3

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1

Thailand's First Assessment Report on Climate Change 2011

คณะทำงานกลุ่มที่ 3 :

องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

Working Group 3 : Greenhouse Gas Mitigation

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพ
องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย
ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2554

Thailand's First Assessment Report on Climate Change 2011

คณะทำงานกลุ่มที่ 3

องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

(Working group III: Greenhouse Gas Mitigation)

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย พ.ศ.2554

(Thailand's First Assessment Report on Climate Change 2011)

คณะทำงานกลุ่มที่ 3 : องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

(Working Group III: Greenhouse Gas Mitigation)

บรรณาธิการ สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง

จำนวน 320 หน้า

ISBN 978-974-456-721-5

พิมพ์ครั้งที่ 1 สิงหาคม 2554

จำนวน 1,000 เล่ม

ประสานงาน มัทนพรรณ จิ๋วเจียม

จัดทำโดย ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ
(Development and Co-ordination Center for Global Warming and Climate Change) (THAI-GLOB)
บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด
เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140
โทร 0-2470-8309 -10 ต่อ 4144 / 4119
โทรสาร 0-2872-9805
http://climatechange.jgsee.org

ได้รับทุนอุดหนุนจาก
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
ชั้น 14 อาคารเอสเอ็มทาวเวอร์
เลขที่ 979 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนนอก
เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400

ออกแบบปกโดย วิเลิศวัฒน์ หนูแสง

พิมพ์ที่ บริษัท วิกิ จำกัด || E-Mail: info@wiki.co.th

ข้อมูลทางบรรณานุกรมหอสมุดแห่งชาติ

สิรินทรเทพ เต้าประยูร.

รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2554 คณะทำงานกลุ่มที่ 3 องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก. -- กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2554.

320 หน้า.

1. การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลก -- ไทย. 2. ปรากฏการณ์เรือนกระจก -- ไทย. 3. ก๊าซเรือนกระจก. I. จำนง สรพิพัฒน์. II. อำนาจ ชิดไธสง. III. ชื่อเรื่อง.

551.69593

ISBN 978-974-456-721-5

คำนำ

ปี 2553 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้เริ่มการวางโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของการสนับสนุนงานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ สกว. ดำเนินงานอย่างต่อเนื่องมาตั้งแต่ปี 2549 คือ การจัดการองค์ความรู้และข้อมูลเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศให้เป็นแหล่งอ้างอิงของประเทศ

ผลผลิตจากงานข้างต้น คือ รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหา 3 เล่ม ได้แก่ เล่ม 1 องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เล่ม 2 องค์ความรู้ด้านผลกระทบ ความล่อแหลม และการปรับตัว และ เล่ม 3 องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก ซึ่งผู้เขียนนำในรายงานฯ ล้วนเป็นนักวิชาการที่มีความเชี่ยวชาญสูงในแต่ละสาขาและใช้ความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์สถานภาพความรู้อย่างเต็มที่ จำนวน 44 คน และมีกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านต่างๆ จำนวน 32 คน ซึ่งถือเป็นครั้งแรกของประเทศไทยและเป็นตัวอย่างของการพัฒนากลไกการประมวลองค์ความรู้ที่มีความเป็นกลางทางวิชาการ

การเผยแพร่รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 จะช่วยสร้างความรู้ความเข้าใจที่ชัดเจนต่อความซับซ้อนและความไม่แน่นอนสูงเกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความรุนแรงของผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต เพื่อทุกภาคส่วนจะได้เกิดความตระหนักในการร่วมกันดำเนินการแก้ไขและบรรเทาผลกระทบ

สกว. ขอขอบคุณ รศ.ดร.กัณฑรีย์ บุญประกอบ, ดร.อัศมน ลิ่มสกุล, ผศ.ดร.อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร, และ รศ.ดร.จำนง สรพิพัฒน์ ผู้นำกลุ่มที่ทุ่มทั้งความคิดและกำลังกายและใจในการทำงานกับผู้เขียนนำและช่วยกลั่นกรองตรวจสอบความถูกต้องเชิงเนื้อหาวิชาการ และขอขอบคุณ รศ.ดร.อำนาจ ชิดไธสง ผู้ประสานงานวิจัยและทีมงานของศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เป็นกำลังสำคัญในการผลักดันให้การทำงานสำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในการสนับสนุนด้านข้อมูลงานวิจัย ขอขอบคุณผู้แทนหน่วยงานต่างๆ ทั้งหน่วยงานราชการ รัฐวิสาหกิจ และเอกชนที่ร่วมให้ความเห็น คำแนะนำ และแลกเปลี่ยนข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการจัดทำ รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2554

บทบรรณาธิการ

รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทยครั้งที่ 1 โดยคณะทำงานกลุ่มที่ 3 องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นรายงานที่สังเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยและรายงานที่ได้มีการศึกษาสถานการณ์ของประเทศไทยทั้งจากในหน่วยงาน/สถาบันในประเทศและหน่วยงานวิจัยต่างประเทศ ข้อมูลประกอบด้วย สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในอดีตและคาดการณ์ในอนาคต ศักยภาพและแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ได้แก่ สาขาผลิตพลังงาน สาขาขนส่ง สาขาอาคารและที่พักอาศัย ภาคอุตสาหกรรมและภาคที่ไม่เกี่ยวข้องกับพลังงานได้แก่ สาขาเกษตร ป่าไม้และของเสีย นอกจากนี้ยังเสนอองค์ความรู้ด้านศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งนโยบายและมาตรการที่มีในปัจจุบัน

วัตถุประสงค์ของรายงานต้องการประเมินสถานภาพขององค์ความรู้ในปัจจุบันวิเคราะห์และสังเคราะห์ประเด็นที่สำคัญเพื่อศึกษา วิจัย และสร้างองค์ความรู้ต่อในอนาคตเพื่อให้สามารถวางแผนป้องกันและตั้งรับสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงได้ทันการณ์โดยไม่เสียเปรียบในการพัฒนาประเทศ ความรู้และข้อมูลหลายประเด็นอาจเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้ว เช่น การพึ่งแหล่งพลังงานจากต่างประเทศ โดยเฉพาะน้ำมัน แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลักจากภาคพลังงานของประเทศเป็นต้น รายงานฉบับนี้ วิเคราะห์เชิงวิทยาศาสตร์ของความรู้เหล่านั้นและนำเสนอแง่มุมที่สำคัญเพื่อให้สามารถเรียนรู้สิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตและส่งผลในอนาคต รวมทั้งแนะนำปัญหาและอุปสรรคในการพัฒนาเทคโนโลยีและองค์ความรู้ต่อไป

ในบทของสถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นการวิเคราะห์เชิงสถิติของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ในช่วง 15 ปีที่ผ่านมา ซึ่งถึงแม้ว่ามีการเพิ่มขึ้นอยู่ตลอด แต่การวิเคราะห์ก็แสดงให้เห็นว่า การอัตราการเพิ่มขึ้นของการปล่อยนี้มีน้อยลงในช่วง 5 ปีหลัง และภาคป่าไม้น่าจะเป็นภาคที่มีความสำคัญเพื่อช่วยลดการปล่อยในภาพรวมในอนาคต นอกจากนี้การปล่อยในอนาคตโดยไม่มีมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกเลย อาจเพิ่มเป็น 2 หรือ 3 เท่าในอีก 10 และ 20 ปีข้างหน้า การวิเคราะห์ในภาคพลังงานซึ่งเป็นภาคที่มีความก้าวหน้าด้านการวิจัยทั้งศักยภาพและโอกาสในการลดก๊าซเรือนกระจก ถึงแม้ภาคพลังงานปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าภาคกิจกรรมอื่น แต่แผนพัฒนาพลังงานของประเทศสร้างโอกาสในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะด้านการประหยัดพลังงาน ที่ผ่านมายังไม่ได้มีการผนวกแผนพลังงานกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงได้มากนัก การพัฒนาประเทศในทิศทางของแผนพลังงานมีศักยภาพในการช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้ แต่ศักยภาพในอนาคตที่จะลดได้และวิธีการคำนวณเป็นความรู้ที่ยังไม่ชัดเจนในขณะนี้ สำหรับภาคที่ไม่เกี่ยวข้องกับพลังงาน รวมภาคการเกษตร ป่าไม้ และของเสีย ศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกมีไม่มากนัก ยกเว้นภาคป่าไม้ อย่างไรก็ตามสิ่งที่ขาดและเป็นที่ต้องการอย่างมากในการศึกษาวิจัยต่อไปคือการรวบรวมข้อมูลที่เป็นระบบ การสำรวจและเก็บข้อมูลขั้นปฐมภูมิในเชิงลึก การสร้างฐานข้อมูลที่มีความต่อเนื่องและสามารถเข้าถึงได้ง่าย ทิศทางการพัฒนาในภาคเศรษฐกิจต่างๆ เพื่อมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาที่ยั่งยืน และมีผลประโยชน์ร่วม(co-benefit) โดยประเด็นการลดก๊าซเรือนกระจกเป็นผลพลอยได้ องค์ความรู้ ด้านเครื่องมือเศรษฐศาสตร์เพื่อนำมาช่วยตัดสินใจและดำเนินการทั้งในระดับนโยบายของประเทศ และในระดับปฏิบัติการรายโครงการ มีจำกัดมากในปัจจุบันและต้องการการพัฒนาเชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิทยาศาสตร์และเศรษฐศาสตร์ โดยเฉพาะเงื่อนไขและลักษณะเฉพาะของประเทศไทยที่แตกต่างจากประเทศอื่นๆ การวางนโยบายในอดีตที่ไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบทางเศรษฐกิจจากความเสียหายเชิงนิเวศมากเท่าที่ควรเพราะขาดองค์ความรู้ทางด้านนี้

ผู้เขียนนำในรายงานฉบับนี้ล้วนเป็นผู้ที่มีความเชี่ยวชาญสูงในสาขาของตนเองและใช้ความรู้ความสามารถในการวิเคราะห์สถาะการณ์อย่างเต็มที่โดยหวังว่าจะเป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์และสามารถนำไปใช้ได้ทั้งระดับประชาชนทั่วไป ผู้ที่ทำงานที่เกี่ยวข้อง นักวิจัยและกำหนดนโยบายของประเทศ นอกจากนี้ในระหว่างการจัดทำยังมีการประชุมขอความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในหลาย ๆ ด้าน ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาศนี้

รายงานการวิเคราะห์นี้เป็นฉบับที่หนึ่ง ซึ่งยังมีข้อจำกัดในหลายๆ ด้านโดยเฉพาะการรวบรวมข้อมูลจากหลายๆ งานวิจัย ซึ่งอาจไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ อย่างไรก็ตาม รายงานนี้ได้รวบรวม งานวิจัยหลักและข้อมูลสำคัญๆ ของการวิจัยในประเทศได้มากในระดับที่น่าพอใจ คณะผู้จัดทำหวังว่ารายงานฉบับนี้จะเป็นจุดเริ่มต้นให้กับการส่งผ่านข้อมูลเพื่อการดำเนินงานในลักษณะวิเคราะห์และสังเคราะห์ที่เป็นประโยชน์กับประชาคมวิจัยและการนำไปประกอบการตัดสินใจทั้งในระดับเบื้องต้นและระดับชาติต่อไป

บรรณาธิการ

ที่มาและกระบวนการการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ.2554

1. บทนำ

การเตรียมการรับมือกับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศมีความยากและซับซ้อน เนื่องจากมีเงื่อนไขเวลาที่ยาวนาน (50-100 ปี) มีความไม่แน่นอนสูงเกี่ยวกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความรุนแรงของผลกระทบที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังต้องอาศัยความรู้จากสหสาขาที่ครอบคลุมหลายมิติและหลายระดับ การวางนโยบายเพื่อตั้งรับและสร้างความสามารถในการปรับตัวเพื่อลดการสูญเสียจึงจำเป็นต้องอาศัยความรู้และข้อมูลที่น่าเชื่อถือและมีการประสานงานอย่างเป็นระบบระหว่างหน่วยงานวิชาการที่เป็นผู้สร้างข้อมูล และหน่วยงานระดับนโยบาย/ปฏิบัติการที่นำข้อมูลไปปรับใช้

ในระดับโลกและระดับภูมิภาค มีหน่วยงานหลัก คือ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ทำหน้าที่เชื่อมระหว่างภาควิชาการกับหน่วยงานตัดสินใจด้านนโยบาย โดย IPCC ได้รับการสนับสนุนจากองค์การสหประชาชาติผ่าน WMO (World Meteorological Organization) และ UNEP (United Nations Environment Program) มีการดำเนินงานที่เน้นคุณภาพของข้อมูล มีความเป็นกลาง และมีความเป็นอิสระในเชิงวิชาการ ในการทำงาน IPCC ได้สนับสนุนด้านการเงินให้กับนักวิทยาศาสตร์จากประเทศกำลังพัฒนา ทำให้มีโอกาสเข้าถึงข้อมูลความรู้ใหม่ๆ มีโอกาสเข้าไปทำงานร่วมแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้กับนักวิทยาศาสตร์จากประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งรัฐบาลของแต่ละประเทศสนับสนุนด้านการเงินเอง ทำให้เกิด Platform การแลกเปลี่ยนและพัฒนาองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลกอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ ความสำเร็จในการดำเนินงานของ IPCC ได้ปรากฏให้เห็นจากการอ้างอิงที่แพร่หลายและการได้รับยอมรับจากหน่วยงานและรัฐต่าง ๆ ทั่วโลก ข้อมูลที่รายงานโดย IPCC นั้นมีความน่าเชื่อถือสูง มีความโปร่งใสทั้งในการเสนอและการวิเคราะห์ข้อมูล นอกจากการทำหน้าที่ประเมินและสังเคราะห์องค์ความรู้เป็นระยะๆ แล้ว IPCC ยังตอบสนองต่อความต้องการเฉพาะหน้าต่างๆ โดยการทำการประเมินองค์ความรู้เฉพาะเรื่อง การดำเนินงานของ IPCC จึงถือได้ว่าเป็นรูปแบบการดำเนินงานที่น่าศึกษาและนำมาประยุกต์ใช้เพื่อผลักดันให้มีการพัฒนาองค์ความรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการจากผู้กำหนดนโยบายในระดับต่างๆ ในประเทศไทย

สำหรับในประเทศไทยที่ผ่านมา ปรากฏว่าประเด็นเรื่องการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ได้รับความสนใจจากหน่วยงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย หน่วยงานสนับสนุนการวิจัยทั้ง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ หน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่างๆ ต่างให้ทุนศึกษาวิจัยเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ ทำให้เกิดองค์ความรู้และความตระหนักด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในสังคมไทยมากขึ้น หน่วยงานระดับนโยบายเริ่มนำประเด็นด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศบูรณาการเข้ากับแผนนโยบายมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากการที่สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดยุทธศาสตร์ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศขึ้นเป็นครั้งแรกในประเทศไทย และต่อมาได้กำหนดให้มีการดำเนินการจัดทำแผนแม่บทและแผนปฏิบัติการเพื่อให้หน่วยงานในระดับปฏิบัติสามารถนำไปดำเนินการได้

อย่างไรก็ตาม นโยบายและยุทธศาสตร์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของประเทศนั้น จำเป็นต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานองค์ความรู้และข้อมูลจากการศึกษาวิจัยที่ถูกต้อง ทันสมัย และได้รับการปรับปรุงพัฒนาอยู่เสมอๆ ให้มีความเป็นปัจจุบัน ด้วยเหตุนี้ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยจึงสนับสนุนให้ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (THAI-GLOB) เป็นแกนประสานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อ 1) สังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนภูมิอากาศที่สามารถเป็นที่อ้างอิงของประเทศได้ใน 3 ประเด็นหลัก คือ ด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานของการ

เปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ด้านผลกระทบ ความล่อแหลมและการปรับตัว และด้านศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และ 2) เสนอแนะแนวทางในการพัฒนาองค์ความรู้ที่ไม่มี โดยมีผลลัพธ์ คือ รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2554 (Thailand's First Assessment Report on Climate Change 2011 - 1st TARC)

2. การสังเคราะห์ประมวลองค์ความรู้ (Assessment) คืออะไร

โดยหลักการแล้ว การสังเคราะห์ประมวลองค์ความรู้ (Assessment) ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ หมายถึง การดำเนินการอย่างเป็นระบบและเป็นขั้นตอนในการรวบรวมองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องทั้งหมดที่มี จากนั้นจึงนำองค์ความรู้ดังกล่าวมาสังเคราะห์เพื่อให้เห็นการพัฒนาองค์ความรู้และสถานภาพองค์ความรู้จากอดีตถึงปัจจุบัน ให้เห็นความเชื่อมโยงองค์ความรู้ที่มีอยู่ มีการสรุปประเด็นและสาระสำคัญขององค์ความรู้นั้นๆ ตลอดจนประเมินว่าองค์ความรู้นั้นมีความถูกต้องหรือน่าเชื่อถือมากน้อยแค่ไหน นอกจากนี้ยังรวมถึง การให้ข้อเสนอแนะเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือหรือเพื่อสร้างองค์ความรู้ที่ยังไม่ชัดเจนหรือไม่มี ข้อมูลหรือองค์ความรู้ที่นำมาสังเคราะห์ประมวลควรเป็นข้อมูลที่เปิดเผยต่อสาธารณะและได้รับการยอมรับจากนักวิชาการในสาขานั้นๆ (ผ่านการ review หรือตรวจสอบก่อนได้รับการตีพิมพ์) ซึ่งหมายความว่า การทำ Assessment แตกต่างไปจากการรวบรวมองค์ความรู้ (literature reviews) โดยทั่วๆ ไป เพราะการทำ Assessment มีความเข้มข้น มีกระบวนการที่เป็นระบบและเป้าหมายทั้งกว้างและลึกกว่า

ผลลัพธ์ที่ได้จากการทำ Assessment ขึ้นอยู่กับคุณภาพของผู้ทำการประมวลและสังเคราะห์ และความพร้อมหรือการมีอยู่ของข้อมูล เช่น ในกรณีที่ไม่มีงานวิจัยหรือความรู้มากพอ ผลการทำ Assessment แทนที่จะเป็นองค์ความรู้แต่อาจจะเป็นประเด็นปัญหาหรือองค์ความรู้ที่ขาด (gap of knowledge) และการจัดลำดับความสำคัญขององค์ความรู้นั้น เป็นต้น ดังนั้น การทำ Assessment จึงเป็นการสะท้อนถึงความพร้อมบนพื้นฐานความรู้ของสังคมในการตั้งรับและแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศด้วย

3. รูปแบบการจัดทำ 1st TARC

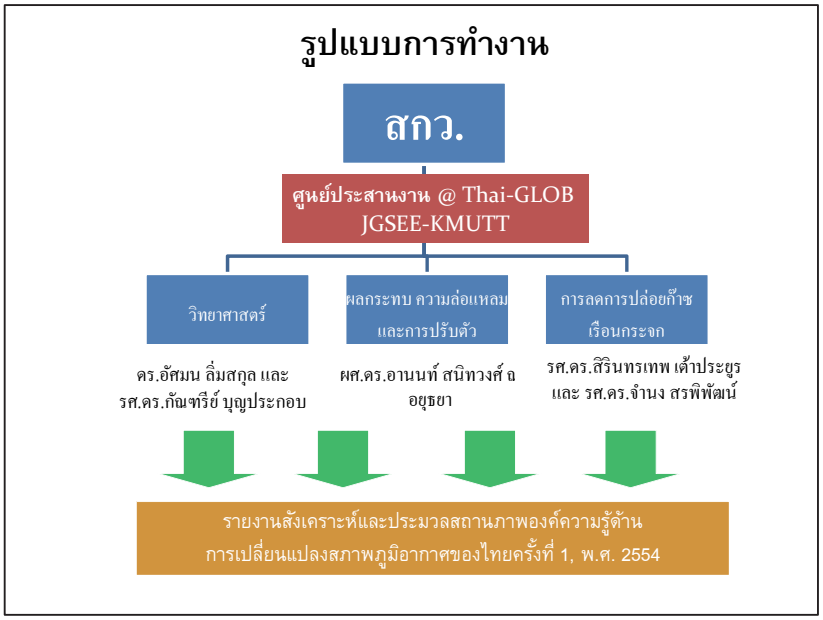
การจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 นี้ ทางศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ของ สกว. (Thailand Research Fund's Research Development and Coordination Center for Global Warming and Climate Change; THAI-GLOB) ได้นำรูปแบบการจัดทำรายงานของ IPCC มาประยุกต์ใช้ โดยมีกรอบงานครอบคลุมการวิเคราะห์ประเมิน (assessment) และสังเคราะห์ (synthesis) องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ซึ่งรวมถึงการสังเคราะห์องค์ความรู้ที่เป็นพื้นฐาน (scientific basis เช่น climate observation ในอดีตจนถึงปัจจุบัน) ผลกระทบ ความล่อแหลมและการปรับตัว (impacts, vulnerability and adaptation) และการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (greenhouse gas mitigation) โดยมีคณะทำงานที่ประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิในสาขาที่เกี่ยวข้องเป็นกลไกหลักในการดำเนินการ ซึ่งคณะทำงานดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลัก (รูปที่ 1) ดังกล่าวข้างต้น โดยแต่ละกลุ่มจะมีผู้นำ (Coordinating Lead Authors, CLAs) เป็นผู้ประสานงานหลัก ตลอดจนรวบรวมและตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาในเบื้องต้น และมีคณะทำงาน (Lead Authors, LAs) อีกกลุ่มละประมาณ 10-15 คน ที่เป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านรับผิดชอบในการสังเคราะห์และประมวลองค์ความรู้ในเรื่องนั้นๆ ต่อไป

บทบาทของผู้ประมวลองค์ความรู้ คือ รวบรวมข้อมูล ความรู้ จากแหล่งอ้างอิงต่างๆ จัดเตรียมและสังเคราะห์เนื้อหาของเรื่อง และเข้าร่วมประชุมย่อยภายในกลุ่มทำงาน โดยดำเนินการเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 (1st TARC) ซึ่งให้ความสำคัญกับความน่าเชื่อถือและคุณภาพของข้อมูลวิจัย โดยข้อมูลที่นำมาใช้ควรได้รับการตีพิมพ์ในสิ่งพิมพ์ที่สามารถอ้างอิงได้และผ่าน peer review เป็นหลัก อย่างไรก็ตาม พบว่ายังมีข้อมูลที่อยู่ในข่ายที่สามารถนำมาอ้างอิงเพื่อ

ประกอบการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 ได้แก่

- รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์จากหน่วยงานสนับสนุนทุนวิจัย เช่น สกว. วช. สสส. รายงานโครงการวิจัยและรายงานประจำปีของหน่วยงานภาครัฐและเอกชนและองค์กรอิสระ (NGOs) ทั้งในและต่างประเทศ
- วิทยานิพนธ์ที่ได้รับการรับรองความถูกต้องสมบูรณ์ของเนื้อหาจากหน่วยงานต้นสังกัดแล้ว
- Proceedings ของการจัดประชุมสัมมนาวิชาการ workshops
- ฐานข้อมูลจาก Website และ ข้อมูล Online อื่นๆ

ทั้งนี้การที่พิจารณาจะใช้หรือไม่ใช้ข้อมูลที่ไม่ผ่านการ peer review เหล่านี้ ผู้ประมวลองค์ความรู้อาจประเมินความน่าเชื่อถือและการปรึกษากันในแต่ละกลุ่มเพื่อประกอบการตัดสินใจ เมื่อตัดสินใจจะใช้ข้อมูลใดๆ ผู้ประมวลจะรวบรวมเอกสารที่ใช้ในการอ้างอิงนั้นๆ อย่างครบถ้วน (ชื่อเรื่อง, ผู้แต่ง, ชื่อรายงานหรือหนังสือ, และชื่อผู้ที่สามารถติดต่อในกรณีที่ขอข้อมูลเพิ่มเติมได้ เป็นต้น) เพื่อการจัดเก็บรวบรวมเป็นฐานข้อมูลและใช้ประโยชน์ในลักษณะอื่นๆ ต่อไป



รูปที่ 1 รูปแบบการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1

4. หลักการการจัดทำ 1st TARC

การจัดทำรายงานเพื่อสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 มีหลักการที่สำคัญคือ

1) มีความเป็นกลางในเชิงเนื้อหา ครอบคลุมงานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของทุกหน่วยงานทั่วประเทศ มีการประเมินและประมวลความก้าวหน้าความรู้ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างตรงไปตรงมาและตั้งอยู่บนหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่อ้างอิงได้ การกำหนดหัวข้อที่จะทำการประเมิน กระทำโดยการประชุมระดมความคิดเห็นจากผู้มีส่วนที่เกี่ยวข้อง และมีการประชุมเพื่อติดตามความก้าวหน้าและเพิ่มเนื้อหาให้ครอบคลุมองค์ความรู้ทั้งในและต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง (รูปที่ 2)

2) มีความโปร่งใส โดยเปิดโอกาสให้มีการตรวจสอบความถูกต้องโดยนักวิทยาศาสตร์มืออาชีพ และหน่วยงานที่มีส่วนได้ส่วนเสีย ซึ่งในการที่จะทำสำเร็จได้ทั้งผู้ประเมิน/สังเคราะห์องค์ความรู้ และผู้ review ต้องเข้มแข็งและมีคุณภาพเท่าเทียมกัน ในการจัดทำ 1st TARC จึงจัดให้มีการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญ/ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด 2 รอบ โดยรอบแรกเป็นการประเมินในเชิงเทคนิคโดยนักวิชาการ/นักวิจัยผู้ทรงคุณวุฒิ (technical review) ผู้ที่ทำการประเมินได้รับการเสนอชื่อจากที่ประชุมหรือคัดเลือกจากฐานข้อมูลนักวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ส่วนการประเมินในรอบที่ 2 เป็นการประเมินโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจทั่วไป (government review) โดยใช้กลไกการประชุมระดมสมองซึ่งมีเข้าร่วมประชุมจากหน่วยงานต่างๆ มากกว่า 100 คน

ขั้นตอนหลังจากที่ทาง สกว. ได้รับผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทาง สกว. จะส่งผลดังกล่าวให้กับ CLAs และ LAs เพื่อนำมาปรับปรุงต้นฉบับให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ทั้งนี้ LAs ที่รับผิดชอบในแต่ละหัวข้อ จะตอบคำถามหรือชี้แจงประเด็นเหล่านั้น และข้อความทั้งหมดจะถูกนำขึ้น website กลางของ TARC เพื่อให้ประชาชนผู้สนใจสามารถเข้ามาอ่านได้ โดยทราบว่าผู้ที่ทำการ review คือใครและผู้เขียนคือใคร ทั้งนี้ ทาง สกว. จะได้แจ้งผู้เชี่ยวชาญให้ทราบว่า คำถามหรือข้อเสนอแนะนั้นได้รับการชี้แจง ปรับปรุงแก้ไขหรืออธิบายเพิ่มเติมแล้ว โดยสามารถดูรายละเอียดได้ทาง website ของ TARC (http://climatechange.jgsee.org)

รูปที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการการจัดทำรายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1

สารบัญ	
ข้อสรุปทางเทคนิค (Technical Summary)	**1**
การประเมินสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย	**17**
บทที่ 1 สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวโน้มในการปล่อยในอนาคต	**19**
บทที่ 2 ศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน	**43**
2.1 การผลิตพลังงาน	**45**
2.2 สาขาขนส่ง	**69**
2.3 สาขาอาคารและที่พักอาศัย	**107**
2.4 ภาคอุตสาหกรรม	**133**
บทที่ 3 ศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอื่น ๆ	**159**
3.1 ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	**161**
3.2 ภาคเกษตร	**187**
3.3 ภาคของเสีย	**203**
บทที่ 4 เศรษฐศาสตร์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	**235**
บทที่ 5 นโยบายและมาตรการ	**259**
5.1 นโยบายและมาตรการด้านพลังงาน	**261**
5.2 มาตรการและความร่วมมือระหว่างประเทศในการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	**281**
Annex I : Glossary	**293**
Annex II : คณะทำงาน	**295**
Annex III : รายชื่อผู้ประเมินรายงาน	**300**
Annex IIII : รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมให้ข้อคิดเห็นประเด็นสำคัญ	**303**

คณะทำงานกลุ่มที่ 3

องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก

ผู้นำกลุ่ม (Coordinating Lead Author)

รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร และ รศ.ดร.จำนง สรพิพัฒน์

ผู้ประมวลองค์ความรู้ (Lead Author)

ดร.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล, รศ.ดร.ชาติ เจียมไชยศรี, ดร.ณัฐพงษ์ ชยวัฑโฒ, ดร.บุญรอด สัจจกุลนุกิจ, ผศ.ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร, คุณรินทวัฒน์ สมบัติศิริ, ศ.ดร.สุรพงศ์ จิระรัตนานนท์

ผู้ประเมินรายงาน

รศ.ดร.กัณฑรีย์ บุญประกอบ, ดร.โกวิทย์ ฉายสุรีย์ศรี, ศ.ดร.จงรักษ์ ผลประเสริฐ, ผศ.ดร.จารุวรรณ ชนม์ธนวัฒน์, ดร.ชัยวัฒน์ มั่นเจริญ, คุณชวลิต พิชาลัย, รศ.ดร.ชยันต์ ตันติวัสดาการ, ศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งธรรม, รศ.ดร.นิรมล สุธรรมกิจ, คุณบัณฑูร เศรษฐศิโรตม์, รศ.ดร.ประเสริฐ ภาสันต์, ผศ.ดร.ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา, รศ.ดร.สมชาย จันทร์ชาวนา, ศ.สมร มุตามมระ, คุณสิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร, ดร.สุจิตรา จางตระกูล, รศ.ดร.สุวิทย์ เตีย

ผู้จัดการโครงการ

ดร.คมศิลป์ วังยาว

ผู้ประสานงาน

คุณพินิจ กลิ่นบุปผา

วิธีการอ้างอิงทั้งเล่ม

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 2554, *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 พ.ศ.2554*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ข้อสรุปทางเทคนิค

Technical Summary

วิธีอ้างอิง

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2554: *ข้อสรุปทางเทคนิค. ใน: รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก. คณะทำงานกลุ่มที่ 3* [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ข้อสรุปทางเทคนิค
(Technical Summary)

รายงานสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1 ในส่วนของคณะทำงานกลุ่ม 3 ด้านองค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก เป็นการประมวลและประเมินสถานภาพ ตลอดจนแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้วิธีสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบัน โดยให้ความสำคัญกับบริบทของประเทศไทย เนื้อหาจะประกอบด้วย สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวโน้มการปล่อยในอนาคต ศักยภาพและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน ในส่วนของการผลิตพลังงาน สาขาขนส่ง สาขาอาคารและที่พักอาศัย ศักยภาพและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอื่นๆ ได้แก่ ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตร และภาคของเสีย นอกจากนี้ เนื้อหายังได้ครอบคลุมถึงต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนนโยบายและมาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจก รายงานนี้ ได้ประมวลและสังเคราะห์บนพื้นฐานของข้อมูล งานวิจัยและรายงานทางวิชาการที่ได้ทำในประเทศเป็นหลัก เพื่อให้เข้าใจถึงสถานภาพขององค์ความรู้ และการดำเนินการที่ผ่านมา รวมถึงทิศทางและกรอบแนวทางที่เป็นไปได้ของการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ รวมถึงประเมินช่องว่างขององค์ความรู้เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นในการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา อุปสรรค และกรอบแนวทางแก้ไขลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมทั้ง ประเด็นที่ยังไม่ชัดเจนและจำเป็นที่ต้องศึกษาวิจัยต่อไปในอนาคต

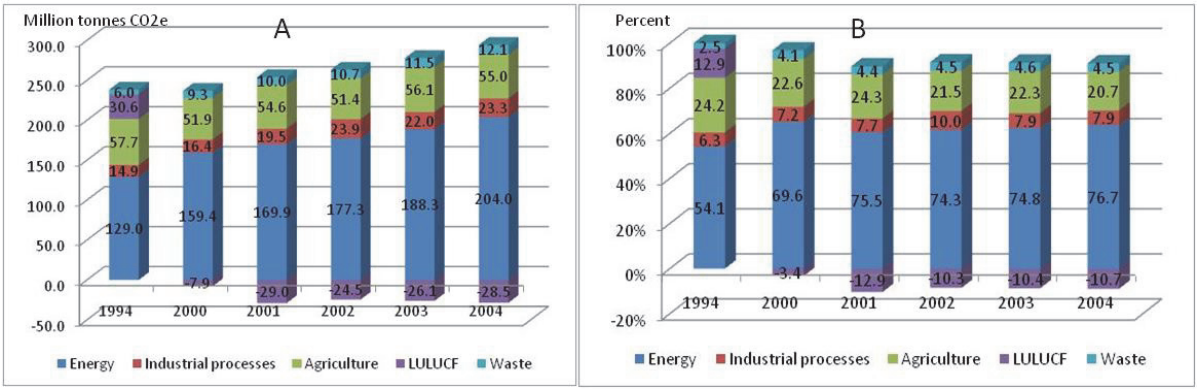
1. สถานการณ์และแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ในช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2533-2547) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดทุกภาคการปล่อยของประเทศไทยคำนวณตามคู่มือการคำนวณของ IPCC เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.25 ต่อปี ภาคที่มีความสำคัญต่อปริมาณการปล่อยเพิ่มขึ้นของประเทศคือ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ เนื่องจากหากไม่รวมปริมาณการปล่อยในภาคนี้ อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 15 ปี เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 6.78 ต่อปี โดยเฉพาะช่วง 5 ปีหลัง ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีความสำคัญและสามารถช่วยบรรเทาการปล่อยที่เพิ่มขึ้นได้ แนวโน้มของปริมาณก๊าซเรือนกระจกและสัดส่วนจากภาคการปล่อยหลักระหว่างปี พ.ศ. 2537-2547 แสดงไว้ในรูปที่ TS1

ลำดับการปล่อยของภาคการปล่อยหลักของประเทศทั้ง 15 ปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ภาคพลังงาน (ร้อยละ 69-76) รองลงมาคือ ภาคการเกษตร (ร้อยละ 20-24) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (ร้อยละ 7-10) และภาคของเสีย ตามลำดับ (ร้อยละ 4.1-4.6) สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ พบว่ามีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543-2547 ชนิดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมากที่สุดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละ 70) ส่วนใหญ่มาจากการใช้เชื้อเพลิงในกิจกรรมผลิตกระแสไฟฟ้าและการขนส่ง ก๊าซมีเทน (ร้อยละ 25) ส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมทางการเกษตร ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ร้อยละ 5) ส่วนใหญ่มาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร และกลุ่มก๊าซฟลูออโลคาร์บอน ซึ่งเริ่มมีการปล่อยในช่วงหลังปี พ.ศ.2543 เป็นต้นมา แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก ส่วนใหญ่มาจากการใช้อุปกรณ์ทำความเย็น

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2543 (229 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) เป็น 2 เท่าในปี พ.ศ.2563 และเป็น 3 เท่าในปี พ.ศ.2573 การปล่อยเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นกับโครงสร้างทางกิจกรรมการพัฒนาของประเทศมากกว่าโครงสร้างทางสังคม จึงทำให้ดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรมีค่าสูง โดยเฉพาะดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรในภาคพลังงาน จนถึงปี พ.ศ. 2548 ประเทศ

ไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าร้อยละหนึ่ง เมื่อเทียบกับประเทศอื่นทั่วโลก แต่ปล่อยมากเป็นลำดับสองในประเทศเอเชีย



รูปที่ TS1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่าง ค.ศ. 1994-2004 (พ.ศ. 2537-2547) (A) และสัดส่วนจากภาคการปล่อยหลัก (B) [รายงานแห่งชาติครั้งที่สอง สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553]

2. บทบาทของพลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน ในการลดก๊าซเรือนกระจก

ในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จนถึงปัจจุบัน ภาคผลิตกระแสไฟฟ้ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจำนวน 208.48 ล้านตัน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตพลังงานประเทศไทยจำเป็นต้องส่งเสริมและสนับสนุน ในเบื้องต้นมีแนวทางในการปฏิบัติ 2 แนวทางเพื่อให้เกิดผลสำเร็จคือ มีการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงานเพื่อชะลออัตราการเพิ่มขึ้นของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ช้าลง

การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้าตามเป้าหมายของรัฐ (แผนการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี) จะหลีกเลี่ยงการปล่อย CO_2 ได้ประมาณ 13.1 ล้านตันสำหรับภาคไฟฟ้า และประมาณ 18.8 ล้านตันสำหรับภาคความร้อน ทั้งนี้ประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านพลังงานหมุนเวียนในระดับสูงเนื่องจากเป็นประเทศที่มีผลิตภาพทางเกษตรกรรมสูงทำให้เกิดวัตถุดิบที่สามารถผลิตพลังงานทั้งชีวมวล ก๊าซชีวภาพ รวมถึงไบโอดีเซลและเอทานอล นอกจากนี้ ยังมีที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีอีกด้วยโดยได้รับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ เฉลี่ยวันละ 18.2 เมกกะจูล แต่สำหรับพลังงานลม จัดอยู่ในศักยภาพที่ต่ำ ส่วนมาตรการส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (promotion of energy efficiency) ถือเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการลดความต้องการใช้พลังงานฟอสซิลได้ในระยะยาว อีกทั้งมีต้นทุนของการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยพลังงานต่ำสุดโดยมาตรการต่างๆ ที่นำมาใช้มีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมและสนับสนุนผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มเป้าหมายให้ปรับปรุงแนวทางการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความจำเป็นที่ผู้ใช้พลังงานยังต้องพึ่งพาพลังงานจากฟอสซิลในขณะที่ผู้ใช้พลังงานยังคงได้รับคุณประโยชน์ดังเดิม

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำรายงานการศึกษาต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีพลังงานต่าง ๆ โดยในส่วนของเทคโนโลยีประหยัดพลังงานนั้น หม้อไอน้ำและรถยนต์

อีโคคาร์ประสิทธิภาพสูงจะมีศักยภาพในการลด CO_2 สูงสุดคือ 23.3 และ 6.59 ล้านตัน CO_2 ตามลำดับรองลงมาคือมอเตอร์และเตาเผาประสิทธิภาพสูง 6.3 และ 6.2 ล้านตัน CO_2 (ปี พ.ศ. 2573) ตามลำดับ ทั้งนี้การลงทุนด้านเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนพบว่า พลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพในการหลีกเลี่ยง CO_2 ได้มากและมีต้นทุนสุทธิต่ำกว่าเทคโนโลยีหมุนเวียนอื่น (แต่ยังมีต้นทุนต่อหน่วยสูงกว่าการประหยัดพลังงาน) ได้แก่ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เอทานอล และไบโอดีเซลปริมาณ CO_2ที่หลีกเลี่ยงได้เท่ากับ 9.2, 5.9, 6.4 และ 3.1 ล้านตัน (ปี พ.ศ.2573) ตามลำดับ

ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิตพลังงานแบ่งเป็น 2 ประเด็นหลักคือปัญหาด้านเทคนิคและปัญหาด้านการบริหารจัดการ สรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การใช้พลังงานหมุนเวียน	ขาดบุคลากร องค์ความรู้และเทคโนโลยีในการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนและผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ	ขาดการจัดการด้านราคาวัตถุดิบและ/หรือต้นทุนของไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงสำเร็จรูปที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนยังมีราคาสูงมาก
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	ขาดองค์ความรู้ และความพร้อมของภาคเศรษฐกิจในรายภาคต่าง ๆที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาและผลิต และประยุกต์ใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง	• ขาดการบังคับใช้มาตรการที่จำเป็น โดยเฉพาะมาตรฐานประสิทธิภาพขั้นต่ำและฉลากประสิทธิภาพพลังงาน ยังไม่ครอบคลุมผลิตภัณฑ์สำคัญต่าง ๆอย่างกว้างขวางพอ • ขาดการส่งเสริมให้มีการลดความต้องการใช้พลังงานอย่างจริงจัง • ขาดการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องและมีการรับรู้ในวงจำกัด

3. บทบาทของการขนส่งที่ยั่งยืนในการลดก๊าซเรือนกระจก

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ภาคการขนส่งทางถนนเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศ (คิดเป็นร้อยละ 37 ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ) โดยสาขาการขนส่งทางถนนเป็นสาขาที่มีปริมาณการใช้พลังงานสูงที่สุด ในปี พ.ศ. 2551 ภาคการขนส่งนี้มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับที่ 2 (ร้อยละ 30) รองจากภาคการผลิตพลังงาน (โรงไฟฟ้าและโรงกลั่น) โดยการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยประมาณร้อยละ 2.7 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ.2542-2551 ซึ่งเป็นไปตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจและจำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นในปี พ.ศ.2548 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 1.04 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโลก ร้อยละ 5.09 ของปริมาณการปล่อยในเอเชีย และร้อยละ 24.76 ของปริมาณการปล่อยใน ASEAN

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งในประเทศไทยในอนาคต คือ ราคาน้ำมันปิโตรเลียม อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความเป็นเจ้าของยานพาหนะส่วนบุคคล และเทคโนโลยีของยานยนต์ จากงานวิจัยหลายชิ้นพบว่า หากอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจอยู่ระหว่างร้อยละ 3.4 – 4.5 ต่อปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง จะอยู่ที่ประมาณ 130 – 208 Mt of CO_2-eq ในปี พ.ศ. 2573 แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งแบ่งได้เป็น 3 แนวทางหลักคือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ การใช้พลังงานทางเลือก และการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง

การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มุ่งเน้นในการพัฒนา 2 ส่วนคือ (1) ลดปัจจัยที่มีผลลบต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น การลดน้ำหนักของยานยนต์ และการพัฒนาลักษณะอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์ และ (2) เพิ่มปัจจัยที่มีผลบวกต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของยานยนต์โดยการปรับปรุงระบบส่งกำลัง พัฒนาระบบหัวฉีด และเปลี่ยนชนิดของเครื่องยนต์ไปเป็นเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง

เชื้อเพลิงทางเลือกที่ถูกนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมทั่วไป (น้ำมันเบนซินและดีเซล) คือ เชื้อเพลิงชีวภาพเนื่องด้วยปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวภาพมีค่าเป็นศูนย์ (CO_2 neutral) และการใช้ก๊าซธรรมชาติ (กรณีที่เป็นเทคโนโลยีเพื่อใช้ก๊าซธรรมชาติโดยการเฉพาะเพียงอย่างเดียว หรือ dedicated technology) เนื่องจากมีอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินและดีเซล

การขนส่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ การขนส่งผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารเน้นการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะทุกรูปแบบ เช่น รถประจำทางธรรมดา รถประจำทางด่วนพิเศษ (BRT) รถไฟฟ้า และเรือโดยสารสาธารณะ และการเดินทางโดยไม่ใช้เครื่องยนต์ (non-motorized mode transport) ส่วนการขนส่งสินค้าเน้นการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งทางถนนเป็นระบบรางหรือทางน้ำ

ผลการศึกษาจากงานวิจัยพบว่า การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงไปใช้เชื้อเพลิงทางเลือกที่เป็น CO_2 neutral มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงเฉพาะในระยะสั้น แต่เนื่องจากความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในอนาคตจะทำให้เกิดการขาดแคลนด้านอุปทาน (supply shortage) ทำให้ไม่มีความยั่งยืน ขณะที่การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์และการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและขนส่ง จะมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซสูงกว่าในระยะยาวและมีความยั่งยืนกว่า

ช่องว่างองค์ความรู้ทางด้านวิชาการของการศึกษาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเด็นคือ ขาดข้อมูลที่สำคัญ ขาดองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และขาดการบริหารจัดการอย่างมีประสิทธิภาพระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างบูรณาการ

ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งแบ่งเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ ปัญหาด้านเทคนิค และปัญหาด้านการบริหารจัดการ สรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์	ไม่มีเทคโนโลยีเป็นของตนเอง	ขาดมาตรการสร้างแรงจูงใจหรือบังคับการผลิตและการใช้เทคโนโลยียานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง
การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก	<u>เชื้อเพลิงชีวภาพ</u> อุปทานของพืชที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพมีจำกัดและไม่คงที่เพราะต้องแย่งพื้นที่เพาะปลูกกับพืชอาหาร การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพมีอัตราผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกต่ำ ราคาต่อหน่วยสูงกว่าเชื้อเพลิงทั่วไป <u>ก๊าซธรรมชาติ</u> โครงข่ายของระบบท่อส่งก๊าซมีจำกัด ทำให้ต้นทุนในการขนส่งสูง จำนวนสถานีเติมก๊าซมีจำกัด ขาดช่างที่มีความชำนาญในการดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์ รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ	ขาดการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานอย่างเหมาะสม และการทำงานอย่างบูรณาการระหว่างหน่วยงานของภาครัฐ ขาดความร่วมมือระหว่างองค์การที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน
• การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง	• ขาดโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพและครอบคลุมในพื้นที่เขตเมือง • โครงข่ายระบบขนส่งสินค้าทั้งทางรางและทางน้ำมีจำกัด	• การบริหารงานของหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งทางรางปัจจุบันยังขาดประสิทธิภาพ • ขาดการทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการและอย่างมีประสิทธิภาพของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสาธารณะ

4. บทบาทของภาคอาคารและที่อยู่อาศัยต่อลดก๊าซเรือนกระจก

การปรับเปลี่ยนเศรษฐกิจและสังคมในประเทศไทยในระยะอันใกล้ข้างหน้า จะทำให้จำนวนผู้อยู่อาศัยในเขตเมืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 60 ของทั้งหมดจากร้อยละ 40 ในปัจจุบัน อาคารธุรกิจ และอาคารที่อยู่อาศัยจะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก การใช้ไฟฟ้าในอาคารโดยรวมจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าครึ่งของปัจจุบันใน 20 ปีข้างหน้า ถ้าหากปล่อยการพัฒนาการเป็นไปโดยไม่มีการแทรกแซงโดยรัฐ ชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนในเมืองทำให้การใช้พลังงานต่อคนสูงกว่าการใช้ของคนนอกเมือง และมีการปรับเปลี่ยนความเป็นอยู่ไปสู่การพึ่งพาไฟฟ้าในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้พลังงานหมุนเวียนในภาคครัวเรือน เช่น ถ่านไม้ที่ใช้ประกอบอาหารจะลดลง อาคารธุรกิจมีขนาดใหญ่และใช้พลังงานมาก ภาคธุรกิจและที่พักอาศัยนั้น ใช้ไฟฟ้าเป็นร้อยละ 54 ของที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ และสัดส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นตามแนวโน้มที่เกิดขึ้นในประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์ และมาเลเซีย

ประเทศไทยเพิ่งมีประสบการณ์การใช้ระบบปรับอากาศและสร้างอาคารที่ใช้วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นจากเทคโนโลยีเมื่อประมาณ 50 ปีที่แล้ว เทคโนโลยีการออกแบบอาคารดังกล่าวเป็นเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดจากประเทศในแถบอากาศเย็นและต้องทำความอุ่น และเป็นเทคโนโลยีที่อาจไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อน ปัจจุบันยังมีความไม่เข้าใจสาระและวิธีการออกแบบและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารในภูมิอากาศร้อนชื้นเช่นประเทศไทยอยู่มาก และยังมีอุปสรรคอีกมากทั้งในแง่มุมของเทคโนโลยี และในแง่มุมของการกำหนดนโยบายและการบริหารการปฏิบัติการตามนโยบายอนุรักษ์พลังงาน การอนุรักษ์พลังงานไม่ได้เพิ่มรายได้แก่ผู้ปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการสร้างระบบพลังงานหมุนเวียนที่สามารถขายพลังงานเป็นรายได้เช่นเดียวกับธุรกิจและอุตสาหกรรมอื่นๆ ดังนั้น ทั้งผู้ใช้พลังงานและผู้กำหนดนโยบายจึงให้ความสำคัญต่อพลังงานหมุนเวียน (ที่ใช้ผลิตไฟฟ้า) ทางด้านอุปทานมากกว่าการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าทางด้านอุปสงค์

อาคารหลังหนึ่งๆ ประกอบด้วย ส่วนต่างๆ และอุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานทั้งโดยตรงและโดยอ้อมเป็นจำนวนมาก ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือ การขาดการเชื่อมโยงที่ชัดเจนระหว่างสมรรถนะพลังงานของการใช้พลังงานเพื่ออุปสงค์ (end-use) หนึ่งๆ หรือองค์ประกอบแต่ละส่วนของอาคารต่อการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ดังนั้นการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานหรือการลงทุนเพื่อปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานมักให้ความสำคัญต่ออุปกรณ์ เช่น เครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟฟ้า แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อตัวเปลือกอาคารเองหรือวิธีการที่ช่วยลดความต้องการใช้พลังงานในอาคาร ในส่วนของระบบทำความเย็น และการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติ

ผลการศึกษาของโครงการการศึกษาเพื่อจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พบว่า การปรับประสิทธิภาพของการใช้พลังงานให้สูงขึ้น จะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าได้ถึงร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2573 โดยจะต้องมีการปรับเปลี่ยนหลอดไฟให้เป็นหลอดไฟที่มีประสิทธิภาพ การรักษาระดับการใช้ไฟฟ้าหรือก๊าซหุงต้มในการประกอบอาหาร แต่มีการเปลี่ยนจากการใช้ไม้ฟืนเป็นถ่านไม้ ประสิทธิภาพของเตามีค่าสูงขึ้น รวมถึงการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดที่ผลิตน้ำร้อนอาบด้วย ซึ่งจะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึงร้อยละ 30 และจะทำให้ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ต่ำลงไปด้วย

ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอาคารและครัวเรือน สามารถสรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การปรับปรุงเทคโนโลยีผนังอาคาร และรูปทรงอาคารให้มีความเหมาะสมกับภูมิอากาศเมืองร้อนมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน	ผนังของอาคารปัจจุบันที่มีการปรับอากาศเป็นผนังหนักที่ไม่เหมาะกับภูมิอากาศร้อนและอาคารมักไม่มีอุปกรณ์บังแดด การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึกเกี่ยวกับผนังอาคารสำหรับอาคารที่ใช้งานต่างๆที่เหมาะกับสภาพของแต่ละภูมิภาค โดยพิจารณาร่วมกับการใช้อุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ	การอนุรักษ์พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในอาคารและครัวเรือนของประเทศไทยยังประสบผลสำเร็จน้อย องค์กรที่จะทำให้การกำหนดนโยบายและบริหารงานอย่างได้ผลยังขาดแคลนและไม่ลงตัว การจัดองค์กรบริหารยังไม่เหมาะสม ยังไม่มีแนวทางการกำหนดนโยบายและบริหารงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เหมาะสม ควรมีการวิจัยเชิงนโยบาย เพื่อเสนอการจัดระบบองค์กร (รวมถึงการจัดตั้งองค์กรใหม่) การกำหนดหน้าที่องค์กรและการกำหนดนโยบายและเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน และการบริหารงานอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง
การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความเย็นในอาคารเพื่อความสบายเชิงอุณหภาพ	ปัจจุบันมีแนวโน้มว่า จะมีการใช้เครื่องและระบบปรับอากาศเพื่อสร้างความสบายเชิงอุณหภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในอาคารทุกประเภทในอัตราที่สูง การใช้พลังงานเพื่อปรับอากาศในปัจจุบัน สูงเป็นครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าของความต้องการใช้พลังงานในอาคาร การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึก เพื่อพัฒนาระบบทำความเย็นเพื่อสร้างความสบายที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่ของคนไทยภายใต้ภูมิอากาศของแต่ละภูมิภาคอย่างมีประสิทธิภาพ โดยควรพิจารณาระบบที่ใช้พลังงานหมุนเวียนเช่น พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานร่วม	
การเพิ่มประสิทธิภาพของการส่องสว่างในอาคาร	ปัจจุบัน อาคารที่ปรับอากาศมักใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่าง ภาระไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้แสงสว่างคิดเป็นร้อยละ 20 ของไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในอาคาร การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึกเกี่ยวกับการส่องสว่างในตัวอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับการใช้แสงธรรมชาติส่องสว่าง	
การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานในการประกอบอาหาร จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้สูงขึ้น	ปัจจุบัน สังคมไทยกำลังปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยเฉพาะไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบอาหาร แทนพลังงานหมุนเวียน การพัฒนาองค์ความรู้ของวิธีประกอบอาหารและอุปกรณ์ (เตา กระทะ และหม้อ) ที่ใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียน	

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การส่งเสริมการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทำความสะอาดร่างกาย (อาบ)	มีแนวโน้มว่าผู้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศ และผู้สูงอายุใช้เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าเพื่อใช้อาบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาองค์ความรู้การใช้พลังงานจากรังสีอาทิตย์เพื่อผลิตน้ำร้อนร่วมกับการทำความเย็น	

5. เทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม

เทคโนโลยีหรือแนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมมีหลายประเภท เช่น ระบบพลังงานความร้อนร่วม ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทไร้อากาศ (anaerobic treatment processes) อุปกรณ์ประหยัดพลังงานชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศ มีอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง เช่น อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล หรืออุตสาหกรรมผลิตสุรา/เบียร์ เป็นต้น ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำเชื้อเพลิงชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่มีการใช้ไอน้ำ เพื่อผลิตความร้อนใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน เช่น อุตสาหกรรมฟอกย้อม อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมน้ำตาล หรืออุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น และมีความหลากหลายประเภทอุตสาหกรรม ที่มีศักยภาพการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (energy efficiency) โดยโรงงานอุตสาหกรรมจะเลือกวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานวิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้น

ปัจจุบัน ภาคอุตสาหกรรมไทยได้ให้ความสนใจในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (หรือโครงการ Clean Development Mechanism, CDM) เป็นจำนวนมาก เนื่องจากสามารถเพิ่มผลตอบแทนให้กับตนเองเสริมไปกับกิจจกรรมหลักได้ โดยจะเห็นได้จากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ยื่นหนังสือแสดงเจตจำนงในการพัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยโครงการในลักษณะที่นำก๊าซชีวภาพหรือเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าหรือผลิตความร้อนเป็นโครงการที่ภาคอุตสาหกรรมให้ความสนใจดำเนินการมากที่สุด เนื่องจากเป็นโครงการที่สามารถชดเชยการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นจำนวนมากและมีความคุ้มค่าในการลงทุนสูง ในทางตรงกันข้าม โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นโครงการที่ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้น้อยและไม่มีความคุ้มค่าในการลงทุน

ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรม สามารถสรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการผลิต	เทคโนโลยีส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ประเทศไทยไม่มีเทคโนโลยีเป็นของตนเอง	ต้องใช้ระยะเวลาคืนทุนนาน ค่าตอบแทนทางเศรษฐกิจต่ำกว่าการลดก๊าซเรือนกระจกจากของเสียจากอุตสาหกรรมอาหารและการเกษตร ทำให้การลงทุนเพื่อประหยัดพลังงานในอุตสาหกรรมค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการแปรรูปพลังงานจากก๊าซชีวมวลหรือเชื้อเพลิงชีวมวล
แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย	• แม้ว่าการใช้เชื้อเพลิงชีวมวลหรือก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตเป็นไอน้ำจะมีการมีใช้งานอย่างแพร่หลาย แต่เทคโนโลยีการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลหรือก๊าซชีวมวลประเทศไทยยังต้องนำจากต่างประเทศ เนื่องจากยังไม่มีเทคโนโลยีของตนเอง • การลงทุนโครงการติดตั้งอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการแปรรูปพลังงาน ยังมีน้อย เทคโนโลยีส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ	ไม่มีข้อมูล ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจยังไม่จูงใจมากพอ เพราะราคาค่าไฟฟ้าของไทยยังค่อนข้างต่ำ

6. บทบาทของภาคป่าไม้ในการลดก๊าซเรือนกระจก

ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงที่ดินก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 99.58 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2537 แต่มีการกักเก็บมากกว่าการปลดปล่อย 7.90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2543 ภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินจึงเป็นภาคที่มีศักยภาพในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้ที่สำคัญได้แก่ การลดการทำลายป่า ซึ่งมีกลไกในระดับสากลที่เกี่ยวข้องคือ REDD+ และการปลูกป่าเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งมีกลไกในระดับสากลที่เกี่ยวข้องคือ Clean Development Mechanism (CDM)

อย่างไรก็ตาม การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า และการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่ามีข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สำคัญได้แก่ พื้นที่ป่า/สวนป่า และปริมาณมวลชีวภาพในป่า ซึ่งความไม่แน่นอนในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้เกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลทั้งสองนี้ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 14.78 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2551 เป็น 22.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ ในปี

พ.ศ. 2593 ศักยภาพในการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่าในอนาคตไม่สามารถคาดการณ์ได้ เนื่องจากการปลูกป่าผันแปรขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐในการส่งเสริมการปลูกป่า และมาตรการในการสร้างแรงจูงใจในการปลูกป่า การใช้ที่ดินในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากป่าไม้ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการปรับปรุงการจัดการที่ดิน เช่น เพิ่มการสะสมคาร์บอนในดิน ลดความถี่ของการเกิดไฟ ลดการให้ปุ๋ยไนโตรเจน และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เป็นต้น

ปัญหาและอุปสรรคในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาด้านเทคนิคในการตรวจวัดคาร์บอนที่มีความแม่นยำ ปัญหาด้านนโยบายของรัฐบาลที่ไม่มีความแน่นอน และปัญหาเรื่องงบประมาณในการดูแลรักษาป่า และการเพิ่มพื้นที่ป่า

เทคโนโลยีที่ต้องการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน ได้แก่ เทคโนโลยีในการดูแลรักษาป่า เทคโนโลยีในการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของป่าปลูก เทคโนโลยีในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และเทคโนโลยีในการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่มีความแม่นยำ

ภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินมีศักยภาพในการช่วยลดก๊าซเรือนกระจกได้มากแค่ไหน ต้องแก้ไขปัญหาและอุปสรรคที่กล่าวมาข้างต้น รวมทั้งนโยบายที่ชัดเจนของรัฐด้วย

7. มาตรการเพื่อการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเกษตร

ภาคการเกษตร ปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณหนึ่งในสี่ของก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ แต่สัดส่วนของการปล่อยจากภาคการเกษตรของประเทศ (ร้อยละ 22.6) มีมากกว่าสัดส่วนการปล่อยจากภาคการเกษตรของโลก (ร้อยละ 13.8) ก๊าซเรือนกระจกตัวหลักที่ปล่อยจากภาคการเกษตรคือ ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ ซึ่งแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรนั้นมาจากแหล่งต่างๆ ได้แก่ การเกิดก๊าซมีเทนในนาข้าว การปล่อยมีเทนจากการหมักในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การปล่อยก๊าซมีเทนจากมูลสัตว์ที่ไม่ได้รับการจัดการ รวมทั้งการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินอันเนื่องมาจากการเติมปุ๋ยไนโตรเจนลงในดินเกษตร

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรไม่ได้ขึ้นกับผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ ในอดีตที่ผ่านมาของภาคการเกษตรไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนัก และในอนาคตคาดว่าการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 ต่อปี เนื่องมาจากในกลุ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคปศุสัตว์ (enteric fermentation และ manure management) และในกลุ่มการปล่อย N_2O จากดินเกษตร และการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตาม แหล่งปล่อยหลักในภาคการเกษตรมาจากส่วนการเกิดก๊าซมีเทนจากนาข้าว ซึ่งพื้นที่ทำการปลูกข้าวมีค่าค่อนข้างคงที่ จึงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

ปัจจุบันการศึกษามาตรการและเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรมีไม่กว้างขวางมากนัก มาตรการที่มีความสำคัญในปัจจุบันนั้นได้แก่ การสนับสนุนการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ การจัดการน้ำในนาข้าว การปรับการใช้ปุ๋ยเคมีเท่านั้น ทั้งนี้หากมีการเพิ่มเทคนิคของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรเข้าไปเสริม จะทำให้ประเทศไทยมีศักยภาพทางเทคนิคในการลดก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตรมีประมาณร้อยละ12 ของกรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2563 (8.57 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) โดยมีปริมาณการลดก๊าซมีเทนจากนาข้าวร้อยละ 50.8 จากการจัดการปศุสัตว์ร้อยละ 35.0 และจากการควบคุมปุ๋ยเคมีร้อยละ 11.2 มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรที่ใช้ ได้แก่

(1) กลุ่มปศุสัตว์: มาตรการส่งเสริมให้มีการจัดการของเสียให้เป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร โคนม และโคเนื้อ; มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของ feed conversion โดยการปรับปรุงสูตรอาหารของโคนม และโคเนื้อ

(2) กลุ่มนาข้าว: การจัดการน้ำด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูกาลเพาะปลูก สามารถลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าวได้ถึงร้อยละ 30-40; การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต สามารถลดการปล่อยมีเทนลงได้ประมาณร้อยละ 9-15; การใช้มาตรการร่วมกันระหว่างการจัดการน้ำและการใช้ปุ๋นแอมโมเนียมซัลเฟต การเริ่มใช้มาตรการเป็นไปตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชลประทาน

(3) กลุ่มลด N_2O และเผาในที่โล่ง: มาตรการลดการใช้ปุ๋ยโดยใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน หรือเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่; มาตรการใช้ ปุ๋ยละลายช้า; มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเผาเศษวัสดุการเกษตร

ต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก มีการศึกษาน้อยมาก มีเพียงรายงานจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาโดยเฉพาะมีเทนจากนาข้าว อยู่ที่ประมาณ 10-60 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้

8. การจัดการของเสียที่ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์และการลดก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณขยะมูลฝอยในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.2 ต่อปี โดยมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากร โดยเฉลี่ยอัตราการผลิตขยะมูลฝอยในภาพรวมของประเทศเท่ากับ 0.64 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมทั้งสิ้น 38,563 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ.2548 สัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการนั้น คิดเป็นร้อยละ 35 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดทั่วประเทศในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยรวม 927 แห่ง

ในส่วนของน้ำเสีย แหล่งกำเนิดที่สำคัญได้แก่ ชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียจากชุมชนส่วนใหญ่ได้รับการบำบัดเฉพาะเบื้องต้น เช่น ส้วมซึม ร้อยละ 70 และบ่อเกรอะ ร้อยละ 25-27 ในขณะที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมมีรองรับเฉพาะในชุมชนใหญ่บางแห่งเท่านั้น ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่หลากหลายระบบบ่อและระบบบำบัดที่อาศัยเครื่องจักรกลทั้งแบบเติมอากาศและไม่เติมอากาศ

มาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียนั้น ประกอบด้วย มาตรการเชิงนโยบายได้แก่ การควบคุมอัตราการผลิตของเสีย การเพิ่มการรีไซเคิล และมาตรการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดของเสีย โดยควรมุ่งเน้นการจัดการของเสียแบบผสมผสาน ด้วยการส่งเสริมมาตรการเชิงนโยบายที่ไม่มีค่าลงทุน และมาตรการเชิงเทคโนโลยีที่ได้ผลตอบแทนคุ้มค่าหรือมีค่าลงทุนต่ำ เช่น การนำกลับก๊าซฝังกลบและก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะได้รับส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (adder) จากการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นเวลา 7 ปี นอกจากนี้ ยังสามารถดำเนินงานเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดเพื่อสร้างรายได้เพิ่มอีกทางหนึ่งอีกด้วย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียในประเทศไทยอาศัยวิธีการประเมินแบบ Tier `2 ` เป็นหลักโดยใช้ค่าการปล่อย (`Emission factor) ทั้งที่เป็นค่ากลางของ IPCC และค่าเฉพาะที่ได้จากการตรวจวัดจากงานวิจัยในประเทศ อย่างไรก็ตาม ค่าการปล่อยหลายดัชนียังการใช้ที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความไม่แน่นอนสูง จึงควรมีการวิจัยเพื่อหาค่าการปล่อยที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศซึ่งเป็นที่ยอมรับเพิ่มเติม

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคของเสียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 9.32 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2543 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.9 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 80 เป็นก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนจากพื้นที่ฝังกลบและระบบบำบัดน้ำ

9. บทบาทของเศรษฐศาสตร์ต่อการประเมินและการวางนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การพิจารณาเลือกมาตรการหรือเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกนอกเหนือจาก ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้แล้ว ต้องมีการพิจารณาถึง การลงทุนและผลประโยชน์ที่จะได้รับด้วย ดังนั้นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่สามารถให้คำตอบเหล่านี้ได้จึงถูกนำใช้เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการพิจารณา

การประเมินต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ การเปรียบเทียบกันทั้งหมดระหว่างทรัพยากรด้านอุปสงค์และอุปทานในกรณีใช้มาตรการหรือยุทธศาสตร์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกับกรณีปกติ (non-policy case) การประเมินต้นทุนทางเทคนิค ประกอบด้วย 3 วิธี คือ (1) Cost-benefit analysis (2) Cost effectiveness analysis และ (3) Multi-attribute analysis

ประเภทของต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบด้วย 4 ประเภท คือ (1) ต้นทุนโดยตรงด้านวิศวกรรมและการเงินจากมาตรด้านเทคนิคเฉพาะ (technology) (2) ต้นทุนแยกในแต่ละสาขา (economic costs for a given sector) ที่เกิดจากมาตรการต่างๆ และภายใต้สถานการณ์ต่างๆ (scenario) (3) ต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค (macroeconomic costs) การประเมินผลกระทบของมาตรการในภาพรวมทั้งหมด และ (4) ต้นทุนด้านสวัสดิการ (welfare costs) ต้นทุนด้านสุขภาพ สังคม และความเป็นอยู่ของประชาชน

ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณต้นทุน (key assumption of Importance to costing estimates) ประกอบด้วย (1) ภาษีหมุนเวียน (tax recycling) โครงสร้างของระบบภาษีในกรณีสภาวะปกติ (baseline) และกรณีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (mitigation) (2) กำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก : ปริมาณและช่วงเวลา (target setting for GHG emission reduction: level and timing) (3) กลไกความร่วมมือระดับนานาชาติ (international Co-operative Mechanisms) เช่น การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (ET), การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) และ (4) การกำหนดค่าสมมุติฐาน เช่น จำนวนประชากร GDP

บทบาทของการศึกษาทางเศรษฐศาสตร์เพื่อให้ได้ข้อมูลในการวางนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ ข้อมูลจาก UNEP ในปี พ.ศ. 2541 การลดก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทยลงมากกว่าร้อยละ 10-30 ต้องมีการลงทุนต่ำกว่า 50 ดอลล่าร์สหรัฐ แต่หากต้องการลดมากกว่าร้อยละ 30 ต้องลงทุนถึง ประมาณ 150-200 ดอลล่าร์สหรัฐ

ข้อมูลจาก ADB รายงานว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2563 ถึง 180 ล้านตัน และในจำนวนนี้ 100 ล้านตันมาจากค่าการลงทุนที่ติดลบ โดยเป็นการลงทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 1.49 พันล้านดอลลาร์สหรัฐ คิดเป็น ร้อยละ 0.5 ของ GDB ในปี พ.ศ. 2563

นอกจากนี้เครื่องมือที่สำคัญที่นิยมใช้ในการนำมาใช้วางนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก หรือพิจารณา scenario ในการการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคต คือ Marginal Abatement Cost Curve (MAC) ซึ่งแสดงต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกต่อตัน เปรียบเทียบเป็นรายเทคโนโลยีและรายมาตรการที่ใช้

การศึกษาต้นทุนการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยโดยใช้ Marginal Abatement Cost Curve พบว่าเทคโนโลยีที่ให้ค่าการลงทุนต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์เป็นค่าลบ (หมายถึงได้ประโยชน์จากการลงทุน) ส่วนใหญ่เป็นเทคโนโลยีและมาตรการในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ทั้งในระดับอุตสาหกรรม ระดับพาณิชย์และระดับครัวเรือน โดยมีค่าการลงทุนอยู่ที่ – 0.625 ถึง – 189 ดอลล่าร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทคโนโลยีทางด้านขนส่งมีต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกันไปขึ้นกับเทคโนโลยี โดยอาจแตกต่างตั้งแต่ สำหรับ eco-car และสำหรับ hybrid car สำหรับต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า หากใช้เชื้อเพลิงชีวมวลหรือก๊าซชีวภาพต้นทุนมีค่าติดลบประมาณ

- 1.3 ถึง 2.6 ดอลล่าร์สหรัฐ ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทคโนโลยีพลังงานทดแทนอื่น ๆ มีค่าต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกประมาณ 64.1 (สำหรับนิวเคลียร์) ถึง 796.8 (สำหรับ PV) ดอลล่าร์สหรัฐ ต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ ทั้งนี้ปริมาณในการลดก๊าซเรือนกระจกจากแต่ละเทคโนโลยีและมาตรการแตกต่างกันไปด้วย

ทั้งนี้ยังไม่มีการนำเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ไปใช้ในการวางแผนและนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง

10. ทิศทางของข้อตกลงพหุภาคีด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและนัยยะสำคัญกับประเทศไทย

การดำเนินการเจรจาภายใต้กรอบอนุสัญญา UNFCCC เพื่อหาข้อตกลงเกี่ยวกับเป้าหมายและรูปแบบการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงหลังจากปี พ.ศ. 2555 ยังคงไม่มีความคืบหน้าเท่าที่ควร เนื่องจากความขัดแย้งทางผลประโยชน์อย่างสูงระหว่างกลุ่มประเทศต่าง ๆ และรวมทั้งความไม่ไว้วางใจระหว่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว

ในปัจจุบัน ได้มีการริเริ่มนำมาตรการติดฉลาก carbon footprint ภาคสมัครใจมาบังคับใช้ในหลาย ๆ ประเทศ โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลจากการผลักดันของห้างค้าปลีกขนาดใหญ่ อย่างไรก็ดี งานศึกษาที่ผ่านมาชี้ว่า ผู้ประกอบการไทยน่าจะมีข้อได้เปรียบในการประเมิน carbon footprint เมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่ง เนื่องจากมีต้นทุนระยะเวลาในการประเมิน และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขออนุญาตใช้ฉลากที่ต่ำกว่า

ความพยายามในการผลักดันมาตรการฝ่ายเดียวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในปัจจุบัน น่าจะเป็นผลมาจากความกังวลในเรื่องของต้นทุนการผลิตที่จะเพิ่มสูงขึ้น และการสูญเสียความสามารถในการแข่งขันทางการค้า เมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาที่ยังคงไม่ต้องมีภาระพันธกรณีการใช้วิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามการฐานบริโภค น่าจะเป็นวิธีที่สามารถสะท้อนขนาดของความรับผิดชอบในการก่อให้เกิดปัญหาของแต่ละประเทศได้ถูกต้องกว่าการใช้วิธีการประเมินความรับผิดชอบตามการปลดปล่อยที่จุดผลิต ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่จะมีปัญหากระบวนการคำนวณที่ยุ่งยากมากกว่า และมีปัญหาความไม่แน่นอนสูงกว่า

การประเมินสังเคราะห์องค์ความรู้ ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย

รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร

วิธีอ้างอิง

สิรินทรเทพ เต้าประยูร, 2554: *การประเมินสังเคราะห์องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจกของไทย.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนงสรพิพัฒน์และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

บทนำ

สืบเนื่องจากที่ประเทศสมาชิกของสหประชาชาติได้ลงนามตกลงร่วมกันเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาสภาวะโลกร้อนอันเนื่องมาจากการกระทำของมนุษย์ ณ เมือง Rio de Janeiro ประเทศบราซิล เมื่อเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2535 ซึ่งที่ประชุมมีมติร่วมกันว่า วัตถุประสงค์สูงสุดในข้อตกลงดังกล่าวก็เพื่อกำหนดความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อความสมดุลย์ของระบบนิเวศโลกเพื่อความอยู่รอดของมนุษยชาติและสิ่งมีชีวิตทั้งปวง และให้ระบบนิเวศของโลกมีระยะฟื้นตัวเป็นเวลายาวนานพอที่จะปรับตัวเข้าสู่การเปลี่ยนแปลงใหม่โดยไม่ก่อให้เกิดภัยคุกคามของการผลิตอาหารโลก และยังสามารถเกื้อกูลต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจต่อไปได้อย่างยั่งยืน ดังนั้น จากข้อตกลงดังกล่าวจึงเป็นภาระความผูกผันของนานาชาติ รวมถึงประเทศไทยในอันที่จะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายสูงสุด

จากเงื่อนไขของข้อตกลงที่กล่าวว่า การปกป้องปัญหาโลกร้อนยังสามารถเกื้อกูลต่อการพัฒนาเศรษฐกิจต่อไปได้อย่างยั่งยืนนั้น ถือได้ว่าเป็นดาบสองคมเนื่องจากการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจของมนุษย์เป็นปฏิปักษ์ต่อสภาพนิเวศ เพราะมีผลกระทบโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะภูมิอากาศ อันเนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ (IPCC 4th Assessment report, Working Group 3, "Mitigation of Climate Change", หน้า 99, 2007) ขณะที่มาตรการเยียวยาต่างๆ เพื่อสนับสนุนเทคโนโลยีและแหล่งพลังงานชนิดใหม่ที่ช่วยลดก๊าซเรือนกระจก ล้วนมีต้นทุนซึ่งเป็นภาระและส่งผลกระทบเชิงลบต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจโดยตรง สภาวการณ์ดังกล่าวก่อให้เกิดข้อถกเถียงและโต้แย้งถึงระดับ (degree) ของการแทรกแซงเชิงนโยบายที่เหมาะสมระหว่างนโยบายมาตรการต่างๆ ที่ถูกนำมาใช้เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกกับการให้น้ำหนักต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจแบบอุตสาหกรรมและการพาณิชย์ดั้งเดิมที่ดำเนินมาอย่างยาวนานนับตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมในต้นคริตส์ศตวรรษที่ 19

อย่างไรก็ตาม ทุกประเทศภาคีต่างเห็นพ้องต้องกันว่า การลดก๊าซเรือนกระจกจากการกระทำของมนุษย์เป็นสิ่งที่จำเป็นและไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ นอกจากนั้น ไม่ว่าข้อตกลงร่วมกันระหว่างประเทศจะยินยอมให้แต่ละประเทศมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณสูงสุดหรือจะเป็นเช่นใดก็ตาม การสร้างองค์ความรู้ ความเข้าใจต่อแนวทางและความเป็นไปได้ของมาตรการเชิงนโยบายต่างๆ ที่นำมาใช้เพื่อลดก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศโลก เป็นเรื่องที่จำเป็นสำหรับเจ้าหน้าที่ภาครัฐที่กำหนดทิศทางการบริหารของภาครัฐ นักการเมืองที่มีอำนาจตัดสินใจ ภาคสาธารณะและประชาชน ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ที่ต้องเข้าใจถึงความเป็นไปได้ของนโยบายและมาตรการเชิงปฏิบัติในการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงผลกระทบต่างๆ จากนโยบายนั้น

การจัดทำรายงานมีวัตถุประสงค์เบื้องต้น เพื่อใช้เป็นเสมือนรายงานเชิงสรุปหรือสมุดปกขาว เพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในทุกภาคส่วนได้เข้าใจถึงสถานภาพขององค์ความรู้ และการดำเนินการที่ผ่านมา รวมถึงทิศทางและกรอบแนวทางที่เป็นไปได้ของการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ รวมถึงประเมินช่องว่างขององค์ความรู้เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องได้ใช้เป็นแนวทางเริ่มต้นในการศึกษา เพื่อทำความเข้าใจกับปัญหา อุปสรรค และกรอบแนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อเยียวยาปัญหาโลกร้อนก่อนสายเกินแก้ไข

1. กรอบแนวคิดในการลดก๊าซเรือนกระจก

เนื่องจากต้นตอการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas emission sources) มีสาเหตุหลักมาจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ นับตั้งแต่ที่มนุษย์ได้มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา มนุษย์ได้พึ่งพาแหล่งพลังงานจากฟอสซิลเป็นอย่างมากในทุกกิจกรรมทางเศรษฐกิจของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์พบว่า ระดับความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศในปี พ.ศ.2548 มีค่า 379 ppm (part per million) ซึ่งเพิ่มขึ้นเกือบ 100 ppm เมื่อเทียบกับระดับความเข้มข้นก่อนหน้าที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม ดังนั้น จึงไม่แปลกใจที่สาเหตุหลักของการเพิ่มขึ้น

ของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกของโลกจะมาจากการผลิตและใช้พลังงานฟอสซิลเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งมีสัดส่วนสูงถึงประมาณสองในสามของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมดจากการกระทำของน้ำมือมนุษย์

ดังนั้น แนวทางหลักของการลดก๊าซเรือนกระจก จึงได้แก่การลดการปลดปล่อยธาตุคาร์บอนสู่ชั้นบรรยากาศ (การลด carbon source) โดยการใช้นโยบายปรับเปลี่ยนจากการพึ่งพิงแหล่งพลังงานฟอสซิลเป็นหลัก (ประมาณร้อยละ 85 ของทั้งโลก) ไปเป็นแหล่งพลังงานแบบใหม่ เช่น แหล่งพลังงานหมุนเวียน เป็นต้น อีกแนวทางหนึ่งได้แก่การเพิ่มประสิทธิภาพของการแปรรูปพลังงานให้สูงขึ้น รวมถึงการอนุรักษ์การใช้พลังงานที่ปลายทางให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม แนวทางการดำเนินการโดยวิธีแรกโดยทั่วไปแล้ว มีต้นทุนของพลังงานต่อหน่วยสูงกว่าการพึ่งพิงแหล่งพลังงานจากฟอสซิล ขณะที่การดำเนินการโดยวิธีที่สอง จำเป็นต้องอาศัยการลงทุนครั้งแรก (first investment cost) ที่สูงกว่าการลงทุนของเทคโนโลยีแบบฟอสซิลที่ใช้กันทั่วไปในปัจจุบันมาก

แนวทางการลดก๊าซเรือนกระจก อีกแนวทางหนึ่งคือ การเพิ่มแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาติ (การเพิ่ม carbon sink) ซึ่งได้แก่ การเพิ่มพื้นที่ป่าให้มากขึ้น รวมถึงการลดการปรับเปลี่ยนพื้นที่ป่าให้เป็นพื้นที่เพื่อการเกษตรกรรมหรือกิจกรรมทางเศรษฐกิจอย่างอื่น

เนื่องจากทั้งสองแนวทาง ทั้งการลด carbon source และการเพิ่ม carbon sink ล้วนแล้วแต่มีผลกระทบต่อเศรษฐกิจในการเพิ่มภาระทางเศรษฐกิจของสังคมไม่ทางใดทางหนึ่ง ได้แก่การเพิ่มต้นทุนการผลิตและใช้พลังงานหรือไม่ก็ทำให้เสียโอกาสในส่วนเพิ่มของกำไร (marginal profit) โดยตรง ดังนั้นความเข้าใจเรื่องของศักยภาพของแหล่งพลังงานชนิดใหม่ ต้นทุน และภาระทางเศรษฐกิจ เพื่อดำเนินมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ล้วนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับผู้ที่กำหนดนโยบายการลดก๊าซเรือนกระจก รวมถึงผู้ที่ได้ผลกระทบทั้งเชิงบวกและเชิงลบที่ต้องรับรู้

ดังนั้น การประเมินสถานภาพองค์ความรู้และเทคโนโลยีที่จำเป็นในการลดเรือนกระจกของประเทศไทย จึงเป็นก้าวแรกที่จำเป็นและสำคัญสำหรับการกำหนดนโยบายและมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ในการลดก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย

2. วัตถุประสงค์ในการจัดทำและนำเสนอรายงานฉบับนี้

1) เพื่อทบทวนและประมวลองค์ความรู้ของสถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากอดีตถึงปัจจุบัน รวมถึงแนวโน้มในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตเท่าที่มีผู้ศึกษาทั้งในประเทศและต่างประเทศจากอดีตจนถึงปัจจุบัน
2) เพื่อทบทวนและประมวลองค์ความรู้เรื่องศักยภาพด้านพลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหลักในอนาคตที่ไม่ใช่แหล่งพลังงานแบบฟอสซิล
3) เพื่อทบทวนและประมวลองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องกับศักยภาพและแนวทางการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมในภาคเศรษฐกิจที่สำคัญต่างๆ ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการผลิตและการใช้พลังงานของประเทศ
4) เพื่อทบทวนและประมวลหลักแนวคิดของนักวิชาการไทยทางด้านทฤษฎีเศรษฐศาสตร์ที่เป็นที่ยอมรับกันในปัจจุบัน เพื่อใช้กลไกทางการเงินและราคาเป็นนโยบายผลักดัน เพื่อให้มีการลดก๊าซเรือนกระจกได้ตามเป้าหมาย แต่ขณะเดียวกันก็ให้มีผลกระทบเชิงลบต่อการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศน้อยที่สุดเท่าที่เป็นไปได้
5) เพื่อทบทวนและรวบรวมมาตรการเชิงนโยบายที่สำคัญต่างๆ ของภาครัฐที่ได้เคยดำเนินการในอดีตจนถึงปัจจุบัน ซึ่งช่วยสนับสนุนให้มีการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม

3. วิธีการศึกษาเพื่อการจัดทำรายงานนี้

การศึกษานี้ใช้วิธีการรวบรวมและประมวลผลงานวิจัยที่ได้มีการศึกษามาก่อน เพื่อใช้ประเมินศักยภาพและแนวทางที่เป็นไปได้ในการลดก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามภาคเศรษฐกิจต่างๆ รวมถึงผลการศึกษาของการประเมินต้นทุนต่อหน่วยของการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (เฉพาะเท่าที่มีผู้ศึกษามาก่อน) เพื่อสรุปเป็นแนวทางการลดก๊าซเรือนกระจกที่เป็นไปได้ของประเทศในอนาคต รวมถึงประเมินช่องว่างขององค์ความรู้ที่สำคัญและจำเป็น แต่ยังขาดการศึกษา เพื่อสร้างองค์ความรู้ของประเทศให้สมบูรณ์สำหรับใช้กำหนดทิศทาง และมาตรการเชิงนโยบายที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในอนาคต เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยและของโลกโดยรวม

4. การรายงานผลการศึกษา

รายงานการศึกษานี้ประกอบไปด้วย 5 บท ซึ่งแต่ละบทจะนำเสนอในรายละเอียดในประเด็นต่างๆ ดังนี้

บทที่หนึ่ง สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวโน้มการปล่อยในอนาคต บทนี้จะกล่าวถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และแนวโน้มของการปล่อยก๊าซเรือนในอนาคต ตามที่คณะวิจัยต่างๆ ได้มีการประเมินไว้ทั้งในประเทศและต่างประเทศ จากอดีตถึงปัจจุบัน

บทที่สอง ศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน บทนี้จะกล่าวถึงศักยภาพของพลังงานทางเลือกของประเทศไทย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการผลิตพลังงานของประเทศ การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการใช้พลังงานในภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคอาคารพาณิชย์และครัวเรือน

บทที่สาม จะกล่าวถึงศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอื่นๆ ที่เหลือ ซึ่งได้แก่ ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ภาคเกษตรกรรม ภาคขยะ และของเสีย

บทที่สี่ จะกล่าวถึงแนวคิดทางทฤษฎีทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อใช้กลไกของราคาและตลาดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศไทย เพื่อให้บรรลุเป้าหมายของการลดความเข้นข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ แต่ขณะเดียวกันก็ยังเปิดโอกาสให้การพัฒนาทางเศรษฐกิจเป็นไปได้อย่างต่อเนื่อง

บทที่ห้า จะนำเสนอนโยบายและมาตรการต่างๆ ที่ได้มีการเจรจาตกลงกันระหว่างประเทศสมาชิก และมาตรการที่ได้นำมาใช้แทรกแซงตลาดในต่างประเทศและอาจมีผลกระทบต่อประเทศไทย ในทางกลับกัน ประเทศไทยอาจนำมาตรการบางอย่างที่ใช้ได้ผลในต่างประเทศเพื่อนำมาใช้กับประเทศไทย เพื่อก่อให้เกิดการลดก๊าซเรือนกระจกโดยตรงและโดยอ้อมในอนาคต

1

สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวโน้มในการปล่อยในอนาคต

รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร

วิธีอ้างอิง

สิรินทรเทพ เต้าประยูร, 2554: *สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แนวโน้มการปล่อยในอนาคต.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

ในช่วง 15 ปี (พ.ศ. 2533-2547) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดทุกภาคการปล่อยของประเทศไทยตามคู่มือการคำนวณของ IPCC เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.25 ต่อปี ภาคที่มีความสำคัญต่อปริมาณการปล่อยของประเทศ คือ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ เนื่องจากหากไม่รวมปริมาณการปล่อยในภาคนี้ อัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 15 ปี เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 6.78 ต่อปี โดยเฉพาะช่วง 5 ปีหลัง ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีความสำคัญและสามารถช่วยบรรเทาการปล่อยที่เพิ่มขึ้นได้

ภาคการปล่อยหลักของประเทศทั้ง 15 ปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด คือ ภาคพลังงาน (ร้อยละ 69-76) รองลงมาคือ ภาคการเกษตร (ร้อยละ 20-24) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (ร้อยละ 7-10) และภาคของเสีย ตามลำดับ (ร้อยละ 4.1-4.6) สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้พบว่ามีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปีพ.ศ. 2543-2547 ชนิดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมากที่สุดคือก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละ 70) ส่วนใหญ่มาจากการใช้เชื้อเพลิงในกิจกรรมผลิตกระแสไฟฟ้าและการขนส่ง ก๊าซมีเทน (ร้อยละ 25) ส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมทางการเกษตร ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ร้อยละ 5) ส่วนใหญ่มาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร และกลุ่มก๊าซฟลูออโลคาร์บอน ซึ่งเริ่มมีการปล่อยในช่วงหลังปี พ.ศ.2543 เป็นต้นมา แต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก ส่วนใหญ่มาจากการใช้อุปกรณ์ทำความเย็น

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากปี พ.ศ. 2543 ในปี พ.ศ. 2563 และเป็น 3 เท่าในปี พ.ศ. 2573 การปล่อยเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นกับโครงสร้างทางกิจกรรมการพัฒนาของประเทศมากกว่าโครงสร้างทางสังคม จึงทำให้ดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรมีค่าสูง โดยเฉพาะดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรในภาคพลังงาน

จนถึงปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าร้อยละหนึ่ง เมื่อเทียบกับประเทศอื่นทั่วโลก แต่ปล่อยมากเป็นลำดับที่ 6 ในประเทศเอเชีย การอ้างอิงข้อมูลปริมาณการปล่อยจากต่างประเทศ จากภาคพลังงานมีความแตกต่างน้อย การอ้างอิงปริมาณการปล่อยทั้งประเทศมีความแตกต่างประมาณร้อยละ 17-20 จากการคำนวณด้วยข้อมูลในประเทศ ความแตกต่างนี้มีค่าลดลงในปีที่ใกล้เคียงกับปัจจุบันมากขึ้น

1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย (national total) ที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ช่วงคือ ช่วงแรก ที่ระหว่างปี พ.ศ. 2537-2548 เป็นการคำนวณปริมาณการปล่อยแบบปีเดียว (ADB, 1998; Office of Environmental Policy and Planning, 1990; 2000a; 2000b; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548) และช่วงที่สองระหว่างปี พ.ศ. 2548-2552 ซึ่งเป็นการคำนวณแบบอนุกรมเวลาด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน (Office of Environmental Policy and Planning, 2011)

1) ช่วงแรกของการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2533-2548 มีการจัดทำอยู่ทั้งสิ้น 4 ปี คือ ปี พ.ศ. 2533, 2537, 2541, และ 2546 โดยในปี พ.ศ. 2533 และ 2537 เป็นคณะทำงานเดียวกันคือคณะวิจัยภายใต้สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (ADB, 1998; Office of Environmental Policy and Planning, 1990; 2000b) และในปี พ.ศ. 2541 และ 2546 จัดทำโดย บริษัท ERM Siam จำกัด (Office of Environmental Policy and Planning, 2000a; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548]

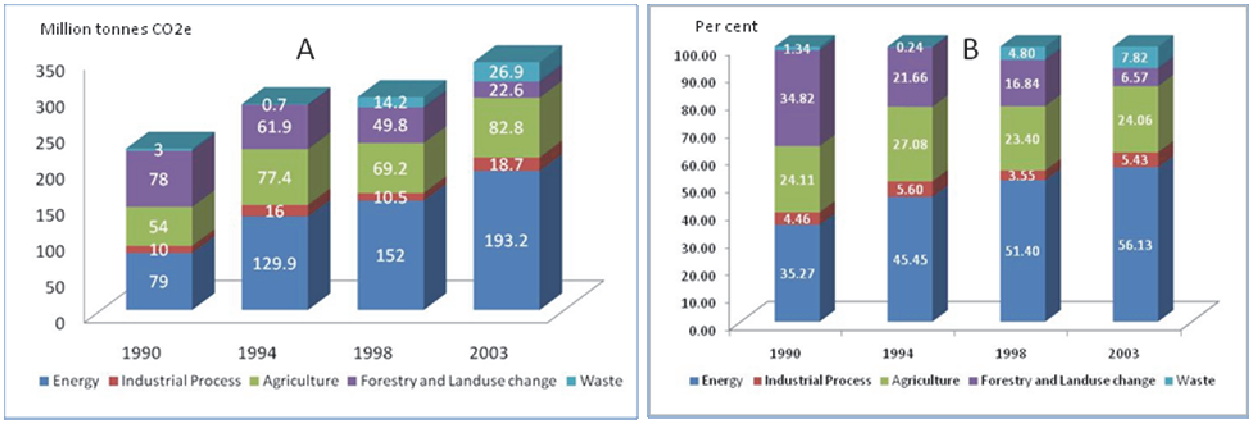
การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ เริ่มในปี พ.ศ. 2537 (Office of Environmental Policy and Planning, 2000b) โดยสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ได้รวบรวมนักวิจัยจากหน่วยงานในมหาวิทยาลัยหลายแห่ง ได้แก่ มหาวิทยาลัยรามคำแหง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเป็นครั้งแรกภายใต้โครงการ Thailand's country study on climate change: A technical proposal submitted to The U.S. Government Country Studies Management Team by The Royal Thai Government (Office of Environmental Policy and Planning) โดยได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานแผนและนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมในขณะนั้น ในการคำนวณใช้วิธีการของ IPCC ที่เรียกว่า 1996 IPCC Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories โดยใช้ค่า emission factor ส่วนใหญ่เป็น default value ของ IPCC ในรายงานฉบับนี้ บางสาขาได้ทำนายการปล่อยในอนาคตและทางเลือกในการลดก๊าซเรือนกระจกไว้ด้วย ก๊าซที่คำนวณ ได้แก่ CO_2, CH_4, N_2O, NOx, CO, NMVOCs แต่เนื่องจากค่า CO_2 equivalent ยังไม่รวม NOx, CO, NMVOCs และประกอบกับมีปริมาณการปล่อยน้อย ปริมาณรวมของบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ (national total GHG emission) จึงไม่ได้รวมค่าของก๊าซ NOx, CO, NMVOCs คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซทั้งหมดในรูปของ CO_2 เทียบเท่า โดยคำนวณการปล่อยทั้งหมดของ CO_2 และ CO2 เทียบเท่าของ CH_4 และ N_2O

ในปี พ.ศ. 2541 สถาบันสิ่งแวดล้อมได้รับการสนับสนุนจาก Asian Development Bank (ADB) ร่วมกับ Global Environment Facility (GEF) และ United Nation Environment Programme (UNEP) ภายใต้โครงการ Asian Least-cost Greenhouse Gases Abatement Strategy (ALGAS) ซึ่งเป็นโครงการที่ศึกษาทุกประเทศในเอเชียเพื่อมองหากลยุทธ์ในการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยราคาที่น้อยและคุ้มทุนที่สุด โครงการนี้เน้นทางด้านเศรษฐศาสตร์ของการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ โดยใช้ปี พ.ศ. 2533 เป็นปีฐาน เนื่องจากต้องใช้อ้างอิงกับประเทศอื่นในเอเชีย สถาบันสิ่งแวดล้อมไทยใช้ข้อมูลจากรายงาน Thailand's Country Study เป็นหลักในการรายงาน เนื่องจากเป็นปีบัญชีเดียวกัน สามารถ download รายงาน ALGAS ของประเทศไทยได้ที่ homepage ของ ADB (1998)

ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ได้ขอรับการสนับสนุนจาก GEF เพื่อจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งแรก (First National Communication: NC) ซึ่งเป็นพันธกิจหนึ่งภายใต้อนุสัญญา โดยได้มอบหมายให้ ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เป็นผู้จัดการโครงการ รายงานแห่งชาตินี้มีหลาย chapter และบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น chapter บังคับในรายงาน โดยใช้ปี 1994 เป็นปีรายงานบัญชีฯ (inventory year) คณะนักวิจัยที่ทำเป็นชุดเดียวกันกับที่จัดทำบัญชีฯ ของสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย ประเภทของก๊าซที่ประเมิน ได้แก่ CO_2, CH_4, N_2O, NOx, CO, NMVOCs และคำนวณค่าการปล่อยรวมของทั้งประเทศเฉพาะได้แก่ CO_2, CH_4 และ N_2O

ในปี พ.ศ. 2545 โดยบริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด ได้รับมอบหมาย จากสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม ให้จัดทำรายงาน National Clean Development Mechanism Strategic Study (NSS) โดยมีจุดประสงค์เพื่อศึกษากลยุทธ์ด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาดเป็นหลัก ในรายงานนี้ ศึกษาการประเมินบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2541 เป็นปีรายงานบัญชี โดยใช้วิธีการของ IPCC 1996 รายงานเฉพาะก๊าซที่อยู่ในพิธีสารเกียวโต คือ CO_2, CH_4, N_2O และ HFCs นอกเหนือจากปี พ.ศ. 2541 รายงานฉบับนี้ยังได้ทำนายการปล่อยในปี พ.ศ.2543, 2553 และ 2563 โดยใช้การเพิ่มของ GDP เป็นเครื่องมือหลักในการทำนาย เนื่องจากในปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมา IPCC ได้จัดทำ IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories เพื่อให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นไปอย่างถูกต้องมากที่สุด ดังนั้น การรายงานบัญชีในปี พ.ศ. 2541 จึงมีการกล่าวถึงความไม่แน่นอน (uncertainty) ของข้อมูล และการควบคุมคุณภาพของข้อมูล (QA/QC) แต่ยังไม่ได้อยู่ในรูปของตัวเลขการคำนวณ

ในปี พ.ศ. 2548 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ได้มอบหมายให้บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด (Office of Environmental Policy and Planning, 2000b) จัดทำรายงานการศึกษากำหนดกรอบและหลักเกณฑ์การดำเนินงานด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) สำหรับภาคพลังงานของประเทศ มีวัตถุประสงค์คล้ายกับ NSS แต่เน้นสาขาพลังงาน ซึ่งในรายงานได้มีการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2546 ครอบคลุมก๊าซในพิธีสารเกียวโต คือ คือ CO_2, CH_4, N_2O และ HFCs รูปแบบของรายงานคล้ายกับ NSS เนื่องจากเป็นหน่วยงานเดียวกัน



รูปที่ 1.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (A) และสัดส่วนจากภาคการปล่อยหลัก (B) จากการคำนวณปริมาณการปล่อยในแต่ละครั้งของช่วงการปล่อยแรก

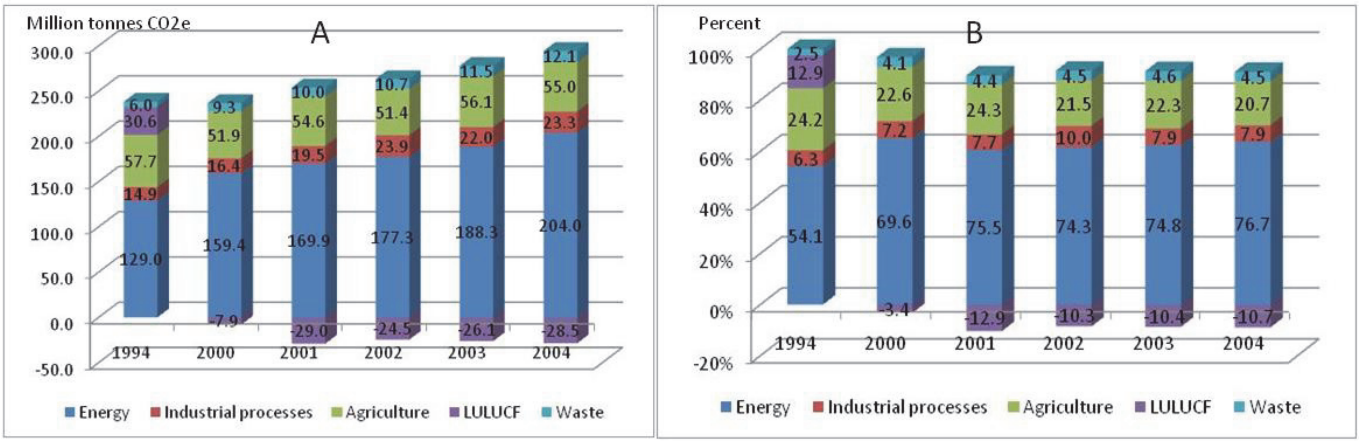
การคำนวณทั้ง 4 ครั้งนี้ เป็นการคำนวณที่ไม่ต่อเนื่องกันและใช้ข้อมูลคนละชุดแต่ก็พอสรุปได้ว่าในปี พ.ศ. 2533-2546 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกมีการปล่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.1 ต่อปี โดยภาคที่มีสัดส่วนการเพิ่มมากที่สุด คือ ภาคของเสีย ร้อยละ 61.3 ภาคพลังงานมีอัตราในการเพิ่มรองลงมาคือ ร้อยละ 11.1 ต่อปี ภาคกระบวนการ

อุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.6 ต่อปี ภาคเกษตรเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.1 ต่อปี สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 5.4 ต่อปี

2) ช่วงที่สองของการศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในการรายงานปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยต่อสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจัดทำขึ้นสองครั้ง เป็นการรายงานในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 และรายงานแห่งชาติครั้งที่ 2 โดยการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 นั้น รายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2537 เพียงปีเดียว ส่วนในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 2 เสนอข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543-2547 ซึ่งเป็นการคำนวณด้วยข้อมูลชุดเดียวกัน

จากการรายงานทั้งสองครั้ง ภาคพลังงานเป็นภาคหลักในการปล่อย โดยมีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 54-74 ในปี พ.ศ. 2537 ถึง 2547 ส่วนภาคการเกษตรนั้นมีปริมาณการปล่อยในลำดับที่สองและมีสัดส่วนตั้งแต่ร้อยละ 20-24 ในปี พ.ศ. 2537 ถึง 2547 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมมีปริมาณการปล่อยในลำดับที่สามโดยมีสัดส่วนตั้งแต่ ร้อยละ 6.2-10.0 ในปี พ.ศ. 2537 ถึง 2547 ภาคของเสียมีปริมาณการปล่อยน้อยที่สุดมีสัดส่วนร้อยละ 2.5-4.9 ในปี พ.ศ. 2537 ถึง 2547 ส่วนภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้นั้นการเปลี่ยนแปลงในแต่ละปีมีความแตกต่าง ตั้งแต่การเป็นแหล่งปล่อยในปี พ.ศ. 2537 และเป็นแหล่งดูดกลับในปี พ.ศ. 2543 ถึง 2547 ในช่วง 5 ปีที่มีการศึกษา ลำดับของภาคการปล่อยกระจกไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 1.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (A) และสัดส่วนจากภาคการปล่อยหลัก (B) จากการคำนวณปริมาณการปล่อยในแต่ละครั้งของช่วงที่สอง [รายงานแห่งชาติครั้งที่สอง สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553]

ตารางที่ 1.1 แสดงการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย

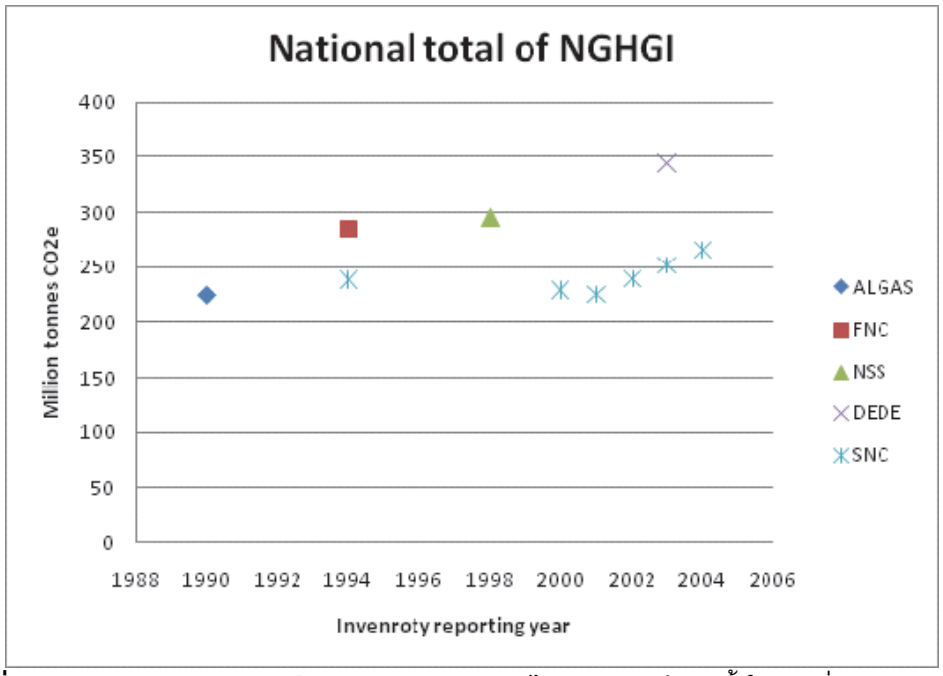
ปีดำเนินการ (พ.ศ.)	ปีฐาน	ชื่อโครงการ	หน่วยงานหลัก	หน่วยงานที่ให้ทุน	วิธีการที่ใช้	ก๊าซที่ประเมิน
2537	2533	Thailand's Country Study on Climate change	สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย	USA, OEPP	1	CO_2,CH_4,N_2O, NOx,CO, NMVOCs
2541	2533	(ALGAS Project)	สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย	ADB, GEF,UNEP	1	CO_2,CH_4,N_2O, NOx,CO, NMVOCs
2543	2537	First National Communications	ศูนย์วิจัยเศรษฐศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	1	CO_2,CH_4,N_2O, NOx, CO, NMVOCs
2545 (2002)	2541	National Clean Development Mechanism strategic study (NSS)	โดย บริษัท อีอาร์ เอ็ม-สยาม จำกัด	กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม	1	CO_2,CH_4,N_2O, HFCs
2548	2546	การศึกษากำหนดกรอบและ หลักเกณฑ์การดำเนินงานด้านกลไก การพัฒนาที่สะอาด (CDM) สำหรับ ภาคพลังงานของประเทศ	โดย บริษัท อีอาร์ เอ็ม-สยาม จำกัด	(DEDE) กระทรวงพลังงาน	1,2,3	CO_2,CH_4,N_2O, HFCs NOx, CO ,NMVOCs
2552	2537, 2543-2547	Second national Communication	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	1,2,3	CO_2,CH_4,N_2O, SF6, PFC, HFCs NOx, CO, NMVOCs

1) Revised 1996 IPCC Guideline on National Greenhouse Gas Inventory

2) 2000 Good Practice Guidance and Uncertainty Management

3) 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry

4) 2006 IPCC Guideline on National Greenhouse Gas Inventory



รูปที่ 1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากการศึกษาทั้งในช่วงที่ 1 และช่วงที่ 2 (ดัดแปลงจาก สิรินทรเทพ 2550 และสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

1.2 การเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 15 ปี ที่ผ่านมา

การเปรียบเทียบข้อมูลจากการศึกษาในช่วงที่ 1 ซึ่งเป็นการคำนวณด้วยชุดข้อมูลที่ต่างกัน และการศึกษาในช่วงที่ 2 ที่คำนวณด้วยชุดข้อมูลเดียวกันและคำนวณอนุกรมเวลาเป็นระยะ 5 ปีขึ้นไป พบว่า ในช่วง 10 ปีแรกที่ทำการศึกษา มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปีของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศที่ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (ร้อยละ 7.6) มากกว่าการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปีหลัง (ร้อยละ 4.85) แต่เมื่อรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้แล้ว การปล่อยเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี จากการศึกษาทั้งสองช่วงใกล้เคียงกัน (ร้อยละ 3.56 และ 3.21 ตามลำดับ) แสดงให้เห็นว่าการดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกในช่วง 5 ปี หลังมีความสำคัญและสามารถช่วยบรรเทาการปล่อยที่เพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ การลดลงของการเพิ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานในช่วง 5 ปีหลัง มีส่วนช่วยในการลดการเพิ่มการปล่อยด้วย

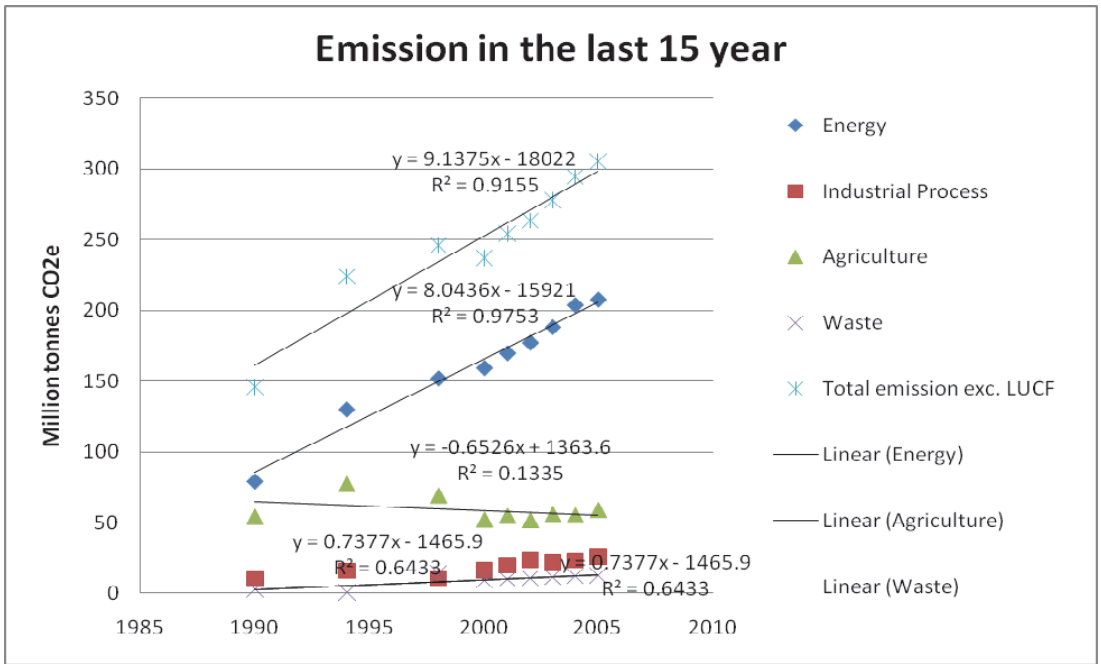
ในช่วง 15 ปี ระหว่างปี พ.ศ. 2533-2537 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคพลังงานเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.55 ต่อปี โดยในช่วง 5 ปีหลังมีการปล่อยเพิ่มขึ้นที่น้อยลง ซึ่งตรงกันข้ามกับปริมาณที่ปล่อยในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมที่มีการเพิ่มขึ้นต่อปีสูงในช่วง 5 ปีหลัง ในภาคเกษตรนั้นในช่วง 15 ปีพบว่าการปล่อยเพิ่มขึ้นต่อปีมีอัตราที่ต่ำมาก โดยเฉพาะในช่วง 5 ปี ภาคของเสียมีอัตราการเพิ่มการปล่อยเฉลี่ยต่อปีสูงที่สุด โดยเฉพาะในช่วง 10 ปีแรกของการศึกษา ภาคการปล่อยที่ควรให้ความสนใจมากที่สุด คือ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ซึ่งในช่วง 15 ปีที่ผ่านมาลดการปล่อยเพิ่มได้เฉลี่ยร้อยละ 9.10 ต่อปี โดยในช่วง 10 ปีแรก มีการปล่อยที่น้อยลง และในช่วง 5 ปีหลังมีปริมาณการดูดกลับที่เพิ่มขึ้น ข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ในตารางที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าการเพิ่มขึ้นต่อปี ในบางภาคการปล่อยลดลง และภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้จะเป็นตัวแปรสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

ตารางที่ 1.2 ร้อยละของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปีใน 10 ปีของการศึกษาในช่วงที่ 1 ใน 5 ปี ของการศึกษาในช่วงที่ 2 และการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อปี ภายใน 15 ปีที่ทำการศึกษา

Sector	ช่วงที่ 1 (พ.ศ. 2533-2543)	ช่วงที่ 2 (พ.ศ. 2543-2547)	รวม (พ.ศ. 2533-2547)
Energy	10.18	6.99	10.55
Industrial Process	6.39	10.59	8.89
Agriculture	-0.39	1.51	0.12
Land use change and Forestry	-11.01	-65.21	-9.10
Waste	21.05	7.43	20.19
National total include LUCF	0.23	4.02	1.25
National total exclude LUCF	6.23	6.06	6.78

อย่างไรก็ตาม การศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 10 ปีแรก เป็นการอ้างอิงจากการศึกษาที่ใช้ข้อมูลคนละชุด เพื่อสร้างความมั่นใจในการสร้างความสัมพันธ์จากข้อมูลทั้งสองช่วง การวิเคราะห์ทางสถิติแสดงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งสองชุดแสดงในรูปที่ 1.4

ความสัมพันธ์ของข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากปริมาณการปล่อยในภาคพลังงาน มีความสัมพันธ์กันสูง (R^2 > 0.9) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และภาคของเสียมีความสัมพันธ์ค่อนข้างสูง (R^2 > 0.6) ส่วนภาคการเกษตรนั้น ความสัมพันธ์ของข้อมูลค่อนข้างต่ำ (R^2 <0.6)



รูปที่ 1.4 การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดและในภาคการปล่อยที่สำคัญ ในช่วง 15 ปี และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงสถิติ

อนึ่ง จากการศึกษาที่ผ่านมามีเฉพาะการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศในรายงานแห่งชาติครั้งที่สองที่มีการศึกษาค่าความไม่แน่นอน โดยมีค่าความไม่แน่นอนการคำนวณในปี 2000-2004 อยู่ที่ประมาณร้อยละ 7-10 ปี ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ยอมรับได้

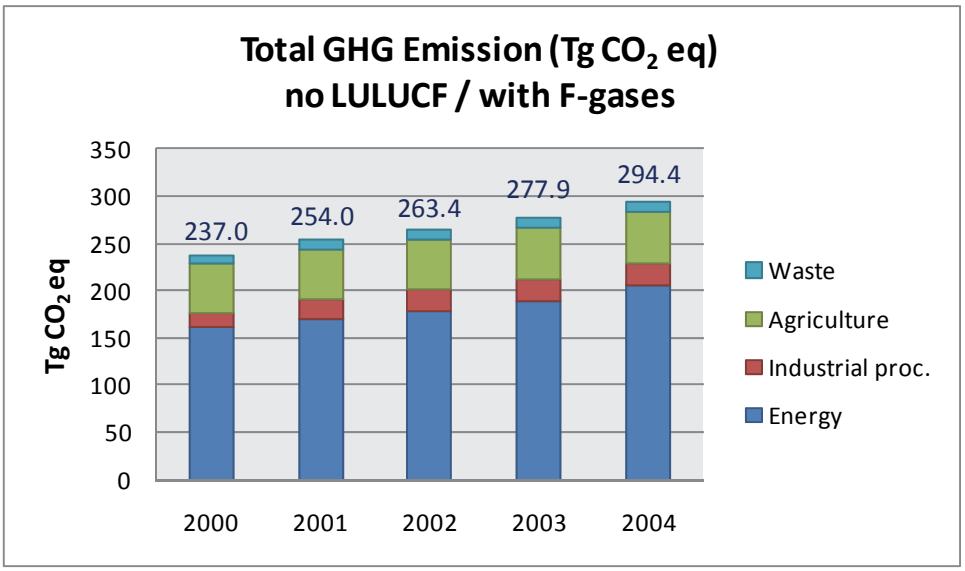
ตารางที่ 1.3 ค่าความไม่แน่นอนแยกตามแหล่งปล่อยในการคำนวณในปี พ.ศ. 2543 ที่มา: รายงานแห่งชาติครั้งที่ 2

ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก	Uncertainty
1. ภาคพลังงาน (Energy)	6.2%
2. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Processes)	7.1%
3. Solvent and Other Product Use (ภาคตัวทำละลาย)	-
4. ภาคการเกษตร (Agriculture)	18.1%
5. ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land Use, Land-Use Change and Forestry)	19.2%
6. ภาคของเสีย (Waste)	68.7%
7. ภาคอื่นๆ (Other)	-
TOTAL	6.7%

นอกจากนี้ การคำนวนการปล่อยในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติเพื่อใช้เป็นข้อมูลในรายงานแห่งชาตินั้นเป็นข้อมูลที่ได้รับการรับรองในระดับประเทศและใช้เป็นฐานในการคาดการณ์การปล่อยในอนาคต ดังนั้นในการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ รวมทั้งเปรียบเทียบดัชนี การปล่อยกับต่างประเทศจึงใช้ข้อมูลจากรายงานแห่งชาติครั้งที่สองเป็นหลัก

1.3 การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในช่วง 5 ปี จากรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง

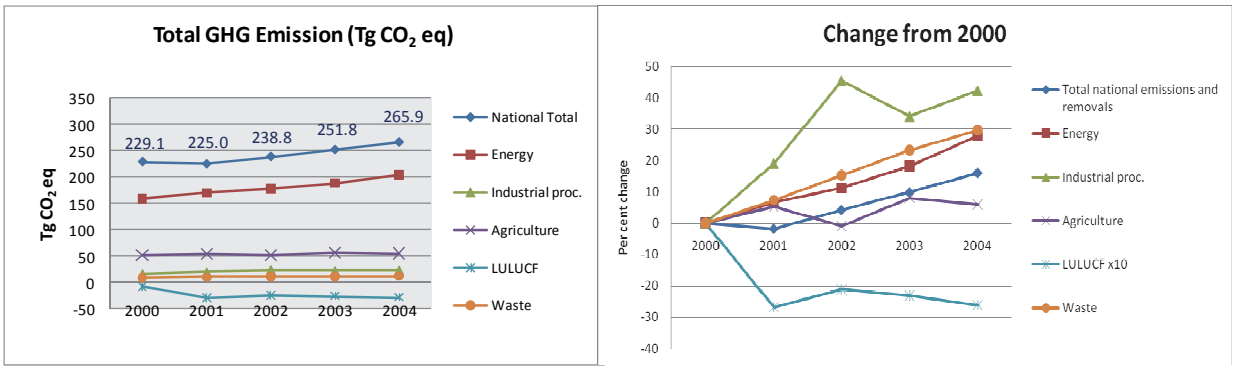
เมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ซึ่งเป็นภาคที่มีศักยภาพในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ.2543-2547 เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ต่อปี เมื่อไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2543-2547 เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5.3 ต่อปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีอัตราการปล่อยเพิ่มที่สูงขึ้น ในปี พ.ศ. 2537-2543 ปล่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 2.8 ต่อปี และในปี พ.ศ. 2543-2548 มีอัตราการปล่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 5.7 ต่อปี



รูปที่ 1.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ.2543-2547 ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ปริมาณการปล่อยทั้งประเทศเมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2543 เท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเพิ่มเป็น 265.89 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2547 คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 16.1 ในเวลา 5 ปี หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ต่อปี โดยภาคที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด คือ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับร้อยละ 42.3 หรือร้อยละ 9.9 ต่อปี สำหรับภาคที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงเป็นลำดับ 2 คือ ภาคของเสีย ซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับร้อยละ 29.7 หรือร้อยละ 6.7 ต่อปี ส่วนพลังงานนั้นถึงแม้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด แต่อัตราการเพิ่มในช่วง พ.ศ. 2543-2548 อยู่ที่ร้อยละ 27.9 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปีร้อยละ 6.4 ต่อปี ภาคการปล่อยที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดและค่อนข้างคงที่คือ ภาคการเกษตรโดยเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี ร้อยละ 6.0 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 ต่อปี

การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานเหล็กและเหล็กกล้า รวมทั้งปริมาณก๊าซฟลูออโลคาร์บอน (F gas) ซึ่งไม่เคยมีรายงานในปี พ.ศ.2543 พบว่า มีการรายงานและมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ส่วนภาคของเสียนั้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการบำบัดแบบไร้อากาศมากขึ้น สำหรับภาคการเกษตรนั้นพื้นที่ในการปลูกข้าวค่อนข้างคงที่ในช่วง พ.ศ. 2543-2547 จึงทำให้มีปริมาณการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกไม่มากนัก ส่วนใหญ่มาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเป็นหลัก ในส่วนของภาคพลังงานการเพิ่มขึ้นเป็นไปตามโครงสร้างการพัฒนาและความต้องการในการใช้พลังงานของประเทศ

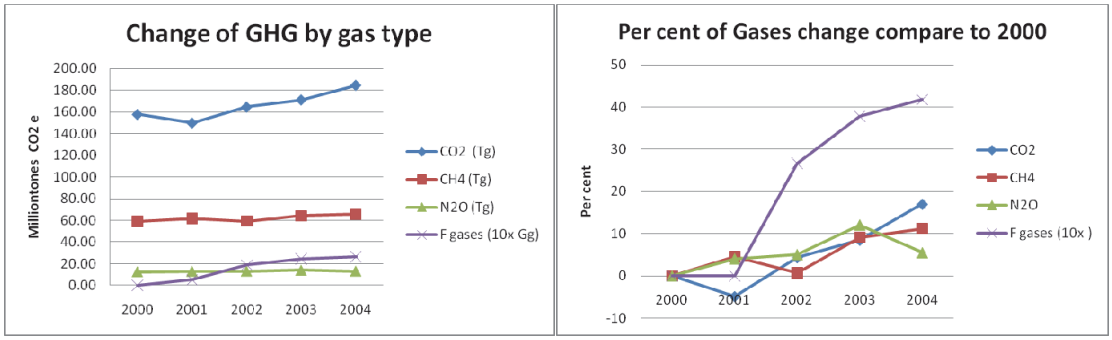


รูปที่ 1.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายภาคและค่าทั้งหมดทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2543-2548 (ค.ศ.2000-2005) (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

1.4 ชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ข้อมูลจากการศึกษาที่ผ่านมา ชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมากที่สุดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณร้อยละ 68.9 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ส่วนใหญ่มาจากแหล่งปล่อยในสามภาคหลัก คือ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้ ก๊าซมีเทนมีสัดส่วนการปล่อยร้อยละ 25.7 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ปล่อยจากภาคการเกษตรเป็นหลักประมาณร้อยละ 70 ปล่อยจากภาคของเสียร้อยละ 14.0 และภาคพลังงานร้อยละ 14.8 สาขาที่ปล่อยก๊าซมีเทนมากคือ กลุ่มนาข้าว ซึ่งมีปริมาณมากกว่ากลุ่มอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 50 ของการปล่อยจากภาคการเกษตรทั้งหมด สำหรับก๊าซไนตรัสออกไซด์มีสัดส่วนร้อยละ 5.4 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศทั้งหมด โดยปล่อยจากสามภาคหลักคือ ภาคการเกษตร ภาคพลังงาน และภาคของเสีย โดยที่ภาคการเกษตร มีปริมาณการปล่อยมากที่สุดคือ ร้อยละ 83 ภาคของเสียร้อยละ 8.3 และภาคพลังงานร้อยละ 6.3 ส่วนภาคอื่นๆ ไม่มีความสำคัญมากนัก โดยสาขาที่มีการปล่อยไนตรัสออกไซด์มากที่สุด คือ สาขาดินที่ใช้ในการเกษตร

ส่วนก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) มีสัดส่วนน้อยมากและเริ่มมีการปล่อยในปี 2001 เป็นต้นมา อย่างไรก็ตาม การเพิ่มขึ้นของก๊าซชนิดนี้มีอัตราสูงมาก (เทียบข้อมูลกับปี 2001) ดังแสดงในรูปที่ 1.7 สำหรับการเพิ่มขึ้นของก๊าซชนิดอื่นนั้น เป็นไปในรูปแบบเดียวกัน โดยที่การเพิ่มในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2547 ของคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ร้อยละ 3.4 ต่อปี ก๊าซมีเทนร้อยละ 2.2 ต่อปี ก๊าซไนตรัสออกไซด์ร้อยละ 1.1 ต่อปี ส่วนก๊าซฟลูออโรคาร์บอนนั้นเพิ่มขึ้นร้อยละ 104.4 ต่อปี (คิดจากปี พ.ศ.2545-2547)



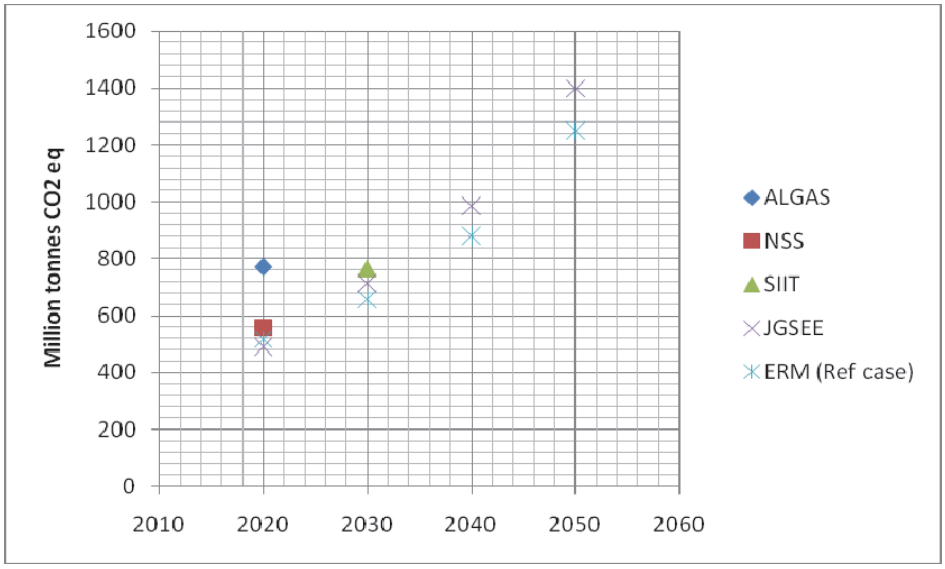
รูปที่ 1.7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายก๊าซในปี พ.ศ. 2543-2548 (ค.ศ.2000-2005) และร้อยละการเพิ่มขึ้นจากปี 2000

1.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตมีการศึกษาครั้งแรกจากรายงาน (ALGAS Project) ในปี พ.ศ. 2541 คาดการณ์การปล่อยถึงปี พ.ศ. 2563 และในปี พ.ศ. 2548 กระทรวงพลังงานได้มอบหมายให้ บริษัท ERM สยาม ศึกษากำหนดกรอบและหลักเกณฑ์การดำเนินงานด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) สำหรับภาคพลังงานของประเทศ มีการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยถึงปี พ.ศ. 2563 เช่นกัน (Office of Environmental Policy and Planning, 2000b) ในปี พ.ศ. 2553 สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธรแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้ศึกษาการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573 โดยใช้แบบจำลอง EXSS (SIIT, 2010) และในปีเดียวกัน อบก.ได้มอบหมายให้บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทำการศึกษามาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยได้มีการคาดการณ์ในปี พ.ศ. 2563, 2573, 2583 และ 2593 โดยใช้เศรษฐมิติเป็นหลัก การศึกษาทั้งหมดเป็นการเพิ่มขึ้นของกรณีปกติ (Business as usual) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คาดการณ์แสดงในตารางที่ 1.4 และเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยในรูปที่ 1.8 การคาดการณ์ที่ไม่ค่อยเกาะกลุ่มคือการคาดการณ์จากโครงการ ALGAS ซึ่งคาดการณ์เมื่อเกือบ 10 ปีที่แล้วทำให้มีความแม่นยำน้อยกว่า ส่วนการคาดการณ์ในช่วง 5 ปีหลังพบว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากใช้หลักการเชิงเศรษฐมิติเป็นหลัก ดังนั้น มีความเป็นไปได้สูงที่ในปี พ.ศ.2563 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย อยู่ในช่วง 500 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และอาจสูงถึง 1,300 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2593

ตารางที่ 1.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ล้านตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) คาดการณ์ในอนาคตในกรณีปกติ (business as usual)

	พ.ศ. 2563	พ.ศ. 2573	พ.ศ. 2583	พ.ศ. 2593	**key assumption**
ALGAS	772				
NSS	558.52				Econometric and oil price
SIIT		764.3			ExSS model
JGSEE for TGO	489.7	715.2	985.7	1398.6	NSEDB GDP growth



รูปที่ 1.8 ความสัมพันธ์ของข้อมูลการคาดการณ์ในอนาคต

1.6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยทั้งหมดของโลก

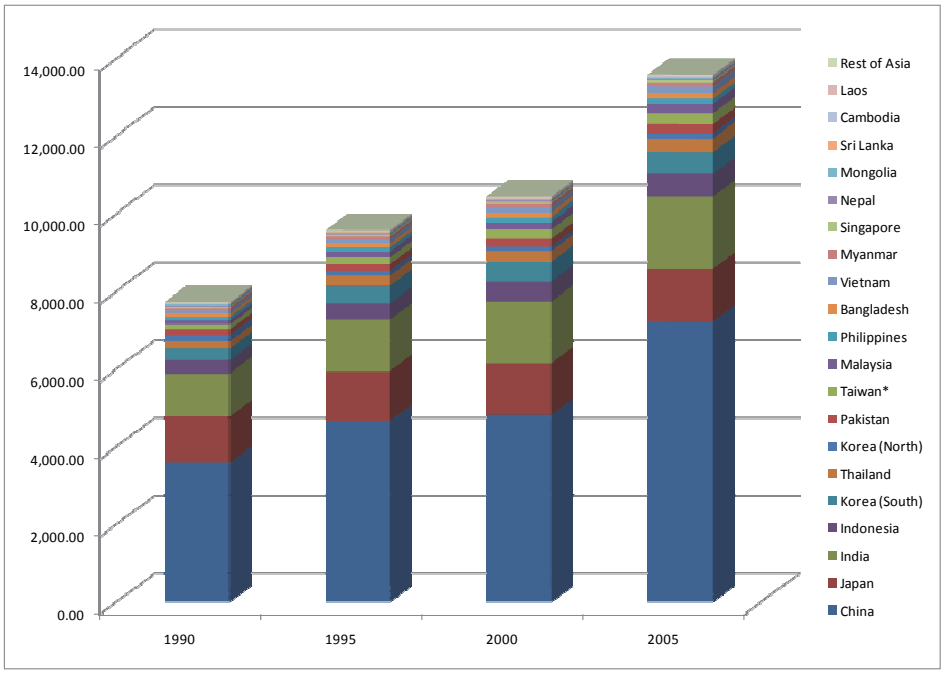
หน่วยงานที่มีการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกและมีการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นประจำทุกปี และมีผู้อ้างอิงจำนวนมาก ได้แก่ IEA (International Energy Agency) ซึ่งรายงานปริมาณการปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงานเป็นหลัก ส่วนWRI (world Resource Institute) มีการรายงานผ่าน CAIT (Climate Analysis Indicators Tool) รายงานภาพรวมการปล่อยในทุกภาค รายงานรวมก๊าซทั้ง 6 ที่ถูกกำหนดในพิธีสารเกียวโตคือ CO_2 CH_4 N_2O SF_6 HFC และ PFC ทุก รอบ 5 ปีเริ่มจาก พ.ศ. 2533 ส่วนก๊าซ CO_2 อย่างเดียวนั้นรายงานทุกปี นอกจากนี้ CAIT ยังรายงานปริมาณการปล่อยที่รวมและไม่รวมการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ด้วย การอ้างอิงจากสองหน่วยงานนี้สามารถใช้ได้ดีในการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศทั่วโลกเนื่องจากมีวิธีการรวมรวมข้อมูลเหมือนกันทุกประเทศ IEA ใช้วิธีการคำนวณจาก 1996 revised guideline ของ IPCC เป็นหลัก ส่วน CAIT ใช้ข้อมูลจาก IEA สำหรับภาคพลังงานส่วนภาคที่ไม่ใช่พลังงานใช้การอ้างอิงจากแหล่งที่น่าเชื่อถืออื่นๆ

ตารางที่ 1.5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ร้อยละและลำดับการปล่อย ของประเทศที่สำคัญ เมื่อเทียบกับประเทศไทย (CAIT-WRI, 2010)

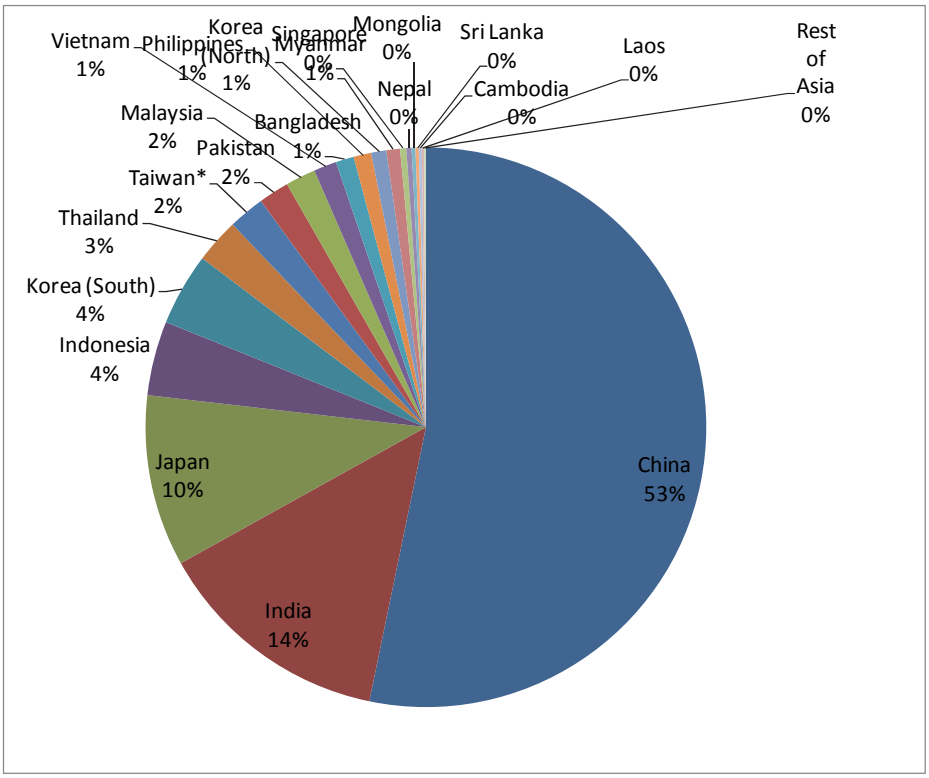
	1990		1995		2000		2005	
	Million tinnes CO2 e	Percent (rank)	Million tinnes CO2 e	Percent (rank)	Million tinnes CO2 e	Percent (rank)	Million tinnes CO2 e	Percent (rank)
World	30,036		31,068		33,201		37,809	
China	3,593.60	11.96 %(3)	4,661.90	15.01%(3)	4,818.40	14.5%(3)	7,232.80	19.13%(1)
USA	5,974.20	19.89% (1)		20.16(1)		20.51%(1)		18.23%(2)
Japan	1,187.40	3.95%(6)	1,283.70	4.31%(5)	1,322.00	3.98%(6)	1,346.30	3.56%(6)
India	1,106.10	3.68%(7)	1,337.50	4.13%(6)	1,600.20	4.82%(5)	1,859.00	4.9%(5)
Indonesia	331.2	1.10%(18)	408.8	1.32%(18)	499.2	1.56%(14)	583.2	1.54%(12)
Korea	307.9	1.03% (20)	445	1.43%(15)	516.5	1.50%(16)	568.9	1.5%(13)
Thailand	185.7	0.62% (30)	261.3	0.86%(25)	284	0.86%(25)	351.1	0.93%(24)
Vietnam	79.2	0.38%(40)	99.7	0.38%(46)	127.3	0.38%(40)	179	0.48%(35)

จากข้อมูลของ CAIT -WRI ตั้งแต่ปี 1990 (พ.ศ. 2533) ถึง 2005 (พ.ศ. 2548) สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยถึงแม้จะยังไม่เกินร้อยละ 1 แต่ก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเป็นที่น่าสังเกตว่าไม่ใช่เฉพาะประเทศไทย แต่ประเทศกำลังพัฒนาในแถบเอเชียมีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นรวมทั้งอันดับในการปล่อยก็ขยับสูงขึ้นด้วย แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแถบเอเชียที่มีความสัมพันธ์กับการพัฒนาประเทศ จากข้อมูลในตารางที่ 1.5 ปริมาณการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของโลก อยู่ที่ร้อยละ 1.7 ต่อปี ในขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาในแถบเอเชียส่วนใหญ่ มีปริมาณการปล่อยเพิ่มขึ้นมากว่า ร้อยละ 5 ต่อปีขึ้นไป โดยประเทศจีนเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.7 ต่อปี ประเทศไทยร้อยละ 5.9 ต่อปี และประเทศเวียดนามร้อยละ 8.4 ต่อปี เป็นต้น

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเมื่อเทียบกับประเทศในเอเชีย ถึงแม้จะมีปริมาณการปล่อยไม่มากเมื่อเทียบกับประเทศจีน ญี่ปุ่นหรืออินเดีย แต่ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยนับเป็นลำดับที่ 6 ซึ่งถือว่าเป็นลำดับต้นของเอเชีย ประเทศที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากกว่าประเทศไทย ยกเว้นอินโดนีเซีย ล้วนแต่มีการพัฒนาเศรษฐกิจในช่วงที่ผ่านมาสูง หากเทียบสัดส่วนกับประเทศในเอเชียแล้ว ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นร้อยละ 3 จากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของเอเชีย

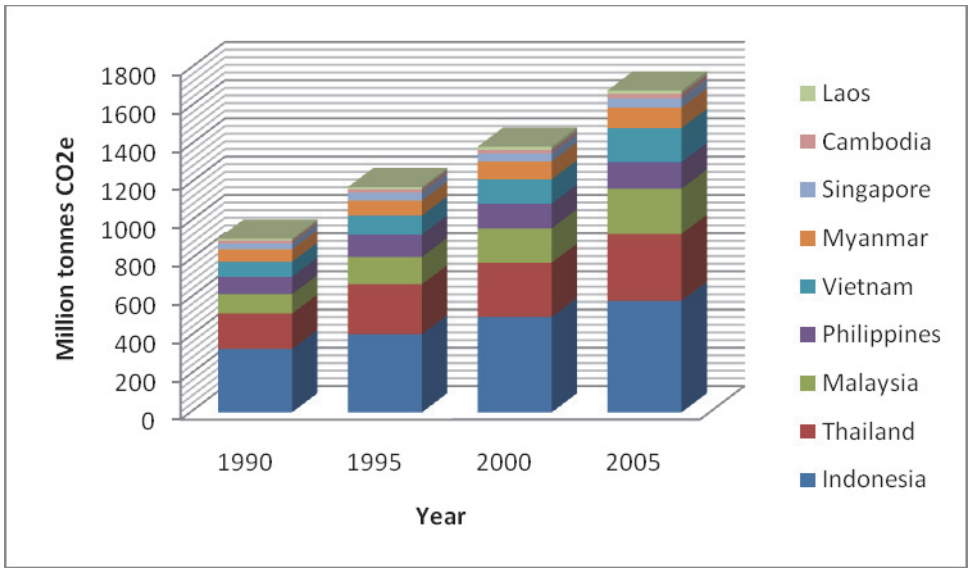


รูปที่ 1.9 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในเอเชีย
(ดัดแปลงจาก CAIT-WRI, 2010)



รูปที่ 1.10 สัดส่วนของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่างๆ ในเอเชียในปี พ.ศ. 2548
(ดัดแปลงจาก CAIT-WRI, 2010)

เมื่อเปรียบเทียบในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ประเทศไทยปล่อยเป็นลำดับสอง ส่วนประเทศที่มีการปล่อยเพิ่มขึ้นมากคือประเทศเวียดนาม (ร้อยละ 8.4) และประเทศพม่า มีปริมาณการปล่อยเพิ่มขึ้นร้อยละ 4.3



รูปที่ 1.11 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกในระหว่างประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

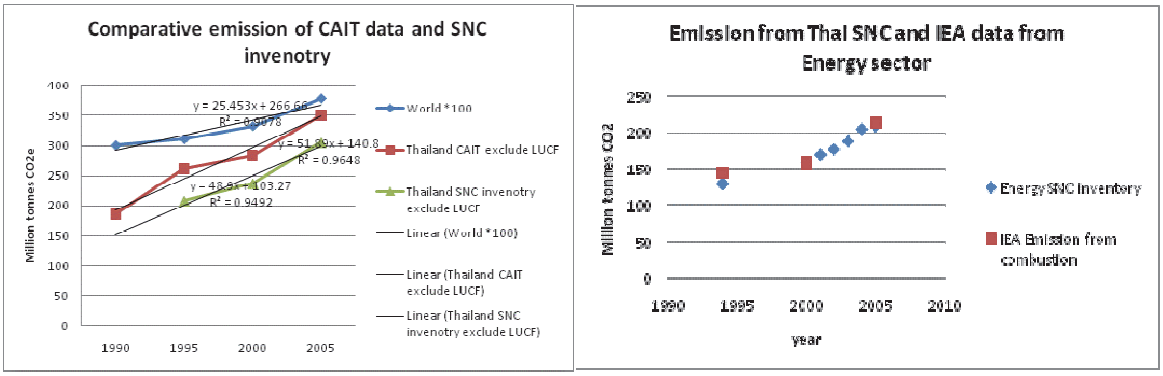
1.7 ความแตกต่างของชุดข้อมูลต่างประเทศและข้อมูลในประเทศไทย

ข้อมูลจากการคำนวณโดยใช้หลักการทางเคมีความร้อน โดยเฉพาะจากการเผาไหม้ มีค่าความไม่แน่นอนน้อย ค่าการปล่อยมีความแตกต่างไม่มากในแต่ละเชื้อเพลิง การคำนวณการปล่อย CO_2 จากภาคพลังงานของ IEA และบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติในรายงานแห่งชาติครั้งที่สองจึงมีความแตกต่างกันไม่มากนัก (รูปที่ 1.12) ทั้งนี้การคำนวณทั้งสองแหล่งนี้ใช้คู่มือการคำนวณของ IPCC 1996 เป็นหลัก ส่วนการคำนวณของ CAIT ซึ่งรวมการปล่อยทั้งภาคพลังงานและภาคอื่นๆ CAIT ใช้ข้อมูลปริมาณการปล่อยจากภาคพลังงานของ IEA และใช้ข้อมูลภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคของเสีย และภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้จากแหล่งอื่น ดังแสดงในตารางที่ 1.6 ดังนั้นจึงทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (national total) มีความแตกต่างจากการคำนวณโดยใช้คู่มือของ IPCC ตามเกณฑ์ของการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อยในภาคที่ไม่ใช่พลังงานมีค่าสูง และยังต้องการข้อมูลเฉพาะของประเทศซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดของแหล่งอ้างอิงของ CAIT

อย่างไรก็ตาม ค่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกต่อปี (slope) ของประเทศไทยทั้งจากการคำนวณของ CAIT และของรายงานแห่งชาติครั้งที่สองมีความใกล้เคียงกัน (รูปที่ 1.12) โดยที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของ CAIT จะมีค่ามากกว่าการคำนวณของประเทศไทยร้อยละ 13-20 อย่างไรก็ตาม พบว่าความแตกต่างนี้เริ่มมีน้อยลงในปี ใกล้ปัจจุบันมากขึ้น ดังนั้นในการนำข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างประเทศไปใช้ควรต้องมีความเข้าใจในแหล่งที่มาของข้อมูลเสียก่อน

ตารางที่ 1.6 แหล่งอ้างอิงในการคำนวณของ CAIT

แหล่งอ้างอิงในการคำนวนของ CAIT
EDGAR. 2009. European Commission, Joint Research Centre (JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL). Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.0. Available at: http://edgar.jrc.ec.europe.eu. For more detailed information and regular updates and referring policy to EDGAR data: http://edgar.jrc.ec.europa.eu.
Houghton, R.A. 2008. "Carbon Flux to the Atmosphere from Land-Use Changes: 1850-2005." In TRENDS: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. Available at: http://cdiac.ornl.gov/trends/landuse/houghton/houghton.html.
International Energy Agency (IEA). 2009. CO2 Emissions from Fuel Combustion (2009 edition). Paris, France: OECD/IEA. Available online at:
U.S. Energy Information Administration (EIA). 2010. International Energy Statistics. Washington, DC: U.S. Department of Energy. Available online at: http://tonto.eia.doe.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm?tid=90&pid=44&aid=8.
U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2006 (revised). "Global Anthropogenic Emissions of Non-CO2 Greenhouse Gases 1990-2020." Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency. Available at: http://www.epa.gov/nonco2/econ-inv/international.html
World Bank. 2010. World Development Report 2010: Development and Climate Change. "Selected Indicators - Table A2." Washington, DC: The World Bank. Available at: http://www.worldbank.org/wdr. © 2010 The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank.

