รายงานแห่งชาติฉบับที่ 2

การจัดทำบัญชี
ก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

รายงานฉบับสมบูรณ์

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

เสนอต่อ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

จัดทำโดย

บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

เมษายน 2553

คำนำ

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้มอบหมายให้บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีและศูนย์ความเป็นเลิศด้านเทคโนโลยีพลังงานและสิ่งแวดล้อม จัดทำรายงานบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยซึ่งเป็นการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สองของประเทศไทย นำเสนอต่อสหประชาชาติ ภายใต้พันธกิจของประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ของประเทศภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง(United Nation Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกนี้คำนวณโดยใช้วิธีการตามคู่มือการคำนวณของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง (Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC) ประกอบด้วย Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2000 IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories และ 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้ได้คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เพื่อให้ประเทศไทยมีข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบต่อเนื่องเพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงและแนวโน้มในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคตได้

ในการคำนวณได้ใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งจากหน่วยราชการ รัฐวิสาหกิจ เอกชนและอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง มีการจัดประชุมกลุ่มย่อยในแต่ละภาคการปล่อยเพื่อตรวจสอบและยืนยันความถูกต้องของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ก่อนนำมาใช้ สำหรับค่าการปล่อย (Emission Factor) ได้เลือกใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่มีความน่าเชื่อถือได้ในประเทศเป็นลำดับแรกก่อนใช้ค่าแนะนำของคู่มือฯ ในการจัดทำยังได้ยึดถือหลัก ความสมบูรณ์ของข้อมูล (Completeness) การตรวจสอบได้ของข้อมูล (Accountability) และความโปร่งใสในการคำนวณ (Transparency) ดังจะเห็นได้จากส่วนการรายงานผล ที่ได้รวบรวมข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) แสดงในตารางและsoftware ที่สหประชาชาติแนะนำ โดยได้จัดทำในรูปแบบที่สามารถตรวจสอบแหล่งอ้างอิงข้อมูลและสามารถปรับใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อการคำนวณต่อไป

เนื่องจากการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศมีแนวโน้มว่าอาจมีการจัดทำบ่อยครั้งขึ้น ดังนั้นการดำเนินการจัดทำครั้งต่อไปควรมีความต่อเนื่องจากข้อมูลเดิมและพัฒนาต่อยอดทั้งวิธีการและความน่าเชื่อถือของการได้มาของข้อมูล คณะผู้จัดทำหวังให้การดำเนินการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในครั้งนี้ เป็นรากฐานในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครั้งต่อๆ ไปที่จะมีขึ้น เพื่อให้ตัวเลขซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิงถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

รายงานฉบับนี้เป็นรายงานหลัก (Main Report) ประกอบด้วยปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการปล่อยเป็นรายภาคและรายสาขาเป็นหลัก ส่วนรายละเอียดของการคำนวณและข้อมูลในการคำนวณในแต่ละภาคการปล่อยจัดทำเป็นรายงานแต่ละภาค (Sectoral Report) ได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและภาคของเสีย ซึ่งได้จัดทำในรูปของแถบบันทึกข้อมูลแนบท้ายรายงานนี้

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศในภาคีอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยจัดอยู่ในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1 ไม่มีพันธกรณีในการลดก๊าซเรือนกระจกแต่ต้องจัดทำรายงานแห่งชาติ ซึ่งต้องมีข้อมูลบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย รายงานแห่งชาตินี้นำเสนอต่อสำนักเลขาอนุสัญญาสหประชาติภายในระยะเวลาที่เหมาะสม ประเทศไทยได้จัดทำรายงานแห่งชาติครั้งแรก ส่งเมื่อปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ขณะนี้อยู่ในระหว่างการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่ 2

การจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่ 2 ใช้วิธีการคำนวณ ตามคำแนะนำของสหประชาชาติคือ คำนวณตามคู่มือ การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติปี1996 ของ IPCC หรือ Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) นอกจากนี้ยังได้ใช้ 2000 Good Practice Guidance and Uncertainty Management (Good Practice Guidance) และ 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry เป็นแนวทางในการดำเนินการโดยเฉพาะการเลือกเทียร์ (เทียร์ (Tier)) ตาม Decision Tree

ในการคำนวณใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นปีฐาน โดยการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งออกเป็น 5 ภาคได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ และภาคของเสีย คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิดตามที่กำหนดในรายงานของสหประชาชาติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2), มีเทน (Methane: CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide: N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF_6) โดยรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของประเทศ (National Total) ด้วยหน่วยคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (เทียบค่าก๊าซทั้ง 6 ชนิด) ด้วยค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential)

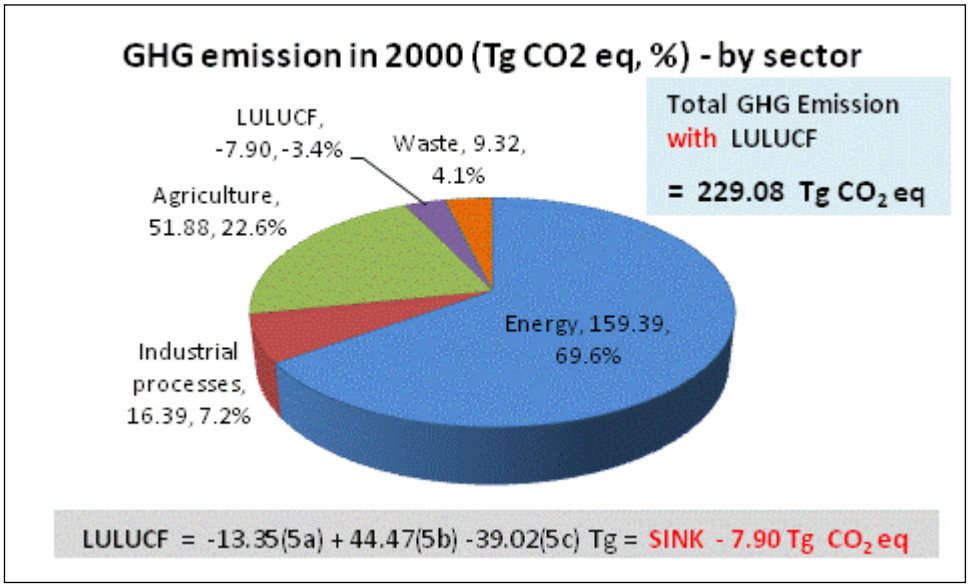
วิธีการคำนวณ

ใช้หลักการการเลือกระดับของวิธีการคำนวณโดยตาม Decision Tree ของ 2000 Good Practice Guidance and Uncertainty Management และ2003 Good Practice Guidance on Land-use Land-use Change and Forestry โดยพิจารณาค่าการปล่อย (Emission Factor) จากการศึกษาในประเทศ ที่สามารถใช้เป็นค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country Specific Emission Factor) เป็นหลักหากไม่สามารถใช้ได้ หรือไม่มีการศึกษาในประเทศไทยจึงจะเลือกใช้ค่าแนะนำ (Default Value) จากคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี1996 ของ IPCC โดยภาคที่มีการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะของประเทศได้แก่ ภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้และภาคของเสีย สำหรับภาคพลังงานนั้นถึงแม้จะมีการศึกษาค่าการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะของประเทศอยู่บ้าง แต่ข้อมูลทางด้านกิจกรรมยังไม่เอื้อให้กับการใช้ค่าเฉพาะของประเทศ ซึ่งต้องมีการพัฒนาการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมต่อไป ส่วนภาคกระบวนการอุตสาหกรรมนั้น ยังขาดข้อมูลอยู่มากทำให้ไม่สามารถใช้ค่าเฉพาะได้ สำหรับการเลือกใช้ค่าข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) พิจารณาข้อมูลจากแหล่งที่สามารถอ้างอิงได้โดยเฉพาะแหล่งสถิติระดับประเทศที่มีการเก็บข้อมูลมาเป็นระยะเวลานาน เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

กรมปศุสัตว์ เป็นต้น ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่ไม่ได้มีการจัดเก็บแบบต่อเนื่องใช้ข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ทางเอกสาร เช่น รายงานประจำปี รายงานของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เอกสารทางวิชาการและแหล่งข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ ไม่มีการใช้ข้อมูลจากหน่วยงานระหว่างประเทศในการคำนวณ

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทยรวมทั้งส่วนที่เกิดจากแหล่งปล่อย (Emission from Source) และส่วนที่ดูดกลับ (Removal by Sink) เท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 159.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าหรือคิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ รองลงมาคือภาคการเกษตร 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 22.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมมีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 16.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 7.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศตามลำดับ ภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ภาคของเสีย คิดเป็นปริมาณการปล่อยเท่ากับ 9.32 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือคิดเป็นร้อยละ 4.10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ สำหรับการปล่อยในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีน้อยกว่าปริมาณดูดกลับจึงทำให้ค่ารวมของภาคนี้ - 7.90 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ - 3.4 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกและสัดส่วนต่อการปล่อยทั้งหมดของประเทศแสดงในรูปที่ E1



ประเภทของก๊าซเรือนกระจกรายงานในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ไม่มีการปล่อยก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน

(Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF_6) เนื่องจากไม่พบข้อมูลเพื่อการคำนวณ สัดส่วนและปริมาณของก๊าซทั้งในรูปของปริมาณและร้อยละแสดงในตารางที่ E1 ด้านล่าง

Sector	CO2 emission Gg	CO2 removal Gg	CH4 emission Gg	N2O emission Gg	Total emission * Tg CO2 equivalent	Percent of national tota
Energy	149,914.57		413.80	2.53	159.39	69.6
Industrial Processes	16,059.27		6.41	0.65	16.39	7.2
Agriculture			1,976.96	33.43	51.88	22.6
LULUCF	44,234.13	-52,374.04	10.40	0.07	-7.89	-3.4
Waste	23.28		393.83	3.33	9.32	4.1
National total by gas	**210,231.25**	**-52,374.04**	**2,801.40**	**40.01**	**229.09**	**100**
National total as CO2 eq	**210,231.25**	**-52,374.04**	**58,829.40**	**12,403.10**	**229.09**	**100**

* = CO2 emission -CO2 removal +(CH4 emission x 21) +(N2O emission x 310)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงาน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานใช้วิธีการคำนวณ ในระดับเทียร์ 1 (Tier 1) ใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ส่วนใหญ่จากเอกสารรายงานประจำปีด้านพลังงานของกลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากค่าอ้างอิงของคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 1996 ของ IPCC ข้อมูลดังกล่าวมีความสมบูรณ์และต่อเนื่องในระดับที่ดี แต่ไม่สามารถแยกปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นรายโรงงานและเทคโนโลยีได้

ภาคพลังงานปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 159.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ โดยเป็นปริมาณ CO_2 (149.91 Tg) จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นหลัก ส่วนก๊าซ CH_4 (0.41 Tg) ปล่อยจากการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมืองเป็นส่วนใหญ่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1A การปล่อยจากกลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิงและกลุ่มที่ 1B การปล่อยจากกลุ่ม Fugitive Emissions from Fuels ภาคพลังงานมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) อยู่ที่ร้อยละ 27.9 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.4 ต่อปี

สาขาการปล่อยในภาคพลังงานนี้ มีปริมาณการปล่อยในระดับต้นของการปล่อยทั้งหมดของประเทศ โดยเฉพาะสามสาขาหลักในกลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิงคือ สาขาการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน สาขาขนส่ง และสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง

สาขาในกลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิง มีปริมาณการปล่อยมากที่สุดคือสาขาการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน(1A1) ปล่อยประมาณ 66.44 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 41.7 ของปริมาณปล่อยในภาคพลังงาน ซึ่งแบ่งย่อยเป็นการปล่อยจากการใช้ก๊าซธรรมชาติและการใช้ถ่านหิน เนื่องจากการจัดหาพลังงานส่วนใหญ่สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นก๊าซธรรมชาติ และมีมากกว่าปริมาณจากการใช้ถ่านหินลิกไนท์ถึงแม้ว่าก๊าซธรรมชาติจะมีค่าการปล่อย (Emission Factor) น้อยว่าก็ตาม ปริมาณการปล่อยในสาขานี้จึงขึ้นกับการจัดหาพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า การเปลี่ยนประเภทของเชื้อเพลิงในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) อาจทำให้ลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสาขานี้เปลี่ยนไปด้วย การปล่อยในสาขานี้เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.8 ต่อปี ในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) การเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อย

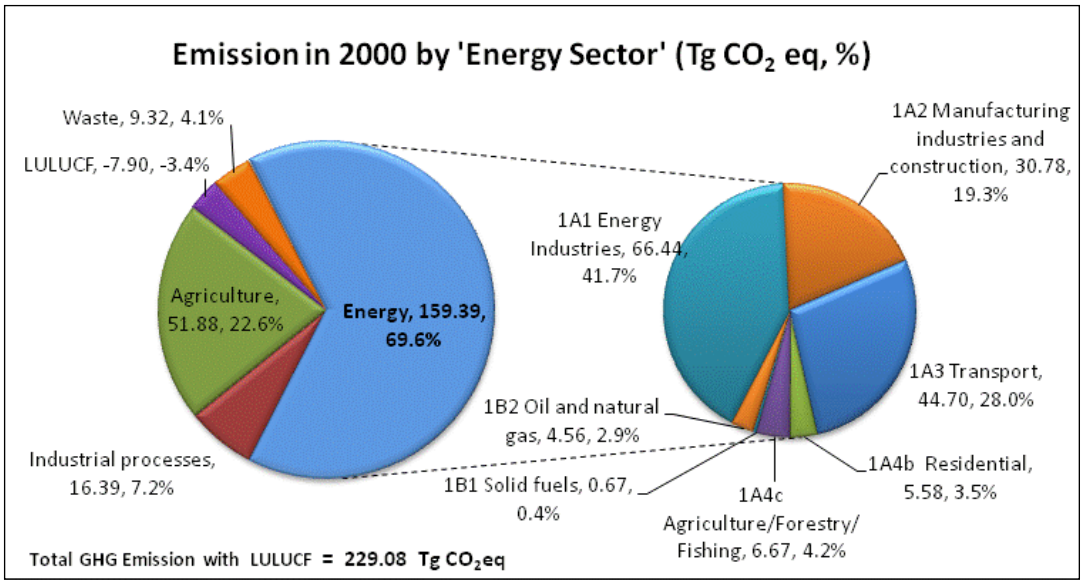
โดยรวมยังขึ้นอยู่กับความต้องการไฟฟ้าและการผลิตเป็นหลัก สาขาขนส่ง และสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง เป็นอีกสองสาขาที่มีปริมาณการปล่อยมากเรียงลำดับ คือ 44.70 และ 30.78 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 28.0 และ 19.3 ของปริมาณที่ปล่อยในภาคพลังงาน ตามลำดับ

สาขาขนส่งส่วนใหญ่เป็นการปล่อยจาก การขนส่งทางบกและมีการเพิ่มขึ้นสูงประมาณร้อยละ 6.0 ต่อปี ในช่วงปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ซึ่งในขณะที่การเพิ่มขึ้นของภาคพลังงานเท่ากับ ร้อยละ 6.4 ต่อปี การคำนวณในสาขานี้ใช้วิธีการในระดับเทียร์ 1 (Tier 1) เนื่องจากไม่มีข้อมูลด้านการขนส่งที่สำคัญเช่น ระยะทางของการใช้รถต่อปี จึงทำให้ไม่สามารถปรับขึ้นมาเป็นวิธีการคำนวณในระดับเทียร์ 2 (Tier 2) ได้ การคำนวณในเทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้นทำให้การวางนโยบายและการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตได้ดีขึ้น ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) นี้ยังไม่มีการใช้แก๊สโซฮอลและไบโอดีเซล

สาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้างมีการปล่อยส่วนใหญ่มากจากอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้พลังงานสูงและมีกำลังการผลิตมากเช่น อุตสาหกรรมอโลหะและอุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น สาขานี้มีการเพิ่มขึ้นในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ.2000-2004) ร้อยละ 9.8 ต่อปี ซึ่งสูงกว่าการเพิ่มขึ้นโดยรวมของภาคพลังงาน เนื่องจากมีการขยายตัวของอุตสาหกรรมในช่วงเวลาที่ศึกษาสูง ดังนั้นการขยายตัวของอุตสาหกรรมในอนาคตโดยเฉพาะอุตสาหกรรมที่มีการใช้พลังงานสูง (Energy Intensive Industry) จะเป็นตัวแปรในการเพิ่มหรือลดการปล่อยของสาขานี้

การใช้พลังงานในสาขาอื่น ได้แก่ สาขาครัวเรือน และสาขาการเกษตร ปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่มากเมื่อเทียบกับสาขาที่กล่าวมาแล้ว โดยปล่อยในปริมาณ 6.67 และ 5.58 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 4.18 และ 3.50 ของปริมาณปล่อยในภาคพลังงานตามลำดับ ส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่ม Fugitive Emissions from Fuels นั้น มีปริมาณประมาณ ร้อยละ 3.28 ของปริมาณการปล่อยในภาคพลังงานทั้งหมด โดยที่การปล่อยจากการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 4.6 ล้านตัน หรือ ร้อยละ 2.9 ของปริมาณการปล่อยในภาคพลังงาน

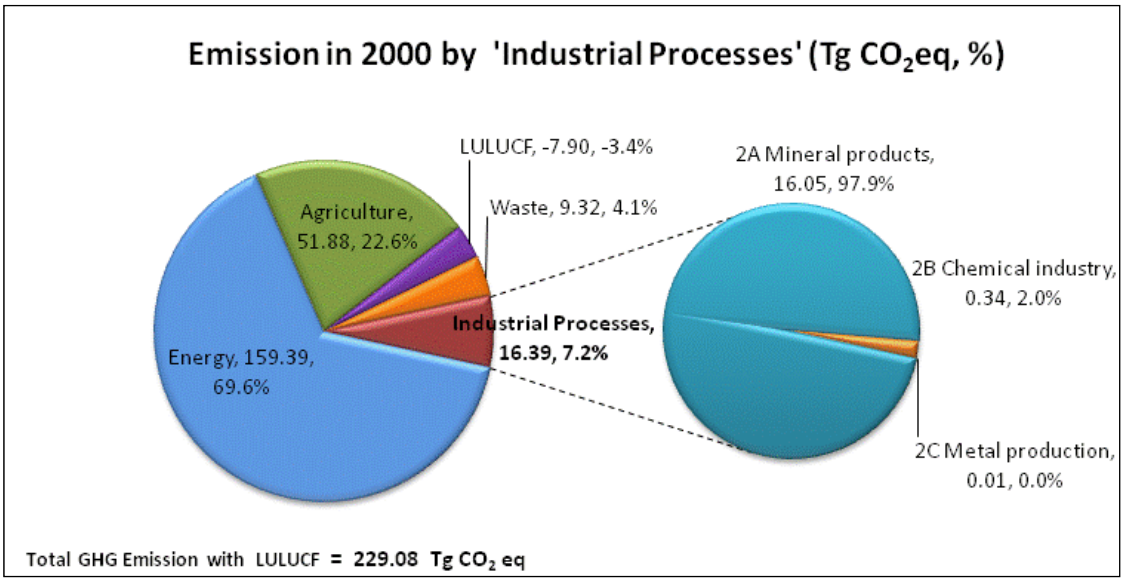
เนื่องจากภาคพลังงานเป็นภาคการปล่อยมากที่สุดและอยู่ในสาขาการปล่อยหลัก (Key Categories) เกือบทั้งสิ้น ดังนั้นจึงควรพัฒนาการคำนวณให้เข้าสู่ระดับเทียร์ 2 (Tier 2) เพื่อให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแม่นยำมากขึ้นและยังสามารถนำข้อมูลจากการจัดทำบัญชีมาใช้ในการวางนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย เนื่องจากการคำนวณในระดับเทียร์ 2 (Tier 2) นี้อิงตามเทคโนโลยี จึงต้องมีการเก็บข้อมูลรายย่อย เช่น กรณีของโรงไฟฟ้า ต้องมีฐานข้อมูลเป็นรายโรงงาน และเทคโนโลยีที่ใช้ตลอดจนประเภทและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย ส่วนกรณีของสาขาขนส่งนั้น ต้องมีข้อมูลเชิงลึกเช่นประเภทของรถและระยะทางที่ใช้ต่อปี รวมทั้งปริมาณและประเภทของน้ำมันที่ใช้ต่อปี ดังนั้นหากต้องการพัฒนาการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกเพื่อรองรับการรายงานที่มีแนวโน้มว่าจะต้องกระทำต่อเนื่องต่อไป การจัดทำฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่สมบูรณ์และมีข้อมูลต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องสำคัญ โดยต้องมีออกแบบประเภทและชนิดของข้อมูลให้สอดคล้องกับการคำนวณ และมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ โดยข้อมูลบางประเภทอาจต้องออกเป็นระเบียบหรือแนวปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลสมบูรณ์และต่อเนื่อง เช่น การรายงานระยะทางการใช้รถยนต์ในแต่ละปี หากมีการกำหนดให้เป็นระเบียบในการบันทึกข้อมูลก่อนต่อทะเบียนรถ ก็จะสามารถรู้ระยะทางเฉลี่ยที่รถแต่ละประเภทใช้ในแต่ละปี เป็นต้น ในส่วนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แบ่งตามเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในเทียร์ 2 (Tier 2) หรือเทียร์ 3 (Tier 3) ควรสนับสนุนให้มีการวิจัย วิเคราะห์หรือตรวจวัดตามความเหมาะสม



การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคกระบวนการอุตสาหกรรม

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 16.39 TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 7.2 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ ส่วนใหญ่เป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภาคการปล่อยนี้แบ่งกลุ่มตามประเภทของกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ กลุ่มอุตสาหกรรมสารฮาโลคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ และกลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เป็นต้น

ปริมาณก๊าซส่วนใหญ่มาจากกลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ โดยมีอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ปล่อยประมาณ 16.05 TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 97.9) กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ มีปริมาณการปล่อยน้อย คิดเป็นร้อยละ 0.3 และร้อยละ 2.1 ตามลำดับ สำหรับปริมาณก๊าซฮาโลคาร์บอน ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ยังไม่มีข้อมูลจึงไม่มีการรายงานการปล่อยก๊าซฮาโลคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด



การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทเช่นโรงงานเหล็กและเหล็กกล้า รวมทั้งปริมาณก๊าซฟลูออโลคาร์บอน (F gases) ซึ่งเริ่มการปล่อยในปี พ.ศ. 2544-2547 (ค.ศ. 2001-2004) โดยการปล่อยก๊าซ HFC เพิ่มขึ้นร้อยละ 137 ต่อปี และก๊าซ SF_6 เพิ่มขึ้นร้อยละ 87 ต่อปี เนื่องจากมีการนำเข้าก๊าซดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมาจากรายงานการนำเข้าและส่งออกสินค้าจากกรมศุลกากรเป็นหลัก การพัฒนาฐานข้อมูลของสารฮาโลคาร์บอนใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งต้องมีการพัฒนาฐานข้อมูลหรือขั้นตอนการรายงานอื่นๆ ของกรมโรงงาน ที่สามารถติดตามปริมาณการใช้สารดังกล่าวในรอบปีได้อย่างจริงจัง

อนึ่งอุตสาหกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต เช่น โรงงานผลิตเหล็กและเหล็กกล้ายังไม่มีเกิดขึ้นในปีที่ทำการคำนวณนี้ ปัจจุบันมีโรงงานดังกล่าวมีกำลังผลิตมากขึ้นและยังมีแผนในการผลิตเหล็กต้นน้ำซึ่งมีกำลังการผลิตสูง แผนดังกล่าวอาจทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นมาก การวางแผนพัฒนาประเทศหากต้องคำนึงถึงการลดก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนการจัดทำข้อมูลเพื่อรองรับการคำนวณการปล่อย ควรเริ่มกำหนดให้มีการรายงานข้อมูลไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการคำนวณเพื่อให้มีข้อมูลต่อเนื่องสนับสนุนการคำนวณ

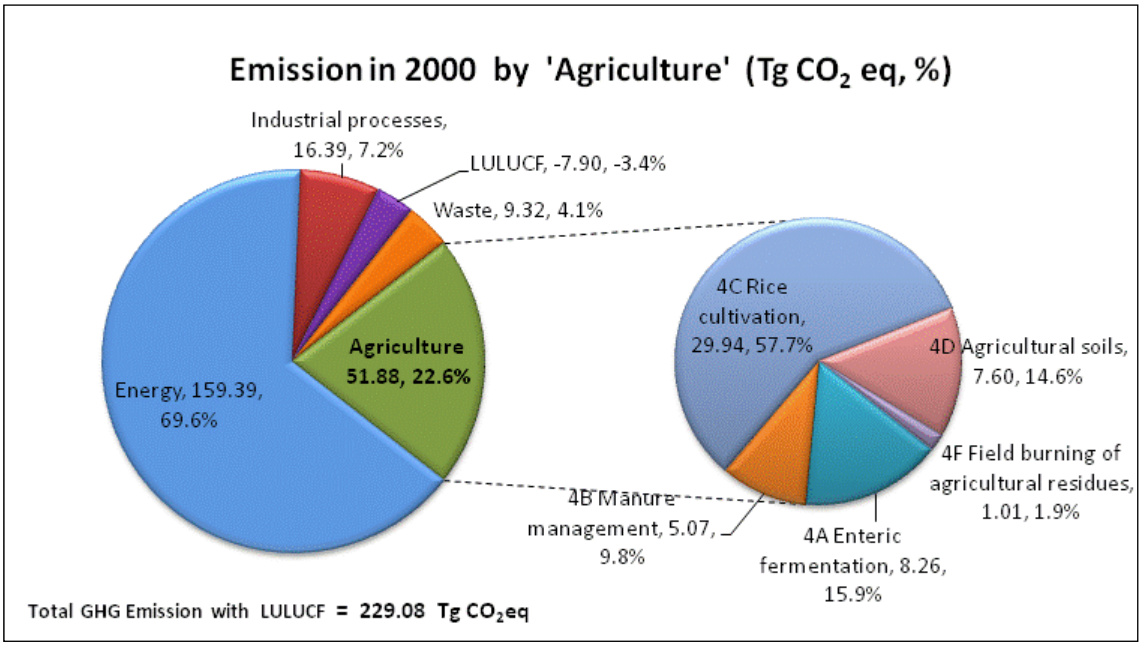
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตร

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) ภาคการเกษตรปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็น ร้อยละ 22.60 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ เป็นภาคที่ปล่อยมากเป็นอันดับสองรองจากภาคพลังงาน

ก๊าซหลักที่ปล่อยในภาคนี้ คือ ก๊าซ CH_4 เป็นส่วนใหญ่แหล่งปล่อยที่สำคัญ ได้แก่ กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ กลุ่มนาข้าว กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร และกลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง โดยกลุ่มที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ในรูปก๊าซ CH_4) มากที่สุด คือ กลุ่มนาข้าวคิดเป็น 29.94 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 57.7 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร รองลงมา คือ การปล่อยจากกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ คิดเป็น 8.26 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 15.85 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตรปริมาณการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตรซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยเป็นหลัก คิดเป็น 7.6 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 14.6 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร ส่วนสาขาการจัดการ มูลสัตว์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5.07 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 9.8 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร กลุ่มที่ปล่อยน้อยที่สุด คือ กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง มีปริมาณ 1.01 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 1.9 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ.2000-2004) ค่อนข้างคงที่ เนื่องจากกิจกรรมในภาคการเกษตรค่อนข้างคงที่โดยเฉพาะพื้นที่ในการปลูกข้าว ส่วนใหญ่การเพิ่มขึ้นมาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเป็นหลัก

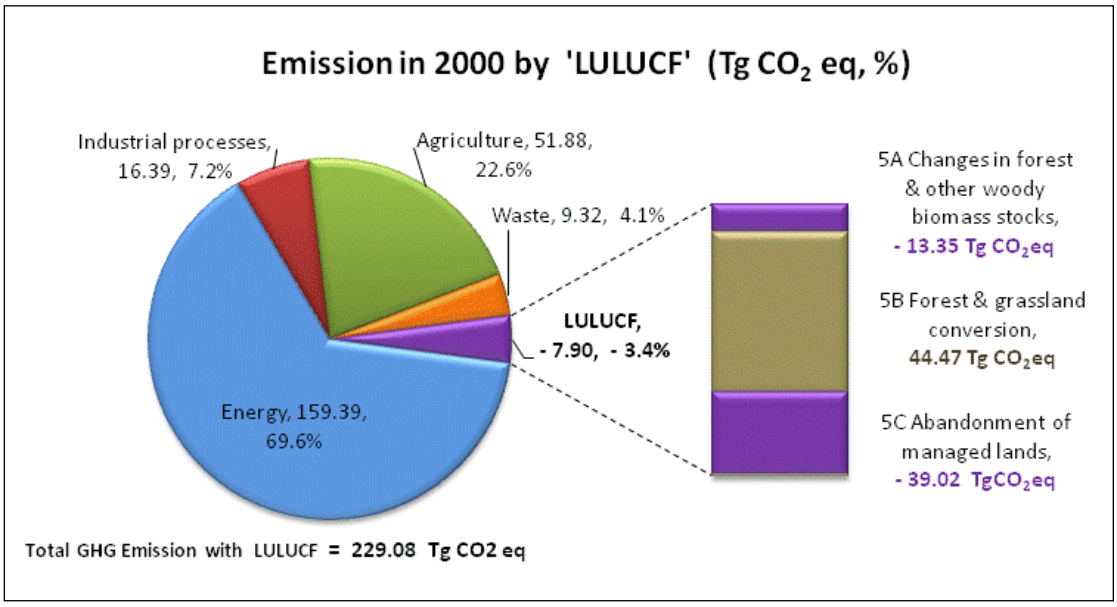
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสาขานาข้าว ในภาคการเกษตรจัดอยู่ในแหล่งปล่อยหลักลำดับที่ 4 ทั้งในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) อย่างไรก็ตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีไม่ถึงร้อยละ1 ต่อปี เนื่องจากพื้นที่การปลูกข้าวมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักและเทคโนโลยีการปลูกไม่ได้แตกต่างไปจากเดิม ทั้งนี้ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกเป็นข้อมูลที่สำคัญโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในอนาคตจากนาข้าวไปเป็นพืชประเภทอื่นที่มีความสำคัญ เช่น ปาล์มน้ำมันเป็นต้น ข้อมูลพื้นที่นี้ยังเชื่อมโยงกับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ โดยเฉพาะการใช้คู่มือการจัดทำบัญชี ก๊าซเรือนกระจกปี 2006 ดังนั้นการวางแผนการพัฒนาฐานข้อมูลต้องพิจารณาอย่างเป็นระบบที่สามารถครอบคลุมการใช้พื้นที่การเกษตรและพื้นที่ป่าไม้อื่นๆ ควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะหากมีการเปลี่ยนแปลงการคำนวณไปใช้คู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 2006 ของ IPCC แล้ว ภาคการเกษตรจะถูกรวมกับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้เป็นภาค Agriculture Forest and Other Land Use (AFOLU) ที่มีการคำนวณกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่แบบองค์รวม เชื่อมโยงข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) แบบสมดุล (Balance) นอกจากนี้ต้องเตรียมข้อมูลพื้นที่ในระดับภาพถ่ายดาวเทียมหรือในระบบภูมิศาสตร์สนเทศเพื่อรองรับการคำนวณตามคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 2006 ของ IPCC ด้วย



การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีทั้งการปล่อยและการดูดกลับของ CO_2 โดยเมื่อหักลบกันแล้วภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีปริมาณดูดกลับทั้งสิ้น -7.90 $TgCO_2$eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ -3.40 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ

โดยที่กลุ่มการปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า (5B) เป็นกิจกรรมเดียวที่มีการปล่อย เท่ากับ 44.47 $TgCO_2$eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 44.64 ของปริมาณการปล่อยในภาคป่าไม้ ส่วนอีกสองกลุ่ม คือ กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล (5A) และกลุ่มการฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้าง (5C) มีการดูดกลับ CO_2 เท่ากับ -13.35 และ -39.02 $TgCO_2$eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ศักยภาพในการเป็นดูดกลับ CO_2 ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) มีประมาณ -52.38 $TgCO_2$eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ (โดยไม่รวมปริมาณปล่อยในภาคเดียวกัน) คิดเป็นร้อยละ 18.6 ของปริมาณการปล่อยทั้งประเทศ

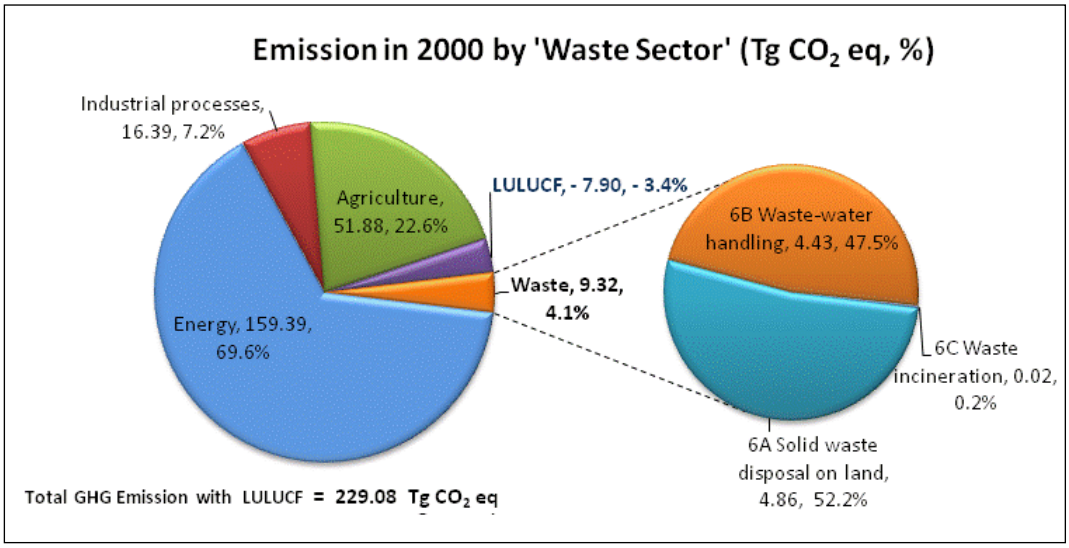


ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้เป็นภาคที่มีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2000-ค.ศ. 2004) แสดงถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งดูดกลับของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ของประเทศไทย ซึ่งเมื่อนำมาคิดรวมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศแล้วทำให้ค่าที่คำนวณมีปริมาณน้อยลง ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มของการดูดกลับในช่วง 5 ปี เท่ากับร้อยละ 260.8 หรือร้อยละ 66.8 ต่อปี

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลอย่างมากในปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศคือภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และภาคป่าไม้ ข้อมูลในปัจจุบันมีความหลากหลายไม่ได้อยู่ในระบบหรือสเกลเดียวกันอีกทั้งยังมีไม่ครบทุกปีตามต้องการความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลทำให้ไม่สามารถตรวจสอบหรือคำนวณการปล่อยและดูดกลับได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการใช้ข้อมูลที่ต่อเนื่องบนพื้นฐานเดียวกัน เป็นสิ่งที่จำเป็นและควรพัฒนาให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่าในปัจจุบัน

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย คิดเป็น 9.32 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 4.10 ของปริมาณทั้งหมดของประเทศ แสดงในรูปที่ E6 โดยกลุ่มที่ปล่อย คือกลุ่มการบำบัดของเสีย กลุ่มการบำบัดน้ำเสีย และกลุ่มการกำจัดขยะด้วยเตาเผา ก๊าซส่วนใหญ่ที่ปล่อยคือCH_4 จากการกระบวนการทางชีววิทยา ปริมาณที่ปล่อยในกลุ่มบำบัดของเสียและกลุ่มการบำบัดน้ำเสียมีใกล้เคียงกัน คือ 4.86 และ 4.43 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 52.18 และ 47.53 ของการปล่อยทั้งหมดในภาคของเสีย



ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปีเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการบำบัดแบบไร้อากาศมากขึ้น ในการคำนวณครั้งนี้ใช้เทียร์ 2 (Tier 2) คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งบำบัดขยะมูลฝอย ดังนั้นการคำนวณในปีต่อๆ ไป ต้องมีการติดตามการจัดการและบำบัดขยะมูลฝอยของแต่ละท้องถิ่น โดยเฉพาะข้อมูลการคัดแยกของเสียที่ส่งผลต่อองค์ประกอบของขยะก่อนฝังกลบ ควรจัดให้มีการตรวจวัด จัดเก็บและรายงานข้อมูลปริมาณขยะก่อนฝังกลบให้เป็นระบบ รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะอย่างน้อยทุกปี สำหรับปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียอุตสาหกรรม ต้องการข้อมูลเชิงลึกในระดับรายโรงงาน และระดับเทคโนโลยีด้วย รูปแบบและวิธีการของการจัดทำฐานข้อมูลสามารถรวมกันกับข้อมูลในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมได้

การสร้างความเชื่อมั่นในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก

ในการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติในครั้งนี้ได้ดำเนินตามขั้นตอนของคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 1996 ของ IPCC เพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นในค่าที่คำนวณได้ โดยได้คำนวณค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) การคำนวณย้อนกลับ (Recalculation) และดำเนินการตามการควบคุมคุณภาพและประกันคุณภาพ (Quality Control and Quality Assurance: QA/QC) ดังมีรายละเอียดดังนี้

- <u>การประเมินค่าความไม่แน่นอน</u> เป็นค่าที่แสดงช่วงต่างที่มีโอกาสมากหรือน้อยไปกว่าค่าที่คำนวณได้ โดยมีการประเมินความไม่แน่นอนของการคำนวณทั้งในระดับข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) เพื่อนำมารวมเป็นค่าความไม่แน่นอนของแต่ละภาคการปล่อยก่อนนำมารวมเป็นค่าความไม่แน่นอนรวมของการปล่อยทั้งหมดของประเทศ โดยที่ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ของประเทศอยู่ที่ร้อยละ 7.39 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ (น้อยกว่าร้อยละ10) โดยสามารถแบ่งกลุ่มที่มีความไม่แน่นอนได้เป็นสามกลุ่ม คือ กลุ่มที่มีค่าความไม่แน่นอนสูงได้แก่ภาคของเสียมีค่าความไม่แน่นอนเท่ากับร้อยละ 77.8 เนื่องจากตัวแปรในการคำนวณขึ้นกับสภาพแวดล้อมเป็นหลัก การปล่อย CH_4 ในแหล่งฝังกลบมีค่าการย่อยสลายที่แตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่เนื่องจากการจัดการการฝังกลบ อุณหภูมิและเทคโนโลยี แต่ภาคของเสียนี้มีสัดส่วนในการปล่อยน้อยจึงไม่มีผลกระทบมากนักในการรวมค่าความไม่แน่นอนของทั้งประเทศ กลุ่มที่มีค่าความไม่แน่นอนปานกลาง ได้แก่ภาคการเกษตรและภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีค่าอยู่ที่ร้อยละ 15.3 และ 17.7 ตามลำดับ ความไม่แน่นอนของทั้งสองภาคนี้ขึ้นอยู่กับค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่งเป็นค่าที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทางชีวเคมีเป็นหลัก ส่วนกลุ่มที่มีค่าความไม่แน่นอนต่ำเป็นภาคพลังงาน (ร้อยละ 8.2) และกระบวนการอุตสาหกรรม (ร้อยละ 7.2) ที่ใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากคู่มือซึ่งมาจากกระบวนการทางเคมีความร้อนที่โดยปกติมีค่าความไม่แน่นอนต่ำ

- <u>การคำนวณย้อนสู่ปีฐานของรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง</u> การคำนวณย้อนกลับสู่ปีฐาน พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ในรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง ด้วยชุดข้อมูลและวิธีการคำนวณในการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติครั้งนี้ มีค่าน้อยกว่าการคำนวณครั้งแรก ประมาณร้อยละ 16 เนื่องจากข้อมูลในภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้และภาคของเสียมีความชัดเจนมากขึ้น อย่างไรก็ตามสัดส่วนของการปล่อยในแต่ละภาคไม่ได้แตกต่างกันมากนัก การคำนวณย้อนกลับนี้เป็นคำแนะนำของ IPCC เมื่อทำการคำนวณด้วยวิธีการใหม่หรือข้อมูลชุดใหม่เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบการปล่อยระหว่างปีได้น่าเชื่อถือมากขึ้น

- <u>การควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพ</u> QA (Quality Assurance) แสดงถึง ความเชื่อถือหรือความเชื่อมั่นของข้อมูล ซึ่งโครงการนี้ประกันคุณภาพโดยใช้ระบบการตรวจสอบและให้คำแนะนำต่อผลและวิธีการคำนวณจากผู้ทรงคุณวุฒิของประเทศในรูปของ กำกับทิศทางของโครงการฯ (Project Steering Committee) แต่งตั้งโดยสำนักงาน

นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้โครงการยังใช้รูปแบบของการจัดประชุมผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภาครัฐและเอกชน กลุ่มย่อยในแต่ละภาคการปล่อย เพื่อให้ข้อมูลและให้ข้อคิดเห็น-เสนอแนะในการใช้ข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลที่มีคุณภาพของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การประชุมภาคป่าไม้ และภาคพลังงาน เป็นต้น

QC (Quality Control) คือ การควบคุมคุณภาพของข้อมูล ซึ่งกิจกรรมของ QC ในโครงการฯ นี้ประกอบด้วยการจัดประชุมกลุ่มย่อยในทุกภาคการปล่อยเป็นประจำทุกเดือน การเชิญผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้กับกลุ่มย่อย เช่น การคำนวณความไม่แน่นอนโดยทุกกลุ่มได้นำเสนอผลการศึกษาและประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล มีการตรวจสอบตัวเลขในการคำนวณและการเติมตัวเลขใน software สองครั้งคือจากผู้คำนวณเองและจากเจ้าหน้าที่ของส่วนกลางที่รับผิดชอบในการตรวจสอบผลการคำนวณเพื่อความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง

บัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติกับการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) สาขาการปล่อยหลัก (Key Categories) ที่มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกสูงและควรได้รับความสนใจเป็นสาขาที่อยู่ในร้อยละสะสม 95 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ โดยสาขาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก (เมื่อไม่คิดรวมการปล่อยจากภาคป่าไม้) เป็นสาขาในภาคพลังงานเป็นส่วนใหญ่ โดยปริมาณสาขาขนส่งทางบก (1A3) มีปริมาณการปล่อยมากที่สุดการปล่อยจากสาขาการผลิตพลังงานเพื่ออุตสาหกรรมโดยใช้ก๊าซธรรมชาติ (1A1) สาขาอุตสาหกรรมการผลิตและสิ่งก่อสร้าง (1A2) และสาขาการผลิตพลังงานเพื่ออุตสาหกรรมโดยใช้ถ่านหิน (1A1) เป็นสาขาย่อยที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูป CO_2 สูง ส่วนสาขาในภาคการเกษตรที่มีปริมาณการปล่อยสูงคือ สาขานาข้าว (4C) สาขาการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (4A) และสาขาดินดินที่ใช้ในการเกษตร (4D) สำหรับภาคอุตสาหกรรมมีเพียงสาขาการผลิตซีเมนต์ (2A) เท่านั้นที่มีการปล่อยอยู่ในลำดับสูง ในส่วนของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นั้น แหล่งปล่อยทั้ง 3 สาขามีปริมาณสูงและจัดอยู่ในแหล่งปล่อยหลักทั้งหมด โดยเฉพาะการปล่อยจาก (5B) มีการปล่อย CO_2 สูงเป็นลำดับแรกแต่เนื่องจากภาคการปล่อยนี้มีค่าการดูดกลับสูง (5A, 5C) ส่งผลให้ภาคการปล่อยนี้เป็นแหล่งดูดกลับ (Sink) สาขาหลักที่มีปริมาณการปล่อยสูงอยู่ในลำดับต้นๆ ควรให้ความสำคัญในการวางนโยบายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากส่งผลกระทบสูงต่อปริมาณการปล่อยทั้งหมดมากกว่า

แนวโน้มการปล่อยในอนาคต

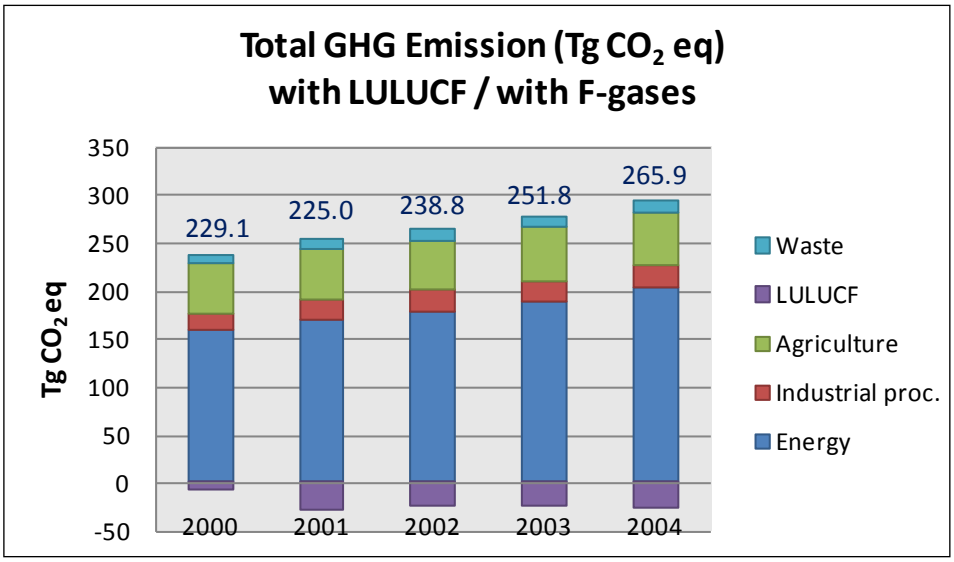
ในช่วง 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ประเทศไทยปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทุกปีในอัตราร้อยละ 3.8 ต่อปี ซึ่งเป็นอัตราที่สูงกว่าการปล่อยในช่วง 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537-2547 (ค.ศ. 1994-2004) ที่มีอัตราการเพิ่มปริมาณการปล่อยเท่ากับร้อยละ 2.0 ต่อปี ปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเพิ่มการปล่อยคือการพัฒนาประเทศ โดยพิจารณาจากอัตราการเพิ่มขึ้นของค่าผลิตภัณฑ์มวลรวมแห่งชาติในรอบ 5 ปีระหว่าง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ.2000-2004) มีการเปลี่ยนแปลงร้อยละ 5.1 ต่อปี ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงในรอบ 10 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2537-2547 (ค.ศ. 1994-2004) มีค่าเท่ากับร้อยละ 3.8 ต่อปีแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาประเทศในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาส่งผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น

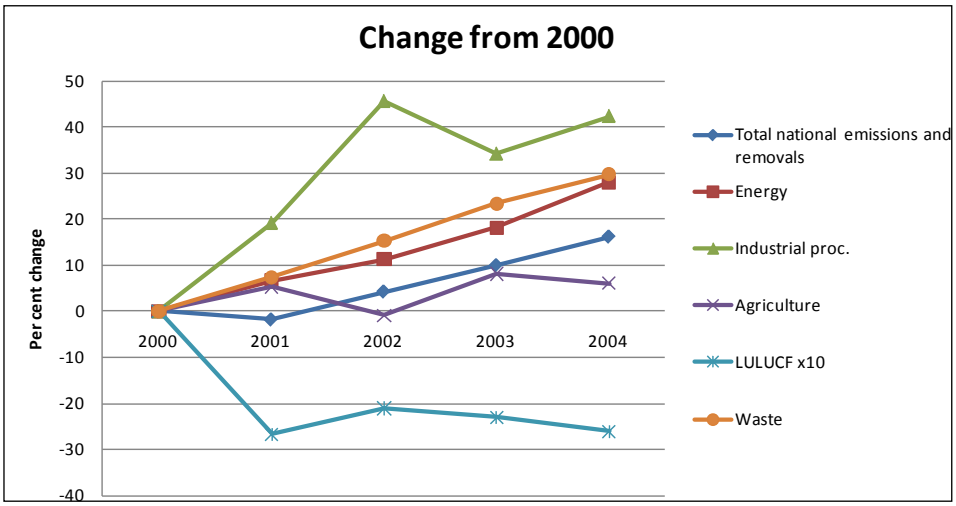
No.	Source categories	Sector	Source Categories to be Assessed	GHG	Tg CO2 eq	% of National Total	% Accumulative
1	5.B	LULUCF	Emission from Forest and Grassland Conversion	CO2	44.234	19.3	19.3
2	1.A.3	Energy	Mobile Combustion: Road Vehicles	CO2	43.034	18.8	38.1
3	5.C	LULUCF	Emission from Abandonment of Managed Lands	CO2	-39.022	-17.0	21.1
4	1.A.1	Energy	Emissions from Stationary Combustion (Gas-A): Natural Gas	CO2	32.746	14.3	35.4
5	1.A.2	Energy	Emissions from Manufacturing Industries and Construction	CO2	30.306	13.2	48.6
6	4.C	Agricultur	Emissions from Rice Production	CH4	29.941	13.1	61.7
7	1.A.1	Energy	Emissions from Stationary Combustion (Solid-D): Lignite	CO2	15.136	6.6	68.3
8	2.A	Industrial	Emissions from Cement Production	CO2	15.022	6.6	74.8
9	5.A	LULUCF	Emission from Changes in Forest and Other Woody Biomass	CO2	-13.352	-5.8	69.0
10	4.A	Agricultur	Emissions from Enteric Fermentation in Domestic Livestock	CH4	8.259	3.6	72.6
11	4.D	Agricultur	(Direct and Indirect) Emissions from Agriculutural Soils	N2O	7.598	3.3	75.9
12	1.A.1	Energy	Emissions from Stationary Combustion (Liquid-D): Residual F	CO2	7.399	3.2	79.1
13	1.A.1	Energy	Emissions from Stationary Combustion (Liquid-A): Crude Oil	CO2	6.831	3.0	82.1
14	1.A.4	Energy	Other Sectors: Agriculture/Forestry/Fishing CO2	CO2	6.642	2.9	85.0
15	6.A	Waste	Emissions from Solid Waste Disposal Sites	CH4	4.864	2.1	87.1
16	1.B.2	Energy	Fugitive Emissions from Oil and gas Operations	CH4	4.559	2.0	89.1
17	1.A.4	Energy	Other Sectors: Residential CO2	CO2	4.288	1.9	91.0
18	6.B	Waste	Emissions from Wastewater Handling	CH4	3.407	1.5	92.5
19	4.B	Agricultur	Emissions from Manure Management	CH4	2.563	1.1	93.6
20	4.B	Agricultur	Emissions from Manure Management	N2O	2.508	1.1	94.7
21	1.A.1	Energy	Emissions from Stationary Combustion	CH4	2.046	0.9	95.6

ทั้งนี้เมื่อคิดเฉพาะปริมาณการปล่อยโดยไม่รวมปริมาณการดูดกลับในภาคการเปลี่ยนแปลง การใช้พื้นที่และป่าไม้ พบว่า อัตราการเพิ่มขึ้นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วง 5 ปี ระหว่าง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เพิ่มขึ้นร้อยละ 5.3 ต่อปี ซึ่งแสดงว่าภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีความสำคัญในการช่วยบรรเทาการเพิ่มการปล่อยทั้งหมดของประเทศ

ปริมาณการปล่อยทั้งประเทศ เมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มเป็น 265.89 TgCO2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) ดูรูปที่ E7 ภาคที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด คือภาคกระบวนการอุตสาหกรรมซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี ร้อยละ 9.9 ต่อปี สำหรับภาคที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงเป็นลำดับ 2 คือภาคของเสียร้อยละ 6.7 ต่อปี ส่วนภาคพลังงานนั้นถึงแม้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดแต่มีอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปีร้อยละ 6.4 ต่อปี ภาคการปล่อยที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดและค่อนข้างคงที่คือภาคการเกษตรโดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 ต่อปี

ในกรณีที่ใช้ปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นปีฐาน รูปที่ E8 แสดงให้เห็นถึงร้อยละที่เพิ่มขึ้นจากปีฐาน ซึ่งทุกภาคการปล่อยยกเว้นภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ล้วนมีอัตราการปล่อยเพิ่มขึ้นทั้งสิ้น โดยภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเป็นภาคที่เพิ่มจากปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มากที่สุดถึงประมาณร้อยละ 40 และภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีค่าการดูดกลับเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน จึงควรให้ความสำคัญต่อทั้งสองภาคการปล่อยในการวางแผนและนโยบายเพื่อการลดการปล่อยและเพิ่มการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในอนาคต





การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติที่ต่อเนื่องในอนาคตภายใต้เงื่อนไขและความกดดันในการเจรจาเพื่อรักษาสภาพภูมิอากาศไม่ให้เปลี่ยนแปลงไปมากกว่านี้ ต้องมีการเก็บและรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ มีความสมบูรณ์ (Completeness) โปร่งใส (Transparency) และตรวจสอบได้(Verification) ตามหลักการของ IPCC การจัดทำฐานข้อมูลของทั้งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ในแต่ละภาคเป็นสิ่งสำคัญในการคำนวณต่อเนื่อง โดยฐานข้อมูลนี้ต้องสามารถติดตามที่มาและเอกสารอ้างอิงได้ และดำเนินการโดยใช้ ตาราง Sources by Sources เป็นต้นแบบในการสร้างฐานข้อมูล ซึ่งควรสร้างให้เชื่อมโยงกับการนำตัวเลขไปใช้ใน Software การคำนวณ นอกจากนี้การสร้างระบบการเก็บรักษาข้อมูลควรรวบรวมเก็บไว้ที่เดียวเพื่อให้สามารถติดตามและตรวจสอบได้โดยง่าย โดยเสนอระบบการเก็บข้อมูล 2 แบบ คือ และ ระบบแรกนั้น ศูนย์เก็บข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาเก็บและทำหน้าที่ในการคำนวณ ส่วนระบบที่สองการคำนวณเสร็จสิ้นที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและศูนย์ทำหน้าที่ในการประกอบข้อมูลให้เป็นบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ โดยต้องจัดให้เป็นงานประจำของหน่วยงานมีการรวบรวมและทำให้เป็นปัจจุบันทุกปีในช่วงเวลาที่กำหนด

การจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต้องมีการรวบรวมข้อมลจากหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การจัดตั้ง

ระบบ าชาติ

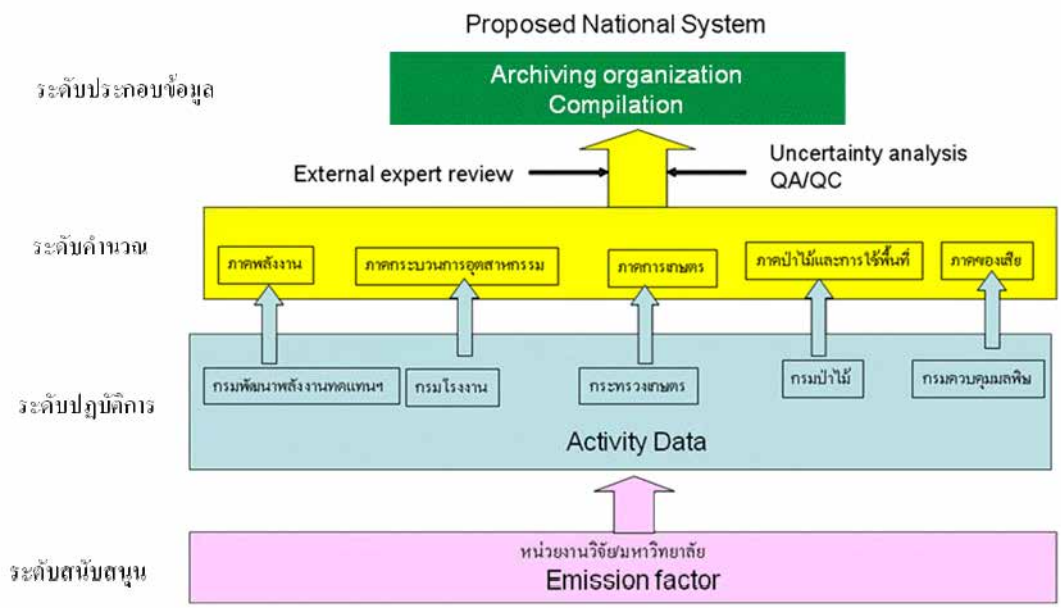
แนะ ซเรือน

กระจ ำเนิน

งานเ

ควา

หน่ว



อักษรย่อ

C	Carbon (คาร์บอน)
CH_4	Methaneougen Oxide (มีเทน)
N_2O	Nitrous Oxide (ไนตรัสออกไซด์)
CO_2	Carbon Dioxide (คาร์บอนไดออกไซด์)
CO_2 eq	Carbon Dioxide Eqivalent (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

CO	Carbon Monoxide (คาร์บอนมอนอกไซด์)
NO_x	Nitrogen Oxides (ไนโตรเจนออกไซด์)
SO_2	Sulfur Dioxide (ซัลเฟอร์ไดออกไซด์)
NMVOC	Non-Methane Volatile Organic Compound (สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้ที่ไม่ใช่มีเทน)
VOC	Volatile Organic Compound (สารประกอบอินทรีย์ระเหยได้)
HFC	Hydrofluorocarbon (ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน)
PFC	Perfluorocarbon (เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน)
SF_6	Sulfur Hexafluoride (ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์)
GWP	Global Warming Potential (ค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน)
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ)
GHG	Greenhouse Gas (ก๊าซเรือนกระจก)
CDM	Clean Development Mechanism: CDM (กลไกการพัฒนาที่สะอาด)
ET	Emission Trading (การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ)
JI	Joint Implementation (การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน)
INC	Initial National Communication (รายงานแห่งชาติฉบับแรก)
SNC	Second National Communication (รายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2)

BMA	Bangkok Metropolitan Administration (กรุงเทพมหานคร)
BOI	The Board of Investment of Thailand (สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน)
DEDE	Department of Alternative Energy Development and Efficiency (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน)
DIW	Department of Industrial Works (กรมโรงงานอุตสาหกรรม)
DLD	Department of Livestock Development (กรมปศุสัตว์)
DMCR	Department of Marine and Coastal Resources (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง)
DNP	Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช)
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand (การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย)
EPPO	Energy Policy and Planning Office (สำนักงานนโนบายและแผนพลังงาน)
LDD	Land Development Department (กรมพัฒนาที่ดิน)
MONRE	Ministry of Natural Resource and Environment (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)

อักษรย่อหน่วยงานต่างๆ

OAE	Office of Agriculture Economics (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร)
ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
OTP	Office of Transport and Traffic Policy and Planning (สำนักนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร)
PCD	Pollution Control Department (กรมควบคุมมลพิษ)
PTT	Petroleum Authority of Thailand (บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน))
RFD	Royal Forest Department (กรมป่าไม้)
TGO	Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน))

สารบัญ

1.1 การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกและพันธกรณี 1

1.2 คู่มือในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ 2

1.3 หลักการการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ 4

1.4 ระดับความยากง่ายของวิธีการคำนวณ 6

1.5 การดำเนินการในการคำนวณ 6

1.6 รูปแบบในการรายงาน 8

2.1 ประเภทของแหล่งปล่อย และสมการที่ใช้ในการคำนวณ 10

2.2 ประเภทของก๊าซที่ใช้ในรายงาน 12

2.3 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 12

2.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำแนกตามประเภทของแหล่งปล่อย 16

2.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำแนกตามประเภทของก๊าซ 20

2.3.3 การประเมินลำดับแหล่งปล่อยหลัก (Key Source Analysis) 24

2.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) 27

2.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 33

2.6 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994) 34

2.7 Time Series Calculation (2000-2004) 35

3.1 วิธีการคำนวณ (Methodology) 39

3.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 41

3.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994) 44

3.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) 46

3.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 50

3.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น 51

1A1 สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) 51

1A2 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง (Manufacturing Industries & Construction) 52

1A3 กลุ่มขนส่ง (Transport) 52

1A4 อื่นๆ (Other Sector) 53

1B1 สาขาเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuels) 53

1B2 สาขาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Oil and Natural Gas) 54

4.1 วิธีการคำนวณ (Methodology) 55
4.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 55
4.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994) 59
4.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) 60
4.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 61
4.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น 61

5.1 วิธีการคำนวณ (Methodology) 62
4A กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation) 62
4B กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)63
4C กลุ่มนาข้าว (Rice Field) 63
4D กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agriculture Soil) 64
4E กลุ่มการเผาทุ่งหญ้าแบบซาวานา (Prescribed Burning of Savannas) 64
4F กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (Field Burning of Agricultural Residues) 64
5.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 65
5.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication 68
4A กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation) 68
4B กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)68
4C กลุ่มนาข้าว (Rice Field) 69
4D กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agriculture Soil) 70
4F กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง(Field Burning of Agricultural Residues) 71
5.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) 72
5.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 73
5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้น 73

6.1 วิธีการคำนวณ (Methodology) 75
6.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 77
6.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication [base year 1994] 80
6.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) และการควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 81
6.5 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงความถูกต้องและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น 81

7.1 วิธีการคำนวณ (Methodology) 83
7.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission) 86
7.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994) 90
7.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) 92
7.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) 93
7.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น 94

8.1 บัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี 2000 97
8.2 การเพิ่มขึ้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 99
8.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย 100
8.4 การพัฒนาการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในอนาคต 102
8.4.1 การพัฒนาเข้าสู่ระดับที่สูงขึ้น 102
8.4.2 การเก็บรักษาข้อมูลการสร้างฐานข้อมูล 103
8.5 การสร้างระบบจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (National System) 104

ภาคผนวก 1: คณะกรรมการกำกับ 111
ภาคผนวก 2: หน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์ 112

สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 การจัดทำฐานข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ 4
รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงกรอบการดำเนินการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก 7

รูปที่ 1.3 กรอบความคิดในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 8

รูปที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 13

รูปที่ 2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 14

รูปที่ 2.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ไม่รวมค่าดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 14

รูปที่ 2.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคพลังงานตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 16

รูปที่ 2.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 17

รูปที่ 2.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเกษตร ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 18

รูปที่ 2.7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 19

รูปที่ 2.8 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคของเสีย ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 20

รูปที่ 2.9 สัดส่วนของก๊าซเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แยกตามประเภทของก๊าซ 21

รูปที่ 2.10 ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000): ก). รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2 ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ข). ไม่รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2 ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ 22

รูปที่ 2.11 ปริมาณและสัดส่วนของมีเทน จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 22

รูปที่ 2.12 ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 23

รูปที่ 2.13 ลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก จากบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 25

รูปที่ 2.14 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 25

รูปที่ 2.15 ปริมาณก๊าซมีเทน ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 26

รูปที่ 2.16 ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์ ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 26

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกโดยการคูณ 28

รูปที่ 2.18 ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมทุกภาคการปล่อยในปี พ.ศ 2543 – 2547 (ค.ศ.2000-2004) 29

รูปที่ 2.19 ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมทุกภาคการปล่อยแบ่งตาม CO_2, CH_4 และ N_2O ในปี พ.ศ 2543 – 2547 (ค.ศ.2000-2004) 30

รูปที่ 2.20 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) 34

รูปที่ 2.21 เปรียบเทียบสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเป็นรายภาค ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) จากรายงานแห่งชาติครั้งที่ หนึ่ง และการคำนวณจากชุดข้อมูลและวิธีการในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 35

รูปที่ 2.22 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ 36

รูปที่ 2.23 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปีพ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ 37

รูปที่ 2.24 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายภาคและค่าทั้งหมดทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) 37

รูปที่ 2.25 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001), ปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002), ปีพ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003), และ ปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) 38

รูปที่ 3.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคพลังงานตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 41

รูปที่ 3.2 การปล่อย CO_2 จำแนกสาขาของภาคพลังงานปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) 42

รูปที่ 3.3 การปล่อย CO_2 จำแนกสาขาย่อยของภาคพลังงานปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) 42

รูปที่ 3.4 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ.2000 – 2004) 43

รูปที่ 3.5 การปล่อยก๊าซ CH_4 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ.2000 – 2004) 43

รูปที่ 3.6 การปล่อยก๊าซ N_2O จำแนกตามชนิดและสาขาของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) 44

รูปที่ 4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 56

รูปที่ 4.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) 56

รูปที่ 4.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในปี พ.ศ 2543 (ค.ศ.2000) 57

รูปที่ 4.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) เปรียบเทียบกับ ปีพ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) 57

รูปที่ 4.5 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ.2000 – 2004) 58

รูปที่ 4.6 การปล่อยก๊าซ CH_4 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) 58

รูปที่ 4.7 การปล่อยก๊าซ N_2Oจำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) 59

รูปที่ 4.8 การปล่อยก๊าซ F-gas จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) 59

รูปที่ 5.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเกษตรตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 66

รูปที่ 5.2 ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) แยกตามแหล่งการปล่อย (หน่วย : Gg เท่ากับ พันตัน) 67

รูปที่ 5.3 ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์จากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) แยกตามแหล่งการปล่อย (หน่วย : Gg เท่ากับ พันตัน) 67

รูปที่ 6.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 77

รูปที่ 6.2 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ.2000 – 2004) 78

รูปที่ 7.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคของเสียตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน) 86

รูปที่ 7.2 ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2000 จากกลุ่มและสาขาต่าง ๆ ในภาคของเสีย (หน่วย Tg เท่ากับล้านตัน) 87

รูปที่ 7.3 แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคของเสีย ในระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004) 87

รูปที่ 7.4 แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกของการบำบัดของเสียและการกำจัดขยะด้วยเตาเผา ในระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000 - 2004) 89

รูปที่ 7.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($GgCO_2eq$ หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ที่ปล่อยจากการจัดการน้ำเสียปี 2000-2004 89

รูปที่ 7.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($GgCO_2eq$ หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ที่ปล่อยจากการจัดการน้ำเสียปี 2000-2004 90

รูปที่ 7.7 ผลประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย กลุ่ม 6A Solid Waste Disposal on Land และ 6C Waste Incineration ในการศึกษา SNC และ INC 91

รูปที่ 7.8 ผลประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสีย กลุ่ม 6B Wasstewater Handling ในการศึกษา SNC และ INC 92

รูปที่ 8.1 แนวความคิดและหลักการของการคำนวณและได้มาของข้อมูล 97

รูปที่ 8.2 การทำงานและส่งผ่านข้อมูลภายใต้ระบบแห่งชาติในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก 104

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 ความแตกต่างในการจัดทำรายงายบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติระหว่างประเทศในภาคผนวกที่ 1 และประเทศในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1 3

ตารางที่ 1.2 ค่า GWP ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า 5

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก และระดับที่ใช้ในการคำนวณ 11

ตารางที่ 2.2	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (พันตัน : กิกกะกรัม) จากกลุ่มและสาขาย่อยของภาคการปล่อยต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) (ตาราง ที่ 17/CP.8.1 จากซอฟแวร์ UNFCCC version 1.3.2)	15
ตารางที่ 2.3	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ล้านตัน) และร้อยละของการปล่อย จากแต่ละภาคในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)	16
ตารางที่ 2.4	ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนระเหยที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOCs) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)	24
ตารางที่ 3.1	การเปรียบเทียบวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่าง INC กับ SNC	40
ตารางที่ 3.2	ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ระหว่าง INC กับ SNC	45
ตารางที่ 3.3	ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 และ N_2O ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ระหว่าง INC กับ SNC	45
ตารางที่ 3.4	ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซ CO_2	46
ตารางที่ 3.5	ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซ CH_4	48
ตารางที่ 3.6	ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซ N_2O	49
ตารางที่ 5.1	ผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)	66
ตารางที่ 5.2	ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)	67
ตารางที่ 5.3	ผลการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการเกษตร	72
ตารางที่ 6.1	สรุปค่า ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ในการคำนวณครั้งนี้ (Second National Communication-SNC) เปรียบเทียบกับ INC	76
ตารางที่ 6.2	ผลการคำนวณภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543-2544 (ค.ศ. 2000-2004)	79
ตารางที่ 6.3	ผลการคำนวณในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ใน INC และ การใช้การคำนวณตามวิธีของ SNC แต่ใช้ข้อมูลของ INC เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคำนวณ	80
ตารางที่ 7.1	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย จำแนกตามประเภทก๊าซเรือนกระจก	83
ตารางที่ 7.2	สมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการจัดการของเสีย	84
ตารางที่ 8.1	สาขาหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้	98

บทที่ 1 บทนำ

กิจกรรมของมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมได้ก่อให้เกิดการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจก (Green House Gases: GHG) ในบรรยากาศ โดยเฉพาะในช่วงหลังยุคอุตสาหกรรม ซึ่งก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศนั้นจะส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่มของอุณหภูมิของโลก จนเป็นสาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือภาวะโลกร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนาโดยจะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศที่รุนแรง เนื่องจากขาดความรู้ ความเข้าใจ การเงิน เทคโนโลยี และกลไกในการปรับตัว

รายงานทางวิทยาศาสตร์ของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ได้สะท้อนให้เห็นข้อมูลด้านผลกระทบและความรุนแรงของผลกระทบต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น จึงทำให้สหประชาชาติได้เสนอให้มีความร่วมมือในระดับนานาชาติโดยจัดตั้งอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (The United Nations Framework Convention on Climate Change: UNFCCC) โดยอนุสัญญาฯ นี้มีผลบังคับใช้เมื่อวันที่ 21 มีนาคม พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) สำหรับประเทศไทยได้มีการให้สัตยาบันต่ออนุสัญญาฯ เมื่อเดือนธันวาคม พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995) และมีผลบังคับใช้ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995)

1.1 การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกและพันธกรณี

ในอนุสัญญาดังกล่าวได้แบ่งกลุ่มประเทศออกเป็นสองกลุ่มคือ ประเทศที่พัฒนาแล้วจัดอยู่ในกลุ่มที่มีรายชื่ออยู่ในภาคผนวกที่ 1 (Annex 1 Countries) และประเทศที่กำลังพัฒนาจัดอยู่ในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1 (Non Annex 1 countries) โดยกลุ่มที่อยู่ในภาคผนวกที่ 1 มีพันธกรณีในการรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศทุกปี และนำเสนอต่อสหประชาชาติเพื่อตรวจสอบ ส่วนประเทศที่อยู่นอกภาคผนวกที่ 1 ให้จัดทำรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติตามความสมัครใจ โดยให้รายงานอยู่ในรายงานแห่งชาติ เมื่อมีการสนับสนุนทางการเงิน (รอบสี่ปีโดยประมาณ) นำเสนอต่อสหประชาชาติเพื่อเป็นข้อมูล

เพื่อให้อนุสัญญาฯ นี้บรรลุวัตถุประสงค์ในการลดก๊าซเรือนกระจกได้ตามเป้าหมายโดยมีข้อผูกพันทางกฎหมายและเพื่อช่วยให้ประเทศต่าง ๆ ดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) จึงได้มีการกำหนดพันธกรณีที่มีข้อผูกพันทางกฎหมายภายใต้ชื่อพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ประเทศไทยได้ร่วมลงนามในพิธีสารเกียวโต ตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2542 (ค.ศ. 1999) และได้ให้สัตยาบันต่อพิธีสารฯ เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) ซึ่งพิธีสารฯนี้มีผลบังคับใช้เมื่อ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 (ค.ศ. 2005) พิธีสารเกียวโตได้ระบุกลไกเพื่อช่วยให้ประเทศภาคีในกลุ่มภาคผนวกที่ 1 (Annex I Parties) สามารถบรรลุพันธกรณี ซึ่งประกอบด้วย 3 กลไกทางการตลาด คือ การดำเนินโครงการลดก๊าซเรือนกระจกร่วมกัน (Joint Implementation: JI) การซื้อขายก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ (Emission Trading: ET) และกลไกการพัฒนาที่สะอาด (Clean Development Mechanism: CDM) การจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละประเทศจึงเป็นเครื่องมือหนึ่ง ที่ช่วยในการตรวจสอบการดำเนินการตามพันธกรณีให้บรรลุเป้าหมาย

1.2 คู่มือในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ

เนื่องจากทุกประเทศ ต้องมีการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ทั้งเพื่อเป็นการตรวจสอบ (ประเทศในภาคผนวกที่ 1) และเพื่อเป็นการให้ข้อมูล (ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1) ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกนั้น จึงจำเป็นต้องใช้วิธีเดียวกันเพื่อให้เป็นมาตรฐานและสามารถเปรียบเทียบ ตรวจสอบข้อมูลได้ ดังนั้นสำนักงานเลขาธิการสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC Secretariat) จึงได้มอบหมายให้ คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC) ศึกษาวิธีการคำนวณการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกในสาขาต่างๆ ที่สำคัญ และจัดทำคู่มือคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อให้ประเทศในภาคีใช้เป็นมาตรฐานเดียวกัน

คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change) หรือที่รู้จักกันดีในชื่อ IPCC เป็นหน่วยงานระหว่างรัฐบาล เริ่มดำเนินการมาจากองค์การอุตุนิยมวิทยาแห่งโลก (World Meteorological Organization: WMO) ภายใต้การมอบหมายจาก UNFCCC ได้จัดทำวิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เรียกว่า IPCC Methodology ในปี พ.ศ. 2534 (ค.ศ. 1991) IPCC ได้มอบหมายให้คณะทำงานกลุ่มที่ 1 ภายใต้ IPCC / OECD / IEA Programme on National Greenhouse Gas Inventories พัฒนาคู่มือ (guideline) วิธีการคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกและการดูดกลับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงวิธีการคำนวณ ซอฟแวร์การคำนวณ และการรายงานผล ให้เป็นที่ยอมรับระหว่างประเทศภาคี รวมทั้งจัดตั้งระบบการจัดการข้อมูล เพื่อรวบรวม ทบทวน และรายงานข้อมูลของประเทศ คู่มือนี้เรียกว่า The 1995 Guideline ซึ่งได้รับการ approved ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995) ในการประชุม Conference of the Parties ของสหประชาชาติ ได้รับรองให้ใช้สำหรับประเทศในภาคผนวกที่ 1 นอกจากนี้ที่ประชุมสหประชาชาติยังได้สนับสนุนการปรับปรุงใน ระยะที่ 2 ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ซึ่งใช้ชื่อว่า Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories โดยทั่วไป เรียกว่า 1996 IPCC Revised Guideline ประกอบด้วยวิธีการ (Methodology) และข้อมูลแนะนำ (Default Data) สำหรับ Fuel Combustion, Industrial Processes, Agricultural Soils, Land-Use Change and Forestry, Waste and Methane from Rice Fields รวมทั้งการคำนวณวิธีการประเมิน Hydrofluorocarbons (HFCs), Perfluorocarbons (PFCs) และ Sulphurhexafluoride (SF_6) ซึ่งต่อมาถูกรับรองให้ใช้อย่างเป็นทางการสำหรับทุกประเทศในภาคีอนุสัญญา

เนื่องจากการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิด และดูดกลับโดยแหล่งรับ (emission by source and removal by sink) ในแต่ละประเทศมีความแตกต่างและมีข้อจำกัดที่ไม่เหมือนกัน ตลอดจนความพร้อมและการได้มาซึ่งข้อมูลโดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนามีความแตกต่างกัน ดังนั้นเพื่อเป็นการช่วยและชี้นำการคำนวณให้การประเมินของแต่ละประเทศให้ได้ผลที่แม่นยำและเป็นมาตรฐานเดียวกัน สหประชาชาติภายใต้อนุสัญญาว่าด้วยสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง จึงได้ มอบหมายให้ IPCC จัดทำ Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (Good Practice Guidance) เพื่อสนับสนุนให้การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในแต่ละประเทศเป็นไปอย่างโปร่งใส (Transparent) มีการบันทึก (Documented) เป็นไปทำนองเดียวกันตลอดระยะเวลาการคำนวณ (Consistent Over Time) สมบูรณ์ ครบถ้วน (Complete) สามารถเปรียบเทียบได้ (Comparable) ประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูล (Uncertainties) มีการควบคุมและประกันคุณภาพ (Quality Control and Quality Assurance) และประสิทธิภาพของการใช้ทรัพยากร (Efficient in the Use of Resources) Good Practice Guidance นี้ประกอบด้วย ขั้นตอนการเลือกใช้วิธีการ (Choice of Method) โดยมี Decision Tree เป็นเครื่องมือให้แต่ละประเทศที่มีความแตกต่างกันเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสมกับสถานการณ์ของประเทศตนเอง ให้คำแนะนำการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เหมาะสมตลอดจนการใช้ข้อมูลอื่นๆ และแหล่งที่มาของข้อมูลที่จำเป็นในการคำนวณ การประเมินการควบคุมและประกันคุณภาพ การรายงาน การเก็บเอกสารตลอดจนการประเมินความไม่แน่นอนของแหล่งปล่อยระดับต่างๆ

Good Practice Guidance นี้ ครอบคลุม ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร และภาคของเสีย เริ่มใช้ควบคู่กับ 1996 IPCC guideline ใน ปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) สำหรับ ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ค่อนข้างซับซ้อน การจัดทำ Good Practice Guidance ของภาคนี้ จึงแล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003)

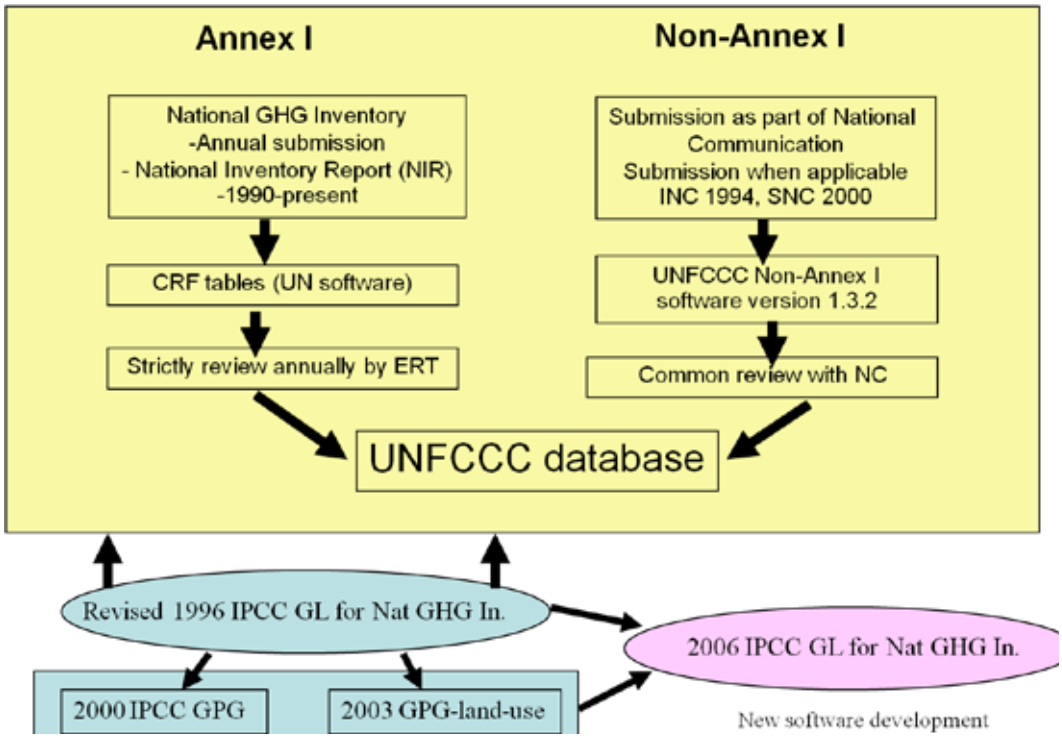
ในการประชุม Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice (SBSTA) ในปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) ที่กรุงนิวเดลลี ประเทศอินเดีย IPCC ได้ถูกมอบหมายให้ปรับปรุง 1996 Revised Guideline โดยมีเป้าหมายให้แล้วเสร็จในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) การปรับปรุงนี้อยู่บนพื้นฐานของ 1996 IPCC revised Guideline, 2000 Good Practice Guidance และ 2003 Good Practice Guidance for LULUCF ขณะนี้ การจัดทำ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ได้ดำเนินการเสร็จสิ้นแล้ว แต่ยังไม่ได้บังคับใช้ สามารถ download ข้อมูลได้ที่ www.ipcc.ch คู่มือปรับปรุงใหม่นี้ได้รวมภาคการเกษตร และภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้เข้าด้วยกัน ดังนั้น ภาคการปล่อยในคู่มือใหม่จึงแบ่งออกเป็น 4 ภาคได้แก่ (1) ภาคพลังงาน (2) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (3) ภาคการเกษตรและป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ และ (4) ภาคของเสีย คู่มือใหม่นี้ถึงแม้จะได้รับการรับรองจาก IPCC ในการประชุมของภาคีในปี พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007) แล้ว แต่ยังไม่ได้รับการรับรองจาก UNFCCC ปัจจุบันประเทศในภาคผนวกที่ 1 ยังคงใช้ 1996 IPCC Revised Guideline ในการประเมินการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ โดยดำเนินตาม 2000 IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Managements และ 2003 IPCC Good Practice Guidance for Land use Change นำเสนอเลขาธิการสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในการตรวจสอบ อย่างไรก็ตามบางประเทศได้ใช้วิธีการและค่าแนะนำอ้างอิงจากคู่มือปี พ.ศ.2549 (ค.ศ. 2006) ทั้งนี้คาดว่า 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventory จะถูกนำมาใช้ในปีในช่วงพันธกรณีที่สองของพิธีสารเกียวโต เนื่องจากต้องมีการปรับปรุงวิธีการพัฒนาการรายงานการปล่อยให้ต่อเนื่องกัน

ถึงแม้ประเทศทั้งสองกลุ่ม (Annex 1 countries และ Non-annex 1 countries) ต้องรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติให้กับสหประชาชาติ แต่ขั้นตอนในการจัดทำมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1.1 และรูปที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ความแตกต่างในการจัดทำรายงายบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติระหว่างประเทศในภาคผนวกที่ 1 และประเทศในกลุ่มนอกภาคผนวกที่ 1

	ประเทศในภาคผนวกที่ 1	ประเทศนอกภาคผนวกที่ 1
วิธีการคำนวณ	(a) Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (b) 2000 IPCC Good Practice Guidance on National Greenhouse Gas Inventories (c) 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry	
ระยะเวลาในการนำเสนอ	ทุกปี มีกำหนดเวลาแน่นอน	ประมาณ 4 ปีครั้งขึ้นกับการสนับสนุนด้านการเงินและความพร้อมของแต่ละประเทศ
รูปแบบในการนำเสนอ	รายงานเฉพาะในNational Inventory Report (NIR)	เป็นส่วนหนึ่งในรายงาน National Communication
การรายงาน	รายงานโดยใช้ตาราง Commom Reporting Format (CRF)	ไม่ได้กำหนดชัดเจน แต่ UN แนะนำให้ใช้ software UNFCCC 1.3.2 ช่วยในการคำนวณ
ปีที่รายงาน	พ.ศ. 2533 (ค.ศ.1990) (ปีฐาน) จนถึงปีล่าสุดของการรายงาน (2 ปี หลังจากปีปัจจุบัน)	พ.ศ. 2533 (ค.ศ.1990) ในรายงานแห่งชาติครั้งแรก พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง

การตรวจสอบ	ตรวจสอบโดย Expert Review Team	ยังไม่ได้กำหนดให้มีการตรวจสอบ



รูปที่ 1.1 การจัดทำฐานข้อมูลบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของสหประชาชาติ ว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ลักการการ

1.3 หลักการการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ

เนื่องจากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของทุกประเทศในภาคีอนุสัญญา ต้องดำเนินการภายใต้มาตรฐานเดียวกัน ดังนั้นคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงต้องมีความยืดหยุ่นเพื่อให้ประเทศในภาคี ที่มีความแตกต่างกันในด้านการการจัดหาข้อมูล สามารถดำเนินการได้เหมือนกัน วิธีการคำนวณจึงเป็นวิธีการง่าย ๆ โดยใช้สมการ

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก = ข้อมูลกิจกรรม x ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

<u>ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก</u> ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกอาจอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2), มีเทน (Methane: CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide: N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF_6) ซึ่งเป็นก๊าซ 6 ตัวหลักที่มีค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน แต่ในการแสดงผลสุดท้ายเพื่อเปรียบเทียบจะอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbondioxide equivalent) โดย

เทียบค่าก๊าซเรือนกระจกตัวอื่น ด้วยค่าศักยภาพที่ทำให้โลกร้อน (Global warming Potential: GWP) อ้างอิงจากคู่มือการคำนวณของ IPCC ดังแสดงในตารางที่ 1.2 เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบค่าการทำให้โลกร้อนขึ้นด้วยหน่วยเดียวกัน

ตารางที่ 1.2 ค่า GWP ที่ใช้ในการคำนวณค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ประเภทของก๊าซ	GWP
1. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	1
2. ก๊าซมีเทน (CH_4)	21
3. ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	310
4. HFC-23	11700
5. HFC-32	650
6. HFC-125	2800
7. HFC-134a	1300
8. HFC-143a	3800
9. HFC-152a	140
10. HFCs-227ea	2900
11. HEXAFLUOROETHANE (PFC - 116)	9200
12. SF_6	23900

ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) เป็นค่าที่ใช้ในคำนวณ ซึ่งเกิดจากกิจกรรมของการเกิดก๊าซเรือนกระจกประเภทต่าง ๆ เช่น ปริมาณน้ำมัน ปริมาณถ่านหินที่ใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า หรือพื้นที่ที่ใช้ปลูกข้าว เป็นต้น ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) นี้อาจมีหน่วยที่แตกต่างกันไปในแต่ละภาคและสาขาของการคำนวณ ดังนั้นในการนำค่าต่าง ๆ มาใช้ ต้องระมัดระวังให้หน่วยที่นำมามีความถูกต้อง และต้องสัมพันธ์กับหน่วยของค่าการปล่อย (Emission Factor) ด้วย ในบางครั้งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่มีอยู่ ไม่สามารถใช้ได้โดยตรงต้องนำมาปรับหรือคำนวณเพิ่มเติม เพื่อให้เป็นค่าที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น ปริมาณขยะที่เกิดขึ้น คำนวณได้จากจำนวนประชากรคูณกับอัตราการเกิดขยะ เป็นต้น โดยทั่วไปในแต่ละประเทศมีข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ของตัวเองเป็นส่วนใหญ่ ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลโดยตรง อาจใช้ข้อมูลจากหน่วยงานระหว่างประเทศ หรือข้อมูลจากประเทศหรือกลุ่มประเทศที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกันแทน

ค่าการปล่อย (Emission Factor) เป็นค่าที่แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อหน่วย เช่น ค่าการปล่อย (Emission Factor) ของการผลิตซีเมนต์เท่ากับ 0.6 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อตันซีเมนต์ (ton CO_2 eq / ton cement) เป็นต้น ค่าการปล่อย (Emission Factor) นี้ขึ้นกับกิจกรรมและเทคโนโลยีของแหล่งปล่อย ในแต่ละประเทศ อาจมีค่าการปล่อย (Emission Factor) ตามเงื่อนไขเฉพาะของกิจกรรมนั้น ๆ เรียกว่าค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country specific emission factor) ซึ่งได้มาจากการวัดจริงหรือการทดลอง ในกรณีที่บางประเทศไม่มีค่าการปล่อย (Emission Factor)เฉพาะ คู่มือการคำนวณฯ ได้เสนอค่าการปล่อยแนะนำ (Default Value of Emission Factor) ไว้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการคำนวณได้ ค่าการปล่อย (Emission Factor) อ้างอิงนี้ ส่วนใหญ่ได้มาจากการรวบรวมจากเอกสารอ้างอิงในหลายพื้นที่ โดยบางประเภทมีการจำแนกค่าการปล่อย (Emission Factor) อ้างอิง

ตามพื้นที่ ตามเทคโนโลยีหรือตามกิจกรรม ดังนั้นในการเลือกใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) อ้างอิงต้องระมัดระวังในการใช้เช่นกัน

1.4 ระดับความยากง่ายของวิธีการคำนวณ

โดยหลักการของการทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ได้กำหนดระดับความยากง่ายของวิธีการไว้เป็นสามระดับคือ เทียร์ 1 (Tier 1), เทียร์ 2 (Tier 2) และ เทียร์ 3 (Tier 3) โดยที่ เทียร์ 1 (Tier 1) คือการคำนวณตามวิธีการของ IPCC โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) อ้างอิงที่แนะนำในคู่มือ ส่วนข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ใช้ค่าตามความเหมาะสมหรือของประเทศเป็นหลัก ค่าแนะนำนี้มีทั้งค่าที่เป็นข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่ง การได้มาของค่าดังกล่าวมาจากการอ้างอิงผลงานทางวิชาการ และงานวิจัยของผู้เชียวชาญในแต่ละด้านเป็นหลัก ประเทศที่ยังมีข้อมูลและค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ไม่สมบูรณ์ IPCC แนะนำให้ใช้ เทียร์ 1 (Tier 1) ส่วนเทียร์ 2 (Tier 2) เป็นการคำนวณในภาคหรือสาขาที่มีข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะของประเทศ และสามารถใช้ค่าดังกล่าวได้ในการคำนวณ หากประเทศใด มีค่าการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะที่ได้จากการศึกษาและวิจัยภายใต้สภาวะและเงื่อนไขของประเทศนั้นๆ IPCC สนับสนุนให้ใช้ค่าดังกล่าว โดยทั่วไป Tier 2 ให้ผลการคำนวณความแม่นยำมากกว่า เทียร์ 1 (Tier 1) สำหรับประเทศที่มีความพร้อมและมีวิธีการคำนวณที่เป็นเอกลักษณ์ของประเทศ มีความโปร่งใสและมั่นใจว่าให้ข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักวิทยาศาสตร์มากกว่า มีการตีพิมพ์และมีข้อมูลชัดเจน IPCC ได้เปิดช่องทางให้ประเทศดังกล่าวสามารถใช้วิธีการนั้นได้เช่นกัน โดยให้เป็นวิธีการใน เทียร์ 3 (Tier 3) เช่น การใช้ แบบจำลอง Corinair ในภาคพลังงาน การใช้ First Order Decay model ในภาคของเสียเป็นต้น

1.5 การดำเนินการในการคำนวณ

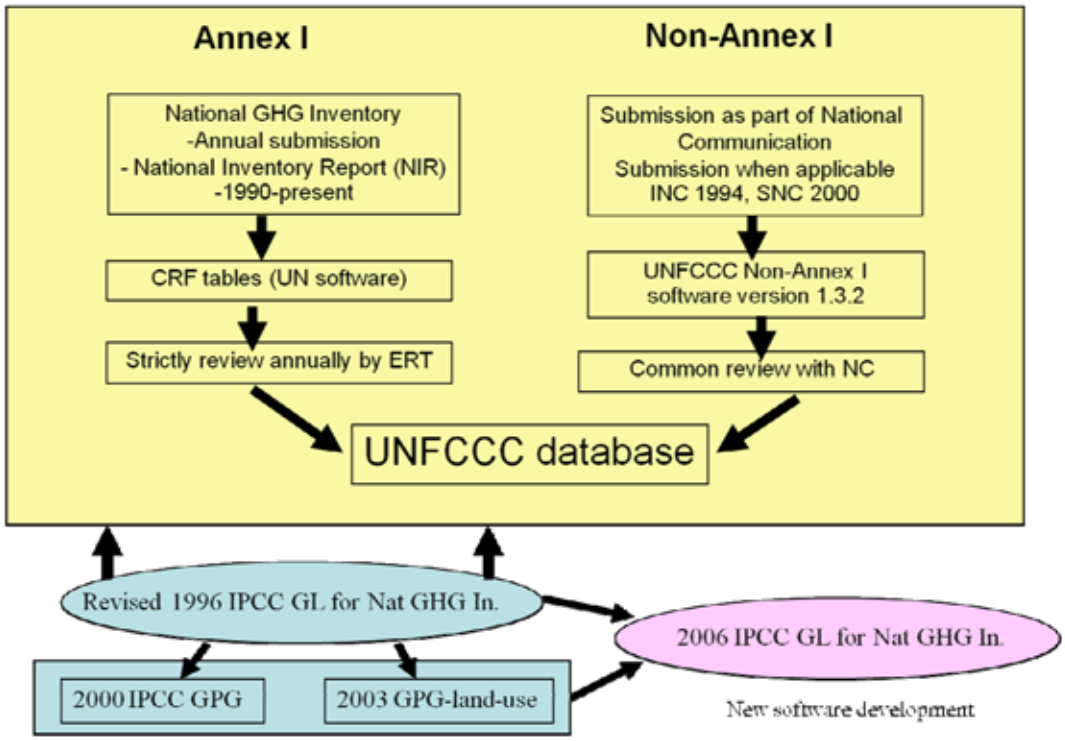
ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยใช้วิธีการคำนวณ จากคู่มือของ IPCC เป็นหลักอันได้แก่

1. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
2. 2000 IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories
3. 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry

โดยที่องค์ประกอบที่สำคัญในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factors) ซึ่งที่มาของข้อมูลด้านกิจกรรม จะได้จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งราชการ รัฐวิสาหกิจ

และ[illegible]ศึกษา

จา

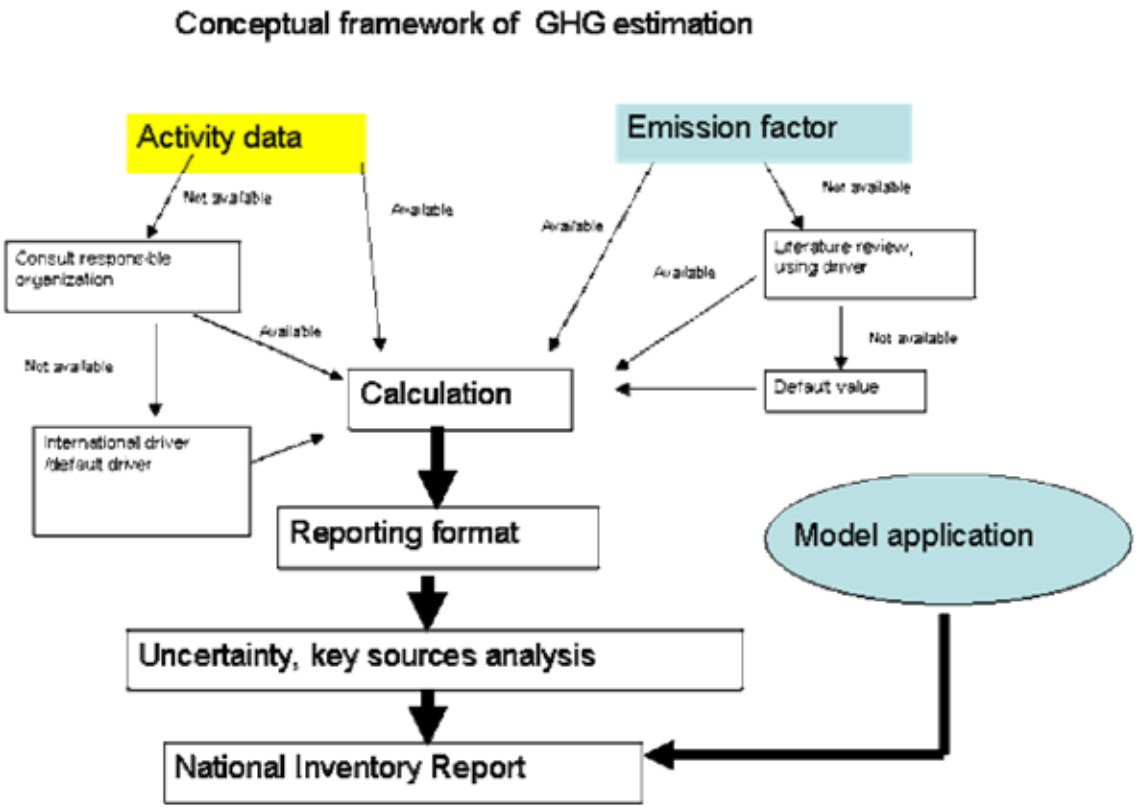


รูปที่ 1.2 แผนผังแสดงกรอบการดำเนินการทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก

DEDE = Department of Alternative Energy Development and Efficiency
EGAT = Electricity Generating Authority of Thailand
PTT = Petroleum Authority of Thailand
OTP = Office of Transport and Traffic Policy and Planning
EPPO = Energy Policy and Planning Office
DIW = Department of Industrial Work
DLD = Department of Land Development
OAC = Office of Agriculture Economics
RFD = Royal Forest Department
BMA = Bangkok Metropolitan Administrative
PCD = Pollution Control Departmrnt

ทั้งนี้การคำนวณจะมีความแม่นยำแค่ไหน นอกเหนือจากการเลือกใช้วิธีการแล้ว ยังขึ้นอยู่กับการได้มาของข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด โดยเฉพาะค่าข้อมูลด้านกิจกรรม ซึ่งบางกลุ่มมีข้อมูลน้อยและการเก็บข้อมูลอาจไม่เป็นไปตามรูปแบบที่สามารถจะใช้ได้ ดังนั้นการนำข้อมูลมาใช้จึงต้องมีการพิจารณาอย่างรอบครอบ โดยหลักการ ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แสดงในรูปที่ 1.3 การใช้ข้อมูลในการคำนวณนั้น หากไม่สามารถใช้ข้อมูลปฐมภูมิได้ ก็จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และหากไม่สามารถหาข้อมูลที่เหมาะสมได้ ให้เลือกใช้ข้อมูลเปรียบเทียบของหน่วยงานต่างประเทศสำหรับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้น ในลำดับแรกจะใช้ค่าเฉพาะของประเทศ (การคำนวณโดยใช้สมการเทียร์ที่ 2 และ 3 (Tier 2 or Tier 3)) หากไม่สามารถหาได้ จะใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงที่เหมาะสม และจะเลือกใช้ค่าแนะนำของ IPCC (การคำนวณโดยใช้สมการเทียร์ที่ 1 (Tier 1)) เมื่อไม่สามารถ

หาค่าที่เหมาะสมได้ ทั้งนี้หลักการดังกล่าวเป็นที่ยอมรับในการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศตาม คำ



รูปที่ 1.3 กรอบความคิดในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1.6 รูปแบบในการรายงาน

รายงานผลการคำนวณในรายงานฉบับสมบูรณ์นี้แบ่งออกเป็นสองส่วน คือ

1. รายงานหลัก รวบรวมผลสุดท้ายของการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของการปล่อยทั้งหมด และบทสรุปการปล่อยจำแนกตามประเภทของแหล่งปล่อย เป็นรายภาคและสาขาย่อย ปริมาณการปล่อยจำแนกตามประเภทของก๊าซ ตลอดจนการประเมินลำดับแหล่งปล่อยหลัก (Key Source Analysis) พร้อมกับวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) และการควบคุมคุณภาพ (Quality Assurance and Quality Control) ซึ่งเป็นประเด็นการวิเคราะห์ตามคำแนะนำในคู่มือฯ และเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบข้อมูลกับบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 จึงได้นำเสนอข้อมูลการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยระหว่าง ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 และข้อมูลปี พ.ศ. 2537 และ พ.ศ. 2543 (ค.ศ.1994 และ ค.ศ.2000) ในรายงานแห่งชาติครั้งที่ 2 นอกจากนี้ยังได้เสนอผลการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2543 ถึงปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2000 ถึงปี ค.ศ. 2004) เพื่อให้เห็นแนวโน้มของการปล่อยด้วย ส่วนรายงานสรุปของแต่ละภาคการปล่อย ได้แยกเป็นบทย่อยโดยสรุปวิธีการคำนวณ ผลการคำนวณและการเปรียบเทียบกับรายงานแห่งชาติครั้งที่ 1 เป็นรายภาคด้วยเช่นกัน

2. รายงานรายภาคการปล่อย เพื่อให้สามารถเข้าใจแหล่งที่มาของข้อมูล วิธีการคำนวณการได้มาของข้อมูลและค่าการปล่อย (Emission Factor) สามารถติดตามและตรวจสอบรายละเอียดได้อย่างชัดเจน จึงได้แยกรายงานรายภาคการปล่อยออกเป็น 5 รายงาน ตามประเภทของแหล่งปล่อยได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ และภาคของเสีย โดยรายละเอียดในการคำนวณทั้งหมดจะปรากฏอยู่ในรายงานรายภาคการปล่อยนี้ รวมทั้งตารางที่มาของข้อมูล (Source by Source Table) และตารางการคำนวณ (Worksheet Table) ส่วนรายละเอียดใน software นั้น เนื่องจากมีรายละเอียดมาก ไม่สามารถนำมา

บทที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศไทย (Thailand's National Greenhouse Gas Inventory)

2.1 ประเภทของแหล่งปล่อย และสมการที่ใช้ในการคำนวณ

ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก แบ่งตามคู่มือของ IPCC ดังแสดงในตารางที่ 2.1 เนื่องจากการจำแนกแหล่งปล่อยนี้ต้องสอดคล้องกันทั้งในรายงาน และในตารางรายงานผล ดังนั้นตัวเลขและอักษรด้านหน้าของแหล่งปล่อยจึงมีความสำคัญและต้องสอดคล้องกันตามคู่มือของ IPCC แหล่งปล่อยหลักมีอยู่ทั้งหมด 7 ภาคด้วยกัน คือ ภาคที่ 1 ภาคพลังงาน (Energy Sector) ภาคที่ 2 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Process Sector) ภาคที่ 3 ภาคสารตัวทำละลายและสารอื่นๆในการผลิต (Solvent and Other Product Use) ภาคที่ 4 ภาคการเกษตร (Agriculture Sector) ภาคที่ 5 ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land Use, Land-use Change and Forestry) ภาคที่ 6 ภาคของเสีย (Waste Sector) และภาคที่ 7 ภาคอื่นๆ (Other sector) ทั้งนี้สำหรับภาคที่ 3 Solvent and Other Product Use และภาคที่ 7 Other ซึ่งไม่ได้รายงานในบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 1 ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าข้อมูลตัวทำละลายในประเทศที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีการใช้มีน้อยมาก กรมควบคุมมลพิษได้มีการจัดทำฐานข้อมูลสารละลายเริ่มในปี พ.ศ. 2548 (ค.ศ.2005) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารที่ทำให้เกิด Volatile Organic Compounds (VOCs) ประกอบกับในการปรับปรุงคู่มือการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ IPCC ในปี พ.ศ. 2549 (ค.ศ. 2006) ได้รวบภาคนี้ไว้กับภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเนื่องจากเป็นภาคย่อยและไม่มีปริมาณการปล่อยสูงในประเทศต่างๆ ดังนั้นในรายงานฉบับนี้จึงไม่รายงานปริมาณการปล่อยในภาคดังกล่าว ส่วนภาคอื่นๆ (ภาคที่ 7) นั้น ไม่พบว่าประเทศไทยมีปริมาณการปล่อยจากแหล่งปล่อยอื่น นอกเหนือจากแหล่งปล่อยในคู่มือของ IPCC จึงไม่รายงานเช่นกัน

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อใช้ในรายงานแห่งชาติ ฉบับที่ 2 นี้ คณะนักวิจัยได้พิจารณาเลือกใช้สมการระดับเทียร์ (Tier) ที่แตกต่างต่างกันไป สำหรับแต่ละภาคส่วน เพื่อให้ผลที่ได้มีความถูกต้องที่สุด ทั้งนี้การเลือกระดับสมการ ขึ้นอยู่กับความพร้อมและความละเอียดของข้อมูลที่มีอยู่ในประเทศเป็นหลัก ระดับของเทียร์ (Tier) ที่ใช้ในการคำนวณ สรุปไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก และระดับที่ใช้ในการคำนวณ

ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก	Tier
1. ภาคพลังงาน (Energy)	
1A. กลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Fuel Combustion)	Tier 1
1A1. สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries)	
1A2. สาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง (Manufacturing Industries and Construction)	
1A3. สาขาขนส่ง (Transport)	
1A4. สาขาอื่นๆ (Other Sectors)	
1A4a. สาขาอาคารพาณิชย์/สถาบัน (Commercial/Institutional)	
1A4b. สาขาครัวเรือน (Residential)	
1A4c. สาขาการเกษตร (Agricultural/Forestry/Fishing)	
1A5. อื่นๆ (Other)	
1B. กลุ่ม Fugitive Emissions from Fuels	
1B1. สาขาเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuels)	
1B2. สาขาน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Oil and Natural Gas)	
2. ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Processes)	
2A. กลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ (Mineral Products)	Tier 1
2B. กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี (Chemical Industry)	
2C. กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ (Metal Production)	
2D. กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ (Other Production)	
2E. กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตสารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Production of Halocarbons and SF_6)	
2F. กลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Consumption of Halocarbons and SF_6)	
2G. กลุ่มอื่นๆ (Other)	
3. Solvent and Other Product Use (ภาคตัวทำละลายและการใช้ผลิตภัณฑ์อื่น ๆ)	-
4. ภาคการเกษตร (Agriculture)	
4A. กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation)	Tier 2
4B. กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)	Tier 2
4C. กลุ่มนาข้าว (Rice Cultivation)	Tier 2
4D. กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agricultural Soils)	Tier 1
4E. กลุ่มการเผาทุ่งหญ้าแบบซาวานา (Prescribed Burning of Savannas)	-

