

Developments in Drying

Volume II

Drying of Foods and Agro-Products

Editor

Arun S. Mujumdar

Department of Mechanical and Production Engineering
The National University of Singapore
Singapore

Associate Editor

Sirikalaya Suvachittanont

Department of Chemical Engineering
Kasetsart University
Bangkok, Thailand

สถานภาพและทิศทางอนาคตว่าด้วย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา 7 สาขา

สาขาเกษตร

นายนิติพงษ์ หังบุญ ณ อยู่ยา
ดร. เววจักร กองพลพรม

ปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ผู้อำนวยการสำนักงานจัดตั้งที่ดินกลาง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

สาขาอุตสาหกรรม

นายสมศักดิ์ สุนทรสิงห์

รองประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

สาขาบริการและการพาณิชย์

ดร. โอฬาร ไชยประวัติ

กรรมการและที่ปรึกษาคณะกรรมการจัดการ
ธนาคารไทยพาณิชย์จำกัด (มหาชน)
บริษัท ศูนย์วิจัยไทยพาณิชย์ จำกัด

สาขาศึกษา วัฒนธรรม สุขอนามัยและสวัสดิการ

ศ.ดร. พรวัย มาตังคสมบัติ

อธิการบดีมหาวิทยาลัยมหิดล

สาขาสังแวดล้อม

ศ.ดร. มงคล จุฬารัตนผล

ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

สาขาพลังงาน

ศ.ดร. ปรีดา วัณณสวัสดิ์

ผู้อำนวยการสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศ.ดร. จุลละพงษ์ จุลละโพธิ์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมพลังงานและสิ่งแวดล้อม
คณะพลังงานและวัสดุ

ศ.ดร. สมชาติ โสภณรัตน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
คณะวิศวกรรมศาสตร์

รศ.ดร. สุธีระ ประเสริฐสรณ์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รศ.ดร. วิกร อ่องสกุล

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร

รศ.ดร. ยุทธชาติ จงใหญ่พัฒนา

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร

ผศ.ดร. บัณฑิต ลิ่มมณีจิตชัย

สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

บทที่ 6

สาขาพลังงาน

ปรีดา วัณณสวัสดิ์ และคณะ

6.1 สถานภาพพลังงาน

6.1.1 บทนำ

การพัฒนาเทคโนโลยี การเพิ่มประชากรของโลก และการใช้พลังงานเป็นเรื่องที่เกี่ยวพันกับการประดิษฐ์เครื่องจักรไอน้ำที่เป็นปัจจัยสำคัญในการปฏิวัติอุตสาหกรรมในอังกฤษ ตอนปลายคริสต์ศตวรรษที่ 18 เป็นการเริ่มต้นของการใช้พลังงานเป็นปริมาณสูงมากจากถ่านหินแทนพลังงานจากคนและสัตว์ ในปลายศตวรรษที่ 19 กังหันไอน้ำและการผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มการใช้พลังงานจากถ่านหินขึ้นมาก ประชากรของโลก 1,500 ล้านคนได้ใช้พลังงานเฉลี่ยเทียบทำนํ้ามันดิบประมาณคนละ 125 กิโลกรัมต่อปี (Susumnu, 1995) ใน พ.ศ. 2493 ปีโตรเลียมได้เป็นแหล่งพลังงานหลักแทนถ่านหิน ประชากรของโลกได้เพิ่มขึ้นเป็น 2,500 ล้านคน และใช้พลังงานเฉลี่ยเทียบทำนํ้ามันดิบถึงประมาณคนละ 800 กิโลกรัม ใน พ.ศ. 2533 ประชากรของโลกประมาณ 5,000 ล้านคนใช้พลังงานเทียบทำนํ้ามันดิบโดยเฉลี่ยคนละ 1.66 ตัน ในขณะที่ประชากรของสหรัฐอเมริกาและแคนาดาใช้คนละประมาณ 9.01 ตัน หรือ 5.4 เท่าของค่าเฉลี่ยของโลก (Susumnu, 1995) และ 11.3 เท่าของคนไทย (Department of Energy Promotion and Development, 1998)

การใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลเช่นถ่านหินและปิโตรเลียมทำให้เกิดมลพิษทางอากาศทั้งในระดับท้องถิ่น เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ฝุ่นละออง จนถึงระดับระหว่างชาติ เช่น ฝนกรดและระดับโลก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกหลัก ประเทศอุตสาหกรรมปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นส่วนถึงประมาณร้อยละ 70 ในปัจจุบัน (Department of Policy Coordination and Sustainable Development, 1997) หรือประมาณร้อยละ 84 ตั้งแต่ พ.ศ. 2343 การใช้พื้นที่จะ 1800 ล้านลูกบาศก์เมตรในปัจจุบัน ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศกำลังพัฒนามีสวนทำให้เกิดการสูญเสียป่าและทำลายคุณภาพของดิน (Department of Policy Coordination and Sustainable Development, 1997) แต่การใช้ที่ดินไม่แล้วที่ของมนุษย์ซึ่งมีการนำเข้าเป็นอันดับสองของโลกก็มีส่วนทำให้สูญเสียป่าไม้จำนวนมากในเอเชียอาคเนย์ (Susumu, 1995)

ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีช่วยให้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996) และวิทยาศาสตร์แวดล้อมให้ข้อมูลภาพประเทศที่พัฒนาแล้วหลายประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ฝรั่งเศส สวีเดน (Susumu, 1995) เต็มไปทางเศรษฐกิจได้โดยใช้พลังงานต่อประชากรน้อยลง อีกทั้งยังสามารถรักษาสภาพแวดล้อมและคุณภาพชีวิตที่ดีได้ แหล่งพลังงานต่างๆ ที่นำมาใช้ผสมกันเริ่มเปลี่ยนจากแหล่งที่มีคาร์บอนสูง เช่น ถ่านหิน ไปสู่แหล่งที่มีคาร์บอนต่ำ เช่น แก๊สธรรมชาติ และแหล่งที่ไม่มีคาร์บอน (Department of Policy Coordination and Sustainable Development; สิบแปด, 2535) เช่น พลังน้ำ แสงอาทิตย์ และนิวเคลียร์ ทั้งนี้เพื่อลดการปล่อยมลพิษและแก๊สเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

พลังงานเป็นสมบัติทางกายภาพที่บังคับกายภาพของการพึ่งพาหรือความร่อนจากแหล่งพลังงาน เช่น ถ่านหิน น้ำมัน ชีวมวล แสงอาทิตย์ พลังงานถูกนำมาใช้ในรูปแบบความร้อนหรืองานซึ่งรวมทั้งไฟฟ้า ในการแปลงรูปพลังงานทุกครั้ง เช่น จากแหล่งพลังงานเป็นความร้อนหรืองาน หรือแปลงรูประหว่างความร้อนกับงานจะมีการสูญเสียพลังงาน การพัฒนาเทคโนโลยีการแปลงรูปพลังงานให้มีประสิทธิภาพ (Intergovernmental Panel on Climate Change, 1996) จะช่วยลดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากการแปลงรูปให้น้อยลง

6.1.2 อุปสงค์และอุปทานพลังงาน

พลังงานส่วนใหญ่ ประมาณร้อยละ 95 ได้ถูกนำมาใช้ในการขนส่งและคมนาคม อุตสาหกรรม อาคารพาณิชย์และที่อยู่อาศัย (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) การขนส่งและคมนาคมเป็นภาคเศรษฐกิจที่ใช้พลังงานมากที่สุดถึงร้อยละ 41 ใน พ.ศ. 2541 อุตสาหกรรม

การผลิตใช้พลังงานมากเป็นอันดับสอง ระหว่าง พ.ศ. 2535-2540 เมื่อเศรษฐกิจของประเทศเติบโตเพิ่มขีดความสามารถร้อยละ 7 ต่อปี แต่ความต้องการพลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 8.5 ตามตารางที่ 6.1 แสดงว่าการประหยัดพลังงานยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร จึงควรได้รับการแก้ไขด้วยการจัดการพลังงานและการใช้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานให้ทันสมัย

ตารางที่ 6.1 อุปสงค์พลังงาน

ภาคเศรษฐกิจ/พ.ศ.	2535	2540	ร้อยละ
คมนาคมและขนส่ง	35.9	42.7	41.3
อุตสาหกรรมผลิต	30.9	33.4	31.5
บ้านอยู่อาศัยและอาคารพาณิชย์	27.1	20.1	22.4
เกษตรกรรม	5.4	3.0	4.1
ก่อสร้างและเหมืองแร่	0.7	0.8	0.7
รวม เทียบเท่าน้ำมันดิบล้านตัน	35.2	50.1	45.7

ใน พ.ศ. 2541 อุปทานพลังงานประมาณร้อยละ 55 ได้มาจากแหล่งพลังงานในประเทศ ตามตารางที่ 6.2 ได้แก่ แก๊สธรรมชาติ พลังน้ำ ลิกไนต์ และชีวมวล (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) ชีวมวลเป็นแหล่งพลังงานในประเทศที่ได้ถูกนำมาใช้มากถึงประมาณร้อยละ 19 และชีวมวลยังคงเป็นแหล่งพลังงานในประเทศที่สำคัญต่อไป แก๊สธรรมชาติจะถูกนำมาใช้ในปริมาณมากขึ้นรวมทั้งจากแหล่งในประเทศและการนำเข้าแก๊สธรรมชาติจากประเทศเพื่อนบ้าน ทั้งนี้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงฟอสซิลที่สะอาดกว่าเชื้อเพลิงฟอสซิลชนิดอื่น

ตารางที่ 6.2 อุปทานพลังงาน

แหล่งพลังงาน/พ.ศ.	2535	2540	ร้อยละ
ปิโตรเลียมและลิกไนต์	44.8	51.7	49.3
แก๊สธรรมชาติ	14.4	18.5	21.3
ลิกไนต์และถ่านหิน	8.6	8.9	8.8
พลังงาน	1.9	2.2	1.8
ชีวมวล	30.3	18.7	18.8
รวม เทียบเท่าน้ำมันดิบล้านตัน	52.0	75.5	71.7

6.1.3 การสูญเสียพลังงาน

ใน พ.ศ. 2541 อุณหภูมิพลังงานสูงกว่าอุปสงค์พลังงานถึงร้อยละ 36 (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) แต่ใน พ.ศ. 2535 อุณหภูมิพลังงานสูงกว่าเพียงร้อยละ 32 แสดงว่ามีการสูญเสียมากขึ้นในการแปลงรูปพลังงานจากแหล่ง เพื่อนำไปใช้ในรูปความร้อนหรือกำลัง

เนื่องจากการผลิตและใช้พลังงานในประเทศยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรรัฐบาลจึงได้มีมาตรการส่งเสริมการพัฒนาระบบการผลิตไฟฟ้าและความร้อน (combined heat and power) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง การรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนในราคาที่ค่อนข้างเป็นธรรม การจัดการกองทุนอนุรักษ์พลังงาน การจัดการความต้องการการไฟฟ้า เป็นต้น (ปรีดา, 2543)

ตารางที่ 6.3 คับขีพลังงาน

ดัชนีพ.ศ.	2535	2540	2541
อุปสงค์พลังงาน/ประชากร	0.61	0.82	0.74
อุปทานพลังงาน/ประชากร*	0.90	1.24	1.17
อุปทานพลังงาน/GDP, kgoe/1,000 บาท	22.8	24.5	25.3

หมายเหตุ : * ข้อมูลจาก Department of Energy Promotion and Development, "Thailand Energy Situation 1998".

ตามตารางที่ 6.3 ระหว่าง พ.ศ. 2535-2540 ประสิทธิภาพเติบโตทางเศรษฐกิจสูง ดัชนีพลังงานต่อประชากรได้เพิ่มขึ้นในอัตราใกล้เคียงกัน แต่ใน พ.ศ. 2541 เมื่อเศรษฐกิจของประเทศตกต่ำ อุปทานพลังงาน/GDP ก็ยังเพิ่มขึ้น จึงเป็นการยืนยันว่ามาตรการประหยัดพลังงานยังขาดประสิทธิภาพ

เนื่องจากการผลิตและใช้พลังงานในประเทศยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรรัฐบาลจึงได้มีมาตรการส่งเสริมการประหยัดพลังงานเพิ่มเติมจากการลดภาษีนำเข้าอุปกรณ์และวัสดุที่ช่วยประหยัดพลังงานด้วยการสนับสนุนระบบผลิตไฟฟ้าและความร้อน (combined heat and power) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูง การรับซื้อไฟฟ้าจากเอกชนในราคาที่ค่อนข้างเป็นธรรม การจัดการกองทุนอนุรักษ์พลังงาน การจัดการความต้องการการไฟฟ้า เป็นต้น (ปรีดา, 2543)

กฎหมายอนุรักษ์พลังงานที่ประกาศแล้วจะมีผลเต็มที่ถ้ามีกลไกตลาดที่เพียงพอที่เข้าใจเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานที่ทันสมัยและมีการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

(ปรีดา, 2543) รัฐบาลจะมีเป้าหมายในการประหยัดพลังงานที่ชัดเจน เช่น ให้สามารถเพิ่มผลิตผลประชาชาติได้โดยเพิ่มปริมาณพลังงานที่ใช้ภายใน ประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น สามารถเพิ่มผลิตผลประชาชาติได้โดยไม่เพิ่มปริมาณพลังงานที่ใช้

6.2 แหล่งพลังงานฟอสซิล

6.2.1 แก๊สธรรมชาติ

(1) แหล่งสำรองของแก๊สธรรมชาติ

แก๊สธรรมชาติมีปริมาณสำรองในธรรมชาติที่สูงแล้วรวมทั้งหมดในโลกเมื่อปลายปี 2540 ประมาณ 5,112.1 ล้านลูกบาศก์ฟุต แหล่งส่วนใหญ่ร้อยละ 39.2 อยู่ในรัสเซียและประเทศสหภาพโซเวียตเดิม ร้อยละ 33.7 อยู่ในตะวันออกกลาง ร้อยละ 6.3 อยู่ในเอเชียแปซิฟิก

ในปี 2540 ทั้งโลกมีการผลิตแก๊สธรรมชาติรวมทั้งสิ้น 2,223 พันล้านลูกบาศก์เมตร คิดเทียบเท่ากับน้ำมันดิบปริมาณ 2,009 ล้านตัน ซึ่งเพียงพอกับการใช้ในโลกได้อีก 60 ปีข้างหน้าในอัตราการผลิตปัจจุบัน กลุ่มประเทศที่มีการใช้แก๊สธรรมชาติมากที่สุด คือ อเมริกาเหนือร้อยละ 33.7 สหภาพโซเวียตเดิมร้อยละ 22.4 ยุโรปร้อยละ 19 และประเทศในเอเชีย-แปซิฟิกอีกร้อยละ 11.4 ในประเทศไทย ณ สิ้นปี 2541 แก๊สธรรมชาติมีปริมาณสำรองในธรรมชาติที่สูงแล้วรวมทั้งสิ้น 14,825.1 พันล้านลูกบาศก์ฟุต โดยแบ่งเป็นแหล่งในทะเลบริเวณอ่าวไทยปริมาณ 13,959.8 พันล้านลูกบาศก์ฟุต และแหล่งบนบกอีก 865 พันล้านลูกบาศก์ฟุต ส่วนใหญ่อยู่ที่ราบสูงโคราช

แก๊สธรรมชาติเป็นแหล่งพลังงานในประเทศที่สำคัญ ในปี 2541 ประเทศไทยผลิตเองได้รวมทั้งสิ้นเทียบเท่ากับน้ำมันดิบ 15.3 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 1,704 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ร้อยละ 8.9 และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 38.6 ของพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดจากแหล่งพลังงานภายในประเทศ การผลิตส่วนใหญ่อยู่ในแหล่งทะเลบริเวณอ่าวไทย คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 91.4 หรือ 1,558 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และจากแหล่งบนบกคือที่แหล่งสิริกิติ์และแหล่งน้ำพองอีกร้อยละ 8.6 คาดกันว่าปริมาณแก๊สธรรมชาติในประเทศไทยภายใต้โครงการผลิตปี 2541 จะสามารถใช้ได้อีกเพียง 22 ปีข้างหน้าถ้าไม่มีการค้นพบแหล่งใหม่ๆ

(2) การใช้แก๊สธรรมชาติในประเทศ

ในปี 2541 ประเทศไทยมีการใช้แก๊สธรรมชาติรวมทั้งสิ้น 504,159 ล้านลูกบาศก์ฟุต หรือเฉลี่ย 1,381 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ในอัตรา

ร้อยละ 3.3 ปริมาณทั้งหมดมีได้ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ร้อยละ 92.8 ใช้ในอุตสาหกรรม และปริมาณขนส่งร้อยละ 7.2 โดยใช้ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในสัดส่วนร้อยละ 15.5 ของ อุตสาหกรรมทั้งหมด และอุตสาหกรรมเซรามิก แก้ว และอื่นๆ คิดส่วนร้อยละ 84.5 นอกจากนี้ ใช้ในขนาดขนาดขนส่งอีก 226 ล้านลูกบาศก์ฟุต หรือเฉลี่ย 0.619 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน

“นั่นแหละท่านเห็น เพราะมีกัมมธัมม์เจือปนอยู่ในเกียรติธรรมชาติ จึงคาดกันว่าในอนาคต เนื่องจากการใช้เกียรติธรรมชาติมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการใช้ความ ต้องการใช้เกียรติธรรมชาติจะเพิ่มขึ้นทั้งในส่วนการผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้ปุ๋ยเชื้อเพลิง ในอุตสาหกรรม

ในปี 2541 ประเทศไทยมีการใช้สิทธิธรรมชาติในการผลิตกระแสไฟฟ้า รวมทั้งสิ้น 467,671.2 ล้านลูกบาศก์ฟุต หรือเฉลี่ย 1,281.3 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เพิ่มขึ้น จากปี 2540 ร้อยละ 4.3 และเป็นสัดส่วนร้อยละ 57.5 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงาน ไฟฟ้า โดยร้อยละ 98 ใช้ในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนที่มีประสิทธิภาพสูงมากถึงประมาณ ร้อยละ 60 ส่วนที่เหลือถูกใช้ไปในโรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส

(3) ข้อเสนอแนะในการพัฒนาแหล่งแก๊สธรรมชาติ

ปริมาณความต้องการใช้แก๊สธรรมชาติในอนาคตจะเพิ่มขึ้นมากจนเกินกว่าอัตราที่สามารถผลิตได้จากรัฐบาลไทยในประทศ การนำแก๊สธรรมชาติเข้ามาจากพม่าและการผลิตแก๊สธรรมชาติร่วมกับมาเลเซียยังถือว่าเป็นการร่วมมือที่ดีกับประเทศเพื่อนบ้านหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบในการจัดหาพลังงานควรรได้มีการวางแผนนำเข้าแก๊สธรรมชาติจากประเทศเพื่อนบ้านอื่นๆ เช่น เขมรและเวียดนามต่อไป นอกจากนี้ก็จะพิจารณาความเป็นไปได้ในการนำแก๊สธรรมชาติชนิดอัดเหลว (liquefied natural gas, LNG) จากประเทศในตะวันออกกลางมาใช้ด้วย

การใช้นวัตกรรมผลิตแหวนแก้วโมดิไฟรเลียนในยานพาหนะมีความสำคัญ
มากขึ้น จึงจำเป็นต้องแยกแยะธรรมชาติให้มีความเหมาะสมกับการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพ
ในเครื่องยนต์

นอกจากแหล่งและการจัดหาแก๊สธรรมชาติที่ค่อนข้างมีการเตรียมการแล้ว ปัญหาที่ต้องเฝ้าระวังอีกข้อคือปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศอันเนื่องมาจากการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจก เช่น แก๊สมีเทนและการปล่อยสารปรอทที่เกิดจากการสำรวจและผลิตแก๊สธรรมชาติ

6.2.2 ลิกไนต์และถ่านหิน

(1) แหล่งสารรองของก้านหีบ

ถ่านหินเป็นรูปแบบหนึ่งของเชื้อเพลิงฟอสซิลประเภทถ่านหินและไฮโดรเจนที่ติดไฟได้ จึงใช้เพื่อผลิตในโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าพลังความร้อน นอกจากนี้ถ่านหินยังใช้เป็นแหล่งพลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมเนื่องจากหาได้ง่ายและราคาไม่แพงเมื่อเทียบกับน้ำมันปิโตรเลียม ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงที่มีปริมาณสำรองอยู่ในโลกนี้ค่อนข้างมาก ถ่านหินสามารถจำแนกออกได้เป็น 4 ประเภทตามคุณภาพของถ่านหินโดยถ่านหินที่มีคุณภาพก็มีคุณภาพดี โดยเรียงตามลำดับคุณภาพลงไปได้ดังนี้

- 1) ถ่านแอนทราไซต์(Anthracite)
- 2) ถ่านบิทูมินัส (Bituminus)
- 3) ถ่านซับบิทูมินัส (Sub-bituminus) และ
- 4) ถ่านลิกไนต์ (Lignite)

ใช้ต่อไปได้อีก 220 ปี กลุ่มประเทศเอเชีย-แปซิฟิกมีการใช้ถ่านหินมากที่สุดถึงร้อยละ 46 ของการใช้ทั้งหมดในโลก

ประเทศไทยมีถ่านหินประเภทซบิบูมีนัสและถ่านลิกไนต์คุณภาพต่ำ ประสิทธิภาพสูงจากต่างประเทศโดยการขนส่งทางเรือ

แหล่งถ่านหินในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นถ่านลิกไนต์ในประเทศไทยขนาดใหญ่ ไม่มีองค์ประกอบของกำมะถันและความชื้นอยู่สูง แหล่งลิกไนต์ในประเทศไทยขนาดใหญ่ อยู่ที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง ในปี 2541 พบว่ามีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วประมาณ 1,254.8 ล้านตัน ที่กระบี่ประมาณ 112.1 ล้านตัน ที่อำเภอสิชลประมาณ 2.2 ล้านตัน และที่อื่นๆ อีกรวมกันกว่า 907.3 ล้านตัน รวมทั้งสิ้นในประเทศไทยมีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว 2,276.4 ล้านตัน

(2) การใช้ถ่านหินและถ่านลิกไนต์ในประเทศ

ในปี 2541 ประเทศไทยผลิตลิกไนต์ได้รวมทั้งสิ้นเทียบเท่ากับถ่านหินดิบ 6.1 ล้าน ตันหรือเฉลี่ย 55,241 ตันต่อวัน สดลงจากปี 2540 ร้อยละ 11.5 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 15.4 ของพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดจากแหล่งภายในประเทศ การใช้ถ่านลิกไนต์ในการผลิตพลังงาน ไฟฟ้าในปี 2541 รวมทั้งสิ้น 15,477.4 พันตันหรือเฉลี่ย 42,400 ตันต่อวัน คิดเป็นสัดส่วน ร้อยละ 19.6 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด ระบบ จะเห็นได้ว่าลิกไนต์ส่วนใหญ่ ปรมาณร้อยละ 77 ใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้า ส่วนที่เหลือใช้ในภาคอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังมีการนำถ่านหินจากต่างประเทศอีกประมาณร้อยละ 2.6 เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมและ ผลิตไฟฟ้าด้วย สำหรับปริมาณสำรองในประเทศของถ่านลิกไนต์ที่มีอยู่กับการผลิตถ่าน- ลิกไนต์ในปี 2541 ประเทศไทยจะมีถ่านลิกไนต์ใช้ได้อีกนานประมาณ 60 ปี

(3) การวิจัยและพัฒนา

เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ถ่านหินเพื่อผลิตและแปรรูปถ่านหิน การใช้ถ่านหิน รวมถึงถ่านลิกไนต์เป็นเชื้อเพลิงจะมีประสิทธิภาพต่ำกว่าและสร้างมลภาวะมากกว่า แม้แต่ถ่านหิน คุณภาพสูงที่มีกำมะถันต่ำเมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตไฟฟ้าก็ยังก่อให้เกิดคาร์บอน- ไดออกไซด์ออกมา

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ถ่านหินหลายชนิดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ การเผาไหม้และลดมลภาวะที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม เรียกว่าเป็นเทคโนโลยีการใช้ถ่านหิน อย่างสะอาด (clean coal technologies) เช่นการเผาไหม้ถ่านหินโดยกระบวนการ fluidized-bed การผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากถ่านหิน (coal gasification) แก๊สจากถ่านหินจะใช้ไฟฟ้าด้วยวิธีการรวม

(combined cycle) ที่มีประสิทธิภาพสูงได้เช่นเดียวกับการใช้ถ่านหินกับแก๊สธรรมชาติ เป็นที่คาดการณ์ว่าจะมีการใช้ ถ่านหินกับเทคโนโลยีเหล่านี้กันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในอนาคต

6.2.3 น้ำมันปิโตรเลียม

น้ำมันดิบเป็นแหล่งพลังงานที่ยังไม่ใช้กันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน ในปี 2540 พบว่ามีปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว (รวมทั้งแก๊สธรรมชาติเหลว) ในโลกนี้มีรวมทั้งสิ้น 140.9 พันล้านตันหรือ 1,037.6 พันล้านบาร์เรล โดยมีแหล่งน้ำมันดิบขนาดใหญ่อยู่ที่แถบตะวันออกกลาง ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 65.2 ส่วนในบริเวณเอเชีย-แปซิฟิกมีปริมาณสำรองอยู่เพียงประมาณ ร้อยละ 4.1 ของทั่วโลก

ในปี 2540 ทั้งโลกมีการผลิตน้ำมันดิบ (รวมทั้งแก๊สธรรมชาติเหลว หินน้ำมัน และทรายน้ำมัน) รวมทั้งสิ้น 3,474.7 ล้านตันหรือโดยเฉลี่ยประมาณ 72.2 ล้านบาร์เรลต่อวัน ดังนั้นหากคงอัตราการผลิตนี้และยังไม่มีการค้นพบแหล่งน้ำมันดิบใหม่เพิ่ม ปริมาณการได้มา โดยจะใช้น้ำมันดิบใช้ได้อีกประมาณ 40 ปีข้างหน้า

