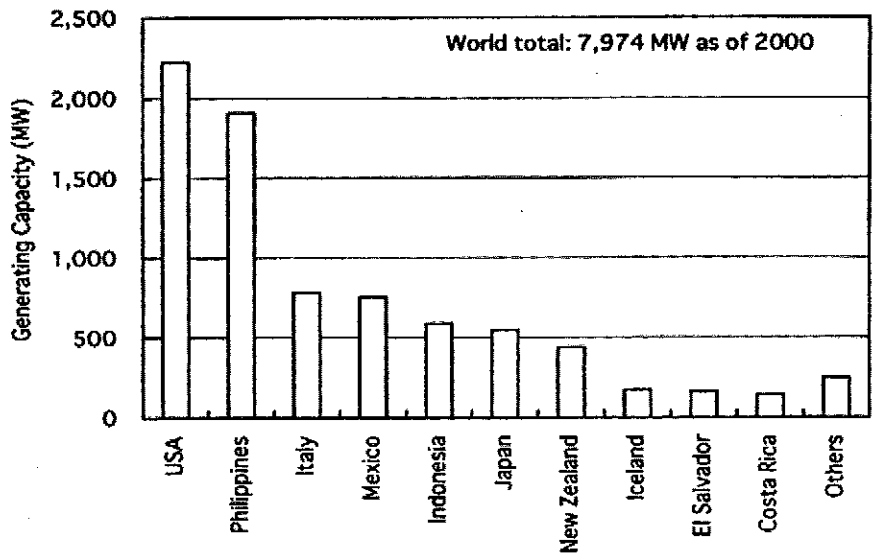
- Binary-cycle system; ใช้น้ำร้อนที่มีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 110 - 200°C ซึ่งน้ำร้อนจะไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ที่ความร้อนถ่ายเทให้กับของไหลที่มีจุดเดือดต่ำๆ เพื่อขับกังหัน

จากรูปที่ 3-7 แสดงถึงภาพของกระบวนการทำงานของทั้ง 3 วิธี และในรูปที่ 3-8 แสดงให้เห็นถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกระบวนการ "Geothermal process"



(1) Dry steam system (2) Flash steam system (3) Binary system

รูปที่ 3-7 แสดงรูปแบบของการนำพลังงานความร้อนใต้พิภพมาใช้งาน (1)



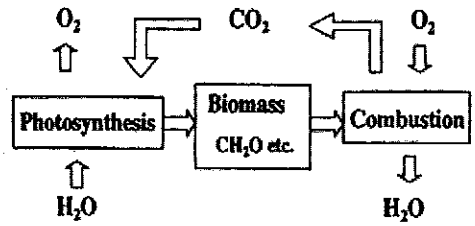
รูปที่ 3-8 แสดงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากกระบวนการ "Geothermal Process" (1)

3.5 พลังงานที่เกิดจากพืชต่างๆ (Biomass Energy)

แหล่งพลังงานที่เกิดจากพืชต่างๆ ถูกเรียกว่า "Biomass" บางครั้งก็รวมเอาของเสียหรือมูลจากสัตว์ด้วย แหล่งพลังงานชนิดนี้เป็นแหล่งพลังงานขั้นพื้นฐานของมนุษย์ตั้งแต่ดึกดำบรรพ์มาแล้ว แหล่งพลังงานนี้ใช้ในการทำอาหาร ทำความร้อน เป็นต้น จากการศึกษาของ International Energy Agency Combustible Renewable and Waste ในกลุ่มประเทศที่กำลังพัฒนานั้น ในปี 2000 พบว่ามีการนำพลังงาน biomass มาใช้ถึงประมาณ 11% ของพลังงานขั้นพื้นฐานของโลก

Biomass เป็นแหล่งพลังงานธรรมชาติที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น การใช้ biomass ผ่านกระบวนการเผาไหม้ จะผลิต CO_2 ออกมา

อย่างไรก็ตาม ก๊าซ CO_2 นี้ จะถูกดูดกลืนจากชั้นบรรยากาศผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) ดังรูป 3-9