4F. กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (Field Burning of Agricultural Residues)	Tier 2
4G. กลุ่มอื่นๆ (Other)	-
ประเภทของแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับของก๊าซเรือนกระจก	**Tier**
5. ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land Use, Land-Use Change and Forestry)	
5A. กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล (Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks)	Tier 2
5B. กลุ่มการปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า (Forest and Grassland Conversion)	Tier 2
5C. กลุ่มการฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้าง (Abandonment of Managed Lands)	Tier 2
5D. กลุ่มการปล่อยและการดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์จากดิน (CO_2 Emissions and Removal from Soils)	-
5E. กลุ่มอื่นๆ (Other)	-
6. ภาคของเสีย (Waste)	
6A. กลุ่มการบำบัดของเสีย (Solid Waste Disposal on Land)	Tier 2
6B. กลุ่มการบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Handling)	Tier 2
6C. กลุ่มการกำจัดขยะด้วยเตาเผา (Waste Incineration)	Tier 2
6D. กลุ่มอื่นๆ (Other)	-
7. ภาคอื่น ๆ (Other)	-

หมายเหตุ "-" ไม่มีการคำนวณ

2.2 ประเภทของก๊าซที่ใช้ในรายงาน

ก๊าซเรือนกระจกหลักที่รายงานและเทียบเป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2), มีเทน (Methane: CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide: N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF_6) ซึ่งเป็นก๊าซ 6 ตัวหลักที่มีค่าศักยภาพการทำให้โลกร้อน

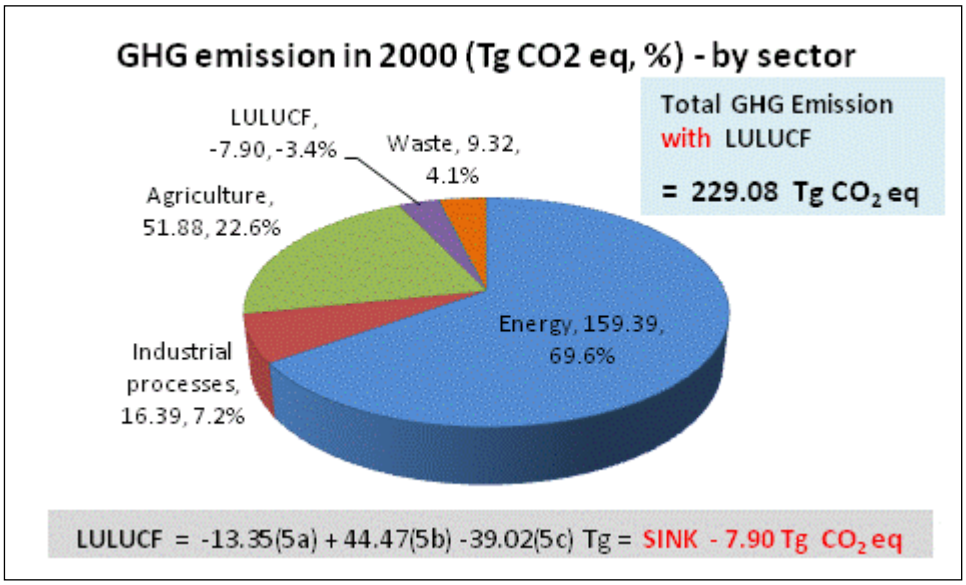
ส่วนคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbon Monoxide: CO), ไนโตรเจนออกไซด์ (Nitrogen Oxides: NO_x), สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ที่ไม่ใช่มีเทน (Non-Methane Volatile Organic Compounds: NMVOCs) และ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulful Dioxide: SO_2) จะรายงานเฉพาะในภาคที่มีข้อมูลที่ชัดเจนเท่านั้น

2.3 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

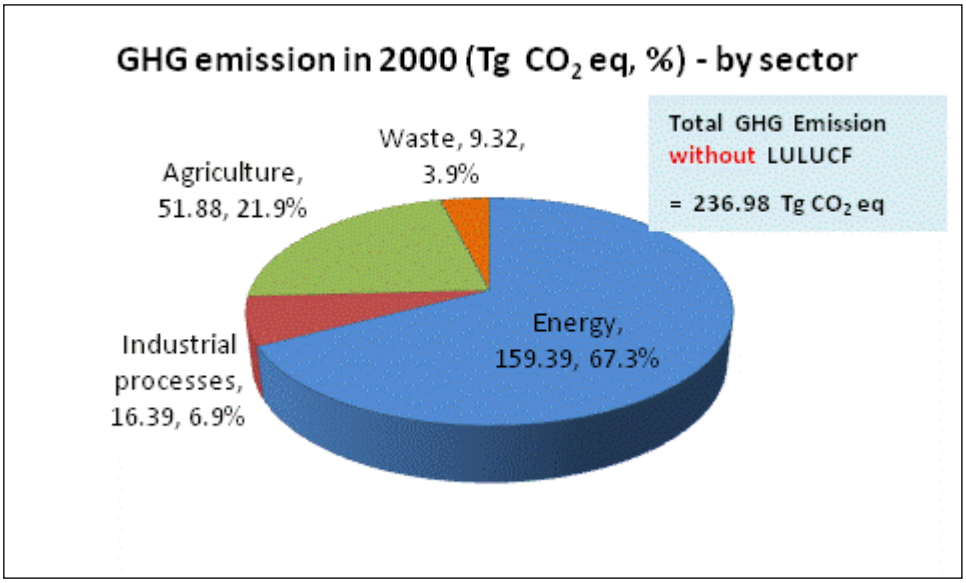
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดรวมของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ภายใต้การคำนวณโดยใช้ 1996 IPCC Revised Guildline on National Greenhouse Gases Inventory เมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลง

การใช้พื้นที่และป่าไม้แล้ว **เท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า** ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคิดเป็น 159.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ รองลงมาคือภาคการเกษตร 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 22.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม มีปริมาณการปล่อยเท่ากับ 16.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบ เท่าคิดเป็นร้อยละ 7.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือภาคของเสียคิดเป็นปริมาณการปล่อยเท่ากับ 9.32 $TgCO_2eq$หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 4.10 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ทั้งนี้ในส่วนของการปล่อยในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ปรากฏว่าการคำนวณในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) นี้มีค่าการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าการปล่อยเท่ากับ -7.90 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ -3.4 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ

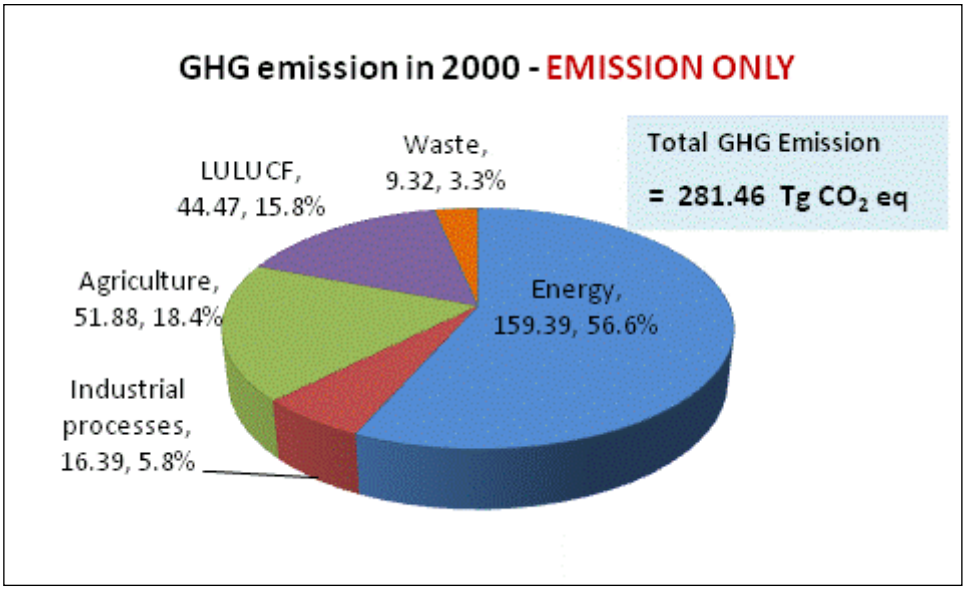
เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยในภาพรวมของประเทศได้ชัดเจนมากขึ้น จึงเสนอภาพรวมของการปล่อยทั้งหมดของประเทศออกเป็นสามรูปแบบ คือปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่รวมการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ แสดงในรูปที่ 2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่รวมการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ แสดงในรูปที่ 2.2 และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (ทุกภาคการปล่อย) แต่ไม่รวมปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ แสดงในรูปที่ 2.3 ซึ่งจะเห็นว่าหากไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้แล้ว ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศจะสูงขึ้นเป็น 236.98 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และหากรวมเฉพาะภาคและสาขาที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยไม่รวมปริมาณการดูดกลับของสาขาในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยจากภาคกิจกรรมต่างๆ มีถึง 281.46 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการดูดกลับของกิจกรรมในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีผลต่อปริมาณการปล่อยรวมของทั้งประเทศ ถึง 52.38 ล้านตัน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า



รูปที่ 2.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)



รูปที่ 2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)



รูปที่ 2.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคที่สำคัญ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ไม่รวมค่าดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ (หน่วย: Tgหรือ ล้านตัน)

ปริมาณการปล่อยในภาคและกลุ่มที่สำคัญแสดงในตารางที่ 2.2 ซึ่งเป็นตารางสรุปชื่อ 17/CP.8.1 ในซอฟแวร์ UNFCCC version 1.3.2 ที่สหประชาชาติแนะนำให้ประเทศนอกภาค ผนวกที่ 1 ใช้ในการรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ของประเทศไทย มีค่าเป็นลบ หมายถึง ในปีดังกล่าวภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นี้ไม่ได้เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่สามารถเป็นแหล่งดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ประเทศไทยมีพื้นที่ป่าไม้เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศมีค่าลดลง สำหรับปริมาณก๊าซฟลูออโรคาร์บอนจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมนั้นไม่มีรายงานในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ. 2000) เนื่องจากไม่พบข้อมูลการนำเข้าสารในปีดังกล่าว แต่จะเริ่มการรายงานตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) เป็นต้นไป

ตารางที่ 2.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (พันตัน : กิกกะกรัม) จากกลุ่มและสาขาย่อยของภาคการปล่อยต่าง ๆ ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) (ตาราง ที่ 17/CP.8.1 จากซอฟแวร์ UNFCCC version 1.3.2)

Country	Thailand							
Inventory Year	2000							
National greenhouse gas inventory of anthropogenic emissions by sources and removals by sinks of all greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol and greenhouse gas precursors								
Greenhouse gas source and sink categories	**CO_2 emissions (Gg)**	**CO_2 removals (Gg)**	**CH_4 (Gg)**	**N_2O (Gg)**	**NO_x (Gg)**	**CO (Gg)**	**NMVOCs (Gg)**	**SO_x (Gg)**
Total national emissions and removals	**165,997.1**	**-8,139.9**	**2,801.5**	**40.0**	**907.0**	**5,624.4**	**759.5**	**618**
1. Energy	**149,914.6**	**0.0**	**413.9**	**2.5**	**873.3**	**4,773.0**	**668.1**	**605**
A. Fuel combustion (sectoral approach)	149,914.6		164.8	2.5	873.3	4,773.0	668.1	605
1. Energy Industries	64,241.0		97.4	0.5	181.3	703.7	168.1	52
2. Manufacturing industries and construction	30,305.8		7.5	1.0	105.6	684.7	13.0	514
3. Transport	44,438.7		6.6	0.4	450.4	2,071.1	393.0	6
4. Other sectors - a. Commercial/Institutional	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
4. Other sectors - b. Residential	4,287.5		52.8	0.6	27.4	1,223.1	75.8	0
4. Other sectors - c. Agriculture/Forestry/Fishing	6,641.5		0.5	0.1	108.6	90.5	18.1	0
5. Other (Total for SO2)	NA		NA	NA	NA	NA	NA	32
B. Fugitive emissions from fuels	NO		249.1		NA	NA	NA	N
1. Solid fuels			32.0		NA	NA	NA	N
2. Oil and natural gas			217.1		NA	NA	NA	N
2. Industrial processes	**16,059.3**	**0.0**	**6.4**	**0.6**	**1.2**	**6.3**	**91.4**	**13**
A. Mineral products	16,052.6				0.0	0.0	5.5	7
B. Chemical industry	0.0		6.4	0.6	0.2	2.6	51.2	0
C. Metal production	6.6		0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0
D. Other production	0.0		0.0	0.0	1.0	3.7	34.7	4
E. Production of halocarbons and sulphur hexafluoride								
F. Consumption of halocarbons and sulphur hexafluoride								
G. Other (please specify)	NA		NA	NA	NA	NA	NA	N
3. Solvent and other product use	**NA**			**NA**			**NA**	
4. Agriculture			**1,977.0**	**33.4**	**29.9**	**754.1**	**NE/NA**	**N**
A. Enteric fermentation			393.3					
B. Manure management			122.0	8.1			NE	
C. Rice cultivation			1,425.7				NE	
D. Agricultural soils			NA	24.5			NE	
E. Prescribed burning of savannahs			NA	NA	NA	NA	NA	
F. Field burning of agricultural residues			35.9	0.8	29.9	754.1	NE	
G. Other (please specify)			NA	NA	NA	NA	NA	
5. Land-use change and forestry [1]	**0.0**	**-8,139.9**	**10.4**	**0.1**	**2.6**	**91.0**	**0.0**	**0**
LULUCF (separate CO2)	**44,234.1**	**-52,374.0**						
A. Changes in forest and other woody biomass stocks	0.0	-13,351.5						
B. Forest and grassland conversion	44,234.1	0.0	10.4	0.1	2.6	91.0		
C. Abandonment of managed lands		-39,022.5						
D. CO_2 emissions and removals from soil	NE	NE						
E. Other (please specify)	NA	NA	NA	NA	NA	NA		
6. Waste	**23.3**		**393.8**	**3.3**	**NE**	**NE**	**NE**	**N**
A. Solid waste disposal on land			231.6		NE		NE	
B. Waste-water handling			162.2	3.3	NE	NE	NE	
C. Waste incineration	23.3		0.0	1.8747E-05	NE	NE	NE	N
D. Other (please specify)			NA	NA	NA	NA	NA	N
7. Other (please specify)	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**N**
Memo items								
International bunkers	**10,097.1**		**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**NA**	**N**
Aviation	7,625.1		NA	NA	NA	NA	NA	N
Marine	2,472.0		NA	NA	NA	NA	NA	N

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ล้านตัน) และร้อยละของการปล่อย จากแต่ละภาคในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

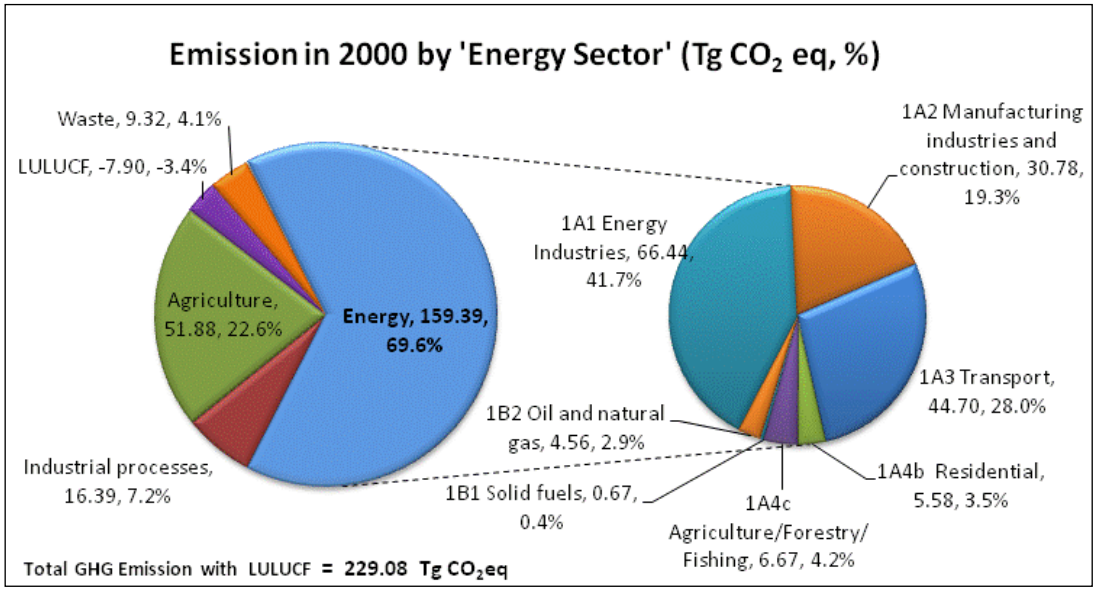
Sector	*CO_2eq (Tg)*	*Per cent of National total*
Energy	**159.39**	**69.6**
Industrial Processes	**16.39**	**7.2**
Agriculture	**51.88**	**22.6**
Land-use Change and Forest	**-7.90**	**-3.4**
Waste	**9.32**	**4.1**
Total National Emission and Removals	**229.08**	**100**

2.3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำแนกตามประเภทของแหล่งปล่อย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ครอบคลุม 5 ภาคการปล่อยหลัก คือ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ และภาคของเสีย โดยไม่รวมภาคตัวทำละลาย (solvent) ซึ่งไม่มีการรายงานข้อมูลในประเทศไทย ปริมาณการปล่อยในแต่ละภาคแสดงในรายละเอียดด้านล่าง

2.3.1a ภาคพลังงาน (Energy)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานคิดเป็นปริมาณ 159.39 TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ แสดงในรูปที่ 2.4 โดยแบ่งกลุ่มแหล่งปล่อยออกเป็น กลุ่มที่ 1A การปล่อยจากกลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิง และกลุ่มที่ 1B การปล่อยจากกลุ่ม Fugitive Emissions from Fuels ประเภทของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยมากที่สุดคือคาร์บอนไดออกไซด์ (149.91 Tg) จากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ส่วนก๊าซมีเทน (0.41 Tg) และไนตรัสออกไซด์ (2.5 Gg) มีปริมาณน้อย ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ และการรั่วไหลจากกิจกรรมด้านพลังงาน เช่นการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ และการทำเหมืองแร่ เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคพลังงานตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

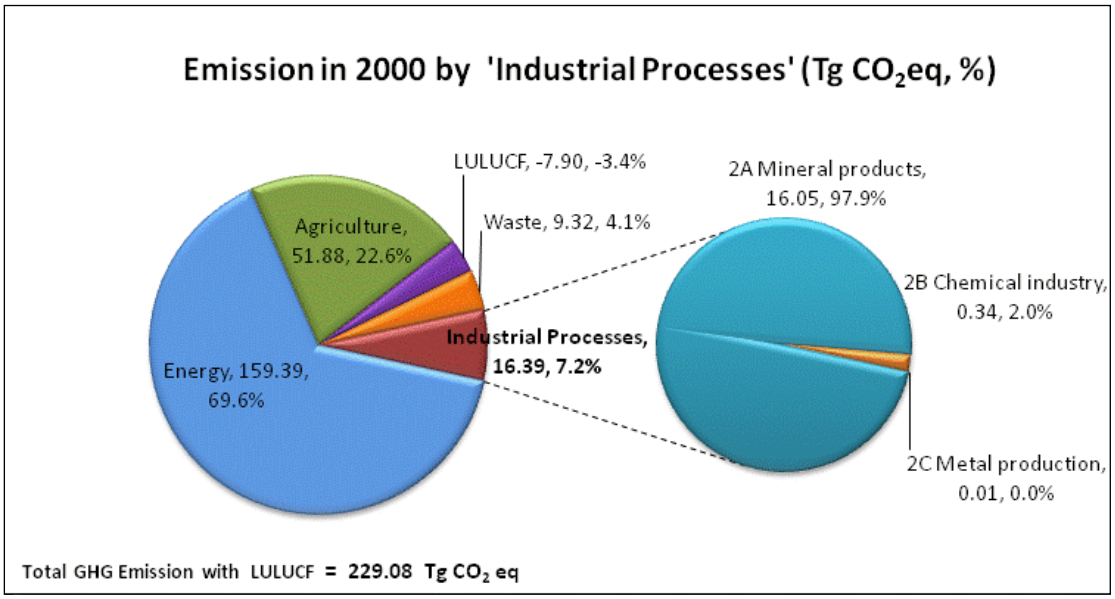
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มการเผาไหม้เชื้อเพลิงในภาคพลังงาน เป็นกลุ่มที่มีปริมาณการปล่อยสูง ปริมาณการปล่อยจากกลุ่มนี้ มีสามสาขาหลักที่ปล่อยมากเรียงลำดับจากมากไปน้อยได้แก่ สาขาการเผาไหม้เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตพลังงาน 66.44 Tg คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 41.7 ของปริมาณปล่อยในภาคพลังงาน รองลงมาคือ สาขาขนส่ง และสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้างปล่อย 44.70 และ 30.78 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ ร้อยละ 28.0 และ 19.3 ของปริมาณที่ปล่อยในภาคพลังงานตามลำดับ

การใช้พลังงานในสาขาครัวเรือนและสาขาการเกษตร ปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่มากเมื่อเทียบกับสาขาอื่น โดยปล่อยในปริมาณ 6.67 และ 5.58 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 4.18 และ 3.50 ของปริมาณปล่อยในภาคพลังงานตามลำดับ ส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่ม Fugitive Emissions from Fuels นั้นมีปริมาณประมาณร้อยละ 3.28 ของปริมาณการปล่อยในภาคพลังงานทั้งหมด โดยที่การปล่อยจากการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 4.6 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 2.9 ของปริมาณการปล่อยในภาคพลังงาน

2.3.1b ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Processes)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกปล่อยในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 16.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 7.2 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งประเทศ แสดงในรูปที่ 2.5 ส่วนใหญ่เป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ภาคการปล่อยนี้แบ่งกลุ่มตามประเภทของกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตอื่นๆ กลุ่มอุตสาหกรรมสารฮาโลคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์และกลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เป็นต้น

ปริมาณก๊าซส่วนใหญ่มาจากกลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ โดยมีอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นแหล่งปล่อยหลัก มีปริมาณการปล่อย 16.05 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 97.9) กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ มีปริมาณการปล่อยเพียง 0.34 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 2) และ 0.01 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ



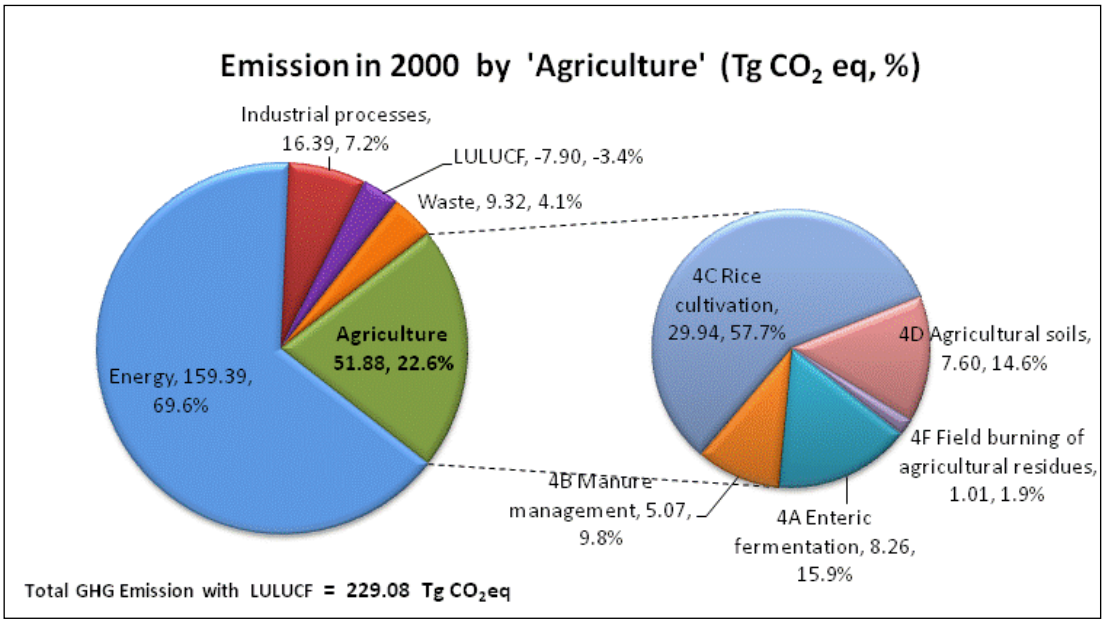
รูปที่ 2.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543(ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

สำหรับปริมาณก๊าซฮาโลคาร์บอน ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ยังไม่มีข้อมูลจึงไม่มีการรายงานการปล่อยก๊าซฮาโลคาร์บอนทั้ง 3 ชนิด จากการใช้สารดังกล่าว

2.3.1c ภาคการเกษตร (Agriculture)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการเกษตรในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็น ร้อยละ 22.60 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ แสดงในรูปที่ 2.6 ภาคเกษตรเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับสองรองจากภาคพลังงาน

กิจกรรมในภาคนี้มีหลากหลายและประเภทของก๊าซที่ปล่อย คือก๊าซ CH_4 เป็นส่วนใหญ่ แหล่งปล่อยที่สำคัญได้แก่ กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ที่มีการบริโภคพืชเป็นอาหาร กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ กลุ่มนาข้าว กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร และกลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง โดยกลุ่มที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ในรูปก๊าซมีเทน) มากที่สุดคือ กลุ่มนาข้าว คิดเป็น 29.94 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 57.7 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร รองลงมาคือ การปล่อยจากกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ คิดเป็น 8.26 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ ร้อยละ 15.85 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร รองลงมาคือ ปริมาณการปล่อยไนตรัสออกไซด์จากกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตรซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยเป็นหลัก คิดเป็น 7.6 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 14.6 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร ส่วนสาขาการจัดการมูลสัตว์ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 5.07 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 9.8 ของปริมาณการปล่อยจากภาคการเกษตร กลุ่มที่ปล่อยน้อยที่สุดคือ กลุ่มการเผาชีวมวลในที่โล่ง มีปริมาณ 1.01 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ 1.9 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร

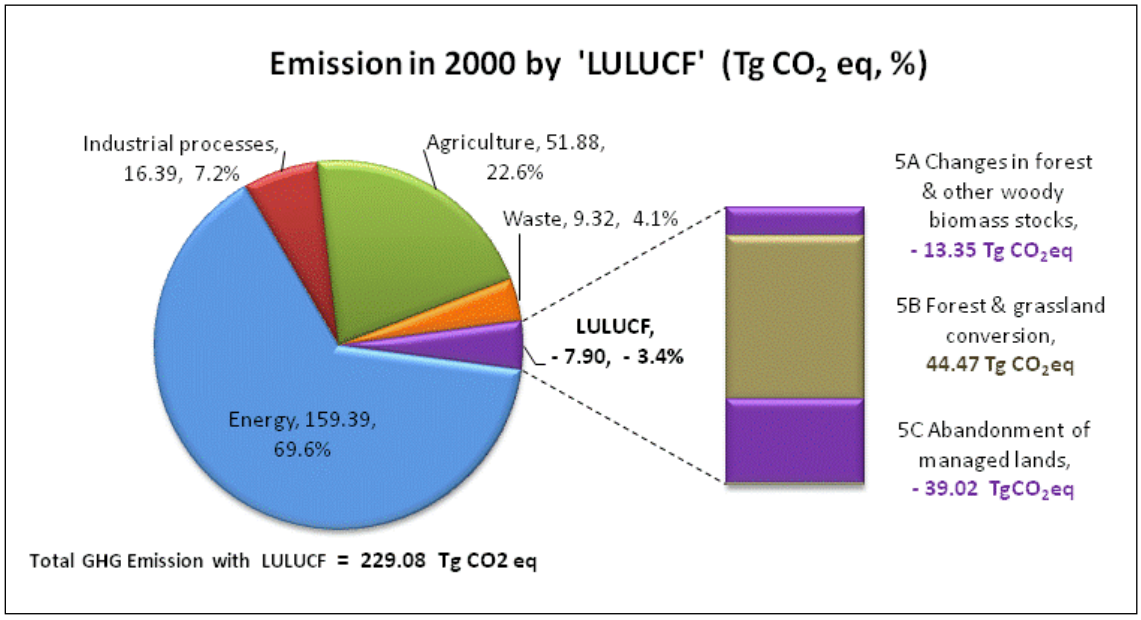


รูปที่ 2.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเกษตร ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

2.3.1d ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land-Use Change and Forestry)

ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นี้ มีทั้งการปล่อยและการดูดกลับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเมื่อหักลบกันแล้วภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีปริมาณดูดกลับทั้งสิ้น -7.90 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็นร้อยละ -3.4 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ แสดงในรูปที่ 2.7

โดยที่กลุ่มการปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า เป็นกิจกรรมเดี่ยวที่มีการปล่อยเท่ากับ 44.47 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และคิดเป็น ร้อยละ 44.64 ของปริมาณการปล่อยในภาคป่าไม้ ส่วนอีกสองกลุ่มคือกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล และกลุ่มการฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้างมีการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ -13.35 และ-39.02 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ โดยสรุปแล้วในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ประเทศไทยมีศักยภาพในการเป็นดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ ถึง - 52.38 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ (โดยไม่รวมปริมาณปล่อยในภาคเดียวกัน) คิดเป็น ร้อยละ 18.6 ของปริมาณการปล่อยทั้งประเทศ

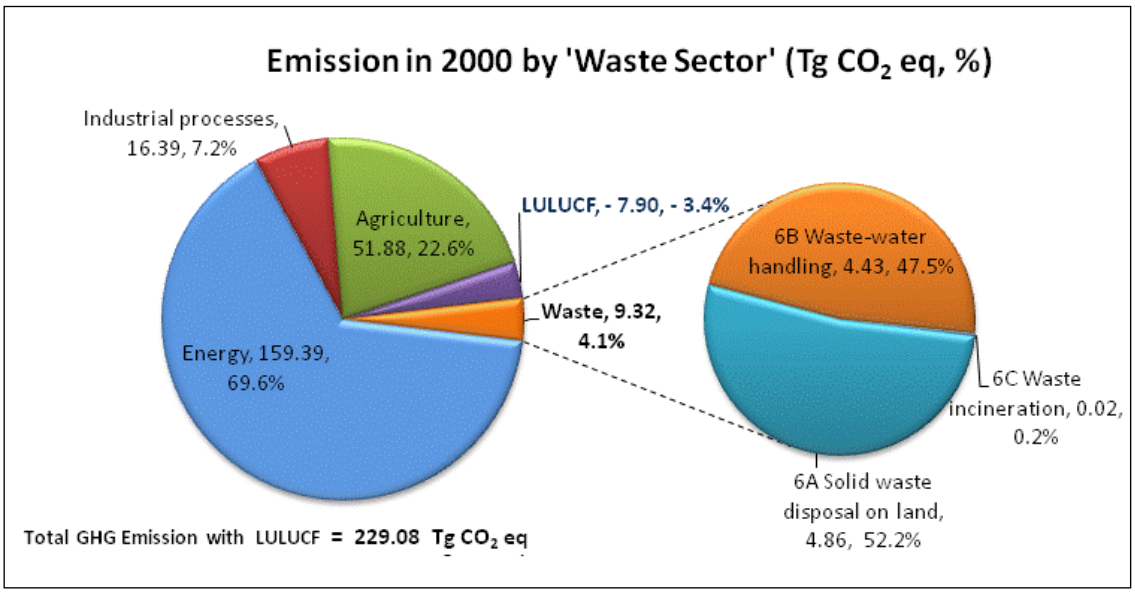


รูปที่ 2.7 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

2.3.1e ภาคของเสีย (Waste)

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย คิดเป็น 9.32 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 4.10 ของปริมาณทั้งหมดของประเทศ แสดงในรูปที่ 2.8 โดยกลุ่มที่ปล่อยคือกลุ่มการบำบัดของเสีย กลุ่มการบำบัดน้ำเสีย และกลุ่มการกำจัดขยะด้วยเตาเผา ก๊าซส่วนใหญ่ที่ปล่อย คือก๊าซมีเทนจากกระบวนการทางชีววิทยา ปริมาณที่ปล่อยในกลุ่มการกำจัดของเสียบนดินและกลุ่มการจัดการน้ำเสียมีใกล้เคียงกัน คือ 4.86 และ 4.43 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 52.18 และ

47.53 ของการปล่อยทั้งหมดในภาคของเสีย



รูปที่ 2.8 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปีพ.ศ. 2543(ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคของเสีย ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

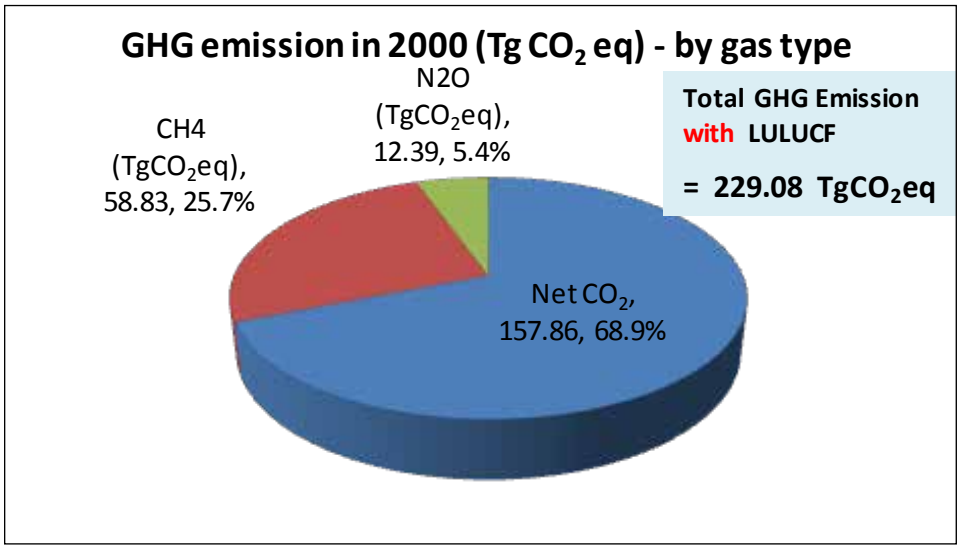
2.3.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จำแนกตามประเภทของก๊าซ

ในการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศตามคู่มือของ IPCC ปรับปรุงในปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ. 1996) ต้องรายงานการปล่อยก๊าซ 6 ประเภทคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) ก๊าซเปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) ซึ่งเป็นก๊าซที่มีค่า Global Warming Potential (GWP) เทียบกับคาร์บอนไดออกไซด์ดังแสดงในตารางที่ 1.2 นอกจากนี้ คู่มือของ IPCC ยังได้กล่าวถึงก๊าซที่ยังไม่สามารถคำนวณค่า GWP ในปัจจุบันแต่ปล่อยจากกิจกรรมที่ทำการประเมินก๊าซเหล่านี้ได้แก่ NO_x, CO, NMVOCs และ SO_2

ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมีสมบัติในการทำให้โลกร้อนไม่เท่ากัน ในการรายงานและเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยแสดงผลจึงต้องใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนรายงานในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ ด้วยหน่วยเดียวกัน การเปรียบเทียบในหัวข้อต่อไปนี้ ได้แปลงให้เป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าโดยใช้ค่า GWP ของก๊าซแต่ละประเภท เป็นหลัก

จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปีพ.ศ.2543 (ค.ศ.2000) ทั้งหมด 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นการปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ร้อยละ 68.9 ก๊าซมีเทนร้อยละ

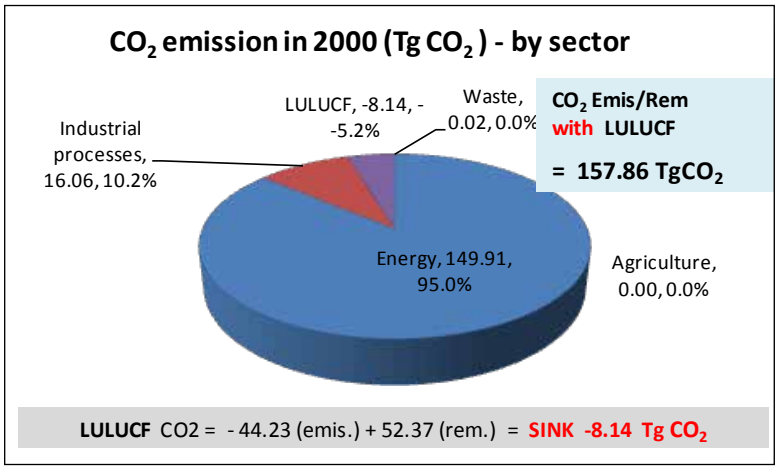
25.7 และก๊าซไนตรัสออกไซด์ ร้อยละ 5.4 ส่วนก๊าซฟลูออโลคาร์บอน นั้นในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ยังไม่มีการปล่อยของก๊าซดังกล่าว สัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทของก๊าซแสดงในรูปที่ 2.9



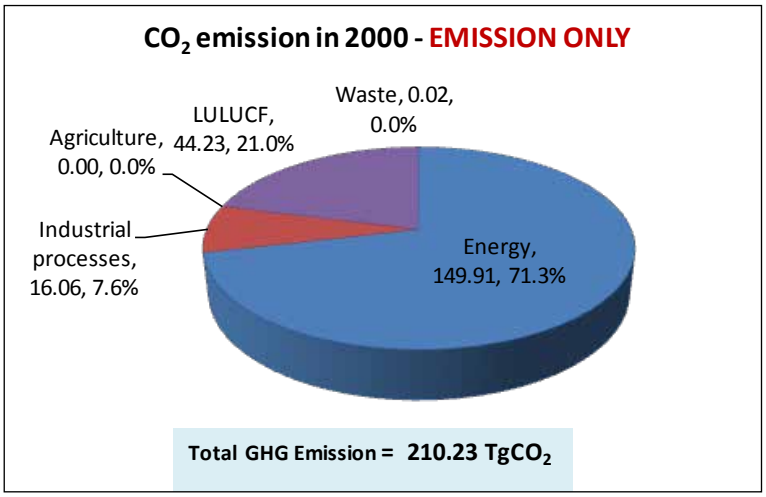
รูปที่ 2.9 สัดส่วนของก๊าซเรือนกระจก ในปีพ.ศ.2543(ค.ศ. 2000) แยกตามประเภทของก๊าซ

2.3.2a คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) คิดเป็น 157.86 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ โดยปล่อยในสามภาคหลักคือ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม และภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้ (ไม่รวมค่าการดูดกลับในภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้) รูปที่ 2.10 (ก.) แสดงสัดส่วนปริมาณการปล่อยโดยใช้ค่าการปล่อยรวม (Net Emission Factor) ของการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้และรูปที่ 2.10 (ข.) แสดงสัดส่วนปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์โดยรวมเฉพาะสาขาในภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้ที่มีการปล่อยเท่านั้น ทั้งสองรูปแบบ ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยมากที่สุด ทั้งในการเสนอแบบรวมและไม่รวมปริมาณการดูดกลับภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้ โดยมีการปล่อย คิดเป็นร้อยละ 95.0 และร้อยละ 71.3 ตามลำดับของการนำเสนอ สำหรับการปล่อย CO_2 ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (ไม่รวมค่าการดูดกลับในภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้) คิดเป็นร้อยละ 21.0 และภาคกระบวนการอุตสาหกรรม คิดเป็นร้อยละ 10.2 และ 7.6 ในการเสนอผลแบบรวมและไม่รวมสาขาที่มีการดูดกลับ CO_2 ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ตามลำดับ



ก). รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2(5A,5C) ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้



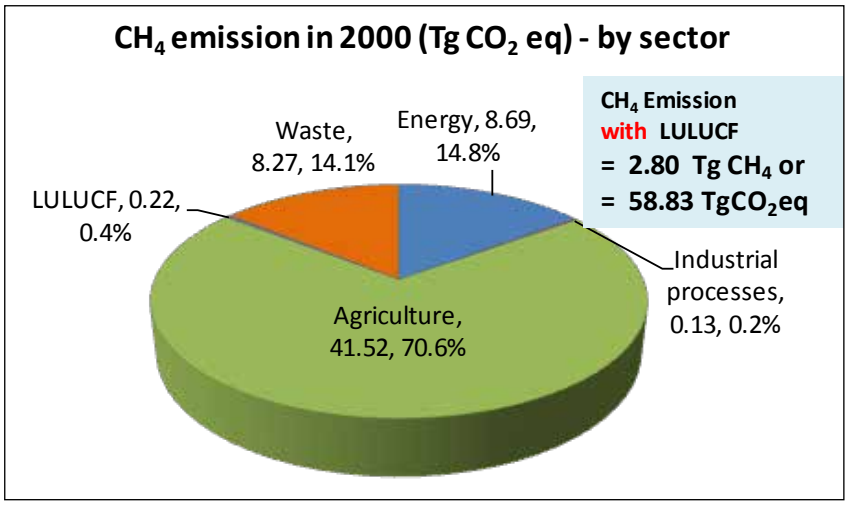
ข).ไม่รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2 (5A,5C)ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

รูปที่ 2.10 ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000): ก). รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2 ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ข). ไม่รวมสาขาที่มีการดูดกลับCO_2 ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

2.3.2b มีเทน (CH_4)

ก๊าซมีเทนปล่อยจากภาคการเกษตรเป็นหลัก มีปริมาณการปล่อย 2.80 ล้านตันมีเทนหรือ 58.83 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แสดงในรูปที่ 2.11 โดยการปล่อยในภาคการเกษตร เท่ากับ 41.52 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 70.6) ภาค ของเสีย 8.27 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ 14.0) ภาคพลังงาน 8.69 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (ร้อยละ14.8) ส่วนภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีการปล่อยน้อยกว่าร้อยละ 0.2

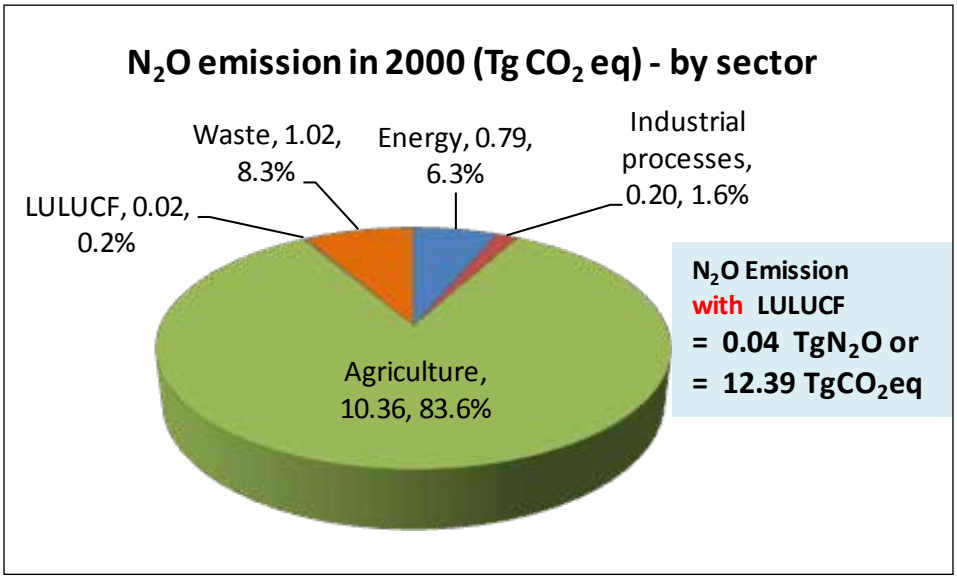
ปริมาณการปล่อยก๊าซมีเทนจากกลุ่มนาข้าวมีมากที่สุด คือ 29.9 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งมีปริมาณมากกว่ากลุ่มอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 50.9 ของการปล่อยจากภาคการเกษตรทั้งหมด



รูปที่ 2.11 ปริมาณและสัดส่วนของมีเทน จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

2.3.2c ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

ก๊าซไนตรัสออกไซด์มีปริมาณการปล่อยทั้งหมด 0.04 ล้านตัน หรือเทียบเป็น 12.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แสดงในรูปที่ 2.12 โดยปล่อยจากสามภาคหลักคือ ภาคการเกษตร ภาคพลังงานและภาคของเสีย โดยที่ ภาคการเกษตร มีปริมาณการปล่อยมากที่สุดคือ ร้อยละ 83 และภาคของเสีย ร้อยละ 8.3 และภาคพลังงาน ร้อยละ 6.3 ส่วนภาคอื่นๆ ไม่มีความสำคัญมากนัก โดยสาขาที่มีการปล่อยไนตรัสออกไซด์มากที่สุด คือ สาขาดินที่ใช้ในการเกษตร



รูปที่ 2.12 ปริมาณและสัดส่วนของก๊าซไนตรัสออกไซด์ จากภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

2.3.2d ก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs) และซัลเฟอร์เฮกซาฟลูออไรด์ (SF_6) ก๊าซทั้งสามประเภทนี้ ไม่มีข้อมูลปริมาณการนำเข้าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

2.3.2g ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนระเหยที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOCs) และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

ก๊าซทั้ง 4 ประเภทนี้ ไม่มีค่าสัมประสิทธิการทำให้โลกร้อน แต่ IPCC ได้ระบุให้รายงานในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติด้วย ตารางที่ 2.4 แสดงปริมาณก๊าซทั้ง 4 ประเภท จากภาคการปล่อยต่างๆ โดยที่การปล่อยจากภาคพลังงาน เป็นภาคที่ปล่อยก๊าซทั้ง 4 ประเภทมากที่สุด

ตารางที่ 2.4 ปริมาณการปล่อยก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x) คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซคาร์บอนประเภทที่ไม่ใช่

Sector	NO_x (Gg)	CO (Gg)	NMVOCs (Gg)	SO_2 (Gg)
Energy	891.04	5,233.63	649.29	68.76
Industrial process	1.2	6.3	91.4	13.1
Agriculture	29.89	754.13	0	0
Land-use change and forestry	3.18	111.85	0	0
Waste	0	0	0	0
Total	925.52	6,104.68	730.5	82.81

2.3.3 การประเมินลำดับแหล่งปล่อยหลัก (Key Source Analysis)

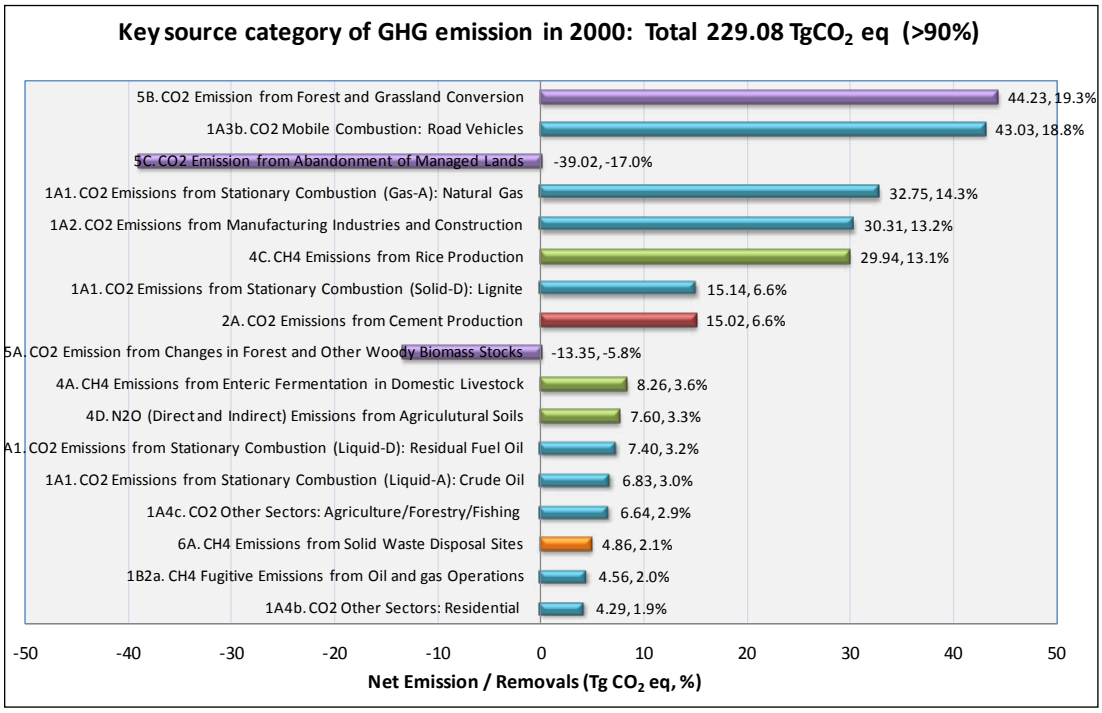
การประเมินลำดับหลักของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแสดงในรูปที่ 2.13 การคิดลำดับแหล่งปล่อยหลักนั้น คำนวณจากการเรียงลำดับของแหล่งปล่อยตามสาขาการปล่อยตั้งแต่ปริมาณมากไปน้อย จากนั้นคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกสะสมในรูปของร้อยละเริ่มตั้งแต่แหล่งปล่อยที่มีการปล่อยสูงสุดไล่เรียงกันมา แหล่งปล่อยที่อยู่ในอันดับปริมาณก๊าซเรือนกระจกสะสมที่รวมกันแล้วอยู่ในสัดส่วนการสะสมร้อยละ 95 ของปริมาณร้อยละสะสมทั้งหมดถือว่าเป็นแหล่งปล่อยหลัก (Key Source) ทั้งหมด

ในการประเมินลำดับแหล่งปล่อยหลักนี้ หากไม่รวมแหล่งปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ทั้งในสาขาที่เป็นแหล่งปล่อยและแหล่งดูดกลับ แหล่งปล่อยหลักที่มีความสำคัญลำดับ ต้น ๆ เป็นแหล่งปล่อยจากภาคพลังงาน ได้แก่ 1A3b สาขาการใช้เชื้อเพลิงในการขนส่งทางถนน (43.03 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ ร้อยละ 18.8 ของการปล่อยทั้งหมดของการปล่อยทั้งประเทศ) 1A1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติในสาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (32.75 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ ร้อยละ 14.3 ของการปล่อยทั้งหมดของการปล่อยทั้งประเทศ) 1A2 การปล่อยจากเชื้อเพลิงที่ใช้ในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง (29.94 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือ ร้อยละ 13.2 ของการปล่อยทั้งหมดของการปล่อยทั้งประเทศ) สำหรับภาคอื่นที่มีสาขาการปล่อยอยู่ในแหล่งปล่อยหลักได้แก่ ภาคการเกษตร ในสาขา 4C การปล่อยก๊าซมีเทนในนาข้าว (29.94 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 13.1 ของการปล่อยทั้งหมดของการปล่อยทั้งประเทศ) ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในสาขา 2A การปล่อยจากโรงงานปูนซีเมนต์ (15.02 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 6.6 ของการปล่อยทั้งหมดของการปล่อยทั้งประเทศ) เป็นต้น ซึ่งที่กล่าวมาทั้งหมดอยู่ในลำดับแหล่งปล่อย 6 ลำดับสูงสุดของประเทศ

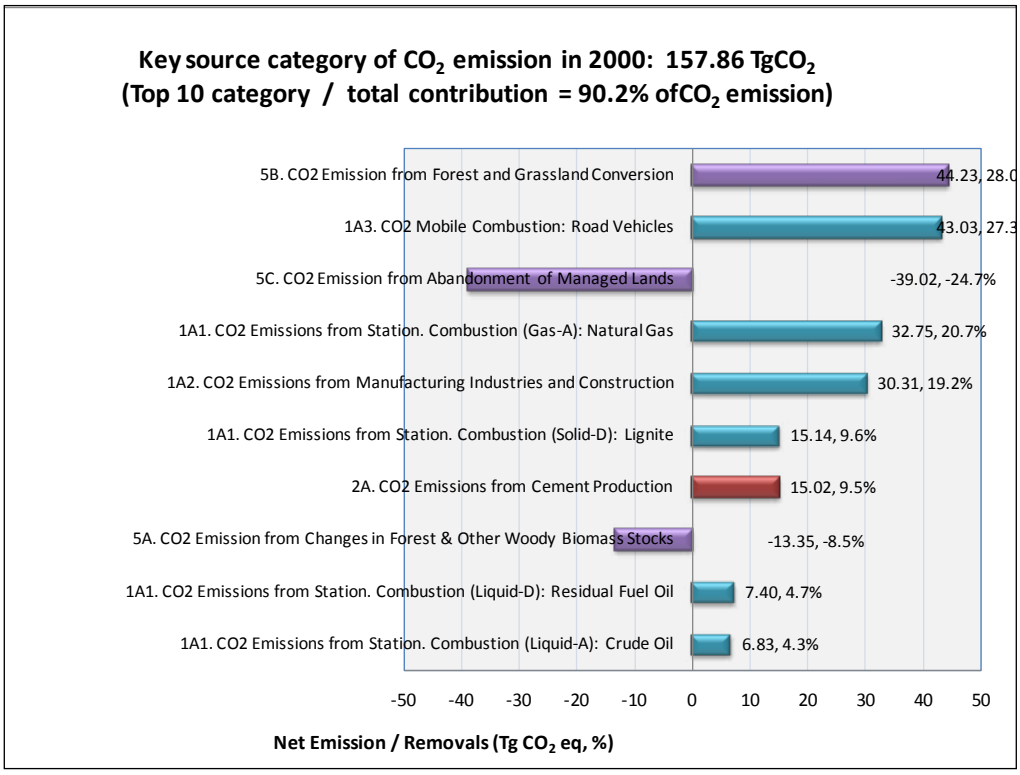
สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นั้น ถึงแม้ในภาพรวมของภาคการปล่อยนี้จะมีค่าเป็นลบ แต่การปล่อยจาก 5B การปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า มีปริมาณการปล่อยสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสาขาอื่น โดยมีปริมาณการปล่อย 44.23 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 19.3 ของปล่อยทั้งหมดของประเทศ ทั้งนี้สาขาอื่นของภาคการเปลี่ยนแปลงฯ (5A การเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล และ 5C การฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้าง) มีปริมาณดูดกลับ (ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เป็นลบ) สูงด้วยเช่นกัน โดยเมื่อเทียบปริมาณแล้วจะอยู่ในลำดับต้น ๆ (ดูรูปที่ 2.13)