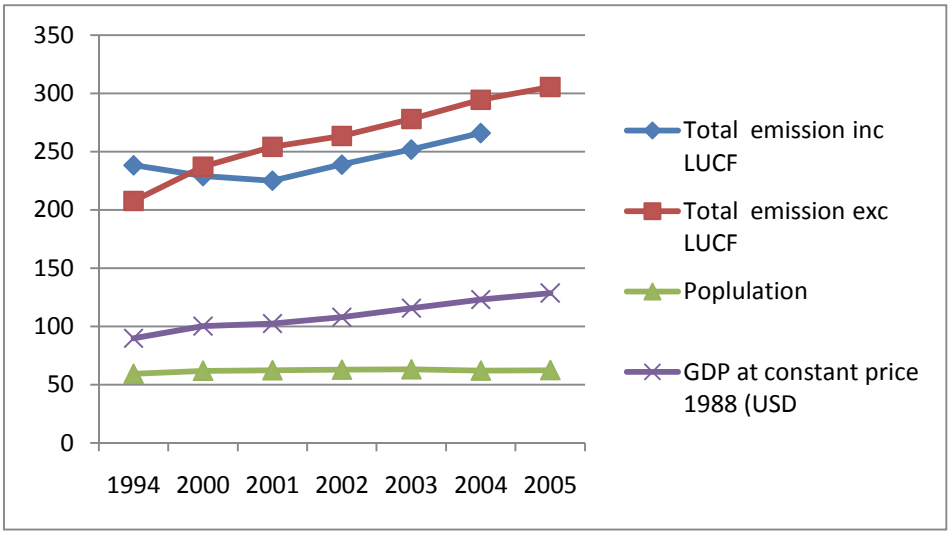


รูปที่ 1.12 เปรียบเทียบข้อมูลจาก ต่างประเทศกับข้อมูลการคำนวณในประเทศ

ข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน มีความสอดคล้องกับข้อมูลอ้างอิงจากต่างประเทศ (รูปที่ 1.12 ข) แต่เมื่อรวมปริมาณการปล่อยจากภาคอื่นแล้ว พบว่าค่าอ้างอิงจากต่างประเทศมีค่าปริมาณปล่อยที่สูงกว่าประมาณร้อยละ 13 ในปี พ.ศ. 2548 ซึ่งมากกว่าค่าความไม่แน่นอนในการคำนวณบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (ร้อยละ 6.8) ดังนั้น การอ้างอิงปริมาณการปล่อยจากหน่วยงานต่างประเทศ จะได้ค่าปริมาณการปล่อยที่สูงกว่า อย่างไรก็ตามร้อยละของความแตกต่างนี้มีแนวโน้มลดลง

1.8 ดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากข้อมูลต่างประเทศและข้อมูลที่สมบูรณ์ที่สุดของรายงานแห่งชาติครั้งที่สองทั้งการปล่อยแบบรวมและไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลชัดเจนในการเพิ่มปริมาณก๊าซเรือนกระจกคือ การเพิ่มขึ้นของค่ารายได้ผลผลิตประชาชาติที่สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจก ไม่ว่าจะรวมหรือไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ โดยเฉพาะในช่วง ปี พ.ศ. 2544 เป็นต้นไป ส่วนจำนวนประชากรไม่ได้เป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (รูปที่ 1.13) แสดงว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้นนั้นมาจากโครงสร้างทางกิจกรรมการพัฒนาของประเทศมากกว่าโครงสร้างทางสังคม ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับประเทศที่กำลังพัฒนาส่วนใหญ่

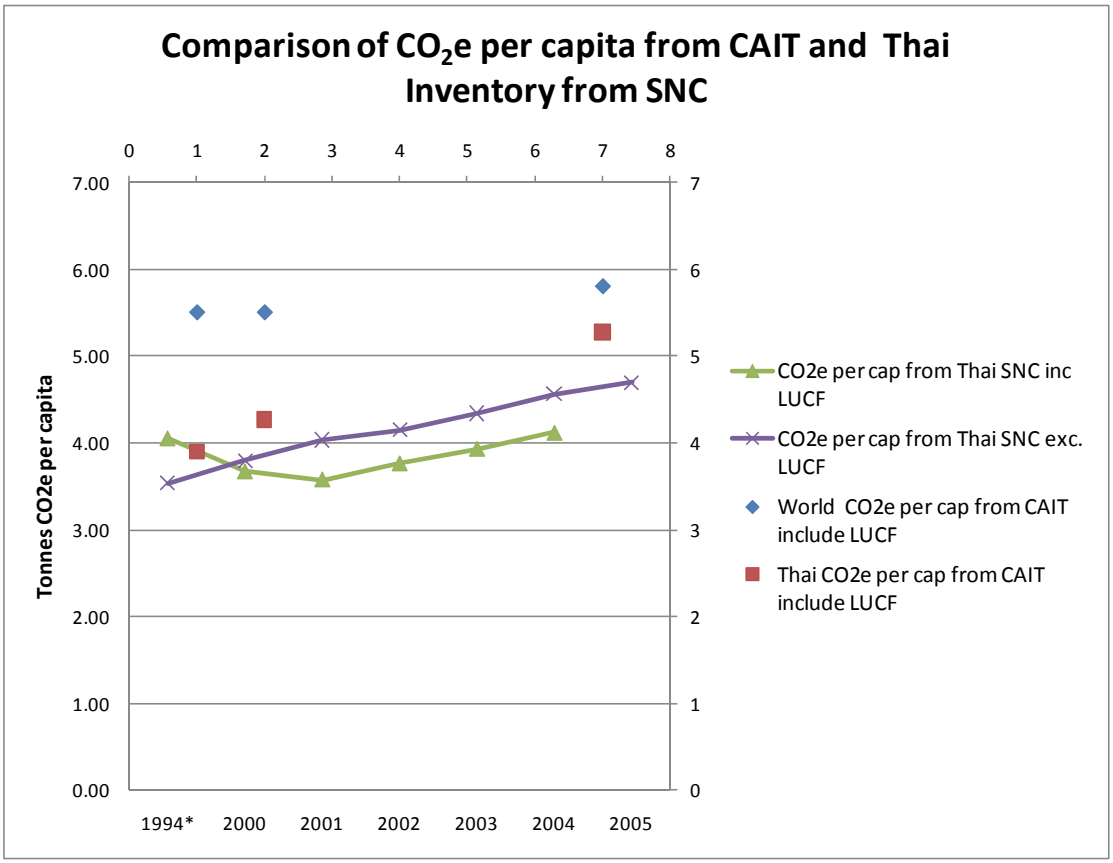


รูปที่ 1.13 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก รายได้ผลผลิตประชาชาติ และจำนวนประชากร

1.9 ดัชนีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อประชากร

1.9.1 ดัชนีก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดต่อประชากร

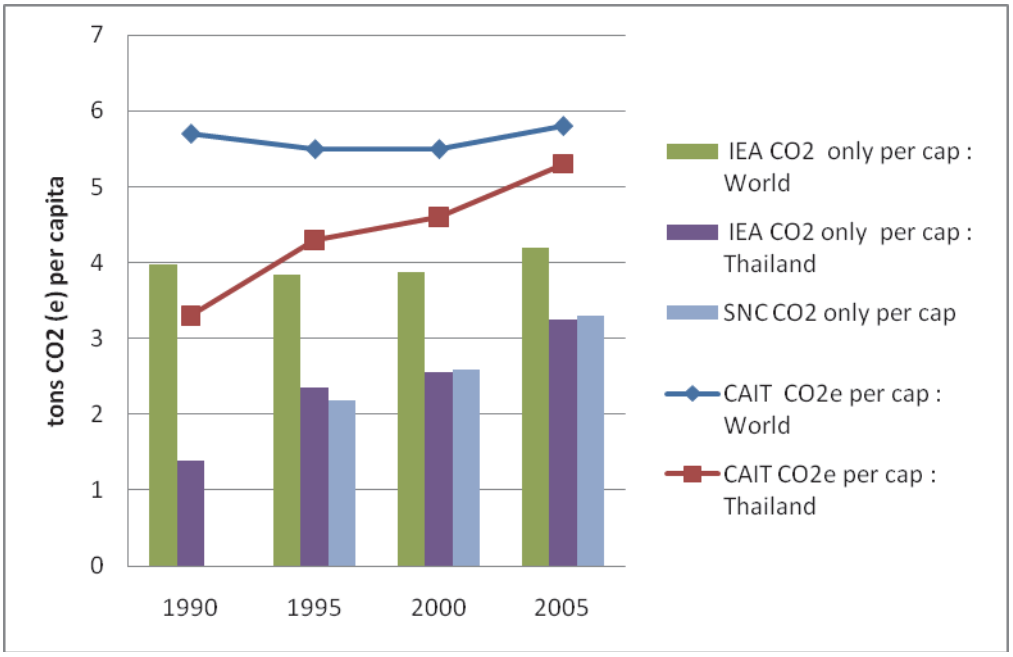
ดัชนีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรเป็นดัชนีที่นิยมใช้เปรียบเทียบระหว่างประเทศเพราะแสดงถึงความเสมอภาคและสะท้อนพฤติกรรมของประชากรในพื้นที่นั้นๆ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของโลกเป็นค่าเทียบ สำหรับประเทศไทยในช่วงปีรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง พ.ศ. 2543-2547 ค่าดัชนีนี้ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของโลก ไม่ว่าจะเทียบด้วยค่าที่คำนวณในประเทศหรือค่าที่อ้างอิงจาก WRI (รูปที่ 1.14) อย่างไรก็ตาม มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตราที่สูงกว่าค่าเฉลี่ยของโลก



รูปที่ 1.14 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่อประชากร ระหว่างข้อมูลของประเทศไทยในรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง เมื่อรวมและไม่รวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้ เปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยต่อประชากรจากการคำนวณของ CAIT-WRI และค่าเฉลี่ยของโลก

1.9.2 ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรในภาคพลังงาน

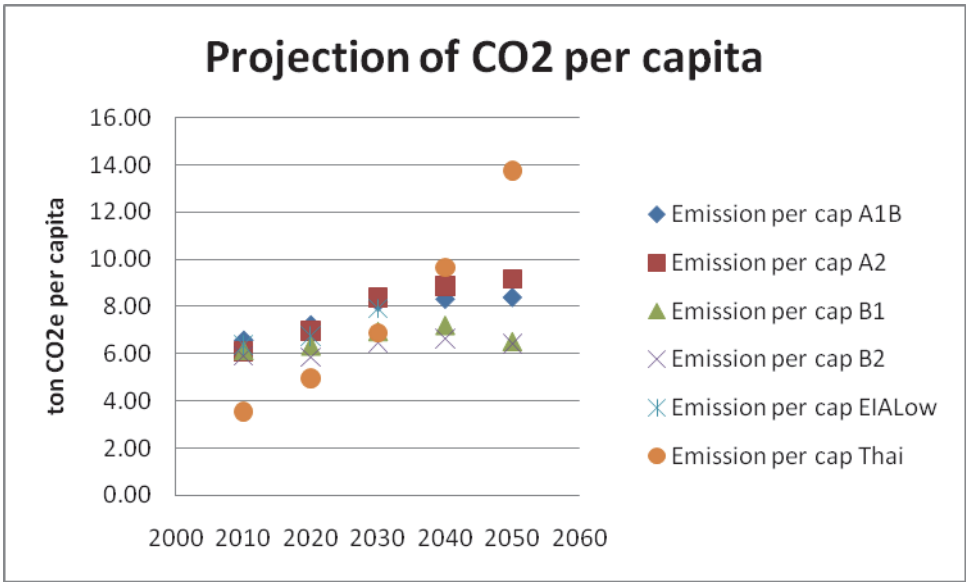
การเปรียบเทียบค่าการปล่อยต่อประชากรในภาคพลังงานนิยมเปรียบเทียบในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ดัชนีนี้ชี้ให้เห็นประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของประเทศ และใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศต่อประชากรด้วย ดัชนีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของโลกค่อนข้างคงที่ (รูปที่ 1.15) การเพิ่มขึ้นของดัชนีในภาคพลังงานอยู่ในอัตราเดียวกันกับดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของประเทศ แสดงให้เห็นว่าภาคพลังงานเป็นตัวขับเคลื่อนหลักสำหรับดัชนีต่อประชากร



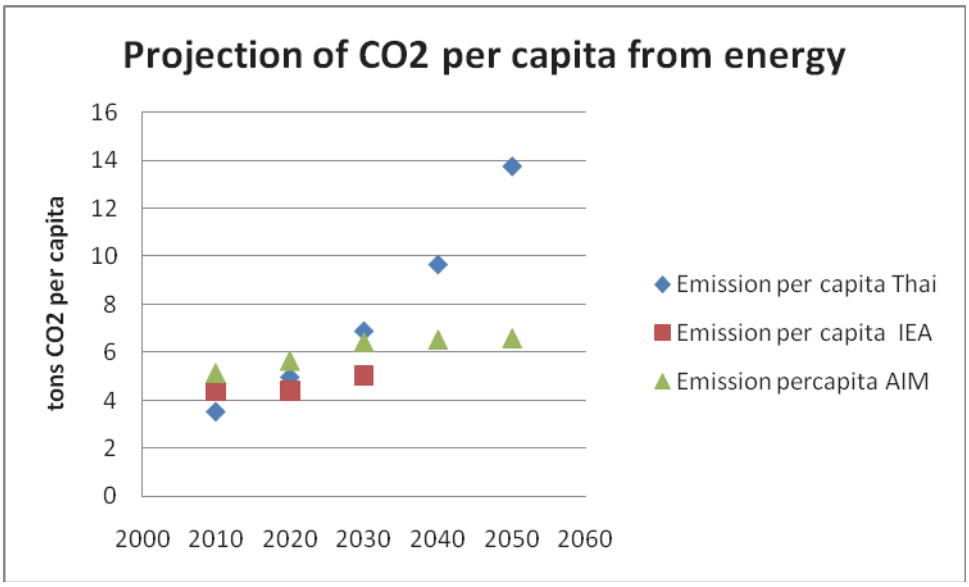
รูปที่ 1.15 ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของประเทศและของภาคพลังงานของประเทศไทยเทียบกับดัชนีของโลก

1.9.3 การคาดการณ์ดัชนีในอนาคต

ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งจากภาพรวมของประเทศและภาคพลังงาน ในขณะที่ดัชนีของโลกค่อนข้างคงที่เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกและประชากรในอนาคต รูปที่ 1.16 แสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของโลกภายใต้ภาพฉายต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นภาพฉายที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก (B2, A2) หรือปล่อยน้อย (A1B, B1, IEA low) (CAIT, 2007) ดัชนีการปล่อยต่อประชากรจากภาพฉายทั้งหมดในปีที่ไม่ห่างไกลนัก (พ.ศ. 2563) ไม่ค่อยมีความแตกต่างกันมาก แต่หลังปี พ.ศ. 2573 มีความแตกต่างกันมาก แต่ที่เป็นไปในทำนองเดียวกันคือเริ่มคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2573 เป็นต้นไป สำหรับการคาดการณ์ของประเทศไทยจากการศึกษาของบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ นำเสนอข้อมูลให้กับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของประเทศไทยต่ำกว่าค่าต่ำสุดของภาพฉายทุกแบบจนถึงปี พ.ศ. 2573 หลังจากนั้น ดัชนีการปล่อยต่อประชากร มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของทุกภาพฉาย ในขณะที่ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรในภาคพลังงานของประเทศไทย (รูปที่ 1.17) มีค่าสูงกว่าดัชนีเดียวกันจากภายฉายของ IEA และของ AIMs ประเทศญี่ปุ่น (Asian Integrated Models) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2563 ทั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 การลดก๊าซเรือนกระจกจึงควรกระทำที่ภาคพลังงานเพื่อลดค่าดัชนีการปล่อยต่อประชากรด้วยนอกเหนือจากการลดในภาพรวม



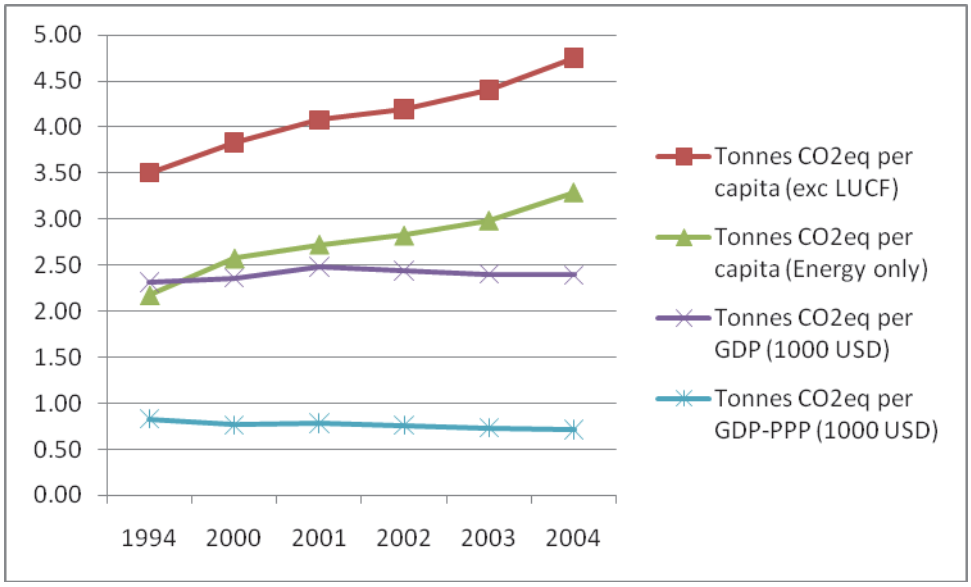
รูปที่ 1.16 การคาดการณ์ดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่อประชากร (ข้อมูลประเทศไทยจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ข้อมูลภาพฉายโลกจาก World Bank data)



รูปที่ 1.17 การคาดการณ์ดัชนีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคพลังงานต่อประชากร (ข้อมูลประเทศไทยจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ข้อมูลภาพฉายโลกจาก World Bank data)

1.9.4 ดัชนีการปล่อยต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม

ดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (GDP) และต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม-กำลังซื้อของประเทศมีค่าค่อนข้างคงที่ (รูปที่ 1.18) ไม่เกิน 2.5 ล้านตัน CO_2 เทียบเท่าต่อ 1,000 USD และไม่เกิน 1 ล้านตัน CO_2 เทียบเท่าต่อ 1,000 USD ตามลำดับ เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์มวลรวม (ร้อยละต่อปี) เป็นไปในอัตราเดียวกันกับการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (ร้อยละต่อปี) ในขณะที่การเพิ่มขึ้นของประชากร (ร้อยละต่อปี) มีค่าต่ำกว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาประเทศยังไม่ได้มุ่งสู่การลดก๊าซเรือนกระจก



รูปที่ 1.18 ดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรเปรียบเทียบกับดัชนีก๊าซเรือนกระจกต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมและความเท่าเทียมกันของกำลังซื้อของประเทศไทย

1.10 สรุป

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของของประเทศไทย คำนวณตามคู่มือของ IPCC ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 จนถึงปี พ.ศ. 2547 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในภาพรวม 15 ปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.25 ต่อปี โดยในช่วง 10 ปีแรก (พ.ศ.2533-2543) และช่วง 5 ปีหลัง (พ.ศ.2543-2547) มีอัตราการเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกัน โดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.56 และ 3.21 ต่อปี ตามลำดับ ทั้งนี้ภาคที่มีความสำคัญต่อปริมาณการปล่อยของประเทศทั้งหมดคือ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้เพราะเมื่อคำนวณปริมาณการปล่อยโดยไม่รวมภาคดังกล่าว อัตราการเพิ่มขึ้นของทั้งประเทศในช่วง 15 ปี อยู่ที่ร้อยละ 6.78 ต่อปี โดยในช่วง 10 ปีแรกมีอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปีสูงกว่าในช่วง 5 ปีหลัง การดูดกลับของก๊าซเรือนกระจกในช่วง 5 ปีหลัง มีความสำคัญและสามารถช่วยบรรเทาการปล่อยที่เพิ่มขึ้นได้

ถึงแม้การคำนวณทั้งสองช่วงใช้ชุดข้อมูลที่ต่างกันแต่พบว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงโดยเฉพาะปริมาณการปล่อยทั้งหมดและปริมาณการปล่อยในภาคพลังงาน

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่รายงานในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 คือ 285.8 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2533 และ 229.1 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2543 ตามลำดับ

ภาคการปล่อยหลักของประเทศทั้ง 15 ปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโดยภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือภาคพลังงาน (ร้อยละ 69-76) รองลงมาคือภาคการเกษตร (ร้อยละ 20-24) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (ร้อยละ 7-10) และภาคของเสีย (ร้อยละ 4.1-4.6) ตามลำดับ สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ พบว่ามีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543-2547

ชนิดก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมากที่สุดคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ร้อยละ 70) ส่วนใหญ่มาจากการใช้เชื้อเพลิงในกิจกรรมผลิตกระแสไฟฟ้าและการขนส่ง ก๊าซมีเทน (ร้อยละ 25) ส่วนใหญ่มาจากกิจกรรมทางการเกษตร

ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (ร้อยละ 5) ส่วนใหญ่มาจากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร และกลุ่มก๊าซฟลูออโลคาร์บอน ซึ่งเริ่มมีการปล่อยในช่วงหลังปี พ.ศ. 2543 เป็นต้นมาแต่มีปริมาณเพิ่มขึ้นมาก ส่วนใหญ่มาจากการใช้อุปกรณ์ทำความเย็น

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีการคาดการณ์ว่าจะเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าในปี พ.ศ. 2563 ประมาณ 489-558 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และเป็น 3 เท่าในปี พ.ศ. 2573 ประมาณ 715-764 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี 2030 การปล่อยเพิ่มขึ้นนี้ขึ้นกับโครงสร้างทางกิจกรรมการพัฒนาของประเทศมากกว่าโครงสร้างทางสังคม จึงทำให้ดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรมีค่าสูง โดยเฉพาะดัชนีปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรในภาคพลังงาน

จนถึงปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่าร้อยละหนึ่ง เมื่อเทียบกับประเทศอื่นทั่วโลก แต่ปล่อยมากเป็นลำดับสองในประเทศเอเชีย การอ้างอิงข้อมูลปริมาณการปล่อยจากต่างประเทศจากภาคพลังงานมีความแตกต่างน้อย การอ้างอิงปริมาณการปล่อยทั้งประเทศมีความแตกต่างประมาณร้อยละ 17-20 จากการคำนวณด้วยข้อมูลในประเทศ ความแตกต่างนี้มีค่าลดลงในปีที่ใกล้เคียงกับปัจจุบันมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548. การศึกษากำหนดกรอบและหลักเกณฑ์การดำเนินงานด้านกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) สำหรับภาคพลังงานของประเทศ ธันวาคม 2548 : 198 หน้า

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553. การศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย : Mitigation aspect เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ธันวาคม 2553

บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด. โครงการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาเศรษฐกิจที่สำคัญ. เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) : มีนาคม 2553

สิรินทรเทพ เต้าประยูร 2550. รายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจก: อดีต ปัจจุบันและสถานะภาพความรู้ เสนอสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย

Asian Development Bank (ADB)-Global Environment Facility United Nations Development Programme. 1998. Asian Least-Cost Greenhouse Gas Abatement Strategy : Thailand Manila, Philippines October 1998

Office of Environmental Policy and Planning. 1990. Thailand's country study on climate change: A technical proposal submitted to The U.S. Government Country Studies Management Team by The Royal Thai Government.

Office of Environmental Policy and Planning. 2000a. National Clean Development Mechanism Strategic Study for the Kingdom of Thailand (NSS) Ministry of Natural resource and Environment 2000

Office of Environmental Policy and Planning. 2000b. Thailand’s Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Science, Technology and Environment. Bangkok, Thailand : 100 p

Office of Natural Resource and Environmental Policy and Planning. 2011. Thailand’s second National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ministry of Science, Technology and Environment. Bangkok, Thailand.

Sirindhorn International Institute of Technology at Thummasart University. 2010 and National Institute of Environmental study 2010. Low-carbon Society Vision 2030: Thailand. (Online). Available URL: http://2050.nies.go.jp/LCS/eng/asia.html

IEA 2010. CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION *Highlights* (2010 Edition)

Climate Analysis Indicators Tool (CAIT) Version 4.0. (Washington, DC: World Resources Institute, 2007).

2

ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน

2.1 การผลิตพลังงาน

ดร.บุญรอด สัจจกุลนุกิจ

วิธีอ้างอิง

บุญรอด สัจจกุลนุกิจ, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการผลิตพลังงาน.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมามีอัตราการใช้พลังงานในประเทศเพิ่มขึ้นเฉลี่ย ปีละ 3.6% ต่อปี โดยการใช้พลังงานในปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณรวมทั้งสิ้น 66,698 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ประกอบด้วยการใช้พลังงานเชิงพาณิชย์เป็นสัดส่วนร้อยละ 81.3 และที่เหลืออีกร้อยละ 18.7 เป็นการใช้พลังงานหมุนเวียน
- ในปี พ.ศ. 2552 ภาคการขนส่งมีการใช้พลังงานสูงสุดประมาณ 36% ของการใช้พลังงานของทั้งประเทศ รองลงมาคือ ภาคอุตสาหกรรมการผลิต 35.7% และภาคบ้านที่อยู่อาศัย 15.1%
- การผลิตพลังงานจากแหล่งภายในประเทศในปี พ.ศ. 2552 รวมทั้งสิ้น 64,890 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ เป็นการผลิตพลังงานเชิงพาณิชย์ซึ่งมีสัดส่วนร้อยละ 68.2 พลังงานหมุนเวียนและพลังงานอื่นๆ มีสัดส่วนร้อยละ 31.8 ของการผลิตพลังงานทั้งหมด
- การพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศไทยสูงถึงร้อยละ 81 ของปริมาณพลังงานที่จัดหาในปี พ.ศ. 2552 ประกอบด้วยน้ำมันประมาณร้อยละ 38 ก๊าซธรรมชาติร้อยละ 30 และลิกไนต์จากแหล่งผลิตในประเทศและถ่านหินนำเข้ารวมกันร้อยละ 13
- ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ที่จำกัด หากอัตราการผลิตเท่ากับปีปัจจุบันโดยไม่มีการค้นพบแหล่งพลังงานสำรองเพิ่มเติม ก๊าซธรรมชาติจะมีใช้ได้ไม่ถึง 20 ปีส่วนลิกไนต์จะใช้ได้อีกประมาณ 100 ปี
- ก๊าซธรรมชาตินับเป็นแหล่งพลังงานในประเทศที่สำคัญโดยในปี พ.ศ. 2552 ผลิตได้รวมทั้งสิ้น 26,525 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบหรือเฉลี่ย 2,958 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวันเพิ่มขึ้นจากปีก่อนร้อยละ 6.2 และคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 59.9 ของพลังงานเชิงพาณิชย์ที่ผลิตได้ทั้งหมดจากแหล่งภายในประเทศ
- การนำเข้าพลังงานในปี พ.ศ. 2552 รวมทั้งสิ้น 62,006 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบคิดเป็นมูลค่านำเข้ารวมทั้งสิ้น 793,765 ล้านบาท และเป็นการนำเข้าพลังงานเชิงพาณิชย์เกือบทั้งหมด โดยนำเข้าน้ำมันดิบร้อยละ 66.8ถ่านหินร้อยละ 16.5 ก๊าซธรรมชาติร้อยละ 13.4 คอนเดนเสทร้อยละ 2.3 น้ำมันสำเร็จรูปร้อยละ 0.7 และพลังงานไฟฟ้าร้อยละ 0.3
- ในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ.2540 จนถึงปัจจุบัน ภาคผลิตกระแสไฟฟ้ามีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมดจำนวน 208.48 ล้านตัน โดยคิดจากภาคผลิตกระแสไฟฟ้า ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคอื่นๆ ร้อยละ 40.3, 26.8, 24.2 และ 8.7 ตามลำดับ
- การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตพลังงานประเทศไทยจำเป็นต้องส่งเสริมและสนับสนุน ในเบื้องต้นมีแนวทางในการปฏิบัติ 2 แนวทางเพื่อให้เกิดผลสำเร็จคือ มีการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพของการใช้พลังงาน
- การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้าตามเป้าหมายของรัฐ (แผนการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี) จะหลีกเลี่ยงการปล่อย CO_2 ได้ประมาณ 13.1 ล้านตันสำหรับภาคไฟฟ้า และประมาณ 18.8 ล้านตันสำหรับภาคความร้อน
- การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานตามเป้าหมายของรัฐ (แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี) จะประหยัดพลังงานได้รวมทั้งสิ้น (พ.ศ.2554-2573) 289,300 ktoe คิดเป็นมูลค่า 5.4 ล้านล้านบาท และจะหลีกเลี่ยง CO_2 ได้ประมาณ 960 ล้านตัน แบ่งเป็นภาคขนส่ง 400 ล้านตัน ภาคอุตสาหกรรม 340 ล้านตัน ภาคธุรกิจและบ้านอยู่อาศัย 220 ล้านตัน

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านพลังงานหมุนเวียนในระดับสูงเนื่องจากเป็นประเทศเกษตรกรรม ซึ่งทำให้เกิดวัตถุดิบที่สามารถผลิตพลังงานทั้งชีวมวล ก๊าซชีวภาพ รวมถึงไบโอดีเซลและเอทานอล นอกจากนี้ ยังมีที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีอีกด้วย โดยได้รับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 18.2 เมกกะจูลแต่สำหรับพลังงานลม จัดอยู่ในศักยภาพที่ต่ำ
- การส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ (Promotion of Electricity Energy Efficiency) เป็นแนวคิดการส่งเสริมให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนของการลดก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยต่ำสุด โดยมาตรการต่างๆ ที่นำมาใช้มีวัตถุประสงค์ที่จะส่งเสริมและสนับสนุนผู้ใช้ไฟฟ้ากลุ่มเป้าหมายให้ปรับปรุงแนวทางการใช้ไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการของกิจการไฟฟ้าในขณะที่ผู้ใช้ไฟฟ้ายังคงได้รับคุณประโยชน์
- บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553) ได้จัดทำรายงานการศึกษาต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีพลังงานต่างๆ ปริมาณการปล่อยสะสม ถึงปี พ.ศ. 2573 ในส่วนของเทคโนโลยีประหยัดพลังงานนั้นหม้อไอน้ำและรถยนต์อีโคคาร์ประสิทธิภาพสูงจะมีศักยภาพในการลด CO_2 สูงสุดคือ 23.3 และ 6.59 ล้านตัน CO_2 ตามลำดับ รองลงมาคือมอเตอร์และเตาเผาประสิทธิภาพสูงลดได้ 6.3 และ 6.2 ล้านตัน CO_2 ตามลำดับ
- การลงทุนด้านเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนพบว่า พลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพในการหลีกเลี่ยง CO_2 ได้มากและมีต้นทุนสุทธิต่ำกว่าเทคโนโลยีหมุนเวียนอื่น ได้แก่ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เอทานอล และไบโอดีเซล ซึ่งปริมาณ CO_2 ที่หลีกเลี่ยงได้เท่ากับ 9.2, 5.9, 6.4 และ 3.1 ล้านตัน (ปี พ.ศ. 2573) ตามลำดับ
- ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากพลังงานแบ่งเป็น 2 ประเด็นหลัก คือปัญหาด้านเทคนิคและปัญหาด้านการบริหารจัดการ สรุปได้ ตามตาราง ด้านล่าง

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การใช้พลังงานหมุนเวียน	ขาดบุคลากรและเทคโนโลยีในการพัฒนาเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนและผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศ	ขาดการจัดการด้านราคาวัตถุดิบและ/หรือต้นทุนของไฟฟ้าหรือเชื้อเพลิงสำเร็จรูปที่ผลิตจากแหล่งพลังงานหมุนเวียนยังมีราคาสูงมาก
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน	ขาดความพร้อมของภาคอุตสาหกรรมในประเทศในการพัฒนาและผลิตอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูง	• ขาดการส่งเสริมให้มีการลดความต้องการใช้พลังงานอย่างจริงจัง • ขาดการประชาสัมพันธ์อย่างต่อเนื่องและมีการรับรู้ในวงจำกัด

2.1.1 บทนำ

การผลิตและใช้พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในประเทศไทย บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานระหว่าง ปี พ.ศ. 2551-2552 มีผลสรุปว่าเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงาน พลังงานหมุนเวียน และเชื้อเพลิงทางเลือกในภาคขนส่งจะมีบทบาทสูงสุดทั้งระยะใกล้และระยะกลางในการเสริมสร้างความมั่นคงและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2552) ในบทนี้จะเป็นการประมวลและสังเคราะห์ข้อมูลและผลการศึกษาวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพลังงาน พลังงานหมุนเวียน และประสิทธิภาพพลังงาน ซึ่งมีความสำคัญและเป็นประโยชน์ในการประเมินศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน

2.1.2 ภาพรวมการผลิตพลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการผลิตพลังงานของประเทศไทย

ประเทศไทยมีแหล่งพลังงานเชิงพาณิชย์ที่จำกัด ด้วยอัตราการผลิตในปัจจุบันน้ำมันดิบจะใช้ได้อีกเพียงไม่กี่ปี ก๊าซธรรมชาติไม่ถึง 20 ปีหากไม่มีแหล่งผลิตใหม่ส่วนลิกไนต์จะใช้ได้อีกประมาณ 100 ปี ดังรายระเอียดแสดงตามตารางที่ 2.1.1

ตารางที่ 2.1.1 ปริมาณสำรองและการผลิตของน้ำมันดิบ ก๊าซธรรมชาติ และลิกไนต์

เชื้อเพลิง	ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้ว	อัตราการผลิต
น้ำมันดิบ	440 ล้านบาร์เรล (ณ เดือนมกราคม 2552)	344,000 บาร์เรลต่อวัน (2551)
ก๊าซธรรมชาติ	317 พันล้านลูกบาศก์เมตร (ณ ธันวาคม 2551)	28.3 พันล้านลูกบาศก์เมตร (2551)
ถ่านหินลิกไนต์	2 พันล้านตัน (ณ ธันวาคม 2550)	18.2 ล้านตัน (2550)

(ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2552))

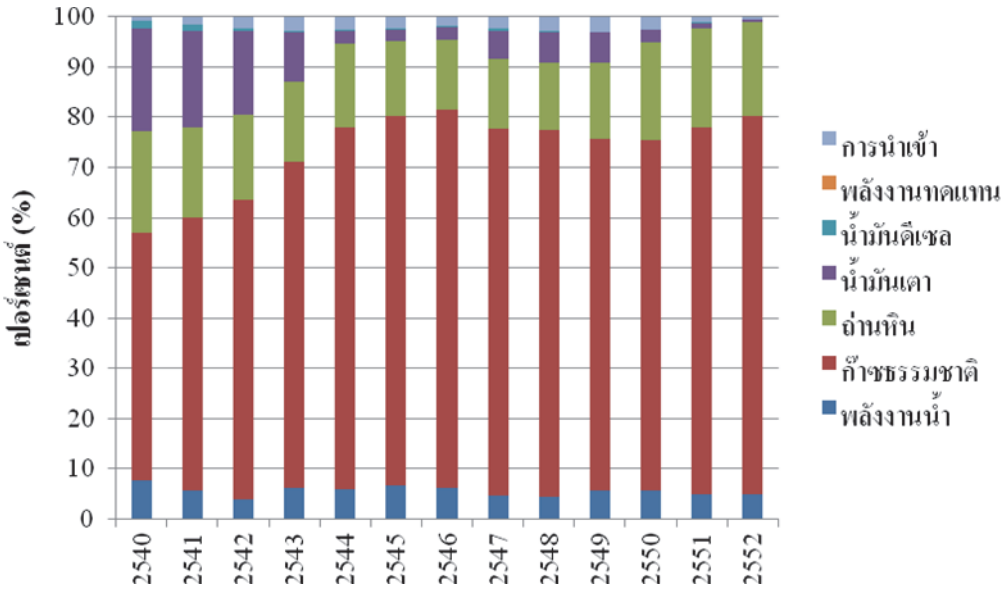
การพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลของประเทศไทยสูงถึงร้อยละ 81 ของปริมาณพลังงานที่จัดหาในปี พ.ศ. 2551 ประกอบด้วยน้ำมันประมาณร้อยละ 38 เป็นก๊าซธรรมชาติร้อยละ 30 และลิกไนต์จากแหล่งผลิตในประเทศและถ่านหินนำเข้ารวมกันร้อยละ 13

การใช้พลังงานของประเทศไทยจำแนกตามสาขาเศรษฐกิจ (เกษตรกรรม เหมืองแร่ อุตสาหกรรม ก่อสร้าง บ้านอยู่อาศัย ธุรกิจการค้า ขนส่ง) มีปริมาณ 14,727 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในช่วงปี พ.ศ. 2525 และเพิ่มขึ้นเป็น 65,890 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ในปี พ.ศ. 2551 จะเห็นได้ว่าการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นถึง 4.47 เท่า ในระยะเวลา 26 ปี โดยในช่วงปี พ.ศ. 2525-2535 มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นคิดเป็น 2.39 เท่า และในช่วงปี พ.ศ. 2536-2551 มีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นคิดเป็น 1.87 เท่า โดยพลังงานในรูปความร้อน ไฟฟ้าและเชื้อเพลิงเหลว ถูกใช้ด้วยเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาด้านประสิทธิภาพไม่สูงนัก

ในปี พ.ศ. 2550 ประเทศไทยปล่อยมลพิษทางอากาศจากการใช้พลังงานในสาขาไฟฟ้ามากที่สุด โดยปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ 82,087 พันตัน ไนโตรเจนออกไซด์ 258 พันตัน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 359 พันตัน และคาร์บอนมอนนอกไซด์ และมีเทนอีกเล็กน้อย รองลงมาเป็นสาขาขนส่ง อุตสาหกรรมการผลิต ตามลำดับ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2551)

2.1.2.1 ภาพอดีตการผลิตพลังงานในประเทศไทย

ในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540-2552 มีการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลคือ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน น้ำมันเตา และน้ำมันดีเซล ในการผลิตพลังงานไฟฟ้ามากกว่าร้อยละ 90 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดของทั้งประเทศ โดยแยกตามชนิดการใช้เชื้อเพลิงดังนี้



รูปที่ 2.1.1 สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าของประทศไทย ในปี พ.ศ.2540-2552 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

ในปี พ.ศ.2552 มีการใช้เชื้อเพลิง ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเทียบเท่าน้ำมันดิบรวมทั้งสิ้น 31,394 พันตัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ร้อยละ 0.1 โดยแยกตามชนิดการใช้เชื้อเพลิงดังนี้

- ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติรวมทั้งสิ้น 925,984 ล้านลูกบาศก์ฟุตหรือเฉลี่ย 2,537 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ.2551 ร้อยละ 2.1 เป็นสัดส่วนร้อยละ 71.8 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบซึ่งเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 39.9 และภาคเอกชนร้อยละ 60.1
- ปริมาณการใช้ถ่านหินและลิกไนต์รวมทั้งสิ้น 20,218 พันตันหรือเฉลี่ย 55 พันตันต่อวันลดลงจากปี พ.ศ. 2551 ร้อยละ 5.7 เป็นสัดส่วนร้อยละ 21.4 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบซึ่งเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 78.2 และภาคเอกชนร้อยละ 21.8
- ปริมาณการใช้น้ำมันเตารวมทั้งสิ้น 158 ล้านลิตรลดลงจากปี พ.ศ. 2551 ร้อยละ 55.9 เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.5 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบโดยเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 70.3 และภาคเอกชนร้อยละ 29.7
- ปริมาณการใช้น้ำมันดีเซลรวมทั้งสิ้น 25 ล้านลิตร ลดลงจากปี พ.ศ. 2551 ร้อยละ 44.4 เป็นสัดส่วนร้อยละ 0.1 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบซึ่งเป็นสัดส่วนของภาครัฐร้อยละ 93.2 และภาคเอกชนร้อยละ 6.8

- ปริมาณการใช้พลังงานหมุนเวียน (แกลบ กากอ้อย ขยะ และวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร) รวมทั้งสิ้น 7,061 พันตันหรือเฉลี่ย 19 พันตันต่อวันเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2551 ร้อยละ 15.7 เป็นสัดส่วนร้อยละ 5.1 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบซึ่งเป็นการใช้ของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนและผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมาก

นอกจากนี้ยังมีการใช้ก๊าซชีวภาพ 72,952,553 ลูกบาศก์เมตรก๊าซเหลือใช้จากขบวนการผลิต 318,140 จิกะจูล และแบล็คลิเคอ 12,526,955 จิกะจูล ซึ่งทั้งหมดเป็นการใช้ของผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนและผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนขนาดเล็กมากเป็นสัดส่วนร้อยละ 1.1 ของการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้าทั้งระบบโดยปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศ แสดงได้ดังตารางที่ 2.1.2 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552)

ตารางที่ 2.1.2 ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าในประเทศไทย

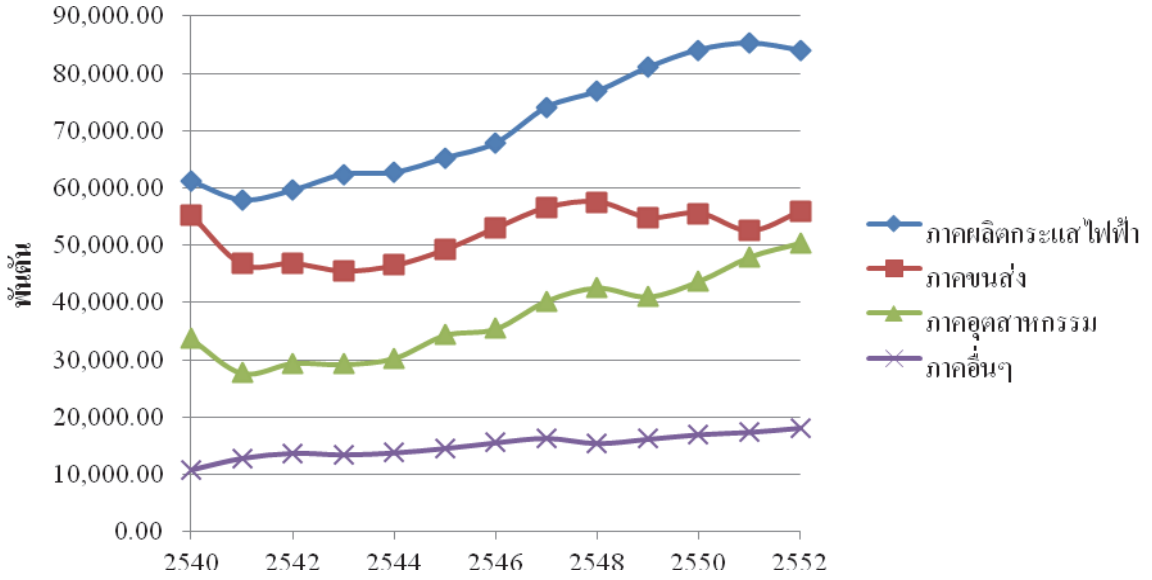
ปี	น้ำมันเตา (ล้านลิตร)	ดีเซล (ล้านลิตร)	ถ่านหิน (ล้านตัน)	ก๊าซธรรมชาติ (ล้านลูกบาศก์ฟุต)	พลังงานหมุนเวียน[1] (พันตัน)	ก๊าซชีวภาพ (ล้านลูกบาศก์เมตร)	แบล็คคิเคอและก๊าซเหลือใช้จากกระบวนการผลิต[1/] (จิกะจูล)	พลังงานลม แสงอาทิตย์และความร้อนใต้พิภพ (Gwh)	การนำเข้า (GWh)
2540	4694.769	736.2847	18.19826	448525	694.7702	0	881880.1	1.6	641.7
2541	4280.932	313.2992	15.47745	467671.2	948.2154	0	1065784	1.8	1470
2542	3792.724	142.0203	14.4093	499294.3	996.0226	0	1944392	2.1	2075.6
2543	2429.115	11.8083	14.94815	575144	1579.631	0	2927283	2	2773
2544	700.6404	82.32966	16.62503	705827	1465.616	0	2924362	2	2614
2545	656.2176	47.567	16.22387	758169	2248.336	0	2317725	2	2539
2546	705.3334	51.88639	16.35194	796560	3067.428	0	10103605	2	2183
2547	1711.483	120.5844	17.42555	818264	3071.703	0.023492	12776227	2	3016
2548	2012.571	83.43356	17.48786	858959	3839.979	1.48759	13538531	2	3777
2549	2030.175	40.43642	17.16593	857103	3905.628	8.034911	10765858	3	4409
2550	942.975	24.24873	20.54883	877862	4995.309	11.63238	12334604	3	3565
2551	357.5479	45.44972	21.43482	907327	6101.858	32.001	11286122	5	1605
2552	157.6071	24.80204	20.21775	925984	7060.156	72.95255	12845095	12	879

(ที่มา: กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

1/ ประกอบด้วย ฟืน ถ่าน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร และขยะ

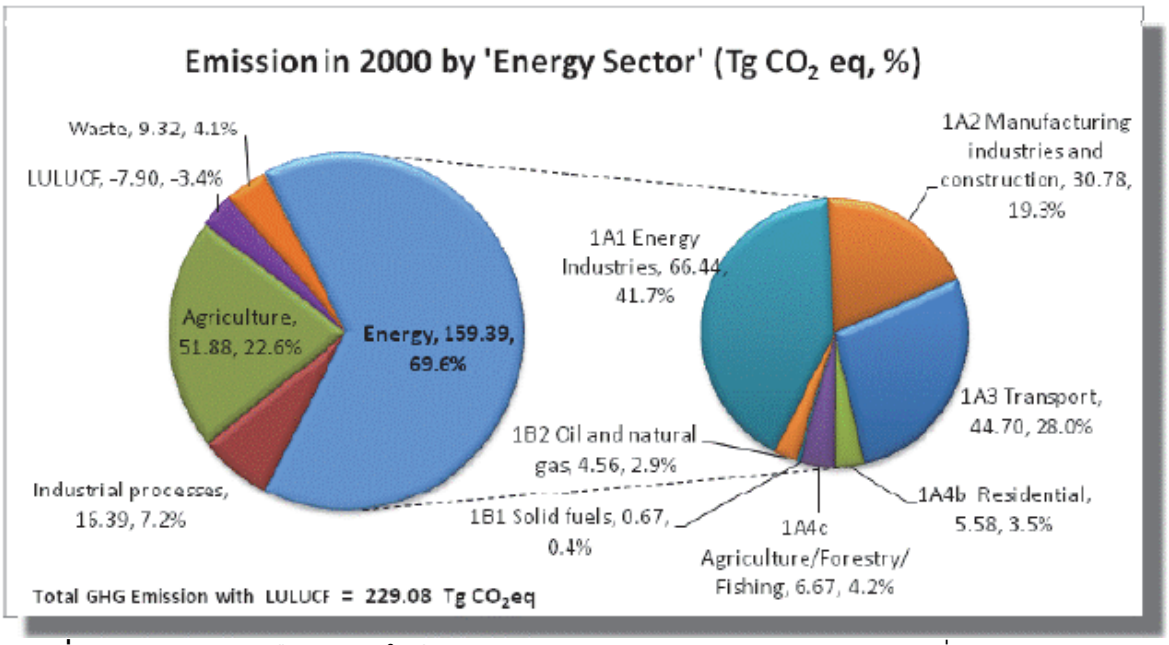
2.1.2.2 ภาพอดีตการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประไทย

ในอดีตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2540 จนถึงปัจจุบัน ภาคผลิตกระแสไฟฟ้ามีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3.37 ต่อปี รองลงมาคือ ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคอื่นๆ โดยในปี พ.ศ.2552 มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคผลิตกระแสไฟฟ้า ภาคขนส่ง ภาคอุตสาหกรรม และภาคอื่นๆ จำนวน 84,007.92 , 55,870.52, 50,440.73 และ 18,156.50 พันตันตามลำดับ ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.1.2



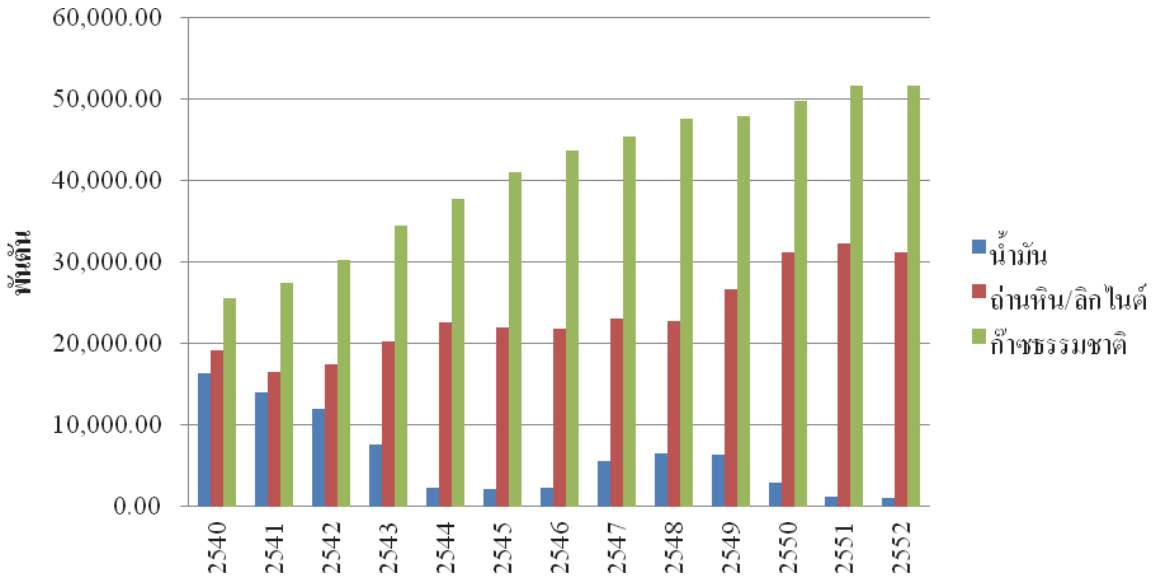
รูปที่ 2.1.2 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2540-2552 [สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ออนไลน์) www.eppo.go.th]

จากรายงานการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก) แสดงไว้ว่าในปี พ.ศ. 2543 ภาคพลังงานปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 159.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศโดยเป็นปริมาณ CO_2 (149.91 Tg) จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลักส่วนก๊าซ CH_4 (0.41 Tg) ปล่อยจากการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติและการทำเหมืองเป็นส่วนใหญ่ โดยพบว่าภาคการผลิตพลังงาน (Energy Industries) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับหนึ่ง ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 66.44 Tg ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 41.7 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากภาคพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.1.3



รูปที่ 2.1.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2543 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก)

ภาคผลิตกระแสไฟฟ้ามีการพึ่งพาการใช้ก๊าซธรรมชาติมากกว่าร้อยละ 70 ของการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมด ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 2.1.1 ทำให้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตกกระแสไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติมากที่สุด รองลงมาคือ ถ่านหินและน้ำมัน โดยในปี พ.ศ. 2552 มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากก๊าซธรรมชาติมากถึง 51,756.53 พันตัน ดังแสดงได้ในรูปที่ 2.1.4



รูปที่ 2.1.4 การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเชื้อเพลิงในภาคผลิตกระแสไฟฟ้า (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553)

2.1.3 แนวโน้มในอนาคตของภาคการผลิตพลังงาน

ปัจจัยสำคัญที่จะมีอิทธิพลต่อการกำหนดทิศทางและอัตราเร็วของการพัฒนาและการนำมาใช้ประโยชน์ (deployment) ด้านเทคโนโลยีพลังงาน ได้แก่

- การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของความต้องการพลังงานของโลกโดยเฉพาะของประเทศกำลังพัฒนาขนาดใหญ่ซึ่งจะนำไปสู่การแย่งชิงทรัพยากรพลังงานในอนาคต
- ราคาพลังงานโดยเฉพาะน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในระยะยาว อันมีสาเหตุมาจากความต้องการที่เพิ่มขึ้นและต้นทุนการผลิตที่สูงขึ้นเนื่องจากความซับซ้อนทางกายภาพของการผลิตน้ำมันและผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่จะตามมา
- การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ปรากฏเด่นชัดขึ้น และประชาคมโลกจำเป็นต้องมีมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคพลังงานซึ่งจะสร้างแรงกดดันให้กับภาคธุรกิจที่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากหรือมีร่องรอยคาร์บอน (carbon footprint) จากห่วงโซ่การผลิตมาก
- ความต้องการพลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในประเทศสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจำเป็นต้องมีมาตรการที่จะแยกออก (decouple) จากอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจ
- สัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานของไทยที่สูงถึงร้อยละ 70 ของทั้งหมดและต้องพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลในสัดส่วนที่สูง
- สัดส่วนการนำเข้าพลังงานที่มีแนวโน้มจะสูงขึ้นจนทำให้มูลค่าการนำเข้ามากกว่าร้อยละ 10 ของ GDP
- ความเข้มพลังงาน (energy intensity) หรืออัตราส่วนพลังงานสุดท้ายที่ใช้ต่อหน่วย GDP ของไทยสูงกว่า 2 เท่าของประเทศที่พัฒนาแล้ว ซึ่งจะกระทบต่อสถานภาพการแข่งขันเชิงเศรษฐกิจ

นโยบายและแผนด้านพลังงานและด้านอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในระยะใกล้ถึงกลาง โดยเฉพาะแผนแห่งชาติด้านการพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าระยะ 20 ปีแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปีและร่างแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปีรวมทั้งแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และร่างแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 ได้กำหนดทิศทางและความต้องการเชิงยุทธศาสตร์รวมทั้งแผนปฏิบัติการไว้ระดับหนึ่งเพื่อให้ประเทศไทยสามารถจัดการกับความไม่แน่นอน ความเสี่ยงและโอกาสในการจัดหาพลังงานที่สะอาด เพียงพอ เชื่อถือได้และในราคาที่เข้าถึงได้ เพื่อสนับสนุนความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสังคมในภาพรวมของประเทศ โอกาสที่สังคมไทยจะดำเนินการให้บรรลุเป้าหมายต่างๆ ตามแผนเหล่านี้ รวมทั้งเป้าหมายเชิงวิสัยทัศน์ระยะยาวในมุมมองของภาคส่วนต่างๆ ของสังคมนั้น ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยโดยปัจจัยหนึ่งที่สำคัญคือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการนำเทคโนโลยีไปใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีพลังงานและเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพลังงานที่จะนำไปสู่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและมุ่งสู่ระบบพลังงาน “คาร์บอนต่ำ” (low-carbon energy systems) ซึ่งมีทั้งเทคโนโลยีที่พร้อมใช้ในเชิงพาณิชย์อยู่แล้วแต่อาจยังมีอุปสรรคบางประการที่ทำให้การใช้ยังไม่แพร่หลาย เทคโนโลยีที่พิสูจน์แล้วแต่ยังมีต้นทุนสูง เช่น เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนส่วนใหญ่ และเทคโนโลยีที่ยังอยู่ในขั้นวิจัยพัฒนาและสาธิต เช่น เทคโนโลยีการดักและกักเก็บคาร์บอน เป็นต้น ซึ่งเมื่อประเมินจากเงื่อนไขทั้งภายนอกและภายในประเทศเอง รวมทั้งแผนของประเทศที่เกี่ยวข้องหลายฉบับดังกล่าวแล้ว แสดงให้เห็นทิศทางและแนวโน้มในอนาคตของภาคการผลิตพลังงานไทยที่ค่อนข้างชัดเจนว่ากำลังมุ่งสู่การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน การลดการพึ่งพิงแหล่งพลังงานฟอสซิล และลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเพิ่มการพัฒนาใช้พลังงานหมุนเวียนจากแหล่งต่างๆ รวมทั้งการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานนิวเคลียร์

2.1.4 แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคผลิตพลังงาน

ในปี พ.ศ. 2552 ภาคการผลิตไฟฟ้ามีปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าประมาณ 0.546 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้า เพื่อเป็นการสนองนโยบายการส่งเสริมพลังงานสะอาด กระทรวงพลังงานจึงกำหนดให้มีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขยายกำลังการผลิตไฟฟ้าในอนาคตอย่างเป็นรูปธรรมตามแผน PDP 2010 เพื่อนำไปใช้ในการพิจารณาวางแผนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2552) โดยกำหนดเป้าหมายให้สามารถลดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2563 ให้ต่ำกว่าแผนฯ เดิม (PDP 2007 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2) และหลังจากนั้น จะควบคุมอัตราการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่ให้สูงขึ้น การควบคุมปริมาณการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้เป็นไปตามเป้าหมาย จะพิจารณาปรับสัดส่วนของโรงไฟฟ้าประเภทต่างๆ โดยปรับลดจำนวนโรงไฟฟ้าที่มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ประเทศไทยจำเป็นต้องส่งเสริมและสนับสนุน ในเบื้องต้น รัฐบาลได้ตั้งเป้าหมายให้สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียนเชิงพาณิชย์ เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 0.5 ในปี พ.ศ. 2546 เป็นร้อยละ 8 ภายในปี พ.ศ. 2554 เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตพลังงาน มีแนวทางในการปฏิบัติ 2 แนวทางคือ มีการใช้พลังงานหมุนเวียน และเพิ่มประสิทธิภาพเทคโนโลยีของการผลิตพลังงานอย่างจริงจัง

2.1.4.1 การใช้พลังงานหมุนเวียน

ประเทศไทยมีศักยภาพทางด้านพลังงานหมุนเวียนในระดับสูงเนื่องจากเป็นประเทศเกษตรกรรม ที่มีผลผลิตทางการเกษตรจำนวนมากและมีอุตสาหกรรมการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร ซึ่งทำให้เกิดวัตถุดิบที่สามารถผลิตพลังงานทั้งชีวมวล ก๊าซชีวภาพ รวมถึงไบโอดีเซลและเอทานอล นอกจากนี้ ยังมีที่ตั้งใกล้เส้นศูนย์สูตรทำให้มีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ที่ดีอีกด้วย โดยได้รับความเข้มรังสีแสงอาทิตย์เฉลี่ยวันละ 18.2 เมกกะจูล/ตารางเมตร แต่สำหรับพลังงานลมจัดอยู่ในระดับที่มีศักยภาพต่ำถึงปานกลาง

กระทรวงพลังงานได้ให้ความสำคัญของการพัฒนาพลังงานหมุนเวียนให้มีสัดส่วนเพิ่มมากขึ้น เพื่อลดการพึ่งพิงการนำเข้าน้ำมัน สร้างความมั่นคงในการจัดหาพลังงาน และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน รวมทั้งลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยได้กำหนดเป้าหมายให้มีการใช้พลังงานหมุนเวียนร้อยละ 14.1 ของความต้องการพลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศ ดังรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2.1.3

ตารางที่ 2.1.3 เป้าหมายแผนการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (กระทรวงพลังงาน 2551)

ประเภทพลังงาน	ศักยภาพ	existing	พ.ศ.2551-2554		พ.ศ.2555-2559		พ.ศ.2560-2565	
ไฟฟ้า	เมกกะวัตต์	เมกกะวัตต์	เมกกะวัตต์	ktoe	เมกกะวัตต์	ktoe	เมกกะวัตต์	ktoe
แสงอาทิตย์	50,000	32	55	6	95	11	500	56
พลังงานลม	1,600	1	115	13	375	42	800	89
ไฟฟ้าพลังน้ำ	700	56	165	43	281	73	324	85
ชีวมวล	4,400	1,610	2,800	1,463	3,220	1,682	3,700	1,933
ก๊าซชีวภาพ	190	46	60	27	90	40	120	54
พลังงานขยะ	400	5	78	35	130	58	160	72
ไฮโดรเจน			0	0	0	0	3.5	1
รวม		1,750	3,273	1,587	4,191	1,907	5,608	2,290
พลังงานความร้อน	ktoe	ktoe		ktoe		ktoe		ktoe
แสงอาทิตย์	154	1		5		17.5		38
ชีวมวล	7,400	2,781		3,660		5,000		6,760
ก๊าซชีสภาพ	600	224		470		540		600
พลังงานขยะ		1		15		24		35
รวม		3,007		4,150		5,582		7,433
เชื้อเพลิงชีวภาพ	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร/วัน	ล้านลิตร/วัน	ktoe	ล้านลิตร/วัน	ktoe	ล้านลิตร/วัน	ktoe
เอทานอล	3.00	1.24	3.00	805	6.20	1,686	9.00	2,447
ไบโอดีเซล	4.20	1.56	3.00	950	3.64	1,145	4.50	1,415
ไฮโดรเจน			0	0	9.84	0	0. 1ล้าน กก.	124
รวม			6.00	1,755	9.84	2,831	13.50	3,986
ความต้องการพลังงานรวม (ktoe)		66,248		70,300		81,500		97,300
ความต้องการพลังงานหมุนเวียน		4,237		7,462		10,319		13,709
สัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน		6.4%		10.6%		12.7%		14.1%
ก๊าซ NGV (mmscfd)		108.1	393.0	3,469	596	5,260	690	6,,090
(ktoe)				10,961		15,579		19,799
สัดส่วนการใช้พลังงานทดแทน				15.6%		19.0%		20.3%

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมได้ประเมินการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพตามเป้าหมายของรัฐอาจลดการปล่อย CO_2 ได้ประมาณ 9.5 ล้านตัน (คิดเฉพาะการปล่อยจากปลายท่อไอเสียรถยนต์) การใช้พลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตไฟฟ้าตามเป้าหมายของรัฐ (แผนการพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี) จะหลีกเลี่ยงการปล่อย CO_2 ได้ประมาณ 13.1 ล้านตันสำหรับภาคไฟฟ้า และประมาณ 18.8 ล้านตันสำหรับภาคความร้อน (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2552)

ศักยภาพพลังงานหมุนเวียนจากแหล่งต่างๆ โดยหลายหน่วยงานได้มีการศึกษาและประเมินไว้ดังนี้

1) พลังงานชีวมวลของแข็ง

เป็นพลังงานจากพืชและวัสดุเหลือใช้จากการเกษตร เช่น แกลบ ฟางข้าว เศษไม้ ซังข้าวโพด เหง้ามันสำปะหลัง ชานอ้อย ยอดอ้อย ปีกไม้ยางพารา ทลายปาล์ม ใยปาล์ม เป็นต้น

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ประเมินศักยภาพของการผลิตชีวมวลจากสัดส่วนเศษวัสดุคงเหลือทางการเกษตรที่เกิดจากปริมาณผลผลิตทางการเกษตรของประเทศไทยปี พ.ศ.2550/2551 พบว่ามีปริมาณรวม 98 ล้านตัน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2551) ดังรายละเอียดแสดงตามตารางที่ 2.1.4

ตารางที่ 2.1.4 ศักยภาพผลผลิตที่ผลิตได้ของชีวมวลประเภทต่างๆ ในประเทศไทย

ชนิด	ผลผลิต (ตัน)	ชีวมวล	สัดส่วนชีวมวล	ปริมาณชีวมวลที่ได้ (ตัน)	ค่าความร้อน (MJ/kg)	พลังงาน (GJ)	เทียบค่าน้ำมันดิบ (ktoe)	กำลังไฟฟ้า (MW)
อ้อย	73,501,000	ชานอ้อย	0.30	22,050,300	16.21	357,435,363	8,461	97.2
		ยอดและใบ	0.24	17,640,240	16.42	289,652,741	6,857	79
ข้าว	29,900,000	แกลบ	0.23	6,877,000	15.56	107,006,120	2,533	2.5
		ฟางข้าว	1.19	35,581,000	15.51	551,810,992	13,064	152.3
ข้าวโพด	4,249,000	ซัง	0.19	807,310	16.63	13,425,565	318	3.7
น้ำมันปาล์ม	9,264,000	ทะลายเปล่า	0.23	2,130,720	19.41	37,221,547	881	10.2
		กากใย	0.15	1,389,600	19.94	27,708,624	656	7.5
		กะลา	0.06	555,840	21.13	11,744,899	278	3.1
		ทางใบ/ก้าน	0.27	2,501,280	17.87	44,697,873	1,058	0.5
มันสำปะหลัง	25,155,000	ลำต้น	0.12	301,860	13.38	4,038,887	96	1
		เหง้า	0.10	251,550	10.61	2,668,945	63	0.6
ยางพารา	3,166,000	ขี้เลื่อย	0.03	940,980	16.65	1,581,417	37	0.3
		เศษไม้	0.10	316,600	16.85	5,334,710	126	1.3
ยูคาลิปตัส	6,800,000	ไม้ฟืน	0.20	1,360,000	16.85	22,916,000	542	6.2
		เปลือกไม้	0.10	680,000	17.30	11,764,000	278	3.1
ไม้จากสวนป่า	6,000,000	เศษไม้	0.10	600,000	16.85	10,110,000	239	2.6
รวม	**158,035,000**			**98,118,970**		**1,499,168,000**	**35,488,**	**363.4**

(ที่มา: ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวลความรู้พื้นฐานและศักยภาพชีวมวล)

2) พลังงานแสงอาทิตย์

โลกได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ทั้งที่เป็นพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง (direct radiation) และพลังงานแสงอาทิตย์แบบกระจาย (Diffuse Radiation) ซึ่งเกิดจากการสะท้อนกระจัดกระจายและเปลี่ยนพลังงานบางส่วนเป็นคลื่นความร้อน ผลรวมของพลังงานแสงอาทิตย์แบบตรง และแบบกระจายจะเรียกว่า พลังงานแสงอาทิตย์รวม (total radiation หรือ global radiation)

การกระจายของความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในประเทศไทย สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม โดยมีค่าอยู่ในช่วง 20 ถึง 24 เมกกะจูนล์ต่อตารางเมตรต่อวัน (MJ/m^2-day) ประเทศไทยได้รับพลังงานแสงอาทิตย์อย่างทั่วถึงตลอดทั้งปี เนื่องจากตั้งอยู่ในบริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร และบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดเฉลี่ยทั้งปีอยู่ที่ภาค

ตะวันออกเฉียงเหนือ ครอบคลุมบางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์ ศรีสะเกษ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี และอุดรธานี และบางส่วนของภาคกลางที่จังหวัดสุพรรณบุรี ชัยนาท อยุธยา และลพบุรี โดยได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 19 - 20 MJ/m^2-day ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 14.3 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ และได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 18-19 MJ/m^2-day ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 50.2 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนที่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย น้อยกว่า 16 MJ/m2-day ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.5 ของพื้นที่ทั้งหมด จะเห็นได้ว่าพื้นที่ทั่วประเทศได้รับพลังงานแสงอาทิตย์เฉลี่ย 18.2 MJ/m^2-day ต่อปี ซึ่งประเทศไทยมีศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ค่อนข้างสูง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2551)

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทำการศึกษาข้อมูลรังสีรวมรายชั่วโมงและแสดงผลในรูปตารางสำหรับอำเภอเมืองในทุกจังหวัด และในรูปแผนที่ศักยภาพ (Exell, 1981) เพื่อประโยชน์ในการออกแบบและประเมินสมรรถนะของระบบพลังงานแสงอาทิตย์แบบต่างๆ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทำการศึกษาและตรวจวัดความเข้มรังสีตรงของดวงอาทิตย์ และจัดแสดงผลในรูปแผนที่รังสีตรงทั่วประเทศ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2548) พื้นที่ที่ได้รับรังสีตรงสูงสุดมีค่าอยู่ในช่วง 1,350–1,400 kWh/m^2-yr ซึ่งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางโดยครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของจังหวัดนครราชสีมา ชัยภูมิ สุรินทร์ ร้อยเอ็ด ยโสธร อุบลราชธานี ลพบุรี อ่างทอง สิงห์บุรี นครสวรรค์ เพชรบุรี และ ประจวบคีรีขันธ์ บริเวณดังกล่าวครอบคลุมพื้นที่ร้อยละ 4.3 ของพื้นที่ทั้งหมดของประเทศ สำหรับความเข้มรังสีตรงเฉลี่ยทุกพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ 1,200 kWh/m^2-yr ซึ่งจัดได้ว่าประเทศไทยมีศักยภาพของรังสีตรงในระดับปานกลาง เมื่อเทียบกับค่ารังสีตรงในบริเวณอื่นของโลก

3) พลังงานลม

ในช่วงประมาณ 30 ปีที่ผ่านมา หน่วยงานต่างๆ ได้ทำการศึกษาศักยภาพพลังงานลมและนำมาจัดแสดงในรูปแผนที่ (Exell, 1981; Suwantrakul et al., 1984), กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน (2542) ซึ่งผลการศึกษาในภาพรวมสรุปได้ว่า ประเทศไทยมีความเร็วลมและศักยภาพพลังงานลมเฉลี่ยในระดับค่อนข้างต่ำ [กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2542), มหาวิทยาลัยศิลปากร (2553), บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2549)] แผนที่ศักยภาพพลังงานลมที่จัดทำในอดีตใช้ข้อมูลและเทคนิคค่อนข้างจำกัดจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนได้มาก นอกจากนี้ ยังมีข้อแตกต่างของผลการศึกษาระหว่าง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (Exell, 1981) และ World Bank (2001) อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น กรมพัฒนาพลังงานแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ จึงได้สนับสนุนให้มหาวิทยาลัยศิลปากร และบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมดำเนินการจัดทำแผนที่ศักยภาพพลังงานลมขึ้นใหม่ โดยใช้ข้อมูลและวิธีการที่ทันสมัย ทั้งนี้เพื่อให้ได้แผนที่ศักยภาพพลังงานลมที่ถูกต้องและทันสมัยสำหรับใช้ส่งเสริมการใช้พลังงานลมในประเทศไทยอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

มหาวิทยาลัยศิลปากร (2553) ใช้แบบจำลองบรรยากาศสเกลปานกลางซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 3x3 ตารางกิโลเมตร ผลที่ได้จัดแสดงในรูปแผนที่ลมที่ระดับความสูงจากพื้นผิวโลก 10, 40, 70, 90 และ 110 เมตร จากแผนที่ที่ได้พบว่า บริเวณที่มีความเร็วเฉลี่ยตลอดทั้งปีสูงกว่า 5 เมตรต่อวินาที ที่ระดับความสูง 70 เมตร ขึ้นไป จะพบบริเวณยอดเขา เนินเขา และช่องเขาในบริเวณภาคใต้ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และบางส่วนของภาคกลางและภาคเหนือ

รัดเกล้า พันธุ์อร่าม และคณะ (2551) ใช้โปรแกรม RAMS ซึ่งคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กได้ และใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี คือ พ.ศ. 2548-2550 ประเมินศักยภาพพลังงานลมในประเทศไทย และแสดงผลในรูปแผนที่ศักยภาพที่สะดวกในการใช้ประโยชน์

การพัฒนาแผนที่ศักยภาพพลังงานลมที่ความละเอียด 1 กิโลเมตร (เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์, 2553) ที่ระดับความสูงต่างๆ รวมทั้งที่ความสูง 100 เมตร เหนือพื้นดิน และเผยแพร่ที่เวปไซต์ http:/complabbkt.jgsee.kmutt.ac.th/ wind_proj การศึกษาพบว่า พื้นที่ที่มีศักยภาพพลังงานลมอย่างมีนัยสำคัญคือ บริเวณตอนล่างของจังหวัดเชียงใหม่ บริเวณเทือกเขาในภาคตะวันตก พื้นที่ย่อยบริเวณรอยต่อระหว่างภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่ย่อยระหว่างภาคตะวันออกและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ชายฝั่งทะเลของภาคกลางและภาคตะวันออก ชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์จนถึงจังหวัดสงขลา และชายฝั่งทะเลภาคใต้ฝั่งตะวันตกตั้งแต่จังหวัดระนองถึงจังหวัดสตูล นอกจากนี้ ยังได้แสดงรายชื่อตำบลที่มีศักยภาพสูง 50 อันดับแรกของทุกภาคในประเทศอีกด้วย

4) พลังงานน้ำ

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานรายงานว่าประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ ประมาณ 25,500 เมกะวัตต์ เป็นศักยภาพพลังงานน้ำระดับหมู่บ้าน และพลังน้ำขนาดเล็กประมาณ 1,000 เมกะวัตต์ (การประเมินของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน) นอกจากนี้ ยังมีศักยภาพพลังงานน้ำขนาดเล็กท้ายเขื่อนชลประทานที่มีอยู่ 6,618 แห่งทั่วประเทศประมาณ 294 แห่ง สามารถพัฒนาเป็นโครงการพลังงานน้ำขนาดเล็กและขนาดจิ๋ว กำลังผลิตไฟฟ้ารวมประมาณ 115.945 MW

5) พลังงานจากขยะ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รายงานปริมาณขยะชุมชนรายจังหวัดทั่วประเทศมีประมาณ 14 ล้านตัน และประเมินศักยภาพเชิงพลังงานจากขยะทั่วประเทศ ดังแสดงในตารางที่ 2.1.5

ตารางที่ 2.1.5 ศักยภาพเชิงพลังงานจากขยะระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

ประเภทพลังงาน	ศักยภาพเชิงพลังงาน (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)				
	2547	2548	2549	2550	2551
ขยะ	3,655.84	3,412.96	3,503.0	3,545.61	3,612.59

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ได้ดำเนินโครงการศึกษาและสาธิตการผลิตพลังงานไฟฟ้า/ความร้อนจากขยะชุมชนในปี พ.ศ.2547 พบว่า ทั่วประเทศมีแหล่งขยะเทศบาลที่มีปริมาณขยะมากกว่า 100 ตันต่อวัน จำนวน 26 แห่งรวม 3,891 ตัน/วัน และแหล่งขยะเทศบาลที่มีศักยภาพปริมาณขยะ 50 - 100 ตันต่อวันจำนวน 36 แห่ง รวม 2,395 ตัน/วัน

6) เชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน รายงานปริมาณวัตถุดิบรายจังหวัดประเภทกากน้ำตาล มันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน มะพร้าว ในปริมาณ 2.79 25.16 9.26 1.48 ล้านตันตามลำดับ (ปี พ.ศ. 2551) โดยศักยภาพน้ำมันปาล์มดิบเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง 196,164 ตัน คิดเป็นศักยภาพเชิงพลังงาน 183.66 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ มันสำปะหลังและกากน้ำตาลมีศักยภาพนำมาผลิตเอทานอลเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง 1,395 และ 108.89 ล้านลิตร คิดเป็นศักยภาพเชิงพลังงาน 691.93 และ 53.99 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ศักยภาพเชิงพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลวทั่วประเทศ แสดงดังตารางที่ 2.1.6

ตารางที่ 2.1.6 ศักยภาพเชิงพลังงานเชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551 (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

ประเภทพลังงาน	ศักยภาพเชิงพลังงาน (พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ)				
	2547	2548	2549	2550	2551
เชื้อเพลิงชีวภาพของเหลว	537.9	428.6	1136.37	1087.03	806.36

7) ก๊าซชีวภาพ

ประเทศไทยมีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลโคและมูลสุกร คิดเป็นพลังงานเทียบเท่า 580 ktoe โดยแยกเป็นจากมูลสุกรจำนวน 154 ktoe และจากมูลโค จำนวน 426 ktoe มีการใช้ศักยภาพไปแล้ว 83 ktoe ส่วนใหญ่เป็นฟาร์มสุกร ส่วนฟาร์มโคนมและโคเนื้อน้อยมีการใช้น้อยมาก อุตสาหกรรมหลักที่มีศักยภาพการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง น้ำมันปาล์ม และ เอทานอล มีศักยภาพซึ่งอาจจะผลิตก๊าซชีวภาพได้รวม 1,358 ktoe (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2549) แต่ปัจจุบันมีการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพเพียง 560 ktoe ปริมาณ น้ำเสียชุมชนของประเทศจากชุมชนเมืองระดับเทศบาล รวมทั้งสิ้น 1,130 แห่ง (รวมเมืองพัทยา) ทั้งนี้ ยังมีน้ำเสียจากองค์การบริหาร ส่วนตำบล อีกจำนวน 6,745 แห่ง มีประมาณ 14 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวันที่ยังมิได้นำมาใช้ประโยชน์ หากนำน้ำเสียดังกล่าวมาผลิตก๊าซชีวภาพ จะได้ไม่น้อยกว่า 3.5 แสนลบ.ม./วัน นอกจากนี้ยังมีเศษวัสดุทางการเกษตรที่ถูกทิ้งในพื้นที่ เช่นฟางข้าว ซังตอ หัวมันสำปะหลังตกเกรด และใบ/ยอดอ้อย ที่สามารถนำมาผลิตก๊าซชีวภาพคิดเป็นพลังงาน 3,416 ktoe (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2552) ดังนั้นประเทศไทยจึงยังคงมีแหล่งวัตถุดิบในการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทยอีกมาก ซึ่งหากนับรวมแหล่งต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นจะมีศักยภาพรวมไม่น้อยกว่า 5,000 ktoe

ปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีใช้ก๊าซชีวภาพในภาคคมนาคม ซึ่งยังไม่มีการประเมินศักยภาพในด้านนี้ ข้อมูลจากมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม ได้ประเมิน ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะสมบัติและปริมาณของน้ำเสีย ดังนี้

ตารางที่ 2.1.7 ศักยภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพตามลักษณะ สมบัติ และปริมาณของน้ำเสีย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)

Source of Wastewater	**Flour Mill**	**Palm Oil Mill**	**Pig Farm**	**Sugar Mill**	**Ethanol**
	ton of flour	**ton of FFB**	**No. of pig**	**ton of sugar cane**	**m^3**
Production,million unit / year	0.70	6.39	9.30	64.40	191.75
Wastewater,m^3/unit of production	15.00	0.40	9.86	0.11	10.00
Total wastewater,million m^3/ year	10.50	2.56	91.70	7.08	1917.50
Biogas m^3/ m^3waste water	10.00	35.00	3.50	7.00	35.00
Total Biogas,million m^3/ year	105.00	89.46	320.94	49.59	67112.50

8) พลังงานความร้อนใต้พิภพ

ทั่วประเทศภาคเหนือ และภาคใต้ มีศักยภาพพลังงานความร้อนใต้พิภพ 506.2 และ 17.65 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ ศักยภาพเชิงพลังงานความร้อนใต้พิภพทั่วประเทศ 526.95 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศมีกระจายอยู่ทั่วไป โดยในประเทศไทยพบแหล่งน้ำพุร้อนกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปถึง 90 แหล่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้ของประเทศ ซึ่งบริเวณเหล่านี้เป็นบริเวณที่เปลือกโลกได้ผ่านกระบวนการทางธรณีวิทยาที่คล้ายๆ กันมาตลอดระยะเวลาอันยาวนาน การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับแหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพในประเทศไทยอย่างจริงจังเพิ่งจะเริ่มต้นเมื่อไม่นานนี้และได้เน้นหนักในเฉพาะบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยเท่านั้น ปัจจุบันนี้ได้สามารถพัฒนาแหล่งพลังงานธรรมชาตินี้ขึ้นมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าได้สำเร็จเป็นแหล่งแรกของประเทศไทยแล้วคือ แหล่งพลังงานความร้อนใต้พิภพฝาง ซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าแบบสองวงจรแห่งแรกของภูมิภาคมีกำลังการผลิต 300 กิโลวัตต์

9) พลังงานไฮโดรเจน

พลังงานไฮโดรเจนเป็นพลังงานที่สามารถผลิตได้จากหลายแหล่งพลังงาน ขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและการบริหารจัดการแหล่งพลังงานของประเทศเพื่อประโยชน์สูงสุด ซึ่งตามแผนพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงานได้มีการประเมินศักยภาพของพลังงานไฮโดรเจนระหว่างปี พ.ศ. 2560-2565 ประมาณ 3.5 MW

10) พลังงานจากทะเล

ในปี พ.ศ. 2542 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้ศึกษาศักยภาพพลังงานจากทะเล (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2542) ผลการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการผลิตพลังงานคลื่นของประเทศไทย พบว่าบริเวณอ่าวไทยตอนล่างตั้งแต่เกาะสมุยลงไป บริเวณใกล้ชายฝั่งจะมีความสูงของคลื่น 0.1–0.7 เมตร (เฉลี่ย 0.4 เมตร) และคาบคลื่น 2–4 วินาที (เฉลี่ย 3 วินาที) ประเทศไทยจึงมีศักยภาพการผลิตพลังงานจากคลื่นไม่สูง

ส่วนผลการประเมินศักยภาพเบื้องต้นของการผลิตพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลง จังหวัดสงขลา มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นและน้ำลงเท่ากับ 0.84 เมตร ที่สถานีปากน้ำ มหาชัย มีค่าเท่ากับ 2.76 เมตร สภาพภูมิประเทศของแม่น้ำสายต่างๆ ที่ไหลลงอ่าวไทย บริเวณปากแม่น้ำเป็นที่ราบเรียบ ไม่สามารถสร้างเขื่อนได้ ประเทศไทยจึงมีศักยภาพการผลิตพลังงานจากน้ำขึ้นน้ำลงไม่มากนัก

2.1.5 ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคผลิตพลังงาน

การควบคุมปริมาณการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก เป็นการช่วยชะลออัตราการเพิ่มขึ้นของภาวะโลกร้อน ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีโดยการจำกัดปริมาณจากแหล่งกำเนิดก๊าซเหล่านั้น สำหรับในภาคพลังงานนั้น การผลิตไฟฟ้าเป็นส่วนหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเพิ่มปริมาณขึ้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล โดยเชื้อเพลิงฟอสซิลหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตไฟฟ้า ได้แก่ ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน และน้ำมัน

การกำหนดปริมาณการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน และกำหนดสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า โดยควบคุมสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม และใช้พลังงานงานทางเลือกเข้ามาช่วยเสริมในระบบ เมื่อทำการปรับสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงแล้ว ระบบไฟฟ้ายังคงต้องมีเสถียรภาพอยู่ได้ภายใต้ข้อกำหนดทางเทคนิคการผลิตไฟฟ้า นอกจากจะใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลแล้ว ยังมีพลังงานทางเลือกอื่นที่สามารถนำมาใช้ผลิตไฟฟ้าเพื่อช่วยเสริมระบบได้ อาทิ พลังงานน้ำ พลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานนิวเคลียร์ เป็นต้น ซึ่งพลังงานทางเลือกเหล่านี้มีคุณสมบัติ คือ ไม่ปล่อย

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาจากกระบวนการผลิตไฟฟ้า แต่พลังงานแต่ละประเภทต่างมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน เช่น มีต้นทุนการผลิตไฟฟ้าสูง และมีความไม่แน่นอนในการผลิตไฟฟ้า

ดังนั้นจึงไม่ควรพึ่งพิงเชื้อเพลิงชนิดใดชนิดหนึ่งมากเกินไป หรือจำเป็นต้องหาพลังงานทางเลือก และต้องมีการกระจายความเสี่ยงการใช้เชื้อเพลิงต่างๆที่เหมาะสมขั้นตอนการจัดทำแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า จะต้องพิจารณาข้อมูลหลายส่วนทั้งทางด้านนโยบายและด้านเทคนิค เพื่อจัดทำแผนฯให้ออกมาเหมาะสมที่สุด ซึ่งในแผน PDP 2010 ได้คำนึงถึงภาวะของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จึงได้มีการกำหนดนโยบายการควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยตั้งเป้าหมายเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยต่อหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิต ณ ปี พ.ศ. 2563 ให้ต่ำกว่าแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า พ.ศ. 2550 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2 (PDP 2007 Revision 2) และควบคุมอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ปี พ.ศ. 2564-2573 ให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสมการประมาณการปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากกระบวนการผลิตไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าจะใช้วิธีการคำนวณโดยอ้างอิงตามหลักการสากลคือ “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories” (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2552)

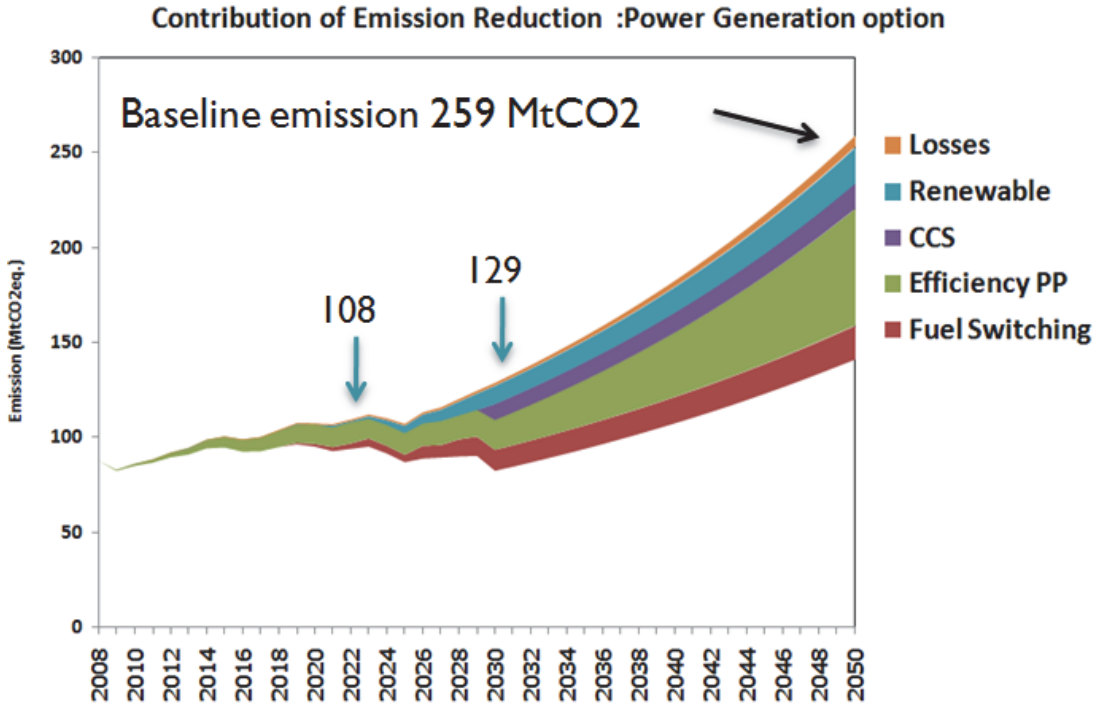
ตารางที่ 2.1.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตามแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (หน่วย kg CO_2/kWh) (แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2553-2573)

ปี	PDP 2007 ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 2	PDP 2010
2553	0.464	0.482
2554	0.459	0.471
2555	0.459	0.470
2556	0.456	0.462
2557	0.447	0.468
2558	0.440	0.448
2559	0.452	0.423
2560	0.465	0.408
2561	0.456	0.398
2562	0.445	0.401
2563	0.425	0.387
2564	0.406	0.374
2565	-	0.373
2566	-	0.381
2567	-	0.361
2568	-	0.341
2569	-	0.357
2570	-	0.354
2571	-	0.363
2572	-	0.367
2573	-	0.368

Note: ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยระหว่างปี พ.ศ. 2569-2573 มีปริมาณเพิ่มขึ้น เพราะมีการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานถ่านหินเพิ่มขึ้นถึง 7,200 MW ภายในปี พ.ศ. 2573

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ข) ได้ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย โดยการศึกษานี้ เน้นการจัดทำและใช้แบบจำลองในการคาดการณ์และประมาณการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีแนวโน้มว่าจะลดได้ ในปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ. 2593 โดยในส่วนของภาคการผลิตพลังงาน ได้มีการพิจารณาการนำเอามาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตไฟฟ้ามาใช้ ประกอบด้วย 5 มาตรการหลักๆ คือ 1) มาตรการลดความสูญเสียในระบบส่งและระบบจำหน่ายไฟฟ้า 2) มาตรการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียน (renewable promotion) 3) มาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า (power plant efficiency improvement) 4) มาตรการปรับเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำ (fuel switching) และ 5) มาตรการติดตั้งเทคโนโลยีกักเก็บคาร์บอน (Carbon Capture and Storage : CCS technology)

จากมาตรการในภาคผลิตไฟฟ้าทั้ง 5 มาตรการ พบว่ามาตรการปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 52 ในปี พ.ศ. 2593 รองลงมามี 2 มาตรการที่ใกล้เคียงกัน คือ มาตรการปรับเปลี่ยนไปใช้เชื้อเพลิงคาร์บอนต่ำคิดเป็นร้อยละ 15 และมาตรการส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนคิดเป็นร้อยละ 16 และมาตรการเทคโนโลยี CCS คิดเป็นร้อยละ 12 และสุดท้ายคือมาตรการลดการสูญเสียในระบบส่งและระบบจำหน่าย คิดเป็นร้อยละ 5 (รูปที่ 2.1.5) และตารางที่ 2.1.9)



รูปที่ 2.1.5 ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตไฟฟ้า (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

ตารางที่ 2.1.9 ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตไฟฟ้า ($MtCO_{2eq}$) (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

	2008	2010	2020	2030	2040	2050	% in 2050
Fuel Switching	0.0	0.0	1.5	11.1	14.0	17.8	0.15
Efficiency PP	0.0	1.2	10.6	16.2	34.1	61.4	0.52
CCS	0.0	0.0	0.0	8.6	10.8	13.9	0.12
Renewable	0.0	0.1	0.0	9.6	13.5	18.9	0.16
Losses	0.0	0.1	0.7	1.5	3.1	5.7	0.05
total	0.0	1.4	12.8	46.9	75.4	117.7	
% reduction of baseline	0.0	1.6	11.9	36.3	41.3	45.5	

2.1.6 ต้นทุนในการลด CO_2 กรณีใช้พลังงานหมุนเวียน

การลงทุนด้านเทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนสามารถเปรียบเทียบความคุ้มทุนในแง่การหลีกเลี่ยง CO_2 ได้ด้วยการพิจารณาปริมาณ CO_2 ที่คาดว่าจะหลีกเลี่ยงได้ในระยะยาวกับต้นทุนสุทธิต่อหน่วย CO_2 ที่หลีกเลี่ยงได้ ซึ่งพบว่าพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพในการหลีกเลี่ยง CO2 ได้มาก และมีต้นทุนสุทธิต่ำกว่าเทคโนโลยีหมุนเวียนอื่น ได้แก่ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ เอทานอล และไบโอดีเซล โดยมีต้นทุนสุทธิ -85, -43, 1,950 และ 3,490 บาทต่อตัน CO_2 และปริมาณ CO_2 ที่หลีกเลี่ยงได้เท่ากับ 9.2, 5.9, 6.4 และ 3.1 ล้านตัน (ปีพ.ศ.2573) ตามลำดับ อนึ่ง เป็นที่น่าสังเกตว่าพลังงานนิวเคลียร์ (ภายใต้สมมุติฐานที่ว่าจะมีกำลังผลิต 4,000 MW ในช่วงปี พ.ศ. 2563-2573 มีทั้งศักยภาพการหลีกเลี่ยง CO_2 และต้นทุนสุทธิต่อหน่วย CO_2 ที่หลีกเลี่ยงได้ ที่ใกล้เคียงกับการผลิตไฟฟ้าจากชีวมวล แต่มีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติของกรณีแรกจะสูงกว่ากรณีหลัง (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2549)

2.1.7 ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคผลิตพลังงาน

1) ด้านเทคนิค

ปัญหา/อุปสรรคร่วมที่สำคัญประการหนึ่งของการใช้เทคโนโลยีพลังงานหมุนเวียนอย่างแพร่หลายคือความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและผลิตอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องภายในประเทศไม่ว่าจะเป็นด้านพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตเชื้อเพลิง หรือพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า (ชีวมวลก๊าซชีวภาพและ

ขยะ) ก็ตาม ดังนั้น การแก้ปัญหาด้วยการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการฝึกอบรมบุคลากรจึงเป็นแนวทางที่สำคัญ

2) ด้านตลาด

เนื่องจากต้นทุนที่สูงไม่ว่าจะเป็นการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนหรือการผลิตเชื้อเพลิงจากชีวมวลเมื่อเทียบกับพลังงานดั้งเดิม (Conventional) ทำให้การขยายตลาดมีข้อจำกัด จึงจำเป็นต้องมีมาตรการจูงใจจากภาครัฐ เช่น มาตรการการรับซื้อไฟฟ้าที่จูงใจสำหรับพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า

3) ด้านข้อกฎหมายระเบียบและข้อบังคับ

ปัญหาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มพลังงานหมุนเวียนเพื่อผลิตความร้อนและไฟฟ้า โดยเฉพาะการเชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้าซึ่งมีกฎระเบียบต่างๆ ที่ยังไม่เอื้อต่อการขายไฟฟ้าที่ผลิตโดยผู้ผลิตรายย่อย นอกจากนี้ การบังคับใช้กฎหมายสิ่งแวดล้อมที่ยังไม่จริงจังเท่าที่ควร ทำให้การใช้พลังงานหมุนเวียนในบางสาขายังไม่จูงใจเท่าที่ควร เช่น การใช้ก๊าซชีวภาพ เป็นต้น

4) ด้านหน่วยงาน (Institutional)

ปัญหาและอุปสรรคร่วมที่ชัดเจนประการหนึ่งสำหรับพลังงานหมุนเวียนด้านการผลิตเชื้อเพลิงและด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้าก็คือ การประสานงานระหว่างหน่วยงาน/องค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่ราบรื่น ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดมาตรฐานหรือราคา ฯลฯ การสร้างความเข้าใจและการวางแผนการดำเนินงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันจึงเป็นเรื่องสำคัญ

5) ด้านการเงินและการลงทุน

ปัญหาหลักของการผลิตเชื้อเพลิงและการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนคือ ต้นทุนที่สูงโดยเฉพาะกรณีที่ต้องใช้วัตถุดิบประเภทชีวมวล ซึ่งราคาได้ปรับตัวสูงขึ้นมาก อันเป็นผลโดยตรงจากการใช้พลังงานหมุนเวียนมากขึ้น ดังนั้น จึงจำเป็นต้องมีมาตรการจัดการด้านราคาวัตถุดิบและ/หรือการรับประกันราคาซื้อเชื้อเพลิงที่เป็นผลผลิตเพื่อสร้างความเชื่อมั่นแก่ผู้ลงทุนส่วนด้านการผลิตความร้อนและไฟฟ้านั้น อุปสรรคด้านการเงินที่สำคัญคือ แหล่งเงินทุน ซึ่งสถาบันการเงินผู้ให้สินเชื่อแก่ผู้ลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียนมักไม่คุ้นเคยหรือไม่เชื่อมั่นในเทคโนโลยีรวมทั้งความไม่เชื่อมั่นในเรื่องความเป็นไปได้ทางการเงินของโครงการ (อันเนื่องมาจากต้นทุน วัตถุดิบ ฯลฯ)

6) ด้านการรับรู้ข้อมูลและการให้ความรู้

ปัญหาด้านการรับรู้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องยังไม่ทั่วถึงเกิดขึ้นกับทั้งกรณีผู้ลงทุน(เช่น การรับรู้ข้อมูลทางเทคนิค แหล่งเงินทุน ฯลฯ) และประชาชนผู้ใช้ผลผลิต โดยเฉพาะด้านเชื้อเพลิงชีวภาพ ซึ่งยังขาดการรับรู้ข้อเท็จจริงและความตระหนักในผลดีของพลังงานหมุนเวียนที่มีต่อความมั่นคงทางพลังงานและต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ศักยภาพชีวมวลในประเทศไทย. (ออนไลน์). ที่มา: www.dede.go.th

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2542. แผนที่ศักยภาพพลังงานลมของประเทศ ปี 2542

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2542. โครงการศึกษาเบื้องต้นศักยภาพและความเหมาะสมในการพัฒนาพลังงานจากทะเล ปี 2542. รายงานฉบับสมบูรณ์.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2547. โครงการศึกษาและสาธิตการผลิตพลังงานไฟฟ้าความร้อนจากขยะชุมชน ปี 2547. รายงานฉบับสมบูรณ์

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2551. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2551

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2551. พลังงานทดแทนของประเทศไทย ปี 2551. (ออนไลน์). ที่มา : www.efe.or.th

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552. รายงานพลังงานของประเทศไทย 2552

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2548. คู่มือมาตรฐานภูมิอากาศและแสงอาทิตย์ สำหรับใช้ในงานด้านพลังงานทดแทน

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานร่วมกับห้องปฏิบัติการวิจัยพลังงานแสงอาทิตย์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 2551. เครือข่ายการตรวจวัดความเข้มรังสีตรงและศักยภาพรังสีตรงในประเทศไทย

กระทรวงพลังงาน 2551. แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (2551-2565)

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2553. แผนพัฒนาผลิตกำลังไฟฟ้าของประเทศไทย 2553-2573 (PDP 2010). (ออนไลน์). ที่มา : http://prinfo.egat.co.th/addbase_save/file/53020105003/PDP2010-Apr2010-Th.pdf.

เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์ และคณะ 2553. การประเมินศักยภาพแหล่งพลังงานลมด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และการวิเคราะห์ด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2549. รายงานการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในประเทศไทยระยะที่ 1. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2552. การวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในประเทศไทยระยะที่ 2 รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานรายงายฉบับสมบูรณ์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553. การศึกษาเพื่อจัดทำแนวนโยบายด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม: ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับพลังงาน รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานรายงายฉบับสมบูรณ์

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก. การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เสนอต่อกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ข. การศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย: ภาคพลังงาน. รายงานฉบับสมบูรณ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

พิพัฒน์ นนทนาธรรณ์ และคณะวิทยาลัยบัณฑิตศึกษาการจัดการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2550. โครงการวิจัยเชิงบูรณาการเพื่อศึกษาโครงสร้างระบบพลังงานทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทยปี2550. รายงานฉบับสมบูรณ์ของคณะทำงานโครงสร้างพื้นฐาน คมนาคม และพลังงาน สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

มหาวิทยาลัยศิลปากร 2553. โครงการพัฒนาปรับปรุงแผนที่ศักยภาพพลังงานลม สำหรับประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (กรกฎาคม 2553)

รัดเกล้า พันธุ์อร่าม, ปรุงจันทร์ วงศ์วิเศษ และ Meigen Zhang พ.ศ. 2552 การศึกษาศักยภาพพลังงานลมของประเทศไทยด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านอุตุนิยมวิทยา 3 มิติ. รายงานวิจัยของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติกรุงเทพ พ.ศ. 2551

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (ออนไลน์). ที่มา : www.eppo.go.th

Exell, R.H.B., Thavapalachandran, S., Mukhia, P., 1981. The availability of wind energy in Thailand. AIT Research Report, No. 134, Renewable Energy Resources Information Center

World Bank 2001. World Energy Resource Atlas of Southeast Asia.