สำหรับประเทศไทย แหล่งน้ำมันดิบในประเทศมีน้อยมาก ในปี 2541 พบว่ามี ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วบนบกประมาณ 66.2 ล้านบาร์เรล ในทะเลประมาณ 79.7 ล้านบาร์เรล รวมทั้งสิ้น 145.9 ล้านบาร์เรล ในปี 2541 มีการผลิตภายในประเทศรวมทั้งสิ้น 1.5 ล้านตัน หรือเฉลี่ย 30,297 บาร์เรลต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ร้อยละ 10.1 คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 3.8 ของพลังงานที่ผลิตได้ทั้งหมดจากแหล่งพลังงานภายในประเทศ แหล่งผลิตขนาดใหญ่ที่สุดอยู่ที่ แหล่งสิริกิติ์ ผลิตได้ร้อยละ 70 ของประเทศ แหล่งทางตะวันตกในอ่าวไทยผลิตได้ร้อยละ 20 ของ ประเทศ นอกจากนี้ยังมีแหล่งในอ่าว 3 แหล่งคือ แหล่งบุญจมาศผลิตได้ 8,000 บาร์เรลต่อวัน แหล่งหนองจิกซึ่งเป็นแหล่งขนาดเล็กมากผลิตได้ประมาณ 18 บาร์เรลต่อวัน และแหล่งวัดเตน ผลิตได้ประมาณ 300 บาร์เรลต่อวัน ในปี 2542 ปริมาณการผลิตทั้งประเทศอยู่ที่ระดับ 34,004 บาร์เรลต่อวัน ทำให้ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบภายในประเทศคิดเป็นร้อยละ 4.6 ของน้ำมันดิบที่ ใช้ในการกลั่น จึงต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศประมาณ 698,896 บาร์เรลต่อวัน คิดเป็นมูลค่า 169,633 ล้านบาท โดยนำเข้าจากแหล่งตะวันออกกลางร้อยละ 80 กลุ่มประเทศเอเชียร้อยละ 15 และจากแหล่งอื่นๆ อีกร้อยละ 5

ข้อเสนอแนะ

ภาครัฐควรเร่งศึกษาในการหาแหล่งพลังงานอื่นมาทดแทนการผลิตจากการนำเข้า น้ำมันดิบจากตะวันออกกลาง การวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากแหล่งพลังงานหมุนเวียน

ที่มียุทธาในประเทห รวมถึงการศึกษาการใช้เทคโนโลยีถ่านหินสะอาด (clean coal technologies) นอกจากนั้นคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นแก๊สเรือนกระจกและซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลยังคงเป็นปัญหาที่ต้องคำนึงถึงในการวางแผนการใช้พลังงานของประเทศ

6.3 บลพิษและพลกระทบจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

6.3.1 สถานภาพมลพิษ

มลพิษทางอากาศจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลส่วนใหญ่เกิดจากภาคขนส่งและการผลิตไฟฟ้า มลพิษที่สำคัญและได้รับรายงานเป็นทางการ ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) ฝุ่นละออง (Particulate Matter, PM) มีเทน (CH₄) และออกไซด์ต่างๆ ของไนโตรเจน (NO_x)

ตารางที่ 6.5 มลพิษทางอากาศ ตั้งแต่ พ.ศ. 2535

มลพิษ/พ.ศ.	2535	2540	2541
คาร์บอนมอนอกไซด์, ล้านตัน	6.461	6.268	6.242
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, ล้านตัน	1.301	1.379	8.84
ฝุ่นละออง, พันตัน	66	233	193
มีเทน, พันตัน	27	27	27
ออกไซด์ของไนโตรเจน	651	990	56.9
อุปทานเชื้อเพลิง, ล้านตัน	35.2	59.7	56.9
GDP Growth, %	8.5	-1.7	-10.2

ข้อมูลจากตารางที่ 6.5 แสดงว่าปริมาณการปล่อยมอนอกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง แต่ปริมาณฝุ่นละออง และออกไซด์ของไนโตรเจนได้เพิ่มขึ้นมาก

6.3.2 บลพิษจากการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่ง

(1) การใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่ง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในภาคขนส่งประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมประเภทต่างๆ ได้แก่ แอลพีจี เบนซิน ดีเซลน้ำมันเตา และ เชื้อเพลิงการบิน

ตารางที่ 6.6 สถานภาพการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่ง

เชื้อเพลิง/พ.ศ.	2535	2540	2541
แอลพีจี	2.6	0.8	0.8
เบนซินพิเศษ	14.3	20.9	21.3
เบนซินธรรมดา	13.3	7.4	9.2
ดีเซล ความเร็วสูง	48.4	53.8	51.6
ดีเซล ความเร็วต่ำ	0.8	0.4	0.4
น้ำมันเตา	3.9	2.9	2.3
น้ำมันการบิน	17.3	13.8	14.4
ปริมาณทั้งหมด, ล้านลิตร	15.424	25.630	22.994
ร้อยละ ของผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทั้งหมด	57.2	62.4	62.0

ที่มา : กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน "รายงานแนวโน้มเชื้อเพลิงของประเทศไทย", กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2541.

ข้อมูลจากตารางที่ 6.6 แสดงว่าน้ำมันดีเซลมีสัดส่วนสูงสุด ประมาณครึ่งหนึ่งของการใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมทั้งหมด และมากกว่าการใช้เบนซินประมาณสองเท่า โดยน้ำมันเบนซินมีสัดส่วนการใช้เป็นลำดับที่สอง

(2) มลพิษจากการบิน

เชื้อเพลิงที่ใช้โดยการบินเป็นแหล่งพลังงานหลักของอากาศยานใน พ.ศ. 2541 การคมนาคมและขนส่งใช้ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมถึงร้อยละ 62 ของปริมาณทั้งหมดในประเทศ จึงก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศอย่างรุนแรง (กรมควบคุมมลพิษ, 2539) โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานคร ตารางที่ 6.7 ใน พ.ศ. 2534 มลพิษที่มีค่าสูงมากเมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพอากาศของไทย (Thai air quality standard) ได้แก่ สารตะกั่ว ฝุ่นละออง และคาร์บอนมอนอกไซด์

ตารางที่ 6.7 สถานภาพมลพิษจากการบิน กทม.

สารมลพิษ/พ.ศ.	2534	2538	2540
คาร์บอนมอนอกไซด์, ต่อล้านส่วนเฉลี่ย 1 ชม., 30)	40	36	33
สารตะกั่ว, ไมโครกรัม/ลบ.ม.(เฉลี่ย 24 ชม., 10)	2.3	0.79	0.62
ฝุ่นละออง, มิลลิกรัม/ลบ.ม.(เฉลี่ย 24 ชม., 0.33)	1.01	1.18	1.47
(-----) มาตรฐานคุณภาพอากาศของไทย			

(3) การปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน

การนำน้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วมาจำหน่ายในประเทศไทยได้ลดปริมาณสารตะกั่วในอากาศลงอย่างได้ผล การบังคับใช้รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินให้ลดมลพิษในไอเสียเป็นมาตรการที่ควรดำเนินการโดยเร็วโดยเฉพาะคาร์บอนมอนอกไซด์ แต่ควรให้ผู้ผลิตรถยนต์เลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมตามคุณสมบัติอยู่ในมาตรฐานเอง การบังคับใช้เทคโนโลยีเช่นแคทาลิติกคอนเวอร์เตอร์ทำให้ไอเสียใช้เทคโนโลยีที่คุ้มค่ากว่าได้ (Prada, 1999)

ได้มีการขนานนามเรียกว่า Methyl Tertiary Butyl Ether, หรือ MTBE ที่ใช้เติมเลเซอร์ออกเทนในน้ำมันเบนซินแทนสารตะกั่วนั้น ละลายเข้าสู่แหล่งน้ำมันได้ง่ายและเมื่อน้ำมันเป็นสลาโก้แข็ง บางรัฐในสหรัฐอเมริกาได้ทดแทน MTBE ด้วยเอทานอลที่ผลิตจากข้าวโพด (Walsh, Car Lines 99(6))

การลดปริมาณกำมะถันและลดจุดจุดกลั่นตัวของน้ำมันดีเซลที่เริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2535 ช่วยลดปัญหาฝุ่นและองจากเครื่องยนต์ดีเซลลงได้ไม่มากนัก ฝุ่นและองที่เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันดีเซล (Particulate Matter, PM) ในกรุงเทพฯ ใน พ.ศ. 2540 ยังมีปริมาณสูงประมาณ 4 เท่าของมาตรฐานคุณภาพอากาศที่ดี แต่การลดจุดกลั่นตัวทำให้โรงกลั่นในประเทศผลิตน้ำมันดีเซลไม่พอกับความต้องการมากขึ้น

(4) เทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาเพื่อลดมลพิษ

ได้มีการทดสอบยืนยันว่ารถยนต์โดยสารที่ใช้แก๊สธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas, CNG) แทนน้ำมันดีเซล ลดมลพิษทางอากาศโดยเฉพาะฝุ่นละอองได้ดีกว่ามาก (สมชาย, 2537) จึงควรเพิ่มจำนวนรถโดยสารที่ใช้แก๊สธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงโดยเร่งด่วน รวมทั้งการปรับแต่งเครื่องยนต์ในรถเก่าเพื่อใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง

ในขณะที่รถโดยสารส่วนใหญ่ในประเทศไทยใช้เครื่องยนต์เซลระดับมาตรฐาน Euro I ซึ่งปล่อยมลพิษมากโดยเฉพาะฝุ่นละออง สภาทนายเฝ้าระวังรถบังคับใช้เครื่องยนต์ระดับมาตรฐาน Euro III ใน พ.ศ. 2545 ประเทศไทยจึงควรบังคับใช้เครื่องยนต์ระดับมาตรฐาน Euro II หรือ Euro III สำหรับรถโดยสารใหม่และรถบรรทุกใหม่โดยเร็ว

ระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าในกรุงเทพฯ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากในการแก้ไขปัญหาจราจรติดขัดและลดมลพิษทางอากาศ จึงควรขยายเส้นทางไปยังชานเมืองโดยเร่งด่วน การวางแผนสร้างระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้าในเมื่องใหญ่อื่นๆ เช่น เชียงใหม่ ฯลฯ ควรเริ่มโดยเร็วก่อนที่เมืองเหล่านั้นจะประสบปัญหาจราจรติดขัดและมลพิษเช่นกรุงเทพฯ

การขนส่งน้ำมันด้วยท่อจากโรงกลั่นแทนการส่งน้ำมันโดยรถบรรทุกซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซล จะเป็นมาตรการเสริมที่ดีในด้านมลพิษและยังประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย และควรขยายระบบท่อให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างขึ้น การขนส่งทางรถไฟและทางน้ำควรได้รับการพัฒนาและส่งเสริมมากขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีขนส่งวัสดุที่ประหยัดกว่าลิบล้อโดยเฉพาะวัสดุที่มีปริมาตรหรือน้ำหนักสูง

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อลดมลพิษจากเครื่องยนต์และลดการปล่อยผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมที่นำจะได้ความสำคัญระดับสูงประกอบด้วย

- การพัฒนาระบบการเผาไหม้ในเครื่องยนต์สำหรับรถทุกประเภทให้เกิดสารมลพิษน้อยลงและประหยัดเชื้อเพลิงหรือใช้เชื้อเพลิงที่สะอาด (Monaghan, 1999)
- การพัฒนาเครื่องกรองมลพิษในไอเสีย เช่น จากเครื่องยนต์ที่มีความคุ้มค่ามากขึ้นสำหรับเครื่องยนต์ที่จุระเบิดด้วยประกายไฟและด้วยการอัด - การวิจัยและพัฒนาเพื่อผลิตเอทานอลเป็นเชื้อเพลิงและสารเพิ่มเลขออกเทนของเบนซินแทนเอเอ็มทีบีอี โดยใช้พืชในประเทศ เช่น มันสำปะหลัง อ้อย ฯลฯ เป็นวัตถุดิบ (Japan Bioindustry Association, 1994)
- การวิจัยและพัฒนาเพื่อให้น้ำมันพืชเช่นน้ำมันปาล์มเป็นเชื้อเพลิง เพื่อลดการใช้น้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องยนต์ที่จุระเบิดด้วยการจัด (Wibulsawas, 2000)
- การพัฒนาโรงไฟฟ้าขนาดเล็กและขนาดกลาง พร้อมกับการวิจัยและพัฒนาแบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพและน้ำหนักเบา (Sato, 1999)
- การวิจัยและพัฒนาเซลล์เชื้อเพลิงสำหรับยานพาหนะ (Walsh, 2000)

6.3.3 แก๊สเรือนกระจกในประเทศไทย

(1) การปล่อยแก๊สเรือนกระจกโดยอุตสาหกรรม

ตามรายงานปฏิวัติสิ่งแวดล้อมจากแห่งชาติบริมาณแก๊สเรือนกระจกที่ใช้ที่ปล่อยออกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลในประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นจากประมาณ 77 ล้านตันในปีฐาน พ.ศ. 2533 (Pojanie, 1997) เป็น 126 ล้านตันในปี พ.ศ. 2537 (Pojanie, 1997) การผลิตไฟฟ้าและภาคขนส่งปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกถึงร้อยละ 37 ถึง 36 ตามลำดับ ตามตารางที่ 6.8 ใน พ.ศ. 2543 ตามตารางที่ 6.9 คาดว่าปริมาณแก๊สเรือนกระจกจะสูงถึง 181 ล้านตัน

(กรมการศึกษานอกโรงเรียนและสิ่งแวดล้อม, 2542) และปริมาณต่อประชากรของประเทศอาจสูงถึง 2.85 ตันต่อคนหรือกว่าสองเท่าของปีฐาน พ.ศ. 2533 กระทรวงการอุตสาหกรรมต่างๆ ก็มีส่วนในการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้น

ปริมาณสุทธิของคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ชีวมวล เช่น ชานอ้อย แกลบ คอรันเป็นต้นอยู่ เพราะมีการปลูกอ้อยและข้าวชานอ้อยทดแทน และพืชหลักนี้ดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศกลับคืน การประมงมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากการสูญเสียไม้จากป่ายังขาดวิธีประเมินที่ยอมรับกันทั่วไป และยังเป็นประเด็นสำคัญที่อยู่ระหว่างการหารือระหว่างประเทศที่มีป้าไม่มากและประเทศที่พัฒนาแล้ว (กรมการศึกษานอกโรงเรียนและสิ่งแวดล้อม, 2542) ในกรณีของประเทศไทย การปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้ฟืนและถ่านไม้จะนับรวมไม่อยู่ในบัญชีแก๊สเรือนกระจกได้ แต่จะทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงานสูงขึ้นอีกประมาณร้อยละ 20

ตารางที่ 6.8 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยจากภาคเศรษฐกิจต่างๆ ในปีฐาน

แหล่งกำเนิด/พ.ศ.	2533	2537
การผลิตไฟฟ้าและการแปลงรูปพลังงานอื่นๆ	36.8	36.3
ภาคการขนส่งและคมนาคม	36.0	31.8
อุตสาหกรรม เหมืองแร่ ก่อสร้าง	16.8	24.5
การเผาไหม้รายย่อยอื่น	10.4	7.3
รวม (ทัพ)	77.0	126.0

ตารางที่ 6.9 ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ระหว่าง พ.ศ. 2533 - 2543

ปริมาณ/พ.ศ.	2533	2535	2540	2543*
เชื้อเพลิงฟอสซิล, ล้านตัน	29.2	35.2	59.7	69.1
คาร์บอนไดออกไซด์, ล้านตัน	77	105	157	181
คาร์บอนไดออกไซด์/ประชากร, ตัน/คน	1.36	1.81	2.58	2.85

* ค่าจากการทำนาย

ส่วนการปล่อยแก๊สมีเทนในประเทศไทยนั้นได้มีการประเมินในขั้นต้นและพบว่าใน พ.ศ. 2533 แก๊สที่ปล่อยจากปุ๋ยสัตว์ นาข้าว การกลบฝังขยะ และการบำบัดน้ำเสีย มีปริมาณรวมกัน 5.2 ล้านตันโดยประมาณ (สิรินทรเทพ, 2540) การประเมินปริมาณแก๊สมีเทน

ที่จะปล่อยในประเทศไทยในอนาคตขึ้นอยู่กับการศึกษาโดยละเอียด ถึงแม้ปริมาณแก๊สมีเทนที่ปล่อยออกจะมีปริมาณต่ำกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาก แต่ผลกระทบของแก๊สมีเทนต่อปรากฏการณ์เรือนกระจกจะรุนแรงกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ 21-23 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณที่เท่ากัน (John, 1997)

การประเมินคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคป่าไม้เคยใช้สมมติฐานว่าคาร์บอนในไม้ที่นำออกจากป่าจะถูกเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดทำให้ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยออกจากป่าในประเทศได้รับการประเมินให้สูงถึง 78 ล้านตันใน พ.ศ. 2533 (Polanie, 1997)

ในสหรัฐอเมริกาได้เป็นแก๊สเรือนกระจกที่ต้องรายงานปริมาณที่ปลดปล่อยเช่นเดียวกัน กลไกการปลดปล่อยในสหรัฐอเมริกาได้ยังไม่เป็นที่เข้าใจกันดีถึงแม้ว่าจะมีรายงานการเกิดในสหรัฐอเมริกาจากการเกษตรและการเผาไหม้ฟืน (John, 1997) ในภาพรวมในสหรัฐอเมริกาได้มีรายงานว่าได้เพิ่มขึ้นร้อยละ 13 ตั้งแต่การปฏิวัติอุตสาหกรรมและยังเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยร้อยละ 0.25 ต่อปี

(2) นโยบายและมาตรการระดับชาติ

ประเทศไทยได้ให้สัตยาบันอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของสหประชาชาติ (UN Framework Convention on Climate Change) เป็นประเทศที่ 115 เมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2537 ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2541 มีประเทศต่างๆ ให้สัตยาบันไปแล้วถึง 176 ประเทศ (กรมการศึกษานอกโรงเรียนและสิ่งแวดล้อม, 2542)

ประเทศไทยเป็นประเทศกำลังพัฒนา มีอยู่ในกลุ่มภาคผนวก 1 (Non-Annex I Parties) จึงมีพันธะสามประการ คือ ทำรายงานบัญชีทรัพยากรแห่งชาติ (national inventory) ว่าด้วยการปล่อยแก๊สเรือนกระจก รายงานนโยบายและมาตรการในการลด (mitigation) และรายงานการปรับตัว (adaptation) จากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ

ผลของพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) อาจจะทำให้ประเทศไทยได้ประโยชน์อย่างมากถ้ามีการเตรียมตัวที่ดีในสองประเด็น (ปริดา, 2543) กล่าวคือ การถ่ายทอดเทคโนโลยีตามพันธบัตรที่ประเทศที่พัฒนาแล้วให้แก่ประเทศที่กำลังพัฒนาและการใช้กองทุนสิ่งแวดล้อมโลก (Global Environment Fund, GEF) ซึ่งเป็นกลไกด้านการเงินเพื่อช่วยเหลือประเทศกำลังพัฒนาตามอนุสัญญา UNFCCC

(3) ประเด็นสำคัญสำหรับแก้ไขสถานการณ์จาก

ประเด็นที่สนใจในเชิงการเมืองในระดับนานาชาติ คือ ผู้เชี่ยวชาญญี่ปุ่น ได้ตั้งคำถามว่าประเทศตะวันตกได้ประเมินปริมาณเงินที่ปล่อยออกมาแล้วในทวีปเอเชียสูงกว่าความเป็นจริง โดยแสดงข้อมูลจากการวัดปริมาณเงินที่ปล่อยออกมาจากผู้ขายจริงในประเทศจีน เป็นการสนับสนุนการศึกษาและเก็บข้อมูลในประเทศไทยก็แสดงให้เห็นว่าปริมาณเงินที่ประเมินโดยกลุ่มประเทศตะวันตกสูงเกินไปจริง (สิรินทรเทพ, 2540)

การประเมินการปล่อยสินเชื่อที่ปล่อยออกมาจากบ้านมีความซับซ้อนมาก เพราะไม่พ้นจากการปล่อยสินเชื่อทั้งหมด บางส่วนใช้ในการก่อหนี้และก่อหนี้เพื่อเงินจอร์ การประเมินการปล่อยสินเชื่อที่กล่าวมาแล้วจึงไม่ถูกต้อง จึงควรที่จะพัฒนาวิธีการประเมินให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้นโดยเฉพาะประเทศที่มีไม่มาก (ปริตตา, 2543)

ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะปล่อยปริมาณเงินสินเชื่อรายวันได้ออกไซด์และมีเงินต่ำกว่าร้อยละ 2 ของปริมาณที่ปล่อยออกทั้งหมดของโลกใน พ.ศ. 2533 ตามตารางที่ 6.10 แต่ถ้าประเมินปริมาณการปล่อยสินเชื่อหรือหนี้จากอัตราได้ของประเทศแล้ว ประเทศไทยจะมีดัชนีที่มีค่าสูงมาก เนื่องจากประเทศไทยมีรายได้ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศที่พัฒนาแล้ว แต่กับประเมินโดยใช้ดัชนีต่อประชากรแล้วถึงแม้จะต่ำกว่าประเทศที่พัฒนาแล้วแต่ก็ยังสูงกว่าดัชนีของจีนและอินเดีย

ตารางที่ 6.10 ปริมาณเงินสินเชื่อรายวันได้ออกไซด์จากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในปีฐาน 2533

ปริมาณ/ประเทศ	จีน	ญี่ปุ่น	ไทย	สหรัฐอเมริกา
ปริมาณ, ล้านตัน	760	263	77	1,400
ปริมาณ/ประชากร, ตัน/คน	0.76	3.04	1.36	7.64
ปริมาณ/ผลผลิตมวลรวม, ตัน/พันเหรียญ สด.	1.1	0.16	1.08	0.39

กล่าวใน พ.ศ. 2548 ดัชนีปริมาณการปล่อยสินเชื่อที่ปล่อยออกต่อประชากรของประเทศไทยจะสูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลกประมาณ 4.1 ดัชนีต่อคนในพื้นฐาน พ.ศ. 2533 มาก (ปริตตา, 2543) ถ้ามาตรการควบคุมการปล่อยเงินที่มีประสิทธิภาพ เช่น การประหยัดพลังงานและการใช้พลังงานทดแทนไม่ได้รับการสนับสนุนและปฏิบัติอย่างจริงจัง แก๊สในโตรสออกไซด์เป็นแก๊สที่มีข้อมูลน้อยมาก และอาจทำให้ประเทศที่ใช้ไม่จำนวนมากเป็นเชื้อเพลิงเช่น ประเทศไทยอยู่ในฐานะเสียเปรียบดังที่เกิดขึ้นแล้วกับการปล่อยแก๊ส

มีเงินจากน้ำมันและคาร์บอนไดออกไซด์จากไปไม่ ถ้าอาศัยวิธีประเมินการปล่อยของประเทศที่พัฒนาแล้วโดยไม่ตรวจสอบความแม่นยำของวิธีประเมินที่ได้รับมา

(4) การวิจัยและพัฒน

เนื่องจากประเทศไทยมีพันธกิจที่จะต้องรายงานบัญชีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศเพื่อมิให้เสียเปรียบในการต่อรองกับประเทศที่พัฒนาแล้ว จึงจำเป็นต้องสนับสนุนให้มีการเก็บข้อมูลวิเคราะห์และวิจัยเพื่อประเมินปริมาณแก๊สเรือนกระจกหลักที่ปล่อยออกได้อย่างแม่นยำและต่อเนื่อง โดยเฉพาะแก๊สไนตรัสออกไซด์ที่มีข้อมูลอยู่น้อยมาก

ถ้าประชาคมโลกตกลงจะใช้ดัชนีที่กล่าวมาเป็นตัวควบคุมการปล่อยแก๊สเรือนกระจกแล้วประเทศไทยจำเป็นต้องเร่งมาตรการประหยัดพลังงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ประกอบกับการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลเพื่อจำกัดปริมาณแก๊สเรือนกระจกที่จะปล่อยในอนาคต พลังงานทดแทนดังกล่าวอาจเป็นพลังงานหมุนเวียน เช่น ชีวมวล แสงอาทิตย์ ลม หรือพลังงานนิวเคลียร์ในที่สุด

การประเมินผลกระทบต่างๆ ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในระยะยาวในประเทศควรได้รับการสนับสนุนมากขึ้นเพื่อเตรียมมาตรการป้องกันที่จำเป็น การศึกษาผลกระทบจากการปล่อยแก๊สและการพัฒนาที่สะอาดควรได้รับการสนับสนุนเพื่อเป็นข้อมูลในการเจรจาต่อรองกับประเทศที่พัฒนาแล้ว ผลการวิเคราะห์และวิจัยเกี่ยวกับแก๊สเรือนกระจกควรจบรวมไว้ในหน่วยงานระดับชาติที่เป็นศูนย์ของเครือข่ายข้อมูลการวิจัยแก๊สเรือนกระจกจากสถาบันต่างๆ

6.4 การประหยัดพลังงาน

6.4.1 แผนงานและโครงการประหยัดพลังงานของรัฐ

สามหน่วยงานหลักที่เป็นผู้รับผิดชอบดำเนินการ คือ สำนักงานนโยบายพลังงานแห่งชาติ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน และสำนักงานจัดการการใช้ไฟฟ้า มาตรการที่กำหนดในการส่งเสริมสนับสนุนการประหยัดพลังงานประกอบด้วยมาตรการให้ความรู้ประชาสัมพันธ์ ให้ความช่วยเหลือทางด้านเทคนิคและการเงิน การลดภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา และการปรับปรุงกฎหมาย เงินที่ใช้ในการดำเนินงานส่วนใหญ่มาจากกองทุนอนุรักษ์พลังงานและเงินงบประมาณของหน่วยงาน (จุลละพงค์, 2542)

ในระยะ 5 ปีที่ผ่านมา ประเมินได้ว่ามีการใช้เงินเพื่อสนับสนุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานมากกว่า 4 พันล้านบาท แต่มีเพียง 3 โครงการที่มีการประเมินที่เป็นรูปธรรมแล้ว คือ โครงการอาคารของรัฐ การลดภาษีเงินได้บุคคลธรรมดา และการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า ปรากฏว่า สองโครงการหลังให้ผลตอบแทนค่อนข้างดี (จุลลพงษ์, 2542) การศึกษาโครงการอื่นๆ พบว่า จุดอ่อนของการดำเนินงานมีหลายประการ นับตั้งแต่การคิดค้นและคัดเลือกโครงการ การบริหารจัดการ และการประเมินผลโครงการที่มีจะไม่ได้กระทำด้วยความละเอียด รอบคอบ และมีการเฝ้าระวังติดตามทุกระยะ ข้อบกพร่องประการนี้สมควรได้รับการทบทวนปรับปรุงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีและคุ้มค่ามากขึ้นต่อไป

เมื่อพิจารณาโดยรวมเป็นที่สังเกตว่าการดำเนินงานตามมาตรการต่างๆข้างต้น
ยังไม่มีส่วนในการลดค่าปริมาณการใช้พลังงานต่อหน่วยรายได้ของประเทศ (energy intensity)
อย่างเห็นได้ชัด และการใช้พลังงานต่อประชากรยังเพิ่มขึ้นสูงมากอย่างต่อเนื่อง (กรมพัฒนาและ
ส่งเสริมพลังงาน, 2541) ในพ.ศ. 2541 การใช้พลังงานต่อ GDP ของประเทศไทยสูงเทียบเท่า
น้ำมันดิบ 480 กิโลกรัมต่อเหรียญ ส.ร.อ. แต่ในปีเดียวกันญี่ปุ่นใช้พลังงานเพียง 121 กิโลกรัม
ต่อเหรียญ ส.ร.อ.