รูปที่ 2.14 แสดงลำดับแหล่งปล่อยหลักเฉพาะก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งจะเห็นว่ามีความคล้ายกับลำดับแหล่งปล่อยของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในรูป 2.13 เนื่องจากปริมาณการปล่อยหลักจะอยู่ในภาคพลังงานและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหลัก

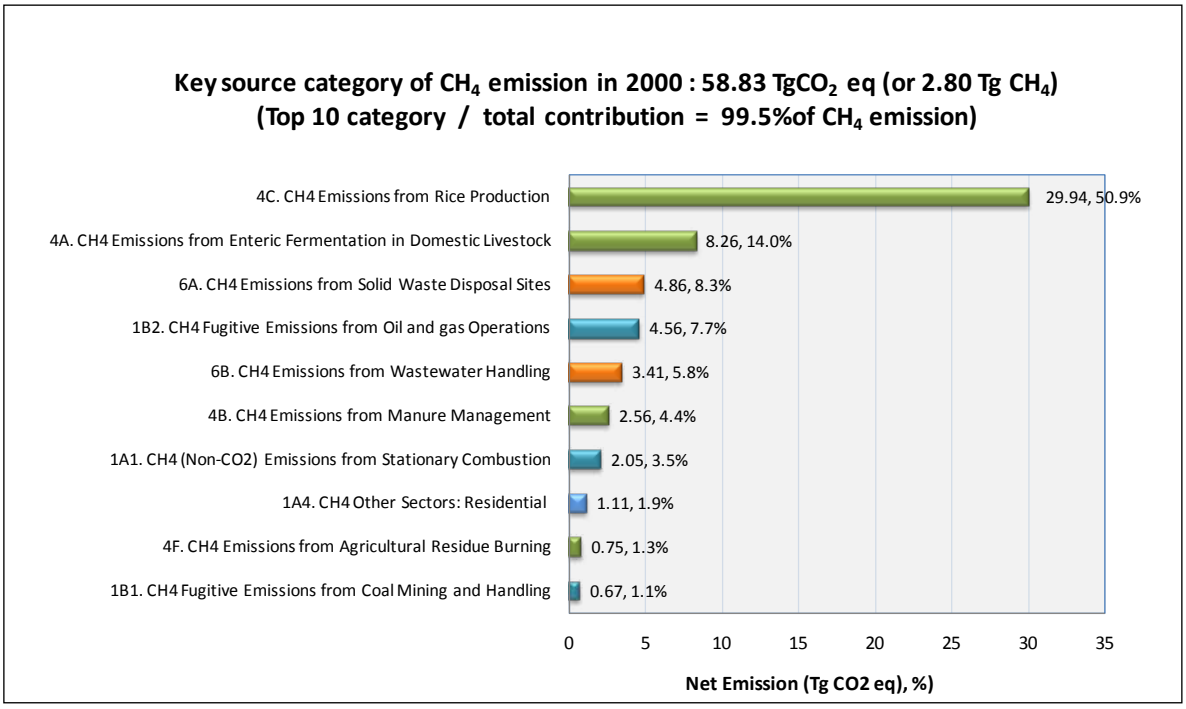
ลำดับแหล่งปล่อยหลักเฉพาะก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์ แสดงในรูปที่ 2.15 และ 2.16 ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นแหล่งปล่อยจากภาคการเกษตร โดยแหล่งปล่อยหลักของก๊าซมีเทน คือ 4C การปล่อยจากนาข้าว



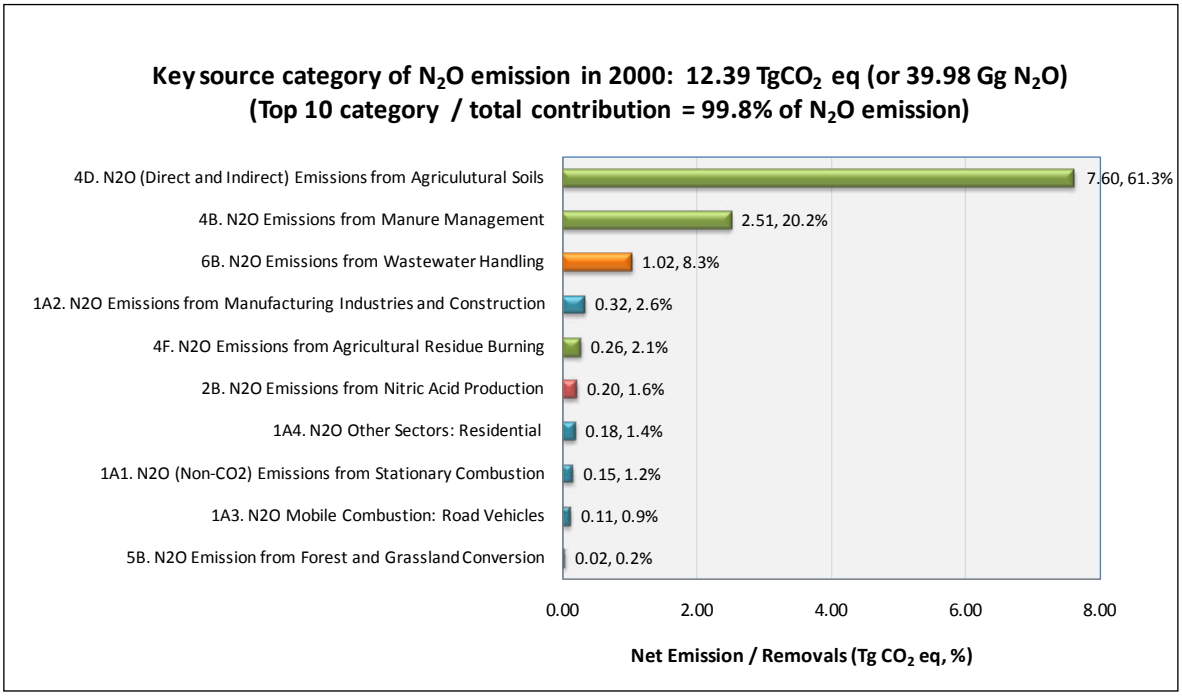
รูปที่ 2.13 ลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกหลัก จากบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 2.14 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 2.15 ปริมาณก๊าซมีเทน ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 2.16 ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์ ปล่อยจากกลุ่มและสาขาภาคการปล่อยหลัก ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

2.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ในการศึกษานี้ ได้ทำการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจก ซึ่งอ้างอิงวิธีการคำนวณจากคู่มือ IPCC Good Practice Guidance (2000) โดยคำนวณจากค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่งค่าความไม่แน่นอนทั้งสองมีสาเหตุต่างๆ เช่น ความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัด การเก็บข้อมูล หรือจากเอกสารอ้างอิง เป็นต้น

ค่าความไม่แน่นอนของค่ากิจกรรมและค่าการปล่อย (Emission Factor) โดยทั่วไปสามารถคำนวณได้จากข้อมูลทางสถิติ หรือจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยว (Expert Judgment) อย่างไรก็ตาม ถ้าไม่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนของกิจกรรมและค่าการปล่อย (Emission Factor) ได้ ดังที่กล่าวข้างต้น การคำนวณสามารถใช้ค่าแนะนำ (Default) จากคู่มือ Revised 1996 IPCC Guidelines ได้

การคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก สามารถคำนวณได้ 2 วิธี ดังนี้

1. คำนวณค่าความไม่แน่นอนรวม (Combining Uncertainties)โดยการคูณ (Multiplication) เช่นการคำนวณความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกในสาขาหนึ่งๆ ที่เกิดจากการคูณกันของร้อยละความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม ($U_{AD}[\%]$, Activity Data) และค่าร้อยละความไม่แน่นอนของการปล่อย ($U_{FF}[\%]$, Emission Factor) ซึ่งสามารถแสดงในรูปสมการอย่างง่ายในสมการที่ 2-1

$$U_{Total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \ldots + U_n^2} \qquad (2\text{-}1)$$

เมื่อ UTotal = Percentage uncertainty in the product of the quantities (half the 95% confidence interval divided by the total and expressed as a percentage).

Ui = Percentage uncertainties associated with each of the quantities.

จากสมการที่ 2-1 สามารถคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสาขาหนึ่งๆ ได้คือ

$$U_{Total} = \sqrt{U_{AD}^2 + U_{EF}^2} \qquad (2\text{-}2)$$

กรณีคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวม (Combining uncertainties) โดยการบวก (Addition) สามารถคำนวณโดยใช้สมการที่ 2-3 เช่น การคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในแต่ละภาคเศรษฐกิจหรือของประเทศ (National emission) ซึ่งในการคำนวณต้องใช้ค่าความไม่แน่นอนของปริมาณ (Quantities) และค่าร้อยละ (Percentage) ในแต่ละสาขาย่อยที่อยู่ภายใต้ภาคเศรษฐกิจนั้นๆ จากนั้นจึงนำไปแทนค่าในสมการที่ 2-3

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{(U_1 \square X_1)^2 + (U_2 \square X_2)^2 + \ldots + (U_n \square X_n)^2}}{X_1 + X_2 + \ldots + X_n} \qquad (2\text{-}3)$$

เมื่อ UTotal = Percentage uncertainty in the product of the quantities (half the 95% confidence interval divided by the total and expressed as a percentage).

Xi และ Ui = Uncertainty quantities and Percentage uncertainties associated with them, respectively.

รูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างการคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของค่าการปล่อย (Emission Factor)ก๊าซเรือนกระจก โดยการคูณจากสมการที่ 2-1 แสดงในคอลัมซ์ G ซึ่งเป็นการคำนวณค่าความไม่แน่นอนในแต่ละสาขาย่อยและการคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของค่าการปล่อย (Emission Factor)ก๊าซเรือนกระจกโดยการบวกจากสมการที่ 2-3 แสดงในคอลัมน์ H ซึ่งเป็นการคำนวณค่าความไม่แน่นอนในภาพรวมทั้งหมด ผลลัพธ์การคำนวณแสดงที่ค่า $\sqrt{\sum H^2}$

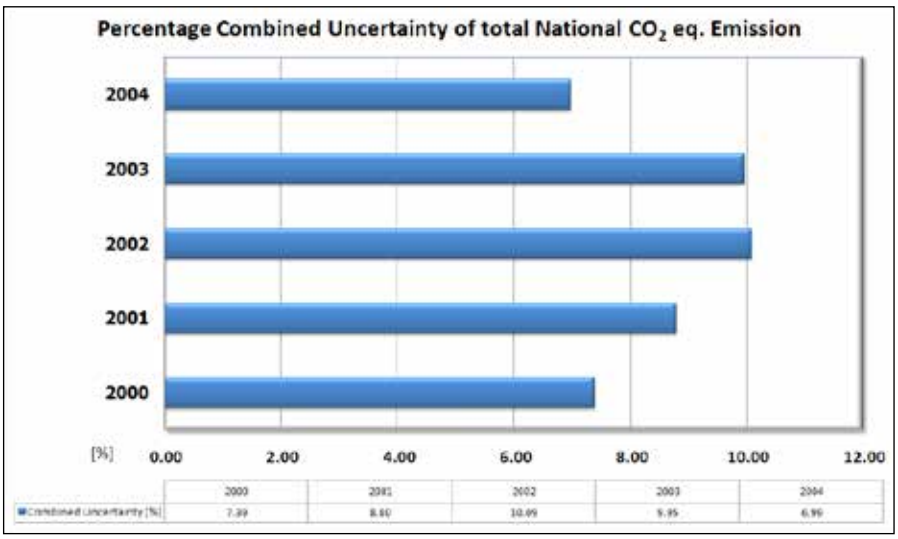
A	B	C	D	E	F	G	H
IPCC Source category	Gas	Base year emissions	Year t emissions	Activity data uncertainty	Emission factor uncertainty	Combined uncertainty	Combined uncertainty as % of total national emissions in year t
		Input data	Input data	Input data	Input data	$\sqrt{E^2+F^2}$	$\frac{G \bullet D}{\sum D}$
		Gg CO_2 equivalent	Gg CO_2 equivalent	%	%	%	%
E.g. 1.A.1. Energy Industries Fuel 1	CO_2						
E.g. 1.A.1. Energy Industries Fuel 2	CO_2						
Etc...	...						
		$\sum C$	$\sum D$				$\sqrt{\sum H^2}$
Total							

ที่มา: IPCC Good Practice Guidance (2000)

รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการคำนวณค่าความไม่แน่นอนรวมของค่าการปล่อย (Emission Factor)ก๊าซเรือนกระจกโดยการคูณ

ผลการศึกษา

ในการคำนวณภาพรวมร้อยละค่าความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จะต้องคำนวณร้อยละความไม่แน่นอนในแต่ละภาคการปล่อยย่อยก่อน โดยใช้สมการที่ 2-2 จากนั้นใช้สมการที่ 2-3 เพื่อคำนวณภาพรวมร้อยละค่าความไม่แน่นอนในภาคการปล่อยนั้นๆ ซึ่งผลการคำนวณได้แสดงในแต่ละภาคการปล่อยต่อไป หลังจากคำนวณร้อยละค่าความไม่แน่นอนในแต่ละภาคการปล่อยแล้ว จะสามารถคำนวณภาพรวมได้ ซึ่งผลการคำนวณภาพรวมประมาณร้อยละค่าความไม่แน่นอนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในทุกภาคการปล่อยโดยใช้สมการที่ 2-3 ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และค่าร้อยละความไม่แน่นอนในแต่ละภาคการปล่อยพบว่า ระหว่างปี พ.ศ 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) มีค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมของ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับ $\pm$7.4-10.09 ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 2.18 ซึ่งในปี พ.ศ.2545 (ค.ศ.2002) มีค่าประมาณความไม่แน่นอนคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สูงสุด เท่ากับร้อยละ $\pm$10.09 เนื่องจากในปีดังกล่าว มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างสูงในภาคป่าไม้เมื่อเปรียบเทียบกับปีอื่นๆ ส่งผลทำให้มีการถ่วงน้ำหนักมาก และทำให้ภาพรวมร้อยละความไม่แน่นอนของทุกภาคการปล่อยสูงขึ้น ในทำนองเดียวกันค่าประมาณร้อยละความไม่แน่นอน คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่มีค่าน้อย ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) เนื่องจากปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคป่าไม้มีค่าน้อย



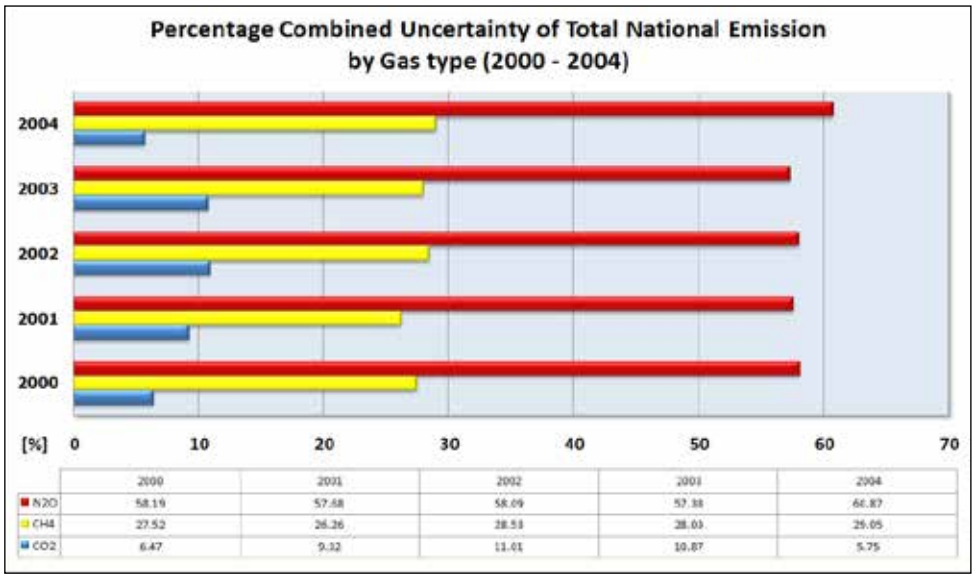
รูปที่ 2.18 ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมทุกภาคการปล่อยในปี พ.ศ 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004)

รูปที่ 2.19 แสดงค่าประมาณร้อยละความไม่แน่นอนของทุกภาคการปล่อยแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก (CO_2, CH_4 และ N_2O) ระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ.2000-2004) จากการคำนวณพบว่า ร้อยละความไม่แน่นอนของ N_2O มีค่าสูงสุดประมาณ $\pm$7-60 ซึ่งเกิดจากการปล่อย N_2O จากภาคการเกษตรที่มีปริมาณมาก รวมทั้งผลจากค่าร้อยละค่าความไม่แน่นอนที่สูงของ N_2O ในภาคพลังงาน รองลงมาคือ CH_4 มีค่าร้อยละความไม่แน่นอนประมาณ $\pm$26-29 สาเหตุจากค่าความไม่แน่นอนที่สูงในภาคพลังงาน และ CO_2 มีค่าประมาณร้อยละความไม่แน่นอนน้อยสุด เท่ากับร้อยละ $\pm$5-16

2.4.1 ภาคพลังงาน

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อนในการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งมี 2 แหล่งข้อมูลสำคัญคือ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ในการศึกษานี้ได้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธี เทียร์ (Tier 1) ซึ่งตามคู่มือ Good Practice Guidance ของ IPCC ได้แนะนำให้คำนวณความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) โดยกำหนดให้มีค่าความไม่แน่นอนประมาณร้อยละ $\pm$5 (สำหรับข้อมูลที่มีการบันทึกเป็นรายงานของประเทศ) ส่วนค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) มีความแตกต่างกัน ซึ่งค่าพื้นฐานตามคู่มือ IPCC นั้น ค่าการปล่อย (Emission Factor) ของ CO_2 มีร้อยละความไม่แน่นอนต่ำที่สุดคิดเป็นประมาณร้อยละ 5 ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ของ CH_4 และ N_2O มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแต่ละสาขาย่อย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ $\pm$50-300 และร้อยละ $\pm$40-1,000 ตามลำดับ ดังแสดงตารางที่ 3.4 – 3.6 ในบทที่ 3 ของภาคพลังงาน

โดยภาพรวมในภาคพลังงานระหว่างปี พ.ศ. 2543–2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่า มีค่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2eq ประมาณ $\pm$8.2-9.3 ถ้ามีการพิจารณาแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก จะได้ว่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2 ประมาณ $\pm$2.6-3.1 สำหรับ CH_4 และ N_2O มีค่า $\pm$159.3-164.9 และ $\pm$184.5-199.7 ตามลำดับ



รูปที่ 2.19 ค่าร้อยละความไม่แน่นอนรวมทุกภาคการปล่อยแบ่งตาม CO_2 , CH_4 และ N_2O ในปี พ.ศ 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004)

2.4.2 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม

ในภาคกระบวนการอุตสาหกรรม มีเพียงอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ที่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนของค่าปล่อยได้ เนื่องจากว่าค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่อ้างอิงจากคู่มือ IPCC (1996) นั้น ได้ระบุค่าความไม่แน่นอนไว้ แต่สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นนั้น นอกจากจะไม่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) แล้ว ยังไม่มีค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) แม้ว่าจะอ้างอิงค่าการปล่อย (Emission Factor) ทั้งหมดจาก Emission Factor Database (IPCC, 1996) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ซึ่งทุกหน่วยงานให้รายงานค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่ร้อยละ 5

สำหรับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์มีค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$7.81 กลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนมีค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$100 (อ้างอิงจากคู่มือ IPCC) ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ รายงานค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$5 โดยภาพรวมในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ.2000-2004) พบว่า มีค่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2 eq ประมาณ $\pm$7.2-12.3 ถ้ามีการพิจารณาแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก ร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2 ประมาณ $\pm$7.1-7.3 สำหรับ CH_4 และ N_2O มีค่า $\pm$2.9-3.0 และ $\pm$5.0 ตามลำดับ

2.4.3 ภาคการเกษตร

ภาคปศุสัตว์ในส่วนของการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation) ได้ให้ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ไว้ที่ร้อยละ $\pm$20 และค่าการปล่อย (Emission Factor) ร้อยละ $\pm$30-50 ซึ่งสามารถคำนวณความไม่แน่นอนรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซมีเทน) เท่ากับร้อยละ $\pm$36.06-53.85 และกรณีของ Manure Management นั้น ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) (ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์) เท่ากับร้อยละ $\pm$20 และค่าการปล่อย (Emission Factor) ร้อยละ (ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์) $\pm$30 และ$\pm$50 ตามลำดับ ซึ่งสามารถคำนวณความไม่แน่นอนรวมปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซมีเทนและไนตรัสออกไซด์) เท่ากับร้อยละ $\pm$36.06 และ $\pm$53.85 ตามลำดับ

สำหรับนาข้าว พบว่า ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ได้มาจากการเก็บข้อมูลโดยการสำรวจทางสถิติจึงต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation, CV) เป็นค่าที่วัดการกระจายตัวของข้อมูลเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยโดยวัดเป็นเปอร์เซ็นต์แสดงถึงระดับความแปรปรวนของข้อมูล สามารถใช้เปรียบเทียบข้อมูลตั้งแต่สองชุดขึ้นไปที่มีหน่วยของข้อมูลแต่ละชุดแตกต่างกัน ซึ่งในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ค่า % CV ของ AD มีค่าเท่ากับร้อยละ $\pm$2.53 และค่าความไม่แน่นอนของ ค่าการปล่อย (Emission Factor) ในการคำนวณในครั้งนี้มีค่าเท่ากับร้อยละ $\pm$12.14 และเมื่อนำค่าความไม่แน่นอนทั้งสองมารวมกัน จะได้ค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยมีเทนจากนาข้าวมีค่าเท่ากับร้อยละ $\pm$12.40

ในส่วนของกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agricultural Soils) การคำนวณหาค่าความไม่แน่นอนของทั้งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ทำได้ยาก เพราะลักษณะของข้อมูลดิบที่นำมาใช้ ไม่มีข้อมูลเพียงพอ อย่างไรก็ตาม ในภาคปศุสัตว์ได้ให้ค่าความไม่แน่นอนรวมของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)รวมไว้ที่ร้อยละ $\pm$20 ซึ่งในการคำนวณ N_2O ในส่วนที่ใช้ข้อมูลร่วมกันกับภาคปศุสัตว์ จึงได้อ้างอิงระดับความไม่แน่นอนนี้ด้วย ส่วนข้อมูลความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) อื่นๆ รวมทั้งปริมาณปุ๋ยและชีวมวล ในรายงานครั้งนี้ ยังไม่สามารถคำนวณได้ เพราะข้อมูลยังไม่สมบูรณ์ ในส่วนของความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) นั้น เนื่องจากใช้ค่าแนะนำ (Default Value) ของ IPCC ทั้งหมด ณ ระดับความไม่แน่นอนตั้งแต่ร้อยละ $\pm$33-218 ซึ่งจากค่าที่ให้ไว้ จะเห็นว่า ค่าความไม่แน่นอนมีค่าสูงมาก เป็นหลายร้อยเปอร์เซ็นต์ในบางกรณี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต่างเป็นที่ทราบกันดีในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ การประมาณการปล่อย N_2O จากดินจึงมีความไม่แน่นอนสูง

สำหรับ **Field Burning of Agricultural Residues** ได้ใช้ค่าแนะนำ (Default Value) ของ IPCC สำหรับความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และการปล่อยมีค่าเท่ากับร้อยละ $\pm$30 และ $\pm$50 ตามลำดับ

โดยภาพรวมในภาคการเกษตรระหว่างปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่า มีค่าร้อยละของความไม่แน่นอนของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ประมาณ $\pm$15.2-16.4 ถ้ามีการพิจารณาแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก จะได้ว่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CH_4 และ N_2O มีค่า $\pm$ 10.8-11.2 และ $\pm$ 61.5-65.7 ตามลำดับ

2.4.4 ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

การคำนวณความไม่แน่นอนในภาคนี้ เป็นการประมาณเบื้องต้นเท่านั้น เพราะส่วนใหญ่ไม่มีการเก็บบันทึกค่าความไม่แน่นอนควบคู่ไปกับการเก็บข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) หรือข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ก็มีเป็นบางค่าข้อมูลและในบางปีเท่านั้น (เช่นในกรณีพื้นที่ป่าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ค่าความไม่แน่นอนได้จากค่าพื้นที่ป่าจากแหล่งข้อมูล 3 แหล่ง และในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) ข้อมูลจากกรมอุทยานฯ มีข้อมูล Standard Error ให้ด้วย เป็นต้น) ผลการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนในการคำนวณการปล่อย/ดูดกลับในเบื้องต้น มีดังนี้

กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล (Plantation) ซึ่งเกิดจากความไม่แน่นอนของข้อมูลพื้นที่ปลูกและค่าการอัตราการเจริญ ซึ่งได้รวบรวมมาจากการทบทวนวรรณกรรมและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง พบว่า ค่าความไม่แน่นอนของพื้นที่ปลูก (ใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) จากกรมอุทยานฯ) อยู่ที่ร้อยละ $\pm$36.83 และ $\pm$4.81 ส่งผลให้ค่าความไม่แน่นอนรวมเท่ากับร้อยละ $\pm$37.14

ในกรณีของกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าไม้ มีข้อมูลเฉพาะในส่วนของค่า ค่าการปล่อย (Emission Factor) (ค่าชีวมวลต่อพื้นที่ของป่าประเภทต่างๆ) ซึ่งมีค่าความไม่แน่นอนรวมเท่ากับร้อยละ 28.01 ส่วนข้อมูลค่าความไม่แน่นอนของพื้นที่ป่าที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่เกษตรและพื้นที่อื่นๆ นั้นไม่สามารถหาได้

สำหรับกลุ่ม Abandonment of Managed Lands ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ซึ่งได้ข้อมูลจากสามแหล่ง (กรมป่าไม้ กรมอุทยานฯ และเจษฎา/จิระวรรณ) เท่ากับ ร้อยละ $\pm$1.24 และค่าความไม่แน่นอน

ของค่าชีวมวลต่อพื้นที่ของป่าประเภทต่างๆ เท่ากับร้อยละ 28.01 ทำให้ค่าความไม่แน่นอนรวมในกลุ่มนี้ เท่ากับร้อยละ ±28.04 ดังนั้น ค่าความไม่แน่นอนรวมในภาคการใช้พื้นที่และป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เท่ากับร้อยละ ±18-19

โดยภาพรวมในภาคการใช้พื้นที่และป่าไม้ระหว่างปี พ.ศ. 2543–2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่า มีค่าร้อยละของความไม่แน่นอนของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ประมาณ ±17.7 - 24.2 ถ้ามีการพิจารณาแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก จะได้ว่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2 ประมาณ ±17.7 - 24.2 สำหรับ CH_4 และ N_2O มีค่า ±28.0 และ ±28.0 ตามลำดับ

2.4.5 ภาคการจัดการของเสีย

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ก๊าซมีเทน) จากการฝังกลบ (Solid Waste Disposal on Land) ในพื้นที่ การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูลด้านกิจกรรม เทียร์ 2 (Tier 2) ได้เลือกใช้ค่าแนะนำของ IPCC ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±10 ส่วนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) เทียร์ 2 (Tier 2) ประกอบด้วย Methane Generation Potential (L_0) และ Methane Generation Rate Constant (k) ซึ่งไม่มีค่าความไม่แน่นอนที่แนะนำโดย IPCC แต่จากการทบทวนรายงานการศึกษางานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ ซึ่งสามารถวิเคราะห์หาค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor)ได้เท่ากับร้อยละ ±130.3 เมื่อนำมาหาค่าความไม่แน่นอนรวม มีค่าเท่ากับร้อยละ ±130.68

ในภาคการจัดการน้ำเสีย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ น้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตหสาหกรรม ในภาคการจัดการน้ำเสียชุมชน ค่าความไม่แน่นอนอาจจะเกิดจาก การรายงานจำนวนประชากร ค่าสมมูลประชากรหรือค่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งข้อมูลบางส่วนได้มาจากวิธีการคาดการณ์จึงทำให้ไม่สามารถคำนวณในส่วนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ได้ ในส่วนของค่าการปล่อย (Emission Factor) นั้นค่าความไม่แน่นอนเกิดได้จากค่า Bo ซึ่งในคู่มือได้กำหนดไว้อยู่ในช่วงร้อยละ ±30 และ ความไม่แน่นอนของค่า MCF ซึ่งใช้วิธีสอบถามผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาคำนวณหาค่าความไม่แน่นอน มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±6.93 จากการคำนวณความไม่แน่นอนรวมในภาคการจัดการน้ำเสียชุมชนในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีค่าเท่ากับ ±20.78 สำหรับการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมนั้นจะใช้หลักการเดียวกันกับน้ำเสียชุมชน ความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ได้จากข้อมูล COD ซึ่งมีค่าความไม่แน่นอนอยู่ในช่วงร้อยละ ±43.41 ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ส่วนความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) มาจากค่า Bo และ MCF โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±30.00 และ ±7.52 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความไม่แน่นอนรวมพบว่า ความไม่แน่นอนภาคการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมมีค่าระหว่างร้อยละ ±53.30 ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ภาคของเสียกลุ่ม Waste Incineration นั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูลด้านกิจกรรม เทียร์ 2 (Tier 2) ประกอบด้วย ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาเผาในเตาเผาของเทศบาลแต่ละแห่ง โดยเลือกใช้ค่าแนะนำของ IPCC สำหรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและถูกนำไปกำจัด (กำหนดให้มีค่าเท่ากับปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±10 ส่วนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) เทียร์ 2 (Tier 2) ประกอบด้วย C Content (CCW), Fossil Carbon as % Total Carbon (FCF), Efficiency of Combustion (EF) และ EF for N_2O from Waste Incineraiton (F) ซึ่งไม่มีค่าความไม่แน่นอนที่แนะนำโดย IPCC แต่จากการทบทวนรายงานการศึกษา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ นำมาวิเคราะห์หาค่าความไม่แน่นอนของการใช้ข้อมูลทุติยภูมิพบว่า ภาพรวมในภาคการจัดการของเสียระหว่างปี พ.ศ. 2543–2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่า มีค่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2eq ประมาณ ±77.8-86.8 ถ้ามี การพิจารณาแบ่งตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก จะได้ว่าร้อยละของความไม่แน่นอนของ CO_2 ประมาณ ±83.9 สำหรับ CH_4 และ N_2O มีค่า ±78.0-86.8 และ ±40.2 ตามลำดับ

2.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

ในการศึกษานี้ ทุกภาคเศรษฐกิจได้มีการทบทวนและตรวจสอบคุณภาพของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) (Activity Data) และการค่าการปล่อย (Emission Factor) เพื่อความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูล รวมทั้งได้แสดงแหล่งที่มาของข้อมูลทั้งสอง เพื่อประโยชน์ในการสืบค้นข้อมูลในภายหลัง โดยที่คู่มือ Revised 1996 IPCC Guidelines ได้เสนอแนะ 2 แนวทางในการควบคุมคุณภาพของข้อมูล คือ QA (Quality Assurance) และ QC (Quality Control)

QA (Quality Assurance) คือ ความเชื่อถือหรือความเชื่อมั่นของข้อมูล ซึ่งกิจกรรมของ QA ในโครงการฯ นี้ประกอบด้วย

- การนำเสนอผลการศึกษาต่อคณะกรรมการกำกับทิศทางของโครงการฯ (Project Steering Committee) ซึ่งแต่งตั้งโดยสำนักงานนโยบายฯ จำนวน 2 ครั้ง คือ รายงานความก้าวหน้าและรายงานฉบับสมบรูณ์
- การจัดประชุมกลุ่มย่อยในแต่ละภาค ผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้ข้อมูลและให้ข้อคิดเห็นเสนอแนะในการใช้ข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลที่มีคุณภาพของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การประชุมในภาคป่าไม้ และภาคพลังงาน เป็นต้น
- การสัมภาษณ์นักวิชาการ/หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเป็นรายกรณีเพื่อตรวจสอบข้อมูล เช่น เจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน และการเยี่ยมชมบริษัทปูนซีเมนต์ไทยจำกัด มหาชน เป็นต้น
- ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจะถูกนำไปใช้ในการจัดประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญและประชุมเพื่อขอรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ก่อนนำมาปรับแก้และจัดทำเป็นข้อมูลที่สมบูรณ์ต่อไป ซึ่งได้มีการจัดประชุมระดมความคิดเห็นในวันที่ 9 พ.ย. 2552 ณ โรงแรม มิราเคิล แกรนด์

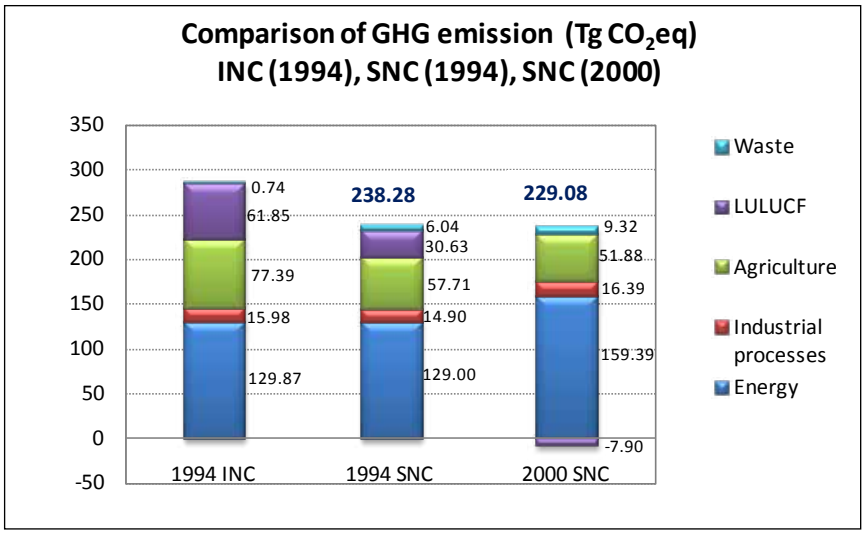
QC (Quality Control) คือ การควบคุมคุณภาพของข้อมูล ซึ่งกิจกรรมของ QC ในโครงการฯ นี้ประกอบด้วย

- การจัดประชุมกลุ่มย่อยในทุกภาคการปล่อยเป็นประจำทุกเดือน โดยทุกกลุ่มได้นำเสนอผลการศึกษาและประสบการณ์ในการเก็บข้อมูล
- จากผลการศึกษาของกลุ่มย่อยในทุกภาคการปล่อย เจ้าหน้าที่ของส่วนกลางโครงการฯ ได้ทำการตรวจสอบผลการคำนวณ เพื่อความถูกต้อง
- การเชิญผู้เชี่ยวชาญมาให้ความรู้กับกลุ่มย่อย เช่น การคำนวณความไม่แน่นอน
- การแลกเปลี่ยน/นำเสนอ ผลการฝึกอบรมในโปรแกรมต่าง ๆจากต่างประเทศ ให้กับกลุ่มย่อย
- จัดตั้ง Share room ซึ่งเป็นพื้นที่บนระบบอินเตอร์เนตที่ให้นักวิจัยทุกคนสามารถเข้าถึงและแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้ โดยเป็นพื้นที่สำหรับอัพโหลด-ดาวน์โหลด ข้อมูลงาน กำหนดการต่าง ๆไว้ ทำให้นักวิจัยทราบถึงสถานภาพและความก้าวหน้าของโครงการโดยตลอด
- การคำนวณนั้นพิจารณาตาม decision tree ในคู่มือ IPCC (1996)
- เลือกใช้ข้อมูลที่สามารถมีแหล่งอ้างอิงได้ชัดเจน เช่น กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พ.พ.) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กรมปศุสัตว์ คู่มือของ IPCC และ European Environment Agency (EEA) รวมทั้งงานวิจัยอื่น ๆ ภายในประเทศ (INC)

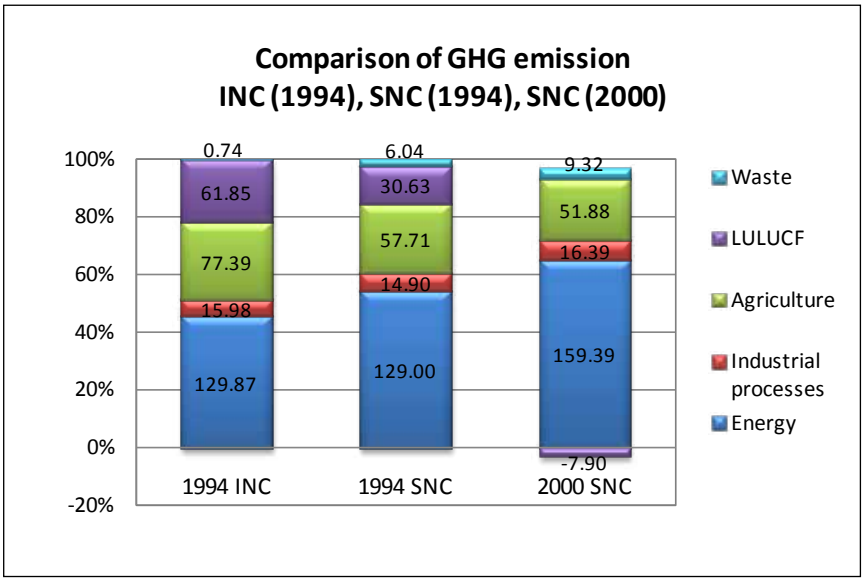
2.6 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994)

เนื่องจากการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง รายงานบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) จากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่สามารถจัดหาได้ในขณะนั้น ในขณะที่การจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง รายงานบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ด้วยข้อมูลปัจจุบัน ดังนั้นเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกับข้อมูลการจัดทำบัญชี ก๊าซเรือนกระจก ระหว่างรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง และสองได้ประกอบกับคู่มือการคำนวณฯ ของ IPCC ระบุให้ใช้วิธีการและชุดข้อมูลเดียวกันคำนวณย้อนกลับ (Recalculation) เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงในการคำนวณไม่ว่าจะเป็นวิธีการ ชุดข้อมูล หรือค่าการปล่อย (Emission Factor) ดังนั้นในการคำนวณครั้งนี้ จึงได้คำนวณเปรียบเทียบ บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ด้วยชุดข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) และวิธีการเดียวกันกับการคำนวณในรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง ซึ่งพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) คำนวณด้วยวิธีการและชุดข้อมูลในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง มีปริมาณน้อยกว่าค่าการปล่อย (Emission Factor) จากการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.20

จากรายงานแห่งชาติครั้งที่หนึ่ง และการคำนวณจากชุดข้อมูลและวิธีการในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) การคำนวณของรายงานแห่งชาติครั้งแรกในพ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) มีปริมาณการปล่อยโดยรวมเท่ากับ 285.84 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยที่การคำนวณด้วยชุดข้อมูลของรายงานแห่งชาติครั้งที่สองนี้มีปริมาณการปล่อยที่ 238.28 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ความแตกต่างอยู่ที่ปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตรและภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ โดยเฉพาะภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นั้น การคำนวณครั้งหลังให้ผลน้อยกว่าเดิมเนื่องมาจากข้อมูลพื้นที่และสมมุติฐานในการคำนวณมีความแตกต่างกัน ส่วนภาคการเกษตรนั้นความแตกต่างเกิดจากข้อมูลจำนวนสัตว์ที่ใช้ในการคำนวณมีความน่าเชื่อถือและถูกต้องมากขึ้น ข้อมูล สมมุติฐานและวิธีการเช่นเดียวกันกับการประเมินในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) นำมาใช้ในการประเมินปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบเป็นสัดส่วนร้อยละของการปล่อยเป็นรายภาคแล้วก็ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก ดังแสดงในรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.20 เปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994)



รูปที่ 2.21 เปรียบเทียบสัดส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเป็นรายภาค ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) จากรายงานแห่งชาติครั้งที่ หนึ่ง และการคำนวณจากชุดข้อมูลและวิธีการในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สอง ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)

2.7 Time Series Calculation (2000-2004)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ เมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ซึ่งเป็นภาคที่มีศักยภาพในการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 16.1 หรือมีการเพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 3.8 ต่อปี หากเทียบกับปริมาณการปล่อยจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) การเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ถึงปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) คิดเป็นร้อยละ 11.6 หรือร้อยละ 2.0 ต่อปี ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในช่วงที่ผ่านมาการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกต่อปีในรอบ 5 ปี หลัง (พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004)) มีสูงกว่าการเพิ่มขึ้นในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2537-2547 (ค.ศ. 1994-2004)) แสดงให้เห็นว่าอัตราการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกมีมากขึ้น

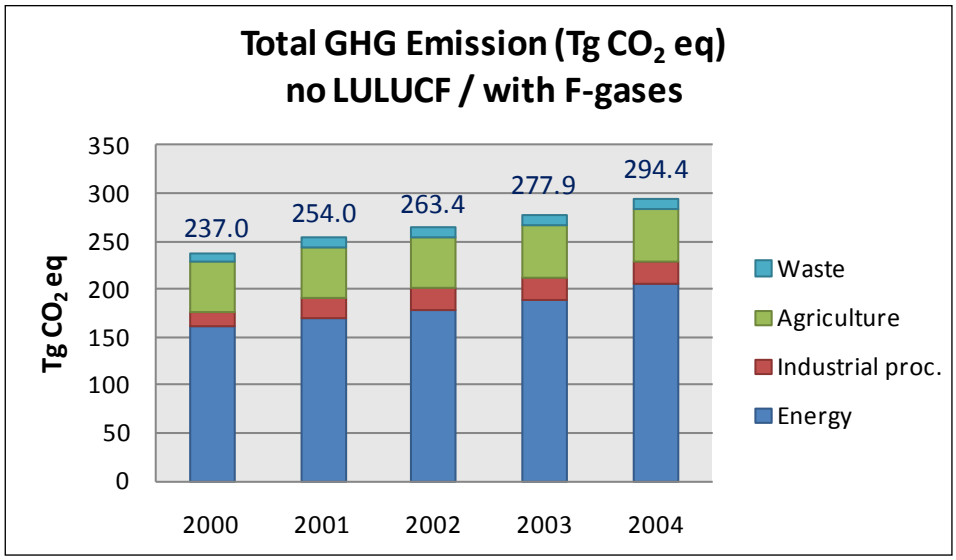
การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเมื่อไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 24.2 หรือมีการเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 5.3 ต่อปี หากเทียบกับปริมาณการปล่อยจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) การเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ถึงปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) คิดเป็นร้อยละ 41.7 หรือร้อยละ 4.1 ต่อปี จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีค่าสูงกว่า เมื่อรวมภาคที่มีการดูดกลับ ซึ่งสะท้อนให้เห็นความสำคัญของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ดังนั้น การเสนอผลการคำนวณในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) จึงได้นำเสนอปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) สองรูปแบบ คือการเปรียบเทียบโดยไม่รวมค่าปริมาณการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ และเปรียบเทียบโดยรวมค่าปริมาณการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ดังแสดงในรูปที่ 2.22 และ 2.23

2.7.1 การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกในระหว่างปี พ.ศ. 2537-2547 (ค.ศ. 1994-2004)

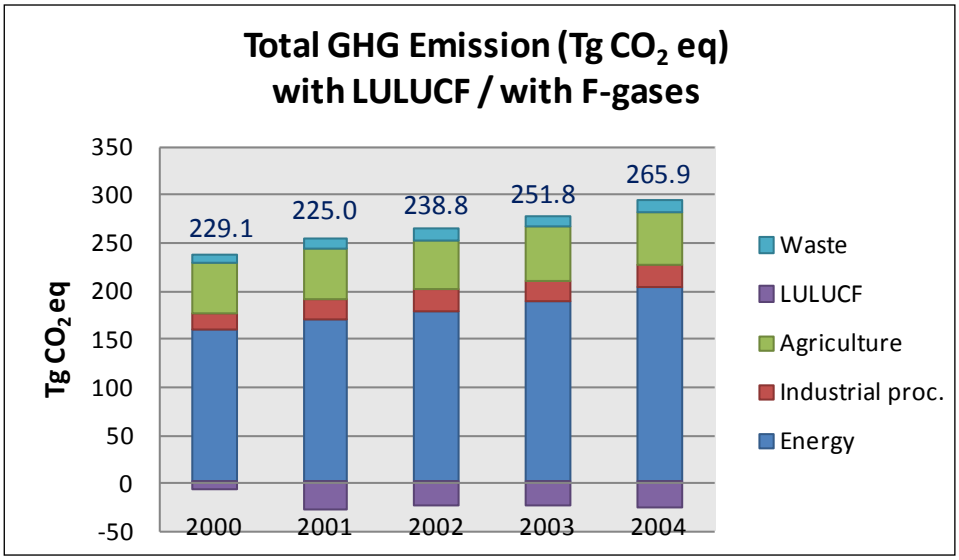
ปริมาณการปล่อยทั้งประเทศเมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มเป็น 265.89 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับ ร้อยละ 16.1 ในเวลา 5 ปี หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ต่อปี โดยภาคที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด คือภาคกระบวนการอุตสาหกรรมซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับ ร้อยละ 42.3 หรือร้อยละ 9.9 ต่อปี สำหรับภาคที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นสูงเป็นลำดับ 2 คือภาคของเสียซึ่ง มีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับ ร้อยละ 29.7 หรือร้อยละ 6.7 ต่อปี ส่วนพลังงานนั้นถึงแม้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดแต่อัตราการเพิ่มในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) อยู่ที่ร้อยละ 27.9 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นต่อปีร้อยละ 6.4 ต่อปี ภาคการปล่อยที่มีอัตราการเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดและค่อนข้างคงที่ คือภาคการเกษตรโดยเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี ร้อยละ 6.0 และเพิ่มขึ้นร้อยละ 1.6 ต่อปี

การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทเช่นโรงงานเหล็กและเหล็กกล้า รวมทั้งปริมาณก๊าซฟลูออโรคาร์บอน (F gases) ซึ่งไม่เคยมีรายงานในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) พบว่ามีการรายงานและมีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นด้วย ส่วนภาคของเสียนั้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการบำบัดแบบไร้อากาศมากขึ้น สำหรับภาคการเกษตรนั้นพื้นที่ในการปลูกข้าวค่อนข้างคงที่ในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) จึงทำให้มีปริมาณการเพิ่มของก๊าซเรือนกระจกไม่มากนัก ส่วนใหญ่มาจากการเพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเป็นหลัก ในส่วนของภาคพลังงานการเพิ่มขึ้นเป็นไปตามโครงสร้างการพัฒนาและความต้องการในการใช้พลังงานของประเทศ

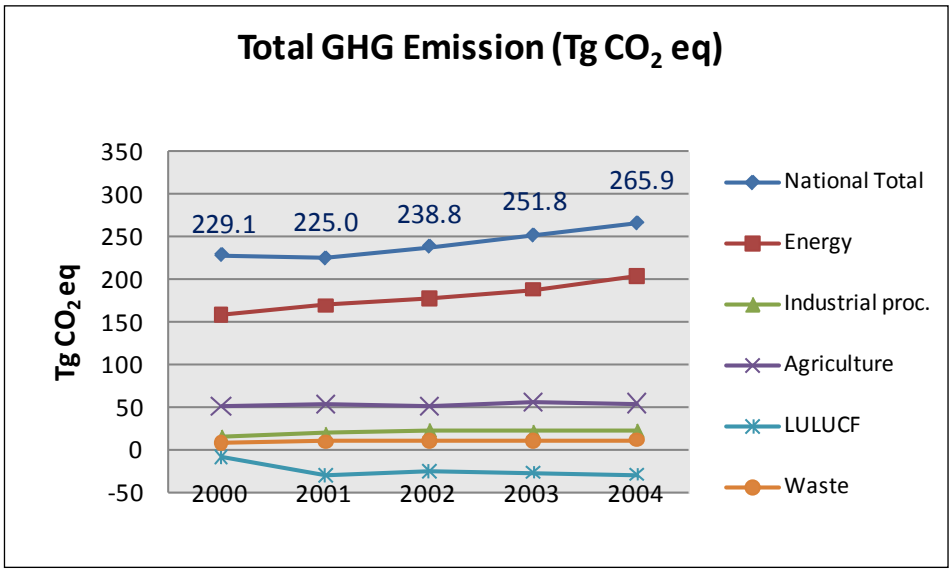
ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีค่าเป็นลบในปี พ.ศ. 2543 ถึง พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2000-ค.ศ. 2004) แสดงถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งดูดกลับของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ของประเทศไทย ซึ่งเมื่อนำมาคิดรวมในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศแล้วทำให้ค่าที่คำนวณมีปริมาณน้อยลง (ดูรูปที่ 2.22 และ 2.23) โดยทำให้เป็นการเพิ่มของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เท่ากับร้อยละ 16.1 หรือเท่ากับร้อยละ 3.85 ต่อปี โดยที่ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นในช่วง 5ปี เท่ากับ ร้อยละ 260.8 หรือร้อยละ 66.8 ต่อปี



รูปที่ 2.22 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้



รูปที่ 2.23 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000- 2004) รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้



รูปที่ 2.24 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รายภาคและค่าทั้งหมดทั้งประเทศ ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004)

2.7.2 บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004)

บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) แสดงในรูปที่ 2.25 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 225.03 $TgCO_2$ eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งนี้ปริมาณการปล่อยในทุกภาคยกเว้นภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากความต้องการใช้พลังงานและการขยายตัวของเศรษฐกิจมีมากขึ้น แต่เมื่อรวมกับปริมาณการปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้แล้วกลับทำให้ค่าการปล่อย (Emission Factor)รวมมีน้อยกว่าการปล่อยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) สาเหตุมาจากปริมาณการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) มีน้อยลงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

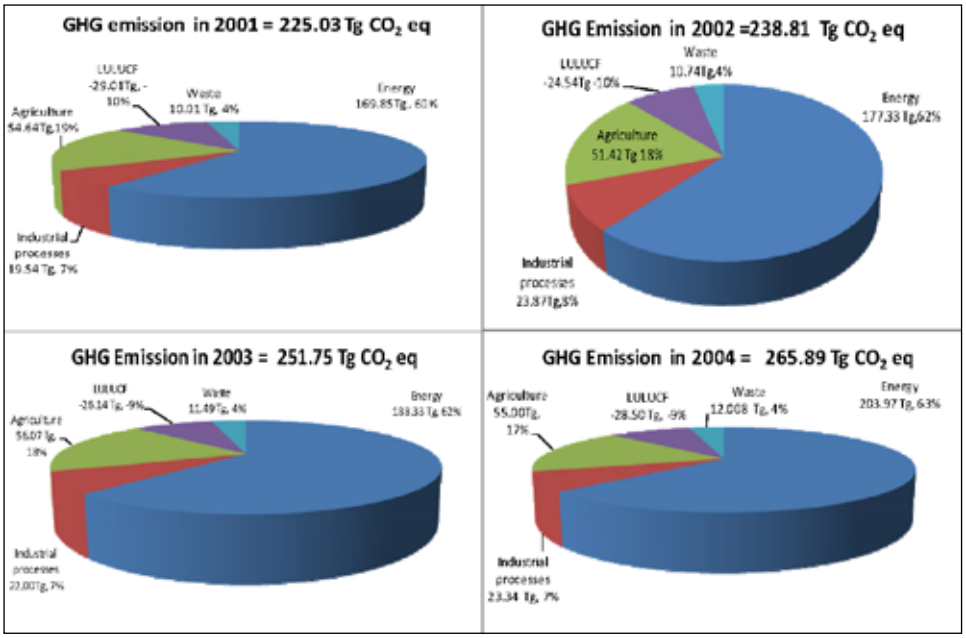
ในสาขานี้มีน้อยลงมากเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในขณะที่ปริมาณการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเปลี่ยนแปลงเนื้อไม้มีมากกว่าเดิม ในภาพรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้สามารถรดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึ 29 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) เป็นปีแรกที่มีการรายงานการปล่อยก๊าซฟลูออโลคาร์บอน โดยมีปริมาณไม่มากนัก

บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 238.81 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) ร้อยละ 6.1 ภาคที่มีการปล่อยปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นคือภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมและภาคของเสีย ส่วนภาคการเกษตรนั้นมีปริมาณการปล่อยก๊าซลดลงเนื่องจากพื้นที่เก็บเกี่ยวในปีนี้มีปริมาณลดลง นอกจากนี้ปริมาณการดูดกลับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีค่าน้อยลงด้วยสาเหตุมาจากพื้นที่ป่าไม้ที่ถูกทำลายไม่มากขึ้นและพื้นที่ปลูกและรักษาป่ามีใกล้เคียงกับปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001)

บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 251.75 Tg คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า มากกว่าการปล่อยในปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) ประมาณร้อยละ 5.4 โดยมีปริมาณการปล่อยเพิ่มขึ้นทุกภาคการปล่อย ยกเว้นภาคกระบวนการอุตสาหกรรมที่มีค่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจากในปีนี้การผลิตปูนซีเมนต์มีน้อยลง สำหรับปริมาณก๊าซฟลูออโรคาร์บอนนั้นยังคงมีค่าเพิ่มขึ้น การดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้มีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่าปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002) ประมาณ 2 Tg คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

บัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ.2004) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 265.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นปริมาณปล่อยเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003) ร้อยละ 5.6 โดยมีการเพิ่มขึ้นทุกภาคกิจกรรม โดยเฉพาะภาคป่าไม้มีการดูดกลับของคาร์บอนไดออกไซด์เท่ากับ 28.5 Tg หรือเท่ากับ ร้อยละ 10.7 ของปริมาณการปล่อยทั้งประเทศในปีเดียวกัน

(Activity Data)จากการดำเนินงานโรงงานเตาเผาขยะมูลฝอยชุมที่มีอยู่ในประเทศ ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกนั้นได้จากการติดตามตรวจสอบระบบบำบัดอากาศเสียของโรงงานเตาเผา 2 แห่ง คือ โรงเตาเผาขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตและเทศบาลเกาะสมุย



รูปที่ 2.25 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001), ปี พ.ศ. 2545 (ค.ศ. 2002), ปี พ.ศ. 2546 (ค.ศ. 2003),และ ปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004

บทที่ 3 ภาคพลังงาน (Energy)

ภาคพลังงานมีความสำคัญอย่างยิ่งในฐานะที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในประเทศ โดยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากภาคพลังงานนั้นเกิดจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก (ตารางที่ 3.1) คือส่วนแรกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง (Fuel Combustion) เช่น การใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า การกลั่นน้ำมัน การขนส่ง อุตสาหกรรม ภาคครัวเรือน เป็นต้น ส่วนที่สองเกิดจากการเล็ดลอดของก๊าซเรือนกระจก (Fugitive Emissions) จากกระบวนการผลิตต่าง ๆ เช่น การขุดเจาะน้ำมัน การขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ การทำเหมืองถ่านหิน เป็นต้น จากข้อมูลในอดีตแสดงให้เห็นว่าสัดส่วนของการใช้พลังงานและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคขนส่งนั้นมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในอัตราที่สูง อันเป็นผลมาจากการเร่งพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับประเทศที่พัฒนาแล้ว เพื่อยกระดับความเป็นอยู่ของประชากรในประเทศ

3.1 วิธีการคำนวณ (Methodology)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานในครั้งนี้ ได้ใช้วิธีการคำนวณแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) ซึ่งเป็นวิธีเดียวกันกับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในรายงานแห่งชาติฉบับแรก (Initial National Communication: INC) (ตารางที่ 3.1) ด้วยวิธีการคำนวณนี้ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงาน สามารถคำนวณได้จากข้อมูลกิจกรรม ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณการใช้พลังงานในหน่วยสุดท้าย (Final Energy Consumption) กับค่าแนะนำ (Default Value) **(รายละเอียดของข้อมูลทั้งสองได้แสดงไว้ในรายงานภาคพลังงานในแถบบันทึกข้อมูล)** จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติปี 1996 ของ IPCC ดังแสดงในสมการที่ 3-1

$$EmissionsGHG_{fuel} = Fuel\ Consumption_{fuel} \times Emission\ FactorGHG_{fuel}$$

เมื่อ: EmissionsGHGfuel = emissions of a given GHG by type of fuel (kg GHG)

Fuel Consumptionfuel = amount of fuel combusted (TJ)

Emission FactorGHGfuel = default emission factor of a given GHG by type of fuel (kg gas/TJ)

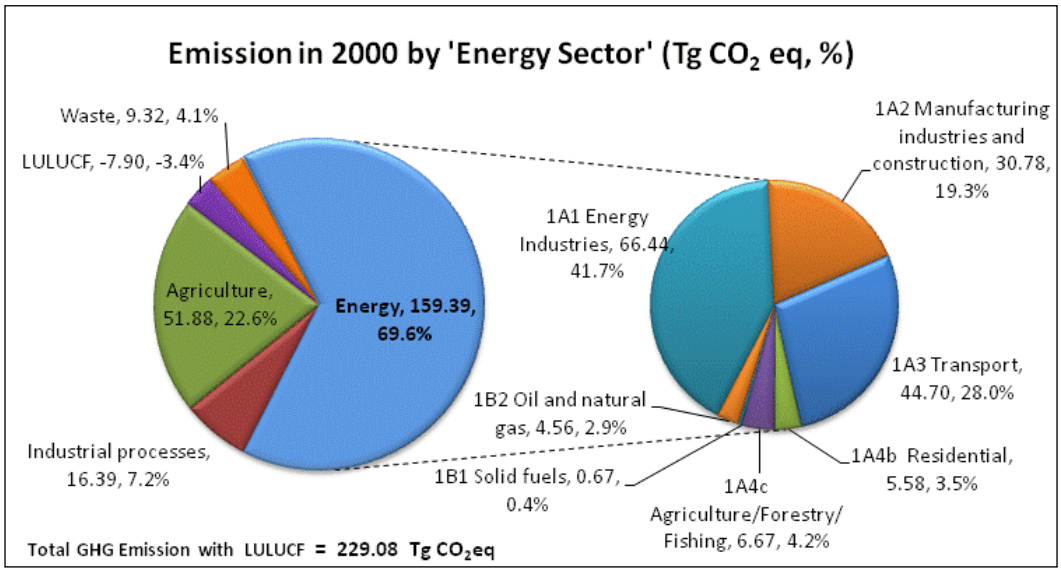
ตารางที่ 3.1 การเปรียบเทียบวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่าง INC กับ SNC

1A FUEL COMBUSTION		Tier using (SNC)	Tier using (INC)
1A1 Energy Industry	1A1a. สาขาผลิตไฟฟ้าและความร้อน (Public Electricity and Heat Production)	Tier 1	Tier 1
	1A1b. สาขาการกลั่นน้ำมัน (Petroleum Refining)	Tier 1	N/A
	1A1c. สาขาการผลิตขั้นที่สองและสามจากเชื้อเพลิงแข็ง (Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries)	Tier 1	N/A
1A2 Manufacturing Industries and Construction	1A2a. สาขาอุตสาหกรรมเหล็กและเหล็กกล้า (Iron and Steel)	Tier 1	Tier 1
	1A2b. สาขาอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์โลหะ (Fabricated Metals)		
	1A2c. สาขาอุตสาหกรรมเคมี (Chemicals)		
	1A2d. สาขาอุตสาหกรรมกระดาษ และเยื่อกระดาษ (Pulp, Paper and Print)		
	1A2e. สาขาอุตสาหกรรมอาหาร, เครื่องดื่ม และยาสูบ (Food Processing, Beverages and Tobacco)		
	1A2f. สาขาอุตสาหกรรมอโลหะ (Non-Metallic Minerals)		
	1A2i. สาขาอุตสาหกรรมเหมืองแร่ (Mining and Quarrying)		
	1A2j. สาขาอุตสาหกรรมไม้และเครื่องเรือน (Wood and wood product)		
	1A2k. สาขาอุตสาหกรรมการก่อสร้าง (Construction)		
	1A2l. สาขาอุตสาหกรรมสิ่งทอ (Textile)		
1A3 Transport	1A3a. สาขาการขนส่งทางอากาศ (Civil Aviation)	Tier 1	Tier 1
	1A3b. สขาการขนส่งทางถนน (Road Transportation)		
	1A3c. สาขาการขนส่งทางราง (Railways)		
	1A3d. สาขาการขนส่งทางน้ำ (Navigation)		
	1A3e. สาขาการขนส่งด้านอื่นๆ (Other Transportation)		
1A4 Other Sectors	1A4a. สาขาอาคารพาณิชย์/สถาบัน (Commercial/Institutional)	Tier 1	Tier 1
	1A4b. สาขาครัวเรือน (Residential)		
	1A4c. สาขาการเกษตร/ป่าไม้/ประมง (Agricultural/Forestry/Fishing)		

1A FUEL COMBUSTION		Tier using (SNC)	Tier using (INC)
1A5 Other	1A5a. Stationary	N/A	N/A
	1A5b. Mobile		
1B FUGITIVE EMISSIONS FROM FUELS			
1B1 Solid Fuels	1B1a. สาขาการทำเหมืองถ่านหิน (Coal Mining)	Tier 1	Tier 1
	1B1b. สาขาการผลิตขั้นที่สองและสามของเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuel Transformation)	N/A	N/A
	1B1c. สาขากิจกรรมอื่นๆ (Other)		
1B2 Oil and Natural Gas	1B2a. สาขาก๊าซที่เล็ดลอดระหว่างการขุดเจาะน้ำมัน (Oil)	Tier 1	Tier 1
	1B2b. สาขาก๊าซที่เล็ดลอดระหว่างการขุดเจาะก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas)	Tier 1	Tier 1
	1B2c. สาขาก๊าซที่ถูกปล่อยหรือเผาไหม้ส่วนที่เกิน ในระหว่างการทำเหมืองน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ (Venting and Flaring)	Tier 1	Tier 1

3.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงาน ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น 159.39 $TgCO_2$ eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ซึ่งเป็นภาคที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด แสดงในรูปที่ 3.1

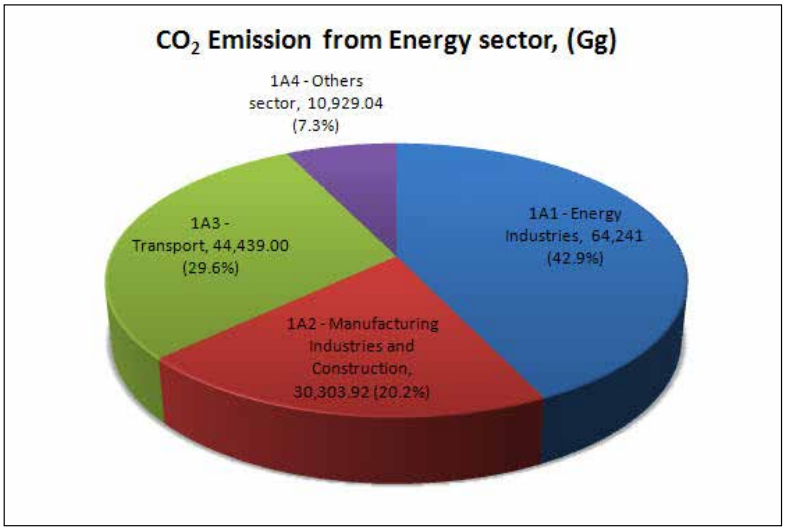


รูปที่ 3.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

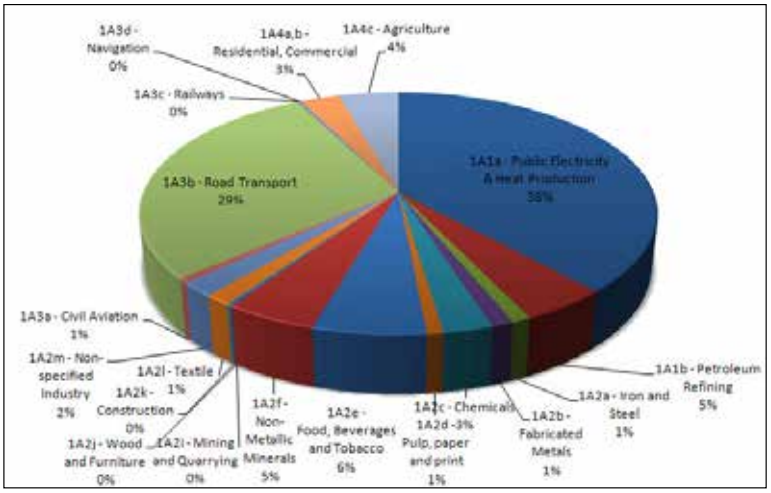
ปล่อยจากภาคพลังงานตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แสดงให้เห็นว่า สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industry) ซึ่งประกอบด้วยการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในสาขาการผลิตไฟฟ้าและความร้อน (Public Electricity and Heat Production) และการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในสาขาการกลั่นน้ำมัน (Petroleum Refining) เป็นสาขาที่มีการปล่อยก๊าซ CO_2 มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.9 ของปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ทั้งหมดจากภาคพลังงาน รองลงมาได้แก่ สาขาขนส่ง (Transportation) ซึ่งประกอบด้วยสาขาการขนส่งทางอากาศ (Civil Aviation) สาขาการขนส่งทางถนน (Road Transport) สาขาการขนส่งทางราง (Railways) และสาขาการขนส่งทางน้ำ (Navigation) มีปริมาณการปล่อยก๊าซคิดเป็นร้อยละ 29.6 ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และเมื่อวิเคราะห์ลงไปในระดับของสาขาย่อย พบว่าสาขาย่อยที่มีการปล่อยก๊าซ CO_2 สูงสุด 2 ลำดับแรกได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในสาขาการผลิตไฟฟ้าและความร้อน และสาขาการขนส่งทางถนนซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซคิดเป็นร้อยละ 38 และร้อยละ 29 ตามลำดับ ดังรูปที่ 3.3

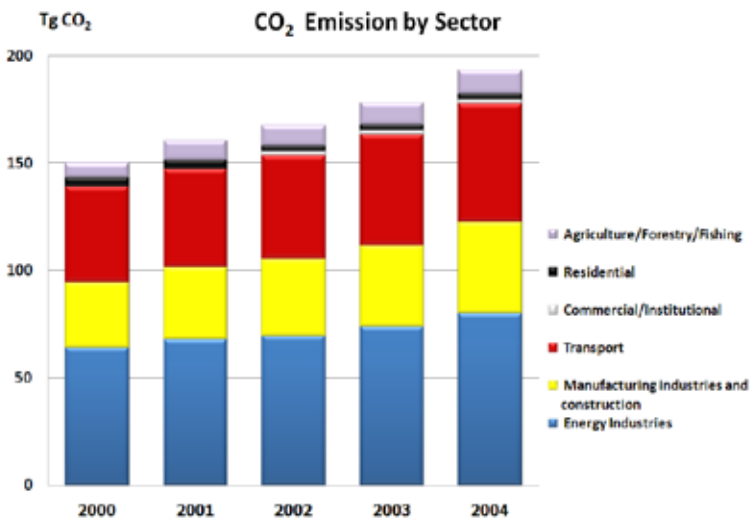
เมื่อวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง 2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซในสาขาการใช้พลังงานมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความต้องการใช้พลังงานที่เติบโตจากการขยายตัวของเศรษฐกิจ ดังแสดงในรูปที่ 3.4 ถึง 3.6



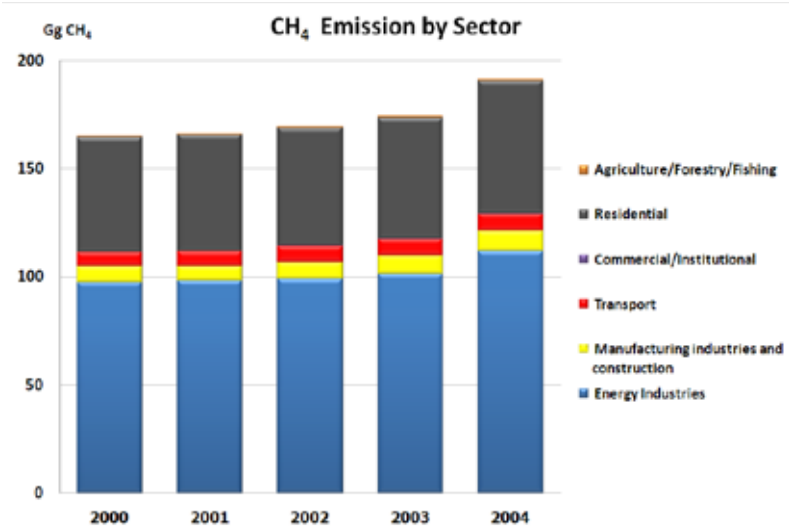
รูปที่ 3.2 การปล่อย CO_2 จำแนกสาขาของภาคพลังงานปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



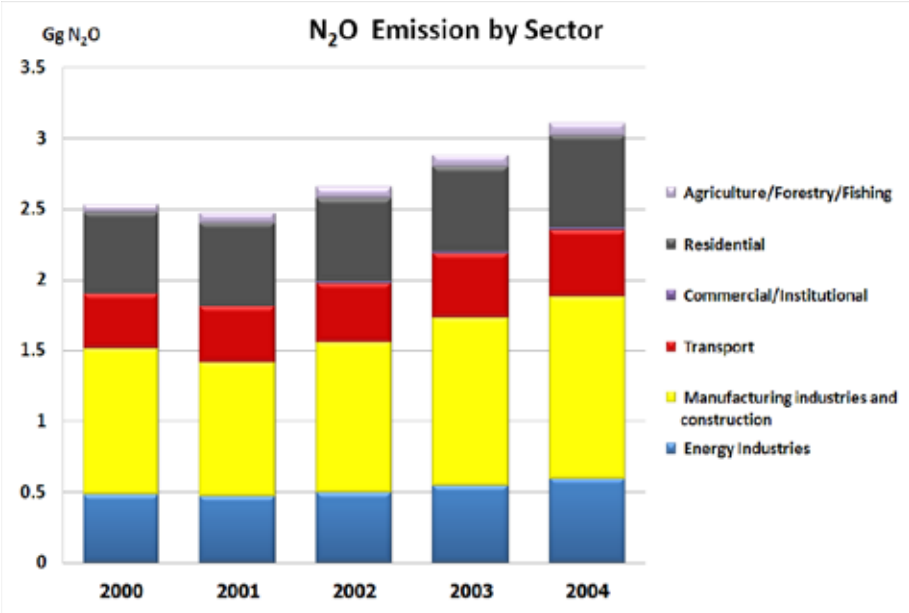
รูปที่ 3.3 การปล่อย CO_2 จำแนกสาขาย่อยของภาคพลังงานปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 3.4 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000-2004)



รูปที่ 3.5 การปล่อยก๊าซ CH_4 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ.2000 – 2004)



รูปที่ 3.6 การปล่อยก๊าซ N_2O จำแนกตามชนิดและสาขาของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000-2004)

3.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994)

เมื่อเปรียบเทียบค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) กับค่าที่เคยคำนวณไว้ใน INC พบว่าผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ของสาขาการผลิตไฟฟ้าและความร้อน และสาขาการขนส่งมีความแตกต่างกันไม่มากนัก โดยมีความแตกต่างกันน้อยกว่าร้อยละ 1 แต่ในส่วนของการใช้พลังงานในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้างและสาขาครัวเรือนและสาขาอาคารพาณิชย์/สถาบัน มีความแตกต่างกันค่อนข้างสูง คือต่ำกว่าค่าของ INC ประมาณร้อยละ 21.3 และร้อยละ 7.2 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.2

จากการเปรียบเทียบข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นถึง สาเหตุของผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ที่แตกต่างกันมากถึงร้อยละ 21.3 ดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ว่าต่างก็ใช้หลักการการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) ในการคำนวณทั้งคู่ และเนื่องด้วยหลักการ การคำนวณแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) ของก๊าซ CO_2 นั้น จะใช้หลักการคำนวณจากองค์ประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิง ซึ่งผลลัพธ์ของการคำนวณระหว่าง INC และSNC ก็ย่อมไม่น่าจะแตกต่างกัน แต่ถ้าหากว่าผลลัพธ์การคำนวณมีค่าต่างกันมากนั้น ก็อาจจะมีสาเหตุหลัก ๆ เช่น ความแตกต่างในรายละเอียดของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่นำมาใช้ในการคำนวณ, ค่า Conversion Factor ที่นำมาใช้ในการแปลงหน่วยจาก Physical Units ไปเป็นค่าพลังงานในหน่วย Joule, และความแตกต่างของค่า ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่นำมาใช้ในการคำนวณ ซึ่งทางผู้วิจัยก็ไม่สามารถหาแหล่งข้อมูลที่ใช้อ้างอิงของค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ทาง INC ได้นำมาใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทราบแต่เพียงว่าใช้แหล่งข้อมูล ของข้อมูลกิจกรรมจากแหล่งเดียวกัน ดังนั้นปริมาณการปล่อยที่มีความแตกต่างกันนั้น อาจจะเกิดจากสาเหตุดังที่กล่าวมาข้างต้น

ส่วนผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภท Non-CO_2 ก็มีความแตกต่างกันระหว่างผลการคำนวณของ INC กับ SNC ค่อนข้างมาก ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจจะเกิดจากสาเหตุเดียวกับในกรณี CO_2 (ตารางที่ 3.3)

ตารางที่ 3.2 ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CO_2 ในปี พ.ศ.2537(ค.ศ. 1994) ระหว่าง INC กับ SNC

Energy Sector	CO2 Emission, 1994		
	INC	SNC	% Diff.
Energy Industries	45,529.30	45,532.81	0.007%
Manufacturing Industries and Construction	30,824.20	25,422.16	-21.25%
Transport	39,920.40	39,952.32	0.08%

Residential and Commercial/Institutional	3,469.4	3,236.50	-7.20%
Agriculture	4,849.00	4,848.99	0.00%
Total	125,482.80	118,992.78	-5.50%

ตารางที่ 3.3 ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซ CH_4 และ N_2O ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ระหว่าง INC กับ SNC

Energy Sector	CH_4 Emission, 1994			N_2O Emission, 1994		
	INC	SNC	% Diff.	INC	SNC	% Diff.
Energy Industries	2.07	1.06	-95.28%	0.1	0.33	69.7%
Manufacturing Industries and Construction	0.61	6.55	90.69%	0.58	0.92	36.96%
Transport	0.09	5.67	98.41%	0	0.35	NA
Residential and Commercial/Institutional	0.06	77.82	99.92%	0.06	0.75	92%
Agriculture	0.00	0.34	NA	0.01	0.04	75%
Total	2.85	91.44	96.88%	0.83	2.39	65.27%

3.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก มีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อน ในการตรวจวัดหรือเก็บข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งมี 2 แหล่งข้อมูลสำคัญคือ ข้อมูลกิจกรรมและข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ในการศึกษานี้ได้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีเทียร์1 (Tier1) ซึ่งตามคู่มือ Good Practice Guidance ของ IPCC ได้แนะนำให้คำนวณความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม โดยกำหนดให้มีค่าความไม่แน่นอนประมาณร้อยละ 5 (สำหรับข้อมูลที่มีการบันทึกเป็นรายงานของประเทศ) ส่วนค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) มีความแตกต่างกัน ซึ่งค่าแนะนำตามคู่มือ Good Practice Guidance ของ IPCC นั้นค่าการปล่อย (Emission Factor) ของ CO_2 มีร้อยละความไม่แน่นอนต่ำที่สุด คิดเป็นประมาณร้อยละ 5 ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ของ CH_4 และ N_2O มีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีของแต่ละสาขาย่อย ซึ่ง

มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 50 – 300 และร้อยละ 40 – 1,000 ตามลำดับ ซึ่งจากค่าที่ให้ไว้ จะเห็นว่าค่าความไม่แน่นอนมีค่าสูงมาก เป็นหลายร้อยเปอร์เซ็นต์ ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต่างเป็นที่ทราบกันดีในหมู่ผู้เชี่ยวชาญ การประมาณการปล่อย CH_4 และ N_2O มักมีความไม่แน่นอนสูง แต่เนื่องด้วยในการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นได้ใช้การคำนวณด้วยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) ดังนั้นการเลือกใช้ค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกของก๊าซประเภท Non-CO_2 จึงได้เลือกใช้ค่าจากช่วงของค่าความไม่แน่นอนของก๊าซชนิดนั้นๆ เป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 3.4 – 3.6

ตารางที่ 3.4 ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อยก๊าซ CO_2

1A FUEL COMBUSTION		CO_2			
		Emission (Gg CO_2)	AD Unc. (%)	EF Unc. (%)	Combined Unc. (%)
1A1 Energy Industry	1A1a Public Electricity and Heat Production	57,285.35	5	5	7.071
	1A1b Petroleum Refining	6,955.66	5	5	7.071
	1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries		w		
1A FUEL COMBUSTION		**CO_2**			
		Emission (Gg CO_2)	**AD Unc. (%)**	**EF Unc. (%)**	**Combined Unc. (%)**
1A2 Manufacturing Industries and Construction	1A2a Iron and Steel	1,691.40	5	5	7.071
	1A2b Fabricated Metals	810.11	5	5	7.071
	1A2c Chemicals	4,719.07	5	5	7.071
	1A2d Pulp, Paper and Print	2,059.02	5	5	7.071
	1A2e Food Processing, Beverages and Tobacco	2,665.72	5	5	7.071
	1A2f Non-Metallic Minerals	11,860.29			
	1A2i Mining and Quarrying	35.09	5	5	7.071
	1A2j Wood and wood product	87.86	5	5	7.071
	1A2k Construction	463.38	5	5	7.071
	1A2l Textile	1,954.75	5	5	7.071
	1A2m Non-specified Industry	4,860.94	5	5	7.071

1A3 Transport	1A3a Civil Aviation	915	5	5	7.071
	1A3b Road Transportation	43,034	5	5	7.071
	1A3c Railways	304	5	5	7.071
	1A3d Navigation	186	5	5	7.071
	1A3e Other Transportation				
1A4 Other Sectors	1A4a Commercial/Institutional				
	1A4b Residential	4,287.53	5	5	7.071
	1A4c Agriculture /Forestry / Fishing	6,621.88	5	5	7.071
1A5 Other	1A5a Stationary	NA	NA	NA	NA
	1A5b Mobile	NA	NA	NA	NA
1B FUGITIVE EMISSIONS FROM FUELS					
1B1 Solid Fuels	1B1a Coal Mining	NA	NA	NA	NA
	1B1b Solid Fuel Transformation	NA	NA	NA	NA
	1B1c Other	NA	NA	NA	NA
1B2 Oil and Natural Gas	1B2a Oil	NA	NA	NA	NA
	1B2b Natural Gas	NA	NA	NA	NA
	1B2c Venting and Flaring	NA	NA	NA	NA

ตารางที่ 3.5 ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)และค่าการปล่อยก๊าซ CH_4

1A FUEL COMBUSTION		CH4				
		Emission (Gg CH4)	Emission (Gg CO2 Eq.)	AD Unc. (%)	EF Unc. (%)	Combined Unc. (%)
1A1 Energy Industry	1A1a Public Electricity and Heat Production	1.66	21.84	5	100	100.12
	1A1b Petroleum Refining	0.287	5.88	5	100	100.12
	1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries	95.62	2,008.02	5	100	100.12

1A2 Manufacturing Industries and Construction	1A2a Iron and Steel	0.11	2.31	5	100	100.12
	1A2b Fabricated Metals	0.05	1.05	5	100	100.12
	1A2c Chemicals	0.39	8.19	5	100	100.12
	1A2d Pulp, Paper and Print	0.16	3.36	5	100	100.12
	1A2e Food Processing, Beverages and Tobacco	0.10	2.10	5	100	100.12
	1A2f Non-Metallic Minerals	1.14	23.94			
	1A2i Mining and Quarrying	0.00	0.02	5	100	100.12
	1A2j Wood and wood product	0.00	0.04	5	100	100.12
	1A2k Construction	0.01	0.21	5	100	100.12
	1A2l Textile	0.08	1.68	5	100	100.12
	1A2m Non-specified Industry	0.15	3.15	5	100	100.12
1A3 Transport	1A3a Civil Aviation	0.01	0.21	5	200	200.06
	1A3b Road Transportation	6.52	135.66	5	50	50.25
	1A3c Railways	0.02	0.42	5	50	50.25
	1A3d Navigation	0.01	0.21	5	200	200.06
	1A3e Other Transportation					
1A4 Other Sectors	1A4a Commercial/ Institutional					
	1A4b Residential	52.83	1109.43	5	100	100.12
	1A4c Agriculture / Forestry / Fishing	0.455	9.56	5	100	100.12
1A5 Other	1A5a Stationary					
	1A5b Mobile					
1A FUEL COMBUSTION		**CH4**				
		Emission (Gg CH4)	**Emission (Gg CO2 Eq.)**	**AD Unc. (%)**	**EF Unc. (%)**	**Combined Unc. (%)**
1B1 Solid Fuels	1B1a Coal Mining	32.17	675.57	2	250	250.01
	1B1b Solid Fuel Transformation					
	1B1c Other					

1B2 Oil and Natural Gas	1B2a Oil	9.07	190.47	50	300	304.14
	1B2b Natural Gas	82.32	1728.72	50	300	304.14
	1B2c Venting and Flaring	5.60	117.60	50	300	304.14

ตารางที่ 3.6 ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)และค่าการปล่อยก๊าซ N_2O

1A FUEL COMBUSTION		N_2O				
		Emission (Gg N2O)	Emission (Gg CO2 Eq.)	AD Unc. (%)	EF Unc. (%)	Combined Unc. (%)
1A1 Energy Industry	1A1a Public Electricity and Heat Production	0.4200	130.2000	5	500	500.025
	1A1b Petroleum Refining	0.0600	18.6000	5	500	500.025
	1A1c Manufacture of Solid Fuels and Other Energy Industries					
1A2 Manufacturing Industries and Construction	1A2a Iron and Steel	0.0192	5.952	5	500	500.025
	1A2b Fabricated Metals	0.0036	1.116	5	500	500.025
	1A2c Chemicals	0.0499	15.4690	5	500	500.025
	1A2d Pulp, Paper and Print	0.0254	7.8740	5	500	500.025
	1A2e Food Processing, Beverages and Tobacco	0.0218	6.7580	5	500	500.025
	1A2f Non-Metallic Minerals	0.1460	45.26			
	1A2i Mining and Quarrying	0.0003	0.0930	5	500	500.025
	1A2j Wood and wood product	0.0007	0.2170	5	500	500.025
	1A2k Construction	0.0038	1.1780	5	500	500.025
	1A2l Textile	0.0176	5.4560	5	500	500.025
	1A2m Non-specified Industry	0.0409	12.6790	5	500	500.025

1A3 Transport	1A3a Civil Aviation	0.0300	9.3000	5	1000	1,000.012
	1A3b Road Transportation	0.3600	108.5000	5	40	40.311
	1A3c Railways					
	1A3d Navigation					
	1A3e Other Transportation					
1A4 Other Sectors	1A4a Commercial/ Institutional					
	1A4b Residential	0.576	178.56	5	500	500.025
	1A4c Agriculture / Forestry / Fishing	0.0544	16.864	5	500	500.025
1A5 Other	1A5a Stationary	NA	NA	NA	NA	NA
	1A5b Mobile	NA	NA	NA	NA	NA
1B FUGITIVE EMISSIONS FROM FUELS						
1B1 Solid Fuels	1B1a Coal Mining	NA	NA	NA	NA	NA
	1B1b Solid Fuel Transformation	NA	NA	NA	NA	NA
	1B1c Other	NA	NA	NA	NA	NA
1B2 Oil and Natural Gas	1B2a Oil	NA	NA	NA	NA	NA
	1B2b Natural Gas	NA	NA	NA	NA	NA
	1B2c Venting and Flaring	NA	NA	NA	NA	NA

3.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานครั้งนี้ ได้มีการตรวจสอบค่าที่จะนำมาใช้ในการคำนวณจากแหล่งข้อมูลภายในและต่างประเทศ โดยข้อมูลกิจกรรม (ปริมาณการใช้พลังงาน) ได้ตรวจสอบจากแหล่งที่มาของข้อมูลคือ กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) รวมทั้งงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ส่วนข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ได้ศึกษาข้อมูลจากคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปีพ.ศ.2539 (ค.ศ.1996) ของ IPCC และ European Environment Agency (EEA) รวมทั้งงานวิจัยอื่น ๆ ภายในประเทศ (INC) โดยท้ายที่สุดพบว่าข้อมูลที่เหมาะสมและเป็นมาตรฐานที่ยอมรับกันสำหรับใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในครั้งนี้เป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ได้แนะนำในคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี พ.ศ 2539 (ค.ศ.1996) ของ IPCC

ผลการคำนวณที่ได้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำไปเปรียบเทียบกับผลการศึกษาจากหน่วยงานอื่นๆ เช่น INC และรายงานสถานการณ์พลังงานของ พพ. พบว่าผลการคำนวณในการคำนวณก๊าซเรือนกระจกบางชนิด เช่น CO_2 มีความแตกต่างกันไม่มากนัก ส่วนก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ มีความแตกต่างกันเนื่องจากค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกัน

3.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น

1A1 สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries)

• ข้อมูลกิจกรรม

สำหรับข้อมูลด้านกิจกรรมที่ได้มีการจัดเก็บรวบรวมไว้นั้น มีความเหมาะสมเพียงพอที่จะใช้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) เท่านั้น โดยสามารถทราบได้ถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภท เช่น การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ถ่านหิน หรือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ก๊าซธรรมชาติ เป็นต้น

ในกรณีของการคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) ซึ่งจะมีความแตกต่างกันในส่วนของการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจก จากค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แนะนำ ซึ่งได้แนะนำไว้ใน คู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี พ.ศ.2539 (ค.ศ.1996) ของ IPCC เป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) เฉพาะของประเทศเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลด้านกิจกรรมต่าง ๆสำหรับการคำนวณแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) นั้นสามารถใช้ได้กับการคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) เช่นกัน

สำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 3 (Tier 3) นั้น ทั้งค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจก และปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละประเภท จะต้องอยู่ในรูปแบบที่ให้รายละเอียดถึง ประเภทของเทคโนโลยีที่ใช้ ระบบควบคุมมลพิษ ลักษณะการใช้งานหรือการเดินเครื่องของเครื่องผลิตกำลัง การบำรุงรักษา รวมไปถึงอายุการใช้งานและอื่นๆ ดังนั้น ข้อมูลด้านกิจกรรมที่มีอยู่ จึงยังไม่เพียงพอและเหมาะสมสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 3 (Tier 3) ได้

• ค่าการปล่อย (Emission Factor)

โดยปกติค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกที่แนะนำให้ใช้ คือ ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แนะนำ ที่ได้มีการแนะนำไว้ใน คู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ.1996) ของ IPCC ยกเว้นว่า ในกรณีที่ใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกที่มีค่าแตกต่างออกไป ไม่ว่าจะมากกว่าหรือน้อยกว่านั้น ต้องมีคำอธิบายหรือเหตุผลที่เหมาะสม

ในส่วนของค่าการปล่อย (Emission Factor)ของ CO_2 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนในเชื้อเพลิง ดังนั้น การคำนวณปริมาณการปล่อย CO_2 ไม่ว่าจะเป็นแบบ เทียร์ 1, 2, 3 (Tier 1, 2 หรือ 3) ผลลัพธ์ที่ได้จะไม่มีความแตกต่างกัน แต่สำหรับก๊าซเรือนกระจกในกลุ่มที่เป็น Non-CO_2 ค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกจะขึ้นอยู่กับทั้งประเภทของเชื้อเพลิงและประเภทของเทคโนโลยีที่ใช้ รวมถึงลักษณะการใช้งาน และการบำรุงดูแลรักษา ฉะนั้นค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกประเภทที่เป็น Non-CO_2 เหล่านี้ จะมีค่าแตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของเทคโนโลยี

สำหรับแนวทางการเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ในกรณีของ CO_2 จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลขององค์ประกอบของเชื้อเพลิงที่มีการใช้ และสำหรับค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกชนิดที่เป็น Non-CO_2 จำเป็นต้องมีการศึกษาและตรวจวัดก๊าซแต่ละชนิดรวมถึงรายละเอียดของเทคโนโลยีที่ทำการตรวจวัด เพื่อนำค่าดังกล่าวมากำหนดเป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) ของก๊าซเรือนกระจกที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศต่อไป

1A2 สาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง (Manufacturing Industries & Construction)

• ข้อมูลกิจกรรม

เนื่องด้วยเทคโนโลยีที่ใช้เพื่อผลิตพลังงานใช้ในสาขาอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้างนั้น มีความหลากหลายและแตกต่างกันไปตามลักษณะของแต่ละสาขาอุตสาหกรรม ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแตกต่างกัน ดังนั้นควรจะใช้การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 2 (Tier) 2 ซึ่งให้ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามแต่ละเทคโนโลยีที่ใช้ผลิตพลังงานและประเภทของเชื้อเพลิงที่ใช้ เพราะฉะนั้นข้อมูลกิจกรรมจะต้องอยู่ในรูปของปริมาณการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานตามแต่ละเทคโนโลยีที่มีการใช้งานและจะต้องเป็นข้อมูลที่แบ่งไปตามสาขาอุตสาหกรรมการผลิตเช่นกัน

• ค่าการปล่อย (Emission Factor)

นอกเหนือจากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) แล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ควรใช้การคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) ซึ่งค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจก สำหรับแต่ละประเภทเชื้อเพลิงและชนิดของเทคโนโลยีการผลิตพลังงาน สามารถใช้ค่าที่มีการแนะนำในคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 1996 ของ IPCC ได้เลย หรือจะเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาเอง

1A3 กลุ่มขนส่ง (Transport)

• ข้อมูลกิจกรรม

จากการศึกษาข้อมูลกิจกรรมในปัจจุบัน พบว่าข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยังคงเป็นข้อมูลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขาการขนส่งทางถนน สำหรับรายงาน SNC ด้วยวิธีการคำนวณแบบเทียร์ 1 (Tier) 1 เนื่องด้วยข้อมูลดังกล่าวมีความครบถ้วนที่สุดเมื่อเทียบกับข้อมูลกิจกรรมที่ต้องการสำหรับคำนวณด้วยวิธีแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) หรือ เทียร์ 3 (Tier 3) อย่างไรก็ตาม ควรจะมีการจัดเก็บข้อมูลกิจกรรมเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้สามารถคำนวณด้วยวิธีแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) และ เทียร์ 3 (Tier 3) ได้ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวได้แก่

- เทียร์ 2 (Tier 2) : ปริมาณการใช้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดแยกตามประเภทยานพาหนะ และประเภทของ Emission control technology
- เทียร์ 3 (Tier 3) : ระยะการเดินทางเฉลี่ย(Vehicle Kilometer of Traveled: VKT) ของยานพาหนะแต่ละประเภท

ส่วนสาขาการขนส่งทางอากาศนั้น จากการศึกษาข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ในปัจจุบัน พบว่าข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงยังคงเป็นข้อมูลที่ครบถ้วนที่สุดสำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในสาขานี้ อย่างไรก็ตาม แนวทางในการคำนวณด้วยแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) อาจจะเป็นไปได้หากมีการรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมการขนส่งทางอากาศ สายการบินต่างๆ บริษัท วิทยุการบิน จำกัด และการทางอากาศยาน โดยเฉพาะข้อมูล LTO ส่วนข้อมูลสำหรับการคำนวณแบบ เทียร์ 3 (Tier 3) เป็นไปได้ยากเนื่องจากเป็นข้อมูลเฉพาะของแต่ละสายการบินและไม่มีการเผยแพร่สู่สาธารณะ

• ค่าการปล่อย (Emission Factor)

การเลือกใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับข้อมูลกิจกรรม ซึ่งในปัจจุบันข้อมูลกิจกรรมที่เหมาะสมในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกใน SNC เป็นข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงประเภทต่างๆ ดังนั้น ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เหมาะสมคือ ค่าการปล่อย (Emission Factor)ของการเผาไหม้เชื้อเพลิงดังกล่าว จากการศึกษาค่าการปล่อย (Emission Factor)พบว่ายังไม่มีค่าการปล่อย (Emission Factor) ของเชื้อเพลิงประเภทต่าง ๆ ที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศ จึงยังคงต้องใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แนะนำไว้ใน คู่มือการ

จัดทำบัญชีฯ ปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ. 1996) ของ IPCC ตามการคำนวณแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) อย่างไรก็ตาม ควรมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท เพื่อที่จะยกระดับการคำนวณให้เป็นแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) ยิ่งกว่านั้น ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อหาค่าการปล่อย (Emission Factor) ตามระยะทางการวิ่งของยานพาหนะแยกตามประเภทของยานยนต์ ชนิดของเชื้อเพลิง ประเภทของเทคโนโลยีการควบคุมการปล่อยมลพิษ และลักษณะของวัฏจักรการขับขี่เพื่อสามารถคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 3 (Tier 3) ได้

ส่วนภาคขนส่งทากอากาศนั้น ถึงแม้ว่าประเทศไทยยังไม่ได้มีการวิเคราะห์ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เป็นค่าเฉพาะจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงจากสาขาการขนส่งทางอากาศ แต่เนื่องจากเครื่องบินมีมาตรฐานที่คล้ายคลึงกันทั่วโลก ดังนั้น จึงคาดได้ว่าค่าที่แนะนำไว้ใน คู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี พ.ศ. 2539 (ค.ศ.1996) ของ IPCC เป็นค่าที่ไม่แตกต่างกับค่าเฉพาะของประเทศมากนัก ซึ่งอาจจะนำไปใช้ในการคำนวณแบบ เทียร์ 2(Tier 2) ได้

1A4 อื่น ๆ (Other Sector)

• ข้อมูลกิจกรรม

เนื่องด้วยข้อมูลด้านกิจกรรมของกลุ่มนี้มีความหลากหลาย และกระจัดกระจายทำให้การเก็บข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงไม่ว่าจะเป็นในระดับอาคารและหน่วยงาน, ภาคครัวเรือน, ภาคการเกษตร นั้นทำได้ค่อนข้างยาก ซึ่งการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) ก็มีความเหมาะสมเพียงพอแล้ว หากต้องการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้น คงทำได้เฉพาะในส่วนของการใช้เชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานและความร้อนของภาคอาคารและหน่วยงานเท่านั้น แต่ต้องมีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลดังกล่าวที่สามารถบ่งบอกได้ถึงว่าปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้เพื่อผลิตพลังงานและความร้อนนั้น ได้ถูกนำไปใช้กับเทคโนโลยีการผลิตพลังงานและความร้อนชนิดใด ถึงจะสามารถทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้นได้

• ค่าการปล่อย (Emission Factor)

นอกเหนือจากการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) แล้ว เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น ควรใช้การคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) ซึ่งค่าการปล่อย (Emission Factor)

บทที่ 4 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม

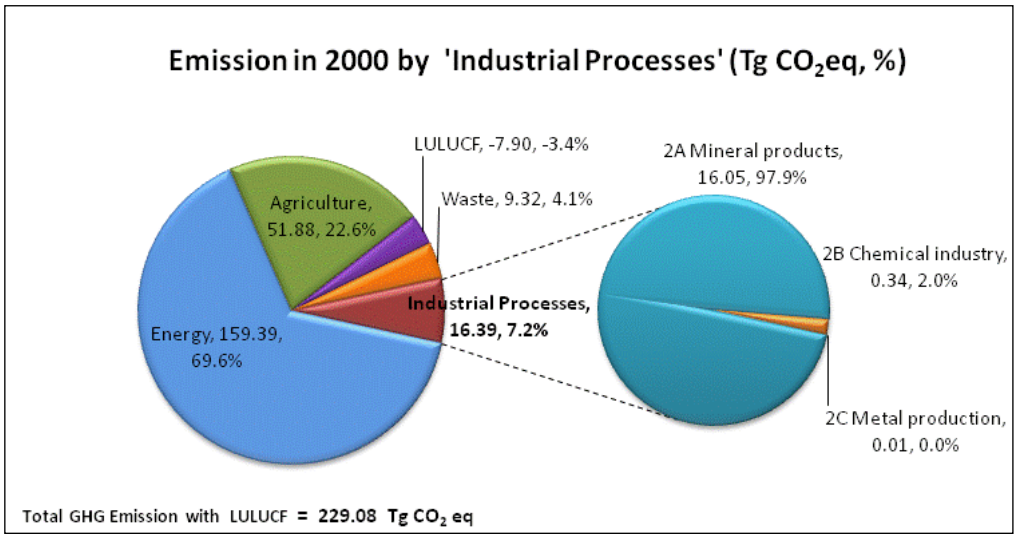
ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ เนื่องจากในการจัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งที่ 1 ในปี พ.ศ. 2537(ค.ศ. 1994) นั้น มีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพียงบางกลุ่มอุตสาหกรรมซึ่งอาจจะทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณได้น้อยกว่าความเป็นจริง สำหรับการจัดทำรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งนี้ จึงได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามคำแนะนำจากคู่มือ IPCC (1996) ให้ได้สมบูรณ์ที่สุด จึงมีผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมที่คำนวณได้นั้นเพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งข้อมูลที่แท้จริงเหล่านี้จะสะท้อนถึงภาวะการณ์ในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศได้ชัดเจนมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินนโยบายในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศต่อไป

4.1 วิธีการคำนวณ (Methodology)

วิธีคำนวณค่าการปล่อย (Emission Factor)ก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมทั้งหมดนั้นใช้วิธี เทียร์ (Tier) 1 ตามคู่มือ IPCC (1996) ทั้งนี้เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมได้ยังไม่มีความละเอียดเพียงพอที่จะใช้วิธีการคำนวณใน เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้น การคำนวณด้วยวิธี เทียร์ (Tier) 1 นั้นเป็นการคำนวณโดยตั้งอยู่บนสมมติฐานของการเกิดปฏิกิริยาของสารนั้นๆ ในกระบวนการผลิตโดยตรง ยังไม่รวมรายละเอียดอื่นๆ เช่น ร้อยละของผลิตภัณฑ์ที่ได้ (Percent Conversion) ความบริสุทธิ์ของสารตั้งต้น อัตราการสูญหายในระหว่างการผลิต หรือการเกิดปฏิกิริยาข้างเคียง (Side Reaction) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความแตกต่างกันในแต่ละโรงงานขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีและเครื่องจักรที่ใช้ สิ่งสำคัญที่สุดคือระบบการเก็บรวบรวมข้อมูลจากโรงงานของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ซึ่งต้องอาศัยการจัดการและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดความไม่แน่นอนของข้อมูล สำหรับในบางกลุ่มที่คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากปริมาณการใช้ ปริมาณการใช้สุทธินั้นคำนวณจากปริมาณการผลิตและการนำเข้าหักลบด้วยการส่งออก ซึ่งตั้งอยู่บนสมมติฐานว่าปริมาณการใช้ที่คำนวณได้นั้นถูกใช้ในปีนั้นๆ ทั้งหมด ไม่มีการสะสม ในบางกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลในบางปีได้จะใช้วิธี Trend Extrapolation ที่แนะนำในคู่มือ IPCC (20006) Good Practice Guidance: Chapter 7 เพื่อประมาณข้อมูล นอกจากก๊าซเรือนกระจกแล้วในรายงานนี้ยังได้คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซอื่นๆ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และไนโตรเจนออกไซด์ ที่ปล่อยจากกระบวนการผลิตนั้นๆ โดยใช้วิธีการเดียวกันกับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก **(รายละเอียดของข้อมูลทั้งสองได้แสดงไว้ในรายงานภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในแถบบันทึกข้อมูล)**

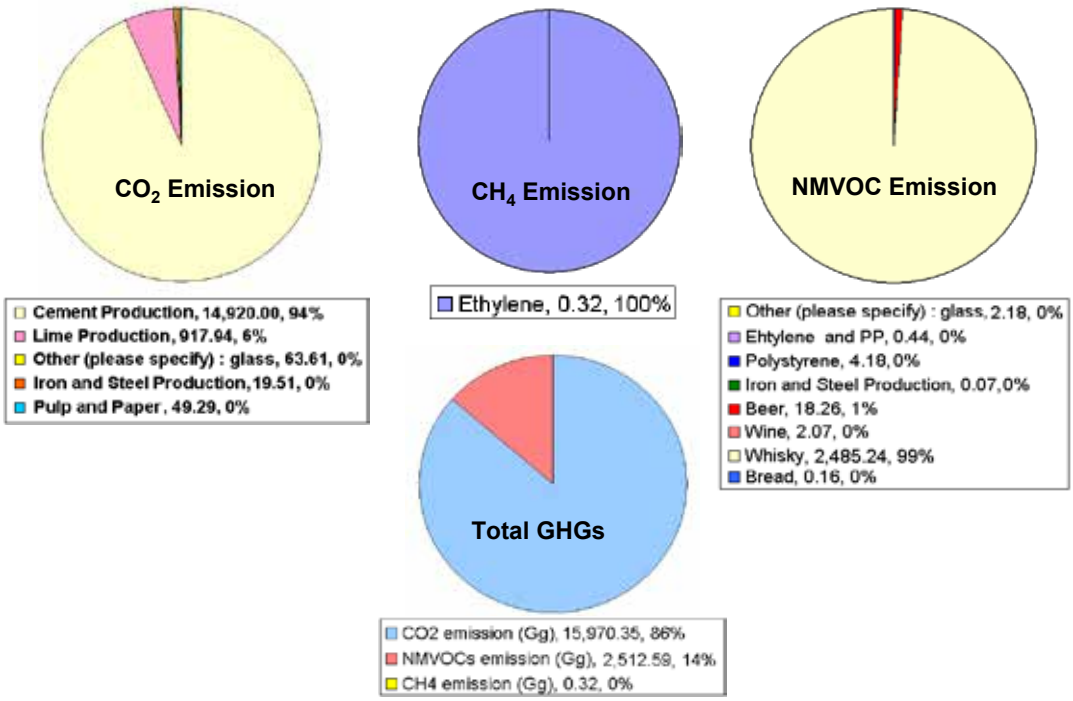
4.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น 16.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 7.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ซึ่งเป็นภาคที่มีการปล่อยก๊าซเรือนเป็นลำดับที่ 3 รองจากภาคพลังงานและภาคเกษตร ตามลำดับ แสดงในรูปที่ 4.1