2.2 สาขาขนส่ง

รศ.ดร.จำนง สรพิพัฒน์
คุณจักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรค์

วิธีอ้างอิง

จำนง สรพิพัฒน์ และจักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาขนส่ง*. ใน: *รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ภาคการขนส่งทางถนนเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการใช้พลังงานเป็นอันดับที่ 1 ของประเทศ (คิดเป็นร้อยละ 37 ของปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายทั้งหมดของประเทศ) โดยสาขาการขนส่งทางถนนเป็นสาขาที่มีปริมาณการใช้พลังงานสูงที่สุด
- ในปี พ.ศ. 2551 ภาคการขนส่งนี้มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับที่ 2 (ร้อยละ 30) รองจากภาคการผลิตพลังงาน (โรงไฟฟ้าและโรงกลั่น)
- การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยประมาณร้อยละ 2.7 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2542-2551 ซึ่งเป็นไปตามการขยายตัวทางเศรษฐกิจและจำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อความต้องการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้น
- ในปี พ.ศ. 2548 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของประเทศไทยคิดเป็นร้อยละ 1.04 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโลก ร้อยละ 5.09 ของปริมาณการปล่อยในเอเชีย และร้อยละ 24.76 ของปริมาณการปล่อยใน ASEAN
- มี 4 ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งในประเทศไทยในอนาคตคือ ราคาน้ำมันปิโตรเลียม อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ ความเป็นเจ้าของยานพาหนะส่วนบุคคล และเทคโนโลยีของยานยนต์
- ผลงานวิจัยหลายชิ้นแสดงว่า หากอัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจอยู่ระหว่างร้อยละ 3.4 – 4.5 ต่อปี ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง จะอยู่ที่ประมาณ 130 – 208 Mt of CO_2-eq ในปี พ.ศ. 2573
- แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งแบ่งได้เป็น 3 แนวทางหลักคือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ การใช้พลังงานทางเลือก และการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง
- การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มุ่งเน้นในการพัฒนา 2 ส่วนคือ (1) ลดปัจจัยที่มีผลลบต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น การลดน้ำหนักของยานยนต์และพัฒนาลักษณะอากาศพลศาสตร์ของยานยนต์และ (2) เพิ่มปัจจัยที่มีผลบวกต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของยานยนต์โดยการปรับปรุงระบบส่งกำลัง พัฒนาระบบหัวฉีด และเปลี่ยนชนิดของเครื่องยนต์ไปเป็นเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง
- เชื้อเพลิงทางเลือกที่ถูกนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมทั่วไป (น้ำมันเบนซินและดีเซล) คือ เชื้อเพลิงชีวภาพ เนื่องด้วยปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวภาพนั้นถือว่าเป็น CO_2 neutral และการใช้ก๊าซธรรมชาติเนื่องจากมีอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่ำกว่าน้ำมันเบนซินและดีเซล
- การขนส่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือการขนส่งผู้โดยสารและการขนส่งสินค้า การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารเน้นการส่งเสริมการใช้ระบบขนส่งสาธารณะทุกรูปแบบ เช่น รถประจำทางธรรมดา รถประจำทางด่วนพิเศษ (BRT) รถไฟฟ้า และเรือโดยสารสาธารณะ และการเดินทางโดยไม่ใช้เครื่องยนต์ (non-motorized mode transport) ส่วนการขนส่งสินค้าเน้นการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งทางถนนเป็นระบบรางหรือทางน้ำ
- ผลการศึกษาจากงานวิจัยพบว่า การเปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงไปใช้เชื้อเพลิงทางเลือกมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงเฉพาะในระยะสั้น เนื่องจากความต้องการพลังงานที่เพิ่มมากขึ้นในอนาคตจะทำให้เกิดการขาดแคลนด้านอุปทาน (supply shortage) ส่วนการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์และการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางและขนส่งมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซสูงกว่าในระยะยาวและมีความยั่งยืนกว่า

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ช่องว่างองค์ความรู้ทางด้านวิชาการของการศึกษาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเด็นคือ ขาดข้อมูลที่สำคัญ ขาดองค์ความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคม และขาดการบริหารจัดการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างบูรณาการ
- ปัญหาและอุปสรรค์ของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งแบ่งเป็น 2 ประเด็นหลัก คือปัญหาด้านเทคนิคและปัญหาด้านการบริหารจัดการ สรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์	ไม่มีเทคโนโลยีเป็นของตนเอง	ขาดมาตรการสร้างแรงจูงใจหรือบังคับการผลิตและการใช้เทคโนโลยียานยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง
การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก	<u>เชื้อเพลิงชีวภาพ</u> ➢ อุปทานของพืชที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพมีจำกัดและไม่คงที่เพราะต้องแย่งพื้นที่เพาะปลูกกับพืชอาหาร ➢ การผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพมีอัตราผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูกต่ำ ➢ ราคาต่อหน่วยสูงกว่าเชื้อเพลิงทั่วไป <u>ก๊าซธรรมชาติ</u> ➢ โครงข่ายของระบบท่อส่งก๊าซมีจำกัดทำให้ต้นทุนในการขนส่งสูง ➢ จำนวนสถานีเติมก๊าซมีจำกัด ➢ ขาดช่างที่มีความชำนาญในการดัดแปลงและติดตั้งอุปกรณ์ รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ	ขาดการบริหารจัดการพื้นที่เพาะปลูกพืชพลังงานอย่างบูรณาการระหว่างหน่วยงานของภาครัฐ ขาดความร่วมมือระหว่างองค์การที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน
➢ การเปลี่ยนรูปแบบการเดินทาง	➢ ขาดโครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพในพื้นที่เขตเมือง ➢ โครงข่ายระบบขนส่งสินค้าทั้งทางรางและทางน้ำมีจำกัด	➢ การบริหารงานของหน่วยงานที่มีหน้ารับผิดชอบในระบบขนส่งสาธารณะและการขนส่งทางรางปัจจุบันขาดประสิทธิภาพ ➢ ขาดการทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการและอย่างมีประสิทธิภาพของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสาธารณะ

2.2.1 บทนำ

ภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจหนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศ ปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ประเทศไทยได้มีการพัฒนาเศรษฐกิจจากเกษตรกรรมไปสู่อุตสาหกรรม ผลของการใช้พลังงานที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งสูง ซึ่งปัจจุบันภาคขนส่งเป็นภาคเศรษฐกิจที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับสองรองจากภาคการผลิตพลังงาน การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง จึงเป็นแนวทางความสำคัญอย่างยิ่งในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของของประเทศไทย

รายงานฉบับนี้ นำเสนอภาพรวมแนวโน้มของการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งของประเทศไทยในอดีต พร้อมทั้งวิเคราะห์ปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งเพิ่มขึ้นในอนาคต นอกจากนั้น ยังนำเสนอการศึกษาศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแนวทางต่าง ๆ รวมทั้งนำเสนอปัญหา/อุปสรรค และช่องว่างขององค์ความรู้ของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.2.2 ภาพรวมการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของประเทศไทย

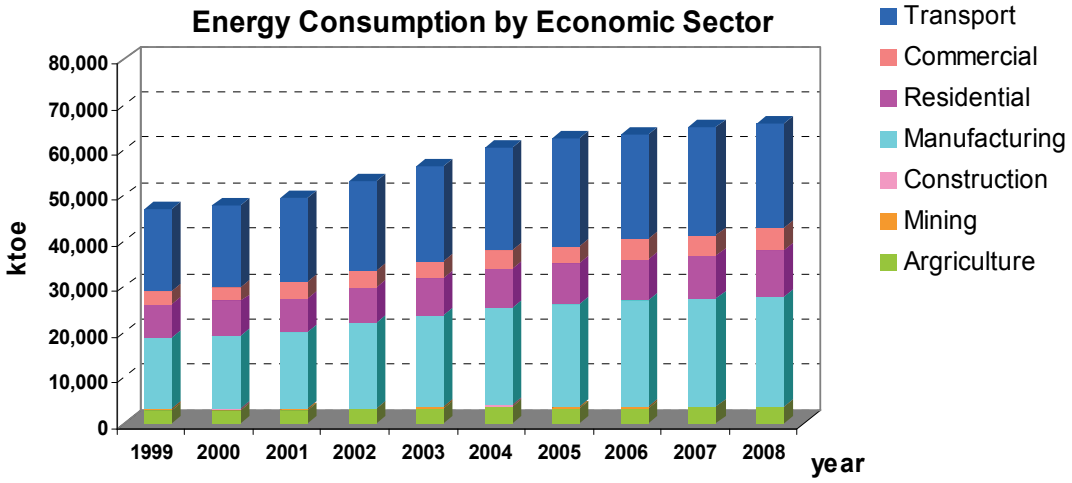
2.2.2.1 ภาพอดีตของภาคขนส่ง

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งมาจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา น้ำมันก๊าดสำหรับเครื่องบิน ในช่วงระยะ 10 ปีที่ผ่านมาประเทศไทยมีปริมาณการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาคขนส่งมีสัดส่วนการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายสูงที่สุดและใกล้เคียงกับการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรม โดยมีสัดส่วนการใช้พลังงานเฉลี่ยประมาณร้อยละ 37 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2542-2551 โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.7 ต่อปี จาก 18,297[1] พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ (thousand Ton of oil equivalent, ktoe) ในปี ค.ศ. 2542 เป็น 23,097 ktoe ในปี ค.ศ. 2551 ดังแสดงในรูปที่ 2.2.1

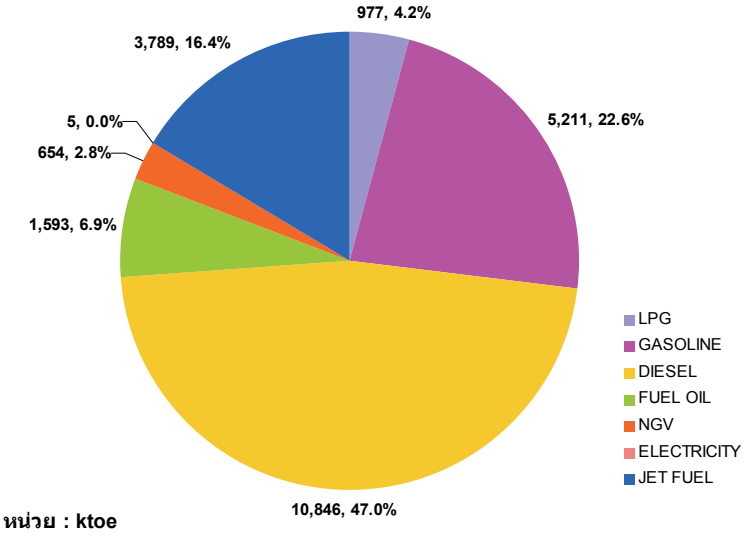
ดังแสดงในรูปที่ 2.2.2 พลังงานเกือบทั้งหมดที่ใช้ในภาคขนส่งเป็นพลังงานจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ยกเว้นการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบขนส่งสาธารณะทางราง (รถไฟฟ้า) ในเขตกรุงเทพมหานคร ในปีค.ศ.2007 เชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่มีสัดส่วนสูงที่สุดอันดับแรกคือ น้ำมันดีเซล (รวมไบโอดีเซลและปาล์มดีเซล) เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ทั้งในการขนส่งทางถนน เช่น รถบรรทุก รถโดยสาร และรถยนต์ส่วนบุคคล การขนส่งทางราง และการขนส่งทางน้ำ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 47.0 ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในภาคขนส่ง รองลงมาอันดับที่สองคือน้ำมันเบนซิน (รวมเชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้รถยนต์ส่วนบุคคลและรถจักรยานยนต์ มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 22.6 ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด อันดับที่สามคือน้ำมันก๊าดสำหรับเครื่องบินเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องบินไอพ่นทั้งที่เป็นการขนส่งภายในและระหว่างประเทศ มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 16.4 ของปริมาณการใช้

[1]รวมปริมาณการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางเรือและทางอากาศระหว่างประเทศ (International Bunker)

เชื้อเพลิงทั้งหมด อันดับที่สี่คือน้ำมันเตาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับเรือขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 6.9 ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมด ส่วนเชื้อเพลิงที่เหลือคือก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ก๊าซธรรมชาติ (NGV) และพลังงานไฟฟ้ามีสัดส่วนการใช้รวมกันทั้งหมดร้อยละ 3.8 ของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในภาคขนส่ง

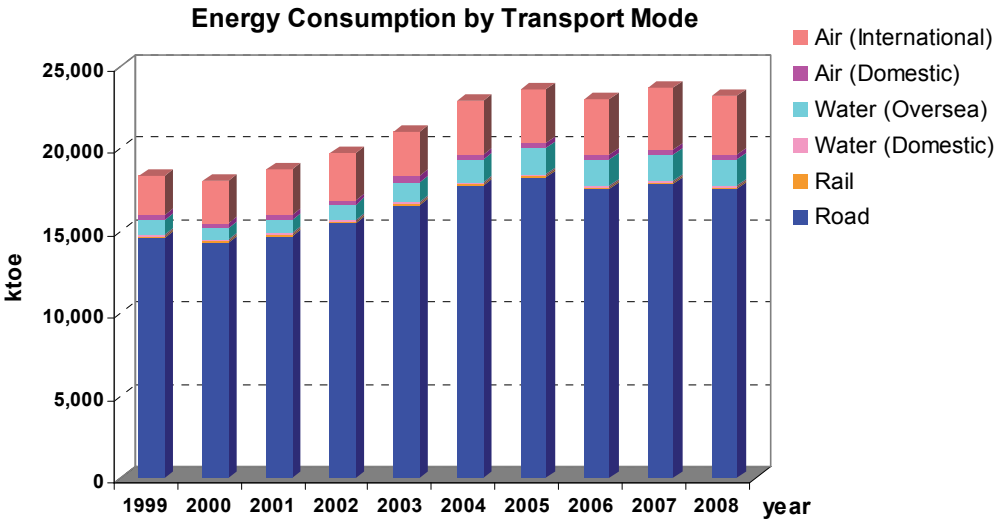


รูปที่ 2.2.1 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ ของประเทศไทย
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552ก)



รูปที่ 2.2.2 ปริมาณและสัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในภาคขนส่งแยกตามชนิดของเชื้อเพลิงในปี พ.ศ. 2551
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552ก)

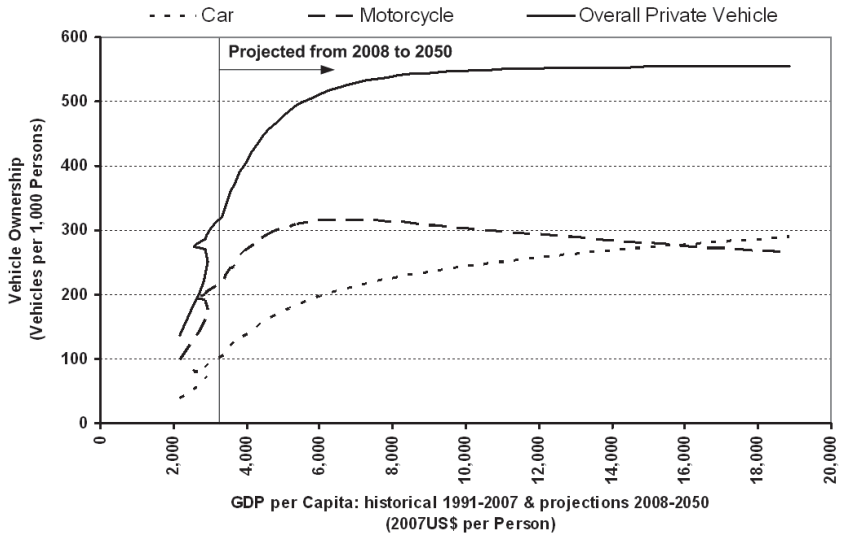
สาขาการขนส่งทางถนนเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดคิดเป็นกว่าร้อยละ 75 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด รองลงมาคือการขนส่งทางอากาศประมาณร้อยละ 16 การขนส่งทางน้ำประมาณร้อยละ 6 และการขนส่งทางรางประมาณร้อยละ 0.5 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.2.3



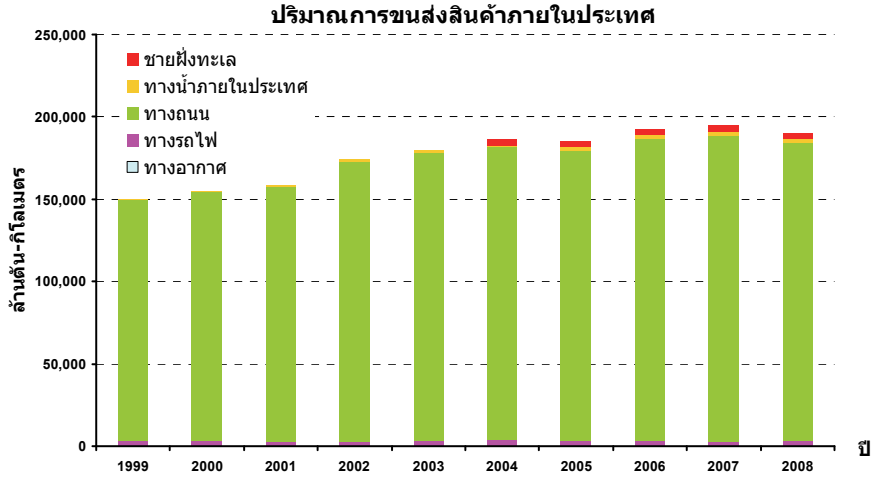
รูปที่ 2.2.3 ปริมาณการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายในภาคขนส่งแยกตามรูปแบบการขนส่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552ก)

ปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งเพิ่มขึ้นสูงขึ้นคือรายได้ส่วนบุคคลที่สูงขึ้น รายได้ที่สูงขึ้นนี้มีผลทำให้ทำให้อัตราการครอบครองยานพาหนะส่วนบุคคลเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการใช้ยานพาหนะประเภทนี้มีความสะดวกสบายและความปลอดภัยในการเดินทางเมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ แนวโน้มการเป็นเจ้าของยานพาหนะเริ่มต้นจากการเป็นเจ้าของรถจักรยานยนต์ซึ่งมีราคาไม่สูงมากและเมื่อมีรายได้เพิ่มสูงขึ้นในระดับหนึ่งก็จะเปลี่ยนเป็นของรถยนต์ส่วนบุคคล จากข้อมูลทางสถิติในช่วงปี พ.ศ. 2534 -2552 รายได้เฉลี่ยของประชากรในประเทศไทย (แสดงด้วยค่า GDP per capita) เพิ่มขึ้นจาก 75,757 บาทต่อคน (2,164 US$ per person) เป็น 128,606 บาทต่อคน (3,674 US$ per person) ซึ่งในช่วงนี้สัดส่วนของยานพาหนะส่วนบุคคลต่อประชากร (การครอบครองยานพาหนะ) เพิ่มขึ้นจาก 138 คันต่อพันคน (รถยนต์ 40 คันต่อพันคนและจักรยานยนต์ 98 คันต่อพันคน) เป็น 370 คันต่อพันคน (รถยนต์ 126 คันต่อพันคนและจักรยานยนต์ 244 คันต่อพันคน) ดังแสดงในรูปที่ 2.2.4 ซึ่งทำให้ประเทศไทยมีจำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นจาก 7.76 ล้านคันเป็น 24.28 ล้านคัน (Pongthanaisawan and Sorapipatana, 2010a) ผลจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนยานพาหนะส่วนบุคคลทำให้ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงของยานพาหนะกลุ่มนี้มีสัดส่วนคิดเป็นประมาณร้อยละ 40 ของประมาณการณ์ใช้เชื้อเพลิงทั้งหมดในภาคการขนส่งทางถนน ดังแสดงในตารางที่ 2.2.1

การพัฒนาเศรษฐกิจเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งเพิ่มขึ้น เนื่องจากการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้ความต้องการขนส่งสินค้าเพิ่มขึ้น ดังเห็นได้จากการขยายตัวทางเศรษฐกิจอย่างต่อเนื่องในช่วงที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณการขนส่งสินค้าเพิ่มมากขึ้นในระหว่างปี พ.ศ. 2542-2551 มีปริมาณการขนส่งสินค้าระหว่างเมืองภายในประเทศเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 2.7 ต่อปี จากประมาณ 150,000 ล้านตัน-กิโลเมตร เป็นประมาณ 190,000 ล้านตัน-กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.2.5 ทำให้ปริมาณของรถบรรทุกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อรองรับความต้องการในการขนส่นค้าดังกล่าว ในช่วงเวลาเดียวกันนี้ปริมาณรถบรรทุกขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นจาก 613,343 คันเป็น 771,554 คัน และรถปิคอัพเพิ่มขึ้นจาก 3,097,831 คันเป็น 4,552,284 คัน

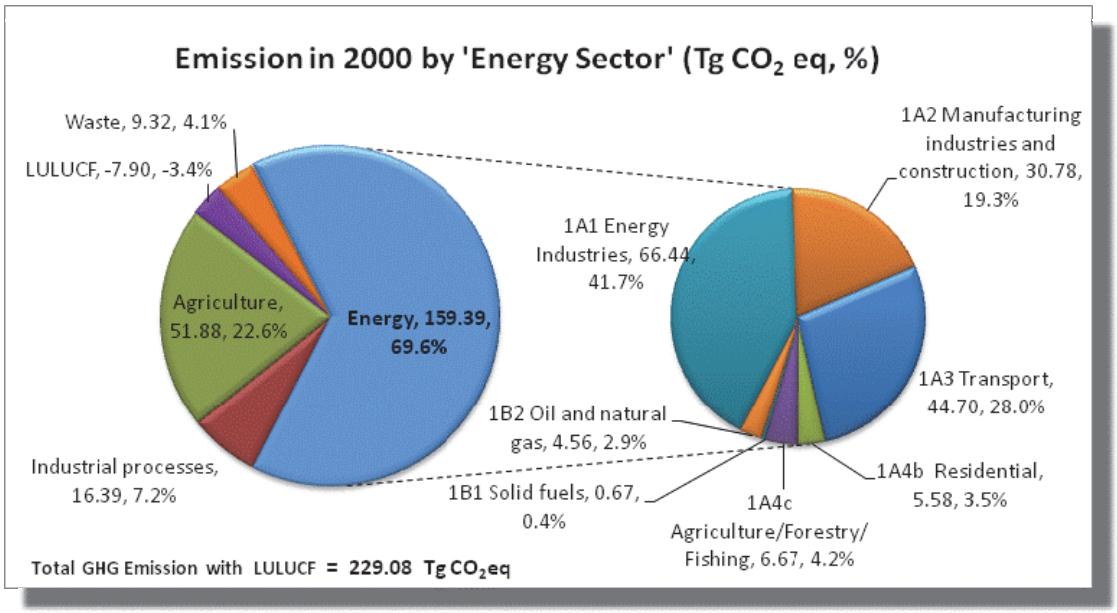


รูปที่ 2.2.4 การครอบครองยานพาหนะ (Vehicle Ownership) ส่วนบุคคลของประเทศไทย (Pongthanaisawan and Sorapipatana, 2010a)



รูปที่ 2.2.5 ปริมาณการขนส่งสินค้าภายในประเทศด้วยรูปแบบการขนส่งประเภทต่าง ๆ (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม 2553)

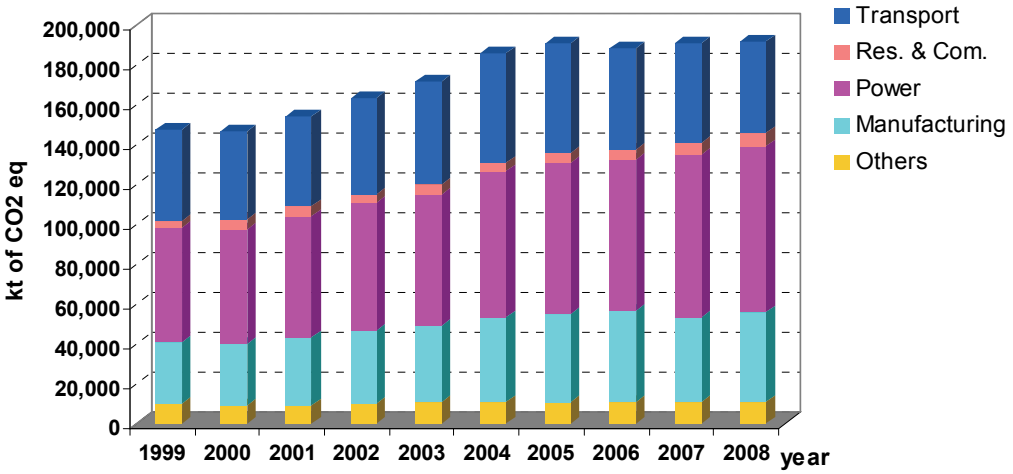
จากรายงานการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แสดงไว้ว่าในปี พ.ศ. 2543 ภาคขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับสองรองจากอุตสาหกรรมการผลิตพลังงาน (energy industries) ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งมีปริมาณเท่ากับ 44.70 Gg ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 28.0 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากภาคพลังงาน หรือคิดเป็นร้อยละ 16.6 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยในปี พ.ศ. 25430 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก) ดังแสดงในรูปที่ 2.2.6



รูปที่ 2.2.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี 2000 พ.ศ.2543
(บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก)

การวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พ.พ.) (ดังแสดงในรูปที่ 2.2.7) พบว่า ภาคขนส่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับ 2 รองจากการใช้พลังงานในการผลิตไฟฟ้าและการกลั่นน้ำมัน (ภาคอุตสาหกรรมการผลิตพลังงาน) โดยภาคขนส่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจากประมาณ 45.5 ล้านตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์ (Mt of CO_2 eq.) ในปี พ.ศ. 2542 เป็น 55.1 Mt of CO_2 eq. ในปี พ.ศ. 2551 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29.5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานทั้งหมดของประเทศไทย

จากแหล่งข้อมูลของ World Resource Institute ซึ่งเป็นหน่วยงานที่รวบรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก พบว่าเมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากภาคขนส่งกับต่างประเทศในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งคิดเป็นร้อยละ 1.04 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งโลก ร้อยละ 5.09 ของปริมาณการปล่อยในเอเชีย และร้อยละ 24.76 ของปริมาณการปล่อยใน AEAN ดังแสดงในตารางที่ 2.2.2



รูปที่ 2.2.7 แนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสาขาต่าง ๆ ของประเทศไทย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552)

ตารางที่ 2.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของประเทศไทยเปรียบเทียบกับภูมิภาคต่างๆ ในปี พ.ศ. 2548 (World Resource Institute, 2010)

Sub-Sector	Region				Thailand				
	World	Asia	APEC	ASEAN	Total GHG	% of World	% of Asia	% of APEC	% of ASEAN
Electricity & Heat	12,336	4,844	8,235	366	84	0.68%	1.72%	1.01%	22.80%
Man. & Cons.	5,230	2,695	3,355	236	60	1.15%	2.22%	1.79%	25.38%
Transportation	5,369	1,099	3,358	226	56	1.04%	5.09%	1.66%	24.76%
Other Fuel Combustion	3,754	1,247	1,965	109	26	0.69%	2.08%	1.32%	23.81%
Fugitive Emissions	1,747	408	781	71	8	0.46%	1.99%	1.04%	11.47%
Total	**28,436**	**10,293**	**17,694**	**1,008**	**233**	**0.82%**	**2.27%**	**1.32%**	**23.16%**

หมายเหตุ: ไม่รวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาก land use change

2.2.3 แนวโน้มในอนาคตของภาคขนส่ง

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งของประเทศไทยในอนาคตขึ้นอยู่กับปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานในภาคเศรษฐกิจนี้ ซึ่งสามารถสรุปปัจจัยหลัก ๆ ได้ดังนี้ (Kahn et al., 2007)

ปัจจัยที่แรกคือ ราคาน้ำมันปิโตรเลียม ถึงแม้ว่ายังคงมีพลังงานทดแทนประเภทอื่นๆ ที่ใช้ได้กับภาคขนส่ง เช่น ก๊าซธรรมชาติ และเชื้อเพลิงชีวภาพ แต่เนื่องจากน้ำมันปิโตรเลียมเป็นแหล่งพลังงานหลักของภาคขนส่งและยังคงเป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาต่ำกว่าพลังงานทางเลือกอื่น ๆ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของราคาน้ำมันปิโตรเลียมย่อมส่งผลต่อความต้องการใช้พลังงานในภาคขนส่งในอนาคต กล่าวคือหากราคาน้ำมันปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้นย่อมทำให้อัตราการใช้น้ำมันลดลง ในทางตรงกันข้ามหากราคาน้ำมันลดลงจะส่งผลให้อัตราการใช้น้ำมันเพิ่มสูงขึ้น

ปัจจัยที่สองคือ อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ ดังที่แสดงให้เห็นแล้วในอดีตว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจมีผลโดยตรงและเป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณกิจกรรมการขนส่งของประเทศ หากเศรษฐกิจของประเทศไทยยังคงขยายตัวได้อย่างต่อเนื่องย่อมส่งผลให้การใช้พลังงานและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มส่งขึ้นเป็นเงาตามตัว

ปัจจัยที่สามคือ ความเป็นเจ้าของยานพาหนะส่วนบุคคล ดังที่แสดงให้เห็นแล้วว่าการใช้เชื้อเพลิงในการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลในประเทศไทย (ซึ่งเป็นการเดินทางที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำ) มีสัดส่วนสูงมากเมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยรถโดยสารสาธารณะ ดังนั้น หากอัตราความเป็นเจ้าของยานพาหนะส่วนบุคคลมีค่าเพิ่มสูงขึ้นย่อมส่งผลให้ปริมาณการใช้พลังงานในการเดินทางด้วยยานพาหนะที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำเหล่านี้เพิ่มสูงขึ้นไปด้วย

ปัจจัยที่สี่คือ เทคโนโลยีของยานยนต์ ในช่วงสิบปีที่ผ่านมาประเด็นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและราคาน้ำมันปิโตรเลียมที่สูงขึ้นทำให้มีการพัฒนาเทคโนโลยียานยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงเพิ่มมากขึ้น เช่น รถยนต์ไฮบริด รถยนต์ไฟฟ้า และรถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลประสิทธิภาพสูง หากเทคโนโลยีเหล่านี้ได้รับการส่งเสริมให้มีการใช้งานมากขึ้นย่อมทำให้ความต้องการพลังงานในการขนส่งลดลงในปริมาณของกิจกรรมการขนส่งที่เท่าเดิมเมื่อเทียบกับเทคโนโลยียานยนต์ในอดีต

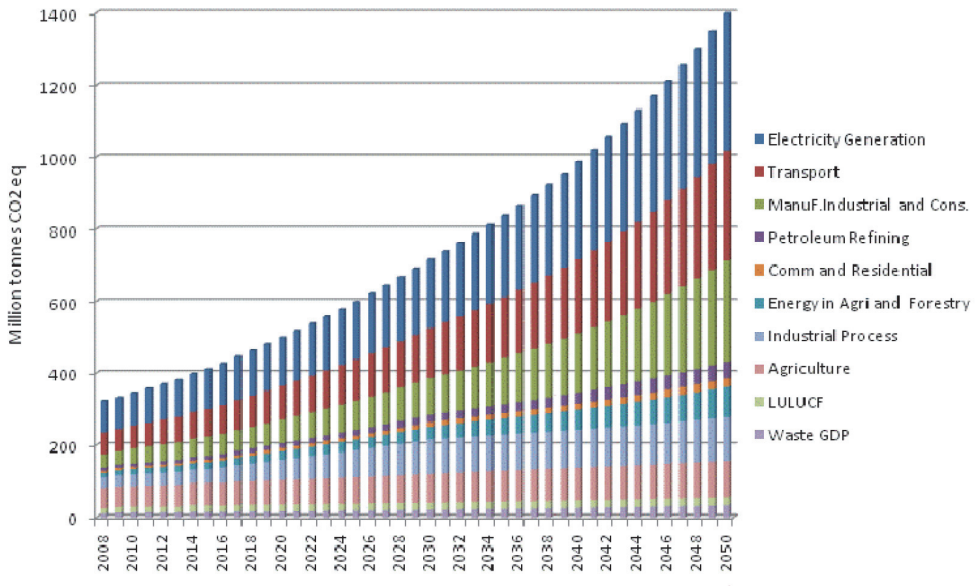
หลายการศึกษาได้วิเคราะห์และพยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่ง โดยแต่ละการศึกษามีขอบเขตและสมมติฐานที่แตกต่างกัน การศึกษาที่ได้ประเมินการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งในกรณีสภาวะปกติ (business-as-usual, BAU) มีดังนี้

Pongthanaisawan and Sorapipatana (2010b) ได้พยากรณ์ปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งด้วยแบบจำลองทางเศรษฐมิติ โดยครอบคลุมการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่าง ๆ แยกตามประเภทการขนส่งภายในประเทศจนถึงปี พ.ศ. 2573 (ตารางที่ 2.2.3) ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าเมื่อสมมติให้อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ (GDP) เพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 4.5 ต่อปี และอัตราการเพิ่มขึ้นของประชากรเท่ากับร้อยละ 0.6 ต่อปี ประเทศไทยจะมีปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งประมาณ 70,783 ktoe หรือคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 208.5 Mt of CO_2 eq ซึ่งคิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 5.7 ต่อปี

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ข) ได้สร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาแนวทางและศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคเศรษฐกิจต่าง ๆ จากแบบจำลองได้ประเมินไว้ว่าภายใต้สมมติฐานการขยายตัวของ GDP เฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี ภาคการขนส่งจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 151.27 และ 338.71 Mt CO_2eq ในปี พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.2.8

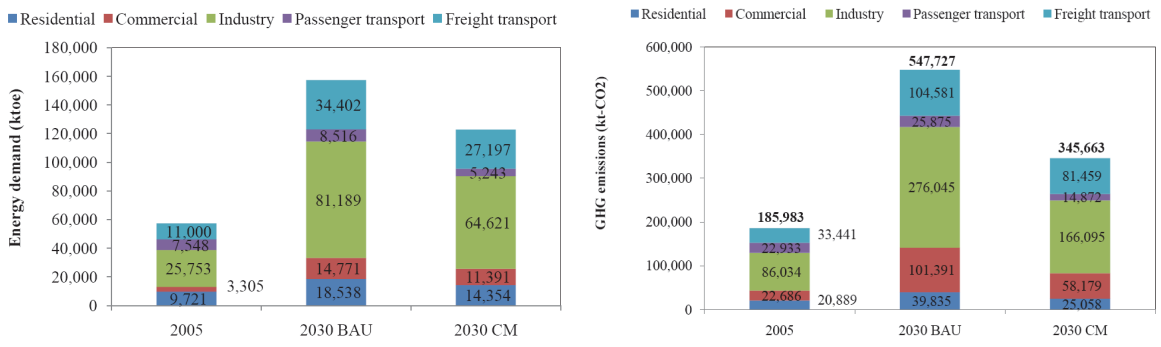
ตารางที่ 2.2.2 ปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของประเทศไทยจนถึงปี พ.ศ. 2573 (Pongthanaisawan and Sorapipatana, 2010b)

	Fuel Consumption (ktoe)						GHG Emission (Thousand Tons of CO2 eq)					
Transport Mode	**2008**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2008**	**2010**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**
Road Transport												
CNG	125	142	196	271	374	516	297	338	466	643	887	1,225
LPG	375	427	589	813	1,122	1,548	989	1,125	1,552	2,142	2,956	4,080
Gasoline	6,190	6,815	8,806	11,568	15,252	20,080	17,935	19,744	25,511	33,513	44,186	58,175
Ethanol	189	283	463	534	550	552	-	-	-	-	-	-
Diesel	13,435	14,945	19,534	25,903	34,654	46,410	41,381	46,033	60,168	79,785	106,739	142,950
Biodiesel	58	181	591	874	974	994	-	-	-	-	-	-
Subtotal	***20,372***	***22,793***	***30,179***	***39,963***	***52,926***	***70,100***	***60,602***	***67,240***	***87,697***	***116,083***	***154,768***	***206,430***
Rail Transport												
Diesel	103	104	105	106	108	109	315	316	320	324	328	332
Water Transport												
Diesel	39	31	18	10	6	3	118	94	54	31	18	10
Air Transport												
Jet Kerosene	301	319	369	427	494	571	921	977	1130	1307	1512	1750
Grand Total	**20,815**	**23,247**	**30,671**	**40,506**	**53,534**	**70,783**	**61,956**	**68,627**	**89,201**	**117,745**	**156,626**	**208,522**



รูปที่ 2.2.8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคาดการณ์ในกรณี BAU Scenario (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

ในการศึกษาของ Sirindhorn International Institute of Technology (2010) ได้วิเคราะห์และพยากรณ์ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของทุกภาคเศรษฐกิจ ภายใต้สมมติฐานอัตราการเพิ่มขึ้นของ GDP per capita เฉลี่ยร้อยละ 3.41 ต่อปีในปี พ.ศ. 2573 คาดว่าภาคขนส่งจะมีปริมาณการใช้พลังงานประมาณ 42,918 ktoe โดยแบ่งเป็นการขนส่งสินค้า (Freight Transport) 34,402 ktoe และการขนส่งผู้โดยสาร (passenger Transport) 8,516 ktoe ซึ่งคิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งทั้งหมดประมาณ 130.4 Mt CO_2e ดังแสดงในรูปที่ 2.2.9



(ก) (ข)

รูปที่ 2.2.9 การพยากรณ์ (ก) ปริมาณการใช้พลังงานและ (ข) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละภาคเศรษฐกิจของประเทศไทย (Sirindhorn International Institute of Technology, 2010)

2.2.4 แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง

ในปัจจุบันมีเทคโนโลยีและมาตรการหลากหลายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง ซึ่งแบ่งเป็น 3 แนวทางหลักคือการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก และการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง (Kahn et al., 2007)

2.2.4.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์

- *รถยนต์ใหม่*

การพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน มุ่งเน้นในการพัฒนา 2 ส่วนคือ ลดปัจจัยที่มีผลลบต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น การลดน้ำหนักของยานยนต์ และพัฒนาลักษณะอากาศพลศาสตร์ (aerodynamics) ของยานยนต์และเพิ่มปัจจัยที่มีผลบวกต่อการใช้พลังงานในยานยนต์ เช่น ปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของยนต์โดยการปรับปรุงระบบส่งกำลัง (transmission) พัฒนาระบบหัวฉีด และเปลี่ยนชนิดของเครื่องยนต์ไปเป็นเครื่องยนต์ที่มีประสิทธิภาพสูง เช่น เครื่องยนต์ไฮบริด (hybrid drive trains) เครื่องยนต์ไฟฟ้า (electric drive trains) เป็นต้น

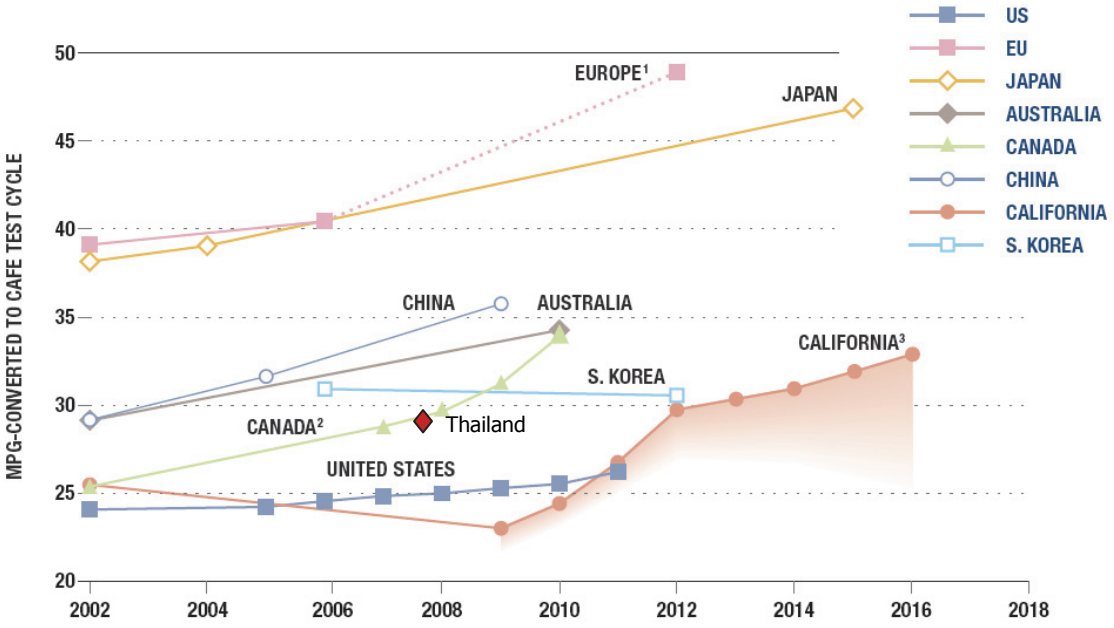
แนวทางในการลดน้ำหนักของยานยนต์ทำได้หลายวิธี ได้แก่ เปลี่ยนชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กให้เป็น high strength steels (HSS) เปลี่ยนไปใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบากว่า เช่น อลูมิเนียม แมกนีเซียม และพลาสติก หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนหลักการ (concept) ในการออกแบบชิ้นส่วนยานยนต์ให้มีการลดน้ำหนักลง ซึ่งการลดน้ำหนักโดยรวมของยานยนต์ร้อยละ 10 สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิง (fuel economy) ได้ประมาณร้อยละ 4-5 ส่วนการปรับปรุง aerodynamics ของยานยนต์สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การอุดช่องว่างที่ไม่จำเป็นต่าง ๆ บริเวณหน้ารถ ลดระดับกระจังหน้ารถ (Air dams) ทำใต้ท้องรถ (undersides) ให้เรียบ ซึ่งจากการศึกษาของประเทศสหรัฐอเมริกา การลดค่า coefficient of drag (C_D) ลงร้อยละ 10 ของรถยนต์ที่วิ่งในเขตเมือง (urban area) ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 31.4 กม.ต่อชม. สามารถลดแรงต้านได้ร้อยละ 1 ส่วนรถยนต์ที่วิ่งในเขตนอกเมือง (highway) ซึ่งมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 77.2 กม.ต่อชม. สามารถลดแรงต้านได้ถึงร้อยละ 4 ซึ่งแรงต้านที่ลดลงได้นี้ย่อมหมายถึงพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของยานยนต์ที่ลดลง (Kahn et al., 2007)

ด้านการเปลี่ยนเทคโนโลยียานยนต์ ปัจจุบันในกลุ่มประเทศยุโรป สหรัฐอเมริกา และญี่ปุ่นได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพเครื่องยนต์และระบบส่งกำลังอย่างต่อเนื่อง โดยกลุ่มประเทศยุโรปมุ่งเน้นในการพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งสามารถพัฒนาเครื่องยนต์ดีเซลหัวฉีดโดยตรง (diesel direct injection (DDI) engine) ให้มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซิน (gasoline engine) ถึงร้อยละ 35% ซึ่งประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนรถยนต์ส่วนบุคคลทั้งหมดในยุโรปใช้เครื่องยนต์ดีเซลประเภทนี้ ส่วนประเทศสหรัฐอเมริกากับญี่ปุ่นได้มุ่งเน้นพัฒนาเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินเป็นหลัก โดยทั้งสองประเทศนี้ได้เน้นการพัฒนาไปยังเครื่องยนต์ลูกผสมระหว่างเครื่องยนต์เบนซินกับมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเรียกกันว่าเครื่องยนต์ไฮบริด (hybrid drive trains) เครื่องยนต์ประเภทนี้ได้ผนวกแหล่งให้กำลังจากสองแหล่งคือ เครื่องยนต์สันดาปภายใน (internal combustion engine: ICE) กับมอเตอร์ไฟฟ้าโดยรถยนต์ไฮบริดจะเลือกใช้กำลังจากแหล่งให้กำลังทั้งสองส่วนอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด กล่าวคือ ในช่วงที่รถจอดเครื่องยนต์ ICE จะไม่ทำงานเพื่อประหยัดการใช้เชื้อเพลิง และจะออกตัวด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าเนื่องจากให้แรงบิดได้สูงกว่าเครื่องยนต์ ICE และใช้กำลังจากแหล่งกำลังทั้งสองส่วนเมื่อต้องการเร่งความเร็ว นอกจากนั้นมอเตอร์ไฟฟ้ายังทำหน้าที่เป็น generator ชาร์ทไฟฟ้ากลับไปยังแบตเตอร์รี่เมื่อรถชะลอความเร็วลงอีกด้วย รถยนต์ไฮบริดได้ถูกพัฒนาต่อเนื่องเป็นรถยนต์ไฮบริดแบบเสียบปลั๊ก (plug-in hybrids) โดยแบตเตอร์รี่ภายในรถยนต์สามารถชาร์ทไฟฟ้าจากปลั๊กไฟฟ้าภายใน

บ้านได้ ซึ่งทำให้รถยนต์ประเภทนี้สามารถวิ่งได้ด้วยการใช้ไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวได้ไกลขึ้นซึ่งทำให้ลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลต่อระยะทางการวิ่งทั้งหมดของรถยนต์

แนวทางในการส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงคือการกำหนดมาตรฐานขั้นต่ำของรถยนต์ใหม่ที่จะจำหน่ายในประเทศนั้น ๆ ดังแสดงตัวอย่างการกำหนดมาตรฐานของค่าอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (fuel economy) ของประเทศต่าง ๆ ในรูปที่ 2.2.10 เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศเหล่านี้ปัจจุบันประสิทธิภาพการใช้พลังงานของรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศมีค่าเฉลี่ยอยู่ในกลุ่มเดียวกับประเทศออสเตรเลีย ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของกลุ่มประเทศยุโรป ญี่ปุ่น จีน เกาหลีใต้ และออสเตรเลีย แต่มีค่ามากกว่าประเทศสหรัฐอเมริกา

เทคโนโลยีเครื่องยนต์ชนิดใหม่ได้มีการนำมาใช้ในประเทศไทยแต่ไม่แพร่หลาย เนื่องจากราคาของรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ประเภทนี้มีราคาสูงกว่ารถยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีเก่า เทคโนโลยีของรถยนต์ส่วนบุคคลในประเทศไทยแบ่งเป็น 2 กลุ่มคือรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซิน (Spark Ignition (SI) Engine) และเครื่องยนต์ดีเซล (Compression Ignition (CI) Engine)



รูปที่ 2.2.10 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ส่วนบุคคลของประเทศต่าง ๆ (International Council on Clean Transportation, 2007)

ในกลุ่มรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินซึ่งเป็นกลุ่มรถยนต์ที่มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 60-65 ของรถยนต์ส่วนบุคคลทั้งหมด ได้มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ของรถยนต์ที่เป็นเครื่องยนต์ลูกผสมระหว่างเครื่องยนต์ SI กับมอเตอร์ไฟฟ้า (hybrid Car) มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง โดยมีใช้กับรถยนต์ส่วนบุคคลที่มีขนาดใหญ่ เช่น รถตู้ (mini Van) เป็นหลัก แต่มีการใช้อยู่ในขอบเขตจำกัดเพราะมีราคาสูงกว่ารถยนต์ประเภทเดียวกันถึง 3 เท่า เนื่องจากถูกคิดภาษีนำเข้าในอัตราที่สูงมากเพราะเป็นรถยนต์ที่ผลิตและประกอบในต่างประเทศทั้งคัน อย่างไรก็ตาม ล่าสุดบริษัทโตโยต้า (Toyota) ได้ผลิต (ประกอบ) รถยนต์ Camry Hybrid ภายในประเทศทำให้มีอัตราภาษีต่ำกว่าการนำเข้ามาทั้งคัน อีกทั้งยังได้รับการคิดภาษีสรรพสามิตในอัตราพิเศษเนื่องจากเป็นเทคโนโลยียานยนต์ที่ประหยัดพลังงาน (รถยนต์ไฮบริดถูกคิดภาษีสรรพสามิตในอัตราร้อยละ 15 ในขณะที่รถยนต์ส่วนบุคคลแบบเดียวกันที่มีความจุกระบอกลูกสูบตั้งแต่ 2000 – 2500 ลูกบาศก์เซนติเมตร คิดที่อัตราร้อยละ 35) ทำให้รถยนต์ไฮบริด ซึ่งเป็นรถยนต์นั่งแบบหรูหราขนาดใหญ่ได้รับความนิยมมากขึ้นเนื่องจากราคาสูงกว่ารถยนต์ธรรมดาในระดับเดียวกันเพียงประมาณร้อยละ 10-15 เท่านั้น ในขณะที่สามารถประหยัดเชื้อเพลิงได้ประมาณร้อยละ 20 ต่อระยะทางการวิ่งที่เท่ากัน

รถยนต์อีโคคาร์ (co-car) เป็นรถยนต์เป็นรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินขนาดเล็ก มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำ และเหมาะสำหรับการใช้งานในเขตพื้นที่ในเมืองที่มีพื้นที่จำกัดซึ่งนอกจากจะช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานแล้วยังช่วยลดปริมาณมลพิษจากยานพาหนะอีกด้วย ด้วยเหตุผลดังกล่าว รัฐบาลจึงได้มีนโยบายส่งเสริมการลงทุนให้มีการผลิตรถยนต์ประเภทนี้จำหน่ายในประเทศ โดยกำหนดคุณสมบัติของรถยนต์อีโคคาร์คือ มีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (fuel economy) ไม่เกิน 5 ลิตรต่อ 100 กิโลเมตร หรือมีอัตราการปล่อยมลพิษ (distance base emission factor) ไม่เกิน 120 มิลลิกรัมต่อกิโลเมตร (มาตรฐาน EURO 4) และมีความปลอดภัยตามมาตรฐานของ United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) ในปัจจุบัน มีบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ 6 รายที่ลงทุนเพื่อผลิตรถยนต์อีโคคาร์ในประเทศไทยได้แก่ Honda Suzuki Nissan Mitsubishi Toyota และ TATA โดยจะผลิตทั้งเพื่อจำหน่ายภายในประเทศและส่งออก

ส่วนรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลนั้น ไม่ได้มีการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีใหม่อย่างชัดเจน การใช้รถยนต์เครื่องยนต์ดีเซลของประเทศไทยเป็นไปตามกลไกตลาดของราคารถยนต์และค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง กล่าวคือรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลซึ่งส่วนใหญ่เป็นรถยนต์บรรทุกส่วนบุคคล (หรือรถปิคอัพ) นั้นมีราคาต่ำกว่ารถยนต์ส่วนบุคคลทั่วไปเนื่องจากมีอัตราภาษีสรรพสามิตที่ถูกกว่า นอกจากนั้น โดยปกติเครื่องยนต์ดีเซลมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซินที่มีขนาดของเครื่องยนต์ที่เท่ากัน ประกอบกับราคาของน้ำมันดีเซลมีราคาถูกกว่าราคาน้ำมันเบนซินจึงทำให้ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงของรถยนต์ดีเซลต่ำกว่ารถยนต์เบนซิน อย่างไรก็ตาม ได้มีการใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่มีประสิทธิภาพสูงกับรถยนต์ส่วนบุคคลในกลุ่มของผู้ผลิตรถยนต์จากยุโรป เช่น BMW Mercedes-Benz Audi เป็นต้น แต่ยังไม่แพร่หลายมากนักเนื่องจากเป็นกลุ่มรถยนต์ที่มีราคาสูง เครื่องยนต์ดีเซลประเภทนี้มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงมากเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์ดีเซลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย โดยมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงสูงถึงประมาณกว่า 30 กิโลเมตรต่อลิตร ในขณะที่ปัจจุบันรถยนต์ดีเซลที่ใช้กันในประเทศไทยมีอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงดีที่สุดประมาณไม่เกิน 20 กิโลเมตรต่อลิตร เท่านั้น

เนื่องจากประเทศไทยมีปริมาณรถจักรยายนต์เป็นจำนวนมาก จักรยานยนต์ไฟฟ้าจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดก๊าซเรือนกระจกและยิ่งกว่านั้น ยังช่วยลดมลพิษในเขตพื้นที่ในเมืองจากยานพาหนะส่วนบุคคล ในปี 2009 มีรถจักรยายนต์จดทะเบียนทั้งหมด 16,706,451 คัน คิดเป็นอัตราความเป็นเจ้าของรถจักรยานยนต์ (Motorcycle ownership) ประมาณ 250 คันต่อพันคน ซึ่งเป็นอันดับที่สองของโลกรองจากประเทศไต้หวัน และมีอัตราการเป็นเจ้าของจักรยายนต์โดยประมาณกว่า 530 คันต่อพันคน ปัจจุบันรถจักยานยนต์ไฟฟ้าเป็นที่นิยมใช้ในประเทศจีนและไต้หวัน จากการศึกษาในประเทศไต้หวัน (Hwang, 2010) พบว่ารถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรของเชื้อเพลิง (Well-to-Wheel) น้อยกว่ารถจักรยายนต์ทั่วไปที่ใช้เครื่องยนต์สันดาปภายในประมาณร้อยละ 53 (อัตราการปล่อยมลพิษของรถจักรยานยนต์ทั่วไปมีค่าประมาณ 54.2CO_2e ต่อกิโลเมตร ในขณะที่ของรถจักรยานยนต์ไฟฟ้ามีค่าประมาณ 25.4 gCO_2e ต่อกิโลเมตร)

อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันประเทศไทยมีการใช้รถจักรยายนต์ไฟฟ้าในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับรถจักรยานยนต์ทั่วไป ในปี พ.ศ. 2552 มีจำนวนรถจักรยานยนต์ไฟฟ้าจดทะเบียนอยู่จำนวน 8,615 คัน หรือคิดเป็นร้อยละ 0.05 เท่านั้น นอกจากนั้นยังไม่ได้มีการศึกษาศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของจักรยานยนต์ไฟฟ้าตลอดวัฏจักรของการใช้เชื้อเพลิงเหมือนดังเช่นที่มีการศึกษาในต่างประเทศ

- *รถยนต์ที่มีอยู่แล้วในระบบขนส่ง*

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการขับขี่ไปสูงการขับขี่อย่างประหยัดพลังงาน (eco-driving) เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานของรถยนต์ที่มีอยู่ในระบบขนส่ง แนวทางในการขับขี่อย่างประหยัดพลังงานประกอบด้วย การเร่งความเร็วและการลดความเร็วอย่างนุ่มนวล (smooth acceleration and deceleration) การขับขี่ด้วยความเร็วคงที่ที่เหมาะสม การดับเครื่องยนต์ขณะรถจอด รวมทั้งการบำรุงรักษาเครื่องยนต์และรถยนต์ให้อยู่ใน

สภาพที่ดีในการใช้งาน เช่น การตรวจสอบแรงดันลมยางให้เหมาะสม เป็นต้น ปัจจุบันในประเทศเนเธอแลนด์ได้มีการบรรจุหลักสูตรการขับขี่อย่างประหยัดพลังงานให้เป็นหนึ่งในการอบรมเพื่อขออนุญาตมีใบขับขี่อีกด้วย

ปัจจุบันมีเทคโนโลยีสนับสนุนที่ช่วยในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถยนต์ให้มีประสิทธิภาพด้านพลังงานและมีความปลอดภัยมากขึ้น อุปกรณ์นี้จะตรวจสอบและประมวลผลข้อมูลทางด้านเทคนิคของรถยนต์เพื่อคำนวณประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการขับขี่ และแสดงข้อมูลให้แก่ผู้ขับขี่เพื่อให้ผู้ขับขี่รถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมไปสู่การขับขี่อย่างประหยัดพลังงาน เช่น อุปกรณ์ที่ช่วยดับเครื่องยนต์เพื่อช่วยลดการใช้พลังงานในขณะที่รถยนต์หยุดจอดชั่วคราว (idling stop equipment) อุปกรณ์ควบคุมความเร็วรถ (speed limit) และ eco-driving monitoring technology ซึ่งเป็นชุดอุปกรณ์เก็บข้อมูลทางด้านเทคนิคของรถยนต์ขณะขับขี่ (data logger) และส่วนคอมพิวเตอร์ประมวลผลและแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของการขับขี่รถยนต์ นอกจากนั้น ยังมีอุปกรณ์เหล่านี้สามารถใช้ได้ทั้งกับรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุก และรถโดยสาร ซึ่งได้มีการใช้เทคโนโลยีนี้กับรถบรรทุกและรถโดยสารในบริษัทที่ให้บริการขนส่งต่าง ๆ เพื่อตรวจสอบการขับขี่ของพนักงานและช่วยลดต้นทุนของการด้านพลังงานของบริษัท

ในประเทศไทยมีการติดตั้งอุปกรณ์และมีการอบรมการขับขี่อย่างประหยัดพลังงานในบริษัทขนส่งหลายบริษัทด้วยจุดประสงค์ในการควบคุมคุณภาพในการขนส่งสินค้าและเพื่อลดต้นทุนด้านเชื้อเพลิงในการขนส่งสินค้าของบริษัทเป็นหลัก แต่ยังไม่มีการประยุกต์ใช้ในรถยนต์ส่วนบุคคลโดยทั่วไป

2.2.4.2 การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก

โดยทั่วไปเชื้อเพลิงชีวภาพและก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกที่ถูกนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องด้วยปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงชีวภาพนั้นถือว่าเป็น CO_2 neutral และก๊าซธรรมชาติมีอัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่ำกว่าเชื้อเพลิงปิโตรเลียมอื่นๆ เช่น น้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซล

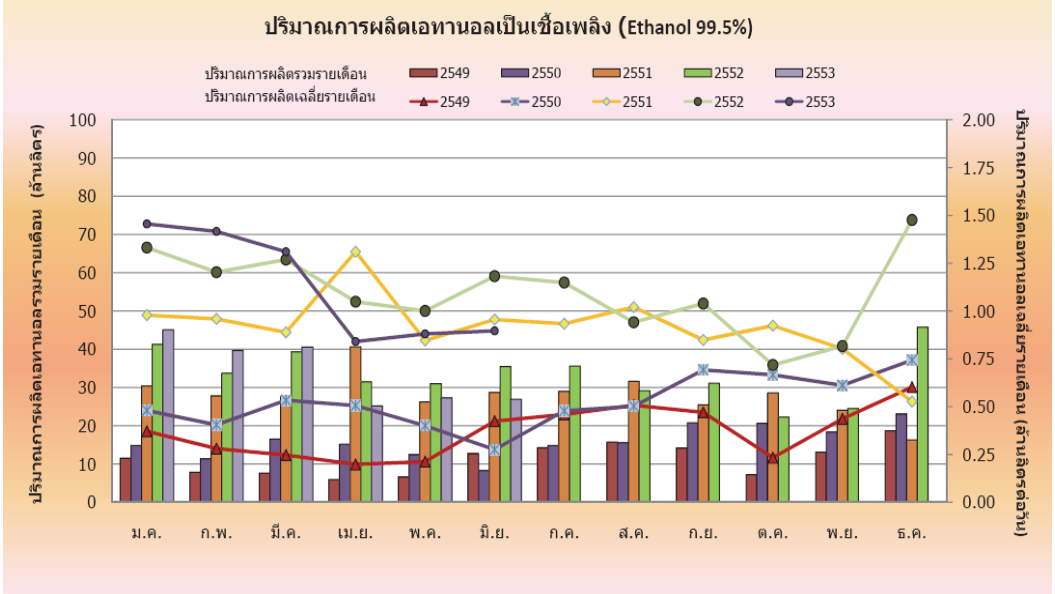
เชื้อเพลิงชีวภาพที่ได้มีการนำมาใช้มีหลากหลายชนิด ได้แก่ เอทานอล เมทานอล ไบโอดีเซล Dimethyl esters (DME) และเชื้อเพลิงสังเคราะห์จากกระบวนการ Fischer-Tropsch รวมทั้งเชื้อเพลิงไฮโดรเจน ซึ่งเชื้อเพลิงที่นิยมใช้ทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงในภาคขนส่งในปัจจุบันมี 2 ชนิดหลักๆ คือ เอทานอลและไบโอดีเซล

เอทานอลสามารถผลิตได้จากวัตถุดิบหลายประเภท เช่น อ้อย ข้าวโพด มันสำปะหลัง ประเทศบราซิลเป็นประเทศที่มีปริมาณการผลิตและใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในภาคขนส่งมากที่สุดในปัจจุบัน โดยมีการใช้ผสมกับน้ำมันเบนซิน (หรือเรียกว่าแก๊สโซฮอล์, Gasohol) ในสัดส่วนประมาณร้อยละ 20-25 โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับผลผลิตของวัตถุดิบซึ่งเกือบทั้งหมดผลิตจากอ้อย ซึ่งการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลในประเทศบราซิลนี้ได้ทำไปควบคู่กับ Flex Fuel Vehicle (FFV) ซึ่งสามารถใช้เชื้อเพลิงแก๊สโซฮอล์ที่มีสัดส่วนการผสมเอทานอลได้หลายระดับ

สำหรับประเทศไทย ได้ส่งเสริมให้มีการใช้เอทานอลเป็นสารเติมแต่งเพื่อปรับปรุง Oxygenates แทน MTBE ในน้ำมันเบนซินในช่วงเริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 โดยในช่วงปี พ.ศ. 2547–2549 ตั้งเป้าในการผลิตเอทานอลเพื่อทดแทน MTBE ในปริมาณ 1.0 – 2.4 ล้านลิตรต่อวัน (365-876 ล้านลิตรต่อปี) ต่อมาในปี พ.ศ. 2550 เนื่องด้วยปริมาณการผลิตเอทานอลมีสูงขึ้นจนล้นตลาด กอปรกับน้ำมันดิบมีราคาสูงขึ้นและเพื่อเป็นการลดปริมาณการนำเข้าเชื้อเพลิงปิโตรเลียมและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง รัฐบาลจึงได้มีการส่งเสริมการใช้เอทานอลทดแทนน้ำมันเบนซินเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มสัดส่วนการผสมเอทานอลในน้ำมันเบนซินมากขึ้นจากร้อยละ 10 (E10) เป็นร้อยละ 20 (E20) และร้อยละ 85 (E85) เอทานอลในประเทศไทยผลิตจากวัตถุดิบ (feedstock) หลัก 3 ชนิดคือ กากน้ำตาล (molasses) อ้อย (sugar Cane) และมันสำปะหลัง (cassava)

ในปีปัจจุบันประเทศไทยมีกำลังการผลิตเอทานอลรวมทั้งสิ้น 2.925 ล้านลิตรต่อวัน จากจำนวนโรงงานผลิตเอทานอลทั้งหมด 19 โรงงาน การผลิตรวม 1.62 ล้านลิตรต่อวัน คาดว่าจะผลิตเอทานอลได้ภายในปี พ.ศ. 2554 ซึ่งตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปีของกระทรวงพลังงานได้ตั้งเป้าหมายการผลิตและใช้เชื้อเพลิง

เอทานอลทดแทนน้ำมันเบนซินให้ได้ไม่น้อยกว่า 9 ล้านลิตรต่อวันภายในปีค.ศ.2022 (พ.ศ.2565) ปริมาณการใช้เอทานอลนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547 แสดงได้ดังรูปที่ 2.2.11 ซึ่งปัจจุบันมีการใช้เอทานอลเพียง 1.1 ล้านลิตรต่อวัน (ข้อมูล ณ มิถุนายน 2553) (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553ก) ภายใต้นโยบายการส่งเสริมการใช้เอทานอลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกนั้น ประเทศไทยยังได้มีการส่งเสริมให้ใช้รถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินที่สามารถใช้เชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเชื้อเพลิงเอทานอลในสัดส่วนที่สูงได้ นั่นคือ Flexible Fuel Vehicle (FFV) เครื่องยนต์ประเภทนี้สามารถรองรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของเอทานอลได้สูงถึงร้อยละ 85 ในขณะที่รถยนต์ทั่วไปใช้ได้ประมาณร้อยละ 10-20 เท่านั้น รถยนต์ประเภทนี้มีทั้งรถยนต์ในกลุ่มที่เป็นรถยนต์ขนาดกลางที่มีขนาดเครื่องยนต์ระหว่าง 1800-2000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรถยนต์ขนาดใหญ่ที่มีขนาดเครื่องยนต์สูงกว่า 2000 ลูกบาศก์เซนติเมตร



รูปที่ 2.2.11 ปริมาณการผลิตเอทานอลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553ก)

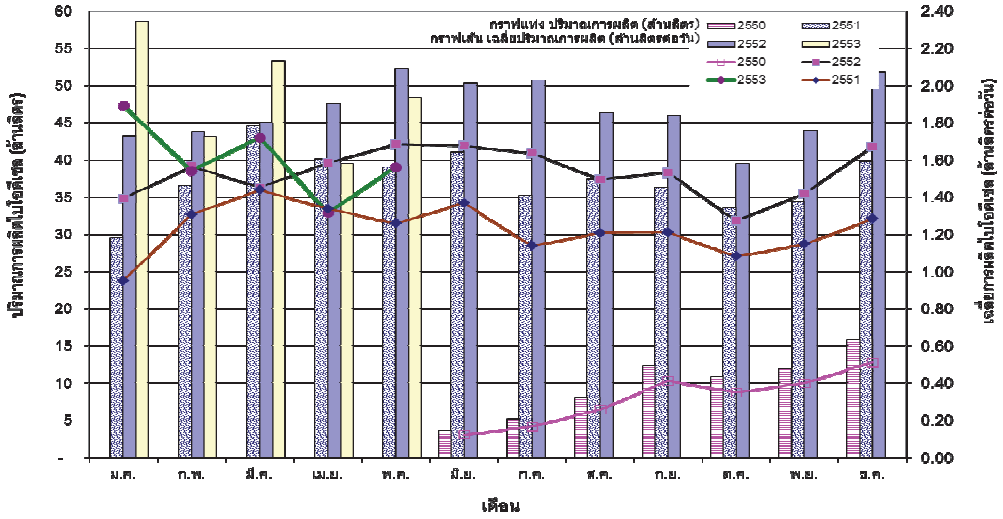
ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพที่สังเคราะห์ขึ้นมาจากไขมันจากพืชหรือสัตว์โดยอาศัยปฏิกิริยา Transesterification ซึ่งผลิตภัณฑ์หลักที่ได้จากปฏิกิริยาดังกล่าวจะเป็นสารประกอบจำพวกเอสเตอร์ (Ester) เช่น Methyl Ester หรือ Ethyl Ester วัตถุดิบที่นิยมนำมาทำเป็นไบโอดีเซลมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ได้แก่ Rapeseed น้ำมันทำอาหารที่ใช้แล้ว (used cooking oil) น้ำมันดอกทานตะวัน ไขวัว (beef tallow) หรือแม้แต่น้ำมันปาล์ม

ในช่วงแรกไบโอดีเซลไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีราคาต้นทุนที่สูงกว่าน้ำมันดีเซลมาก แต่ในระยะหลังเนื่องจากราคาน้ำมันดิบมีราคาสูงขึ้นอย่างมากประกอบกับมีการตื่นตัวในเรื่องการพัฒนาพลังงานทดแทนจากประเทศทั่วโลก การผลิตน้ำมันไบโอดีเซลจึงเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีการผลิตเชื้อเพลิงทดแทนที่ได้รับความสนใจอย่างสูงในปัจจุบัน โดยน้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลธรรมดาในสัดส่วนไม่เกินร้อยละ 20 โดยปริมาตร สามารถใช้ทดแทนน้ำมันดีเซลได้โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งเครื่องยนต์อีกทั้งสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ได้จะใกล้เคียงกับการใช้น้ำมันดีเซลมาก

ประเทศไทยมีการผลิตไบโอดีเซลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 โดยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวฯ ให้จัดสร้างโรงงานผลิตไบโอดีเซลขนาดเล็กที่จังหวัดกระบี่และก่อตั้งศูนย์การศึกษาพิกุลทองที่จังหวัดนราธิวาส โดยใช้น้ำมันปาล์มเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซล (Khaothong et al., 2010) ต่อมาในปี พ.ศ. 2543 ด้วยสถานการณ์ของ

ราคาน้ำมันที่สูงขึ้น รัฐบาลจึงเริ่มที่จะส่งเสริมให้มีการใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกในการทดแทนน้ำมันดีเซล โดยได้ออกมาตรการระยะสั้นและระยะยาวเพื่อการสนับสนุนดังกล่าว

ความต้องการใช้เชื้อเพลิงไบโอดีเซลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2553 สามารถผลิตและใช้น้ำมันไบโอดีเซล B100 เฉลี่ยประมาณ 1.6 ล้านลิตรต่อวัน จากทั้งหมด 14 โรงงานที่มีกำลังการผลิตติดตั้ง 6.0 ล้านลิตรต่อวัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2.12 โดยมีการใช้น้ำมันไบโอดีเซลผสมกับน้ำมันดีเซลในสัดส่วน ร้อยละ 3-5 จำหน่ายเป็นดีเซล B3 หรือ B5 และนับตั้งแต่ 31 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 รัฐบาลได้กำหนดให้น้ำมันดีเซลที่จำหน่ายในประเทศทั้งหมดเป็น B3 และตั้งเป้าเพิ่มสัดส่วนในการผสมเป็น B5 ทั้งหมดภายในปี พ.ศ. 2554 นอกจากนั้นภาครัฐยังมีการส่งเสริมการวิจัยเพื่อเพิ่มพื้นที่เพาะปลูกปาล์มเป็น 2.5 ล้านไร่ และเพิ่มผลผลิตของน้ำมันปาล์มเพื่อใช้ผลิตไบโอดีเซล 2.8-3.2 ตันต่อไร่ต่อปี เพื่อเพิ่มกำลังการผลิตไบโอดีเซลภายในปี พ.ศ. 2565



รูปที่ 2.2.12 ปริมาณการผลิตไบโอดีเซลเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงในภาคขนส่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553ข)

ก๊าซธรรมชาติเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกชนิดหนึ่งที่สามารถใช้กับเทคโนโลยียานยนต์ในปัจจุบัน ซึ่งที่พบโดยทั่วไปคือนำไปใช้ในรูปของก๊าซธรรมชาติอัด (Compressed Natural Gas, CNG) คุณสมบัติการเผาไหม้ของ CNG เหมาะสมกับเครื่องยนต์เบนซิน (Spark Ignition Engine, SI engine) เครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับเชื้อเพลิงชนิดนี้โดยตรง (Dedicated engine) จะมีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องยนต์เบนซินที่ใช้กับเชื้อเพลิงเบนซินทั่วไป เนื่องจากก๊าซธรรมชาติมีค่าออกเทนเท่ากับ 120 ซึ่งมากกว่าน้ำมันเบนซิน แต่อย่างไรก็ตาม รถยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติส่วนใหญ่ถูกดัดแปลงให้สามารถใช้เชื้อเพลิงได้สองชนิด (Bi-fuel engine) คือใช้ได้ทั้งน้ำมันเบนซินและ CNG จึงไม่สามารถใช้ประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องยนต์จากการใช้เชื้อเพลิง CNG ที่มีค่าออกเทนสูงได้อย่างเต็มที่

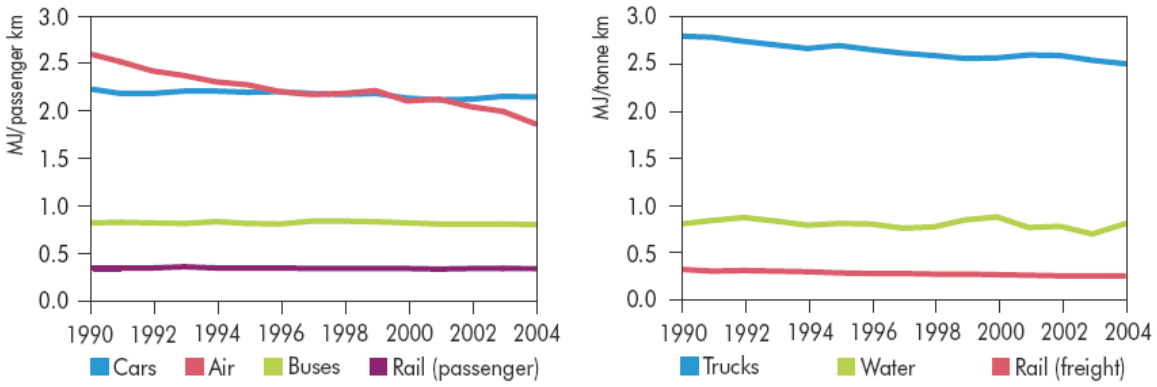
การใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติทดแทนน้ำมันเบนซินหรือน้ำมันดีเซลสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้ เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ต่อหนึ่งหน่วยพลังงานที่ใช้ของก๊าซธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าเชื้อเพลิงเหลวทั้งสองชนิดภายใต้เงื่อนไขว่าเป็นเครื่องยนต์สันดาปภายในที่ออกแบบมาใช้กับก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะ Dedicated Engine (ก๊าซเรือนกระจกมีสัมประสิทธิ์การปล่อย CO_2 เท่ากับ 56,000 กิโลกรัมต่อเทราจูนล์ ส่วนน้ำมันเบนซินและดีเซลมีสัมประสิทธิ์การปล่อย CO_2 เท่ากับ 69,300 และ 74,100 กิโลกรัมต่อเทราจูนล์ ตามลำดับ (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006)) อย่างไรก็ตาม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 (non-CO_2) อื่นๆ ไม่ได้แตกต่างจากรถยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงเบนซินหรือดีเซลที่ติดตั้งอุปกรณ์ Catalytic Converter

สำหรับประเทศไทยมีการทดลองใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในรถโดยสารสาธารณะของ ขสมก.เป็นครั้งแรกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2538 แต่ใช้ได้เพียงช่วงระยะเวลาหนึ่ง (10 ปี) เท่านั้น เนื่องจาก ขสมก. ไม่ได้เตรียมการช่างผู้เชี่ยวชาญในการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์อย่างพอเพียง ต่อมาในช่วงที่ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงสูงขึ้น รัฐบาลร่วมกับบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) จึงได้มีการส่งเสริมให้ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกแก่รถยนต์ส่วนบุคคล รถแท็กซี่ รถบรรทุก และรถโดยสารสาธารณะมากขึ้น ปตท.ได้มีการลงทุนสร้างสถานีเติมก๊าซธรรมชาติมากขึ้น แต่ยังคงจำกัดอยู่เพียงในเขตพื้นที่กทม.และปริมณฑล เป็นหลัก โดยในช่วงเริ่มแรกเป็นการดัดแปลงรถยนต์ที่ใช้เครื่องยนต์เบนซินหรือเครื่องยนต์ดีเซล โดยติดตั้งระบบถังบรรจุเชื้อเพลิงและระบบจ่ายเชื้อเพลิงเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัดได้ ซึ่งช่วงต้นของโครงการดัดแปลงดังกล่าวได้รับการสนับสนุนเรื่องต้นทุนค่าติดตั้งและดัดแปลงจากภาครัฐ และปตท. ปัจจุบันรถ NGV ได้มีการผลิตออกมาจากโรงงานโดยตรง (OEM) มากขึ้น ซึ่งมีทั้งรถยนต์ส่วนบุคคนและรถยนต์บรรทุกขนาด 1 ตัน ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 13 ktoe ปี พ.ศ. 2546 จนในปี พ.ศ. 2551 มีการใช้เชื้อเพลิงชนิดนี้ประมาณ 654 ktoe ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็นการใช้ในรถบรรทุก รถแท็กซี่ และรถประจำทางที่เป็นรถร่วมของ ขสมก. ล่าสุดรัฐบาลโดยกระทรวงคมนาคมได้มีโครงการส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิง CNG เพิ่มมากขึ้น โดยได้จัดทำโครงการเช่ารถเมล์ของ ขสมก.จำนวน 4,000 คันเพื่อใช้ทดแทนรถประจำทางที่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลเดิมของ ขสมก. ในระยะเวลาอีก 10 ปีข้างหน้า

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีรถ NGV ทั้งหมด 49,744 คัน แบ่งเป็นรถยนต์ 27,502 คัน รถบรรทุก 15,436 คัน และรถโดยสาร 6,803 คัน (กรมการขนส่งทางบก 2553) โดยส่วนใหญ่เป็นรถยนต์ชนิด Bifuel และ ณ วันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2553 มีจำนวนสถานีบริการทั้งหมด 415 แห่ง (สถานีบริการทั่วไป 372 แห่ง, สถานีบริการเฉพาะกลุ่ม 24 แห่ง, สถานีหลัก 17 แห่ง) ณ สิ้นปี พ.ศ. 2552 มีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่งประมาณ 1,233 ktoe หรือคิดเป็นร้อยละ 5.2 ของการใช้พลังงานทั้งหมดในภาคขนส่ง (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552ก)

2.2.4.3 การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

การขนส่งทางถนนเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีอัตราการใช้พลังงานต่อปริมาณการขนส่งที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบการขนส่งอื่น ๆ ในการขนส่งทางบก การเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นรูปแบบการขนส่งที่มีอัตราการใช้พลังงานต่อการขนส่งสูงที่สุดของรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารทางบก เมื่อเทียบกับการเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะ เช่น รถประจำทาง หรือระบบราง โดยมีอัตราการใช้พลังงานต่อปริมาณการขนส่งคิดเป็น 2.8 และ 5.5 เท่าของการเดินทางด้วยรถประจำทางและระบบขนส่งสาธารณะทางราง ตามลำดับ ในขณะที่การขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกมีอัตราการใช้พลังงานสูงกว่าการขนส่งทางน้ำ 3.1 เท่า และสูงกว่าการขนส่งทางรางประมาณ 10.0 เท่าตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 2.2.13



(ก)การขนส่งผู้โดยสาร (ข) การขนส่งสินค้า

รูปที่ 2.2.13 อัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยของการขนส่งในแต่ละรูปแบบของกลุ่มประเทศ IEA (International Energy Agency, 2006)

การขนส่งผู้โดยสารด้วยระบบขนส่งสาธารณะเป็นรูปแบบการขนส่งที่ได้รับการส่งเสริมให้เป็นระบบการขนส่งที่สำคัญในเขตเมืองมาเป็นเวลานานแล้ว โดยระบบการขนส่งนี้เป็นระบบการขนส่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นระบบการขนส่งผู้โดยสารจำนวนมากๆ โดยเฉพาะการขนส่งผู้โดยสารในเขตเมือง ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการเดินทาง ลดต้นทุนในการขนส่ง ลดการใช้พลังงาน และแน่นอนที่สุดย่อมลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นอย่างมาก รูปแบบของระบบขนส่งสาธารณะมีมากมายหลากหลายระบบ เช่น รถโดยสารประจำทาง (Busway) รถไฟฟ้าขนาดเบา (Light-rail Transit) และรถไฟฟ้าทั้งแบบยกระดับ (Elevated) และใต้ดิน (Subway) ซึ่งแต่ละระบบก็มีศักยภาพในการขนส่งผู้โดยสารและมูลค่าในการลงทุนระบบโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีของยานยนต์ที่แตกต่างกัน ระบบขนส่งมวลชนทางรางเป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการขนส่งสูงเมื่อเทียบกับระบบขนส่งประเภทอื่นๆ ระบบขนส่งนี้จะเป็นระบบขนส่งหลักในพื้นที่เขตเมืองใหญ่ๆ ในทุกประเทศทั่วโลกในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นระบบขนส่งที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงเนื่องจากเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้าและมีอัตราในการการขนส่งผู้โดยสารต่อเที่ยวสูง (high capacity) อย่างไรก็ตาม ต้นทุนในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานของระบบนี้มีมูลค่าสูงมากเมื่อเทียบกับโครงสร้างพื้นฐานของระบบขนส่งสาธารณะระบบอื่นๆ โดยเฉพาะระบบขนส่งทางรางแบบใต้ดิน (underground mass transit) กล่าวคือ ต้นทุนในการก่อสร้างระบบขนส่งทางรางมีมูลค่าประมาณ 15-30 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกิโลเมตร สำหรับระบบรางที่อยู่บนพื้นดิน (At grade) 30-75 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกิโลเมตร สำหรับระบบลอยฟ้า และ 60-180 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกิโลเมตร สำหรับระบบใต้ดิน (IEA, 2002)

ปัจจุบันระบบขนส่งสาธารณะที่ทั่วโลกโดยเฉพาะประเทศกำลังพัฒนาในแถบลาตินอเมริกาได้ให้ความสนใจกันมากคือระบบรถเมล์ด่วนพิเศษ (Bus Rapid Transit, BRT) ระบบขนส่งสาธารณะนี้เป็นการยกระดับประสิทธิภาพและการให้บริการระบบขนส่งสาธารณะของรถโดยสารประจำทางทั่วไปให้สูงขึ้น โดยได้ผนวกรูปแบบการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพของระบบขนส่งสาธารณะขนาดใหญ่อย่างเช่น ระบบรถไฟฟ้าเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานและเทคโนโลยีของยานยนต์ที่มีต้นทุนต่ำของระบบขนส่งทางถนนอย่างเช่น รถโดยสารประจำทาง เข้าด้วยกัน ทำให้ระบบขนส่งนี้เป็นระบบขนส่งสาธารณะที่มีประสิทธิภาพในการขนส่งผู้โดยสารสูงเมื่อเทียบกับเงินลงทุนของระบบขนส่งระบบ BRT มีต้นทุนในการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานประมาณ 1-15 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกิโลเมตร ในขณะที่ระบบรถไฟฟ้า (ยกระดับและใต้ดิน) มีต้นทุนประมาณ 50-200 ล้านเหรียญสหรัฐต่อกิโลเมตร (Wrigth, 2004) โดยมีประสิทธิภาพใกล้เคียงกับรถไฟฟ้า

ระบบ BRT ได้มีการศึกษาและพัฒนาตั้งแต่ช่วงคริตส์ทศวรรษที่ 30 (1930s) ในหลายประเทศทั้งยุโรป ออสเตรเลีย และเอเชีย แต่ประเทศที่ประสบความสำเร็จในการนำระบบขนส่งนี้มาใช้อย่างชัดเจนคือ เมือง Curitiba ของประเทศบราซิล และเมือง Bogota ของประเทศโคลัมเบีย ยิ่งกว่านั้นระบบ BRT ของเมือง Bogota ยังได้รับการ

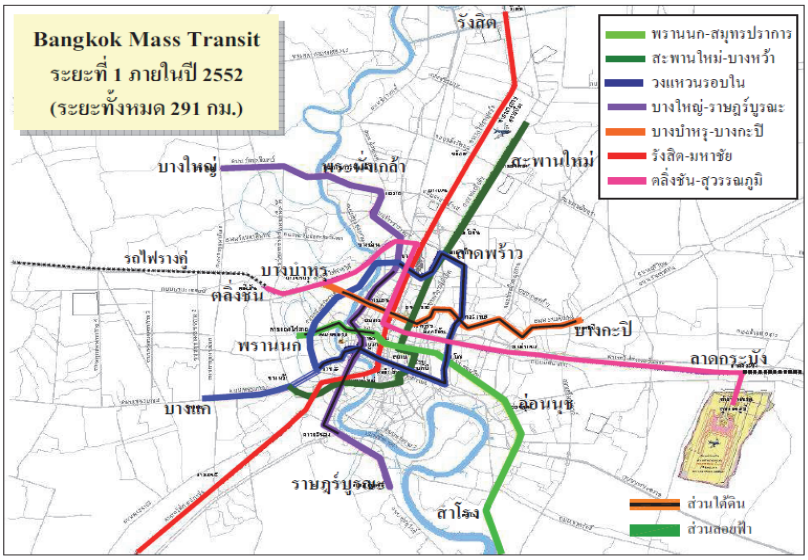
พัฒนาให้เป็นโครงการกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) โครงการแรกๆ ของภาคขนส่งอีกด้วย โดยมีการประเมินไว้ว่าสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ได้เฉลี่ยประมาณ 270 พันตัน CO_2 ต่อปี หรือ 7.4 ล้านตัน CO_2ตลอดอายุ 30 ปีของโครงการ (Kahn et al., 2007)

สำหรับประเทศไทยโดยเฉพาะกรุงเทพมหานครและปริมณฑลในปัจจุบันมีระบบขนส่งสาธารณะให้เลือกใช้ถึง 4 รูปแบบคือ รถประจำทาง รถไฟฟ้า (ทั้งยกระดับและใต้ดิน) รถเมล์ด่วนพิเศษ รวมทั้งระบบขนส่งสาธารณะทางน้ำ ในขณะที่ต่างจังหวัดมีระบบรถประจำทางเป็นระบบขนส่งสาธารณะหลักเพียงระบบเดียว ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะบริบทของเขตกรุงเทพ และปริมณฑลซึ่งเป็นพื้นที่มีระบบการขนส่งในหลากหลายรูปแบบเมื่อเทียบกับต่างจังหวัดซึ่งส่วนใหญ่เดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคล

สำหรับประเทศไทย โดยเฉพาะกรุงเทพและปริมณฑลระบบขนส่งสาธาณะแบบรถประจำทางขององค์การขนส่งมวลชนกรุงเทพ (ขสมก.) เป็นระบบการขนส่งสาธารณะหลัก ปัจจุบันมีจำนวนเส้นทางให้บริการทั้งหมด 118 เส้นทาง ด้วยรถประจำทางทั้งหมด 3,526 คัน อย่างไรก็ตาม การเดินทางโดยระบบขนส่งของ ขสมก. ได้รับความนิยมน้อยลงเป็นลำดับ ดังเห็นได้จากปริมาณผู้โดยสารที่ลดลงอย่างต่อเนื่อง จากเดิม 1,029 ล้านคนต่อปี ในปีค.ศ.2000 เป็น 406 คนต่อปี ในปี พ.ศ. 2552 (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม, 2553)

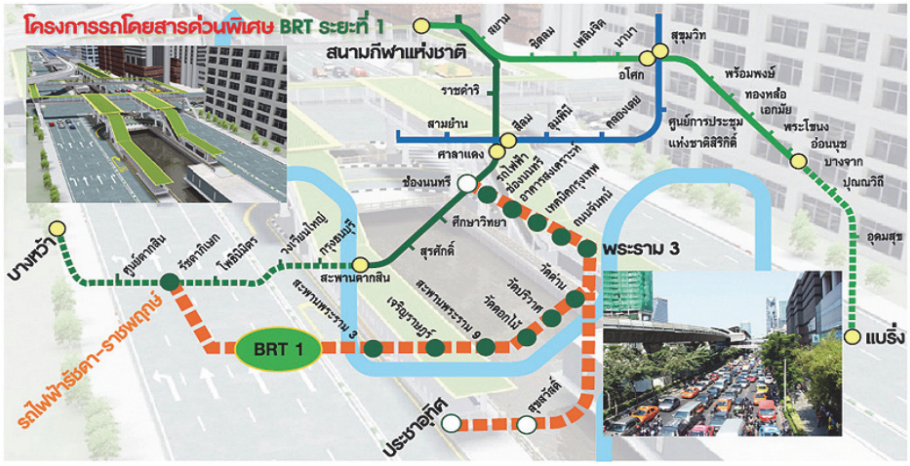
ส่วนระบบขนส่งขนส่งสาธารณะทางรางได้มีแผนแม่บทตั้งแต่ พ.ศ. 2537 โดยได้เสนอระยะทางในการพัฒนาระบบขนส่งทั้งหมด 135 กม. ต่อมาได้มีการเสนอแนะให้เพิ่มการพัฒนาระบบขนส่งมวลชนขนาดรองเพื่อเสริมการเข้าถึงของระบบหลักอีก 11 โครงการซึ่งรวมระยะทางทั้งหมดในระบบขนส่งสาธารณะเท่ากับ 206 กิโลเมตร แต่เมื่อประเทศไทยประสบกับปัญหาวิกฤตทางเศรษฐกิจจึงได้มีการวางแผนแม่บทระบบขนส่งใหม่ในปี พ.ศ. 2543 โดยอ้างอิงจากแผนแม่บทเดิม ท้ายสุดกำหนดให้มีการวางกรอบการสร้างระบบขนส่งทั้งหมด 375 กิโลเมตร ในระยะเวลา 20 ปี ท้ายสุดได้มีการจัดทำแผนพัฒนาเร่งด่วนโดยการคัดเลือกโครงการที่มีความจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อประชาชนมาจัดทำเป็นแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ ระยะที่ 1 ระยะเวลา 6 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2552 โดยยังคงยึดรูปแบบโครงข่ายแบบรัศมีและวงแหวนและพิจารณาแนวเส้นทางให้สอดคล้องกับการใช้ที่ดินโดยเน้นให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของประชากรสูงในวงแหวนรัชดาภิเษก และแนวเชื่อมต่อไปยังจุดสำคัญภายในเขตวงแหวนรอบนอกและปรับลดส่วนที่ทับซ้อน ท้ายสุดได้เป็นแผนแม่บทโครงข่ายระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพฯ ระยะที่ 1 รวมทั้งหมด 7 เส้นทางระยะทางรวม 291 กิโลเมตร โดยประกอบด้วยเส้นทางดังนี้ (1) สายสีแดงอ่อนช่วงตลิ่งชัน-สุวรรณภูมิระยะทาง 50 กิโลเมตร (2) สายสีแดงเข้มช่วงรังสิต-มหาชัยระยะทาง 65 กม. (3) สายสีส้มช่วงบางบำหรุ-บางกะปิระยะทาง 23.5 กิโลเมตร (4) สายสีม่วงช่วงบางใหญ่-ราษฎร์บูรณะระยะทาง 40 กิโลเมตร (5) สายสีน้ำเงินช่วงวงแหวนรัชดาภิเษกและส่วนแยกท่าพระ-บางแค ระยะทาง 47 กิโลเมตร (6) สายสีเขียวอ่อนช่วงพรานนก-สมุทรปราการระยะทาง 33 กิโลเมตรและ (7) สายสีเขียวเข้มช่วงสะพานใหม่-บางหว้า ระยะทาง 33 กิโลเมตรดังแสดงในรูปที่ 2.2.14 (สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง 2553)

แต่จากแผนแม่บทดังกล่าวปัจจุบันได้มีการใช้งานจริงเพียง 4 เส้นทางรวมระยะทางเพียง 77.3 กิโลเมตร ได้แก่ รถไฟฟ้าบีทีเอส (28.7 กิโลเมตร) รถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคล (20.0 กิโลเมตร) รถไฟฟ้าเชื่อมท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (28.6 กิโลเมตร) และกำลังดำเนินการก่อสร้าง 39.1 กิโลเมตร (ตัวเลขปี พ.ศ. 2553)



รูปที่ 2.2.14 โครงข่ายระบบขนส่งสาธารณะตามแผนแม่บทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพระยะที่ 1 (สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง 2553ก)

นอกจากนั้น ยังมีการเสริมระบบขนส่งสาธารณะด้วยระบบ BRT ซึ่งได้มีการวางแผนโครงข่ายครอบคลุมพื้นที่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑลจำนวน 14 สาย ภายในปี พ.ศ. 2565 โดยมีแผนเร่งด่วนในการก่อสร้าง 5 เส้นทาง ภายในปี พ.ศ. 2555 ปัจจุบันสามารถก่อสร้างและใช้งานได้จริงเป็นระยะทาง 15.9 กิโลเมตร จำนวน 12 สถานี เชื่อมต่อเส้นทางระหว่างสาทรและราชพฤกษ์เท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2.15 (Santhosh, 2010) อนึ่ง ในเมืองภูมิภาคได้แก่ เชียงใหม่และขอนแก่น ได้มีการจัดทำแผนแม่บทและออกแบบระบบ BRT ไว้แล้ว โดยได้วางแผนให้เป็นระบบขนส่งหลักของเมืองภูมิภาคดังกล่าว แต่ยังไม่ได้ทำการก่อสร้างเนื่องจากขาดงบประมาณในการดำเนินงาน



รูปที่ 2.2.15 โครงข่ายระบบ BRT ระยะที่ 1 ในกรุงเทพฯ และปริมณฑล (Santhosh, 2010)

ในอดีตการขนส่งทางน้ำเคยเป็นระบบขนส่งหลักของกรุงเทพจนได้ชื่อว่าเป็น “เวนิสตะวันออก” (Venice of East) ปัจจุบันการขนส่งทางน้ำกลายเป็นระบบขนส่งที่มีปริมาณผู้โดยสารน้อยมากเมื่อเทียบกับการขนส่งทางบก โดยมีเส้นทางขนส่งทางน้ำ 2 กลุ่มคือ เส้นทางตามแม่น้ำเจ้าพระยา (เรือด่วนเจ้าพระยา) และเส้นทางในลำคลองเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา

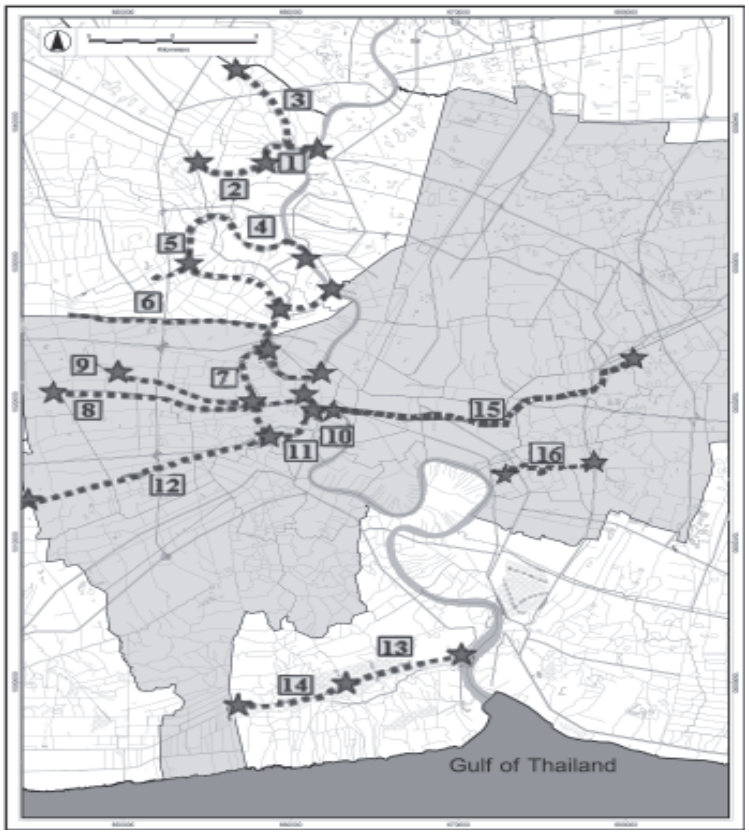
เส้นทางแรกเชื่อมต่อระหว่าง อ.ปากเกร็ด จ.นนทบุรี กับเขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพ มีระยะทางทั้งหมดประมาณ 21 กิโลเมตร และเส้นทางคลองมีทั้งหมด 17 เส้นทาง ดังแสดงในตารางที่ 2.2.3 และ รูปที่ 2.2.16 แบ่งเป็น

คลองหลัก 2 คลอง คือคลองแสนแสบ (หมายเลข 15) และคลองพระโขนง (หมายเลข 16) และคลองย่อยขนาดเล็กในพื้นที่ฝั่งธนบุรี (หมายเลข 1–14)

ปัจจุบันการเดินทางด้วยระบบขนส่งทางน้ำในเขตกรุงเทพมหานครเป็นเพียงทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่มีรายได้ต่ำเพื่อการเดินทางในชีวิตประจำวันและภาครัฐไม่ได้มีการส่งเสริมเพื่อขยายเส้นทางการขนส่งดังกล่าวให้เป็นระบบการขนส่งหลักเช่น ระบบการขนส่งทางถนนหรือการขนส่งทางราง มีเพียงการประชาสัมพันธ์จุดเชื่อมต่อระหว่างการขนส่งทางน้ำกับระบบการขนส่งอื่นๆ เท่านั้น

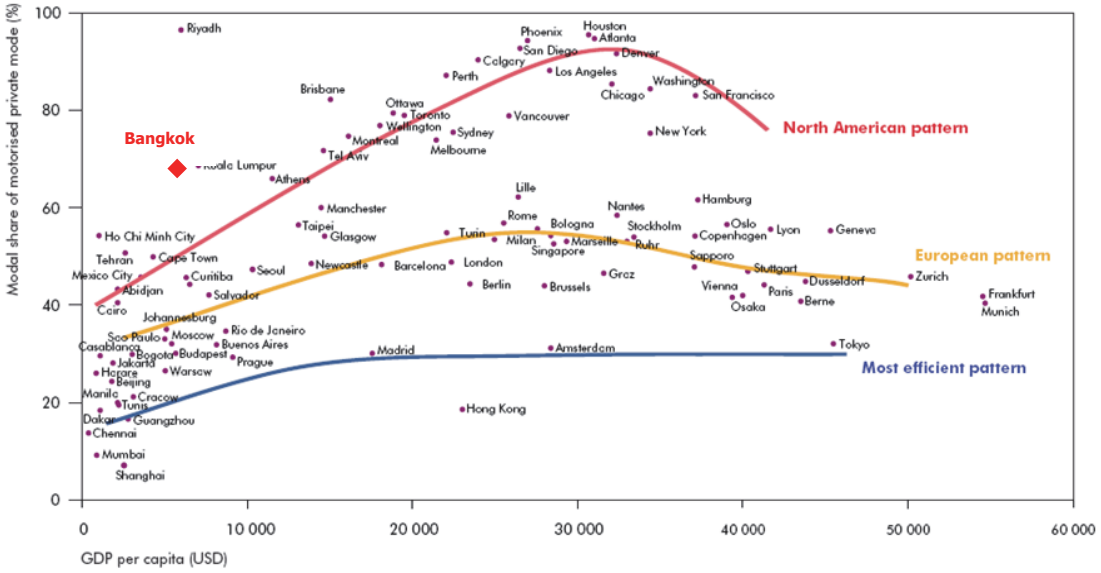
ตารางที่ 2.2.3 เส้นทางการขนส่งทางน้ำในเขตกรุงเทพมหานคร (Hossain and Iamtrakul, 2006)

หมายเลข	ต้นทาง-ปลายทาง	ชื่อเส้นทาง
1	ท่าปากเกร็ด -ท่าปากคลองบางบัวทอง	คลองบางบัวทอง
2	ท่าปากเกร็ด -ท่าประตูน้ำบางบัวทอง	คลองบางบัวทอง
3	ท่าปากเกร็ด -ท่าประตูน้ำพระอุดม	คลองพระอุดม
4	ท่านนทบุรี -ท่าบางใหญ่ (สองตอน)	คลองอ๋อม
5	ท่านนทบุรี -ท่าบางใหญ่	คลองอ๋อม
6	ท่าคุณโกย-ทาประตูนาฉิมพลี	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองบางกอกน้อย-คลองขุดชัยพฤกษ์
7	ท่าช้าง - ท่าบางใหญ่	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองบางกอกน้อย-คลองบางกอกใหญ่
8	ท่าช้าง -ท่าบางเชือกหนัง	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองมอญ-คลองบางเชือกหนัง
9	ท่าเตียน - ท่าบางน้อย	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองมอญ-คลองบางน้อย
10	ท่าราชินี - ท่าบางแวก	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองบางกอกใหญ่-คลองบางแวก
11	ท่าสะพานพุทธ -ท่าบางแวก	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองบางกอกใหญ่-คลองบางแวก
12	ท่าบางแค -ท่าบางเชือกหนัง	คลองภาษีเจริญ
13	ท่าวิบูลย์ศรี -ท่าสหกรณ์	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองสรรพสามิต
14	ท่าวิบูลย์ศรี -ท่าสาขลา	แม่น้ำเจ้าพระยา-คลองสรรพสามิต-คลองสาขลา
15	ผ่านฟ้าลีลาศ-บางกะปิ	คลองแสนแสบ
16	พระโขนง-ตลาดเอี่ยมสมบัติ	คลองพระโขนง

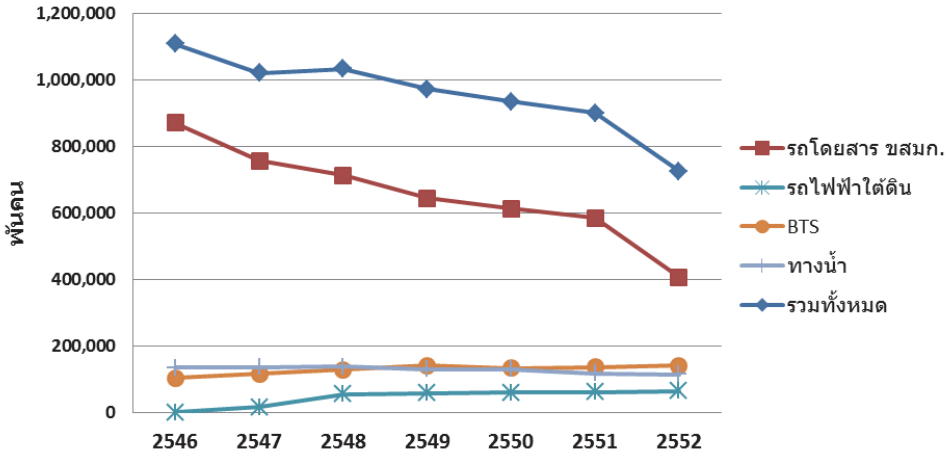


รูปที่ 2.2.16 เส้นทางการเดินเรือในคลองของพื้นที่กรุงเทพและปริมณฑล (Hossain and lamtrakul, 2006)

ถึงแม้ว่ากรุงเทพและปริมณฑลจะมีระบบขนส่งสาธารณะหลายรูปแบบ แต่ยังคงมีสัดส่วนของการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลสูงซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 65 ของปริมาณการเดินทางทั้งหมด สัดส่วนดังกล่าวเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับเมืองอื่นๆ ในกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาที่มีรายได้ใกล้เคียงกัน ลักษณะของสัดส่วนในการเดินทางที่เป็นอยู่ในปัจจุบันนี้อยู่ในกลุ่มรูปแบบการเดินทางแบบ North America Pattern ซึ่งมีสัดส่วนการเดินทางด้วยรถยนต์ส่วนบุคคลสูง ซึ่งเป็นระบบขนส่งประสิทธิภาพการใช้พลังงานในการเดินทางค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบการเดินทางประเภท European Pattern หรือ Most Efficient Pattern ดังแสดงในรูปที่ 2.2.17 ยิ่งกว่านั้น แนวโน้มของการใช้ระบบโดยสารสาธารณะโดยเฉพาะรถประจำทาง ขสมก.ใน กทม. และปริมณฑลมีสัดส่วนลดลงโดยตลอดในระยะ 7 ปีที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่ 2.2.18



รูปที่ 2.2.17 สัดส่วนการเดินทางด้วยยานพาหนะส่วนบุคคลของเมืองต่าง ๆ ทั่วโลก
(International Energy Agency, 2008)



รูปที่ 2.2.18 ปริมาณผู้โดยสารของระบบขนส่งสาธารณะของกรุงเทพและปริมณฑลในช่วงปี พ.ศ. 2546 – 2552
(ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม 2553)

ดังแสดงในไว้แล้วในรูปที่ 2.2.13 การขนส่งสินค้าด้วยรถบรรทุกเป็นการขนส่งที่มีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานต่อหน่วยการขนส่งสูงที่สุดเมื่อเทียบกับระบบการขนส่งทางรางหรือทางน้ำ แต่สำหรับประเทศไทยการขนส่งทางถนนด้วยรถบรรทุกเป็นรูปแบบการขนส่งหลักของประเทศ ดังแสดงในรูปที่ 2.2.5 จึงมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งสินค้าค่อนข้างสูงหากมีการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจากการขนส่งทางถนนเป็นการขนส่งทางรางและทางน้ำ

การให้บริการของการขนส่งสินค้าทางรางมีระยะทางค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการขนส่งทางถนน โดยในปัจจุบัน การรถไฟแห่งประเทศไทยมีระยะทางที่เปิดการเดินรถรวมทั้งสิ้น 4,346 กิโลเมตร โดยเป็นทางคู่ช่วงกรุงเทพ–รังสิต ระยะทาง 31 กิโลเมตร และเป็นทางสามช่วงรังสิต - ชุมทางบ้านภาชี ระยะทาง 59 กิโลเมตร และมีเส้นทางไปยังภาคต่าง ๆ ของประเทศดังนี้ (1) ทางสายเหนือถึงจังหวัดเชียงใหม่ ระยะทาง 751 กิโลเมตร (2) ทางสายใต้ถึงจังหวัดนราธิวาส (สุไหลโก-ลก) ระยะทาง 1,143 กิโลเมตร และสถานีปาดังเบซาร์ ระยะทาง 974 กิโลเมตร

(3) ทางสายตะวันออกถึงจังหวัดสระแก้ว (อรัญประเทศ) ระยะทาง 255 กิโลเมตรและนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด ระยะทาง 200 กิโลเมตร (4) ทางสายตะวันออกเฉียงเหนือถึงจังหวัดอุบลราชธานี ระยะทาง 575 กิโลเมตร และจังหวัดหนองคาย ระยะทาง 624 กิโลเมตร (6) ทางสายตะวันตกถึงสถานีน้ำตก จังหวัดกาญจนบุรี ระยะทาง 194 กิโลเมตร และ (7) ทางสายแม่กลองช่วงวงเวียนใหญ่-มหาชัย ระยะทาง 31 กิโลเมตร และช่วงบ้านแหลม-แม่กลอง ระยะทาง 34 กิโลเมตร นอกจากนั้น ยังมีเส้นทางอีกหลายเส้นทาง อาทิ คลองสิบเก้า-บ้านภาชี-แก่งคอย-ศรีราชา-แหลมฉบัง-เขาชีจรรย์-มาบตาพุด เพื่อให้รับโครงการพัฒนาชายฝั่งทะเลตะวันออก (การรถไฟแห่งประเทศไทย 2553) ดังแสดงในรูปที่ 2.2.19

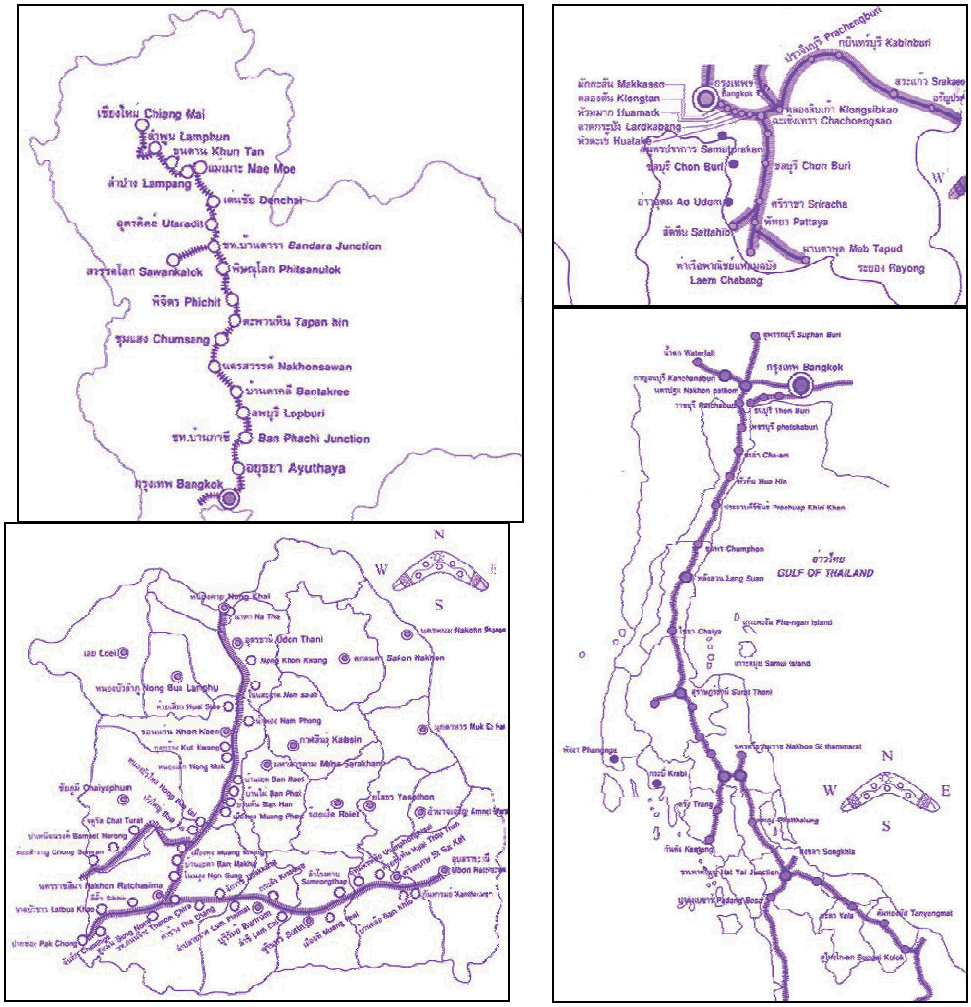
ปัจจุบันการรถไฟแห่งประเทศไทยได้มีการจัดทำแผนวิสาหกิจการรถไฟแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2550-2554 เพื่อพัฒนาการขนส่งสินค้าด้วยระบบรางในระยะสั้น ระยะกลาง และระยะยาว โดยแผนการระยะสั้นและระยะกลางนั้นประกอบด้วยแผนการพัฒนาด้านโครงสร้างพื้นฐาน ได้แก่ แผนการเร่งรัดโครงการก่อสร้างทางคู่ในเส้นทางรถไฟสายต่างๆ เช่น ชายฝั่งทะเลตะวันออกช่วงฉะเชิงเทรา-ศรีราชา-แหลมฉบัง ชายฝั่งตะวันออกช่วงฉะเชิงเทรา-คลองสิบเก้า-แก่งคอย ทางคู่สายเลี่ยงเมือง และเส้นทางรถไฟชานเมือง รวมทั้งการก่อสร้างทางคู่ระยะยาวในสายเหนือ สายใต้ และสายตะวันออกเฉียงเหนือและแผนการใช้ประโยชน์จากโครงการก่อสร้างย่านเก็บกองตู้คอนเทนเนอร์ (Container Yard) ในภูมิภาค เป็นต้น

ส่วนการดำเนินการระยะยาวนั้นเน้นในการจัดโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเชื่อมโยงประเทศไทยเป็นศูนย์กลางในการขนส่งทั้งภูมิภาคทั้ง North-South และ East-West Corridors อย่างครบวงจร รวมทั้งการเชื่อมโยงการก่อสร้างท่าเรือแห่งใหม่ด้านฝั่งทะเลอันดามันที่ระนองและสตูล [สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร (2553ข)]

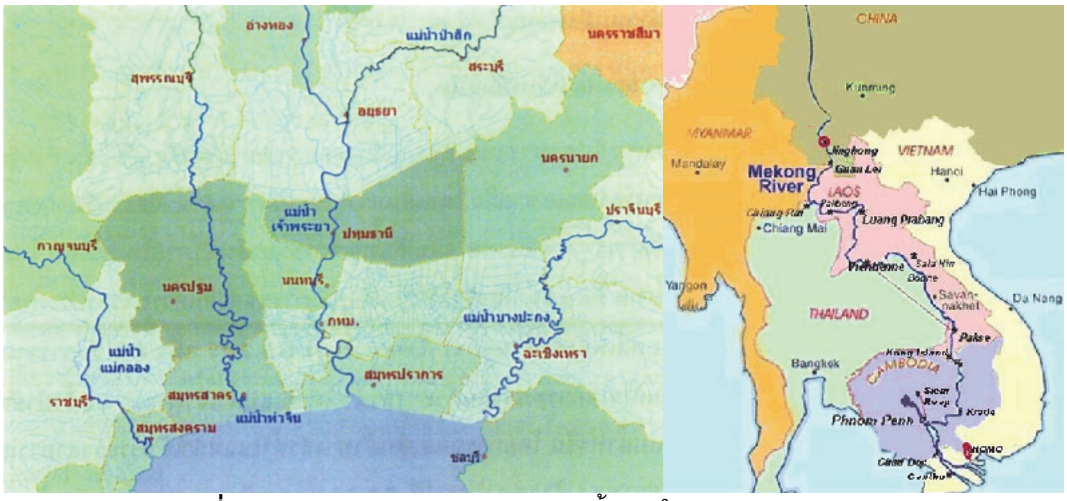
การขนส่งสินค้าทางน้ำนั้น แบ่งออกเป็นการขนส่งทางน้ำภายในประเทศและการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ โดยการขนส่งสินค้าภายในประเทศเป็นการขนส่งทางลำน้ำเป็นหลัก ซึ่งมีเส้นทางขนส่งสินค้าหลักอยู่ 5 เส้นทางคือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำป่าสักแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำกลอง และแม่น้ำท่าจีน โดยการขนส่งในลำน้ำแม่น้ำเจ้าพระยาสามารถขนส่งได้ทั้งปีจนถึง อ.เมือง จ.อ่างทอง ส่วนการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศใช้เส้นทางของแม่น้ำโขงเป็นเส้นทางหลักในการขนส่งสินค้าระหว่าง ไทย จีน พม่า และลาว เส้นทางขนส่งสินค้าทางน้ำแสดงได้ดังรูปที่ 2.2.20

ในการพัฒนาระบบขนส่งทางน้ำนั้น กรมเจ้าท่ามีโครงการพัฒนาที่สำคัญในการพัฒนาท่าเทียบเรือโลจิสติกส์ ซึ่งคาดว่าจะเพิ่มศักยภาพในการขนส่งสินค้าทางน้ำได้มากขึ้น ประกอบด้วย 2 โครงการคือ (1) ท่าเทียบเรือเชียงแสนแห่งที่ 2 เพื่อเสริมสร้างระบบขนส่งสินค้าทางน้ำระหว่างประเทศไทยกับประเทศในลุ่มแม่น้ำโขงตอนบน และจีนตอนใต้ และ (2) สถานีขนส่งสินค้าทางลำน้ำ เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการขนส่งสินค้าทางน้ำภายในประเทศ โดยเชื่อมโยงการขนส่งจากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมายังท่าเรือต่างๆ ในแม่น้ำเจ้าพระยา จนถึงเขตท่าเรือแหลมฉบังและศรีราชา (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร 2553ข)

เนื่องจากข้อจำกัดของโครงข่ายและการบริหารจัดการ การขนส่งทางรางและทางน้ำมีสัดส่วนน้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณการขนส่งสินค้าทั้งหมดในประเทศ โดยในปี พ.ศ. 2552 ทั้งสองระบบการขนส่งมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 1.5 และ 1.1 ตามลำดับ ซึ่งสินค้าที่ขนส่งทางรางมี 3 ประเภทหลักคือ น้ำมันสำเร็จรูป สินค้าเบ็ดเตล็ดและปูนซีเมนต์ ส่วนสินค้าที่ขนส่งด้วยระบบขนส่งทางน้ำส่วนใหญ่เป็นสินค้าประเภทที่มีมูลค่าต่อน้ำหนักของสินค้าต่ำ และสินค้าที่ไม่เน่าเสีย เช่น ดิน หิน ทราย มันสำปะหลัง ปุ๋ย น้ำมันสำเร็จรูป และซีเมนต์ เป็นต้น (ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม 2553)



รูปที่ 2.2.19 โครงข่ายรางรถไฟภายในประเทศ (การรถไฟแห่งประเทศไทย 2553)

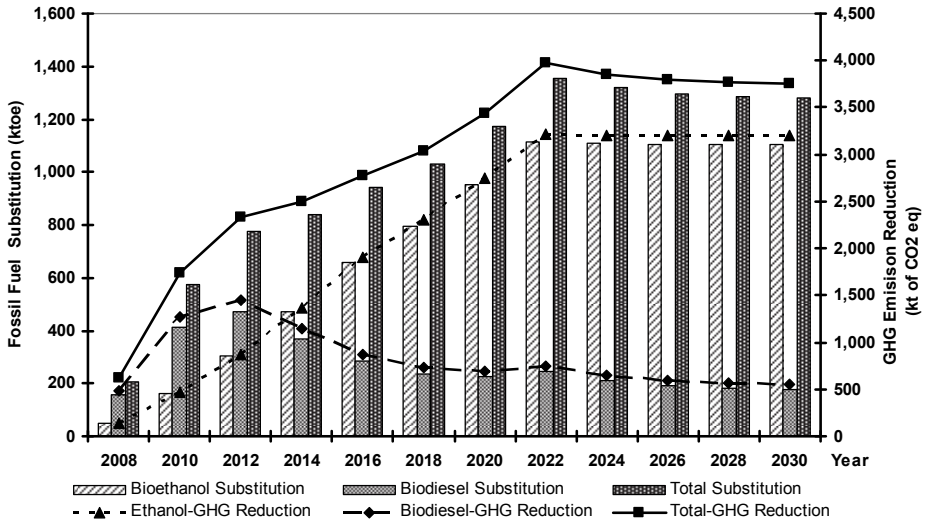


รูปที่ 2.2.20 เส้นทางการขนส่งสินค้าทางน้ำภายในและระหว่างประเทศ
(สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร 2553ข)

2.2.5 ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง

การประเมินศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งของประเทศไทยได้มีการศึกษาแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มตามแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือ การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเทคโนโลยียานยนต์ การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก และการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

จากการศึกษาศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการส่งเสริมการใช้รถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูง ได้แก่ รถยนต์ไฮบริด และรถอีโคคาร์ ทดแทนการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลโดยมีสมมติฐานให้มีการส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดแทนรถยนต์ส่วนบุคคลที่มีขนาดเครื่องยนต์มากกว่า 2,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร และรถยนต์อีโคคาร์แทนรถยนต์ที่มีขนาดของเครื่องยนต์น้อยกว่า 1,600 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่าในปี พ.ศ. 2573 รถทั้งสองประเภทมีศักยภาพในการลดใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งได้ประมาณ 1,400 ktoe และ 4,000 kt CO_2e ตามลำดับ (Pongthanaisawan and Sorapipatana, 2010) ดังแสดงในรูปที่ 2.2.21 จากการศึกษาเดียวกันนี้ การส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลตามแผนพัฒนาพลังงานทดแทนของกระทรวงพลังงาน ได้แก่ เอทานอลและไบโอดีเซล โดยจะส่งเสริมให้มีการใช้เชื้อเพลิงเอทานอลวันละ 3.0 6.2 และ 9.0 ล้านลิตร และเชื้อเพลิงไบโอดีเซล 3.0 3.64 และ 4.5 ล้านลิตร ในปี พ.ศ. 2554 2559 และ 2565 ตามลำดับ (กระทรวงพลังงาน 2551) พบว่าในปี พ.ศ. 2573 เชื้อเพลิงดังกล่าวสามารถช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 3,750 kt CO_2e



รูปที่ 2.2.21 ศักยภาพในการลดการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง (Pongthanaisawan and Sorapipatana, 2010)

จากการศึกษาแผนการส่งเสริมการใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติของ ปตท.ในปี พ.ศ. 2548 ซึ่งคาดว่าจะมีรถยนต์ NGV ทั้งหมดประมาณ 117,480 คันภายในปี พ.ศ. 2559 ซึ่งมีทั้งรถยนต์ส่วนบุคคล รถปิคอัพ รถแท็กซี่ รถบรรทุก และรถโดยสาร ผลการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกพบว่า จะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นประมาณ 1,004 ktCO_2e เนื่องจากรถยนต์ NGV ตามสมมติฐานเป็นรถยนต์ที่ดัดแปลงเครื่องยนต์จากเครื่องยนต์เบนซินทั่วไปให้เป็นเครื่องยนต์ Bi-fuel และเครื่องยนต์ดีเซลทั่วไปเป็นเครื่องยนต์เชื้อเพลิงร่วมดีเซล (Diesel Dual Fuel, DDF) ซึ่งจะมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานลดลงเมื่อเทียบกับเครื่องยนต์สันดาปที่ออกแบบมาให้

ใช้กับเชื้อเพลิงเบนซินหรือก๊าซธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ผลกระทบดังกล่าวทำให้ปริมาณพลังงานในรูปเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติสูงกว่าน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไปและส่งผลให้มีประมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มสูงขึ้นถึงแม้ว่าอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหนึ่งหน่วยพลังงานของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติมีค่าน้อยกว่าน้ำมันเบนซินและน้ำมันดีเซล (Pongthanaisawan et al., 2007)

สำหรับการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางในพื้นที่เขตเมือง การศึกษาของ สนข. ในโครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกพัฒนาที่สะอาด (Clean development mechanism, CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่งระยะที่ 2 ได้ประเมินผลการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการส่งเสริมให้มีการเพิ่มสัดส่วนการใช้ระบบขนส่งสาธารณะในกรุงเทพมหานครและปริมณฑลเพิ่มมากขึ้น โดยเลือกประเมินผลโครงการรถไฟฟ้าสายสีน้ำเงินในช่วงบางซื่อ-ท่าพระ และช่วงหัวลำโพง-บางแค ผลของการศึกษาพบว่าสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 116 Mt CO_2e ในปี พ.ศ. 2559 และเพิ่มเป็น 300 Mt CO_2e ในปี พ.ศ. 2579 (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร 2552)

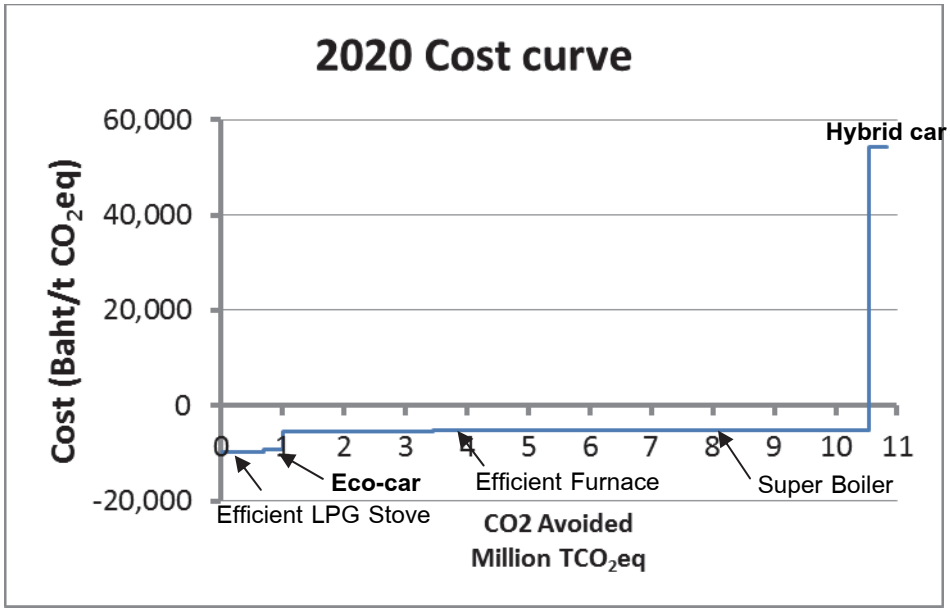
ส่วนการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งสินค้าระหว่างเมือง การศึกษาศักยภาพในการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งจากทางถนนเป็นทางรางและทางน้ำ โดยวิเคราะห์กรณีศึกษา 4 เส้นทางจากภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคใต้ และภาคกลางไปยังท่าเรือแหลมฉบัง โดยมุ่งเน้นสินค้าที่มีความสำคัญ 20 รายการ เช่น ข้าว น้ำมันเชื้อเพลิง ปูนซีเมนต์ ถ่านหิน มันสำปะหลัง วัสดุก่อสร้าง น้ำตาลทราย ยางพารา และปุ๋ย เป็นต้น ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าโครงการดังกล่าวมีศักยภาพในการลดการใช้น้ำมันได้ประมาณ 8.3 ล้านลิตรต่อปีในปี พ.ศ. 2555 และ 9.5 ล้านลิตรในปี พ.ศ. 2560

การศึกษามาตรการต่างๆ ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่งของ Sirindhorn International Institute of Technology (2010) แสดงให้เห็นว่าในปี พ.ศ. 2573 ประเทศไทยสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ 34.12 Mt CO_2e โดยแบ่งเป็นการขนส่งผู้โดยสาร 11.0 และการขนส่งสินค้า 23.12 MtCO_2e ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดดังกล่าว มาจากการดำเนินการของกลุ่มมาตรการทั้งหมดดังต่อไปนี้

- **เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์ (Fuel economy improvement)**
  ลดอัตราการใช้เชื้อเพลิงของรถยนต์ รถจักรยานยนต์ รถบรรทุก และรถโดยสารลงร้อยละ 20 ของอัตราการสิ้นเปลืองในปัจจุบัน ภายในปี พ.ศ. 2573
- **มาตรการจัดการความต้องการการเดินทาง (Travel demand management: TDM)**
  ลดปริมาณความต้องการในการเดินทางโดยยานพาหนะลงร้อยละ 7.38 โดยการส่งเสริมให้เปลี่ยนไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-motorized Transport, NMT) การเดินทางด้วยระบบขนส่งสาธารณะและการขับขี่แบบประหยัดพลังงาน (eco-driving)
- **เปลี่ยนชนิดเชื้อเพลิงไปใช้ก๊าซธรรมชาติและส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฮบริดที่ชาร์ทไฟฟ้าได้ (Plug-in hybrid)**
  มีการส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทนน้ำมันเบนซินและดีเซลเพิ่มขึ้นและประสิทธิภาพของรถยนต์ NGV ดีขึ้นร้อยละ 20 ในปี พ.ศ. 2573 และมีการใช้รถยนต์ plug-in hybrid สำหรับรถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้นโดยสมมติสามารถลดการใช้น้ำมันเบนซินได้ร้อยละ 30 ในปี พ.ศ. 2573
- **เปลี่ยนรูปแบบการขนส่งผู้โดยสารและสินค้า (Modal shift)**
  ด้านการขนส่งผู้โดยสารสมมติให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางของผู้โดยสารในรูปแบบปัจจุบันไปเป็นการเดินทางแบบไร้เครื่องยนต์ (Non-Motorized Mode, NMT) ระบบขนส่งสาธารณะ รถยนต์ขนาดเล็ก และจักรยานยนต์ ในสัดส่วนร้อยละ 5-25 ส่วนการขนส่งสินค้าสมมติให้มีการขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่ลดลงร้อยละ 28 และเปลี่ยนไปเป็นการขนส่งด้วยระบบราง

2.2.6 ต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ข) ได้จัดทำรายงานการศึกษาต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเทคโนโลยีพลังงานต่างๆ ซึ่งครอบคลุมภาคขนส่งด้วย โดยเทคโนโลยีที่มีการศึกษาต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคขนส่งมี 2 เทคโนโลยีคือ รถยนต์อีโคคาร์และรถยนต์ไฮบริด ผลการศึกษาพบว่ารถยนต์อีโคคาร์มีต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำกว่ารถยนต์ไฮบริด โดยมีต้นทุนประมาณ -9,323 บาทต่อ kt CO_2e ในขณะที่รถยนต์ไฮบริดต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 54,214 บาทต่อ kt CO_2e ดังแสดงเส้นต้นทุนหน่วยสุดท้ายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Marginal abatement cost curve, MACC) ในปี พ.ศ. 2563 ตามรูปที่ 2.2.22



รูปที่ 2.2.22 เส้นต้นทุนส่วนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก จากมาตรการต่างๆ ในปี พ.ศ. 2563 (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

2.2.7 ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.2.7.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของยานยนต์

ถึงแม้ว่าจะมีเทคโนโลยียานยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงพร้อมที่จะทดแทนเทคโนโลยีเดิมอยู่แล้วในปัจจุบัน แต่สำหรับประเทศไทยยังคงมีอุปสรรคในการส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ ดังต่อไปนี้

- ไม่มีเทคโนโลยียานยนต์เป็นของตนเอง การส่งเสริมการใช้เทคโนโลยียานยนต์จึงขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตยานยนต์รายใหญ่ไม่กี่รายในประเทศ

- ขาดมาตรการผลักดันหรือสร้างแรงจูงใจให้มีการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้มากขึ้นเหมือนกับต่างประเทศ เช่น การติดฉลากแสดงประสิทธิภาพการใช้พลังงานหรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรถยนต์ (car labeling) มาตรการกำหนดประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (หรือการปล่อยมลพิษ) ขั้นต่ำของรถยนต์ (fuel economy/emission standard) ที่จะจัดจำหน่ายภายในประเทศ
- ขาดมาตรการที่ส่งเสริมให้ยานยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสามารถแข่งขันด้านราคากับยานยนต์เทคโนโลยีเดิมได้ เช่น การลด/คืนภาษีให้กับผู้ที่ซื้อรถยนต์ประสิทธิภาพสูง หรือการเพิ่มภาษีกับรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำ เนื่องจากเทคโนโลยีใหม่ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงจะมีราคาสูงกว่าเทคโนโลยีเดิม จึงทำให้อัตราการการทดแทนของรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงต่อรถยนต์ที่ใช้เทคโนโลยีเก่ามีน้อยมาก

2.2.7.2 การใช้เชื้อเพลิงทางเลือก

ปัญหาและอุปสรรคของการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพทดแทนเชื้อเพลิงปิโตรเลียมทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเด็นคือ ปัญหาด้านการขาดแคลนวัตถุดิบและปัญหาด้านราคา (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2551ก) ดังนี้

- อุปทานของพืชที่จะนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวภาพมีจำกัดและไม่คงที่เพราะต้องแย่งพื้นที่เพาะปลูกกับพืชอาหาร หรือต้องนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารชนิดอื่นๆ เช่น อ้อยสำหรับการผลิตน้ำตาล และน้ำมันปาล์มสำหรับการผลิตน้ำมันพืช
- อัตราผลผลิตต่อพื้นที่เพาะปลูก (yield) ยังต่ำเมื่อเทียบกับต่างประเทศ เช่น อัตราผลผลิตต่อไร่ของอ้อยสำหรับผลิตเอทานอลของประเทศไทยต่ำกว่าบราซิล สหรัฐอเมริกา และออสเตรเลีย
- ขาดความยืดหยุ่นในการผลิต เช่น โรงงานเอทานอลในประเทศไทยถูกออกแบบมาสำหรับผลิตเอทานอลจากวัตถุดิบเพียงหนึ่งหรือสองชนิดอาจทำให้ไม่สามารถผลิตเอทานอลได้ในปริมาณที่ต้องการหากมีการขาดแคลนวัตถุดิบชนิดใดชนิดหนึ่ง
- ราคาต่อหน่วยพลังงานของเชื้อเพลิงชีวภาพมีราคาสูงกว่าเชื้อเพลิงปิโตรเลียมทั่วไป ซึ่งทำให้แข่งขันได้ยากหากไม่มีการอุดหนุนราคา (subsidy) หรือหากราคาน้ำมันปิโตรเลียมมีสูงมาก

ส่วนปัญหาและอุปสรรคของการใช้ก๊าซธรรมชาติทดแทนน้ำมันเชื้อเพลิงทั่วไปแบ่งเป็น 3 ประเด็นคือปัญหาทางเทคนิค ปัญหาด้านการตลาด และปัญหาด้านการบริหารจัดการ ดังนี้

- โครงสร้างพื้นฐานของระบบท่อส่งก๊าซยังมีโครงข่ายจำกัดอยู่เพียงรอบนอกของกรุงเทพมหานครและปริมณฑลและตามเส้นทางที่มุ่งไปยังเขตอุตสาหกรรมเท่านั้น
- จำนวนสถานีเติมก๊าซยังมีอยู่จำนวนน้อยทำให้มีพื้นที่ให้บริการเชื้อเพลิงอยู่จำกัด
- ต้นทุนในการขนส่งก๊าซธรรมชาติมีมูลค่าสูง เนื่องจากไม่มีโครงข่ายท่อก๊าซครอบคลุมพื้นที่ให้บริการทำให้ต้องขนก๊าซธรรมชาติด้วยรถบรรทุกจากสถานีหลัก (mother station) ไปยังสถานีย่อย (daughter station)
- ขาดช่างเทคนิคที่สามารถดัดแปลงเครื่องยนต์ได้อย่างมีมาตรฐาน รวมถึงช่างเทคนิคที่มีความชำนาญในการรักษาซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ
- คุณภาพเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติยังไม่ได้มาตรฐานในการใช้กับยานยนต์
- อุปสรรคด้านราคาของเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติซึ่งมีคู่แข่งที่สำคัญคือ เชื้อเพลิงก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ขาดความร่วมมือระหว่างองค์กรต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้อง

2.2.7.3 การเปลี่ยนรูปแบบการขนส่ง

ปัญหาและอุปสรรคในการส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนรูปแบบการขนส่งในประเทศไทยแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะคือ อุปสรรคด้านโครงสร้างพื้นฐานและปัญหาด้านการบริหารจัดการ (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2548)

- โครงข่ายของระบบขนส่งสาธารณะ (ทั้งระบบรางและ BRT) ไม่ครอบคลุมพื้นที่ให้บริการในเขตเมืองและขยายตัวช้ากว่าอัตราการขยายตัวของพื้นที่เขตเมืองเนื่องจากต้นทุนการก่อสร้างโครงสร้างพื้นฐานมีมูลค่าสูง
- โครงข่ายของระบบขนส่งสินค้าทางรางและทางน้ำมีน้อยมากเมื่อเทียบกับโครงข่ายของถนนและไม่มีการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเหล่านี้เพิ่มเติมในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ทำให้ประสิทธิภาพในการบริการการขนส่งของระบบขนส่งทางถนนดีกว่าระบบอื่นๆ แม้ว่าต้นทุนในการขนส่งจะสูงกว่า
- ขาดการทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการและอย่างมีประสิทธิภาพของ 13 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสาธารณะในพื้นที่กรุงเทพฯและปริมณฑล
- การบริหารจัดการระบบขนส่งสาธารณะของ ขสมก. ขาดประสิทธิภาพ ทำให้ไม่มีแรงจูงใจในการเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางจากรถยนต์ส่วนบุคคลเป็นระบบขนส่งสาธารณะ

2.2.8 ช่องว่างขององค์ความรู้ของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ช่องว่างขององค์ความรู้สำหรับประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเด็นคือ ขาดข้อมูลที่สำคัญ ขาดความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์และการสร้างแบบจำลองเพื่อหาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยเฉพาะผลกระทบด้านเศรษฐกิจสังคม และขาดการบริหารจัดการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอย่างบูรณาการดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.2.8.1 ขาดข้อมูลที่สำคัญ

จากการศึกษาของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551ข) พบว่าข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นสำหรับการวางแผนและติดตามประเมินผลกระทบของนโยบายทางเลือกการประหยัดพลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ได้แก่ ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลด้านยานพาหนะ ข้อมูลด้านจราจร ขนส่งและผังเมือง และข้อมูลด้านเชื้อเพลิง ซึ่งข้อมูลดังกล่าวมีหน่วยงานเกี่ยวข้องกว่า 27 หน่วยงาน

จากรายงานฉบับนี้ ข้อมูลที่สำคัญสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มข้อมูลที่มีการจัดเก็บอย่างสม่ำเสมอและข้อมูลที่ไม่ได้มีการจัดเก็บอย่างสม่ำเสมอ ข้อมูลในกลุ่มแรกเป็นข้อมูลที่ถูกจัดเก็บอย่างสม่ำเสมอและมีการพัฒนารูปแบบของข้อมูลรวมทั้งการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาช่วยเพิ่มความสะดวกในการใช้และเข้าถึงข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่ถูกจัดเก็บโดยหน่วยงานที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลโดยตรง (มีเจ้าภาพในการเก็บข้อมูล) ดังตารางที่ 2.2.4

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าข้อมูลหลายส่วนได้จัดทำอย่างสมบูรณ์แล้ว แต่เนื่องด้วยข้อมูลดังกล่าวจัดทำเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้ตามจุดประสงค์ของหน่วยงานนั้น ๆ ซึ่งยังไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้เพื่อการวิเคราะห์แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้โดยตรง ซึ่งหากมีการจัดทำข้อมูลบางอย่างเพิ่มเติมก็จะทำให้ฐานข้อมูลเหล่านี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น เช่น ข้อมูลประเภทของรถยนต์นอกจากจำแนกตามลักษณะการใช้งานแล้วควรจำแนกตามเทคโนโลยีและขนาดของยานยนต์เพิ่มเติม เป็นต้น

นอกจากนั้น ข้อมูลบางส่วนที่มีการจัดเก็บอย่างต่อเนื่องแต่ไม่สามารถเข้าถึงข้อมูลได้ เช่น ข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง อัตราการปล่อยมลพิษ และอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งมีการจัดเก็บข้อมูลโดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และกรมควบคุมมลพิษภายใต้กฎหมายควบคุมการปล่อยมลพิษของรถยนต์ แต่ข้อมูลเหล่านี้ถือว่าเป็นความลับของผู้ผลิตหรือผู้นำเข้ารถยนต์การเข้าถึงข้อมูลจึงเป็นไปได้ค่อนข้างยาก ดังนั้น หากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและกรมควบคุมมลพิษโดยความร่วมมือบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ได้มีการจัดทำข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษและข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงให้ครอบคลุมยานพาหนะทุกประเภทอย่างสม่ำเสมอและเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะก็จะทำให้ข้อมูลในส่วนนี้มีความสมบูรณ์และเหมาะสมกับการนำไปใช้ในการวิเคราะห์วิจัยด้านนโยบายที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งได้ดีขึ้น

ส่วนข้อมูลอีกกลุ่มเป็นข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บข้อมูลตามโครงการวิจัยของหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งมีการจัดทำเป็นครั้ง ๆ ไป ไม่มีหน่วยงานใดต้องใช้ข้อมูลเหล่านี้อย่างสม่ำเสมอ (ไม่มีเจ้าภาพในการเก็บข้อมูล) ข้อมูลเหล่านี้จึงเป็นข้อมูลที่ไม่มีความต่อเนื่องและไม่ทันสมัย ยกตัวอย่างเช่น ข้อมูลอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงและระยะการเดินทางเฉลี่ยของยานพาหนะต่อปี เป็นข้อมูลที่มีการศึกษาในปี พ.ศ. 2540 และ พ.ศ.2551 ซึ่งมีระยะเวลาห่างกันกว่า 10 ปี ข้อมูลในกลุ่มนี้แสดงดังตารางที่ 2.2.5

ตารางที่ 2.2.4 กลุ่มข้อมูลที่มีการจัดเก็บอย่างสม่ำเสมอ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551ข)

	ประเภทข้อมูล	หน่วยงานที่รับผิดชอบ
1.	**ข้อมูลด้านยานพาหนะ**	
1.1	จำนวนยานพาหนะจดทะเบียน	กรมการขนส่งทางบก
1.2	จำนวนยานพาหนะจดทะเบียนใหม่	กรมการขนส่งทางบก
1.3	สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในยานพาหนะ	กรมการขนส่งทางบก
1.4	อายุการใช้งานยานพาหนะ	กรมการขนส่งทางบก
1.5	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม/กรมควบคุมมลพิษ
1.6	อัตราการปล่อยมลพิษ	สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม/กรมควบคุมมลพิษ
2.	**ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม**	
2.1	รายได้และรายจ่าย	สำนักงานสถิติแห่งชาติ
2.2	ผลผลิตมวลรวมในประเทศ	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
2.3	จำนวนประชากร	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
3.	**ข้อมูลด้านการจราจร ขนส่ง และผังเมือง**	
3.1	ระยะทางของโครงข่ายถนน	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงคมนาคม
3.2	ปริมาณผู้โดยสารของระบบขนส่งสาธารณะ	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงคมนาคม
3.3	ปริมาณการขนส่งสินค้า	ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กระทรวงคมนาคม
4.	**ข้อมูลด้านเชื้อเพลิง**	
4.1	ข้อมูลการผลิตและการใช้เชื้อเพลิง	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
4.2	คุณสมบัติของเชื้อเพลิง	กรมธุรกิจพลังงาน

ตารางที่ 2.2.5 กลุ่มข้อมูลที่ไม่มีการจัดเก็บอย่างสม่ำเสมอ (มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551ข)

	ประเภทข้อมูล	หน่วยงานที่ศึกษาวิจัย
1.	**ข้อมูลด้านยานพาหนะ**	
1.1	ระยะการเดินทางเฉลี่ยของยานพาหนะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานแห่งชาติ
1.2	รูปแบบการขับขี่ยานพาหนะ	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินทร/กรมควบคุมมลพิษ
1.3	สัดส่วนการใช้เชื้อเพลิงในรถยนต์เครื่องยนต์เบนซิน	มหาวิทยาลัยมหิดล
2.	**ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม**	
-	-	-
3.	**ข้อมูลด้านการจราจร ขนส่ง และผังเมือง**	
3.1	อัตราการบรรทุกผู้โดยสารของรถยนต์ส่วนบุคคล	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานแห่งชาติ/สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
3.2	อัตราการบรรทุกผู้โดยสารของรถโดยสารสาธารณะ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานแห่งชาติ/สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
3.3	อัตราบรรทุกสินค้าของรถบรรทุก	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี/สำนักงานนโยบายและแผนพลังงานแห่งชาติ/สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร

2.2.8.2 ขาดองค์ความรู้ในการสร้างแบบจำลองเพื่อหาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถวิเคราะห์จากแบบจำลองการใช้พลังงาน เทคนิคและวิธีการในการวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานในภาคขนส่งมีหลากหลายวิธีขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของการศึกษา ซึ่งโดยทั่วไปรูปแบบของแบบจำลองแบ่งตามลำดับชั้นของข้อมูลได้เป็น 2 ประเภทคือ top-down และ bottom-up

แบบจำลองแบบ top-down จะจำลองปริมาณการใช้พลังงานจากกิจกรรมการใช้พลังงานของภาคขนส่งแบบภาพรวมโดยไม่แยกรายละเอียดในระดับ end-use จุดประสงค์หลักของแบบจำลองประเภทนี้คือวิเคราะห์ปริมาณการใช้พลังงานโดยรวมเพื่อการวางแผนด้านอุปทาน (supply Side) ในระยะยาว ข้อมูลสำคัญที่มักถูกนำมาใช้ในการประมาณค่าปริมาณความต้องการใช้พลังงานในภาพรวมคือข้อมูลด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค เช่น ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) จำนวนประชากรอัตราการจ้างงาน ความเป็นเจ้าของรถยนต์ (vehicle ownership) เป็นต้น

ส่วนแบบจำลองแบบ bottom-up จะจำลองกิจกรรมการใช้พลังงานในระดับ end-use เช่น ระดับยานพาหนะ ระดับกลุ่มของยานพาหนะ ระดับครัวเรือน เป็นต้น และปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมดคือความต้องการพลังงานในระดับผู้ใช้เทคโนโลยีที่ปลายน้ำทั้งหมดรวมกัน แบบจำลองประเภทนี้มีจุดประสงค์เพื่อใช้วิเคราะห์แนวทางและศักยภาพในการลดการใช้พลังงานจากภาคขนส่งอันเนื่องมาจากการปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและมาตรการสนับสนุนต่าง ๆ เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้บริโภค ข้อมูลที่ใช้ในการประมาณการใช้พลังงานในระดับนี้คือข้อมูลกิจกรรมในระดับ end-use เช่น ปริมาณการเดินทางของรถยนต์ อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง เป็นต้น

จากรูปแบบของแบบจำลองข้างต้น จะเห็นได้ว่าแบบจำลองแบบ bottom-up เป็นรูปแบบของแบบจำลองที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์ เพื่อหาแนวทางหรือมาตรการต่าง ๆในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคขนส่ง เนื่องจากสามารถวิเคราะห์ได้ถึงความเหมาะสมของมาตรการและเทคโนโลยีในระดับรายละเอียด ที่ผู้ใช้ (end-use) แต่อย่างไรก็ตาม ในการสร้างแบบจำลองประเภทนี้ต้องการรายละเอียดของข้อมูลสูงมาก ซึ่งข้อมูลหลายส่วนไม่มีการสำรวจหรือเข้าถึงได้ยาก ดังอธิบายไว้แล้วในหัวข้อ (2.2.8.1) นอกจากนั้น เทคนิคและวิธีการสร้างแบบจำลองต้องอาศัยองค์ความรู้หลายสาขา เช่น วิศวกรรมขนส่ง วิศวกรรมพลังงาน คณิตศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ และสถิติ เป็นต้น ซึ่งยังไม่ได้มีการบูรณาการองค์ความรู้ของแต่ละสาขาวิชาเหล่านี้เข้าด้วยกัน จึงทำให้การสร้างแบบจำลองแบบ bottom-up ยังไม่ได้มีการศึกษาอย่างแพร่หลายในประเทศไทย

นอกจากนี้ ประเทศไทยยังขาดข้อมูลและองค์ความรู้ แบบจำลองและเครื่องมือการวิเคราะห์เพื่อปรับเปลี่ยนพฤติกรรมผู้บริโภคในภาคขนส่ง ให้มีการใช้พลังงานลดลง ผ่านการใช้กลไกราคาตลาด เช่น การนำเอามาตรการด้านภาษีและการเงินทั้งภาคบังคับและจูงใจ รวมถึงผลกระทบด้านเศรษฐกิจและสังคม หากมีการนำเอามาตรการต่าง ๆ ดังกล่าวมาใช้ ก็ยังขาดความรู้ความเข้าใจอยู่มาก

2.2.8.3 การบริหารจัดการองค์ความรู้การลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างบูรณาการของหน่วยงานต่าง ๆที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดนโยบายและจุดยืนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน

เนื่องจากการศึกษาแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีหลายหน่วยงานความเกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรง ได้แก่ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน) หน่วยงานที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการปลดปล่อยและลดก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ กระทรวงพลังงาน กระทรวงคมนาคม กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ส่วนหน่วยงานที่ต้องมีส่วนเกี่ยวข้องกับการผลักดันมาตรการต่าง ๆเพื่อช่วยลดการใช้พลังงาน เช่น มาตรการด้านการเงินและภาษี ได้แก่ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงการคลัง หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการให้ข้อมูลแก่ภาคประชาชน เช่น กรมประชาสัมพันธ์ และหน่วยงานในภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น สมาคมยานยนต์ บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) เป็นต้น ปัจจุบันยังไม่มีกลไกในการบริหารจัดการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งหมดทำงานร่วมกันอย่างบูรณาการ ดังนั้น แต่ละหน่วยงานจึงดำเนินงานภายใต้ภาระและบทบาทของตนเองอย่างเป็นอิสระ ซึ่งในหลายครั้งมีความซ้ำซ้อน ขัดแย้ง และไม่มีผู้รับผิดชอบหลัก ส่งผลในการศึกษาและวิเคราะห์แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งดำเนินไปอย่างเชื่องช้าและไร้ทิศทาง

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงพลังงาน 2551. แผนพัฒนาพลังงานทดแทน 15 ปี (พ.ศ. 2551 - 2565). กรุงเทพมหานคร

การรถไฟแห่งประเทศไทย 2553. ประวัติการรถไฟแห่งประเทศไทย. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.railway.co.th/about/history.asp

กรมการขนส่งทางบก 2553. จำนวนรถจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง. (ออนไลน์). ที่มา : http://apps.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553ก. ปริมาณการผลิตเอทานอล รายเดือน ปี 49-53. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/gasohol_documents/gasohol_2010/september/160953_g_productethanol.pdf

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552ก. รายงานสถานการณ์พลังงานของประเทศไทย 2552. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.dede.go.th/dede/index.php?id=1034

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2553ข. ปริมาณความต้องการไบโอดีเซลของประเทศไทย. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/usr/bers/biodiesel/B100_demand_for_B2_B5_Aug_10.xls

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2547. แผนที่นำทางการวิจัยแบบบูรณาการเพื่อมหานครที่ยั่งยืน : ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2549. การประเมินเทคโนโลยีการเพิ่มประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก. การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ข. การศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย: ภาคพลังงาน. รายงานฉบับสมบูรณ์ขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551ก. การศึกษาผลกระทบนโยบายส่งเสริมการใช้แก๊สโซฮอล์ E85 ต่อการใช้พลังงานในภาคขนส่ง. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2551ข. การพัฒนากรอบและแนวทางการจัดทำฐานข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการวางแผนและการติดตามประเมินผลกระทบของทางเลือกการประหยัดพลังงานในภาคขนส่ง. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม 2553. ข้อมูลด้านการขนส่งและโลจิสติกส์. (ออนไลน์). ที่มา : http://vigportal.mot.go.th/portal/site/PortalMOT/stat/total_product_internal/

สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง 2552. โครงการศึกษาความเหมาะสมในการดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) ในภาคคมนาคมและขนส่ง (ระยะที่ 2). รายงานฉบับสมบูรณ์

สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง 2553ก. โครงการศึกษาปรับแผนแม่บทระบบขนส่งทางรางในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. รายงานขั้นสุดท้าย

สำนักงานนโยบายและแผนการจราจรและขนส่ง 2553ข. โครงการศึกษาจัดทำแผนหลักการพัฒนาระบบขนส่งและจราจร. รายงานความก้าวหน้าฉบับที่ 3

Hossain, M. and Iamtrakul, P. 2006. Water Transportation in Bangkok: Past, Present, and the Future. Journal Architectural Research and Studies, Vol. 5 (2). (Online). Available URL: www.ap.tu.ac.th/jars/download /jars/v5-2/01_Water%20Transportation.pdf

Hwang, J.J. 2010. Sustainable transport strategy for promoting zero-emission electric scooters in Taiwan. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 14, Issue 5, June 2010: Pages 1390-1399.