6.4.2 เทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่เหมาะสม

การถ่ายทอดเทคโนโลยีถึงงานที่เหมาะสมจำนวนมากซึ่งได้ผลในประเทศ
ที่พัฒนาแล้วช่วยให้ปรับตัวลงงานในประเทศได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังลดผลกระทบ
ต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลน้อยลง

ตัวอย่างเทคโนโลยีที่เหมาะสม: ภาคอุตสาหกรรม (Watson, 1996)

- ระบบผลิตภัณฑ์และความร่วมมือกัน
- ระบบผลิตไฟฟ้าโดยวัฏจักรกังหันแก๊สร่วมกับกังหันไอน้ำ
- การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้
- การเพิ่มประสิทธิภาพของการเผาไหม้เชื้อเพลิง
- การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพสูง

ตัวอย่างเทคโนโลยีที่เหมาะสมในภาคขนส่ง (Walson, 1996; กรมการ

วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม 2542)

- เครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูงและเปลืองน้อย
- ระบบขนส่งมวลชนด้วยรถไฟฟ้า

- การออกแบบโครงสร้างรถ เช่น การลดน้ำหนัก การเปลี่ยนวัสดุ
 - เซลล์เชื้อเพลิงสำหรับรถขนาดเล็ก
- เทคโนโลยีที่กล่าวมาแล้วควรจะได้รับการประเมินความเหมาะสมสำหรับการใช้ในประเทศไทย ตลอดจนความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพประหยัดพลังงานให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีกได้

6.4.3 การวิจัยและพัฒนา

งานวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานในระยะที่พัฒนา แม้จะมีการจัดเนิมนงานในเรื่องและหัวข้อลักษณะต่างๆ หลากหลาย แต่ก็มีจุดอ่อนหลายประการ เช่น มีการวิจัยประยุกต์ที่เน้นทางด้านมาตรการวิจัยโครงสร้างพลังงานค่อนข้างมากมีการวิจัยทางด้านนโยบายน้อย ทำให้ต้องมีการจ้างที่ปรึกษาต่างประเทศค่อนข้างมาก นอกจากนี้ยังขาดการวิจัยที่เน้นเชิงสง่มาไปสู่การสร้างรากฐานความรู้ที่สามารถนำไปกำหนดมาตรฐานและแนวปฏิบัติสำหรับประเทศ และที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือการขาดทิศทางที่เด่นชัดในการกำหนดหัวข้อเรื่องสำหรับารวิจัยที่จะช่วยแก้ปัญหาพลังงานของประเทศ

ด้วยลักษณะและจุดอ่อนต่างๆ ข้างต้นจึงเห็นว่าการวิจัยในระยะต่อไป
น่าจะเป็นไปในลักษณะที่ช่วยสลายปัญหาและจุดอ่อนขึ้นต้น กล่าวโดยรวมนักวิจัยควรที่จะจัดเป็น
3 กลุ่มคือ

งานวิจัยกลุ่มแรก มุ่งเน้นทำการศึกษาศักยภาพและโอกาสในการใช้เทคโนโลยี ประหยัดพลังงานที่อยู่แล้ว ในภาคเศรษฐกิจต่างๆ ผลที่ได้จะเป็นประโยชน์สำหรับนำไป กำหนดเป็นแผนและมาตรการในการส่งเสริมสนับสนุนต่อไป ตัวอย่างโครงการสำหรับกลุ่มนี้ ได้แก่ การศึกษาศักยภาพการใช้ระบบ cogeneration และ absorption chiller ศักยภาพการใช้ เทคโนโลยีประหยัดไอน้ำ สมอัด ไฟฟ้า เทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในเตา กระบวนการ อบแห้ง ฯลฯ ศักยภาพการใช้ชีวมวล แก๊สชีวภาพจากฟาร์มสุกร ระบบบำบัดน้ำเสีย ศักยภาพ การใช้แก๊สธรรมชาติในโรงงานอุตสาหกรรม และยานพาหนะประเภทต่างๆ เป็นต้น

งานวิจัยกลุ่มที่สอง ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้แก่ การศึกษาวิจัยเชิงนโยบายและการบริหารจัดการโดยมุ่งเน้นที่การลดอุปสรรคในเรื่องงาน ระเบียบ และมาตรการ วิธีการส่งเสริมสนับสนุน ตัวอย่าง เช่น การศึกษามาตรการ วิธีการ ส่งเสริมสนับสนุน ตัวอย่างเช่น การศึกษา มาตรการและวิธีการให้เงินสนับสนุนแก่ผู้ผลิตพลังงานจากแหล่งงานหมุนเวียน การศึกษา ปรับปรุงวิธีการลดภาษีวัสดุ อุปกรณ์ที่ประหยัดพลังงาน การศึกษาปรับปรุงกฎหมายส่งเสริม

การอนุรักษ์พลังงาน การปรับปรุง building code การปรับปรุงระเบียบข้อเพื่อให้อาคารประหยัดพลังงานในอาคารราชการและรัฐวิสาหกิจ เป็นต้น

กลุ่มวิจัยประเภทที่สาม ความมุ่งเน้นที่การติดตาม ทำความเข้าใจกับเทคโนโลยีการประหยัดชนิดใหม่ๆ เพื่อสร้างขีดความสามารถในการพัฒนา ออกแบบ และจัดสร้างเทคโนโลยี ดังกล่าวขึ้นใช้ภายในประเทศ ตัวอย่างเช่น การวิจัยและพัฒนา heat pump, commercial dryer, fluidized bed boiler, biogas generator, run-of-the river turbines, ระบบการควบคุมการทำงานของ chiller, ห้องเย็น เป็นต้น

งานวิจัยต่างๆ ข้างต้นจะช่วยเหลือแก้ปัญหาการประหยัดพลังงานของประเทศได้มาก ถ้าได้มีการดำเนินงานอย่างจริงจัง โดยเน้นที่ผลลัพธ์มากกว่ากระบวนการ และจะต้องมีการบริหารจัดการในส่วนที่เกี่ยวข้องอย่างต่อเนืองอย่างเหมาะสมจึงจะสัมฤทธิ์ผลตามที่มุ่งหวัง กล่าวคือ อัตราการเพิ่มพลังงานที่ใช้ต่ำกว่าอัตราการเพิ่มทางเศรษฐกิจ และดัชนีพลังงาน/GDP ลดลงอย่างต่อเนื่อง

ในระยะ 20 ปีต่อไป กลุ่มนักวิชาการและผู้สนใจด้านพลังงานได้ให้ความสำคัญต่อการพัฒนาการประหยัดพลังงานของประเทศในระดับสูงสุด ทั้งยังเห็นว่าการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการวิจัยมีความสำคัญยิ่งต่อการดำเนินงานประหยัดพลังงานของประเทศให้ได้ผลตามที่มุ่งหวัง ปัจจุบันที่มีความสำคัญในการช่วยให้การประหยัดพลังงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น ได้แก่ การพัฒนากำลังคนและการบริหารระบบที่เกี่ยวข้องทั้งในภาครัฐและเอกชน

6.5 แล้งน้ำ

6.5.1 สภาพภาพในประเทศและต่างประเทศ

ใน พ.ศ. 2541 โรงไฟฟ้าพลังน้ำได้รับการจัดตั้งแล้วประมาณ 2,923 เมกะวัตต์ (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) สภาพภาพของพลังน้ำในประเทศไทยยังคงเหลืออยู่อีกไม่ต่ำกว่า 7,000 เมกะวัตต์ ผลกระทบที่สำคัญของโครงการผลิตไฟฟ้าพลังน้ำขนาดใหญ่ต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ การเสียป่าไม้และการโยกย้ายประชากร ประชากรจำนวนหนึ่งไม่เห็นด้วยถึงแม้จะมีผลประโยชน์ได้หลายประการ เช่น การชลประทาน การประมง การทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลซึ่งผลิตมลพิษทางอากาศและการเป็นแหล่งท่องเที่ยว ผลดีจากการใช้พลังน้ำจึงน่าจะมีมากกว่าผลเสีย

ประเทศญี่ปุ่นได้เลือกใช้ระบบผลิตไฟฟ้าพลังน้ำส่วนใหญ่ประเภทขนาดเล็กกลาง (run-off-river) และขนาดเล็กล็กที่ต้องมีอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่ มีกำลังผลิตรวมกันถึงประมาณ

22,200 เมกะวัตต์ และมีแผนขยายกำลังผลิตไฟฟ้าด้วยระบบพลังน้ำขนาดเล็กและขนาดกลางอีก 4,300 เมกะวัตต์ ภายใน 10 ปี (New Energy in Japan, 1997) เนื่องจากเป็นระบบที่มีผลกระทบต่อนสิ่งแวดล้อมน้อยจนเป็นที่ยอมรับได้ จึงควรมีการศึกษาศักยภาพของระบบไฟฟ้าพลังน้ำประเภทดังกล่าวในประเทศให้ชัดเจนขึ้น

6.5.2 ศักยภาพของพลังน้ำในประเทศไทย

ถึงแม้ว่าประเทศไทยยังมีศักยภาพของพลังน้ำเหลือคงเหลืออยู่มากกว่า 7000 เมกะวัตต์สำหรับโครงการเขื่อนขนาดใหญ่ (large scale hydro) เช่น โครงการเขื่อนน้ำโจน เขื่อนแก่งเสือเต้น เขื่อนเหมองก จมก เขื่อนแก่งเสือเต้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสร้างเขื่อนต่อสภาพธรรมชาติและนิเวศวิทยา รวมทั้งความเดือดร้อนต่อประชาชนยังเป็นประเด็นที่ถกเถียงและวิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวาง และยังไม่มีความคืบหน้าเป็นข้อยุติสำหรับเรื่องนี้ แต่อย่างใดตลอดเวลาที่ผ่านมามี ผลประโยชน์ของเขื่อนกับการพัฒนาประเทศในรูปของกระแสไฟฟ้าและการชลประทานกับผลประโยชน์โดยรวมในการรักษาสมดุลของระบบนิเวศวิทยา และผลกระทบต่อนิเวศวิทยาของประชาชนจำนวนมากจากโครงการต่างๆ ได้กลายเป็นข้อถกเถียงที่ยังหาข้อยุติไม่ได้แต่อย่างใด การศึกษาผลกระทบต่อนิเวศสิ่งแวดล้อมอย่างละเอียดและการทำประชาพิจารณ์ตามระบอบประชาธิปไตยมีความจำเป็นอย่างยิ่งด้วยถ้ายังคงต้องการผลักดันโครงการดังกล่าวต่อไป

ศักยภาพเขื่อนขนาดเล็กมาก (micro hydro) หรือไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้านมีกำลังการผลิตระหว่าง 0-200 กิโลวัตต์ และโรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็ก (mini hydro) กำลังการผลิตระหว่าง 201-6000 กิโลวัตต์ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและเล็กมากเป็นโครงการประเภท run-off river ผลิตรกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยปริมาณน้ำไหลในลำน้ำตามฤดูกาล และอาศัยความสูงของหัวในการหมุนเครื่องกังหันน้ำโดยสร้างฝายทดน้ำผ่านท่อผันน้ำและท่อส่งน้ำไปยังเครื่องกังหันน้ำแล้วปล่อยน้ำกลับสู่ลำน้ำเดิม พื้นที่โครงการอยู่ในภาคเหนือเป็นส่วนใหญ่เนื่องจากมีแหล่งน้ำขนาดเล็กและกระจายโดยทั่วไป หน่วยงานที่ดำเนินการมี 3 หน่วยงาน คือ กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การดำเนินการพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กและเล็กมากจนถึงปี 2535 มีจำนวน 89 โครงการ กำลังการผลิตตั้งรวม 54,617.5 กิโลวัตต์ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กนี้มีแนวโน้มที่ดี คือ ไม่ก่อปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมมากนัก มีความเป็นไปได้ทั้งทางศักยภาพ เทคนิค และเศรษฐศาสตร์ การศึกษาวิจัยอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องจักรกลผลิตพลังงานจากพลังน้ำยังมีน้อย ส่วนใหญ่

เป็นการซื้ออุปกรณ์เครื่องจักรกลจากต่างประเทศมาติดตั้งใช้งาน แทนหลักในระดัประเทศ
ควรกำหนดพื้นที่โครงการที่สมควรพัฒนาโครงการ กำหนดแนวทางให้ชัดเจนว่าหน่วยงานใด
ควรรับผิดชอบโครงการขนาดใหญ่ พื้นที่ไหน มีผลตอบแทนที่เหมาะสมขนาดไหน และ
วัตถุประสงค์ในการพัฒนาควรจะเป็นไปเพื่อผลตอบแทนทางเศรษฐกิจที่ชัดเจนไหม หรือ
เพื่อประโยชน์ทางสังคมและการเมืองด้วยหรือไม่ อย่างไร

โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กที่ประกอบด้วยลำดับของเขื่อนขนาดเล็กหลายเขื่อนต่อเนื่องกัน
ในแม่น้ำสายเดียวกัน หรือเป็นเขื่อนขนาดเล็กแบบ series run-off river เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง
เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าโดยอาศัยปริมาณน้ำไหลในลำน้ำตามฤดูกาล และอาศัยความสูงของหัว
ในการหมุนเครื่องกังหันน้ำ โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กแบบ series run-off river มีแนวโน้ม
ที่ดี คือ การสูญเสียพื้นที่ป่าไม่น้อยกว่าเขื่อนขนาดใหญ่ เนื่องจากไม่ต้องการอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่
แต่ใช้ลำน้ำระหว่างเขื่อนแทนอ่างเก็บน้ำทำให้ก่อปัญหาทางนิเวศวิทยาไม่มากนัก ผลกระทบ
ต่อการอพยพย้ายประชากรมีไม่มาก อาจมีความเป็นไปได้ทั้งทางศักยภาพ เทคนิค และ
เศรษฐศาสตร์ ดังนั้น ควรมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อประเมินศักยภาพที่แท้จริงของโรงไฟฟ้า
พลังน้ำขนาดเล็กแบบ series run-off river เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่งของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ

6.5.3 ศักยภาพของพลังน้ำจากประเทศเพื่อนบ้าน

การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังน้ำในประเทศไทยและเขมรเพื่อส่งมาจำหน่าย
ให้แก่ประเทศไทยมีศักยภาพสูงมากกว่า 4,000 เมกะวัตต์ (ปริตดา, การพัฒนาแหล่งพลังงาน
ทดแทน พลังน้ำหรือที่ร่วมที่จะร่วมพัฒนาไฟฟ้าพลังน้ำเพื่อส่งให้ไทยไม่น้อยกว่า 1,000 เมกะวัตต์
ส่วนศักยภาพที่เป็นไปได้ของการผลิตไฟฟ้าจากแม่น้ำโขงที่ผ่านไทย ลาวและเขมรด้วยระบบ
ผลิตขนาดกลางมีสูงถึง 13,000 เมกะวัตต์ (Mekhong, 1994) คาดว่าโครงการไฟฟ้าพลังน้ำ
ในประเทศเพื่อนบ้าน คงจะประสบกับการต่อต้านน้อยกว่าโครงการในประเทศไทย ทั้งนี้เพราะ
ได้ผลประโยชน์ร่วมกันมากกว่าผลเสีย

6.5.4 แนวทางวิจัยและพัฒนาพลังงาน

ลำดับความสำคัญจากมากไปน้อยในการวิจัยและพัฒนาพลังงานที่จัดตามที่ตั้งและ
ประเภทการเป็นดังนี้คือ

- (1) เขื่อนขนาดใหญ่ในประเทศลาวและพม่า
- (2) เขื่อนขนาดเล็กและขนาดเล็กลงมากในประเทศไทย

- (3) เขื่อนขนาดเล็กที่เป็นแบบ series run-off river ในประเทศ
 - (4) เขื่อนขนาดเล็กที่เป็นแบบ series run-off river บนแม่น้ำโขงที่เป็น
โครงการร่วมระหว่างประเทศไทย ลาว พม่า เขมร รวมถึงเวียดนาม
 - (5) เขื่อนขนาดใหญ่ในประเทศ
- ลำดับความสำคัญในการวิจัยและพัฒนาพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศจากมากไป
น้อยความเป็น ดังนี้

- (1) ด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของพลังน้ำขนาดเล็ก (environmental impact
assessment)
 - (2) ด้านแหล่งที่ตั้งและประเมินศักยภาพพลังน้ำขนาดเล็ก
 - (3) ด้านประสิทธิภาพและการผลิตของพลังน้ำขนาดเล็ก
 - (4) ด้านการเชื่อมต่อพลังน้ำขนาดเล็กเข้ากับระบบส่งของ กฟผ. หรือ กฟว.
 - (5) ด้านเทคโนโลยีกังหัน และเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าของพลังน้ำขนาดเล็ก
- นักวิชาการให้ความสำคัญของการพัฒนาพลังน้ำขนาดเล็กในระดับสูงภายในเวลา
10 ปีต่อไป ปัจจุบันสำคัญในการพัฒนาพลังน้ำได้แก่ การบริหารระบบและถ่ายทอดเทคโนโลยี

6.6 ชีวมวล

6.6.1 แหล่งพลังงานชีวมวลและปัญหา

(1) การเป็นแหล่งพลังงาน

ชีวมวลเพื่อการผลิตพลังงานมักจะเป็นชีวมวลที่เหลือใช้ในกิจการอื่น เช่น
แกลบ ชี้อย ชะบะ และเศษเหลือจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม การแปลง
ชีวมวลเป็นพลังงานอาจทำได้ทั้งวิธีเคมีสีกส์ เช่น การเผาไหม้ pyrolysis และวิธีเคมีชีวะ เช่น
การย่อยสลายแบบไร้อากาศ ในบรรดาชีวมวลทั้งหลายธาตุคาร์บอนในพืชจะมีค่ามากที่สุด
ในการเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนพืชได้คาร์บอนมาจากคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂) ในบรรยากาศ
ดังนั้นการปลูกพืชและใช้พืชเป็นแหล่งพลังงานจึงถือว่าเป็นการสร้างสมดุลคาร์บอนให้แก่โลก
จึงต่างกับการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล

ชีวมวลเป็นผลผลิตจากพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งไม่เป็นแหล่งสะสมคาร์บอน
ไว้มากกว่าส่วนอื่นของพืช เป็นที่ประมาณว่ามวลจากการเติบโตของพืชในโลกนี้สามารถให้
พลังงานได้ถึง 2.890x10¹⁸ จูลส์ ซึ่งมากเป็น 8 เท่าของการใช้พลังงานในโลก (EREC, 1995)
อย่างไรก็ตามการใช้ชีวมวลพลังงานมีข้อจำกัด เช่น อยู่ในแหล่งที่เข้าถึงยาก ค่าขนส่งจึงแพง

- ขาดความเชื่อมั่นในเทคโนโลยี ด้วยความล่าช้าและมีน้อย
- ขาดมาตรฐาน (standard) สำหรับระบบพลังงานชีวมวล และเครื่องมือ
- ขาดข้อมูลที่เพียงพอและไม่มีการกระจายข้อมูล

6.6.2 ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรและการใช้พลังงานชีวมวลในช่วงปี 2528-2537 ของประเทศไทยแล้วสามารถทำนายได้ว่าในปี 2553 จะใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้น 15% เมื่อเทียบกับปีฐาน 2538 ในปี 2538 ประเทศไทยใช้พลังงานชีวมวล 11,809 kloe (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) ดังนั้นในปี 2553 คาดว่าจะใช้พลังงานชีวมวล 13,580 kloe หรือชีวมวลประมาณ 57 ล้านตัน (10 M J/kg) เฉพาะในส่วนของไม้ที่ตัดมาในปี 2553 จะมีอุปทานไม้พื้น 59,157x10³ ตัน ในขณะที่อุปสงค์ 53,390x10³ ตัน ซึ่งจะเห็นว่ามีอุปทานเกินอุปสงค์อยู่เล็กน้อยเท่านั้น (RWEDP, 1997 b) ในประเทศไทยช่วง 2523-2539 ซึ่งค่า GNP/Capita เพิ่มขึ้นเกือบ 3 เท่า ปรากฏว่ามีการใช้พลังงานชีวมวลเพิ่มขึ้น 68 % ดังนั้นจึงได้ข้อสรุปว่าการใช้พลังงานชีวมวลมีส่วนสัมพันธ์กับ GNP/Capita และเมื่อประเทศมีผลผลิตมากขึ้น พลังงานที่ใช้เพิ่มขึ้นคือพลังงานฟอสซิลซึ่งเป็นทางเลือกเสริม (complementation) ไม่ใช่มาแทนที่พลังงานชีวมวล (substitution) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของกรมป่าไม้ว่าอุตสาหกรรมเกษตรไม่มีได้ลดลงแต่กลับเพิ่มขึ้นจนมีประเทศไทยผลิตถ่านปี้ละ 3 ล้านตัน

ในปัจจุบันการใช้ชีวมวลเพื่อพลังงานยังมุ่งเพื่อย่อยู่มากเพราะผู้ใช้ไม่ได้ตระหนักถึงประสิทธิภาพ ด้านนโยบายอาจยังไม่เห็นความสำคัญของประเทศพัฒนาการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลเพราะอาจเข้าใจผิดว่าปริมาณการใช้ในอนาคตจะลดลงเมื่อประเทศพัฒนามากขึ้น ถึงแม้จะมีเทคโนโลยีที่พัฒนาและพิสูจน์ทราบแล้ว เช่น การใช้ของเสียจากเกษตรธุรกิจ แต่ก็ไม่ได้จัดโครงสร้างสนับสนุนให้เป็นรูปธรรม การสำรวจในปี 2539 พบว่าครัวเรือนในชนบทใช้ชีวมวล 8.8 ล้านตัน และหากใช้เชื้อเพลิงจะสามารประหยัดได้ถึง 3.1 ล้านตัน (DEDP, 1997) เป็นที่น่าห่วงว่าในอนาคต หากทราบว่าประเทศยังต้องพึ่งพลังงานชีวมวลอยู่ก็อาจจะสายเกินไป การพัฒนาพลังงานชีวมวลต้องมีความสามารได้ใน 3 ประการคือ การประเมินแหล่งทรัพยากรเทคโนโลยี และการวางแผน ดังนั้น สิ่งที่ต้องเร่งทำคือ ขยายความรู้ความสามารถโดยการศึกษาวิจัย ฝึกอบรม มีหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรงในการวิเคราะห์และกำหนดนโยบาย สร้าง infrastructure และเครือข่ายแทรกแซงราคา ทั้งชีวมวลและไฟฟ้าชีวมวล และพัฒนาเทคโนโลยี

หน่วยงานทางรัฐที่มีอยู่ขณะนี้คือกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน ซึ่งมีศูนย์อยู่ในภูมิภาคต่างๆ ควรร่วมมือกับหน่วยงานวิจัยเพื่ออนาคตเทคโนโลยีและความรู้ไปเผยแพร่

มีความเสี่ยงต่อการใช้ในระยะยาวเพราะไม่สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้ ชีวมวลในประเทศไทยมีส่วนรวมในอุปทานพลังงาน 18.8 % ในปี 1998 โดยสัดส่วนมีแนวโน้มลดลงแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามปริมาณพลังงานชีวมวลเปลี่ยนแปลงไม่มากนักตลอด 10 ปีที่ผ่านมา โดยมีค่าอยู่ที่ 13.5x10³-15.7x10³ kloe (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน, 2541) ชีวมวลหลักที่ใช้ผลิตพลังงานคือ ไม้ (70.2 %) ชานอ้อย (17.6 %) และแกลบ (12.2 %) จากการสำรวจ พบว่าในปี 2539 ชีวมวลเหลือทิ้งที่เป็นผลผลิตจากการเกษตรมีปริมาณทั้งสิ้น 285x10⁶ toe หากนำชีวมวลย่อย แกลบ เศษไม้และวัสดุเหลือใช้ในโรงงานมีปาล์มมาผลิตไฟฟ้าจะได้กำลังการผลิต 2,985 MW หรือ 11,200 GWh/ปี