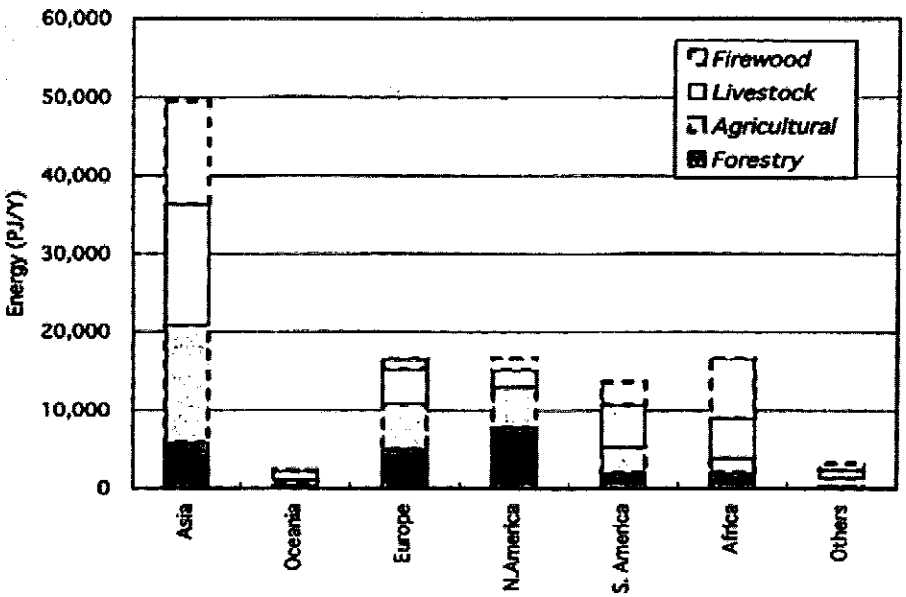
รูปที่ 3-9 แสดงการนำผลผลิตจากพืชมาใช้เป็นแหล่งพลังงาน (1)

จากรูป 3-9 จะเห็นได้ว่า ผลผลิตจากพืชถูกนำมาใช้โดยเป็นแหล่งพลังงาน Biomass แต่ผลของการใช้ biomass ก็จะกลับมาทำให้พืชเจริญเติบโตขึ้น โดยดูดกลืนก๊าซ CO_2 ผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะถูกเรียกว่า Carbon neutral

ในรูปที่ 3-10 แสดงถึงปริมาณของพลังงาน Biomass ที่สามารถนำไปใช้ได้ซึ่งแสดงในรูปของหน่วยพลังงาน โดยแบ่งตามส่วนต่างๆ ของโลก จากรูป 3-10 นั้นจะพบว่า ทวีปเอเชียจะมีการใช้พลังงาน biomass มากที่สุด

การเปลี่ยน Biomass ไปเป็นพลังงานนั้นมีวิธีการดังต่อไปนี้

1. Direct combustion เช่น ผลิตไอน้ำสำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้า
2. Thermo chemical Conversion
   - Pyrolysis into gas, oil, and charcoal
   - Gasification into hydrogen, methane เป็นต้น
   - Liquefaction into oil
3. Biochemical Conversion
   - Alcohol fermentation (เพื่อผลิต ethanol)



รูปที่ 3-10 แสดงถึงปริมาณของพลังงาน Biomass ที่ใช้ในทวีปต่างๆ (1)

- Anaerobic methane fermentation (เพื่อผลิต CH4)
- Semi-aerobic composting

4. Others เช่น RDF, bio-diesel เป็นต้น

4. สรุป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น พลังงานสะสม เช่น น้ำมันดิบ, ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ โดยเฉพาะถ่านหิน จะมีปริมาณจำกัดและก็จะหมดไปในอีกไม่ถึง 500 ปี ข้างหน้า การนำแหล่งพลังงานสะสมเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรม ทำให้เกิดมลภาวะที่เป็นพิษและก่อให้เกิดสภาวะเรือนกระจก (green house effect) ขึ้น โดยก๊าซที่เป็นปัญหาใหญ่ก็คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ดังนั้นการนำพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานลม, พลังงาน ความร้อนใต้พิภพ เป็นต้น มาใช้ก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยรักษาสภาวะการใช้พลังงานของโลกให้สมดุลและลดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ในอนาคต

บรรณานุกรม

1. EBARA Corporation, Tokyo, Japan (2005). **"Overview on Renewable Energies"**.
2. Duffie A. John and Becckman A. William (1991). **"Solar Engineering of Thermal Process"**. 2nd ed. New York : John Wiley & Sons.
3. International Key Energy, Report to International Energy Agency, Paris, France. (2000). **"Key World Energy Statistics"**.