International Council on Clean Transportation. 2007. Passenger Vehicle GreenhouseGas and Fuel Economy Standards: A Global Update. (Online). Available URL: http://www.icet.org.cn/adminis/uploadfile/program%20report/Passenger%20Vehicle%20Greenhouse%20Gas%20and%20Fuel%20Economy%20Standards.pdf

International Energy Agency. 2002. Bus System for Future. (Online). Available URL: http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2000/bussystems2002.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy.

International Energy Agency. 2006. Energy Technology Perspectives 2006

International Energy Agency. 2008. Energy Technology Perspectives 2008

Kahn Ribeiro, S., Kobayashi, S., Beuthe, M., Gasca, J., Greene, D., Lee, D. S., Muromachi, Y., Newton, P. J., Plotkin, S., Sperling, D., Wit, R., Zhou, P. J. 2007. Transport and its infrastructure. *In* Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Pongthanaisawan, J., Sorapipatana, C. and Limmeechokchai, B. 2007. Road Transport Demand Analysis and Energy Saving Potentials in Thailand. Asian Journal of Energy and Environment, Vol. 8, Issue 1 and 2: pp.49-72.

Pongthanaisawan, J. and Sorapipatana, C. 2010a. “Relationship between level of economic development and motorcycle and car ownerships and their impacts on fuel consumption and greenhouse gas emission in Thailand. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 14, Issue 9, December 2010: Pages 2966-2975.

Pongthanaisawan, J. and Sorapipatana, C. 2010b. Greenhouse Gas Emissions from Thailand’s Transport Sector: Trends and Mitigation Options. International Conference on Applied Energy (ICAE) 2010 - Energy Solutions for a Sustainable World, Singapore.

Santhosh, K. K. 2010. Bangkok Rapid Transit (BRT) system of Bangkok, Thailand: A Short Survey

Sirindhorn International Institute of Technology. 2010. Low-carbon Society Vision 2030: Thailand. (Online). Available URL: http://2050.nies.go.jp/LCS/eng/asia.html

Wrigth, L. 2004. Bus Rapid Transit Planning Guide. GTZ, Eschborn, Germany.

World Resource Institute. 2010. Climate Analysis Indicators Tools. (Online). Available URL: http://cait.wri.org/

2.3 สาขาอาคารและที่พักอาศัย

ศ.ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์

วิธีอ้างอิง

สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาอาคารและที่พักอาศัย*. ใน: *รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- การปรับเปลี่ยนเศรษฐกิจและสังคมในประเทศไทยในระยะอันใกล้ข้างหน้าจะทำให้จำนวนผู้อยู่อาศัยในเขตเมืองเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 60 ของทั้งหมดจากร้อยละ 40 ในปัจจุบัน อาคารธุรกิจ และอาคารที่อยู่อาศัยจะเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก การใช้ฟ้าในอาคารโดยรวมจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าครึ่งของปัจจุบันใน 20 ปีข้างหน้า ถ้าหากปล่อยการพัฒนาการเป็นไปโดยไม่มีการแทรกแทรงโดยรัฐ
- ชีวิตความเป็นอยู่ของผู้คนในเมืองทำให้การใช้พลังงานต่อคนสูงกว่าการใช้ของคนนอกเมือง และมีการปรับเปลี่ยนความเป็นอยู่ไปสู่การใช้ไฟฟ้าในกิจกรรมต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การใช้พลังงานหมุนเวียนในอาคารเช่น ถ่านไม้ที่ใช้ประกอบอาหารจะลดลง
- อาคารธุรกิจมีขนาดใหญ่และใช้พลังงานในระดับสูง ภาคธุรกิจและที่พักอาศัยใช้ไฟฟ้าเป็นร้อยละ 54 ของที่ใช้ทั้งหมดในประเทศ และสัดส่วนนี้จะเพิ่มขึ้นตามแนวโน้มที่เกิดขึ้นในประเทศอื่นๆ เช่น สิงคโปร์ และมาเลเซีย
- ประเทศไทยเพิ่งมีประสบการณ์การใช้ระบบปรับอากาศ และสร้างอาคารที่ใช้วัสดุก่อสร้างที่ผลิตขึ้นจากอุตสาหกรรมเมื่อประมาณ 50 ปีที่แล้ว เทคโนโลยีการออกแบบอาคารที่ใช้เป็นเทคโนโลยีที่ถ่ายทอดจากประเทศในแถบอากาศเย็นและต้องทำความอุ่น และเป็นเทคโนโลยีที่อาจไม่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศร้อน
- ปัจจุบันยังมีความไม่เข้าใจสาระและวิธีการออกแบบและการอนุรักษ์พลังงานสำหรับอาคารอยู่มาก และยังมีอุปสรรคอีกมากทั้งในแง่มุมของเทคโนโลยี และในแง่มุมของการกำหนดนโยบายและการบริหาร การปฏิบัติการตามนโยบายอนุรักษ์พลังงาน
- การอนุรักษ์พลังงานไม่ได้ให้รายได้แก่ผู้ปฏิบัติ ซึ่งแตกต่างจากการสร้างระบบพลังงานหมุนเวียนที่สามารถขายพลังงานเป็นรายได้เช่นเดียวกับธุรกิจและอุตสาหกรรมอื่นๆ ดังนั้นทั้งผู้ใช้พลังงานและผู้กำหนดนโยบายจึงให้ความสำคัญต่อพลังงานหมุนเวียน (ที่ใช้ผลิตไฟฟ้า) มากกว่าการอนุรักษ์พลังงาน
- อาคารหลังหนึ่งๆ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ และอุปกรณ์ที่มีผลต่อการใช้พลังงานโดยตรง และโดยทางอ้อมจำนวนมาก ปัญหาสำคัญประการหนึ่งคือ การขาดการเชื่อมโยงที่ชัดเจนระหว่างสมรรถนะพลังงานของการใช้พลังงานเพื่ออุปสงค์ (end-use) หนึ่งๆหรือองค์ประกอบแต่ละส่วนของอาคารต่อการใช้พลังงานโดยรวมของอาคาร ดังนั้นการออกแบบอาคารอนุรักษ์พลังงานหรือการลงทุนเพื่อปรับปรุงอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานมักให้ความสำคัญต่ออุปกรณ์ เช่น เครื่องปรับอากาศ และหลอดไฟฟ้า แต่ไม่ได้ให้ความสำคัญต่อตัวอาคารเองหรือวิธีการที่ก่อให้เกิดการใช้พลังงานในอาคาร
- สังคมไทยในปัจจุบันเชื่อว่าการทำความเย็นในอาคารเพื่อความสบายเชิงอุณหภาพเป็นเรื่องจำเป็น ดังนั้นอาคารในอนาคตจะต้องมีระบบที่สร้างความสบายเชิงอุณหภาพในระดับที่ยอมรับได้ และการทำความเย็นในรูปแบบใดแบบหนึ่งจึงมีความจำเป็น
- ประเทศไทยมีแสงธรรมชาติที่มีระดับสูงและมีตลอดทั้งปี แต่อาคารปัจจุบันกลับปิดไม่ให้แสงธรรมชาติเข้า โดยมีความเชื่อว่าแสงธรรมชาติไม่มีคุณภาพที่ดีเพียงพอและก่อให้เกิดภาระแก่ระบบปรับอากาศสูงกว่าแสงสว่างจากไฟฟ้า
- ปัญหาและอุปสรรคของแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอาคารและครัวเรือน สามารถสรุปได้ดังนี้

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปัญหาและอุปสรรค	
	ด้านเทคนิค	ด้านการบริหารจัดการ
การปรับปรุงเทคโนโลยีผนังอาคาร และรูปทรงอาคารให้มีความเหมะสมกับภูมิอากาศเมืองร้อนมากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน	ผนังของอาคารปัจจุบันที่มีการปรับอากาศเป็นผนังหนักที่ไม่เหมาะกับภูมิอากาศร้อน และอาคารมักไม่มีอุปกรณ์บังแดด การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึกเกี่ยวกับผนังอาคารสำหรับอาคารที่ใช้งานต่างๆที่เหมาะกับสภาพของแต่ละภูมิภาค โดยพิจารณาร่วมกับการใช้อุปกรณ์บังแดดชนิดต่างๆ	การอนุรักษ์พลังงาน และการเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้พลังงานในอาคารและครัวเรือนของประเทศไทย ยังประสบผล สำเร็จน้อย องค์กรที่จะทำให้การกำหนดนโยบายและบริหารงานอย่างได้ผลยัง ขาดแคลนและไม่ลงตัว การจัดองค์กรบริหารยังไม่เหมาะสม ยังไม่มีแนวทางการกำหนดนโยบายและบริหารงานเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เหมาะสม ควรมีการวิจัยเชิงนโยบาย เพื่อเสนอการจัดระบบองค์กร (รวมถึงการจัดตั้งองค์กรใหม่) การกำหนดหน้าที่องค์กร และการกำหนดนโยบายและเป้าหมายการอนุรักษ์พลังงานที่ชัดเจน และการบริหารงานอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจังและต่อเนื่อง
การเพิ่มประสิทธิภาพของการทำความเย็นในอาคารเพื่อความสบายเชิงอุณหภาพ	ปัจจุบันมีแนวโน้มว่า จะมีการใช้เครื่องและระบบปรับอากาศเพื่อสร้างความสบายเชิงอุณหภาพเพิ่มขึ้นเรื่อยๆในอาคารทุกประเภทในอัตราที่สูง การใช้พลังงานเพื่อปรับอากาศในปัจจุบัน สูงเป็นครึ่งหนึ่งหรือมากกว่าของความต้องการใช้พลังงานในอาคาร การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึก เพื่อพัฒนาระบบทำความเย็นเพื่อสร้างความสบายที่สอดคล้องกับสภาพความเป็นอยู่ของคนไทยภายใต้ภูมิอากาศของแต่ละภูมิภาคอย่างมีประสิทธิภาพ โดยควรพิจารณาระบบที่ใช้พลังงานหมุนเวียนเช่น พลังงานรังสีอาทิตย์เป็นพลังงานร่วม	
การเพิ่มประสิทธิภาพของการส่องสว่างในอาคาร	ปัจจุบัน อาคารที่ปรับอากาศมักใช้ไฟฟ้าให้แสงสว่างภาระไฟฟ้าที่ใช้เพื่อให้แสงสว่างคิดเป็น 20% ของไฟฟ้าที่ใช้ทั้งหมดในอาคาร การพัฒนาองค์ความรู้ในระดับลึกเกี่ยวกับการส่องสว่างในตัวอาคารที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับการใช้แสงธรรมชาติส่องสว่าง	
การเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานในการประกอบอาหาร จากแหล่งพลังงานหมุนเวียนให้สูงขึ้น	ปัจจุบัน สังคมไทยกำลังปรับเปลี่ยนไปใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลโดยเฉพาะไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบอาหาร แทนพลังงานหมุนเวียน การพัฒนาองค์ความรู้ของวิธีประกอบอาหารและอุปกรณ์ (เตา กระทะ และหม้อ) ที่ใช้เชื้อเพลิงที่ผลิตจากพลังงานหมุนเวียน	
การส่งเสริมการผลิตน้ำร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อทำความสะอาดร่างกาย (อาบ)	มีแนวโน้มว่าผู้ที่ใช้เครื่องปรับอากาศ และผู้สูงอายุใช้เครื่องทำน้ำร้อนไฟฟ้าเพื่อใช้อาบเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ การพัฒนาองค์ความรู้การใช้พลังงานจากรังสีอาทิตย์เพื่อผลิตน้ำร้อนร่วมกับการทำความเย็น	

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตภูมิอากาศแบบร้อนชื้นที่รังสีอาทิตย์มีความเข้มสูงตลอดปี ขณะที่ความเร็วลมต่ำ สำหรับอาคารขนาดใหญ่ หากไม่มีการปรับอากาศแล้วอุณหภูมิของอากาศในอาคารมักค่อนข้างสูง เนื่องจากการระบายอากาศโดยธรรมชาติทำได้ยาก

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา อาคารในประเทศไทยเริ่มใช้เครื่องปรับอากาศเพื่อสร้างสภาวะสบาย (thermal comfort) การใช้เครื่องปรับอากาศเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง สอดคล้องกับรายได้ของประชาชนที่มากขึ้น สำหรับอาคารปรับอากาศ รังสีอาทิตย์ คือ ปัจจัยหลักที่ขับเคลื่อนให้เกิดการถ่ายเทความร้อนผ่านกรอบอาคาร ซึ่งก่อให้เกิดเป็นภาระความร้อนหลักของเครื่องปรับอากาศ

การปรับอากาศในอาคารขนาดใหญ่เข้าสู่สภาวะอิ่มตัวแล้ว คือ มีการปรับอากาศในพื้นที่ใช้สอยในอาคารเหล่านี้ การใช้ไฟฟ้าในการปรับอากาศประกอบเป็นสัดส่วนประมาณครึ่งหนึ่งของการใช้ไฟฟ้าในอาคารหนึ่งๆ แต่ในอาคารขนาดใหญ่ยังมีการใช้พลังงานในการส่องสว่าง ในอุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบอำนวยความสะดวก ในการปรุงอาหาร และในการทำน้ำร้อนอีกด้วย แหล่งพลังงานหลักที่ใช้ในอาคารขนาดใหญ่คือไฟฟ้าซึ่งในประเทศไทยใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นหลักในการผลิต ดังนั้นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้พลังงานจึงไม่สูงนัก ถึงแม้จะคาดกันว่าจะมีการเติบโตในภาคธุรกิจสูงและจำนวนอาคารขนาดใหญ่จะเพิ่มตามเป็นสัดส่วนเดียวกันการเติบโตทางเศรษฐกิจแต่ศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงพลังงานของอาคารมีอยู่สูงเช่นกันและอาจส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มจากระดับปัจจุบันไม่มากนัก

ในกรณีของบ้านอยู่อาศัย บ้านที่ปรับอากาศยังมีจำนวนน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนบ้านอยู่อาศัยทั้งหมด แต่ในบ้านอยู่อาศัยที่มีการปรับอากาศ ไฟฟ้าที่ใช้เพื่อการปรับอากาศมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 70 ของปริมาณไฟฟ้าทั้งหมดที่ใช้ในบ้านนั้น การศึกษาที่ผ่านมาแสดงนัยว่ามีการทำน้ำร้อนเพื่อใช้อาบชำระตัวเพิ่มขึ้น แต่การใช้ไฟฟ้าเพื่อส่องสว่าง เพื่อบันเทิง และเพื่อความสะดวกสบายอื่นๆน่าจะใกล้จุดอิ่มตัวแล้ว ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงประกอบอาหารมีค่าสูงกว่าปริมาณที่ปล่อยสืบเนื่องจากกิจกรรมอื่นในบ้านอยู่อาศัยมาก จำนวนครัวเรือนในเขตเทศบาลกำลังเพิ่มขึ้นจนคาดว่าในอนาคตอันใกล้จำนวนครัวเรือนในเขตเทศบาลจะสูงกว่าจำนวนครัวเรือนนอกเขตเทศบาล การเปลี่ยนแปลงเช่นนี้จะส่งผลให้ความต้องการใช้เชื้อเพลิงประกอบอาหารโดยรวมลดลง ดังนั้นหากมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้ไฟฟ้าโดยเฉพาะในการปรับอากาศและทำน้ำร้อนเพื่อใช้อาบ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการใช้พลังงานอาจไม่เพิ่มจากปัจจุบันมากนักก็ได้

2.3.1 องค์ประกอบของก๊าซที่ปล่อยจากการใช้เชื้อเพลิงและชนิดและสัดส่วนของเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะเป็นการนำเสนอค่าองค์ประกอบของก๊าซที่ปล่อยจากการใช้เชื้อเพลิง (reference emission factors) เพื่อที่จะใช้เป็นค่าอ้างอิงเมื่อพิจารณาการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงในอาคาร นอกจากนี้ ไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารในประเทศไทยผลิตจากเชื้อเพลิงและแหล่งพลังงานอื่นๆ ชนิดและสัดส่วนของเชื้อเพลิงพลังงาน (electricity generation mix) ที่ใช้และที่กำหนดว่าจะใช้มีปรากฏในแผนพัฒนาระบบไฟฟ้าฉบับ พ.ศ.2553 (Power Development Plan 2010) ข้อมูลดังกล่าวจะใช้ในการคำนวณผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซอื่นๆ สืบเนื่องจากการใช้ไฟฟ้าในอาคารในตอนต่อไป

2.3.1.1 องค์ประกอบของก๊าซที่ปล่อยจากการใช้เชื้อเพลิง

ตารางที่ 2.2 ในเอกสารอ้างอิง อ้างในถึงคู่มือการจัดทำบัญชีฯ IPCC 1996 แสดงค่าองค์ประกอบของการปล่อยของเชื้อเพลิงที่จะกล่าวถึงในรายงานนี้ แต่ในตารางดังกล่าวไม่ปรากฏค่าการปล่อยของก๊าซหุงต้ม (LPG) ตารางที่ 2.3.1 แสดงองค์ประกอบการปล่อยก๊าซที่ใช้ในรายงานนี้

ตารางที่ 2.3.1 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และอื่นๆ ที่ปล่อยจากการใช้เชื้อเพลิงชนิดต่างๆ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

เชื้อเพลิง	หน่วยกายภาพ	TOE	TJ	ประเภทและปริมาณก๊าซที่ปล่อย					
				CO_2	CH_4	N_2O	NOX	CO	NMVOC
				ton, C	kg	kg	kg	kg	kg
ก๊าซธรรมชาติ	Mcf	24.2	1.0	15.6	1.02	0.102	153	20.4	5.1
น้ำมันเตา	Ml	941.2	39.8	839.1	119.3	23.9	7954.0	596.6	198.9
น้ำมันดีเซล	Ml	862.0	36.4	735.7	109.3	21.9	7284.0	546.3	182.1
ถ่านลิกไนท์	Mkg	247.7	10.5	289.0	10.5	14.7	3141.0	209.4	52.4
ถ่านหิน	Mkg	624.2	26.0	696.8	26.0	36.4	7800.0	520.0	130.0
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	Mkg	1166.9	49.3	789.4	44.4	199.8	3174.1	435.0	117.6
ถ่านไม้	Mkg	683.6	28.9	745.1	28.9	40.4	8664.0	577.6	144.4
ฟืน	Mkg	378.5	16.0	478.1	479.7	64.0	1599.0	15990.0	799.5

หมายเหตุ ในสดมภ์ของ CO_2 ค่าที่แสดงคือ ปริมาณคาร์บอน ถ้าหากต้องการทราบค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ให้คูณค่าในตารางด้วย $\frac{44}{12}$ รายงานนี้แสดงปริมาณคาร์บอนในทุกกรณีที่อ้างถึงก๊าซเรือนกระจก

ค่าการปล่อยของก๊าซหุงต้มที่ใช้ในรายงานนี้ใช้ค่าการปล่อยของโพรเพน (propane) และบิวเทน (butane) จากเอกสารอ้างอิง โดยใช้ส่วนผสมโพรเพนร้อยละ 70 และบิวเทนร้อยละ 30

2.3.1.2 ชนิดและสัดส่วนของเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้าและก๊าซที่ปล่อย

ตารางที่ 2.3.2 แสดงปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ.2573 ที่กำหนดในแผนพัฒนาระบบไฟฟ้า พ.ศ.2553

ตารางที่ 2.3.2 ปริมาณเชื้อเพลิงเชิงพาณิชย์ที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2573 (คณะอนุกรรมการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า 2553)

เชื้อเพลิง	ปี พศ. 2553			ปี พศ. 2573		
	หน่วยกายภาพ	kTOE	GWh	หน่วยกายภาพ	kTOE	GWh
ก๊าซธรรมชาติ, Mcfd	1,986	17,528	104,217	1,637	14,448	86,158
น้ำมันเตา, Ml	227	214	910			
น้ำมันดีเซล, Ml	26	22	112	6	5	21
ลิกไนท์, Mkg	15,940	3,948	16,359	6,920	1,714	8,522
ถ่านหิน, Mkg	3,650	2,278	12,320	26,600	16,603	73,368
รวม		23,990	152,954		32,770	347,948
เทียบเป็น, kTOE/GWh		0.15685			0.094181	

รายการของเชื้อเพลิงในตารางไม่นับรวมการผลิตไฟฟ้าจากพลังน้ำ พลังงานหมุนเวียน พลังงานจากขยะ พลังงานจากมูลสัตว์และพลังงานนิวเคลียร์ ในแผนจะมีโรงไฟฟ้าพลังงานนิวเคลียร์จำนวนห้าโรงในปี พ.ศ.2573

ตารางที่ 2.3.3 แสดงประเภทและปริมาณก๊าซที่ปล่อยสืบเนื่องจากการผลิตไฟฟ้าหนึ่งล้านหน่วย ปริมาณที่ได้นับรวมปริมาณไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั้งหมด แต่ปริมาณก๊าซที่ปล่อยคำนวณจากประเภทและปริมาณเชื้อเพลิงที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.2 เท่านั้น ถ้าหากเชื้อเพลิงและแหล่งพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้าเป็นไปตามแผน ปริมาณก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วยไฟฟ้าที่ใช้ในประเทศไทยจะมีค่าต่ำกว่าปัจจุบันอย่างมีนัยสำคัญ โดยที่ปริมาณที่ปล่อยในปีปัจจุบันก็นับว่าต่ำอยู่แล้ว

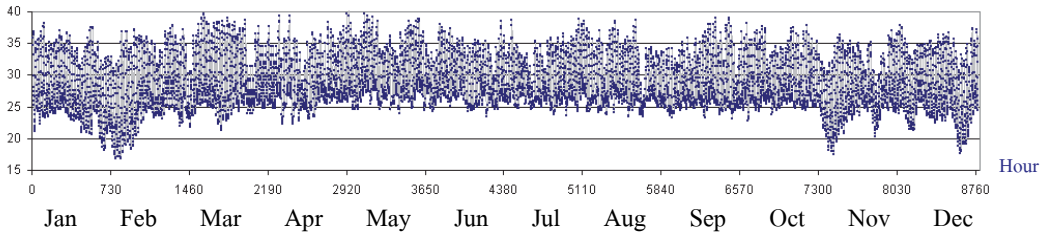
ตารางที่ 2.3.3 ประเภทและปริมาณก๊าซที่ปล่อยสืบเนื่องจากการผลิตไฟฟ้าหนึ่งล้านหน่วย (1 GWh) ในปี พ.ศ. 2553 และ พ.ศ. 2573

ประเภทของเชื้อเพลิง	ประเภทและปริมาณก๊าซที่ปล่อยต่อหนึ่งล้านหน่วยไฟฟ้าที่ผลิต					
	CO_2 ตันคาร์บอน	CH_4 กิโลกรัม	N_2O กิโลกรัม	NOX กิโลกรัม	CO กิโลกรัม	NMVOC กิโลกรัม
ปี พ.ศ.2553						
ก๊าซธรรมชาติ	73.96	4.83	0.48	725.11	96.68	24.17
น้ำมันเตา	1.2454	0.1771	0.0354	11.8046	0.8853	0.2951
น้ำมันดีเซล	0.1238	0.0184	0.0037	1.2258	0.0919	0.0306
ถ่านลิกไนท์	30.12	1.09	1.53	327.34	21.82	5.46
ถ่านหิน	16.63	0.62	0.87	186.13	12.41	3.10
รวม	122.07	6.74	2.92	1251.61	131.89	33.05
ปี พ.ศ.2573						
ก๊าซธรรมชาติ	26.80	1.75	0.18	262.74	35.03	8.76
น้ำมันเตา	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
น้ำมันดีเซล	0.0118	0.0018	0.0004	0.1172	0.0088	0.0029
ถ่านลิกไนท์	7.25	0.47	0.05	71.05	9.47	2.37
ถ่านหิน	53.27	1.99	2.78	596.30	39.75	9.94
รวม	87.33	4.21	3.01	930.20	84.27	21.07

2.3.2 สภาพภูมิอากาศและผลต่อการใช้พลังงานในอาคาร

ในอดีต บ้านถูกสร้างให้มีลักษณะและรูปทรงที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศของท้องถิ่น อาคารในประเทศไทยก่อนที่จะมีการปรับอากาศ ถูกออกแบบให้มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติ มีการหมุนเวียนอากาศดี อย่างไรก็ตาม เมื่อวิศวกรและสถาปนิกไทยได้เรียนรู้และนำแนวคิดของการสร้างสภาวะสบายโดยเทคโนโลยีการปรับอากาศจากประเทศที่มีภูมิอากาศแบบอบอุ่นและค่อนข้างเย็น การออกแบบอาคารจึงมักไม่เอื้อให้มีการระบายอากาศโดยธรรมชาติ ส่งผลให้อาคารปัจจุบันทั้งหมดจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าในการปรับอากาศและการระบายอากาศ

รูปที่ 2.3.1 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในรอบปีในพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย ในแต่ละวันอุณหภูมิอากาศจะแปรระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส ยกเว้นในช่วงอากาศเย็นระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม อย่างไรก็ตาม ความชื้นของอากาศจะสูงตลอดทั้งปี อุณหภูมิท้องฟ้าสูงกว่า 20 องศาเซลเซียส และมีระดับใกล้เคียงกันระดับอากาศบนพื้นดิน อุณหภูมิของดินที่ความลึกไม่มากมีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่



รูปที่ 2.3.1 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศในรอบปีของพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย (Chirarattananon and Hien, 2011)

- *อาคารและบ้านอยู่อาศัยในอดีต*

บ้านไทยในอดีตสร้างจากวัสดุที่มีมวลอุณหภาพ (thermal mass) ต่ำ มีการบังแดดและการระบายอากาศที่ดี ทำให้อุณหภูมิในบ้านไม่แตกต่างจากอุณหภูมิอากาศภายนอกและมีสภาพเย็นสบายในช่วงหัวค่ำและกลางคืน ลักษณะเหล่านี้สังเกตได้จากบ้านเดี่ยวและอาคารที่ทำการของหน่วยงานของรัฐ เช่น ศาลากลางจังหวัด ในชนบท บ้านเช่นนั้นมีผนังที่ทำจากแผ่นไม้และหลังคามุงด้วยใบจาก อาคารศาลากลางจังหวัดมีลักษณะแคบซึ่งผนังที่ติดกันและที่อยู่ตรงข้ามกันมีหน้าต่างจำนวนมาก เพื่อให้การระบายอากาศดีและเป็นไปโดยธรรมชาติ ทั้งหมดนี้แตกต่างไปจากบ้านที่อยู่ในภูมิอากาศแบบอบอุ่นและเย็นหรือแถบทะเลทราย ซึ่งใช้มวลอุณหภาพสูงของผนังบรรเทาความผันผวนของสภาพอากาศ และหน่วงความเย็นของกลางคืนมาใช้ในเวลากลางวัน

- *อาคารและบ้านอยู่อาศัยสมัยใหม่*

อาคารที่มีขนาดใหญ่สมัยใหม่นิยมใช้หน้าต่างกระจกที่มีขนาดใหญ่และไม่สามารถเปิดได้ มีพื้นที่ใช้สอยในแต่ละชั้นมาก อาคารลักษณะนี้จำเป็นต้องปรับอากาศเพื่อให้เกิดสภาวะสบาย แสงสว่างที่ใช้ภายในอาคารทั้งหมดมาจากหลอดไฟฟ้าประดิษฐ์ อีกทั้งจำเป็นต้องเปิดไฟฟ้าแสงสว่างอยู่ตลอดเวลา กระจกที่ใช้กับอาคารปกติแล้วเป็นกระจกสะท้อนความร้อน กระจกชนิดนี้สะท้อนทั้งแสงและรังสีอาทิตย์ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้น แม้ในช่วงกลางวันที่มีแสงธรรมชาติมาก ก็ไม่สามารถนำแสงเหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ได้ อาคารเหล่านี้แม้มีการปรับอากาศทั้งหลัง แต่ก็ไม่มีการติดฉนวนเพื่อลดการถ่ายเทความร้อนเข้าสู่อาคาร

บ้านอยู่อาศัยสมัยใหม่สร้างด้วยคอนกรีตที่มีมวลอุณหภาพสูงกว่าวัสดุที่ใช้ในอดีต มีการสร้างบ้านแฝดและทาวน์เฮ้าส์ บ้านเดี่ยวก็สร้างใกล้กันจนบังลมกัน ดังนั้น การระบายความร้อนโดยการระบายอากาศโดยธรรมชาติไม่ได้ผล ประกอบกับสภาพการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนไป การปรับอากาศเพื่อความสบายจึงมีความแพร่หลายจนกลายเป็นความจำเป็น โดยเฉพาะเพื่อให้นอนหลับสบาย เจ้าของบ้านที่มีฐานะดีจะติดตั้งและใช้เครื่องอากาศในห้องนอนและห้องอื่นๆ ผู้มีรายได้รองลงมาอาจติดตั้งเครื่องปรับอากาศและใช้เฉพาะในห้องนอนเท่านั้น ผู้มีรายได้น้อยก็ใช้พัดลมระบายความร้อน เมื่อรายได้ของประชากรไทยสูงขึ้นสัดส่วนของบ้านอยู่อาศัยที่มีการปรับอากาศก็มีมากขึ้น นอกจากการปรับอากาศแล้วยังพบว่ามีการใช้ไฟฟ้าทำน้ำร้อนเพื่อใช้อาบและหันมาใช้ไฟฟ้าสำหรับประกอบอาหารมากขึ้น

2.3.3 สถานภาพและแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของอาคารขนาดใหญ่

อาคารขนาดใหญ่ในที่นี้หมายถึง อาคารที่ใช้พลังไฟฟ้าเกินกว่า 30 กิโลวัตต์ไฟฟ้าขึ้นไปและจัดว่าเป็นผู้ใช้ไฟฟ้าขนาดกลางและใหญ่ของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย อาคารเหล่านี้มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 500 ตารางเมตรขึ้นไป การไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายจำแนกลูกค้ากลุ่มนี้ตามรหัสมาตรฐานอุตสาหกรรม (Thai Standard Industrial Classification, TSIC) เป็นหลายรหัส ในรายงานนี้คัดเลือกมาเป็น 8 กลุ่ม อาคารเหล่านี้ใช้เป็นที่ประกอบธุรกิจและมีการปรับอากาศในระดับที่ใกล้จะอิ่มตัว

2.3.3.1 สมรรถนะพลังงานของอาคาร

วิกฤตการณ์น้ำมันครั้งแรกในปี พ.ศ. 2516 เป็นช่วงที่อาคารของไทยเริ่มมีการปรับอากาศ การสอนวิธีคำนวณและการออกแบบระบบปรับอากาศเพื่อความสบายมีขึ้นอย่างกว้างขวางในสถาบันการศึกษาระดับอุดมศึกษา การปรับอากาศเป็นที่ยอมรับด้วยเหตุที่ว่าสามารถทำให้ผู้ใช้อาคารมีสมาธิในการทำงานดีขึ้น ประสิทธิภาพสูงขึ้น และทำงานได้ยาวนานขึ้น ในช่วงปลายคริตส์ทศวรรษ 1980 เริ่มมีการศึกษาด้านการอนุรักษ์พลังงานในอาคาร และผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า

- ระบบปรับอากาศมีสัดส่วนการใช้ไฟฟ้าประมาณร้อยละ 60 ของการใช้ไฟฟ้ารวมของทั้งอาคาร โดยระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20
- ภาระการปรับอากาศของอาคารเป็นผลจากความร้อนถ่ายเทผ่านกรอบอาคารร้อยละ 60 และจากไฟฟ้าแสงสว่างร้อยละ 20

ผลจากการศึกษาข้างต้นทำให้มีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำสำหรับอาคารในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปี พ.ศ. 2535 ซึ่งเกณฑ์เหล่านี้ครอบคลุมถึง

- ระบบกรอบอาคาร
- ระบบปรับอากาศ และ
- ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการกำหนดสมรรถนะพลังงานของกรอบอาคารของประเทศไทย คือ ค่า OTTV (Overall Thermal Transfer Value) โดยระบบปรับอากาศและระบบไฟฟ้าแสงสว่างใช้ค่า COP (Coefficient of Performance หรือสัมประสิทธิ์สมรรถนะ) และ LPD (Light Power Density หรือกำลังงานไฟฟ้าต่อพื้นที่) เป็นตัววัดสมรรถนะของระบบ

ภายหลังการบังคับใช้เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำกับอาคารมากว่า 10 ปี ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงเกณฑ์ดังกล่าวอีกครั้ง โดยจัดทำแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2550 ตารางที่ 2.3.4 แสดงค่าเกณฑ์มาตรฐานภายหลังการปรับปรุงในครั้งนี้ นอกจากการปรับค่าเกณฑ์ต่างๆ ให้เข้มงวดขึ้น สอดคล้องกับเทคโนโลยีที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ยังมีการพัฒนาสมการพลังงาน (energy equation) เพื่อใช้ประเมินการใช้ไฟฟ้าของอาคาร ปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่ประเมินนี้สัมพันธ์โดยตรงกับประสิทธิภาพพลังงานของแต่ละระบบอาคาร การศึกษาวิจัยในช่วงของการปรับปรุงเกณฑ์ใหม่ได้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การเลือกใช้ระบบอาคารที่มีประสิทธิภาพพลังงานต่ำจะมีค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรที่สูง เมื่อเทียบกับอาคารที่มีระบบอาคารที่มีสมรรถนะดี

ตารางที่ 2.3.4 เกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานอาคารของประเทศไทย

ระบบ	ค่าสมรรถนะขั้นต่ำ
กรอบอาคาร	OTTV < 50 $W_{th}.m^{-2}$ (พื้นที่ผนัง)
	RTTV < 15 $W_{th}.m^{-2}$ (พื้นที่หลังคา)
ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง	LPD < 14 $W_e.m^{-2}$ (พื้นที่ใช้สอย)
ระบบปรับอากาศขนาดเล็ก	
เครื่องปรับอากาศ (เล็กกว่า 1 ตัน)	EER > 9.62
ระบบปรับอากาศขนาดใหญ่	
เครื่องทำน้ำเย็น	COP > 5.87 (< 0.62 $kW.RFT^{-1}$)
ส่วนอื่นๆ ของระบบปรับอากาศ	COP > 7.03 (< 0.5 $kW.RFT^{-1}$)
ระบบทั้งหมด	COP > 3.20 (< 1.12 $kW.RFT^{-1}$)

ค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักร (Life Cycle Cost, LCC) ถูกนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์และกำหนดค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานของระบบอาคาร ค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรเป็นตัวชี้วัดทางเศรษฐศาสตร์สำหรับประเมินความเหมาะสมของโครงการ ค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรประกอบด้วย ต้นทุน ค่าดำเนินการ ค่าพลังงาน ค่าซ่อมบำรุง รวมถึงมูลค่าซากของระบบ ในกระบวนการวิเคราะห์ ค่าใช้จ่ายซึ่งเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันจะถูกแปลงเป็นมูลค่าปัจจุบัน (Present value) โดยคำนึงถึงมูลค่าของเงินที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ราคาไฟฟ้าและค่าแรงงานที่เพิ่มขึ้น ดังนั้น การวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรจึงมีความเหมาะสำหรับประกอบการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของอาคารขนาดใหญ่ที่เป็นอาคารที่ใช้โดยสาธารณะ

2.3.3.2 การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรของอาคารที่มีประสิทธิภาพพลังงานระดับต่าง ๆ

ในที่นี้ จะได้แสดงผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรของอาคารที่มีประสิทธิภาพต่างๆ กัน การวิเคราะห์นี้ใช้อาคารสำนักงานสูง 5 ชั้น เป็นตัวอย่าง รายละเอียดต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2 ตัวเลขในตารางแสดงผลเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรของทุกระบบสำหรับอาคารที่มีลักษณะต่างๆ ดังนี้

กรณี REF ค่าประสิทธิภาพพลังงานของระบบระดับอ้างอิงซึ่งเป็นค่าที่คัดจากฐานข้อมูลการตรวจวิเคราะห์ประสิทธิภาพพลังงานของอาคารควบคุมที่จัดทำโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีของอาคารนี้เท่ากับ 219 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี (Chirarattanon et al., 2010)

กรณี BEC ค่าประสิทธิภาพของระบบอาคารทั้งหมดจะเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำพอดีตามกฎกระทรวงที่ออกภายใต้พรบ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ผลจากการประเมินพบว่า ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีของอาคารนี้เท่ากับ 175 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 80 ของระดับอ้างอิง ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างเกณฑ์ดังกล่าวสำหรับอาคารสำนักงาน

กรณี HEPS อาคารจะมีค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรต่ำกว่ากรณี BEC อย่างไรก็ตาม ยังไม่ใช่อาคารที่มีค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรต่ำที่สุด อาคารกลุ่มนี้ประเมินได้ว่ามีปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ต่อปีของอาคารนี้เท่ากับ 141 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 60 ของระดับอ้างอิง

กรณี ECON เป็นกรณีที่อาคารจะมีค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรต่ำลงไปอีก เมื่อเทคโนโลยีการออกแบบและก่อสร้างอาคารได้รับการปรับปรุงในอนาคตอันใกล้ เช่น 5 ปีข้างหน้า อาคารกลุ่มนี้ประเมินได้ว่ามีปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อปีของอาคารนี้เท่ากับ 82 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของระดับอ้างอิง

กรณี ZEB เป็นกรณีที่อาคารมีการใช้พลังงานเป็นศูนย์หรือต่ำมาก (Zero Energy Building) กรณีนี้คำนวณโดยอาศัยสมการคณิตศาสตร์ซึ่งพบว่าการใช้ไฟฟ้าของอาคารเท่ากับ 55 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี หรือคิด

เป็นร้อยละ 20 ของระดับอ้างอิง อย่างไรก็ตาม หากมีการผลิตไฟฟ้าจากระบบเซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งตั้งอยู่บนหลังคาอาคาร การใช้พลังงานสุทธิจะเท่ากับ 27 กิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อปี

อาคารที่มีประสิทธิภาพพลังงานสูงต้องประกอบด้วยระบบผนังอาคาร ระบบปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพสูง การใช้แสงธรรมชาติส่องสว่างในอาคารในระดับที่เหมาะสมจะลดการใช้ไฟฟ้าส่องสว่าง ลดภาระการปรับอากาศ และลดปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในการปรับอากาศเป็นลูกโซ่ต่อเนื่องกัน

อาคารที่มีการใช้พลังงานเป็นศูนย์ (Zero Energy Building หรือ Net Zero Energy Building) เป็นศัพท์ทั่วไปที่ใช้กับอาคารหลังหนึ่งๆ ที่มีการใช้พลังงานสุทธิเป็นศูนย์ หรือมีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศเป็นศูนย์ การพัฒนาอาคารลักษณะนี้เป็นมีความเป็นไปได้สูงขึ้นเรื่อยๆ จากการพัฒนาเทคโนโลยีที่ขั้นสูง และการวิจัยเชิงวิชาการ ในปัจจุบันอาคารลักษณะนี้อาจยังไม่สามารถแสดงได้ว่ามีความคุ้มค่าต่อการลงทุน แต่มีการก่อสร้างเป็นอาคารสาธิตเพื่อแสดงความเป็นไปได้เชิงเทคโนโลยี

ตารางที่ 2.3.5 สมรรถนะของระบบอาคารและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ระบบหรืออุปกรณ์	REF	BEC	HEPS	ECON	ZEB
กรอบอาคาร					
OTTV	61.4	50	30	20	15
RTTV	29.1	15	15	12	10
LCC ของผนัง ($B.m^{-2}$ wall.Y^{-1})	288	274	252	230	-
การปรับอากาศ					
COP ของระบบ ($kW.RFT^{-1}$)	2.21	3.13	3.64	4.42	5.98
LCC ($B.m^{-2}$ floor.Y^{-1})	(1.59)	(1.12)	(0.97)	(0.8)	(0.59)
	321	304	291	296	-
ระบบแสงสว่าง					
LPD ในพื้นที่ปรับอากาศ (Wm^{-2})	20	14	9	6	1
LCC ($B.m^{-2}$ floor.Y^{-1})	160	140	80	58	?
LPD ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ (Wm^{-2})	10	8	6	4	1
อุปกรณ์ไฟฟ้า					
EQD ในพื้นที่ปรับอากาศ (Wm^{-2})	45	45	45	25	20
EQD ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ (Wm^{-2})	10	10	10	5	4
ผู้ใช้อาคาร					
ภาระความร้อนจากผู้ใช้อาคาร (Wm^{-2})	10	10	10	10	10
การระบายอากาศ ($l.m^{-2}.s^{-1}$)	0.75	0.75	0.75	0.5	0.5
การใช้ไฟฟ้าช่วงกลางคืนหรือเพื่อความปลอดภัย					
แสงสว่าง (Wm^{-2})	2	2	2	1	1
อุปกรณ์ไฟฟ้า (Wm^{-2})	1	1	1	0.8	0.8
จำนวนชั่วโมงในเวลาทำการ	2340	2340	2340	2340	2340
จำนวนชั่วโมงนอกเวลาทำการ	6425	6425	6425	6425	6425
การใช้พลังงานไฟฟ้าของอาคาร ($kWh.m^{-2}.Y^{-1}$)	219	175	141	82	55
ค่า LCC ของทั้ง 3 ระบบ	769	718	623	584	-

อาคารที่ใช้พลังงานเป็นศูนย์จำเป็นต้องใช้แสงธรรมชาติที่ผ่านจากกรอบอาคารที่มีสมรรถนะสูง หรือจากการใช้ท่อนำแสง (light pipe) รวมถึงการทำความเย็นและการลดความชื้นจากเทคโนโลยีแสงอาทิตย์เพื่อให้ผู้ใช้อาคารรู้สึกสบาย อากาศและสภาพแวดล้อมภายในอาคารดี ในอนาคตอาคารลักษณะนี้ควรมีค่าใช้จ่ายตลอดอายุวัฏจักรไม่สูงไปกว่าอาคารที่พบเห็นทั่วไปในปัจจุบัน

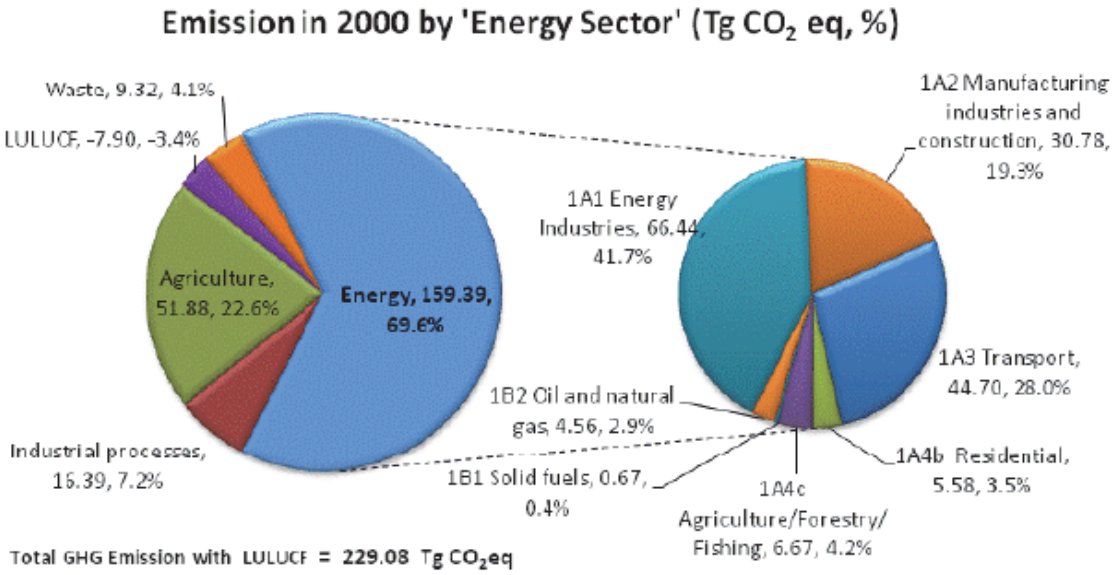
มีการสร้างอาคารที่ใช้พลังงานเป็นศูนย์ขึ้นสำหรับการสาธิตในมาเลเซียและสิงคโปร์ ประเทศทั้งสองนี้มีลักษณะภูมิอากาศคล้ายคลึงกับไทย อาคารที่ใช้พลังงานเป็นศูนย์ทั้งสองอาคารยังมีลักษณะที่เฉพาะมาก ไม่สามารถทำซ้ำหรือลอกเลียนได้สำหรับอาคารพาณิชย์อื่นๆ

2.3.3.3 สถานภาพและศักยภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอาคารขนาดใหญ่

ในตอนนี้จะนำเสนอปริมาณการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีปัจจุบันและแนวโน้มที่จะเป็นใน 20 ปีข้างหน้าถ้าหากไม่ได้มีการแทรกแซงโดยนโยบายของรัฐ

ก) สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543

จากรายงานการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก) แสดงไว้ว่าในปี พ.ศ. 2543 ภาคพลังงานปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 159.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ โดยเป็นปริมาณ CO_2 (149.91 เทรากรัม-Tg) ทั้งนี้พบว่า ภาคครัวเรือน (residential) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นอันดับห้า ซึ่งปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคครัวเรือน มีปริมาณเท่ากับ 5.58 เทรากรัม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 3.5 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดจากภาคพลังงาน ดังแสดงในรูปที่ 2.3.2



รูปที่ 2.3.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก)

ข) สถานภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2553

ตามที่กล่าวนำไว้ในเบื้องต้น จากข้อมูลของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่าย ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้โดยอาคารขนาดใหญ่สามารถคัดออกมาได้ดังที่แสดงในสดมภ์ที่สองและสามในตารางที่ 2.3.6 และจากค่าการปล่อยก๊าซในตารางที่ 2.3.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกและก๊าซอื่นๆปรากฏในสดมภ์ที่ 5 เป็นต้นไป

ตารางที่ 2.3.6 ปริมาณพลังงานที่ใช้โดยอาคารขนาดใหญ่ที่คัดจากข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายในปี พ.ศ. 2553

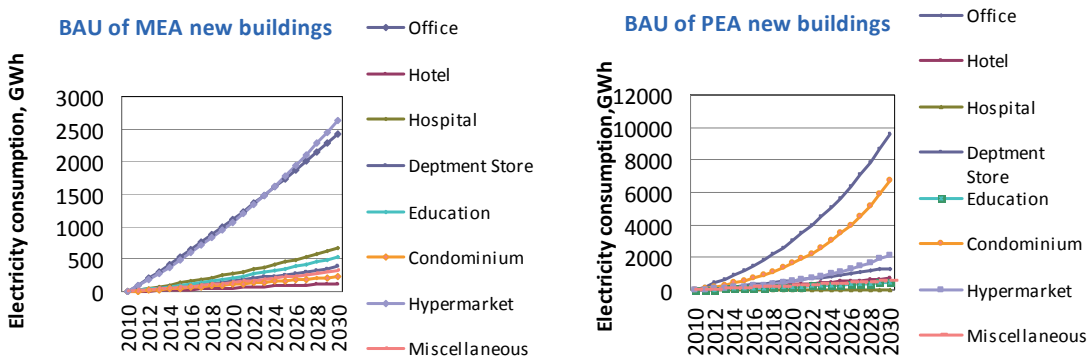
ประเภทอาคาร	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ GWh			ก๊าซที่ปล่อย					
	กฟน	กฟภ	รวม	CO_2, kton	CH_4 ton	N_2O ton	NOX ton	CO ton	NMVOC ton
สำนักงาน	5586	1858	7444	909	6.126	0.018	0.022	0.003	0.0001
โรงแรม	539	1892	2431	297	2.000	0.006	0.007	0.001	0.0000
โรงพยาบาล	732	509	1241	151	1.021	0.003	0.004	0.000	0.0000
ห้างสรรพสินค้า	421	2519	2940	359	2.419	0.007	0.009	0.001	0.0000
สถานศึกษา	500	682	1182	144	0.973	0.003	0.004	0.000	0.0000
อาคารชุด	768	778	1546	189	1.272	0.004	0.005	0.001	0.0000
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	2304	262	2566	313	2.112	0.006	0.008	0.001	0.0000
อาคารอื่นๆ	544	921	1465	179	1.206	0.004	0.004	0.001	0.0000
รวม	11395	9421	20816	2,541	17.130	0.050	0.063	0.008	0.0003
เชื้อเพลิงที่ใช้	ก๊าซหุงต้ม, Mkg		292	230	12.96	58.3	926.8	127.0	34.4
	น้ำมันเชื้อเพลิงผลิตน้ำร้อน, Ml		41	30	4.48	0.896	298.6	22.4	7.5
			รวมทั้งสิ้น	2,802	35	59	1,226	149	42

ระดับการใช้พลังงานของอาคารและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละอาคารในประเทศไทยไม่แตกต่างจากระดับที่เป็นอยู่ในมาเลเซียและสิงคโปร์อย่างมีนัยสำคัญ อาคารแต่ละประเภทมีสมรรถนะของแต่ละระบบในระดับอ้างอิงโดยมีค่าดัชนีแสดงประสิทธิภาพของระบบดังเช่นที่ปรากฏในสดมภ์ที่มีนำหน้าด้วย REF ในตารางที่ 3.2 อาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซหุงต้มเพื่อประกอบอาหารและใช้เชื้อเพลิงอื่นเช่น น้ำมันดีเซลเพื่อทำน้ำร้อน ก๊าซเรือนกระจกรวมที่ปล่อยรวมเกือบเท่ากับ 3 ล้านตัน

ค) ศักยภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2573

รูปที่ 2.3.2 แสดงการเพิ่มขึ้นของการใช้ไฟฟ้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 จนถึงปี พ.ศ. 2573 ของอาคารแปดประเภททั้งในเขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงและในเขตจำหน่ายของการไฟฟ้าภูมิภาค แนวโน้มการขยายตัวหรือการใช้ไฟฟ้าของอาคารแต่ละประเภทซึ่งแตกต่างกัน คำนวณจากสถิติการใช้ไฟฟ้าของลูกค้าการไฟฟ้าแต่ละกลุ่มและแนวโน้มการขยายตัวโดยรวมเป็นไปตามพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า (คณะอนุกรรมการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า 2553) การเติบโตทางเศรษฐกิจโดยรวมในระหว่างปีพยากรณ์เป็นประมาณร้อยละ 4 ต่อปี

ตารางที่ 2.3.7 แสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าจะใช้โดยอาคารประเภทต่างๆ 8 ประเภททั้งในเขตจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวงและการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและปริมาณก๊าซเรือนกระจกและก๊าซอื่นๆ ที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้ไฟฟ้า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยในปีสุดท้ายของรายงานในปี พ.ศ. 2573 รวมเกือบถึง 7 ล้านตัน จากที่ปล่อยปริมาณเกือบ 3 ล้านตันในปี พ.ศ. 2553



รูปที่ 2.3.3 ปริมาณไฟฟ้าที่อาคารแปดกลุ่มจะใช้

ตารางที่ 2.3.7 ปริมาณพลังงานที่ใช้โดยอาคารขนาดใหญ่ในเขตการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายในปี พ.ศ.2573 กรณีอ้างอิง REF หรือ BAU

ประเภทอาคาร	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ GWh			ก๊าซที่ปล่อย					
	กฟน	กฟภ	รวม	CO_2, kton	CH_4 ton	N_2O ton	NOX ton	CO ton	NMVOC ton
สำนักงาน	8,020	3,191	11,211	1,369	9.23	0.027	0.034	0.004	0.0001
โรงแรม	660	2,605	3,265	399	2.69	0.008	0.010	0.001	0.0000
โรงพยาบาล	1,392	538	1,931	236	1.59	0.005	0.006	0.001	0.0000
ห้างสรรพสินค้า	804	12,142	12,947	1,580	10.65	0.031	0.039	0.005	0.0002
สถานศึกษา	1,021	1,142	2,163	264	1.78	0.005	0.007	0.001	0.0000
อาคารชุด	995	7,471	8,466	1,033	6.97	0.020	0.025	0.003	0.0001
ห้างสรรพสินค้าขาย	4,942	2,425	7,366	899	6.06	0.018	0.022	0.003	0.0001
อาคารอื่นๆ	860	1,497	2,356	288	1.94	0.006	0.007	0.001	0.0000
รวม	18,693	31,011	49,704	6,068	40.90	0.119	0.149	0.020	0.0007
เชื้อเพลิงที่ใช้	ก๊าซหุงต้ม, Mkg		831	656	36.90	166.0	2638.2	361.6	97.8
	น้ำมันเชื้อเพลิง		118	87	12.88	2.576	858.5	64.4	21.5
			รวมทั้งสิ้น	6,810	90.68	169	3,497	426	119

2.3.3.4 ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

แผนงานที่มีการใช้เพื่อขับเคลื่อนให้อาคารมีประสิทธิภาพพลังงานสูงคือ แผนงานภาคบังคับ ซึ่งต้องใช้ร่วมกับแผนงานส่งเสริมและสนับสนุนด้วย ในปัจจุบันประเทศไทยมีกฎหมายกำหนดให้อาคารที่จะก่อสร้าง หรือดัดแปลงจะต้องมีประสิทธิภาพระดับ BEC ซึ่งระบบต่างๆ ของอาคารต้องมีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.4 ประเทศต่างๆ ที่มีการใช้กฎหมายลักษณะเช่นเดียวกับที่ใช้ในประเทศไทยกำหนดแผนงานว่าจะปรับปรุงข้อกำหนดประสิทธิภาพระบบของอาคารให้เข้มข้นขึ้นคือมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทุกระยะ เช่น กำหนดว่าทุกๆ 3 ปีจะปรับเกณฑ์ให้เข้มขึ้นจนในที่สุดเข้าสู่ระดับใกล้เคียงกับ ZEB ถ้าประเทศไทยใช้แผนงานลักษณะเช่นเดียวกันนี้ประกอบกับแผนส่งเสริมและสนับสนุนอื่นๆ และขับเคลื่อนอย่างจริงจัง ก็มีความเป็นไปได้สามารถปรับให้อาคารใหม่ในประเทศไทยมีประสิทธิภาพในระดับ ZEB ได้ในอนาคต เพื่อให้บรรลุผลเช่นนี้จะต้องพัฒนาองค์กรที่มีอยู่เดิม และพัฒนาผู้ประกอบการบริการพลังงาน (Energy Service Company – ESCO) ให้สามารถปฏิบัติงานในระดับที่เป็นมืออาชีพ ที่สามารถนำเทคโนโลยีการวิเคราะห์ ออกแบบ และใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมขั้นสูงได้

ได้มีการทดสอบวิธีใช้แผนงานภาคบังคับในแนวที่บรรยายไว้ในวรรคก่อน และประเมินว่าในปี พ.ศ. 2573 สามารถปรับให้อาคารพาณิชย์ขนาดใหญ่ในประเทศเทียบได้กับระดับ ECON ในตารางที่ 2.3.5 ผลที่ได้คือ อาคารทั้งหมดจะใช้พลังงานและปล่อยก๊าซเรือนกระจกในระดับที่แสดงในตารางที่ 2.3.8

ตารางที่ 2.3.8 ปริมาณพลังงานที่ใช้โดยอาคารขนาดใหญ่ในเขตการไฟฟ้าฝ่ายจำหน่ายในปี พ.ศ.2573 กรณี ECON

ประเภทอาคาร	ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ GWh			ก๊าซที่ปล่อย					
	กฟน	กฟภ	รวม	CO_2, kton	CH_4 ton	N_2O ton	NOX ton	CO ton	NMVOC ton
สำนักงาน	2,989	1,189	4,178	510	3.44	0.010	0.013	0.002	0.0001
โรงแรม	283	1,118	1,401	171	1.15	0.003	0.004	0.001	0.0000
โรงพยาบาล	654	253	907	111	0.75	0.002	0.003	0.000	0.0000
ห้างสรรพสินค้า	382	5,768	6,150	751	5.06	0.015	0.018	0.002	0.0001
สถานศึกษา	580	648	1,228	150	1.01	0.003	0.004	0.000	0.0000
อาคารชุด	514	3,858	4,372	534	3.60	0.011	0.013	0.002	0.0001
ห้างสรรพสินค้าขายปลีกและขายส่ง	2,145	1,052	3,197	390	2.63	0.008	0.010	0.001	0.0000
อาคารอื่นๆ	313	545	857	105	0.71	0.002	0.003	0.000	0.0000
รวม	7,858	14,430	22,289	2,721	18.34	0.054	0.067	0.009	0.0003
เชื้อเพลิงที่ใช้	ก๊าซหุงต้ม, Mkg		702	554	31.17	140.3	2228.8	305.5	82.6
	น้ำมันเชื้อเพลิง		99	73	10.84	2.169	723.0	54.2	18.1
รวมทั้งสิ้น				3,348	60	142	2,952	360	101

ผลรวมของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารพาณิชย์ทั้งหมดในปี พ.ศ. 2573 สูงกว่าที่ใช้ในปี พ.ศ. 2553 เพียงเล็กน้อย โดยอาคารในเขตการไฟฟ้านครหลวงใช้ไฟฟ้าลดลง แต่กลับเพิ่มขึ้นในเขตการไฟฟ้าภูมิภาคเนื่องจากจะมีการเติบโตของการใช้ไฟฟ้าในเขตการไฟฟ้าภูมิภาคสูงกว่าในเขตนครหลวงมาก ปริมาณเชื้อเพลิงที่คาดว่าจะใช้ลดลงจากที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.7 เล็กน้อย ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซอื่นๆ ลดลงจากที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.7 ประมาณครึ่งหนึ่ง

2.3.4 สถานภาพและแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานของบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก

รายงานโครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัยที่จัดทำโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2546) แจงการใช้พลังงานออกเป็นสี่หมวด ข้อมูลจากรายงานดังกล่าวสามารถนำมาประมวลการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กได้

ในรายงานนี้แบบ (model) ของบ้านอยู่อาศัยมีแบบเดียว คือไม่แยกเป็นบ้านประเภทเช่นบ้านเดี่ยว ทาวเฮาส์ หรืออื่นๆ หรือบ้านที่มีรายได้แตกต่างกัน บ้านอู่อาศัยแต่ละบ้านเป็นลูกค้าของการไฟฟ้าหนึ่งรายโดยได้รับไฟฟ้าผ่านมิเตอร์หนึ่งตัว ในกรณีของอาคารธุรกิจขนาดเล็กก็เช่นเดียวกัน ธุรกิจขนาดเล็กมีแบบเดียวและอาคารประกอบธุรกิจแต่ละหลังรับไฟฟ้าจากการไฟฟ้าผ่านมิเตอร์หนึ่งตัวโดยพลังไฟฟ้าที่ใช้ไม่เกิน 30 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2.3.4.1 การเปลี่ยนแปลงจำนวนครัวเรือนและธุรกิจขนาดเล็ก

รายงานโครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัย ที่รายงานนี้ใช้เป็นเอกสารหลักจัดทำข้อมูลจำนวนอุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า และข้อมูลการใช้พลังงานต่อรายของบ้านอยู่อาศัยและต่อรายของธุรกิจขนาดเล็ก โดยแยกเป็นบ้านหรือธุรกิจในเขตเทศบาล และบ้านหรือธุรกิจนอกเขตเทศบาล แต่จำนวนและขนาดของครัวเรือนมีการเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มที่บ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กในเขตเทศบาลจะมีจำนวนมากขึ้นกว่าจำนวนนอกเขตเทศบาล และจำนวนสมาชิกต่อครัวเรือนลดลงในอนาคตร้อยละ 25 ในปี พ.ศ.2573

ตารางที่ 2.3.9 จำนวนบ้านอยู่อาศัยและอาคารธุรกิจขนาดเล็กในปีปัจจุบันและในอนาคต

ปี พศ.	2553		2558		2563		2573	
ประเภทอาคาร	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล
บ้านอยู่อาศัย	5.435	8.053	6.38	7.88	7.61	7.70	9.959	6.228
ธุรกิจขนาดเล็ก	1.595	0.942	1.87	0.92	2.23	0.90	2.922	0.728
รวมทั้งประเทศ	7.030	8.995	8.2536	8.8025	9.84	8.60	12.881	6.956
	16.03		17.06		18.44		19.84	

หมายเหตุ จำนวนสมาชิกในครัวเรือนเฉลี่ยครัวเรือนละ 4 คนในปี พ.ศ. 2553 และลดลงเป็น 3.5 คนในปี พ.ศ. 2573

ดังนั้นเพื่อให้สะท้อนการเปลี่ยนแปลงลักษณะถิ่นฐานของประชากร รายงานนี้ได้อาศัยรายงานสถิติจำนวนประชากรของกรมการปกครอง (2552) และอื่นๆ พยากรณ์จำนวนบ้านอยู่อาศัยและจำนวนธุรกิจขนาดเล็กที่จะมีในอนาคต ตารางที่ 2.3.9 แสดงจำนวนบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กทั้งในและนอกเขตเทศบาลในปีปัจจุบัน และในแต่ละห้าปีในอนาคต

2.3.4.2 สถานภาพและศักยภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (2546) จัดหมวดหมู่การใช้พลังงานในอาคารออกเป็นสี่หมวด โดยจัดบ้านอยู่อาศัยเป็นบ้านในเขตและบ้านนอกเขตเทศบาล สำหรับธุรกิจขนาดเล็กก็แยกเขตเช่นเดียวกัน

ก) สถานภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัย

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละหมวดสำหรับบ้านอยู่อาศัยปรากฏในตารางที่ 2.3.10

ตารางที่ 2.3.10 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในปี พ.ศ. 2553

หมวดการใช้ไฟฟ้า	อุปกรณ์	ในเขตเทศบาล		นอกเขตเทศบาล	
		ร้อยละ	รวมทั้งหมวด, GWh (%)	ร้อยละ	รวมทั้งหมวด, GWh (%)
แสงสว่าง	หลอดฟลูออเรสเซน	11.93	1,288	15.64	3,295
	หลอดไส้	0.52	(12.45)	0.86	(16.50)
ประกอบอาหาร (ที่ใช้ไฟฟ้าเท่านั้น)	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	4.25	1,149	7.31	2,852
	เตาไฟฟ้า	0.29	(11.11)	0.21	(14.28)
	กะทะไฟฟ้า	1.24		0.99	
	เตาไมโครเวฟ	0.97		0.34	
	เตาอบไฟฟ้า	0.28		0.31	
	กาต้มน้ำไฟฟ้า	3.69		4.62	
	เครื่องปั่นน้ำผลไม้	0.12		0.19	
	เครื่องปิ้งขนมปัง	0.26		0.32	
ข่าวสารบันเทิง	โทรทัศน์สี	8.26	1,720	10.67	3,546
	วิดีโอ/VCD*	0.26	(16.62)	0.31	(17.76)
	เครื่องเล่นสเตริโอ*	5.39		5.27	
	วิทยุที่ใช้ไฟฟ้า	0.38		0.58	
	คอมพิวเตอร์	2.34		0.94	
สะดวกสบาย	พัดลม*	6.09	5,817	7.13	9,344
	พัดลมแขวนเพดาน	1.06	(56.23)	0.97	(46.80)
	เครื่องปรับอากาศตั้งพื้น	12.83		2.90	
	เครื่องปรับอากาศติดผนัง	10.38		2.88	
	เครื่องดูดฝุ่น	0.52		0.20	
	เครื่องซักผ้า	1.40		1.17	
	เครื่องทำน้ำร้อนแบบใช้ไฟฟ้า	7.12		2.42	
	เตารีดไฟฟ้า	5.23		7.16	
	เครื่องปั๊มน้ำ	1.81		6.06	
	ตู้เย็น	9.17		14.90	
	ตู้แช่	0.61		1.03	
อื่น ๆ		3.59	371 (3.59)	4.65	929
รวมทั้งประเทศ		100	10,344	100	19,966
รวมทั้งสองเขต		30,310			

บ้านอยู่อาศัยใช้ไฟฟ้าสำหรับส่องสว่างเป็นสัดส่วนร้อยละ 12-16 สำหรับประกอบอาหารในสัดส่วนใกล้เคียงกัน ในการบันเทิงในสัดส่วนที่สูงกว่าเล็กน้อย แต่ใช้เพื่อความสะดวกสบายซึ่งรวมถึงการใช้ตู้เย็น การปรับอากาศ และการทำน้ำร้อนอาบ สัดส่วนในหมวดนี้สูงถึงร้อยละ 50 รูปแบบหรือสัดส่วนการใช้ของแต่ละหมวดของบ้านอยู่อาศัยในเขตเทศบาลคล้ายคลึงกับบ้านอยู่อาศัยนอกเขตเทศบาล

ข) สถานภาพการใช้ไฟฟ้าโดยธุรกิจขนาดเล็ก

ปริมาณการใช้ไฟฟ้าในแต่ละหมวดสำหรับธุรกิจขนาดเล็กปรากฏในตารางที่ 2.3.11 หมวดหมู่การจัดแบ่งเป็นเช่นเดียวกับในกรณีของบ้านอยู่อาศัย

มีการใช้ไฟฟ้าเพื่อส่องสว่างเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 10 ซึ่งน้อยกว่าในกรณีของบ้านอยู่อาศัย ใช้ประกอบอาหารน้อยกว่า ใช้เพื่อการบันเทิงในระดับใกล้เคียงกัน และใช้เพื่อความสะดวกสบายในระดับเกินกว่าร้อยละ 50 โดยภาพรวมรูปแบบการใช้ใกล้เคียงกับในกรณีของบ้านอยู่อาศัย สาเหตุเป็นเพราะอาคารส่วนใหญ่ในกลุ่มนี้ใช้อยู่อาศัยด้วย แต่ในกรณีนี้มีการใช้ตู้แช่อาหารในสัดส่วนที่สูงมาก ทั้งในกรณีของบ้านอยู่อาศัย และกรณีของธุรกิจขนาดเล็ก การใช้ไฟฟ้าเพื่อปรับอากาศของอาคารในเขตเทศบาลสูงกว่าของอาคารนอกเขตเทศบาลมาก

ตารางที่ 2.3.11 ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ในธุรกิจขนาดเล็กทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในปี พ.ศ. 2553

หมวดการใช้ไฟฟ้า	อุปกรณ์	ในเขตเทศบาล		นอกเขตเทศบาล	
		ร้อยละ	รวมทั้งหมวด, GWh (%)	ร้อยละ	รวมทั้งหมวด, GWh (%)
แสงสว่าง	หลอดฟลูออเรสเซน	11.46	637	8.73	650
	หลอดไส้	0.26	(11.72)	0.29	(9.02)
ประกอบอาหาร (ที่ใช้ไฟฟ้าเท่านั้น)	หม้อหุงข้าวไฟฟ้า	2.93	489	3.47	633
	เตาไฟฟ้า	0.33	(7.30)	0.02	(7.08)
	กะทะไฟฟ้า	0.54		0.66	
	เตาไมโครเวฟ	0.49		0.10	
	เตาอบไฟฟ้า	0.17		0.03	
	กาต้มน้ำไฟฟ้า	2.54		2.55	
	เครื่องปั่นน้ำผลไม้	0.19		0.25	
	เครื่องปิ้งขนมปัง	0.10		0.00	
ข่าวสารบันเทิง	โทรทัศน์สี	5.22	1,046	5.06	713
	วิดีโอ/VCD*	0.19	(19.23)	0.15	(9.89)
	เครื่องเล่นสเตริโอ*	3.22		3.39	
	วิทยุที่ใช้ไฟฟ้า	0.25		0.20	
	คอมพิวเตอร์	10.35		1.09	
สะดวกสบาย	พัดลม*	3.97	2,889	3.66	4,179
	พัดลมแขวนเพดาน	1.45	(53.13)	1.16	(57.98)
	เครื่องปรับอากาศตั้งพื้น	7.70		2.66	
	เครื่องปรับอากาศติดผนัง	5.80		0.97	
	เครื่องดูดฝุ่น	0.33		0.10	
	เครื่องซักผ้า	0.91		0.79	
	เครื่องทำน้ำร้อนแบบใช้ไฟฟ้า	1.81		1.25	
	เตารีดไฟฟ้า	3.27		3.56	
	เครื่องปั๊มน้ำ	1.12		2.71	
	ตู้เย็น	5.49		6.80	
	ตู้แช่	21.30		34.33	
อื่นๆ		8.62	469 (8.62)	16.03	1,155 (16.)
รวมทั้งประเทศ		100	5,437	100	7,208
รวมทั้งสองเขต		12,645			

ค) การประกอบอาหาร

สำหรับการประกอบอาหาร นอกจากการใช้ไฟฟ้าแล้วยังมีการใช้ก๊าซหุงต้ม ถ่านไม้ และฟืนอีกด้วย ตารางที่ 2.3.11 แสดงปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ ปริมาณไฟฟ้ารวมที่ใช้ประกอบอาหารในตาราง 2.3.12 เป็นปริมาณเดียวกันกับที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.10 และตารางที่ 2.3.11

บ้านอยู่อาศัยโดยรวมใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าธุรกิจขนาดเล็กประมาณสองเท่า และใช้พลังงานโดยรวมในประกอบอาหารห้าเท่า บ้านอยู่อาศัยนอกเขตเทศยาลยังมีการใช้ไม้ฟืนประกอบอาหารเป็นปริมาณมาก การใช้พลังงานประกอบอาหารของบ้านนอกเขตเทศบาลสูงกว่าบ้านในเขตเทศบาลมาก เมื่อเทียบเป็นค่าความร้อน การใช้เชื้อเพลิงถ่านและฟืนในบ้านนอกเขตเทศบาลยังมีปริมาณสูงมาก โดยมีการใช้ถ่านไม้ในสัดส่วนที่สูงที่สุด

ถึงแม้จะมีการใช้ก๊าซหุงต้มในอัตราส่วนที่สูงพอสมควร เชื้อเพลิงถ่านไม้และไม้ฟืนยังคงมีการใช้ประกอบอาหารในปริมาณที่มากโดยรวม

ตารางที่ 2.3.12 ปริมาณเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้ประกอบอาหารในบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก ทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในปี พ.ศ.2553

หมวดประกอบอาหาร	เชื้อเพลิง	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	รวมทั้งประเทศ		
		หน่วยกายภาพ	หน่วยกายภาพ	หน่วยกายภาพ	TJ	kTOE
รวมทั้งประเทศ	- ไฟฟ้า (GWh)	1,638	3,485	5,123	18,443	804
	- ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	607	1,753	2,360	116,347	2,754
	- ฟืน (ล้าน kg)	182	4,804	4,986	79,731	1,887
	- ถ่าน (ล้าน kg)	399	5,592	5,991	173,031	4,096
	รวม				387,552	9,541
บ้านอยู่อาศัย	- ไฟฟ้า (GWh)	1,149	2,852	4,001	14,404	628
	- ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	443	1,452	1,895	93,427	2,212
	- ฟืน (ล้าน kg)	172	4,573	4,745	75,866	1,796
	- ถ่าน (ล้าน kg)	228	5,224	5,453	157,470	3,728
	รวม				341,167	8,362
ธุรกิจขนาดเล็ก	- ไฟฟ้า (GWh)	489	633	1,122	4,039	176
	- ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	164	301	465	22,920	543
	- ฟืน (ล้าน kg)	10	231	242	3,865	91
	- ถ่าน (ล้าน kg)	171	368	539	15,562	368
	รวม				46,386	1,178

หมายเหตุ ปริมาณ kTOE ของไฟฟ้าเป็นปริมาณปฐมภูมิที่คำนวณจากปริมาณและเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ. 2553

ง) ปริมาณพลังงานรวมที่ใช้โดยอาคารที่พักอาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก

เมื่อรวมปริมาณพลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงที่ใช้โดยอาคารที่พักอาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก ปริมาณพลังงานทั้งสิ้นปรากฏในตารางที่ 2.3.13

โดยภาพรวมของประเทศสำหรับอาคารอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก ไฟฟ้าที่ใช้เพื่อส่องสว่างและประกอบอาหารมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน แต่น้อยกว่าที่ใช้เพื่อการบันเทิง ไฟฟ้าที่ใช้ในหมวดสะดวกสบายมีสัดส่วนสูงเกินกว่า 50%

ตารางที่ 2.3.13 ปริมาณเชื้อเพลิงพลังงานที่ใช้ในบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กทั้งในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในปี พ.ศ. 2553

	หมวดการใช้พลังงาน	เชื้อเพลิง	ในเขตเทศบาล	นอกเขตเทศบาล	รวมทั้งประเทศ	
			หน่วยกายภาพ	หน่วยกายภาพ	หน่วยกายภาพ	kTOE*
รวมทั้งประเทศ	แสงสว่าง	-ไฟฟ้า (GWh)	1,925	3,945	5,870	921
	ประกอบอาหาร	-ไฟฟ้า (GWh)	1,638	3,485	5,123	804
		-ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	607	1,753	2,360	2,755
		-ฟืน (ล้าน kg)	182	4,804	4,986	1,887
		-ถ่าน (ล้าน kg)	399	5,592	5,991	4,096
		รวม				9,542
	ข่าวสารบันเทิง	-ไฟฟ้า (GWh)	2,766	4,259	7,025	1,102
	สะดวกสบาย	-ไฟฟ้า (GWh)	8,706	13,523	22,229	3,487
	อื่น ๆ	-ไฟฟ้า (GWh)	473	2,084	2,557	401
	รวม					15,452
บ้านอยู่อาศัย	แสงสว่าง	-ไฟฟ้า (GWh)	1,288	3,295	4583	719
	ประกอบอาหาร	-ไฟฟ้า (GWh)	1,149	2,852	4001	628
		-ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	443	1,452	1895	2,212
		-ฟืน (ล้าน kg)	172	4,573	4745	1,796
		-ถ่าน (ล้าน kg)	228	5,224	5452	3,728
		รวม				8,362
	ข่าวสารบันเทิง	-ไฟฟ้า (GWh)	1,720	3,546	5,266	826
	สะดวกสบาย	-ไฟฟ้า (GWh)	5,817	9,344	15,161	2,378
	อื่น ๆ	-ไฟฟ้า (GWh)	371	929	933	146
	รวม					12,489
ธุรกิจขนาดเล็ก	แสงสว่าง	-ไฟฟ้า (GWh)	637	650	1287	202
	ประกอบอาหาร	-ไฟฟ้า (GWh)	489	633	1,122	176
		-ก๊าซหุงต้ม (ล้าน kg)	164	301	465	543
		-ฟืน (ล้าน kg)	10	231	242	91
		-ถ่าน (ล้าน kg)	171	368	539	368
		รวม				1,178
	ข่าวสารบันเทิง	-ไฟฟ้า (GWh)	1,046	713	1,759	276
	สะดวกสบาย	-ไฟฟ้า (GWh)	2,889	4,179	7,068	1,109
	อื่น ๆ	-ไฟฟ้า (GWh)	469	1155	1,624	255
	รวม					3,019

หมายเหตุ สำหรับไฟฟ้า หน่วย kTOE คิดจากเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าตามแผนในปี พศ. 2553 ซึ่งไม่นับรวมพลังน้ำและพลังงานหมุนเวียน

จ) ปริมาณก๊าซที่ปล่อยจากการใช้พลังงานโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก

เมื่อพิจารณาปริมาณพลังงานที่ใช้ในตารางที่ 2.3.13 และใช้องค์ประกอบการปล่อยก๊าซ (emission factors) ในตารางที่ 2.3.1 และตารางที่ 2.3.3 ปริมาณก๊าซที่ปล่อยจากการใช้พลังงานโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กปรากฏในตารางที่ 2.3.14

ตารางที่ 2.3.14 ปริมาณก๊าซที่ปล่อยโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กสืบเนื่องจากการใช้พลังงานในกิจการต่างๆ ในปี พ.ศ.2553

หมวดการใช้พลังงาน	ประเภทและปริมาณก๊าซที่ปล่อย					
	CO_2 Kton, C	CH_4 ton	N_2O ton	NOX ton	CO ton	NMVOC ton
แสงสว่าง	717	40	17	7,347	774	194
ประกอบอาหาร	2,488	139	486	13,903	1,702	447
ข่าวสารบันเทิง	858	47	21	8,793	927	232
สะดวกสบาย	2,714	150	65	27,822	2,932	735
อื่นๆ	357	20	9	3,660	386	97
รวม	7,133	396	597	61,524	6,721	1,705

หมายเหตุ ถึงแม้มีการใช้ถ่านไม้และฟืนในการประกอบเป็นสัดส่วนที่สูง แต่เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดเป็นพลังงานหมุนเวียนซึ่งในที่นี้ไม่นำค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้เชื้อเพลิงทั้งสองชนิดนี้มานับรวมด้วย

กิจกรรมประกอบอาหารมีผลต่อการปล่อยสูงถึง ประมาณหนึ่งในสาม (เมื่อไม่นับรวมฟืนและถ่าน) หรือร้อยละ 35 ของทั้งหมด ในขณะที่หมวดสะดวกสบายมีผลสูงเกินกว่าร้อยละ 19 สองรายการนี้มีผลเกือบร้อยละ 55

ฉ) ศักยภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก กรณีอ้างอิงหรือ BAU (Business as Usual) ในอนาคต

ในตอนนี้จะนำเสนอศักยภาพการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กตามการคาดการณ์การเติบโตของการใช้ไฟฟ้า โดยใช้ผลการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าในกลุ่มบ้านอยู่อาศัยและกลุ่มธุรกิจขนาดเล็กของคณะกรรมการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้าเป็นกรอบในการกำหนดการเติบโตของการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมของบ้านอยู่อาศัย และธุรกิจขนาดเล็กโดยสัดส่วนการใช้พลังงานในหมวดต่างๆ เป็นไปตามที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.14 ตารางที่ 2.3.15 แสดงผลรวมการใช้พลังงานและการปล่อยของบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กในปี พ.ศ. 2573

ในกรณีนี้ได้แยกการใช้ไฟฟ้าเพื่อการปรับอากาศ และการใช้ไฟฟ้าเพื่อทำน้ำร้อนอาบออกเพื่อให้เห็นการเติบโตของสองกิจกรรมนี้

ตารางที่ 2.3.15 ปริมาณก๊าซที่ปล่อยโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กสืบเนื่องจากการใช้พลังงานในกิจการต่างๆ ในปี พ.ศ.2573 กรณีอ้างอิง หรือ BAU

กรณีอ้างอิง	หน่วย	REF	kTOE	CO_2, kton C	CH_4, ton	N_2O, ton	NOX, ton	CO, ton	NMVOCs, ton
แสงสว่าง	GWh	14,172	1,335	1,238	6	4	5	0	0
ประกอบอาหาร									
ไฟฟ้า	GWh	11,683	1,100	1,020	5	3	4	0	0
LPG	ล้าน kg	5,635	6,576	1,830	120	150	157	27	8
ฟืน	ล้าน kg	11,367	4,302						
ถ่าน	ล้าน kg	13,838	9,460						
ข่าวสารบันเทิง	GWh	17,122	1,613	1,495	7	4	6	0	0
สะดวกสบาย (ไม่คิดปรับอากาศ, ทำน้ำร้อน)	GWh	40,540	3,818	3,540	16	11	15	1	0
เครื่องปรับอากาศ	GWh	12,106	1,140	1,057	5	3	4	0	0
กรณีอ้างอิง	**หน่วย**	**REF**	**kTOE**	**CO2, kton C**	**CH4, ton**	**N2O, ton**	**NOX, ton**	**CO, ton**	**NMVOCs, ton**
เครื่องทำน้ำร้อนใช้ไฟฟ้า	GWh	2,736	258	239	1	1	1	0	0
อื่นๆ	GWh	7,829	737	684	3	2	3	0	0
รวมปริมาณไฟฟ้า	GWh	106,223							
รวม			30,339	11,103	162	178	196	29	8

หมายเหตุ ค่าในตารางไม่นับรวมก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้ถ่านไม้และฟืนในการประกอบอาหาร

โดยภาพรวม ปริมาณก๊าซเรือนกระจกและอื่นๆ ที่ปล่อยในปี พ.ศ. 2573 เทียบเป็นประมาณกว่าเท่าครึ่งของที่ปล่อยในปี พ.ศ. 2553

2.3.4.3 ศักยภาพการอนุรักษ์พลังงานและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

จากผลการศึกษาในโครงการการศึกษาเพื่อจัดทำแผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี มีข้อสังเกตว่ากิจกรรมบางหมวดที่เกิดในบ้านอยู่อาศัยน่าจะถึงหรือใกล้จุดอิ่มตัวตั้งแต่ปี พ.ศ.2553 กิจกรรมที่อิ่มตัวคือ การใช้แสงสว่าง การประกอบอาหาร การบันเทิง และความสะดวกสบายซึ่งในหมวดนี้การทำความเย็นและปรับอากาศและการทำน้ำร้อนอาบยังห่างไกลจากจุดอิ่มตัว กิจกรรมอื่นในหมวดนี้น่าจะใกล้อิ่มตัว ในกรณีที่กิจกรรมถึงจุดอิ่มตัว การใช้พลังงานเพื่อกิจกรรมนั้นก็อิ่มตัวด้วย

ข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่จัดทำโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย [8] ประเมินว่ามีเครื่องปรับอากาศขนาดเล็กที่ใช้อยู่ตามบ้านประมาณสิบล้านเครื่อง และมีการใช้เพิ่มปีละเจ็ดแสนสองหมื่นเครื่อง

ข้อมูลการศึกษาที่ปรากฏในเอกสารอ้างอิง (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2547) ประเมินว่ามีการใช้เครื่องผลิตน้ำร้อนไฟฟ้าที่ใช้ผลิตน้ำร้อนเพื่อใช้อาบในปี พ.ศ.2553 เป็นจำนวนสองล้านเครื่องและมีการใช้เครื่องเช่นนี้เพิ่มขึ้นปีละจำนวนสองแสนเครื่อง

ถึงแม้ความต้องการความร้อนในกิจกรรมประกอบอาหารอาจถึงจุดอิ่มตัว แต่ปรากฏว่ามีการใช้ไฟฟ้าประกอบอาหารมากขึ้น อุปกรณ์ที่ใช้คือเตาไฟฟ้าและกระทะไฟฟ้า

ในตอนนี้จะนำเสนอกรณีคาดการณ์ที่เกิดขึ้นได้ในอนาคตสองกรณี กรณีแรกเรียกว่ากรณีใช้ไฟฟ้าสูง และกรณีมีประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง ในทั้งสองกรณีมีข้อสมมุติฐานร่วมกันดังต่อไปนี้

สมมุติฐาน

ก) สำหรับบ้านอยู่อาศัย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553
- กิจกรรมการใช้แสงสว่าง การบันเทิง การประกอบอาหาร และความสะดวกสบานซึ่งยกเว้นการปรับอากาศและการทำน้ำร้อนอาบ ถึงจุดอิ่มตัว
- มีการใช้เครื่องทำน้ำร้อนหรือต้องการใช้เพิ่มขึ้นปีละสองแสนเครื่อง

ข) สำหรับธุรกิจขนาดเล็ก ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553
- มีการเติบโตในกิจกรรมทุกหมวดในอัตราที่สองคล้องค่าการเติบโตของการใช้ไฟฟ้า ตามที่พยากรณ์โดยคณะอนุกรรมการพยากรณ์การใช้ไฟฟ้า

ค) ความต้องการใช้เครื่องปรับอากาศของทั้งบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กรวมกันเพิ่มขึ้นปีละเจ็ดแสนสองหมื่นเครื่อง

ง) จำนวนบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจในเขตเทศบาลและนอกเขตเทศบาลในปีต่างๆ เป็นไปตามที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.9

จ) มีการดำเนินงานกำหนดประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภทอย่างต่อเนื่อง มีการติดฉลากประหยัดไฟฟ้า และมีการกำหนดฉลากประสิทธิภาพขั้นสูงแก่วัสดุและอุปกรณ์อย่างต่อเนื่อง กิจกรรมนี้จะทำให้การใช้ไฟฟ้าลดลงซึ่งน่าจะชดเชยกับการเพิ่มขึ้นของการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางประเภทที่ยังไม่อิ่มตัวนัก เช่น เครื่องซักผ้า และเครื่องคอมพิวเตอร์

กรณีการใช้ไฟฟ้าสูง

ในกรณีนี้ไม่มีแผนงานอนุรักษ์พลังงานเพื่อเปลี่ยนหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในบ้านอยูอาศัยและธุรกิจขนาดเล็กที่มีอยู่ การประกอบอาหารปรับเปลี่ยนไปใช้ไฟฟ้าทั้งหมด ในที่นี้กำหนดประสิทธิภาพของเตาเชื้อเพลิงที่ใช้ประกอบอาหารดังที่แสดงในตารางที่ 2.3.16 โดยอุปกรณ์และเตาไฟฟ้าที่ใช้ประกอบอาหารมีประสิทธิภาพร้อยละ 100 สมมุติว่าปริมาณความร้อนที่ได้จากการใช้เตาและเชื้อเพลิงแต่ละประเภทรวมกันสำหรับบ้านอยู่อาศัยแต่ละแห่งไม่เปลี่ยนแปลงไปจากปี พ.ศ.2553

ตารางที่ 2.3.16 ประสิทธิภาพของเตาหุงต้มระดับอ้างอิง

รายการ	ชนิดของเตา		
	ก๊าซหุงต้ม	ถ่านไม้	ไม้ฟืน
ประสิทธิภาพ (ร้อยละ)	49	25	15

ในกรณีการใช้ไฟฟ้าสูง ส่งผลให้การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซในระดับที่ปรากฏในตารางที่ 2.3.17

ตารางที่ 2.3.17 ปริมาณก๊าซที่ปล่อยโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กสืบเนื่องจากการใช้พลังงานในกิจการต่าง ๆ ในปี พ.ศ.2573 กรณีใช้ไฟฟ้าอย่างเดียวประกอบอาหาร

กรณีที่ใช้ไฟฟ้าสูง	หน่วย	Elec C	kTOE	CO_2, ktonC	CH_4, ton	N_2O, ton	NOX, ton	CO, ton	NMVOCs, ton
แสงสว่าง	GWh	9,918	934	866	4	3	4	0	0
ประกอบอาหาร									
ไฟฟ้า	GWh	47,736	4,496	4,169	19	13	18	1	0
LPG	ล้าน kg								
ฟืน	ล้าน kg								
ถ่าน	ล้าน kg								
ข่าวสารบันเทิง	GWh	13,301	1,253	1,161	5	3	5	0	0
สะดวกสบาย	GWh	30,350	2,858	2,650	12	8	11	1	0
(ไม่คิดปรับอากาศ, ทำน้ำร้อน)									
เครื่องปรับอากาศ	GWh	23,994	2,260	2,095	10	6	9	1	0
เครื่องทำน้ำร้อนใช้ไฟฟ้า	GWh	10,006	942	874	4	3	4	0	0
อื่นๆ	GWh	6,644	626	580	3	2	2	0	0
รวมปริมาณไฟฟ้า	GWh	141,947							
รวม			13,369	12,396	56	37	52	3	1

ในกรณีนี้ปริมาณไฟฟ้าที่ใช้สูงกว่ากรณีฐานประมาณร้อยละ 40 แต่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยเกือบเท่ากับในกรณีฐาน เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าในปี พ.ศ.2573 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสัดส่วนที่ต่ำ

กรณีมีประสิทธิภาพพลังงานระดับสูง

ในกรณีนี้ข้อสมมุติฐานประกอบด้วยประเด็นดังนี้

ก) มีการปรับเปลี่ยนหลอดไส้เป็นหลอดไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพระดับเดียวกับหลอด CFL และเปลี่ยนหลอดฟลูออเรสเซนให้มีประสิทธิภาพสูงสุดเท่าที่ทำได้ในปัจจุบัน

ข) ไม่มีการใช้ไฟฟ้าหรือก๊าซหุงต้มเพิ่มเติมจากระดับที่เป็นอยู่ แต่มีการเปลี่ยนจากการใช้ไม้ฟืนเป็นถ่านไม้ ประสิทธิภาพของเตาถ่านเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 30

ค) มีการใช้เครื่องปรับอากาศชนิดที่ผลิตน้ำร้อนอาบด้วย ซึ่งเครื่องชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเครื่องที่มีใช้อยู่เมื่อผลิตน้ำร้อนในระดับที่อุณหภูมิไม่สูงเกินไปและสามารถตัดทอนไฟฟ้าส่วนที่ใช้ทำน้ำร้อนอาบ มีการใช้พลังงานรังสีอาทิตย์ในการปรับอากาศร้อยละ 20

ตารางที่ 2.3.18 แสดงผลในกรณีนี้ การใช้ไฟฟ้าลดลงจากกรณีอ้างอิงประมาณร้อยละ 30 และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลงร้อยละ 30 และการใช้ไฟฟ้าลดลงจากในกรณีการใช้ไฟฟ้าสูงประมาณร้อยละ 60 แต่การปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่ามากโดยลดลงร้อยละ 40

พลังงานไฟฟ้าส่องสว่างลดลงร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับกรณีการใช้ไฟฟ้าระดับสูงและลดลงเกินกว่าร้อยละ 50 เมื่อเทียบกับกรณีฐานการใช้พลังงานในหมวดประกอบอาหารลดลง ในหมวดบันเทิงและหมวดสะดวกสบายที่ไม่รวมการปรับอากาศและทำน้ำร้อนอาบ การใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสองหมวดนี้ไม่เปลี่ยนแปลงจากกรณีฐานการใช้พลังงานในการปรับอากาศและทำน้ำร้อนลดลงกว่าครึ่ง

ตารางที่ 2.3.18 ปริมาณก๊าซที่ปล่อยโดยบ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กสืบเนื่องจากการใช้พลังงานในกิจการต่างๆ ในปี พ.ศ.2573 กรณีใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

กรณีมีประสิทธิภาพสูง	หน่วย	Elec, GWh	kTOE	CO_2, ktonC	CH_4, ton	N_2O, ton	NOX, ton	CO, ton	NMVOCs, ton
แสงสว่าง	GWh	6010.8	566	525	2	2	2	0	0
ประกอบอาหาร									
ไฟฟ้า	GWh	8479.3	799	740	3	2	3	0	0
LPG	ล้าน kg	2989	3,488	971	64	80	83	14	4
ฟืน	ล้าน kg								
ถ่าน	ล้าน kg	6445.8	4,407						
ข่าวสารบันเทิง	GWh	13301	1,253	1,161	5	3	5	0	0
สะดวกสบาย	GWh	30350	2,858	2,650	12	8	11	1	0
(ไม่คิดปรับอากาศ, ทำน้ำร้อน)									
เครื่องปรับอากาศ	GWh	13153	1,239	1,149	5	3	5	0	0
เครื่องทำน้ำร้อนใช้ไฟฟ้า	GWh	1250.7	118	109	0	0	0	0	0
อื่นๆ	GWh	6643.6	626	580	3	2	2	0	0
รวมปริมาณไฟฟ้า	GWh	79188							
รวม			15,353	7,886	95	101	112	16	5

นอกจากนี้ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ข) ได้ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย โดยการศึกษานี้ เน้นการจัดทำและใช้แบบจำลองในการคาดการณ์และประมาณการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีแนวโน้มว่าจะลดได้ ในปี พ.ศ. 2551 ถึงปี พ.ศ.2593 โดยในส่วนของภาคอาคารและที่พักอาศัย ได้มีการพิจารณาการนำเอามาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาใช้ ประกอบด้วย 3 มาตรการหลัก คือ มาตรการการใช้เตาแอลพีจีประสิทธิภาพสูง มาตรการการใช้เตาถ่านประสิทธิภาพสูง และมาตรการด้านการจัดการการใช้ไฟฟ้า กฟผ.

โดยมาตรการการใช้เตาแอลพีจีประสิทธิภาพสูง เป็นมาตรการที่สนับสนุนให้มีการเปลี่ยนเตาหุงต้มแบบปกติให้หันมาใช้เตาหุงต้มที่มีประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบได้แก่ เตาแบบ Swirl flow เตาแบบ Infrared flow เตาแบบ Radial flow โดยต้องมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนร้อยละ 53 ขึ้นไป มาตรการการใช้เตาถ่านประสิทธิภาพสูง เป็นการส่งเสริมให้มีการเปลี่ยนมาใช้เตาถ่านประสิทธิภาพสูง ซึ่งมีอัตราการสิ้นเปลืองถ่านน้อยลง ประหยัดถ่านได้ร้อยละ 30-40 อายุการใช้ยาวนานกว่า (มากกว่า 2 ปี) และมาตรการด้านการจัดการการใช้ไฟฟ้า กฟผ. ซึ่งเป็นมาตรการที่ใช้การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยเพิ่มเติมจากที่เคยมีตัวอย่างการจัดการมาแล้วในอดีต อุปกรณ์ประหยัดไฟฟ้าที่นำมาใช้ได้แก่ Standby Power กระติกน้ำร้อน และตู้แช่เชิงพาณิชย์

ผลการศึกษาดังกล่าว พบว่า เตาถ่านประสิทธิภาพสูงมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ดีกว่าเตาแอลพีจีประสิทธิภาพสูง โดยสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 0.55 Mt CO_2e. ในปี พ.ศ. 2563 และ 2.37 MtCO_2e ในปี พ.ศ.2593 ตามลำดับ ในขณะที่เตาแก๊สประสิทธิภาพสูงสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 0.66 Mt CO_2e และ 2.83 Mt CO_2e ในปี พ.ศ.2563 และ 2.37 Mt CO_2e ในปี พ.ศ.2593 ตามลำดับ สำหรับกรณีของ standby power กระติกน้ำไฟฟ้าและตู้แช่ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ 0.067 Mt CO_2e ในปี พ.ศ.2563 และ 2.37 Mt CO_2e ในปี พ.ศ.2593 ตามลำดับ รายละเอียดดังในตารางที่ 2.3.19

ตารางที่ 2.3.19 คาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของสาขาอาคารและครัวเรือนในภาคพลังงานในปี พ.ศ.2551-2593

MtCO2eq	2010	2020	2030	2040	2050
Emission BAU	6.393	9.119	12.512	17.079	23.313
Reduction volume: Standby,Kettle and Freezer	0.004	0.068	0.251	0.726	1.489
Reduction volume: Cooking Stove	0.130	0.558	1.276	1.742	2.378
Reduction volume: LPG Stove	0.155	0.665	1.520	2.075	2.833
Total Reduction	0.290	1.291	3.047	4.543	6.700
Percent total reduction	4.5	14.2	24.4	26.6	28.7

2.3.5 บทสรุป

ตารางที่ 2.3.19 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยสืบเนื่องจากการใช้พลังงานของธุรกิจขนาดใหญ่ บ้านอยู่อาศัยและธุรกิจขนาดเล็กในกรณีต่างๆ

เมื่อพิจารณาในแง่มุมของการปล่อยก๊าซเท่านั้น กรณีการใช้ไฟฟ้าประกอบอาหารไม่ลดปริมาณก๊าซที่ปล่อยได้ แต่ในกรณีนี้การใช้ไฟฟ้าเพิ่มจากกรณีฐานถึงร้อยละ 40 ปัญหาที่เกิดขึ้นในกรณีนี้คือการผลิตไฟฟ้าในกรณีฐานต้องใช้โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ถึง 5 โรงอยู่แล้ว กรณีการใช้ไฟฟ้าสูงจะเพิ่มปัญหาการผลิตไฟฟ้าขึ้นไปอีก นอกเหนือจากปัญหาเรื่องความไม่มีประสิทธิภาพเชิงเศรษฐสาสตร์

ในทางตรงกันข้าม กรณีที่มีการปรับประสิทธิภาพของการใช้พลังงานให้สูง การใช้ไฟฟ้าลดลงร้อยละ 30 จากกรณีฐาน และปริมาณก๊าซที่ปล่อยลดลงร้อยละ 30 ต้นทุนเชิงเศรษฐศาสตร์ที่จะทำให้เกิดสภาวะเช่นนี้ก็ต่ำด้วย

ตารางที่ 2.3.20 สรุปผลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกรณีฐานในปี พ.ศ.2553 และกรณีต่างๆ ในปี พ.ศ.2573

กรณี	ประเภทของอาคาร	CO_2, Kton, C	CH_4, ton	N_2O, ton	NOX, ton	CO, ton	NMVOCs, ton
ฐาน พ.ศ.2553	ธุรกิจขนาดใหญ่	2,802	35	59	1,226	149	42
	บ้านและธุรกิจขนาดเล็ก	7,133	396	597	61,524	6,721	1,705
	รวมทั้งสิ้น	16,782	2,995	1,218	122,628	90,057	6,598
ฐาน พ.ศ.2573	ธุรกิจขนาดใหญ่	6,810	90.68	169	3,497	426	119
	บ้านและธุรกิจขนาดเล็ก	11,103	162	178	196	29	8
	รวมทั้งสิ้น	17,913	253	347	3,693	455	127
ไฟฟ้าประกอบอาหาร พ.ศ.2573	ธุรกิจขนาดใหญ่ ที่ระดับฐาน	6,810	90.68	169	3,497	426	119
	บ้านและธุรกิจขนาดเล็ก-ใช้ไฟฟ้าประกอบอาหาร	12,396	56	37	52	3	1
	รวมทั้งสิ้น	19,206	147	206	3,549	429	120
ประสิทธิภาพสูง พ.ศ.2573	ธุรกิจขนาดใหญ่	3,348	60	142	2,952	360	101
	บ้านและธุรกิจขนาดเล็ก	7,886	95.15	101	112	16	5
	รวมทั้งสิ้น	11,234	155	243	3,064	376	106

เอกสารอ้างอิง

กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. รายงานสถิติจำนวนประชากร พ.ศ.2552

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2546. รายงานโครงการแนวทางการใช้พลังงานในสาขาบ้านอยู่อาศัย. โดยคณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อมูลจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอยู่อาศัยปี 2547. ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เอกสารที่สำนักงานการจัดการด้านการใช้ไฟฟ้าจัดส่งให้

คณะอนุกรรมการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้า. รายงานการพยากรณ์ความต้องการใช้ไฟฟ้าระหว่าง พ.ศ.2553-2573 ฉบับเมษายน 2553

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ในภาคพลังงาน (Energy Sector). กรุงเทพ

S.Chirarattanon, P.Chaiwiwatworakul, V.D.Hien, P.Rakkwamsuk, and K.Kubaha. 2010. Assessment of Energy Savings from the Revised Building Energy Code of Thailand. Energy. 35, 4: 1741-1753.

Sirikul Prasitpianchai, International Institute for Energy Conservation, Solar Thermal Market in Thailand, Renewal Energy Conference, BITEC, Bangkok, 6-7 June 2007.

Surapong Chirarattananon and Vu Duc Hien. 2011. Thermal Performance and Cost Effectiveness of Massive Walls under Thai Climate, Energy and Buildings, 43, 1655-1662.

Technical Sub-committee, National Food Insecurity and Vulnerability Information and Mapping System, Manual of Operations, supported by the Government of Japan through the FAO-Asia FIVIMS Trust Fund Project, 2005.

U.S.A Public Health Service, fifth edition, AP 42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors, Volume 1: Stationary Point and Area Sources. (Online). Available : http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42.

2.4 ภาคอุตสาหกรรม

คุณรินทวัฒน์ สมบัติศิริ

วิธีอ้างอิง

รินทวัฒน์ สมบัติศิริ, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม*. ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ภาคอุตสาหกรรมไทยได้ให้ความสนใจในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (หรือโครงการ CDM) เป็นจำนวนมาก โดยจะเห็นได้จากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ยื่นหนังสือแสดงเจตจำนงในการพัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ที่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยโครงการในลักษณะที่นำก๊าซชีวภาพหรือเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าหรือผลิตความร้อนเป็นโครงการที่ภาคอุตสาหกรรมให้ความสนใจดำเนินการมากที่สุด
- แนวโน้มในอนาคต (ประมาณ 3–5 ปีข้างหน้า) ลักษณะของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมให้ความสนใจดำเนินการมากที่สุดคาดว่ายังคงเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำก๊าซชีวภาพหรือเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนเช่นเดิม เนื่องจากเป็นโครงการที่สามารถลดการระบายก๊าซเรือนกระจกได้เป็นจำนวนมากและมีความคุ้มค่าในการลงทุนสูง ส่วนโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นโครงการที่ภาคอุตสาหกรรมจะให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการที่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ และโครงการเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูง หากรัฐบาลมีนโยบายการสนับสนุนที่จูงใจผู้ประกอบการให้ลงทุน
- มีอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง เช่น อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล หรืออุตสาหกรรมผลิตสุรา/เบียร์ เป็นต้น ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำเชื้อเพลิงชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่มีการใช้หม้อน้ำ (boiler) เพื่อผลิตความร้อนใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน เช่น อุตสาหกรรมฟอกย้อม อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมน้ำตาล หรืออุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น และมีหลากหลายประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (energy efficiency) โดยโรงงานอุตสาหกรรมจะเลือกวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานวิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมนั้นๆ
- เทคโนโลยีหรือแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรมมีหลายประเภท เช่น ระบบพลังงานความร้อนร่วม ระบบบำบัดน้ำเสียประเภทไร้อากาศ (anaerobic treatment processes) อุปกรณ์ประหยัดพลังงานชนิดต่างๆ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่สามารถหาได้ง่ายในประเทศ

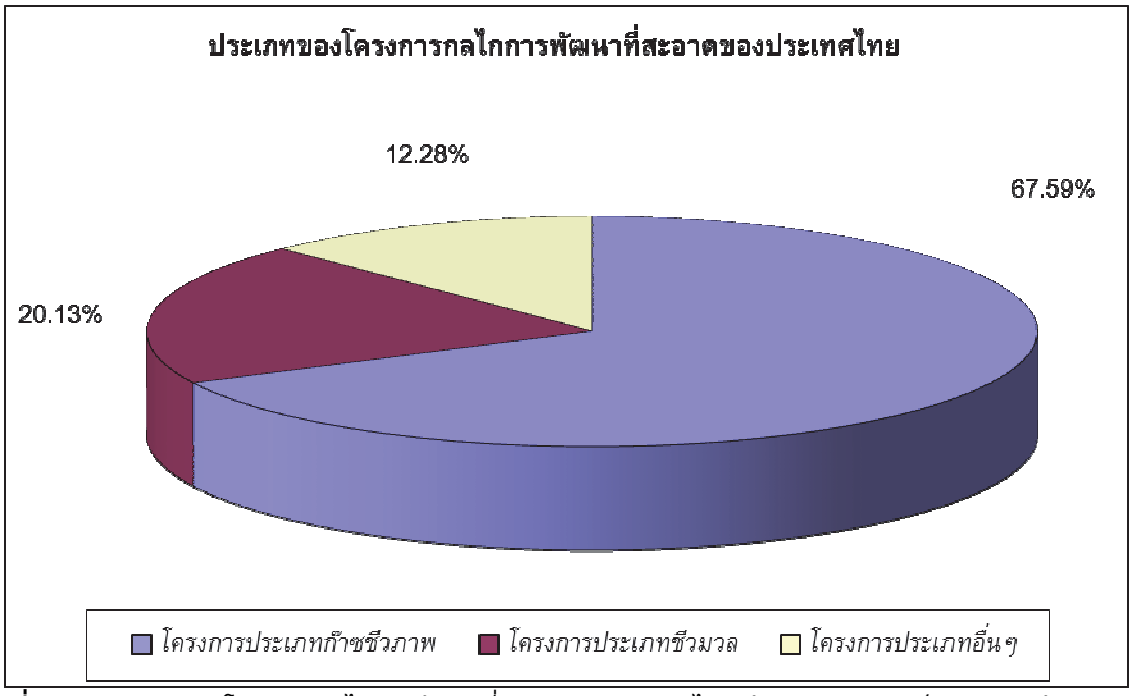
Mitigation Approaches

List of Technologies	Present Status	Science & Research Needs
ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic Treatment Processes) เช่น ระบบ UASB หรือระบบ Covered Lagoon	มีใช้กันอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรม และมีระบบที่คันคิดโดยคนไทย	-
การผลิตกระแสไฟฟ้าจากเชื้อเพลิงชีวมวลหรือก๊าซชีวมวล	มีใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศและสั่งซื้อได้ง่าย แต่ไม่สามารถผลิตได้เองในประเทศเนื่องจากขาด Knowhow และวัสดุที่ใช้ในการผลิต อีกทั้งการสั่งซื้อมีราคาถูกกว่าการผลิตเอง	-
การใช้เชื้อเพลิงชีวมวลหรือก๊าซชีวมวลเป็นเชื้อเพลิงของหม้อน้ำ	มีใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศและสั่งซื้อได้ง่าย และสามารถผลิตได้เองในประเทศ	-
การติดตั้งอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง	มีใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศและสั่งซื้อได้ง่าย และอุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้าบางประเภทสามารถผลิตได้เองในประเทศ	-

2.4.1 สถานการณ์ปัจจุบันการลดก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรม

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550 เป็นต้นมา ภาคอุตสาหกรรมไทยได้ให้ความสนใจในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (หรือโครงการ CDM) เป็นจำนวนมาก โดยจะเห็นได้จากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ยื่นหนังสือแสดงเจตจำนงในการพัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดกับองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ที่เพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งจากข้อมูลของจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) เมื่อวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2553 พบว่ามีจำนวนผู้ยื่นหนังสือแสดงเจตจำนงในการพัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดแล้วจำนวน 194 โครงการ และมีโครงการที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) จากรัฐบาลไทยแล้ว จำนวน 111 โครงการ โดยสามารถจำแนกเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดประเภทต่าง ๆ ได้ ดังนี้

1. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ประเภทก๊าซชีวภาพ ร้อยละ 67.59
2. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ประเภทชีวมวล ร้อยละ 20.13
3. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ประเภทอื่น ๆ ร้อยละ 12.28 (http://www.tgo.or.th) ดังรูปที่ 2.4.1

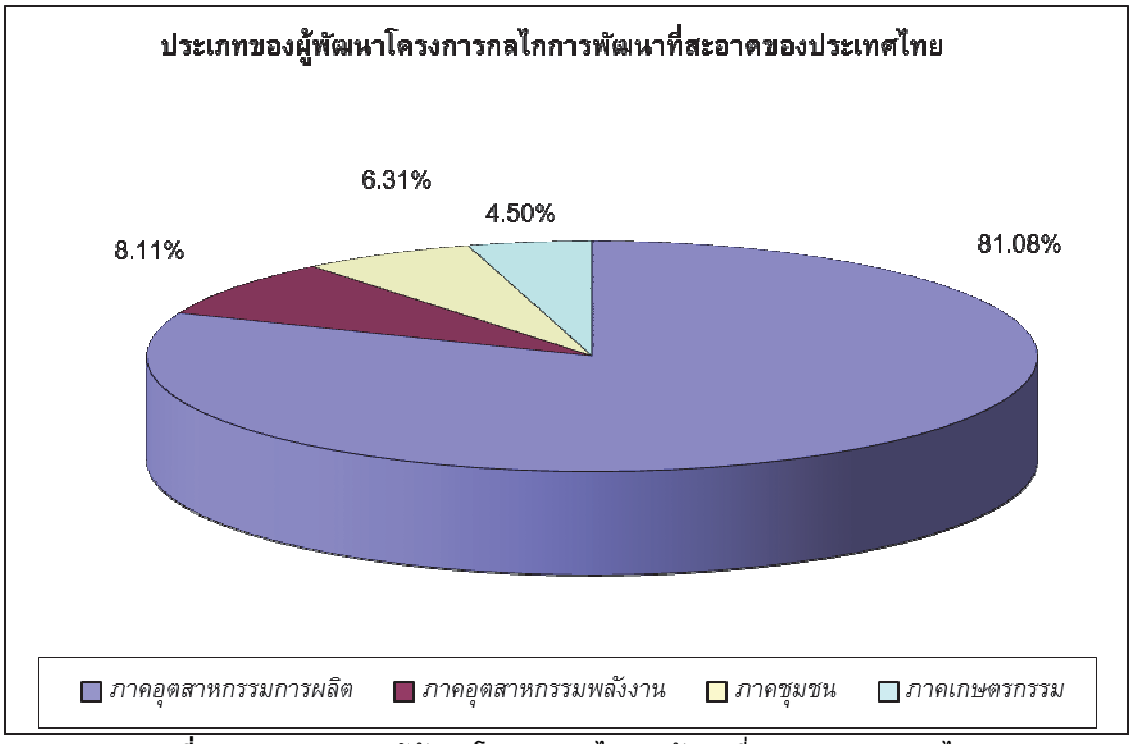


รูปที่ 2.4.1 ประเภทของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของประเทศไทย(ดัดแปลงจาก องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

ทั้งนี้ หากพิจารณาในรายละเอียดของโครงการที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) จากรัฐบาลไทยจำนวน 111 โครงการ พบว่าเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่พัฒนาขึ้นโดยผู้ประกอบการภาคต่างๆ ดังนี้

1. ภาคอุตสาหกรรมการผลิต (ได้แก่ โรงงานผลิตผลิตภัณฑ์หรือสินค้าต่างๆ) จำนวน 90 โครงการ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 81.08
2. ภาคอุตสาหกรรมพลังงาน (ได้แก่ โรงไฟฟ้า) จำนวน 9 โครงการ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 8.11
3. ภาคชุมชน (ได้แก่ หลุมฝังกลบของเสียชุมชน) จำนวน 7 โครงการ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 6.31

4. ภาคเกษตรกรรม (ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์) จำนวน 5 โครงการ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 4.50 (http://www.tgo.or.th) ดังรูปที่ 2.4.2

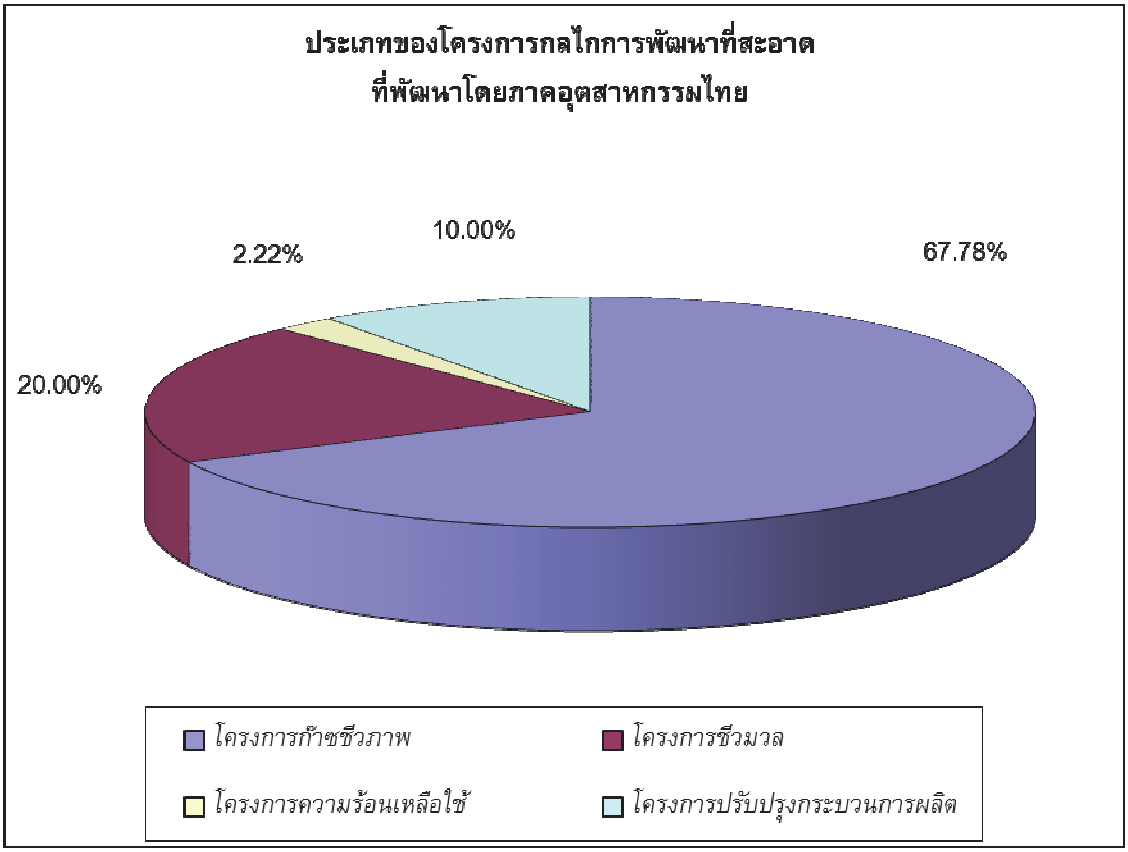


รูปที่ 2.4.2 ประเภทของผู้พัฒนาโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดของประเทศไทย

ทั้งนี้ หากพิจารณาในรายละเอียดของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่พัฒนาโดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) จากรัฐบาลไทย จำนวน 90 โครงการ จะพบว่าเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนจำนวน 61 โครงการ คิดเป็นร้อยละ 67.78 ซึ่งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่ที่ดำเนินงานโครงการในลักษณะนี้ ได้แก่ โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม โรงงานผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (เช่น เบียร์หรือสุรา) และโรงงานผลิตเอทานอล
2. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน จำนวน 18 โครงการ คิดเป็นร้อยละ 20.00 ซึ่งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่ที่ดำเนินงานโครงการในลักษณะนี้ ได้แก่ โรงสีข้าว โรงงานผลิตน้ำตาล และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ที่มีเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นของตนเอง
3. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำพลังงานความร้อนเหลือใช้ (Waste Heat) มาใช้ผลิตไฟฟ้า จำนวน 9 โครงการ คิดเป็นร้อยละ 10.00 ซึ่งผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโดยส่วนใหญ่ที่ดำเนินงานโครงการในลักษณะนี้ ได้แก่ โรงงานผลิตปูนซีเมนต์
4. โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่ปรับเปลี่ยนกระบวนการผลิต จำนวน 2 โครงการ คิดเป็นร้อยละ 2.22 ดังรูปที่ 2.4.3 (http://www.tgo.or.th)

ซึ่งการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดประเภทต่าง ๆ ของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมดังที่ได้กล่าวมา สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ ประมาณ 5.5 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี



รูปที่ 2.4.3 ประเภทของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่พัฒนาโดยภาคอุตสาหกรรมไทย

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะพบว่าภาคอุตสาหกรรมไทยได้ให้ความสนใจในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง (COD Load) โดยสามารถนำก๊าซชีวภาพได้แก่ ก๊าซมีเทน มาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าหรือผลิตความร้อน เช่น อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล และอุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ (เช่น เบียร์หรือสุรา) เป็นต้น และกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมโรงสีข้าวและน้ำตาลที่ใช้ประโยชน์จากเชื้อเพลิงชีวมวลในการผลิตไฟฟ้าหรือผลิตความร้อน รวมถึงกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ที่นำความร้อนเหลือใช้ (Waste Heat) มาผลิตไฟฟ้า ทั้งนี้ มีแรงจูงใจหลักมาจากผลกำไรจากการขายคาร์บอนเครดิต การใช้ทรัพยากรและวัตถุดิบอย่างคุ้มค่าแลมีประสิทธิภาพ และการขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการอุตสาหกรรม รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพการบำบัดมลพิษหรือการจัดการของเสียให้เป็นไปตามกฎหมาย (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551) ซึ่งจากการศึกษาของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2552 ถึงประโยชน์ที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมจะได้รับจากการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด พบว่าการเปลี่ยนเทคโนโลยีการเผาไหม้และเชื้อเพลิงของหม้อน้ำของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กแห่งหนึ่งส่งผลให้การระบายมลพิษอากาศ (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และฝุ่นละออง) ออกจากปล่องของหม้อน้ำเป็นไปตามค่ามาตรฐานของทางราชการ และสามารถลดปริมาณการระบายก๊าซเรือนกระจกได้ ประมาณ 38,000 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี อีกทั้งยังทำรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตได้ ประมาณ 23 ล้านบาท (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552)

2.4.2 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรม

ในปัจจุบัน แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีมากมายหลายประเภท เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายอาจจำแนกแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการผลิต และแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการของเสีย ดังตารางที่ 2.4.1

ตารางที่ 2.4.1 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภาคการผลิต	ภาคการจัดการของเสีย
▪ ระบบพลังงานความร้อนร่วม (Cogeneration System)	▪ เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพ (Biogas Technology)
▪ การเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิง (Fuel Switching Method)	▪ การเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นก๊าซ (Biomass Gasification)
▪ ระบบมอเตอร์ (Motor System)	▪ การนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Heat Recovery System)
▪ ระบบหม้อน้ำ (Boiler System)	
▪ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)	
▪ ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ (Refrigeration & HVAC System)	
▪ เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Technology)	
▪ หม้อแปลงไฟฟ้า (HV Substation and MV/LV Industrial)	
▪ ระบบพลังงานไฟฟ้า และคุณภาพของพลังงานไฟฟ้า (Power System and Power Quality)	

ที่มา http://www.onep.go.th และ http://www.dede.go.th

2.4.2.1 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการผลิต

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการผลิตประกอบด้วย

1) ระบบพลังงานความร้อนร่วม (Cogeneration System)

ระบบพลังงานความร้อนร่วม (Cogeneration System) หมายถึง การผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิงป้อนเพียงแหล่งเดียว หรือเรียกอีกชื่อว่า Combined Heat and Power (CHP) โดยโรงไฟฟ้าพลังงานร่วมสามารถแบ่งออกตามลักษณะการผลิตได้ 2 ลักษณะ ได้แก่ (1) Top Cycle Topping Cycle เป็นระบบที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าก่อนแล้วจึงใช้ประโยชน์จากความร้อนของการผลิตไฟฟ้าไปใช้ในกระบวนการผลิตทางความร้อน และ (2) Bottom Cycle Bottoming Cycle เป็นระบบที่ทำงานตามขบวนการผลิตทางความร้อนอุณหภูมิสูงก่อนแล้วจึงใช้ความร้อนจากกระบวนการผลิตไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าต่อไป ซึ่งระบบ Top Cycle Topping Cycle เป็นระบบที่ให้ประสิทธิภาพและผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ดีกว่าระบบ Bottoming Cycle (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552)

2) การเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิง (Fuel Switching Method)

การเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิงที่มีมลพิษน้อยลงหรือแหล่งเชื้อเพลิงที่เป็นพลังงานหมุนเวียนที่สะอาดและยั่งยืน เช่น เปลี่ยนจากการใช้ถ่านหินเป็นก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น โดยพลังงานที่มีการใช้กันอยู่แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ (1) พลังงานสิ้นเปลือง ซึ่งเป็นพลังงานจากเชื้อเพลิงที่ใช้แล้วหมดไป เช่น ถ่านหิน น้ำมันเชื้อเพลิง ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น และ (2) พลังงานจากเชื้อเพลิงหมุนเวียน เช่น ชีวมวล น้ำ แสงอาทิตย์ ลม เป็นต้น ทั้งนี้ แหล่งเชื้อเพลิงแต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งผู้ประกอบการจะต้องพิจารณาถึงศักยภาพของแหล่งเชื้อเพลิง ความมั่นคงในการจัดหา ราคาของเชื้อเพลิง และปัญหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยตัวอย่างคุณสมบัติของแหล่งเชื้อเพลิงที่สำคัญมีดังนี้

- ถ่านหิน

ถ่านหิน คือ หินตะกอนชนิดหนึ่งซึ่งสามารถติดไฟได้และมีส่วนประกอบที่เป็นสารประกอบของคาร์บอน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก หรือร้อยละ 70 โดยปริมาตร และยังมีสารประกอบอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และกำมะถัน เป็นต้น ซึ่งถ่านหินสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด ได้แก่ แอนทราไซท์ บิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์ โดยถ่านหินแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแสดงดังตารางที่ 2.4.2

ตารางที่ 2.4.2 คุณสมบัติของถ่านหินแต่ละชนิด (สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ 2542)

ชนิดของถ่านหิน	ค่าความร้อน	ค่าความชื้น	ปริมาณขี้เถ้า	ปริมาณกำมะถัน
1) แอนทราไซท์	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
2) บิทูมินัส	สูง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
3) ซับบิทูมินัส	ปานกลาง – สูง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
4) ลิกไนต์	ต่ำ – ปานกลาง	สูง	สูง	ต่ำ - สูง

- น้ำมันเตา

น้ำมันเตา คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากก้นหอกลั่นอันเป็นส่วนที่ตกค้างอยู่หลังจากผลิตภัณฑ์ที่มีจุดเดือดต่ำกว่าและมีมูลค่าสูง (เช่น น้ำมันก๊าดและน้ำมันดีเซลที่เป็นเชื้อเพลิงที่ได้จากการกลั่น) ได้ระเหยและกลั่นตัวไปจนหมดแล้ว โดยน้ำมันเตามีอุณหภูมิจุดเดือดตั้งแต่ 371-482 องศาเซลเซียส แต่อาจพบน้ำมันเตาที่มีจุดเดือดต่ำตั้งแต่ 211-371 องศาเซลเซียส ซึ่งกระทรวงพลังงานได้กำหนดคุณภาพของน้ำมันเตาไว้ตามความแตกต่างของความหนืดดังตารางที่ 2.4.3

ตารางที่ 2.4.3 ชนิดและคุณสมบัติของน้ำมันเตา (http://www2.dede.go.th)

ชนิดของน้ำมันเตา	ค่าความหนืด (RW ที่ 50°C)	ค่าความร้อน (MJ / ลิตร)
น้ำมันเตาเกรด A	600	38.18
น้ำมันเตาเกรด B	1200	39.52
น้ำมันเตาเกรด C	1500	41.28
น้ำมันเตาเกรด D	2000	43.45

- น้ำมันดีเซล

น้ำมันดีเซล คือ น้ำมันเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งเป็นเครื่องยนต์แรงอัดสูงและจุดระเบิดเองโดยการจุดระเบิดของเชื้อเพลิงเกิดขึ้นจากความร้อนจากแรงอัดสูงของอากาศในกระบอกสูบโดยไม่ต้องใช้หัวเทียน มีช่วงจุดเดือดประมาณ 180 - 370 องศาเซลเซียส