(2) ปัญหาของการใช้ชีวมวล

ปัญหาหลักของการใช้พลังงานชีวมวลคือขาดข้อมูลสำเนา เพราะชีวมวลโดยเฉพาะที่เป็นวัสดุเศษเหลือทางเกษตรเปลี่ยนแปลงได้ทุกปีโดยขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ ราคา ผลผลิตในปีที่ผ่านมา (ซึ่งเป็นปัจจัยการตัดสินใจปลูกในปี) การส่งเสริมของรัฐ และการใช้ชีวมวลเพื่อการอื่น การขาดข้อมูลทันสมัยและการขาดความเข้าใจที่จะมองภาพเกษตรว่าเป็นฝ่ายผลิตพลังงาน (energy sector) ทำให้ไม่สามารถกำหนดนโยบายในระยะยาวและยุทธศาสตร์การใช้พลังงานชีวมวลได้

ข้อมูลชีวมวลจึงมักจะได้จากการประมาณการจากข้อมูลอื่น เช่น จำนวนปริมาณแกลบจากผลผลิตข้าว ปริมาณไม้ยางจากพื้นที่ที่ได้รับการส่งเสริมจากสำนักงานกองทุนส่งเสริมการเกษตรบางส่วน ปริมาณเศษอ้อยและชีวมวลปาล์มน้ำมันจากกำลังการผลิตของโรงงาน เป็นต้น ชีวมวลมักจะกระจายตามแหล่งต่างๆ ตัวอย่างเช่น ในภาคใต้มีแต่โรงสีขนาดเล็ก แกลบจึงอยู่กระจัดกระจายหรือห่างไกลมีปริมาณมาก แต่ต้นทุนการเก็บเกี่ยวและขนส่งจะแพงมาก นอกจากนั้นการใช้ชีวมวลเพื่อพลังงานยังต้องคำนึงถึงผลกระทบอื่น เช่น ฟางข้าวบางส่วนควรถูกทิ้งในแปลงนาให้ย่อยสลายเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แกดิน

การใช้พลังงานชีวมวลมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจของประเทศไทยมากกว่าการพึ่งพาพลังงานภายนอก เพราะนอกจากจะไม่สูญเสียเงินตราต่างประเทศแล้วยังเป็นการสร้างงานในประเทศอีกจำนวนมากด้วย แต่ที่ยังไม่ประสบความสำเร็จการใช้ชีวมวลเพื่อพลังงานเนื่องจากปัญหาต่อไปนี้

- แหล่งเงินทุนหายากสำหรับพลังงานชีวมวล
- นโยบายแผนงานและการสนับสนุนของรัฐไม่ชัดเจน

สู่ผู้ให้พลังงานจากไม้ยางพาราและไม่ปาล์มจะเป็นแหล่งพลังงานขนาดใหญ่ที่ค่อนข้างมีความมั่นคงสูง เพราะเป็นชีวมวลที่เป็นเศษเหลือจากอุตสาหกรรมเกษตรที่จะยังคงอยู่กินกันอย่างรักถิ่น และยังไม่มีความเสียหายของรัฐที่จะดูแลการใช้พลังงานชีวมวลจากอุตสาหกรรมยางและปาล์มน้ำมัน ตัวอย่างเช่น การปลูกยางปิงปงนั้นถ้าถึงแก่การได้หยางเพียงอย่างเดียวจะเป็นกิจกรรมที่ดูแลโดยกระทรวงเกษตร แต่หากพิจารณาจากอุตสาหกรรมยางประกอบด้วยยาง ไม้ยางและพลังงาน เราจะต้องการหน่วยงานระดับนโยบายของภาพรวมและวางแผนในการปลูกยางพาราที่สามารถตอบสนองความต้องการทั้ง 3 ส่วนเพื่อให้ได้ประโยชน์สูงสุด

(1) ชีวมวลจากเกษตร

ศักยภาพของชีวมวลจากเกษตรในประเทศไทยพิจารณาได้ 3 ส่วนคือ ชีวมวลจากเกษตรระยะยาว (ยางพาราและปาล์มน้ำมัน) ชีวมวลจากเกษตรระยะสั้น (พืชอายุต่ำกว่า 1 ปี เช่น ข้าว และอ้อย) และชีวมวลปลูกเพื่อพลังงาน (dendropower)

ชีวมวลเกษตรระยะยาว

ยางพารา

ประเทศไทยปลูกยางต้นแรกในปี 2443 และจะยังคงอยู่ต่อไปตราบนานาชาติ ยังคงต้องการใช้ยางธรรมชาติ รัฐบาลไทยมีนโยบายคงพื้นที่ปลูกยางไว้ 12 ล้านไร่ โดยจะลดพื้นที่ปลูกในภาคใต้และขยายพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ปลูกในภาคใต้จะทดแทนด้วยปาล์มน้ำมัน ซึ่งเป็นพืชอุตสาหกรรมระยะยาวเช่นเดียวกับยางพารา ดังนั้นจึงเป็นที่มั่นใจได้ว่าชีวมวลจากเกษตรระยะยาว ทั้งยางพาราและปาล์มน้ำมันจะยังคงเป็นแหล่งอุปทานหลักของชีวมวลเพื่อพลังงานที่มั่นคงในอนาคต การสำรวจพื้นที่ปลูกยางในปี 2538-39 ปรากฏพื้นที่ปลูกยางในภาคใต้ 10,454,210 ไร่ ภาคตะวันออก 1,507,446 ไร่ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 283,875 ไร่

ต้นยางพาราผลิตชีวมวลจากการผลิตใบและกิ่งแห้งจำนวน 227.3 กก./ไร่ และ 15.7 กก./ไร่ ตามลำดับ (Praserisan, 1991) ซึ่งเป็นปริมาณน้อยมากไม่เหมาะแก่การใช้เป็นพลังงาน แต่ควรที่จะให้พืชมเป็นอินทรีย์สารเกดดิน ดินยางให้หยางเมื่ออายุ 6-7 ปี และต้องโค่นปลูกใหม่เมื่ออายุ 25-30 ปี ในพื้นที่ 1 ไร่จะปลูกยางได้ 60-70 ต้น เมื่อโค่นจะได้เนื้อไม้ทั้งสิ้น 45 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ ซึ่งจะมีการนำมาแปรรูปประมาณร้อยละ 46 อีกร้อยละ 54 เป็นไม้ขนาดเล็กทั้งในสวน ในการแปรรูปเหลือเศษไม้จึงประมาณร้อยละ 28-34 และในการผลิตเฟอร์นิเจอร์เหลือเศษไม้จึงอีกประมาณร้อยละ 6-9¹

การสำรวจข้อมูลสวนยางในปี พ.ศ. 2539 พบว่าภาคใต้มีต้นยางอ่อน (อายุน้อยกว่า 5 ปี) จำนวน 13 % และภาคตะวันออกจำนวน 16.7 % ในสภาวะคงตัวการปลูกทดแทนควรจะเพิ่ม 3-4 % ต่อปี และควรมียางอ่อน (อายุ 0-5 ปี) จำนวน 15-20 % ตัวเลขข้างต้นแสดงว่าภาคใต้มีการปลูกทดแทนน้อยกว่าพื้นที่ที่ตัดโค่น (เพราะเปลี่ยนไปปลูกพืชอื่น เช่น ปาล์มน้ำมันหรือผลไม้) หรืออาจตีความได้ว่าภาคใต้มีการตัดโค่นน้อยกว่าที่ควร (ซึ่งมักจะมีส่วนจากยางราคาดี หรือสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สทย.) ไม่มีงบประมาณสนับสนุนได้)

ในสภาวะคงตัวที่ควรมีการโค่นยาง 3-4 % ของพื้นที่ปลูกนั้นจะต้องมีพื้นที่โค่นปีละ 360,000-480,000 ไร่ แต่ปัจจุบัน สทย. มีงบประมาณสนับสนุนการปลูกทดแทนได้เพียงปีละ 148,000 ไร่ แต่ด้วยความต้องการของอุตสาหกรรมไม้ยางพารา จึงทำให้โรงเลื่อยเพิ่มราคาซื้อขายไม้ยาง การโค่นต้นยางโดยไม่ผ่านการกระบวนราชการของ สทย. ทำให้ไม่มีหลักประกันว่าเกษตรกรจะปลูกยางทดแทน ดังนั้นพื้นที่สวนยางในภาคใต้และภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีลดลง ย่างไรก็ตามพื้นที่ภาคใต้จะยังคงเป็นแหล่งปลูกยางเกือบ 90 % ของประเทศ

ไม้ยางพาราแปรรูปเป็นสินค้าได้เพียง 6-10 % เท่านั้น ดังนั้นกว่า 90 % ของชีวมวลจึงเป็นวัสดุเศษเหลือ ขณะนี้ไม่สามารถประมาณการพื้นที่ตัดโค่นได้แน่นอน การศึกษาของเอกทนายธรรม์ระบุว่า 83 % ของพื้นที่ตัดโค่นในประเทศไทยถูกใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา (17 % ตัดโค่นโดยไม่ได้อีกไม่ได้ถูกนำไปใช้ประโยชน์เป็นเพราะความทุรกันดาร)

หากอุตสาหกรรมยังคงมีประสิทธิภาพการใช้ไม้ต่ำกว่า 10 % เช่นปัจจุบันจะพบว่าในยอดคัตอินไลน์ (2545-2550) ประเทศไทยจะมีเศษไม้ยางพาราไม่ต่ำกว่า 114.2×10^6 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และปริมาณสูงสุดจะปรากฏในช่วง พ.ศ. 2551-2556 คือ มีเศษไม้ยางพารา 136×10^6 ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นพลังงาน 1.113×10^{12} จูลล์ และ 1.326×10^{12} จูลล์ต่อปี ตามลำดับ สหกรณ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนไทยคาดการณ์ว่าในปี 2543 ต้องใช้ไม้แปรรูปทั้งสิ้น 1,600,000 ลูกบาศก์เมตร (สรรพกิจ, 2542) ซึ่งหากคำนวณตามรูปที่ 5 แล้วจะต้องได้สวนยางประมาณ 300,000 ไร่

โดยสรุปอุตสาหกรรมไม้ยางพาราเป็นแหล่งอุปทานที่สำคัญของชีวมวลไม้ยางพารา แหล่งผลิตที่สำคัญคือภาคใต้ ซึ่งในปี 2541 มีโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราทั้งสิ้น 373 โรง โรงงานกระจายอยู่ตามจังหวัดสำคัญๆ ที่ปลูกยางมากตามลำดับต่อไปนี้ สงขลา (80) สุราษฎร์ธานี (69) นครศรีธรรมราช (53) ยะลา (46) ตรัง (36) และพัทลุง (14) ชีวมวลจำนวนมากจะอยู่ในสวนยาง (54%) ดังนั้นจังหวัดที่ปลูกยางมากจะมีชีวมวลในสวนยางมากตามลำดับ

¹ ข้อมูลจากสำนักงานวิจัยชุดโครงการอุตสาหกรรมไม้ยางพารา สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

คือสุราษฎร์ธานี สงขลา นครศรีธรรมราช ตรัง ยะลา และระนอง แต่เนื่องจากการรวบรวมชีวมวลจากสวนยางจะมีราคาถูกกว่าการใช้ชีวมวลเศษเหลือในโรงงาน (เหลือในโรงเลื่อยประมาณ 70 % ของวัตถุดิบ) และในโรงงานเฟอร์นิเจอร์ (เหลือ 50 % ของวัตถุดิบ) ประกอบกับโรงงานเป็นแหล่งใช้พลังงาน ทั้งความร้อนและไฟฟ้า ดังนั้นการผลิตพลังงาน (cogeneration) ที่โรงงานจึงมีความเหมาะสมกว่า โดยมีโรงงานและสวนยางบริเวณใกล้เคียงเป็นแหล่งสนับสนุนเสริมด้านพลังงาน จากการศึกษาเบื้องต้นจากข้อมูลวิทยุภูมิภาคการผลิตของโรงงานพบว่าอุตสาหกรรมไม้ยางพาราในประเทศไทยจะมีกำลังการผลิตไฟฟ้ารวม 950 MW และหากจะใช้ชีวมวลเหลือทั้งในส่วนยางแต่เพียงอย่างเดียวนี้ โรงไฟฟ้าขนาด 6 MW สามารถเชื่อมต่อเพียงฟองและยังเกินหากมีพื้นที่สวนยาง 65,700 ไร่ หรือพื้นที่ทั้งหมดรวมครอบคลุมรัศมี 5-8 กม. (Prasertsan and Vanapruk, 1998)

ปาล์มน้ำมัน

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 1.4 ล้านไร่ อยู่ในรูปของบริษัท 50 % เกษตรกรรายใหญ่ 18 % และเกษตรกรรายเล็ก 32 % ในปี 2541 ไทยมีผลผลิตทะลายสด 2.5 ล้านตัน (2.7 % ของโลก) และผลิตน้ำมันปาล์มได้ 360,000 ตัน (2 % ของโลก) อุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันของไทยใหญ่เป็นอันดับ 3 ของเอเชีย (เอเชียผลิตน้ำมันปาล์ม 82 % ของโลก) แต่ยังคงห่างไกลอันดับ 1 (มาเลเซีย 46 % ของโลก) อยู่มาก พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในประเทศไทยกำลังขยายตัวในภาคใต้ เมื่อ พ.ศ. 2520 ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกปาล์มเพียง 69,000 ไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยวในปี 2539 มีจำนวน 1.02 ล้านไร่ อยู่ในจังหวัดกระบี่ (38 %) สุราษฎร์ธานี (27 %) ชุมพร (18 %) สตูล (5.7 %) ตรัง (3.8 %) และจังหวัดอื่นๆ (7.5 %) ดังนั้นพื้นที่ที่มีศักยภาพชีวมวลจากปาล์มน้ำมันคือ กระบี่ สุราษฎร์ธานี และชุมพร ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีโรงงานหรือมีนํ้าปาล์มมากที่สุดด้วย

กำลังการผลิตของโรงงานในจังหวัดต่างๆ แสดงในตารางที่ 6.11 ซึ่งคำนวณเป็นปริมาณวัสดุเศษเหลือเพื่อพลังงานได้กำลังการผลิตติดตั้ง 850 ตัน/ชั่วโมง หรือ 3.74×10^6 ตัน/ปี) จะมีเมื่อกำลังการผลิตติดตั้งรวม 4.3 ล้านตัน/ปีนั้นสูงกว่าผลผลิตในเวียดนาม (2.5 ล้านตัน) ถึง 1.72 เท่า กำลังการผลิตสูงมากเพราะผลปาล์มออกเป็นฤดูกาล โรงงานจึงต้องติดตั้งเพื่อสำหรับฤดูกาลที่ผลปาล์มออกมาสูง กำลังการผลิตต่อปีในตารางจึงประมาณจากวัตถุดิบซึ่งมีเพียง 58 % ของกำลังการผลิตติดตั้งรวม และคิดชั่วโมงผลิต 4,300 ชม./ปี วัสดุเศษเหลือ

คำนวณจากค่า FFB โดยมีปัจจัยดังนี้ (Prasertsan & Prasertsan 1996) น้ำเสีย (WW) 0.87 ทะลายเปล่า (EFB) 0.28 ไบโกล (PPF) 0.12 และทะลาย (PKS) 0.08 ค่าความร้อนของทะลายเปล่า ไบโกล และทะลายมีค่า 4.6 MJ/kg 9.6 MJ/kg และ 17.4 MJ/kg ตามลำดับ (Aziz, 1994) และน้ำเสียสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ $15.6 \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ ww}$ (Doelle et al. 1998) หรือ 434.3 MJ/m³ ww

ตารางที่ 6.11 กำลังการผลิตน้ำมันปาล์มในภาคใต้และศักยภาพพลังงาน (2541)

จำนวน โรงงาน	กำลังการผลิต (FFB) (t / h) *	วัสดุเศษเหลือ x 10 ³ t / y ww EFB PPF PKS	พลังงาน x 10 ³ M J	
19	850	2,120	1,844.1 593.4 254.4 169.5	8,921.9

หมายเหตุ : * กำลังการผลิตติดตั้ง ** กำลังผลิตจริง

จากตารางจะเห็นว่าเฉพาะโรงรับซื้อน้ำมันปาล์มเพียงอย่างเดียวมีชีวมวลรวมนี้ทั้ง ที่จะผลิตพลังงานได้ถึง (ความร้อน) $8,922 \times 10^3$ จูลล์ โรงรับซื้อน้ำมันปาล์มขนาดใหญ่จะติดตั้งระบบ cogeneration ชนิดใช้ back pressure turbine กำลังติดตั้งทั่วไปคือ 500 kW จากการศึกษารายชื่อ Wibulsawas and Terdyothin (1990) พบว่ามีประสิทธิภาพของระบบเพียง 45.9% เพราะไอที่ปล่อยไประบร้อนไบน้อยกว่าที่ควรจะเป็นจากการสำรวจของสุธีระและพูนสุข (2537) พบว่าโรงงานส่วนมากผลิตกำลังไฟฟ้าเพียง 50% ของกำลังติดตั้งเท่านั้น

จากข้อมูลในตารางแสดงว่าชีวมวลเหลือซึ่งสามารถผลิตพลังงานได้ 4.2×10^6 จูลล์/ตัน FFB ในการรับ FFB 1 ตัน ต้องใช้พลังงานไฟฟ้า 20-25 kWh และไอน้ำ 0.73 ตัน (2.5 บาร์) (Pennington, et al., 1995) ในการผลิตพลังงานดังกล่าวต้องพลังงานความร้อน (คิดประสิทธิภาพความร้อนในการผลิตไฟฟ้า 25 %) ทั้งสิ้น 2.2×10^6 จูลล์ จะเห็นว่าอุตสาหกรรมรับซื้อน้ำมันปาล์มสามารถผลิตพลังงานเพิ่มได้ประมาณ 2×10^6 จูลล์ ความร้อนต่อตัน FFB ทำให้กำลังการผลิตส่งออกนอกโรงงานได้ทั้งสิ้น $4,240 \times 10^3$ จูลล์/ปี

ต้นปาล์มต้องงัดโค่นปลูกใหม่เมื่ออายุ 25 ปี (ขณะนั้นปาล์มแก่แก่ของประเทศไทยถึงรอบตัดโค่นแล้ว) ในระหว่างอายุกับเกี่ยวสวนปาล์มจะผลิตชีวมวลเป็นทางปาล์ม (ก้านใบ) จำนวน 400 กก./ไร่ และเมื่อตัดโค่นแล้วจะได้ไม้ 30.46 ลูกบาศก์เมตร/ไร่ การกระจายของอายุต้นปาล์มน้ำมันเป็นดังตารางที่ 6.12

ตารางที่ 6.12 ศักยภาพพลังงานจากดิบป่าดิบน้ำ

ปีที่ปลูก	พื้นที่ปลูก (ไร่)	อายุขณะนี้ (2543) (ปี)	ปีตัดโค่น	ไม้จากตัดโค่น $\times 10^3$ (ลบ.ม)	พลังงาน $\times 10^{10}$ J / ปี
2521 - 2525	263,200	18 - 22	2546 - 2550	8,017	10,528
2526 - 2530	285,160	13 - 17	2551 - 2555	8,686	11,406.4
2531 - 2535	327,790	8 - 12	2554 - 2560	9,984	13,111.6
2536 - 2540	454,250	3 - 7	2561 - 2565	13,836	18,170.0

ที่มา : จัดแปลงจากข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

การโค่นยางพารา 1 ไร่ ได้ชีวมวล 45 ลบ.ม. และใช้ผลิตผลิตภัณฑ์เพียง 10 % จะทำให้ได้ชีวมวลเพื่อพลังงาน 40.5 ลบ.ม. และได้พลังงานประมาณ 400×10^9 จูลส์ (ความหนาแน่น 650 kg/m^3 ความร้อน 15-16 MJ/kg) ซึ่งสูงกว่าการโค่นปาล์มถึง 2 เท่า ดังนั้นการลดพื้นที่ปลูกยางในภาคใต้จะทำให้ศักยภาพพลังงานชีวมวลลดลง แต่ไม่น่าจะมีนัยสำคัญเพราะอุปทานน่าจะมากกว่าอุปสงค์ของโรงไฟฟ้า

ชีวมวลเกษตรระยะสั้น

ข้าว

ใน พ.ศ. 2542 ประเทศไทยผลิตข้าวทั้งปีและนาปรังปีละประมาณ 23.3 ล้านตันข้าวเปลือก โดยแบ่งเป็นข้าวนาปี 18.976 ล้านตัน และข้าวนาปรัง 4.336 ล้านตัน โดยมีพื้นที่ปลูกข้าวรวมทั้งสิ้น 57.195 ล้านไร่ เป็นที่คาดว่าผลิตข้าวในปี 2543 จะลดลงประมาณ 0.61 % (กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2543) พื้นที่ปลูกข้าวแยกตามภาคได้ดังตารางที่ 6.13

ตารางที่ 6.13 พืชปลูกข้าวแยกตามภาค ในปี พ.ศ. 2542

ภาค	นาปี			นาปรัง	
	พท. ($\times 10^3$ ไร่)	ผลผลิต ($\times 10^3$ ตัน)	พื้นที่ ($\times 10^3$ ไร่)	พื้นที่ ($\times 10^3$ ไร่)	ผลผลิต ($\times 10^3$ ตัน)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	32,207	8,550	444		191
กลาง	9,772	4,527	3,429		2,469
เหนือ	12,442	4,958	2,297		1,543
ใต้	2,773	941	288		133
รวม	57,194	18,976	6,458		4,336

ผลิตข้าวของไทยในช่วงปี 2531-2540 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จากที่เคยผลิตได้ 21.26 ล้านตัน ใน พ.ศ. 2531 (พื้นที่เพาะปลูก $64,677 \times 10^3$ ไร่) เพิ่มขึ้นเป็น 23.58 ล้านตัน ใน พ.ศ. 2540 (พื้นที่ $64,189 \times 10^3$ ไร่) แต่จำนวนโรงสีกลับลดลงอย่างต่อเนื่อง จากจำนวน 45,019 โรง ใน พ.ศ. 2536 เหลือ 43,275 โรง ใน พ.ศ. 2540 โดยโรงสีเกินกว่าครึ่งหนึ่ง (28,533 โรง) จะอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และที่เหลือจะอยู่ในภาคเหนือ (8,779) ภาคกลาง (3,232) และภาคใต้ (2,731) (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2542)

แถบที่ได้จากการสืบทอดคิดเป็น 23 % ของข้าวเปลือก (Black & Vealch, 2000) และมี energy used factor = 0.531 (53.1 % ของแถบถูกใช้เป็นพลังงานในโรงสี) และ surplus availability factor = 0.469 โดยมีค่าความร้อน 14.27 MJ/kg ดังนั้นแถบขบขนั้น มีศักยภาพใช้เป็นพลังงานดังตารางที่ 6.14

ตารางที่ 6.14 การใช้แถบเป็นพลังงานและศักยภาพพลังงาน ในปี 2542

ภาค	ผลผลิตรวม $\times 10^3$ ตัน	ปริมาณแถบ $\times 10^3$ ตัน	พลังงานรวม $\times 10^4 \text{ MJ}$	พลังงานไร่ใน $\times 10^4 \text{ MJ J}$	ศักยภาพพลังงาน $\times 10^4 \text{ MJ J}$
ตะวันออกเฉียงเหนือ	8,741	2,010	28,689	15,234	13,455
กลาง	6,996	1,609	22,962	12,193	10,769
เหนือ	6,501	1,495	21,337	11,330	10,007
ใต้	1,074	247	3,525	1,872	1,653
รวม	23,312	5,361	76,513	40,629	35,884

อ้อย

พื้นที่ปลูกอ้อยในประเทศไทย เพิ่มขึ้นจาก $4,133 \times 10^3$ ไร่ ในปี 2531 เป็น $6,267 \times 10^3$ ไร่ ในปี 2535 และตัวเลขค่อนข้างคงที่ประมาณ $5,800 \times 10^3 - 6,000 \times 10^3$ ไร่ ใน พ.ศ. 2542 พื้นที่ปลูกมีทั้งสิ้น $5,644 \times 10^3$ ไร่ มีผลผลิตทั้งสิ้น $55,100 \times 10^3$ ตัน ผลผลิต 9,762 กก./ไร่

ชีวมวลจากอุตสาหกรรมน้ำตาลประกอบด้วยอ้อยและบ่ออ้อย 30.2 % ขานอ้อย 29.1 % (Bhattacharya, et al., 1989; DEDP, 1992) ดังนั้นศักยภาพชีวมวลและพลังงานสามารถคำนวณได้จาก energy use factor (0.793 สำหรับขานอ้อยและอ้อย 0.00 สำหรับบ่ออ้อย) และ surplus availability factor (0.207 และ 0.986 ตามลำดับ) ดังแสดงในตารางที่ 6.15 โดยคำนวณจากค่าความร้อนของขานอ้อยและบ่ออ้อย 14.40 และ 17.39 MJ/kg ตามลำดับ

ตารางที่ 6.15 การใช้ชีวมวลจากอ้อยเป็นพลังงานและศักยภาพพลังงาน (2542)

ภาค	ผลผลิต x 10 ³ ตัน	ปริมาณ ใน-ยอด x 10 ³ ตัน	ปริมาณ รวม x 10 ³ MJ	พลังงาน ใช้ในโรงงาน x 10 ³ MJ	ศักยภาพ พลังงาน x 10 ³ MJ
เหนือ	12,586	3,801	3,662	107,467	43,404
ตะวันออกเฉียงเหนือ	20,615	6,205	5,999	193,675	70,856
กลาง	21,899	6,591	6,373	205,736	75,264
รวม	55,101	16,597	16,034	506,878	189,524
					317,354