- น้ำมันเบนซิน

น้ำมันเบนซินหรือก๊าซโซลีนเป็นเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ง่ายและใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินชนิดสันดาปภายในโดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด

- ก๊าซปิโตรเลียมเหลว

ก๊าซปิโตรเลียมเหลวหรือก๊าซหุงต้ม เป็นก๊าซเหลวภายใต้ความดัน ซึ่งก๊าซหุงต้มส่วนใหญ่ในประเทศไทยได้จากโรงแยกก๊าซธรรมชาติ โดยใช้อัตราส่วนผสมของโพรเพนและบิวเทน ประมาณ 70 ต่อ 30

- ก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยสารไฮโดรคาร์บอนประเภทต่าง ๆ เป็นส่วนใหญ่ และส่วนที่เหลือประกอบด้วยก๊าซประเภทอื่น ๆ เช่น ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และอาจมีไฮโดรเจนซัลไฟด์ปะปนอยู่ในระดับหนึ่ง โดยปัญหาสิ่งแวดล้อมจากการใช้ก๊าซธรรมชาติมีน้อยเนื่องจากกระบวนการเผาไหม้ของก๊าซธรรมชาติเป็นการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ ซึ่งได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ

- เชื้อเพลิงชีวมวล

เชื้อเพลิงชีวมวล คือ สารทุกรูปแบบที่ได้จากสิ่งมีชีวิตรวมทั้งผลผลิตจากการเกษตรและป่าไม้ เช่น ไม้ฟืน แกลบ กากอ้อย วัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรต่าง ๆ รวมถึงของเสียจากสัตว์ ของเสียจากโรงงานแปรรูปทางเกษตร และขยะที่นำมาผลิตก๊าซชีวภาพ

- พลังน้ำ

พลังน้ำ คือ พลังงานที่ได้จากพลังจลน์ของน้ำที่ถูกเก็บกักบนพื้นที่สูงของอ่างเก็บน้ำเหนือเขื่อนซึ่งสะสมพลังงานศักย์ไว้ และเมื่อเปิดประตูน้ำพลังงานศักย์สะสมอยู่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานจลน์สามารถนำไปหมุนกังหันน้ำเพื่อฉุดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าผลิตกำลังไฟฟ้าได้

- พลังงานแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์ คือ พลังงานที่ได้มาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ซึ่งนำมาใช้เป็นพลังงานความร้อนโดยผ่านอุปกรณ์รับแสง เช่น เซลล์แสงอาทิตย์ (solar cell) โดยในปัจจุบันมีการใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการผลิตกำลังไฟฟ้า 2 รูปแบบ คือ ในรูปพลังงานความร้อนและการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงด้วยกระบวนการโฟโตวอลตาอิค โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์

- พลังงานลม

พลังงานลม คือ พลังงานที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของอากาศ ถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจะทำให้มีพลังงานมาก ซึ่งสามารถนำมาใช้หมุนกังหันลมเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าได้

ทั้งนี้ การเปลี่ยนมาใช้พลังงานหมุนเวียนเหมาะสำหรับเป็นทางเลือกของประเทศไทยเนื่องจากมีแหล่งเชื้อเพลิงที่อยู่ในประเทศและราคาไม่แพงมากนัก เช่น เชื้อเพลิงชีวมวลและพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

3) ระบบมอเตอร์ (Motor System)

มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังที่ใช้ในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรมในการขับเคลื่อนเครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องสูบ พัดลม และคอมเพรสเซอร์ เป็นต้น ทั้งนี้ เนื่องจากมอเตอร์ใช้พลังงานมาก การเลือกมอเตอร์อย่างเหมาะสมและการใช้งานอย่างถูกต้องจะทำให้ประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมาก ตัวอย่างการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้าที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

- ใช้มอเตอร์ขนาดพอเหมาะสมกับโหลด
- ใช้มอเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง
- ใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ปรับความเร็วมอเตอร์ให้ช้าหรือเร็วสำหรับงานที่ต้องการความเร็วหลากหลาย เช่น มอเตอร์ปั๊มน้ำและมอเตอร์พัดลม เป็นต้น
- ควรติดตั้งมอเตอร์ในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้ดีเพราะการใช้งานมอเตอร์ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเนื่องจากความต้านทานของขดลวดมีค่าเพิ่มขึ้น

4) ระบบหม้อน้ำ (Boiler System)

อุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีการใช้ไอน้ำในกระบวนการผลิตโดยใช้เชื้อเพลิงเผาไหม้ให้เกิดความร้อนและต้มน้ำให้กลายเป็นไอน้ำส่งตามท่อไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ความร้อน ซึ่งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ใช้ไอน้ำมี 2 แบบ คือ แบบใช้โดยตรง (Direct Heating) และแบบผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Indirect Heating) ไอน้ำสามารถสะสมความร้อนได้มากและมีค่าใช้จ่ายในการใช้งานต่ำกว่าสารอื่น อย่างไรก็ตาม หากต้องการความร้อนอุณหภูมิสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส จะต้องผลิตไอน้ำความดันสูงมากจึงต้องใช้น้ำมันร้อน (Thermal Oil) เป็นสารตัวกลางแทนน้ำในหม้อน้ำและใช้เชื้อเพลิงแข็ง เชื้อเพลิงเหลว หรือเชื้อเพลิงก๊าซในการเผาไหม้ และเกิดก๊าซอุณหภูมิสูงถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำหรือน้ำมันร้อนหม้อไอน้ำ

โดยทั่วไป ประสิทธิภาพร้อยละ 70 - 80 หมายความว่าพลังงานความร้อนจากเชื้อเพลิง 100 ส่วน สามารถให้ความร้อนกับน้ำได้ 70 - 80 ส่วน เท่านั้น โดยตัวอย่างของมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานสำหรับผลิตไอน้ำที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

<u>ส่วนของการผลิตไอน้ำ</u>

- เลือกใช้เชื้อเพลิงที่เหมาะสม โดยการเปรียบเทียบราคา ค่าความร้อน ความสะดวกในการซื้อหา การขนส่ง และจัดเก็บ ตลอดจนประสิทธิภาพการแปลงเป็นความร้อน เชื้อเพลิงแข็งมีค่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ร้อยละ 75 - 85 เชื้อเพลิงเหลวร้อยละ 80 - 85 และเชื้อเพลิงก๊าซร้อยละ 80 - 90 ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงแข็งต่ำกว่าเชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงเหลวต่ำกว่าเชื้อเพลิงก๊าซ ตามลำดับ เนื่องจากพื้นที่สัมผัสระหว่างเชื้อเพลิงกับอากาศน้อยกว่ากัน นอกจากนั้นเชื้อเพลิงที่มีความหนืดสูงจะกระจายออกเป็นฝอยละอองได้ยาก ทำให้มีพื้นที่สัมผัสน้อย ส่งผลให้ประสิทธิภาพการเผาไหม้ต่ำ
- ควบคุมการเผาไหม้เชื้อเพลิงให้สมบูรณ์ โดยตรวจตราดูแลปริมาณอากาศส่วนเกินที่ใช้ในการเผาไหม้เพื่อเป็นแนวทางการควบคุม กรณีที่อากาศน้อยเกินไป การเผาไหม้จะได้ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์และเชื้อเพลิงที่ไม่เผาไหม้ เขม่า ควันสีดำ พลังงานที่ได้จะต่ำ การเผาไหม้มีประสิทธิภาพต่ำ และกรณีที่อากาศมากเกินไป ส่วนที่เกินความต้องการจะพาความร้อนออกไปทางปล่องไอเสียส่งผลให้ประสิทธิภาพของหม้อไอน้ำลดต่ำลง

- หุ้มฉนวนเตาและหม้อน้ำ เพื่อลดการสูญเสียทางพื้นผิวของวัตถุได้ประมาณร้อยละ 95 ของการสูญเสียความร้อนทางพื้นผิว
- ทำความสะอาดหัวเผาเชื้อเพลิงเหลวทุกสัปดาห์ และเชื้อเพลิงก๊าซทุกเดือน เขม่าหรือสิ่งสกปรกจะทำให้อากาศและเชื้อเพลิงไหลไม่สะดวก ไม่สามารถฉีดเป็นละอองได้
- ทำความสะอาดผิว ถ่ายเทความร้อนในหม้อไอน้ำ เพื่อให้ความร้อนจากเชื้อเพลิงถ่ายเทให้กับน้ำในหม้อน้ำได้สะดวก
- เดินเครื่องใช้งานที่โหลดงานใกล้เคียงกับค่าพิกัด เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงๆ กรณีที่โหลดมีการเปลี่ยนแปลงมากๆ อาจพิจารณาใช้หม้อน้ำหลายลูก ทั้งนี้ หม้อน้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีค่าการสูญเสียพลังงานสูงกว่าหม้อน้ำที่มีขนาดเล็กกว่า
- หากความดันใช้งานต่ำกว่าความดันพิกัดมาก อาจพิจารณาใช้ประโยชน์จากความดันส่วนต่างนี้ โดยใช้กังหันไอน้ำผลิตกระแสไฟฟ้าติดตั้งระหว่างหม้อไอน้ำ และส่วนที่ต้องการใช้งานอย่างอื่น

<u>ส่วนของการส่งจ่ายไอน้ำ</u>

- การหุ้มฉนวนท่อและอุปกรณ์ประกอบท่อส่งไอน้ำต่างๆ และมีการแยกไอน้ำส่วนที่ควบแน่นออกโดยใช้ separator และกับดักไอน้ำ (steam trap)

<u>ส่วนของการใช้ไอน้ำ</u>

- หุ้มฉนวนอุปกรณ์ที่ใช้ไอน้ำเพื่อลดการสูญเสียพลังงาน
- ในกรณีที่ใช้ไอน้ำแบบไม่ผสมกับของเหลวในอุปกรณ์ ควรติดตั้งกับดักไอน้ำไว้ที่ทางออกของกระแสไอน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้ไอน้ำไหลออกไปกับคอนเดนเสท

<u>การนำความร้อนทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์</u>

- นำน้ำคอนเดนเสทที่ยังมีอุณหภูมิสูงกลับมาใช้ประโยชน์ โดยผสมกับน้ำป้อนเข้าหม้อน้ำหรือนำมาทำเป็น flash steam เพื่อนำไปใช้ในส่วนอื่นของระบบ
- นำความร้อนในน้ำร้อนที่ blow down จากก้นหม้อน้ำมาใช้ประโยชน์ เช่น นำมาใช้อุ่นน้ำมันเตาที่จะเข้าเผาไหม้ เป็นต้น
- นำเอาไอเสียจากเตาหม้อน้ำไปใช้ประโยชน์ เช่น อบแห้งผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

5) ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง (Lighting System)

ตัวอย่างของมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

- ติดตั้งระบบควบคุมการเปิด - ปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติ
- จัดให้มีสวิทช์ควบคุมแยกบริเวณเป็นส่วนๆ เพื่อสามารถปิดไฟในบริเวณที่ไม่ใช้งานได้ตามสถานการณ์
- ติดตั้งสวิทช์หรี่ไฟหรืออุปกรณ์ลดกำลังไฟฟ้าที่ใช้
- เปลี่ยนไปใช้หลอดไฟ บัลลาสต์ และโคมไฟ ประสิทธิภาพสูง เช่น
  - หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp: CFL) เป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดเล็กที่ได้มีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้แทนหลอดไส้ สามารถประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 75 - 80

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (หลอดผอม) มีขนาดเส้นผ่า ศูนย์กลางของหลอด 2.6 เซนติเมตร เล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบธรรมดาที่มีขนาด 3.8 เซนติเมตร ทำให้ประหยัดพลังงานได้ร้อยละ 10
- บัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง (Low Watt Loss Ballast) ใช้เส้นลวดที่มีคุณภาพดีขึ้น ทำให้กำลังสูญเสียลดลงเหลือ 4 - 6 วัตต์ ซึ่งประหยัดพลังงานกว่าบัลลาสต์ขดลวดธรรมดา (บัลลาสต์ขดลวดธรรมดามีกำลังสูญเสียประมาณ 10 - 12 วัตต์)
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ใช้ทดแทนบัลลาสต์แบบขดลวด การทำงานใช้ไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง ทำให้กำลังสูญเสียลดลงเหลือประมาณ 1 - 2 วัตต์ และไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์
- โคมสะท้อนแสงประสิทธิภาพสูง ช่วยในการลดจำนวนหลอดไฟ ขณะที่ความสว่างเท่าเดิม เช่น จากเดิม 4 หลอดต่อ 1 โคม เหลือ 2 หลอดต่อ 1 โคม

- ติดสายไฟกระตุก เปิด - ปิดไฟ เพื่อสะดวกในการใช้และประหยัดไฟเมื่อไม่ใช้งาน

6) ระบบทำความเย็นและปรับอากาศ (Refrigeration & HVAC System)

ตัวอย่างของมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของระบบทำความเย็นและปรับอากาศที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

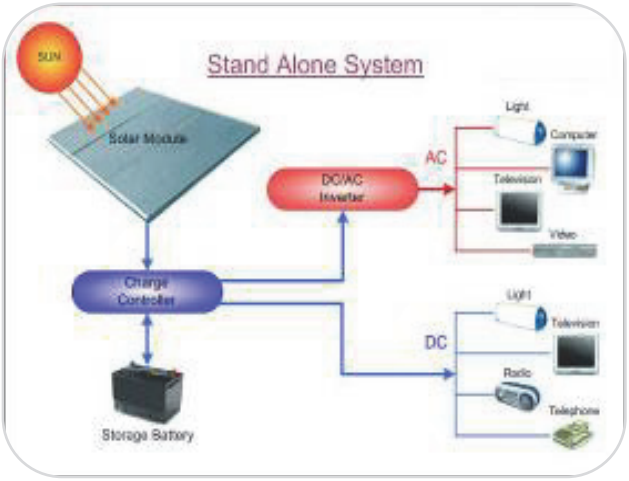
- ติดตั้งฉนวนบุผนัง เพื่อป้องกันการถ่ายเทความร้อนจากภายนอก และสูญเสียความเย็น
- ตั้งเทอร์โมสแตท (Thermostat) เพื่อให้สามารถควบคุมอุณหภูมิได้อย่างเหมาะสม
- ติดตั้งม่านกันแสงอาทิตย์ เพื่อลดความร้อนจากภายนอก
- เลือกใช้เครื่องปรับอากาศประสิทธิภาพสูง ซึ่งดูได้จากค่า Btu/W หรือค่า EER (Energy Efficiency Ratio) ของเครื่องปรับอากาศ โดยเครื่องปรับอากาศที่มีค่า Btu/W หรือค่า EER สูงจะมีประสิทธิภาพสูง สำหรับเครื่องทำความเย็น (Chiller) ควรดูจากค่า kW/ตันความเย็น เครื่องที่มีประสิทธิภาพสูงจะมีค่าประมาณ 0.6 หรือต่ำกว่า
- หุ้มฉนวนตามท่อของระบบทำความเย็น

7) เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Technology)

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานที่สะอาดปราศจากมลพิษ และเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง ซึ่งการใช้พลังงานแสงอาทิตย์สามารถจำแนกออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้าและการใช้พลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548) โดยเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ได้แก่ ระบบผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง แบ่งออกเป็น 3 ระบบ ได้แก่

เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (PV Stand Alone System)

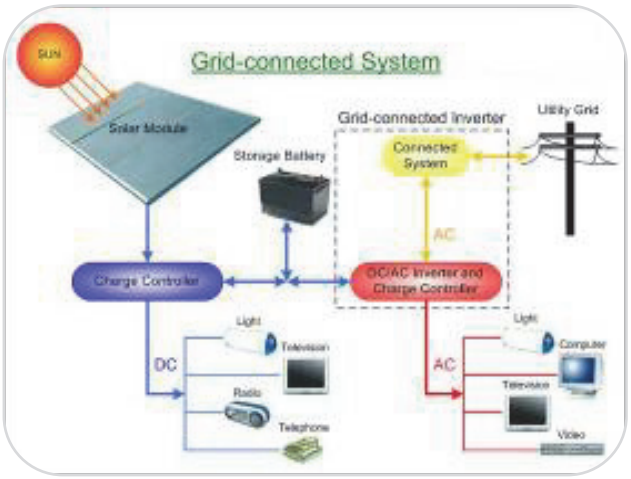
เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ได้รับการออกแบบสำหรับใช้งานในพื้นที่ชนบทที่ไม่มีระบบสายส่งไฟฟ้า อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ และอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแบบอิสระ แสดงดังรูปที่ 2.4.4



รูปที่ 2.4.4 เซลล์แสงอาทิตย์แบบอิสระ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (PV Grid Connected System)

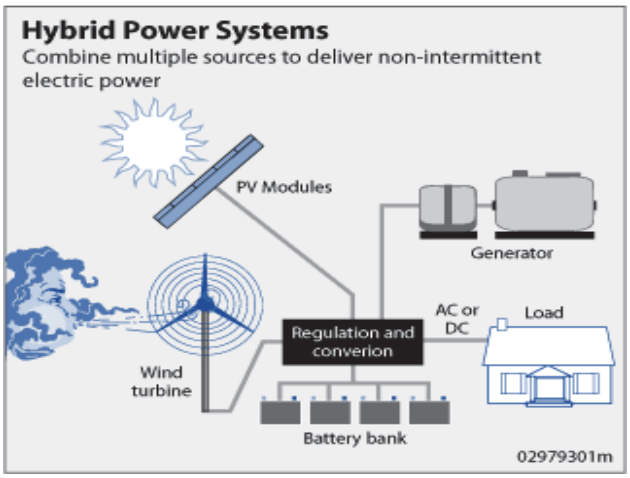
เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับผลิตไฟฟ้าผ่านอุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับเข้าสู่ระบบสายส่งไฟฟ้าโดยตรง ใช้ผลิตไฟฟ้าในเขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีระบบจำหน่ายไฟฟ้าเข้าถึง อุปกรณ์ระบบที่สำคัญประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ อุปกรณ์เปลี่ยนระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับชนิดต่อกับระบบจำหน่ายไฟฟ้า แสดงดังรูปที่ 2.4.5



รูปที่ 2.4.5 เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

เซลล์แสงอาทิตย์แบบผสมผสาน (PV Hybrid System)

เป็นระบบผลิตไฟฟ้าที่ถูกออกแบบสำหรับทำงานร่วมกับอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้าอื่นๆ เช่น ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและเครื่องยนต์ดีเซล ระบบเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานลมและไฟฟ้าพลังน้ำ เป็นต้น โดยรูปแบบระบบจะขึ้นอยู่กับการออกแบบตามวัตถุประสงค์โครงการเป็นกรณีเฉพาะ แสดงดังรูปที่ 2.4.6



รูปที่ 2.4.6 เซลล์แสงอาทิตย์แบบต่อกับระบบจำหน่าย (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

ส่วนเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อผลิตความร้อน ได้แก่ การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์นั้น การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ

เป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่มีถังเก็บอยู่สูงกว่าแผงรับแสงอาทิตย์ใช้หลักการหมุนเวียนตามธรรมชาติ เมื่อน้ำได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์จะมีความหนาแน่นน้อยลงจึงไหลขึ้นสู่ด้านบนของถังน้ำเย็นจึงไหลเข้ามาแทนที่ เหมาะสำหรับปริมาณการใช้น้ำร้อนที่ไม่สูงมากนัก แสดงดังรูปที่ 2.4.7

รูปที่ 2.4.7 การผลิตน้ำร้อนชนิดไหลเวียนตามธรรมชาติ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

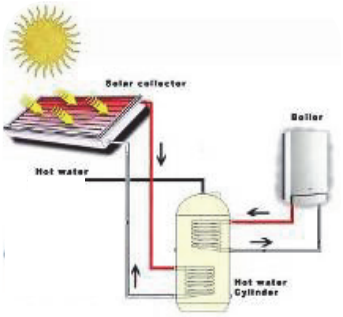
การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน (Force Circulation)

เป็นการผลิตน้ำร้อนชนิดที่ใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียนน้ำร้อนที่ผลิตได้เหมาะสำหรับการใช้ผลิตน้ำร้อนจำนวนมากและมีการใช้อย่างต่อเนื่อง แสดงดังรูปที่ 2.4.8

รูปที่ 2.4.8 การผลิตน้ำร้อนชนิดใช้ปั๊มน้ำหมุนเวียน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสาน

เป็นการนำเทคโนโลยีการผลิตน้ำร้อนจากแสงอาทิตย์มาผสมผสานกับความร้อนจากเชื้อเพลิง หรือความร้อนจากระบบระบายความร้อนของเครื่องทำความเย็นโดยผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน แสดงดังรูปที่ 2.4.9



รูปที่ 2.4.9 การผลิตน้ำร้อนชนิดผสมผสาน
(กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548)

8) *หม้อแปลงไฟฟ้า (HV Substation and MV/LV Industrial)*

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนระดับแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันสูงซึ่งรับจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตไปสู่แรงดันต่ำตามพิกัดของโหลด โดยทั่วไปการใช้งานหม้อแปลงให้มีประสิทธิภาพสูงสุดจะอยู่ที่โหลดประมาณร้อยละ 60 ของขนาดของหม้อแปลง แต่ที่โหลดสูงขึ้นประสิทธิภาพของหม้อแปลงจะลดลงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่ส่งผลให้เกิดการสูญเสียมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยตัวอย่างของมาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

- เลือกใช้หม้อแปลงที่มีประสิทธิภาพสูง
- เลือกใช้ขนาดพิกัดของหม้อแปลงใกล้เคียงกับโหลด อย่าเผื่อไว้มากเกินไป เพราะจะมีผลต่อค่าตัวประกอบกำลัง (power factor) และประสิทธิภาพ
- ตัดหม้อแปลงที่ไม่ได้ใช้งานเป็นระยะเวลานานออก เพื่อลดการสูญเสียพลังงานในหม้อแปลง
- ปรับแรงดันที่จ่ายออกให้อยู่ในระดับที่สอดคล้องกับความต้องการ เพื่อลดปริมาณการสูญเสียพลังงานและยืดอายุการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

9) *ระบบพลังงานไฟฟ้า และคุณภาพของพลังงานไฟฟ้า (Power System and Power Quality)*

ตัวอย่างของมาตรการจัดการระบบไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพที่จะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2549)

- พิจารณาว่าเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละเครื่องมีขนาดใหญ่ไปหรือใช้เต็มกำลังหรือไม่ โดยเปรียบเทียบจากค่าทางไฟฟ้าที่แผ่นป้ายประจำเครื่องกับค่าที่วัดได้จริง ปกติประสิทธิภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าจะมีค่าสูงเมื่อใช้งานที่โหลดร้อยละ 80 - 100 ฉะนั้นหากพบว่าเครื่องจักรที่ใช้อยู่นั้นมีขนาดใหญ่กว่าที่ใช้งานจริงควรพิจารณาลดขนาดเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นลง
- พิจารณาว่ามีอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูงในการประหยัดพลังงาน เช่น อินเวอร์เตอร์ (Inverter) สำหรับควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ตัวควบคุมความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด เป็นต้น
- ระบบรับและจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสม ประกอบด้วย
  - แผงรับและจ่ายไฟฟ้าควรติดตั้งให้อยู่บริเวณศูนย์กลางของภาระ (load) เพื่อลดการสูญเสียพลังงาน
  - การปรับปรุงการใช้หม้อแปลงไฟฟ้า โดยสถานประกอบการที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ตัว เช่น ระบบการจ่ายไฟฟ้าแบบเลือกจ่าย (secondary selective) ควรติดตั้งอุปกรณ์ตัดวงจร

(circuit breaker) ทางด้านขดลวดปฐมภูมิเพื่อใช้ตัดหม้อแปลงไฟฟ้าออกจากระบบเพื่อลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะไม่มีโหลดหรือในวันหยุด นอกจากนั้นควรติดหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็กสำหรับใช้ในด้านรักษาความปลอดภัยจะทำให้ประหยัดพลังงานได้มาก

- การปรับแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าให้เหมาะสมโดยการปรับ tap ของหม้อแปลงไฟฟ้า
- การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในหม้อแปลง เช่น การติดตั้งตัวเก็บประจุไฟฟ้า (capacitor) ไว้ในตำแหน่งที่ใกล้กับโหลดที่มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

2.4.2.2 แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเสียในภาคอุตสาหกรรม

แนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของของเสียในภาคอุตสาหกรรมประกอบด้วย

1) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพ (Biogas Technology)

ก๊าซชีวภาพจัดเป็นพลังงานทดแทนชนิดหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น การนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงโดยตรงทดแทนการใช้น้ำมันเตาหรือก๊าซธรรมชาติในหม้อน้ำ (boiler) และการนำไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า โดยเทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในและต่างประเทศ ประกอบไปด้วย 3 ประเภทหลัก ได้แก่

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี (UASB: Up-flow Anaerobic Sludge Blanket)

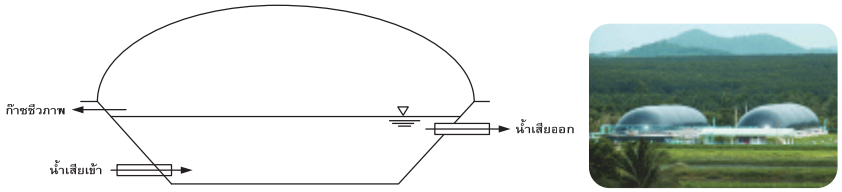
เป็นเทคโนโลยีชีวภาพแบบไร้ออกซิเจนที่เพาะเลี้ยงและคัดเลือกแบคทีเรียประเภทไม่ใช้อากาศ (anaerobic bacteria) ในถังปฏิกิริยาให้เป็นเม็ด (granular sludge) ขนาด 1 - 5 มิลลิเมตร ซึ่งมีหลักการทำงานคือ เมื่อสูบน้ำเสียเข้าสู่ด้านล่างของถังปฏิกิริยา น้ำเสียจะค่อยๆ ไหลผ่านชั้นตะกอนขึ้นมาทำให้สารอินทรีย์และมลสารต่าง ๆ ถูกกำจัดออกไปโดยแบคทีเรียประเภทไม่ใช้อากาศ ก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียจะช่วยในการผสมน้ำเสียให้สัมผัสตะกอนแบคทีเรียได้อย่างสมบูรณ์ ด้านบนของถังปฏิกิริยาจะมีอุปกรณ์ที่เรียกว่า Gas Solid Separator (GSS) ซึ่งทำหน้าที่แยกก๊าซ ตะกอนแบคทีเรีย และน้ำทิ้งออกจากกัน น้ำทิ้งจะระบายไปยังระบบบำบัดขั้นที่สอง ก๊าซชีวภาพจะถูกรวบรวมส่งไปใช้เป็นเชื้อเพลิง ซึ่งมีก๊าซมีเทนอยู่ประมาณร้อยละ 60-70 และตะกอนแบคทีเรียจะจมกลับลงไปสู่ด้านล่างของถังปฏิกิริยา ระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีแสดงดังรูปที่ 2.4.10

รูปที่ 2.4.10 ระบบบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักแบบปิด (Anaerobic Covered Lagoon)

เป็นระบบแบบบ่อหมักที่มีการออกแบบโดยนำแผ่นพลาสติกโพลีเอทธิลีน (Polyethylene หรือ PE) มาคลุมบ่อเพื่อกักเก็บก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย สำหรับกลไกการย่อยสลายสารอินทรีย์จะใช้แบคทีเรียชนิดไม่ใช้อากาศประเภทเดียวกับระบบยูเอเอสบี เพียงแต่ในกรณีนี้แบคทีเรียอาจจะไม่มีการรวมตัวกันเป็นเม็ดขนาดใหญ่ รวมทั้งไม่มีการกวนผสมที่ดีระหว่างน้ำเสียกับแบคทีเรีย จึงทำให้อัตราการบำบัดน้ำเสียช้ากว่าระบบยูเอเอสบี ระบบที่ใช้จึงมีขนาดที่ใหญ่กว่าแต่ใช้เงินลงทุนก่อสร้างที่ต่ำกว่าและสามารถรับการเปลี่ยนแปลงของ

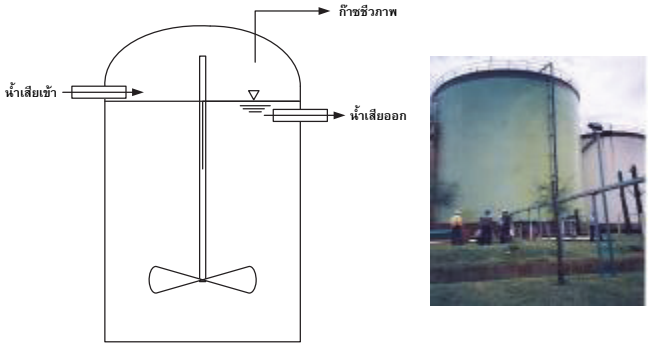
ลักษณะน้ำเสียได้ดีกว่า ระบบนี้จึงมีการนำไปใช้อย่างแพร่หลายในฟาร์มเลี้ยงสุกรและโรงงานแปรรูปสัตว์ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.4.11



รูปที่ 2.4.11 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักแบบปิด (Anaerobic Covered Lagoon) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552)

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนผสมสมบูรณ์ (Completely Mixed Reactor)

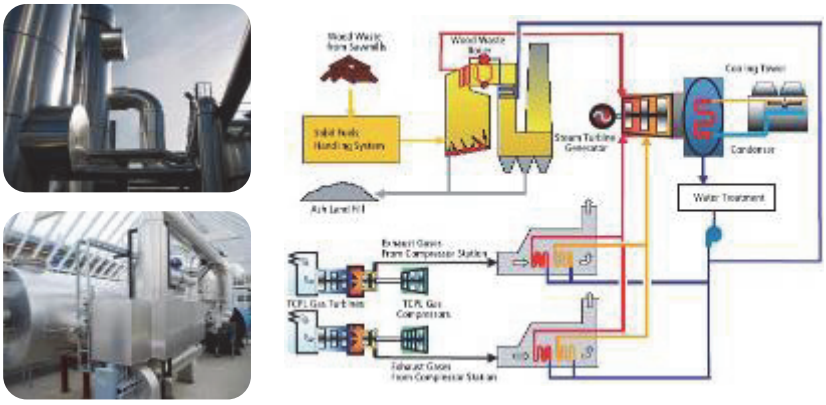
เป็นระบบที่พัฒนามาจากระบบบ่อหมักแบบปิดโดยออกแบบให้มีการกวนผสมที่ดีขึ้น ทำให้สามารถลดระยะเวลาที่ต้องการในการบำบัดน้ำเสียลงได้ ถังปฏิกิริยาจะถูกออกแบบให้เป็นถังทรงกระบอกสูง โดยส่วนใหญ่มักเป็นถังเหล็ก ภายในมีการติดตั้งเครื่องกวนเพื่อช่วยกวนผสมน้ำเสียที่ถูกป้อนเข้าสู่ถังกับแบคทีเรียไม่ใช้อากาศที่อยู่ภายในถัง ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงได้ดี เช่น น้ำเสียจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม อย่างไรก็ตาม น้ำทิ้งที่ออกจากระบบนี้มักจะมีปริมาณของแข็งแขวนลอยเจือปนอยู่ในปริมาณที่มาก ซึ่งส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียที่เกิดขึ้นจากระบบ ดังนั้น จึงจะต้องมีถังหรือบ่อรองรับตามหลังและหมุนเวียนนำของแข็งแขวนลอยกลับมายังถังปฏิกิริยาหลักใหม่เพื่อป้องกันการสูญเสียแบคทีเรียจนหมดจากระบบ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนผสมสมบูรณ์แสดงดังรูปที่ 2.4.12



รูปที่ 2.4.12 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบกวนผสมสมบูรณ์ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2552)

2) การเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นก๊าซ (Biomass Gasification)

เป็นกระบวนการที่เกิดจากการเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากชีวมวล (biomass) เช่น ฟางข้าว แกลบ ซังข้าวโพด เชื้อเพลิงเขียว ซึ่งเป็นของแข็งให้เปลี่ยนรูปเป็นแก๊ส เรียกว่า Producer Gas โดยการใช้ออกซิเจนในอากาศเข้าไปเผาไหม้เชื้อเพลิงในที่จำกัดอากาศ ซึ่งจะได้แก๊สประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และไฮโดรเจน (H_2) เป็นหลัก ส่วนก๊าซมีเทน (CH_4) มีเพียงเล็กน้อย สำหรับประสิทธิภาพของระบบขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซที่ติดไฟ กระบวนการเกิดก๊าซเหล่านี้ การเรียกชื่อ Gasification สามารถแบ่งได้ตามลักษณะการป้อนอากาศเข้าและออกจากตัวเตา เช่น Up-Draft, Down-Draft และ Cross-Draft Gasifier การนำ Producer Gas ไปใช้ประโยชน์คือ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเผาไหม้โดยตรงหรือนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์สันดาปภายในเพื่อผลิตไฟฟ้า แต่ต้องกำจัดน้ำมันดินที่ติดมากับแก๊สเหล่านี้ออกเสียก่อนที่จะนำไปใช้ ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของระบบนี้อยู่ระหว่างร้อยละ 20-30 ขึ้นกับเทคโนโลยีการออกแบบเครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552) ระบบการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นก๊าซแสดงดังรูปที่ 2.4.13



รูปที่ 2.4.13 ระบบการเปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นก๊าซ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552)

การผลิตไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยีก๊าซชีวมวลโดยใช้เครื่องยนต์ก๊าซชีวมวลประกอบด้วยส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2553) ได้แก่

- เครื่องผลิตแก๊ส ทำหน้าที่เปลี่ยนเชื้อเพลิงชีวมวลแข็งให้เป็นเชื้อเพลิงแก๊ส
- เครื่องบำบัด หรือทำความสะอาดก๊าซ เพื่อให้ก๊าซที่ผลิตได้สะอาดและเหมาะสมกับการนำไปเป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์สันดาปภายใน ซึ่งประกอบด้วย
  - ไซโคลน ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกฝุ่นที่ปนอยู่ในก๊าซ
  - เครื่องจับฝุ่นแบบเปียก ซึ่งเมื่ออนุภาคในก๊าซเคลื่อนที่ผ่านมาส่วนนี้จะถูกฉีดพ่นและดักจับด้วยละอองน้ำ
  - อุปกรณ์แยกไอน้ำและสารระเหยที่ปนมากับก๊าซ
  - ส่วนก๊าซที่ยังมีไอน้ำปนอยู่ก็จะถูกดูดซับอีกครั้งหนึ่งด้วยอุปกรณ์ดูดซับความชื้นในก๊าซ
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3) การนำพลังงานความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ (Heat Recovery System)

การนำพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ให้เกิดประโยชน์ เช่น การอุ่นอากาศ การอุ่นน้ำร้อน หรือการต้มน้ำต่างๆ ได้โดยผ่านอุปกรณ์ เช่น อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซไอเสียกับของเหลว (economizer) หรือเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchanger) ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้พลังงานของระบบสูงขึ้น (http://www.thailandindustry.com) ซึ่งจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตัวอย่างเช่น

- การประหยัดพลังงานสำหรับหม้อน้ำ (boiler) ซึ่งอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการนำพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้งจากไอเสียของหม้อน้ำมาใช้ประโยชน์ คือ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างก๊าซไอเสียกับของเหลว (economizer) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยรับความร้อนจากไอเสียทิ้งมาถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำ อาศัยหลักการการนำความร้อนและพาความร้อนผ่านตัวกลางวัสดุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงท่อน้ำที่วิ่งเข้าสู่ economizer จะมีลักษณะเป็นครีบและขดเป็นรูปตัวยูสลับกันไปมาเพื่อเพิ่มพื้นที่การถ่ายเทความร้อนระหว่างก๊าซไอเสียกับของเหลว
- ระบบ heat recovery systems จะเป็นการนำความร้อนจากระบบปรับอากาศก่อนที่จะระบายทิ้งที่ชุด Condenser ของระบบมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำในถังเก็บน้ำร้อนให้มีอุณหภูมิสูงขึ้นแทนการใช้ไฟฟ้า อันมีผลทำให้ระบบปรับอากาศของเราสามารถระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้น จึงเป็นผลให้ load ของชุด compressor ของเครื่องปรับอากาศต่ำลง ซึ่งจะเป็นผลให้เกิดการประหยัด

กระแสไฟฟ้าได้ไปในตัว ระบบดังกล่าวสามารถติดตั้งกับเครื่องปรับอากาศ ตั้งแต่ขนาด 9,000 BTU ขึ้นไป จนถึง 100,000 BTU ซึ่งระบบดังกล่าวจะเป็นระบบถังเก็บน้ำร้อน มีขนาดตั้งแต่ 120-300 ลิตร หรือสามารถจะทำระบบรวมขนาดใหญ่ที่มี compressor ตั้งแต่ 10 RT ขึ้นไป และถังเก็บน้ำตั้งแต่ 1,000 ลิตรขึ้นไป

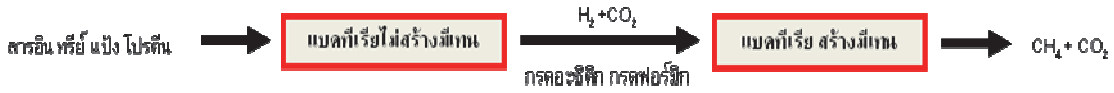
- การนำพลังงานความร้อนที่เหลือทิ้ง (waste heat) กลับมาใช้ใหม่ผ่านระบบ heat recovery สร้างไอน้ำ โดย waste heat boiler ป้อนเข้าสู่ระบบ absorption chiller ให้ผลผลิตเป็นน้ำเย็นเพื่อหล่อเย็นเครื่องจักร และระบบปรับอากาศ โดยใช้หลักการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อน (heat exchanger) เช่นเดียวกับการทำความเย็นในตู้เย็น
- การนำพลังงานความร้อนที่เหลือจากระบบการผลิตพลังงานไฟฟ้าร่วมกับความร้อน (Co-Generation System) หรือพลังงานความร้อนทิ้ง น้ำร้อนที่เหลือจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมกลับมาใช้ใหม่
- การนำพลังงานความร้อนทิ้งจากขั้นตอนการเผาปูนซีเมนต์ ที่มีอุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส โดยจะมีลมร้อนที่มีอุณหภูมิสูงถึง 350 องศาเซลเซียส ปล่อยทิ้งออกมา ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าใช้ได้เอง

2.4.3 ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรม

จากแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จะเห็นได้ว่ามีอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทที่ศักยภาพในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด ซึ่งในหัวข้อนี้จะได้ประเมินประเภทอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีศักยภาพในการดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด

2.4.3.1 ประเภทอุตสาหกรรมที่สามารถนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน

ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง (โดยพิจารณาดูจากค่าบีโอดี – Biological Oxygen Demand: BOD) เนื่องจากวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมสำหรับน้ำเสียที่มีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูงจำเป็นต้องใช้ระบบบำบัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้อากาศ (anaerobic treatment process) ซึ่งกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้อากาศจะได้ก๊าซมีเทนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลผลิต (มั่นสิน 2542) ดังรูปที่ 2.4.14



รูปที่ 2.4.14 การย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ออกซิเจนหรือไม่ใช้อากาศ

จากการรวบรวมข้อมูลปริมาณความสกปรกของน้ำเสียในรูปสารอินทรีย์จากอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ จากเอกสารตำราวิชาการและเว็บไซต์ พบว่ามีอุตสาหกรรมหลายประเภทที่น้ำเสียมีความสกปรกในรูปสารอินทรีย์สูง ดังตารางที่ 2.4.4

ตารางที่ 2.4.4 ความสกปรกของน้ำเสียในรูปบีโอดีจากอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ 2539)

ประเภทอุตสาหกรรม	ค่าบีโอดี (มก./ลิตร)	ประเภทอุตสาหกรรม	ค่าบีโอดี (มก./ลิตร)
โรงงานผลิตเอทานอล	50,000 – 100,000	โรงงานฆ่าสัตว์	32,000
โรงงานผลิตสุราหรือเบียร์	5,000 – 60,000	โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง	11,000
โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม	43,000	โรงงานผลิตนม	1,000 – 2,000
โรงงานฟอกย้อมผ้า	100 – 1,300	โรงงานผลิตขนมปัง	3,000
โรงงานผลิตกระดาษ	1,300	โรงงานผลิตไอศครีม	900
โรงงานแปรรูปผักและผลไม้	300 – 4,000	โรงงานผลิตกาแฟ	1,000 – 10,000

ดังนั้น ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมผลิตแป้งมันสำปะหลัง อุตสาหกรรมผลิตเอทานอล อุตสาหกรรมผลิตสุรา/เบียร์ อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมฆ่าสัตว์และแปรรูปสัตว์ อุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์ทะเลและอาหารทะเลแช่แข็ง อุตสาหกรรมผลิตอาหารและอาหารสำเร็จรูป อุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง อุตสาหกรรมผลิตเครื่องดื่ม อุตสาหกรรมผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยว อุตสาหกรรมอาหารพร้อมปรุง อุตสาหกรรมผลิตซีอิ้ว/ซ๊อส และอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษและกระดาษ เป็นต้น

2.4.3.2 ประเภทอุตสาหกรรมที่สามารถนำเชื้อเพลิงชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน

ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการนำเชื้อเพลิงชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน ได้แก่ ประเภทอุตสาหกรรมที่มีการใช้หม้อน้ำ (boiler) เพื่อผลิตความร้อนใช้ในกระบวนการผลิตของโรงงาน จากข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าในปัจจุบันมีอุตสาหกรรมหลายประเภทที่มีการใช้หม้อไอน้ำในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมฟอกย้อม อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม อุตสาหกรรมน้ำตาล และอุตสาหกรรมผลิตอาหารสัตว์ เป็นต้น และพบว่ามีจำนวนหม้อไอน้ำใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรมจำนวน 756 เครื่อง แสดงดังตารางที่ 2.4.5

ตารางที่ 2.4.5 จำนวนหม้อไอน้ำใช้อยู่ในภาคอุตสาหกรรม (http://www.diw.go.th)

ภูมิภาค	ปริมาณการใช้น้ำมันเตา (ลิตรต่อชั่วโมง)	ขนาดการผลิตไอน้ำ (ตันต่อชั่วโมง)	จำนวน (เครื่อง)
ใต้	62,597	894	113
ตะวันออกเฉียงเหนือ	66,929	956	115
ตะวันตก	114,268	1,632	154
กรุงเทพฯ	91,962	1,314	218
เหนือ	58,789	840	156
รวม	**394,545**	**5,636**	**756**

ซึ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการใช้หม้อน้ำในกระบวนการผลิตนี้สามารถเลือกดำเนินงานโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดได้ 2 ลักษณะ คือ การเปลี่ยนเชื้อเพลิงจากเดิมที่ใช้เชื้อเพลิงประเภท fossil fuel เป็นเชื้อเพลิงประเภทชีวมวล หรือการติดตั้งระบบ Co-Generation ที่สามารถผลิตไฟฟ้าควบคู่กับการผลิตไอน้ำได้ อย่างไรก็ตาม จากข้อมูลขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) พบว่ามีโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) จากรัฐบาลไทย จำนวน 18 โครงการเท่านั้น ซึ่งเป็นที่น่าสังเกตว่าการดำเนินงานโครงการในลักษณะนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องความมั่นคงในการจัดหาเชื้อเพลิงชีวมวล ดังนั้น ประเภทอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการดำเนินงานโครงการที่นำเชื้อเพลิงชีวมวลไปใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือความร้อนจะจำกัดเพียงประเภทอุตสาหกรรมที่มีเชื้อเพลิงชีวมวลเป็นวัตถุดิบอยู่แล้ว เช่น อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาลที่มีกากชานอ้อยเป็นเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมโรงสีข้าวที่มีแกลบเป็นเชื้อเพลิง อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกะลาปาล์มเป็นเชื้อเพลิง หรืออุตสาหกรรมผลิตกระดาษหรือเยื่อกระดาษที่มีเศษกระดาษเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น อย่างไรก็ตาม อุตสาหกรรมในกลุ่มนี้ยังมีทางเลือกในการนำไม้ฟืนมาใช้เป็นเชื้อเพลิงประเภทชีวมวลทดแทนได้ เช่น ไม้ยูคาลิปตัส ไม้กระถินณรงค์ หรือไม้กระถินยักษ์ เป็นต้น ที่รัฐบาลอนุญาตให้แปรรูปต้นไม้ดังกล่าวมาทำเป็นเชื้อเพลิงได้ ทั้งนี้ เพื่อเป็นการรับประกันว่าจะมีเชื้อเพลิงชีวมวลป้อนหม้อน้ำอย่างเพียงพอ โรงงานอุตสาหกรรมอาจจะต้องเตรียมพื้นที่สำหรับการปลูกต้นไม้ดังกล่าวไว้

2.4.3.3 ประเภทอุตสาหกรรมที่สามารถดำเนินการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

มีประเภทอุตสาหกรรมหลากหลายประเภทที่มีศักยภาพการดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน (energy efficiency) โดยโรงงานอุตสาหกรรมจะเลือกวิธีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานวิธีการใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดหรือประเภทของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม (กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2552) เช่น

1. การเลือกใช้เครื่องทำความเย็นประสิทธิภาพสูง การเลือกใช้มอเตอร์ประสิทธิภาพสูง หรือการหุ้มฉนวนระบบทำความเย็น เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมห้องเย็น อุตสาหกรรมแปรรูปอาหารและอาหารทะเล หรืออุตสาหกรรมผักผลไม้แปรรูปแช่แข็ง
2. การหุ้มฉนวนท่อของหม้อไอน้ำ การติดตั้ง economizer การนำความร้อนจากน้ำ blow down มาใช้ประโยชน์ เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมที่มีการใช้หม้อไอน้ำ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมอาหาร หรืออุตสาหกรรมผลิตอาหารกระป๋อง เป็นต้น
3. การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ (waste heat recovery) เหมาะสำหรับอุตสาหกรรมปูนซิเมนต์ หรืออุตสาหกรรมที่ต้องการความร้อนมาใช้อบแห้งผลิตภัณฑ์ เช่น อุตสาหกรรมผลิตผลไม้อบแห้ง หรืออุตสาหกรรมผลิตเครื่องใช้เซรามิกซ์ เป็นต้น
4. การการเปลี่ยนไปใช้หลอดไฟฟ้าและบัลลาสต์ประสิทธิภาพสูง การติดตั้งระบบโซล่าเซลล์ การติดตั้งอินเวอเตอร์ (Inverter) ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการใช้เครื่องควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์ให้เหมาะสมกับปริมาณงาน สามารถนำไปดำเนินการได้กับโรงงานอุตสาหกรรมทุกประเภท

2.4.4 แนวโน้มการดำเนินการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมในอนาคต

จากข้อมูลผู้ประกอบการอุตสาหกรรมที่ได้ยื่นขอและได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการจากรัฐบาลไทยขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ได้แสดงให้เห็นว่าลักษณะของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมให้ความสนใจดำเนินการมากที่สุดได้แก่โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน และโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อน ซึ่งทำให้คาดการณ์ได้ว่าในอนาคต (ประมาณ 3 – 5 ปีข้างหน้า) ลักษณะของโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมให้ความสนใจดำเนินการมากที่สุดยังคงเป็นโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่นำก๊าซชีวภาพจากระบบบำบัดน้ำเสียหรือนำเชื้อเพลิงชีวมวลมาใช้ผลิตไฟฟ้าหรือความร้อนเช่นเดิม ทั้งนี้ มีสาเหตุหลักคือเป็นโครงการที่สามารถลดการระบายก๊าซเรือนกระจกได้เป็นจำนวนมากและมีความคุ้มค่าในการลงทุนสูง ส่วนโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดที่เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานเป็นโครงการที่ภาคอุตสาหกรรมจะให้ความสนใจเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงการที่มีการใช้ประโยชน์จากพลังงานทดแทน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากรัฐบาลมีนโยบายสนับสนุนธุรกิจพลังงานทดแทนประเภทผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก (Very Small Power Producer: VSPP) และสนับสนุนอัตราส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า (adder) จากผู้ผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน จึงเป็นการดำเนินการที่สามารถสร้างรายได้อย่างมั่นคงในระยะยาวด้วยการขายไฟฟ้าที่ผลิตได้คืนให้กับรัฐบาล (Global Business, 2554) นอกจากนี้ โครงการเกี่ยวกับการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงจะมีความน่าสนใจในอนาคตเช่นกันหากรัฐบาลมีนโยบายการสนับสนุนที่จูงใจผู้ประกอบการให้ลงทุนดังเช่นแผนอนุรักษ์พลังงาน ระยะที่ 3 ที่มีมาตรการส่งเสริมการใช้อุปกรณ์แสงสว่างประสิทธิภาพสูง เป็นต้น (อาร์วายทีไนน์ 2551)

2.4.5 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรม

ข้อมูลจากรายงานฉบับสมบูรณ์เรื่อง การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม พบว่าการระบายก๊าซเรือนกระจกของภาคอุตสาหกรรมมีที่มาจาก 2 กระบวนการที่สำคัญ ได้แก่ การระบายก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม และการระบายก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมโดยในปี ค.ศ.2000

- มีการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรม ประมาณ 30 $TgCO_2e$ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 19 ของการระบายก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน
- มีการระบายก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมประมาณ 16 $TgCO_2e$ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 7.2 ของการระบายก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ โดยกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการระบายก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตปูนซิเมนต์ ซึ่งคิดเป็นประมาณร้อยละ 97 ของการระบายก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ในอนาคต คาดว่าการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ในภาคอุตสาหกรรม (เช่น ถ่านหิน ก๊าซธรรมชาติ หรือไฟฟ้า เป็นต้น) มีแนวโน้มโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้น เช่น การใช้ก๊าซธรรมชาติของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นจาก 258 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวันในปี พ.ศ.2548 เป็น 387 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวันในปี พ.ศ. 2552 และการใช้ไฟฟ้าของภาคอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นจาก 56,995 กิกะวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2549 เป็น 59,402 กิกะวัตต์ชั่วโมงในปี พ.ศ. 2552 อย่างไรก็ตาม เนื่องจากข้อมูลที่มีจำกัดจึงไม่สามารถประมาณการณ์สัดส่วนการเพิ่มการระบายก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานในโรงงานอุตสาหกรรมได้ นอกจากนี้ คาดว่ามีการระบายก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 3 ต่อปี เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณการผลิตปูนซิเมนต์ของกลุ่มอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ที่มีการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 3-4 ต่อปีในระหว่างปี พ.ศ. 2543-2554 (ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้นจากประมาณ 1,370,000 ตันในปี พ.ศ. 2543 เป็นประมาณ 1,930,000 ตันในปี พ.ศ. 2554) (เว็บไซต์ของสำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม)

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน 2548. เทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ : กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน 2549. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน การจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้า : กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน 2549. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน ระบบทำความเย็น : กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2549, เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน ระบบแสงสว่าง : กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน 2549. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน ระบบไอน้ำ : กรุงเทพมหานคร.

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, กระทรวงพลังงาน 2549. เอกสารเผยแพร่เพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ชุด รู้ 'รักษ์พลังงาน มอเตอร์ : กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์ 2551. คู่มือการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) : กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์ 2552. คู่มือแนวทางในการพัฒนาโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทต่าง ๆ : กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์ 2552. รายงานฉบับสุดท้าย: โครงการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม (การศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดเล็กโดยความสมัครใจ) : กรุงเทพมหานคร.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม, สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์ 2553. รายงานความก้าวหน้า: โครงการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกในภาคอุตสาหกรรม : กรุงเทพมหานคร.

ข่าวเศรษฐกิจ. สำนักข่าวอินโฟเควสท์ 2550.รัฐให้ทบทวนแผนอนุรักษ์พลังงานระยะที่ 3 เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน. (ออนไลน์). ที่มา: http://www.ryt9.com/s/iq03/320854

ดร.เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์ 2539. การบำบัดน้ำเสีย. มิตรนราการพิมพ์: กรุงเทพมหานคร.

ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่มที่ 1. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.

ดร.มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ 2542. เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม เล่มที่ 2. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ 2542. พลังงานและทางเลือกการใช้เชื้อเพลิงของประเทศไทย : กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย. กรุงเทพ : 143 หน้า

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (ออนไลน์). ที่มา: http://www.oie.go.th

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ออนไลน์). ที่มา: http://kulc.lib.ku.ac.th/beat2010

Global Business. 2011. GEN รุกธุรกิจผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็ก (ออนไลน์). ที่มา: http://globalbusiness.co.th/index.php?option=com_content&view=article&id= 1605:gen-&catid=298: financial-a-insurance-&Itemid=537

3

ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคอื่น ๆ

3.1 ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ผศ.ดร.ลดาวัลย์ พวงจิตร

วิธีอ้างอิง

ลดาวัลย์ พวงจิตร, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน*. ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงที่ดินก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 99.58 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2537 แต่กลับมีการกักเก็บมากกว่าการปลดปล่อย 7.90 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2543 เนื่องจากมีการปลูกป่าเพิ่มมากขึ้น ภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินจึงเป็นภาคที่มีศักยภาพในการช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย
- แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้ที่สำคัญได้แก่ การลดการทำลายป่า ซึ่งมีกลไกในระดับสากลที่เกี่ยวข้องคือ REDD+ และการปลูกป่าเพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอน ซึ่งมีกลไกในระดับสากลที่เกี่ยวข้องคือ CDM
- การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า และการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่ามีข้อมูลที่เกี่ยวข้องที่สำคัญได้แก่ พื้นที่ป่า/สวนป่า และปริมาณมวลชีวภาพในป่า ซึ่งความไม่แน่นอนในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคป่าไม้เกิดจากความผันแปรของข้อมูลสืบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจาก 14.78 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2551 เป็น 22.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2593
- ศักยภาพในการเพิ่มพูนการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่าในอนาคตไม่สามารถคาดการณ์ได้ เนื่องจากการปลูกป่ามีความผันแปรอันเนื่องมาจากนโยบายของรัฐในการส่งเสริมการปลูกป่า และมาตรการในการสร้างแรงจูงใจในการปลูกป่า
- การใช้ที่ดินในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากป่าไม้ สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการปรับปรุงการจัดการที่ดิน เช่น เพิ่มการสะสมคาร์บอนในดิน ลดความถี่ของการเกิดไฟ ลดการให้ปุ๋ยไนโตรเจน และการเพิ่มพื้นที่สีเขียวในเขตเมือง เป็นต้น
- ปัญหาและอุปสรรคในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาด้านนโยบายของรัฐบาลที่ไม่มีความแน่นอน ตลอดจนปัญหาเรื่องงบประมาณในการดูแลรักษาป่า และการเพิ่มพื้นที่ป่า
- เทคโนโลยีที่ต้องการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน ได้แก่ เทคโนโลยีในการดูแลรักษาป่า เทคโนโลยีในการเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนของป่าปลูก เทคโนโลยีในการเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และเทคโนโลยีในการประเมินปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่มีความแม่นยำ

ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินเป็นกิจกรรมหนึ่งที่ IPCC ได้ให้ความสำคัญต่อการมีส่วนในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ โดยได้จำแนกกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าและคาร์บอนสะสมในป่า ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่อื่นๆ โดยการเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เป็นผลเนื่องมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่ง IPCC (2003) ได้จำแนกการใช้ที่ดินออกเป็น 6 ประเภท ได้แก่ 1) พื้นที่ป่า 2) พื้นที่เกษตรกรรม 3) พื้นที่ทุ่งหญ้า 4) พื้นที่ชุ่มน้ำ 5) พื้นที่อาศัย และ 6) พื้นที่อื่นๆ การลดก๊าซเรือนกระจกจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน อาจใช้วิธีการเพิ่มความสามารถในการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ หรือลดปริมาณการปล่อยคาร์บอนจากกิจกรรมต่างๆ ที่ดำเนินการในพื้นที่ ปัญหาที่พบในภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินคือการประเมินปริมาณคาร์บอนของการใช้ที่ดินในรูปแบบต่างๆ ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการประเมินศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3.1.1 การจัดทำบัญชีคาร์บอน

ป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการเป็นแหล่งกักเก็บและสะสมคาร์บอนในรูปของมวลชีวภาพ ในขณะเดียวกันก็เป็นแหล่งปลดปล่อยคาร์บอนที่สำคัญหากป่าไม้ถูกทำลายหรือเปลี่ยนสภาพพื้นที่ไป ในรายงานฉบับที่ 4 ของ IPCC มีการประเมินว่าร้อยละ 17 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ.2547 เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ (Nabuurs *et al.*, 2007) การจัดทำบัญชีคาร์บอนของระบบนิเวศป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน จึงเป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญในการศึกษาศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจัดทำบัญชีคาร์บอนเป็นการรายงานที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูดซับจากบรรยากาศ ปริมาณคาร์บอนที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศอันเนื่องมาจากกิจกรรมต่างๆ และปริมาณคาร์บอนที่เหลือสะสมอยู่ในพื้นที่ การประเมินมวลชีวภาพป่าไม้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการประเมินคาร์บอนของป่าไม้ เนื่องจากมวลชีวภาพของต้นไม้จะมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 50 ค่ามวลชีวภาพจึงแสดงให้เห็นถึงปริมาณคาร์บอนที่ถูกดูดซับมาจากบรรยากาศ หรือปริมาณคาร์บอนที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การแปลงค่าคาร์บอนในมวลชีวภาพของต้นไม้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สามารถทำได้โดยการคูณด้วยค่าสัดส่วนของน้ำหนักโมเลกุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักอะตอมของคาร์บอน (44/12) (IPCC, 2000) การจัดทำบัญชีคาร์บอนจึงจำเป็นต้องเริ่มจากการประเมินมวลชีวภาพของป่า

3.1.1.1 แหล่งสะสมคาร์บอน

ในระบบนิเวศป่าไม้ประกอบด้วยแหล่งสะสมคาร์บอน (carbon pool) หลายแหล่ง ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นทั้งแหล่งกักเก็บและแหล่งปลดปล่อยคาร์บอน IPCC (2003) ได้จำแนกแหล่งสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ออกเป็น 5 แหล่ง ได้แก่ 1) มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (above-ground biomass) 2) มวลชีวภาพใต้ดิน (below-ground biomass) 3) เศษซากพืช (litter and woody debris) 4) ไม้ตาย (dead wood) และ 5) คาร์บอนในดิน (soil carbon) แหล่งสะสมคาร์บอนเหล่านี้อาจมีการเคลื่อนย้ายคาร์บอนไปมาระหว่างแหล่งได้ ซึ่งการจัดทำบัญชีคาร์บอนเป็นการหาผลรวมสุทธิของแหล่งสะสมคาร์บอนทุกแหล่งในพื้นที่หนึ่งๆ ภายในช่วงเวลาที่กำหนด โดยแหล่งสะสมคาร์บอนที่นำมาจัดทำบัญชีนี้อาจไม่จำเป็นต้องมีครบทุกแหล่ง ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนของแหล่งสะสมคาร์บอนนั้น

3.1.1.2 แนวคิดการจัดทำบัญชีคาร์บอน

ระบบการจัดทำบัญชีคาร์บอนที่ดีจะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง โปร่งใส สามารถทวนสอบและรายงานการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินได้ IPCC (2000) ได้จำแนกระบบการจัดทำบัญชีคาร์บอนออกเป็น 2 แนวคิด ได้แก่

1. แนวคิดการใช้ที่ดินเป็นฐาน (land-based approach) เป็นการประเมินการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนในแหล่งสะสมคาร์บอนทั้งหมดในพื้นที่หนึ่งๆ ภายในเวลาที่กำหนด มีสูตรในการคิดคำนวณดังนี้

$$\Delta C = \sum(C_{t2} - C_{t1}) / (t_2 - t_1)$$

เมื่อ ΔC คือการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมในพื้นที่ C_{t1} คือ ปริมาณคาร์บอนสะสมเมื่อเวลา t_1 และ C_{t2} คือ ปริมาณคาร์บอนสะสมเมื่อเวลา t_2 โดยมีหน่วยเป็นตันคาร์บอนต่อปี

2. แนวคิดการใช้กิจกรรมเป็นฐาน (activity-based approach) เป็นการประเมินกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งสะสมคาร์บอนในพื้นที่หนึ่งๆ โดยในพื้นที่หนึ่งๆ ควรมีกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนเพียงหนึ่งกิจกรรม ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาของกิจกรรม การประเมินด้วยระบบนี้จะตรวจสอบได้ยากกว่าระบบแรก มีสูตรในการคิดคำนวณดังนี้

$$\Delta C = \sum[A \bullet (C_I - C_L)]$$

เมื่อ ΔC คือการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมในพื้นที่ A คือ ขนาดพื้นที่ มีหน่วยเป็นเฮคแตร์ (หรือไร่) C_I และ C_L คือ อัตราการเพิ่มพูนคาร์บอน และอัตราการสูญเสียคาร์บอน มีหน่วยเป็นตันคาร์บอนต่อเฮคแตร์ (หรือไร่) ต่อปี

3.1.1.3 ข้อมูลที่จำเป็นในการจัดทำบัญชีคาร์บอน

จะเห็นว่าในการจัดทำบัญชีคาร์บอนในทางป่าไม้จากแนวคิดทั้ง 2 รูปแบบนั้น มีข้อมูลที่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการคิดคำนวณ ดังนี้

- มวลชีวภาพป่าไม้ เป็นข้อมูลที่บ่งชี้ปริมาณคาร์บอนในป่าไม้ เนื่องจากป่าไม้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนที่สำคัญ และคาร์บอนเป็นองค์ประกอบประมาณครึ่งหนึ่งของมวลชีวภาพ ความถูกต้องของข้อมูลมวลชีวภาพป่าไม้จึงมีผลต่อความถูกต้องของการจัดทำบัญชีคาร์บอน ซึ่ง IPCC (2000) ได้จำแนกความถูกต้องของข้อมูลออกเป็น 3 ระดับคือ **Tier 1** เป็นการใช้ข้อมูลส่วนใหญ่จากค่ากลาง (default value) ที่ IPCC กำหนด ตารางที่ 3.1.1 แสดงค่ากลาง (default value) ของมวลชีวภาพและการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ที่กำหนดโดย IPCC สำหรับการจัดทำบัญชีคาร์บอนแบบ **Tier 2** เป็นการใช้ค่ากลางที่กำหนดโดย IPCC ร่วมกับข้อมูลเฉพาะพื้นที่ทำให้มีความเฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละประเทศมากขึ้น และ **Tier 3** เป็นการใช้ข้อมูลเฉพาะของแต่ละพื้นที่ที่ได้มีการศึกษาจากการวางแปลงทดลองอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลมวลชีวภาพป่าไม้จะมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นหากมีการจำแนกป่าไม้ออกตามระบบนิเวศของป่าไม้ สำหรับการประเมินมวลชีวภาพป่าไม้นั้น สามารถดำเนินการได้หลายวิธี ได้แก่ วิธีการตัดฟันต้นไม้ลงแล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง การประเมินจากสมการอะโลเมตรี และการประเมินจากปริมาตรของต้นไม้โดยการใช้ค่า biomass expansion factor เป็นต้น ซึ่ง Brown (1997) ได้ทำการรวบรวมวิธีการต่างๆ ที่นิยมใช้ในการศึกษาหามวลชีวภาพของป่าไม้ โดยเฉพาะป่าไม้ในเขตร้อนโดยละเอียด
- ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกล ซึ่งมีความสำคัญในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ที่ดิน ทำให้ทราบขนาดการใช้ที่ดินแต่ละประเภทและสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินตามเวลาที่เปลี่ยนไป อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประเทศกำลังพัฒนา

ยังขาดความแม่นยำในการประเมินผลผลิตมวลชีวภาพจากภาพถ่ายระยะไกล เนื่องจากข้อมูลภาพที่มีความละเอียดมาก มักมีราคาแพง

สำหรับประเทศไทยนั้น สามารถจัดทำบัญชีคาร์บอนป่าไม้โดยใช้ข้อมูลในระดับประเทศ หรือมีความถูกต้องในระดับ Tier 2 เนื่องจากมีข้อมูลหลักคือข้อมูลมวลชีวภาพและข้อมูลพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจากการสำรวจระยะไกลในระดับประเทศ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลต่างๆ ยังมีความผันแปรค่อนข้างสูงในระหว่างพื้นที่ และระหว่างเวลา ทำให้มีความไม่แน่นอนค่อนข้างสูง ตารางที่ 3.1.2 และ 3.1.3 แสดงข้อมูลมวลชีวภาพป่าไม้ และสัดส่วนของคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าไม้ในประเทศไทยที่ได้มีผู้ทำการศึกษา ไว้ในพื้นที่ต่างๆ

ตารางที่ 3.1.1 ค่ากลาง (default value) ของมวลชีวภาพและการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ที่กำหนดโดย IPCC สำหรับการจัดทำบัญชีคาร์บอนแบบ Tier 1

เขตการขึ้นอยู่	ชนิดป่า	มวลชีวภาพเหนือดิน (ตัน/เฮคแตร์)		การเพิ่มพูนมวลชีวภาพเหนือดิน (ตัน/เฮคแตร์/ปี)	
		ในป่าธรรมชาติ	ในสวนป่า	ในป่าธรรมชาติ	ในสวนป่า
เขตร้อน	ป่าฝนเขตร้อน (Tropical rain forest)	300	150	7.0	15.0
	ป่าผลัดใบเขตร้อนชื้น (Tropical moist deciduous forest)	180	120	5.0	10.0
	ป่าแล้งเขตร้อน (Tropical dry forest)	130	60	2.4	8.0
	ป่าละเมาะเขตร้อน (Tropical shrubland)	70	30	1.0	5.0
	ป่าภูเขาเขตร้อน (Tropical mountain systems)	140	90	1.0	5.0
เขตกึ่งร้อน	ป่าชื้นเขตกึ่งร้อน (Subtropical humid forest)	220	140	5.0	10.0
	ป่าแล้งเขตกึ่งร้อน (Subtropical dry forest)	130	60	2.4	8.0
	ทุ่งหญ้าเขตกึ่งร้อน (Subtropical steppe)	70	30	1.0	5.0
	ป่าภูเขาเขตกึ่งร้อน (Subtropical mountain systems)	140	90	1.0	5.0
เขตอบอุ่น	ป่าภาคพื้นมหาสมุทรเขตอบอุ่น (Temperate oceanic forest)	180	160	4.4	4.4
	ป่าภาคพื้นทวีปเขตอบอุ่น (Temperate continental forest)	120	100	4.0	4.0
	ป่าภูเขาเขตอบอุ่น (Temperate mountain systems)	100	100	3.0	3.0
เขตหนาว	ป่าสนเขตหนาว (Boreal coniferous forest)	50	40	1.0	1.0
	ป่าทุนดร้าเขตหนาว (Boreal tundra woodland)	15	15	0.4	0.4
	ป่าภูเขาเขตหนาว (Boreal mountain systems)	30	30	1.0	1.0

ที่มา: IPCC (2006)

ตารางที่ 3.1.2 มวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย

ชนิดป่า	สถานที่	มวลชีวภาพเหนือดิน (ตันต่อเฮคแตร์)	ที่มา
ป่าดิบชื้น	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	336.1	นวลปราง (2547)
	ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	141.6 - 275.5	จิรนันท์และนันทนา (2547)
ป่าดิบแล้ง	สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช จ.นครราชสีมา	326.8	สาพิศ และคณะ (2549)
	ทองผาภูมิ จ.กาญจนบุรี	140.6	จิรนันท์และนันทนา (2547)
	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	207.7	นวลปราง (2547)
	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	70.8	สนธยา (2547)
	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน – ห้วยสำราญ จ.สุรินทร์	267.5	อภินันท์ (2545)
	อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย	373.8	วิษณุ (2544)
ป่าดิบเขา	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	217.0 - 284.6	สนธยา (2547)
	อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย	195.7	วิษณุ (2544)
ป่าสนเขา	โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ จ.เชียงใหม่		สุนันทา (2531)
	- ป่าสนสองใบ	165.9	
	- ป่าสนสามใบ	141.0	
	- ป่าสนสองใบและสนสามใบ	94.8	
	อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จ.เชียงใหม่	97.8	อนงค์ทิพย์ (2531)
	ป่าสนเขา อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย	19.7	วิษณุ (2544)
ป่าเบญจพรรณ	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จ.อุทัยธานี	143.2	Petsri *et al*. (2007)
	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	158.7 - 500.5	สนธยา (2547)
	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ.เพชรบุรี	68.5	นวลปราง (2547)
	ทองผาภูมิ (โป่งพุร้อน) จ.กาญจนบุรี	96.3	จิรนันท์และนันทนา (2547)
	ลุ่มน้ำแม่กลอง จ.กาญจนบุรี	181.8	สาพิศ และคณะ (2549)
	ศูนย์การพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.สกลนคร	140.7-197.8	กิตติพงษ์ (2542)
	เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน – ห้วยลำราญ จ.สุรินทร์	187.2	อภินันท์ (2545)
	อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จ.เชียงใหม่	188.0	อนงค์ทิพย์ (2531)
	อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย	174.2	วิษณุ (2544)
ป่าเต็งรัง	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จ .เพชรบุรี	58.6	นวลปราง (2547)
	ศูนย์การพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.สกลนคร	84.0-123.4	กิตติพงษ์ (2542)

ชนิดป่า	สถานที่	มวลชีวภาพเหนือดิน (ตันต่อเฮคแตร์)	ที่มา
	อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย จ.เชียงใหม่	91.7	อนงค์ทิพย์ (2531)
	อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จ.เลย	70.7	วิษณุ (2544)
	โครงการพัฒนาตามพระราชดำริ ป่าหนองเต็งรัง – จักราช จ.นครราชสีมา	52.4	จรัส (2540)
ป่าชายเลน	จังหวัดระนอง	36.0 - 234.7	สาพิศ (2550)
	จังหวัดชุมพร	17.3 – 112.6	สาพิศ (2550)

ตารางที่ 3.1.3 สัดส่วนคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าชนิดต่างๆ ในประเทศไทย คิดจากค่าเฉลี่ยของปริมาณคาร์บอนในส่วนลำต้น กิ่ง ใบ และราก

ป่าธรรมชาติ	ปริมาณคาร์บอน (ของน้ำหนักแห้ง %)	ที่มา
ป่าดิบชื้น/ดิบแล้ง	48.07	ธิติ และชลธิดา (ไม่ได้ตีพิมพ์)
ป่าเบญจพรรณ	49.01	ภานุมาศ และสิริรัตน์ (2549)
ป่าเต็งรัง	50.56	ภานุมาศ และคณะ (2552)
ป่าชายเลน	46.76	สาพิศ (2550)

3.1.2 การปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

ป่าไม้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนขนาดใหญ่ของโลก โดยสะสมอยู่ทั้งในส่วนของต้นไม้และในดิน เมื่อป่าไม้ถูกทำลาย คาร์บอนที่สะสมอยู่ในพื้นที่จะถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศ Metz *et al*. (2007) ประเมินว่ามีปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในป่าไม้ทั้งโลกประมาณ 860 พันล้านตันคาร์บอน และถูกปล่อยสู่บรรยากาศเนื่องจากการทำลายป่าปีละ 0.7-1.2 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี (Sohngen, 2009) ในขณะที่ IPCC (2007) รายงานว่าการทำลายป่าเขตร้อนทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปีละ 5.8 พันล้านตันต่อปี หรือประมาณร้อยละ 20 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศอินโดนีเซียและประเทศบราซิล มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมากที่สุด 2 อันดับแรก คิดเป็นสัดส่วนประมาณร้อยละ 50 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าทั่วโลก การทำลายป่าหรือการทำให้ป่าเสื่อมโทรมลงจึงเป็นสาเหตุสำคัญของการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ

3.1.2.1 การทำลายป่าและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าในประเทศไทย

การลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทย มักเกิดจากการเปลี่ยนพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม เป็นสาเหตุหลัก ประเทศไทยมีการสำรวจพื้นที่ป่าเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2504 จากการแปลภาพถ่ายทางอากาศ VAP 61 มาตราส่วน 1 : 50,000 พบว่ามีเนื้อที่ป่าทั่วประเทศ 273,629 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 53.33 ของพื้นที่ประเทศ หลังจากนั้น พื้นที่ป่าไม้ก็ลดลงเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบัน ซึ่งมีรายงานล่าสุดในปี พ.ศ. 2552 พื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือ 171,585 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นร้อยละ 33.44 ของพื้นที่ประเทศ (ตารางที่ 3.1.4) กรมป่าไม้ ซึ่งมีหน้าที่รับผิดชอบโดยตรงในการสำรวจทรัพยากรป่าไม้ของประเทศ (ก่อนปี พ.ศ.2545) ได้พยายามพัฒนาเทคนิควิธีการในการสำรวจพื้นที่ป่าไม้เพื่อให้มีความถูกต้องมากขึ้น นับตั้งแต่ปี พ.ศ.2516 ได้มีการนำภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-1 ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งสหรัฐอเมริกา (NASA) มาตราส่วน 1 : 250,000 มาใช้ในการแปลตีความหมายพื้นที่ป่าไม้ประกอบการตรวจสอบภาคสนาม และได้มีการใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการสำรวจพื้นที่ป่าไม้เรื่อยมาจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-2, Landsat-3, Landsat-4 และ Landsat-5 ตามลำดับ ต่อมาในปี พ.ศ.2543 ได้มีการปรับปรุงโดยการใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat-5 (TM) มาตราส่วน 1 : 50,000 ซึ่งมีความละเอียดมากขึ้นมาใช้ในการแปลตีความหมายประกอบการตรวจสอบภาคสนาม จากการใช้ภาพถ่ายที่มีมาตราส่วนที่ต่างกัน มีผลให้พื้นที่ป่าในปี พ.ศ.2543 เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งไม่ได้สะท้อนสภาพความเป็นจริง เนื่องจากพื้นที่ป่ายังคงลดลงอย่างต่อเนื่องหลังจากนั้น (ตารางที่ 3.1.4)

ตารางที่ 3.1.4 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และการใช้ที่ดินในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2504-2549

หน่วย : ตารางกิโลเมตร

พ.ศ.	พื้นที่ป่า[1)]	พื้นที่เกษตร[2)]	พื้นที่อื่น ๆ[2)]	พื้นที่ป่าที่เปลี่ยนแปลง
2504	273,629.00			
2516	221,707.00			-51,922.00
2519	198,417.00			-23,290.00
2521	175,224.00			-23,193.00
2525	156,600.00			-18,624.00
2528	150,866.00			-5,734.00
2531	143,803.00	210,836.41	158,470.32	-7,063.00
2532	143,417.00	210,929.90	158,768.12	-386.00
2534	136,698.00	212,921.90	163,495.07	-6,719.00
2536	133,554.00	210,033.43	169,560.60	-3,144.00
2538	131,485.00	211,965.71	169,664.25	-2,069.00
2541	129,722.00	208,629.64	174,763.10	-1,763.00
2543	170,110.78	209,913.46	133,090.86	+40,388.78
2547	167,590.98	208,768.45	136,755.64	-2,519.80
2548	161,001.30	208,441.59	143,672.13	-6,589.68
2549	158,652.59	208,465.15	145,997.28	-2,348.71
2551	-	210,857.07	130,672.30	-
2552	171,585.65	-	-	+12,933.06

ที่มา : 1) กรมป่าไม้ (2552)

2) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2552)

จากข้อมูลในรายงานแห่งชาติฉบับที่ 1 และรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แสดงให้ว่าประเทศไทยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการลดลงของพื้นที่ป่าเท่ากับ 99.58 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2537 และลดลงเหลือ 44.23 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2543 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม, 2553ก; OEPP, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับการลดลงของพื้นที่ป่าซึ่งมีอัตราการลดน้อยลงในระยะหลัง อย่างไรก็ตาม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินของประเทศไทยยังคงอยู่ใน 30 อันดับแรก

3.1.2.2 การดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่า

เนื่องจากต้นไม้มีศักยภาพในการดูดซับเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในบรรยากาศ มาเปลี่ยนรูปเป็นอินทรียคาร์บอนและกักเก็บไว้ในเนื้อไม้ การปลูกต้นไม้หรือการเพิ่มแหล่งกักเก็บคาร์บอนจึงเป็นแนวทางหนึ่งในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เนื่องจากสามารถนำส่วนที่ต้นไม้ดูดซับไว้ไปหักออกจากการปลดปล่อยคาร์บอนอันเนื่องจากกิจกรรมอื่นๆ ในการจัดทำบัญชีคาร์บอนได้ ซึ่งความสามารถในการดูดซับและกักเก็บคาร์บอนในเนื้อไม้เป็นข้อแตกต่างที่สำคัญระหว่างภาคป่าไม้และการใช้ที่ดินกับกิจกรรมอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

IPCC (2000) ได้จำแนกการปลูกป่าออกเป็น 2 รูปแบบ คือ การปลูกป่าแบบ afforestation หมายถึง การปลูกป่าบนพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาเป็นระยะเวลายาวนาน โดย UNFCCC (2005) ได้กำหนดระยะเวลาไว้ที่ 50 ปี และการปลูกป่าแบบ reforestation หมายถึง การปลูกป่าบนพื้นที่ที่เคยเป็นป่ามาก่อนแต่ถูกทำลายไป การปลูกป่าเป็นกิจกรรมภาคป่าไม้กิจกรรมเดียวที่สามารถดำเนินการได้ภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด

3.1.2.3 การประเมินการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่า

IPCC (2000) ประเมินว่าในระหว่างปี พ.ศ.2551-2555 มีการเพิ่มพูนคาร์บอนเนื่องจากการปลูกป่าของประเทศในภาคผนวกที่ 1 (Annex 1) ประมาณ 7-46 ล้านตันคาร์บอนต่อปี ในขณะที่ทั่วโลกมีค่าประมาณ 197-584 ล้านตันคาร์บอนต่อปี และหากทั่วโลกมีการเพิ่มพื้นที่ปลูกป่าอีกร้อยละ 20 จะทำให้มีการกักเก็บคาร์บอนเพิ่มขึ้นเป็น 208-629 ล้านตันคาร์บอนต่อปี

การประเมินคาร์บอนจากการปลูกป่าประเมินได้จากขนาดของพื้นที่สวนป่า และอัตราการเพิ่มพูนมวลชีวภาพของสวนป่า ซึ่งจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดต้นไม้ อายุ ระยะปลูก สภาพพื้นที่ ตลอดจนวนวัฒนวิธีที่ใช้ในการจัดการ สำหรับการประเมินการกักเก็บคาร์บอนที่มีความถูกต้องในระดับ Tier 1 นั้น IPCC (2006) ได้กำหนดค่ากลางของการเพิ่มพูนมวลชีวภาพรายปี ดังแสดงในตารางที่ 3.1.5

ตารางที่ 3.1.5 ค่ากลาง (default value) การเพิ่มพูนมวลชีวภาพของพรรณไม้บางชนิดที่กำหนดโดย IPCC

หน่วย : ตันต่อเฮคแตร์ต่อปี

ชนิดไม้	อายุ (ปี)	ปริมาณน้ำฝนรายปี (มม.)				
		>2,000	1,000-2,000		<1,000	>1,000
			ฤดูแล้งสั้น	ฤดูแล้งยาว		ภูเขา
แอฟริกา						
ตระกูลยูคาลิปตัส	≤ 20	-	20.0	12.6	3.0-7.0	-
	> 20	-	25.0	-	4.9-13.6	-
ตระกูลสน	≤ 20	18.0	12.0	8.0	0.5-6.0	-
	> 20	-	15	11.0	2.5	-
พรรณไม้อื่นๆ	≤ 20	5.0-8.0	3.0-15.0	4.0-16.0	15.0	11.0
	> 20	-	-	-	11.0	-
เอเชีย						
ตระกูลยูคาลิปตัส		3.6-8.0	8.0	5.0-25.0	-	3.1
พรรณไม้อื่นๆ		2.4-8.0	2.0-13.5	1.6-12.6	1.2-11.7	1.3-10.0
อเมริกา						
ตระกูลสน		18.0	5.0-19.0	4.0-10.3	5.0	14.0
ตระกูลยูคาลิปตัส		5.4-38.4	6.4-32.0	6.4-32.0	16.0	8.5-17.5
สัก		15.0	3.8-11.5	3.8-11.5	-	2.2
พรรณไม้ใบกว้างอื่นๆ		5.0-35.0	8.0-40.0	3.2-11.8	-	4.0

ที่มา: IPCC (2003)

3.1.2.4 การกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่าในประเทศไทย

การปลูกป่าในประเทศไทย ในอดีตเป็นการดำเนินการโดยภาครัฐ อันได้แก่ กรมป่าไม้ และองค์การอุตสาหกรรมป่าไม้เป็นหลัก ต่อมาเมื่อมีการใช้ประโยชน์ไม้จากสวนป่ามากขึ้น จึงทำให้ภาคเอกชนหันมาสนใจการปลูกป่ามากขึ้น โดยมีพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าเพิ่มขึ้นจาก 4.68 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2543 เป็น 8.67 ล้านไร่ในปี พ.ศ.2547 (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก) โดยพรรณไม้ที่ปลูกส่วนใหญ่ได้แก่ สัก ยูคาลิปตัส สน และไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ

ศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าขึ้นอยู่กับมวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่า สำหรับข้อมูลการเพิ่มพูนมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของพรรณไม้เศรษฐกิจที่สำคัญในประเทศไทยนั้นมีการศึกษากันค่อนข้างมาก ทำให้สามารถใช้ข้อมูลในประเทศในการคำนวณบัญชีคาร์บอนได้ ซึ่งพรรณไม้ที่นิยมปลูกเป็นสวนป่าในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพรรณไม้โตเร็ว ทำให้มีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนสูง สำหรับศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนมีความผันแปรแตกต่างกันตามชนิดไม้ อายุ ระยะปลูก สภาพพื้นที่ ตลอดจนวนวัฒนวิธีที่ใช้ในการจัดการ ดังแสดงในตารางที่ 3.1.6

ตารางที่ 3.1.6 การเพิ่มพูนมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของพรรณไม้ชนิดต่างๆ ที่ปลูกในประเทศไทย

ชนิด/สถานที่	อายุ (ปี)	ระยะปลูก (เมตร)	มวลชีวภาพเหนือดิน (ตันต่อเฮคแตร์)	การกักเก็บคาร์บอน (ตันต่อเฮคแตร์)	ที่มา
สัก (*Tectona grandis*)	6	3 x 3	11.6	5.8	ทศพร และคณะ (2548)
	14	4 x 4	41.7	20.8	
	21	4 x 4	90.5	45.3	
	9	4 x 4	39.2	19.6	ทศพร และคณะ (2548)
	13	4 x 3	36.4	18.2	
	21	4 x 4	107.4	53.7	
	6	*	59.5	29.8	Petsri *et al.* (2007)
	10	*	67.7	33.8	
	15	*	58.8	29.4	
	23	*	99.4	49.7	
	24	*	75.2	37.6	
ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*)	2	2 x 3	6.6	3.3	อำไพ (2547)
	2	1 x 1.8	12.8	6.5	สาพิศและคณะ (2552)
	4	2 x 3	38.1	19.0	อำไพ (2547)
	6	2 x 3	56.4	28.1	อำไพ (2547)
	14	2 x 3	97.9	46.3	เสริมพงศ์ (2545)
ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus urophylla*)	2	3 x 3	26.0	12.6	ชลธิดา (2550)
	4	3 x 3	77.7	37.2	
	5	3 x 3	91.0	43.6	
กระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*)	4	1.5 x 2	62.4	30.8	จิระพงษ์ (2538)
	14	2 x 3	135.1	66.6	เสริมพงศ์ (2545)
กระถินเทพา (*Acacia mangium*)	3	2 x 2	41.2	20.3	กันตินันท์ และชิงชัย (2545)
	4	2 x 2	57.9	28.5	บุญณรงค์ (2538)
	5	2 x 2	58.1	28.6	กันตินันท์ และชิงชัย (2545)
	7	1 x 3	96.0	47.3	กันตินันท์ และชิงชัย (2545)
	14	2 x 3	160.0	75.4	เสริมพงศ์ (2545)
A. aulacocarpa	3	1.5 x 2	80.6	39.7	จิระพงษ์ (2538)
A. crassicarpa	4	1.5 x 2	120.9	59.6	จิระพงษ์ (2538)

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ก) ได้ประเมินการดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่าในประเทศไทย พบว่ามีการดูดซับก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการปลูกป่าเพิ่มมากขึ้น โดยคิดเป็นปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากการปลูกป่าเท่ากับ 18.22 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2537 และเพิ่มขึ้นเป็น 24.52 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2543 และ 43.36 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2547 มีผลทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิของประเทศไทยลดลง หากดำเนินมาตรการป้องกันรักษาพื้นที่ป่าอนุรักษ์ให้คงอยู่ในสภาพที่ดีและปลูกฟื้นฟูป่าอนุรักษ์ที่เสื่อมโทรม และปลูกป่าเสริมให้ได้พื้นที่ป่าครบร้อยละ 40 ตามเป้าหมายในนโยบายการป่าไม้แห่งชาติ ประเทศจะสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิได้

3.1.3 แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในอนาคต

จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินซึ่งดำเนินการโดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ก) พบว่า ภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีแนวโน้มที่จะเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอน เนื่องจากมีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่ามากกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า อย่างไรก็ตาม การเพิ่มพื้นที่ปลูกป่าไม่สามารถทำการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคตได้ เนื่องจากการปลูกป่าขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐในการส่งเสริมการปลูกป่า แม้ว่านายกรัฐมนตรี (นายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ) จะได้กล่าวในที่ประชุมสมัชชาภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ณ เมืองโคเปนเฮเกน (COP15) ว่าประเทศไทยมีเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่ป่าให้ได้ร้อยละ 40 ภายในปี พ.ศ.2563 แต่ก็ยังไม่มีมาตรการที่ชัดเจนว่าจะดำเนินการอย่างไร ดังนั้น จึงไม่สามารถประเมินแนวโน้มการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่าในอนาคตของประเทศไทยได้

สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากการลดลงของพื้นที่ป่าไม้นั้น บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ก) ได้ประเมินพื้นที่ป่าไม้จากความสัมพันธ์กับประชากร พบว่า แนวโน้มของพื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยจะลดลงจากร้อยละ 31.4 ในปี พ.ศ.2548 เหลือเพียงร้อยละ 24.7 ในปี พ.ศ.2593 โดยการลดลงของพื้นที่ป่าดังกล่าวมีสมมุติฐานคือ มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่เกษตรเป็นหลัก ซึ่งใกล้เคียงกับที่ลดาวัลย์ และคณะ (2553) คาดการณ์การลดลงของพื้นที่ป่าไม้จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ 3 ปัจจัยหลัก ได้แก่ จำนวนประชากร ผลิตภัณฑ์มวลรวมภายในประเทศ และผลิตภัณฑ์มวลรวมภาคการเกษตร พบว่าพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยจะลดลงเหลือร้อยละ 25.2% ในปี พ.ศ.2563

เมื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 14.78 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2551 เป็น 22.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ.2593 ดังรายละเอียดในตารางที่ 3.1.7

ตารางที่ 3.1.7 การคาดการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต จากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

หน่วย: ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์

ปี พ.ศ.	2551	2553	2563	2573	2583	2593
การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	14.78	15.10	18.79	19.95	21.17	22.48

ที่มา: บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ก)

3.1.4 ศักยภาพและแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน

สาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่ป่าลดลงมีมูลเหตุจากรัฐมีนโยบายจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินไม่ชัดเจน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เพื่อกิจกรรมอื่นๆ เนื่องจากมีความต้องการพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น Thongpan et al. (1990) ได้สรุปสาเหตุสำคัญที่ทำให้พื้นที่ป่าไม้ในประเทศไทยลดลง ดังนี้

1) การให้สัมปทานป่าไม้แก่บริษัททำไม้โดยขาดการควบคุมการตัดไม้ตามหลักวิชาการ ทำให้ป่าไม้เสื่อมโทรม ไม่สามารถฟื้นกลับสู่สภาพเดิมได้ นอกจากนั้น การให้สัมปทานป่าไม้ยังเป็นการกระตุ้นให้เกิดการบุกรุกป่าเพื่อจับจองที่ดินทำกินจากชาวบ้านอีกด้วย รัฐบาลได้ประกาศยกเลิกสัมปทานการทำไม้ป่าบกเมื่อปี พ.ศ.2532 แต่การลดลงของพื้นที่ป่าก็ยังคงเกิดอย่างต่อเนื่อง
2) การเพิ่มประชากร โดยเฉพาะในชนบทมีอัตราการเพิ่มประชากรในระดับสูง ทำให้ที่ดินทำกินไม่เพียงพอ จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการบุกรุกป่าเพิ่มขึ้น
3) การพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐาน อันได้แก่ เส้นทางคมนาคม ระบบสาธารณูปโภค เขื่อน และอ่างเก็บน้ำ เป็นต้น เนื่องจากการก่อสร้างดังกล่าวมักจะรุกเข้าไปในพื้นที่ป่าก่อให้เกิดการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้
4) การเกษตรเชิงพาณิชย์ ในอดีต การทำการเกษตรของคนไทยมีวัตถุประสงค์เพื่อบริโภคในครัวเรือนเป็นหลัก พืชผลที่เหลือจากการบริโภคจึงจะนำไปแลกเปลี่ยนกับสินค้าอื่นๆ หรือขายเป็นรายได้ ในปัจจุบันมีการส่งเสริมการส่งออกพืชผลทางการเกษตรเพื่อทำรายได้ให้แก่ประเทศ ทำให้มีความต้องการพื้นที่เพื่อการเกษตรเพิ่มมากขึ้น และไม่มีการจัดการที่ดินตามหลักวิชาการทำให้พื้นที่ดินเสื่อมโทรมลง
5) การกำหนดแนวเขตพื้นที่ป่าไม่ชัดเจนทำให้เกิดความขัดแย้งระหว่างชาวบ้านกับเจ้าหน้าที่ของรัฐในการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ การบังคับใช้กฎหมายไม่สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้การบุกรุกพื้นที่ป่ายังคงดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง
6) การเก็งกำไรที่ดิน ตั้งแต่ปี พ.ศ.2530 เป็นต้นมา เป็นช่วงที่มีการซื้อ ขายที่ดิน โดยมีการเก็งกำไรสูงมากถึงหลายเท่า ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าไม้เพื่อครอบครอง เพื่อการค้าที่ดิน และเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวและที่พักตากอากาศ เป็นต้น

3.1.4.1 การลดการปล่อยคาร์บอนจากการลดการทำลายป่าและการทำให้ป่าเสื่อมโทรม

Lund (1999) ได้ให้คำจำกัดความของการทำลายป่าหมายถึง การเปลี่ยนสภาพพื้นที่ที่เป็นป่าไปเป็นพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าเป็นระยะเวลายาวนาน หรือโดยถาวร โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นผลมาจากกิจกรรมของมนุษย์ สำหรับความเสื่อมโทรมของป่านั้น สภาพพื้นที่ยังคงความเป็นป่าอยู่ แต่ปริมาณการสะสมคาร์บอนของป่าลดลง (IPCC,

2000) การทำลายป่ามักเกิดขึ้นในประเทศกำลังพัฒนาซึ่งตั้งอยู่ในเขตร้อน เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรม ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของประชากรทำให้มีความต้องการพื้นที่เพื่อทำการเกษตรกรรมมากขึ้น การลดการทำลายป่าจึงเป็นแนวทางที่สำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และจัดว่าเป็นแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีต้นทุนต่ำ (Sohngen, 2009)

ในการประชุมสมัชชารัฐภาคีอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (COP) ครั้งที่ 13 ณ เมืองบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ.2550 จึงได้มีการพิจารณาเพื่อหาแนวทางในการลดการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่าในประเทศกำลังพัฒนา และได้มีการบรรจุอยู่ในแผนปฏิบัติการบาหลี (Bali Action Plan) เรียกกันโดยทั่วไปว่า REDD และต่อมาได้พัฒนาเป็น REDD-plus (REDD+) ซึ่งเป็นกลไกหรือเครื่องมือช่วยในการดำเนินการเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการสร้างแรงจูงใจในการดูแลรักษาป่า ในการประชุม COP ครั้งที่ 15 และ 16 โดยมีการรวมกิจกรรมการอนุรักษ์ป่าไม้ การจัดการป่าไม้อย่างยั่งยืน และการเพิ่มพูนคาร์บอนสะสมในพื้นที่ป่าเข้าไปด้วย ซึ่งมาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่านี้คาดว่าจะเป็นมาตรการที่นำมาใช้หลังสิ้นสุดพันธกรณีตามพิธีสารเกียวโตในปี พ.ศ.2555 กลไก REDD+ ที่กำลังจะเกิดขึ้นแสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของการลดลงของพื้นที่ป่าไม้ในเขตร้อนในอนาคตรวมทั้งประเทศไทยด้วย

การลดการทำลายป่าเป็นเป้าหมายของประเทศไทย ซึ่งได้มีการกำหนดอย่างชัดเจนในนโยบายการป่าไม้แห่งชาติ ซึ่งกำหนดให้มีป่าไม้เพื่อการอนุรักษ์ร้อยละ 25 และป่าไม้เพื่อเศรษฐกิจร้อยละ 15 อย่างไรก็ตาม ในความเป็นจริงแล้วพื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยยังคงลดลงอย่างต่อเนื่อง มาตรการสากลเรื่องการสร้างแรงจูงใจในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (REDD+) จึงเป็นมาตรการที่น่าสนใจ และประเทศไทยสามารถดำเนินการได้ภายในประเทศ โดยไม่จำเป็นต้องเข้าร่วมกลไก REDD+ แต่รัฐจะต้องสร้างเสริมความตระหนักในคุณค่าของป่าไม้แก่สาธารณะและเป็นผู้สร้างแรงจูงใจให้แก่ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการดูแลรักษาป่าไม้

3.1.4.2 การเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนด้วยการปลูกป่า

การปลูกป่าเป็นกิจกรรมหนึ่งของกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) จึงเป็นกิจกรรมที่เป็นที่ยอมรับในทางสากลว่าสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้ การปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดมีความแตกต่างจากกิจกรรมประเภทอื่นๆ เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่เกี่ยวกับการกักเก็บก๊าซเรือนกระจก ซึ่งที่ประชุมสมัชชาประเทศภาคีอนุสัญญาฯ ได้กำหนดรูปแบบการปลูกป่าที่สามารถดำเนินการภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

- การปลูกป่าแบบ afforestation หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ดำเนินการโดยมนุษย์ จากพื้นที่ที่ไม่เคยเป็นป่ามาก่อนในระยะเวลา 50 ปี ให้กลายเป็นป่า โดยการปลูก หว่านเมล็ด หรือการส่งเสริมให้เกิดการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ
- การปลูกป่าแบบ reforestation หมายถึง การเปลี่ยนแปลงสภาพการใช้ที่ดินที่ดำเนินการโดยมนุษย์ จากพื้นที่ที่ครั้งหนึ่งเคยเป็นป่าแต่ถูกแปลงสภาพไปใช้ประโยชน์อื่น ให้กลับกลายเป็นป่าอีกครั้ง โดยการปลูก หว่านเมล็ด หรือการส่งเสริมให้เกิดการขยายพันธุ์ตามธรรมชาติ โดยในช่วงพันธกรณีแรกจะจำกัดอยู่เฉพาะโครงการที่เกิดขึ้นบนพื้นที่ที่ไม่เป็นป่า ณ วันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2532

สำหรับ “ป่าไม้” ตามนิยามที่กำหนดในพิธีสารเกียวโตนั้น หมายถึง พื้นที่ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.05-1.0 เฮกแตร์ มีการปกคลุมโดยเรือนยอดของต้นไม้มากกว่าร้อยละ 10-30 โดยต้นไม้เหล่านี้ต้องมีศักยภาพในการเติบโตและมีความสูงไม่น้อยกว่า 2-5 เมตร สำหรับประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ที่มีความประสงค์จะดำเนินการปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด จะต้องกำหนดค่าที่จะใช้เป็นนิยาม “ป่าไม้” ของแต่ละประเทศและแจ้งไปยังคณะกรรมการบริหารกลไก

การพัฒนาที่สะอาด (CDM Executive Board) ดังนั้น นิยาม “ป่าไม้” ของแต่ละประเทศจึงมีความผันแปรแตกต่างกัน ทั้งนี้ พื้นที่ที่จะดำเนินโครงการปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดจะต้องเป็นพื้นที่ที่ไม่มีลักษณะเป็นป่าตามคำนิยามที่แต่ละประเทศได้ให้ไว้ในช่วงระหว่างวันที่ 31 ธันวาคม พ.ศ.2532 จนถึงวันเริ่มต้นโครงการ

สำหรับประเทศไทยได้กำหนดค่าที่ใช้เป็นนิยาม “ป่าไม้” ของประเทศ ดังนี้คือ เป็นพื้นที่ที่มีขนาดตั้งแต่ 1 ไร่ (0.16 เฮกแตร์) มีการปกคลุมโดยเรือนยอดของต้นไม้มากกว่าร้อยละ 30 โดยต้นไม้เหล่านี้ต้องมีศักยภาพในการเติบโตและมีความสูงไม่น้อยกว่า 3 เมตร

การประเมินคาร์บอนสำหรับการปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดนั้นมีการกำหนดให้พิจารณาแหล่งสะสมคาร์บอน (carbon pool) ทั้งหมด 5 แหล่ง ได้แก่ 1) มวลชีวภาพเหนือดิน 2) มวลชีวภาพใต้ดิน 3) ไม้ตาย 4) ซาก พืช และ 5) คาร์บอนในดิน ทั้งนี้ การประเมินคาร์บอนจะต้องพิจารณาหักลบกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการปลูกป่าทั้งหมดที่อาจก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การเตรียมพื้นที่ด้วยเครื่องจักร การเตรียมพื้นที่ด้วยการเผา การใช้เครื่องจักรล้มต้นไม้ และการใส่ปุ๋ย เป็นต้น นอกจากนั้น พิธีสารเกียวโตยังได้กำหนดว่าในการดำเนินโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาดนั้น จะต้องไม่ใช่การดำเนินงานตามปกติ (not business as usual) เพื่อให้มีผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมอย่างแท้จริง

การปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาดจึงเป็นมาตรการที่ส่งเสริมให้มีการปลูกป่าเพื่อดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากบรรยากาศ อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีการปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด ทั้งนี้อาจเนื่องจากว่ากลไกการพัฒนาที่สะอาดมีกฎระเบียบที่เข้มงวด ทำให้ดำเนินการได้ยาก ประเทศไทยจึงควรหาแนวร่วมประเทศกำลังพัฒนาผลักดันในเวทีเจรจาให้มีการปรับปรุงกฎระเบียบกลไกการพัฒนาที่สะอาดให้มีความยืดหยุ่นมากขึ้นและพัฒนาระบบวนวัฒนวิธีให้มีรอบตัดฟันที่ไม่ทำให้อัตราคาร์บอนสะสมในพื้นที่ส่วนป่าลดลง พร้อมทั้งหามาตรการส่งเสริมการปลูกป่าในรูปแบบอื่นๆ นอกเหนือจากการปลูกป่าภายใต้กลไกการพัฒนาที่สะอาด

3.1.4.3 การปรับปรุงการจัดการ

แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้และการใช้ที่ดิน นอกจากลดการทำลายป่าและการปลูกป่าแล้ว ยังอาจเพิ่มศักยภาพด้วยการปรับปรุงการจัดการการใช้ที่ดินที่มีอยู่ เพื่อให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้น้อยลง หรือเพิ่มศักยภาพในการดูดซับก๊าซเรือนกระจกจากบรรยากาศ อันได้แก่ การปรับปรุงการจัดการป่าไม้ การปรับปรุงการจัดการพื้นที่เกษตร และการปรับปรุงการจัดการพื้นที่ทุ่งหญ้า เป็นต้น

1) การจัดการป่าไม้

ภายใต้ข้อตกลงมาราเกรซ (Marrakesh Accords) ได้ให้ความหมายของการจัดการป่าไม้ หมายถึงระบบปฏิบัติการเพื่อดูแลรักษาพื้นที่ป่าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อคงหน้าที่ด้านนิเวศ เศรษฐกิจ และสังคมของป่าให้เกิดความยั่งยืน ซึ่งในที่นี้หมายความรวมทั้งป่าธรรมชาติและสวนป่า การปรับปรุงการจัดการป่าไม้จึงหมายถึงการปรับปรุงกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าไม้ อันได้แก่ การเตรียมพื้นที่ การปลูก การตัดขยายระยะ การป้องกันไฟ การป้องกันโรคและแมลง และการตัดฟันต้นไม้ การปรับปรุงการจัดการป่าไม้จึงเป็นการเพิ่มการสะสมคาร์บอนในพื้นที่อันเป็นแนวทางหนึ่งในการลดก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการจัดการป่าไม้จำแนกได้เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับป่าธรรมชาติและกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับสวนป่า

- การทำไม้ที่ลดผลกระทบ (Reduced Impact Logging, RIL) เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับป่าธรรมชาติ ซึ่งเป็นการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องจากการทำไม้ออกจากป่า เนื่องจากการทำไม้แบบดั้งเดิมมักก่อให้เกิดความเสียหายกับระบบนิเวศป่าไม้ที่มีการทำไม้ การปรับปรุงเทคนิคต่างๆ ในการทำไม้ ได้แก่ การลดอันตรายที่เกิดกับต้นไม้อื่น โดยการใช้วิธีการล้มไม้ทิศทางเดียว หรือ การตัดไม้เถา) ปรับปรุงวิธีการคัดเลือกไม้ (ฯลฯที่ต้องการตัดฟันโดยใช้ข้อมูลตำแหน่งและขนาดของต้นไม้จากการสำรวจแจงนับ ปรับปรุงการวางแผนเส้นทางชักลากไม้และถนน (ในป่าพรุต้องรวมถึงการหลีกเลี่ยงการ

ใช้คลองเป็นเส้นทางชักลาก – การระบายน้ำจากคลองในป่าพรุเป็นการเพิ่มการปล่อยก๊าซ CO_2) และการลดขนาดของถนนป่าไม้ Healey et al. (2000) เชื่อว่า การลดผลกระทบจากการทำไม้ช่วยลดการปลดปล่อยคาร์บอนที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำไม้ และภายหลังการทำไม้ นอกจากนั้น การลดผลกระทบจากการทำไม้ยังสามารถช่วยลดการนำไม้ออกจากพื้นที่ด้วย ปัจจุบันประเทศไทยไม่มีการทำไม้จากป่าธรรมชาติแล้ว จึงไม่มีการพัฒนาระบบการทำไม้แบบลดผลกระทบ (RIL) ในขณะที่ประเทศมาเลเซียและประเทศอินโดนีเซียมีความก้าวหน้าอย่างมากในการพัฒนาระบบการทำไม้แบบลดผลกระทบ กรมป่าไม้ประเทศมาเลเซียได้กำหนดแนวทางในการทำไม้ที่ลดผลกระทบ ประกอบด้วย (1) การตัดไม้เลื้อยและเถาวัลย์ที่ขึ้นพันต้นไม้ก่อนการทำไม้ (2) การกำหนดทิศทางในการล้มไม้ โดยเลือกแนวการล้มให้ไปในทิศทางที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อต้นไม้ที่เหลืออยู่ให้น้อยที่สุด (3) กำหนดแนวกันชนเพื่อป้องกันลำน้ำ โดยปกติกำหนดให้อยู่ห่างจากริมฝั่งแนวลำน้ำอย่างน้อย 30 เมตร (4) เลือกใช้เทคโนโลยีการชักลากไม้ที่ลดการทำอันตรายแก่ดิน (5) วางแผนอย่างรอบคอบ โดยให้มีการตัดถนนเพื่อการทำไม้ให้น้อยที่สุด (6) ลดการสูญเสียเศษไม้ปลายไม้อันเนื่องมาจากการทำไม้ให้น้อยที่สุด โดยปกติจะมีการสูญเสียเศษไม้ปลายไม้ประมาณร้อยละ 25-50 (7) ลดความลาดชันของเส้นทางชักลาก เพื่อป้องกันการเกิดการกร่อนของดิน (Sabah Forestry Department, 2009)

- การเปลี่ยนจากป่าที่มีการทำไม้เป็นป่าป้องกัน ประกอบด้วย (1) ป้องกันป่าที่มีการทำไม้หรือป่าเสื่อมโทรมไม่ให้มีการทำไม้อีก ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการออกกฎหมาย และ (2) ป้องกันป่าที่ไม่มีการทำไม้ไม่ให้มีการลักลอบตัดไม้ ซึ่งอาจต้องใช้วิธีการสร้างแรงจูงใจ เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการป้องกันรักษาป่า แนวคิดเกี่ยวกับการจ่ายค่าบริการด้านสิ่งแวดล้อม (PES) และแนวคิดเกี่ยวกับกลไกการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าและความเสื่อมโทรมของป่า (REDD+) สามารถสนับสนุนการดำเนินการดังกล่าว พื้นที่ที่เข้าข่ายกิจกรรมนี้ได้แก่ พื้นที่ป่าบนที่สูง พื้นที่ป่าบนที่ราบ และป่าชุ่มน้ำ (เช่น ป่าพรุ ป่าชายเลน ฯลฯ) โดยทั่วไป การเปลี่ยนพื้นที่ป่าที่มีการทำไม้เป็นป่าป้องกัน ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการทำไม้ และเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เมื่อป่ามีการเติบโตเพิ่มขึ้น ประเทศไทยมีการปิดสัมปทานทำไม้จากป่าธรรมชาติ จึงจัดว่าเป็นการดำเนินการที่ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำไม้ การประกาศให้พื้นที่ป่าไม้ที่สมบูรณ์เป็นพื้นที่อุทยานเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มพื้นที่ป่าป้องกัน
- การขยายอายุรอบตัดฟัน (rotation) ของต้นไม้ในสวนป่า โดยปกติ ต้นไม้จะถูกตัดฟันที่จุดเหมาะสมทางเศรษฐกิจ หรืออายุตัดฟันตามรอบหมุนเวียนที่เหมาะสม การขยายระยะเวลาตัดต้นไม้ตามวัยที่เหมาะสม (เพราะหากต้นไม้แก่มากอัตราการเพิ่มพูนเนื้อไม้จะเป็นศูนย์) เพื่อนำมาใช้ประโยชน์เป็นการเพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนเฉลี่ยในพื้นที่ ระยะเวลาที่ควรขยายนั้นไม่มีข้อกำหนดที่แน่นอน แต่โดยปกติแล้ว ระยะเวลาที่นานมากขึ้น (ช่วงระยะเวลา 5-20 ปี) ก็ยิ่งมีปริมาณการสะสมคาร์บอนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม ความต้องการใช้ไม้ในภาคอุตสาหกรรม และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมักเป็นตัวผลักดันให้ผู้ปลูกป่าตัดต้นไม้มาใช้ประโยชน์แทนการขยายอายุรอบตัดฟัน รัฐบาลจึงอาจต้องมีการสร้างแรงจูงใจเพื่อให้ผู้ปลูกเก็บรักษาต้นไม้ไว้ เช่น การจัดทำโครงการธนาคารต้นไม้ เป็นต้น การยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากไม้ ก็เป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยขยายอายุรอบตัดฟันไม้ในสวนป่า
- การเปลี่ยนป่าที่มีผลผลิตต่ำเป็นป่าที่มีผลผลิตสูง เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มปริมาณการสะสมคาร์บอนในพื้นที่ ป่าที่มีผลผลิตต่ำโดยปกติมักเป็นป่าที่ไม่มีไม้ที่มีคุณค่าเชิงพาณิชย์ มีความเสื่อมโทรมหรืออยู่ในกระบวนการเสื่อมโทรมเนื่องจากการรบกวนที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง เช่น ไฟป่า สัตว์แทะเล็ม และการเก็บไม้ฟืนของชุมชน เป็นต้น รวมทั้งต้นไม้อาจมีอัตราการเติบโตที่ช้ามาก หรือมีการปกคลุมเรือนยอดต่ำ ซึ่งการเพิ่มผลผลิตให้แก่ป่าอาจทำได้โดยการปลูกเสริมป่าธรรมชาติด้วยพรรณไม้ชนิดอื่นๆ ที่

เนื้อไม้มีคุณค่า หรือมีอัตราการเติบโตดี เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของต้นไม้ รวมถึงการลดการรบกวนที่เกิดกับป่า เช่น การป้องกันไฟป่า การใส่ปุ๋ย การถางวัชพืช การตัดแต่งเถาวัลย์ เป็นต้น สำหรับสวนป่าก็สามารถปรับปรุงได้ด้วยการปรับปรุงพันธุ์ และใช้สายพันธุ์ที่มีการเติบโตดี มีความทนทานต่อโรคและแมลง และสามารถขึ้นได้ในทุกสภาพพื้นที่ ในกรณีของประเทศไทยนั้น โครงการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติฯ ก็จัดว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตหรือเพิ่มการสะสมคาร์บอนให้แก่ป่า รวมทั้งเป็นการเปลี่ยนป่าที่มีผลผลิตต่ำให้เป็นป่าที่มีผลผลิตสูง

2) การจัดการที่ดินเกษตร

โดยปกติ หากมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรมย่อมเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่หากการใช้ที่ดินที่เป็นพื้นที่เกษตรอยู่แล้วนั้น สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และเพิ่มการสะสมคาร์บอนได้ด้วยการปรับปรุงการจัดการกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มการเก็บสะสมคาร์บอนในดิน สำหรับกิจกรรมที่สามารถเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่เกษตร ได้แก่

- การเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน ซึ่งสามารถเพิ่มได้ด้วยวิธีจัดการที่เหมาะสม เช่น การใส่เศษซากพืช (residue) ให้แก่ดิน และ/หรือ ลดอัตราการเปลี่ยนคาร์บอนของดินเป็นรูปอนินทรีย์ วิธีปฏิบัติดังกล่าวประกอบด้วย ไม่ทำการขุดไถพรวน ไม่ปล่อยให้ดินพักทิ้งว่างเปล่า การใช้พืชปกคลุมดิน การสร้างแนวกันชน (เช่น แนวกันลม และแนวป้องกันริมน้ำ) การเปลี่ยนจากพืชปีเดียว (annual) เป็นพืชหลายปี (perennial) และการใช้วิธีการวนเกษตร เป็นต้น
- การลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) จากดิน โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืชเกษตร เพื่อลดจำนวนปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องใส่ลงไป ตัวอย่างวิธีการปฏิบัติได้แก่ ปรับปรุงเวลาของการใส่ปุ๋ย (เช่น การแบ่งใส่หลายครั้ง) ปรับปรุงสูตรปุ๋ย (ปุ๋ยละลายช้า และสารยับยั้งกระบวนการเปลี่ยนเป็นไนเตรท) และปรับปรุงการใช้สารทดแทนไนโตรเจน เป็นต้น
- การลดการปล่อยก๊าซมีเธน (CH_4) จากดิน เป็นวิธีปฏิบัติที่สำคัญในการปลูกข้าวแบบที่มีน้ำขัง วิธีการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับการลดการปล่อยก๊าซมีเธน ได้แก่ ปรับปรุงการจัดการน้ำ ใช้พันธุ์ข้าวที่มีศักยภาพในการลดการผลิตและการเคลื่อนย้ายมีเธน

สำหรับรายละเอียดของศักยภาพและแนวทางในการลดก๊าซเรือนกระจกอยู่ในหัวข้อภาคการเกษตร

3) การจัดการพื้นที่ทุ่งหญ้า

พื้นที่ทุ่งหญ้าหมายถึงพื้นที่ที่มีการจัดการเพื่อปศุสัตว์ การจัดการพื้นที่ทุ่งหญ้าจะมีความคล้ายคลึงกับพื้นที่เกษตร แนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ที่เป็นทุ่งหญ้า คือ การใช้วิธีปฏิบัติที่ช่วยเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนในดิน และ/หรือ การลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเธน ได้แก่

- การเพิ่มการสะสมคาร์บอนในดิน สามารถเพิ่มได้โดยการเพิ่มมวลชีวภาพใต้ดิน หรือการทำให้กระบวนการย่อยสลายช้าลง วิธีปฏิบัติดังกล่าวประกอบด้วยการเพิ่มผลผลิตอาหารสัตว์ (ด้วยวิธีการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน และการจัดการน้ำ) การเลือกชนิดพันธุ์ที่มีระบบรากลึก และ/หรือ มีการเติบโตของรากดี และลดความเสื่อมโทรมเนื่องจากการกินหญ้าที่มากเกินไป
- การลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ โดยทั่วไปจะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ไนโตรเจนของพืชอาหารสัตว์ เพื่อลดจำนวนปุ๋ยไนโตรเจนที่ต้องใส่ลงไป ตัวอย่างวิธีการปฏิบัติได้แก่ ปรับปรุงเวลาของการใส่ปุ๋ย (เช่น การแบ่งใส่หลายครั้ง) ปรับปรุงสูตรปุ๋ย (ปุ๋ยละลายช้า และสารยับยั้งกระบวนการเปลี่ยนเป็นไนเตรท) และปรับปรุงการใช้สารทดแทนไนโตรเจน เป็นต้น

- การลดความถี่ในการเกิดไฟ เนื่องจากการจัดการทุ่งหญ้านั้น เกษตรกรมักใช้วิธีการเผาเพื่อให้มีการแตกหญ้าอ่อน ซึ่งการใช้ไฟหรือการเผานี้ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ และก๊าซมีเธน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น การลดการใช้ไฟจะช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้
- การลดการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์และก๊าซมีเธนจากการกินหญ้าของสัตว์ ซึ่งอาจทำได้โดยการปรับปรุงพันธุกรรมของสัตว์เลี้ยง ปรับปรุงคุณภาพของอาหาร (เช่น โดยการใช้พันธุ์พืชอาหารสัตว์ชนิดใหม่ หรือด้วยการให้อาหารเสริม) และ/หรือ ด้วยการลดปริมาณสัตว์ในพื้นที่ หากวิธีปฏิบัติดังกล่าวก่อให้เกิดการเลี้ยงสัตว์ทดแทนนอกพื้นที่โครงการแล้ว แสดงว่ามาตรการดังกล่าวก่อให้เกิดการรั่วไหล ซึ่งแม้ว่าจะก่อให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในพื้นที่ แต่ถือว่าไม่ใช่การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่แท้จริง

4) การจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำ

พื้นที่ชุ่มน้ำ หมายถึง พื้นที่ที่มีน้ำท่วมอย่างน้อยช่วงระยะเวลาหนึ่งภายในช่วงเวลา 1 ปี ก่อให้เกิดสภาพนิเวศวิทยาแบบน้ำท่วมขัง อินทรียวัตถุมีการย่อยสลายช้า เนื่องจากเกิดสภาพการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมคาร์บอนในดินเป็นปริมาณสูงมาก แม้ว่าพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกจะมีอยู่เพียงร้อยละ 4-6 ของพื้นที่ทั้งหมด หรือประมาณ 530-570 ล้านเฮคแตร์ (Matthews and Fung, 1987) แต่มีปริมาณคาร์บอนในดินมากถึง 350-535 พันล้านตัน หรือคิดเป็นร้อยละ 20-25 ของคาร์บอนในดินทั้งโลก (Gorham, 1995) พื้นที่ชุ่มน้ำที่มีการสะสมคาร์บอนในดินส่วนมากจะเป็นพื้นที่ดินพรุในเขตหนาว สำหรับประเทศไทยนั้นมีพื้นที่ป่าพรุไม่มาก โดยมีพื้นที่เพียง 64,555 เฮคแตร์ กระจายอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย ป่าพรุที่สมบูรณ์มากที่สุดอยู่ที่ป่าพรุโต๊ะแดง จังหวัดนราธิวาส (ธนิตย์ 2547) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาคาร์บอนในดินในพื้นที่ป่าพรุของประเทศไทย สำหรับป่าชายเลนซึ่งจัดว่าเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำรูปแบบหนึ่งนั้น ในประเทศเทศไทยพบกระจายอยู่ตามชายฝั่งภาคตะวันออกและภาคใต้ โดยครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 275,800 เฮคแตร์ (กรมป่าไม้ 2550)

การย่อยสลายในสภาพไม่มีออกซิเจน ทำให้เกิดการปลดปล่อยมีเธน พื้นที่ชุ่มน้ำจึงเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเธนแหล่งใหญ่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ Fung *et al.* (1991) ประเมินว่าพื้นที่ชุ่มน้ำทั่วโลกมีการปลดปล่อยก๊าซมีเธนประมาณปีละ 0.11 ล้านตันต่อปี พื้นที่ชุ่มน้ำจัดว่าเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมาก หากอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นและแล้ง อัตราการย่อยสลายอินทรียวัตถุในพื้นที่ชุ่มน้ำจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว ก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำนวนมาก แนวทางการจัดการพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

- ไม่เพิ่มพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง เนื่องจากพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขังก่อให้เกิดการหมัก หรือการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจน ซึ่งก่อให้เกิดการปลดปล่อยก๊าซมีเธนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจก Kelly et al. (1997) รายงานว่าการสร้างอ่างเก็บน้ำในพื้นที่เขตหนาวก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 130 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อปี
- การรักษาป่าไม้ในบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ เพื่อป้องกันไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ชุ่มน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมอื่นๆ ก่อให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนที่มีการสะสมอยู่ในดินมาเป็นเวลานานออกสู่บรรยากาศในทันที
- การป้องกันการเกิดไฟในพื้นที่ชุ่มน้ำ เนื่องจากพื้นที่ชุ่มน้ำเป็นแหล่งสะสมอินทรียวัตถุที่ไม่มีการย่อยสลายเป็นเวลานาน หากเกิดสภาพแล้งหรือมีการระบายน้ำออกจากพื้นที่ทำให้พื้นที่แห้ง อินทรียวัตถุเหล่านี้จะเป็นเชื้อเพลิงอย่างดี ทำให้เกิดไฟลุกลามได้ง่าย และดับยาก เนื่องจากเชื้อเพลิงมีปริมาณมาก

5) การจัดการพื้นที่เมือง

พื้นที่ในเมืองหมายถึงพื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นที่อาศัยของประชากร ส่วนมากมักเป็นพื้นที่ที่มีการพัฒนา พื้นที่ในเมืองจึงเป็นพื้นที่ที่มีการสะสมคาร์บอนอยู่น้อย อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้มีการปลูกต้นไม้ในเขตเมือง เพื่อช่วยมลภาวะด้านอากาศและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น องค์การอนามัยโลกได้เสนอแนะว่าสัดส่วนพื้นที่สีเขียวในเมืองที่เหมาะสมต่อประชากร 1 คนนั้นไม่ควรน้อยกว่า 9 ตารางเมตร (Deloya, 1993) ในกรุงโตเกียวซึ่งมีประชากรอยู่อาศัยหนาแน่น มีสัดส่วนของพื้นที่สีเขียวถึงร้อยละ 23 ในขณะที่กรุงเวียนนามีสัดส่วนพื้นที่สีเขียวมากถึงร้อยละ 50 (Sampson and Scholes, 2000) การจัดการพื้นที่ในเมืองจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการลดก๊าซเรือนกระจก กิจกรรมที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับพื้นที่ในเขตเมือง ได้แก่

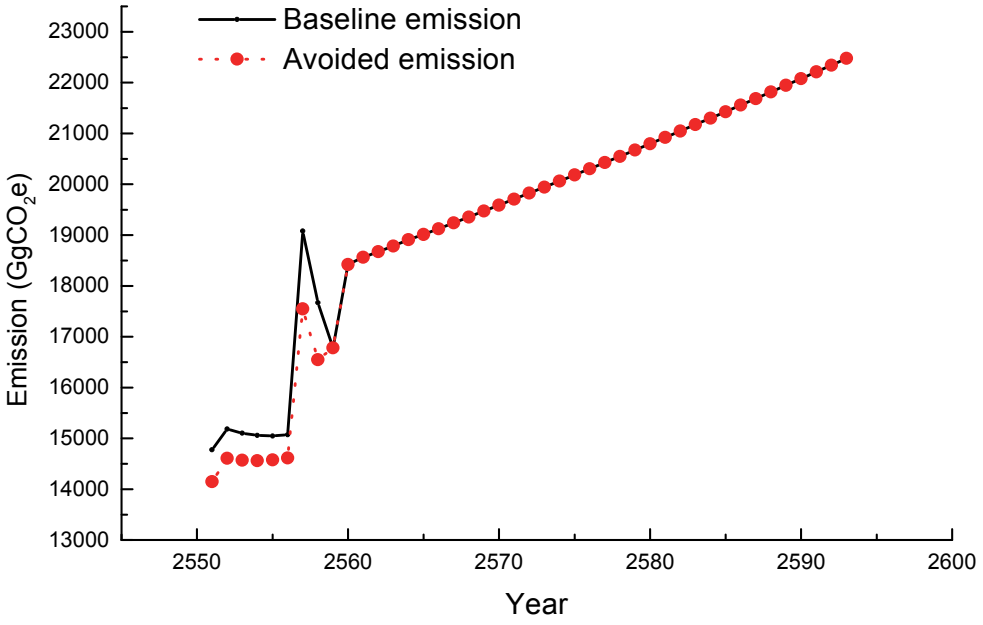
- การเพิ่มพื้นที่สีเขียว พื้นที่ในเขตเมืองที่สามารถนำมาใช้ปลูกต้นไม้เพื่อเพิ่มการกักเก็บคาร์บอนได้แก่ พื้นที่สวนสาธารณะ พื้นที่ริมถนน ริมแม่น้ำ พื้นที่ว่าง พื้นที่ส่วนราชการ และวัด เป็นต้น นอกจากนั้นยังควรส่งเสริมให้ประชาชนปลูกต้นไม้บริเวณสวนในบ้านด้วย
- การยืดอายุของต้นไม้ เนื่องจากต้นไม้ในเมืองต้องเผชิญกับสภาพมลพิษทางอากาศสูง ทำให้ต้นไม้ในเมืองมักได้รับอันตรายได้ง่าย การดูแลรักษาต้นไม้อย่างปราณีตจะช่วยยืดอายุของต้นไม้ให้ยืนนานขึ้น ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องจากการตาย
- การนำไม้มาใช้ประโยชน์ โดยปกติแล้ว ต้นไม้ที่ปลูกในเมืองเมื่อถูกตัดฟันด้วยสาเหตุใดๆ ก็ตาม เช่น ต้นไม้มีอายุมาก ต้นไม้ถูกแมลงทำลาย หรือต้องการปรับแต่งภูมิทัศน์ใหม่นั้น โดยปกติต้นไม้ที่ถูกตัดมักไม่มีการนำไปใช้ประโยชน์ เนื่องจากมีจำนวนน้อย และอาจไม่ใช่ไม้ที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจ ดังนั้น จึงมักถูกทำลายด้วยการเผา ทำให้เกิดการปลดปล่อยคาร์บอนทันที หากมีการนำไม้เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์ หรือนำมาทำปุ๋ยให้เกิดการย่อยสลายตามธรรมชาติ จะช่วยให้อัตราการปลดปล่อยคาร์บอนช้าลง เมืองขนาดใหญ่เช่นกรุงเทพมหานครจึงควรมีโครงการนำต้นไม้ที่ถูกตัดฟัน หรือกิ่งไม้ที่ถูกตัดลิดออก มาใช้ให้เกิดประโยชน์

3.1.4.4 การใช้ประโยชน์ผลิตภัณฑ์จากไม้

ผลิตภัณฑ์ไม้เป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งของวัฏจักรคาร์บอน โดยมีบทบาทที่สำคัญในการเป็นแหล่งสะสมคาร์บอน และเป็นแหล่งพลังงานทั้งทางตรงคือการใช้เป็นถ่านและฟืน และเป็นแหล่งพลังงานทดแทนพลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงและถ่านหิน ผลิตภัณฑ์จากไม้เป็นส่วนที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศเมื่อเกิดการย่อยสลายหรือเผาไหม้ อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ไม้ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ยังคงสามารถเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนได้ เนื่องจากคาร์บอนยังคงถูกเก็บสะสมอยู่ในผลิตภัณฑ์ไม้เป็นเวลานาน โดยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศอย่างช้าๆ จากการผุสลาย จึงไม่รวดเร็วเช่นเดียวกับการเผา FAO (1997) ประเมินว่าทั่วโลกมีการตัดฟันไม้เพื่อใช้ประโยชน์ปีละประมาณ 3.4 พันล้านลูกบาศก์เมตร โดยประมาณครึ่งหนึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ไม้ในรูปแบบต่างๆ ที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ทำให้มีคาร์บอนสะสมอยู่ในแหล่งสะสมผลิตภัณฑ์ไม้ (harvested wood products) ถึงปีละ 0.3 พันล้านตันคาร์บอนต่อปี และจัดว่าเป็นรูปแบบการกักเก็บคาร์บอนที่ต่อเนื่องจากต้นไม้ภายหลังที่มีการตัดฟัน (IPCC, 2000) อย่างไรก็ตาม การศึกษาส่วนใหญ่ยังแสดงให้เห็นว่าการสะสมคาร์บอนในแหล่งผลิตภัณฑ์ไม้คิดเป็นสัดส่วนค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ (Marland and Schlamadinger, 1997; Nabuurs and Sikkema, 1998) ถึงกระนั้นก็มีแนวโน้มว่า IPCC จะให้มีการจัดทำบัญชีคาร์บอนที่ได้รวมเอาส่วนของผลิตภัณฑ์ไม้ด้วย เนื่องจากการแลกเปลี่ยนคาร์บอนจากแหล่งคาร์บอนที่เป็นผลิตภัณฑ์ไม้มีแนวโน้มว่าจะเพิ่มมากขึ้น (Lim *et al.*, 1999) สำหรับ การศึกษาการปล่อยคาร์บอนจากผลิตภัณฑ์ไม้ในประเทศไทยนั้นยังไม่ได้มีการศึกษา

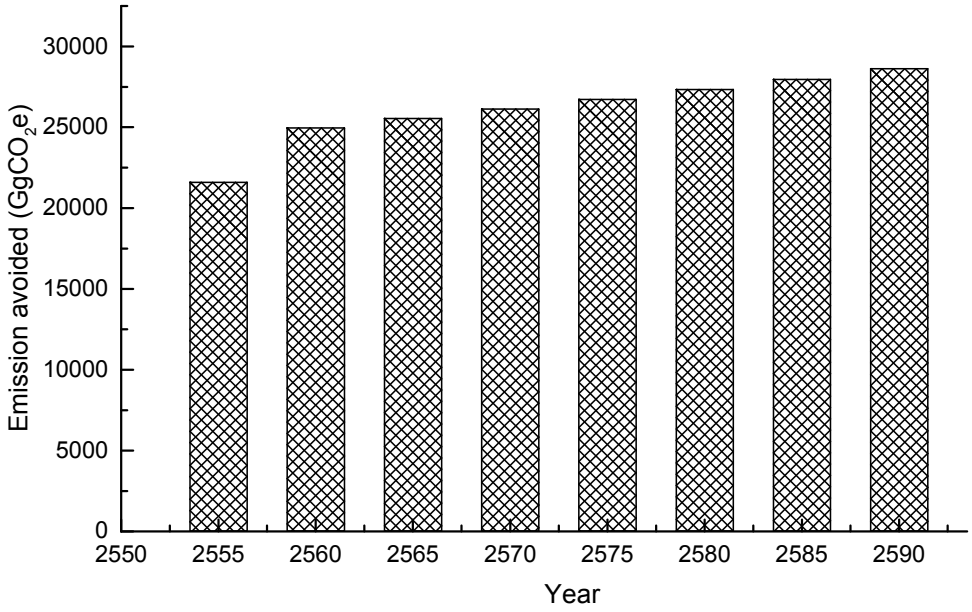
3.1.4.5 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม (2553ข) ได้ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย โดยเน้นการจัดทำและใช้แบบจำลองในการคาดการณ์และประมาณการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่มีแนวโน้มว่าจะลดได้ ในปี พ.ศ.255) ถึงปี พ.ศ.2593 โดยในส่วนของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ได้มีการพิจารณาการนำเอามาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาพิจารณา ซึ่งประกอบด้วย 1) มาตรการรักษาพื้นที่ป่าธรรมชาติให้คงที่ที่ระดับปี พ.ศ. 2548 และ 2) มาตรการเพิ่มพื้นที่ป่าจากระดับปี พ.ศ.2548 (ร้อยละ 31.3) ให้เป็นร้อยละ 40 ของพื้นที่รวมทั้งประเทศภายในปี พ.ศ.2563 จากผลการศึกษาดังกล่าว พบว่า หากดำเนินการตามมาตรการที่ 1 สำเร็จ จะสามารถหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นจำนวนที่เท่ากับจำนวนที่ปล่อยจากกรณีที่เป็น Baseline ยกเว้นในช่วง 10 ปีแรกที่ยังต้องมีการปลดปล่อยอยู่ เพราะมีการปลดปล่อยจากการย่อยสลายในช่วง 10 ปีก่อนหน้านั้น หลังจาก 10 ปีที่พื้นที่ป่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงแล้ว ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถหลีกเลี่ยงได้จะเท่ากับปริมาณที่ปล่อยออกมาจากกรณีของ Baseline (รูปที่ 3.1) ซึ่งปริมาณที่สามารถหลีกเลี่ยงได้มีประมาณ 14 ล้านตัน CO_2e ต่อปีในช่วงแรก และเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 22 ล้านตัน CO_2e ในปี พ.ศ.2593 ตลอดระยะเวลา 45 ปี ปริมาณก๊าซเรือนกระจกสะสมที่ลดลงได้รวมทุกปี คือ 832 ล้านตัน CO_2e หรือเฉลี่ยประมาณ 18 ล้านตัน CO_2e ต่อปี



รูปที่ 3.1 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากการรักษาพื้นที่ป่าให้คงที่ที่ระดับปี พ.ศ.2548 (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

ส่วนมาตรการที่ 2 หากทำสำเร็จจะมีผลทำให้สามารถลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ประมาณ ล้าน 24 ตันCO_2e ต่อปี ในช่วง 10 ปีแรก และตลอกช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ.2554–2593 เฉลี่ยประมาณ 26ล้านตัน CO_2e ต่อปี และปริมาณการลดรวมสะสมระหว่างปี พ.ศ.2554–2593 เป็นประมาณ 1,055 ล้านตัน CO_2e ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้จากการเพิ่มพื้นที่ป่าของประเทศจาก 31% ในปี 2554 เป็น 40% ในปี พ.ศ. 2563 (รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย" องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 2553)

3.1.5 ปัญหาและอุปสรรค

3.1.5.1 ปัญหาด้านการตรวจวัดคาร์บอน

การตรวจวัดคาร์บอนในภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดินยังมีความไม่แน่นอนสูงมาก เนื่องจากประเทศไทยยังขาดข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการคำนวณการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ป่าไม้ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดินอื่นๆ ปริมาณคาร์บอนในพื้นที่ และสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น ทำให้การประเมินติดตามค่าการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินมีความผันแปรสูงมาก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการจัดทำฐานข้อมูลต่างๆ ให้เป็นระบบเดียวกัน และต้องส่งเสริมการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคป่าไม้และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ที่ลดความผันแปรและความไม่แน่นอนให้น้อยลง สำหรับข้อมูลบางประเภทที่มีการดำเนินการโดยหลายหน่วยงาน ยังไม่มีการจัดเก็บเป็นฐานข้อมูลอย่างเป็นระบบ เช่น ข้อมูลพื้นที่ปลูกป่า ซึ่งดำเนินการโดยทั้งภาครัฐและภาคเอกชน แต่ไม่สามารถหาข้อมูลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนได้ จึงควรมีหน่วยงานกลางที่ดำเนินการรวบรวมข้อมูลการปลูกป่าทั้งภาครัฐและเอกชน

3.1.5.2 ปัญหาด้านนโยบายของรัฐบาล

เนื่องจากประเทศไทยไม่มีนโยบายจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นรูปธรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจึงขึ้นอยู่กับนโยบายและเจตจำนงของภาคการเมืองเป็นหลัก

จากการศึกษาพบว่าการลดลงของพื้นที่ป่าไม้และการปลูกป่ามีความผันแปรขึ้นอยู่กับนโยบายของรัฐ เช่น เมื่อรัฐมีนโยบายส่งเสริมการปลูกยางพารา ทำให้เกษตรกรหันมาสนใจการปลูกยางพารามากกว่าการปลูกไม้ยืนต้น ในขณะเดียวกัน เมื่อรัฐบาลส่งเสริมการปลูกป่าโดยมีการให้เงินอุดหนุนการปลูกป่า ทำให้เกษตรกรหันมาปลูกป่า แต่เมื่อหมดช่วงเวลาของการให้เงินอุดหนุน เกษตรกรก็เปลี่ยนพื้นที่ไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ดังนั้น รัฐบาลจึงควรมีนโยบายที่ชัดเจน และมีการสนับสนุนอย่างจริงจัง เพื่อให้การเพิ่มพื้นที่ป่าเพื่อการลดก๊าซเรือนกระจกเกิดเป็นรูปธรรม และแม้ว่านายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ นายกรัฐมนตรี จะได้กล่าวคำปราศรัยในการประชุมสมัชชาภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (COP15) ณ เมืองโคเปนเฮเกนว่าประเทศไทยมีเป้าหมายในการเพิ่มพื้นที่ป่าไม้ให้ได้ร้อยละ 40 ภายในปี พ.ศ.2563 แต่รัฐบาลก็ยังมิได้มีการกำหนดมาตรการที่ชัดเจนเพื่อให้บรรลุสู่เป้าหมายดังกล่าว

3.1.5.3 ปัญหาเรื่องงบประมาณ

เนื่องจากการดูแลรักษาป่าและการปลูกป่าเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้งบประมาณเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง ในขณะที่ความยากจนของประชาชนก็ยังคงมีอยู่ ทำให้ความต้องการพึ่งพิงทรัพยากรป่าไม้ และความต้องการพื้นที่ทำกินยังคงอยู่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรให้ความสำคัญต่อกิจกรรมการดูแลรักษาป่าและการปลูกป่ามากกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน อย่างไรก็ตาม กลไกที่มีอยู่ภายใต้อนุสัญญาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และกลไกใหม่ที่กำลังจะเกิดขึ้น อันได้แก่ กลไกการพัฒนาที่สะอาดซึ่งส่งเสริมการปลูกป่า และกลไก REDD+ ซึ่งส่งเสริมการดูแลรักษาป่าและพื้นที่อนุรักษ์ จะช่วยให้รัฐบาลมีงบประมาณจากแหล่งทุนภายนอกเพื่อใช้ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่า และเพิ่มการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากการปลูกป่าให้มีศักยภาพมากขึ้น หากประเทศไทยเข้าร่วมดำเนินการตามกลไกดังกล่าว นอกจากนั้น ภาคธุรกิจก็ควรมีส่วนร่วมด้านงบประมาณในการปลูกและดูแลรักษาป่าไม้ด้วย ไม่ควรปล่อยให้เป็นภาระของรัฐบาลเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้ 2552. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2552. สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้.