ศักยภาพพลังงานของชีวมวลจากอุตสาหกรรมน้ำตาลมีคู่แข่งอย่างอื่น เช่น ใช้ชานอ้อยและกากน้ำตาลทำปุ๋ยหมัก ชานอ้อยที่แน่นอนไม่มีความหนาแน่นปานกลาง (MDF) หรือกระดาษ การเก็บเกี่ยวและย่อยต้องใช้เวลาใช้สูง ดังนั้นชีวมวลเพื่อพลังงานจากอุตสาหกรรมน้ำตาลจึงมีความน้อยกว่ากลับ

ชีวมวลเพื่อพลังงานจากป่าปลูก

การปลูกป่าเพื่อพลังงานหากจะให้นิยามได้ควรใช้ Impac น้อยที่สุดในแง่ของพลังงานแล้วแต่ไม่ละสมพลังงานจากการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นการดึงพลังงานแสงอาทิตย์ มาเก็บแปรรูปเป็นพลังงานชีวมวลในอัตราส่วนประมาณ 15-30: 1

ในปี 1997 ประเทศไทยมีป่าเสื่อมโทรมและพื้นที่ว่างเปล่า 68.75x10³ ไร่ และคาดว่าในปี 2010 จะเพิ่มเป็น 77.5x10³ ไร่ และได้มีการศึกษาใน scenario ต่างกัน 3 scenario โดยมีการจัดการสวนป่า ปุ๋ย และพันธุ์ไม้ และการชลประทานเป็นตัวแปร พบว่าใน scenario ที่เลวร้ายที่สุดจะผลิตชีวมวลได้ 135,752x10³ ตัน/ปี และในกรณีที่ดีที่สุด (ซึ่งต้องลงทุนมาก) จะได้ชีวมวล 511,466x10³ ตัน/ปี (DEDP, 1999) ถ้าหากใช้ปลูกแคสสิปัส (E. Camaldulensis) จะได้ไม้แห้ง 40.75 ตัน/ไร่ โดยมีต้นทุนการผลิต 208 บาท/ตันไม้แห้ง คิดเป็นต้นทุนพลังงาน 13.9 บาท/GJ ซึ่งต่ำกว่าน้ำมันเตามาก

ข้อมูลเมื่อเดือนเมษายน 2542 มีพื้นที่สวนป่าชันทะเบียน 417,360 ไร่ ต้นไม้ต่าง ๆ 49,913,066 ตัน ไม้จากสวนป่ามีเป้าหมายเพื่ออุตสาหกรรม เช่น ชี้นไม้และไม้แปรรูป ในการทำไม้แปรรูปนั้นจะมีวัสดุเศษเหลือประมาณ 70 % ซึ่งใช้ในการผลิตถ่านหือทั้งโดยไม้ใช้ประโยชน์ การใช้ชีวมวลจากป่าปลูกเพื่อผลิตพลังงานจึงต้องแข่งขันกับกิจการอื่น ขณะนี้กิจการพลังงานชีวมวล (cogeneration) ดำเนินการโดยบริษัทขนาดใหญ่ เช่น เกษตรกรู้งเรือง

(Advance Agro) เป็นบริษัทขนาดใหญ่มีสวนป่าของตนเอง จึงค่อนข้างมีความมั่นคงในรูปทานของเชื้อเพลิง การผลิตพลังงานนอกจากจะลดต้นทุน เพิ่มรายได้ (จากการขายไฟฟ้า) แล้วยังแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมเสียก็ต้องกำจัดทิ้งอีกด้วย สำหรับเอกชนที่ไม่มีสวนป่าของตนเองคงต้องทำสัญญาซื้อขายเชื้อเพลิงจากกลุ่มสหกรณ์

(2) ชีวมวลจากอุตสาหกรรมเกษตร ปศุสัตว์และขยะเทศบาล

แก๊สชีวภาพ

แหล่งกำเนิดหลักของแก๊สชีวภาพคือ มูลสัตว์และของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทอินทรีย์ เช่น อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม สัตว์เศรษฐกิจที่เลี้ยงเป็นอุตสาหกรรมคือ โค เนื้อ สุกร และสัตว์ปีก โดยเฉพาะในฟาร์มขนาดใหญ่เท่านั้นที่มีปริมาณมูลสัตว์มากพอในการผลิตแก๊สชีวภาพ ในปี 1997 มีโครวมกันประมาณ 5.6 ล้านตัว สุกร 9.6 ล้านตัว และไก่-เป็ด 186 ล้านตัว ให้มูลแห้งทั้งหมดได้ (สัดส่วนการเก็บเกี่ยว 0.8) 2.582x10⁶ กก./ปี และมีศักยภาพการผลิตแก๊สชีวภาพ 10,244x10³ จูลส์ (DEDP, 1999) อย่างไรก็ตาม มูลสัตว์ก็มีทางเลือกใช้อย่างอื่นอีกมาก เช่น มูลโคสามารถใช้เป็นปุ๋ยคอกบรรจุถุงขายได้ตั้งแต่ 15-20 บาท สพข. คาดการณ์ว่าจะสนับสนุนให้มีแก๊สชีวภาพในฟาร์มสุกรจำนวน 60,000 ลูกบาศก์เมตร (Viseshakul, 1997)

กรมส่งเสริมการเกษตรโดยความสนับสนุนของ สพข. ได้ส่งเสริมให้เกษตรกรผลิตแก๊สชีวภาพจากมูลสัตว์ (สุกรและโคเนื้อ) ขนาด 12-100 ลูกบาศก์เมตร จนถึงเดือนมิถุนายน 2543 ได้ก่อสร้างไปแล้ว 12,754 ลูกบาศก์เมตรเกษตรกร 360 ราย เป้าหมาย 22,000 ลูกบาศก์เมตรเทียบเท่าสุกร 100,000 ตัว ในขณะที่สุกรขณะนี้ 8-10 ล้านตัว จึงเทียบเป็นเพียง 1 % เท่านั้น

น้ำทิ้งอุตสาหกรรมในประเทศไทยมีค่า BOD รวม 4,275 ตัน/วัน (MOI, 1998) ซึ่งประเมินได้ว่าสามารถผลิตแก๊สชีวภาพได้ 22.5x10¹⁵ จูลส์/ปี (DEDP, 1999) อุตสาหกรรมที่มีศักยภาพสูงสุด 3 อันดับแรก คือ อุตสาหกรรมแป้ง น้ำตาล และสุรา ซึ่งจะมีศักยภาพผลิตแก๊สชีวภาพได้ 6,304x10¹² จูลส์/ปี

ขยะเทศบาล

ขยะเทศบาลมีทั้งส่วนที่เป็นชีวมวลและไม่ใช้ชีวมวลและไม่ใช้ชีวมวลขึ้นอยู่กับแหล่งที่มา หากเป็นขยะจากตลาดจะเป็นอินทรีย์สามากและความชื้นสูง การใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิงจึงทำได้ 2 วิธีคือการคัดเลือกว่าส่วนไหนได้ (RDF) มาเผาโดยตรง และการผลิตแก๊สเชื้อเพลิงโดยการ

ย่อยสลายไม่พอหนักไร้อากาศ หรือฝังกลบแล้วได้เกิดจากการฝังกลบ (ซึ่งเป็นผลพลอยได้) ประเทศไทยมีขยะเทศบาล (MSW) วันละประมาณ 25,000 ตัน โดยเป็นขยะในกรุงเทพมหานครประมาณ 8,000 ตัน/วัน (DEDP, 1999) เป็นที่ประมาณการว่าขยะทั่วประเทศสามารถผลิตพลังงานความร้อนจากการเผาได้ 4.17×10^{15} จูลส์/ปี ปัญหาใหญ่ของการใช้ขยะเป็นเชื้อเพลิง

6.6.3 เทคโนโลยีพลังงานชีวมวล

(1) กระบวนการปรับปรุงพลังงานชีวมวล

ชีวมวลใช้เป็นแหล่งพลังงานใน 2 ลักษณะคือ แบบปกติทั่วไป (traditional) และแบบสมัยใหม่ (modern) ในประเทศที่ไม่ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยี เช่น ประเทศไทย จะพบเห็นการใช้มวลแบบปกติทั่วไป เช่น เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน ในอุตสาหกรรมขนาดเล็ก (เผื่อใช้ผลิตปูนขาว) การใช้มวลแบบสมัยใหม่เป็นการแปรมวลแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว หรือก๊าซและไฟฟ้า โดยกระบวนการต่าง ๆ เช่น การผลิต ethanol, methanol, biodiesel, pro-
ducing gas, biomass และ cogeneration เป็นต้น

เทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานจากชีวมวล แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ การเผาเป็นพลังงานความร้อน (direct combustion) การเปลี่ยนรูปเป็นของเหลวหรือก๊าซโดยวิธี

การเผาโดยตรง

การเผาให้ความร้อนโดยตรงมักจะพบในครัวเรือนและในอุตสาหกรรม ในชนบทซึ่งมีค่าพลังงานต่ำจะหันมาใช้กับชนิดผลิตภัณฑ์ (WEN, 1993) การศึกษาในปี 1997 พบว่าประเทศไทยใช้รวมเป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรม 18.7 ล้านตัน/ปี และเป็น การใช้อย่างมีประสิทธิภาพค่อนข้างต่ำ (19-60 %) และหากปรับปรุงก็ยังมีโอกาสประหยัดได้ 9.2 ล้านตัน/ปี (DEDP/ECCT, 1999) นอกจากนี้การใช้น้ำมันหรือถ่านหินหรือถ่านหินอัดแท่งแล้ว เทคโนโลยีการเผาโดยตรงยังใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตไฟฟ้าและความร้อน โดยมีการพัฒนาเทคโนโลยีเผาเผาใช้ชั้น เช่น fluidized bed combustion การเผาโดยตรงนี้ จะใช้ความร้อนไปผลิตไอน้ำเพื่อผลิตพลังงานและพลังงานไฟฟ้า โดยใช้กังหันไอน้ำและ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาไว้นานแล้ว ประสิทธิภาพของระบบมีค่าประมาณ 25-35 % ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาด (capacity) อุณหภูมิและความดันของไอน้ำที่ผลิตได้

ชีวมวลในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นผลิตผลทางเกษตร ดังนั้นจึงควรตั้งเป้ากลับโรงงานเพื่อลดต้นทุนการจัดหาเชื้อเพลิง นอกจากนี้ โรงงานอุตสาหกรรมเกษตรมักจะต้ององการความร้อนใช้ในกระบวนการผลิตด้วย การผลิตพลังงานร่วมความร้อนและไฟฟ้าจึงเหมาะสมสำหรับอุตสาหกรรมประเภทนี้ เพราะนอกจากจะได้ประสิทธิภาพสูงแล้ว ยังช่วยให้โรงงานไม่ต้องพึ่งพาพลังงานจากภายนอก และยังเป็นารช่วยกำจัดวัสดุเศษเหลืออีกด้วย โรงงานที่เหมาะสมสำหรับการผลิตพลังงานร่วมความร้อนไฟฟ้าในประเทศไทยได้แก่ โรงสีข้าว โรงงานน้ำตาล โรงทอผ้าไหมเป่าลม โรงเลื่อยและฟอรั่มจีนวู้ม ขณะนี้สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (สพช.) มีนโยบายส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลในโครงการผู้ผลิตรายย่อย (SPP) จำนวน 300 MW. และได้ศึกษาความเหมาะสมแก่โรงงาน 10 แห่งทั่วประเทศ

กระบวนการเคมีความร้อน

กระบวนการทางเคมีความร้อนที่คุ้นเคยกันมากที่สุดคือ ไพโรไลซิส (pyrolysis) หรือ การเผาถ่าน ซึ่งใช้ความร้อนแยกสลายชีวมวลออกเป็นแก๊ส น้ำมันดิน (tar) และถ่าน ปริมาณที่ แยกสลายได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดัน เวลา อัตราการให้ความร้อน (heating rate) และชนิด ชีวมวล ตัวอย่างเช่น ถ้าอุณหภูมิสูงมากก็จะได้น้ำมันเชื้อเพลิงจากการควบแน่น gasification และ หากอุณหภูมิต่ำ (< 600 °C) ก็จะได้ถ่านเป็นหลัก การทำเชื้อเพลิงเหลวจากชีวมวลต้องใช้เวลาโดยมี สูงขึ้น เช่น catalytic liquefaction หรือ flash pyrolysis ซึ่งเป็นกร pyrolyze ชีวมวลโดยมี heating rate สูงและ residence time ต่ำ

Gasification มีชื่อมากในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 แม้แต่ในประเทศไทย ก็มีความรู้ที่ใช้งานเป็นเชื้อเพลิง แอวกาศหลังสงครามโลกเมื่อน้ำมันหายขึ้น การใช้เทคโนโลยี gasification ก็ดูไป จนกระทั่งกบฏกบฏการนั้นมันในทศวรรษที่ 70 (1970-1980) จึงมีผู้สนใจ ศึกษาใช้ประโยชน์จากระบบ gasification มากขึ้น ในประเทศไทยได้มีงานวิจัยจำนวนมากที่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (Coovalattachai, 1989) แต่ถึงยังเป็นระบบขนาดเล็กใช้กับ เครื่องยนต์สันดาปภายใน (ขนาดใหญ่สุดที่พัฒนาคือ rice husk gasifier ขนาด 35 kW) ขณะ ผู้วิจัยได้พยายามศึกษาในเทคโนโลยีการผลิตแก๊สที่ความดันสูง (high pressure gasification) ใช้กับกังหันเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพโดยการทําร่วมกับสัทธิ์อเมริกาในโครงการ PSTC แต่ด้วยเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงทางการเมืองในประเทศเมื่อเดือนพฤษภาคม 2535 จึงทำให้ โครงการวิจัยนี้ถูกยกเลิกไปเพราะสหรัฐอเมริกาขาดความช่วยเหลือ (Coovalattachai, et al., 1989)

พัฒนาการของเทคโนโลยีในประเทศไทยจึงหยุดชะงักไป แต่ก็ยังมีหลายหน่วยงานของรัฐและมหาวิทยาลัยพยายามใช้เทคโนโลยี gasification ผลิตพลังงานในชนบท ซึ่งไม่ประสบความสำเร็จ เพราะโครงสร้างการบริหารของชุมชนไม่เข้มแข็งพอ เทคโนโลยีใช้ไม่สะดวก (ผู้เครื่องดัดแปลงไม่ได้) และไฟฟ้าเริ่มเข้าถึงเกือบทุกหมู่บ้าน

กระบวนการชีวเคมี

เป็นกระบวนการที่อาศัยจุลินทรีย์ (microorganism) แยกสลายชีวมวลโดยการหมัก metabolic แล้วให้ผลผลิตเป็นเชื้อเพลิงแก๊ส (CH₄) และเชื้อเพลิงเหลว (ethanol และ methanol) แก๊สมีเทน (CH₄) ได้จากการหมักแบบไร้อากาศ ขณะนี้ได้ใช้อย่างแพร่หลายในฟาร์มสุกร โดยการส่งเสริมของ สทช. และมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ นอกจากนี้ยังปรากฏใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เช่น โรงงานแปรรูปนม โรงงานเบียร์-สุรา โรงงานอาหารทะเล การผลิต ethanol ได้จากการหมักแป้งน้ำตาลหรือเซลลูโลส (cellulosic material) โดยใช้ยีสต์และนำไปผลิต ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether) ซึ่งเป็นสารทดแทน MTBE ในการเพิ่มค่า octane ในน้ำมันเบนซิน

(2) เทคโนโลยีการแปรรูปพลังงานชีวมวล

การผลิตพลังงานร่วมความร้อนไฟฟ้า (Cogeneration)

อุตสาหกรรมในประเทศที่ต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าและความร้อนนั้นมักจะผลิตพลังงานความร้อนเองและเชื้อเพลิงจากไฟฟ้าจากการ Cogeneration คือการผลิตพลังงานทั้งสองพร้อมกันในแหล่งเดียวกัน ในกรณีนี้โรงงานต้องใช้ boiler ความดันสูงเพื่อผลิตไอน้ำขับกังหันไอน้ำ (steam turbine) และใช้ไอน้ำเหลือจากการผลิตไฟฟ้าไปใช้ในกระบวนการความร้อน ทำให้ประสิทธิภาพพลังงานของระบบเพิ่มขึ้นสูงได้ถึง 85% การผลิตพลังงานร่วมความร้อนไฟฟ้าในประเทศไทยปรากฏในอุตสาหกรรมน้ำตาลและปาล์มน้ำมันและกำลังขยายตัวในอุตสาหกรรมไม้และโรงสีเมื่อรัฐบาลมีโครงการ SPP จากชีวมวล

ดีเซลชีวภาพ (biodiesel)

น้ำมันดีเซลชีวภาพได้จากการ transesterify น้ำมันพืชหรือน้ำมันสัตว์และเรียกในชื่อ methyl esters ในสหรัฐอเมริกาได้ทวีจริยใช้น้ำมันถั่วเหลือง และในยุโรปใช้ rape seed (Troszero, 1995) ในฟินแลนด์ได้ใช้ rape seed oil โดยไม่ต้องผ่านการบวมการใดแทนน้ำมัน

ดีเซลในเครื่องยนต์การเกษตร สำหรับประเทศไทยน้ำมันที่มีศักยภาพคือสบู่ดำและน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่มาก นอกจากนี้น้ำมันนํ้ามันยังเป็นที่ให้ผลผลิตสูงสุดคือให้น้ำมัน 3.27 ตัน/เฮกเตอร์ สูงกว่าทานตะวันซึ่งเป็นที่ให้น้ำมันมากเป็นอันดับสองถึง 6 เท่าตัว ประเทศไทยมีการผลิต 430,000 ตัน ในปี 2542 มีพื้นที่เก็บเกี่ยว 1.17 ล้านไร่ มีโรงงานสกัดน้ำมันขนาดใหญ่ 18 โรงงาน ขนาดเล็ก 24 โรงงาน และโรงงานกลั่นน้ำมันบริสุทธิ์ 11 โรงงาน โดยมีต้นทุนการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ 13.10 บาท/กก. และน้ำมันกลั่นได้ 17.60 บาท/กก. (ปี 2542) ซึ่งยังมีโอกาสลดลงอีกมาก เพราะตัวเลขของประเทศไทยเฉลี่ยต่ำกว่าเพียง 9.50 บาท/กก. และ 12.00 บาท/กก. ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าเป็นราคาใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลในปัจจุบัน (12.20 บาท ในปลายเดือนพฤษภาคม 2543)

น้ำมันปาล์มมีสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลแต่มีกำมะถันน้อยกว่า (0.04 %) (ดีเซลในประเทศไทยกำมะถัน 0.05 %) และได้มีการทดลองใช้ทดแทนกันในยานพาหนะหลายประเภท ค่าเปรียบเทียบแสดงในตารางที่ 6.16 (Sapuan, et al., 1996; Masjuki, et al., 1993)

ตารางที่ 6.16 แสดงค่าเปรียบเทียบระหว่างน้ำมันปาล์ม methyl ester จากน้ำมันปาล์มและน้ำมันดีเซล

	น้ำมันปาล์ม	Methyl ester	ดีเซล
ค่าความร้อน (K J / kg)	41,300	39,300	46,800
ค่าความกว้างพาด	0.875 - 0.898	0.87	0.832
ความหนืด (40°C) (cSt)	45.2	4.5	4.0
Celane index	50 - 52	50 - 52	53

ในประเทศมาเลเซียได้ทดลองใช้ methyl ester จากน้ำมันปาล์มที่กลั่น ฟอกสี และกำจัดกลิ่น (refined, bleached and deodorized, RBD) กับรถบรรทุกและแทรกเตอร์ พบว่ามีการใช้น้ำมันเพิ่มขึ้น 5-25 % สมรรถนะของเครื่องยนต์เป็นปกติและควันดำลดลง แต่มีผลทำให้ชิ้นส่วนพลาตตินและยางเสื่อมสภาพ และเมื่อทดลองใช้กับรถเก๋งที่ 8 คัน พบว่ารถที่ใช้ RBD methyl ester รุ่งได้ 12 กิโลเมตร/ลิตร ในขณะที่น้ำมันดีเซลได้ 13 กิโลเมตร/ลิตร (เครื่องยนต์ 1.8 ลิตร) เมื่อทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่ารถที่ใช้น้ำมันปาล์มมีกำลังลดลง 4.5 % และได้ข้อสรุปว่าที่ความเร็วเกินกว่า 80 กิโลเมตร/ชั่วโมง รถที่ใช้น้ำมันปาล์มจะประหยัดน้ำมันมากกว่าการใช้ดีเซล

การศึกษาคุณลักษณะการสลายพบว่าน้ำมันปาล์มมีความหนืดสูงไม่สามารถ atomize ได้จึงมีการจุดระเบิดและการสันดาปไม่ได้นัก จึงต้องปรับปรุงโดยการ degumming, microemulsion ปรับปรุงเครื่องยัด และ Transesterification คือการเปลี่ยนน้ำมันปาล์มให้เป็น methyl ester โดยให้น้ำมันปาล์มทำปฏิกิริยากับ methanol ที่ 50 °C โดยมี sodium hydroxide เป็น catalyst หากจะใช้น้ำมันปาล์มดิบ (CPO) ในเครื่องยัดดีเซล จะต้องปรับปรุงโดยใช้น้ำมันให้ร้อนก่อนและเสริมด้วย turbocharger เพราะน้ำมันปาล์มมี resident time ในการเผาไหม้มากกว่าน้ำมันดีเซลและการผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วนที่เหมาะสม

6.6.4 การวิจัยและพัฒนาพลังงานชีวมวลของประเทศไทย

(1) เทคโนโลยีพลังงานชีวมวลเพื่อสนับสนุนการผลิตไบโอดีเซลสาธิตและเพื่อสิ่งแวดล้อม

เนื่องจากอุตสาหกรรมพลังงานทดแทนโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมต่อเนื่องจากการเกษตรมีวัสดุเศษเหลือชีวมวลจำนวนมาก ซึ่งปรากฏใน 2 ลักษณะคือของแข็งและของเหลว (น้ำเสีย) ซึ่งมีศักยภาพการผลิตพลังงานความร้อน ซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญในกระบวนการผลิต การใช้วัตถุดิบเหลือผลิตพลังงานยังช่วยลดภาระและค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชเศษเหลือเหล่านี้ด้วย

งานวิจัยและพัฒนาที่ต้องการคือ

- การเพิ่มชีวมวลความชื้นสูง
- การผลิตแก๊สเชื้อเพลิงจากชีวมวลความชื้นสูง
- การดัดแปลง boiler เพื่อใช้ dual fuel

เพื่อให้ได้รูปแบบเชื้อเพลิงที่สะดวกต่อการใช้และการดัดแปลงอุปกรณ์รับเชื้อเพลิงที่มีอยู่เดิม (เช่น burner) งานวิจัยควรมุ่งเน้นที่การผลิตแก๊สเชื้อเพลิงมากกว่าการเผาโดยตรง งานวิจัยที่ต้องการคือ reactor (หรือ gasifier) ที่สามารถรับเชื้อเพลิงได้จำนวนมากในคราวเดียวกัน (reactor มีลักษณะเป็น fuel storage ด้วย) รับเชื้อเพลิงได้หลายชนิดและหลายขนาด (ไม่ต้องมีขั้นตอนย่อยขนาดเชื้อเพลิง) ในคราวเดียวกันและใช้ได้กับเชื้อเพลิงความชื้นสูง รวมถึงขยะเทศบาล งานวิจัยลักษณะนี้กำลังดำเนินการในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย โดยมีกำลังสูงสุด 2 MW ความร้อน

เทคโนโลยีการแปรรูปแบบเคมีชีวะ เช่น การผลิตแก๊สชีวภาพ (biogas) ที่ใช้กันมากในประเทศไทยคือ ระบบ UASB ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในฟาร์มสุกรและโรงงานอุตสาหกรรม

เกษตร การผลิตแก๊สชีวภาพเป็นการบำบัดน้ำเสียไปในตัว และมีข้อดีเหนือระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไปคือมีปริมาณ sludge น้อย และได้พลังงาน การผลิตแก๊สชีวภาพจึงเหมาะกับการใช้งานอุตสาหกรรม เทคโนโลยีนี้ได้รับการพัฒนามากพอสมควรจนเป็นที่รู้จักกันทั่วไป อย่างไรก็ตามยังคงมีบางประเด็นที่ควรสนใจเพื่อให้ได้เทคโนโลยีที่ดีขึ้น ได้แก่

- การผลิตแก๊สชีวภาพที่ solid content สูง
- การผลิตแก๊สชีวภาพจาก sludge น้ำเสียเทศบาล

ในหลายอุตสาหกรรมที่มี solid waste จำนวนมากที่มีความชื้นสูง และไม่เหมาะแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิง (เช่น แลือกกลับประด) หากต้องการใช้เพื่อผลิตพลังงานจะต้องมีเทคโนโลยีการผลิตแก๊สชีวภาพในสภาพที่ solid content สูงกว่าระบบปกติ

ขณะนี้ประเทศไทยมีเทศบาลจำนวนมากที่มีระบบบำบัดน้ำทิ้งรวม (และหลายแหล่งกำลังก่อสร้าง) ระบบบำบัดน้ำทิ้งรวมจะมีสไลด์จำนวนมากที่ต้องบำบัด สไลด์นี้จะมีน้ำอยู่มากและกำจัดนอกระบบ ในหลายประเทศใช้วิธีเผาหรือฝังกลบ หรือใช้บำบัดดิน แต่ก็พบว่าน้ำเสียเสีย เช่น โลหะหนักตกค้าง สไลด์ คือ ชีวมวลชนิดหนึ่ง (เป็นมวลของแบคทีเรีย) ซึ่งสามารถใช้ผลิตแก๊สชีวภาพได้เพิ่มขึ้น จนมีพลังงานเพียงพอสำหรับผลิตด้วยความร้อนก่อนผลิตแก๊ส การศึกษาในเครือข่ายพบว่า การสลายด้วยความร้อนก่อนนอกจากจะได้แก๊สเพิ่มขึ้นแล้วยังลดปริมาณสไลด์ได้ถึง 90%