กันตินันท์ ผิวสะอาด และชิงชัย วิริยะบัญชา 2545. การเติบโตและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้กระถินเทพา. เอกสารงานวิจัย. ส่วนวนวัฒนวิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

กิตติพงษ์ พงษ์บุญ 2542. บทบาทการทดแทนตามธรรมชาติต่อการสูญเสียดินและน้ำที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดสกลนคร. สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

จรัส ช่วยนะ 2540. ลักษณะโครงสร้างของป่าเต็งรังทุติยภูมิ บริเวณโครงการพัฒนาตามพระราชดำริป่าหนองเต็ง-จักราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จิรนันท์ ธีระกุลพิศุทธิ์ และนันทนา คชเสนี 2547. ศักยภาพการสะสมธาตุคาร์บอนในมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าทองผาภูมิ. เอกสารประกอบการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ป่าไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” ณ โรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 16-17 สิงหาคม 2547. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

จิระพงศ์ คูหากาญจน์ 2538. ลักษณะทางสถาปัตยกรรมและการเติบโตของต้นไม้สกุลอะคาเซีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชลธิดา เชิญขุนทด 2550. การเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในสวนยูคาลิปตัสยูโรฟิลล่า บริเวณสถานีวนวัฒนวิจัยสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทศพร วัชรางกูร, ชิงชัย วิริยะบัญชา และกันตินันท์ ผิวสอาด 2548. การประมาณปริมาณการสะสมของคาร์บอนในต้นไม้ในสวนป่าเพื่อการอุตสาหกรรมในประเทศไทย, น.137-157. ในรายงานการประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต” ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 4-5 สิงหาคม 2548. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ธนิตย์ หนูยิ้ม 2547. คู่มือ การปลูกและฟื้นฟูป่าพรุ. โครงการศูนย์ศึกษาการพัฒนาพิกุลทอง จังหวัดนราธิวาสอันเนื่องมาจากพระราชดำริ ส่วนโครงการพระราชดำริ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

นวลปราง นวลอุไร 2547. การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพ และปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่า จากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกล บริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ก. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553ข. รายงานฉบับสมบูรณ์ ทำการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย. บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี.

บุญณรงค์ ธานีรัตน์ 2538. ผลกระทบของระยะปลูกและการใส่ปุ๋ยต่อการเติบโตของไม้กระถินเทพาที่ปลูกบนดินเหมืองดีบุกเก่า อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาณุมาศ ลาดปาละ และสิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร 2549. ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินที่สะสมของป่าเบญจพรรณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี. ใน รวมผลงานวิจัยการศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

_____ อมรรัตน์ สะสีสังข์ และกนกวรรณ แก้วปกาศิต 2552. มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนที่สะสมของป่าเต็งรังสะแกราช จังหวัดนครราชสีมา. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ลดาวัลย์ พวงจิตร 2553. การพัฒนาเส้นฐานอ้างอิงสำหรับประเทศไทยตามกลไก Reducing Emission from Deforestation and Forest Degradation in Developing Countries (REDD). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.

วิษณุ ดำรงสัจจ์ศิริ 2544. การประยุกต์ใช้การสำรวจจากระยะไกลเพื่อประมาณค่าดัชนีพื้นที่ใบ และมวลชีวภาพของป่าที่อยู่เหนือพื้นดิน บริเวณอุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สนธยา จำปานิล 2547. การเปรียบเทียบผลผลิตและการย่อยสลายของเศษซากพืช เพื่อประเมินการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ 2550. การกักเก็บคาร์บอนในป่าชายเลน. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการการประเมินมูลค่าและการพึ่งพิงทรัพยากรป่าชายเลน. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____, ธิติ วิสารัตน์, สำเริง ปานอุทัย, ภาณุมาศ ลาดปาละ, สิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร และศุภรัตน์ สำราญ 2549. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง, น. 257- 275. ใน รวมผลงานวิจัยการศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

_____, ภาณุมาศ ลาดปาละ และอมรรัตน์ สะสีสังข์ 2551. การศึกษาและประเมินการดูดซับและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของไม้โตเร็วชนิดต่างๆ. ใน รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการการศึกษาต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ของโรงไฟฟ้าชีวมวลขนาดเล็กของชุมชน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี นครราชสีมา.

สุนันทา ขจรศรีชล 2531. ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของป่าสนธรรมชาติ บริเวณโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2552 สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2552. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

เสริมพงศ์ นวลงาม 2545. บทบาทของการปลูกสร้างสวนป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและคุณสมบัติของดินบางประการที่สถานีวิจัยและฝึกอบรมการปลูกสร้างสวนป่า จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อนงค์ทิพย์ พงษ์สุวิเชษศักดิ์ 2531. การสำรวจการใช้ที่ดินและผลผลิตป่าไม้เพื่อการวางแผนอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อภินันท์ ขันธิราช 2545. การประยุกต์ใช้ข้อมูลสำรวจระยะไกลในการจำแนกพื้นที่ป่าไม้และการประมาณมวลชีวภาพป่าไม้ ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยทับทัน-ห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อำไพ พันทะวง 2547. การเติบโตและผลผลิตของสวนป่าไม้ยูคาลิปตัส คามาลดูเลนซิส ของโครงการปลูกไม้ลาว-เอดีบี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Deloya, M.C. 1993. Urban forestry activities in Mexico. Unasylva 173 44, 28-32.

FAO. 1997. State of the World's Forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Itatly.

Fung, I., John, J., Lerner, J., Matthews, E., Prather, M., Steele, L.P. and Fraser, P.J. 1991. 3-dimensional model synthesis of the global methane cycle. Journal of Geophysical Research Atmospheres 96(7): 13033-13065.

Gorham, E. 1995. The biogeochemistry of northern peatlands and its possible responses to global warming. In G.M. Woodwell and F.T. MacKenzie (eds), Biotic Feedbacks in the Global Climatic System. Oxford University Press, New York.

Healey, J.R., Price, C. and Tay, J. 2000. The cost of carbon retention by reduced impact logging. Forest Ecology and Management 139: 237-255.

IPCC. 2000. Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Cambridge University Press, New York.

IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan.

IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. IPCC National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II, and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland.

Kelly, C.A., Rudd, J.W.M., Bodaly, R.A., Roulet, N.P., St. Louis, V.L., Heyes, A., Moore, T.R., Schiff, S., Aravena, R.and Scott, K.J. 1997. Increases in fluxes of greenhouse gases and methyl mercury following flooding of an experimental reservoir. Environmental Science Technology 31: 1334-1344.

Lim, B., Brown, S. and Schlamadinger, B. 1999. Carbon accounting for forest harvesting and wood products: review and evaluation of different approaches. Environmental Science & Policy 2: 207-216.

Lund, H.G. 1999. Definitions of forest, deforestation, afforestation and reforestation. Forest Information Services, Manassas, VA, USA, Information Services.

Matthew, E. and Fung, I. 1987. Methane emission from natural wetlands: global distribution, area, and environmental characteristics of sources. Global Biogeochemical Cycles 1: 61-86.

Marland, G. and Schlamadinger, B. 1997. Forests afor carbon sequestration or fossil fuel substitution? A sensitivity analysis. Biomass and Bioenergy 13 (6): 389-397.

Metz, B., Davidson, O., Bosch, P., Dave, R. and Meyer, L. 2007. Climate Change 2007: Mitigation. In B. Metz, OR. Davidson, PR. Bosch, R. Dave and LA. Meyer (eds), Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.

Nabuurs, G.J. and Sikkema, R. 1998. The role of harvested wood products in national carbon balances - an evaluation of alternatives for IPCC guidelines. IBN Research Report 98/3. Institute for Forestry and Nature Research. Institute for Forest and Forest Products. 53 p.

Nabuurs, G.J., Masera, O., Andrasko, K., Benizez-Ponce, P., Boer, R., Dutsckhke, M. *et al.* 2007. Forestry. In B. Metz, OR. Davidson, PR. Bosch, R. Dave and LA. Meyer (eds), Climate Change 2007:

Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge.

OEPP. 2000. Thailand's Initial National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Office of Environmental Policy and Planning, Ministry of Science, Technology and Environment, Bangkok.

Petsri, S., Pumijumnong, N., Wachrinrat, C. and Thoranisorn, S. 2007. Aboveground carbon content in mixed deciduous forest and teak plantations. Environment and Natural Resources Journal 5(1): 1-10.

Sabah Forestry Department. 2009. RIL operation guidebook. 3rd edition. Sabah Forestry Department, Sabah, Malaysia.

Sampson, R.N. and Scholes, R.J. 2000. Additional Human-Induced Activities-Article 3.4. In R. Watson, I.R. Noble, B. Bolin, N.H. Ravindranath, D. Verardo and D.J. Dokken. Land Use, Land-Use Change, and Forestry. Cambridge University Press, Cambridge.

Sohngen, B. 2009. Assessing the economic potential for reducing deforestation in developing countries. In C. Palmer and S. Engel (eds), Avoided Deforestation: Prospects for Mitigating Climate Change. Routledge, London.

Thongpan, S., Panayotou, T., Jetavanich, S., Faichampa, K. and Mehl, C. 1990. Deforestation and poverty: Can commercial and social forestry break the vicious circle? Research Report No. 2. The 1990 TDRI Year-End Conference, December 8-9, 1990. Ambassador City Jomtien, Chonburi.

UNFCCC. 2005. Report of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol on its first session, held at Montreal from 28 November to 10 December 2005. FCCC/KP/CMP/2005/8/Add.3. (online). Available: http://unfccc.int/resource/docs/2005/cmp1/eng/08a03.pdf

3.2 ภาคเกษตร

รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร
คุณทัศนีย์ เจียรพสุอนันต์

วิธีอ้างอิง

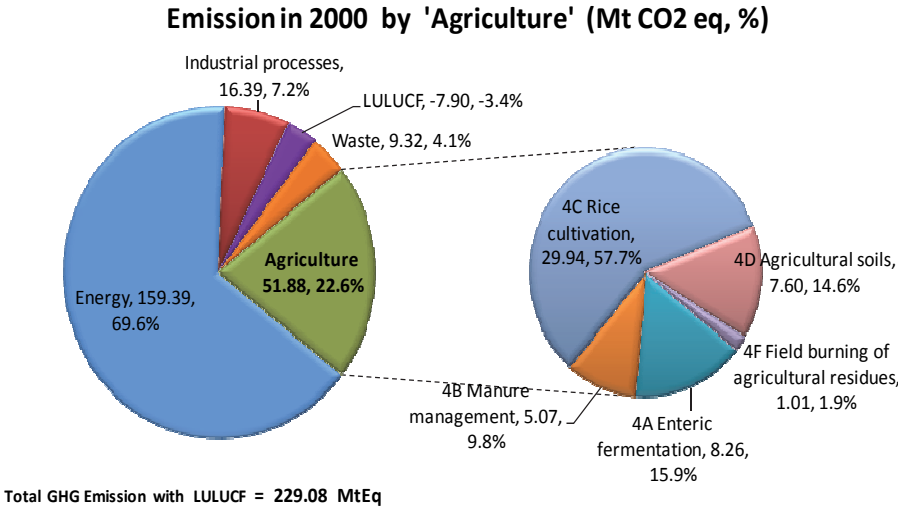
สิรินทรเทพ เต้าประยูร และทัศนีย์ เจียรพสุอนันต์, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร*. ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ภาคการเกษตร ปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณหนึ่งในสี่ของก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ และก๊าซที่สำคัญคือก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรไม่ได้ขึ้นกับ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ ในอดีตที่ผ่านมาปริมาณการปล่อยของภาคการเกษตรไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนัก และในอนาคตคาดว่าการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 1 ต่อปี
- ศักยภาพทางเทคนิคของมาตรการลดก๊าซเรือนกระจกทางการเกษตรมีเพียงร้อยละ12 ของกรณีปกติ ในปี พ.ศ. 2563
- การศึกษามาตรการและเทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรมีไม่มากนัก มาตรการที่มีความสำคัญได้แก่ การสนับสนุนการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ การจัดการน้ำในนาข้าว การปรับการใช้ปุ๋ยเคมี
- ต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร ประมาณ 0-45 ดอลล่าร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.1 ก๊าซเรือนกระจกกับภาคเกษตรของประเทศไทย

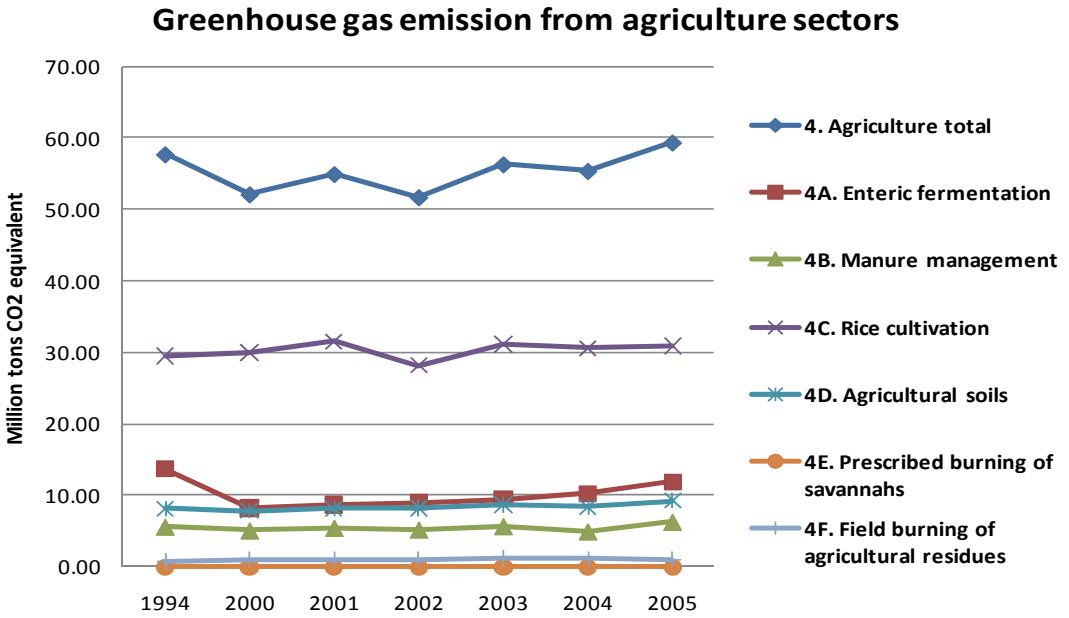
ภาคการเกษตรนั้นไม่ได้เป็นตัวการหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งในภาพรวมของโลกและของประเทศไทย โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับภาคอื่นเช่นภาคพลังงานและภาคกระบวนการอุตสาหกรรม สำหรับประเทศเกษตรกรรมอย่างประเทศไทยถึงแม้สัดส่วนของการปล่อยจากภาคการเกษตรของประเทศ (ร้อยละ 22.6) มีมากกว่าสัดส่วนการปล่อยจากภาคการเกษตรของโลก (ร้อยละ 13.8) ก๊าซเรือนกระจกตัวหลักที่ปล่อยจากภาคการเกษตรคือ ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร ได้แก่ การเกิดก๊าซมีเทนในนาข้าว การปล่อยมีเทนจากการหมักในกระเพาะของสัตว์เคี้ยวเอื้อง การปล่อยก๊าซมีเทนจากมูลสัตว์ที่ไม่ได้รับการจัดการ รวมทั้งการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินอันเนื่องมาจากการเติมปุ๋ยไนโตรเจนลงในดินเกษตร



รูปที่ 3.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 (รายงานแห่งชาติครั้งที่ 2 สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ในปีค.ศ.2000 (พ.ศ.2543) ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด 229.08 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีการปล่อยจากภาคการเกษตร 51.88 ล้านตันคิดเป็น ร้อยละ 22.6 ของปริมาณทั้งหมด โดยกลุ่มที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ในรูปก๊าซมีเทน) มากที่สุดคือ กลุ่มนาข้าว คิดเป็น 29.94 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 57.7 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร รองลงมาคือ การปล่อยจากกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ คิดเป็น 8.26 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 15.85 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร ปริมาณการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตรซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยเป็นหลัก 7.6 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 14.6 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร ส่วนสาขาการจัดการมูลสัตว์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5.07 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 9.8 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร กลุ่มที่ปล่อยน้อยที่สุดคือ กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง มีปริมาณ 1.01 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 1.9 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร

3.2.1.1 การเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในภาคเกษตร



รูปที่ 3.2.2 ปริมาณและการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรของประเทศไทยในปีค.ศ.1994-2005

จากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543-2547 โดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อนำเสนอสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม อยู่ในช่วงระหว่าง 51 – 60 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.2 ต่อปี เนื่องมาจากในกลุ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคปศุสัตว์ (Enteric Fermentation และ Manure Management) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทุกปีตามปริมาณสัตว์ที่เพิ่มขึ้น และในกลุ่มการปล่อย N_2O จากดินเกษตร และการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย อย่างไรก็ตามแหล่งปล่อยหลักในภาคการเกษตรมาจากส่วนการเกิด CH_4 จากนาข้าว ซึ่งการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าว จะอาศัยข้อมูลด้านพื้นที่เก็บเกี่ยว มาคำนวณร่วมกับค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor) ซึ่งเป็นค่าคงที่ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ทำการเกษตรมีค่าค่อนข้างคงที่ จึงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

3.2.1.2 ปริมาณการปล่อยในอนาคต

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาพการเกษตรในภาพรวม มีการศึกษาไม่มากนัก บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมศึกษาการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในระหว่างปี พ.ศ. 2549 – 259) โดยใช้ปี พ.ศ. 2551 เป็นปีฐาน อ้างอิงวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากคู่มือการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปี ค.ศ.1996 (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) ผลการคาดการณ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายใต้กรณีปกติคือไม่ได้มีมาตรการณ์การลดก๊าซเรือนกระจก พบว่าปริมาณก๊าซเพิ่มขึ้น จาก 56.94 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2551 เป็น 67.72, 79.73 และ 101.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ.2563 พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ โดยมีการเพิ่มขึ้นประมาณ ในอัตราร้อยละ 1.06 ต่อปี ซึ่งอาจสรุปได้ว่า การเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาค

การเกษตร มีปริมาณคงที่อยู่ที่ประมาณ ร้อยละ 1 ต่อปี การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรไม่ได้ขึ้นกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศที่มีค่า GDP เพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 4 ต่อปี การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรแตกต่างจากภาคอื่น โดยใช้ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) เป็นแปรหลักที่ใช้ในการคาดการณ์สำหรับส่วนปศุสัตว์ และปริมาณการใช้ปุ๋ย ส่วนตัวแปรรองอื่นๆ ได้แก่ จำนวนประชากรในประเทศ ราคาผลผลิต และปริมาณการส่งออก สำหรับการคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากส่วนของนาข้าวนั้นขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ชลประทาน

3.2.2 เทคโนโลยีในการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร

การลดก๊าซเรือนกระจก ในภาคการเกษตรมีศักยภาพถึงร้อยละ 30 ในปี 2030 (Smith et al., 2007) ซึ่งมีทั้งผลพลอยได้ (co benefit) และผลกระทบ (adverse impact) เกิดขึ้นควบคู่ไปด้วย ทั้งนี้ความสามารถในการลดการปล่อยขึ้นอยู่กับพื้นที่ และเทคโนโลยีที่ใช้ โดยในภาพรวมของเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกนั้น ปริมาณการปล่อยของ N_2O จากดินมีมากกว่า ปริมาณก๊าซมีเทนจากปศุสัตว์และนาข้าว (Smith et al., 2007) ซึ่งแตกต่างจากปริมาณปล่อยของประเทศไทยที่ส่วนใหญ่มาจาก กิจกรรมการปลูกข้าว

เทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรสามารถแบ่งออกเป็น

Land use

- More intensive use of existing farmland
- Restoring productivity of degraded soils
- Agro-forestry
- Crop management
- Tillage/residue management
- Grazing land management and pasture improvement

Rice Paddies

- New cultivars and other
- Nutrient management
- Irrigation management
- Inhibitor use

Animal Husbandry

- Ammonia treatment of straw
- Feed additive
- Improving management
- Breeding improved system

Recycling of feed stock and other waste

- Small scale digestors
- Middle and large digestors

Plant Nutrient Management

- Improved fertilizer use efficiency

Legume cropping

Manure and bio solid management

Cropping rotation

การศึกษาเทคโนโลยีลดก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในประเทศไทยยังมีไม่มากนัก ยกเว้นการลดการปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าวที่มีการศึกษากันพอสมควร เทคโนโลยีที่มีความเป็นไปได้ในการใช้ในประเทศไทยแบ่งออกเป็น

(1) กลุ่มปศุสัตว์

- ผลิตพลังงานจากการจัดการมูลสัตว์

เทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือการจัดการมูลสัตว์ให้เหมาะสมและผลิตก๊าซชีวภาพจาก ของเสียจากฟาร์มสุกร และโคเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ในเชิงพลังงาน สำนักนโยบายและแผนพลังงานภายใต้ การสนับสนุนเงินจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ร่วมกับสถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน ส่งเสริมการดำเนินงานอยู่แล้วบางส่วนของฟาร์มสุกรโดย ครอบคลุมสุกรในฟาร์มขนาดขนาดเล็กจะช่วยเพิ่มศักยภาพการลดก๊าซเรือนกระจก และสามารถพัฒนาเข้าโครงการ CDM ได้ด้วยการจัดการมูลโค ทั้งโคนมและโคเนื้อมีการดำเนินการอยู่ไม่มากนัก

- เพิ่มประสิทธิภาพของ Feed Conversion โดยการปรับปรุงสูตรอาหารของโคนม

การปรับปรุงสูตรอาหารให้เหมาะสมโดยเพิ่ม ประสิทธิภาพของ feed conversion จาก ปัจจุบันที่ประมาณร้อยละ 60 เป็น 70 ทำให้ระบบย่อยอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นลดค่าการปล่อยมีเทนจากส่วน Enteric fermentation การปรับปรุงสูตรอาหารในปัจจุบันเน้นที่การเพิ่มผลผลิตของปศุสัตว์ยังไม่ได้มีการคำนึงถึงการลดก๊าซเรือนกระจกมากนัก

(2) กลุ่มลดการปล่อย CH_4 จากนาข้าว

มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวนั้นมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความสามารถในการลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าวได้แตกต่างกันไป อย่างไรก็ตามมาตรการที่ดีก็ควรมาพร้อมกับการรักษาผลผลิตและคุณภาพของข้าวและสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกัน

- การจัดการน้ำด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูกาลเพาะปลูก

จากรายงานการศึกษาต่างๆ ทั้งในประเทศและงานวิจัยตีพิมพ์ในต่างประเทศ ยืนยันว่าการปล่อยน้ำออกในช่วงกลางของการปลูกข้าว (mid-season drainage) ลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าวชัดเจน เนื่องจากการผันน้ำออกจากนาจะทำให้ดินนากลับสู่สภาพมีออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทนหยุดกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ และหลังจากปล่อยน้ำออก 3-5 วัน แล้วผันน้ำกลับเข้านาเพื่อให้ต้นข้าวเจริญเติบโตและพัฒนาช่อดอกต่อไป จึงจะส่งผลกระทบต่อผลผลิตข้าวน้อยที่สุด วิธีการนี้ ลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าวได้ถึงร้อยละ 30-40 (Towprayoon et al., 2005) จากปริมาณการปล่อยเดิมที่ไม่มีการปล่อยน้ำออกจากนา แต่เนื่องจากพื้นที่นาส่วนใหญ่ของไทยเป็นนาปีที่อยู่นอกเขตชลประทาน ต้องอาศัยน้ำฝนและแหล่งน้ำที่เกษตรกรขุดขึ้นเองเป็นหลัก ดังนั้นหากสามารถพัฒนาระบบชลประทานให้ครอบคลุมพื้นที่ปลูกข้าวได้มากขึ้น ก็เชื่อว่าการใช้ระบบการจัดการน้ำเป็น mitigation option หลักในนาข้าวจะให้ผลการลดก๊าซมีเทนที่น่าพอใจต่อไปนอกจากนี้การยอมรับของเกษตรกรก็เป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่เชื่อว่าการ

ปล่อยน้ำออกในช่วงกลางฤดูกาลเพาะปลูกจะทำให้ผลผลิตที่ได้ลดลง ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจกับเกษตรกรให้ดีก่อน เพื่อขอความร่วมมือ

- การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต เป็น inhibitor of methanogenesis จึงไปยับยั้งการสร้างมีเทนในนาข้าว แต่เนื่องจากปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตมีประมาณครึ่งหนึ่งของปุ๋ยยูเรีย ดังนั้นหากใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรียจะต้องเพิ่มปริมาณปุ๋ยขึ้นเป็น 2 เท่าเพื่อให้ได้ธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่เท่ากัน ซึ่งอาจทำให้เกษตรกรมีต้นทุนการผลิตข้าวสูงขึ้น การใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม จะช่วยลดทั้งต้นทุนและสามารถลดก๊าซเรือนกระจกได้ด้วย (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และคณะ 2552)

ตารางที่ 3.2.1 สัดส่วนการลดก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต

ประเทศ	ร้อยละลดก๊าซมีเทน	อ้างอิง
จีน	9-15	Erda et al., 1997
ฟิลิปปินส์	37	Leandro et al., 1997
ไต้หวัน	37-85	Liou et al., 2003
ญี่ปุ่น	26	Minamikawa et al., 2005
ไทย	9-15	Rawadee, 2005

- การจัดการระบบการปลูกพืช (Cropland Management) เพื่อเป็นแหล่งกักเก็บคาร์บอนในดินเกษตร

ในรายงานของ IPCC Working Group III (Smith et al., 2007) สนับสนุนแนวคิด soil carbon Sequestration เนื่องจากการสะสมคาร์บอนในพืชเกษตรจะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพและจะปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศได้ง่ายกว่าการสะสมคาร์บอนในดิน แต่การสะสมคาร์บอนในดินทำได้ยากกว่าและใช้เวลานานและมีข้อจำกัดเมื่อผ่านระยะเวลาหนึ่งที่ดินมีการอิ่มตัว แนวคิดการใช้ดินในพื้นที่เกษตรให้เป็นแหล่งสะสมคาร์บอนเพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร สามารถทำได้โดยปรับกิจกรรมการปลูกพืชให้เหมาะสมและเอื้อต่อการสะสมคาร์บอนในดิน เช่น ลดการไถพรวน ไถกลบเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรลงไปในดิน ปลูกพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียนสลับกันระหว่างข้าวและพืชอื่นๆ

- การลดการไถพรวน (no-tillage)

no-tillage คือการลดการไถพรวนดินก่อนการปลูกพืชและหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อลดปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียออกไปจากดินในรูปของก๊าซเรือนกระจก แต่เนื่องจากวิธีปฏิบัติในการปลูกข้าวของไทย เกษตรกรนิยมไถพรวนเพื่อปรับสภาพดินก่อนการเพาะปลูก จึงค่อนข้างยากที่จะนำมาตรการ no-tillage มาใช้ในประเทศไทยได้

- การพัฒนาสายพันธุ์ข้าวที่ลดความสามารถในการขนส่งก๊าซมีเทนจากดินสู่บรรยากาศ

แต่เนื่องจากพันธุ์ข้าวมีผลต่อการปล่อยมีเทนน้อยกว่าปัจจัยอื่นๆ ดังนั้นจึงทำให้การพัฒนาสายพันธุ์เพื่อลดการขนส่งก๊าซมีเทน ยังไม่เป็นมาตรการที่จะสามารถทำได้ในเร็วๆนี้

(3) กลุ่ม ลด N_2O จากดินที่ใช้ในการทำการเกษตร

เนื่องจากมาตรการในการลดการปล่อย N_2O จากการเกษตรของไทย ยังไม่มีการศึกษามากนัก จึงเป็นการยากที่จะประเมินศักยภาพการลดการปล่อย N_2O ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม คาดว่าการปล่อย N_2O จากดินจะเพิ่มมากขึ้นในอนาคตตามการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ดังนั้นภาคการเกษตรก็อาจสามารถมีส่วนช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ การศึกษาในต่างประเทศ เช่น การลดการไถพรวน หรือการเพาะปลูกแบบไม่มีการไถพรวน การใช้ biochar เป็นต้น ซึ่งผลของการใช้มาตรการเหล่านี้ต่อการปล่อย N_2O กำลังได้รับการศึกษาวิจัยและประเมินการศักยภาพการนำไปใช้จริง (Lehmann et al., 2006).

ส่วนในประเทศไทย มีผลการศึกษาผลของการใช้ Urease ต่อการสูญเสียไนโตรเจนจากการระเหย ซึ่งพบว่าสามารถลดการสูญเสียดังกล่าวได้ประมาณร้อยละ 90 (สาคร ผ่องพันธ์และคณะ 2544) และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยในนาข้าวได้ (สุวัฒน์ เจียระคงมั่น 2539) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้สารดังกล่าวก็มีศักยภาพในการลดการระเหยของไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียและสามารถลดการปล่อย N_2O จาก Indirect emission ได้ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการวิเคราะห์ว่า สามารถลดการปล่อย N_2O ได้เป็นสัดส่วนเท่าใด

นอกจากนี้ ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ (2551) และ กรมการข้าว (2552) ได้พัฒนาการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน ซึ่งเป็นผลให้ปริมาณการใช้ปุ๋ยและต้นทุนที่ใช้ลดลงมาก

ตารางที่ 3.2.2 มาตรการในการลดการปล่อย N_2O จากการใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร

มาตรการการลดการปล่อย N_2O จากการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน	ประสิทธิภาพการลด (ร้อยละ)	แหล่งอ้างอิง
การใช้ตัวยับยั้งกระบวนการ Nitrification (Nitrification inhibitor)	38	Akiyama et al., 2009
การใช้ Polymer-coated fertilizers	35	Akiyama et al., 2009
การใช้ Urease inhibitors เพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจนจากการระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนีย	ไม่มีประสิทธิภาพในการลดการปล่อย N_2O	Akiyama et al., 2009
การใช้ Dicyandiamide (ตัวยับยั้งกระบวนการ Nitrification)	20%	de Klein and Ledgard, 2005
การใช้ปุ๋ยอินทรีย์ควบคู่กับการใช้ปุ๋ยเคมี	46%	Zheng et al., 2000

- มาตรการลดการใช้ปุ๋ยโดยใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน หรือเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site-specific nutrient management)

การใช้ปุ๋ยแบบดั้งเดิม ที่ไม่ได้ตั้งอยู่บนความต้องการที่แท้จริงของพืชและไม่ได้นำข้อมูลความอุดมสมบูรณ์ของดินมาประกอบการพิจารณาหาปริมาณปุ๋ยที่ใช้นั้น มีผลทำให้มีการใช้ปุ๋ยมากเกินไป การนำข้อมูลชุดดินและข้อมูลN-P-K ในดินมาประกอบการตัดสินใจใช้ปุ๋ยเคมีให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งผลจากการทดสอบการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวในพื้นที่ปลูกข้าว ข้าวโพดและอ้อย พบว่าโดยรวมทำให้ปริมาณการใช้ปุ๋ยลดลงร้อยละ 34 เมื่อเทียบกับในกรณีที่เกษตรกรใช้วิธีการใส่ปุ๋ยแบบเดิม (ทัศนีย์ อัตตะนันทน์และคณะ (http://www.ssnm.agr.ku.ac.th/main/Th.html) นอกจากนี้ยังเป็นการลดต้นทุนด้วย

- มาตรการใช้ Nitrification inhibitor

Nitrification inhibitor ที่ผสมในปุ๋ยไนโตรเจน เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีขายทั่วไปในต่างประเทศ เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา (ในชื่อต่างๆ เช่น Thio-Sul, N-Serve) เยอรมนี (Entec, Alzon 47) และนอร์เวย์ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม ยังมีการใช้ที่น้อยเมื่อเทียบกับการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในแบบอื่นๆ โดยในสหรัฐอเมริกาเองมีพื้นที่ที่ใช้ปุ๋ยผสม Nitrification inhibitor ประมาณร้อยละ 1.8 และในยุโรปมีแค่ประมาณร้อยละ 0.5 ของพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมด ซึ่งอาจเป็นเพราะราคายังสูงกว่าปุ๋ยทั่วไป สำหรับในประเทศไทย ยังไม่มีข้อมูลว่ามีการใช้และมีผลเป็นอย่างไร จึงนำเสนอเพียงเพื่อประเมินเป็นกรณีตัวอย่างว่า การใช้ Nitrification inhibitor มีศักยภาพการลดการปล่อย N_2O มากน้อยเพียงใดและมีต้นทุนเพิ่มเท่าใดเมื่อเทียบกับในกรณีที่ไม่ได้ใช้

Table 9.7. National Mitigation Plans and Implementation in Thailand

Issue	Mitigation Policy/Plan
Energy efficiency improvement	• Improve process efficiency in the industrial sectors • Efficient motors • Cleaner technology in small and medium enterprises through incentives
Renewable energy and other alternative energy	• Promote renewable energy, including rhododendron energy • Private sector–government sector partnership in renewable energy as a pilot phase • Revise pricing schemes to reflect the true cost of fuels • Fuel switching (toward bioethanol and biodiesel)
Transportation	• Master plan in large cities • Promoting use of mass transit systems in Bangkok • Car pool in government and private sectors • Use of economic incentives to encourage mode switching • Invest in mode supplies • Enhance co-benefits of energy use • Retrofitting and improvement of engine efficiency • Promote natural gas in vehicles
Non-energy sector:	
Rice	• Soil, water, and fertilizer management • Research and development for GHG reduction in the rice sector • Local knowledge and rice technology • Improve efficiency in rice production • Inter-agency coordination to implement plans
Waste	• Waste from livestock sector • Waste from household and industrial sectors • Policy coordination
Forest	• Master plan • Community forest law • Management plan for mangrove land • Reform of forest-related agencies
Other initiatives	• Secure natural gas supply by the state • Integrate environmental aspects in fuel use • Promote environment friendly electricity production, especially in rural areas • Expand demand-side management • Reduce GHG emissions at source using economic incentives and technology • Revise the energy plan to enable technology transfer, research and development, and local knowledge

Source: ONEP (2008).

3.2.3 การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตและมาตรการที่ใช้ในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคเกษตร

ผลการคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต และมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก โดยบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อนำเสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) การคาดการณ์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในระหว่างปี พ.ศ. 2549–2593 โดยใช้ปี พ.ศ.2551 เป็นปีฐาน อ้างอิงวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากคู่มือการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะกรรมาธิการระหว่างประเทศว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ปี ค.ศ.1996 (Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) การคาดการณ์ภายใต้สมมุติฐานการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก เป็นไปตามกลไกการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของ

ประเทศ และไม่มีกิจกรรมของการลดก๊าซเรือนกระจก ตัวแปรหลักที่ใช้ในการคาดการณ์สำหรับส่วนปศุสัตว์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มวลรวมของประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) จำนวนประชากรในประเทศ ราคาผลผลิต และปริมาณการส่งออก

การคาดการณ์จากปัจจุบัน – ปี พ.ศ. 2593 โดยปีที่มีความสำคัญคือปี พ.ศ. 2563 ซึ่งเป็นปีที่ IPCC เสนอให้เป็นปีที่เป็นปี peak ของการปล่อยหากต้องการรักษาอุณหภูมิเฉลี่ยไม่ให้เพิ่มเกินสององศา และเป็นปีที่ใช้ในการเจรจา นอกจากนี้ปีที่ควรให้ความสำคัญคือปี พ.ศ. 2573 เนื่องจากเป็นปีที่น่าจะมีศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ดีกว่าปี พ.ศ. 2563 ผลการคาดการณ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น จาก 56.94 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2551 เป็น 67.72, 79.73 และ 101.48 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2563 พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ โดยมีการเพิ่มขึ้นประมาณ ในอัตราร้อยละ 1.06 ต่อปี

การคาดการณ์ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากส่วนของนาข้าวนั้นขึ้นอยู่กับพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่มีความสัมพันธ์กับพื้นที่ชลประทาน โดยพื้นที่นาปีมีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยมากไม่ถึงร้อยละ 1 ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองจึงกำหนดให้พื้นที่นาปีคงที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 ส่วนพื้นที่นาปรังในอนาคตกำหนดให้มีการเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชลประทาน

การคาดการณ์ในส่วนปริมาณการใช้ปุ๋ยไนโตรเจน (N fertilizer consumption) หรือความต้องการในการใช้ปุ๋ยนั้น (N fertilizer demand) นั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ ค่า GDP ในภาคการเกษตร จำนวนประชากร และมูลค่าการนำเข้าของปุ๋ยระหว่างปี พ.ศ. 2537-2551

สำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องคือ ผลผลิตการเกษตร พื้นที่เพาะปลูกการเกษตร และร้อยละการเผาพื้นที่เกษตรต่อพื้นที่เพาะปลูก

มาตรการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรที่ทำการศึกษาได้แก่

(1) กลุ่มปศุสัตว์

- มาตรการส่งเสริมให้มีการจัดการของเสียให้เป็นระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร โคนม และโคเนื้อ
- มาตรการเพิ่มประสิทธิภาพของ feed conversion โดยการปรับปรุงสูตรอาหารของโคนม และโคเนื้อ

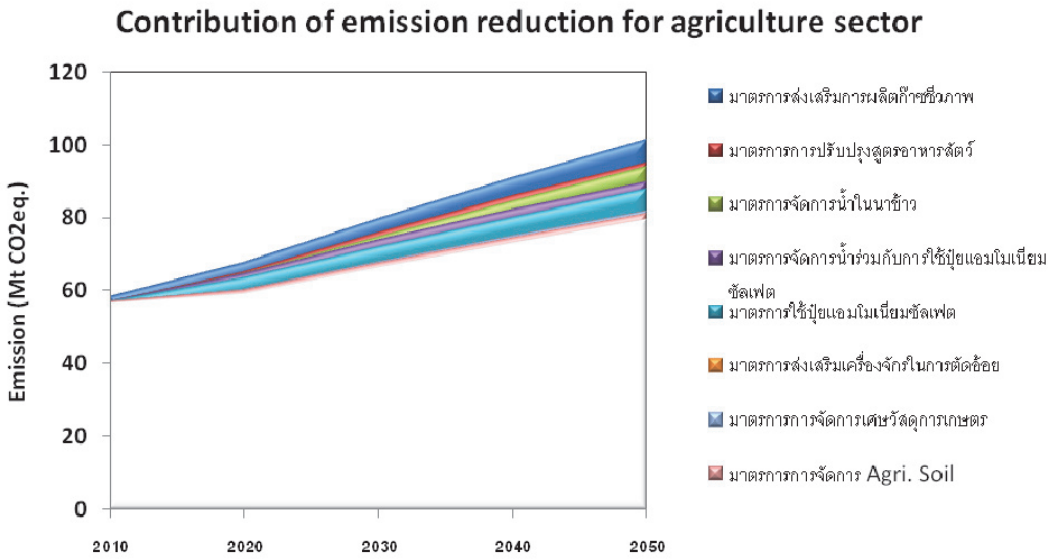
(2) กลุ่มนาข้าว

- การจัดการน้ำด้วยการปล่อยน้ำกลางฤดูกาลเพาะปลูก สามารถลดการปล่อยมีเทนจากนาข้าวได้ถึงร้อยละ 30-40
- การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต สามารถลดการปล่อยมีเทนลงได้ประมาณร้อยละ 9-15
- การใช้มาตรการร่วมกันระหว่างการจัดการน้ำและการใช้ปุ๋นแอมโมเนียมซัลเฟต การเริ่มใช้มาตรการเป็นไปตามการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ชลประทาน

(3) กลุ่มลด N_2O และเผาในที่โล่ง

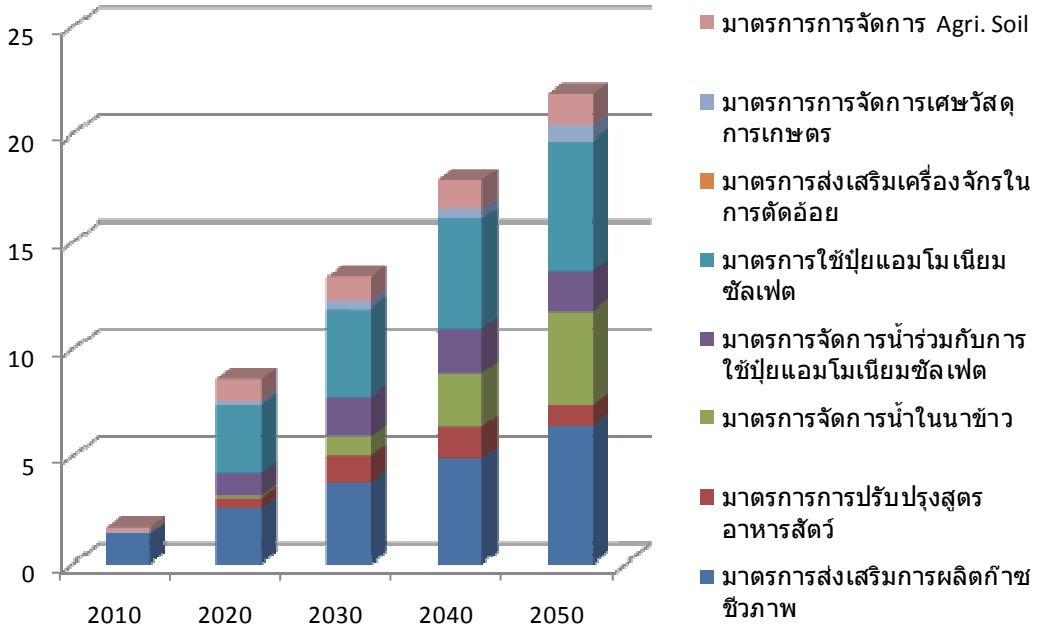
- มาตรการลดการใช้ปุ๋ยโดยใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน หรือเทคโนโลยีการจัดการธาตุอาหารเฉพาะที่ (Site-specific nutrient management)
- มาตรการใช้ ปุ๋ยละลายช้าหรือ Nitrification inhibitor
- มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกในภาคการเผาเศษวัสดุการเกษตร

จากมาตรการที่ทำการศึกษาทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ศักยภาพทางเทคนิคในการลดก๊าซเรือนกระจกมีไม่มากนัก โดยในอีก 10 ปีข้างหน้า (พ.ศ. 2536) มีประมาณ ร้อยละ 12 จากกรณีปกติ (business as usual) และเพิ่มเป็น ร้อยละ 16 และร้อยละ 19 ในปี พ.ศ. 2573 และ พ.ศ. 2593 ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.2.4



รูปที่ 3.2.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี ค.ศ. 2010-2050 (พ.ศ. 2553-2593) ของภาคเกษตรและปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากมาตรการต่าง ๆ (บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553)

ทั้งนี้ มาตรการที่มีผลต่อการลดก๊าซเรือนกระจกชัดเจนกว่ามาตรการอื่นคือ มาตรการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ มาตรการจัดการน้ำในนาข้าว และมาตรการการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ทั้งนี้ในการนำไปใช้จริงต้องศึกษาผลประโยชน์ร่วม (co-benefit) และผลกระทบทางด้านเศรษฐกิจและสังคมควบคู่ไปด้วย ซึ่งยังไม่มีการศึกษาในขณะนี้



รูปที่ 3.2.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากมาตรการ ต่าง ๆ

3.2.4 การต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก จากภาคการเกษตร

ต้นทุนในการลดก๊าซเรือนกระจก มีการศึกษาน้อยมาก มีเพียงรายงานจากบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษาโดยเฉพาะมีเทนจากนาข้าว อยู่ที่ประมาณ 10-60 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้ ส่วนมาตรการในการลดในภาคปศุสัตว์มีต้นทุนที่สูงกว่า อยู่ที่ประมาณ 0-450 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดได้ อย่างไรก็ตามต้นทุนที่มีการศึกษานี้ใกล้เคียงกับการศึกษา โดย Wassman et al. (2007) ซึ่งอยู่ที่ 0-55 ดอลลาร์สหรัฐต่อตันคาร์บอนไดออกไซด์

3.2.4.1 มาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกในส่วนนาข้าว

(1) มาตรการการจัดการน้ำในนาข้าว

การคำนวณเงินลงทุนสำหรับมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจกด้วยการจัดการน้ำ-ปล่อยน้ำกลางฤดูกาลเพาะปลูก โดยมีค่าลงทุนสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลสำหรับใช้ในการเกษตร เพื่อใช้สูบน้ำเข้า-ออกนาข้าว ราคากลางจากกรมการค้าภายในสำหรับเครื่องยนต์ 7-12 แรงม้า ราคาประมาณ 40,000 บาทต่อเครื่อง อายุการใช้งาน 20 ปี ค่าบำรุงรักษาต่อปีประมาณร้อยละ 10 ของราคาเครื่อง ค่าเชื้อเพลิงที่ใช้ในการสูบน้ำออกจากนาข้าว ประมาณวันละ 12 ลิตร เมื่อเดินรอบเครื่องต่ำสุดประมาณ 1,000 - 1,500 รอบต่อนาที กำหนดให้ราคาน้ำมันดีเซลเท่ากับ 29 บาทต่อลิตร จากข้อมูลสถิติของสำนักเศรษฐกิจการเกษตรรายงานว่า ปัจจุบัน (ข้อมูลปี พ.ศ. 2551) เกษตรกรที่ทำนาชลประทานรวมทั้งประเทศมี 476,504 ครัวเรือน เนื้อที่เพาะปลูกเฉลี่ยต่อครัวเรือนเท่ากับ 26.86 ไร่ เมื่อคิดเป็นเงินลงทุนตลอดระยะเวลาในการใช้มาตรการคิดเป็นต้นทุนต่อปีประมาณ 3,360 บาทต่อครัวเรือน, 125 บาทต่อไร่ และคิดเป็นเงินลงทุนทั้งประเทศประมาณ 1,600 ล้านบาท หรือประมาณ 50 ล้านเหรียญสหรัฐ เมื่อคำนวณเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้มาตรการจะมีต้นทุนเฉลี่ยในการลดก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,828 บาทต่อตัน CO_2e หรือ 57 เหรียญสหรัฐต่อตัน CO_2e

(2) มาตรการการจัดการปุ๋ย

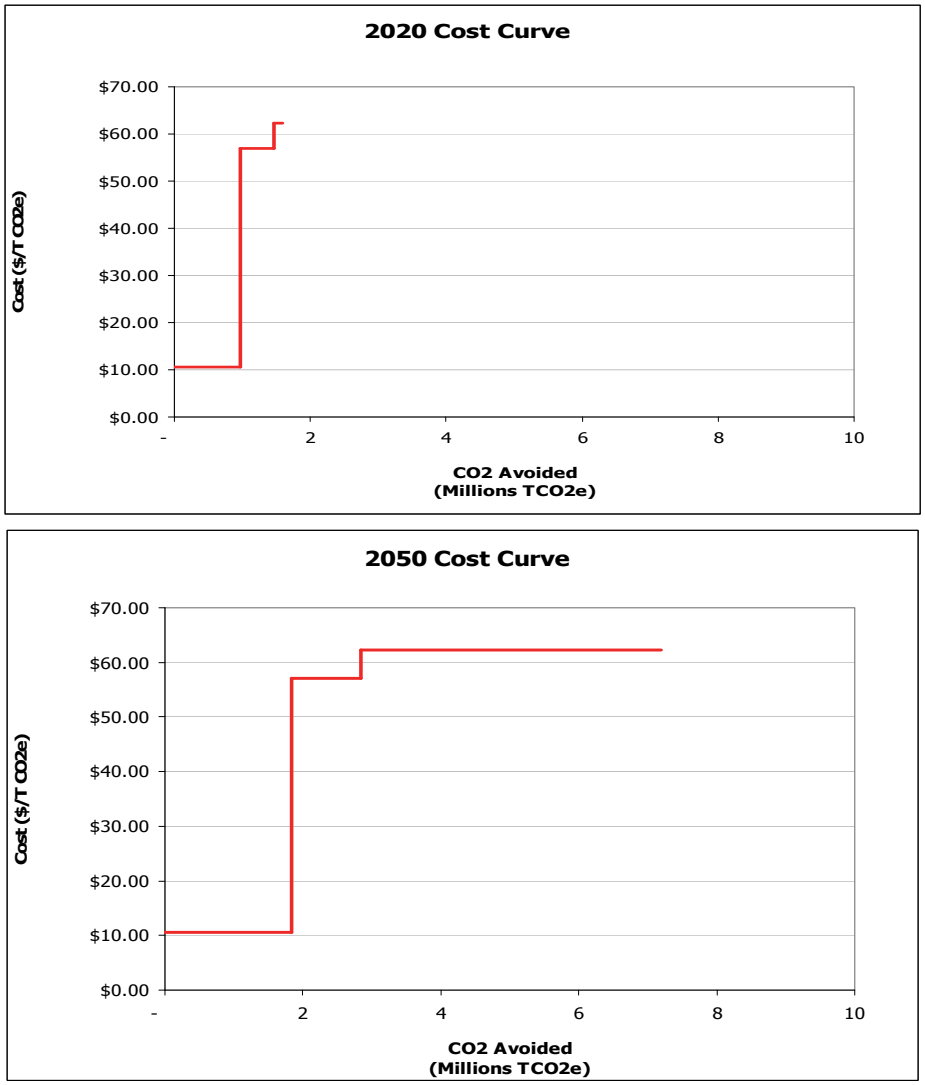
การคำนวณเงินลงทุนสำหรับมาตรการการลดก๊าซเรือนกระจก ด้วยการใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรีย ซึ่งปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต (21-0-0) มีครึ่งหนึ่งของปริมาณไนโตรเจนในปุ๋ยยูเรีย (30-0-0) หรือ (46-0-0) ดังนั้นปริมาณปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใส่จึงต้องใส่เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าของปุ๋ยยูเรีย จากข้อมูลคำแนะนำในการใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวของกรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้กล่าวไว้ว่าโดยทั่วไปนาข้าวจะให้ปุ๋ยเคมี 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเป็นปุ๋ยรองพื้น และครั้งที่สองเป็นปุ๋ยแต่งหน้า ได้แก่ ยูเรีย แอมโมเนียมซัลเฟต สำหรับพันธุ์ข้าวไม่ไวต่อช่วงแสง ใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณ 10-15 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 20-30 กิโลกรัมต่อไร่ สำหรับพันธุ์ข้าวไวต่อช่วงแสง ใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณ 5-10 กิโลกรัมต่อไร่ หรือ ใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 10-20 กิโลกรัมต่อไร่ ดังนั้นโดยเฉลี่ยเกษตรกรจะใช้ปุ๋ยยูเรียประมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ และปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต ประมาณ 20 กิโลกรัมต่อไร่

ซึ่งข้อมูลราคาขายปลีกปุ๋ยเคมีจากกรมการค้าภายใน (ข้อมูลเดือนพฤษภาคม 2553) ราคาเฉลี่ยของปุ๋ยยูเรีย 13.52 บาท/กิโลกรัม ราคาเฉลี่ยปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟต 7.93 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟตแทนปุ๋ยยูเรียจะต้องมีการลงทุนเพิ่มขึ้น 23.20 บาทต่อไร่ เมื่อคำนวณเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้มาตรการจะมีต้นทุนเฉลี่ยในการลดก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 339 บาทต่อตัน CO_2e หรือ 10.58 เหรียญสหรัฐต่อตัน CO_2e

(3) มาตรการการจัดการน้ำและปุ๋ยร่วมกัน

ตามสมมุติฐานและข้อมูลเบื้องต้นในการจัดการน้ำและการจัดการปุ๋ยข้างต้น สามารถนำมาคำนวณเป็นเงินลงทุนในการลดก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวด้วยการจัดการทั้งสองแบบร่วมกันได้เท่ากับ 148 บาทต่อไร่ เมื่อคำนวณเทียบกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้จากการใช้มาตรการจะมีต้นทุนเฉลี่ยในการลดก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,995 บาทต่อตัน CO_2e หรือ 62 เหรียญสหรัฐต่อตัน CO_2e

ในรูปที่ 3.2.5 แสดงถึง Marginal Abatement Cost Curve ของมาตรการทั้งสามมารวมกัน ในปี พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2593 โดยเริ่มจากมาตรการการจัดการปุ๋ยซึ่งมีการลงทุนต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 2 มาตรการคือ มาตรการการจัดการน้ำ และมาตรการการจัดการน้ำและปุ๋ยร่วมกัน ตามลำดับ ซึ่งผลของการใช้มาตรการทั้งสามจะชัดเจนในปี พ.ศ.2593



รูปที่ 3.2.5 Marginal Abatement Cost Curve ของมาตรการส่วนนาข้าวในปี พ.ศ. 2563 และ พ.ศ. 2593

เอกสารอ้างอิง

กรมการข้าว 2552. คำแนะนำการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดิน : 98 หน้า

ทัศนีย์ อัตตะนันทร์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์ 2550. ธรรมชาติของดินและปุ๋ย คู่มือสำหรับเกษตรยุคใหม่ มูลนิธิพลังนิเวศและชุมชน : 76 หน้า

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553. การศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย : Mitigation aspect เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. ธันวาคม 2553

ประทิน กุลละวณิชย์, นันทิยา เปปะตัง, อรอมล เหล่าปิตินันท์, อรรณพ นพรัตน์, วรินธร สงคศิริ และภาวิณี ชัยประเสริฐ 2550. โครงการประเมินศักยภาพชีวมวลสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพในประเทศไทย

พรรณพิมล ฉัตราคม 2547. ความต้องการใช้ปุ๋ยในการเกษตรของประเทศไทย เอกสารวิจัยเศรษฐกิจการเกษตรเลขที่ สิงหาคม/2547 สำนักวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สาคร ผ่องพันธ์ , พรพิมล ชัยวรรณคุปต์ และเจนวิทย์ สุขทองสา 2544. ผลการใช้สารยับยั้งยูรีเอสที่มีต่อการสูญเสียแอมโมเนียและประสิทธิภาพของปุ๋ยยูเรียเมื่อหว่านในนาข้าว. วารสารวิชาการเกษตร, ปีที่ 19 ฉบับที่ 2.

สุวัฒน์ เจียระคงมั่น 2539. การเพิ่มประสิทธิภาพปุ๋ยไนโตรเจนในนาข้าว. วารสารวิชาการเกษตร, ปีที่ 14 ฉบับที่ 3.

Akiyama, H., Yan, X. and Yagi, K. 2009. Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N_2O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. Global Change Biology, DOI: 10.1111/j.1365-2486.2009.02031.x

Amon, B., Ramusch, M. and Iniwater, W. Technological options, potentials and costs for mitigation of agricultural greenhouse gas emissions in Austria, Austria.

Burell, A. 2008. The demand for fertilizer in the United Kingdom. Journal of Agricultural Economics, 40: 1-20.

Martino, D.L. 2010. Overview of Enteric Fermentation Methane Emissions and Options for Mitigation, New Delhi, India

Wittenberg, K. and Boadi, D. 2001. Reducing Greenhouse gas emissions from livestock agriculture in Manitoba for Manitoba Climate Change Task Force Public Consultation Sessions, Manitoba

Edmeades, D.C. 2004. Nitrification and Urease inhibitors: A review of the national and international literature on their effects on nitrate leaching, greenhouse gas emissions and ammonia volatilization from temprate legume-based pastoral system. Environmental Waikato Technical report 2004/22

Erda, L., Yue, L. and Hongmin, D. 1997. Potential GHG Mitigation Options for Agriculture in China. Applied Energy, 56, pp.423-431.

FAO-Food and Agriculture Organization of the United Nations. (Online). Available: http://faostat.fao.org/

Garivait, S. 2005. Monitoring and assessment of biomass open burning in agricultural areas/lands in Thailand, Pollution control department (PCD).

Hadi, A., Jumadi, O., Inubushi, K., Yagi, K. 2008. Mitigation options for N_2O emission from a corn field in Kalimantan, Indonesia. Soil Science and Plant Nutrition, 54: 644-649.

Heffer, H. and Prud'homme, M. 2009. Fertilizer Outlook 2009-2013. International Fertilizer Industry Association (IFA), 12 pp.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 1996. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual. Chapter 4: Agriculture sector

IPCC. 1996. IPCC-Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Available online: www.ipcc.ch.

IPCC. 1996. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories,Volume 2 Workbook. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Treanton, K.,Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/OECD/IEA, Paris, France.

Junichi Takahashi. 2006. Emission of GHG from livestock production in Japan, Japan

Leandro, V. B., Neue, H.-Ul., Wassmann, Rhoda, R.S., Lantin, S., and Javellana, A.M. 1997. Understanding the nature of methane emission from rice ecosystems as basis of mitigation strategies. Applied Energy , 56, 433-444.

Erda, L, Yue, L., Hongmin, D. 1997. Potential GHG Mitigation Options for Agriculture in China, China

Liou, R.M., Huang, S.N., Lin, C.W. 2003. Methane emission from fields with differences in nitrogen fertilizers and rice varieties in Taiwan paddy soils. Chemosphere, 50, pp.237-246.

Minamikawa, K., Sakai, N., Hayashi, H. 2005. The effects of ammonium sulfate application on methane emission and soil carbon content of a paddy field in Japan. Agriculture Ecosystems and Environment, 107, 371-379.

Thronton, P.K., van de Steeg, J., Notenbaret, A. and Herrero M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know, Kenya.

Rayner, A. J. and Cooperb, D.N. 1994. Co integration analysis and the UK demand for nitrogen fertilizer. Applied Economics, 26:1049 – 1054.

Beach, R.H., DeAngelo, B.J., Rose, S., Li, C., Salas, W. and DelGrosso, S.J. 2006. Mitigation Potential and Global Agricultural Greenhouse Gas Emission, USA.

Smith, P., Martino, D., Cai, Z., Gwary, D., Janzen, H., Kumar, P., McCarl ,B., Ogle, S., O'Mara, F., Rice, C., Scholes, B., Sirotenko, O. 2007. Agriculture. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Thailand's National Greenhouse Gas Inventory. 1994. Ministry of Science, Technology and Environment.

Tara Garnett. 2009. Livestock-related greenhouse gas emission: impacts and options for policy makers, UK

Towprayoon, S., Smakgahn, K., Poonkaew, S. 2005. Mitigation of methane and nitrous-oxide emissions from drained irrigated rice fields. Chemosphere, 59, pp.1547-1556.

Wasssman, R, and Patak, H. 2007. Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: II. Cost–benefit assessment for different technologies, regions and scales, Agricultural Systems 94 (2007) 826–840.

Verge, X.P.C., De Kimpe, C., Desjardins, R.L. 2007. Agricultural production, greenhouse gas emissions and mitigation potential. Agricultural and Forest Meteorology. 142, 255–269

Zhang, W. and Zhang, X. 2007. A forecast analysis on fertilizers consumption worldwide. Environmental monitoring and assessment, 133: 427-434.

Zheng, X., Wang, M., Wang, Y., Shen, R., and Li, J. 2000. Mitigation options for methane, nitrous oxide and nitric oxide emission from agricultural ecosystem. Advances in Atmospheric Science, 17: 83-92

3.3 ภาคของเสีย

รศ.ดร.ชาติ เจียมไชยศรี

วิธีอ้างอิง

ชาติ เจียมไชยศรี, 2554: *ศักยภาพและแนวทางในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย*. ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- ปริมาณขยะมูลฝอยในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเฉลี่ยร้อยละ 1.2 ต่อปี โดยมีความสัมพันธ์กับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากร โดยเฉลี่ยอัตราการผลิตขยะมูลฝอยในภาพรวมของประเทศเท่ากับ 0.64 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยรวมทั้งสิ้น 38,563 ตัน/วัน ในปี พ.ศ. 2548 สัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการนั้น คิดเป็นร้อยละ 35 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดทั่วประเทศในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยรวม 927 แห่ง
- แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญได้แก่ น้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำเสียจากชุมชนส่วนใหญ่ได้รับการบำบัดเฉพาะเบื้องต้น เช่น ส้วมซึม ร้อยละ 70 และบ่อเกรอะ ร้อยละ 25-27 ในขณะที่ระบบบำบัดน้ำเสียรวมมีรองรับเฉพาะในชุมชนใหญ่บางแห่งเท่านั้น ส่วนน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมมีการใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่หลากหลายทั้งระบบบ่อและระบบบำบัดที่อาศัยเครื่องจักรกลทั้งแบบเติมอากาศและไม่เติมอากาศ
- การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียในประเทศไทยอาศัยวิธีการประเมินแบบ Tier `2 ` เป็นหลักโดยใช้ค่าการปล่อย (Emission factor) ทั้งที่เป็นค่ากลางของ IPCC และค่าเฉพาะที่ได้จากการตรวจวัดจากงานวิจัยในประเทศ อย่างไรก็ตาม ค่าการปล่อยหลายดัชนียังการใช้ที่แตกต่างกันส่งผลให้มีความไม่แน่นอนสูง จึงควรมีการวิจัยเพื่อหาค่าการปล่อยที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศซึ่งเป็นที่ยอมรับเพิ่มเติม
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคของเสียทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 9.32 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ.2543 ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 4.1 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 80 เป็นก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนจากพื้นที่ฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย มาตรการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียประกอบด้วย มาตรการเชิงนโยบายได้แก่ การควบคุมอัตราการผลิตของเสียและการเพิ่มการรีไซเคิล และมาตรการใช้เทคโนโลยีในการบำบัดของเสีย โดยควรมุ่งเน้นการจัดการของเสียแบบผสมผสาน ด้วยการส่งเสริมมาตรการเชิงนโยบายที่ไม่มีค่าลงทุน และมาตรการเชิงเทคโนโลยีที่ได้ผลตอบแทนสูง เช่น การนำกลับก๊าซฝังกลบมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

3.3.1 บทนำ

ปริมาณของเสียมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนประชากร การพัฒนาของเมือง ภาคการผลิตและการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ทั้งในรูปของขยะมูลฝอยและน้ำเสียหากของเสียที่เกิดขึ้นดังกล่าวไม่ได้รับการจัดการที่เหมาะสม จะส่งผลให้เกิดปัญหามลพิษในชุมชน รวมถึงการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการย่อยสลายของของเสียดังกล่าวในปริมาณมาก ทั้งนี้การจัดการของเสียที่เหมาะสมในปัจจุบันต้องอาศัยการจัดการแบบผสมผสานหรือแบบครบวงจร ซึ่งประกอบด้วย การควบคุมการเกิดของเสีย การจัดการขั้นต้นที่แหล่งกำเนิด การเก็บรวบรวมและขนส่ง การบำบัดและการกำจัดขั้นสุดท้ายอย่างเหมาะสม รวมทั้งมาตรการจัดการอื่นที่ทันสมัย เช่น การเปลี่ยนวิธีการจัดการเป็นแบบปิด เพื่อหลีกเลี่ยงการปล่อยของเสีย การลดปริมาณของเสียโดยมาตรการ Reduce, Reuse, Recycle (3Rs) การผลิตที่สะอาด หรือการเปลี่ยนของเสียเป็นผลพลอยได้ เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การจัดการของเสียด้วยวิธีการดังกล่าว ก็ยังอาจมีการปล่อยมลพิษซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้ เช่น น้ำชะของเสียหรือก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในของเสีย เป็นต้น ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศนั้น ได้แบ่งการประเมินออกเป็นกลุ่มต่างๆ ได้แก่ ก๊าซมีเทนจากการฝังกลบในดิน (6A Solid Waste Disposal on Land) ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์จากการจัดการน้ำเสีย (6B Wastewater) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์จากการเผาของเสีย (6C Waste Incineration) ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ประกอบการจัดทำรายงานนี้ได้จากการทบทวนข้อมูลจาก Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector, Thailand Environmental Institute (Towprayoon, 1994) รายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ของสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2553) และรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก พ.ศ.2553) รวมทั้งเอกสารงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 สถานภาพการจัดการของเสียในประเทศไทย

ข้อมูลกิจกรรม (activity data) ที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสีย ได้แก่ ปริมาณของเสีย ลักษณะสมบัติของของเสีย เช่น ปริมาณสารอินทรีย์ในขยะมูลฝอยและน้ำเสีย เป็นต้น ในส่วนของปริมาณขยะมูลฝอย จากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาล และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในภาพรวมทั่วประเทศ โดยกรมควบคุมมลพิษปี พ.ศ.2548 และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1-16 ปี พ.ศ.2548-2549) มีผลดังแสดงในตารางที่ 3.3.1 ทั้งนี้ องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยจากชุมชนในประเทศไทย โดยอ้างจากรายงานโครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ (กรมควบคุมมลพิษ 2547) พบว่า ขยะมูลฝอยในประเทศไทยมีค่าเฉลี่ยของปริมาณเศษอาหาร กระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ ไม้ ยาง/หนัง ผ้า และอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 63.57, 8.19, 16.83, 3.47, 2.10, 0.74, 0.50, 1.37 และ 3.23 ตามลำดับ โดยการเปรียบเทียบองค์ประกอบของขยะมูลฝอยจากภูมิภาคต่างๆ (เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ กลาง ตะวันออก และใต้) พบว่า มีลักษณะไม่แตกต่างกันมากนัก รวมทั้งไม่แตกต่างกันตามขนาดเมือง (เทศบาลนคร เทศบาลเมือง เทศบาลตำบล) แหล่งกำเนิดขยะมูลฝอยที่สำคัญในชุมชน ได้แก่ บ้านเรือนที่อยู่อาศัย ร้านค้า โรงแรม

ตลาดสด สถานที่ราชการ และสถานศึกษา โดยขยะมูลฝอยจำพวกเศษอาหารพบในแหล่งกำเนิดที่เป็นบ้านเรือน ร้านอาหารและตลาดสด ส่วนสถานที่ราชการและสถานศึกษามีองค์ประกอบประเภทกระดาษและพลาสติกสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งกำเนิดอื่น

จากรายงาน Thailand's National Greenhouse Gas Inventory ในปี พ.ศ.2537 พบว่ามีปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัด 4523 ตันต่อวันจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย 137 แห่ง โดยร้อยละ 22.9 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมดถูกนำมากำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ (landfill) ที่เหลือถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการเทกองกลางแจ้ง (open dumping) หรือเผาทิ้งกลางแจ้ง (open burning) ในขณะที่รายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ของสำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2553) ได้รายงานปริมาณมูลฝอยที่ถูกกำจัดเท่ากับ 34,502 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2543 และเพิ่มขึ้นเป็น 38,563 ตัน/วัน ในปี พ.ศ. 2548 จากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยรวม 927 แห่ง อนึ่งจากรายงานสรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยและรายงานการกำจัดมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร โดยกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ 2546) พบว่า สัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดด้วยวิธีการฝังกลบด้วยวิธีการฝังกลบอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการนั้น คิดเป็นร้อยละ 35 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมดทั่วประเทศ การที่ปริมาณขยะมูลฝอยจากแหล่งข้อมูลที่นำมาใช้ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกในรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งที่ 1 ปี พ.ศ. 2537 และครั้งที่ 2 ปี พ.ศ.2553 มีความแตกต่างกันอย่างมาก เป็นผลจากการรวบรวมฐานข้อมูลพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่มีความสมบูรณ์มากขึ้น ส่งผลให้มีข้อมูลพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นขนาดเล็ก เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล

นอกเหนือจากการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีฝังกลบหรือเทกองกลางแจ้งแล้ว ขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งในประเทศไทยถูกนำไปแปรรูปเป็นพลังงานความร้อนในเตาเผาขยะมูลฝอยชุมชน ในปัจจุบันโรงงานเผาขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทยมีติดตั้งอยู่ 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองเกาะสมุย และเทศบาลเมืองลำพูน โดยมีข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าสู่เตาเผาขยะมูลฝอยชุมชนสรุปได้ดังตารางที่ 3.3.2

การตัดสินใจคัดเลือกวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยของชุมชนมักขึ้นอยู่กับสภาพทางเศรษฐกิจของชุมชน การยอมรับของประชาชน รวมถึงความสามารถในการดำเนินงานขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้น โดยชุมชนส่วนใหญ่เลือกใช้วิธีการฝังกลบหรือเทกองกลางแจ้งเป็นหลัก เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการจัดการต่ำ ในขณะที่การแปรรูปขยะมูลฝอยด้วยวิธีการเผามีค่าใช้จ่ายสูงกว่ามาก จะใช้เฉพาะชุมชนที่มีปัญหาขาดแคลนพื้นที่กำจัดและเป็นแหล่งท่องเที่ยวเท่านั้น

3.3.2.1 การผลิตขยะมูลฝอยและแนวโน้มในอนาคต

จากรายงานสถานการณ์ด้านการกำจัดขยะมูลฝอยในประเทศไทยปี พ.ศ. 2536-2548 โดยกรมควบคุมมลพิษ (ตารางที่ 3.3.3) พบว่า ในช่วง 10 ปี ที่ผ่านมาปริมาณขยะมูลฝอยของประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2536 มีปริมาณมูลฝอยเกิดขึ้นประมาณวันละ 30,640 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็นวันละ 39,225 ตัน ในปี พ.ศ. 2545 โดยมีอัตราเพิ่มเฉลี่ยประมาณร้อยละ 1.2 ต่อปี แต่ในปี พ.ศ.2546 ปริมาณขยะมูลฝอยลดลงเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร เนื่องมาจากได้มีการส่งเสริมใช้หลัก 3Rs โดยรณรงค์ให้ประชาชนคัดแยกขยะมูลฝอย เพื่อลดปริมาณขยะมูลฝอยและขยะมูลฝอยส่วนหนึ่งได้นำกลับมาใช้ประโยชน์มากขึ้น เช่น การผลิตปุ๋ย ทั้งนี้อัตราการผลิตขยะมูลฝอยในภาพรวมของประเทศมีค่าเท่ากับ 0.64 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2548 (กรมควบคุมมลพิษ 2549)

จากรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ emission inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) ซึ่งได้คาดประมาณปริมาณขยะมูลฝอยในอนาคต โดยใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติโดยมีสมมติฐานให้ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในอนาคตขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากร (Per Capita GDP) และจำนวนประชากร สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนต่อวันและผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากรดังสมการ

$$Y_{\text{Waste generation, kg/cap.-d}} = 0.454 + (\text{Per capita GDP} * 2.916)$$

เมื่อ $Y_{\text{waste generation}}$ = อัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนต่อวัน, กิโลกรัมต่อคน-วัน

Per capita GDP = ผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากร

ตารางที่ 3.3.1 ข้อมูลปริมาณและวิธีการกำจัดขยะมูลฝอยจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

1st National Communication (พ.ศ. 2537)				2nd National Communication (ปี พ.ศ. 2553)																			
						พ.ศ. 2543			พ.ศ. 2544			พ.ศ. 2545			พ.ศ. 2546			พ.ศ. 2547			พ.ศ. 2548		
วิธีการกำจัด	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	หน่วยงาน	วิธีการกำจัด	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย	จำนวน SWDS (แห่ง)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ร้อยละของวิธีการกำจัดมูลฝอย
Trench dump	34	1147.2	25.4	กทม.	Landfill	1	9,130	26.5	1	9,317	26.0	1	9,617	26.0	1	9340.0	24.8	1	9,356	24.1	1	8,291	21.5
Open dump	8	215.7	4.8	เทศบาล/สุขาภิบาล	Landfill	54 (99)	2,826.4	8.2	69 (99)	3,466.6	9.7	84 (99)	3,981.6	10.8	93 (99)	4,250.7	11.3	97 (99)	4,567.5	11.8	99 (99)	4,718.3	12.2
Landfill	22	1039.0	22.9		Open dump	686 (827)	5,375.7	15.6	715 (827)	5,562.8	15.6	746 (827)	5,770.7	15.6	775 (827)	6,244.6	16.6	808 (827)	6,815.6	17.5	827 (827)	7,258.6	18.8
Burning	70	1819.9	40.2	นอกเขตเทศบาล/สุขาภิบาล	Open dump	ไม่ระบุ	17,170	49.7	ไม่ระบุ	17,423	48.7	ไม่ระบุ	17,632	47.6	ไม่ระบุ	17,800	47.3	ไม่ระบุ	18,100	46.6	ไม่ระบุ	18,295	47.5
Others	3	301.0	6.7	Others																			
Total	**137**	**4522.8**	**100.0**	**Total**		**740 (927)**	**34,502**	**100.0**	**785 (927)**	**35,769**	**100.0**	**831 (927)**	**37,001**	**100.0**	**869 (927)**	**37,635**	**100.0**	**906 (927)**	**38,839**	**100.0**	**927 (927)**	**38,563**	**100.0**

ที่มา: 1/ รายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

2/ Thailand's National Greenhouse Gas Inventory 1994 (Towprayoon, 1994); กรมควบคุมมลพิษ (2549)

ตารางที่ 3.3.2 ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกกำจัดโดยวิธีการเผา

1st National Communication (2533)		2nd National Communication (2553)							
หน่วยงาน	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)	ประเภทเตาเผาที่ใช้งาน	จำนวนเตาเผา (เตา)	ขนาดเตาเผา (ตัน/วัน/เตา)	ปริมาณขยะที่กำจัด (ตัน/วัน)				
					2543	2544	2545	2546	2547
เทศบาลนครภูเก็ต*	ไม่มีข้อมูล	Grate	1	250	183	200	220	233	233
เทศบาลเมืองเกาะสมุย	ไม่มีข้อมูล	Grate	2	70	-	-	-	-	-
เทศบาลเมืองลำพูน	ไม่มีข้อมูล	Grate	1	20	18	18	18	18	18
รวม		**รวม**			**201**	**218**	**238**	**251**	**251**

ที่มา: เทศบาลนครภูเก็ต พ.ศ.2549-2550, เทศบาลเมืองเกาะสมุย, พ.ศ.2549-2550 บริษัทเอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิ เนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด พ.ศ.2549

ตารางที่ 3.3.3 ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทยระหว่างปีค.ศ.1993-2005 (พ.ศ.2536-2548)

พื้นที่	ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น												
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1. กรุงเทพมหานคร	7,050	7,000	7,192	8,098	8,949	8,497	8,990	9,130	9,317	9,617	9,340	9,356	8,291
2. เขตเทศบาลรวมเมืองพัทยา	3,422	5,618	6,311	6,658	8,196	7,414	12,328	11,785	11,903	11,976	12,100	12,500	12,635
3. เขตสุขาภิบาล	4,138	4,184	4,655	4,895	4,819	4,777	-	-	-	-	-	-	-
4. นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล	16,030	16,206	16,334	16,378	15,138	16,558	16,561	17,170	17,423	17,632	17,800	18,100	18,295
ปริมาณมูลฝอยรวมทั้งประเทศ (ตัน/วัน)	**30,640**	**33,008**	**34,492**	**36,029**	**37,102**	**37,246**	**37,879**	**38,170**	**38,643**	**39,225**	**39,240**	**39,956**	**39,221**
อัตราการเพิ่ม/ลด (ร้อยละ)													
กรุงเทพมหานคร		-0.71	2.67	11.19	9.51	-5.32	5.48	1.53	2.01	3.12	-2.97	0.17	-12.85
เขตเทศบาล/สุขาภิบาล		22.87	10.61	5.08	11.23	-6.76	1.11	-4.61	0.99	0.61	1.02	3.20	1.07
นอกเขตเทศบาลและสุขาภิบาล		1.09	0.78	0.27	-8.19	8.58	0.02	3.55	1.45	1.19	0.94	1.66	1.07
ปริมาณขยะที่นำไปฝังกลบ(ร้อยละ)	21.5	22.9	24.4	25.8	27.2	28.6	30.0	31.4	33	35.0	35.0	37.0	38.4
ปริมาณขยะที่เทกอง/เผากลางแจ้ง (ร้อยละ)	78.5	77.1	75.6	74.2	72.8	71.4	70.0	68.6	67.0	65.0	65.0	63.0	61.6
ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำไปฝังกลบ (ตัน/วัน)	8,678	9,245	9,863	11,075	12,486	11,981	12,687	12,830	13,222	13,809	13,575	13,985	13,148
ปริมาณขยะมูลฝอยที่เทกอง/เผากลางแจ้ง (ตัน/วัน)	21,962	23,763	24,629	24,954	24,616	25,265	25,192	25,255	25,421	25,416	25,665	25,971	26,073
ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัด (ตัน/วัน)	**30,640**	**33,008**	**34,492**	**36,029**	**37,102**	**37,246**	**37,879**	**38,085**	**38,643**	**39,225**	**39,240**	**39,956**	**39,221**
ปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัด (กิกะกรัม/ปี)	**11,184**	**12,048**	**12,590**	**13,151**	**13,542**	**13,595**	**13,826**	**13,901**	**14,105**	**14,317**	**14,323**	**14,584**	**14,316**

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2549)

หมายเหตุ: ในปีค.ศ.1999 (พ.ศ.2542) สุขาภิบาลได้รับการยกฐานะเป็นเทศบาลทั้งหมด

การคาดการณ์อัตราการผลิตขยะมูลฝอยต่อคนในอนาคตในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากรเพิ่มขึ้น หากอัตราการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศต่อประชากรเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 2, 4 และ 6 ต่อปี จะส่งผลให้อัตราการผลิตขยะมูลฝอยโดยเฉลี่ยของประเทศเพิ่มขึ้นจาก 0.64 กิโลกรัมต่อคนต่อวันในปี พ.ศ.2548 เป็น 0.81, 1.27 และ 2.26 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2593 และเมื่อนำอัตราการผลิตขยะมูลฝอยดังกล่าวมาหาประเมินปริมาณขยะมูลฝอยในภาพรวมของประเทศ โดยคิดอัตราการเพิ่มของประชากรเท่ากับร้อยละ 0.6 ต่อปีพบว่าประเทศไทยจะมีปริมาณขยะมูลฝอยเพิ่มขึ้นจาก 39,221 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2548 เป็น 66,310, 103,213 และ 184,324 ตันต่อวัน ในปี พ.ศ. 2593 ตามลำดับ

3.3.2.2 การผลิตน้ำเสีย

แหล่งกำเนิดน้ำเสียที่สำคัญประกอบด้วย น้ำเสียจากชุมชนและน้ำเสียจากอุตสาหกรรม โดยปริมาณน้ำเสียชุมชนนั้นประเมินจากจำนวนประชากรในเขตเมือง ได้แก่ กรุงเทพมหานคร เมืองพัทยา เทศบาล และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) ขนาดใหญ่) และประชากรในเขตชนบท (ได้แก่ อบต.ขนาดกลาง และ อบต.ขนาดเล็ก) ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ในรูป BOD ในน้ำเสียชุมชน ประเมินจากข้อมูลสมมูลประชากรของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งอ้างถึงในรายงานโครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553) ทั้งนี้ ค่าสมมูลประชากรคำนวณมาจากผลคูณระหว่างความเข้มข้นของ BOD ในน้ำเสียและอัตราการผลิตน้ำเสียต่อประชากร ซึ่งแบ่งออกตามภูมิภาคต่างๆ 4 ภาค คือ ภาคกลาง เหนือ ตะวันออกเฉียงเหนือ และใต้ ดังแสดงในตารางที่ 3.4.4 เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด ตาม IPCC Guideline (IPCC, 2006) พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงที่ระบุสำหรับภูมิภาคเอเชีย คือ 35-45 กรัมต่อคน-วัน (12,775-16,425 กิโลกรัมต่อ1000 คนต่อปี)

ตารางที่ 3.3.4 ปริมาณ BOD (กิโลกรัมต่อ1000 คนต่อปี) ในน้ำเสียชุมชนในภาคต่างๆของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ภาค	ปริมาณ BOD (กิโลกรัมต่อ1000 คนต่อปี)				
	2543	2544	2545	2546	2547
กลาง	13,870	14,235	14,600	15,038.	15,038
ตะวันออกเฉียงเหนือ	11,826	12,118	12,410	12,702	12,702
เหนือ	11,826	12,118	12,410	12,702	12,702
ใต้	13,432	13,651	13,870	14,454	15,038

การบำบัดน้ำเสียสามารถดำเนินการได้โดยระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (on-site treatment) หรือระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง/ระบบบำบัดน้ำเสียรวม (central treatment) ในการประเมินสัดส่วนของการบำบัดน้ำเสียโดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียต่างๆนั้น จากรายงานโครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553) ได้อาศัยข้อมูลจำนวนประชากรในชุมชนที่มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางรองรับ โดยในส่วนของชุมชนเมืองที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางหรืออยู่นอกเขตพื้นที่ระบบบำบัดน้ำเสีย และพื้นที่นอกเขตชุมชนเมืองประเมินว่าน้ำเสียได้ผ่านการบำบัดโดยระบบบำบัดแบบติดกับที่ เช่น บ่อเกรอะ บ่อซึมเท่านั้น ส่วนน้ำเสียในเขตชุมชนเมืองที่มีระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางรองรับ มีการใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียหลายประเภท ดังแสดงในตารางที่ 3.3.5 ทั้งนี้ในภาพรวมของการบำบัดน้ำเสียชุมชนของประเทศไทยพบว่าน้ำเสียส่วนใหญ่มีการบำบัดโดยระบบบ่อซึมของส้วม คิดเป็นร้อยละ 69-70 มีบางส่วนคือ ร้อยละ 24-27 จะบำบัดโดยระบบบำบัดแบบบ่อเกรอะ

ในส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรม การบำบัดน้ำเสียมีทั้งที่ใช้ระบบบำบัดแบบทั่วไป (conventional treatment) และระบบบำบัดขั้นสูง (advanced treatment) ขึ้นอยู่กับประเภทของสารมลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำเสีย จากข้อมูลโครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553) โดยอาศัยฐานข้อมูลของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ.2551 ระบุว่า ประเภทของอุตสาหกรรมเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอัตราการเกิดน้ำเสียสูงและมีปริมาณสารอินทรีย์สูง ได้แก่ โรงงานอาหารและเครื่องดื่ม โรงงานผลิตแป้งมันสำปะหลัง ปาล์มน้ำมัน เอทานอล เป็นต้น ดังแสดงในตารางที่ 3.3.6 สำหรับข้อมูลกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ข้อมูลการบำบัดน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตรต่อวัน) ปริมาณ COD (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของน้ำเสียของโรงงานบางประเภท แสดงดังตารางที่ 3.3.7 ส่วนเทคโนโลยีที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมนั้นมีความหลากหลายกว่าน้ำ

เสียชุมชน โดยสัดส่วนการใช้เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมในประเทศไทยที่พบจากการสำรวจของกรมโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2551 แสดงดังตารางที่ 3.3.8 นอกจากนี้ในอนาคตการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรม ยังมีแนวโน้มในการใช้ระบบการผลิตที่สะอาดหรือระบบการจัดการแบบปิด ซึ่งไม่ปล่อยน้ำทิ้งและก๊าซเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 3.3.5 สัดส่วนการบำบัดน้ำเสียชุมชนโดยระบบบำบัดน้ำเสียชนิดต่างๆ ระหว่างปีค.ศ.2000-2004 (พ.ศ.2543-2547)

ระบบบำบัดน้ำเสีย	สัดส่วนน้ำเสีย				
	2000	2001	2002	2003	2004
Stabilization Pond	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Oxidation Ditch	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aerated Lagoon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Activated Sludge	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Rotating Biological Contractor	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Constructed Wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Anaerobic filter	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Septic Tank	0.27	0.25	0.25	0.25	0.26
Latrine	0.69	0.70	0.70	0.70	0.70

ตารางที่ 3.3.6 จำนวนและร้อยละของข้อมูลโรงงานจำแนกตามประเภทของอุตสาหกรรม (ปรับปรุงสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

Industrial sector	Categories	Total industry	Number of collected	Percentage of collected
Beverage	Liquor	35	35	100.00
	Beer	22	14	63.64
	Wine	25	19	76.00
	Total	**82**	**68**	**82.93**
Food	Dairy product	147	51	34.69
	Ingredient	420	158	37.62
	Noodle	700	169	24.14
	Sugar	88	38	43.18
	Cannery	469	61	13.01
	Total	**1,824**	**477**	**26.15**
Native Starch		85	51	60.00
Pulp and paper		105	55	52.38
Palm oil		38	38	100.00
Ethanol		32	32	100.00
Slaughterhouse		331	75	22.66
Cold storage		607	34	5.60
Total		**3,104**	**830**	**26.74**

ตารางที่ 3.3.7 ข้อมูลปริมาณและลักษณะน้ำเสียจำแนกตามประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม (ปรับปรุงจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ประเภทโรงงาน	ชนิดโรงงาน	ปริมาณน้ำเสีย (ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี	ปริมาณ COD (กรัมต่อลิตร)
Beverage			
	Liquor	7.45-7.64	63.70-68.16
	Beer	11.91-11.92	11.37
	Wine	0.23-0.25	2.47-6.82
Food			
	Dairy product	1.81-2.09	1.53-1.68
	Ingredient	1.19-1.48	3.49-3.71
	Noodle	2.96-3.25	2.76-3.71
	Sugar	39.26-40.59	2.68-3.67
	Cannery	1.80	3.52
Starch production		30.13-33.55	13.16-13.35
Pulp and paper		50.13-51.66	1.73-1.76
Palm oil		2.16-3.56	49.25- 51.95
Ethanol		1.08-7.68	85.00-86.67
Slaughterhouse		6.39-12.37	1.01-1.13
Cold storage		5.59	1.99

ตารางที่ 3.3.8 สัดส่วนการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรมโดยระบบบำบัดน้ำเสียชนิดต่างๆ ระหว่างปีค.ศ.2000-2004 (พ.ศ. 2543-2547) (ปรับปรุงจากสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

ระบบบำบัดน้ำเสีย	สัดส่วนน้ำเสีย				
	2000	2001	2002	2003	2004
Anaerobic covered lagoon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
UASB	0.10	0.11	0.12	0.11	0.11
Anaerobic filter	0.02	0.03	0.04	0.05	0.04
Anaerobic tank	0.00	0.05	0.00	0.04	0.04
Anaerobic pond	0.13	0.08	0.07	0.08	0.08
Anaerobic digester	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
Septic tank	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Stabilization pond	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11
Polishing pond	0.14	0.14	0.14	0.12	0.12
Aerated lagoon	0.11	0.11	0.11	0.12	0.12
Activated sludge	0.30	0.30	0.30	0.29	0.30
Constructed wetland	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Oxidation ditch	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
SBR	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Storage pond	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06

3.3.3 วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสีย

การประเมินปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาศัยสมการพื้นฐานคือ

GHG emission = Activity Data (AD) x Emission Factor, EF) (1)

โดยที่ข้อมูลกิจกรรม (AD) ในภาคของเสียคือ ปริมาณการผลิตขยะมูลฝอยหรือน้ำเสียที่นำไปบำบัดหรือกำจัด รวมทั้งลักษณะสมบัติของของเสียที่นำไปบำบัด/กำจัด ส่วน EF มีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการของเสีย ซึ่งจะส่งผลให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่เท่ากัน

ในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยในดิน มีวิธีการประเมินได้ 2 วิธีได้แก่ การประเมินโดยหลักดุลมวลสาร (Tier 1) และการประเมินโดยอาศัยปฏิกิริยาลำดับหนึ่ง (Tier 2) ดังแสดงในตารางที่ 10 ทั้งนี้การประเมินโดยวิธี Tier 1 เหมาะสมกับประเทศที่ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยที่สมบูรณ์ จึงอาศัยวิธีการประเมินอย่างง่ายที่อาศัยข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดและค่าการปล่อยที่กำหนดไว้เป็นค่ากลาง (default value) เป็นหลัก ส่วนการประเมินโดยวิธี Tier 2 เหมาะกับประเทศที่มีข้อมูลพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยที่สมบูรณ์ และทำการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกเป็นรายพื้นที่ ซึ่งหากเป็นไปได้จะคำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเฉพาะของประเทศ (country-specific emission factor) หรือในกรณีที่ไม่ข้อมูลในบางพารามิเตอร์ จะอาศัยโดยอ้างอิงค่ากลาง หรือค่าที่เป็นที่ยอมรับจากการศึกษาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องก็ได้

ตารางที่ 3.3.9 สมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคของเสีย

6A Solid Waste Disposal on Land	
6A1 CH_4 Emission, (Gg/yr)	**Tier 1**: CH_4 Emission = $[(MSW_T*MSW_F*L_o)-R]*(1-OX)$ MSW_T = ปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นต่อปี (Gg/yr) MSW_F = สัดส่วนปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดที่สถานที่ฝังกลบ L_o = ศักยภาพการเกิดมีเทน = [MCF*DOC*DOC_F*F*16/12 (Gg CH_4/Gg waste)] MCF = ค่าปรับแก้การเกิดก๊าซมีเทน DOC = สัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Gg C/Gg waste) DOC_F = สัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ซึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพ F = สัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ R = ปริมาณมีเทนที่ถูกนำกลับมาใช้ประโยชน์ (Gg/yr) OX= สัดส่วนมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่น
	Tier 2: $Q_{T,x} = k*R_x*L_O\ e^{-k(T-x)}$ $Q_T = \sum Q_{T,x}$ (for x = initial year to T) $Q_{T,x}$ = ปริมาณมีเทนที่เกิดในปีปัจจุบัน (T) จากปริมาณของเสียที่นำไปกำจัดในปี x (Rx) K = ค่าคงที่ของปฏิกิริยาการเกิดมีเทนลำดับที่ 1 (yr^{-1}) R_x = ปริมาณของเสียที่นำเข้ากำจัดในปี x (Gg)

6B Wastewater Handling	
6B1 CH_4 Emission, kg/yr	**Tier 1&2**: CH_4 Emissions = $\sum_i$ (TOW x EF – MR) $TOW_{dow} = P \times D_{dom} \times (1\text{-}DS_{dom})$ $TOW_{ind} = W \times D_{ind} \times (1 - DS_{ind})$ TOW_{dow} = ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียชุมชน (kg/yr) TOW_{ind} = ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (kg/yr) P = จำนวนประชากร (`ในหน่วย 1000 population) D_{dom} = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียชุมชน (kgBOD/1000 population/yr) DS_{dom} = สัดส่วนสารอินทรีย์ในน้ำเสียชุมชนซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นตะกอนจุลินทรีย์ W = ปริมาณน้ำเสียอุตสาหกรรม (m^3/yr) D_{ind} = ปริมาณสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ในน้ำเสียอุตสาหกรรม (kgBOD/m^3) DS_{ind} = สัดส่วนสารอินทรีย์ในน้ำเสียอุตสาหกรรมซึ่งเปลี่ยนรูปเป็นตะกอนจุลินทรีย์ EF = ค่าการปล่อยมีเทนของน้ำเสียชุมชนหรือน้ำเสียอุตสาหกรรม = B_o x MCF B_o = ศักยภาพการเกิดมีเทนสูงสุด (kgCH_4/kgBOD หรือ kgCH_4/kgCOD) MR = ปริมาณมีเทนที่นำกลับมาใช้ประโยชน์ (kg/yr)
6C2 N_2O Emission, kg/yr	**Tier 1&2:** N_2O Emissions = $Protein \times Frac_{NPR} \times NR_{people} \times EF_6$ Protein = ปริมาณการบริโภคโปรตีนต่อประชากร (kg/person/yr) $Frac_{NPR}$ = สัดส่วนของไนโตรเจนในโปรตีน NR_{people} = จำนวนประชากร EF_6 = ค่าการปล่อย N_2O (kgN_2O/kgN)
6C Waste Incineration	
6C1 CO_2 Emission, kg/yr	**Tier 1&2:** CO_2 Emissions = IW * CCW * FCF* EF * 44/12 IW = ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าสู่เตาเผา (kg/yr) CCW = สัดส่วนคาร์บอนในขยะมูลฝอย FCF = สัดส่วนของคาร์บอนจากฟอสซิลในขยะมูลฝอย EF = ประสิทธิภาพของการเผาไหม้
6C2 N_2O Emission, kg/yr	**Tier 1&2:** N_2O Emissions = (IW * EF) IW = ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำเข้าสู่เตาเผา (kg/yr) EF = ค่าการปล่อย N_2O จากการเผาขยะมูลฝอย

ตารางที่ 3.3.10 และตารางที่ 3.3.11 แสดงค่าการปล่อย (emission factor) ที่ใช้ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยในดินโดยวิธี Tier 1 และ Tier 2 ในโครงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2553) ตามลำดับ

ตารางที่ 3.3.10 สรุปค่า Emission Factors ที่ใช้ในการศึกษา SNC-Tier 1 ปี ค.ศ.2000-2005 (พ.ศ.2543 - 2548)

Emission Factors		ค่า Defaults ที่ IPCC แนะนำ	ค่าที่ใช้ในการศึกษา 1st NC –Tier 1 (ค.ศ. 1994)	ค่าที่ใช้ในการศึกษา SNC – Tier 1 (ค.ศ. 2000-2005)
Degradable Organic Carbon (DOC)	Paper and textiles	40	-	0.14
	Other (non food) organics	17		
	Food waste	15		
	Wood and straw waste	30		
Fraction of Degradable Organic Carbon Dissimilated (DOC_F)			-	0.77
Methane Correction Factor (MCF)	LF	1.0	-	1.0
	OD>5m	0.8	-	-
	OD-<5m	0.4	-	0.4
Fraction of Methane in Landfill Gas (F)		0.5	-	0.53
Methane Recovery (R)		0	-	0
Oxidation Factor (OX)	LF	0	-	0.017
	OD	0	-	0

ตารางที่ 3.3.11 สรุปค่า Emission Factors ที่ใช้ในการศึกษา SNC-Tier 2 ปี ค.ศ.2000-2005 (พ.ศ. 2543-2548)

Emission Factors		ค่า Defaults ที่ IPCC แนะนำ	ประเภท	ค่าที่ใช้ในการศึกษา 1st NC –Tier 2 (ค.ศ. 1994)	ค่าที่ใช้ในการศึกษา SNC – Tier 2 (ค.ศ. 2000-2005)
Methane generation potential (L_0), m^3/Mg of refuse	Wet climate area	180-200	Metropolitan	121.40	121.40
	Medium moisture climate	160-189	LF	103.7	130.22
	Dry climate	140-160	OD	60.7	70.42
Methane generation rate constant (k), 1/yr	LF	0.003-0.4	LF	0.04	0.07
	OD		OD	0.03	0.03
Fraction by Volume of methane in landfill gas (F)				0.53 gC as CH_4/gC as biogas	-
Density of methane at STP Condition				-	0.714 kg/m^3

ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการประเมินสำหรับการกำจัดขยะมูลฝอยในดินของประเทศไทยที่รวบรวมจากเอกสารรายงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า ยังมีความแตกต่างกันอยู่ค่อนข้างมาก โดยส่วนใหญ่ยังอาศัยค่ากลางจากเกณฑ์ของ IPCC เป็นหลัก เนื่องจากการหาค่าการปล่อยจากการตรวจวัดจริงจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยในประเทศไทยยังมีค่อนข้างจำกัด ซึ่งค่าการปล่อยดังกล่าวเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด จึงมีความจำเป็นที่ต้องมีการวิจัยเพิ่มเติม ทั้งนี้ค่าการปล่อยที่สำคัญในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยในดินทั้งการประเมินโดยวิธี Tier 1 และ Tier 2 ได้แก่

1) ค่าปรับแก้สัดส่วนของมูลฝอยที่ก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการกำจัดมูลฝอย (Methane Correction Factor: MCF) เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีข้อมูลเฉพาะของประเทศ โดยค่า Default ที่ IPCC แนะนำสำหรับการฝังกลบ และการเทกองกลางแจ้ง ที่มีความลึกของหลุมมากกกว่าหรือเท่ากับ 5 เมตรและน้อยกว่า 5 เมตร เท่ากับ 1.0, 0.8 และ 0.4 ตามลำดับ จากรายงานการวิจัยโดย Chiemchaisri et al. (2005) ได้เลือกใช้ค่า MCF สำหรับพื้นที่ฝังกลบ และการเทกองกลางแจ้ง เท่ากับ 1 และ 0.5 ตามลำดับ ส่วนรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบในพื้นที่สำหรับวิธีการเทกองกลางแจ้ง เลือกใช้ค่า MCF เท่ากับ 0.4 และวิธีการฝังกลบ เลือกใช้ค่า MCF เท่ากับ 1

2) ค่าสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ (Degradable Organic Carbon: DOC) ค่า Default ที่แนะนำโดย IPCC อยู่ระหว่าง 0.08-0.21 ซึ่งแตกต่างกันออกไปตามลักษณะและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยของแต่ละประเทศ เมื่อพิจารณาค่าเฉพาะในประเทศที่อ้างถึงในรายงานการศึกษา Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector ในปี พ.ศ.2537 พบว่า มีค่า DOC และค่าสัดส่วนของคาร์บอนอินทรีย์ที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ซึ่งถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซชีวภาพ (Fraction DOC Dissimilated: DOC_F) เท่ากับ 0.12 และ 0.77 ตามลำดับ จากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิที่เป็นรายงานวิจัยของ Kornboonraksa et al. (2005) พบว่า เลือกใช้ค่า DOC และ DOC_F เท่ากับ 0.12 และ 0.77 ตามลำดับ เช่นเดียวกัน และจากรายงานสถิติข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบขยะมูลฝอยรายภาคของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคโดยกรมควบคุมมลพิษ (2549) เมื่อนำมาคำนวณหาค่า DOC พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.16 ส่วนรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเลือกใช้ค่า DOC และ DOC_F เท่ากับ 0.14 และ 0.77 ตามลำดับ

3) ค่าสัดส่วนของก๊าซมีเทนในก๊าซชีวภาพ (Fraction by Volume of Methane in Landfill Gas: F) ผลจากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิ ค่า Default ตามคู่มือ 1996 IPCC Guideline ระบุค่าเท่ากับ 0.5 เมื่อพิจารณาค่าเฉพาะในประเทศที่อ้างถึงในรายงานการศึกษา Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector ในปี พ.ศ. 2537 และรายงานวิจัยของ Kornboonraksa et al. (2005) ใช้ค่าเท่ากับ 0.55 ส่วนรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยคำนวณหาค่าเฉลี่ยโดยเลือกใช้ค่า F เท่ากับ 0.53 ในการคำนวณ Tier 1

4) Oxidation Factor (OX) ผลจากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิ ค่า Default Values ตามคู่มือ 1996 IPCC Guideline พบว่า ไม่มีเฉพาะสำหรับประเทศไทย โดยมีค่าเท่ากับ 0 เมื่อพิจารณาค่าที่ระบุในรายงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่า กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 0 (Kornboonraksa et al., 2005; Chiemchaisri et al. 2005) ซึ่งหมายถึงไม่คิดมีเทนที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกริยาออกซิเดชั่น อย่างไรก็ตาม มีงานวิจัยที่ตรวจวัดอัตราการเกิดมีเทนออกซิเดชั่นในพื้นที่กำจัดมูลฝอยจริงในประเทศไทย (Wangyao et al., 2009) ได้รายงานค่า OX สำหรับพื้นที่ฝังกลบแบบ landfill และ open dumpsite เท่ากับ 0.15 และ 0.7 ตามลำดับ ส่วนรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเลือกใช้ค่าสำหรับการฝังกลบและการเทกองกลางแจ้งเท่ากับ 0.17 และ 0 ตามลำดับ

5) ค่าคงที่ของอัตราการเกิดก๊าซมีเทน (k) ผลจากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิ ค่า Default Values ระบุค่าตั้งแต่ 0.005-0.4 ต่อปี เมื่อพิจารณาค่าเฉพาะในประเทศที่อ้างถึงในรายงานการศึกษา Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector ในปี พ.ศ.2537 พบว่า เลือกใช้ค่า k เท่ากับ 0.03 และ 0.04 ต่อปี สำหรับการเทกองกลางแจ้งและพื้นที่ฝังกลบตามลำดับ ส่วนรายงานการวิจัยโดย Wangyao et al. (2009) เลือกใช้ค่า

k เท่ากับ 0.2 ต่อปี และจากรายงานการวิจัยในต่างประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้น (tropical climate) เหมือนกับประเทศไทย (Ishigaki et al., 2008; Machado et al., 2009) ใช้ค่าเท่ากับ 0.51 และ 0.2 ต่อปี ตามลำดับ ในขณะที่รายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยเลือกใช้ค่า k สำหรับ การฝังกลบ และการเทกองกลางแจ้ง เท่ากับ 0.07 และ 0.03 ต่อปี ตามลำดับ

6) Methane Generation Potential (L_o) ผลจากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิ ค่า default values ตามคู่มือ 1996 IPCC Guideline มีค่าอยู่ในช่วง 180-200, 160-189 และ 140-160 ลูกบาศก์เมตรมีเทนต่อตันขยะมูลฝอย สำหรับ Wet climate area, Medium moist climate และ Dry Climate ตามลำดับ เมื่อพิจารณาค่าเฉพาะในประเทศที่อ้างถึงในรายงานการวิจัยในประเทศโดย Towprayoon and Masniyon (1999) และ Kornboonraksa et al. (2005) ได้เลือกใช้ค่า L_o เท่ากับ 121.40, 103.70 และ 60.70 ลูกบาศก์เมตรมีเทน/ตันขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ฝังกลบของเมืองขนาดใหญ่ (Metropolitan landfill),เมืองทั่วไป (Municipal Landfill) และพื้นที่เทกองกลางแจ้งตามลำดับ ส่วน Chiemchaisri และ Visvanathan (2008) พบว่า เลือกใช้ค่า L_o เท่ากับ 170 และ 85 ลูกบาศก์เมตรมีเทน/ตันขยะมูลฝอย สำหรับพื้นที่ฝังกลบ และการเทกองกลางแจ้ง นอกจากนี้ยังมีรายงานการวิจัยในต่างประเทศซึ่งมีสภาพภูมิอากาศอยู่ในเขตร้อนชื้น (Tropical Climate) เหมือนกับประเทศไทย (Machado et al., 2009) ซึ่งเลือกใช้ค่า L_o สำหรับพื้นที่ฝังกลบแบบในเขตมรสุม (Tropical Landfill) เท่ากับ 67 ลูกบาศก์เมตรมีเทน/ตันขยะมูลฝอย และรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยใช้ค่า L_o สำหรับพื้นที่ฝังกลบซึ่งแบ่งออกเป็น เมืองขนาดใหญ่ พื้นที่ฝังกลบทั่วไป และพื้นที่เทกองกลางแจ้งเท่ากับ 121.4, 130.22 และ 70.42 ลูกบาศก์เมตรมีเทน/ตันขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบ

ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดประเภทน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรมนั้น ค่าการปล่อยจะขึ้นอยู่กับศักยภาพการเกิดมีเทนสูงสุด (B_o) และค่าปรับแก้การเกิดมีเทน (MCF) โดยในคู่มือ Revised 1996 IPCC Guideline ได้แนะนำค่า B_o เท่ากับ 0.6 $kgCH_4/kgBOD$ หรือ 0.25 $kgCH_4/kgCOD$ ส่วนค่า MCF จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ขึ้นกับเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดน้ำเสีย เนื่องจากยังไม่มีการประเมินค่า MCF โดยการตรวจวัดจริงในประเทศไทย รายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจึงอาศัยค่าที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญ (Expert Judgment) โดยค่า MCF ของระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนและอุตสาหกรรมเทียบที่ใช้เปรียบเทียบกับค่ากลางที่ระบุใน 2006 IPCC Guideline แสดงดังตารางที่ 3.3.12 ทั้งนี้ ในอนาคตควรส่งเสริมให้มีการทำวิจัยเพื่อประเมินค่าศักยภาพการเกิดมีเทนของน้ำเสีย รวมทั้งค่าปรับแก้การเกิดมีเทนที่ถูกต้องกับน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรมแต่ละประเภท เพื่อทำให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสียมีความแม่นยำเพิ่มขึ้นต่อไป

การปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์จากของเสียชุมชนไม่ได้มีค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ ยกเว้นข้อมูลกิจกรรมที่ใช้ในการประเมิน คือ ปริมาณโปรตีนที่บริโภคต่อคนต่อปี ซึ่ง Kosulwat (2002) อ้างถึงข้อมูลการสำรวจของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข พบว่า โปรตีนที่คนไทยบริโภคมีปริมาณ 49.1 กรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2503 และเพิ่มขึ้นเป็น 58.1 กรัมต่อคนต่อวัน ในปี พ.ศ. 2538 โดย Revised 1996 IPCC Guideline ระบุปริมาณสัดส่วนของธาตุไนโตรเจนในโปรตีน เท่ากับ 0.16 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อกิโลกรัมโปรตีน และค่าการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์เท่ากับ 0.01 kgN_2O-N/kg N

การประเมินก๊าซเรือนกระจกจากการเผาขยะมูลฝอยในรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการดำเนินงานของโรงงานเตาเผา จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ โรงเตาเผาของเทศบาลนครภูเก็ต และโรงเตาเผาของเทศบาลเมืองเกาะสมุย รวมทั้งข้อมูลลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตที่อ้างอิงจาก Liamsanguan (2005) โดยมีข้อมูลค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 3.3.13 และตารางที่ 3.3.14

ตารางที่ 3.3.12 ค่า MCF ที่ใช้ในรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกเทียบกับค่ากลางของ IPCC

Type of treatment and discharge pathway	Value	IPCC Default value
Domestic wastewater		
Stabilization Pond	0.22	0.80
Oxidation Ditch	0.10	0.00
Activated Sludge	0.05	0.00
Aerated Lagoon	0.00	0.00
Contact Stabilization Activated Sludge	0.00	0.00
Two-Stage Activated Sludge Process	0.00	0.00
Combination of Fixed Activated Sludge	0.10	0.00
Rotating Biological Contractor	0.12	0.00
Constructed Wetland	0.20	0.20
Anaerobic Filter	0.69	0.80
Septic Tank	0.30	0.50
Latrine	0.10	0.10
Industrial wastewater		
Anaerobic Covered Lagoon	0.74	0.80
Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB)	0.81	0.80
Anaerobic Filter	0.76	0.80
Anaerobic Tank	0.72	0.80
Anaerobic Pond	0.56	0.80
Anaerobic Digester	0.76	0.80
Septic Tank	0.58	0.50
Stabilization Pond	0.33	0.80
Polishing Pond	0.15	0.20
Aerated Lagoon	0.10	0.00
Activated Sludge	0.00	0.00
Constructed Wetland	0.17	0.20
Oxidation Ditch	0.14	0.00
Sequencing Batch Reactor	0.10	0.00
Storage Pond	0.23	0.20

ตารางที่ 3.3.13 ค่าการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเตาเผาขยะชุมชน

ค่าการปล่อย	Default ที่ IPCC แนะนำ*		ค่าที่ใช้ในการศึกษา SNC	
C content of waste (MSW, wet)	**Waste Type**	**%C** (ค่าแนะนำ)	ทน. ภูเก็ต	49.7%
	MSW, wet waste	33-55 (40%)	ทม. เกาะสมุย	47.0%
	Sewage Sludge, dry	10-40 (30%)	ทม. ลำพูน	49.7%
Fossil carbon as % of Total carbon	**Waste Type**	**% Fossil Carbon** (ค่าแนะนำ)	ทน. ภูเก็ต	20.8%
	MSW, wet waste	30-50 (40%)	ทม. เกาะสมุย	21.2%
	Sewage Sludge	0 %	ทม. ลำพูน	20.8%
Efficiency of Combustion (%)	**Waste Type**	**% Efficiency** (ค่าแนะนำ)	95%	
	MSW	95-99 (95%)		
	Sewage Sludge	95 %		

ที่มา: IPCC (2000)

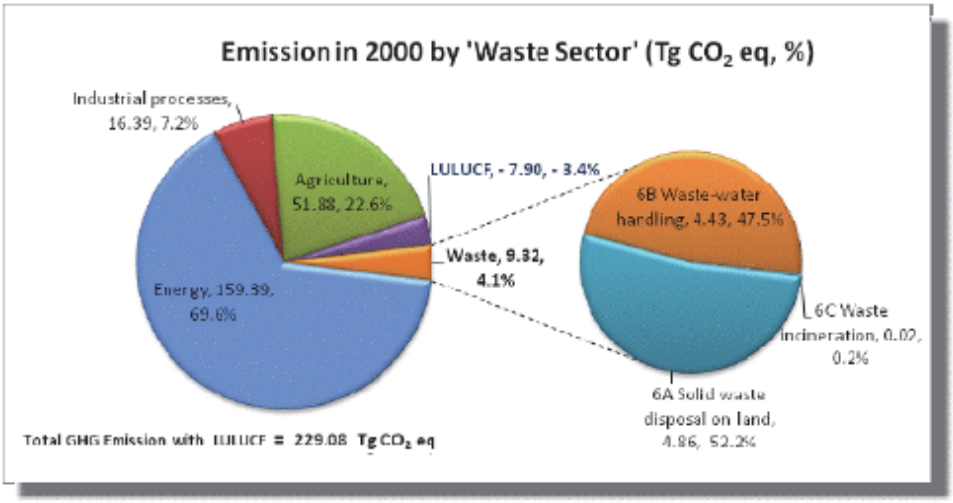
ตารางที่ 3.3.14 ค่าการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากเตาเผาขยะชุมชน

Type of Incineration Plant	Default ที่ IPCC แนะนำ*		ค่าที่ใช้ในการศึกษา SNC	
Hearth or grate	**Waste Type**	**kgN_2O/Gg waste**	ทน. ภูเก็ต	29
	MSW, dry waste	40-150 (Jap., wet) (40)	ทม. เกาะสมุย	29
	Sewage Sludge, dry matter	400 (Jap., wet)	ทม. ลำพูน	29
	Clinical waste, dry waste	NA		

ที่มา: * IPCC (2000)

3.3.4 สถานภาพการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียปัจจุบันและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปลดปล่อยจากภาคของเสียในปี พ.ศ. 2543 ซึ่งอ้างอิงจากรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยพบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาคของเสียเท่ากับ 9.32 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) คิดเป็นร้อยละ 4.1 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (รูปที่ 3.3.1) ซึ่งส่วนใหญ่กว่าร้อยละ 80 เป็นก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจนจากพื้นที่ฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นในอนาคตเนื่องจากปริมาณขยะมูลฝอยที่ถูกนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลเพิ่มขึ้น รองลงมาคือ ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 8.5-11 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ปล่อยออกจากภาคของเสีย



รูปที่ 3.3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียในประเทศไทย (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553)

3.3.4.1 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการกำจัดขยะมูลฝอยในดิน (6A)

การประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการกำจัดมูลฝอยในดินในช่วงระหว่างปี พ.ศ.2543-2547 โดยอาศัยการคำนวณแบบ Tier 2 พบว่ามีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากพื้นที่ฝังกลบค่าอยู่ระหว่าง 4.864-7.162 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ระบายจากพื้นที่ฝังกลบ และพื้นที่เทกองกลางแจ้ง อยู่ในช่วง 4.017-5.356 และ 847-1.806 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq)

การคาดการณ์แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคของเสียกลุ่ม 6A จากรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) โดยใช้สมการ Tier 1 ประเมินว่าในปี พ.ศ. 2563 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะเพิ่มขึ้นเป็น 15,119, 16,514 และ 18,237 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หากประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของ GDP เท่ากับร้อยละ 2, 4 และ 6 ต่อปี ตามลำดับ และมีประชากรเพิ่มขึ้นของในอัตราร้อยละ 0.6 ต่อปี

3.3.4.2 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสีย (6B)

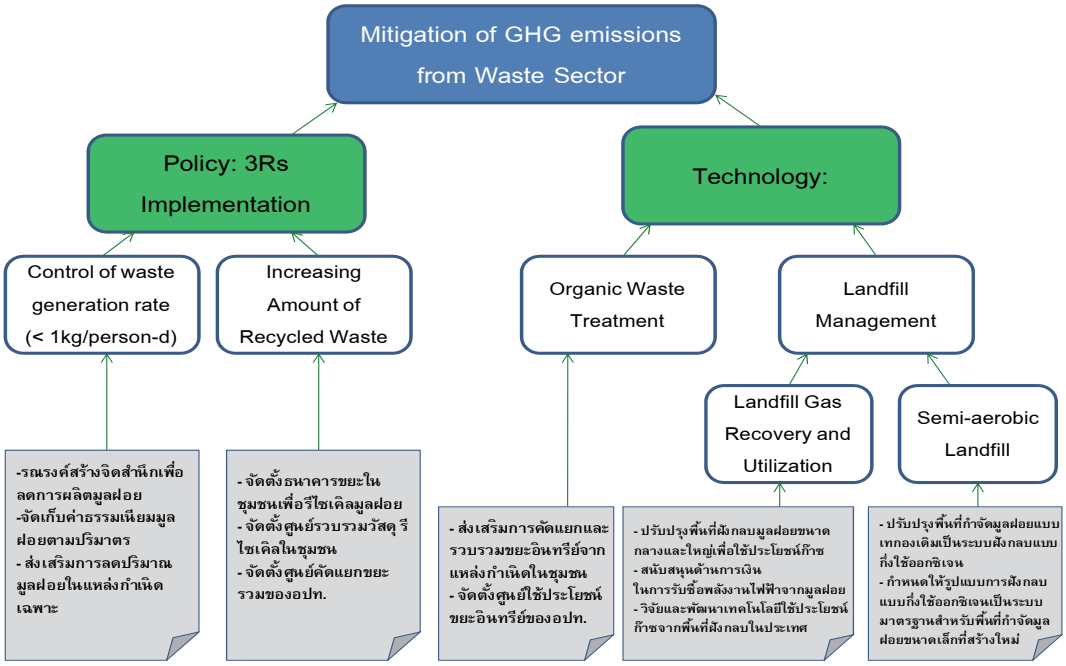
จากการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการบำบัดน้ำเสียในรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยระบุว่า ก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากการบำบัดน้ำเสียมีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 3.406 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) ในปี พ.ศ.2543 เป็น 3.868 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) ในปี พ.ศ.2547 ส่วนไนตรัสออกไซด์ที่ปล่อยออกจากการบำบัดน้ำเสียเท่ากับ 1.023 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) ในปี พ.ศ.2543 และเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.024 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) ในปี พ.ศ.2547

3.3.4.3 การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผามูลฝอย (6C)

ผลการคำนวณเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากเตาเผา พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากเตาเผาในระหว่างปี พ.ศ.2543-2547 ที่ประเมินด้วยวิธี Tier1 ประกอบด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และไนตรัสออกไซด์อยู่ในช่วง 23,000 - 29,000 และ 6-10 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Tg CO_2eq) ตามลำดับ โดยแนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากเตาเผามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ เนื่องจากขีดความสามารถในการรองรับของเตาเผามีอยู่จำกัด

3.3.5 การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสีย

จากแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย ภาคของเสีย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) ได้เสนอมาตรการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียเป็น 2 ด้าน ได้แก่ มาตรการเชิงนโยบายและมาตรการด้านการใช้เทคโนโลยีดังแสดงใน รูปที่ 3.3.2 โดยมีรายละเอียดของมาตรการในแต่ด้านดังนี้



รูปที่ 3.3.2 มาตรการการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสียในประเทศไทย

(1) มาตรการเชิงนโยบาย: การควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยและการรีไซเคิล

จากนโยบายและแผนยุทธศาสตร์การจัดการขยะมูลฝอยของประเทศที่ระบุในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554) แผนยุทธศาสตร์การจัดการมลพิษปี พ.ศ.2551-2554 คู่มือแนวทางและข้อกำหนดเบื้องต้นการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอย คู่มือสำหรับผู้บริหารองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นการจัดการขยะมูลฝอยชุมชนอย่างครบวงจร โครงการการแบ่งกลุ่มพื้นที่เพื่อรองรับการจัดตั้งศูนย์จัดการขยะมูลฝอย (clustering) โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2551-2554 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มีการกำหนดมาตรการในการควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยและการรีไซเคิล โดยมีเป้าหมายที่อัตราร้อยละ 30 ทั้งนี้จากแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย ภาคของเสีย ได้ประเมินศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการควบคุมการผลิตขยะและการรีไซเคิลไว้ 2 สภาวการณ์ คือ กรณีอัตราการรีไซเคิลคงที่ (รีไซเคิลที่อัตราคงที่ร้อยละ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) และกรณีอัตราการรีไซเคิลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

(2) มาตรการในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยใช้เทคโนโลยีต่างๆ ในการบำบัดของเสีย โดยเทคโนโลยีที่นำมาพิจารณา ประกอบด้วย การคัดแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะมูลฝอยรวมเพื่อนำไปทำปุ๋ยหมักจากขยะมูลฝอย (Composting) และ/หรือ บำบัดด้วยเทคโนโลยีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion, AD) เทคโนโลยีการนำกลับก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ (Landfill Gas Recovery and Utilization) สำหรับพื้นที่ฝังกลบแบบ Landfill ขนาดใหญ่ที่มีปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ล้านตัน และเทคโนโลยีการฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (Semi-aerobic Landfill) สำหรับพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยขนาดเล็กหรือขนาดกลางทั่วไป

3.3.5.1 การควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยและการรีไซเคิล

จากรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) ระบุว่าเมื่อมีการใช้มาตรการควบคุมอัตรการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยต่อคนต่อวันไม่เกิน 1.0 กิโลกรัม ร่วมกับมาตรการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยการรีไซเคิล (กำหนดให้มีอัตราคงที่ร้อยละ 30 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้น) คำนวณโดยใช้สมการ Tier 1 กำหนดให้ปี พ.ศ. 2554 เป็นปีที่เริ่มใช้มาตรการนี้เป็นต้นไปจนถึงปี พ.ศ.2593 โดยปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดมูลฝอยนั้นคำนวณได้จากปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นโดยใช้มาตรการควบคุมอัตราการเกิดมูลฝอยหักด้วยปริมาณขยะที่รีไซเคิลได้ พบว่า หากประชาชนช่วยกันลดปริมาณขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยการรีไซเคิลขยะมูลฝอยได้ตามเป้าหมายที่วางไว้ คือ ร้อยละ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละปี จะส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดมูลฝอยเท่ากับ 24,449 ตันต่อวัน (ที่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลง GDP ร้อยละ 4 ต่อปี) ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการกำจัดขยะมูลฝอยพื้นที่ในปี พ.ศ. 2593 เท่ากับ 584,118 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

เมื่อใช้มาตรการควบคุมอัตราการเกิดขยะมูลฝอยต่อคนต่อวัน (ไม่เกิน 1 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน) และมาตรการลดปริมาณขยะมูลฝอยที่แหล่งกำเนิดด้วยอัตรารีไซเคิลที่เพิ่มขึ้น ที่อัตราการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจที่มีแนวโน้มการเพิ่มของ GDP ในอนาคต เท่ากับร้อยละ 4 ต่อปี พบว่า ปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดมูลฝอยเท่ากับ 26,257 ตันต่อวัน ทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของประเทศไทยเท่ากับ 410,519 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เมื่อเปรียบเทียบกับในกรณีที่ไม่มีมาตรการใดๆ เลย ในระหว่างปี พ.ศ. 2554-2593

3.3.5.2 เทคโนโลยีการแปรรูปขยะอินทรีย์ทางชีวภาพ: การหมักทำปุ๋ยและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน

การแปรรูปขยะมูลฝอยอินทรีย์สามารถทำได้ทั้งโดยวิธีการหมักแบบใช้ออกซิเจนเพื่อแปรรูปเป็นปุ๋ย หรือการหมักแบบไร้ออกซิเจน เพื่อผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ โดยการหมักแบบใช้ออกซิเจนจะช่วยลดการเกิดก๊าซมีเทนจากการ