(2) เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้า

เทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลได้รับการพัฒนาไปมาก เช่น การเผาแบบ fluidized bed ในประเทศไทยที่ประสบความสำเร็จ คือ บริษัทไทย เพาเวอร์ จำกัด ที่มีโรงไฟฟ้าชีวมวล 11 โรงที่ใช้แกลบ เปลือกไม้ เศษไม้ และลิกนินจากการผลิตเยื่อกระดาษ เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่กำลังได้รับความสนใจทั้งในสหรัฐอเมริกาและยุโรป คือ การรวม biomass gasifier กับ gas turbine อย่างไรก็ตามการวิจัยเทคโนโลยีนี้ต้องลงทุน infrastructure ทางการวิจัยค่อนข้างมาก (ทั้งกายภาพและคน) โอกาสที่จะสำเร็จได้ผลดีกว่าและทำตลาดได้ดีกว่าสหรัฐอเมริกาแน่นอนเป็นไปได้อย่างดี ดังนั้นการวิจัยเพื่อเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากชีวมวลนั้นควรวิจัยในประเทศเพิ่มประสิทธิภาพของระบบที่มีอยู่ขณะนั้นเพื่อให้ต้นทุนสามารถแข่งขันได้กับเชื้อเพลิงฟอสซิล

(3) ความสมดุลและการพัฒนาอย่างยั่งยืน

เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นทรัพยากรที่มีทางเลือกใช้ 2 ประการ คือ พลังงานหรือผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปิโตรเคมี แต่ชีวมวลมีศักยภาพการใช้ได้หลากหลายและมีผลทางสังคม เศรษฐกิจและต่อประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ดังนั้นการมุ่งเน้นใช้ชีวมวลเพื่อพลังงาน แต่เพียงประการเดียวอาจมีผลต่อการพัฒนาอย่างสมดุลและยั่งยืนได้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การที่เกษตรกรลดการขายการใช้อินทรีย์วัตถุปรับปรุงดิน แต่ใช้ปุ๋ยเคมีมีผลเสียต่อเกษตรกรรมในระยะยาว

ชีวมวล คือ อินทรีย์สารที่ได้จากการเกษตร ประมงและป่าไม้ ซึ่งเป็นกิจการที่ต้องการอินทรีย์สารเป็นวัตถุดิบ ตัวอย่างเช่น การเกษตรต้องการปุ๋ย ปุ๋ยอินทรีย์สามารถปรับโครงสร้างของดินช่วยให้ดินอุ้มน้ำ มีผลต่อความยั่งยืนทางการเกษตร การใช้ชีวมวลเพื่อให้เกิดความสมดุลและยั่งยืนเช่นนี้จะมีผลต่อประชากรและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อมมากกว่าการใช้ชีวมวลเพื่อพลังงาน และส่งผลทางอ้อมให้ลดการใช้พลังงาน เช่น ลดการใช้แก๊สธรรมชาติ มลพิษปิโตรเคมี เป็นต้น ดังนั้นประเทศไทยจึงต้องการวิจัยไปประเด็นของการใช้ชีวมวลให้มีประสิทธิภาพสูงสุด (optimum utilization of biomass) โดยคำนึงถึงบริบททางสังคมและเศรษฐกิจชุมชน ผลงานวิจัยยังสามารถใช้เป็นหลักฐานในการกำหนดนโยบายการใช้ชีวมวลของประเทศได้

(4) การใช้ประโยชน์จากชีวมวลเพื่อสิ่งแวดล้อม

นอกจากใช้ชีวมวลเพื่อความยั่งยืนของธรรมชาติและชุมชนดังข้อ 5.3 แล้ว ชีวมวลเศษเหลือในอุตสาหกรรมยังมีหนทางการใช้ประโยชน์อีกมาก (นอกเหนือการหมักทำปุ๋ย) ประเด็นที่ควรได้รับความสนใจคือการใช้ชีวมวลเศษเหลือจากอุตสาหกรรมหนึ่งเพื่อเป็นวัตถุดิบของอีกอุตสาหกรรมหนึ่ง (waste recycle or utilization) เพื่อให้อุตสาหกรรมทั้งหมดมีการปลดปล่อยของเสียให้น้อยที่สุด

หัวข้อวิจัยจึงครอบคลุมประเด็นที่มีใช้พลังงานด้วย การใช้ประโยชน์ในทางใดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมทางเศรษฐศาสตร์เป็นสำคัญ เงินตอบแทน (concepu) หัวข้อการวิจัยที่กำลังได้รับความสนใจ คือ biorefinery ซึ่งหมายถึง การแยกสลายชีวมวลด้วยกระบวนการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ วิทยาศาสตร์เคมี และวิทยาศาสตร์กายภาพให้ได้ผลิตภัณฑ์ทดแทนที่ได้จากกระบวนการแยกปิโตรเลียม ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในเป้าหมายได้แก่ ethanol, methanol, biodiesel, glycerol, ไขมัน น้ำมัน กรดอินทรีย์ วิตามิน น้ำตาล isopropanol, protein, polymer, เส้นใย,

adhesive, พลาสติที่ย่อยสลายได้ สารชะล้าง (detergent) สารลดแรงตึงผิว (surfactant) และเอนไซม์ เป็นต้น

(5) ประเด็นวิจัยอื่น

ประเด็นวิจัยอื่นมีทั้งการวิจัยเพื่อเป้าหมายข้อมูลและเป้าหมายเทคโนโลยี การวิจัยให้ได้ข้อมูลจะใช้ในการวางแผนและกำหนดนโยบายการวิจัยด้านเทคโนโลยีควรมีเป้าหมาย 2 ประการคือการปรับปรุงเทคโนโลยีเดิมให้เหมาะสมกับประเทศไทย และการสร้างเทคโนโลยีใหม่ งานวิจัยส่วเทคโนโลยีใหม่ต้องการงาน engineering ค่อนข้างมากซึ่งยังเป็นจุดอ่อนของประเทศไทย

ประเด็นวิจัยด้านข้อมูลได้แก่ waste mapping และ availability simulation of biomass resources ซึ่งจะต้องสามารถทำนายปริมาณชีวมวลเพื่อกิจการต่างๆ ได้ โดยมีปัจจัยร่วมหลายอย่างเช่น สภาพดินฟ้าอากาศ ผลผลิตของโลก ซึ่งจะมีผลต่อราคาและจะเป็นปัจจัยการตัดสินใจปลูกของเกษตรกร การเปลี่ยนสภาพสังคม การใช้ชีวมวลเพื่อกิจการอื่น การเปลี่ยนสภาพการใช้ที่ดิน และนโยบายชีวมวล เป็นต้น

ประเด็นวิจัยทางเทคโนโลยีที่น่าสนใจคือ

- Gasification ระบบใหญ่ภายใต้ความดันสูง
- Flash pyrolysis
- Biodiesel จากน้ำมันปาล์ม
- ETBE จาก ethanol ที่ได้จากชีวมวล
- Biomass industrial furnace
- Hybrid system of gasifier and fuel cell
- Methanol production
- High rate anaerobic reactor

ชีวมวลจัดได้ว่าเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดที่สุดได้ในบรรดาพลังงานหมุนเวียนทั้งหลาย พืชเปรียบเสมือนเป็นโรงงานที่สะสมพลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นชีวมวลจึงมีส่วนใช้เป็นพลังงานหมุนเวียนในโลกนี้มากกว่าพลังงานแสงอาทิตย์ ชีวมวลยังเป็นพลังงานที่มีผลต่อเศรษฐกิจของเกษตรกรรมและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ประเทศไทยอุดมด้วยทรัพยากรชีวมวลจากการเกษตร ซึ่งถือได้ว่ามีความมั่นคงมาก ดังนั้นจึงเป็นโอกาสของประเทศไทยที่จะพึ่งตนเอง

ด้านพลังงานมากขึ้นโดยใช้ชีวมวลเป็นแหล่งผลิตพลังงาน การจะบรรลุวัตถุประสงค์นี้จะต้องมีการวิจัย พัฒนา และวิศวกรรมนำเอาความรู้นี้มาใช้ให้เป็นรูปธรรม

นักวิชาการและผู้สนใจด้านพลังงานให้ความสำคัญต่อการใช้ชีวมวลเป็นพลังงานทดแทนในระดับสูง ปัจจัยที่สำคัญยิ่งในการพัฒนาพลังงานจากชีวมวลได้แก่การวิจัย การถ่ายทอดเทคโนโลยีและการพัฒนากำลังคน

6.7 แสงอาทิตยและลม

6.7.1 แสงพลังงาน

สืบเนื่องจากปัญหาสิ่งแวดล้อมและการปล่อยแก๊สเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้พลังงานในรูปแบบ ทำให้แสงอาทิตย์และลมซึ่งเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งมีศักยภาพสูงต่อการพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจในอนาคตอันใกล้ ประเทศไทยตั้งอยู่ในเส้นศูนย์สูตร มีพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอเฉลี่ยทั้งปีประมาณ 17 MJ/m² ต่อปี แต่มีข้อจำกัดอยู่ภายในเรื่องของลมซึ่งกระจายค่อนข้างสูง ทำให้ไม่เหมาะสมมาประยุกต์กับแสงอาทิตย์แบบรวมแสง สำหรับพลังงานลมในประเทศไทยนั้นศักยภาพไม่สูงมากนัก เนื่องจากความเร็วลมค่อนข้างต่ำคือระหว่าง 6-11 km/h (รวมช่วงลมสงบ) และระหว่าง 9-15 km/h (ไม่รวมช่วงลมสงบ) มีพื้นที่บางแห่ง เช่น ชายทะเลภาคใต้ อ่าวไทย และช่องเขาบางแห่งที่มีความเร็วลมเฉลี่ยสูงกว่านี้ (สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2540)

การใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์มี 2 รูปแบบ คือ

1) การใช้ในรูปแบบความร้อน เช่น การใช้ความร้อนหมุ่ไม้ (<100 °C) และปานกลาง (100-300 °C) การอบแห้ง การผลิตน้ำกลั่นหรือของเหลวกลั่น การผลิตพลังงานความร้อนไฟฟ้า การทำความเย็น การเก็บรักษาพลังงาน และการระบายความร้อนจากอาคารโดยการระบายอากาศ (สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2540) และ

2) การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรงโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ทั่วโลกกำลังการผลิตรวมทั้งหมดไม่ต่ำกว่า 100 MW ต่อปี (สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ, 2540) ส่วนใหญ่เป็นแบบซิลิกอนผลึกเดี่ยวและผลึกโพลี นอกจากนี้ยังมีการผลิตเซลล์ชนิดอะมอร์ฟัสซิลิกอน มีการวิจัยและพัฒนา Multijunction thin-film อย่างกว้างขวางเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพรวมถึงการเลือกใช้วัสดุสารประกอบกึ่งตัวนำอย่างอื่นด้วย

ในประเทศไทยมีการใช้พลังงานลมใน 3 รูปแบบ คือ

1) กังหันเพื่อสูบน้ำ มี 3 แบบ คือ กังหันลมใบเรือใช้ใบแนเกลือเป็นส่วนใหญ่ กังหันลมใบพัดใช้ทั่วไปในนาข้าว และกังหันลมหลายใบ กังหันลมสองประเภทแรกเหมาะกับ

การยกน้ำที่ระดับไม่เกิน 2 เมตร ส่วนกังหันลมประเภทหลายใบเหมาะกับการสูบน้ำจากบ่อลึกเพื่อการอุปโภคบริโภค

2) กังหันลมเพื่อการผลิตกระแสไฟฟ้า และ

3) การระบายอากาศจากหลังคา (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2540) การใช้พลังงานอาทิตย์และลมในบางรูปแบบเริ่มมีความคุ้มค่าหรือมีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในหลายประเทศ เช่น

- การผลิตน้ำร้อนโดยพลังงานแสงอาทิตย์ สำหรับบ้านพักอาศัย โรงแรม โรงพยาบาล
- การอบแห้งผลิตผลทางการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
- การผลิตน้ำกลั่นด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตทุรกันดาร
- การใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่องานโทรคมนาคม
- การใช้เซลล์แสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าสำหรับหมู่บ้านห่างไกล
- การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้กังหันลมโดยเฉพาะในประเทศยุโรปตอนเหนือ

6.7.2 สกนภาพ

(1) ข้อมูลพลังงาน

ประเทศไทยมีข้อมูลด้านพลังงานแสงอาทิตย์และลม อยู่ในเกณฑ์ที่พอใช้ได้ ได้เคยมีการจัดทำแผนที่รังสีอาทิตย์ขึ้น 3 ครั้ง ในปี พ.ศ. 2519 2527 และ 2542 หากจะปรับปรุงให้มีการวัดความถูกต้องน่าเชื่อถือและมีรายละเอียดเพิ่มขึ้น เช่น ข้อมูลรังสีกระจาย ความสว่างแสงอาทิตย์ อาจต้องมีการลงทุนด้านสถานีวัดเครือข่าย และอุปกรณ์วัดต่างๆ ซึ่งต้องใช้เงินลงทุนที่สูงพอสมควรสำหรับพลังงานลม ได้เคยมีการจัดทำแผนที่พลังงานลมในปี พ.ศ. 2527 โดยใช้ข้อมูลช่วง พ.ศ. 2509-2525 โดยเสนอข้อมูลทั้งในช่วงเวลาลมสงบและตัดเวลาช่วงลมสงบ

(2) แสงพลังงานแสงอาทิตย์ในครัวเรือน

เครื่องทำน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในบ้านเรือน โรงแรม โรงพยาบาล เป็นต้นเริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายประเทศ เช่น ออสเตรเลีย อิสราเอล กรีซ จีน ญี่ปุ่น ในประเทศไทย มียอดขายประมาณ 5,000 ตารางเมตรต่อปี มีการจำหน่ายในประเทศไทยมาแล้วไม่น้อยกว่า 25 ปี แต่มียอดขายไม่เพิ่มขึ้นมากนักเนื่องจากมีราคาสูง เครื่องที่ผลิตในประเทศจากบางบริษัทมีคุณภาพไม่ดีนัก ทำให้ขาดความเชื่อถือในระยะยาว สำหรับการทำให้

นี้หรือที่อุณหภูมิปานกลางเพื่อใช้ใช้โรงงานอุตสาหกรรมนั้นยังไม่เป็นที่ยอมรับกัน เนื่องจากมีการลงทุนและค่าใช้จ่ายสูงและหากต้องใช้อุปกรณ์รวมแสงอาทิตย์ด้วยแล้ว อาจจะไม่เหมาะสม เนื่องจากมีรังสีกระจายสูงถึงร้อยละ 50

มีงานวิจัย พัฒนาและสาธิตการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อการอบแห้งทั้งในระดับเล็กและระดับอุตสาหกรรมมากพอสมควร แต่การยอมรับยังอยู่ในวงจำกัดเนื่องจากมีการลงทุนสูง การใช้งานไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปีทำให้มีค่าใช้จ่ายสูง

ด้านการผลิตน้ำมัน การผลิตไอน้ำเพื่อการผลิตไฟฟ้า การสูบน้ำ การทำควมเย็น และการระบายความร้อนโดยการระบายอากาศ มีการวิจัยและพัฒนา รวมถึงชั้นสาธิตในบางด้าน แต่ยังไม่มีการยอมรับหรือผลิตขาย ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ปัจจุบันขาดความสะดวกในการใช้

(3) พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์

การผลิตไฟฟ้าด้วยระบบเซลล์แสงอาทิตย์ในปัจจุบันยังต้องลงทุนสูงประมาณ 5 เท่าของการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังความร้อน จึงมีความคุ้มค่าเฉพาะการใช้ในชนบทห่างไกลที่ระบบไฟฟ้าของรัฐยังเข้าไม่ถึง

ในประเทศไทยได้มีการวิจัยการผลิตเซลล์ซิลิกอนแบบสีกเดียวและสีกโพลี และการพัฒนาเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น ใช้สูบน้ำ เพื่อการอุปโภคบริโภคและเพื่อการเกษตร ให้แสงสว่าง ตักแฉ่ง ประจุแบตเตอรี่ ใช้สำหรับตู้เย็นกับวัดขึ้น

ปัจจุบันมีโรงงานประกอบเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 3 แห่ง เป็นการร่วมลงทุนกับบริษัทต่างประเทศ โดยมีการนำเข้าเซลล์แสงอาทิตย์สำเร็จรูปและวัสดุอื่นบางส่วน แล้วนำมาประกอบเป็นโรงงาน มีกำลังผลิตรวมกัน 3000 กิโลวัตต์ต่อปี ยอดรวมของการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ถึงปี พ.ศ. 2543 มีประมาณ 6 เมกะวัตต์ เป็นของราชการและรัฐวิสาหกิจ 85 % สถาบันการศึกษา 1 % และเอกชน 14 % โดยประมาณ

(4) พลังงานลม

ในประเทศไทยมีการใช้กังหันลมเพื่อสูบน้ำในนาเกลือและนาข้าวกันอย่างแพร่หลาย มีการใช้กังหันลมเพื่อการสูบน้ำจากบ่อลึกเพื่อการอุปโภคและบริโภคพอสมควร มีการผลิตกระแสไฟฟ้าโดยกังหันลมโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยติดตั้งไปแล้ว 7 จุด รวมกำลังการผลิต 192 กิโลวัตต์ มีอุปกรณ์ตัดและเชื่อมต่องานไฟฟ้าร่วมกับระบบ Grid

แบบอัตโนมัติ (กรมการศึกษาศาสตร์ เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม, 2542) ในด้านการใช้พลังงานลมเพื่อการระบายอากาศจากอาคารโรงงานและบ้านพักอาศัยมีการใช้กันอย่างแพร่หลาย

โดยเฉลี่ยลมในประเทศไทยมีความเร็วต่ำจึงไม่คุ้มค่าในการนำมาผลิตไฟฟ้า ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบัน แต่บางพื้นที่ เช่น ชายฝั่งทะเลหรือในทะเลอาจมีความเร็วลมสูงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้า

(5) การผลิตไฟฟ้า

ปี 2541 กำลังผลิตไฟฟ้าสูงสุดของระบบรวมทั้งสิ้น 14,300.9 เมกะวัตต์ (มีกำลังการผลิตติดตั้งรวม 18,423.4 เมกะวัตต์) ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 4.2 และผลิตพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งสิ้น 90,068.9 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 3.4 ซึ่งเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 80.9 ภาคเอกชนร้อยละ 19.1 เมื่อพิจารณากำลังการผลิตติดตั้งและการผลิตพลังงานไฟฟ้าแยกตามประเภทของโรงไฟฟ้าโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนได้ภาพพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม มีกำลังการผลิตติดตั้งรวมทั้งสิ้น 1.1 เมกะวัตต์ ผลิตพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสิ้น 1.8 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ซึ่งเป็นของภาครัฐทั้งหมด (กรมการศึกษาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2542)

6.7.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยและพัฒนา

(1) ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์และลมในประเทศไทย

- สนับสนุนและส่งเสริมงานวิจัย พัฒนาและสาธิต เน้นการร่วมมือกับภาคเอกชน เพื่อนำไปสู่การผลิตเครื่องต้นแบบหรือกระบวนการผลิตที่มีแนวโน้มคุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ หรือเน้นการพัฒนาและสาธิตในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการยกระดับคุณภาพชีวิต
- สนับสนุนการจัดทำมาตรฐานของเครื่องมืออุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์ และสนับสนุนให้มีศูนย์ทดสอบ
- ส่งเสริมให้หน่วยงานของรัฐ เอกชน และประชาชนทั่วไป สนใจเข้าใจ เห็นประโยชน์ของพลังงานทดแทนในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างยั่งยืน โดยการผลิตปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ผลิตพลังงาน และประหยัดเงินตราต่างประเทศ จากการนำเข้าเชื้อเพลิง

(2) แนวทางการพัฒนาโครงการวิจัยพัฒนาและสาธิต

การพัฒนาโครงการวิจัยพัฒนาและสาธิตที่เกี่ยวข้องกับพลังงานแสงอาทิตย์ และลม ควรเน้นที่การพัฒนาและสาธิตที่มีความร่วมมือกับภาคเอกชน ดังนี้

- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น การสกัดซิลิกอน การผลิตวัสดุสำหรับอุตสาหกรรมเซลล์แสงอาทิตย์ โดยร่วมมือกับภาคเอกชน โดยจำกัดผลิทธิจากการกระบวนการผลิตให้อยู่ในมาตรฐานการควบคุม
- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนากระบวนการเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น การเก็บประจุไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบปรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยร่วมมือกับภาคเอกชน
- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาการใช้งานระบบเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น ระบบ ไฟฟ้าประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ในหมู่บ้านชนบทที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ระบบผลิตไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคา โรงงาน จำนวนจำกัด
- สนับสนุนการจัดตั้งศูนย์ทดสอบอุปกรณ์เซลล์แสงอาทิตย์โดยการรวมกลุ่มจากหลายสถาบัน
- สนับสนุนการพัฒนาเครื่องและ/หรือระบบผลิตน้ำร้อนด้วยแสงอาทิตย์ โดยร่วมมือกับภาคเอกชน ให้มีความเหมาะสมกับของต่างประเทศ
- สนับสนุนการพัฒนาและสาธิตการอบแห้งผลผลิตทางการเกษตรด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยร่วมมือกับภาคเอกชน
- สนับสนุนการพัฒนาและสาธิตระบบกลั่นน้ำและแอลกอฮอล์ขนาดใหญ่เพื่อนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์
- สนับสนุนการจัดทำมาตรฐานเครื่องมือ/อุปกรณ์ด้านพลังงานแสงอาทิตย์
- สนับสนุนการวิจัยเชิงนโยบายสำหรับการพัฒนาพลังงานแสงอาทิตย์และลม
- สนับสนุนให้มีการเผยแพร่ให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของพลังงานทดแทนในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแบบยั่งยืน

การวิจัยและพัฒนาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีมีความสำคัญยิ่งในการนำแสงอาทิตย์มาใช้เป็นพลังงานนอกจากนี้การพัฒนาทำลังคนและการปรับปรุงการบริหารระบบที่เกี่ยวข้องจะช่วยให้การนำแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ได้เร็วและมากขึ้น

6.8 ทางเลือกของการผลิตไฟฟ้า

6.8.1 กำลังการผลิตไฟฟ้า

กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และกำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของผู้ผลิตไฟฟ้าเพื่อจำหน่ายไฟฟ้าเข้าระบบของ กฟผ. ณ สิ้นเดือน ธันวาคมปี 2542 มีจำนวนทั้งสิ้น 18,842 เมกะวัตต์ โดยเป็นกำลังการผลิตไฟฟ้าติดตั้งของ กฟผ. จำนวน 15,103 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 80.2 กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของเอกชน จำนวน 3,399 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.0 และการรับซื้อกระแสไฟฟ้าจากต่างประเทศ 340 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.8

ในปี 2542 กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของ กฟผ. ทั้งสิ้นจำนวน 15,103 เมกะวัตต์ ประกอบด้วย กำลังผลิตติดตั้งจากโรงไฟฟ้าต่างๆ ดังนี้

- โรงไฟฟ้าพลังน้ำจำนวน 2,849 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 18.9
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนจำนวน 6,518 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 43.2
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนรวมจำนวน 5,074 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 33.6
- โรงไฟฟ้ากังหันแก๊สจำนวน 656 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4.3
- โรงไฟฟ้าดีเซลจำนวน 6 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.1

กำลังการผลิตติดตั้งไฟฟ้าของเอกชน ที่เข้ามาเสริมในระบบผลิตไฟฟ้า จำนวน 3,399 เมกะวัตต์ ประกอบด้วย

- บริษัทผลิตไฟฟ้า จำกัด จำนวน 2,056 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 60.5
- ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก (Pirnt) จำนวน 1,343 เมกะวัตต์ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 39.5

การรับซื้อกระแสไฟฟ้าจากต่างประเทศที่เข้ามาเสริมในระบบผลิตไฟฟ้าจำนวน 340 เมกะวัตต์ ได้แก่ โรงไฟฟ้าพลังน้ำเหิน-หินปูน 214 เมกะวัตต์ และห้วยผะ 126 เมกะวัตต์ จากประเทศ สปป.ลาว เริ่มจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบของ กฟผ. ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2541 และกันยายน 2542 ตามลำดับ

6.8.2 นโยบายและแหล่งพลังงาน

(1) นโยบายด้วยพลังงานของประเทศ

- สำนักคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติกำหนดสาระสำคัญ ดังนี้
 - จัดหาพลังงานให้พอเพียง มีคุณภาพ มีความมั่นคง และราคาไม่แพง
 - โดยมีการจัดหา และการกระจายแหล่งผลิตของพลังงานให้หลากหลาย
 - จากทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ โดยเฉพาะพลังงานนำเข้า
 - จะได้นำอุปกรณ์อุปโภคบริโภคมาใช้ในราคาถูกและง่ายขึ้น
 - ชักจูงให้ประชาชนและโรงงานประหยัดพลังงาน รวมถึงอาจมีมาตรการ
 - บังคับโดยกฎหมายให้ประหยัดพลังงาน เช่น มาตรฐานเกี่ยวกับประสิทธิภาพ
 - ของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต้องใช้ไฟฟ้าให้น้อย เช่น เครื่องปรับอากาศ
 - เบอร์ 5 ฯลฯ
 - ส่งเสริมให้บริษัทเอกชนมีส่วนร่วมในการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อลดภาระ
 - การลงทุนของภาครัฐ เช่น โรงไฟฟ้าเอกชนหรือไอพีพี และโรงไฟฟ้า
 - ขนาดเล็กหรือเอสพีพี เมื่อมีการแข่งขันมากขึ้น จะทำให้ผู้ซื้อทางเลือก
 - มากขึ้น โดยคาดว่าจะได้บริการที่ดีขึ้นและราคาเป็นธรรม
 - มีผลกระทบต่องบประมาณน้อย เชื่อเพลิงได้ก่อให้เกิดผลพวงมาก
 - ต้องมีมาตรการกำจัดกากของเสียก่อนนำจะปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อม
- โดยทั่วไปแล้ว การเลือกแหล่งพลังงานอย่างหนึ่งอย่างใดมาผลิตกระแสไฟฟ้า
- นั้น ต้องพิจารณาประเด็นหลักดังนี้
 - แหล่งเชื้อเพลิง โดยการพิจารณาปริมาณสำรองในธรรมชาติและระยะเวลา
 - ที่จะใช้ได้ ความมั่นคงในการจัดหา โดยสามารถจัดหาได้จากหลายแหล่ง
 - หรือหลายประเทศหรือไม่ ถ้าต้องซื้อจากประเทศใดประเทศเดียว
 - หรือไม่ก็ในประเทศ ก็ถือว่าไม่มั่นคงเช่นนั้นนับได้ เพราะประเทศผู้ขาย
 - อาจรวมตัวกันขึ้นราคา หรือไม่ยอมส่งมอบ ผู้ซื้อย่อมเดือดร้อน
 - ราคาไม่สูงเกินไป ถ้าแหล่งพลังงานนั้นมีมาก และมั่นคง แต่ราคาสูงมาก
 - ก็จะไม่คุ้มค่าในการใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า
 - มีผลกระทบต่องบประมาณน้อยที่สุดในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นเรื่อง
 - ผลกระทบทางอากาศ น้ำทิ้ง และระบบนิเวศวิทยา ฯลฯ

- ชนิดโรงไฟฟ้า ชนิดของโรงไฟฟ้าที่ต้องการขึ้นอยู่กับลักษณะความต้องการใช้ไฟฟ้างาน ถ้าใช้อย่างต่อเนื่องไม่หยุดมักเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนจากถ่านหิน แก๊สธรรมชาติ และน้ำมันเป็นต้น

(2) แหล่งพลังงาน

ในปี 2541 เชื้อเพลิงทางการไฟฟ้าฝ่ายผลิตได้ผลิตกระแสไฟฟ้าเรียงจากมากไปน้อยประกอบด้วย

- แก๊สธรรมชาติ ใช้ทั้งหมด 467,671 ล้านลูกบาศก์ฟุต เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ร้อยละ 4.3 เป็นสัดส่วนร้อยละ 57.5 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบ และผลิตได้พลังงานไฟฟ้าได้ 46,571 ล้าน กิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ร้อยละ 7.9 เป็นสัดส่วนร้อยละ 51.7 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบซึ่งเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 70.2 และภาคเอกชนร้อยละ 29.8
- น้ำมันเตา ใช้ทั้งหมด 4,281 ล้านลิตร ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 8.8 เป็นสัดส่วนร้อยละ 20.4 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบ และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ทั้งสิ้น 17,616.3 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 8.7 เป็นสัดส่วนร้อยละ 19.6 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งระบบ โดยเป็นสัดส่วนของภาครัฐถึงร้อยละ 99.7
- ถ่านหินและลิกไนต์ ใช้รวมทั้งสิ้น 15.5 ล้านตัน ลดลงจากปี 2540 ถึงร้อยละ 15 เป็นสัดส่วนร้อยละ 19.6 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ และผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 16,476 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 12.9 เป็นสัดส่วนร้อยละ 18.3 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ
- พลังน้ำ ผลิตได้ 5,177 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 58.5 เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.1 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ โดยเป็นสัดส่วนของภาครัฐถึงร้อยละ 98.5
- น้ำมันดีเซล ใช้ทั้งหมด 313.3 ล้านลิตร ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 57.4 เป็นสัดส่วนร้อยละ 1.4 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ โดยสามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ 1,031 ล้านกิโลวัตต์-

ชั่วโมง ลดลงจากปี 2540 ร้อยละ 58.5 อันเนื่องมาจากความต้องการพีคโหลดลดลง การใช้ใช้น้ำมันดีเซลในการผลิตกระแสไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ

1.1 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ โดยเป็นส่วนหนึ่งของภาครัฐถึงร้อยละ 98.5

- พลังงานหมุนเวียน ได้แก่พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม รวมทั้งสิ้น 1.8 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 0.002 ของการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบ
- นอกจากนี้ยังมีการผลิตพลังงานไฟฟ้าในระบบการผลิตพลังงานร่วม (Cogeneration) ของผู้ผลิตเอกชนรายเล็กอีก 3,193 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี 2540 ร้อยละ 47.9 คิดเป็นส่วนร้อยละ 3.5 ของกำลังการผลิตไฟฟ้าทั้งระบบ

ในปี 2542 ปริมาณการผลิตพลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยมีจำนวน 92,472 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง(GWh) เพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนในอัตราร้อยละ 1.4 ในขณะที่ความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอยู่ในระดับ 13,712 เมกะวัตต์ ลดลงในอัตราร้อยละ 3.3 จึงมีผลทำให้ค่าตัวประกอบการใช้ไฟฟ้าเฉลี่ย (Load Factor) อยู่ในระดับร้อยละ 76.1 สูงกว่าช่วงเดียวกันของปีก่อนแล้ว ซึ่งอยู่ในระดับร้อยละ 73.4

การผลิตพลังงานไฟฟ้าประกอบด้วยพลังงานไฟฟ้ที่ผลิตจากแหล่งต่างๆ คือ จากแก๊สธรรมชาติ (รวม EGCO และ SPP) จำนวน 52,603 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 56.9 จากน้ำมันเตาจำนวน 15,465 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นส่วนร้อยละ 16.7 จากถ่านหิน/ถ่านหิน (รวม SPP) จำนวน 16,350 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นส่วนร้อยละ 17.7 จากพลังงานน้ำจำนวน 3,410 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นส่วนร้อยละ 3.7 จากน้ำมันดีเซล จำนวน 457 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมง คิดเป็นส่วนร้อยละ 0.5 และจากแหล่งอื่นๆ จำนวน 4,187 ล้านกิโลวัตต์ชั่วโมงคิดเป็นส่วนร้อยละ 4.5

การผลิตพลังงานไฟฟ้าตามชนิดของเชื้อเพลิงในปี 2542 ที่สำคัญ พอสรุปได้ดังนี้

- การผลิตไฟฟ้าจากแก๊สธรรมชาติเพิ่มขึ้นจากช่วงเดียวกันของปีก่อนร้อยละ 7.5 เนื่องจาก กฟผ. สามารถรับแก๊สธรรมชาติเพิ่มขึ้น โดยนำโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมวังน้อย (โอนัน) เข้าระบบตั้งแต่เดือนธันวาคม 2541

จำนวน 257 เมกะวัตต์ และผู้ผลิตไฟฟ้า SPP ที่ใช้แก๊สธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง จ่ายเข้ามาเสริมในระบบ กฟผ. มากขึ้น

- การผลิตไฟฟ้าจากถ่านหินเล็กในเตาผลิตถ่านล้อยละ 1.4 และ 12.0 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับช่วงเดียวกันของปีที่ผ่านมา เนื่องจาก กฟผ. ได้ใช้แก๊สธรรมชาติในการผลิตไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น
- การผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ ลดลงจากช่วงเดียวกันของปีที่แล้วร้อยละ 33.0 เนื่องจากมีฝนตกเป็นบริเวณกว้างทั่วภาคตั้งแต่เดือนเมษายน 2542 เป็นต้นมา ทำให้ลดการใช้จากเขื่อนต่างๆ ในการชลประทาน
- การผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซลล้อยละ 53.8 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนแล้ว เนื่องจาก กฟผ. ใช้เชื้อเพลิงที่มีราคาถูกกว่า เช่น แก๊สธรรมชาติมาทดแทนมากขึ้น
- การผลิตไฟฟ้าจากแหล่งอื่นๆ เพิ่มขึ้นร้อยละ 112.2 เมื่อเปรียบเทียบกับช่วงเดียวกันของปีก่อนแล้วเนื่องจากมีการรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้รายเล็กที่เชื้อเพลิงจากเศษวัสดุทางการเกษตร (SPP non-firm) มากขึ้น

6.8.3 ทางเลือกนโยบายของการผลิตไฟฟ้า

(1) ประเภทของเชื้อเพลิงโรงไฟฟ้าและสถานที่ตั้งโรงไฟฟ้า

ภาครัฐต้องวางแผนการไว้ล่วงหน้าเพื่อตอบสนองความต้องการของการใช้ไฟฟ้าภายใต้ปริมาณกำลังไฟ้สำรองที่เหมาะสมและมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ในอดีตต้นทุนการผลิตมีค่าถึงถึงค่าการลงทุนเริ่มต้นและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูงกว่าค่าเชื้อเพลิงเท่าหนึ่งในปัจจุบัน โรงไฟฟ้าแต่ละแห่งมีขนาดใหญ่และมีการผลิตที่มากกว่าในอดีต (เพื่อให้ได้ต้นทุนการผลิตที่ต่ำ) และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางด้านมลภาวะทางอากาศในรูปของแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ แก๊สไนโตรเจนออกไซด์ และไอระเหยของโรงไฟฟ้าถ่านหิน) และความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาในรูปของน้ำร้อนและ/หรือไอร้อนยังมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม ดังนั้นประเภทของโรงไฟฟ้าและเชื้อเพลิงจึงมีบทบาทอย่างยิ่งในการวางแผนระบบผลิตไฟฟ้า

ความต้องการไฟฟ้าต่ำสุด

นอกจากนี้ยังมีหัวข้ออื่นที่ต้องพิจารณาอีกด้วย คือพีคโหลด หรือปริมาณความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดในหนึ่งวัน ถ้าเป็นปริมาณความต้องการการใช้ไฟฟ้าพื้นฐานหรือ

ต่ำสุดคือมีปริมาณการใช้ไฟฟ้าอย่างน้อยห้าปี ในกรณีนี้ต้องใช้โรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องตลอดเวลา และต้องมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำที่สุดโดยเลือกใช้เชื้อเพลิงราคาถูกที่สุด โรงไฟฟ้าประเภทนี้ทั่วโลก มีอยู่ได้แก่

- โรงไฟฟ้าพลังความร้อน (ใช้น้ำมันเตาหรือถ่านหิน)
- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (ใช้แก๊สธรรมชาติ)
- โรงไฟฟ้าพลังนิวเคลียร์ (ประเทศไทยยังไม่มี)

โรงไฟฟ้าทั้ง 3 ประเภทนี้เดินเครื่องต่อเนื่องตลอดทั้งปี แต่จะหยุดทำการบำรุงรักษาประจำปีเพียงไม่กี่วัน ถ้าหยุดเครื่องแล้วกว่าจะเดินเครื่องใหม่ต้องใช้เวลานานมาก หลายชั่วโมงและมักจะไม่คุ้มค่าใช้จ่ายกับค่าสึกหรอ

ความต้องการไฟฟ้าปานกลาง

ในบางช่วงของวัน ประชาชนมีความต้องการใช้ไฟมากกว่าความต้องการต่ำสุด แต่ยังไม่ถึงค่าความต้องการสูงสุด เราเรียกว่าความต้องการใช้ไฟฟ้าปานกลาง โรงไฟฟ้าประเภทนี้เดินเครื่องเหมือนกับโรงไฟฟ้าพื้นฐาน แต่สามารถเพิ่มหรือลดกำลังการผลิตได้บ้าง มากน้อยแล้วแต่ปริมาณเชื้อเพลิงที่ป้อน โรงไฟฟ้าประเภทนี้ได้แก่

- โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม (ใช้แก๊สธรรมชาติ หรือน้ำมันดีเซลในการนี้ ไม่มีแก๊สธรรมชาติ แต่ต้นทุนจะสูงขึ้น) หรือใช้วิธีซื้อไฟฟ้ามาจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น มาเลเซีย และลาว

ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด

ในช่วงเวลาที่กิจกรรมทางธุรกิจและอุตสาหกรรมต้องการใช้ไฟมากที่สุด ทำให้ระบบจ่ายไฟฟ้ามากที่สุดเรียกว่าพีคโหลด ในประเทศไทยคือเวลาประมาณ 9.00-22.00 น. ซึ่งเพิ่งจะดับไม่ได้ รัฐจึงต้องมีโรงไฟฟ้าประเภทเดินเครื่องได้ทันทีในเวลาไม่กี่นาที โรงไฟฟ้าที่เดินเครื่องแล้วผลิตกระแสไฟฟ้าได้ทันทีคือ

- โรงไฟฟ้าพลังน้ำจากเขื่อน ซึ่งมีข้อดีตรงจุดนี้ที่โรงไฟฟ้าอื่นไม่มีและประเทศไทยมีความจำเป็นที่ต้องมีไว้
- โรงไฟฟ้ากังหันแก๊ส ที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง (ซึ่งราคาแพง)
- โรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบกลับ (ประเทศไทยมีใช้น้อยโดยการดัดแปลงกังหันน้ำของเขื่อนที่มีอยู่ในประเทศ)

ต้นทุนเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าในปี 2541 มีดังนี้

- ลิแกไนต์ (กฟผ.) 0.50 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง (คิดในต้นทุนค่า)
- แก๊สธรรมชาติ (กฟผ.) 0.93 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
- น้ำมันเตา (กฟผ.) 1.10 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
- ดีเซล (กฟผ.) 2.72 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
- แก๊สธรรมชาติ (เอพี) 1.54-1.66 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
- ถ่านหิน (ไอพี) 1.51-1.63 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง

(2) การเลือกของเทคโนโลยีการผลิตไฟฟ้า

ตามที่ได้ปรากฏแล้วว่าแนวโน้มในการผลิตผลิตพลังงานไฟฟ้าของไต้หวัน ยังคงต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิล ซึ่งกว่า 50% ต้องนำเข้า เช่น น้ำมัน แก๊สธรรมชาติและถ่านหิน ในอนาคตอันใกล้ที่แนวโน้มว่าจะมีการใช้ถ่านหินผลิตไฟฟ้ามากขึ้น แต่วิธีการนำเข้าถ่านหินแบบดั้งเดิมนี้ไม่เหมาะสมเสียแล้วในแง่ของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

แผนการผลิตไฟฟ้าของ กฟผ. ในช่วงปี 2543-2554 มีดังนี้

- แก๊สธรรมชาติ เป็นเชื้อเพลิงหลักในการผลิตไฟฟ้าถึงประมาณร้อยละ 50-70
- น้ำมันเตารองลงมา ใช้ในสัดส่วนร้อยละ 20 ในปี 2541 แต่ลงไปเรื่อยๆ
- ยกลูกการใช้ดีเซล
- ลิแกไนต์ จะคงกำลังการผลิตเท่าที่น้อย แต่สัดส่วนการใช้จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อเทียบกับเชื้อเพลิงอื่นๆ
- ถ่านหินนำเข้า (ถ่านหินบิทูมินัส) จากต่างประเทศ โดยใช้เล็กน้อยในตอนนั้น โดยผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (เอสพี) และผู้ผลิตไฟฟ้าอิสระ (ไอพี) แต่จะมากขึ้นถึงประมาณร้อยละ 20 ในอีก 15 ปีข้างหน้า
- พลังน้ำจะคงกำลังการผลิตเท่าที่มีอยู่ แต่สัดส่วนการใช้จะลดลง
- ซื้อไฟฟ้าพลังน้ำจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ลาว เขมร มากขึ้นเรื่อยๆ ถึงประมาณร้อยละ 10 ในอีก 15 ปีข้างหน้า

ข้อมูลน่าจะมีบทบาทมากขึ้นในการผลิตไฟฟ้าของเอกชนตามที่ได้วิเคราะห์ไว้แล้วในตอนที่ 6 ของเอกสารนี้ ส่วนด้านพลังงานในประเทศที่ยังมีศักยภาพเหลืออยู่มาก ก็อาจ

จะนำมาผลิตไฟฟ้าได้ด้วยระบบพลังน้ำขนาดเล็กที่มีผลกระทบต่องสิ่งแวดล้อมน้อยตามที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนที่ 5 ของเอกสารนี้

(3) การวิจัยและพัฒนา

เทคโนโลยีถ่านหิน

ถ่านหินที่จะใช้โรงไฟฟ้าใหม่ตามแผนของ กฟผ. นั้น ยังคงเลือกเทคโนโลยีการเผาไหม้แบบเก่าที่มีประสิทธิภาพต่ำและสร้างมลภาวะมาก

ปัจจุบันได้มีการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการใช้ถ่านหินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้และลดมลภาวะที่ปลดปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม รวมเรียกว่าเป็นเทคโนโลยีการใช้ถ่านหินอย่างสะอาด (clean coal technology) แต่ต้นทุนโรงไฟฟ้าแบบนี้ยังสูงอยู่ อย่งไรก็ตามโดยทั่วไปเทคโนโลยีการใช้ถ่านหินอย่างสะอาดมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนระหว่าง 38% ถึง 45% ซึ่งสูงกว่าโรงไฟฟ้าถ่านหินแบบเก่า นอกจากนี้ แก๊สเชื้อเพลิงไดออกไซด์ ไนโตรเจน และฝุ่น สามารถลดลงได้ถึง 50% ถึง 99% ต้นทุนปัจจุบันของเทคโนโลยีการใช้ถ่านหินอย่างสะอาดยังแพงอยู่โดยอยู่ระหว่าง US\$ 1,000 ถึง US\$ 1,700 ต่อกิโลวัตต์ติดตั้งของโรงไฟฟ้า การเปรียบเทียบราคาโรงไฟฟ้าที่เชื้อเพลิงอยู่ในปัจจุบันได้แสดงดังตารางที่ 6.17 เทคโนโลยีการใช้ถ่านหินอย่างสะอาดตัวอย่างเช่น IGCC (integrated gasification combined cycle), PFBC (pressurized fluidized bed combustion), AFBC (atmospheric fluidized bed combustion) และ pre-combustion processes

ตารางที่ 6.17 เปรียบเทียบราคาโรงไฟฟ้าแต่ละประเภท

ชนิดโรงไฟฟ้า	ต้นทุน (US\$/kW)
Gas turbine, 200 MW	400
Coal, 1000 MW	840
Oil, 1000 MW	740
Combine cycle, 600 MW	560
IGCC, 500 MW	1420
PFBC, 500 MW	1440

ที่มา : Srinidhorn International Institute of Technology, 2543.

เทคโนโลยีนิวเคลียร์

สถานภาพโรงไฟฟ้านิวเคลียร์

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าในการเลือกเชื้อเพลิงและพลังงนในการผลิตกระแสไฟฟ้ามีปัจจัยที่ต้องพิจารณาหลายด้านแต่อย่างน้อยก็ต้องตอบคำถาม 2 ประการหลักคือ

- (1) ความมั่นคงของอุปทานเชื้อเพลิงในระยะเวลา 15-30 ปี และราคาเชื้อเพลิง
- (2) ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม วิธีการแก้ไขและบรรเทา รวมถึงค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้อง เช่น เกี่ยวกับโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ก็ต้องตอบคำถามเช่นที่ว่านี้

หลังจากเกิดอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่ทรีไมล์แลนด์ สหรัฐอเมริกา เมื่อ พ.ศ. 2522 และอุบัติเหตุของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ที่เชอร์โนบีล ยูเครน (อดีตสหภาพโซเวียต) เมื่อ พ.ศ. 2529 หลายประเทศได้มีการชะลอหรือยกเลิกการก่อสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา แต่เมื่อปี 2538 สหรัฐอเมริกาเริ่มเดินเครื่องโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ 1 โรงและกำลังก่อสร้างอยู่อีก 1 โรง รวมทั้งสิ้นที่สหรัฐอเมริกาเริ่มมีประมาณ 110 โรง ผลิตระแสไฟฟ้าได้ 673.4 TWh (83 เท่าของกำลังการผลิตของทั้งประเทศไทย) คิดเป็น 22.5 % ของกำลังการผลิตในสหรัฐอเมริกา ในยุโรป ปัจจุบันมีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อยู่ 240 โรง ในกว่า 20 ประเทศ รวมทั้งโลก ณ สิ้นปี 2538 มีโรงไฟฟ้านิวเคลียร์อยู่ 437 โรง และอยู่ระหว่างก่อสร้างอีก 39 โรง มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งสิ้น 2,227,940 GWh (ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมง)

เทคโนโลยีนิวเคลียร์เชิงพาณิชย์

หลักการผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์คือการนำความร้อนที่ปลดปล่อยออกมาจากแกนปฏิกรณ์โดยการใช้น้ำสารหล่อเย็น (coolant) แล้วผลิตไอน้ำที่อุณหภูมิและความดันสูงเพื่อไปขับกังหันไอน้ำให้หมุนเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าเช่นเดียวกับโรงไฟฟ้าพลังความร้อน

ในปัจจุบันตามปฏิกรณ์นิวเคลียร์ที่ใช้กันแพร่หลายในเชิงพาณิชย์ได้แก่

- 1) PWR (Pressurized Water Reactor)
- 2) BWR (Boiling Water Reactor) ที่พัฒนาขึ้นในสหรัฐอเมริกา
- 3) Magnox
- 4) AGR ที่พัฒนาขึ้นในสหราชอาณาจักร

5) CANDU ซึ่งเป็นแบบ Heavy Water Reactor ที่ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศแคนาดา

6) VVER ซึ่งเป็นแบบ pressurized light water reactor และ

7) RBMK ซึ่งเป็นแบบ graphite moderated water cooled reactor ที่ถูกพัฒนาขึ้นในอดีตสหภาพโซเวียตเดิม ปัจจุบันเตาปฏิกรณ์นิวเคลียร์กว่า 80 % ของทั้งโลกเป็นแบบ light water reactor เช่น PWR, BWR, VVER

เตาปฏิกรณ์แบบ Pressurized Water Reactor (PWR)

โรงไฟฟ้าประเภทนี้ผลิตกำลังติดตั้งประมาณ 600 MW ถึง 1300 MW ปัจจุบันทั้งโลกมีโรงไฟฟ้าประเภทนี้ใช้กันประมาณ 100 แห่ง เตาปฏิกรณ์ประเภทนี้ ประกอบด้วยเชื้อเพลิงแท่งความหนาแน่นสูงและ light water ที่ทำหน้าที่เป็นทั้งสื่อนำความร้อน (primary coolant) และเพื่อป้องกันการเดือดน้ำหล่อเย็นนี้จะถูกอัดภายใต้ความดันสูงและรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 325°C ในวงจรกึ่งหนึ่งน้ำนั้น primary coolant จะถ่ายเทความร้อนให้กับ secondary coolant เพื่อผลิตไอน้ำไปใช้ในส่วนที่เหลือในการปั่นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้าต่อไป โรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบ PWR ที่สร้างขึ้นครั้งแรกในสหรัฐอเมริกาเมื่อ ปัจจุบันมีสัดส่วนการให้อุณหภูมิโดยประมาณ 60 % โดยมีการถ่ายเทความร้อนไปใช้ในหลายประเทศ เช่น ฝรั่งเศส เยอรมัน และญี่ปุ่น

เตาปฏิกรณ์แบบ Advanced PWR (APWR)

เตาปฏิกรณ์ชนิดนี้คาดว่าจะมาแทนที่ PWR โดยสร้างขึ้นมาจากความร่วมมือระหว่าง Westinghouse และ Mitsubishi Heavy Industries ในปี 1980 เตาแบบ APWR มีข้อดีกว่าเตาแบบ PWR ในด้านความปลอดภัยโดยการลดความเสี่ยงและโอกาสที่เตาจะเสียหายและประสิทธิภาพการใช้ยูเรเนียมที่ดีขึ้น เตา APWR นี้มีต้นแบบการสร้างเริ่มต้นที่ญี่ปุ่นและคาดว่าจะเริ่มมีการใช้ในเชิงพาณิชย์ในทศวรรษที่ 21 นี้

เตาปฏิกรณ์แบบ Boiling Water Reactor (BWR)

เตาปฏิกรณ์ชนิดนี้ไม่ต้องมีเครื่องกำเนิดไอน้ำแบบเตา PWR แต่จะใช้วิธีให้น้ำเดือดภายในเตาปฏิกรณ์โดยตรงโดยการลดความดันทำให้น้ำเดือด จากนั้นไอน้ำจะถูกใช้ขับเคลื่อนไอน้ำและปั่นเครื่องกำเนิดกระแสไฟฟ้า เตาแบบ BWR นี้สร้างขึ้นครั้งแรกในปี 1960 และปลดระวางในปี 1984 รวมเวลากว่า 24 ปีในการใช้งานที่สหรัฐอเมริกา สำหรับเตา BWR

สมัยใหม่มีกำลังติดตั้ง 1,356 MW แสดงเตาปฏิกรณ์แบบ BWR มีถึงส่วนประกอบที่น้อยกว่าเตาแบบ PWR ทำให้มีต้นทุนการสร้างโรงไฟฟ้าแบบ BWR ต่ำกว่าแบบ PWR

เตา ABWR

มีแนวความคิดการออกแบบมาจากทีมงานร่วมจาก General Electric สหรัฐอเมริกา สวีเดน และโตชิบาและบริษัทจากญี่ปุ่น ในปี 2522 โดยปรับปรุงจากเตาแบบ BWR ทำให้มีขนาดกะทัดรัด ลดการแผ่รังสี กำจัดความเสี่ยงจากท่อรั่วแตกและลดระดับน้ำในเตาปฏิกรณ์ลงให้ต่ำกว่าช่วงบน