ย่อยสลายขยะมูลฝอยอินทรีย์ในมูลฝอย ในขณะที่การหมักแบบไร้ออกซิเจนจะสามารถนำก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีองค์ประกอบของก๊าซมีเทนเป็นหลักที่เกิดขึ้นกลับมาใช้ประโยชน์ ในปัจจุบัน การใช้เทคโนโลยีการแปรรูปขยะอินทรีย์ทางชีวภาพมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศไทย โดยระบบการหมักทำปุ๋ยขนาดใหญ่มีการใช้งานอยู่ที่สถานีขนถ่ายขยะมูลฝอยอ่อนนุชของกรุงเทพมหานคร (1000 ตันต่อวัน) ส่วนระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนมีการใช้งานที่เทศบาลเมืองระยอง (ขนาด 70 ตันต่อวัน) นอกจากนี้ ยังมีการส่งเสริมการใช้งานระบบหมักทำปุ๋ยและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนขนาดเล็กโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ และกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน จากการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) ซึ่งกำหนดสมมติฐานในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเมื่อมีมาตรการหมักทำปุ๋ยและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน ไว้ดังนี้ ปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่ฝังกลบเป็นปริมาณขยะมูลฝอยที่เหลือจากการใช้มาตรการการควบคุมอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยไม่เกิน 1.0 กิโลกรัมต่อคนต่อวันร่วมกับมาตรการรีไซเคิลที่อัตราการรีไซเคิลคงที่ (ร้อยละ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) และหักลบปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดด้วยวิธีการเผา โดยสัดส่วนของปริมาณขยะอินทรีย์ในขยะมูลฝอยรวมที่สามารถนำมาบำบัดได้คิดเป็นร้อยละ 50 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด อัตราการเพิ่มของการใช้เทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนจากขยะมูลฝอยคิดจากสัดส่วนของปริมาณขยะมูลฝอยในปัจจุบันที่ถูกนำไปบำบัดด้วยเทคโนโลยีเหล่านี้จริง และคิดอัตราการเพิ่มของการใช้เทคโนโลยีในอนาคตเป็นสมการเส้นตรง โดยในปี พ.ศ. 2593 กำหนดสัดส่วนปริมาณขยะอินทรีย์สูงสุดที่ถูกบำบัดด้วยทั้งสองเทคโนโลยีนี้เท่ากับร้อยละ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศในกลุ่มยุโรปซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการใช้เทคโนโลยีทั้งสองแบบอย่างแพร่หลาย พบว่า ประเทศสเปนมีปริมาณขยะอินทรีย์ที่ถูกนำไปบำบัดด้วยวิธีการบำบัดทางชีวภาพและเตาเผาคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 28.8 ของปริมาณขยะที่เกิดขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 593 มีปริมาณขยะอินทรีย์ที่ถูกนำไปบำบัดด้วยเทคโนโลยีการหมักทำปุ๋ยและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนคิดเป็นปริมาณ 1,437.5 และ 5,267.3 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 2.9 และ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ จะส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดมูลฝอยเท่ากับ 28,107.8 และ 48,697.3 ตันต่อวัน (ที่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลง GDP ร้อยละ 4 ต่อปี) ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการกำจัดขยะมูลฝอยพื้นที่ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2593 เท่ากับ 8,878 และ 17,146 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

3.3.5.3 เทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอยและการผลิตแท่งเชื้อเพลิง (RDF)

ในปัจจุบัน ประเทศไทยมีการใช้เทคโนโลยีการเผาขยะมูลฝอย โดยมีโรงงานเผาขยะมูลฝอยชุมชนในประเทศไทยจำนวน 3 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครภูเก็ต เทศบาลเมืองเกาะสมุย และเทศบาลเมืองลำพูน ส่วนการผลิตเชื้อเพลิงแท่งมีแนวโน้มการใช้เพิ่มมากขึ้นจากการนำขยะมูลฝอยที่สะสมในพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยแปรรูปไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมผลิตปูนซีเมนต์ เป็นต้น จากการทบทวนรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย ภาคของเสีย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) ซึ่งกำหนดสมมติฐานในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกเมื่อมีมาตรการการเผาขยะมูลฝอยและการผลิตแท่งเชื้อเพลิง ไว้ดังนี้ ปริมาณขยะเชื้อเพลิงคิดจากปริมาณมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่ฝังกลบเป็นปริมาณขยะมูลฝอยที่เหลือจากการใช้มาตรการการควบคุมอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ยไม่เกิน 1.0 กิโลกรัมต่อคนต่อวันร่วมกับมาตรการรีไซเคิลที่อัตราการรีไซเคิลคงที่ (ร้อยละ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้น) หักลบปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดด้วยวิธีการเผา (BAU) และหักลบปริมาณขยะอินทรีย์จากการใช้เทคโนโลยีการทำปุ๋ยหมักและการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน โดยคิดสัดส่วนของพลาสติกในขยะมูลฝอยกำหนดให้มีอัตราส่วนคงที่ร้อยละ 16.83 ของปริมาณขยะทั้งหมด (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ที่เข้ากำจัดในพื้นที่ฝังกลบแบบ landfill ในปี พ.ศ. 2554 และ พ.ศ. 2593 มีปริมาณขยะเชื้อเพลิงที่ถูกนำกลับออกจากพื้นที่ฝังกลบแบบ landfill เพื่อนำไปเผาในเตาเผาคิดเป็นปริมาณ 1,686 และ 3,869 ตันต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 2.9 และ 30 ของปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั้งหมด ตามลำดับ จะส่งผลให้มีปริมาณขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดมูล

ฝอยเท่ากับ 28,108 และ 48,697 ตันต่อวัน (ที่อัตราการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลง GDP ร้อยละ 4 ต่อปี) ทำให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากเตาเผาในปี พ.ศ. 2554และ พ.ศ. 2593 เท่ากับ 97 และ 224 กิกะกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

3.3.5.4 เทคโนโลยีการลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากการฝังกลบขยะมูลฝอย

- การใช้ประโยชน์ก๊าซจากการฝังกลบ (landfill gas utilization)

การใช้เทคโนโลยีการนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเหมาะสมกับพื้นที่กำจัดมูลฝอยขนาดใหญ่ที่มีปริมาณขยะในพื้นที่ที่มากกว่าหรือเท่ากับ 1 ล้านตัน จากการศึกษาของ Wangyao et al. (2007) พบว่า สัดส่วนของปริมาณก๊าซมีเทนที่สามารถนำกลับจากการรวบรวมผ่านท่อรวบรวมก๊าซมีค่าสูงกว่าร้อยละ 80 ของปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นทั้งหมด ทั้งนี้ในประเทศไทยได้มีการเริ่มนำก๊าซจากการฝังกลบกลับมาใช้ประโยชน์ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ณ พื้นที่กำจัดมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร อ.ราชาเทวะ จ.สมุทรปราการ และอ.กำแพงแสน จ.นครปฐม โดยมีรายละเอียดดังนี้

- โครงการหลุมฝังกลบราชาเทวะ ดำเนินงานโดย หจก. ไพโรจน์สมพงษ์พาณิชย์ รับขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครร้อยละ 40 ของปริมาณขยะทั้งหมด (3,200-4,500 ตันต่อวัน เฉลี่ยประมาณ 4,000 ตันต่อวัน) โดยมีปริมาณขยะฝังกลบในพื้นที่ตั้งแต่ พ.ศ. 2544-2547 มีขยะในพื้นที่ประมาณ 11 ล้านตัน เริ่มนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2537) ขนาดระบบผลิตกระแสไฟฟ้า 1 เมกกะวัตต์ โดยเริ่มจ่ายไฟฟ้าเข้าระบบสายส่งของการไฟฟ้านครหลวงเมื่อมีนาคม พ.ศ. 2549

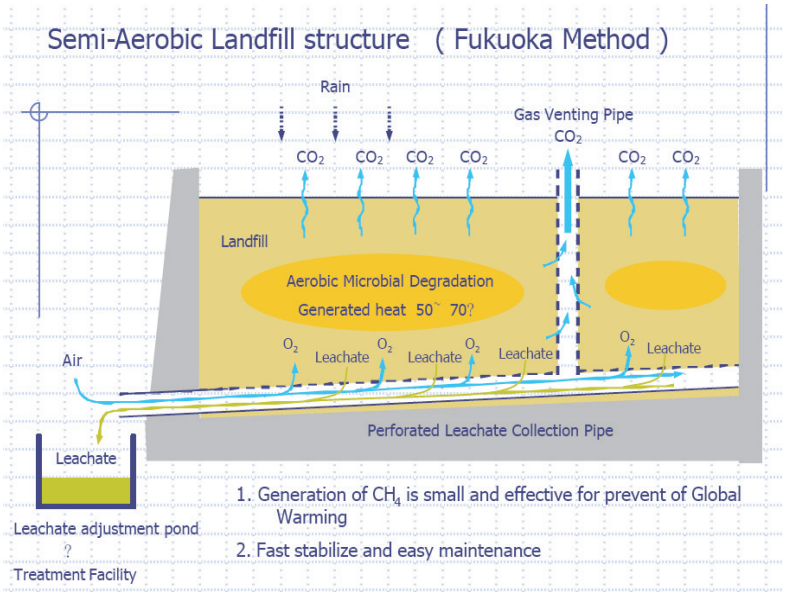
- พื้นที่ฝังกลบ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม มีปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่ 1.2 ล้านตัน มีกำลังการผลิต 2x435 กิโลวัตต์ มีค่าลงทุน 28.5 ล้านบาท ค่าดำเนินการ (ตลอดอายุโครงการ 15 ปี) 53.5 ล้านบาท (กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2539)

จากการทบทวนข้อมูลทุติยภูมิการดำเนินการโครงการการนำก๊าซชีวภาพจากหลุมฝังกลบขยะมูลฝอยไปผลิตไฟฟ้าและขายคาร์บอนเครดิตโรงไฟฟ้าราชาเทวะ ของ บริษัท เจริญสมพงษ์ จำกัด และ Wanichpongpan และ Gheewala (2007) พบว่า ประสิทธิภาพของระบบรวบรวมก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบเพื่อนำกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าอยู่ระหว่างร้อยละ 60-75 ของปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้น และจากช่วงค่าทั่วไปของประสิทธิภาพการรวบรวมก๊าซเรือนกระจกจากพื้นที่ฝังกลบที่กำหนดโดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (U.S. Environmental Protection Agency) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 60-85 (เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 75) ซึ่งพิจารณาประสิทธิภาพระบบรวบรวมก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบว่ามีสัดส่วนต่ำกว่าร้อยละ 85 จากปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระบบการจัดการพื้นที่ฝังกลบ เช่น การฝังกลบ การรวบรวมน้ำชะมูลฝอยออกจากบ่อฝังกลบ และการบดอัดขยะมูลฝอย เป็นต้น หากไม่มีวิธีการจัดการที่เหมาะสมก็จะมีประสิทธิภาพลดลงตามลำดับ

- การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (semi-aerobic landfill)

การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจนอาศัยการระบายอากาศจากบรรยากาศภายนอกผ่านท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยเข้าสู่พื้นที่ฝังกลบมูลฝอยตามธรรมชาติ ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย Fukuoka University ประเทศญี่ปุ่นเพื่อให้เกิดสภาวะการย่อยสลายแบบกึ่งใช้ออกซิเจนในพื้นที่ฝังกลบ ซึ่งจะช่วยลดการเกิดก๊าซมีเทนจากกระบวนการย่อยสลายขยะมูลฝอยแบบไม่ใช้ออกซิเจนไปได้ส่วนหนึ่ง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการระบายอากาศจากภายนอกอย่างเพียงพอจำเป็นต้องก่อสร้างท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยของระบบฝังกลบมูลฝอยทั่วไป รวมทั้งมีการเพิ่มท่อระบายอากาศแนวดิ่ง ซึ่งเชื่อมต่อกับท่อรวบรวมน้ำชะมูลฝอยให้เกิดการไหลเวียนของอากาศภายในพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยดังแสดงในรูปที่ 3.3.3 จากข้อมูลของระบบทดลองฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจนที่

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์และเทศบาลตำบลแหลมฉบัง (2552) พบว่า การฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจนสามารถลดการปลดปล่อยก๊าซมีเทนได้ร้อยละ 50-90



รูปที่ 3.3.3 การฝังกลบขยะมูลฝอยแบบกึ่งใช้ออกซิเจน (semi-aerobic landfill)

- การลดการปล่อยก๊าซมีเทนจากปฏิกิริยามีเทนออกซิเดชัน (methane oxidation)

ก๊าซมีเทนที่แพร่ออกจากพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยที่บริเวณชั้นดินกลบทับสามารถถูกกำจัดได้อีกส่วนหนึ่งโดยปฏิกิริยามีเทนออกซิเดชัน ซึ่งจุลินทรีย์จำพวก methanotrophs จะใช้ออกซิเจนในการเปลี่ยนก๊าซมีเทนเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งได้แก่ ชนิดของดินกลบทับมูลฝอย ค่าความเป็นกรดด่างของดิน ความชื้น ปริมาณธาตุอาหาร สัดส่วนของก๊าซมีเทนที่สามารถลดได้โดยปฏิกิริยามีเทนออกซิเดชันจากพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยตามเกณฑ์กำหนดของ IPCC โดยทั่วไปมีค่าเท่ากับร้อยละ 0-10 ในขณะที่ผลการตรวจวัดในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยในประเทศไทยพบว่าอาจมีค่าสูงถึงร้อยละ 30-60 ในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยเก่า (Chiemchaisri et al., 2006) แต่ในการประเมินศักยภาพการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากการฝังกลบขยะมูลฝอยของประเทศไทยยังมักไม่ได้มีการนำมาพิจารณาหรือกำหนดให้มีค่าเป็นศูนย์ (Towprayoon, 1994; Chiemchaisri et al., 2005; Chiemchaisri et al., 2007; Chiemchaisri and Visvanathan, 2008)

จากการวิเคราะห์การใช้งานมาตรการในการจัดการของเสียดังกล่าวข้างต้นในประเทศไทย สามารถสรุปสถานภาพของการประยุกต์ใช้มาตรการต่างๆ ในการจัดการของเสียในปัจจุบันและข้อจำกัดที่ต้องการการพัฒนาในเชิงวิทยาศาสตร์และการวิจัยเพิ่มเพื่อให้มีการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวอย่างเต็มประสิทธิภาพในอนาคตได้ดังตารางที่ 3.3.15 ทั้งนี้ในอนาคต นโยบายและวิธีการจัดการของเสียอาจมีการเปลี่ยนแปลงจากในปัจจุบันได้ เนื่องจากแนวโน้มปริมาณของเสียที่เพิ่มขึ้นในขณะที่ทรัพยากรธรรมชาติมีลดลง จึงอาจมีการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่เพื่อนำกลับทรัพยากรและพลังงานจากของเสียที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

ตารางที่ 3.3.15 สถานภาพของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการจัดการของเสียในประเทศไทย

List of technology	Present status	Science & Research needs
การควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยและการเพิ่มอัตราการรีไซเคิลขยะมูลฝอย	ปัจจุบันมีการดำเนินการในองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอยู่แล้ว	ความร่วมมือจากภาคชุมชนและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการควบคุมการผลิตขยะมูลฝอยและเพิ่มอัตราการรีไซเคิลยังมีอยู่จำกัด
การบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยการหมักทำปุ๋ย	ปัจจุบันมีการใช้งานตั้งแต่ระบบขนาดเล็กที่ติดตั้ง ณ แหล่งกำเนิดเฉพาะ ถึงระบบเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น ระบบหมักทำปุ๋ยของกรุงเทพมหานคร	การพัฒนาเครื่องหมักทำปุ๋ยขนาดใหญ่โดยอาศัยเทคโนโลยีในประเทศ
การบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยกระบวนการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน	ปัจจุบันมีการใช้งานตั้งแต่ระบบขนาดเล็กที่ติดตั้ง ณ แหล่งกำเนิดเฉพาะถึงระบบเครื่องจักรขนาดใหญ่ เช่น ระบบของเทศบาลเมืองระยอง	การพัฒนาระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนและระบบใช้ประโยชน์ก๊าซชีวภาพโดยอาศัยเทคโนโลยีในประเทศ
การนำก๊าซฝังกลบกลับมาใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า	ปัจจุบันมีการดำเนินการอยู่แล้วในพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยขนาดใหญ่ของกรุงเทพมหานคร	ควรมีการวิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพของระบบรวบรวมก๊าซ รวมทั้งพัฒนาระบบผลิตกระแสไฟฟ้าจากก๊าซฝังกลบขนาดใหญ่โดยอาศัยเทคโนโลยีในประเทศ
การลดการเกิดก๊าซมีเทนในพื้นที่ฝังกลบโดยการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจน	ปัจจุบันมีการทดลองใช้เทคโนโลยีฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจนที่เทศบาลตำบลแหลมฉบัง	ต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาเกณฑ์การออกแบบและการดำเนินการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจนที่เหมาะสม รวมทั้งประเมินปริมาณก๊าซมีเทนที่ลดได้จากการดำเนินการ

ตารางที่ 3.3.16 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย (ส่วนขยะมูลฝอย) ระหว่างปี พ.ศ. 2548-2583 ในกรณีที่มีมาตรการจัดการของเสียต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น โดยอ้างอิงจากรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) และตารางที่ 3.4.17 แสดงศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมาตรการต่างๆ ดังกล่าว

ตารางที่ 3.3.16 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในภาคการจัดการของเสียในกรณีฐานและกรณีใช้มาตรการจัดการของเสียต่างๆ

Unit: Gg CO_2 Equivalent

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Baseline	9627	13749	14876	16514	18461	20788	23578	26937	30994	35908
3Rs with constant generation rate (1kg/person-d)	9578	13706	14719	16361	18312	20643	23437	25829	26952	28134
3Rs with: constant recycle rate (30%)	9578	10274	10148	11296	12660	14290	16244	18596	21437	24878
3Rs:with constant generation rate (1 kg/person-d) and recycle rate (30%)	9578	10274	10148	11296	12660	14290	16244	17916	18700	19526
3Rs + Organic Treatment	7672	9763	9405	10375	11453	12726	14236	15428	15791	16167
3Rs + Organic Treatment + Landfill Gas Recovery	7672	9763	8232	8761	9354	10040	10804	11284	11525	11149
3Rs + Organic Treatment + Landfill Gas Recovery + Semi-aerobic Landfill	7672	9693	7971	8264	8610	9031	9523	9758	9625	9247

ตารางที่ 3.3.17 ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในภาคการจัดการของเสียจากมาตรการจัดการของเสียต่างๆ

	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
3Rs with constant generation rate (1kg/person-d)	49	43	157	153	149	145	141	1108	4042	7774
3Rs with constant recycle rate (30%)	49	3475	4728	5218	5891	6498	7334	8341	9557	11030
3Rs with constant generation rate (1 kg/person-d) + recycle rate (30%)	49	3475	4728	5218	5891	6498	7334	9021	12294	16382
3Rs + Organic Treatment	1955	3986	5471	6139	7008	8062	9342	11509	15203	19741
3Rs + Organic Treatment + Landfill Gas Recovery	1955	3986	6644	7753	9107	10748	12774	15653	19469	24759
3Rs + Organic Treatment + Landfill Gas Recovery + Semi-aerobic Landfill	1955	4056	6905	8250	9851	11757	14055	17179	21369	26661

ทั้งนี้ในส่วนของน้ำเสีย มาตรการในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ได้แก่ การลดการเกิดน้ำเสีย การใช้เทคโนโลยีสะอาดในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม รวมถึงการใช้ระบบการจัดการแบบปิดเพื่อลดการปล่อยน้ำทิ้งและก๊าซเรือนกระจกออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยนำน้ำทิ้งและก๊าซชีวภาพกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ หรือใช้แนวการลดปริมาณของเสียเป็นศูนย์ (zero waste concept) โดยอาศัยทั้งเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบใช้ออกซิเจน เพื่อลดการปล่อยก๊าซมีเทน และการบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจน แล้วนำกลับก๊าซชีวภาพเป็นพลังงาน ซึ่งเทคโนโลยีดังกล่าวนี้ ได้มีการใช้งานอยู่แล้วในปัจจุบันโดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรม และคาดว่าการเปลี่ยนแปลงในอนาคต จะมีการใช้วิธีการจัดการที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น โดยครอบคลุมกิจกรรมการปล่อยน้ำเสียทั้งในภาคชุมชนและอุตสาหกรรม ตามแนวทางการสนับสนุนวิถีชีวิตแบบยั่งยืนและประหยัดทรัพยากร รวมทั้งใช้พลังงานสะอาดที่ได้จากของเสีย เช่น eco-industry และ eco-town เป็นต้น

3.3.6 การจัดการของเสีย (Waste Management Scenarios) เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การจัดการของเสียอย่างยั่งยืนเป็นเป้าหมายที่สำคัญในการพัฒนาการจัดการของเสียในอนาคต โดยอาศัยการจัดการของเสียแบบผสมผสาน (integrated waste management) ทั้งมาตรการด้านการจัดการและการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม รูปแบบของการจัดการของเสียอย่างยั่งยืนจะแตกต่างกันตามสภาพของท้องถิ่น โดยเฉพาะสภาพเศรษฐกิจ ซึ่งชุมชนที่มีสภาพเศรษฐกิจดีมีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จในการจัดการของเสียได้ง่ายกว่าชุมชนที่มีสภาพเศรษฐกิจไม่ดี (Shekdar, 2009) โดยเฉพาะการมุ่งเป้าสู่สังคมที่ไม่มีการผลิตของเสีย (zero waste) หรือสังคมที่ไม่มีการฝังกลบของเสีย (Zero landfill) ที่จำเป็นต้องมีประสิทธิภาพในการจัดการของเสียดีมาก โดยเฉพาะในกระบวนการ Reduce Reuse และ Recycle (3Rs) ในขณะที่ Ngoc and Schnitzer (2009) ได้เสนอแนวทางการดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาของเสียในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้อย่างยั่งยืนไว้ดังนี้

1) การจัดการของเสียโดยใช้วิธีการที่มุ่งเน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม
2) การพัฒนาระบบนิเวศอุตสาหกรรมที่ไม่ปล่อยของเสีย (zero waste emission)
3) การเพิ่มการใช้ซ้ำและการรีไซเคิลของเสีย
4) การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากของเสีย

จากการศึกษาศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากมาตรการการจัดการของเสียต่างๆ สามารถกำหนดรูปแบบการจัดการของเสียที่ช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างมีประสิทธิภาพได้ดังนี้

1) ภาครัฐควรส่งเสริมการควบคุมอัตราการเกิดมูลฝอยและเพิ่มอัตราการรีไซเคิลอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นมาตรการที่ไม่มีค่าลงทุนเพิ่มเติม เช่น การรณรงค์สร้างจิตสำนึก การจัดตั้งธนาคารขยะในชุมชน การจัดตั้งศูนย์รวบรวมวัสดุรีไซเคิลในชุมชน รวมทั้งอาจใช้มาตรการทางกฎหมายร่วมด้วย เช่น การจัดเก็บค่าธรรมเนียมมูลฝอยตามปริมาตร เนื่องจากมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสัดส่วนสูง

2) ส่งเสริมการจัดตั้งศูนย์การใช้ประโยชน์มูลฝอยอินทรีย์ เช่น ระบบหมักทำปุ๋ย ระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน โดยเฉพาะการดำเนินการโดยตรงที่แหล่งกำเนิดเพื่อลดปัญหาในการปนเปื้อนของขยะ รวมทั้งจัดตั้งศูนย์คัดแยกขยะอินทรีย์ในชุมชน และสร้างกลไกเพื่อกระตุ้นการแปรรูปของเสียเป็นพลังงานโดยใช้มาตรการทางการเงิน เช่น การเพิ่มค่าธรรมเนียมกำจัดของเสียให้สอดคล้องกับค่าใช้จ่ายจริง รวมทั้งค่าเสียหายที่เกิดขึ้นจากผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดอายุของพื้นที่กำจัดของเสีย

3) ส่งเสริมการปรับปรุงพื้นที่กำจัดมูลฝอยให้เป็นแบบถูกหลักสุขาภิบาล โดยมุ่งเน้นการรวมศูนย์ของระบบกำจัดขยะมูลฝอยขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อให้มีศักยภาพในการลงทุนจัดทำระบบจัดการของเสียแบบผสมผสานหรือครบวงจร รวมทั้งสามารถนำก๊าซจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยขนาดใหญ่กลับมาใช้ประโยชน์เป็นพลังงาน

4) ส่งเสริมการปรับปรุงพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยเพื่อลดการเกิดก๊าซมีเทนจากพื้นที่กำจัดมูลฝอยโดยใช้มาตรการห้ามนำสารอินทรีย์เข้ากำจัดในพื้นที่ฝังกลบของเสีย (landfill ban) หรืออาศัยเทคโนโลยีการบำบัดสารอินทรีย์ขั้นต้นก่อนการฝังกลบ เช่น การบำบัดด้วยวิธีเชิงกลชีวภาพ (mechanical-biological Treatment) หรือการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจนในพื้นที่กำจัดที่ไม่มีความคุ้มทุนในการนำกลับก๊าซจากการฝังกลบมูลฝอยเป็นพลังงาน

Zeng et al. (2010) ได้เสนอรูปแบบการจัดการของเสียภายใต้สภาวะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีอุณหภูมิบรรยากาศมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นว่าจะต้องพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต การบริโภคสินค้า และการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักร และนำไปสู่การวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ส่งผลกระทบโดยรวมต่ำที่สุด

3.3.7 ค่าใช้จ่ายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียและการดำเนินการโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism)

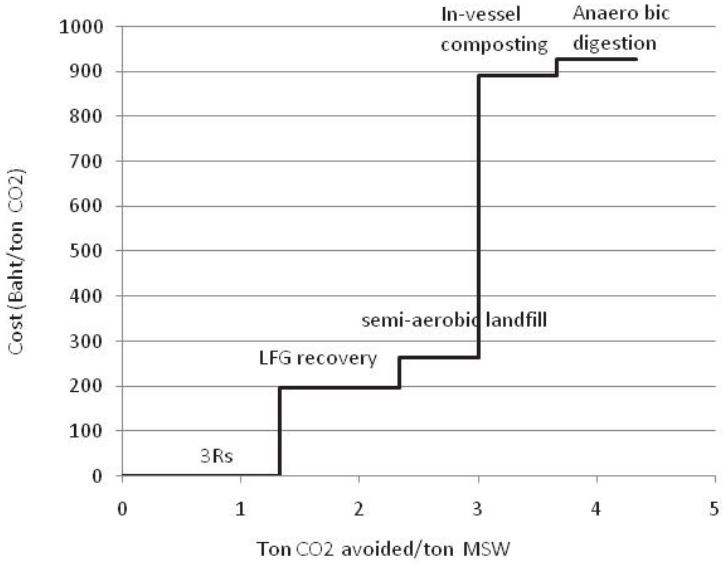
ค่าลงทุนก่อสร้างเทคโนโลยีต่างๆ เป็นราคาค่าลงทุนก่อสร้าง (investment cost) และค่าดำเนินการ ที่อ้างอิงโดยรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก 2553) จากข้อมูลโครงการหรือเทคโนโลยีที่มีใช้งานอยู่ในประเทศไทยในปัจจุบัน หรืออ้างอิงข้อมูลจากรายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้องในระดับฐานข้อมูลของประเทศ ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร เป็นต้น ซึ่งราคาค่าลงทุนและค่าก่อสร้าง และค่าดำเนินการเป็นฐานข้อมูล ณ ปีนั้นๆ โดยเป็นค่าลงทุนส่วนเพิ่มในเทคโนโลยีนั้นๆ ไม่รวมค่าลงทุนและค่าดำเนินงานระบบฝังกลบขยะมูลฝอยอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (sanitary landfill) สรุปได้ดังตารางที่ 3.3.18

ตารางที่ 3.3.18 ค่าลงทุนก่อสร้างและค่าดำเนินงานของการใช้เทคโนโลยีในการจัดการของเสีย

เทคโนโลยี	ปริมาณขยะมูลฝอย (ตัน/วัน)	อายุโครงการ (ปี)	ค่าลงทุนก่อสร้าง (บาท)	ค่าดำเนินงาน (บาท/ตัน)	ที่มา	หมายเหตุ
การฝังกลบแบบ Sanitary Landfill	150	20	524,943,082	279	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548	- ค่าดำเนินงาน 15,254,354 บาท/ปี
เทคโนโลยีในการบำบัดของเสียทางชีวภาพ: การหมักทำปุ๋ย	1000	20	1000,000,000	454	โรงงานปุ๋ยหมักอ่อนนุช, สำนักสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพมหานคร 2552	- เริ่มเดินระบบเมื่อ พ.ศ. 2537
เทคโนโลยีในการบำบัดของเสียทางชีวภาพ: การย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน	70	20	142,858,283	335	โครงการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ เทศบาลนครระยอง, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548	- เริ่มเดินระบบเมื่อ ปี พ.ศ. 2537 2548 - ค่าลงทุนส่วนเพิ่มระบบย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนและระบบผลิตพลังงาน
เทคโนโลยีการนำก๊าซมีเทนกลับมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า	150	20	58,168,039	142	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2548	- ค่าลงทุนส่วนเพิ่มระบบนำกลับก๊าซมีเทนและระบบผลิตกระแสไฟฟ้า - อายุการใช้งานระบบรวบรวมและผลิตกระแสไฟฟ้า 20 ปี - ค่าดำเนินงาน 90,900,000 บาท/ปี - ปริมาณขยะในพื้นที่ฝังกลบสะสมต้องไม่น้อยกว่า 1 ล้านตัน
เทคโนโลยีการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจน	4000	20	700,000	-	โครงการระบบฝังกลบแบบกึ่งเติมออกซิเจน เทศบาลตำบลแหลมฉบัง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2553	- เริ่มเดินระบบเมื่อ พ.ศ. 2552 - ค่าลงทุนส่วนเพิ่มระบบท่ออากาศและท่อรวบรวมน้ำชะขยะ - ไม่มีค่าดำเนินการเพิ่มเติมจากการดำเนินการฝังกลบทั่วไป - ปริมาณขยะมูลฝอยในบ่อฝังกลบที่ออกแบบมีปริมาตร 7000 ลบ.ม. คิดเป็นน้ำหนัก 4000 ตัน (กำหนดค่าความหนาแน่นขยะที่ฝังกลบ 500-600 ลบ.ม.)

ที่มา: ปรับปรุงจากองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (2553)

รูปที่ 3.3.4 แสดงค่าใช้จ่ายในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (abatement cost curve) ของมาตรการจัดการของเสียต่างๆ โดยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่สามารถลดได้กับค่าลงทุนเพิ่มเติมจากกรณีการกำจัดขยะมูลฝอยด้วยวิธีการฝังกลบ ซึ่งจะเห็นว่า การใช้มาตรการด้านการจัดการของเสีย ซึ่งได้แก่การควบคุมอัตราการเกิดของเสียและการรีไซเคิลที่แหล่งกำเนิด จะไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมและสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้สูงสุด ในส่วนมาตรการด้านการใช้เทคโนโลยี การนำก๊าซฝังกลบกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้าจะมีค่าใช้จ่ายต่ำกว่าเทคโนโลยีอื่น และใกล้เคียงกับการฝังกลบแบบกึ่งใช้ออกซิเจน ส่วนการบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์โดยการหมักทำปุ๋ยและย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจนในรูปแบบของระบบขนาดใหญ่ติดตั้งที่ศูนย์จัดการของเสียรวมมีค่าใช้จ่ายอยู่ในเกณฑ์สูง



รูปที่ 3.3.4 ค่าใช้จ่ายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียด้วยมาตรการต่างๆ (ปรับปรุงจากรายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก พ.ศ.2553)

การดำเนินการตามมาตรการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ดังกล่าวข้างต้นนั้น ในมาตรการที่มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้นนั้นจำเป็นต้องมีความคุ้มทุนในการลงทุนจึงจะสามารถดำเนินการได้อย่างยั่งยืน ทั้งนี้กลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism) นั้นเป็นส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยให้การลงทุนโครงการมีความคุ้มทุน โดยสามารถนำรายได้จากการขายคาร์บอนเครดิตมาสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโครงการได้อีกทางหนึ่ง นอกเหนือจากผลพลอยได้โดยตรงจากโครงการ เช่น พลังงานไฟฟ้า ความร้อน หรือปุ๋ย เป็นต้น ในปัจจุบันโครงการจัดการของเสียที่เข้าข่ายที่สามารถดำเนินตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด ประกอบด้วย โครงการนำก๊าซฝังกลบกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้า โครงการแปรรูปขยะมูลฝอยเป็นพลังงาน เช่น การเผา การย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน เป็นต้น จากการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง Gurung and Polprasert (2007) ได้วิเคราะห์ทางเลือกของการจัดการขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานคร และเสนอว่าการลดปริมาณขยะมูลฝอยด้วยมาตรการ 3Rs หรือการบำบัดขยะมูลฝอยอินทรีย์ และการนำกลับพลังงานจากขยะมูลฝอย เช่น การนำก๊าซฝังกลบกลับมาผลิตพลังงานไฟฟ้า เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับการดำเนินการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด ในขณะที่ Pharino and Jaranasaksakul (2009) ได้วิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการนำก๊าซฝังกลบจากพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอยของกรุงเทพมหานครกลับมาผลิตกระแสไฟฟ้า และระบุว่าอัตราคืนทุนของโครงการอยู่ในช่วง 13-38% เมื่อดำเนินการโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาด

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. ข้อมูลการลดและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาล, ข้อมูลดและใช้ประโยชน์ขยะ_องค์ประกอบและปริมาณ พ.ศ.2546. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.pcd.go.th

กรมควบคุมมลพิษ 2547. โครงการสำรวจและวิเคราะห์องค์ประกอบขยะมูลฝอยชุมชนของเทศบาลทั่วประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์.

กรมควบคุมมลพิษ. รายงานสถานการณ์ด้านการบำบัดขยะมูลฝอยในประเทศไทยปีพ.ศ.2536-2548. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.pcd.go.th

กรมควบคุมมลพิษ 2549. ข้อมูลสถิติปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย. ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย.

กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน 2539. โครงการศึกษาความเหมาะสมการผลิตก๊าซมีเทนจากขยะชุมชนเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงพลังงาน. รายงานฉบับสมบูรณ์.

เทศบาลนครภูเก็ต. สถิติปริมาณขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ต พ.ศ.2541-2551. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.phuket.go.th

เทศบาลนครภูเก็ต. ข้อมูลการดำเนินงานโรงงานเตาเผาขยะมูลฝอย เทศบาลนครภูเก็ต พ.ศ.2549-2550

เทศบาลเมืองเกาะสมุย. ข้อมูลการดำเนินงานโรงงานเตาเผาขยะมูลฝอย เทศบาลเมืองเกาะสมุย พ.ศ.2549-2550

บริษัทเอ็นไวรอนเมนตอล เอ็นจิเนียริ่ง คอนซัลแตนส์ จำกัด (อีอีซี) ร่วมกับ EC-ASEAN Energy Facility (EAEF) 2549. รายงานการศึกษาความเหมาะสม “Feasibility Study for the Sustainable Development of Samui Island”

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2553. รายงานฉบับสมบูรณ์ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ภาคของเสีย. กรุงเทพฯ.

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2553. รายงานการศึกษาแนวทางการพัฒนาเพื่อจัดทำข้อมูลและแบบจำลองสำหรับ Emission Inventory ของประเทศไทย ภาคของเสีย. รายงานฉบับสมบูรณ์เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)

Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., Salvaros, O., Luknanulak, N., Towprayoon, S. and Visvanathan, C. 2005. Comparison of Different Methods for Determining Emission from Waste Disposal Sites in Thailand. Asian J. Energy Environ. 6(1) : 1-16.

Chiemchaisri C., Chiemchaisri W. and Sawat A. 2006. Minimization of Methane Emission from Solid Waste Disposal Site by Vegetated Cover Soil, Asian Journal of Water, Environment and Pollution, 3(2): 29-33.

Chiemchaisri, C., Juanga, J. P. and Visvanathan, C. 2007. Municipal solid waste management in Thailand and disposal emission inventory. Environ Monit Assess, 135 : 13–20.

Chiemchaisri, C. and Visvanathan, C. 2008. Greenhouse Gas Emission Potential of the Municipal Solid Waste Disposal Sites in Thailand. J. Air & Waste Manage. Assoc. 58 : 629–635.

Gurung, I. and Polpraset, C. 2007. Application of clean development mechanism (CDM) for solid waste management in developing countries: A case study for Bangkok, Thailand. Proceedings of the International Conference on Sustainable Solid Waste Management, Chennai, India.

IPCC. 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories, Volume 2 Workbook. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

IPCC. 2000. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

IPCC. 2006. 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, . Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Ishigaki, T., Chung, C.V., Sang, N.N.., Ike, M., Otsuka, O., Yamada, M. and Inoue, Y. 2008. Estimation and field measurment of methane emission from waste landfills in Hanoi, Vietnam. J. Mater Cycles Waste Manag. 10 : 165-172.

Kornboonraksa, T., Chiemchaisri, C., Chiemchaisri, W., Towprayoon, S. and Visvanathan, C. 2005. Determination of Methane Gas Emissions from Waste Disposal Sites in Thailand", Environmental Engineering Journal, 19(3) : 11-23.

Kosulwat, V. 2009. The nutrition and health transition in Thailand. Public Health Nutrition, 5(1A) : 183-189.

Liamsanguan, C. 2005. "Life Cycle Assessment of Integrated Solid Waste Management in Phuket". Ph.D. Thesis, Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi. ISBN: 974-185-366-1.

Machado, S.L., Carvalho, M.F., Gourc, J.P., Vilar, O.M. and Nascimento, J.C.F. 2009. Methane Generation in Tropical Landfills: Simplified methods and field Results. Waste Management 29: 153-161.

Ngoc, U.N. and Schnitzer, H. 2009. Sustainable solutions for solid waste management in Southeast Asian Countries. Waste Management 29: 1982-1995.

Pharino, C. and Jaranasaksakul, B. 2009. CDM: A Mechanism to promote solid waste management efficiency and GHG reductions in Thailand. Paper presented at Joint Actions on Climate Change (JAOCC), City of Aalborg, Denmark.

Shekdar, A.V. 2009. Sustainable solid waste management: An integrated approach for Asian countries. Waste Management 29 : 1438-1448.

Towprayoon, S. 1994. Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector, Thailand Environmental Institue : p.107-118.

Towprayoon, S. and Masniyon, M. 1999. Calculation of Methane Emission from Landfill Using Country Default Value. Proceeding of Inter-Regional Symposium on Sustainable Development (ISSD) 18-20 May, Kanchanaburi, Thailand.

Wangyao, K., Towprayoon, S., Chiemchaisri, C., Gheewala, S.H. and Nopharatana, A. 2007. Methane collection efficiency of horizontal landfill gas collectors. Int. J. Appl. Environ. Sci., 2(1): 49-55.

Wangyao, K., Towprayoon, S., Chiemchaisri, C., Gheewala, S.H. and Nopharatana, A. 2009. Application of the IPCC Waste Model to solid waste disposal sites in tropical countries: case study of Thailand. Environ Monit Asses. 164: 249-261.

Wanichpongpan, W. and Gheewala, S.H. 2007. LCA as a decision support tool for landfill gas-to-energy projects. J Clean Prod., 15: 1819–1826.

Zeng, X., Sun, Q., Huo, B., Wan, H. and Jing, C. 2010. Integrated solid waste management under global warming. Open Waste Management Journal, 3: 13-17.

4

เศรษฐศาสตร์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ดร.ณัฐพงษ์ ชยวัฑโฒ

วิธีอ้างอิง

ณัฐพงษ์ ชยวัฑโฒ, 2554: *เศรษฐศาสตร์การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก.* คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์ และอำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- การประเมินต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ การประเมินต้นทุนสุทธิ (ต้นทุน – ผลประโยชน์) ในกรณีใช้มาตรการหรือยุทธศาสตร์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เทียบกับกรณีปกติ (non policy case) การประเมินต้นทุนทางเทคนิคประกอบด้วย 3 วิธี คือ (1) Cost-benefit analysis, (2) Cost effectiveness analysis และ (3) Multi-attribute analysis
- ประเภทของต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประกอบด้วย 4 ประเภท คือ (1) ต้นทุนโดยตรงด้านวิศวกรรมและการเงินจากมาตรด้านเทคนิคเฉพาะ (Technology) (2) ต้นทุนแยกในแต่ละสาขา (Economic costs for a given sector) ที่เกิดจากมาตรการต่างๆ และภายใต้สถานการณ์ต่างๆ (Scenario) (3) ต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomic costs) คือ การประเมินผลกระทบของมาตรการในภาพรวมทั้งหมด และ (4) ต้นทุนด้านสวัสดิการ (Welfare costs) คือ ต้นทุนด้านสุขภาพ สังคมและความเป็นอยู่ของประชาชน
- ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณต้นทุน (Key assumption of Importance to costing estimates) ประกอบด้วย (1) ภาษีหมุนเวียน (Tax recycling) ทั้งกรณีสภาวะปกติ (baseline) และกรณีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (mitigation) (2) การกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามปริมาณและช่วงเวลา (target setting for GHG emission reduction: level and timing) (3) กลไกความร่วมมือระดับนานาชาติ (International Co-operative Mechanisms) เช่น การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (Emission Trading, ET), การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (Joint Implement, JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) และ (4) การกำหนดค่าสมมุติฐาน เช่น จำนวนประชากรและผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศ (Gross Domestic Product, GDP) เป็นต้น
- จากการทบทวนงานวิจัยด้านศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบริบทของประเทศไทย ทั้งงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีความแตกกันอย่างมาก เหตุผลหลักเกิดจากการพิจารณา technology option ที่ต่างกัน รวมทั้งค่าสมมุติฐานอื่นๆ เช่น อัตราการใช้งาน (penetration rate) เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าในปี พ.ศ. 2552 มีศักยภาพเท่ากับ 68 $MtCO_2$ มาตรการส่วนใหญ่เป็นมาตรการด้านชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และการส่งเสริมการปลูกป่า ในปี พ.ศ. 2563 มีศักยภาพอยู่ระหว่าง180-508 $MtCO_2$ และในปี พ.ศ. 2573 ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 100 $MtCO_2$ มาตรการที่มีศักยภาพส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม โดยการส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง
- การพิจารณาเลือกมาตรการใดควรทำก่อนหลัง สามารถประเมินได้จากค่า abatement cost และขนาดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยทั่วไปควรเลือกมาตรการที่มีค่า abatement cost ติดลบมากที่สุด (แสดงอยู่ในแกน y ของ abatement cost curve) หมายความว่าเป็นมาตรการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุดและก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด ในขณะเดียวกันก็ควรเลือกมาตรการที่ทำให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด (แสดงในแกน x) จากการทบทวนงานวิจัย พบว่า มาตรการด้านอนุรักษ์พลังงาน ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งด้านต้นทุนที่ติดลบและปริมาณในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณมาก เช่น มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในโรงงานอุตสาหกรรม มาตรการระบบแสงสว่างประสิทธิภาพสูง มาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงไฟฟ้า เป็นต้น

4.1 บทนำ

จุดประสงค์ของมาตรการในการลดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ คือ ลดความเสียหายจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก จากปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศของโลก การประเมินต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ การประเมินต้นทุนสุทธิ (ต้นทุน–ผลประโยชน์) ในกรณีใช้มาตรการหรือยุทธศาสตร์ในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบกับกรณีปกติ (non policy case) ซึ่งส่วนต่างดังกล่าวเรียกว่าต้นทุนเพิ่ม ในบางกรณีผลลัพธ์มีค่าลบ แสดงว่าโครงการนั้นๆ สามารถทำให้เกิดผลประโยชน์ (benefit) จากการดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การดำเนินโครงการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทำให้เกิดผลกระทบหลายด้าน เช่น ผลกระทบด้านเศรษฐศาสตร์ ด้านสังคมและสิ่งแวดล้อม ในหัวข้อนี้ได้เสนอเฉพาะผลกระทบทางด้านเศรษฐศาสตร์ รวมทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินและการนำเสนอผลลัพธ์ของการศึกษาด้วย Abatement Cost Curve

4.2 แนวคิดด้านราคาของการลดก๊าซเรือนกระจก

- แนวทางการประเมินต้นทุน (Cost assessment approach)

คือ การใช้พื้นฐานทั่วไปของการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ (Cost-benefit analysis) โดยที่ตัวแปรด้านต้นทุน (costs) มีนัยว่าก่อให้มีผลกระทบด้านลบ และตัวแปรด้านผลประโยชน์ (benefit) มีผลกระทบด้านบวก

- Abatement costs

คือ การเปรียบเทียบกันระหว่างต้นทุนของมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation costs) กับต้นทุนของสถานการณ์ปกติที่ไม่มีการส่งเสริมใช้มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Non-greenhouse gas policy case) หรือเรียกว่า Baseline scenario เหตุผลที่ต้องประเมินต้นทุนเพิ่ม คือ เทคโนโลยีหรือทรัพยากรที่ต้องใช้ในมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity cost) ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเลือกจากการใช้งานเดิมของเทคโนโลยีหรือทรัพยากรนั้นๆ ดังนั้น ราคา (Prices) ที่ใช้ในการคำนวณ จะต้องเป็นราคาทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งอาจเป็นราคาตลาด (market price) หรือราคาเงา (Shadow price) หรือต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity costs)

แนวคิดของการคำนวณต้นทุนเพิ่มนี้ ได้ถูกนำไปใช้ใน การดำเนินการของสหประชาชาติ และเป็นหลักในการคำนวณการโอนทางการเงิน (Financial transfer) ไปยังประเทศในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1 (Non-Annex 1 countries) อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าจะมีความแตกต่างกันระหว่างต้นทุนของโครงการ (cost of project) และต้นทุนเพิ่ม (Abatement cost) แต่ทั้ง 2 วิธีจะให้ผลลัพธ์ที่ไปในทิศทางเดียวกันในการตัดสินใจ

- Opportunity costs

ต้นทุนค่าเสียโอกาส (opportunity cost) หมายถึง มูลค่าของผลตอบแทนจากกิจกรรมที่สูญเสียโอกาสไปในการเลือกทำกิจกรรมอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นต้นทุนที่ต้องคำนึงในทางเศรษฐศาสตร์ เช่น กรณีการกักเก็บคาร์บอนโดยการปลูกต้นไม้ในพื้นที่สาธารณะ ในการประมาณต้นทุน (cost) ก็มีคำถามว่า อะไรบ้างที่ใช้ในการคำนวณต้นทุน ในบางกรณีจะไม่มีต้นทุน เพราะว่าไม่มีการเช่าที่ดินทำให้ไม่มีการจ่ายเงินจากเจ้าของโครงการไปยังเจ้าของที่ดิน อย่างไรก็ตาม การคำนวณดังกล่าวไม่ได้รวม opportunity cost ซึ่งต้นทุนของที่ดินจะต้องประเมินในรูปของมูลค่าของผลลัพธ์ที่ได้รับจากที่ดินนั้นๆ ที่ไม่ได้ใช้สำหรับปลูกป่า และมูลค่าของผลลัพธ์อาจจะได้รับทางตรงจากผลผลิตทางการเกษตรและ/หรือ ทางอ้อมจากการทำกิจกรรมอื่นๆ นอกจากนี้แล้ว ตัวอย่างอื่นๆ เช่น ภาครัฐได้ทำการเช่าที่ดินสำหรับเกษตรกรไว้สำหรับทำปศุสัตว์ แต่ถ้าที่ดินนี้ถูกใช้ในการปลูกป่า ภาครัฐก็ไม่ได้เรียกร้องเงินจากกรมป่าไม้แต่อย่างใด ซึ่งในสถานการณ์นี้ opportunity cost ก็คือการสูญเสียรายได้ของภาครัฐ อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถประเมินได้ว่าสถานการณ์นี้เป็น opportunity cost ของภาครัฐเพราะว่า ราคาของการเช่าที่ดินในขณะนั้นอาจจะไม่เท่ากับ opportunity cost ของที่ดินนั้นๆ ถึงแม้ว่าจะสมมุติว่ามูลค่าสูงสุดคือการใช้ที่ดินสำหรับปศุสัตว์ก็ตาม ซึ่งมูลค่าของการใช้ที่ดินสำหรับปศุสัตว์ คือ รายได้สุทธิจากปศุสัตว์ หลังจากหักค่าใช้จ่ายทั้งหมด

การศึกษายุทธศาสตร์ด้านต้นทุนของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีจุดประสงค์ที่ลด opportunity cost ให้มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งบางกรณี opportunity cost ก็คือ Economic cost และมีความสัมพันธ์กับ Social cost รวมทั้ง Shadow price โดย Social cost ประกอบด้วย External cost รวมกับ Private cost ซึ่ง External cost คือ การมองผลกระทบที่มีต่อบุคคลอื่นในลักษณะต้นทุน ซึ่งมีทั้งต้นทุนที่ให้ผลดีและผลเสีย เช่น ผลลัพธ์จากการปล่อยมลพิษของโรงไฟฟ้าที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของชุมชนในบริเวณนั้นๆ สำหรับ Private cost คือ ต้นทุนที่ผู้ผลิตต้องจ่ายโดยตรง

โดยทั่วไปการประเมินต้นทุนทางเทคนิคประกอบด้วย 3 วิธี คือ

(1) Cost-benefit analysis คือ การคำนวณมูลค่าเงิน (monetary) ของผลกระทบทั้งด้านบวกและด้านลบ การกำหนดราคาในการคำนวณสามารถทำได้ 2 วิธี คือ ราคาที่ใช้ในตลาด (market price) และราคาเงา (Shadow price)[1]

(2) Cost effectiveness analysis คือ วิธีการคัดกรอง cost-benefit โดยที่การประเมินต้นทุนทั้งหมดจะต้องมีความสัมพันธ์กับเป้าหมายทางด้านนโยบาย ซึ่งเป้าหมายด้านนโยบาย คือ ผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการนั่นเอง ส่วนผลกระทบในด้านอื่นๆ ทั้งหมด จะถูกประเมินในรูปต้นทุน (Cost) ซึ่งสามารถประเมินได้ทั้งด้านบวกหรือลบ การกำหนดเป้าหมายด้านนโยบายสามารถกระทำได้ โดยการกำหนดปริมาณการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้ จะอยู่ในรูปเงินลงทุนต่อก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ ($/tCO2) ในกรณีของต้นทุนสามารถคำนวณให้อยู่ใน ณ เวลาปัจจุบัน (Net present value, NPVc) โดยใช้สมการ

$$NPV_c = \sum_{t=0}^{T} \frac{C_t}{(1+i)^t}$$

ซึ่ง i คือ อัตราส่วนลด และ Ct คือ ต้นทุน ณ เวลา t

สำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลง (GHG emission reductions) สามารถคำนวณให้อยู่ ณ ในเวลาปัจจุบัน (Net present value, NPVe) เช่นเดียวกับการคำนวณต้นทุนข้างต้น

[1] หมายถึง มูลค่าสูงสุดที่ผู้ได้รับผลกระทบยินดีจ่ายเพื่อไม่ให้ทรัพยากรธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อม ที่เป็นอยู่แย่ลงกว่าเดิม หรือ มูลค่าขั้นต่ำที่ผู้ที่ได้รับผลกระทบจากความเสื่อมของทรัพยากรหรือสิ่งแวดล้อม ที่เขายินดีรับเพื่อชดเชยให้มีความพอใจเท่าเดิม ซึ่ง shadow price ไม่สามารถหาได้โดยตรงจาก ราคาตลาด เนื่องจากไม่มีการซื้อขายสิ่งดังกล่าวในตลาด โดยเฉพาะกรณีของมลพิษนั้น โดยปกติแล้วมลพิษเป็นสิ่ง ที่ไม่มีใครมีสิทธิในทรัพย์สิน (property right is not defined) จึงไม่มีราคาตลาดและต้องใช้วิธีการวัดโดยอ้อม

$$NPV_E = \sum_{t=0}^{T} \frac{E_t}{(1+i)^t}$$

การคำนวณค่า Abatement costs (Baht per tCO_2) คือ ส่วนต่างต้นทุนและการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างมาตรการปกติ (Baseline scenario) กับมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ (Mitigation scenario)

$$MRC_t = \frac{CR_t^{'} - CR_t}{R_t - R_t^{'}}$$

ซึ่ง MRCt คือ Marginal reduction costs ณ ปี t

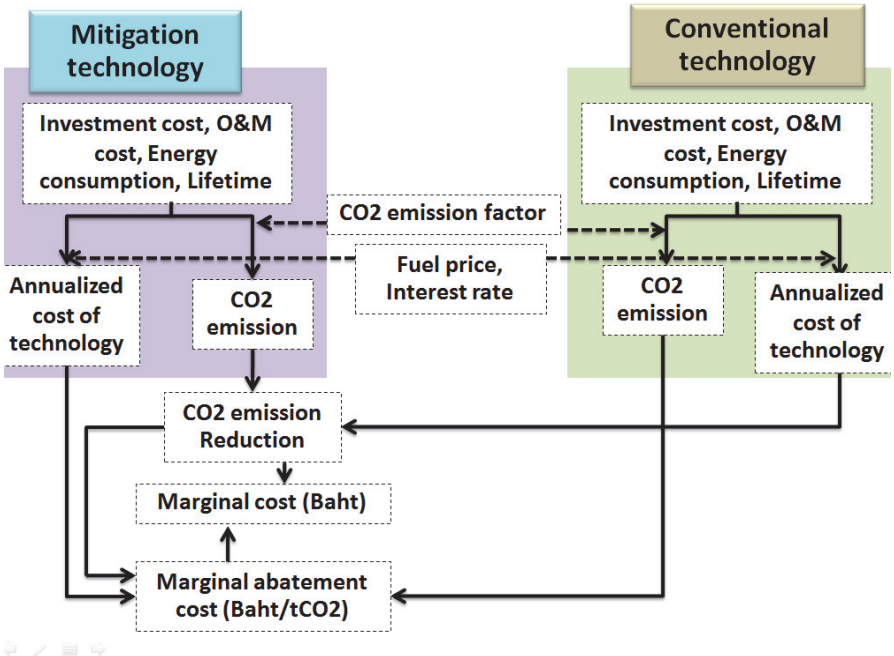
Rt คือ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ ณ ปี t

R't คือ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ หลังจากใช้มาตรการ ณ ปี t

CRt คือ ต้นทุนการดำเนินในสภานการณ์ปกติ ณ ปี t

CR't คือ ต้นทุนการดำเนินมาตการลดการปล่อยก๊าซ ณ ปี t

นอกจากนี้ การคำนวณค่า Abatement costs (Baht per tCO_2) สามารถคำนวณได้โดยการแปลงเป็นต้นทุนรายปี (Levelized cost) สำหรับกรณีปกติ และกรณีดำเนินมาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Mitigation) จากนั้นคำนวณส่วนต่างของทั้งสองกรณี แสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แนวคิดการคำนวณ Abatement cost (Japan Scenarios and Actions towards Low-Carbon Societies (LCSs), NIES, Kyoto University, Mizuho Information, June 2008)

ต้นทุนและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงสามารถแสดงค่าเป็นรายปีเท่ากันตลอดช่วงอายุการใช้งาน (Levelized concept) แสดงในสมการข้างล่าง ซึ่งเป็นสมการของต้นทุนและ GHG emission reduction ตามลำดับ คือ

$$C_0 = NPV_c \frac{i}{1-(1+i)^{-t}}$$

$$E_0 = NPV_E \frac{i}{1-(1+i)^{-t}}$$

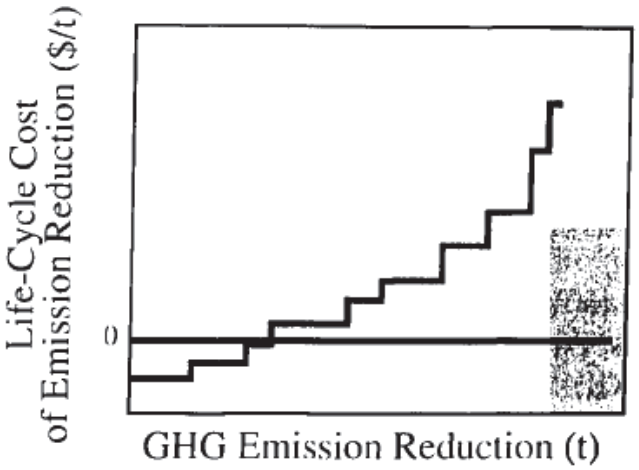
การวิเคราะห์โครงการด้วยวิธี cost effectiveness นอกจากใช้วิธี NPV และวิธีการแปลงเป็นมูลค่ารายปีที่เท่ากันแล้ว (Levlized) ยังสามารถใช้วิธี Internal rate of return (IRR) ได้

(3) Multi-attribute analysis คือ การกำหนดกรอบสำหรับการรวมกันของตัวแปรที่ใช้ในการตัดสินใจที่ต่างกันและมูลค่าที่ต่างกัน ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative analysis) โดยที่ไม่มีการกำหนดมูลค่าเงินให้กับตัวแปรทั้งหมด ยกตัวอย่างเช่น ตัวแปรที่ยากในการกำหนดมูลค่าเงิน คือ ผลกระทบด้านสุขภาพอนามัยของคน มูลค่าของทุน (equity) หรือความเสียหายด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถกลับไปเป็นอย่างเดิมได้

4.3 ประเภทของวิธีการวัดต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์และกรอบของการวัดต้นทุน

การคำนวณต้นทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ ส่วนต่าง (difference) ของต้นทุนในการดำเนินมาตรการใหม่เพื่อลดการปล่อย เมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปกติ (reference) ซึ่งสามารถแบ่งได้ 4 ประเภทคือ

1. ต้นทุนโดยตรงด้านวิศวกรรมและการเงินจากมาตรการด้านเทคนิคเฉพาะ (The direct engineering and financial costs of specific technical measures) คือ ต้นทุนในการดำเนินมาตรการด้านเทคนิค เช่น ต้นทุนในการปรับเปลี่ยนจากเชื้อเพลิงถ่านหินไปเป็นแก๊สในการผลิตไฟฟ้า หรือการปรับปรุงประสิทธิภาพ และการปลูกป่า เป็นต้น การรายงานต้นทุนจะแสดงในรูปเงินปัจจุบัน (NPV) หรือต้นทุนเฉลี่ย (levelized cost) ตลอดวัฏจักรการดำเนินมาตรการ โดยที่ต้นทุนดังกล่าวนี้สามารถให้ผลสุทธิเป็นทั้งค่าบวกหรือค่าลบได้ ในกรณีผลสุทธิเป็นค่าลบ เนื่องจากผลของการประหยัดพลังงานที่เกิดขึ้นมีค่ามากกว่าต้นทุนในการลงทุน ตัวอย่างกราฟแสดงในรูปที่ 4.2 อย่างไรก็ตาม การคำนวณต้นทุนจะขึ้นอยู่กับข้อมูลด้านเทคนิค-เศรษฐศาสตร์และอัตราดอกเบี้ย



รูปที่ 4.2 Cost curve source: Climate Change 1995 (Richels et al., 1995)

2. การคำนวณต้นทุนแยกในแต่ละสาขา (Economic costs for a given sector) คือ การคำนวณต้นทุนที่เกิดจากมาตรการต่างๆ ภายใต้สถานการณ์ที่ต่างกัน (Scenario) เพื่อให้ได้ภาพโดยรวมของแต่ละสาขา โดยใช้ปัจจัยต่างๆ เป็นตัวแปร เช่น อัตราการเติบโตของเศรษฐกิจ และสามารถคำนวณจุดสมดุลบางส่วนได้ (partial equilibrium) ในปัจจุบันมีแบบจำลองในการคำนวณต้นทุนอย่างแพร่หลายในด้านพลังงานและป่าไม้ แต่ยังไม่แพร่หลายในด้านขนส่งและการเกษตรกรรม

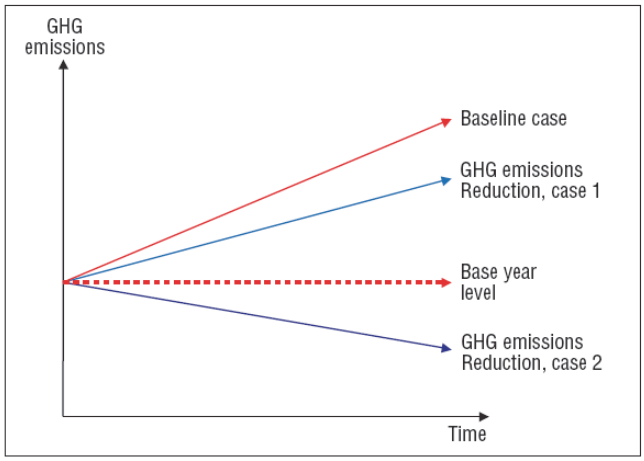
3. ต้นทุนด้านเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomic costs) คือ การประเมินผลกระทบของมาตรการในภาพรวมทั้งหมด เช่น ผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์มวลรวม (gross domestic product, GDP) และการใช้พลังงานในครัวเรือน การลงทุน เป็นต้น โดยการกำหนดดัชนีชี้วัดต่างๆ เช่น เงินมูลค่าเพิ่มของสินค้าและบริการ รวมทั้งกิจกรรมผู้ประกอบการต่างๆ (human activities) ในตลาด นอกจากนี้แล้ว การคำนวณด้านเศรษฐศาสตร์มหภาคยังสามารถใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาขานั้นๆ กับเศรษฐกิจในภาพรวมได้ โดยใช้แบบจำลองที่คำนวณจุดสมดุลทั่วไป (general equilibrium) เช่น แบบจำลองคำนวณดุลยภาพทั่วไป (Computable General Equilibrium Model : CGE Model)

4. ต้นทุนด้านสวัสดิการ (Welfare costs) คือ ต้นทุนด้านสุขภาพ สังคม และความเป็นอยู่ของประชาชน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของ GDP จะไม่มีผลโดยตรง โดยมีเหตุผลต่างๆ ดังนี้ คือ 1) การดำเนินนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศอาจมีผลกระทบต่อ GDP ซึ่งทำให้มีทิศทางการลงทุนที่สูงขึ้นและใช้พลังงานลดลง แต่จะไม่มีผลต่อต้นทุนด้านสวัสดิการ 2) ต้นทุนด้านสวัสดิการอาจไม่เพิ่มขึ้นอย่างเชิงเส้นเมื่อเทียบกับการใช้พลังงาน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของการใช้พลังงาน จึงไม่สามารถนำมาใช้กับต้นทุนด้านสวัสดิการได้ 3) การเปลี่ยนแปลงของระดับ GDP ไม่ก่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายรายได้กับต้นทุนด้านสวัสดิการโดยรวม และ 4) ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อมมีผลต่อต้นทุนสวัสดิการที่ลดลง แต่จะไม่ทำให้ GDP ลดลง

4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการประมาณต้นทุน

1. Tax recycling คือ โครงสร้างของระบบภาษีในกรณีสภาวะปกติ (baseline) และกรณีการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (mitigation) ที่มีการแทนที่ของภาษี (tax substitution) โดยการนำรายได้ที่เก็บได้จากค่าภาษีคาร์บอนไปหมุนเวียนกลับสู่ระบบเศรษฐกิจ (Revenue recycling) ทั้งรูปแบบของการกระจาย (distribution) และการชดเชย (compensation) ซึ่งต้นทุนสุทธิของนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ (climate policy) ขึ้นอยู่กับ 1) โครงสร้างของระบบภาษีก่อนนำเสนอนโยบาย และ 2) ลักษณะของนโยบายว่าจะมีมาตรการด้านภาษีอะไรบ้างที่เกี่ยวข้อง หรือรูปแบบของรายได้ที่จะนำกลับไปหมุนเวียนสู่ระบบและถ้ามีการบิดเบียนของภาษีในอดีต จะทำให้มีความสูญเสียด้านสวัสดิการมากยิ่งขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าภาษีคาร์บอนอาจทำให้มีภาระด้านสวัสดิการเพิ่มขึ้น หรือเกิดประโยชน์สองด้าน (double dividend) อย่างไรก็ตาม ระบบภาษีคาร์บอนทำให้เกิดประโยชน์มากกว่ามาตรการอื่นๆ ในการบรรลุเป้าหมายของพิธีสารเกียวโต

2. การกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามปริมาณและช่วงเวลา (target setting for GHG emission reduction: level and timing) การกำหนดเป้าหมายและระยะเวลาจะมีผลต่อการประมาณต้นทุนในลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก การกำหนดเป้าหมายในการลดการปล่อยมี 2 วิธี คือ 1) กำหนดเทียบกับปีฐาน (base year) หรือ 2) การใช้วิธีการคาดการณ์แนวโน้มในอนาคต (baseline) สำหรับเป้าหมายในการลดเทียบกับปีฐานจะมีความแม่นยำในแง่ของเป้าหมายการลด แต่ในกรณีของการกำหนดเป้าหมายในรูปแบบร้อยละของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต (baseline) จะมีความไม่แน่นอนสูงสำหรับการบรรลุเป้า เนื่องจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตไม่มีใครคาดการณ์ได้แน่นอนรูปที่ 4.3 แสดงการเลือกวิธีการกำหนดเป้าหมายที่ต่างกัน โดยที่เป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกกรณี 2 จะเทียบกับปีฐาน แต่สำหรับกรณี 1 จะเทียบกับกรณีการคาดการณ์การปล่อยในอนาคต (baseline case)



รูปที่ 4.3 การกำหนดเป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยกำหนดเทียบกับปีฐานและแนวโน้มอนาคต (Richels et al., 1995)

นอกจากนี้แล้ว ช่วงเวลา (timing) ของนโยบายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงต้นทุน เช่น กรณีนโยบายในระยะสั้น เงินลงทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะขึ้นอยู่กับค่า capital stock และสาธารณูปโภคและโครงสร้างของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี เป็นต้น

3. กลไกความร่วมมือระดับนานาชาติ (International Co-operative Mechanisms) โดยทั่วไปต้นทุนการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแปรผันในแต่ละประเทศ ขึ้นกับโครงสร้างทางเศรษฐกิจ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และปัจจัยอื่นๆ จากความแตกต่างของต้นทุนในแต่ละประเทศ จึงทำให้เกิดโอกาสในการแสวงหาผลประโยชน์จากกลไกความร่วมมือระดับนานาชาติ เช่น การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (ET), การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (JI) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM)

4. การกำหนดค่าสมมุติฐานขั้นวิกฤตในสาขาพลังงาน (critical assumptions in the energy sector) การตั้งค่าสมมุติฐานมีความสำคัญในการศึกษาเงินทุนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงในตารางที่ 4.1 ตัวอย่างของตัวแปร เช่น ประชากร อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจ อุปสงค์และอุปทานของพลังงาน ความยืดหยุ่นของอุปสงค์พลังงานต่อราคาและรายได้ มาตรการและกฎ ระเบียบ รวมทั้งระบบภาษีซึ่งตัวแปรในสมมุติฐานจะใช้ในการเชื่อมกันระหว่างกรณีปกติ (baseline) และกรณีนโยบายด้านสภาพภูมิอากาศ (climate policy)

ตารางที่ 4.1 ตัวแปรที่ใช้ในสมมุติฐานต่างๆ (Alessandro Lanza et al., 2001)

ประเภทตัวแปร	ความหมาย
ประชากร	อัตราการเติบโตของประชากรที่เพิ่มขึ้น ทำให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น
อัตราการเติบโตด้านเศรษฐกิจ	อัตราการเติบโตทางเศรษฐกิจที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีการใช้พลังงานในกิจกรรมและอุปกรณ์ต่างๆเพิ่มขึ้น
ด้านอุปสงค์พลังงาน (energy demand) ● การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้าง (structural change) ● การเปลี่ยนแปลงด้านเทคโนโลยี (technological change) ● วิถีชีวิต (lifestyle)	การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสาขาพลังงานนั้นๆ ทำให้เกิดผลกระทบอย่างมากต่อการใช้พลังงาน และค่าประสิทธิภาพของอุปกรณ์ มีผลต่อปริมาณการใช้พลังงานปฐมภูมิ
ด้านอุปทานพลังงาน (energy supply) ● เทคโนโลยีที่สามารถจัดหาและใช้งานได้ และต้นทุน ● เทคโนโลยีเสริม ● การเรียนรู้จากอดีต (learning)	ต้นทุนของการจัดหาพลังงานทางเลือก โดยที่พลังงานที่มีปริมาณมากที่สามารถจัดหาได้ จะถูกกำหนดให้เป็นค่าการประมาณต้นทุนสูงสุด อย่างไรก็ตาม ต้นทุนของเทคโนโลยีจะมีความสัมพันธ์กับช่วงเวลา ปริมาณของตลาดและขนาดของหน่วยงานที่ต้องการ
ความยืดหยุ่นของอุปสงค์พลังงานต่อราคาและรายได้	ค่าความยืดหยุ่นคือ ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงอุปสงค์พลังงานกับการเปลี่ยนแปลงด้านราคาหรือรายได้ ซึ่งถ้าค่าความยืดหยุ่นมากขึ้น ก็จะทำให้การใช้พลังงานตอบสนองมาก
ต้นทุนค่าดำเนินการ	ค่าการดำเนินโครงการ ค่าบริหารโครงการและขนาดของโครงการ
มาตรการและเครื่องมือด้านนโยบาย ● เครื่องมือ ● ปัญหาและอุปสรรค	ความสัมพันธ์ระหว่างเศรษฐกิจ และกฎ ระเบียบและมาตรการต่างๆ เช่น ต้นทุนในการแก้ไขปัญหาและอุปสรรค การปรับปรุงและพัฒนาองค์กร หรือการแก้ไขระบบตลาด รวมทั้งการพัฒนาบุคคลากร

ประเภทตัวแปร	ความหมาย
ระบบภาษีในปัจจุบันและ ระบบ tax recycling	การแทนที่ distortionary taxes ทำให้ต้นทุนลดลง
ผลประโยชน์จากความช่วยเหลืออื่นๆ	นโยบายด้านสิ่งแวดล้อมในระดับท้องถิ่นและระดับพื้นที่ทำให้เกิดผลประโยชน์ด้านอื่นๆ (secondary benefits) เช่น การกระจายรายได้ การจ้างงาน เป็นต้น

4.5 แบบจำลองการศึกษาเศรษฐศาสตร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ต้นทุนของนโยบายด้านสภาพดินฟ้าอากาศ (climate policy) สามารถประเมินได้หลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกัน ดังนั้นในหัวข้อนี้ จะนำเสนอการเลือกของการจำลองเพื่อศึกษาต้นทุนของนโยบายด้านสภาพดินฟ้าอากาศที่มีการใช้งานในปัจจุบัน

ประเภทของแบบจำลองทางเศรษฐศาสตร์ (Classification of Economic Models)

1. แบบจำลองการผลิตและผลผลิต (Input-Output) คือ แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างภาคเศรษฐกิจต่างๆ โดยใช้สมการ simultaneous linear โดยกำหนดให้สัมประสิทธิ์ของสมการมีค่าคงที่

2. แบบจำลองเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macroeconomic Models, Keynesian or Effective Demand) คือ เครื่องมือที่สำคัญในการวิเคราะห์ผลกระทบของการดำเนินนโยบายเศรษฐกิจมหภาค และวิเคราะห์ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ในระบบเศรษฐกิจ โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลกระทบต่อนโยบายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งระยะสั้นและระยะกลาง ซึ่งการคำนวณจุดสมดุลของระบบสามารถทำได้โดยการปรับค่าปริมาณ (quantity) แทนที่จะปรับที่ราคา (price) และการคาดการณ์ในอนาคตใช้วิธีทางเศรษฐมิติ (econometric technique)

3. แบบจำลองคำนวณดุลยภาพทั่วไป (Computable General Equilibrium Model : CGE Model) คือ แบบจำลองที่จัดสร้างขึ้นโดยใช้ฐานข้อมูลหลายฐานเพื่อให้สามารถจำลองภาพการเชื่อมโยงกันของระบบเศรษฐกิจทั้งระบบได้อย่างครบถ้วนและถูกต้อง ฐานข้อมูลที่ใช้ประกอบด้วย บัญชีรายได้ประชาชาติ ตารางปัจจัยการผลิตและผลผลิต (I/O table) ข้อมูลการสำรวจภาวะเศรษฐกิจและสังคม ข้อมูลการสำรวจการจ้างงาน รายได้รายจ่ายภาครัฐ ข้อมูลการค้าและการลงทุนระหว่างประเทศ เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้ได้ถูกนำมาจัดทำบัญชีเมตริกส์สังคม (Social Accounting Matrix, SAM) ซึ่งเป็นฐานข้อมูลหลักที่สมบูรณ์ เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง CGE (ฉลองภพ)

4. แบบจำลองออฟติไมเซชั่นพลวัตของพลังงาน (Dynamic Energy Optimization Model) คือ แบบจำลองประเภทหนึ่งในภาคพลังงาน ซึ่งมีการทำงานแบบสมดุลบางส่วน (partial equilibrium) โดยการคำนวณกำหนดให้ต้นทุนรวมของระบบมีค่าน้อยที่สุด (cost minimization)

5. แบบจำลองระบบพลังงานโดยรวม (Integrated Energy System Models) คือ แบบจำลองชนิด bottom-up ที่ประกอบด้วยข้อมูลด้านอุปสงค์พลังงาน (energy demand) และเทคโนโลยีด้านอุปทานพลังงาน (supply technologies) ซึ่งข้อมูลทั้งสองจะถูกกำหนดจากข้อสมมุติฐานจากภายนอก (exogenous assumption) ที่มีความเชื่อมโยงกับเทคโนโลยีและการคาดการณ์จากเศรษฐมิติ ข้อมูลจากภาคอุปสงค์ (demand sector) ประกอบด้วย ข้อมูลด้านอุตสาหกรรม ครัวเรือน บริการและขนส่ง เป็นต้น

6. แบบจำลองการคาดการณ์อนาคตบางส่วน (Partial Forecasting Models) คือ แบบจำลองง่ายๆ ที่ใช้ในการคาดการณ์อุปสงค์และอุปทานพลังงานสำหรับช่วงเวลาหนึ่งๆ หรือช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบพลวัต โดยใช้ข้อมูลด้านเทคโนโลยี ด้านการเงินและต้นทุน

ตารางที่ 4.2 แสดงการประยุกต์ใช้งานของ market-oriented, technology-oriented and voluntary climate policies (แสดงในหัวตาราง) ในแบบจำลองต่างๆ (แสดงในสดมภ์ที่หนึ่ง) เช่น market-oriented policy สามารถประเมินได้ด้วยแบบจำลองเศรษฐศาสตร์มหภาค (macroeconomic model) และแบบจำลองระดับภาค (sectoral model) และการวิเคราะห์แบบ cost-benefit และการวิเคราะห์แบบ cost-effectiveness เป็นต้น แต่ในกรณีแบบจำลอง technology driven สามารถทำได้ทางอ้อมด้วยการกำหนดสมมุติฐานจากภายนอก (exogenous assumptions) เพิ่มเติม และในกรณีของ technology-oriented policy สามารถประเมินได้โดยใช้ technology-driven model ซึ่งต้องการข้อมูลเพิ่มเติม (exogenous assumption) ด้านมาตรฐานของเทคโนโลยีและ learning curve ด้านวิจัยและพัฒนา เป็นต้น

ตารางที่ 4.2 Application of Climate Change Mitigation Policies in Different Analytical Approaches (Lanza et al., 2001)

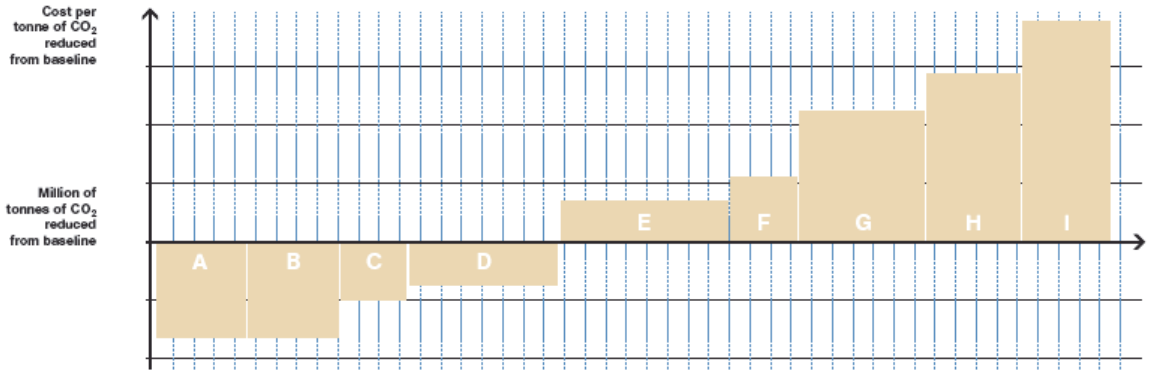
	Market-oriented policies	**Technology-oriented policies**	**Voluntary-oriented policies**
Macroeconomic models			
IO models Keynesian CGE estimated calibrated	All instruments difficulties with modelling of transaction costs	CGE: Exogenous assumptions; few examples with endogenous assumptions	Demand functions for ecological values
Technology-driven simulation and/or scenario models	Exogenous	Exogenous, learning	Qualitative assumptions
Sectoral models			
Partial equilibrium	All instruments	Changes in capital stock	Exogenous demand function for ecological values
Technology-driven models optimization simulation	All instruments modelled through changes in capital stock	Exogenous assumptions on standards and R&D Leaning curves	Investments reflect future expectations on ecological values and policies
Project assessment approaches			
Cost–benefit analysis	All instruments	Exogenous technology data	Exogenous demand function for ecological values
Cost-effectiveness analyses	All instruments	Vintage models	
Technology assessment	No instruments		

4.6 การรายงานผลการพยากรณ์เชิงปริมาณ

- GHG emission reduction marginal cost curves : bottom – up approach

การรายงานผลลัพธ์จากการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถรายงานได้โดยใช้กราฟต้นทุนเพิ่มจากการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission reduction marginal cost curves) การรายงานด้วยวิธีดังกล่าวได้มีการนำไปใช้ทั่วไป เช่น การรายงานของ UNEP สำหรับภาคพลังงาน หลักการสำหรับวิธีนี้คือ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนที่น้อยที่สุดในแต่ละมาตรการกับปริมาณของการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ยกตัวอย่างกรณี เช่น การสร้างกราฟ abatement cost curves for GHG emission reduction ตามแต่ละมาตรการด้วยวิธี Bottom – up

[5] หลังจากคำนวณ abatement cost และ CO_2 emission reduction ในแต่ละมาตรการแล้ว นำผลลัพธ์ทั้งหมดมาวาดกราฟ แสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งแกน Y จะแสดงค่า Baht per tCO_2 และแกน X จะแสดงค่าปริมาณการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือส่วนต่างระหว่างกรณีปกติกับกรณีดำเนินมาตรการ จากนั้นนำปริมาณการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์แต่ละมาตรการมารวมกัน (Cumulative method) สำหรับการคำนวณต้นทุนเพิ่มจากการดำเนินมาตรการ สามารถทำได้โดยการคำนวณพื้นที่ใต้กราฟ

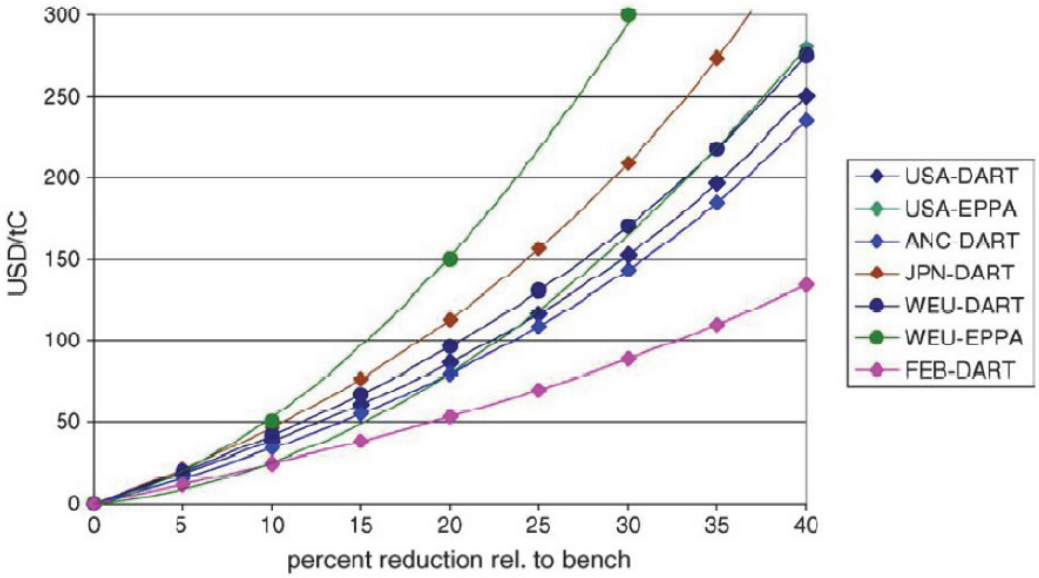


รูปที่ 4.4 ตัวอย่างของAbatement cost แสดงผลเป็นราคาต่อตันของ CO_2 ที่ลดได้และศักยภาพของปริมาณสะสมของ CO_2 ที่ลดได้จากเส้นฐาน (UNFCCC)

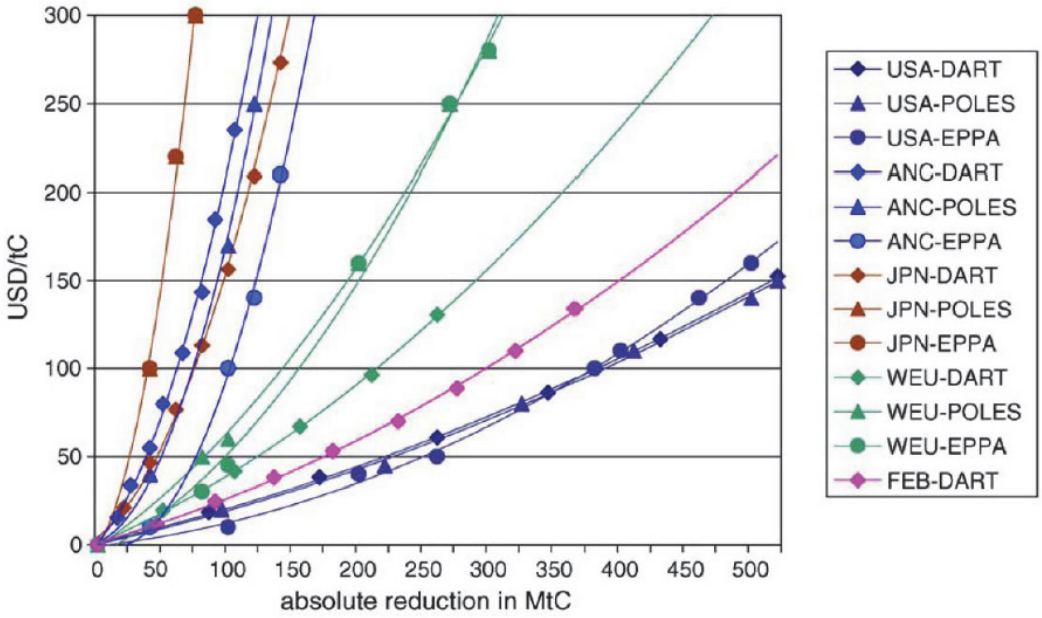
- GHG emission reduction marginal cost curves : Top - down approach (Tippichai, 2010)

การรายงานผลลัพธ์จากการศึกษาการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก นอกจากจะสามารถรายงานโดยใช้วิธี Bottom – up แล้ว ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น การรายงานยังสามารถรายงานได้โดยใช้วิธี Top – down ซึ่งเป็นการศึกษาด้วยแบบจำลองด้านเศรษฐกิจมหภาค (Macroeconomic model) ส่วนใหญ่ใช้แบบจำลองดุลยภาพทั่วไป (Computable General Equilibrium Model, CGE) ซึ่งส่วนมากมีการศึกษาในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น ประเทศสหรัฐอเมริกา แคนาดา รัสเซีย ยุโรปตะวันตก ญี่ปุ่น จีน และประเทศอินเดีย การวิเคราะห์ GHG emission reduction marginal cost curves โดยใช้ CGE model ต้นทุนที่ได้จากการคำนวณคือ Shadow cost ซึ่งอยู่ใต้เงื่อนไขของ Carbon emission และพื้นที่ที่ศึกษา รวมทั้งช่วงเวลาในการศึกษา หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า Shadow cost คือ ภาษี (Tax) ที่จะต้องเกิดขึ้นเพื่อให้สามารถบรรลุเป้าหมายในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หรือเป็นราคาสำหรับการซื้อขายในตลาดคาร์บอน

รูปที่ 4.5 และ 4.6 แสดง Shadow price หรือ Tax เทียบกับเปอร์เซ็นต์การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง และปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง



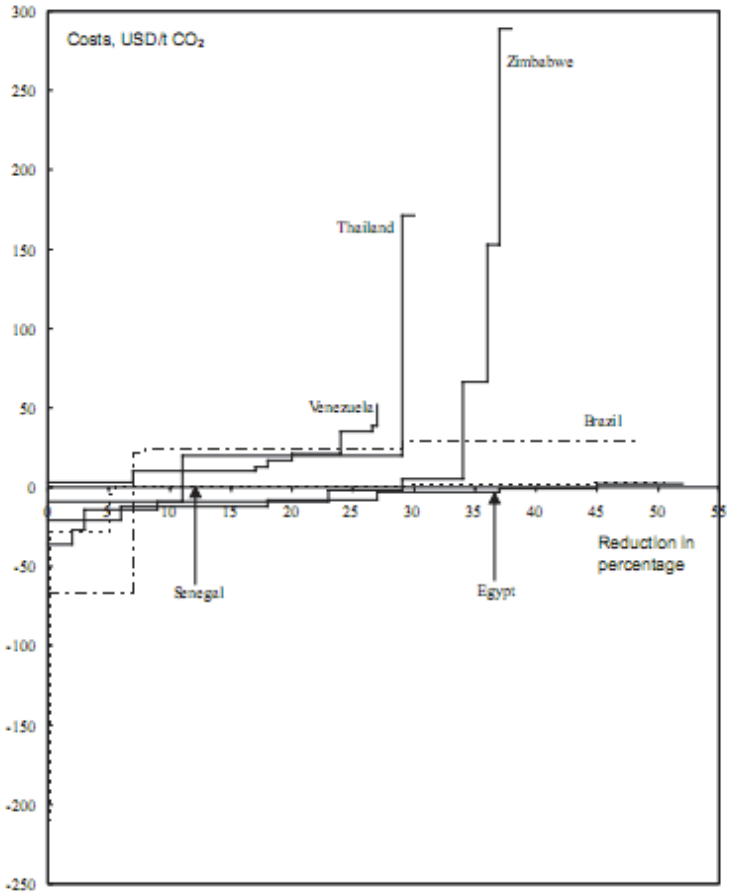
รูปที่ 4.5 Marginal Cost Curve : Top – down approach แกน x แสดง ร้อยละการลดการปล่อย CO_2 (Klepper and Peterson, 2006)



รูปที่ 4.6 Marginal Cost Curve : Top – down approach แกน x แสดงปริมาณการลดการปล่อย CO2 (Klepper and Peterson, 2006)

4.7 มุมมองจากต่างประเทศกรณีราคาการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

การศึกษา abatement cost curve สำหรับประเทศไทยโดย UNEP ซึ่งเป็นการศึกษาร่วมกันหลายประเทศ เช่น ประเทศอียิปต์ เวเนซูเอล่า บราซิล เป็นต้น โดยที่ในการศึกษานี้ ได้วาดกราฟในแกน x ในรูปแบบร้อยละของการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แสดงในรูปที่ 4.7

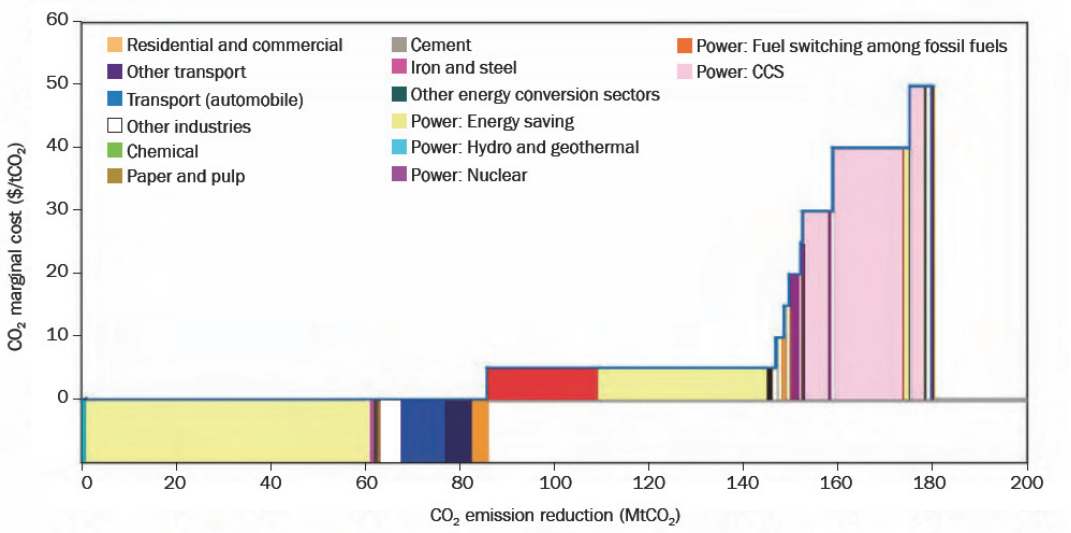


รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบ Marginal cost curve(MCC) ระหว่างประเทศต่าง ๆ โดย UNEP (Halsnes at el., 1998)

จากกราฟแสดงให้เห็นว่าถ้าต้องการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้ได้ร้อยละ 30 ประเทศไทยต้องลงทุนในมาตรการต่างๆ มากกว่าประเทศเวเนซูเอล่า และประเทศเซเนกัล เนื่องจากว่าถ้าดูจากกราฟแล้ว พบว่าประเทศไทยมีพื้นที่ด้านบวกมากกว่าประเทศดังกล่าว แต่จะน้อยกว่าประเทศซิมบับเว

ธนาคารพัฒนาเอเชีย (Asian Development Bank (ADB)) ได้ทำการศึกษาเศรษฐศาสตร์ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ 4 ประเทศในกลุ่มเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งประกอบด้วย ประเทศอินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ เวียดนาม และประเทศไทย จากการศึกษาของประเทศไทยสรุปได้ว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2563 ประมาณ 180 $MtCO_2$ หรือคิดเป็นร้อยละ 55 เทียบกับ BAU แสดงในรูปที่ 4.8 ณ ค่า abatement cost ที่ต่ำกว่า $10 ต่อ tCO_2 หรือ 320 บาท ต่อ tCO_2 อัตราแลกเปลี่ยนเท่ากับ 32 บาทต่อยูเอสดอลล่าร์ พบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ คิดเป็นร้อยละ 83 เทียบกับศักยภาพทั้งหมด ถ้ามีการคิดเทียบกับตลาดซื้อขายคาร์บอน เช่น สมมุติให้ราคาการซื้อขายคาร์บอนเครดิตใน

ตลาดคาร์บอน (Carbon market) เท่ากับ 15 EUR ต่อ tCO2 ณ มกราคม พ.ศ .2554 (ประเภทสินค้า EUA) คิดอัตราแลกเปลี่ยนเท่ากับ 43 บาทต่อยูโร แปลงเป็นเงินบาทจะได้ 645 บาท ต่อ tCO_2 จากการเปรียบเทียบกับราคาซื้อขายในตลาดคาร์บอน แสดงว่าประเทศไทยควรดำเนินโครงการ/มาตรการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เอง จากกราฟพบว่า มาตรการด้านปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานของโรงไฟฟ้า (Energy Efficiency Improvement) มีศักยภาพสูงสุดเท่ากับ 100 $MtCO_2$ ผลการคำนวณ abatement cost ของมาตรการทั้งหมด มีทั้งค่าลบและบวก สำหรับค่าติดลบ แสดงว่ามาตรการดังกล่าวมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากว่าค่าบวก นอกจากนี้แล้ว มาตรการปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าจากถ่านหินไปใช้ก๊าซธรรมชาติ ก็มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เช่นกัน ซึ่งผลการคำนวณ abatement cost เท่ากับ $5 ต่อ tCO_2 อย่างไรก็ตาม ADB ได้มีการคำนวณศักยภาพจากเทคโนโลยี CCS ซึ่งพบว่า ประเทศไทยมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 94 $MtCO_2$ แต่การคำนวณ abatement cost ยังมีค่าสูง เท่ากับ 30$ ต่อ tCO_2 ซึ่งถ้าเป็นเงินลงทุนทั้งหมดมีค่าเท่ากับ $1.5 billion



รูปที่ 4.8 Thailand Abatement Cost Curve (2020) ของเทคโนโลยีต่าง ๆ สำหรับประเทศไทย ศึกษาโดย ADB (ADB, 2009)

นอกจากโครงการข้างต้น ADB ยังได้ทำการศึกษาโครงการ Asia Least-cost Greenhouse Gas Abatement Strategy (ALGAS) - Thailand ซึ่งเป็นโครงการที่ได้ศึกษาในปี พ.ศ. 2541 (โครงการก่อนหน้านี้ได้ศึกษาในปี พ.ศ.2552) สาระสำคัญในประเด็น Cost of CO_2 abatement สรุปว่า ศักยภาพสูงสุดในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2563 มีค่ารวมกันทั้งสิ้น 508 $MtCO_2$ ซึ่งคิดเฉพาะกรณีโรงไฟฟ้ากรณีที่ SW4 เท่านั้น (ผู้เขียนไม่ได้ใช้ค่าตามตารางที่ 4.4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 974.5 $MtCO_2$ เนื่องจาก ค่าดังกล่าวเป็นค่าที่มีการนับซ้ำในภาคผลิตไฟฟ้าจาก SW1+SW2+SW3+SW4) แสดงในตารางที่ 4.3 (ตารางที่4.4 ได้มีการเรียงลำดับ Abatement cost จากน้อยไปมากแล้ว) และรูปที่ 4.9

สำหรับค่า abatement cost จากผลการศึกษาพบว่า มีทั้งค่าบวก (regret option) และค่าลบ (no-regret option ค่า abatement cost ที่เป็นลบจะเป็นมาตรการด้านส่งเสริมใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในภาคอุตสาหกรรม ภาคอาคารครัวเรือน และภาคขนส่ง ซึ่งค่า abatement cost ที่ดีที่สุดมีค่าเท่ากับ -$323 ต่อ tCO_2 จากมาตรการใช้ระบบแสงสว่างประสิทธิภาพสูง สำหรับมาตรการด้านผลิตไฟฟ้า พบว่า ทุกมาตรการมีค่า abatement cost เป็นบวก

ตารางที่ 4.3 รายละเอียดแสดงค่า Abatement cost ของเทคโนโลยีต่าง ๆ เสนอสำหรับประเทศไทยเปรียบเทียบกับกรณีปกติ (BAU)

Option	CO_2 emissions, million tonne	CO_2 Mitigation, million tonnes	Total cost, $ billion	Incremental cost, $ million	Abatement cost, $/$CO_2$ tonne
BAU	777.2	0.0	168.9	0	0
BOIL	766.3	10.9	168.0	-910	-83.3
MOTO	699.6	77.6	167.3	-1,610	-20.8
RELG	775.3	2.0	168.3	-630	-323.1
RECO	768.8	8.5	168.9	30	3.6
RERE	773.1	4.1	168.7	-190	-46.1
CMCO	757.6	19.7	166.2	-2,680	-136.4
CMLG	754.5	22.7	164.3	-,4640	-204.5
TRAN	772.5	4.8	168.2	-660	-139.0
COGE	730.1	47.1	168.5	-390	-8.3
SW1	699.5	77.8	169.0	140	1.8
SW2	621.8	1,55.4	170.3	1,420	9.1
SW3	544.1	2,33.1	179.0	10,110	43.4
SW4	466.3	310.9	190.5	21,630	69.6

Source: Result of optimization, 1997.

Note: COGE = Cogeneration option in industrial sector
BOIL = Increase in oil boiler efficiency in industrial sector
MOTO = Application of efficiency motors in industrial sector
RELG = Lighting program of demand side management in residential sector
RECO = Air condition program of demand side management in residential sector
RERE = Refrigerator program of demand side management in residential sector
CMLG = Lighting program of demand side management in commercial sector
CMCO = Cooling program of demand side management in commercial sector
TRAN = Increase fuel economy in automobiles in transport sector
SW1 = Fuel switching from coal to natural gas for power generation: 52% coal: 44% natural gas
SW2 = Further fuel switching from coal to natural gas for power generation: 22% coal; 73 % natural gas
SW3 = Fuel switching from gas to nuclear for power generation: 8% coal; 45% natural gas; 45% nuclear
SW4 = More electricity generation from nuclear for power generation: 3% coal; 10% natural gas; 80% nuclear

ที่มา: ALGAS Project

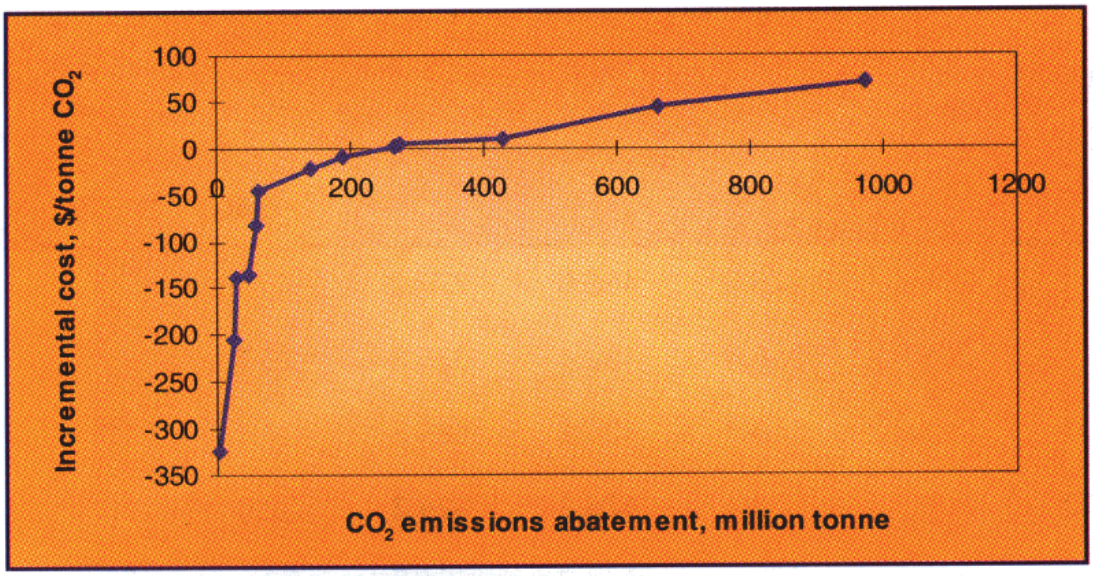
ที่มา: ADB, Asia Least-cost Greenhouse Gas Abatement Strategy-Thailand, UNDP, October 1998

ตารางที่ 4.4 Abatement cost ของเทคโนโลยีที่เสนอสำหรับประเทศไทยที่มีการเรียงตามลำดับน้อยไปมาก

Option	CO_2 mitigation, million tonnes	Cumulative CO_2 mitigation, million tonnes	Abatement cost, $/$co_2$ tonnes
RELG	2.0	2.0	-323.1
CMLG	22.7	24.6	-204.5
TRAN	4.8	29.4	-139.0
CMCO	19.7	49.0	-136.4
BOIL	10.9	60.0	-83.3
RERE	4.1	64.1	-46.1
MOTO	77.6	141.7	-20.8
COGE	47.1	188.8	-8.3
SW1	77.8	266.6	1.8
RECO	8.5	275.0	3.6
SW2	155.4	430.5	9.1
SW3	233.1	663.6	43.4
SW4	310.9	974.5	69.6

Source: Result of optimization, 1997.

Note: *COGE = Cogeneration option in industrial sector*
BOIL = Increase in oil boiler efficiency in industrial sector
MOTO = Application of efficiency motors in industrial sector
RELG = Lighting program of demand side management in residential sector
RECO = Air condition program of demand side management in residential sector
RERE = Refrigerator program of demand side management in residential sector
CMLG = Lighting program of demand side management in commercial sector
CMCO = Cooling program of demand side management in commercial sector
TRAN = Increase fuel economy in automobiles in transport sector
SW1 = Fuel switching from coal to natural gas for power generation: 52% coal: 44% natural gas
SW2 = Further fuel switching from coal to natural gas for power generation: 22% coal; 73 % natural gas
SW3 = Fuel switching from gas to nuclear for power generation: 8% coal; 45% natural gas; 45% nuclear
SW4 = More electricity generation from nuclear for power generation: 3% coal; 10% natural gas; 80% nuclear



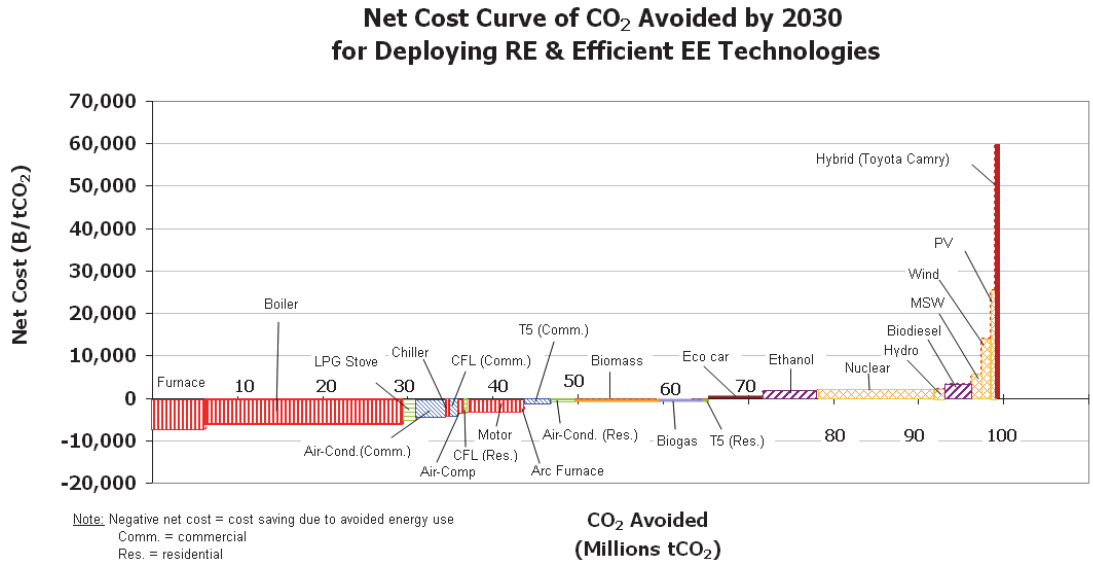
รูปที่ 4.9 Abatement Cost ของเทคโนโลยีต่างๆที่เสนอสำหรับประเทศไทยแสดงผลเป็นกราฟเชิงเส้น (ADB, 1998)

4.8 การลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

การศึกษาการวิเคราะห์ Abatement Cost Curve ภายในประเทศไทย มีการศึกษาอยู่ในบางหน่วยงาน เช่น สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ และ บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด และสถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย (TDRI) และบัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เป็นต้น

การศึกษาวิเคราะห์ Abatement Cost Curve โดย บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และคณะฯ ในปี พ.ศ. 2552 เป็นการประเมินความคุ้มค่าของการลงทุน (Cost effectiveness) ของเทคโนโลยีแต่ละประเภทในภาพรวมของประเทศทั้ง 4 ภาคเศรษฐกิจหลัก ประกอบด้วย ภาคอุตสาหกรรม ภาคภาคขนส่งทางถนน (ไม่รวมภาคขนส่งทางอากาศและน้ำ) ภาคอาคารและภาคครัวเรือน และพลังงานหมุนเวียนประเภทต่างๆ ผลการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 4.10 และตารางที่ 4.5 พบว่า ศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศไทยในปีค.ศ.2030 มีทั้งสิ้นประมาณ 100 $MtCO_2$ ส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม เช่น มาตรการส่งเสริมหม้อไอน้ำประสิทธิภาพสูง (Boiler) มาตรการเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นต้น การคำนวณค่า Abatement Cost มีทั้งค่าลบและค่าบวก โดยที่มาตรการที่เป็นลบมากที่สุด คือ มาตรการส่งเสริมการใช้เตาเผาประสิทธิภาพสูง (Furnace) เท่ากับ -7,050 บาท ต่อ tCO_2 สำหรับมาตรการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ในภาคผลิตไฟฟ้า พบว่า ค่า Abatement Cost มีค่าเป็นบวก (regret option) ทั้งสิ้น โดยเทคโนโลยีผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์มีค่า Abatement Cost สูงสุด 25,500 บาท ต่อ tCO_2 (ไม่คิด Hybrid car)

กล่าวโดยสรุป กลุ่มเทคโนโลยีที่มีศักยภาพประหยัดพลังงานสูงในระยะยาว และมีต้นทุนสุทธิต่ำ ได้แก่ หม้อน้ำ เตาเผาอุตสาหกรรม เตาถ่าน และมอเตอร์ ในแง่การหลีกเลี่ยงการปล่อย CO_2 กลุ่มเทคโนโลยีที่มีศักยภาพสูงและต้นทุนสุทธิต่ำก็เป็นกลุ่มเดียวกับข้างต้น แต่เพิ่มเครื่องปรับอากาศในอาคารยกเว้นเตาถ่าน



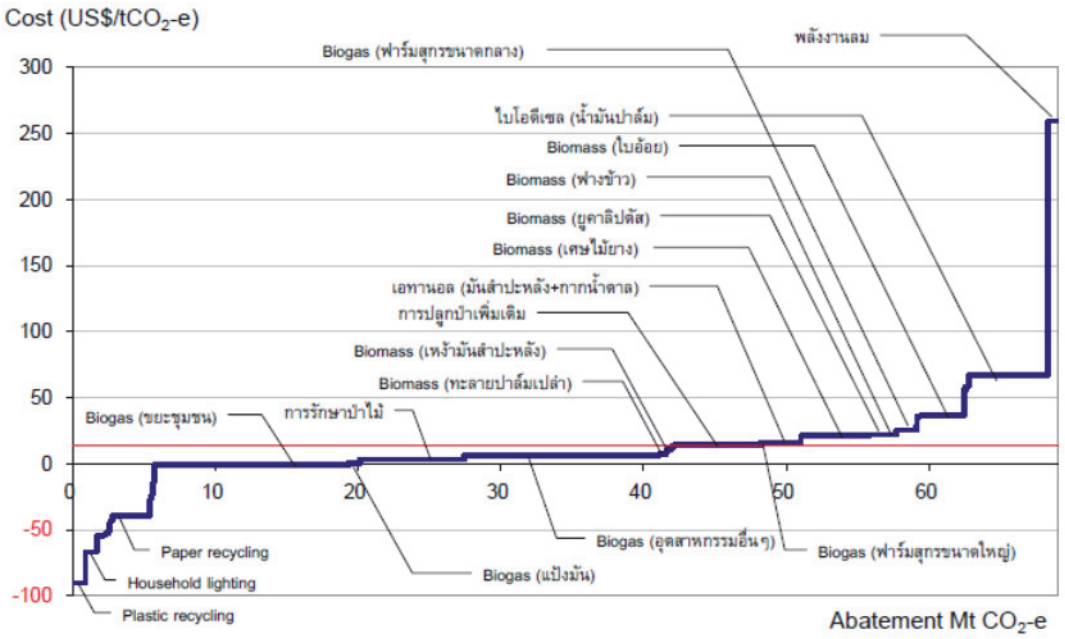
รูปที่ 4.10 Abatement Cost ของ RE+EE เทคโนโลยีต่าง ๆ และศักยภาพการสะสมของ CO_2 ที่ลดได้จนถึงปี 2030
ที่มา : บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และคณะฯ 2009 รายงานฉบับสมบูรณ์ “การประเมิน cost-effectiveness ของการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียน และการประหยัดพลังงานในภาพรวมของประเทศ”

นอกจากนี้แล้ว บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด ได้ทำการศึกษา Abatement Cost ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาเศรษฐกิจที่สำคัญเสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) มีนาคม พ.ศ. 2553 ผลการศึกษาแสดงในรูปที่ 4.11 ซึ่งแสดงผลเฉพาะค่า Abatement Cost ที่มีค่าต่ำกว่า 250 เหรียญสหรัฐต่อคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ลดลง ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า หากพิจารณาเฉพาะมาตรการที่มี Abatement Cost เท่ากับหรือน้อยกว่าศูนย์ พบว่าประเทศไทยมีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มีค่าเท่ากับ 32 $MtCO_2e$ ต่อปี แต่ถ้ามีการพิจารณาทุกมาตรการและเทคโนโลยีรวมกันทั้งหมด จะได้ศักยภาพในการลดการปล่อยเพิ่มขึ้นเป็น 68 $MtCO_2e$

ตารางที่ 4.5 รายละเอียดของ Abatement Cost จำแนกตามรายเทคโนโลยี จนถึงปี พ.ศ. 2573 (บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย 2552)

Sector	Technology	Cumulative avoided CO_2 emission ($MtCO_2$)	Net Cost of avoided CO_2 emission ($Baht/tCO_2$)
Industrial			
	Efficient Motor	6.32	-3,070
	Efficient Air Compressor	0.71	-3,300
	Efficient Chiller	0.24	-4,054
	Efficient Arc Furance	0.24	-2,600
	Efficient Boiler	23.26	-6,050
	Efficient Furnace	6.22	-7,050
Commercial			
	T5 Lamp	3.18	-1,150
	CFL	1.05	-3,810
	Efficient Air-Condition	3.70	-4,340
Residential			
	T5 Lamp	0.32	-20
	CFL	0.42	-3,260
	Efficient Air-Condition Label no.5	2.76	-390
	Efficient LPG Stove	1.54	-5,070
Road Transportation			
	Hybrid Car	0.6	59,882
	Eco-Car	6.59	163
Renewable Energy			
	Biomass	9.2	-85
	Biogas (including CH4)	5.9	-43
	MSW	1.2	5,370
	PV	0.6	25,500
	Wind	1.0	14,100
	Hydro	1.2	2,230
	Nuclear	13.8	2,050
Biofuel	Ethanol	6.4	1,950
	Biodiesel	3.1	3,490

หมายเหตุ ผู้วิจัยได้คำนวณพลังงานหมุนเวียนตามแผนพลังงานทดแทน 15 ปี และประมาณการจนถึงปี 2573 ตามศักยภาพของแต่ละเทคโนโลยี ยกเว้นเทคโนโลยีแสงอาทิตย์ที่ใช้อัตราการเติบโตตามแผนพลังงานทดแทน และโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ ประมาณการติดตั้ง 4,000 MW ค่า plant factor ของ biomass , biogas, MSW, PV, Wind, Nuclear และ Hydro เท่ากับ 0.7, 0.9, 0.94, 0.16, 0.15, 0.85 และ 0.65 ตามลำดับ



รูปที่ 4.11 Abatement Cost จำแนกตามรายเทคโนโลยีในสาขาเศรษฐกิจที่สำคัญ
(บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด 2553)

จากการทบทวนงานวิจัยด้านศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในบริบทของประเทศไทยในงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่ามีความแตกกันอย่างมาก เหตุผลหลักเกิดจากการพิจารณา technology option ที่ต่างกัน รวมทั้งค่าสมมุติฐานอื่นๆ เช่น อัตราการใช้งาน (penetration rate) เป็นต้น ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าในปี พ.ศ. 2552 มีศักยภาพเท่ากับ 68 $MtCO_2$ ซึ่งพบว่ามาตรการส่วนใหญ่เป็นมาตรการด้านชีวมวล ก๊าซชีวภาพ และการส่งเสริมการปลูกป่า ในปี พ.ศ. 2563 มีศักยภาพอยู่ระหว่าง 180-508 $MtCO_2$ ในปี พ.ศ. 2573 ศักยภาพการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีค่าเท่ากับ 100 $MtCO_2$ ซึ่งมาตรการที่มีศักยภาพส่วนใหญ่อยู่ในภาคอุตสาหกรรม โดยการส่งเสริมการใช้อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง

การพิจารณาเลือกมาตรการใดควรทำก่อนหลัง สามารถประเมินได้จากค่า abatement cost และขนาดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยทั่วไปควรเลือกมาตรการที่มีค่า abatement cost ติดลบมากที่สุด (แสดงอยู่ในแกน y ของ abatement cost curve) หมายความว่าเป็นมาตรการที่มีความคุ้มค่ามากที่สุดและก่อให้เกิดผลประโยชน์สูงสุด ในขณะเดียวกันก็ควรเลือกมาตรการที่ทำให้เกิดการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด (แสดงในแกน x) จากการทบทวนงานวิจัย พบว่า มาตรการด้านอนุรักษ์พลังงาน ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดทั้งด้านต้นทุนที่ติดลบและขนาดในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น มาตรการติดตั้งอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงในโรงงานอุตสาหกรรม มาตรการระบบแสงสว่างประสิทธิภาพสูง มาตรการอนุรักษ์พลังงานในโรงไฟฟ้า

ตารางที่ 4.6 สรุปศักยภาพการลดการปล่อย CO2 ของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2552, 2563, 2573

เทคโนโลยี	ศักยภาพในการลดการปล่อย CO_2 ($MtCO_2$)			
	ปี 2563	ปี 2563	ปี 2573	ปี 2552
	ADB (2552)	ADB (ALGAS)	บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย	ERM
Power : Energy saving	100			
Power: Fuel switching	20			
Power : Fuel SW4*		310.9		
Power: CCS	30			
Power: Nuclear	2		13.8	
Power : Renewable			19.1	
Transport (automobile)	10	4.8	7.2	
Other transport	4			
Residential &Commercial	3			
Other	11			
Industry : Co-Gen		47.1		
Industry: Boil		10.9	23.2	
Industry: motor		77.6	6.3	
Industry: Furnace			6.2	
Industry : Air compressor & Chiller & Arc furnace			1.19	
Residential : Light program		2	0.7	1
Residential : Air-condition program		8.5	2.7	
Residential : Refrigerator program		4.1		
Residential : LPG stove			1.5	
Commercial : Light program		22.7	4.2	
Commercial: Cooling program		19.7		
Commercial : Air-condition program			3.7	
Biofuel			9.5	9
Biomass for heat				10
Biogas				35
Other (reforestation, plastic & paper recycling)				13
Total	180	508	100	68

หมายเหตุ * เลือกกรณีที่ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้มากที่สุด คือ กรณี SW4 ที่มี Fuel mix คือ 3% coal, 10% natural gas และ 80% nuclear

เอกสารอ้างอิง

ฉลองภพ สุสังกร์กาญจน์ แบบจำลองเศรษฐกิจมหภาค สถาบันวิจัยเพื่อการพัฒนาประเทศไทย

บัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย และคณะฯ 2009. การประเมิน cost-effectiveness ของการลงทุนด้านพลังงานหมุนเวียน และการประหยัดพลังงานในภาพรวมของประเทศ. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน : มิถุนายน 2552

บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด. โครงการจัดทำข้อเสนอแนะเชิงนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขาเศรษฐกิจที่สำคัญ. เสนอต่อองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) : มีนาคม 2553

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม 2009. โครงการวิจัยเชิงนโยบายเพื่อสนับสนุนการพัฒนาและการใช้พลังงานหมุนเวียนและการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในประเทศไทย ระยะที่ 2. รายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เสนอต่อสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน : มิถุนายน 2552

Halsnes, K., Callaway, J.M. and Meyer, H.J. 1998. Economics of Greenhouse Gas Limitations. Main Reports. Methodological Guidelines, UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment, Risø National Laboratory, Denmark

Richels, R., Robinson, J., et al. 1995. Estimating the Costs of Mitigation Greenhouse Gases. Climate Change 1995 – Economic and Social Dimensions of Climate Change

Lanza, A. at el. 2001. Costing Methodologies. Climate Change 2001: Mitigation, Cambridge University Press.

Japan Scenarios and Actions towards Low-Carbon Societies (LCSs), NIES, Kyoto University, Mizuho Information, June 2008

UNFCCC Resource Guide for Preparing the National Communications of Non-Annex I Parties, Module4 Measures to Mitigate Climate Change

Tippichai, A., Sectoral Marginal Abatement Cost Curve by Top-Down Approach : Cost Effective CO_2 Reduction Target Allocation in the Transport Sector, Doctoral Thesis, Nihon University : January 2010

Klepper, G., and Peterson, S., 2006. Marginal Abatement Cost Curves in General Equilibrium : The Influence of World Energy Prices. Resource and Energy Economics. Vol 28, Issue 1 : pp. 1-23.

ADB. 2009. The Economics of Climate Change in Southeast Asia: A Regional Review, Chapter 8 : Energy Sector Mitigation Option.