เตาปฏิกรณ์แบบ CANDU หรือ Heavy Water Reactor (HWR)

เตาชนิดนี้ถูกพัฒนาขึ้นในประเทศแคนาดา เริ่มใช้ครั้งแรกในปี 2505 เตาปฏิกรณ์แบบ CANDU มี 2 ชนิด คือแบบใช้ภายในประเทศแคนาดาที่มีกำลังการผลิตไฟฟ้าหลายขนาดให้เลือกและแบบส่งออกที่กำหนดกำลังติดตั้งโรงไฟฟ้าประมาณ 600-700 MW ซึ่งคือแบบ CANDU-6 โดยมี primary coolant ถูกควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 300°C ภายใต้ความดัน 100 ของบรรยากาศ ป้องกันการเดือด) เตาแบบ CANDU นี้ใช้เชื้อเพลิงแบบยูเรเนียมธรรมชาติกับ heavy water ที่ทำหน้าที่เป็น primary coolant ความร้อนถูกถ่ายเทให้กับ secondary coolant เพื่อผลิตไอน้ำไปใช้กับกังหันไอน้ำต่อไป

เตาแบบ CANDU

เตาแบบ CANDU ถูกจัดให้เป็นแบบ Pressurized Heavy Water Reactor (PHWR) ข้อดีของเตาแบบ CANDU ก็คือใช้ยูเรเนียมตามธรรมชาติและสามารถบรรจุแท่งเชื้อเพลิงยูเรเนียมได้ในขณะที่เตากำลังทำงานอยู่

เตาปฏิกรณ์แบบ Gas Cooled Reactor (GCR) และ Advanced Gas Cooled Reactor (AGR)

เตาปฏิกรณ์ GCR รุ่นแรกใช้โลหะผสมแมกนีเซียมกับยูเรเนียมเรียกว่า Magnox ในการทอหุ้มแท่งเชื้อเพลิงจึงเรียกว่า Magnox Reactor เตาประเภทนี้ถูกพัฒนาขึ้นในสหราชอาณาจักร และเริ่มใช้ในเชิงพาณิชย์ในปี 2499 โดยใช้แท่งเชื้อเพลิงจากยูเรเนียมธรรมชาติ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น coolant ต่อมาในปี 1960 มีการพัฒนาเพิ่มประสิทธิภาพ

เชิงความร้อนของโรงไฟฟ้านิวเคลียร์แบบ GCR จึงเรียกว่า Advanced Gas Cooler Reactor (AGCR) โดย coolant (คาร์บอนไดออกไซด์) ที่อุณหภูมิ 600°C (เกือบเท่าตัวเทียบกับ Magnox Reactor)

ข้อเสนอแนะ

ดูเหมือนว่าการเลือกใช้ถ่านหินผลิตไฟฟ้าจะง่ายกว่าการเลือกใช้พลังงานนิวเคลียร์ แต่ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้ถ่านหินในปริมาณมาก ด้วยเทคโนโลยีปัจจุบันก่อให้เกิดการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกเช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และแก๊สมีเทน ทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั่วโลก ดังนั้นประเทศไทย รวมทั้งประเทศไทย จึงได้มีการตกลงกันที่จะไม่เพิ่มปริมาณแก๊สเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศเมื่อปี 2535 การมีโรงไฟฟ้าที่ปล่อยแก๊สเหล่านี้มาก เช่นโรงไฟฟ้าถ่านหินและถ่านหินน้ำแข็งจะทำให้การจัดการรักษาโรงไฟฟ้าที่ปล่อยแก๊สเหล่านั้นยากขึ้นเรื่อยๆ นอกจากนี้โรงไฟฟ้าระบบการปลดปล่อยแก๊สเรือนกระจกของประเทศไทยยังเป็นไปได้อย่างยิ่งขึ้น นอกจากนี้โรงไฟฟ้าถ่านหินเหล่านี้ยังอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ฝนกรดที่เป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมมากพอสมควร ถ้าไม่มีการควบคุมการปล่อยแก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์และออกไซด์ของไนโตรเจนอย่างเข้มงวด

โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ดูเหมือนจะเป็นทางเลือกที่ดีของไนโตรเจนอย่างเข้มงวด ในหลายประเทศ สำหรับประเทศไทยตัดสินใจและความเข้าใจและการยอมรับของประชาชน ซึ่งเป็นประเด็นที่สำคัญที่สุดนอกจากนี้ยังมีประเด็นที่สำคัญด้วยเช่นนโยบายและการออกกฎหมายระเบียบ ข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง การเตรียมบุคลากรให้พร้อมรับเทคโนโลยีนิวเคลียร์ การจัดการกับกากกัมมันตรังสี ความพร้อมทางด้านเศรษฐกิจ และการลงทุนในอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้า ตลอดจนการตัดสินใจนโยบายและความโปร่งใสของระบบการเมือง

6.9 สรุปและข้อเสนอแนะการพัฒนาพลังงาน

6.9.1 นโยบายและแผน

ที่ประเทศไทยต้องอาศัยเชื้อเพลิงฟอสซิลถึงร้อยละประมาณ 80% ของอุปทานพลังงานในปัจจุบัน และปีต่อไปคาดว่าจะมีสัดส่วนถึงประมาณร้อยละ 50 ของอุปทานพลังงานได้ก่อให้เกิดปัญหาหลักสามประการ คือ มลพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ความมั่นคงในการจัดหาพลังงาน และการจัดหาเงินตราต่างประเทศ

ตัวอย่างปัญหาที่วิกฤตและจำเป็นต้องแก้ไขทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ได้แก่ มลพิษทางอากาศจากขบวนรถไฟและอุตสาหกรรม การปล่อยแก๊สเรือนกระจกและการจัดสรรแหล่งพลังงานที่เป็นธรรม ซึ่งเป็นปัญหาร่วมกันทั้งในระดับภูมิภาคและระดับโลก

ปัญหาพลังงานตามที่กล่าวมาอาจแก้ไขโดยสรุปได้ด้วยการประหยัดพลังงาน และการพัฒนาพลังงานทดแทนเพื่อรองรับการพัฒนาประเทศที่ยั่งยืนให้คุณภาพชีวิตที่ดีและมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด การกำหนดนโยบาย แนวทางและเป้าหมายที่เป็นรูปธรรมโดยภาครัฐ หรือทั้งมาตรการดำเนินทั้งภาครัฐและเอกชน ควรประกอบด้วย

- เร่งรัดมาตรการประหยัดพลังงานต่างๆ ให้เป็นผลมากขึ้น โดยกำหนดเป้าหมายที่ชัดเจน รวมทั้งเร่งรัดการผลิตบุคลากร และการเลือกเทคโนโลยีประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพสำหรับอุตสาหกรรม อาคารขนาดใหญ่ การคมนาคม และขนส่ง
- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีประหยัดพลังงานต่างๆ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและการลงทุนต่ำลง โดยมีเป้าหมายให้ดัชนีพลังงาน/GDP ลดอย่างต่อเนื่อง และอัตราการเพิ่มพลังงานต่ำกว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจ
- ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนที่ได้ใช้คุ้มค่าแล้วในเชิงพาณิชย์อย่างจริงจัง เช่น พลังน้ำขนาดเล็ก พลังงานชีวมวล โดยกำหนดเป้าหมายโดยให้ใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 40 ของอุปทานพลังงานใน 20 ปี
- สนับสนุนการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนประเภทต่างๆ เพื่อให้คนไทยได้คุ้มค่ามากขึ้น โดยรวมทั้งความรู้ภาษาสภาพแวดล้อมด้วย
- จำกัดมลพิษและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตและใช้พลังงานให้ใกล้เคียงมาตรฐานการควบคุมมลพิษของประเทศที่พัฒนาแล้วโดยอาศัยเทคโนโลยีที่ทันสมัย

รัฐควรจรรยาบรรณที่พัฒนาแล้วให้ถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานและรักษาสินแวดล้อมในราคาไม่เกื้อหนุนด้วยกลไกการพัฒนาที่สะอาด(CDM)เนื่องจากประเทศที่พัฒนาแล้วได้ปล่อยมลพิษจากเชื้อเพลิงฟอสซิลก่อนประเทศที่กำลังพัฒนา

- เดิมทีมีการประชุมพันธมิตรบุคลากรและเทคโนโลยีเพื่อใช้พลังงานนิวเคลียร์เป็นทางเลือกอย่างหนึ่งในอนาคต เมื่อมีข้อจำกัดด้านการจัดหาแหล่งพลังงานที่สะอาด และการควบคุมแก๊สเรือนกระจกโดยมาตรการอื่นๆ ไม่ได้ดีพอ

6.9.2 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นักวิชาการและผู้สนใจด้านพลังงานได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการประหยัดพลังงานในลำดับสูงสุดและให้ความสำคัญมากในการพัฒนาชีวมวล ทั้งในระยะ 10 ปี และ 20 ปี ตามตารางที่ 6.18 และ 6.20 พลังน้ำได้รับความสำคัญระดับปานกลางในระยะ 10 ปี และพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับความสำคัญระดับปานกลางในระยะ 20 ปี

ส่วนความต้องการทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ตามตารางที่ 6.19 ชีวมวลและแสงอาทิตย์ต้องการงานวิจัยมากที่สุด ถ่านหินและการประหยัดพลังงานต้องการการถ่ายทอดเทคโนโลยีมากที่สุด พลังงานนิวเคลียร์ต้องการการพัฒนากำลัษณ์มากที่สุด ส่วนพลังงานขนาดเล็กต้องการการบริหารระบบมากที่สุด

ในด้านปัจจัยอื่นๆ ตามข้อมูลจากตารางที่ 6.21 สิ่งแวดล้อมมีความสำคัญต่อการพัฒนาพลังงานมากที่สุดทั้งในระยะ 10 ปี และ 20 ปี การขนส่งมีความสำคัญมากในระยะ 10 ปี และอุตสาหกรรมมีความสำคัญมากในระยะ 20 ปี

ข้อเสนอแนะจากนักวิชาการ

(ที่เข้าร่วมประชุมระดับความคิด เรื่อง "กลยุทธ์ในการวิจัยและการพัฒนาพลังงาน" จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ วันที่ 11 สิงหาคม 2543)

ตารางที่ 6.18 ความสำคัญของการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานทดแทนต่างๆ ในอนาคต

แหล่งพลังงาน/ระยะเวลา		10 ปี	20 ปี
การประหยัดพลังงาน		มากที่สุด	มากที่สุด
ชีวมวล		มาก	มาก
พลังงานขนาดเล็ก		ปานกลาง	น้อย
แสงอาทิตย์		น้อย	ปานกลาง
ถ่านหิน		น้อยมาก	น้อยมาก
นิวเคลียร์		น้อยที่สุด	น้อยที่สุด

ตารางที่ 6.19 ความต้องการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีด้านต่างๆ เพื่อพัฒนาพลังงานทดแทนภายใน 20 ปี

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี/แหล่งพลังงาน	พลังงานทดแทน	ชีวมวล	แสงอาทิตย์	ถ่านหิน	นิวเคลียร์	ประหยัดพลังงาน
วิจัยและพัฒนา		น้อย	มากที่สุด	มาก	น้อยที่สุด	มาก
ถ่ายทอดเทคโนโลยี		มาก	มาก	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด
พัฒนาบุคลากร		ปานกลาง	ปานกลาง	น้อยมาก	มากที่สุด	น้อย
โครงสร้างพื้นฐาน		น้อยที่สุด	น้อยมาก	น้อยที่สุด	น้อยมาก	น้อยที่สุด
การบริหารระบบ		มากที่สุด	น้อย	ปานกลาง	น้อย	ปานกลาง
เทคโนโลยีสารสนเทศ		น้อยมาก	น้อยที่สุด	น้อย	ปานกลาง	น้อยมาก

หมายเหตุ : ข้อเสนอแนะข้างบนอยู่ภายใต้สมมติฐานหลักว่าประเทศจะระดมทุนการเมืองที่มีประสิทธิภาพ และมีการเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องประมาณร้อยละ 5 ต่อปี

สรุปผลการตอบรอบคำถาม สาขาพลังงาน

(จากการประชุม "สมัชชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาคั้งที่ 2" วันที่ 21 สิงหาคม 2543)

ตารางที่ 6.20 ระดับความสำคัญของเทคโนโลยีพลังงาน

เทคโนโลยี/ความสำคัญ		2544 - 2553	2554 - 2563
1. การประหยัดพลังงาน		มากที่สุด	มากที่สุด
2. ชีวมวล		มาก	มาก
3. พลังน้ำขนาดเล็ก		ปานกลาง	น้อย
4. แสงอาทิตย์และลม		น้อย	ปานกลาง
5. ถ่านหิน		น้อยมาก	น้อยมาก
6. นิวเคลียร์		น้อยที่สุด	น้อยที่สุด

ตารางที่ 6.21 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาพลังงานที่ยั่งยืนใน 20 ปี

ปัจจัย/ความสำคัญ		2544 - 2553	2554 - 2563
ยุทธศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี :			
1. วิจัยและพัฒนา	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด
2. การถ่ายทอดเทคโนโลยี	น้อยมาก	ปานกลาง	ปานกลาง
3. การพัฒนาบุคลากร	มาก	มาก	มาก
4. โครงสร้างพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	น้อย	น้อย	น้อยที่สุด
5. การบริหารจัดการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	ปานกลาง	ปานกลาง	น้อย
6. เทคโนโลยีสารสนเทศ	น้อยที่สุด	น้อยที่สุด	น้อยมาก
ปัจจัยอื่นๆ :			
1. อุตสาหกรรม	ปานกลาง	ปานกลาง	มาก
2. การบริการ รวมทั้งการขนส่ง	มาก	มาก	น้อย
3. สิ่งแวดล้อม รวมทั้งภัยพิบัติ	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด
4. เกษตร	น้อยมาก	น้อยมาก	น้อยมาก
5. การศึกษาและสาธารณสุข	น้อย	น้อย	ปานกลาง
6. สื่อสารและโทรคมนาคม	น้อยที่สุด	น้อยที่สุด	น้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

สถานภาพพลังงาน

1. Susumu Yoda (1995). Trilemma. Central Research Institute of Electric Power Industry, Tokyo.
2. Department of Energy Promotion and Development (1998). Thailand Energy Situation 1998. Bangkok.
3. Department of Policy Coordination and Sustainable Development (1997). Critical Trends. United Nations, New York.
4. Intergovernmental Panel on Climate Change (1996). Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change. WMO & UNEP.
5. สิปปนนท์ เกตุทัต (2535). พลังงานของสังคมไทยในอนาคต. คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
6. ปรีดา วิบูลย์สวัสดิ์ (2543). แก๊สเรือนกระจกและแบตเตอรี่. วารสารราชบัณฑิตยสถาน, ปีที่ 25 (2).
7. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2541). รายงานพลังงานของประเทศไทย พ.ศ. 2541. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

แหล่งพลังงานฟอสซิล

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2543). รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2541. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2543). รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2541. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
3. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน. รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2541. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
4. จีวรารณ เดียสุวรรณ, วาญี เตีย, และนันท ธารังกูร (2543). ความรู้เรื่องพลังงาน. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ. พลังงาน เพื่อความเข้าใจ ใช้อย่างรู้คุณค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน.
6. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2543). วรรณนโยบายพลังงาน ฉบับที่ 47 ม.ค.ม.ค.

มลพิษและผลกระทบจากเชื้อเพลิงฟอสซิล

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2541). รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. กรมควบคุมมลพิษ. สถานการณ์และการจัดการปัญหามลพิษทางอากาศและเสียง พ.ศ. 2539-2540. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
3. Prida Wibulsawas (1999). Emission from Transportation and Mitigation Measures. Proceedings of the 10th Pacific Conference on Automotive Engineering. Melbourne, 1999, pp. 3-7.
4. Walsh M. P., US Senate Bill Would Let States Out of MTBE Program. Car Lines, Issue 99(6), p. 27.
5. สมชาย จันทวาน (2537). การประเมินการใช้แก๊สธรรมชาติกับโรงไฟฟ้าในกรุงเทพฯ. รายงานเสนอการวิเคราะห์ประเทศไทย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6. Monaghan M. (1999). Environmental Legislation and Engine Design. Proceedings of the 10th Pacific Conference on Automotive Engineering. Melbourne, 1999, pp.13-18.
7. Japan Bioindustry Association (1994). NEDO.
8. Wibulsawas P., Winayachompu B., and Tiansuwan J. (2000). Predictions of combustion rates of blended palm oil droplets. World Renewable Energy Congress. Brighton.
9. Salo N. (1999). Earth Environment and Electric Vehicles Powered by Advanced Batteries. Proceeding of 10th Pacific Conference on Automotive Engineering. Melbourne 1999, pp. 385-392.
10. Walsh M.P., (2000). California Adds New Partners to Fuel Cell Consortium. Car Lines, Issue 2000(1).
11. Pojanee Khummongkol (1997). Thailand National Energy-House Gas Inventory, 1990&1994. Bangkok: Office of Environmental Policy and Planning.

12. กรมการศึกษานโยบายเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2542). รายงาน "เทคโนโลยีเพื่อลดแก๊สเรือนกระจก. ภูมิสถาปัตย์". กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์. 15(1) มีนาคม
13. สันติภาพ เต็มประเสริฐ (2540). การปล่อยแก๊สเรือนกระจก. เอกสารประกอบการเสวนาเรื่อง "พลังงานของแก๊สเรือนกระจก". คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: 15(1) มีนาคม
14. John Houghton (1997). Global Warming (2nd Ed). Cambridge University Press.
15. บริษัท วิจัยสิ่งแวดล้อม (2543). แก๊สเรือนกระจกและแนวทางการควบคุม. วารสารราชบัณฑิตยสถาน, 11(2).

การประหยัดพลังงาน

1. จุลลพพงศ์ จุลละโพธิ์ (2542). มาตราการและผลการประหยัดพลังงาน. เอกสารประกอบการเสวนาเรื่อง "เทคโนโลยีเพื่อลดแก๊สเรือนกระจก". คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2541). รายงานพลังงานของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. Watson, Zinyowera and Moss (1996). Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change. IPCC Technical Paper I.
3. กรมการศึกษานโยบายเทคโนโลยีและการพัฒนา. เทคโนโลยีเพื่อลดแก๊สเรือนกระจก. ภูมิสถาปัตย์

พลังงาน

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2541). รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: กรมการศึกษานโยบายเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. New Energy in Japan (1997). Long-Term Energy Supply and Demand Outlook. New Energy Foundation.
3. บริษัท วิจัยสิ่งแวดล้อม. การพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน. สังคมชาติด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. มติชน ส.ค.ร. สภา สรรพการ
4. Mekhong Secretariat (1994). Mekhong Mainstream Run-Off-River Hydropower. Bangkok.

ชีวมวล

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2541). รายงานพลังงานของประเทศไทย. กรมการศึกษานโยบายเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
2. กรมการเกษตรและสหกรณ์ (2543). วารสารพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร, 15(1) มีนาคม
3. พุฒิสภา ประเสริฐสุธรรม และสุธีระ ประเสริฐธรรม (2537). การศึกษาและวิเคราะห์สถานการณ์และศักยภาพของการใช้ประโยชน์จากของเสียจากอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม. รายงานเสนอต่อศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
4. สรรพกิจ การวิจัย (2542). ข้อมูลทั่วไปของอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์ม. วารสารเครื่องเรือนไทย, 24 ธันวาคม 2542
5. สำนักงานพัฒนาพลังงานแห่งชาติ (2540). แนวทางการพัฒนาพลังงานในวังแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ

6. สำนักงานการศึกษานโยบายเทคโนโลยีและการพัฒนา (2542). สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีเพาะปลูก 2540/41. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
7. Aziz, A. A. (1994). Gaseous Fuel from Palm Fruit Shells for Heating and Power Generation. Proceedings 5th ASEAN Conference on Energy Technology. Bangkok, pp.197-204.
8. Bhattacharaya, S. C., Shrestha, R. M. and Ngamajornvivat, S. (1989). Potential of Biomass Residue Availability: The Case of Thailand. Energy Sources, 11.
9. Black & Veatch. (1999). Thailand Biomass-Based Power Generation and Cogeneration within Small Rural Industries. Progress report submitted to NEPO, Jan 1999.
10. Coovattananachai, N. (1989). Biomass Gasification Research and Field Developments Biomass, 18.
11. Coovattananachai, N., Prasertsan, S. and Prateepchaikul, G. (1989). Biomass Gasification for Gas Turbine Power Generation. Research proposal submitted to USAID, Washington D.C.
12. DEDP. (1992). The Study of Behaviour and Patterns of Energy Use in Plantation. MOSTI., Bangkok.
13. DEDP. (1997). Rural Household Energy Consumption 1996. DEDP, Bangkok.
14. DEDP. (1999). Biomass Energy in Asia: A Study on Selected Technologies and Policy Options (Thailand). 2nd progress report, DEDP, Bangkok.
15. DEDP/ECCT. (1999). The Study to Prepare the Master Plan on Electricity Generation from Biomass. DEDP, Bangkok.
16. Doelle, H. W., Doelle, M. B., and Prasertsan, P. (1998). Biotechnological Process Strategies for a Sustainable Development Using Environmentally Clean Technologies. Songklanakorn Journal Science and Technology, 30, pp. 121-128.
17. EREC. (1995). Energy Efficiency and Renewable Energy Clearinghouse. Department of Energy, USA.
18. Ministry of Industrial. (1998). The Study to Estimate Industrial Waste Water in Thailand. Ministry of Industrial, Bangkok.
19. Hall, D. O., Rosillo-Calle, F., Williams, R. N., and Woods, J. (1992). Biomass for Energy. Supply Prospects in Renewable Energy Sources for fuel and Electricity. (Editor Johansson, T. B., Kelly, H., Reddy, A. K. N. and Williams, R. H.). Washington D. C., Island Press.
20. Hall, D. O. (1996). Sustainability of Biomass Energy Supplies. Wood Energy News, 11(3), pp.3-5.
21. Pennington, M., Lacrosse, L., Gonzales, A. D., and Schenkel, Y. (1995). Cogeneration in Wood and Agro-Industries. Wood Energy News, 10(3), pp.10-11.
22. Prasertsan, S. (1991). Feasibility Study of the Use of Non-Wood Wastes from Rubber Plantation for Energy Production. Report submitted to STDB, Bangkok.
23. Prasertsan, S. and Prasertsan, P. (1996). Biomass Residues from Palm Oil Mills in Thailand: An Overview on Quantity and Potential Usage. Biomass Bioenergy, 11(5), pp. 387-395.

24. Prasertsan, S. and Varaprak, P. (1998). Rubber Plantation: An Overlooked Dendropower. *Proceedings 5th ASEAN S&T Week*. Hanoi, pp. 103-111.
25. Prasertsan, S., Krukanont, P., Ngamsritragul, P., and Kirirat, P. (2000). Strategy for Optimal Operation of a Biomass-Fired Cogeneration Power Plant. *J. Power and Energy* (inpress).
26. RWEDP. (1996). Woodfuel Use and the Value of Woodfuels. *Wood Energy News*, 11(2), pp. 7-9.
27. RWEDP. (1997a). Biomass Energy in ASEAN Countries. *Wood Energy News*, 12(2), pp. 11-12.
28. RWEDP. (1997b). Woodfuel Consumption and Supply in RWEDP Member Countries. *Wood Energy News*, 12(2), pp. 20-21.
29. RWEDP. (1997c). Fuel Complementatlon Rather Than Substitution. *Wood Energy News*, 12(2), pp. 20-21.
30. Sapuan, S. M., Masjuki, H. H., and Azlan, A. (1996). The Use of Palm Oil as Diesel Fuel Substitute. *J. Power and Energy: Part A*, 210 pp. 47-53.
31. Viseshakul, P. (1997). The Current Utilization of Biomass Energy and the Status of Development and Specific Plans for Promoting the Introduction and Popularization of Biomass Energy Technology. APEC Energy I&D and Technology Transfer and Renewable Energy Resource Assessment Seminar, Santiago, Chile.
32. Wibulsawas, P., and Terdyothin, A. (1990). Energy and Availability Analysis of a Biomass-Fired Cogeneration System in a Palm Oil Mill. *Proceedings 1st World Renewable Energy Congress*, UK, pp. 1942-1946.
33. World Bank (1996). Rural Energy and Development-Improving Energy Supplies for Two Billion People.

พลังงานแสงอาทิตย์และลม

1. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. นโยบาย แผนและแนวทางการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทน พ.ศ. 2540-2544
2. การพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน (2542). รายงานเทคโนโลยีเพื่อลดแก๊สเรือนกระจก. กรมวิชาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, ภูเก็ต
3. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2541). รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย

ทางเลือกของการผลิตไฟฟ้า

1. กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2543). รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2541. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.
2. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2543). พลังงาน เพื่อความเข้าใจ ชัยอย่างรู้คุณค่า พัฒนาสู่ความยั่งยืน.

3. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (2543). *วสารนโยบายพลังงาน*, ฉบับที่ 47 ม.ค. - มิ.ค. 2543.
4. Sirindhorn International Institute of Technology (2543). *Mitigating Environmental Emissions from the Power Sector: Analysis of Technical and Policy Options in Thailand*. A Draft report submitted to Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA) and Asian Institute of Technology (AIT).
5. Central Research Institute of Electric Power Industry (1998). *Introduction to Nuclear Engineering*. CRIEPI Research Document No. T98901, Japan.
6. อชัย สุมิตร (2540). *ความเป็นไปได้ในการสร้างโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ขึ้นในประเทศไทย*. การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

สถานภาพและทิศทางอนาคตว่าด้วย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา

หนึ่งในโครงการจัดทำวิทยทัศน์และยุทธศาสตร์แห่งชาติด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พ.ศ. 2543 - 2563



สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
National Science and Technology Development Agency

ISBN 974-7360-46-2