ADB. 1998. Asia Least-cost Greenhouse Gas Abatement Strategy-Thailand, UNDP, October 1998

5

นโยบายและมาตรการ

5.1 นโยบายและมาตรการด้านพลังงาน

ดร.บุญรอด สัจจกุลนุกิจ

วิธีอ้างอิง

บุญรอด สัจจกุลนุกิจ, 2554: *นโยบายและมาตรการด้านพลังงาน.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก.* คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Findings)

- นโยบายด้านพลังงานในประเทศไทยมีการพัฒนามาอย่างยาวนาน มีการบรรจุประเด็นด้านพลังงานไว้ในแผนพัฒนาแห่งชาติตั้งแต่ฉบับที่ 1 จนถึงปัจจุบัน ฉบับที่ 10
- นโยบายพลังงานในปัจจุบันเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ที่เน้นการจัดหาแหล่งพลังงานทั้งในและต่างประเทศเพิ่มเติม เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง อุตสาหกรรม และครัวเรือน ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกต่างๆ รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือก และพลังงานทดแทน
- นโบายพลังงานสามารถแบ่งได้เป็น 5 นโยบายหลัก ได้แก่ ความมั่นคงด้านพลังงาน พลังงานทดแทน กำกับดูแลราคาและความปลอดภัย การอนุรักษ์พลังงานและประสิทธิภาพ และการดูแลสิ่งแวดล้อม
- มาตรการด้านพลังงานที่มีการดำเนินการมี 2 รูปแบบ ได้แก่ แบบบังคับด้วยกฎระเบียบและมาตรฐาน และแบบส่งเสริมและสนับสนุน

5.1.1 นโยบายพลังงาน

5.1.1.1 พัฒนาการพลังงาน และนโยบายพลังงาน

การใช้พลังงานเชิงพานิชย์ในประเทศไทยเริ่มในสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ห้า เมื่อบริษัท รอยัลดัทช์ปิโรเลียม จำกัด จัดตั้งผู้แทนจำหน่ายน้ำมันในกรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2435 โดยนำเข้าน้ำมันก๊าดมาจำหน่ายเป็นเชื้อเพลิงจุดตะเกียงเพื่อให้แสงสว่าง และได้รับความนิยมอย่างรวดเร็ว ต่อมาบริษัท แสตนดาร์ดออยล์ จำกัด และบริษัทแว็คคั่มออยล์ จำกัด ได้เข้ามาค้าน้ำมัน และได้ขยายสู่การนำเข้าน้ำมันเบนซินหลังจากพระยาสุรศักดิ์มนตรี เสนาบดีกระทรวงเกษตราธิการ ได้นำรถยนต์คันแรกมาวิ่งบนท้องถนน ในปี พ.ศ. 2439 และพระยาภักดีนรเศรษฐ (เลิศ เศรษฐบุตร) ได้ดัดแปลงมาเป็นรถเมล์หรือที่เรียกว่า "รถเมล์ขาว" อีก 6 ปีต่อมา ต่อมารถยนต์ได้กลายมาเป็นยานพาหนะที่ได้รับความนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ส่งผลให้การใช้น้ำมันเบ็นซินของประเทศขยายตัวเพิ่มขึ้น จึงมีการก่อสร้างสถานีจำหน่ายน้ำมันตั้งแต่ปี พ.ศ. 2473 โดยในช่วงนั้น กิจการน้ำมันเป็นการซื้อมาจำหน่ายโดยไม่มีการผลิตในประเทศ

ประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าใช้ครั้งแรกในปี พ.ศ. 2427 โดยเจ้าพระยาสุรศักดิ์มนตรี (เจิม แสงชูโต) เมื่อครั้งมีบรรดาศักดิ์เป็นเจ้าหมื่นไวยวรนาถ ที่กรมทหาร ซึ่งเป็นที่ตั้งกระทรวงกลาโหมในปัจจุบัน เมื่อความทรงทราบฝ่าละอองธุลีพระบาท พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชการที่ 5 ทรงโปรดเกล้าฯ ให้ติดตั้งไฟฟ้าขึ้นในวังหลวงทันที และในปี พ.ศ. 2430 ได้ทรงพระราชทานสัมปทานเดินรถรางสายแรกในประเทศไทยและในเอเชียโดยในครั้งแรกใช้ม้าลาก ต่อมาได้เปลี่ยนมาใช้ไฟฟ้าขับเคลื่อนขบวนรถในปี พ.ศ. 2437 ซึ่งถือว่าเป็นขบวนรถรางไฟฟ้าสายแรก ๆในโลก และเมื่อ ความนิยมใช้ไฟฟ้าเริ่มเพิ่มขึ้น จึงได้มีการจัดตั้ง บริษัทบางกอก อิเล็คตริก ไลต์ ซินดิเคทในปี พ.ศ. 2440 เป็นการดำเนินกิจการไฟฟ้าโดยเอกชนเป็นครั้งแรก โดยมีสัญญาจ่ายไฟตามจุดต่าง ๆ ในท้องถนนหลวงและสถานที่ราชการ มีการจัดตั้งโรงไฟฟ้าพลังความร้อน ขนาด 18.5 เมกะวัตต์ ที่ข้างวัดราชบูรณะ (วัดเลียบ)

การพัฒนาพลังงานของประเทศในช่วงบุกเบิกมาพร้อมกับการเข้ามาของประเทศตะวันตก และเป็นการลงทุนของบริษัทเอกชนจากต่างประเทศ โดยกิจการน้ำมันเป็นการนำเข้ามาจำหน่าย ส่วนกิจการไฟฟ้าเป็นการให้สัมปทานและเป็นไปโดยเสรี ต่อมารัฐบาลได้เล็งเห็นความสำคัญของกิจการพลังงานที่มีผลต่อความมั่นคงและความรุ่งเรืองของประเทศ ในปี พ.ศ. 2471 จึงได้ประกาศใช้พระราชบัญญัติควบคุมกิจการค้าขาย ระบุถึงสาธารณูปโภค 7 อย่างคือ รถไฟ รถราง ขุดคลอง เดินอากาศ ประปา ชลประทาน และโรงไฟฟ้า จะต้องได้รับอนุญาตหรือสัมปทานจากรัฐก่อนจึงจะดำเนินการค้าขายได้ และได้จัดตั้งแผนกไฟฟ้า สังกัดกองบุราภิบาล กรมสาธารณสุข กระทรวงมหาดไทยขึ้นในปี พ.ศ. 2472 เพื่อจัดให้มีไฟฟ้าใช้ตามสุขาภิบาลต่าง ๆ ซึ่งต่อมาแผนกไฟฟ้า ได้ยกฐานะเป็น กองไฟฟ้า สังกัดกรมโยธาเทศบาล กระทรวงมหาดไทยในปี พ.ศ. 2477 และในปี พ.ศ. 2476 กระทรวงกลาโหมได้จัดตั้งแผนกเชื้อเพลิง เพื่อจัดหาน้ำมัน พร้อมทั้งสร้างคลังน้ำมันขึ้นที่ช่องนนทรี ต่อมาในปี พ.ศ. 2480 แผนกเชื้อเพลิงได้ยกระดับเป็นกรมเชื้อเพลิง พร้อมทั้งก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมันแห่งแรกของไทยขึ้นที่ช่องนนทรี ในปี พ.ศ. 2483 แต่รัฐบาลจำเป็นต้องยุติบทบาทการดำเนินธุรกิจปิโตรเลียมของประเทศพร้อมทั้งทำหนังสือรับรองว่าจะไม่ดำเนินธุรกิจการค้าน้ำมันให้หน่วยงานราชการและประชาชน ยกเว้นเพื่อใช้ในกิจการทหาร และให้สิทธิบริษัทค้าน้ำมันต่างชาติสามารถจำหน่ายน้ำมันได้โดยไม่ต้องมีใบอนุญาต หลังสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่สองในปี พ.ศ.2488

ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 เศรษฐกิจ สังคม รวมทั้งโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานของประเทศได้รับความเสียหาย คลังน้ำมัน โรงไฟฟ้าหลายแห่งถูกระเบิดทำลาย ดังนั้น ช่วงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 จึงเป็นช่วงเวลาของการฟื้นฟู โดยในปี พ.ศ. 2492 สภากลาโหมได้ฟื้นแผนกเชื้อเพลิงขึ้นมาใหม่เพื่อใช้ในกิจการทหาร สร้างคลังเก็บน้ำมันขึ้นใหม่บริเวณท่าเรือริมคลองพระโขนง-คลองเตย ในปี พ.ศ. 2496 ได้จัดตั้งขึ้นเป็นองค์การเชื้อเพลิง สังกัดกรมการ

พลังงานทหาร ต่อมาในปี พ.ศ. 2500 จอมพลสฤษดิ์ ธนะรัชต์ ได้ยกเลิกข้อผูกพันที่รัฐบาลไทยได้ทำไว้กับบริษัทค้าน้ำมันต่างชาติเรื่องห้ามมิให้รัฐบาลไทยจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมแก่ประชาชน และยังได้ลงทุนก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมันบางจากขึ้นในอีก 2 ปีต่อมา นอกจากนี้ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว ยังได้มีการออกกฎหมายและจัดตั้งหน่วยงานพลังงานที่สำคัญๆ ดังนี้

- จัดตั้งหน่วยงานด้านนโยบายพลังงาน โดยในปี พ.ศ. 2491 ได้มีการจัดทำแผนและระบบไฟฟ้าของประเทศขึ้นเพื่อแก้ไขปัญหาพลังงานไฟฟ้าในระยะยาว และจัดตั้งคณะกรรมการพิจารณาสร้างโรงไฟฟ้าทั่วราชอาณาจักรในปี พ.ศ. 2494 ซึ่งต่อมาในปี พ .ศ. 2496 ได้มีการออกพระราชบัญญัติการพลังงานแห่งชาติขึ้น โดยมีคณะกรรมการพลังงานแห่งชาติเป็นผู้วางนโยบายและพิจารณาโครงการด้านพลังงาน
- จัดตั้งการไฟฟ้ากรุงเทพ เข้าดำเนินกิจการแทนบริษัทไฟฟ้าไทยคอร์ปอเรชั่น จำกัด ที่หมดสัมปทานลงในปี พ.ศ. 2493 ต่อมาในปี พ.ศ. 2501 ได้รวมการไฟฟ้ากรุงเทพ และกองไฟฟ้านครหลวงสามเสน ขึ้นเป็นการไฟฟ้านครหลวงเพื่อผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าในเขตพระนครและปริมณฑล ซึ่งต่อมาในปีพ.ศ.2504 ได้มีการโอนหน้าที่ในส่วนของการผลิตไฟฟ้าให้การไฟฟ้ายันฮีดำเนินการแทน นับจากนั้น การไฟฟ้านครหลวงจึงมีหน้าที่ด้านการจำหน่ายไฟฟ้าเพียงอย่างเดียว
- จัดตั้งองค์การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคขึ้นในปี พ.ศ. 2497 เพื่อดำเนินงานแทนกองไฟฟ้า ต่อมาในปี พ.ศ.2503 จึงได้เปลี่ยนเป็นการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค รับผิดชอบการขยายบริการทั้งการผลิตและการจำหน่ายไฟฟ้าให้แก่ประชาชนในส่วนภูมิภาค
- จัดตั้งการไฟฟ้ายันฮีในปี พ.ศ. 2500 รับผิดชอบการผลิตและจ่ายไฟฟ้าให้แก่ 36 จังหวัดในภาคกลางและภาคเหนือ
- จัดตั้งการไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือในปี พ.ศ. 2505 เพื่อผลิตไฟฟ้าป้อนภาคตะวันออกเฉียงเหนือทั้งหมด
- จัดตั้งองค์การพลังงานไฟฟ้าลิกไนต์ ในปี พ.ศ. 2497 เพื่อเปิดการทำเหมืองที่จังหวัดลำปาง รับผิดชอบการผลิตและจำหน่ายถ่านลิกไนต์ และไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าลิกไนต์ ครอบคลุมพื้นที่บางจังหวัดของภาคเหนือและภาคใต้ทั้งหมด

ประเทศไทยเริ่มมีการกำหนดแนวทางและนโยบายในการพัฒนาประเทศอย่างต่อเนื่องนับตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 เริ่มในปี พ.ศ. 2504 นโยบายพลังงานมีการพัฒนาและเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ ทั้งปัจจัยภายในประเทศและสถานการณ์พลังงานระหว่างประเทศ และสถานการณ์พลังงานของโลก โดยนโยบายพลังงานในแต่ละช่วงการพัฒนาสรุปได้ดังนี้

1. ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1-3 (พ.ศ. 2504-2019)

ระหว่างปี พ.ศ. 2504 – พ.ศ. 2519 เป็นช่วงที่เศรษฐกิจของประเทศไทยเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ความต้องการใช้ไฟฟ้าโดยรวมของประเทศ มีอัตราเพิ่มเฉลี่ยต่อปีตลอดช่วงเวลาสูงถึงร้อยละ 15 นโยบายพลังงานในช่วงนี้เน้นด้านการพัฒนาการผลิตไฟฟ้าเพื่อตอบสนองความต้องการไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจัดให้มีแหล่งผลิตส่วนกลางขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพในการผลิตสูง และมีต้นทุนการผลิตต่ำ พร้อมทั้งจัดระบบสายส่งและสายจำหน่ายเชื่อมโยงจังหวัดและอำเภอต่างๆ (แทนการผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซลเก่าขนาดเล็กที่มีอยู่เดิมในแต่ละจังหวัดและอำเภอ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่สามารถตอบสนองความต้องการใช้ไฟฟ้าได้เพียงพอ ทั้งยังมีต้นทุนการผลิตสูง) การขยายการเชื่อมต่อระบบสายส่ง การขยายระบบจำหน่าย และการลดต้นทุนการผลิตไฟฟ้า (โดยเน้นการเพิ่มสัดส่วนการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานน้ำและถ่านลิกไนต์) การลดอัตราค่ากระแสไฟฟ้าโดยรวม และการลดความแตกต่างของอัตราค่ากระแสไฟฟ้าระหว่างนครหลวงและภูมิภาค นอกจากนี้ ในปีพ.ศ.2512 ยังได้มีการจัดตั้งองค์กรพร้อมออก

พระราชบัญญัติการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย โดยรวมหน่วยงานด้านการผลิตไฟฟ้าเข้าด้วยกัน คือ การไฟฟ้ายันฮี การลิกไนต์ และการไฟฟ้าตะวันออกเฉียงเหนือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จึงเป็นหน่วยงานหลักในการผลิตและจัดหาพลังงานไฟฟ้าของประเทศ นับแต่นั้นเป็นต้นมา

อย่างไรก็ตาม ระบบการผลิตก็ยังใช้น้ำมันเตาและน้ำมันดีเซล ซึ่งต้องนำเข้าในสัดส่วนที่สูง ประกอบกับในช่วงปลายของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 3 ในปี พ.ศ. 2516 – พ.ศ. 2517 ได้เกิดวิกฤตการณ์น้ำมันโลกครั้งแรก เป็นผลให้ราคาน้ำมันถีบตัวสูงขึ้นเป็นประวัติการณ์และก่อให้เกิดภาวะเศรษฐกิจชะงักงันไปทั่วโลก ประเทศไทยก็ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าและการใช้พลังงานในสาขาการผลิตต่างๆ ยังต้องพึ่งพาน้ำมันดิบและน้ำมันสำเร็จรูปจากต่างประเทศในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 75 เป็นผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแนวนโยบายพลังงานของประเทศในระยะต่อมา

2. ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 4 – 5 (พ.ศ. 2520-2529)

นโยบายพลังงานที่เคยเน้นเฉพาะการพัฒนาด้านไฟฟ้าในแผนพัฒนาฯ ที่ผ่านมา ได้เปลี่ยนเป็นการเน้นการพึ่งพาตนเองด้านพลังงานให้มากที่สุด โดยสนับสนุนการสำรวจแหล่งพลังงานและเชื้อเพลิงสำคัญที่มีอยู่ในประเทศ และเนื่องจากผลกระทบจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้น จากการใช้เงินตราต่างประเทศเพื่อนำเข้าน้ำมัน 4,661 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2516 เพิ่มขึ้นเป็น 12,571 ล้านบาท ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 20 ของมูลค่าสินค้านำเข้าทั้งหมดในปี พ.ศ. 2517 ส่งผลกระทบอย่างรุนแรงทางด้านเศรษฐกิจและเป็นภาระที่ใหญ่หลวงด้านการเงินของประเทศ เป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการแสวงหาพลังงานรูปแบบอื่นๆ มาใช้แทนน้ำมัน และทำให้เกิดการจัดตั้งองค์กรและเป็นจุดเริ่มต้นของการสนับสนุนการใช้พลังงานทดแทน การประหยัดพลังงาน และการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

ในปี พ.ศ. 2521 ได้มีการตราพระราชบัญญัติการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย เป็นการตั้งองค์กรของรัฐที่มีอำนาจหน้าที่ ความรับผิดชอบเกี่ยวกับกิจการปิโตรเลียมของประเทศขึ้นโดยตรงเป็นครั้งแรก มีการสำรวจพบก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยที่มีปริมาณมากเพียงพอในการพัฒนาใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาใช้ประโยชน์ก๊าซธรรมชาติและพัฒนาระบบท่อส่งก๊าซในระยะต่อมา

ในปี พ.ศ. 2522 พลเอกเกรียงศักดิ์ ชมะนันท์ เป็นนายกรัฐมนตรี ได้อาศัยอำนาจตามมาตรา 3 แห่งพระราชกำหนดแก้ไขและป้องกันภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง พ.ศ.2516 ออกคำสั่งนายกรัฐมนตรี ที่ สร. 0201/9 ลงวันที่ 27 มีนาคม พ.ศ. 2522 จัดตั้งกองทุนน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งได้รวมกองทุนรักษาระดับราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (กำหนดให้โรงกลั่นน้ำมัน และผู้นำเข้าส่งเงินเข้ากองทุนและเงินกองทุนนี้นำไปชดเชยให้ผู้ค้าน้ำมันเตา) ซึ่งตั้งตามคำสั่งนายกรัฐมนตรีที่ 178/2520 ลงวันที่ 19 กันยายน พ.ศ. 2520 กับกองทุนรักษาระดับราคาน้ำมันเชื้อเพลิง (กำหนดให้ผู้ค้าน้ำมันส่งกำไรที่เกิดจากการเพิ่มค่าเงินบาทร้อยละ 1 เข้ากองทุนดังกล่าว เพื่อเก็บไว้ใช้ทดแทนเมื่อราคาน้ำมันดิบสูงขึ้น) ซึ่งจัดตั้งตามคำสั่งนายกรัฐมนตรีที่ 206/2521 ลงวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2521 เข้าด้วยกัน กำหนดกฎเกณฑ์การกำหนดอัตราเงินส่งเข้ากองทุนฯ และชดเชยจากกองทุนฯ รวมทั้งการปฏิบัติในการส่งเงินเข้ากองทุนฯ และขอรับเงินชดเชยจากกองทุนฯ ซึ่งกองทุนน้ำมันจัดตั้งขึ้นเพื่อใช้เป็นกลไกของรัฐในการป้องกันภาวะการขาดแคลนน้ำมันเชื้อเพลิง และใช้ในการรักษาระดับราคาขายปลีกน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศ จากกรณีที่ราคาในตลาดโลกสูงขึ้น เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อเศรษฐกิจและความเดือดร้อนของประชาชนให้น้อยที่สุด

3. ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 – 7 (พ.ศ. 2529 – พ.ศ. 2539)

ช่วงนี้เป็นช่วงที่ราคาน้ำมันในตลาดโลกลดลง เศรษฐกิจไทยมีการเจริญเติบโตในระดับสูงอย่างต่อเนื่อง ความต้องการพลังงานของประเทศเพิ่มขึ้นในอัตราสูง นโยบายพลังงานในช่วงนี้เน้นการจัดหาพลังงานให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มขึ้น โดยการส่งเสริมการสำรวจแหล่งพลังงานในประเทศ เพิ่มกำลังการผลิตน้ำมัน ก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน ขยายกำลังการกลั่นน้ำมันของประเทศ และส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงานอย่าง

ต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังให้ความสนใจกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการผลิตและใช้พลังงาน และให้ความสำคัญกับการปรับปรุงองค์กร การปรับปรุงกฎหมาย การปรับปรุงโครงสร้างราคา และการส่งเสริมบทบาทของภาคเอกชนด้านพลังงานโดยมีการดำเนินการที่สำคัญๆ หลายประการในช่วงนี้ คือ

- จัดตั้งคณะกรรมการนโยบานพลังงานแห่งชาติ โดยมีนายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และสำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติในปี พ.ศ.2529 และต่อมาในปี พ.ศ. 2535 ได้มีการออกกฎหมายสำคัญด้านพลังงาน 3 ฉบับ เป็นผลให้เกิดการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง และปรับระบบบริหารกิจการพลังงานของประเทศใหม่ คือ พระราชบัญญัติคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน และพระราชบัญญัติพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
- ขยายขีดความสามารถของกำลังการกลั่นภายในประเทศจาก 246,000 บาร์เรลต่อวันในปี พ.ศ. 2534 เป็น 815,000 บาร์เรลต่อวันในปี พ.ศ. 2539
- จัดตั้งองค์กรร่วมไทย- มาเลเซีย ในปี พ.ศ. 2533 เพื่อสำรวจและพัฒนาแหล่งปิโตรเลียมในพื้นที่พัฒนาร่วมไทย-มาเลเซีย
- ยกเลิกการควบคุมราคาน้ำมันทั่วประเทศให้เป็นระบบราคาลอยตัวเต็มที่ ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2534
- ให้เอกชนลงทุนในกิจการการผลิตไฟฟ้าทั้งในรูปแบบ Independent Power Producer (IPP) และ Small Power Producer (SPP) ในปี พ.ศ. 2538
- กำหนดเป้าหมายให้มีการยกเลิกการจำหน่ายน้ำมันเบนซินพิเศษที่มีสารตะกั่วภายใน และเป้าหมายการลดมลพิษทั้งสารตะกั่ว คาร์บอนมอนอกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์
- จัดตั้งกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน ภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 เพื่อใช้เป็นทุนหมุนเวียนและเป็นเงินช่วยเหลือ อุดหนุนการดำเนินงานเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงานทั้งด้านการลงทุนและดำเนินงานในการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีรายได้จากการเก็บเงินส่งเข้ากองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน สำหรับน้ำมันเชื้อเพลิงที่ผลิตและจำหน่าย เพื่อใช้ในราชอาณาจักร และน้ำมันเชื้อเพลิงที่นำเข้ามาเพื่อใช้ในราชอาณาจักร ได้แก่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันแก๊สโซฮอล น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันดีเซลหมุนเร็วบี 5 และน้ำมันเตา

4. ช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 8–9 (พ.ศ. 2539 – พ.ศ. 2549)

ในปี พ.ศ. 2540 ประเทศประสบกับภาวะวิกฤติเศรษฐกิจอย่างรุนแรง เศรษฐกิจชะลอตัวถึงขั้นถดถอย นโยบายพลังงานในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540 – พ.ศ. 2544) จึงมีการปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจในช่วงนั้น โดยมีนโยบายที่สำคัญ สรุปได้ ดังนี้ คือ

- การปรับลดขนาดและเลื่อนการลงทุนโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงาน
- การลดราคาพลังงานเพื่อสนับสนุนนโยบายกระตุ้นเศรษฐิจ โดยมีการลดราคาค่าไฟฟ้า ลดราคาก๊าซหุงต้ม ลดอัตราภาษีสรรพสามิตน้ำมันเตาจากร้อยละ 17.5 เหลือ 5 และตรึงราคาค้าปลีกน้ำมันดีเซล
- เร่งรัดการแปรรูปรัฐวิสาหกิจ และปรับโครงสร้างกิจการพลังงาน โดยส่งเสริมให้มีการแข่งขันเสรีเพิ่มบทบาทภาคเอกชนในธุรกิจพลังงาน และลดภาระการลงทุนของภาครัฐ
- ส่งเสริมการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพ
- ส่งเสริมและเร่งรัดการสำรวจและพัฒนาแหล่งพลังงานในประเทศ

และในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 9 (พ.ศ. 2545–พ.ศ.2549) เมื่อเศรษฐกิจของประเทศเริ่มฟื้นตัว มีการปฏิรูประบบราชการ และจัดตั้งกระทรวงพลังงานเมื่อวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2545 โดยรวมหน่วยงานด้านพลังงานที่สังกัดอยู่ในหลายกระทรวงเดิมให้มาอยู่ภายใต้กระทรวงพลังงาน และมีการจัดทำยุทธศาสตร์เพื่อการแข่งขันของประเทศ ที่ให้ความสำคัญกับการส่งเสริมพลังงานทดแทนและการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีการตั้งเป้าหมายอย่างชัดเจน คือ

- ยุทธศาสตร์การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน กำหนดเป้าหมายที่จะลด Energy Elasticity จาก 1.4:1 ในปี พ.ศ. 2546 เป็น 1:1 ในปี พ.ศ.2550
- ยุทธศาสตร์พลังงานทดแทน กำหนดเป้าหมายที่จะเพิ่มสัดส่วนการใช้พลังงานหมุนเวียน (ไม่รวมพลังงานดั้งเดิม เช่น ฟืน ถ่าน และไฟฟ้าพลังงานน้ำขนาดใหญ่) จากร้อยละ 0.5 ในปี พ.ศ. 2545 เป็นร้อยละ 8.0 ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้ายของประเทศในปี พ.ศ. 2554

5.1.1.2 นโยบายพลังงานในปัจจุบัน

นโยบายพลังงานในปัจจุบันกระทรวงพลังงานได้จัดทำขึ้น ตามคำแถลงนโยบายของรัฐบาล ที่นายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะ นายกรัฐมนตรี ได้แถลงต่อรัฐสภา เมื่อวันจันทร์ที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2551 โดยนายวรรณรัตน์ ชาญนุกูล รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงาน ได้ประกาศ เมื่อวันจันทร์ที่ 12 มกราคม พ.ศ. 2552 โดยสาระสำคัญของนโยบายแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้คือ

นโยบายที่ 1 : ความมั่นคงด้านพลังงาน

พัฒนาพลังงานให้ประเทศไทยสามารถพึ่งตนเองได้มากขึ้นโดยจัดการพลังงานให้ เพียงพอ มีเสถียรภาพ ด้วยการเร่งสำรวจพัฒนาแหล่งพลังงานประเภทต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ และเร่งให้มีการเจรจากับประเทศเพื่อนบ้านในระดับรัฐบาลเพื่อร่วมพัฒนาแหล่งพลังงาน วางแผนพัฒนาไฟฟ้าให้มีการกระจายชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ เพื่อลดความเสี่ยงด้านการจัดหา ความผันผวนทางด้านราคา และลดต้นทุนการผลิต ส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนที่มีศักยภาพ โดยเฉพาะโครงการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กและโครงการผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก รวมทั้งศึกษาความเหมาะสมในการพัฒนาพลังงานทางเลือกอื่นๆมาใช้ประโยชน์ในการผลิตไฟฟ้าโดย

1) ส่งเสริมการผลิตน้ำมันดิบและคอนเดน-เสทในประเทศ และพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
2) จัดหาก๊าซธรรมชาติจากในประเทศและต่างประเทศให้เพียงพอและพัฒนาระบบโครงสร้างพื้นฐานที่เกี่ยวข้อง
3) พัฒนากิจการไฟฟ้าให้เหมาะสมเพียงพอกับความต้องการและส่งเสริมการกระจายชนิดเชื้อเพลิง
4) ศึกษาความเหมาะสมในการพัฒนาทางเลือกอื่นๆ ในการผลิตไฟฟ้า เช่น นิวเคลียร์ ถ่านหินสะอาด หินน้ำมัน
5) แสวงหาแหล่งพลังงานในต่างประเทศ โดยเน้นการทำงานร่วมกันระหว่างภาครัฐและเอกชนผู้ประกอบการไทย
6) ส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมพลังงานและอุตสาหกรรมต่อเนื่องให้มีความเข้มแข็ง
7) มีแผนเตรียมพร้อมรองรับวิกฤตการณ์ด้านพลังงาน

นโยบายที่ 2 : พลังงานทดแทน

ดำเนินการให้นโยบายด้านพลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ โดยสนับสนุนการผลิตและการใช้พลังงานทดแทนโดยเฉพาะการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวภาพ และชีวมวล (E10 E20 และ E85) ไบโอดีเซล ขยะ และมูลสัตว์

เป็นต้น เพื่อเสริมสร้างความมั่นคงด้านพลังงาน ลดภาวะมลพิษ และเพื่อประโยชน์ของเกษตรกร โดยสนับสนุนให้มีการผลิตและใช้พลังงานหมุนเวียนในระดับชุมชนหมู่บ้านภายใต้มาตรการสร้างแรงจูงใจที่เหมาะสม รวมทั้งสนับสนุนการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่งให้มากขึ้น โดยขยายระบบขนส่งก๊าซธรรมชาติให้ครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ตลอดจนส่งเสริมและวิจัยพลังงานทดแทนทุกรูปแบบอย่างจริงจังและต่อเนื่อง โดย

1) ส่งเสริมการผลิตและการใช้เชื้อเพลิงชีวภาพแทนน้ำมัน เช่น เอทานอล ไบโอดีเซล
2) ส่งเสริมการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคขนส่ง (NGV) ภาคอุตสาหกรรม ภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือน
3) ส่งเสริมพลังงานหมุนเวียนทุกรูปแบบทั้งลม แสงอาทิตย์ พลังน้ำ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ พลังงานจากขยะ
4) วิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือกพลังงานทดแทนและพลังงานในรูปแบบใหม่
5) ผลักดันให้พลังงานทดแทนเป็นวาระแห่งชาติ พร้อมกำหนดมาตรการจูงใจ
6) สร้างเครือข่ายพลังงานหมุนเวียนให้มีความเข้มแข็งโดยสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมในชุมชน อำเภอและจังหวัด เพื่อสร้างความมั่นคงด้านพลังงานในระดับฐานราก

นโยบายที่ 3 : กำกับดูแลราคา ความปลอดภัย

กำกับดูแลราคาพลังงานให้อยู่ในระดับที่เหมาะสม มีเสถียรภาพ และเป็นธรรมต่อประชาชน โดยกำหนดโครงสร้างราคาเชื้อเพลิงที่เหมาะสมและเอื้อต่อการพัฒนาพืชพลังงาน รวมทั้งสะท้อนต้นทุนที่แท้จริงมากที่สุด และบริหารจัดการผ่านกลไกตลาดและกองทุนน้ำมัน เพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างประหยัด และส่งเสริมการแข่งขันและการลงทุนในธุรกิจพลังงาน รวมทั้งพัฒนาคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัย โดย

1) กำกับดูแลราคาพลังงานให้มีเสถียรภาพและเป็นธรรม สะท้อนต้นทุนที่แท้จริงตามกลไกตลาด
2) ส่งเสริมการพัฒนาคุณภาพการให้บริการและความปลอดภัยของกิจการ สถานประกอบการ สถานีบริการและอุปกรณ์ด้านพลังงาน
3) ส่งเสริมการแข่งขันและการลงทุนในธุรกิจพลังงาน

นโยบายที่ 4 : การอนุรักษ์พลังงานและประสิทธิภาพ

ส่งเสริมการอนุรักษ์และประหยัดพลังงาน ทั้งในภาคครัวเรือน อุตสาหกรรม บริการ และขนส่ง โดยรณรงค์ให้เกิดวินัยและสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน และสนับสนุนการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ มีมาตรการจูงใจให้มีการลงทุนจากภาคเอกชนในการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ประหยัดและมาตรการสนับสนุนให้ครัวเรือนลดการใช้ไฟฟ้าในช่วงการใช้ไฟฟ้าสูงสุด รวมทั้งการวิจัยพัฒนาและกำหนดมาตรฐานอุปกรณ์ไฟฟ้าและมาตรฐานอาคารประหยัดพลังงาน ตลอดจนสนับสนุนการพัฒนาระบบขนส่งมวลชน และการขนส่งระบบราง เพื่อให้มีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและสามารถชะลอการลงทุนด้านการจัดหาพลังงานของประเทศ โดย

1) การพัฒนาและการอนุรักษ์พลังงานของประเทศ
2) รณรงค์ สร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานและการให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์พลังงาน
3) สร้างแรงจูงใจและสิทธิประโยชน์ในการลงทุนเพื่อประหยัดพลังงาน
4) วิจัยและพัฒนาระบบและเทคโนโลยีที่ทำให้การประหยัด
5) กำหนดมาตรฐาน กฎ ระเบียบ สำหรับอุปกรณ์ วัสดุและวิธีการบริหารจัดการในการประหยัดพลังงาน
6) ส่งเสริมการสร้างเครือข่ายต้นแบบ เช่น ประกอบการ SME ที่มีความโดดเด่น สนใจในการประหยัดพลังงาน

นโยบายที่ 5 : การดูแลสิ่งแวดล้อม

ส่งเสริมการจัดหาและการใช้พลังงานที่ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม ภายใต้กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยกำหนดมาตรฐานด้านต่างๆ รวมทั้งส่งเสริมให้เกิดโครงการกลไกการพัฒนาพลังงานที่สะอาด เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และลดปริมาณก๊าซเรือนกระจก โดย

1) การดูแลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มาจากการผลิต การแปรรูปและการใช้พลังงาน
2) ส่งเสริมกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism, CDM) สาขาพลังงาน เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
3) ควบคุม ดูแลมาตรฐานการปลดปล่อยสารอินทรีย์ไอระเหย (Volatile Organic Compounds, VOC) จากอุตสาหกรรมปิโตรเคมีและการกลั่นไม่ให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อม

นโยบายพลังงานในปัจจุบันเป็นไปในทิศทางที่สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 ที่เน้นการจัดหาแหล่งพลังงานทั้งในและต่างประเทศเพิ่มเติม เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาคขนส่ง อุตสาหกรรม และครัวเรือน ส่งเสริมการใช้พลังงานทางเลือกต่างๆ รวมทั้งการวิจัยและพัฒนาพลังงานทางเลือก และพลังงานทดแทน

5.1.2 มาตรการ

มาตรการในการสนับสนุนการพัฒนา สาธิต และส่งเสริมการอนุรักษ์และการผลิตและใช้พลังงานทดแทนมีทั้งที่มาตรการที่ใช้ร่วมกันและมาตรการเฉพาะประเภทพลังงาน ดังนี้

มาตรการด้านบังคับด้วยกฎระเบียบและมาตรฐาน

- *มาตรการกำหนดประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ*
- *มาตรการการกำหนดมาตรฐานอาคาร*
- *มาตรการกำหนดมาตรฐานการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานและอาคารควบคุม*

มาตรการด้านการส่งเสริมและสนับสนุน

- *การส่งเสริมโดยคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน*
- *มาตรการสนับสนุนงบประมาณแบบให้เปล่า*
- *มาตรการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ*
- *มาตรการสนับสนุนโดยกองทุนร่วมพลังงาน*
- *มาตรการผลประโยชน์ทางภาษี*
- *การประกวด Thailand Energy Awards*
- *มาตรการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา*
- *มาตรการสนับสนุนข้อมูลและการให้คำปรึกษา*
- *มาตรการส่วนเพิ่มรับซื้อไฟฟ้า*
- *มาตรการการติดฉลากประสิทธิภาพพลังงานขั้นสูง*

- *มาตรการพัฒนาบุคคลากร*

5.1.2.1 มาตรการด้านบังคับด้วยกฎระเบียบและมาตรฐาน

5.1.2.1.1 มาตรการกำหนดประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ

คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) ในการประชุมครั้งที่ 4/2542 เมื่อวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2542 ได้พิจารณาเรื่องสถานการณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิง ผลกระทบและทางเลือก และที่ประชุมได้มีมติเห็นชอบแนวทางในการบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้น โดยแนวทางหนึ่งคือ การเร่งรัดให้มีการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำ รวมทั้งการติดฉลากแสดงระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงานและส่งเสริมให้มีการจัดตั้งศูนย์ทดสอบประสิทธิภาพพลังงานที่มีมาตรฐาน โดยคณะรัฐมนตรี ในการประชุมเมื่อวันที่ 5 ตุลาคม พ.ศ. 2542 ได้เห็นชอบแนวทางในการบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากราคาน้ำมันที่เพิ่มสูงขึ้น ตามที่ คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ (กพช.) เสนอ โดยมี สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) เป็นหน่วยงานที่มีอำนาจหน้าที่ในการพิจารณาให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ควรมีการควบคุมมาตรฐานการใช้ประสิทธิภาพขั้นต่ำ โดยการตราเป็นพระราชกฤษฎีกา

การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำจะเป็นมาตรการบังคับให้อุปกรณ์และเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ผลิตและนำเข้ามาจำหน่ายในประเทศ โดยไม่รวมถึงสินค้าที่ผลิตเพื่อการส่งออก จะต้องมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานอย่างน้อยที่สุดให้ได้ตามมาตรฐานกำหนด ซึ่งมาตรการนี้จะช่วยจัดการให้อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำออกไปจากตลาด และผลักดันให้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพพลังงานขั้นสูงเข้าสู่ระบบการตลาดมากขึ้น ส่งผลให้เกิดการประหยัดพลังงานในภาพรวมของประเทศ และเพื่อให้มีผลกระทบต่อผู้ประกอบการน้อยที่สุด ดังนั้นการดำเนินการเพื่อให้มีผลบังคับใช้มาตรฐานขั้นต่ำจึงได้มีการกำหนดไว้เป็นขั้นตอน เช่น จากการดำเนินงานที่ผ่านมา อุปกรณ์ประเภทแสงสว่าง ประกอบด้วย บัลลาสต์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ สามารถดำเนินการได้ก่อนโดยให้มีผลบังคับใช้ได้ในปี พ.ศ. 2546 ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าประเภทตู้เย็น เครื่องปรับอากาศ และมอเตอร์ จะเริ่มให้มีผลบังคับใช้ได้ในปี พ.ศ. 2547 และค่อยๆ เพิ่มความเข้มข้นของมาตรฐานทุกๆ 3 ปี เพื่อให้ผู้ประกอบการและหน่วยงานที่รับผิดชอบได้มีช่วงเวลาในการเตรียมความพร้อมก่อนมาตรฐานประสิทธิภาพการใช้พลังงานขั้นต่ำจะมีผลบังคับใช้

นอกจากนี้ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้มีการดำเนินการศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของอุปกรณ์อื่นๆ อีกหลายประเภท ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินงาน

5.1.2.1.2 มาตรการการกำหนดมาตรฐานอาคาร

กระทรวงพลังงาน โดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ออกกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคาร และมาตรฐาน หลักเกณฑ์ วิธีในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2552 ซึ่งมีผลบังคับใช้กับอาคารที่จะขออนุญาตสร้างใหม่ หรือดัดแปลงอาคารให้มีการออกแบบเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย ซึ่งให้อาคารที่จะก่อสร้างหรือดัดแปลงที่มีขนาดพื้นที่รวมกันตั้งแต่ 2,000 ตารางเมตรขึ้นไป ต้องออกแบบอาคารให้มีการอนุรักษ์พลังงานตามเกณฑ์มาตรฐานที่กฎหมายกำหนด โดยใช้กับอาคาร 9 ประเภท ได้แก่ สถานพยาบาล สถานศึกษา สำนักงาน อาคารชุด อาคารชุมนุมคน โรงมหรสพ โรงแรม สถานบริการ ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า

โดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้จัดตั้ง "ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน" ขึ้น ณ อาคาร 8 ชั้น 1 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน เพื่อเป็นศูนย์รวมข้อมูลทางวิชาการ ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ส่งเสริมและสนับสนุนให้อาคารที่ก่อสร้างหรือดัดแปลง มีการออกแบบให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมาย และเผยแพร่ให้ความรู้แก่ผู้ออกแบบอาคาร ได้แก่ วิศวกร สถาปนิก ให้มีความเข้าใจสามารถดำเนินการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงานได้อย่าง

ถูกต้อง ทั้งนี้เพื่อให้เกิดการยอมรับ และสร้างแรงขับเคลื่อน สำหรับผลการดำเนินงานในรอบปีที่ผ่านมา มีการลงนามบันทึกความร่วมมือ (เอ็มโอยู) ร่วมกับ ข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) 5 แห่ง ได้แก่ เทศบาลนครเชียงใหม่ เทศบาลนครนครราชสีมา เมืองพัทยา เทศบาลนครหาดใหญ่ และกรุงเทพมหานคร มีการอบรมการออกแบบอาคารให้อนุรักษ์พลังงาน รวมทั้งการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณการออกแบบให้แก่วิศวกร สถาปนิก ผู้สนใจไปแล้ว 582 คน ให้คำปรึกษาแนะนำและให้บริการตรวจสอบและประเมินแบบอาคารที่จะก่อสร้างไปแล้ว 66 แห่ง ได้แก่ สถานศึกษา 15 แห่ง สำนักงาน 21 แห่ง ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า 4 แห่ง อาคารชุมนุมคน 5 แห่ง โรงแรม 2 แห่ง โรงพยาบาล 2 แห่ง อาคารชุด 17 แห่ง ตัวอย่างเช่น คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์ฝึกลูกเรือการบินไทย ห้างบิ๊กซีขอนแก่น โรงแรมดุสิตโฮเต็ลแอนด์รีสอร์ท ซิตี้โฮม รัตนาธิเบศร์ ปัจจุบันมีสถาปนิกให้ความสนใจส่งแบบอาคารมาให้ประเมินเพิ่มเติมอีก 10 แห่ง เช่น โรงพยาบาลหัวหิน โรงเรียนปาณยา พัฒนาการ ห้าง Macro หนองคาย สำนักวิชาการพลังงาน ภาค 3 สำนักงานปลัดกระทรวงพลังงาน

5.1.2.1.3 มาตรการกำหนดมาตรฐานการจัดการพลังงานสำหรับโรงงานและอาคารควบคุม

การอนุรักษ์พลังงาน เป็นวัตถุประสงค์หลักภายใต้พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 ที่กำหนดให้กลุ่มเป้าหมายคือ อาคารควบคุมและโรงงานควบคุม ต้องจัดเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน เช่น ข้อมูลบุคลากร แผนงาน เป็นต้น เพื่อนำไปสู่การอนุรักษ์พลังงานตามกฎหมายและกิจกรรมการอนุรักษ์พลังงานนี้ยังใช้เป็นกรอบและแนวทางปฏิบัติในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้ดียิ่งขึ้น โดยจะเน้นไปที่อาคารและโรงงานที่มีการใช้พลังงานในปริมาณที่มากและมีศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน โดยจะประกาศออกมาเป็นพระราชกฤษฎีกากำหนดอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมมาใช้บังคับ ในปี พ.ศ. 2538 และปี พ.ศ. 2540 ตามลำดับ หลังจากนั้นได้มีการปรับปรุงกฎกระทรวงบางฉบับให้ทันสมัยมากขึ้น โดยได้มีการออกกฎกระทรวงว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการและระยะเวลาในการส่งข้อมูล และการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2547 และกฎกระทรวงว่าด้วยหลักเกณฑ์ วิธีการ และระยะเวลาในการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานและการตรวจสอบและวิเคราะห์การปฏิบัติตามเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานควบคุมและอาคารควบคุม พ.ศ.2547 ขึ้นมา ปัจจุบันกฎกระทรวงดังกล่าวได้ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2547 โดยมีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 29 เมษายน พ.ศ. 2548 เป็นต้นไป

5.1.2.2 มาตรการด้านการส่งเสริมและสนับสนุน

5.1.2.2.1 การส่งเสริมโดยคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน มีนโยบายส่งเสริมการลงทุนกิจการพลังงานทดแทนและประหยัดพลังงาน โดยกำหนดให้การส่งเสริมใน 2 ประเภทกิจการ ได้แก่ ในกิจการผลิตแอลกอฮอล์หรือเชื้อเพลิงจากผลิตผลทางการเกษตร เช่น การผลิตเอธานอล ก๊าซชีวภาพ และในกิจการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือไอน้ำ ครอบคลุมถึงการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทน เช่น เศษวัสดุทางการเกษตร ก๊าซชีวภาพ พลังงานลม จะได้รับสิทธิประโยชน์สูงสุด และกิจการผลิตอุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรืออุปกรณ์สำหรับใช้พลังงานทดแทน โดยอยู่ในข่ายได้รับสิทธิและประโยชน์ตามเกณฑ์ปกติขึ้นกับเขตที่ตั้ง

ประเภท 1.26 กิจการผลิตแอลกอฮอล์หรือเชื้อเพลิงจากผลผลิตทางการเกษตร จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ ได้รับยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด ได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 8 ปี ไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด ไม่กำหนดสัดส่วนการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล

- กิจการผลิตเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประหยัดพลังงานหรืออุปกรณ์ซึ่งใช้พลังงานทดแทน จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ โดยไม่กำหนดสัดส่วนภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ได้รับยกเว้นตามมาตรา 31 วรรคสองและให้ได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี ไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด และต้องเป็นการผลิตเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ตามรายการที่ได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงพลังงาน
- กิจการผลิตเซลล์เชื้อเพลิง จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ ได้รับยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด ได้รับยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลเป็นระยะเวลา 8 ปี ไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด และไม่กำหนดสัดส่วนการยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล
- กิจการผลิตเครื่องยนต์ เครื่องจักร และอุปกรณ์สำหรับรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) การผลิตถังสำหรับ NGV การผลิตเครื่องยนต์ ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ NGV สำหรับยานพาหนะ การผลิตเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ NGV สำหรับสถานีบริการ จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญเป็นพิเศษ ยกเว้นอากรขาเข้าสำหรับเครื่องจักรทุกเขต ยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคลระยะเวลา 8 ปี และจะต้องได้รับการรับรองมาตรฐานจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง
- กิจการประกอบรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ (NGV) ให้ได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีอากรเฉพาะการยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรทุกเขต
- กิจการการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ โดยไม่กำหนดสัดส่วนภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ได้รับยกเว้นตามมาตรา 31 วรรคสองและให้ได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี ไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด ทั้งนี้ต้องมีกรรมวิธีการผลิตตามที่คณะกรรมการให้ความเห็นชอบ
- กิจการผลิตพลังงานไฟฟ้าหรือไอน้ำ เฉพาะกรณีใช้พลังงานทดแทน เช่น พลังงานจากวัสดุทางการเกษตร ก๊าซชีวภาพ และพลังงานลม เป็นต้น จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ โดยไม่กำหนดสัดส่วนภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ได้รับยกเว้นตามมาตรา 31 วรรคสอง
- กิจการบริการด้านจัดการพลังงาน (Energy Service Company ESCO) จัดเป็นกิจการที่ให้ความสำคัญและเป็นประโยชน์ต่อประเทศเป็นพิเศษ โดยไม่กำหนดสัดส่วนภาษีเงินได้นิติบุคคลที่ได้รับยกเว้นตามมาตรา 31 วรรคสองและให้ได้รับยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรและยกเว้นภาษีเงินได้นิติบุคคล 8 ปี ไม่ว่าตั้งอยู่ในเขตใด และต้องได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงพลังงานก่อนยื่นขอรับการส่งเสริม
- กิจการสถานีบริการก๊าซธรรมชาติสำหรับยานพาหนะ ให้ได้รับสิทธิประโยชน์ทางภาษีอากรเฉพาะการยกเว้นอากรขาเข้าเครื่องจักรไม่ว่าจะตั้งอยู่ในเขตใดก็ตาม

5.1.2.2.2 มาตรการสนับสนุนงบประมาณแบบให้เปล่า

ในปัจจุบันภาครัฐ โดยกระทรวงพลังงาน ได้ให้งบประมาณสนับสนุนโดยจะให้เงินสนับสนุนประมาณร้อยละ 10-30 เพื่อใช้ในการออกแบบ และช่วยลงทุนบางส่วน โดยพลังงานทดแทนที่ได้รับการสนับสนุนทั้ง 3 ประเภท ได้แก่

ก๊าซชีวภาพ	ส่งเสริมระบบผลิตก๊าซชีวภาพทั้งในฟาร์มปศุสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสุกรเล็ก กลางและใหญ่ โรงงานอุตสาหกรรม โรงงานแป้งมัน โรงปาล์ม โรงฆ่าสัตว์สุกร/โค โรงชำแหละแปรรูปไก่ ขยะเศษอาหาร โรงแรม สถานประกอบการ และแหล่งของเสียจากชุมชน โดยสามารถแปรรูปของเสียต่างๆ นั้น ให้เกิดก๊าซชีวภาพและนำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงจากฟอสซิล ผนวกกับการให้ความรู้แก่ชุมชน มาตรการด้านราคาและภาษี การรับซื้อไฟฟ้าจากผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก ให้ส่วนเพิ่มด้านราคาสูงขึ้น ตลอดจนส่งผู้เชี่ยวชาญเข้าไปศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการต่าง ๆ
ขยะชุมชน	เน้นการให้สนับสนุน องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ที่มีปริมาณขยะชุมชนไม่เกิน 10 ตัน/วัน ที่ผ่านมา พพ. เคยทำการทดลองนำร่องไปแล้ว 5 ข้อมูลองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (อปท.) และปัจจุบันอยู่ระหว่างการสนับสนุนอีก 10 แห่ง ในช่วงปี พ.ศ. 2554 คาดว่าจะเปิดให้ขอรับการสนับสนุนอีก
น้ำร้อนแสงอาทิตย์	พพ. ได้ทำการศึกษาและพัฒนาถึงความเป็นไปได้ และทำการออกแบบเบื้องต้นระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้แก่สถานประกอบการไปแล้ว จำนวน 100 แห่ง รวมทั้ง พพ.ได้มีการส่งเสริมเพื่อหาทางเลือกที่เหมาะสมในการผลิตน้ำร้อน จากการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ผสมกับความร้อนเหลือทิ้ง (waste-heat) ด้วยการนำความร้อนทิ้งจากชุดระบายอากาศของเครื่องปรับอากาศ เครื่องทำความเย็น หรือปล่องไอเสีย ซึ่งที่ผ่านมาดำเนินการแล้ว 21 แห่ง เป็นต้น

[สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน 2554]

5.1.2.2.3 มาตรการเงินกู้ดอกเบี้ยต่ำ

เป็นมาตรการสนับสนุนตามโครงการเงินหมุนเวียนเพื่อการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน เพื่อส่งเสริมและผลักดันให้เกิดการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนอย่างจริงจัง โดยเริ่มดำเนินโครงการตั้งแต่ พ.ศ. 2546 ปัจจุบันอยู่ในระยะที่ 4 (พ.ศ. 2552-2553) วงเงิน 400 ล้านบาท โดยให้กู้สำหรับผู้ประกอบการที่เป็นอาคารควบคุมและโรงงานควบคุมตาม พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์ พลังงาน พ.ศ.2535 ที่ประสงค์จะลงทุนในด้านการประหยัดพลังงานหรือ โรงงาน/อาคารทั่วไป ตลอดจนบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) นำไปลงทุนเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ไม่เกิน 50 ล้านบาท/ราย ในอัตราดอกเบี้ยคงที่ไม่เกินร้อยละ 4 ระยะเวลา 7 ปี โครงการทั้ง 4 ระยะ มีการอนุมัติเงินกู้ไปแล้วกว่า 6,000 ล้านบาท เป็นโครงการที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานปล่อยให้กู้ผ่านสถานบันการเงิน ปัจจุบันมีสถาบันการเงินที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 11 แห่ง ประกอบด้วย ธนาคารทหารไทย ธนาคารซีไอเอ็มบี ไทย ธนาคารกรุงศรีอยุธยา ธนาคารกรุงเทพ ธนาคารนครหลวงไทย ธนาคารไทยพาณิชย์ ธนาคารเพื่อการส่งออกและนำเข้าแห่งประเทศไทย ธนาคารพัฒนาวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อมแห่งประเทศไทย ธนาคารกรุงไทย ธนาคารกสิกรไทย และธนาคารยูโอบี

5.1.2.2.4 มาตรการสนับสนุนโดยกองทุนร่วมพลังงาน

เป็นโครงการที่กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน ได้นำวงเงินจำนวน 500 ล้านบาท จัดตั้ง “กองทุนร่วมทุนพลังงาน” หรือ “ESCO Capital Fund” เพื่อร่วมลงทุนในโครงการพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน ผ่านการจัดการของ Fund Manager ทั้งสิ้น 2 แห่ง ได้แก่ มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม และมูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย โดยแต่ละองค์กรมีกลุ่มเป้าหมายที่แตกต่างกัน คือมูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อมเน้นการให้ความช่วยเหลือด้านการลงทุนแก่ผู้ประกอบการที่มีศักยภาพในการพัฒนาโครงการแต่ยังขาดปัจจัยการลงทุน และช่วยให้ผู้ประกอบการหรือผู้ลงทุนได้ประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต ส่วนมูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย เน้นการส่งเสริมการลงทุนด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน รวมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้ ESCO เข้ามามีบทบาทในการอนุรักษ์พลังงานและการพัฒนาพลังงานทดแทนมากขึ้น

ผู้ที่มีสิทธิยื่นข้อเสนอได้แก่ ผู้ประกอบการ โรงงานอุตสาหกรรม และ/หรือ บริษัทจัดการพลังงาน (Energy Service Company - ESCO) ที่จะดำเนินการพัฒนาโครงการด้านอนุรักษ์พลังงานหรือพลังงานทดแทน ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อจะลดปริมาณการใช้พลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ต้องการปรับเปลี่ยนการใช้เชื้อเพลิงมาเป็นพลังงานทดแทน และต้องการลงทุนด้านพลังงานทดแทน

ลักษณะการส่งเสริมการลงทุนมีหลายรูปแบบ ได้แก่ การเข้าร่วมลงทุนในส่วนทุนของโครงการ (Equity Investment) การเข้าร่วมทุนกับบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO Venture Capital) การเช่าซื้ออุปกรณ์ประหยัดพลังงาน/พลังงานทดแทน (Equipment Leasing) การช่วยให้โครงการอนุรักษ์พลังงาน/พลังงานทดแทน ได้รับผลประโยชน์จากการขายคาร์บอนเครดิต การอำนวยเครดิตให้สินเชื่อ (Credit Guarantee Facility) และการช่วยเหลือทางเทคนิค (Technical Assistance)

5.1.2.2.5 มาตรการผลประโยชน์ทางภาษี

การนำมาตรการผลประโยชน์ทางภาษีมาช่วยกระตุ้นให้เกิดการปรับปรุงการใช้พลังงานในภาคอุตสาหกรรมให้มีการพัฒนาไปสู่การผลิตที่ใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ โดยมุ่งเน้นในกลุ่มโรงงานและอาคารเอกชน ได้มีการดำเนินการโดย กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ร่วมกับกระทรวงการคลัง 2 ระยะ

โครงการระยะที่ 1 ตั้งแต่วันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ. 2548 เป็นเวลา 15 เดือน ได้รับเงินสนับสนุนจากคณะกรรมการกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเป็นวงเงิน 100 ล้านบาท โดยจะมีการตรวจวัดการใช้พลังงานก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อตรวจสอบผลประหยัดที่เกิดขึ้นต่อปี แล้วนำมาคูณเข้ากับภาษีเงินได้นิติบุคคลซึ่งก็จะเป็นสิทธิประโยชน์ที่ทางสถานประกอบการจะได้รับ ไม่เกิน 2 ล้านบาทต่อแห่ง

โครงการระยะที่ 2 ในช่วงวันที่ 19 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 ถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2553 โดยมีส่วนของมาตรการภาษีที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้แก่ การยกเว้นภาษีเงินได้บุคคลธรรมดาและภาษีเงินได้นิติบุคคลสำหรับเงินได้ที่จ่ายเป็นค่าใช้จ่ายเพื่อได้มาซึ่งทรัพย์สินประเภท เครื่องจักร วัสดุ และอุปกรณ์ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน เป็นจำนวนร้อยละ 25 ของค่าใช้จ่ายนั้น โดยได้รับเงินสนับสนุนจากกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานเช่นเดียวกับระยะแรก ซึ่งกำลังอยู่ในระหว่างดำเนินการ โดยผู้ขอรับสิทธิ์ได้รับยกเว้นภาษีเงินได้เป็นจำนวนร้อยละ 25 ของค่าใช้จ่ายเพื่อได้มาซึ่งทรัพย์สินประเภทเครื่องจักร วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงานซึ่งได้รับการรับรองจาก พพ. สิทธิประโยชน์ = 0.25 x ค่าใช้จ่าย เครื่องจักร วัสดุ หรืออุปกรณ์ที่มีผลต่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งได้แก่ โคมไฟ ตู้เย็น หลอด CFL มูลบัลลาสต์แกนเหล็กนิรภัย บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ T5 พัดลมไฟฟ้า พัดลมไฟฟ้าแบบส่ายรอบตัว หม้อหุงข้าวไฟฟ้า หลอดไฟ T5 เครื่องปรับอากาศ ฉนวนใยแก้ว เตาหุงต้มในครัวเรือนใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว กระจก และอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์

5.1.2.2.6 การประกวด Thailand Energy Awards

การจัดประกวด Thailand Energy Awards เป็นโครงการที่กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ได้ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่อง 12 ปี โดยมุ่งส่งเสริมสนับสนุนและแสดงความชื่นชม ยกย่องเชิดชูเกียรติผู้ที่มีผลงานดีเด่นด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนและเป็นการสร้างตัวอย่างที่ดีและกระตุ้น ให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนอย่างต่อเนื่อง โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่

1. โรงงานควบคุมและอาคารควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535
2. โรงงานอุตสาหกรรมและอาคารขนาดกลางและขนาดย่อมที่ไม่ได้อยู่ในข่ายควบคุมตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

3. เจ้าของหรือผู้บริหารของสถานประกอบการ ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535 (ผชร./ผชอ.) และเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบงานด้าน พลังงานของสถานประกอบการ
4. หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนที่มีบทบาทในการให้การส่งเสริมและสนับสนุนงานด้านการอนุรักษ์พลังงานและการพัฒนาพลังงานทดแทน
5. ผู้ผลิตและผู้พัฒนาพลังงานทดแทน

การประกวดนี้มีการเปิดรับสมัครผู้เข้าร่วมประกวดทุกปี การตัดสินผู้ชนะเลิศจะมีคณะกรรมการพิจารณาจากทั้งเอกสารการประกวด การประเมินผลงานจากสถานที่จริงและสัมภาษณ์

5.1.2.2.7 มาตรการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนา

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน เป็นกองทุนที่สนับสนุนทุนวิจัยแก่นักศึกษาเพื่อสร้างแรงจูงใจให้มีการศึกษา วิจัย และพัฒนาเทคโนโลยีด้านการจัดการพลังงาน เทคโนโลยีการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนมากขึ้น ผลการสนับสนุนทุนวิจัยด้านพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2548-2553 กองทุนได้ให้การสนับสนุนทุนวิจัยทั้งสิ้น 601 โครงการ รวมเป็นเงิน 40,802,570 บาท โดยสาขาการวิจัยที่ให้การสนับสนุน ประกอบด้วย การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ได้แก่ นโยบายพลังงานและสิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์พลังงานในภาคอุตสาหกรรมและอาคาร ภาคขนส่งและภาคการผลิตไฟฟ้า และการส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน ได้แก่ ชีวมวล เชื้อเพลิงชีวภาพ ก๊าซชีวภาพ พลังน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม และเทคโนโลยีการลดก๊าซเรือนกระจก

กระทรวงพลังงานและกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ร่วมกันลงนามบันทึกข้อตกลงความร่วมมือวิจัยและพัฒนาการนำเทคโนโลยีมาใช้ เพื่อการพัฒนาพลังงานทดแทน และถือเป็นการบรรลุข้อตกลงที่สำเร็จขึ้นครั้งแรกร่วมกันระหว่าง 2 กระทรวง และนับเป็นการบูรณาการความร่วมมือด้านงานวิจัยครั้งสำคัญ ซึ่งทั้งสองกระทรวงจะได้มีข้อตกลงร่วมกันในการส่งเสริมการวิจัย และพัฒนาการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อการพัฒนาพลังงานทดแทน ให้บรรลุวัตถุประสงค์โดยเฉพาะตามแผนแม่บทการพัฒนาพลังงานทดแทนแห่งชาติ 15 ปี

5.1.2.2.8 มาตรการสนับสนุนข้อมูลและการให้คำปรึกษา

เป็นมาตรการที่ให้การสนับสนุนข้อมูลด้านพลังงาน เช่น สถิติการใช้พลังงาน นโยบายและการส่งเสริมประกาศ ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการให้คำปรึกษาทางด้านพลังงานทดแทนและการอนุรักษ์พลังงาน

ข้อมูลสถิติพลังงานและการอนุรักษ์พลังงานมีการจัดทำเป็นรายงานประจำปี รวมทั้งเผยแพร่ในเว็บไซต์ เช่น ระบบงานฐานข้อมูลสถิติอนุรักษ์พลังงาน(http://ee.dede.go.th/index.aspx) ข้อมูลด้านพลังงาน (http://www.eppo.go.th/info/index.html) และสถิติพลังงานในเว็บไซต์ของ พพ. (http://www.dede.go.th)

ในด้านการให้คำปรึกษา กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน (พพ.) ร่วมกับสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยจัดตั้ง ESCO Information Center เพื่อเป็นศูนย์กลางข้อมูลของบริษัทจัดการพลังงานต่างๆ เพื่อให้สถานประกอบการที่สนใจสามารถหาข้อมูลเบื้องต้นของบริษัทจัดการพลังงานและเรียนรู้เกี่ยวกับโครงการหรือการดำเนินงานของ ESCO ได้ดีขึ้น ซึ่งทำหน้าที่หลักได้แก่ การให้ข้อมูลแก่ผู้ที่สนใจ การประชาสัมพันธ์ต่อเนื่องให้ ESCO เป็นที่รู้จักมากยิ่งขึ้น การเผยแพร่ข้อมูลความรู้ข่าวสารด้านอนุรักษ์พลังงาน การลงทะเบียนยื่นความสนใจดำเนินโครงการอนุรักษ์พลังงานสำหรับโรงงานและลงทะเบียนสำหรับ ESCO เพื่อจัดทำเนียบ โดยมีการบันทึกผลการให้บริการของ ESCO Information Center เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงแก้ไขการให้บริการต่อไป

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย เป็นอีกหน่วยงานหนึ่งที่จัดตั้งเพื่อมุ่งเน้นการปฏิบัติภารกิจตอบสนองนโยบายประหยัดพลังงานโดยเฉพาะ โดยเริ่มดำเนินการเมื่อวันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2530 ภายใต้การกำกับดูแลของ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย เพื่อเป็นองค์กรที่ทำหน้าที่เสมือน “เป็นหน่วยงานภาคปฏิบัติของรัฐ” โดยมุ่งเน้นเพื่อให้บริการที่สมบูรณ์แบบ (One Stop Energy Conservation Service) เริ่มต้นจากการสร้างจิตสำนึกในการประหยัดพลังงาน โดยได้มีการจัดฝึกอบรม / สัมมนา ให้ความรู้ด้านเทคโนโลยี เพื่อเพิ่มจำนวนบุคลากรที่มีความรู้ความสามารถด้านการประหยัดพลังงาน ให้บริการวินิจฉัย ตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานเบื้องต้นเพื่อค้นหาศักยภาพในการดำเนินการประหยัดพลังงาน ตรวจวิเคราะห์การใช้พลังงานโดยละเอียด ให้บริการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรต่างๆ ออกแบบและจัดทำโครงการ รวมทั้งวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรมของโครงการประหยัดพลังงาน และให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะในฐานะผู้เชี่ยวชาญด้านพลังงานแก่ทั้งโรงงานและอาคาร เพื่อให้สามารถดำเนินการอนุรักษ์พลังงานต่อไปได้อย่างยั่งยืน

5.1.2.2.9 มาตรการส่วนเพิ่มรับซื้อไฟฟ้า

ในการประชุมเมื่อวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2552 คณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติได้มีมติเห็นชอบข้อเสนอเพื่อปรับปรุงแนวทางการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียนแก่ผู้ผลิตไฟฟ้ารายเล็ก หรือ Small Power Producer (SPP) และผู้ผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก หรือ Very Small Power Producer (VSPP) ที่มีปริมาณพลังไฟฟ้าเสนอขายไม่เกิน 10 เมกะวัตต์ โดยมีกำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า สำหรับ SPP โครงการพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ และขยะ ในอัตราคงที่ และไม่กำหนดระยะเวลาการยื่นข้อเสนอ สำหรับ SPP ที่ใช้พลังงานหมุนเวียนอื่นๆ เช่น ชีวมวล และก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีการกำหนดเป้าหมายปริมาณพลังไฟฟ้ารับซื้อจากแต่ละชนิดเชื้อเพลิงไว้อย่างชัดเจน ในส่วนของ VSPP ได้กำหนดส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า สำหรับโครงการพลังงานลม พลังงานแสงอาทิตย์ ชีวมวล ก๊าซชีวภาพ ขยะ และพลังน้ำขนาดเล็ก ในอัตราคงที่ นอกจากนี้ โครงการ SPP และ VSPP ที่ได้รับส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าดังกล่าว หากตั้งอยู่ใน 3 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ได้แก่ จังหวัดยะลา ปัตตานี และนราธิวาสนั้นจะได้รับส่วนเพิ่มพิเศษ โดยสามารถสรุปข้อเสนอส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้า แยกตามประเภทเทคโนโลยีและเชื้อเพลิงได้ดังตาราง

ตารางที่ 5.1.1 มาตรการส่วนเพิ่มราคารับซื้อไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (Adder)

เชื้อเพลิง	ส่วนเพิ่ม (บาท/kwh)	ส่วนเพิ่มพิเศษ * (บาท/kwh)	ส่วนเพิ่มพิเศษใน 3 จว.ภาคใต้ (บาท/kwh)	ระยะเวลาสนับสนุน (บาท/kwh)
❑ ชีวมวล				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 1 MW	0.50	1.00	1.00	7
- กำลังผลิตติดตั้ง > 1 MW	0.30	1.00	1.00	7
❑ ก๊าซชีวภาพ (ทุกประเภทแหล่งผลิต)				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 1 MW	0.50	1.00	1.00	7
- กำลังผลิตติดตั้ง > 1 MW	0.30	1.00	1.00	7
❑ ขยะ (ขยะชุมชน ขยะอุตสาหกรรมไม่อันตรายและไม่เป็นขยะอินทรีย์วัตถุ)				
- ระบบหมักหรือหลุมฝังกลบขยะ	2.50	1.00	1.00	7
- พลังงานความร้อน (Thermal Process)	3.50	1.00	1.00	7
❑ พลังงานลม***				
- กำลังผลิตติดตั้ง <= 50 kw	4.50	1.50	1.50	10
- กำลังผลิตติดตั้ง > 50 kw	3.50	1.50	1.50	10
❑ พลังน้ำขนาดเล็ก				
- กำลังผลิตติดตั้ง 50 kw - < 200 kw	0.80	1.00	1.00	7
- กำลังการผลิตติดตั้ง < 50 kw	1.50	1.00	1.00	7
❑ พลังงานแสงอาทิตย์ ***	8.00	1.50	1.50	10

* สำหรับผู้ผลิตไฟฟ้าพลังงานหมุนเวียนในพื้นที่มีการผลิตไฟฟ้าจากน้ำมันดีเซล
[มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม 2554]

5.1.2.2.10 มาตรการฉลากประหยัดพลังงานประสิทธิภาพสูง

เนื่องจากกระทรวงพลังงานมีนโยบายให้ส่งเสริมติดฉลากวัสดุอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงพร้อมทั้งให้มีการกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำ อีกทั้งกระทรวงพลังงานมียุทธศาสตร์ออกกฎกระทรวงกำหนดอุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงอย่างต่อเนื่อง กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานจึงได้ดำเนินโครงการจัดทำแผนส่งเสริมเครื่องจักร อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูงและวัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ.2549 เพื่อศึกษาศักยภาพการประหยัดพลังงานของอุปกรณ์ หลังจากนั้นได้คัดเลือผลิตภัฑณ์ 4 ชนิด ได้แก่ เตาแก๊ส อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ กระจก และฉนวนใยแก้ว พร้อมกันนี้ได้ดำเนินการรณรงค์ประชาสัมพันธ์ให้ความรู้กับประชาชนผู้บริโภคในการเลือกซื้ออุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูง

จากการดำเนินงานออกฉลากประสิทธิภาพสูงในโครงการส่งเสริมเครื่องจักร อุปกรณ์ประสิทธิภาพสูง และวัสดุอุปกรณ์เพื่อการอนุรักษ์พลังงานในปี พ.ศ. 2552 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานได้มอบฉลากประสิทธิภาพสูงให้แก่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดที่ผ่านมาตรฐานจากการทดสอบ ได้แก่ เตาแก๊ส อุปกรณ์ ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ กระจก และฉนวนใยแก้ว เป็นจำนวนรวม 577,850 ใบ โดยจะสามารถทำให้ลดการใช้ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) สำหรับเตาแก๊สลงได้ 2.28 ล้านกิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 41 ล้านบาทต่อปี และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้า สำหรับอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ กระจก และฉนวนใยแก้วลงได้ 220 ล้านกิโลวัตต์-ชั่วโมงต่อปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 661 ล้านบาทต่อปี รวมเป็นพลังงานที่ประหยัดได้ 21 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ และลดปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลงได้ 118 ล้านกิโลกรัมต่อปี

5.1.2.2.11 มาตรการพัฒนาบุคคลากร

การพัฒนาบุคลากรได้มีการดำเนินงานทั้งด้านการฝึกอบรมและการสนับสนุนการศึกษา

สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน (สพบ.) กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงานได้จัดทำหลักสูตรการฝึกอบรมด้านพลังงาน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่

1. การฝึกอบรมด้านการจัดการพลังงานเพื่อการอนุรักษ์พลังงานโรงงานและอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ
2. การฝึกอบรมเทคโนโลยีพลังงานของเครื่องจักร อุปกรณ์ และวัสดุเพื่อการอนุรักษ์พลังงานแต่ละประเภท
3. การฝึกอบรมด้านระบบการใช้พลังงานตามประเภทของโรงงานควบคุม
4. การฝึกอบรมด้านระบบการใช้พลังงานตามประเภทของอาคารควบคุม
5. การฝึกอบรมในสถาบันการศึกษา เช่น หลักสูตรอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าสำหรับอาจารย์สายอาชีพ หลักสูตรการอนุรักษ์พลังงานความร้อนสำหรับอาจารย์สายอาชีพ

รวมทั้งดำเนินการโครงการฝึกอบรมต่างๆ เช่น โครงการพัฒนาบุคลากรด้านพลังงานทดแทน โครงการฝึกอบรมสำหรับผู้อนุมัติและผู้ออกแบบอาคารตาม พ.ร.บ. การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535 ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2550 สำหรับกลุ่มอำนาจหน้าที่ในการอนุมัติแบบอาคาร โครงการพัฒนาผู้ตรวจสอบการจัดการพลังงาน เป็นต้น

นอกจากนี้กระทรวงพลังงานได้ให้การสนับสนุนด้านการพัฒนากำลังคนและการวิจัยและวางแนวทางนโยบายด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม โดยให้การสนับสนุนงบประมาณร่วมกับสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.) โครงการร่วมในการผลิตบัณฑิตศึกษาและพัฒนางานวิจัยด้านเทคโนโลยีพลังงานและเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ระยะที่ 2 (2551-2555) เป็นจำนวนเงิน 130 ล้านบาท ซึ่งการดำเนินงานของโครงการฯ เป็นรูปแบบเครือข่ายความร่วมมือ 5

มหาวิทยาลัย ได้แก่ (1) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (2) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ (3) สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร แห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (4) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (5) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ภายใต้หน่วยงาน “บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม” (Joint Graduate School of Energy and Environment: JGSEE) โดยมี มจธ. เป็นแกนนำ

โดยผลการดำเนินงานของโครงการฯ ระยะที่ 1 ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541-2550 บัณฑิตวิทยาลัยร่วมฯ ได้รับนักศึกษาเข้าศึกษาในหลักสูตรต่างๆ เป็นจำนวน 316 คน โดยมีผู้สำเร็จการศึกษา 116 คน แบ่งเป็นปริญญาเอก 37 คน ปริญญาโท 79 คน และได้ผลิตผลงานวิจัยในรูปบทความวิจัยกว่า 662 เรื่อง

เอกสารอ้างอิง

นเรศ สัตยารักษ์ และคณะ 2549. ทิศทางพลังงานไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักงานประชาสัมพันธ์ กระทรวงพลังงาน กรุงเทพมหานคร

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2503. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2509. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 2

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2514. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 3

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2519. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 4

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2524. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5

ส่วนปิโตรเลียม 2547. สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน.(ออนไลน์).ที่มา: http://www.eppo.go.th/petro/oilfund.html

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2529. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2534. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.enconfund.go.th/index.php

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2539. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 8

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2544. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 9

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 2546. สถานการณ์นโยบายและมาตรการพลังงานของไทย 25466. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.eppo.go.th/doc/report-2546/4-strategies.html

กระทรวงพลังงาน 2554. นโยบายพลังงานของประเทศ. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.energy.go.th/?q=th/node/98

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ 2549. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10

สำนักงานคณะกรรมการนโยบายพลังงานแห่งชาติ 2554. การกำหนดมาตรฐานประสิทธิภาrการใช้พลังงานขั้นต่ำของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.eppo.go.th/encon/encon-EFSRS-T.html

ศูนย์ประสานงานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.2e-building.com/index.php

MCOT 2554. พพ.เปิดศูนย์ให้คำปรึกษาอาคารประหยัดพลังงาน. (ออนไลน์).ที่มา: http://www.mcot.net/cfcustom/ cache_page/143861.html

ศูนย์เศรษฐกิจการลงทุนภาคที่ 1 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน. 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://chiangmai.boi.go.th/MainSite/index.php

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2552. รายงานประจำปี 2552.

สำนักกำกับและอนุรักษ์พลังงาน 2554. โครงการเงินหมุนเวียน. (ออนไลน์). ที่มา : http://www2.dede.go.th/km_berc/project_01.html

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม 2554. โครงการส่งเสริมการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทน. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.efe.or.th/escofund/index.php

มูลนิธิอนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.ecft.org/home/index.php?option=com_ content&view=article &id=67:2010-12-03-08-36-02&lang=th

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) 2554. โครงการนำร่องสิทธิประโยชน์ทางภาษีเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.dede.go.th/

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) 2554. โครงการขอรับสิทธิประโยชน์ยกเว้นภาษีเงินได้จากกรมสรรพากร รายละเอียดโครงการ. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.energy-tax.com/menu_2.html

พัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) 2554. Thailand Energy Awards. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.energy-awards.com/index.php

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2554. โชว์ผลงานกองทุนอนุรักษ์พลังงาน ใช้งบวิจัย 40 ล้านคลอด 600 โครงการ. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.enconfund.go.th/05-pr-news/news_detail.php?Id=27

สถาบันพลังงานเพื่ออุตสาหกรรม 2554. โครงการอนุรักษ์พลังงาน. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.iie.or.th/iie2003/ project/iieProject.aspx?prj=10

ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทย 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.ecct-th.org/home.htm

มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม 2554. สรุป การปรับปรุงแนวทางการส่งเสริมการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานหมุนเวียน (ออนไลน์). ที่มา : http://www.efe.or.th/home.php?ds=preview&back=content&mid=tkxp2fDHhETSz8yG&doc=J6tSP8TIZNHgOfxW

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน 2554. ฉลากพลังงานประสิทธิภาพสูง. (ออนไลน์). ที่มา : http://www.emco.or.th/UserFiles/File/downloaddata/1264669544.pdf

สำนักพัฒนาทรัพยากรบุคคลด้านพลังงาน (สพบ.) 2554. (ออนไลน์). ที่มา : http://www2.dede.go.th/bhrd/index.php

กองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน 2554. โครงการร่วมในการผลิตบัณฑิตศึกษาและพัฒนางานวิจัยด้านเทคโนโลยีพลังงานและเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม ระยะที่ 2 (2551-2555). (ออนไลน์). ที่มา : http://www.enconfund.go.th/04-workings/plan.php?Id=28

5.2 มาตรการและความร่วมมือระหว่างประเทศในการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ดร.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล

วิธีอ้างอิง

ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล, 2554: *มาตรการและความร่วมมือระหว่างประเทศในการจัดการปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ.* ใน: *รายงานการสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของไทย ครั้งที่ 1: องค์ความรู้ด้านการลดก๊าซเรือนกระจก*. คณะทำงานกลุ่มที่ 3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย [สิรินทรเทพ เต้าประยูร, จำนง สรพิพัฒน์, อำนาจ ชิดไธสง (บรรณาธิการ)]

ประเด็นสำคัญ (Key Finding) :

- การดำเนินการเจรจาภายใต้กรอบอนุสัญญา UNFCCC เพื่อหาข้อตกลงเกี่ยวกับเป้าหมายและรูปแบบการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงหลังจากปี พ.ศ. 2555 ยังคงไม่มีความคืบหน้าเท่าที่ควร เนื่องจากความขัดแย้งทางผลประโยชน์อย่างสูงระหว่างกลุ่มประเทศต่างๆ รวมทั้ง ความไม่ไว้วางใจระหว่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว
- ในปัจจุบัน ได้มีการริเริ่มนำมาตรการติดฉลาก Carbon Footprint ภาคสมัครใจมาบังคับใช้ในหลายๆ ประเทศ โดยส่วนใหญ่จะเป็นผลจากการผลักดันของห้างค้าปลีกขนาดใหญ่ อย่างไรก็ดี งานศึกษาที่ผ่านมาชี้ว่า ผู้ประกอบการไทยน่าจะมีข้อได้เปรียบในการประเมิน Carbon Footprint เมื่อเทียบกับประเทศคู่แข่ง เนื่องจากมีต้นทุนระยะเวลาในการประเมิน และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการขออนุญาตใช้ฉลากที่ต่ำกว่า
- ความพยายามในการผลักดันมาตรการฝ่ายเดียวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้วในปัจจุบัน น่าจะเป็นผลมาจากความกังวลในเรื่องของต้นทุนการผลิตที่จะเพิ่มสูงขึ้น และการสูญเสียความสามารถในการแข่งขันทางการค้า เมื่อเทียบกับประเทศกำลังพัฒนาที่ยังคงไม่ต้องมีภาระพันธกรณี
- การใช้วิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามการฐานบริโภค น่าจะเป็นวิธีที่สามารถสะท้อนขนาดของความรับผิดชอบในการก่อให้เกิดปัญหาของแต่ละประเทศ ได้ถูกต้องกว่า การใช้วิธีการประเมินความรับผิดชอบตามการปล่อยที่จุดผลิต ซึ่งเป็นแนวทางที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน แต่จะมีปัญหากระบวนการคำนวณที่ยุ่งยากมากกว่า และมีปัญหาความไม่แน่นอนสูงกว่า

เนื้อหาในส่วนนี้จะเป็นการสรุปและสังเคราะห์ผลของงานศึกษาวิจัยต่าง ๆ ในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับมาตรการและความร่วมมือระหว่างประเทศในการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจะแบ่งเนื้อหาของการสังเคราะห์ผลงานวิจัยออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ (ก) สถานภาพการเจรจาของข้อตกลงพหุภาคีระหว่างประเทศในระดับโลก ที่เกี่ยวเนื่องกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ นัยยะของการเจรจาที่จะมีต่อประเทศไทย (ข) สถานภาพ แนวโน้มทิศทาง ของการดำเนินมาตรการฝ่ายเดียวหรือข้อตกลงทวิภาคีที่เกี่ยวเนื่องกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และ นัยยะที่จะมีต่อประเทศไทย และ (ค) งานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเกี่ยวพันระหว่างการค้าระหว่างประเทศกับการพิจารณาจัดสรรความรับผิดชอบในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก

5.2.1 ข้อตกลงพหุภาคีด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และนัยยะต่อประเทศไทย

กระบวนการหลักของการดำเนินการเพื่อการจัดการและรับมือกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบัน ก็คือ การสร้างความร่วมมือร่วมกันในระดับนานาชาติ ผ่านข้อตกลงนานาชาติด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จำนวน 2 ฉบับ คือ กรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (United Nations Framework Convention on Climate Change; UNFCCC) และพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol)

เนื่องจากเนื้อหาของพิธีสารเกียวโตตามที่มีกำหนดไว้ในปัจจุบัน จะครอบคลุมเพียงการกำหนดเป้าหมายและรูปแบบการดำเนินการ เพื่อควบคุมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และกลุ่มประเทศเศรษฐกิจในระยะเปลี่ยนผ่าน (ซึ่งเรียกรวมกันว่าเป็น ประเทศในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 หรือ Annex I Countries) เฉพาะสำหรับช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2551-2555 (หรือที่เรียกกันว่า ช่วงระยะพันธกรณีที่ 1 หรือ First Commitment Period) เท่านั้น จึงทำให้มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ที่การประชุมของรัฐภาคีอนุสัญญาฯ และพิธีสารเกียวโต จะต้องเร่งดำเนินการเจรจาเพื่อหาข้อสรุปเกี่ยวกับรูปแบบและเป้าหมายในการจัดการกับปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในช่วงหลังจากปี 2012 เป็นต้นไป ให้ได้โดยเร็วที่สุด เพื่อไม่ให้เกิดช่องว่างของข้อกำหนดภายใต้พิธีสารเกียวโต

5.2.1.1 จากบาหลีสู่โคเปนเฮเกน: ภาพรวมและประเด็นการเจรจา

จากความจำเป็นดังกล่าว การประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 13 และรัฐภาคีพิธีสารเกียวโต ครั้งที่ 3 (COP13/CMP3) ซึ่งจัดขึ้นที่เกาะบาหลี ประเทศอินโดนีเซีย จึงได้มีมติให้ภาคีสมาชิกเร่งดำเนินการเจรจาเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันเกี่ยวกับแนวทางการจัดการสภาพภูมิอากาศในช่วงหลังจากปี พ.ศ. 2555 ให้ได้ภายในการประชุมรัฐภาคีอนุสัญญาฯ ครั้งที่ 15 และรัฐภาคีพิธีสารเกียวโต ครั้งที่ 5 (COP15/CMP5) ที่กำหนดจัดขึ้นที่กรุงโคเปนเฮเกน ประเทศเดนมาร์ก ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 โดยกำหนดให้ดำเนินการเจรจาผ่านคณะทำงานเฉพาะกิจ จำนวน 2 ชุด คือ

(1) คณะทำงานเฉพาะกิจว่าด้วยพันธกรณีต่อเนื่องสำหรับประเทศในภาคผนวกที่ 1 ภายใต้พิธีสารเกียวโต (Ad-hoc Working Group on Further Commitments for Annex I Parties under the Kyoto Protocol; AWG-KP) ซึ่งมีเป้าหมายหลักของการเจรจาอยู่ที่การกำหนดรายละเอียดและระดับของเป้าหมายพันธกรณีการลดก๊าซเรือนกระจก สำหรับประเทศในภาคผนวกที่ 1 สำหรับช่วงระยะพันธกรณีที่ 2

(2) คณะทำงานเฉพาะกิจว่าด้วยความร่วมมือระยะยาวภายใต้อนุสัญญาฯ (Ad-hoc Working Group on Long Term Cooperative Action under the Convention) ซึ่งได้มีการแบ่งเนื้อหาการเจรจาออกเป็นหลายส่วน คือ Shared Vision for Long-Term Cooperative Action; Adaptation; Mitigation;

Financial Resources and Investment; Technology Development and Transfer และ Capacity Building เป็นต้น

อย่างไรก็ดี แม้ว่าจะมีความพยายามอย่างเต็มที่จากทุกๆ ฝ่าย รวมทั้ง การที่มีผู้นำและประมุขของประเทศต่างๆ เข้าร่วมการประชุม COP15/CMP5 ที่กรุงโคเปนเฮเกน เป็นจำนวนมากกว่า 120 ประเทศ แต่ความไม่ไว้วางใจระหว่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างผู้แทนเจรจาของกลุ่มประเทศกำลังพัฒนาและกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว และลักษณะการดำเนินกระบวนการเจรจาของประเทศเจ้าภาพที่ขาดความเปิดกว้างและโปร่งใส จึงทำให้การประชุมไม่สามารถที่จะบรรลุข้อตกลงที่มีผลผูกพันทางกฎหมายหรือทางการเมืองใดๆ ได้เลย โดยมติที่ประชุมหลักๆ ที่ได้รับจากการประชุมดังกล่าว ก็คือ

(ก) ที่ประชุมมีมติขยายเวลาการทำงานของคณะทำงานเฉพาะกิจทั้งสองชุดออกไปอีก 1 ปี

(ข) ที่ประชุมมีมติรับทราบ (Take Note of) การดำรงอยู่ของเอกสาร Copenhagen Accord ซึ่งเป็นเอกสารที่ร่างขึ้นจากการเจรจาเป็นการเฉพาะของกลุ่มผู้นำประเทศ ประมาณ 25 ประเทศ ในช่วงระหว่างการประชุม

5.2.1.2 เอกสาร Copenhagen Accord และ นัยยะต่อประเทศไทย

เอกสาร Copenhagen Accord นับได้ว่าเป็นผลผลิตหลักจากการประชุม COP15/CMP5 ที่กรุงโคเปนเฮเกน แต่กลับเป็นผลผลิตที่เต็มไปด้วยปัญหา อันเป็นผลมาจาก “ที่มา” ของตัวร่างเอกสาร ซึ่งเกิดขึ้นจากการเจรจาเป็นการเฉพาะของกลุ่มประเทศที่จำกัด ทำให้เมื่อประธานของที่ประชุมนำเสนอเอกสารดังกล่าวเข้าสู่การพิจารณา จึงได้รับการวิพากษ์วิจารณ์และคัดค้านอย่างรุนแรงจากประเทศกำลังพัฒนาบางส่วน จนท้ายที่สุดทำให้ที่ประชุมไม่สามารถมีมติ “รับรอง” เอกสารดังกล่าว ได้แต่เพียง “รับทราบ” การดำรงอยู่ของตัวเอกสาร Copenhagen Accord

หากพิจารณาในแง่เนื้อหาของ Copenhagen Accord ก็จะพบว่า สาระสำคัญของเอกสารฉบับนี้ ได้แก่

(1) Global Targets: ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของโลกจำเป็นจะต้องลดลงอย่างมาก (Deep Cuts) โดยให้สอดคล้องกับเป้าหมายการรักษาระดับการเพิ่มของอุณหภูมิโลกในระดับต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของโลกและของประเทศต่างๆ ควรจะเข้าสู่จุดสูงสุด (Peak) และเริ่มลดลงโดยเร็วที่สุด โดยประเทศกำลังพัฒนาจะเริ่มลดลงช้ากว่า

(2) Adaptation: ความร่วมมือกันเพื่อลดความเปราะบางและเพิ่มความสามารถในการปรับตัวของประเทศกำลังพัฒนาเป็นเรื่องสำคัญ โดยเฉพาะในกลุ่มประเทศยากจน ประเทศหมู่เกาะ และ ประเทศในทวีปแอฟริกา โดยประเทศพัฒนาแล้วควรต้องจัดเตรียมให้มีการสนับสนุนทางการเงิน เทคโนโลยี และการเสริมสร้างศักยภาพที่พอเพียง คาดเดาได้ และ ยั่งยืน

(3) Annex I Targets: ให้ประเทศในภาคผนวกที่ 1 นำเสนอเป้าหมาย Economy-wide Emissions Targets สำหรับปี พ.ศ. 2563 ให้กับทางสำนักเลขาฯ ภายในวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2552

(4) Non-Annex I Actions: ให้ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ดำเนินกิจกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งรวมถึงกิจกรรมที่แต่ละประเทศจะนำเสนอให้กับทางสำนักเลขาฯ ภายในวันที่ 31 มกราคม พ.ศ. 2552 และในรายงานแห่งชาติที่จะส่งให้ทุกๆ 2 ปี

(5) Finance: ประเทศพัฒนาแล้วมีพันธกรณีในการจัดหาเงินทุนใหม่และเพิ่มเติม (New and Additional Resources) ในมูลค่าใกล้เคียง 3 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา สำหรับช่วงปี พ.ศ. 2553-2555 สำหรับการสนับสนุนทางด้าน Mitigation และ Adaptation อย่างสมดุล นอกจากนี้ในระยะยาว ประเทศพัฒนาแล้วตกลงที่จะกำหนดเป้าหมายการจัดหาเงินทุนสำหรับสนับสนุนกิจกรรม Mitigation สำหรับประเทศกำลังพัฒนา ในระดับ 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐอเมริกาต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2563

(6) Assessment: เรียกร้องให้มีการประเมินผลการดำเนินงานภายใต้ข้อตกลงนี้ ภายในปี พ.ศ. 2558 ซึ่งจะรวมถึงการพิจารณาเกี่ยวกับข้อกำหนดเป้าหมายการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในระดับ 1.5 องศาเซลเซียส

แม้ว่าเอกสาร Copenhagen Accord จะไม่ได้รับการรับรองอย่างเป็นทางการจากที่ประชุม แต่ในทางปฏิบัติการที่ที่ประชุมเปิดโอกาสให้ประเทศต่างๆ สามารถส่งหนังสือแสดงความจำนงผูกพันตนเอง หรือส่งข้อเสนอพันธกรณีเป้าหมาย/กิจกรรมการลดก๊าซเรือนกระจกของตนให้แก่ทางสำนักเลขาฯ ภายใต้ข้อกำหนดของ Copenhagen Accord ได้มีผลทำให้เอกสารนี้มีสภาพเป็นเอกสารที่มีชีวิต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาจากข้อเท็จจริงที่ว่า ในปัจจุบัน (ข้อมูล ณ วันที่ 4 กรกฎาคม พ.ศ. 2553) ได้มีประเทศสมาชิก ทั้งที่เป็นประเทศพัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา จำนวนรวม 138 ประเทศ ที่ได้จัดส่งเอกสารแสดงท่าทีสนับสนุน และ/หรือ ประกาศผูกพันตนเข้ากับ Copenhagen Accord แล้ว ขณะที่มีประเทศกำลังพัฒนาจำนวนเพียง 8 ประเทศที่ประกาศไม่ยอมรับเอกสาร Copenhagen Accord อย่างเป็นทางการ (ชโลทร และ กุลวดี 2553)

การดำรงอยู่ของเอกสาร Copenhagen Accord และการที่มีประเทศต่างๆ จำนวนมาก ประกาศผูกพันตนเองกับเอกสารนี้ อาจส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมแก่ประเทศไทยได้ในหลายแนวทาง ได้แก่ (ชโลทร และ กุลวดี 2553)

(1) การที่ประเทศภาคี UNFCCC จำนวนมากให้การยอมรับเอกสารนี้ น่าจะมีผลให้ ความพยายามในการผลักดันเนื้อหาของ Copenhagen Accord ให้เข้ามาอยู่ในกรอบการเจรจาของ AWG-KP และ AWG-LCA มีความเข้มข้นมากขึ้น จนอาจส่งผลสะท้อนต่อร่างข้อตกลงการจัดการสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นในอนาคต

(2) มีข้อมูลว่า ประเทศพัฒนาแล้วบางส่วนได้นำเอาเงื่อนไขการผูกพันตนเองเข้ากับ Copenhagen Accord มาใช้เป็นเงื่อนไขประกอบในการพิจารณาจัดสรรความช่วยเหลือทางการเงินให้กับประเทศกำลังพัฒนา ซึ่งหากเป็นจริง และถ้าประเทศไทยเลือกที่จะประกาศไม่ผูกพันตนเองกับ Copenhagen Accord เราก็อาจจะต้องสูญเสียผลประโยชน์จากส่วนนี้ไป

(3) ในกรณีที่ประเทศไทยเลือกที่จะประกาศผูกพันตนเอง หรือประกาศเป้าหมายการดำเนินกิจกรรม NAMAs (Nationally Appropriate Mitigation Actions) ภายใต้ข้อกำหนดของ Copenhagen Accord แม้ว่าการประกาศดังกล่าวจะเป็นเพียงการประกาศเจตนารมณ์ฝ่ายเดียว ที่อาจไม่มีผลผูกพันทางกฎหมายระหว่างประเทศ แต่การที่รัฐบาลประกาศเป้าหมาย/เจตนารมณ์ดังกล่าว ย่อมจะมีผลในเชิงการเปลี่ยนแปลงการกำหนดนโยบายในการพัฒนาประเทศ และน่าจะมีผลต่อการตัดสินใจของหน่วยธุรกิจ/องค์กรชุมชนต่างๆ ซึ่งในส่วนนี้ เราอาจพิจารณาผลที่จะเกิดขึ้นดังกล่าวได้ใน 2 แนวทาง คือ (ก) อาจมองว่าการประกาศดังกล่าว เป็นการสร้างข้อผูกพันระหว่างประเทศที่ไม่จำเป็น และจะมีผลทำให้เกิดเป็นต้นทุนแก่การดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจของประเทศ หรือ (ข) ถ้าหากเป้าหมายที่ประเทศไทยประกาศไม่ได้เป็นเป้าหมายที่สูงมากเกินไปนัก ก็อาจมองได้ว่า การประกาศเจตนารมณ์ดังกล่าวเป็นการส่งสัญญาณทางนโยบายที่ถูกต้องให้แก่ภาคส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้เริ่มดำเนินการปรับตัวเพื่อรองรับกับความจำเป็นของการลดก๊าซเรือนกระจก ที่ท้ายที่สุดแล้วก็คงจะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ในอนาคต

5.2.1.3 การประชุม COP16/CMP6 และ Cancun Agreement

หนึ่งปีหลังจากความล้มเหลวที่โคเปนเฮเกน การประชุมรัฐภาคีกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ครั้งที่ 16 และ รัฐภาคีพิธีสารเกียวโต ครั้งที่ 6 (COP16/CMP6) ได้ถูกจัดขึ้นระหว่างวันที่ 29 พฤศจิกายน ถึงวันที่ 11 ธันวาคม พ.ศ. 2553 ณ เมืองแคนคูน ประเทศเม็กซิโก โดยประเทศเจ้าภาพในการประชุมครั้งนี้ได้แสดงความพยายามอย่างยิ่งที่จะรักษาบรรยากาศของการประชุม ให้ดำเนินไปอย่างเปิดกว้างและ

โปร่งใส (Inclusive and Transparent) เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดความขัดแย้งที่สูงมากเกินไป ซึ่งในภาพรวมก็สามารถดำเนินการประชุมไปได้อย่างค่อนข้างดี จนกระทั่งเกิดเหตุการณ์พลิกผันในช่วงวันสุดท้ายของการเจรจา เมื่อร่างเอกสารผลการประชุม 2 ฉบับ ซึ่งประธานได้จัดทำขึ้นภายใต้ความรับผิดชอบของตนเอง และนำเสนอให้แก่ที่ประชุม (โดยไม่เปิดโอกาสให้ที่ประชุมพิจารณาแก้ไขเนื้อหาของเอกสาร) ได้รับการปฏิเสธอย่างชัดเจนและต่อเนื่องจากคณะผู้แทนเจรจาของประเทศโบลิเวีย แม้ว่าร่างดังกล่าวจะได้รับการยอมรับ และได้รับเสียงชื่นชมในทางบวกจากประเทศอื่นๆ ทั้งหมด ในฐานะที่เป็นเอกสารซึ่งสามารถสะท้อนผลการประนีประนอมระหว่างความต้องการของกลุ่มประเทศต่างได้อย่างค่อนข้างสมดุล โดยในท้ายที่สุดที่ประชุมก็ได้มีมติรับรองเนื้อหาของเอกสาร Cancun Agreements ทั้ง 2 ฉบับ ให้เป็นมติของที่ประชุม COP16 และ CMP6 (Decision 1/CP.16 และ Decision 1/CMP.6)

ผลประการหนึ่งของการรับรอง Cancun Agreements คือ มติที่ประชุมดังกล่าวได้มีผลทำให้เนื้อหาของข้อตกลงหลายๆ ส่วนที่เคยอยู่ภายใต้ Copenhagen Accord กลายสภาพเป็นข้อตกลงที่เป็นทางการภายใต้ UNFCCC อย่างไรก็ดี นอกจากนี้ข้อตกลง Cancun Agreements ยังได้มีการขยายและเพิ่มเติมรายละเอียดเนื้อหาในประเด็นการเจรจาต่างๆ ที่น่าสนใจอยู่พอสมควร โดยอาจสรุปเนื้อหาที่สำคัญของ Cancun Agreements ได้ดังนี้

(1) Global Targets: มีการกำหนดเป้าหมายการรักษาระดับการเพิ่มของอุณหภูมิโลกในระดับต่ำกว่า 2 องศาเซลเซียส (พร้อมกับกำหนดให้มีกระบวนการทบทวนเป้าหมายครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2556-2558 โดยที่ต้องพิจารณาการกำหนดเป้าหมายในระดับ 1.5 องศาเซลเซียสร่วมด้วย) และกำหนดให้มีการพิจารณาเป้าหมายการลดก๊าซรวมของโลกสำหรับปี พ.ศ. 2593 และกรอบระยะเวลาของ Global Peaking of Emissions ในการประชุม COP17

(2) Adaptation: จัดตั้ง Cancun Adaptation Framework และ Adaptation Committee เพื่อส่งเสริมการดำเนินกิจกรรมด้านการปรับตัวภายใต้อนุสัญญาฯ

(3) Annex I Targets: รับทราบข้อเสนอเป้าหมายการลดก๊าซของประเทศต่างๆ (ตาม Copenhagen Accord Pledges) และเรียกร้องให้ประเทศพัฒนาแล้วเพิ่มระดับเป้าหมายการลดก๊าซให้สูงมากขึ้น โดยได้มีการอ้างอิงตัวเลขเป้าหมายการลดก๊าซในระดับร้อยละ 25-40 จากระดับการปล่อยในปี พ.ศ. 2533 ภายในปี พ.ศ. 2563 ตามที่ปรากฏในรายงาน IPCC ฉบับที่ 4

(4) Non-Annex I Actions: รับทราบและขอเชิญให้ประเทศกำลังพัฒนาประกาศเจตนารมย์ในการดำเนินกิจกรรมการลดก๊าซ (NAMAs) เพิ่มเติมตามความสมัครใจ พร้อมทั้งกำหนดให้มีการจัดตั้งระบบการขึ้นทะเบียน (Registry) สำหรับกิจกรรม NAMAs และการสนับสนุนระหว่างประเทศ

(5) Finance: ยืนยันพันธกรณีของประเทศพัฒนาแล้วในการสนับสนุนทางการเงินตามข้อตกลง Copenhagen Accord (ในมูลค่าใกล้เคียง 3 หมื่นล้านเหรียญสหรัฐอเมริกา สำหรับช่วงปี พ.ศ. 2553-2555 และในระดับ 1 แสนล้านเหรียญสหรัฐอเมริกาต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2563) และจัดตั้ง Green Climate Fund เพื่อเป็นผู้ดำเนินการกลไกทางการเงินของอนุสัญญาฯ โดยกำหนดให้มี Transitional Committee ทำหน้าที่ออกแบบรายละเอียดของกองทุน

(6) Technology: จัดตั้ง “กลไกทางเทคโนโลยี” (Technology Mechanism) ซึ่งประกอบขึ้นด้วย Technology Executive Committee และ Climate Technology Centre and Network เพื่อช่วยสนับสนุนการดำเนินกิจกรรมที่เกี่ยวกับการพัฒนาและถ่ายทอดเทคโนโลยี

5.2.2 มาตรการฝ่ายเดียวด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

นอกเหนือจากการดำเนินการเจรจาในระดับพหุภาคีผ่านกลไกอนุสัญญาระดับโลกแล้ว ประเทศต่างๆ ยังได้มีการดำเนินมาตรการ ทั้งที่เป็นมาตรการฝ่ายเดียว (Unilateral) และข้อตกลงทวิภาคี (Bilateral) ที่อาจส่งผลเกี่ยวเนื่องต่อประเทศไทยได้ในหลายๆ ส่วน ทั้งที่เป็นมาตรการในเชิงการส่งเสริมความร่วมมือ/ช่วยเหลือระหว่างกัน และมาตรการในลักษณะของการกีดกันทางการค้า เช่น มาตรการความร่วมมือทวิภาคี Cool Earth Partnership ที่ริเริ่มขึ้นโดยรัฐบาลของประเทศญี่ปุ่น ข้อเสนอ Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases ซึ่งผลักดันโดยรัฐบาลประเทศนิวซีแลนด์ และมาตรการฝ่ายเดียวอื่นๆ ที่มีการดำเนินการโดยประเทศต่างๆ

เมื่อพิจารณาในส่วนของมาตรการฝ่ายเดียวที่เกี่ยวข้องกับประเด็นการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ จะพบว่า มาตรการฝ่ายเดียวต่างๆ ที่มีการดำเนินการบังคับใช้แล้ว หรือมีข้อเสนอที่จะดำเนินการบังคับใช้ ล้วนแต่เป็นมาตรการซึ่งเสนอขึ้นจากประเทศ/กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นกรณีของ EU Directive เกี่ยวกับการรวมกิจกรรมการบินเข้าในระบบ EU-ETS (European Union Emission Trading Scheme) หรือกรณีของข้อกำหนดบางส่วนในร่างกฎหมาย American Clean Energy and Security Act (ACES) และ American Power Act (APA) ภายใต้การพิจารณาของรัฐสภา ประเทศสหรัฐอเมริกา

นิรมล สุธรรมกิจ (2552) ตั้งข้อสังเกตว่า ความพยายามในการผลักดันมาตรการฝ่ายเดียวเหล่านี้ น่าจะเป็นผลมาจากความกังวลของกลุ่มประเทศพัฒนาแล้ว ในเรื่องของความแตกต่างกันในต้นทุนการผลิต และความสามารถในการแข่งขันทางการค้าที่แตกต่างกัน ระหว่างผู้ผลิตในประเทศพัฒนาแล้วซึ่งจะต้องมีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจก กับผู้ผลิตในประเทศกำลังพัฒนาที่ยังไม่ต้องมีพันธกรณี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง หรือมีการใช้วัตถุดิบหรือสินค้าขั้นกลางที่ใช้พลังงานสูง

เมื่อพิจารณาในภาพรวมจะพบว่า ในปัจจุบันมีข้อเสนอมาตรการฝ่ายเดียวที่เกี่ยวเนื่องกับเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่มีการนำมาใช้หรือนำเสนอเพื่อพิจารณาอยู่ทั้งสิ้น 3 รูปแบบ คือ (ก) มาตรการการติดฉลากคาร์บอน (ข) มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบินของสหภาพยุโรป และ (ค) มาตรการปรับคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดน (Border Carbon Adjustment)

(ก) มาตรการติดฉลากคาร์บอน

ในปัจจุบันมาตรการติดฉลากคาร์บอนบนผลิตภัณฑ์สินค้าประเภทต่างๆ เพื่อกระตุ้นให้เกิดการปรับปรุงกระบวนการผลิต และเพื่อส่งเสริมทางเลือกของผู้บริโภคในการเลือกใช้สินค้าคาร์บอนต่ำ ได้เริ่มเป็นที่รู้จัก เป็นที่ยอมรับ และมีการนำมาใช้ในประเทศต่างๆ มากขึ้นอย่างต่อเนื่อง

ยุวนันท์ สันติทวีฤกษ์ และคณะ (2553) ได้ดำเนินการศึกษาสถานภาพของการดำเนินงาน มาตรการในการบังคับใช้ และการออกฉลาก Carbon Footprint ของสินค้าและบริการในประเทศต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อการส่งออกสินค้าของประเทศไทย จำนวน 14 ประเทศทั่วโลก (แบ่งเป็นประเทศพัฒนาแล้ว 11 ประเทศ และประเทศกำลังพัฒนา 3 ประเทศ) และรวมทั้งศึกษาพัฒนาการในกรณีของประเทศไทยด้วย

ผลการศึกษาพบว่า ประเทศพัฒนาแล้วส่วนใหญ่เริ่มมีการทดลองใช้และออกฉลาก Carbon Footprint ตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2550-2551 โดยสามารถแบ่งประเภทฉลาก Carbon Footprint ที่มีอยู่ออกได้เป็น 2 ประเภท คือ (ก) ฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์ทั่วไป และ (ข) ฉลากสำหรับผลิตภัณฑ์เฉพาะ เช่น ผลิตภัณฑ์เกษตรและอาหาร ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ และผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า มาตรการติดฉลากคาร์บอนที่มีการนำมาใช้ในประเทศต่างๆ ในปัจจุบันจะเป็นมาตรการในภาคสมัครใจทั้งหมด โดยการดำเนินงานส่วนใหญ่มักจะเกิดขึ้นจากการขับเคลื่อนโดยห้างค้าปลีกขนาดใหญ่ เช่น TESCO, Mark & Spencer, Casino Group และ Walmart เป็นต้น ในรูปแบบของการผลักดันให้ผู้ผลิตสินค้าที่จัดจำหน่ายในห้างของตน จะต้องมีการติดฉลาก Carbon Footprint

ในส่วนของมาตรการภาคบังคับ ประเทศฝรั่งเศสจะเป็นประเทศแรกที่มีการนำเอามาตรการบังคับติดฉลาก Carbon Footprint มาใช้ โดยในกฎหมาย Grenelle2 ได้ระบุให้ผู้บริโภคต้องได้รับข้อมูลปริมาณ Carbon Footprint ของสินค้าอุปโภคบริโภคทุกชนิดและบรรจุภัณฑ์ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม ค.ศ.2011

ในส่วนของการดำเนินงานในประเทศไทย ยุวนันท์ และ คณะ (2553) พบว่า ประเทศไทยเริ่มดำเนินกิจกรรมด้าน Carbon Footprint ในช่วงปลายปี พ.ศ. 2551 ในรูปแบบของโครงการวิจัยที่ดำเนินการโดยสถาบันอุดมศึกษาต่างๆ ก่อน และหลังจากนั้น ทางองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (อบก.) จึงได้เข้ามาเป็นหน่วยงานหลักที่ขับเคลื่อนการออกฉลากคาร์บอน และการรับรองผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ โดยข้อมูล ณ เดือนเมษายน ค.ศ.2010 พบว่า มีผลิตภัณฑ์นำร่องที่เข้าร่วมในโครงการศึกษา ได้รับการออกฉลาก Carbon Footprint จากทาง อบก. ไปแล้วจำนวนทั้งสิ้น 22 ผลิตภัณฑ์

ในส่วนของการวิเคราะห์เชิงนโยบายและกรอบเวลาการบังคับใช้ฉลาก Carbon Footprint ของประเทศต่างๆ เทียบกับสถานภาพการทำฉลาก Carbon Footprint ของประเทศไทยและประเทศคู่แข่ง ยุวนันท์ และคณะ (2553) พบว่า ผู้ประกอบการไทยน่าจะมีข้อได้เปรียบในการประเมิน Carbon Footprint เนื่องจากมีต้นทุนในแง่ของเวลาในการประเมินและค่าใช้จ่ายในการขออนุญาตใช้ฉลากที่ต่ำกว่า

(ข) มาตรการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบินของสหภาพยุโรป

หลังจากที่ทางสหภาพยุโรปได้มีการนำเอากลไกการซื้อขายใบอนุญาตการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (European Union Emissions Trading Scheme; EU-ETS) มาระยะเวลาหนึ่ง ก็พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบิน มีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก สวนทางกับเจตนารมณ์ในการลดก๊าซเรือนกระจกภายใต้พิธีสารเกียวโต จึงได้มีการจัดตั้งคณะทำงานด้านการบินขึ้น ภายใต้แผนงานว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระยะที่ 2 (European Climate Change Program Phase II; ECCP-II) จนนำไปสู่การเสนอให้มีการผนวกรวมภาคการบินเข้าอยู่ภายใต้การบังคับของกลไก EU-ETS ภายใต้กฎหมาย Directive 2008/101/EC ซึ่งกำหนดให้ ผู้ประกอบการสายการบินที่ดำเนิน “กิจกรรมการบิน” ในสหภาพยุโรป มีหน้าที่ต้องลดหรือรับผิดชอบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของตนภายใต้ข้อกำหนด ดังนี้ (โสภารัตน์ จารุสมบัติ และคณะ 2553)

(1) “กิจกรรมการบิน” ภายใต้มาตรการนี้ หมายถึง เที่ยวบินทุกเที่ยวที่เดินทางไปยัง/ออกจาก สนามบินของสหภาพยุโรป ทั้งนี้ ยกเว้นเที่ยวบินบางประเภทที่กำหนดไว้

(2) กำหนดเพดานการอนุญาตปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็น 2 ช่วงเวลา คือ

- ช่วงระยะเบื้องต้น (ปี พ.ศ. 2555) กำหนดเพดานการปล่อยที่ระดับร้อยละ 97 ของปริมาณการปล่อยในอดีต (คิดจากค่าเฉลี่ยของปีฐาน พ.ศ. 2547, 2548, 2549)
- ช่วงระยะต่อมา (ปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นไป) กำหนดเพดานการปล่อยที่ระดับร้อยละ 95 ของปริมาณการปล่อยในอดีต (ทั้งนี้คณะกรรมาธิการยุโรปมีอำนาจทบทวนระดับเพดานได้)

(3) การจัดสรรใบอนุญาต (Emission Allowances; EA) มีการจัดสรรใน 3 รูปแบบ คือ

- จัดสรรให้เปล่าแก่ผู้ประกอบการ
- จัดสรรโดยการประมูล: โดยสัดส่วนการจัดสรร EA โดยการประมูลจะเริ่มที่ร้อยละ 15 ในปี พ.ศ. 2555 และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ หลังปี พ.ศ. 2556 เป็นต้นไป

- จัดสรรเป็นปริมาณสำรองพิเศษ (Special Reserve) สำหรับผู้ประกอบการรายใหม่ หรือผู้ประกอบการที่มีอัตรากรเพิ่มของการปล่อยก๊าซสูงกว่าร้อยละ 18 ต่อปี

(4) การลงโทษ ผู้ประกอบการที่ไม่สามารถลดการปล่อยก๊าซได้ตาม EA ที่มี จะต้องจ่ายค่าปรับสำหรับการปล่อยก๊าซส่วนเกินในอัตรา 100 ยูโรต่อตัน CO_2 เทียบเท่า

(5) กรณีที่ประเทศใดมีการใช้มาตรการลดก๊าซกับภาคการบินอยู่แล้ว ก็อาจดำเนินการเจรจาเพื่อขอยกเว้นการบังคับใช้มาตรการนี้ได้เป็นรายกรณี

(ค) มาตรการปรับคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดน

ในปัจจุบัน ยังคงไม่มีประเทศใดที่นำเอามาตรการปรับคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดนมาบังคับใช้ แต่ข้อเสนอมาตรการปรับคาร์บอนที่ค่อนข้างมีความชัดเจนและมีความคืบหน้าในเชิงการนำเสนอเพื่อให้ตราเป็นกฎหมายบังคับใช้มากที่สุด ก็คือ ข้อเสนอร่างกฎหมาย American Clean Energy and Security Act (ACES) และร่างกฎหมาย American Power Act (APA) ภายใต้การพิจารณาของรัฐสภา ประเทศสหรัฐอเมริกา

เมื่อพิจารณาเนื้อหาในส่วนของมาตรการปรับคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดนภายในร่างกฎหมายทั้งสองฉบับพบว่า มีความคล้ายคลึงกันอย่างสูง โดยทั้งสองกรณีกำหนดว่า ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2563 ผู้นำเข้าสินค้าที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือการใช้พลังงานเข้มข้น จะต้องนำส่ง International Reserve Allowance ในปริมาณที่กำหนด ก่อนที่จะสามารถนำสินค้าเข้าสู่ประเทศสหรัฐอเมริกา ยกเว้นในกรณีต่อไปนี้

- ประเทศผู้ส่งออกเป็นภาคีของอนุสัญญาระหว่างประเทศที่ประเทศสหรัฐเป็นภาคี และมีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกของตนในระดับที่เข้มงวดไม่น้อยกว่าพันธกรณีของประเทศสหรัฐอเมริกา
- ประเทศผู้ส่งออกเป็นภาคีของข้อตกลงพหุภาคีหรือทวิภาคีว่าด้วยการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นภาคีอยู่ด้วย
- ประเทศผู้ส่งออกมีระดับความเข้มข้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือความเข้มข้นในการใช้พลังงานของอุตสาหกรรมควบคุมนั้นๆ ในระดับที่เท่ากับหรือต่ำกว่าสหรัฐอเมริกา
- ประเทศผู้ส่งออกเป็นประเทศในกลุ่มประเทศยากจนที่สุด (Least Developed Countries)
- ประเทศผู้ส่งออกมีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าร้อยละ 0.5 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของโลก และมีสัดส่วนการนำเข้าของสินค้าที่เกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมควบคุมนั้นๆ น้อยกว่าร้อยละ 5

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอมาตรการปรับคาร์บอนก่อนข้ามพรมแดนที่ได้รับการนำเสนอและผลักดันโดยบางประเทศในสหภาพยุโรป แต่ในภาพรวม สหภาพยุโรปยังคงมีท่าทีไม่เห็นด้วยกับข้อเสนอดังกล่าว (โสภารัตน์ จารุสมบัติ และคณะ 2553)

5.2.3 การประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ภายใต้ข้อกำหนดของพิธีสารเกียวโตในปัจจุบัน กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วที่มีรายชื่ออยู่ในภาคผนวกที่ 1 ของอนุสัญญา UNFCCC จะมีภาระพันธกรณีที่จะต้องลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของตนโดยเฉลี่ยลงร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับระดับการปลดปล่อยในปี พ.ศ. 2533 ภายในช่วงปี พ.ศ. 2551-2555 ขณะที่ประเทศกำลังพัฒนาที่อยู่นอกภาคผนวกที่ 1 จะยังไม่มีพันธกรณีในลักษณะดังกล่าว การกำหนดแบ่งพันธกรณีในลักษณะดังกล่าว ย่อมส่งผลให้

ต้นทุนการผลิตในประเทศพัฒนาแล้วมีค่าสูงกว่าต้นทุนการผลิตในประเทศกำลังพัฒนา ทำให้ผู้ผลิตในประเทศพัฒนาแล้วมีแนวโน้มที่จะเคลื่อนย้ายฐานการผลิตสินค้าของตนไปสู่ประเทศกำลังพัฒนามากขึ้น ขณะที่ผู้บริโภคในประเทศพัฒนาแล้วก็มีแนวโน้มที่จะเลือกบริโภคสินค้าต่างๆ จากประเทศกำลังพัฒนาที่มีราคาต่ำกว่ามากขึ้นด้วย

เนื่องจากแนวทางการคำนวณภาระความรับผิดชอบในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กำหนดโดย IPCC ในปัจจุบัน กำหนดให้คำนวณขนาดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเทศจากกิจกรรมการผลิตและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดขึ้นภายในเขตพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ของประเทศนั้นๆ ภายใต้กรอบการวิเคราะห์ดังกล่าว การเคลื่อนย้ายฐานการผลิตและการนำเข้าสินค้า ย่อมมีผลเสมือนกับการโอนภาระความรับผิดชอบต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปสู่ประเทศผู้รับการลงทุนหรือประเทศผู้ผลิตสินค้าส่งออก

ชยันต์ ตันติวัสดาการ และคณะ (2552) เสนอว่า มีแนวทางที่เป็นไปได้ในการแบ่งภาระความรับผิดชอบในการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่อย่างน้อย 3 รูปแบบ คือ การแบ่งภาระรับผิดชอบตามการปล่อยที่จุดผลิต (Production-based Approach) การแบ่งภาระรับผิดชอบตามสัดส่วนความเป็นเจ้าของหน่วยผลิต (Ownership-based Approach) และการแบ่งภาระรับผิดชอบตามการบริโภค (Consumption-based Approach) โดยเสนอว่า การใช้แนวทางการแบ่งภาระรับผิดชอบตามการบริโภค น่าจะเป็นวิธีที่สามารถสะท้อนขนาดความรับผิดชอบที่ประชากรแต่ละประเทศมีส่วนร่วมในการสร้างปัญหาได้ถูกต้องที่สุด เนื่องจากเป็นแนวทางที่จัดสรรภาระความรับผิดชอบกลับไปสู่ผู้ที่ก่อให้เกิดปัญหาอย่างแท้จริง นั่นคือ ผู้บริโภคซึ่งเป็นผู้ก่อให้เกิดความต้องการในการผลิตสินค้าและก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกติดตามมา ซึ่งการคำนวณภาระรับผิดชอบในแนวทางดังกล่าวจะช่วยแก้ปัญหาการรั่วไหลของคาร์บอน (Carbon Leakage) จากการย้ายฐานการผลิตไปสู่ประเทศกำลังพัฒนา และน่าจะช่วยกระตุ้นให้มีการถ่ายโอนเทคโนโลยีในการผลิตที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำมายังประเทศกำลังพัฒนามากขึ้น

ชยันต์ ตันติวัสดาการ และคณะ (2552) ได้ทดลองคำนวณขนาดภาระรับผิดชอบตามแนวทางการจัดสรรทั้ง 3 รูปแบบข้างต้น โดยใช้วิธีการคำนวณโดยตรงจากกระบวนการผลิตขั้นสุดท้าย และวิธีการคำนวณในลักษณะของ Input-Output Analysis โดยได้สรุปว่าวิธีการคำนวณโดยวิธี Input-Output Analysis น่าจะเป็นวิธีการคำนวณที่เหมาะสมที่สุดในการคำนวณขนาดภาระการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามแนวทาง Consumption-based Approach

Suntornsiri and Limmeechokchai (2005) และ Limmeechokchai and Suntornsiri (2007) น่าจะนับเป็นงานวิจัยชิ้นแรกๆ ที่มีการนำวิธีคำนวณแบบ Input-Output Analysis มาใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย แต่ก็ยังเป็นการวิเคราะห์ตามแนวทาง Production-based Approach ขณะที่ชยันต์ ตันติวัสดาการ และคณะ (2552) น่าจะเป็นงานวิจัยชิ้นแรกที่ประเมินขนาดภาระรับผิดชอบตามแนวทาง Consumption-based Approach สำหรับประเทศไทย ซึ่งต่อมาทางคณะผู้วิจัยชุดเดียวกันได้ทำการปรับปรุงผลการวิเคราะห์ใหม่ และรวมทั้งขยายขอบเขตของการวิเคราะห์เพิ่มเติมในรายงานการวิจัย ชยันต์ ตันติวัสดาการ และคณะ (2553)

โดยผลการวิเคราะห์ของชยันต์ ตันติวัสดาการ และคณะ (2553) ซึ่งใช้ข้อมูล Input-Output Table และ Energy-Input Matrix ฉบับปี พ.ศ. 2547 จากฐานข้อมูล Global Trade Analysis Project (GTAP) version 7 เป็นฐานในการคำนวณตามวิธีของ Input-Output Analysis พบว่าภาระรับผิดชอบในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์การใช้พลังงานของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2547 ตามแนวทาง Consumption-based Approach มีค่าอยู่ที่ 183 ล้านตัน ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าขนาดภาระรับผิดชอบที่คำนวณตามวิธี Production-based Approach ซึ่งอยู่ที่ 197 ล้านตัน อยู่ประมาณร้อยละ 6.82 โดยพบว่า สาขาการบริโภคที่ก่อให้เกิดภาระในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณสูง ได้แก่ การขนส่ง การก่อสร้าง สินค้าอุตสาหกรรม และสาขาสาธารณูปโภคและพลังงาน เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

ชยันต์ ตันติวัสดาการ, สิรินทรเทพ เต้าประยูร และชโลทร แก่นสันติสุขมงคล 2552. การพัฒนาวิธีการประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากอุตสาหกรรมระหว่างประเทศที่พัฒนาแล้วและประเทศกำลังพัฒนา ชุดโครงการพัฒนาความรู้และยุทธศาสตร์ความตกลงด้านสิ่งแวดล้อมและยุทธศาสตร์ลดโลกร้อน ลำดับที่ 3. สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม.

ชยันต์ ตันติวัสดาการ, ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล และโสภารัตน์ จารุสมบัติ 2553. การประเมินความรับผิดชอบร่วมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามสัดส่วนการบริโภคระหว่างไทยและประเทศคู่ค้าสำคัญและการระบุกิจกรรมการบริโภคภายในประเทศที่เป็นสาเหตุหลักของก๊าซเรือนกระจก. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล และกุลวดี แก่นสันติสุขมงคล 2553. การศึกษาการจัดสรรพันธกรณีระหว่างประเทศในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายหลังพิธีสารเกียวโต. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

นิรมล สุธรรมกิจ 2552. มาตรการลดโลกร้อน...การค้ากระเทือน คำถามที่ยังหาคำตอบ. ใน NTM in Focus, ปีที่ 2 ฉบับที่ 4 (มีนาคม 2552), ศูนย์บริการวิชาการเศรษฐศาสตร์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ยุวนันท์ สันติทวีฤกษ์, กุลวรางค์ สุวรรณศรี และกฤษดา บำรุงวงศ์ 2553. Carbon footprint มาตรการสิ่งแวดล้อมใหม่ที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ของภาคการส่งออกไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการระดับชาติ เรื่อง ประเทศไทยกับภูมิอากาศโลก ครั้งที่ 1: ความเสี่ยงและโอกาสท้าทายในกลไกการจัดการสภาพภูมิอากาศโลก วันที่ 19-21 สิงหาคม 2553.

โสภารัตน์ จารุสมบัติ, อรพรรณ ณ บางช้าง, อิทธิพล ศรีเสาวลักษณ์, อารียา มนัสบุญเพิ่มพูล และเรวดี จรุงรัตนาพงศ์ 2553. การศึกษาเครื่องมือและกลไกทางด้านเศรษฐศาสตร์และกฎหมายเพื่อการแก้ไขปัญหาและลดปัญหาโลกร้อนและข้อเสนอสำหรับประเทศไทย. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Limmeechokchai, B. and Suksuntornsiri, P. 2007. Embedded energy and total greenhouse gas emissions in final consumptions within Thailand. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11: 259-281.

Suksuntornsiri, P and Limmeechokchai, B. 2005. The PCA and IOA approaches for life-cycle analysis of greenhouse gas emissions from Thai commodities and energy consumption. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 27 (1):177-190.

Glossary

ศัพท์ภาษาอังกฤษ	ศัพท์ภาษาไทยหรือคำอธิบาย
Activity-based Approach	แนวคิดการใช้กิจกรรมเป็นฐาน
Biochar	ถ่านชีวภาพ
Business as usual	สภาวะการดำเนินเศรษฐกิจตามปกติ
Carbon Capture and Geologic Storage	เทคโนโลยีการดักและกับเก็บคาร์บอนทางธรณีวิทยา
Carbon footprint	ร่องรอยคาร์บอน, รอยเท้าคาร์บอน
Clean Development Mechanism, CDM	กลไกการพัฒนาที่สะอาด
Coefficient of Performance, COP	สัมประสิทธิ์สมรรถนะ
Cogeneration System	ระบบพลังงานความร้อนร่วม
Cost Assessment Approach	วิธีการประเมินต้นทุน
Cost-benefit Analysis, CBA	การวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์
Cost Effectiveness Analysis, CEA	การวิเคราะห์ต้นทุนประสิทธิผล
Country-specific Emission Factor	ค่าการปล่อยก๊าซเฉพาะประเทศ
Cropland Management	การจัดการระบบปลูกพืช
Demand-Side Management	การจัดการด้านการใช้ไฟฟ้า
Distance Based Emission Factor	อัตราการปล่อยมลพิษ
Economic Cost	ต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์
Emission factor	ค่าการปลดปล่อย
Energy conservation	การอนุรักษ์พลังงาน
Energy intensity	ความเข้มพลังงาน
Fuel Economy	อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
Fuel Switching Method	การเปลี่ยนแปลงการใช้เชื้อเพลิง
Intergovernmental Panel on Climate change; IPCC	คณะทำงานระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
Integrated Waste Management	การจัดการของเสียแบบผสมผสาน
Land-based Approach	แนวคิดการใช้ที่ดินเป็นฐาน
Light Power Density	กำลังไฟฟ้าเพื่อการส่องสว่างต่อพื้นที่
Low-carbon energy systems	ระบบพลังงานคาร์บอนต่ำ
Marginal abatement cost curve, MACC	เส้นต้นทุนเพิ่มในการลดก๊าซเรือนกระจก
Multi-attribute Analysis	การวิเคราะห์แบบหลายคุณสมบัติ
Opportunity Cost	ต้นทุนค่าเสียโอกาส
Overall Thermal Transfer Value, OTTV	สมรรถนะเชิงอุณหภาพของกรอบอาคาร
Promotion of Electricity Energy Efficiency	การส่งเสริมการใช้ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ
Supply-Side Management	การจัดการด้านอุปทาน
Waste Heat Recovery	การนำความร้อนเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่
Zero Energy Building	อาคารที่มีการใช้พลังงานเป็นศูนย์

รายชื่อคณะทำงาน

ผู้รับผิดชอบ	ติดต่อ
รศ.ดร.สิรินทรเทพ เต้าประยูร	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2470-8309-10 ต่อ 4133 e-mail : sirin@jgsee.kmutt.ac.th
รศ.ดร.จำนง สรพิพัฒน์	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2470-8309-10 ต่อ 4105 e-mail : chumnong@jgsee.kmutt.ac.th
ศ.ดร.สุรพงษ์ จิระรัตนานนท์	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2872-9014-5 ต่อ 4128 โทรสาร : 0-2872-9017 e-mail : surapong@jgsee.kmutt.ac.th
ดร.บุญรอด สัจจกุลนุกิจ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2470-8655 โทรสาร : 0-2872-6978 e-mail : boonrod_s@jgsee.kmutt.ac.th
ผศ.ดร. ลดาวัลย์ พวงจิตร	ที่อยู่ : ภาควิชาวนวัฒนวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2/62 ถ. พหลโยธิน ซ.40 แขวงลาดยาว กรุงเทพ โทรศัพท์ : 0-2579-0171 e-mail : fforlwp@ku.ac.th
คุณรินทวัฒน์ สมบัติศิริ	ที่อยู่ : สำนักเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมโรงงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม โทรศัพท์ : 02-202-3961 โทรสาร : 02-202-4170 e-mail : rintawat.s@diw.mail.go.th
รศ.ดร.ชาติ เจียมไชยศรี	ที่อยู่ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โทรศัพท์ : 02-942-8555 ต่อ 1010 โทรสาร : 0-2579-0730, 0-2942-8555 Ext 1032 e-mail : fengccc@ku.ac.th

ผู้รับผิดชอบ	ติดต่อ
ดร.ณัฐพงษ์ ชยวัฑโฒ	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2872-9014-5 โทรสาร : 0-2872-6978 e-mail : nattapong@jgsee.kmutt.ac.th
ดร.ชโลทร แก่นสันติสุขมงคล	ที่อยู่ : คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 2 ถนนพระจันทร์ เขตพระนคร กรุงเทพ 10200 โทรศัพท์ : 02-613-2449 โทรสาร : 66-2-224-9428 e-mail : chalotorn@econ.tu.ac.th
ดร.คมศิลป์ วังยาว	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2872-9014-5 ต่อ 4152 โทรสาร : 0-2872-9805 e-mail : komsilp@gmail.com
คุณทัศนีย์ เจียรพสุอนันต์	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : 0-2872-9014-5 ต่อ 4124 โทรสาร : 0-2872-9805 e-mail :
คุณจักรพงศ์ พงศ์ธไนศวรรย์	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กทม 10140 โทรศัพท์ : โทรสาร : e-mail :

รายชื่อผู้ประเมินรายงาน

ผู้ประเมินรายงาน	
ชื่อ-สกุล	**ติดต่อ**
นายชวลิต พิชาลัย	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน 121/12 ถนนเพชรบุรี แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพ 10400 โทรศัพท์ : 0-2612-1555 โทรสาร : 0-2612-1352 e-mail :
ดร.ชัยวัฒน์ มั่นเจริญ	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) 120 หมู่ที่ 3 ชั้น 9 อาคาร B ศูนย์ราชการเฉลิมพระเกียรติฯ ถนนแจ้งวัฒนะ แขวงทุ่งสองห้อง เขตหลักสี่ กรุงเทพ 10210 โทรศัพท์ : 0-2141-9804 โทรสาร : 0-2143-8401 e-mail :
รศ.ดร.กัณฑรีย์ บุญประกอบ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหงถนนรามคำแหง แขวงหัวหมาก เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ 10240 โทรศัพท์ : 0-2310-8395 โทรสาร : 02 313 8416 E-mail : kansri@ru.ac.th
รศ.ดร.สุวิทย์ เตีย	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140 โทรศัพท์ : 0-2310-8395 โทรสาร : 02 313 8416 E-mail : suvit.tia@kmutt.ac.th
รศ.ดร.สมชาย จันทร์ชาวนา	ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140 โทรศัพท์ : 0-2470-9114, 0-2470-8013 โทรสาร : 0-2470-9111 e-mail : somchai.cha@kmutt.ac.th
ศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งธรรม	ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 พหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 โทรศัพท์ : 0-2579-0172 โทรสาร : e-mail : ffornpt@ku.ac.th

ผู้ประเมินรายงาน	
ชื่อ-สกุล	**ติดต่อ**
รศ.ดร.ประเสริฐ ภวสันต์	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพ ฯ 10330 โทรศัพท์: 0-2218-6870 โทรสาร : e-mail: prasert.p@chula.ac.th
ผศ.ดร.ปมทอง มาลากุล ณ อยุธยา	วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพ ฯ 10330 โทรศัพท์: 02-218-4100 โทรสาร : e-mail: pomthong.m@chula.ac.th
ดร.โกวิท ฉายสุรีย์ศรี	สำนักวิชาการ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 61 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900 โทรศัพท์ : 0-2561-0777 ต่อ 1430, 1444 โทรสาร : 0-2579-9576 e-mail :
คุณสิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร	สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 61 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900 โทรศัพท์ : 0-2561-0777 ต่อ 1450 โทรสาร : 0-2579-9576 e-mail :
ดร.สุจิตรา จางตระกูล	สำนักวิชาการ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช 61 ถ.พหลโยธิน จตุจักร กทม. 10900 โทรศัพท์ : 0-2561-0777 ต่อ 1440 โทรสาร : 0-2561-0777 ต่อ 1441 e-mail :
ศ.ดร. จงรักษ์ ผลประเสริฐ	สถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ตู้ ปณ. 22 ปทฝ. ธรรมศาสตร์-รังสิต จ.ปทุมธานี 12121 โทรศัพท์ : โทรสาร : e-mail :

ผู้ประเมินรายงาน	
ชื่อ-สกุล	**ติดต่อ**
ศ.สมร มุตตามระ	สถาบันส่งเสริมการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมไทย เลขที่ 637/1 อาคารพร้อมพันธุ์ ชั้น 5 ถนนลาดพร้าว แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900 โทรศัพท์ : โทรสาร : e-mail :
ผศ.ดร.จารุวรรณ ชนม์ธนวัฒน์	คณะศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพ 10140 โทรศัพท์ : 0-2470-8737 โทรสาร : e-mail : jaruwan.cho@kmutt.ac.th
รศ.ดร.ชยันต์ ตันติวัสดาการ	ที่อยู่ : คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 2 ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทรศัพท์ : 0-2613-2466 โทรสาร : e-mail : chayunt@econ.tu.ac.th
รศ.ดร.นิรมล สุธรรมกิจ	ที่อยู่ : คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เลขที่ 2 ถนนพระจันทร์ แขวงพระบรมมหาราชวัง เขตพระนคร กรุงเทพฯ 10200 โทรศัพท์ : 0-2613-2473 โทรสาร : e-mail : niramon@econ.tu.ac.th
คุณบัณฑูร เศรษฐศิโรตม์	สถาบันธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม (GSEI) 8/16 ถนนกรุงเกษม แขวงวัดสามพระยา เขตพระนคร กรุงเทพ 10200 โทรศัพท์ : 0-2282-8896 โทรสาร : 0-2282-8897 e-mail :

รายชื่อผู้เข้าร่วมประชุมให้ข้อคิดเห็นประเด็นสำคัญ

รายชื่อผู้เข้าร่วมการประชุมให้ข้อคิดเห็นประเด็นสำคัญของ
“รายงานสังเคราะห์และประมวลสถานภาพองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย”
วันศุกร์ที่ 29 เมษายน 2554 เวลา 08.30 – 12.00 น.
ณ ห้องวีนัส โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น ถนนวิภาวดีรังสิต กรุงเทพ

ภาควิชาการ

ที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	ดร.กอปร กฤตยากีรณ	สวทช.
2	ศ.ดร.ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3	ผศ.ดร.วรณพ วิยกาญจน์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4	รศ.ดร.สุชนา ชวนิชย์	คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
5	รศ.ดร.อิทธิ ตริสิริสัตยวงศ์	คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6	ผศ.ดร.เกริก ปั้นเหน่งเพ็ชร	คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
7	ดร.วิเชียร เกิดสุข	สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
8	ดร.ณัฐนี วรยศ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
9	ผศ.วงกต วงศ์อภัย	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10	ผศ.สุรเชษฎ์ เชษฐมาส	คณะการท่องเที่ยวและการโรงแรม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
11	ผศ.ดร.จารุวรรณ ชนม์ธนสวัสดิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
12	ดร.ปกรณ์ ดิษฐกิจ	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
13	อ.สุธีระ ทองขาว	สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์
14	ดร.สุมามาลย์ บันเทิง	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
15	คุณเพ็ญพร นิ่มนวล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
16	ดร.อวัสดา พงศ์พิพัฒน์	บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม
17	ผศ.ดร.ศิราณี ศรีใส	มหาวิทยาลัยมหิดล
18	ดร.ภาณุ ตรัยเวช	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
19	คุณบุษกร คงเอียด	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
20	คุณจุษารัตน์ ศรีกุล	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
21	คุณจีรวรรณ แซ่เล้า	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ภาครัฐ

ที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	คุณศิริธัญญ์ ไพโรจน์บริบูรณ์	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
2	คุณประเสริฐสุข จามรมาน	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
3	ดร.ณัฐริกา วายุภาพ	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
4	นายจักกนิตต์ คณานุรักษ์	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
5	นัทธ์ชนัน วัฒนจินดา	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)
6	ดร.อังคณา เฉลิมพงศ์	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
7	คุณณัฏฐนิช อัศวภูษิตกุล	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
8	คุณวลัยนุช พรรณสังข์	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
9	คุณสัตตะพงศ์ ชอบกตัญญู	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
10	คุณมาลี จันทร์วัฒรังกูล	สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงแรงงาน
11	คุณสุพัตรา ทรายคำ	กระทรวงแรงงาน สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์
12	คุณกิ่งแก้ว คุณเขต	กรมการข้าว สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว
13	คุณสงวน กันทะวงศ์	กรมชลประทาน ส่วนอุทกวิทยา สำนักอุทกวิทยาและบริหารน้ำ
14	คุณบุญชัย งามวิทย์โรจน์	กรมทรัพยากรน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำ
15	คุณวาสนา ร้อยอำแพง	กรมทรัพยากรน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาทรัพยากรน้ำ
16	คุณจริยา ประสพทรัพย์	กรมประชาสัมพันธ์
17	ดร.สมิท ธรรมเชื้อ	กรมประมง
18	คุณอารักษ์ ชัยกุล	กรมปศุสัตว์ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์
19	คุณอารีรัตน์ อยู่หุ่น	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
20	คุณอัครินทร์ คูหาภินันทน์	กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักสนธิสัญญาและยุทธศาสตร์
21	คุณชุติมา คชวัฒน์	กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยพืชไร่
22	คุณอำพร บุศรังษี	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย
23	คุณสุรศักดิ์ สุภารัตน์	กองกิจการเพื่อการพัฒนา กรมองค์การระหว่างประเทศ
24	คุณอธิคม แตงพันธ์	กองกิจการเพื่อการพัฒนา กรมองค์การระหว่างประเทศ
25	นาวาเอก กตัญญู ศรีตังนันท์	กรมอุทกศาสตร์
26	คุณโกวิท ฉายสุรีย์ศรี	กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
27	คุณพลอยชมพู ฐิติยาภรณ์	การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย
28	คุณวิฑูรย์ ปัญญากุล	กรีนเนท
29	คุณสุวรรณา จุ่งรุ่งเรือง	กรุงเทพมหานคร
30	คุณบรรเลง นราพินิจ	กรุงเทพมหานคร
31	คุณสัญญา พันธุ์พิทยุตม์	กรุงเทพมหานคร

ที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
32	คุณจิตสุพัฒน์ อาคมพัฒน์	กรุงเทพมหานคร
33	คุณธนภร เข็มแดง	กรุงเทพมหานคร
34	คุณณัฐช์นเรศ มาเจริญ	กรุงเทพมหานคร
35	คุณนภาพร ศรีเพ็ชร์พันธุ์	กรุงเทพมหานคร
36	คุณณทีทิพย์ จึงสมประสงค์	กรุงเทพมหานคร
37	ว่าที่ ร.ต.วิรัช ตันชนะประดิษฐ์	กรุงเทพมหานคร
38	คุณภรณี ธนภรรคภวิน	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร
39	คุณวุฒิพงษ์ ปรีดาภัทรพงษ์	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ
40	คุณพุทธมนต์ รตจีน	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
41	คุณชนานัญ บัวเขียว	สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน
42	คุณธราพงษ์ รักขนาม	สำนักงานปลัดกระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา
43	ดร.จิราภา อินธิแสง	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
44	คุณพลภัทร เอกธนาพงศกร	ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ
45	คุณสิทธิกานต์ วิทิตสุนทร	ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ
46	Warren Y. Brockelman	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
47	คุณอนุตตรา ณ ถลาง	ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
48	คุณวิบูลย์ลักษณ์ ศุภเอม	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
49	พ.ต.อ.สุรจิต ชิงนวรรณ์	สำนักงานตำรวจแห่งชาติ
50	คุณชาฐวิทย์ อุดมศักดิ์กุล	สวทช.
51	คุณชุลีพร บุณยมาลิก	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
52	คุณเจริญ หาญปัญจกิจ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
53	คุณกรวิภา ปุนณศิริ	กรมอนามัย

ภาคเอกชน

ที่	ชื่อ-สกุล	หน่วยงาน
1	คุณพรศิลป์ พัชรินทร์ตนะกุล	หอการค้าไทยและสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
2	คุณบัณฑูร วงศ์สีลโชติ	หอการค้าไทยและสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
3	คุณสุกัญญา ใจชื่น	หอการค้าไทยและสภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
4	คุณอาวุธ นิติพน	บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
5	คุณกรรณิการ์ โกมล	สภาหอการค้าแห่งประเทศไทย
6	คุณสุรพล กฤษณามระ	มูลนิธินภามิตร

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
979/17-21 ชั้น 14 อาคารเอส เอ็ม ทาวเวอร์ ถนนพหลโยธิน
แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2278 8200 โทรสาร 0 2298 0476
E-mail: callcenter@trf.or.th
Homepage: http://www.trf.or.th