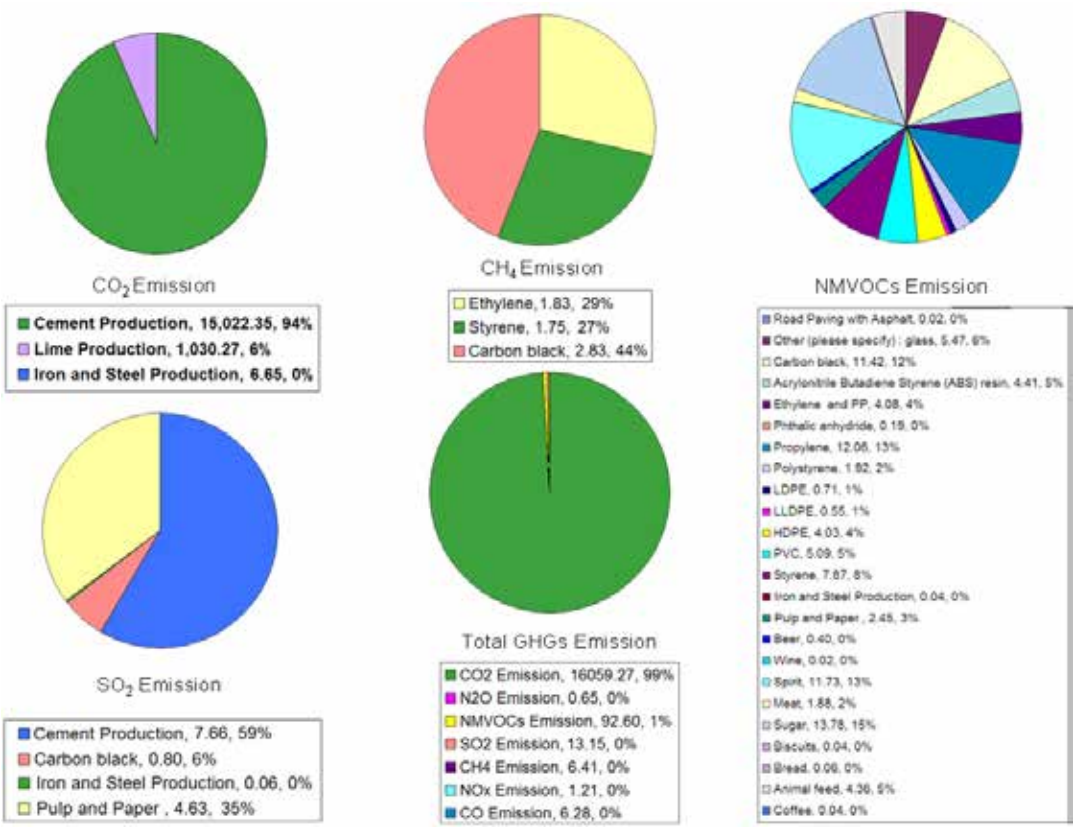


รูปที่ 4.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

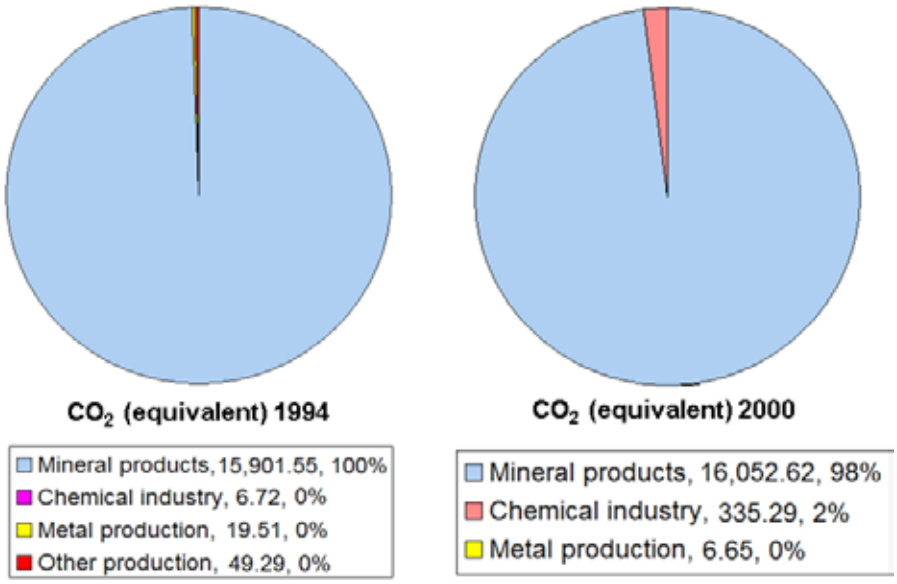
รูปที่ 4-2 แสดงผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในทุกกลุ่ม (ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994)) รูปที่ 4-3 (ปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)) และรูปที่ 4-4 เป็นการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) และปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 4.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994)



รูปที่ 4.3 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากทุกกลุ่มอุตสาหกรรมในปี พ.ศ 2543 (ค.ศ. 2000)



รูปที่ 4.4 ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าที่ปล่อยจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เปรียบเทียบกับ ปีพ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994)

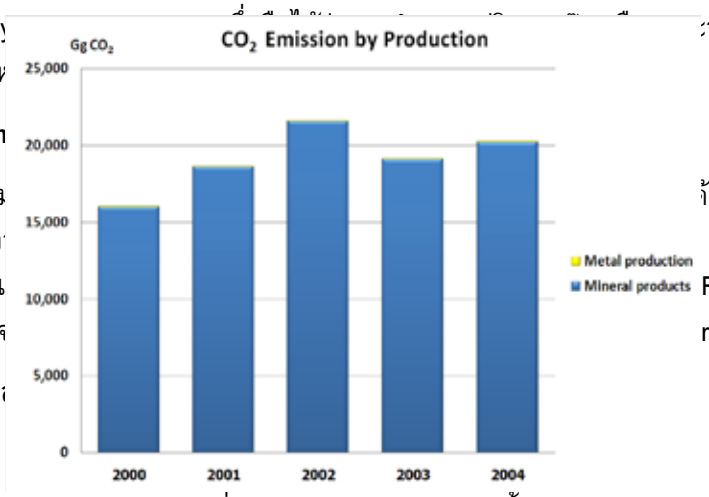
ก๊าซเรือนกระจก สำหรับแต่ละประเภทเชื้อเพลิงและชนิดของเทคโนโลยีการผลิตพลังงาน สามารถใช้ค่าที่มีการแนะนำในคู่มือที่ระบุไว้ในบัญชี เช่น 1996 ของ IPCC (IPCC Guidelines 1996) ได้เลย หรือจะเป็นค่าที่ได้จากการศึกษา

รูปที่ 4.5 ถึง 4.8 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในช่วงปี พ.ศ. 2543 ถึง 2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่า อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และการผลิตปูนขาวมีปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด เมื่อเทียบกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ส่วนแหล่งปล่อยที่สำคัญของก๊าซมีเทนเกิดจากการผลิตเอทิลีนในกลุ่มของผลิตภัณฑ์เคมี เช่นเดียวกัน กลุ่มของผลิตภัณฑ์เคมียังเป็นแหล่งปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์มากที่สุด นอกจากนี้แล้ว ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมยังเป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่ม 2F การใช้สารฮาโลคาร์บอน และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์

1B1 สาขาเชื้อเพลิงแข็ง (Solid Fuels)

• ข้อมูลกิจกรรม

เนื่องจากปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เล็ดลอดจากการทำเหมืองถ่านหินมีปริมาณน้อยมาก จนถือได้ว่าไม่ใช่เป็นแหล่งปล่อยหลัก (Not Key [illegible] จากที่เล็ดลอดออกมาแบบ เทียร์ (Tier) 1 ก็มีความเห[illegible]



• ค่าการปล่อย (Em[illegible]

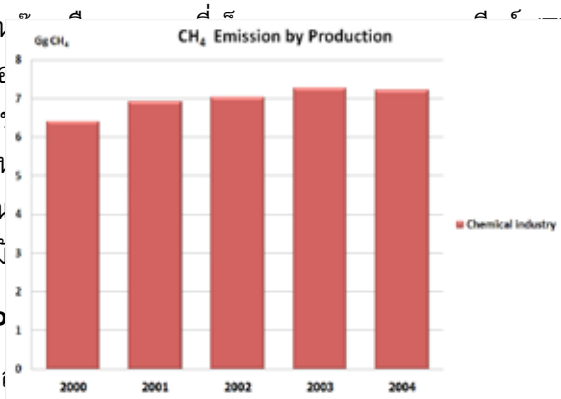
จากการคำนวณปริม[illegible] ได้ผลลัพธ์ที่มีความละเอียดและแม่นยำมากยิ่งขึ้น คว[illegible] Factor) ก๊าซเรือนกระจกสำหรับการทำเหมืองถ่าน[illegible] Factor) ก๊าซเรือนกระจกเฉพาะหรือจะเป็นค่าที่ได้จ[illegible] r Basin Specific Method)

1B2 สาขาน้ำมันแ[illegible]

• ข้อมูลกิจกรรม

เนื่องจากปริมาณการก๊าซเรือนกระจกที่เล็ดลอดจากการขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติมีปริมาณค่อนข้างมากเมื่อพิจารณาเฉพาะในกลุ่มของ Fugitive Emission ซึ่งเกิดขึ้นจากหลายๆ จุดระหว่างกระบวนการขุดเจาะและกระบวนการผลิต ดังนั้นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เล็ดลอดออกมาจากกระบวนการดังกล่าวนั้น จะทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เล็ดลอดออกมาแค่เพียงแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) นั้น ผลลัพธ์ที่ได้อาจจะมีค่าความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก ดังนั้นจะต้องทำการคำนวณแบบ เทียร์ 2, 3 (Tier 2, 3) ซึ่งข้อมูลกิจกรรมที่นำมาใช้ในการคำนวณปริมาณ[illegible] ier) ดังกล่าวนั้น ต้องการข้อมูลกิจกรรมในหลายๆ ส่วน เช่น ข้อ[illegible] s Drilled), ปริมาณน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้จากหลุม[illegible] มันดิบและก๊าซธรรมชาติที่ทำการลำเลียงมายังแหล่งที่ทำการกลั่[illegible] ริมาณน้ำมันดิบที่เข้าสู่กระบวนการกลั่น (Oil Refining), ปริมาณ[illegible] รวมถึง ปริมาณการเผาไหม้ส่วนที่เกินในระหว่างการขุดเจาะน้ำมั[illegible]

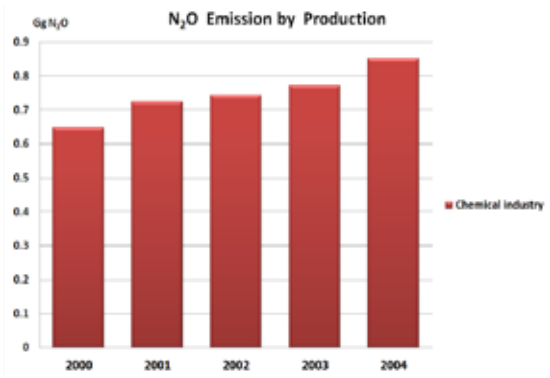
รูปที่ 4.5 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)



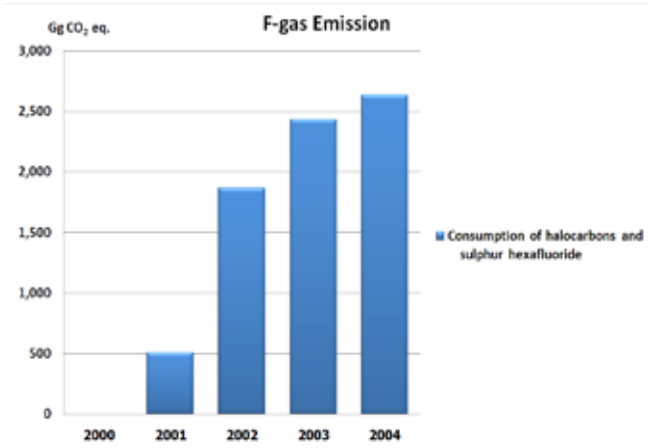
• ค่าการปล่อย (Emissio[illegible]

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีความ[illegible] บบ เทียร์ 2, 3 (Tier 2, 3) ซึ่งค่าการปล่อย (Emission Factor)ก๊าซเรือนกระจก สำหรับการขุดเจาะน้ำมันดิบและก๊าซธรรมชาติ จะต้องเป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกเฉพาะ (Site Specific System) หรือจะเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาจากพื้นที่แหล่งขุดเจาะแต่ละแหล่งโดยเฉพาะ และข้อมูลที่จะนำมาคำนวณค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกนั้นต้องมีรายละเอียดถึง ค่าอัตราส่วนก๊าซธรรมชาติที่ผลิตได้จากน้ำมันที่ผลิตได้จากน้ำมันดิบที่ถูกขุดเจาะขึ้นมา (GOR), ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิต ($Q_{Gas\text{-}fuel}$), ปริมาณก๊าซธรรมชาติส่วนเกินที่ถูกเผาทิ้ง ($Q_{Gas\text{-}flared}$), ปริมาณก๊าซธรรมชาติที่ถูกฉีดพ่นกลับไปยังหลุม ($Q_{Gas\text{-}inj}$), ปริมาณก๊าซที่ถูกใช้ในกระบวนการอื่นๆ ($Q_{Gas\text{-}other}$), ค่าอัตราการรั่วไหลของก๊าซที่เกิดจากกระบวนการต่าง (L_x) เป็นต้น

รูปที่ 4.6 การปล่อยก๊าซ CH_4 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)



รูปที่ 4.7 การปล่อยก๊าซ N_2Oจำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)



รูปที่ 4.8 การปล่อยก๊าซ F-gas จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)

4.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) กับข้อมูลในรายงานจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) นั้น พบว่ามีข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกและก๊าซอื่นๆ ทั้งสิ้น 3 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) สารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOC) แต่ข้อมูลที่ได้ในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) นั้น มีก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ ไนโตรเจนออกไซด์ แต่ยังไม่มีข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่ม 2F การใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เนื่องจากกรมศุลกากรเริ่มดำเนินการเก็บข้อมูลการนำเข้าและส่งออกสารในกลุ่มนี้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) เป็นต้นมา เนื่องจากค่า Global Warming Potential (GWP) ของสารในกลุ่ม 2F มีค่าสูงมาก จึงน่าจะส่งผลต่อค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกในภาพรวมของภาคอุตสาหกรรมหลังจากปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกของปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) กับ พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แล้วจะพบว่า การคำนวณในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) นั้นมีจำนวนข้อมูลที่มากขึ้นกว่าเดิมมาก โดยเฉพาะในกลุ่มของผลิตภัณฑ์เคมี และอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) เมื่อพิจารณา

แหล่งปล่อยหลัก อุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และการผลิตปูนขาว ยังเป็นแหล่งปล่อยหลักของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ขณะที่แหล่งปล่อยหลักของสารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทนนั้นเป็นอุตสาหกรรมการผลิตวิสกี้ ส่วนแหล่งปล่อยที่สำคัญของก๊าซมีเทนเกิดจากการผลิตเอทิลีน แต่ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แหล่งปล่อยหลักของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ยังคงมาจากมาจากอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์และการผลิตปูนขาว แต่แหล่งปล่อยสารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทนนั้นเกิดจากหลากหลายอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ อุตสาหกรรมการผลิตแก้ว อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม เป็นต้น แหล่งปล่อยหลักของก๊าซมีเทนมาจากการผลิตคาร์บอนแบลค เอทิลีนและสไตรีน

ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ทั้งสิ้น 231.14 Gg โดยมีอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นแหล่งปล่อยหลัก ปริมาณก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้น 6.09 Gg ปริมาณการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทนลดลง 2,419.99 Gg เป็นที่น่าสังเกตว่าปริมาณการปล่อยสารระเหยอินทรีย์ที่ไม่ใช่มีเทนจากวิสกี้ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) นั้นมีค่าสูงถึง 2,485.24 Gg (ข้อมูลจากธนาคารแห่งประเทศไทย) แต่ค่าที่คำนวณได้ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) นั้น วิสกี้จัดอยู่ในกลุ่ม Spirit มีค่าการปล่อย (Emission Factor) เพียง 11.73 Gg (ข้อมูลจากกรมสรรพสามิต) ซึ่งอาจเกิดจากแหล่งที่มาของข้อมูลและค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 Equivalent) ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เท่ากับ 16,394.56 Gg เพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) เล็กน้อยเท่ากับ 417.49 Gg หรือคิดเป็นร้อยละ 3.51 ในปี พ.ศ.2537 (ค.ศ.1994) มีอุตสาหกรรมการผลิตแร่ (Mineral Industry) เป็นแหล่งปล่อยหลัก ขณะที่ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) นอกจากอุตสาหกรรมการผลิตแร่แล้วยังมีอุตสาหกรรมเคมีเป็นแหล่งปล่อยอันดับที่สอง ทั้งนี้เนื่องจากสถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยมีการจัดทำฐานข้อมูลที่มีความละเอียดมากขึ้น ทำให้สามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากกลุ่มอุตสาหกรรมนี้ได้ อย่างไรก็ตามแนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมจะสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการมีอุตสาหกรรมเหล็กต้นน้ำในปี พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) ตลอดจนความต้องการใช้สารเคมีในกลุ่ม 2 F สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ซึ่งเริ่มเก็บข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) เป็นต้นมา เนื่องจากสารในกลุ่มนี้นั้นมีค่า GWP สูงมาก จึงอาจจะส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยรวมของภาคอุตสาหกรรมสูงขึ้น

4.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะอ้างอิงวิธีการคำนวณจากคู่มือ IPCC Good Practice Guidance (1996) ซึ่งได้อธิบายวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนอย่างละเอียด ในการคำนวณจะใช้ค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) แต่ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนจากข้อมูลทั้งสองได้ สามารถอ้างอิงจากการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ (Expert judgment) ได้ มีเพียงอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ที่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนของปริมาณปล่อยได้ เนื่องจากว่าค่าการปล่อย (Emission Factor)ที่อ้างอิงจากคู่มือ IPCC (1996) นั้น ได้ระบุค่าความไม่แน่นอนไว้ แต่สำหรับกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นนั้น นอกจากจะไม่สามารถหาค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)แล้ว ยังไม่มีค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) แม้ว่าจะอ้างอิงค่าการปล่อย (Emission Factor) ทั้งหมดจาก Emission factor database (IPCC, 1996) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้วิธีสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ซึ่งทุกหน่วยงานให้รายงานค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่ร้อยละ 5

สำหรับอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์มีค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$7.81 กลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนมีค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$100 (อ้างอิงจากคู่มือ IPCC) ส่วนกลุ่มอุตสาหกรรมอื่นๆ รายงานค่าความไม่แน่นอนร้อยละ $\pm$5 รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค (ในรายงานของภาคกระบวนการอุตสาหกรรม) โดยรวมภาคกระบวนการอุตสาหกรรมมีค่าความไม่แน่นอนรวมร้อยละ $\pm$7.27

4.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

ด้านการควบคุมคุณภาพทั้งการเก็บข้อมูล การเลือกใช้ค่าความไม่แน่นอน และการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทางทีมวิจัยได้เลือกข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานของภาครัฐที่มีหน้าที่เก็บข้อมูลโดยตรง และได้ตรวจสอบข้อมูลกับสมาคม สถาบันและโรงงานที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมนั้นๆ สำหรับข้อมูลการผลิตในบางอุตสาหกรรมที่ไม่สามารถเปิดเผยได้ ทางทีมวิจัยได้ปรึกษากับเจ้าหน้าที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้แนะนำให้ใช้ค่ากำลังการผลิตแทน นอกจากนี้ยังได้สอบถามวิธีการได้มาซึ่งข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อให้แน่ใจว่าข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่มีความถูกต้อง สามารถใช้เป็นข้อมูลของประเทศได้ สำหรับการเลือกวิธีการคำนวณนั้นจะพิจารณาตาม decision tree ในคู่มือ IPCC (1996) ซึ่งมีรายละเอียดแยกตามกลุ่มของอุตสาหกรรม ในส่วนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน ทางทีมวิจัยได้เข้าร่วมอบรมสถิติพื้นฐานและวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลจากอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อนำมาปรับใช้กับการคำนวณให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากที่สุด นอกจากนี้ ได้จัดประชุมเวทีสาธารณะเพื่อรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่อวิธีและผลการคำนวณ และได้นำมาปรับปรุงผลในรายงาน

4.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น

เนื่องจากข้อจำกัดในด้านข้อมูล วิธีการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคอุตสาหกรรมซึ่งอ้างอิงจากคู่มือ IPCC (1996) จะเป็น เทียร์ 1 (Tier 1) ทั้งหมด เมื่อได้นำเสนอผลการคำนวณด้วยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) ผ่านเวทีประชุมรับฟังความคิดเห็นจากสาธารณะ ในวันที่ 9 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 นักวิชาการ ตัวแทนหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนตัวแทนกลุ่มอุตสาหกรรม ได้เสนอให้มีการปรับวิธีการคำนวณให้เป็น เทียร์ 2 (Tier 2) สำหรับการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในครั้งต่อไป ด้วยเหตุผลที่ว่าการคำนวณด้วยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) นั้น เป็นวิธีอย่างง่าย ข้อมูลไม่มีความละเอียด อาจจะส่งผลให้ผลการคำนวณมีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงสูง หากเป็นเช่นนั้นจะส่งผลต่อการตัดสินใจและวิธีการดำเนินนโยบายของรัฐบาลและภาคเอกชนในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งการพัฒนาวิธีการคำนวณเป็น เทียร์ 2 (Tier 2) นั้น จะต้องมีการเก็บข้อมูลที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น นอกจากข้อมูลปริมาณการผลิต จะต้องมีข้อมูลลึกลงไปในกระบวนการผลิต เช่น ความบริสุทธิ์ของสารตั้งต้น ชนิดและสัดส่วนของสารตั้งต้น ปริมาณการนำเข้า-ส่งออก ปริมาณสูญหายในระหว่างการผลิต การใช้งาน และข้อมูลการกำจัด ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาคำนวณค่าการปล่อย (Emission factor) ที่เหมาะสมของประเทศได้ ปัจจุบันค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ในการคำนวณในรายงานครั้งนี้เป็นค่าที่อ้างอิงจากคู่มือ IPCC (1996) ทั้งหมด โดยค่าการปล่อย (Emission Factor) ของประเทศที่จะนำมาใช้ในการคำนวณในระดับ เทียร์ 2 (Tier 2) นั้นจะต้องมีการเผยแพร่และเป็นที่ยอมรับในระดับประเทศ จึงสามารถนำมาใช้ในการคำนวณได้ สิ่งสำคัญคือความร่วมมือของทั้งภาครัฐ เอกชน และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบ ข้อมูลมีความละเอียดเพียงพอ ถูกต้องและตรวจสอบได้ ตลอดจนควรมีการสนับสนุนงบประมาณสำหรับงานวิจัยเพื่อเร่งพัฒนาค่าการปล่อย (Emission Factor)เฉพาะของประเทศ (Country Specific) เหล่านี้จะช่วยให้การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในครั้งต่อไปมีถูกต้องแม่นยำมากยิ่งขึ้น

บทที่ 5 ภาคการเกษตร (Agriculture)

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรโดยใช้วิธีตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ซึ่งใช้การคำนวณในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นปีฐาน โดยแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้ดังนี้

1. กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation)
2. กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)
3. กลุ่มนาข้าว (Rice Cultivation)
4. กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agricultural Soils)
5. กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (Field Burning of Agricultural Residues)

5.1 วิธีการคำนวณ (Methodology)

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีหลักการโดยรวมคือ ผลคูณของข้อมูลด้านกิจกรรม (Activity Data) เช่นจำนวนสัตว์ (สำหรับการคำนวณจากกลุ่มปศุสัตว์) หรือพื้นที่ที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก (สำหรับนาข้าว) หรือปริมาณปุ๋ย (สำหรับการคำนวณกลุ่ม N_2O จากดินการเกษตร) หรือปริมาณเศษวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร (เผาเศษวัสดุในพื้นที่โล่ง) ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) กับค่าการปล่อย (Emission Factor) จากกลุ่มต่างๆ สำหรับการคำนวณตาม เทียร์1 (Tier1) นั้นสามารถใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) โดยมีค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เป็นค่าแนะนำ (Default Value) ในคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ส่วนการคำนวณตามเทียร์ 2 (Tier2) จะใช้ ค่าการปล่อย (Emission Factor) ของประเทศไทยที่ได้มีการศึกษาไว้ หรือเรียกว่าเป็นค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-specific Emission Factor) นั่นเอง **รายละเอียดของสมการ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) อยู่ในรายงานภาคการเกษตรในแถบบันทึกข้อมูล**

4A กลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation)

ในกระบวนการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ หรือที่เรียกว่า Enteric Fermentation ทำให้ เกิด CH_4 ซึ่งเป็นผลพลอยได้ของผลิตภัณฑ์ (By-Product) จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในระบบย่อยอาหาร โดยปริมาณของ CH_4 ที่เกิดขึ้นนี้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนตัวของสัตว์

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรายงานฉบับนี้ เป็นการคำนวณแบบเทียร์ 2 (Tier 2) เพราะข้อมูลที่ใช้คำนวณเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ, หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และงานวิจัยในประเทศไทยซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาใช้คำนวณค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศไทยได้ เมื่อคูณกับข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ได้แก่ จำนวนปศุสัตว์รายปีแยกตามชนิดของสัตว์ โดยข้อมูลที่ได้เลือกมาใช้นั้นเป็นข้อมูลของกรมปศุสัตว์ ซึ่งมีการเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนปศุสัตว์รายปีไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2541 (ค.ศ. 1999)–พ.ศ. 2550 (ค.ศ. 2007) โดยข้อมูลดังกล่าวมีการจัดเก็บด้วยวิธีสัมมะโนประชากร กล่าวคือทำการจัดเก็บข้อมูลอย่างละเอียดจากปศุสัตว์หน่วยย่อยที่สุดแล้วจึงรวบรวมข้อมูลขึ้นมาตามลำดับขั้นจนถึงระดับประเทศ ในทุกๆ วันที่ 1 มกราคมของปีเลขคี่

4B กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)

ก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากกลุ่มการจัดการมูลสัตว์ ประกอบด้วยก๊าซหลัก 2 ชนิด คือ CH_4 และ N_2O

4B.1 การคำนวณการปล่อย CH_4

CH_4 ในส่วนนี้เกิดขึ้นจากการจัดการมูลสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าอยู่ในสภาวะไร้อากาศจะทำให้เกิดการสร้างและปล่อย CH_4 ออกมา ดังนั้นปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นในกระบวนการนี้จึงขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการมูลสัตว์ ประสิทธิภาพในการบำบัด ปริมาณและประเภทของอาหารที่สัตว์บริโภค

ในส่วนของวิธีการคำนวณปริมาณการปล่อย CH_4 จาก Manure Management แบบเทียร์ 2 (Tier 2) ใช้สมการที่ 2-5 (ในรายงานของภาคเกษตร) ในการคำนวณ มีค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้เป็นค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor) ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณของแข็งที่ระเหยได้, ความสามารถในการผลิตมีเทนของสัตว์แต่ละชนิด, ระบบการจัดการ และสภาพภูมิอากาศโดยที่ ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ (VS) นั้น ยังขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์, ปริมาณและชนิดของอาหารที่ให้ และความสามารถในการย่อยสลายของสัตว์แต่ละชนิด

4B.2 การคำนวณการปล่อย N_2O

N_2O ที่เกิดขึ้นในส่วนของ Manure Management นี้เกิดขึ้นระหว่างการเก็บและรักษาของเสียก่อนที่จะถูกนำไปใช้ในดินโดยที่การปล่อย N_2O จากของเสียนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณไนโตรเจนและคาร์บอนของของเสียนั้น, ช่วงเวลาในการกักเก็บ และวิธีการจัดการกับของเสีย

การคำนวณปริมาณการปล่อย N_2O จาก Manure Management แบบ (เทียร์ 1) Tier 1 นั้นสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2-8 (ในรายงานของภาคเกษตร) โดยใช้ค่า $N_{(T)}$ จากกรมปศุสัตว์ และค่า $Nex_{(T)}$, $AWMS_{(T)}$ และค่า $E_{3(AWMS)}$ จากค่าแนะนำ (Default Value) ในคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

การคำนวณ N_2O ใน Manure Management แบบเทียร์ 2 (Tier 2) นั้น ยังคงใช้สมการที่ 2-8 (ในรายงานของภาคเกษตร) ในการคำนวณ แต่ใช้ค่า $Nex_{(T)}$, $AWMS_{(T)}$ และค่า $E_{3(AWMS)}$ เป็นค่าเฉพาะของประเทศไทย ซึ่งในรายงานของ INC ใช้ค่า $Nex_{(T)}$ และค่า $E_{3(AWMS)}$ จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

4C กลุ่มนาข้าว (Rice Field)

ก๊าซเรือนกระจกตัวสำคัญที่ปล่อยจากนาข้าว คือ CH_4 โดย CH_4 ที่เกิดจากกระบวนการทางชีวภาพ โดยมีจุลินทรีย์กลุ่มสร้างCH_4 (methanogens) ย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาพไร้อากาศที่เกิดขึ้นหลังจากการขังน้ำในนาข้าว CH_4 นี้จะถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศได้ โดยการเคลื่อนที่ผ่านช่องว่างในลำต้นข้าว (aerenchyma) เป็นหลัก จึงมีปัจจัยหลายอย่างส่งผลกระทบต่อปริมาณการปล่อย CH_4 จากนาข้าว เช่น อิทธิพลของพันธุ์ข้าว การจัดการน้ำ การจัดการฟางข้าว การใช้ปุ๋ยและการเติมอินทรีย์วัตถุ ในดิน เป็นต้น ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC โดยการคำนวณการปล่อย CH_4 จากนาข้าวคิดจากพื้นที่เก็บเกี่ยว (Harvest Area) คูณด้วยค่าการปล่อย(Emission Factor)

การใช้เทียร์ 2 (Tier 2) ในการคำนวณในครั้งนี้ โดยแบ่งประเภทของการปลูกข้าว ตามการจัดการน้ำ การจัดการปุ๋ย วิธีการปลูก เป็นข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากนาข้าวที่เป็นค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-specific Emission Factor) แทนที่ค่าแนะนำ (Default Value) ในคู่มือการ

จัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ซึ่งค่าการปล่อย (Emission Factor) สามารถหาได้จากผลการศึกษาการปล่อย CH_4 จากนาข้าวแต่ละรูปแบบในประเทศไทย ที่เป็นการวัดจริงในแปลงทดลองหรือพื้นที่นาจริงของเกษตรกร

4D กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agriculture Soil)

N_2O ในดินเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระบวนการ Nitrification และ Denitrification ในกิจกรรมการทำการเกษตร โดยเฉพาะจากการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน ทั้งในรูปของปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์ (เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยพืชสด) ซึ่งบางส่วนของปุ๋ยจะสูญเสียไปโดยกระบวนการ Nitrification และ Denitrification และมีการปล่อย N_2O ออกมาโดยตรง (Direct Emission) อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ลงไปในดิน ยังสามารถกระตุ้นให้มีการย่อยสารประกอบไนโตรเจนที่มีอยู่ในดินก่อนหน้าอยู่แล้ว ซึ่งกระบวนการนี้ก็ส่งผลให้ดินปล่อย N_2O จำนวนหนึ่ง ซึ่งเรียกการปล่อยจากกระบวนการนี้ว่า การปล่อยโดยทางอ้อม (Indirect Emission) การปล่อยโดยอ้อมยังรวมถึงการสูญเสียไนโตรเจนจากกระบวนการอื่นๆ เช่น การชะล้าง การระเหยในรูปของก๊าซแอมโมเนีย เป็นต้น ซึ่งในการคำนวณการปล่อย N_2O จากดินที่ทำการเกษตรนี้จะดำเนินการทั้งที่เป็นการปล่อยโดยตรงและโดยอ้อมตามวิธีการของคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC เป็นหลัก

ในการคำนวณการปล่อย N_2O ในครั้งนี้ มีข้อแตกต่างไปจากการคำนวณใน INC กล่าวคือ 1) ค่าการปล่อย (Emission Factor)ได้ใช้ค่าที่ปรับใหม่ โดยใน INC ใช้ค่า 0.025 kg N_2O-N/kg N แต่ใน SNC ครั้งนี้ใช้ค่า 0.01 kg N_2O-N/kg N เนื่องจากเป็นค่าแนะนำ(Default Value) ให้ใช้คู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 2006 ของ IPCC ซึ่งเกิดจากการศึกษาที่หลากหลายและน่าจะเป็นค่าที่ถูกต้องกว่า 2) ในการศึกษาครั้งนี้ไม่รวมการปล่อย N_2O จากการตรึงไนโตรเจน เพราะจากการศึกษาล่าสุด(คู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 2006 ของ IPCC) พบว่ามีการปล่อย N_2O ออกมาจากกระบวนการดังกล่าวน้อยมาก นอกจากนี้ใน INC มีการคำนวณการปล่อย N_2O จากการใส่ compost แต่เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่ชัดเจนและสัดส่วนของการปล่อยต่อการปล่อย N_2O รวมมีค่าน้อย การศึกษาครั้งนี้จึงไม่รวมการคำนวณในส่วนนี้ 3) ใน INC ไม่คำนวณการปล่อย N_2O จากนาข้าว แต่จากการศึกษาในระยะต่อมาพบว่า นาข้าวก็เป็นแหล่งที่ปล่อย N_2O ด้วย ในการศึกษาครั้งนี้จึงรวมการปล่อย N_2O จากนาข้าวด้วย โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) 0.003 kg N_2O-N/kg N และ 4) ใช้ค่า Residue to Crop Ratios, Fraction Burned, Dry Matter Fraction ในพืชบางชนิดจากข้อมูลที่ศึกษาเพิ่มเติมจากที่ให้ไว้ใน INC

4E กลุ่มการเผาทุ่งหญ้าแบบซาวานา **(Prescribed Burning of Savannas)**

จากการรวบรวมข้อมูลพื้นที่ทุ่งหญ้าแบบซาวานาที่ใช้เพื่อการทำปศุสัตว์ในประเทศไทย โดยใช้ข้อมูล Landuse Map ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) ของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่ามีปริมาณพื้นที่น้อยมาก เมื่อเทียบกับพื้นที่การเกษตร และจากการรวบรวมข้อมูลการเผาทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย พบว่าเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ไม่นิยมเผาทุ่งหญ้า ดังนั้นในการจัดทำบัญก๊าซเรือนกระจกจากการเผาชีวมวลในที่โล่งครั้งนี้ ผู้ศึกษาจึงไม่ได้นำ กลุ่ม Prescribed Burning of Savannas มาใช้ในการประเมินหาค่าการปล่อย (Emission Factor) มลพิษจากการเผาชีวมวลในที่โล่ง

4F กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง **(Field Burning of Agricultural Residues)**

วิธีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกทางการเกษตร จะขึ้นอยู่กับ 1) สัดส่วนของจำนวนและประสิทธิภาพของชีวมวลที่ถูกเผา และสัดส่วนของคาร์บอนในชีวมวล (Carbon Content) 2) อัตราการปล่อยของ CH_4, CO, N_2O และ NO_x สำหรับกิจกรรมการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ควรจะใช้ค่าเฉลี่ยอย่างน้อย 3 ปี เพื่อความถูกต้องในการคำนวณ

<u>ขั้นตอนที่ 1</u> การคำนวณการปล่อยคาร์บอนจากการเผาวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกทางการเกษตร (Total Carbon Released from Burning Agricultural Residues)

- จำนวนผลผลิตและเศษวัสดุเหลือใช้ที่จะถูกเผากำจัดทิ้ง (Amount of Crops Produced with Residues That are Commonly Burned)
- สัดส่วนของเศษวัสดุเหลือใช้ต่อผลผลิต (Ratio of Residue to Crop Product)
- สัดส่วนของเศษวัสดุเหลือใช้ที่ถูกเผา (Fraction of Residue Burned)
- สัดส่วนน้ำหนักแห้งของเศษวัสดุเหลือใช้ (Dry Matter Content of Residue)
- Fraction Oxidised in Burning
- สัดส่วนคาร์บอนในชีวมวล (Carbon Content of the Residue)

สำหรับในกรณีที่ไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล เราสามารถใช้ค่าแนะนำ (Default Value) จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

<u>ขั้นตอนที่ 2</u> การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุเหลือใช้จากการเพาะปลูกทางการเกษตร (The Non-CO_2 Trace Gas Emissions from Agricultural Residues Burning)

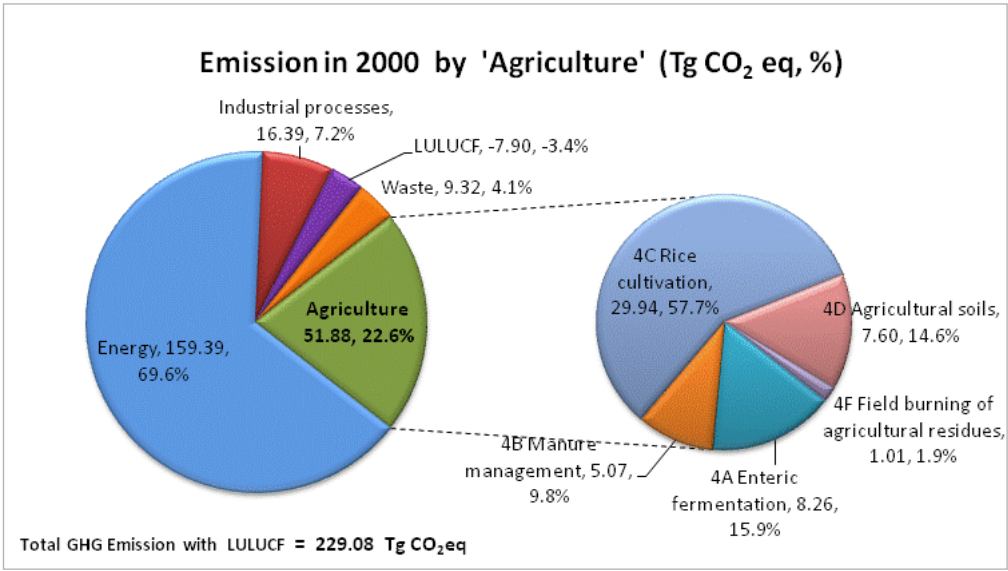
สำหรับในประเทศไทย พบว่า ข้อมูลสถิติผลผลิตการเกษตรมีการเก็บรวบรวมโดยหน่วยงานของรัฐบาลทุกประเภทพืชและมีความต่อเนื่องของข้อมูล รวมถึงค่าสัดส่วนชีวมวลต่อผลผลิตการเกษตรก็เช่นเดียวกัน มีการศึกษาโดยหน่วยงานรัฐบาลและงานวิจัยต่างๆเป็นจำนวนมาก แต่สำหรับ Fraction of Residues Burned in Field พบว่ามีการศึกษาไว้เพียงพืชที่มีการเผามากในประเทศไทย 3 ชนิด ได้แก่ ข้าว อ้อย และข้าวโพด และสำหรับตัวแปรอื่นๆ พบว่า ไม่มีการศึกษาไว้ในประเทศไทยจึงจำเป็นต้องใช้ค่าแนะนำ (Default Value) จากหนังสือคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ดังนั้นจากความพร้อมของข้อมูลในประเทศไทยจึงสามารถคำนวณได้ในระดับเทียร์ 2 (Tier 2)

5.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร ในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ 22.60 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ สูงเป็นอันดับ 2 รองจากภาคการใช้พลังงานเท่านั้น เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกตัวสำคัญที่ปล่อยจากภาคการเกษตรคือ CH_4 และN_2O ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 21 เท่า และ 310 เท่า ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในภาคการเกษตร พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ที่ปล่อยออกจากกลุ่มนาข้าวสูงที่สุด อันดับรองลงมาคือกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation), การปล่อย N_2Oจากกลุ่มดินที่ทำการเกษตร (Agricultural soils), กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ และกลุ่มการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 29.94, 8.25, 7.82, 5.07 และ 1.01 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 5.1 สำหรับตารางที่ 5.1 แสดงผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แยกตามชนิดของก๊าซเรือนกระจกในหน่วย กิกะกรัม (Gg) ส่วนผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการเกษตรในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000–2004) ดังแสดงในตารางที่ 5.2 และรูปที่ 5.2 -5.3 ซึ่งมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม อยู่ในช่วงระหว่าง 51-56 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ทั้งนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยหลังจากปีพ.ศ. 2545 (ค.ศ.2002) เนื่องมาจากแหล่งปล่อยหลักในภาคการเกษตรมาจากส่วนการเกิด CH_4

จากนาข้าว ซึ่งการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากนาข้าวจะอาศัยข้อมูลด้านพื้นที่เก็บเกี่ยว มาคำนวณร่วมกับค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor)ซึ่งเป็นค่าคงที่ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ทำการเกษตร มีค่าค่อนข้างคงที่ จึงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก นอกจากนี้ในกลุ่มการปล่อย N_2O จากดินเกษตร และการเผาเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างคงที่ด้วยเช่นกัน ส่วนในกลุ่มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคปศุสัตว์ (Enteric Fermentation, Manure Management) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นทุกปีตามปริมาณสัตว์ที่เพิ่มขึ้น



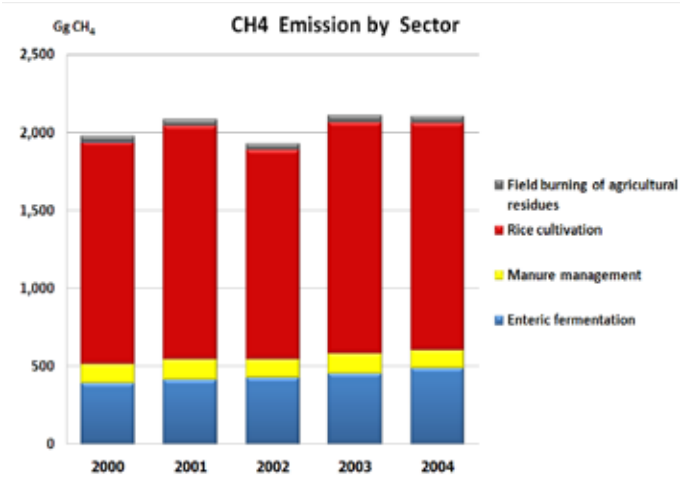
รูปที่ 5.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคการเกษตรตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

ตารางที่ 5.1 ผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร ในปีพ.ศ.2543 (ค.ศ.2000)

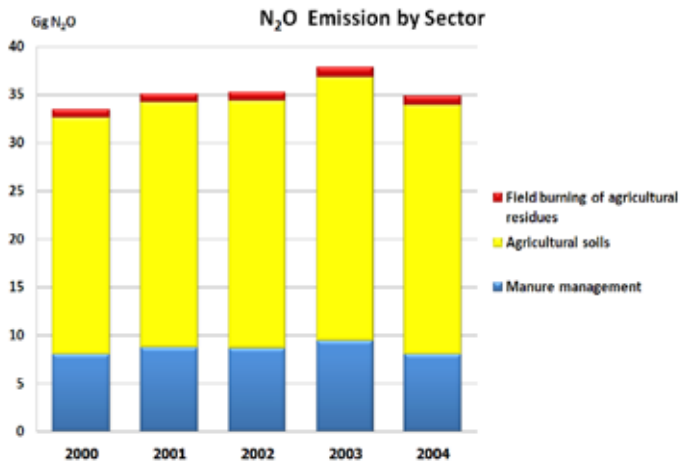
Greenhouse gas source and sink categories	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	NO_x (Gg)	CO (Gg)
4. Agriculture (Total)	**1,977.0**	**34.1**	**29.9**	**754.1**
A. Enteric fermentation	393.3			
B. Manure management	122.0	8.1		
C. Rice cultivation	1,425.7			
D. Agricultural soils		24.5		
E. Prescribed burning of savannahs	0	0	0	0
F. Field burning of agricultural residues	35.9	0.8	29.9	754.1
G. Other (please specify)	0	0	0	0

ตารางที่ 5.2 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก จากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)

	CH_4 (Gg)	N_2O (Gg)	Total (Gg CO_2 eq)
2000	1976.96	33.43	51878.83
2001	2083.76	35.09	54637.17
2002	1927.94	35.26	51417.64
2003	2112.14	37.80	56073.91
2004	2104.74	34.85	55002.26



รูปที่ 5.2 ปริมาณก๊าซมีเทนจากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) แยกตามแหล่งการปล่อย (หน่วย : Gg เท่ากับ พันตัน)



รูปที่ 5.3 ปริมาณก๊าซไนตรัสออกไซด์จากภาคการเกษตร ใน พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000 – 2004) แยกตามแหล่งการปล่อย (หน่วย : Gg เท่ากับ พันตัน

5.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication

4A กลุ่มการหมักระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคปศุสัตว์จากกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation) ใช้วิธีการคำนวณแบบเทียร์ 2 (Tier 2) โดยโคเนื้อมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณมากที่สุดคิดเป็นประมาณร้อยละ 71 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในส่วนของกลุ่มการหมักในกลุ่มนี้ รองลงมาเป็นกระบือประมาณร้อยละ 21 และโคนมประมาณร้อยละ 5 ตามลำดับ เนื่องมาจากสัตว์ทั้ง 3 ชนิดนี้มีขนาดตัวที่ใหญ่ น้ำหนักมาก มีการบริโภคอาหารมากและมีลักษณะของระบบย่อยอาหารแบบกระเพาะรวม ทำให้มีการผลิตก๊าซมากตามไปด้วย และในประเทศไทยมีการเลี้ยงโคเนื้อในจำนวนที่มากกว่าโคนมและกระบือ โคเนื้อจึงมีการผลิตก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดในบรรดาสัตว์ทั้ง 3 ชนิดนี้

โดยข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่ใช้คือจำนวนปศุสัตว์รายปีแยกตามชนิดของสัตว์โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับในรายงานแห่งชาติฉบับแรก (Initial National Communication: INC) ที่ใช้ข้อมูลจำนวนปศุสัตว์รายปีแยกตามชนิดของสัตว์ของทางกรมปศุสัตว์เช่นเดียวกัน

จากรายงานบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งแรกนั้นได้ทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) มาจาก 2 ส่วน กล่าวคือในส่วนของโคนม, โคเนื้อ และกระบือ ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนจากการย่อยอาหารสูง ค่าการปล่อย (Emission Factor) จึงใช้จากการคำนวณโดยใช้สมการ 2-2 และ 2-3 (ในรายงานของภาคการเกษตร) ในส่วนสุกรและสัตว์ปีกใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

สำหรับค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศไทย (Country-Specific Emission Factor) นั้นได้ทำการคำนวณจากสมการที่ 2-2 และ 2-3 (ในรายงานของภาคการเกษตร) โดยใช้ข้อมูลจากรายงาน งานวิจัย และผู้เชี่ยวชาญในประเทศทำให้ได้ค่าการปล่อยที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศไทย

4B กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคปศุสัตว์ในส่วนของการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management) ซึ่งแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกคือการปล่อย CH_4 ที่เกิดขึ้นจากการจัดการมูลสัตว์ ได้ใช้การคำนวณแบบเทียร์ 2 (Tier 2) โดยใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากกรมปศุสัตว์ และใช้ค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศไทย (Country-Specific Emission Factor) ผลการคำนวณที่ได้จะเห็นว่า CH_4 ที่เกิดจากการจัดการมูลสุกรมีปริมาณมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 67 ของปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นจากส่วนนี้ทั้งหมด ในส่วนที่สองเป็นการปล่อย N_2O จากการจัดการมูลสัตว์ ใช้การคำนวณแบบเทียร์2 (Tier2) ซึ่งใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากกรมปศุสัตว์ โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) และค่า $Nex_{(T)}$ จากรายงานคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC และค่า $AWMS_{(T)}$ จากผู้เชี่ยวชาญ ผลการคำนวณพบว่าปริมาณ N_2O ที่ปล่อยออกมาจากโคเนื้อมีปริมาณมากที่สุดถึงร้อยละ 40 ในขณะที่มีการปล่อยจากโคนม, กระบือ และสุกรใกล้เคียงกัน

จากการศึกษารายงาน INC พบว่าในการคำนวณปริมาณ CH_4 จากกลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management) ได้มีการคำนวณทั้งแบบ เทียร์ 1 (Tier 1) และแบบเทียร์ 2 (Tier 2) โดยที่แบบเทียร์ 2 (Tier 2) จะใช้ในการคำนวณกลุ่มของโคนม, โคเนื้อ, กระบือ และสุกร และใช้การคำนวณแบบเทียร์ 1 (Tier 1) สำหรับสัตว์ปีกในส่วนของ N_2O ใช้การคำนวณแบบเทียร์ 2 (Tier 2) โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่งแบ่งตามชนิดของระบบการจัดการของเสียตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

ผลการคำนวณพบว่าปริมาณ CH_4 ที่เกิดขึ้นในส่วนของกลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management) ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เทียบกับปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ซึ่งเป็นปีที่คำนวณไว้ในรายงานของ INC นั้นลดลงจาก 139.369 Gg CH_4/ yr เหลือ 122.039 Gg CH_4/ yr คิดเป็นประมาณร้อยละ 12 เกิดจาก 2 สาเหตุคือ สาเหตุแรกเป็นเพราะปริมาณการเลี้ยงสัตว์หลักๆทั้งกระบือ, โคเนื้อ และสุกร ที่ลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) แล้ว ในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ.2000) มีการเลี้ยงกระบือ, โคเนื้อ และสุกร ลดลงถึงประมาณร้อยละ 60, 34 และ 8.5 ตามลำดับ

สาเหตุที่สองเนื่องมาจากในการคำนวณของรายงาน INC ในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และ SNCปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) นั้นได้ทำการคำนวณโดยใช้การคำนวณแบบเทียร์ 2 (Tier 2) เช่นเดียวกัน แต่มีการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ต่างกัน โดยค่าการปล่อยที่ใช้เป็นค่าเฉพาะของประเทศไทยที่คำนวณขึ้นจากปีนั้นๆ เป็นปีฐาน และเมื่อลองทำการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) โดยใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ของปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) พบว่าค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แตกต่างกันนี้ส่งผลให้ปริมาณ CH_4 แตกต่างกันประมาณร้อยละ 2.4 ส่วน N_2O เพิ่มขึ้นจาก 19.192 Gg N_2O/yr เป็น 19.743 Gg N_2O/yr คิดเป็นร้อยละ 2.87 สาเหตุเนื่องมาจากการจัดการมูลสัตว์บางส่วนที่มีการเปลี่ยนรูปแบบไป

4C กลุ่มนาข้าว (Rice Field)

การเปรียบเทียบค่า ข้อมูลกิจกรรม(Activity Data) ใน INC และ SNC

การคำนวณปริมาณการปล่อย CH_4 จากนาข้าวนั้นมีการใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) คือ พื้นที่นาข้าวในแต่ละประเภท โดยแหล่งข้อมูลที่สำคัญ ได้แก่รายงานผลการสำรวจข้าวนาปี, รายงานผลการสำรวจข้าวนาปรัง ของศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งข้อมูลที่มีคุณภาพ ผ่านการตรวจสอบจากหน่วยงานที่รับผิดชอบ และมีการจัดเก็บรวบรวมที่เป็นมาตรฐานต่อเนื่องกันทุกปี ซึ่งสามารถขอข้อมูลย้อนหลังได้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533-2550 (ค.ศ. 1990-2007)

โดยในรายงาน INC ปีพ.ศ.2537(ค.ศ.1994) นั้นใช้ข้อมูลพื้นที่รวมนาข้าวเท่ากับ 9,567,149 ha ตามเอกสารสถิติการเกษตร 1994/95 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยมีสมมุติฐานดังนี้

- ประเภทของนาปีและนาปรัง โดยพื้นที่นาปีแบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่

1) นาไร่ (Upland),

2) นาชลประทาน (Irrigated) แบ่งลักษณะการจัดการน้ำเป็น Continuously Flooded และ Intermittently Flooded,

3) นาน้ำฝน (Rain-fed) แบ่งลักษณะการจัดการน้ำเป็น Flood Prone และ Drought Prone,

4) นาข้าวขึ้นน้ำ (Deepwater Areas) สำหรับนาปรังถือเป็นนาชลประทานทั้งหมดถือเป็น Continuously Flooded

- การเติมสารอินทรีย์ให้แก่ดินนา โดยมีสมมุติฐานให้มีการเติม Organic Matter ร้อยละ 50

ส่วนการคำนวณในรายงานฉบับนี้ ใช้สมมุติฐานประเภทของนาคล้ายกัน แต่เพิ่มความละเอียดโดยแยกพื้นที่เก็บเกี่ยวออกเป็นภาคเหนือ, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคกลาง และภาคใต้ ตามเขตชลประทาน, นอกเขตชลประทาน รวมถึงนำพื้นที่นาที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีเข้ามาเป็นปัจจัยในการแบ่งพื้นที่นาออกเป็นลักษณะต่างๆตามที่สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรได้ทำการสำรวจไว้ในรายงาน และสถิติการเกษตรประจำปี ซึ่งจากการสำรวจและเก็บข้อมูลของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรพบว่าเกษตรกรร้อยละ 90 ใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกข้าว แต่ยังขาดการเก็บข้อมูลการใช้ปุ๋ยอินทรีย์และปุ๋ยคอกเนื่องจากยังมีการใช้ไม่แพร่หลายและเป็นข้อมูลที่ทำการสำรวจได้ยาก

การเปรียบเทียบ ค่าการปล่อย (Emission Factor) ใน INC และ SNC

สำหรับค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ใน INC มีค่าการปล่อย (Emission Factor) CH_4 จากนาข้าวที่ศึกษาในประเทศอยู่ 2 ค่า ที่นำมาใช้เป็นตัวหลักในการคำนวณ ได้แก่

1) ลักษณะนาข้าวแบบ continuously flooded ที่ไม่ใส่สารอินทรีย์ (No Fertilizer Application) มีค่าการปล่อย (Emission Factor) เท่ากับ 18.72 g CH_4/m^2

2) ลักษณะนาข้าวแบบ Continuously Flooded ที่ใส่สารอินทรีย์ (Continuously Flooded + OM) มีค่าการปล่อย (Emission Ffactor) เท่ากับ 44.04 g CH_4/m^2

โดยใช้ ค่าการปล่อย (Emission Factor) 1.56 kg CH_4/ha/day คูณกับตัวปรับค่า (Scaling Factor: SF และ Correction Ffactor: CF) ตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC เพื่อให้ได้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ในนาลักษณะต่างๆ

ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ใน รายงานฉบับนี้ ได้มาจากการรวบรวมค่าการปล่อย CH_4 จากนาข้าวที่ได้มีการศึกษาในพื้นที่นาลักษณะต่างๆ ของประเทศไทย โดยมีปัจจัยทางลักษณะภูมิประเทศ (ภูมิภาค), การจัดการน้ำ, การใส่ปุ๋ย และฤดูกาลเข้ามาเกี่ยวข้อง (ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในรายงานภาคการเกษตร ในแถบบันทึกข้อมูล) โดยใช้ค่าการปล่อยดังต่อไปนี้

- ค่าการปล่อยสำหรับนาปีในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 21.11 g CH_4/m^2 ภาคกลางและภาคใต้ เท่ากับ 18.86 g CH_4/m^2
- ค่าการปล่อยสำหรับนาปรังในภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลางและภาคใต้มีค่า 6.78 g CH_4/m^2
- Scaling Factor ของนาที่มีการปล่อยน้ำเท่ากับ 1 ส่วนนาที่เป็นนาน้ำฝนจะเท่ากับ 0.68
- Correction Factor สำหรับนาที่ใส่ปุ๋ยเคมี เท่ากับ 1 และนาที่ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เท่ากับ 2.15 สำหรับนาในภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ และ1.26 สำหรับนาในภาคกลางและภาคใต้

เมื่อทำการคำนวณเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการตาม SNC แต่ใช้ข้อมูลตามที่รายงานใน INC (ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994)) พบว่าการคำนวณตามวิธีการของ SNC ได้ปริมาณการปล่อย CH_4 น้อยกว่าประมาณร้อยละ 33.4

4D กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agriculture Soil)

สรุปผลการคำนวณการปล่อย N_2O จากแหล่งต่างๆ ซึ่งมีปริมาณการปล่อยรวมเท่ากับ 25.22 Gg N_2O ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) แยกเป็น ปริมาณการปล่อยโดยตรงรวม Grazing Animal 17.71 Gg N_2O และปริมาณการปล่อยโดยอ้อม 7.51 Gg N_2O ในจำนวนนี้แหล่งที่เป็นแหล่งปล่อยหลัก คือ Graizing Animal และ การใช้ปุ๋ยเคมีในการเกษตร ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 29 และ 28 ตามลำดับ

การเปรียบเทียบผลการคำนวณในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ระหว่าง INC และ SNC สามารถพิจารณาได้เป็น 2 ประเด็นหลักคือ

1) เมื่อคำนวณเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการตาม SNC แต่ใช้ข้อมูลตามที่รายงานใน INC พบว่า การคำนวณตามวิธีการของ SNC ได้ปริมาณการปล่อยสุทธิที่น้อยกว่าประมาณร้อยละ 24 ทั้งนี้สาเหตุหลักเนื่องมาจากการใช้ ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ต่างกัน ซึ่งใน INC ใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากการปล่อยโดยตรงคือ 0.0125 kg N_2O-N/kg N ส่วนใน SNC ใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor)เป็น 0.01 kg N_2O-N/kg N ซึ่งค่าการปล่อย (Emission

Factor) ที่ใช้ใน SNC นี้น้อยกว่าที่ใช้ใน INC ร้อยละ 20 ส่วนสาเหตุอื่นๆ มาจากการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แตกต่างกันในส่วนของ Indirect Emission กล่าวคือใน INC ใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) แยกเป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) สำหรับ Ground Water (0.015 kg N_2O-N/kg N), River (0.0075 kg N_2O-N/kg N) และ Coastal Marine Areas (0.0025 kg N_2O-N/kg N) แต่ใน SNC ไม่ได้แยกและใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ค่าเดียวกันคือ 0.0075 kg N_2O-N/kg N

2) เปรียบเทียบปริมาณการปล่อย CO_2 ระหว่างปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) และ พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) พบว่าปริมาณการปล่อยลดลงจาก 35.35 เป็น 25.22 Gg N_2O Equivalent หรือลดลงประมาณร้อยละ 29 ทั้งนี้เพราะมีการใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แตกต่างกัน และใน SNC ไม่ได้ทำคำนวณในบางหมวดที่คู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC แนะนำว่าไม่ได้เป็นแหล่งปล่อยที่สำคัญ

4F กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง **(Field Burning of Agricultural Residues)**

จากการประเมินปริมาณเศษวัสดุการเกษตร พบว่า ในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ.2000) เศษวัสดุทางนี้การเกษตรมีปริมาณเท่ากับ 42,987 Gg Dry Matter โดยเศษวัสดุจากการปลูกอ้อยมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 16,215 Gg Dry Matter รองมาได้แก่เศษวัสดุจากการปลูกข้าวมีปริมาณเท่ากับ 18,708 Gg Dry Matter และส่วนที่ถูกเผาในที่โล่งมีปริมาณทั้งสิ้น 12,407.87 Gg Dry Matter โดยส่วนที่มาจากการปลูกอ้อยมีปริมาณมากที่สุดเท่ากับ 5,107.97 Gg Dry Matter รองมาได้แก่ส่วนที่มาจากนาข้าวมีปริมาณเท่ากับ 5,857.27 Gg Dry Matter

ผลการประเมินการปล่อยสารคาร์บอน (C) และสารไนโตรเจน (N) สู่บรรยากาศ (C and N released) จากการเผาเศษวัสดุทางการเกษตร พบว่า ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณ C ที่ถูกปล่อยเท่ากับ 350.13 Gg C และมีปริมาณ N ที่ถูกปล่อยเท่ากับ 9.63 Gg N และเมื่อพิจารณาผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ใช่ CO_2 จากการเผาในที่โล่งดังกล่าว พบว่า ในปีพ.ศ.2543 (ค.ศ.2000) มีการปล่อย CH_4, CO, N_2O, NO_x ในปริมาณเท่ากับ 35.91, 754.13, 0.83 และ 29.89 Gg ตามลำดับ เมื่อนำผลลัพธ์มาประเมินในรูปแบบของ CO_2 equivalent พบว่ามีเท่ากับ 1,011.41 Gg CO_2eq

จากการทบทวนเอกสารงานวิจัยของรายงาน INC ในส่วนของการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตร พบว่าไม่ได้ทำการประเมินการปล่อยในส่วนนี้ ซึ่งในการศึกษาดังกล่าวได้ประเมินเฉพาะส่วนของ Fraction of Crop Residues Burned ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.25 สำหรับทุกประเภทพืช ดังนั้นในการเปรียบเทียบคณะผู้ศึกษาได้ทำการคำนวณเพิ่มเติมในส่วนของการเผาวัสดุการเกษตรโดยใช้ข้อมูลการศึกษาของรายงาน INC คำนวณตามสมการที่ได้ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ และพบว่า ปริมาณเศษวัสดุการเกษตรในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) มีปริมาณเท่ากับ 38,229.39 Gg Dry Matter ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ประมาณ 4,757.61 Gg Dry Matter และมีปริมาณที่ถูกเผาในที่โล่งเท่ากับ 8,601.61 Gg Dry Matter ซึ่งมีปริมาณน้อยกว่าในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ. 2000) ประมาณ 3,806.26 Gg Dry Matter

เมื่อเปรียบเทียบการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาเศษวัสดุการเกษตรระหว่างการศึกษาในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และ รายงาน INC ปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) พบว่าในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) โดยคิดเป็นผลต่างของ เท่ากับ 270.31 Gg CO_2eq

5.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

ค่าความไม่แน่นอนของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการเกษตร สามารถคำนวณได้ตามตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ผลการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากภาคการเกษตร

Category	% Uncertainty เฉลี่ย		EF ที่ IPCC แนะนำ	Error ของค่า EF
	Ad	EF		
4A. Enteric Fermentation	20	30-50		
4B1. CH_4 from Manure Management	20	30		
4B2. N_2O from Manure Management	20	50		
4C. Rice Cultivation	2.52	13.22		
4D1. Direct Emission				
4D1.1 Emission from Chemical Fertilizer	0	183	0.01	0.003-0.03
4D1.2 Emission from Paddy Field	0	50	0.003	0.00-0.006
4D1.3 Manure Application to Soil	20	183	0.01	0.003-0.03
4D1.4 Crop Residue Application	0	33	0.01	0.03-0.003
4D1.5 Grazing Animal	20	218	0.02	0.007-0.06
4D2. Indirect Emission				
4D2.1 Emission from Atmospheric Deposition of NOx and NH_3	0		0.01	0.002-0.05
4D2.2 Emission from Leaching and Runoff	0	40	0.0075	0.0005-0.025
4F Field Burning of Agricultural Residues	30	50		

ประเด็นสำคัญในการพิจารณาค่าความไม่แน่นอน

1. ในกลุ่ม Agriculture Soil การคำนวณหาค่าความไม่แน่นอนของทั้งข้อมูลกิจกรรม(Activity Data) ทำได้ยาก เพราะลักษณะของข้อมูลดิบที่นำมาใช้นั้นมีข้อมูลไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ในภาคปศุสัตว์ได้ให้ค่าความไม่แน่นอนรวมของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) รวมไว้ที่ร้อยละ 20 ซึ่งในการคำนวณ N_2O ในส่วนที่ใช้ข้อมูลร่วมกันกับภาคปศุสัตว์ จึงได้อ้างอิงระดับความไม่แน่นอนนี้ด้วย ส่วนข้อมูลความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) อื่นๆ รวมทั้งปริมาณปุ๋ยและชีวมวล ในรายงานครั้งนี้ ยังไม่สามารถคำนวณได้ เพราะข้อมูลยังไม่สมบูรณ์

ในส่วนของความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) นั้น เนื่องจากใช้ค่า แนะนำ (Default Value) จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ทั้งหมด ระดับความไม่แน่นอนจึงใช้ค่าที่แนะนำไว้ในคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 และเปรียบเทียบกับค่าช่วงต่ำสุด-สูงสุด ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ซึ่งจากค่าที่ให้ไว้ จะเห็นว่ามีค่าความไม่แน่นอนสูงมาก เป็นหลายร้อยเปอร์เซ็นต์ในบางกรณี ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต่างเป็นที่ทราบกันดีในหมู่ผู้เชี่ยวชาญ การประมาณการปล่อย N_2O จากดินจึงมักมีความไม่แน่นอนสูง

2. ในกลุ่ม **Field Burning of Agricultural Residues** การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนจะแยกวิเคราะห์

ในแต่ละตัวแปรของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) การคำนวณจะประเมินในรูปของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของการประมาณค่าของข้อมูล ในการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากแหล่งข้อมูลที่ใช้ในการประมาณค่าข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) มีเพียงแหล่งเดียว จึงไม่สามารถประมาณร้อยละของความคลาดเคลื่อนด้วยวิธีการเปรียบเทียบกับข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) แหล่งอื่นๆได้ ดังนั้นการประมาณค่าความคลาดเคลื่อนจึงเป็นการประมาณจากวิธีการได้มาของข้อมูล กล่าวคือความน่าเชื่อถือในการเก็บข้อมูล การสุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ข้อมูล ของแต่ละตัวแปรในข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) อันได้แก่ Annual production (Gg), Residues of Crops Ratio, Fraction Burned in Fields มีร้อยละของความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ $\pm$30 และสำหรับตัวแปรอื่นๆที่เหลือในข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ผู้ศึกษาใช้ค่าแนะนำ (Default Value) จากคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC ซึ่งมีค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อนประมาณ $\pm$30 และ $\pm$50 ตามลำดับ

5.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

ในการควบคุมคุณภาพของข้อมูล ผู้วิจัยได้มีกระบวนการดังนี้

1. ใช้ข้อมูลจากแหล่งที่เป็น Official จากรายงานประจำปี ของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรเป็นหลักในการคำนวณกลุ่มนาข้าว, กลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร และกลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง สำหรับกลุ่มการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากภาคปศุสัตว์ใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ของกรมปศุสัตว์

2. นำปัญหาเรื่องการรวบรวมและการเข้าถึงข้อมูลต่อ Project Steering Committee เพื่อรับข้อเสนอแนะ และมีการจัดประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในด้านปศุสัตว์, ป่าไม้ และเกษตร เพื่อร่วมกันแสดงความคิดเห็นและเสนอแนะเกี่ยวกับข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่เหมาะสมสำหรับการนำมาใช้ประกอบการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก

3. การคำนวณนั้นพิจารณาตาม Decision Tree ในคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC

4. ในส่วนการคำนวณค่าความไม่แน่นอน ทางทีมวิจัยได้เข้าร่วมอบรมสถิติพื้นฐานและวิธีการคำนวณค่าความไม่แน่นอนของข้อมูลจากอาจารย์ประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และศึกษาวิธีการคำนวณความไม่แน่นอนตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 ของ IPCC เพื่อนำมาปรับใช้กับการคำนวณให้ได้ค่าที่ถูกต้องมากที่สุด

5.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้น

ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตร เลือกใช้วิธีการคำนวณตาม เทียร์ 2 (Tier 2) ในกลุ่มการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ (Enteric Fermentation), กลุ่มการจัดการมูลสัตว์ (Manure Management), กลุ่มนาข้าว (Rice Field), กลุ่มการเผาเศษวัสดุการเกษตรในที่โล่ง (Field Burning of Agricultural Residues) และใช้วิธีการคำนวณแบบเทียร์ 1 (Tier 1) ในกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตร (Agriculture Soil) เนื่องจากประเทศไทยมีการเก็บรวบรวมค่าการปล่อย (Emission Factor) จากส่วนต่างๆ โดยสามารถหาข้อมูลได้จากงานวิจัยและงานตีพิมพ์ต่างๆ ของทั้งหน่วยงานราชการและมหาวิทยาลัย ซึ่งสามารถใช้หาค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country Specific Emission Factor) ของไทยเองได้ ประกอบกับมีหน่วยงานราชการเก็บ ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ไว้อย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง ทำให้การคำนวณส่วนใหญ่สามารถคำนวณตามวิธีเทียร์ 2 (Tier 2) ได้ และผลการคำนวณน่าจะ

ใกล้เคียงกับค่าการปล่อย (Emission Factor) จริงของประเทศที่สุด อย่างไรก็ตาม ดังที่กล่าวมาแล้ว ข้อมูลที่นำมาใช้ยังมีบางส่วนไม่สมบูรณ์ เช่นกลุ่มการปล่อย N_2O จากดินที่ใช้ในการเกษตร เพื่อให้การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกมีความถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในระดับประเทศ น่าจะมีความสำคัญเป็นลำดับแรก ๆ ซึ่งข้อเสนอแนะในการเก็บข้อมูลเหล่านี้หลักๆ ประกอบด้วย

1) ควรทำการเก็บข้อมูลจำนวนปศุสัตว์อย่างละเอียดและสม่ำเสมอกล่าวคือนอกจากแยกตามชนิดของสัตว์แล้ว ควรทำการเก็บข้อมูลแยกย่อยลงไปถึงช่วงอายุ, เพศ, การใช้งาน, สายพันธุ์, ลักษณะการเลี้ยง เช่นเลี้ยงแบบปล่อยทุ่งหรือยืนคอก ซึ่งควรมีการเก็บข้อมูลทุกปีโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีการเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่องกล่าวคือไม่ได้ใช้ข้อมูลของวันใดวันหนึ่งในหนึ่งปีเป็นตัวแทนข้อมูลของจำนวนประชากรปศุสัตว์ของทั้งปีจะยิ่งทำให้การคำนวณมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2) ควรให้มีการเก็บข้อมูลด้านการจัดการของเสียของเกษตรกร และควรมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการให้อาหารทั้งทางด้านปริมาณ, ชนิดของอาหาร และอัตราส่วนของอาหารที่ใช้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับทำการคำนวณต่อไป

3) การคำนวณแบบเทียร์3(Tier 3) ในส่วนนาข้าว ต้องใช้ข้อมูลพื้นที่นาข้าวในแต่ละประเภทของข้าวที่แตกต่างกัน และค่าการปล่อยเฉพาะ (Specific Emission Factor) ของแต่ละประเภทของนา เพราะปริมาณการปล่อยก๊าซในนาแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันไปตามปัจจัยหลายอย่างที่เข้ามาเกี่ยวข้องทั้งทางชีวภาพ, เคมี และกายภาพ เช่น ชุดดิน, พันธุ์ข้าว, ข้อมูลการใช้ปุ๋ยคอกและปุ๋ยอินทรีย์, การจัดการฟางข้าว

4) ควรให้มีการเก็บข้อมูลปริมาณปุ๋ยไนโตรเจนที่ใช้ในพื้นที่เกษตร ทั้งปุ๋ยเคมี มูลสัตว์ ข้อมูลการจัดการมูลสัตว์รวมถึงปริมาณมูลต่อตัว ข้อมูลสัดส่วนที่เกษตรกรนำเอาเศษวัสดุการเกษตรออกจากพื้นที่ในพืชหลัก และสัดส่วนเศษวัสดุการเกษตรที่ถูกเผา การเก็บสถิติหรือประมาณปริมาณการสูญเสีย N ในรูปแบบต่างๆ ในการคำนวณ N_2O จาก Indirect Emission เช่น Leaching and Runoff

5) ควรมีการศึกษาหาค่า Fraction Burned in Field ของพืชทุกประเภท เพื่อใช้เป็นค่ามาตรฐานสำหรับประเทศไทย และ ข้อมูล Residues of Crop Ratio เนื่องจากค่าที่ได้ของข้อมูลเป็นช่วงกว้าง และมีความแตกต่างจากค่าแนะนำ (Default Value) มาก จึงน่าจะมีการศึกษาเพิ่มเติมและควรจำแนกประเภทของเศษวัสดุการเกษตรว่าเป็นส่วนใดของต้นพืชที่ถูกเผา หรือเหลือทิ้งไว้ในพื้นที่ทำการเกษตร

บทที่ 6 ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land Use, Land Use Change and Forestry)

การประมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ในรายงานเล่มนี้ ได้ใช้วิธีตาม Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งรวมเฉพาะกิจกรรมของมนุษย์ที่ส่งผลกระทบต่อการกักเก็บและการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คือ 1) กิจกรรมการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่ เช่น การเปลี่ยนพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตร รวมถึงการเผาชีวมวลในพื้นที่นั้นๆ 2) กิจกรรมที่ไม่ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่นั้น เช่น การใช้ประโยนช์จากป่าในลักษณะต่างๆ เป็นต้น

การคำนวณได้ใช้ปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นปีฐาน โดยคำนวณเฉพาะการเปลี่ยนแปลงปริมาณชีวมวลเหนือดินและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการกับชีวมวลดังกล่าวเท่านั้น โดยไม่ได้รวมการเปลี่ยนแปลงของชีวมวลใต้ดินและปริมาณคาร์บอนในดินที่เป็นผลสืบเนื่องจาก กิจกรรมดังกล่าว โดยมีหมวดหมู่ย่อยคือ 5A) กลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล (Changes in Forest and Other Woody Biomass Stocks), 5B) กลุ่มการปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า (Forest and Grassland Conversion) และ 5C) กลุ่มการฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้าง (Abandonment of Managed Lands)

6.1 วิธีการคำนวณ (Methodology)

การคำนวณมีหลักการทั่วๆไปคือ นำปริมาณชีวมวลที่เปลี่ยนแปลงต่อพื้นที่ คูณด้วยขนาดพื้นที่ทั้งหมดที่มีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งข้อมูลหลักที่ใช้ประกอบด้วย

1) ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) หลักคือ พื้นที่การปลูกป่า พื้นที่ป่าธรรมชาติและการเปลี่ยนแปลง ได้รวบรวมมาจากสถิติป่าไม้ ข้อมูลจากกรมอุทยานฯ และหน่วยงานภาคเอกชน ซึ่งใช้เทคนิคการรวบรวมและจัดเก็บข้อมูลแตกต่างกันไป เช่น จากการแปรภาพถ่ายดาวเทียม การสำรวจ และการคำนวณโดยใช้แบบจำลอง ส่วนการแบ่งประเภทของป่าของไทย แบ่งเป็น ป่าดงดิบ (Evergreen Forest) ป่าเบญจพรรณ (Mixed Deciduous Forest) ป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarp Forest) ป่าสน (Pine Forest) ป่าชายเลน (Mangrove Forest) และป่าประเภทอื่นๆ ได้แก่ ป่าพรุ ป่าบุง ป่าทาม และป่าไผ่ (Other Forests)

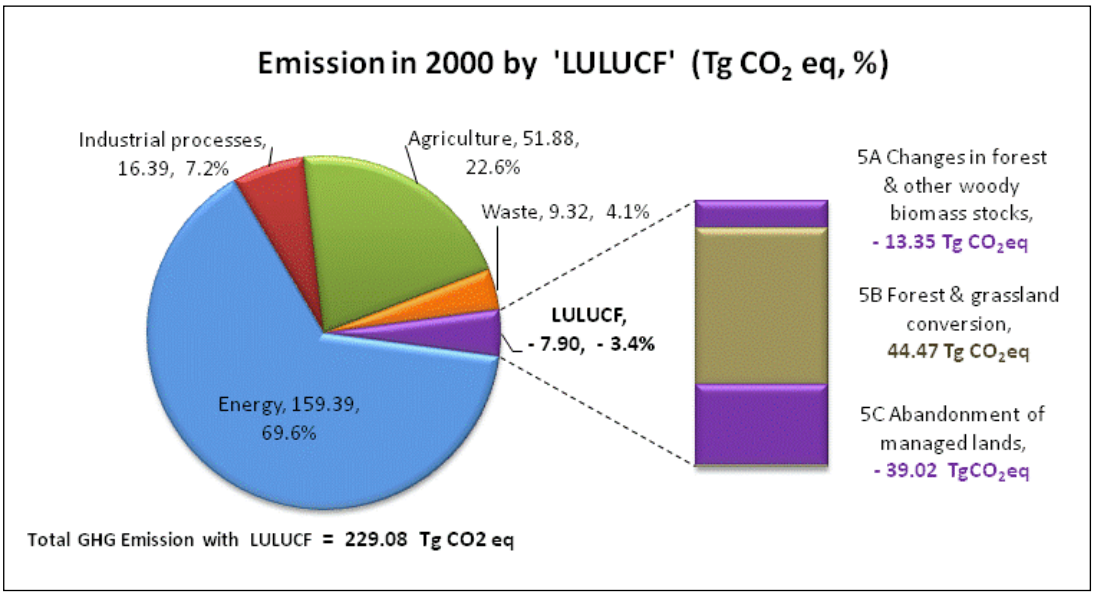
2) ข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) หลักที่ใช้คือ ค่าการเพิ่มขึ้นของชีวมวลต่อพื้นที่ทั้งในป่าปลูกและป่าธรรมชาติ ได้มาจากการทบทวนวรรณกรรมรวมถึงค่าที่รายงานไว้ใน Initial National Communicatio (INC) ส่วนค่าสัดส่วนชีวมวลที่เผาและทิ้งให้ย่อยสลายนั้น รวบรวมจาก INC เป็นหลัก โดยมีสมมติฐานว่า มีการเผาชีวมวลในพื้นที่ นอกพื้นที่ และถูกปล่อยให้ย่อยสลายตามธรรมชาติ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันไปตามประเภทของป่า ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ในการคำนวณครั้งนี้ได้สรุปไว้ในตารางที่ 6.1 **(รายละเอียดของข้อมูลทั้งสองได้แสดงไว้ในรายงานภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในแถบบันทึกข้อมูล)**

ตารางที่ 6.1 สรุปค่า ค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่ใช้ในการคำนวณครั้งนี้ (Second National Communication-SNC) เปรียบเทียบกับ INC

Tier/Catagories	INC-1994	SNC-2000-2004
ระดับ Tier	2	2
5A. Changes in Forest and Other Woody Stocks		
พื้นที่ป่าปลูกทั้งหมด (kha)	681.20	788.73
อัตราการเพิ่มชีวมวล (t dm/ha) - สัก - ยูคาลิปตัส - โกงกาง - กระถินเทพา - สนและอื่นๆ	 15.1 17.4 14.8 10.3 11.0	 16.28 17.88 18.39 10.3 11.0
5B Forest Conversion		
5B2. Carbon Release by On-site Burning	ค่า Fraction of Biomass burned on site สำหรับป่าชายเลนคือ 0.19 ส่วนในป่าประเภทอื่นๆ ค่าอยู่ในช่วง 0.30-0.36	ใช้ค่า 0.032 สำหรับป่าเต็งรัง และ 0.036 ในป่าเบญจพรรณและป่าไผ่ สำหรับป่าพรุ ใช้ค่า fraction เท่ากับ 1 ส่วนในป่าประเภทอื่นๆ ไม่มีการเผาในพื้นที่
5B2. Carbon release by off-site burning	ค่า Fraction of biomass burn off-site อยู่ในช่วง 0.32-0.41 ขึ้นอยู่กับประเภทของป่า	ค่าอยู่ระหว่าง 0.4-0.55 ขึ้นอยู่กับประเภทป่า ยกเว้นป่าชายเลนที่เกิดจากการเผาถ่าน ซึ่งใช้ค่าเป็น 0.8
5B3.Carbon release by decay of biomass	ค่า Fraction left to decay อยู่ในช่วง 0.32-0.41 ขึ้นอยู่กับประเภทของป่า	ใช้ค่า Fraction left to decay มีเฉพาะป่าดิบชื้น มีค่าเท่ากับ 0.31 ส่วนป่าอื่นมีค่าเท่ากับศูนย์
5C. Abandonment of Managed Land		
5C1. Carbon uptake by aboveground regrowth - first 20 yr	พื้นที่ถูกทิ้งร้างจากการทำการเกษตรถือว่าเป็นพื้นที่ปล่อยให้มีการฟื้นฟูภายในระยะ 20 ปี	พื้นที่ป่าเสื่อมโทรมที่แปรจากภาพถ่ายดาวเทียมในปี 2000 และพื้นที่ป่าธรรมชาติที่เพิ่มขึ้น
5C2. Carbon uptake by aboveground regrowth - > 20 yr	พื้นที่นอกเขตอนุรักษ์ถือว่าเป็นพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมทั้งหมดที่ปล่อยให้ฟื้นฟูมานานกว่า 20 ปี	ใช้สมมติฐานเดียวกับ INC แต่ได้หักลบพื้นที่ใน 5C1 ออกแล้ว
5D อื่นๆ		ค่าปริมาณชีวมวลต่อพื้นที่ที่ใช้คำนวณใน 5B และ 5C แตกต่างจาก INC บางส่วนเนื่องจากมีข้อมูลจากการศึกษาต่างๆ เพิ่มขึ้น

6.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และ ป่าไม้ในปีพ.ศ.2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น -7.9 $TgCO_{2eq}$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือร้อยละ -3.4 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ซึ่งเป็นภาคที่มีการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก แสดงในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปีพ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปล่อยจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)

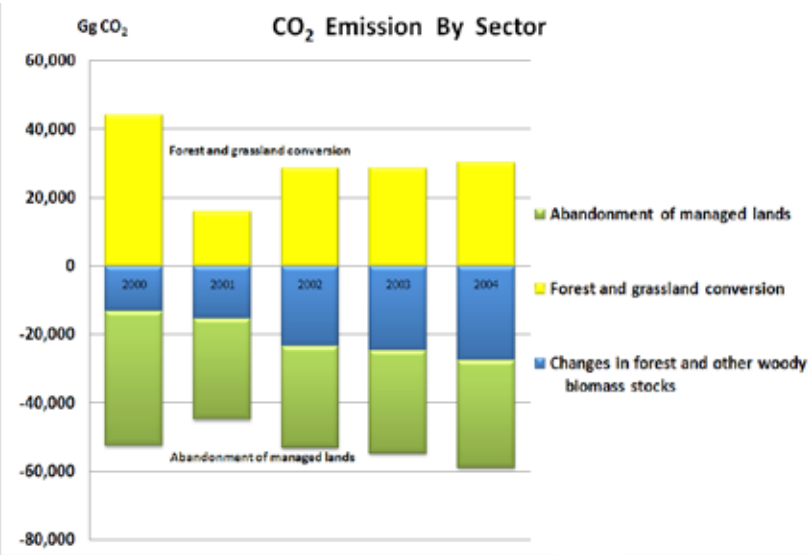
ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ตารางที่ 6.2 ภาคป่าไม้เป็นแหล่งดูดกลับคาร์บอนสุทธิ -7,899.82 Gg $CO_{2\,eq}$ หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยมีการปล่อยรวม +55,643.87 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าและมีการดูดกลับรวม -63,543.66 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งแหล่งปล่อยคาร์บอนหลักคือ การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไปเป็นพื้นที่อื่นๆ ซึ่งในทางกฎหมายได้มีการห้ามทำลายป่า แต่จากข้อมูลสถิติต่างๆ พบว่า พื้นที่ป่าบางประเภทยังลดลงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งผู้ศึกษาได้ตั้งสมมติฐานว่า ชีวมวลในพื้นที่ป่าที่ลดลงนี้ มีการนำไม้ออกไปจากพื้นที่เนื่องจากต้องการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ เช่น พื้นที่ทางการเกษตร ที่อยู่อาศัย เป็นต้น ทำให้ต้องมีการเผาและนำไม้ออกจากพื้นที่ดังกล่าวแล้ว สำหรับแหล่งดูดกลับหลักคือกิจกรรมการปลูกป่าและการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเสื่อมโทรม

ผลการคำนวณการปล่อย (Emission) การดูดกลับ (Removal) และปริมาณการปล่อยสุทธิของก๊าซเรือนกระจกในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) พบว่าประเทศไทยมีการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ (ปริมาณการปล่อยรวมน้อยกว่าปริมาณดูดกลับรวม) จำนวน -7,899.79, -29,008.51, -24,544.67 และ -28,502.57 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(ตารางที่ 6.2 และ

รูปที่ 6.2) ซึ่งปัจจัยหลักที่ทำให้ปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) เป็น Sink นั้น เนื่องมาจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ป่าปลูก และมีการลดลงของพื้นที่ป่าน้อยเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา

Sub-sector ที่เป็นแหล่งปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ คือ 5B (Forest Conversion) และ Subsector ที่เป็นแหล่งดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิ คือ 5A (ซึ่งองค์ประกอบหลักใน Sub-sector นี้คือ กิจกรรมการปลูกป่า และ 5C (การฟื้นสภาพของพื้นที่ป่าเสื่อมโทรมและพื้นที่รกร้าง) ปริมาณคาร์บอนที่ดูดกลับจากกิจกรรมการปลูกป่าได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องในขณะที่การฟื้นสภาพของป่าเสื่อมโทรมและรกร้าง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก กิจกรรมการปลูกป่า จึงถือว่ามีบทบาทสำคัญ ในการที่จะกำหนดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสุทธิในภาคการเปลี่ยนแปลงพื้นที่และป่าไม้ของประเทศ

สำหรับการปล่อยใน Sub-sector 5B นั้น พบว่าข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) โดยเฉพาะสัดส่วนการลดลงของพื้นที่ป่าประเภทต่างๆ มีผลต่อปริมาณการปล่อยมาก ทั้งนี้เพราะป่าบางประเภทมีปริมาณชีวมวลต่อพื้นที่สูงมาก เช่น พื้นที่ Evergreen Forest และ Mixed Deciduous Forest ส่วนค่าปล่อย (Emission Factor) ไม่น่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณการปล่อยมากนัก เพราะใช้ค่าคงที่เท่ากันทุกปี และเป็นค่าที่ได้จากการศึกษาในประเทศไทย และการศึกษาครั้งนี้ก็ได้รวบรวมการศึกษาเหล่านี้มากพอที่น่าจะเป็นตัวแทนของค่าของทั้งประเทศได้



รูปที่ 6.2 การปล่อยก๊าซ CO_2 จำแนกตามชนิดและสาขา ของปี พ.ศ. 2543 - 2547 (ค.ศ. 2000 – 2004)

ตารางที่ 6.2 ผลการคำนวณภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543-254 (ค.ศ. 2000-2004)

Land use subsector		Inventory year Gg CO_2eq				
		2000	2001	2002	2003	2004
5A Changes in forest and other woody stocks						
5A1	Plantation	-24,521.20	-22,149.67	-28,121.94	-34,764.25	-43,356.43
5A2	Comercial harvest	+11,169.66	+6,670.80	+4,678.96	+10,099.36	+15,638.59
Total 1		-13,351.54	-15,478.87	-23,442.98	-24,664.90	-27,717.84
5B Forest conversion						
5B1	Carbon release by on-site burning	+2,382.45	+83.78	+42.53	+42.53	+2,231.28
5B2	Carbon release by off-site burning	+28,579.76	+5,132.20	+17,655.48	+17,655.48	+21,714.04
5B3	Carbon release by decay of biomass	+13,271.90	+10,660.32	+10,855.31	+11,011.29	+6,251.56
Subtotal 2.1		+44,234.12	+15,876.30	+28,553.32	+28,709.30	+30,196.87
5B4 Non-CO2 Burning on-site						
	CH4 (Gg CH4))	+10.4	+0.37	+0.19	+0.19	+9.74
	CO (Gg CO)	+90.97	+3.2	+1.62	+1.62	+85.19
	N2O (Gg N2O)	+0.07	0	0	0	+0.07
	NOx (Gg NOx)	+2.58	+0.09	+0.05	+0.05	+2.42
Subtotal 2.2 (only CH_4 & N_2O)		+240.1	+7.77	+3.99	+3.99	+226.24
	Total 2	+44,474.22	+15,884.07	+28,557.31	+28,713.29	+30,423.11
5C	**Abandonment of Managed Land**					
5C1	Carbon uptake by aboveground regrowth-first 20 yr	-16,390.00	-6,495.79	-7,463.21	-8,549.05	-10,634.65
5C2	Carbon uptake by aboveground regrowth- > 20 yr	-22,632.46	-22,917.91	-22,195.80	-21,641.80	-20,573.19
Total 3		-39,022.46	-29,413.71	-29,659.01	-30,190.86	-31,207.84
Gross Total Emission (+)		**+55,643.87**	**+22,554.87**	**+33,236.27**	**+38,812.65**	**+46,061.70**
Gross Total Removal (-)		**-63,543.66**	**-51,563.38**	**-57,780.95**	**-64,955.11**	**-74,564.27**

Net Total	**-7,899.79**	**-29,008.51**	**-24,544.67**	**-26,142.46**	**-28,502.57**

6.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication [base year 1994]

ตารางที่ 6.3 แสดงการเปรียบเทียบกับผลการคำนวณใน INC ซึ่งสามารถพิจารณาได้เป็น 2 ประเด็นหลัก

ตารางที่ 6.3 ผลการคำนวณในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เปรียบเทียบกับปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) ใน INC และการใช้การคำนวณตามวิธีของ SNC แต่ใช้ข้อมูลของ INC เพื่อเปรียบเทียบวิธีการคำนวณ

Categories-subcategories	**Emission (+) or Removal (-) in Gg CO_2 equivalent**		
	1994 INC	**1994SNC**	**2000**
5A. Changes in forest and other woody stocks			
5A1.Plantation	-17,457.26	-18,222.93	-24,521.20
5A2.Commercial Harvest	+40,180.51	+37,705.47	+11,169.66
Total 1	**+22,723.25**	**+19,482.54**	**-13,351.54**
5B. Forest conversion			
5B1.Carbon release by on-site burning	+3,722.94	+362.63	+2,382.45
5B2.Carbon release by off-site burning	+3,956.75	+16,948.29	+28,579.76
5B3.Carbon release by decay of biomass	+8,519.45	+15,463.14	+13,271.90
Subtotal 2.1	**+59,396.85**	**+32,774.06**	**+44,234.12**
5B4 Non-CO2 burning on-site			
CH_4 (Gg CH_4))	+59.57	+1.58	+10.4
CO (Gg CO)	+521.21	+13.85	+90.97
N_2O (Gg N_2O)	+0.41	+0.01	+0.07
NOx (Gg NO_x)	+14.80	+0.39	+2.58
Subtotal 2.2 (Only CH_4 & N_2O)	**+1,382.17**	**+36.28**	**+240.1**
Total 2	**+60,779.02**	**+32,810.34**	**+44,474.22**
5C Abandonment of managed land			
5C1. Carbon uptake by aboveground regrowth-first 20 yr	-2,478.37	-2,478.37	-16,390.00
5C2. Carbon uptake by aboveground regrowth- > 20 yr	-19,165.96	-19,165.96	-22,632.46

Total 3	-21,644.33	-21,644.33	-39,022.46
Gross Total Emission (+)	**+100,959.52**	**+70,515.81**	**+55,643.87**
Grossl Total Removal (-)	**-39,101.59**	**-39,867.26**	**-63,543.66**
Net Total	**+61,857.93**	**+30,648.55**	**-7,899.79**

1) เมื่อคำนวณเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการตาม SNC แต่ใช้ข้อมูลตามที่รายงานใน INC พบว่า การคำนวณตามวิธีการของ SNC ได้ค่าการปล่อย (Emission Factor) สุทธิที่ลดลงประมาณร้อยละ 49 ซึ่ง Sub-sector Forest Conversion เป็นที่มาหลักของความแตกต่างนี้ ทั้งนี้เนื่องมาจากสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณมีความแตกต่างกันและค่าปริมาณชีวมวลต่อพื้นที่ในป่าประเภทต่างๆ ที่ใช้ใน INC และ SNC ก็มีความแตกต่างกันด้วย

2) เปรียบเทียบการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างปี พ.ศ. 2537 และ 2543 (ค.ศ. 1994 และ 2000) พบว่าปริมาณการปล่อยลดลงจาก +99,577.35 เป็น +55,403.77 Gg CO_2 หรือ +55,643.87 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แต่ปริมาณการดูดกลับเพิ่มขึ้นจาก -39,101.59 เป็น -63,543.66 Gg CO_2eq ส่งผลทำให้ปริมาณการปล่อยสุทธิลดลงจากการปล่อย +60,475.76 เป็นดูดกลับ -8,139.89 GgCO_2หรือ -7,899.79 GgCO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เมื่อรวม CH_4 และ N_2O จากการเผาชีวมวลด้วย

6.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty) และการควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

1. ความไม่แน่นอนในการคำนวณใน 5A, 5B, 5C เท่ากับร้อยละ $\pm$37.14, $\pm$28.01 และ $\pm$28.04ค่าความไม่แน่นอนรวมของภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ระหว่างปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) หลังจากการถ่วงน้ำหนักด้วยปริมาณการปละปล่อยหรือดูดกลับแล้วมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ $\pm$18-19

2. สำหรับการควบคุมคุณภาพในการศึกษาครั้งนี้ ถึงแม้ไม่สามารถทำได้สมบูรณ์เนื่องจากการขาดข้อมูล แต่ได้ดำเนินการโดย การจัดประชุมผู้ทรงคุณวุฒิด้านป่าไม้ทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อให้ข้อมูลและให้ข้อคิดเห็น-เสนอแนะในการใช้ข้อมูลและการเข้าถึงข้อมูลที่มีคุณภาพของหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และปรึกษากับหน่วยงานเจ้าของข้อมูลเมื่อประสบปัญหากับข้อมูลไม่สมบูรณ์หรือข้อมูลไม่ชัดเจน

6.5 ข้อเสนอแนะการปรับปรุงความถูกต้องและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น

ในการคำนวณการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ในครั้งนี้ เลือกใช้วิธีการคำนวณตาม เทียร์ (Tier) 2 เนื่องจากค่าที่การคำนวณตาม เทียร์ (Tier) 1 นั้นส่วนใหญ่เป็นค่าที่ไม่เหมาะสมกับประเทศไทย อีกทั้งภายในประเทศเองก็ได้สะสมข้อมูลจากการวิจัย ทำให้สามารถคำนวณตามวิธี เทียร์ (Tier) 2 ได้ และผลการคำนวณน่าจะใกล้เคียงกับค่าการปล่อย (Emission Factor) จริงของประเทศที่สุด อย่างไรก็ตาม ดังที่กล่าวแล้ว ข้อมูลที่นำมาใช้ ก็ยังไม่สมบูรณ์ เพื่อให้การทำ Inventory มีความถูกต้อง การเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมในระดับ

ประเทศ น่าจะมีความสำคัญเป็นลำดับแรกๆ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้หลักๆ ประกอบด้วย

• สัดส่วน burning on site, burning off site และ decay fraction ในป่าแต่ละชนิด

• พื้นที่และประเภทป่าที่ถูกจัดเป็นป่าเสื่อมโทรม พร้อมปริมาณชีวมวล อายุและอัตราการเจริญเติบโตต่อปี

• ข้อมูลต่างๆ ประกอกกับการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ เช่น สภาพการใช้พื้นที่ก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลง ซึ่งอาจต้องพิจารณาการปรับใช้ Land use category ตาม 2003 IPCC Good Practice Guidedance น่าจะเป็นจุดเริ่มต้นที่ดี เพราะมีการจัดแบ่งประเภทของการใช้ประโยชน์และแสดงถึงพลวัตของการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน

นอกจากนี้ ยังมีแนวทางต่างที่สามารถช่วยปรับปรุงการทำ Inventory ในภาคป่าไม้ดังนี้

ก) การวิเคราะห์และเปรียบเทียบผลกระทบของเทคนิคและวิธีที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกันในแต่ละปี ส่งผลให้ข้อมูลต่างๆ มีความผันแปรปีต่อปี มากน้อยเพียงใด ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงเทคนิคหรือ Scale ของแผนที่ที่ใช้ ควรมีการ Recalculate ข้อมูลย้อนหลังด้วย ซึ่งจะเป็นการปรับข้อมูลให้อยู่ในฐาน Scale ที่เหมือนกัน

ข) ในการทำ Inventory ครั้งต่อไป ควรรวมชีวมวลคาร์บอนใต้ดินด้วย ซึ่งในเบื้องต้น อาจอ้างอิงจากค่า Below-

บทที่ 7 ภาคการจัดการของเสีย

การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในภาคของเสีย ใช้วิธีการคำนวณจากคู่มือของ IPCC เป็นหลัก ได้แก่ 1996 IPCC Revised Guideline of National Greenhouse Gases Inventories และ 2000 IPCC Good Practice Guidance and Uncertainty Management สำหรับการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากภาคของเสีย สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ตามข้อกำหนด UNFCCC Guideline (1996 IPCC Guideline) ได้แก่ 6A การบำบัดของเสีย (Solid Waste Disposal on Land), 6B การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Handling) และ 6C การกำจัดขยะด้วยการเผาไหม้ (Waste Incineration) ส่วนประเภทของก๊าซเรือนกระจกที่คำนวณในภาคของเสียจำแนกตามประเภทกลุ่มย่อย แสดงดังตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย จำแนกตามประเภทก๊าซเรือนกระจก

6A การบำบัดของเสีย (Solid Waste Disposal on Land)	
ก๊าซมีเทน (CH_4)	6A1 Landfill Site
	6A2 Open Dump Site
6B การบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Handling)	
ก๊าซมีเทน (CH_4)	6B1 การบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater Handling)
	6B2 การบำบัดน้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater Handling)
6C การบำบัดขยะด้วยเตาเผา (Waste Incineration)	
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	6C Waste Incineration
ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O)	6C Waste Incineration

7.1 วิธีการคำนวณ (Methodology)

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ ได้แก่เทียร์ 1 (Tier 1), เทียร์ 2 (Tier 2) และเทียร์ 3 (Tier 3) โดยมีรายละเอียดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับระดับของข้อมูล ดังนี้ การคำนวณ เทียร์1 (Tier 1) เหมาะสมในกรณีที่ขาดข้อมูลหรือไม่สามารถหาข้อมูลได้ โดยใช้ค่าที่แนะนำ (Default Value) ทั้งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แนะนำโดย IPCC การคำนวณ เทียร์ 2 (Tier 2) มีวิธีการคำนวณเหมือนกับ เทียร์ 1 (Tier 1) แต่แตกต่างกันที่ เทียร์ 2 (Tier 2) ใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country Specific Emission Factor) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Expert Judgment ในการกำหนดค่า MCF ของระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละประเภทสำหรับประเทศไทย ส่วนการคำนวณ เทียร์ 3 (Tier 3) มีวิธีการคำนวณเหมือนกับการคำนวณ เทียร์ 1 (Tier 1) และ เทียร์ 2 (Tier 2) แต่ใช้ข้อมูลกิจกรรมและค่าการปล่อย (Emission Factor) ของการจัดการน้ำเสียแต่ละประเภทและตามระบบการจัดการน้ำเสียแต่ละแห่งในประเทศ ทั้งนี้ประเทศไทยมีข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) โดยอาศัยจากรายงานบางส่วน แต่ข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor)แต่ละพื้นที่ของการจัดการน้ำเสีย ยังไม่มีการรายงานข้อมูลเหล่านี้

การคำนวณหาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่ม 6A Solid Waste Disposal on Land (ดังแสดงในตารางที่ 7.2) กรณี เทียร์ 1 (Tier 1) เป็นสมการคำนวณแบบดุลมวลสาร (Mass Balance) ที่ไม่ต้องการข้อมูลเฉพาะเจาะจงมากนัก ใช้ข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยในภาพรวมระดับประเทศในการคำนวณ ส่วน เทียร์ 2 (Tier 2) นั้น เป็นสมการการย่อยสลายโดยปฏิกิริยาลำดับหนึ่ง (First Order Decay) เลือกใช้ค่าการปล่อยเฉพาะของประเทศ (Country-Specific Emission Factor) ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลเฉพาะของประเทศในบางพารามิเตอร์นั้น ได้คำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยแนะนำ (Default Emission Factor) จากคู่มือการจัดทำบัญชีฯปี 1996 ของ IPCC หรือเกณฑ์ หรือค่าที่เป็นที่ยอมรับใช้ในการศึกษาของหน่วยงานที่มีข้อมูลที่เกี่ยวข้อง การคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่ม 6B Wastewater Handling ใช้วิธีการคำนวณในระดับ เทียร์ 2 (Tier 2) ซึ่งมีความเหมาะสมของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ของทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม สำหรับการคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกลุ่ม 6C Waste Incineration นั้นแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เช่นเดียวกัน คือ เทียร์ 1 (Tier 1) คำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดโดยใช้ค่าการปล่อยแนะนำ(Default Emission Factor) จากคู่มือการจัดทำบัญชีฯปี1996 ของ IPCC และ เทียร์ 2 (Tier 2) คำนวณโดยใช้ค่าการปล่อยก๊าซเฉพาะของประเทศ (Country-Specific EF) ซึ่งได้จากค่าสถิติในการติดตามตรวจสอบการทำงานของโรงเผาขยะของหน่วยงานท้องถิ่นแต่ละแห่ง แทนค่าการปล่อยแนะนำ (Default Emission Factor) **ดูรายละเอียดของการคำนวณข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ได้ในรายงานภาคของเสียในแถบบันทึกข้อมูล**

ตารางที่ 7.2 สมการที่ใช้ในการคำนวณปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคการจัดการของเสีย

6A Solid Waste Disposal on Land		
สมการที่ใช้ในการศึกษา SNC		**สมการที่ใช้ในการศึกษา 1st NC**
6A1 CH_4 Emission, Gg/y	**Tier 1**[1/]: CH_4 Emission = $[(MSW_T*MSW_F*L_o)-R]*(1-OX)$ = $[(MSW_T*MSW_F*L_o)-R]*(1-OX)$	-
	Tier 2[2/]: $Q_{T,x} = k*R_x*L_O\ e^{-k(T-x)}$, $Q_T = \overset{o}{a}Q_{T,x}$ (for x = initial year to T)	**Tier 2**[2/]: $Q = L_O*R\ (e^{-kc} - e^{-kt})$ Total CH_4 Emission = $\overset{o}{a}Q_n$ (for n = SWDS in the country)
6B Wastewater Treatment		
6B1.1 CH_4 Emission, $kgCH_4$	Tier 1[5/] Total CH_4 Emission, $WM = \overset{o}{a}_i\ (TOW_i^{6/} x\ EF_i - MR_i)$ Tier2, Tier3 ใช้วิธีการคำนวณเหมือนกับ Tier1	
6B1.2 N_2O Emission, kgN_2O	$N_2O_{(s)} = Protein \times Frac_{NPR} \times NR_{people} \times EF_6$	
6C Waste Incineration		
SNC		**1st NC**
6C1 CO_2 Emission, Gg/y	CO_2 Emissions[3/] = $\Sigma i\ (IW_i * CCW_i * FCF_i * EF_i * 44/12)$	-
6C2 N_2O Emission, Gg/y	N_2O Emissions[4/] = $\Sigma i\ (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$ $\Sigma i\ (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$ = $\Sigma i\ (IW_i * EF_i) * 10^{-6}$	-

หมายเหตุ:

1/ MSW_T = Total MSW Generated (Gg/yr), MSW_F = Fraction of MSW disposed at SWDS, L_o = Methane Generation Potential (= [MCF*DOC*DOC_F*F*16/12 (Gg CH_4/Gg Waste)]), MCF = Methane Correction Factor (Fraction), DOC = Degradable Organic Carbon [Fraction (Gg C/Gg MSW)], DOC_F = Fraction DOC Dissimilated, F = Fraction by Volume of CH_4 in landfill gas, R = Recovered CH_4 (Gg/yr), OX = Oxidation Factor (Fraction)

2/ $Q_{T,x}$ = the amount of methane generated in the current year (T) by the waste R_x, x = the year of waste input, L_o = methane generation potential (m^3/Mg of refuse), R_x = the amount of waste disposed in year x (Mg), k = methane generation rate constant (1/yr), T = current year, Q = methane generated in current year (m^3/yr), R = average annual waste acceptance rate during active life (Mg/yr), c = time since SWDS closure (yr), t = time since SWDS opened (yr)

3/ i = MSW: Municipal Solid Waste; HW: Hazardous Waste; CW: Clinical Waste; SS: Sewage Sludge, IW_i = Amount of Incinerated Waste of Type i (Gg/yr), CCW_i = Fraction of Carbon Content in Waste of Type I, FCF_i = Fraction of Fossil Carbon in Waste of Type I, EF_i = Burn Out Efficiency of Combustion of Incinerators for Waste of Type i (Fraction), 44/12 = Conversion from C to CO_2

4/ IW_i = Amount of Incinerated Waste of Type i (Gg/yr), EF_i = Aggregate N_2O Emission Factor for Waste Type i (kg N_2O/Gg)

5/ WM = Total methane emissions from wastewater (kg CH_4), TOW_i = Total organic waste for wastewater type i (kg DC/yr). For domestic streams, the DC is BOD; for industrial streams it is the COD, EF_i = Emission factor for wastewater type i (kg CH_4 /kg DC), MR_i = Total amount of methane recovered or flared from wastewater type i (Kg CH_4)

6/ **Municipal WW**; TOW_{dow} = P x D_{dom} x (1-DS_{dom}), TOW_{dow} = Total domestic/commercial organic wastewater in kgBOD/yr, P = Population in 1000 persons, D_{dom} = Domestic/commercial degradable organic component in kg BOD/1000 persons/yr, DS_{dom} = Fraction of domestic/commercial degradable organic component removed as sludge

Industrial WW; TOW_{ind} (kg COD/yr) = W x D_{ind} x (1 - DS_{ind}), W = Wastewater generation in m^3/year, D_{ind} = Industrial degradable organic component in kgCOD/m^3 wastewater, DS_{ind} = Fraction of industrial degradable organic component removed as sludge

Emission Factor = B_o x Weighted Average of MCFs, B_o = Maximum methane producing capacity (kg CH_4 /kg BOD or kgCH_4/kgCOD), MCF = Methane conversion factor (Fraction)

7/ $N_2O_{(s)}$ = N_2O emissions from human sewage (kgN_2O-N/yr), Protein = Annual per capita protein intake (kg/person/yr), NR_{people} = Number of people in country, EF_6 = Emission Factor, $Frac_{NPR}$ = Fraction of nitrogen in protein

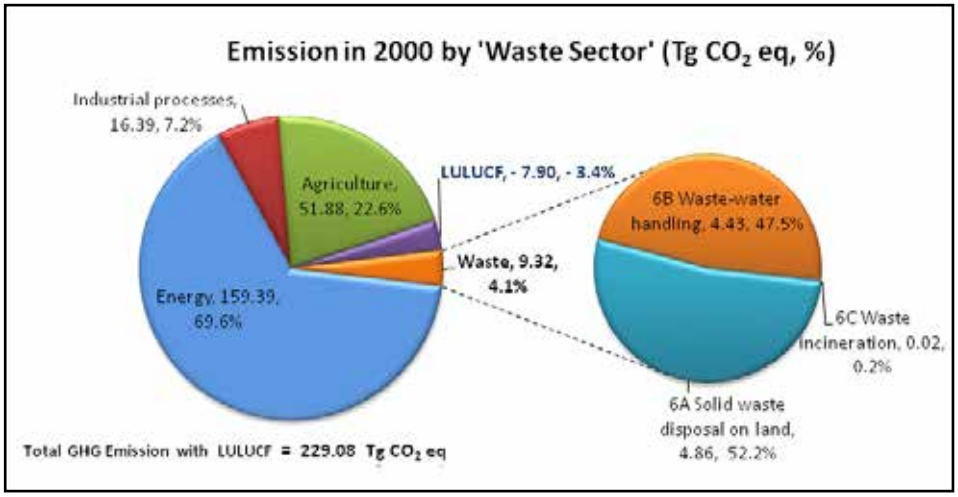
ทั้งนี้ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่ **เลือกใช้วิธีคำนวณโดยเทียร์ 2 (Tier 2)** เนื่องจากมีฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ในระดับหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอยทั่วประเทศ แม้ว่าข้อมูลจะยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วนทั้งหมดก็ตาม อย่างไรก็ตามได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) ไว้ในรายงานการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในส่วนภาคของเสีย (Waste Sector) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ที่แตกต่างกัน

ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภาคการจัดการน้ำเสีย เมื่อพิจารณาข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)และค่าการปล่อย (Emission Factor)แล้ว พบว่า **สามารถใช้วิธีการคำนวณในระดับ เทียร์ 2 (Tier 2)** ซึ่งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ของทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม มีความเหมาะสม ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ประเทศไทยยังไม่มีการศึกษาค่าการปล่อยจากเทคโนโลยีแต่ละประเภท การใช้ค่าแนะนำ (Default value) ที่กำหนดไว้ในคู่มือจะให้ค่าการปล่อย (Emission Factor)ที่แตกต่างกับความเป็นจริงเนื่องมาก จึงได้ปรับใช้ค่าการปล่อย (Emission Factor) จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านน้ำเสียโดยเฉพาะค่า MCF ทำให้ค่าการปล่อย (Emission Factor)ใกล้เคียงกับความเป็นจริง โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่นำไปใช้ในประเทศ

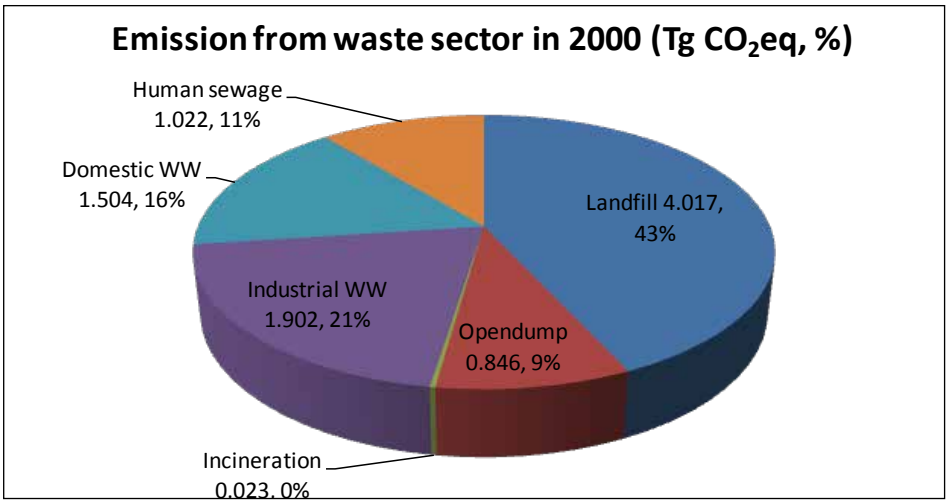
การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอยโดยเตาเผา **เลือกใช้วิธีคำนวณโดย เทียร์ 2 (Tier 2)** เนื่องจากมีฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ในระดับหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบในการกำจัดขยะมูลฝอย แม้ว่าข้อมูลจะยังไม่สมบูรณ์ครบถ้วนทั้งหมดก็ตาม อย่างไรก็ตามได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกับการคำนวณโดยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) ไว้ในรายงานการศึกษาครั้งนี้ด้วย เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการใช้ฐานข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่แตกต่างกัน

7.2 ผลการคำนวณ ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Results of GHGs Emission)

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการจัดการของเสีย ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกคิดเป็น 9.32 TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 4.1 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ ซึ่งเป็นภาคที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 7.1 โดยปริมาณการปล่อยจากกลุ่มการบำบัดของเสีย (6A) เท่ากับ 4.86 TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 55.2 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย มาจากการฝังกลบและการเททองทิ้งกลางแจ้งเท่ากับ 4.014 และ 0.846 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ตามลำดับ กลุ่มการบำบัดน้ำเสียปล่อย ก๊าซเรือนกระจก 4.43 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็นร้อยละ 47.5 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย โดยเป็นการปล่อยจากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม 1.902 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า น้ำเสียชุมชน 1.504 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และ Human Sewage 1.022Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปริมาณการปล่อยจากเตาเผาขยะมีน้อยมากเท่ากับ 0.023 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า สัดส่วนของปริมาณการปล่อยในกลุ่มและสาขาต่าง ๆ ในภาคน้ำเสียแสดงในรูปที่ 7.2

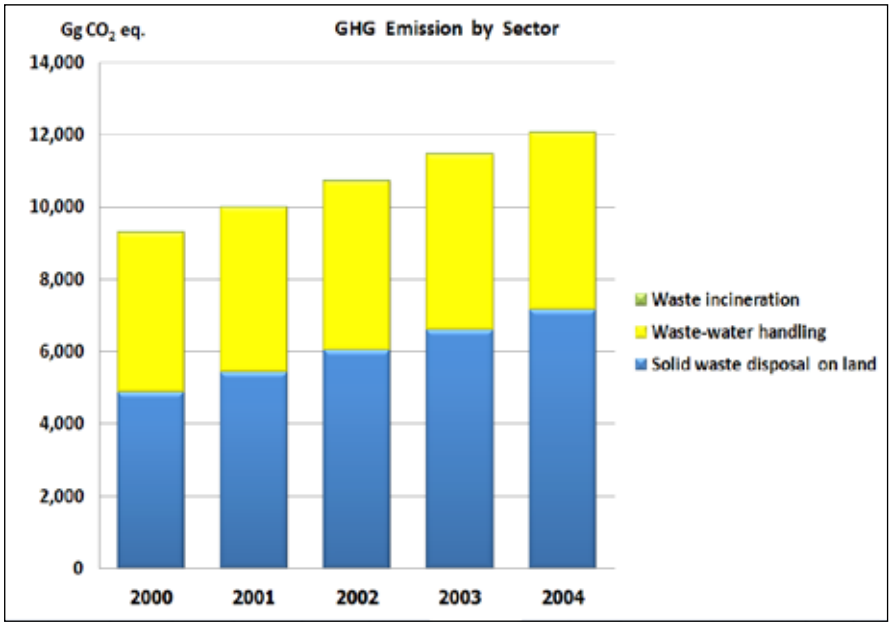


รูปที่ 7.1 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปล่อยจากภาคของเสียตามคู่มือการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (หน่วย: Tg หรือ ล้านตัน)



รูปที่ 7.2 ปริมาณและสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปี 2000 จากกลุ่มและสาขาต่าง ๆ ในภาคของเสีย (หน่วย Tg เท่ากับล้านตัน)

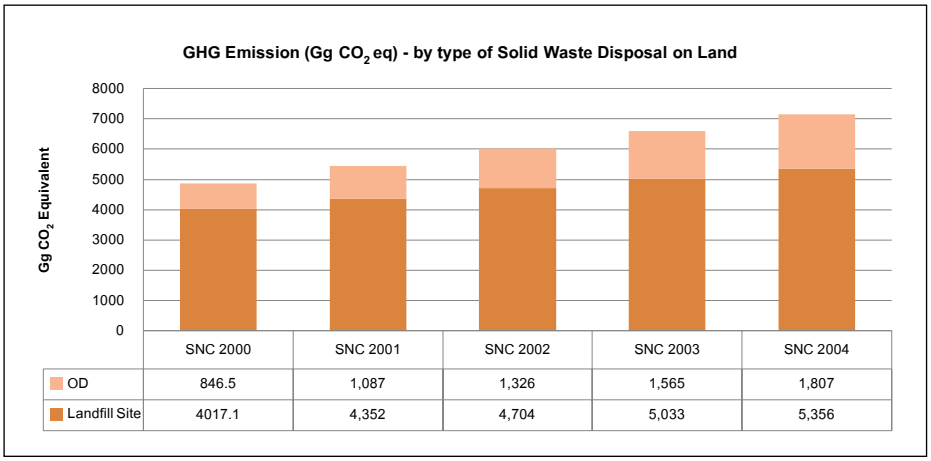
ก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ที่ปล่อยในภาคของเสียเกิดจากพื้นที่ฝังกลบและระบบบำบัดน้ำเสีย และเป็นก๊าซ CH_4 มากกว่าร้อยละ 80 โดยมีปริมาณที่ปล่อยเพิ่มขึ้น ร้อยละ 6.7 ต่อปี ในช่วง พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) ดูรูปที่ 7.3 โดยเพิ่มจาก 9.32 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปีพ.ศ.2543(ค.ศ.2000) เป็น 12.084 Tg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ.2004) การปล่อยก๊าซ CO_2 มาจากกลุ่มการกำจัดขยะในเตาเผา เพียงกลุ่มเดียวและมีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับก๊าซประเภทอื่น



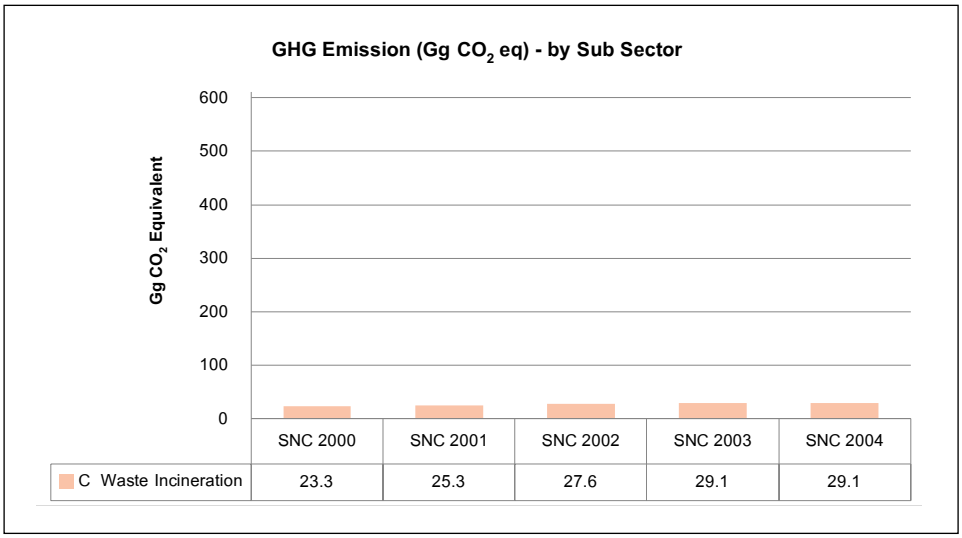
รูปที่ 7.3 แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคของเสียในระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004)

ผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบในพื้นที่ แสดงในรูปที่ 7.4 (ก) พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากพื้นที่ฝังกลบในระหว่างปี พ.ศ. 2543–2547 (ค.ศ.2000-2004) โดยใช้ข้อมูลการจัดการขยะมูลฝอยของแต่ละหน่วยงานท้องถิ่นในการคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากพื้นที่ฝังกลบค่าอยู่ระหว่าง 4,864-7,162 GgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี โดยปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ระบายจากพื้นที่ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลและพื้นที่เทกอง อยู่ในช่วง 4,017-5,356 และ 847-1,807 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี เห็นได้ว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการฝังกลบพื้นที่แบบถูกหลักสุขาภิบาลมีสัดส่วนของปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณก๊าซที่เกิดจากการฝังกลบแบบเทกองหรือเผากลางแจ้งจะน้อยลงหรือเพิ่มขึ้นในอัตราที่น้อยลงเนื่องจากมีการปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการมูลฝอยให้ถูกหลักวิชาการมากขึ้น

สำหรับผลการคำนวณเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากเตาเผา รูปที่ 7.4 (ข) พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากเตาเผาในระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004) โดยใช้ข้อมูลของแต่ละหน่วยงานท้องถิ่นในการคำนวณแบบ เทียร์ 2 (Tier 2) พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากเตาเผามีค่าน้อยกว่าการคำนวณด้วยวิธี เทียร์ 1 (Tier 1) โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 23.3-29.1 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี แบ่งเป็น ก๊าซ CO_2 และ N_2O อยู่ในช่วง 23.3-29.1 และ 0.006-0.01 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า/ปี ตามลำดับ โดยแนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากเตาเผามีแนวโน้มค่อนข้างคงที่



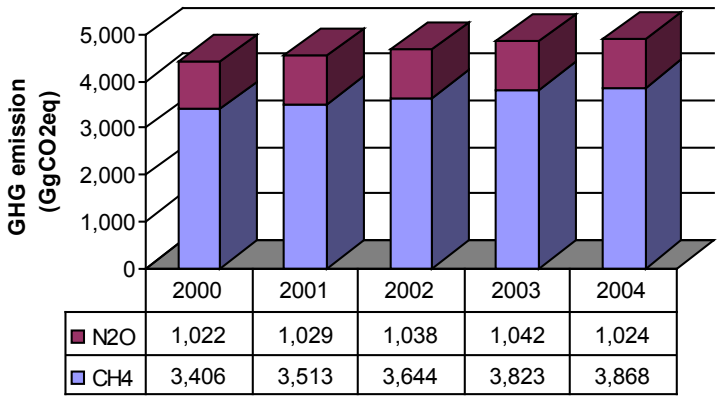
(ก) 6A Solid Waste Disposal on Land



(ข) 6C MSW Incineration

รูปที่ 7.4 แนวโน้มปริมาณก๊าซเรือนกระจกของการบำบัดของเสียและการกำจัดขยะด้วยเตาเผา ในระหว่างปี พ.ศ. 2543 – 2547 (ค.ศ. 2000-2004)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากน้ำเสียชุมชนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณน้ำเสีย ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งปัจจัยทั้งสองอย่างยังขึ้นอยู่กับการเพิ่มจำนวนประชากร CH_4 เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม ส่วนN_2Oมาจากของเสียชุมชน จากรูปที่ 7.5 จะเห็นว่าก๊าซหลักที่ปล่อยจากการจัดการน้ำเสีย คือ CH_4 และ N_2O โดย CH_4 มีปริมาณเพิ่มขึ้นจาก 3,406 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็น 3,868 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2004 N_2O จะเท่ากับ 1,022.8 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และเพิ่มขึ้นเท่ากับ 1,024 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004)

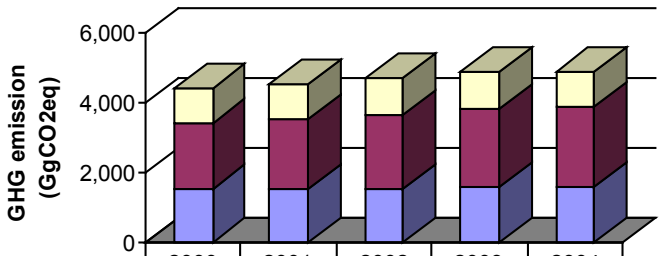


รูปที่ 7.5 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (GgCO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ที่ปล่อยจากการจัดการน้ำเสียปี 2000-2004

ส่วนน้ำเสียอุตสาหกรรมซึ่งมีความจำกัดเรื่องข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) นั้น การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบบำบัดในแต่ละวัน ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และระบบบำบัดน้ำเสีย และจากการเพิ่มของระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจนของโรงงานอุตสาหกรรมทำให้ได้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 1,902 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ปี 2000 เป็น 2,265 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ.2004) (รูปที่ 7.6)

ในขณะที่ปริมาณก๊าซเรือนกระจกจาก (Human Sewage) นั้นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของก๊าซเรือนกระจก คือ ปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อคน และจำนวนประชากร โดยปริมาณโปรตีนที่ได้รับมีค่าคงที่สำหรับการคำนวณในครั้งนี้ ส่วนจำนวนประชากรมีจำนวนลดลงในปี 2004 ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกลดลงจาก 1,042 Ggeq ในปี 2003 เป็น 1,024 Gg CO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ.2004)

ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากน้ำเสียชุมชนขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ปริมาณน้ำเสีย ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ซึ่งปัจจัยทั้งสองอย่างยังขึ้นอยู่กับการเพิ่มจำนวนประชากร ทำให้ได้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 1,504 GgCO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าปี 2000 เป็น 1,603 Gg CO_2 eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2004 (รูปที่ 7.6)



	2000	2001	2002	2003	2004
Human sew age	1,022	1,029	1,038	1,042	1,024
Industrial w astew ater	1,902	1,996	2,095	2,221	2,265
Domestic w astew ater	1,504	1,517	1,549	1,602	1,603

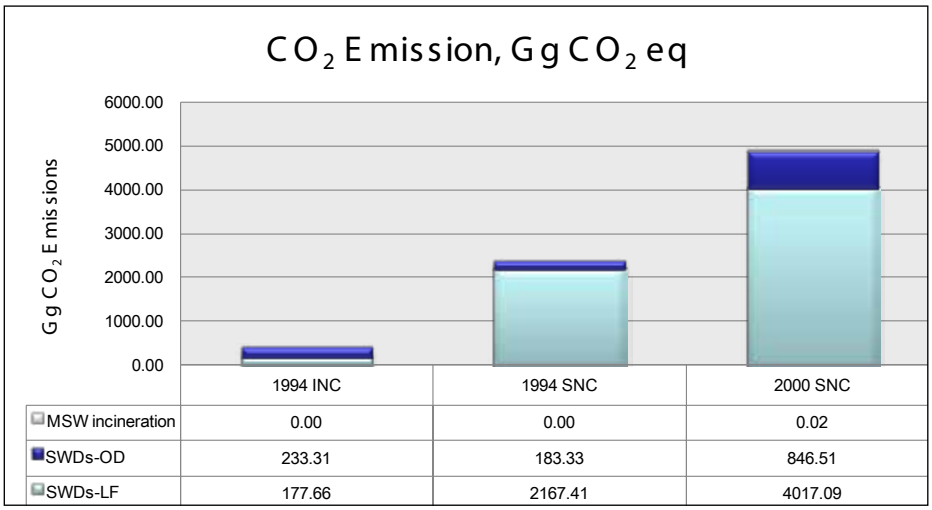
รูปที่ 7.6 ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (GgCO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ที่ปล่อยจากการจัดการน้ำเสียปี 2000-2004

7.3 การเปรียบเทียบผลของข้อมูลกับ Initial National Communication (base year 1994)

ผลการศึกษาการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยชุดข้อมูลปัจจุบันคำนวณการปล่อยในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ. 1994) พบว่าในปี 1994 มีปริมาณเรือนกระจกที่ปล่อยจาก Solid Waste Disposal on Land เท่ากับ 2,350.6 Gg CO_2 eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าแบ่งเป็น Landfill Site และ Open Dump Site เท่ากับ 2,167.3 และ 183.3 Gg CO_2 eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าตามลำดับ ทั้งนี้ไม่คิดการปล่อยก๊าซ CO_2 และN_2Oที่เกิดจากการเผาขยะชุมชนในเตาเผา (Waste Incineration) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับผลจากการศึกษา ด้วยชุดข้อมูลปัจจุบันในปี พ.ศ. 2543-2547

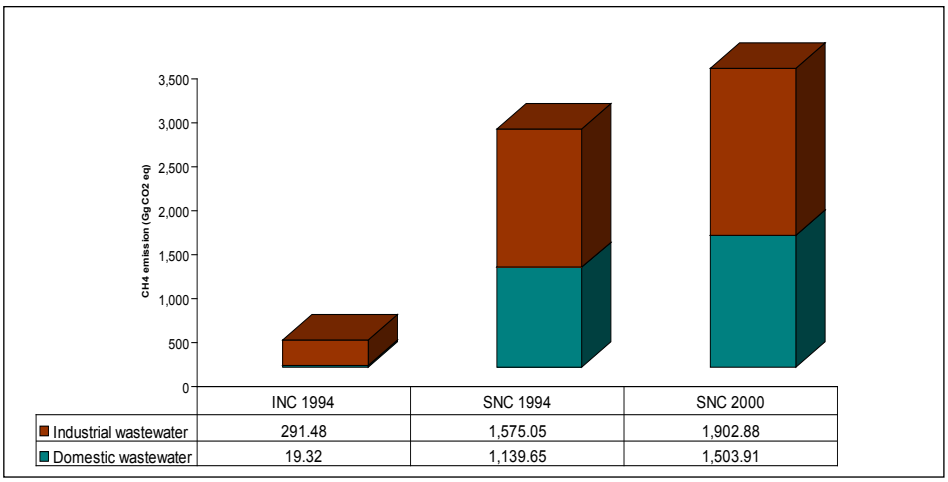
(ค.ศ. 2000-2004) พบว่า ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกจากภาคของเสีย (Solid Waste Disposal on Land และ Waste Incineration) มีปริมาณเพิ่มขึ้นสืบเนื่องจากปริมาณขยะที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งมีการดำเนินงานโรงงานเตาเผาขยะที่ส่งผลให้มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกเพิ่มขึ้นจาก 6,094.45 เป็น 9,345 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าในปี 2543 (ค.ศ. 2000) และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นเป็น 12,048 Gg CO_2eq ในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004)

สำหรับผลการประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากภาคการบำบัดน้ำเสียเมื่อใช้ข้อมูลในปัจจุบันคำนวณย้อยกลับไปในปี พ.ศ. 2537 (ค.ศ.1994) เนื่องจากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ระหว่างข้อมูลชุดเดิมของ การคำนวณในรายงานแห่งชาติครั้งแรก (INC) และการคำนวณด้วยชุดข้อมูลปัจจุบันมี ความแตกต่างค่อนข้างมาก การคำนวณย้อนกลับไปปี พ.ศ.2537 (ค.ศ. 1994)ด้วยข้อมูลชุดปัจจุบัน เพื่อเปรียบเทียบในปีเดียวกันของการคำนวณในรายงานแห่งชาติ พบว่า ปริมาณ CH_4 ในน้ำเสียชุมชนของชุดข้อมูลปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 54.27 Gg (1,139.67 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) ซึ่งมากกว่าการคำนวณใน รายงานแห่งชาติครั้งแรกมาก เช่นเดียวกับการคำนวณในการปล่อยจากการบำบัดน้ำเสียอุตสาหกรรม โดยปริมาณ CH_4 ที่คำนวณได้จาก รายงานแห่งชาติครึ้งแรก



รูปที่ 7.7 ผลประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการขยะมูลฝอย กลุ่ม 6A Solid Waste Disposal on Land และ 6C Waste Incineration ในการศึกษา SNC และ INC

(INC) มีค่าเท่ากับ 13.88 Gg (291.48 Gg CO_2eq) และจากการใช้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้มีค่าถึง 75.00 Gg (1,575 Gg CO_2eq) นอกจากนี้ใน INC ไม่ได้คำนวณปริมาณ N_2Oจากของเสียชุมชนแต่เมื่อคำนวณย้อนกลับพบว่า ปริมาณ N_2Oในปี 1994 มีค่าเท่ากับ 3.15 Gg (66.15 Gg CO_2eq หรือพันตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า) การเปรียบเทียบปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสียแสดงดังรูปที่ 7.8



รูปที่ 7.8 ผลประเมินปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสีย กลุ่ม 6B Wasstewater Handling ในการศึกษา SNC และ INC

7.4 การวิเคราะห์ค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty)

กลุ่ม 6A Solid Waste Disposal on Land

ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบในพื้นที่ (6A Solid Waste Disposal on Land) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) (Tier 2) ประกอบด้วย ปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาฝังกลบในพื้นที่กำจัดขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละแห่ง โดยเลือกใช้ค่าแนะนำของ IPCC สำหรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและถูกนำไปกำจัด ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ +10 ส่วนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ไม่มีค่าความไม่แน่นอนที่แนะนำโดย IPCC แต่จากการทบทวนรายงานการศึกษา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ นำมาวิเคราะห์หาค่าความไม่แน่นอนของการใช้ข้อมูลทุตยภูมิในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±130.3 เมื่อนำมาหาค่าความไม่แน่นอนรวมของภาคของเสียกลุ่ม 6A มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±130.68 ทั้งนี้ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นมาจากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่งเป็นค่าที่ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลด้านกิจกรรมและค่าการปล่อย (Emission Factor) จากรายงานหรืองานวิจัยที่มีในระดับประเทศและต่างประเทศที่มีความน่าเชื่อถือ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันมาก จึงทำให้มีช่วงค่าความไม่แน่นอนสูง

กลุ่ม 6B Wastewater Treatment

ในภาคการจัดการน้ำเสียชุมชน ค่าความไม่แน่นอนเกิดจาก การรายงานจำนวนประชากร ค่าสมมูลประชากร หรือค่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียซึ่งข้อมูลบางส่วนได้มาจากวิธีการคาดการณ์ ในส่วนของค่าการปล่อย (Emission Factor) นั้นค่าความไม่แน่นอนเกิดได้จากทั้งค่า B_o ซึ่งใช้ค่าจากคู่มือการจัดทำบัญชีฯ ปี 1996 ของ IPCC ซึ่งกำหนดไว้อยู่ในช่วงร้อยละ ±30 และ ความไม่แน่นอนของค่า MCF ซึ่งใช้วิธีสอบถามผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาคำนวณหาค่าความไม่แน่นอน โดยความไม่แน่นอนจะอยู่ในช่วงร้อยละ ±6.93 ในการศึกษาครั้งนี้ความไม่แน่นอนในภาคการจัดการน้ำเสียชุมชนมาจากค่าการปล่อย (Emission Factor) เท่านั้น เนื่องจากไม่สามารถคำนวณในส่วนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ได้ โดยความไม่แน่นอนในปี 2000-2005 มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ ±30.78

การจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมจะใช้หลักการเดียวกันกับน้ำเสียชุมชน ความไม่แน่นอนของการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมเกิดจากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) ความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ได้จากข้อมูล COD ซึ่งมีค่าความไม่แน่นอนอยู่ในช่วง ร้อยละ ±43.41 ในปี 2000 และลดลงเป็นร้อยละ ±28.5 ในปี 2004 ส่วนความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor)มาจากค่า B_o และ MCF โดยมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±30.00 และ ±7.52 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความไม่แน่นอนรวม พบว่า ความไม่แน่นอนภาคการจัดการน้ำเสียอุตสาหกรรมมีค่าระหว่าง ร้อยละ ±53.30 ในปี 2000 และมีอัตราเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงปี 2001-2002 หลังจากนั้นค่าความไม่แน่นอนจะลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ ±42.06 ในปี 2004

ในส่วนของ การปล่อยจาก Human Sewage ความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นมาจากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และค่าการปล่อย (Emission Factor) โดยข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ประกอบด้วย จำนวนประชากรและปริมาณโปรตีนที่ได้รับต่อคน ความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)มาจากการเก็บรวบรวมข้อมูล หรือเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor)ซึ่งเป็นค่าที่แนะนำโดย IPCC ได้เสนอไว้ใน Revised 1996 IPCC Guideline ไม่ได้กำหนดค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor) ดังนั้นสำหรับการศึกษาครั้งนี้เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอจึงไม่สามารถคำนวณค่าความไม่แน่นอนได้ของการคำนวณ N_2Oจากของเสียชุมชนได้

กลุ่ม 6C Waste Incineration

ในการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากเตาเผา (6C Waste Incineration) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) (Tier 2) ประกอบด้วยปริมาณขยะมูลฝอยที่นำมาเผาในเตาเผาของเทศบาลแต่ละแห่ง โดยเลือกใช้ค่าที่แนะนำของ IPCC สำหรับปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นและถูกนำไปกำจัด (กำหนดให้มีค่าเท่ากับปริมาณขยะมูลฝอยที่กำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±10 ส่วนการวิเคราะห์ความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor)นั้น ไม่มีค่าความไม่แน่นอนที่แนะนำโดย IPCC แต่จากการทบทวนรายงานการศึกษา งานวิจัยทั้งในและต่างประเทศ นำมาวิเคราะห์หาค่าความไม่แน่นอนของการใช้ข้อมูลทุติยภูมิในการศึกษาครั้งนี้ ค่าความไม่แน่นอนของค่าการปล่อย (Emission Factor)มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±83.3 และ ±38.9 สำหรับการคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และN_2O ตามลำดับ เมื่อนำมาหาค่าความไม่แน่นอนรวมของภาคของเสียกลุ่ม 6C มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ ±83.9 และ ±40.16 สำหรับการคำนวณหาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และ N_2O ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นมาจากข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)และค่าการปล่อย (Emission Factor) ซึ่งเป็นข้อมูลจริงที่ได้มาจากการรวบรวมข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากการดำเนินงานโรงงานเตาเผาขยะมูลฝอยชุมที่มีอยู่ในประเทศ ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกนั้นได้จากการติดตามตรวจสอบระบบบำบัดอากาศเสียของโรงงานเตาเผา 2 แห่ง คือ โรงเตาเผาขยะมูลฝอยของเทศบาลนครภูเก็ตและเทศบาลเกาะสมุย

7.5 การควบคุมคุณภาพ (QA/QC)

การควบคุมคุณภาพ (QA/QC) ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทบทวนและตรวจสอบข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) (Activity QC) และค่าการปล่อย (Emission Factor QC) ในส่วนของการใช้ข้อมูลเฉพาะของประเทศ ได้แก่ ข้อมูลปริมาณและลักษณะสมบัติของขยะมูลฝอย ข้อมูลการจัดการพื้นที่ฝังกลบขยะมูลฝอยของแต่ละหน่วยงาน ข้อมูลการดำเนินงานเตาเผาขยะชุมชนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เป็นต้น ได้ทำการทบทวนและตรวจสอบข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ตามวิธีการที่แนะนำโดย IPCC Good Practice Guidance ได้แก่ การสอบทวนการตั้งสมมติฐานที่ใช้ในการคำนวณ เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกข้อมูลด้านกิจกรรม ว่าได้ผ่านการตรวจสอบ มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ เป็นต้น

รวมทั้งตรวจสอบผลการคำควณ การป้อนค่าข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ค่าการปล่อย (Emission Factor) หน่วยที่ใช้ในการคำนวณ เป็นต้น สุดท้าย ผลที่ได้จากการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการของเสียถูกนำไปใช้ในการจัดประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ ก่อนนำมาปรับแก้และจัดทำเป็นข้อมูลที่สมบูรณ์

7.6 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น

ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการมูลฝอย (6A Solid Waste Disposal on Land และ 6C Waste Incineration) มีข้อเสนอแนะและแนวทางการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น ดังนี้

1. ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะหน่วยงานท้องถิ่นควรดำเนินการเก็บข้อมูลและบันทึกข้อมูลเอาไว้อย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลการเปิดและปิดพื้นที่กำจัดขยะมูลฝอย สัดส่วนการใช้พื้นที่ในการฝังกลบมูลฝอยต่อพื้นที่ทั้งหมด ความลึกของการฝังกลบ มูลฝอย และวิธีการฝังกลบมูลฝอย (ฝังกลบแบบถูกหลักสุขาภิบาลหรือกองกลางแจ้ง) และข้อมูลปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยที่เข้าสู่พื้นที่กำจัดซึ่งควรมีการสำรวจอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง ซึ่งจะทำให้ค่าการประมาณการปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการฝังกลบมูลฝอยในพื้นที่มีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

2. หน่วยงานที่มีศักยภาพในการประเมินค่าการปล่อย (Emission Factor) ควรดำเนินการตรวจวัดค่าจากการทดลองหรือการตรวจวัดในพื้นที่จริง เช่น ค่าปรับแก้การเกิดก๊าซ CH_4 จากการกำจัดมูลฝอยโดยวิธีฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาลและการเทกองกลางแจ้ง องค์ประกอบก๊าซ CH_4 และคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการฝังกลบขยะมูลฝอยในพื้นที่ สัดส่วนของก๊าซ CH_4 ที่ถูกเปลี่ยนรูปโดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน และค่าคงที่ของอัตราการเกิดก๊าซ CH_4 สำหรับใช้เป็นค่าการปล่อย (Emission Factor) ที่เป็นค่าเฉพาะของประเทศไทย

3. ควรรวบรวมและจัดทำฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ค่าการปล่อย (Emission Factor) ทั้งจากเอกสารงานวิจัยต่างๆ และผลการดำเนินการระบบกำจัดขยะมูลฝอยในประเทศอย่างเป็นระบบ เพื่อใช้เปรียบเทียบและหาค่าที่เป็นตัวแทนของประเทศได้อย่างเหมาะสม

4. ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ควรมีหน่วยงานกลางเป็นผู้รวบรวมและจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบและมีความเป็นระบบเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้สะดวกมากขึ้น และเผยแพร่ข้อมูลสู่สาธารณะ

ในการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากการจัดการน้ำเสีย ทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน ตลอดจนของเสียชุมชน มีข้อเสนอแนะและแนวทางการคำนวณในระดับ Tier ที่สูงขึ้น ดังนี้

1. ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ของการคำนวณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสียอุตสาหกรรมมาจากศูนย์สารสนเทศ กรมโรงงานอุตสาหกรรม สามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ในการคำนวณในระดับ เทียร์ 1 (Tier 1), เทียร์ 2 (Tier 2) และ, เทียร์ 3 (Tier 3), คือ ใช้ข้อมูลเฉพาะของแต่ละโรงงาน แต่ยังไม่ครอบคลุมจำนวนโรงงานทั้งหมด นอกจากนี้การเก็บข้อมูลน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการผลิตก๊าซเรือนกระจกให้ครอบคลุมจะทำให้การประมาณมีค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

2. ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) ของน้ำเสียชุมชน จะต้องมีการศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ ปริมาณน้ำเสีย ที่เข้าสู่ระบบและจะต้องทำการประเมินค่าก๊าซเรือนกระจกจากระบบบำบัดน้ำเสียแต่ละแห่ง

3. ในกรณีพื้นที่ไม่มีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับ การศึกษาหาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำเสียต่อคน จะทำให้การคำนวณมีค่าที่แน่นอนมากขึ้น

4. ค่า MCF ในประเทศไทยยังไม่พบว่ามีการรายงาน การจะคำนวณในระดับที่สูงขึ้น จะต้องทำการศึกษา

ค่า MCF แต่ละประเภทเทคโนโลยี ทั้งน้ำเสียชุมชนและน้ำเสียอุตสาหกรรม

5. ปริมาณโปรตีนที่ได้รับในแต่ละวันของไทยจะต้องทำการสำรวจและศึกษาอย่างต่อเนื่องและรายงานทุกปี

6. ทำการศึกษาค่าการปล่อย (Emission Factor) ของ N_2O จากของเสียชุมชนเพื่อที่จะได้ค่าการปล่อย (Emission Factor) N_2O ของประเทศ

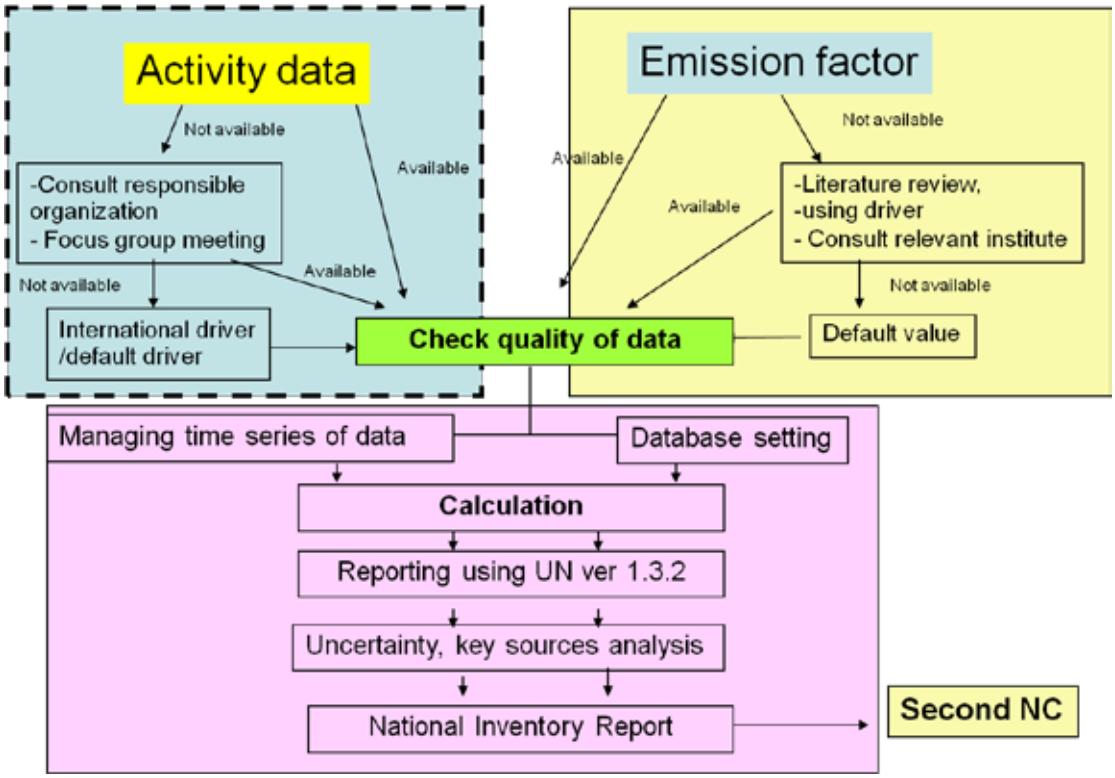
บทที่ 8 บทสรุปและการวิเคราะห์เชิงนโยบาย

การจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งในการรายงานแห่งชาติที่ประเทศไทยดำเนินการภายใต้อนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยคำนวณด้วยข้อมูลปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) เป็นปีฐาน ใช้วิธีการคำนวณ ตามคำแนะนำของสหประชาชาติ คือ คำนวณตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ ปี 1996 ของ IPCC หรือ 1996 IPCC Revised Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories ซึ่งจัดทำโดยคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) นอกจากนี้ยังได้ใช้ 2000 Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (Good Practice Guidance) และ 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry เป็นแนวทางในการดำเนินการโดยเฉพาะการเลือกระดับการคำนวณ (เทียร์ (Tier)) ตาม Decision Tree

การรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแบ่งออกเป็น 5 ภาคได้แก่ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการเกษตร ภาคการใช้เปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ และภาคของเสีย คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิดตามที่กำหนดในรายงานของสหประชาชาติ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide: CO_2), มีเทน (Methane: CH_4), ไนตรัสออกไซด์ (Nitrous Oxide: N_2O), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (Hydrofluorocarbon: HFC), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluorocarbon: PFC) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (Sulfur Hexafluoride: SF_6) ทั้งนี้ในการรายงานในภาพรวมของประเทศ (National Total) เทียบค่าก๊าซทั้ง 6 ชนิด ด้วยค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อน (Global Warming Potential) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบกันได้และรายงานอยู่ในรูปปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขั้นตอนที่สำคัญที่สุด คือการได้มาของข้อมูล โดยแนวความคิดของการคำนวณและแสวงหาข้อมูลแสดงในรูปที่ 8.1

การเลือกใช้วิธีการและระดับของการคำนวณอ้างอิงตาม Decision Tree ในคู่มือการจัดทำ บัญชีฯ ปี1996 ของ IPCC สำหรับข้อมูลด้านกิจกรรม (Activity Data) นั้น หากไม่สามารถใช้ข้อมูลปฐมภูมิได้ ก็จะใช้ข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และหากไม่สามารถหาข้อมูลที่เหมาะสมได้ ให้เลือกใช้ข้อมูลเปรียบเทียบของหน่วยงานต่างประเทศ ส่วนค่าการปล่อย (Emission Factor) ก๊าซเรือนกระจกนั้น ในลำดับแรกจะใช้ค่าเฉพาะของประเทศโดยศึกษาและรวบรวมจากงานวิจัยเสียก่อน หากไม่สามารถหาได้ จะใช้ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงที่เหมาะสม และเลือกใช้ค่าแนะนำ (Default Value) ของ IPCC ในการคำนวณโดยใช้สมการระดับเทียร์ 1 (Tier) 1 ในกรณีที่ไม่สามารถหาค่าที่เหมาะสมได้ หลังจากการคำนวณมีการตรวจสอบภายในโดยการจัดประชุมคณะทำงานทุกเดือน และตรวจสอบจากภายนอก



รูปที่ 8.1 แนวความคิดและหลักการของการคำนวณและได้มาของข้อมูล

โดยการจัดประชุมกลุ่มย่อยกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอความเห็นและยืนยันข้อมูล ทั้งข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) ถูกจัดเก็บในรูปแบบฐานข้อมูลมาตรฐานที่ได้รับการแนะนำจากสหประชาชาติ คือการจัดทำแบบ Source by Source Database รวมทั้งการคำนวณโดยใช้ Work Sheet ตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกปี 1996 IPCC และรวบรวมอยู่ใน Software ของ UNFCCC Version 1.3.2 ทั้งนี้หลังจากการรวมค่าที่คำนวณได้จากแต่ละภาคเพื่อประกอบเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศต้องมีการประเมินสาขาปล่อยหลัก (Key Categories Analysis) และค่าความไม่แน่นอน (Uncertainty Analysis) ซึ่งหลักการดังกล่าวเป็นที่ยอมรับในการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศตามคำแนะนำของ IPCC)

8.1 บัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี 2000

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยมีทั้งส่วนที่เป็นปริมาณจากแหล่งปล่อย (Emission by Sources) และปริมาณที่เกิดจากการดูดกลับ (Removal by Sink) โดยปริมาณที่ปล่อยออกทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 277.7 TgCO2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และค่าดูดกลับ มีค่าเท่ากับ 50.22 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งเมื่อรวมกันแล้วปริมาณการปล่อยรวมของประเทศ (national total emission) มีค่าเท่ากับ 229.08 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยเป็นปริมาณการปล่อยจากภาคพลังงานมากที่สุดเท่ากับ 159.4 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า รองลงมา คือภาคการเกษตร 51.88 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม 16.4 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และภาคของเสีย 9.3 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์ เทียบ

เท่า สำหรับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้สามารถดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ได้ -7.90 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ไม่มีการปล่อยของ สารฟลูออโรคาร์บอน ส่วนการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ สารไฮโดรคาร์บอนที่ไม่ใช่มีเทน (NMVOC) มีการรายงานแยกต่างหาก

ปริมาณการปล่อยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของประเทศทั้งหมดคิดเป็น 157.86 $TgCO_2eq$หรือ ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ก๊าซมีเทน 58.83 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า และก๊าซไนตรัสออกไซด์ 12.39 $TgCO_2eq$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า คิดเป็น ร้อยละ 68.9, 25.7 และ 5.4 ตามลำดับ โดยภาคที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือภาคพลังงาน ส่วนภาคที่มีการปล่อยก๊าซมีเทนและก๊าซไนตรัสออกไซด์มากที่สุดคือ ภาคการเกษตร

การคำนวณบัญชีก๊าซเรือนกระจกนี้ใช้วิธีการคำนวณตามคำแนะนำของคณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2000 IPCC Good Practice Guidance on National Greenhouse Gas Inventories และ 2003 Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry โดยในภาคการปล่อยที่ใช้การคำนวณในระดับเทียร์ (Tier) 1 ได้แก่ ภาคพลังงานและภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคการปล่อยที่ใช้ เทียร์ (Tier) 2 ในการคำนวณคือภาคการเกษตร การเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้และภาคของเสีย นอกจากนี้ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติครั้งนี้พบว่ามีค่า Uncertainty รวมของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เท่ากับประมาณร้อยละ 7.4 ซึ่งอยู่ในระดับน่าพอใจ

สาขาหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ สามารถจำแนกได้ดังนี้

ตารางที่ 8.1 สาขาหลักในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

ลำดับ	รายสาขา	ภาคแหล่งปล่อย	ชนิดของก๊าซ	ปริมาณที่ปล่อย ($TgCO_{2eq}$ หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)	ร้อยละของการปล่อยทั้งหมด
1	1A3 Mobile Combustion: Road Vehicles	พลังงาน	CO_2	43.03	**18.8**
2	1A1 Stationary Combustion : Natural Gas	พลังงาน	CO_2	32.75	**14.3**
3	1A2 Manufacturing Industries and construction	พลังงาน	CO_2	30.30	**13.2**
4	4C Rice Production	การเกษตร	CH_4	29.94	**13.1**
5	1A1 Stationary Combustion : Lignite	พลังงาน	CO_2	15.14	**6.6**
6	2A Cement Production	กระบวนการอุตสาหกรรม	CO_2	15.02	**6.6**

ลำดับ	รายสาขา	ภาคแหล่งปล่อย	ชนิดของก๊าซ	ปริมาณที่ปล่อย ($TgCO_{2eg}$ หรือ ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)	ร้อยละของการปล่อยทั้งหมด
7	4A Enteric fermentation from livestock	การเกษตร	CH_4	8.26	**3.6**
8	4D Agricultural Soil	การเกษตร	N_2O	7.60	**3.3**
9	1A1 Stationary Combustion : Residual Fuel Oil	พลังงาน	CO_2	7.4	**3.2**
10	1A1 Stationary Combustion : Crude oil	พลังงาน	CO_2	6.83	**3.0**

สาขาปล่อยหลักส่วนใหญ่อยู่ในภาคพลังงานโดยเฉพาะสาขาขนส่งทางบกซึ่งมีปริมาณการปล่อยเป็นลำดับแรก สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) โดยเฉพาะการผลิตจากก๊าซธรรมชาติมาเป็นลำดับสอง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากสาขาตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) แบ่งแยกย่อยตามเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นสามสาขา (ก๊าซธรรมชาติ, ถ่านหิน และน้ำมันดิบ) ซึ่งมีปริมาณการปล่อยอยู่ในสิบลำดับต้นทั้งสิ้น หากรวมกันทุกเชื้อเพลิงแล้วก็จะมีประมาณมากกว่าสาขาขนส่งทางบก ทั้งสองสาขาจึงมีความสำคัญต่อการลดก๊าซเรือนกระจกของประเทศ

สาขาหลักที่ปล่อยก๊าซมีเทนมาก คือ สาขานาข้าวและสาขาการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ ส่วนสาขาที่ปล่อยไนตรัสออกไซด์มากที่สุดคือดินที่ใช้ในการเกษตร

8.2 การเพิ่มขึ้นของการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ถึงปี พ.ศ. 2547(ค.ศ. 2004) การเพิ่มขึ้นของภาคการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มากที่สุด คือภาคกระบวนการอุตสาหกรรมโดยมีปริมาณเพิ่มร้อยละ 42.3 ภายใน 5 ปี หรือคิดเป็นการเพิ่มขึ้นร้อยละ 9.9 ต่อปี รองลงมา คือภาคของเสียที่มีการเพิ่มขึ้นของการปล่อยในช่วง 5 ปี คือ ร้อยละ 29.7 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.7 ต่อปี ส่วนภาคพลังงานถึงแม้จะมีปริมาณการปล่อยมากที่สุด ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) แต่มีปริมาณการปล่อยเพิ่มเป็นร้อยละ 6.4 ต่อปี ภาคการเกษตรมีการเพิ่มน้อยที่สุด คือร้อยละ 1.68 ต่อปี การเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศโดยไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีปริมาณร้อยละ 24.2 ในเวลา 5 ปี หรือร้อยละ 5.3 ต่อปี แต่เมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ซึ่งเป็นภาคที่มีศักยภาพในการช่วยดูดกลับก๊าซเรือนกระจกแล้วพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศจะมีค่าน้อยกว่าเมื่อคิดแบบไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ โดยมีการเพิ่มขึ้นในช่วง พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ถึงปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) เท่ากับร้อยละ 16.1 ในช่วง 5 ปี หรืออัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 3.8 ต่อปี โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกนั้นเพิ่มขึ้น ร้อยละ 260 ภายใน 5 ปี หรือเพิ่มขึ้นในอัตราร้อยละ 66.8 ต่อปี

แหล่งการปล่อย 10 สาขาหลัก ของสาขาย่อยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ยังคงอยู่ใน 10 ลำดับแรกของลำดับการปล่อยในปี พ.ศ. 2547 (ค.ศ. 2004) ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยเฉพาะลำดับที่ 1- 4 ลำดับไม่มีการ

เปลี่ยนแปลง

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2544-2547 (ค.ศ. 2001-2004) มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ ยกเว้นปริมาณการปล่อยในปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) ซึ่งน้อยกว่าปริมาณการปล่อยในปี พ.ศ.2543 (ค.ศ. 2000) ภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 - 63

8.3 ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

ภาคพลังงาน

เนื่องจากความต้องการการใช้พลังงานของประเทศมีสูงและมีปริมาณเพิ่มขึ้นถึงแม้ว่ารัฐจะมีนโยบายเพิ่มการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้น แต่ก็ยังมีข้อจำกัดเรื่องการขยายตัวเนื่องจากข้อจำกัดหลายด้าน เช่น การจัดหาวัตถุดิบและพื้นที่เพาะปลูกในกรณีของเชื้อเพลิงชีวภาพ การต่อต้านของชุมชนในกรณีพลังน้ำ รวมทั้งปัญหาด้านเทคโนโลยีและการลงทุนของพลังงานลมและแสงอาทิตย์ ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) การจัดหาพลังงานส่วนใหญ่สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าจึงยังเป็น ก๊าซธรรมชาติเป็นหลัก ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับ 1A1 สาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) จึงมาจากสาขานี้เป็นหลักและมีมากกว่าปริมาณจากการใช้ถ่านหินลิกไนท์ถึงแม้ว่าก๊าซธรรมชาติจะมีค่าการปล่อย (Emission Factor) น้อยว่าก็ตาม ค่าการปล่อย (Emission Factor) นี้ใน 1A1 จึงขึ้นกับการจัดหาพลังงานในการผลิตกระแสไฟฟ้า ในแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP) การเปลี่ยนประเภทของเชื้อเพลิงอาจทำให้ลำดับการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเปลี่ยนไป แต่ปริมาณการปล่อยโดยรวมยังขึ้นอยู่กับความต้องการไฟฟ้าและการผลิตเป็นหลัก หากรวมปริมาณการปล่อยจากการผลิตกระแสไฟฟ้าทั้งหมดแล้ว มีประมาณ 62TgCO_2eq หรือล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หรือเท่ากับ ร้อยละ 27 ของประมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศ การให้ความสำคัญต่อการลดก๊าซเรือนกระจกในสาขานี้จะช่วยลดปริมาณการปล่อยโดยรวมของประเทศได้อย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตามหากความต้องการการใช้พลังงานยังคงมีเพิ่มขึ้น การลดการปล่อยคงต้องมองหาเทคโนโลยีสะอาดหรือการใช้พลังงานทดแทนให้มากขึ้น

ในการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากสาขานี้ใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)จากกระทรวงพลังงานซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดของประเทศเป็นรายปี ซึ่งมีการรายงานทุกปี ดังนั้นข้อมูลจึงมีความสมบูรณ์และต่อเนื่องในระดับที่ดี แต่ไม่สามารถแยกปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นรายโรงงานและเทคโนโลยีได้

สาขาที่มีความสำคัญรองลงมา คือสาขาขนส่ง เนื่องจากมีปริมาณการปล่อยอยู่ในลำดับแรกของสาขาหลัก โดยเฉพาะการขนส่งทางบกและมีการเพิ่มขึ้นต่อปีสูงประมาณ ร้อยละ 10 ในขณะที่การเพิ่มขึ้นจากสาขาอุตสาหกรรมพลังงาน (Energy Industries) อยู่ที่ร้อยละ 5.6 และการเพิ่มขึ้นของภาคพลังงานเท่ากับร้อยละ 6.1 ต่อปี การคำนวณในสาขานี้ใช้วิธีการใน เทียร์ (Tier) 1 เนื่องจากไม่มีข้อมูลด้านการขนส่งที่สำคัญเช่น ระยะทางของการใช้รถต่อปี จึงทำให้ไม่สามารถปรับขึ้นมาเป็นวิธีการคำนวณในระดับ เทียร์ (Tier) 2 ได้ การคำนวณใน เทียร์ (Tier) ที่สูงขึ้นทำให้การวางนโยบายและการคำนวณการลดก๊าซเรือนกระจกในอนาคตได้ดีขึ้น ในปี พ.ศ. 2543-2547 (ค.ศ. 2000-2004) นี้ยังไม่มีการใช้แก๊สโซฮอลและไบโอดีเซล

เนื่องจากภาคพลังงานเป็นภาคการปล่อยมากที่สุดและอยู่ในสาขาการปล่อยหลัก (Key Categories) เกือบทั้งสิ้น ดังนั้นจึงควรพัฒนาการคำนวณให้เข้าสู่ระดับ เทียร์ (Tier) 2 เพื่อให้การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีความแม่นยำมากขึ้นและยังสามารถนำข้อมูลจากการจัดทำบัญชีมาใช้ในการวางนโยบายลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วย เนื่องจากการคำนวณใน เทียร์ (Tier) 2 นี้อิงตามเทคโนโลยี จึงต้องมีการเก็บข้อมูลรายย่อย เช่น กรณีของโรงไฟฟ้า ต้องมีฐานข้อมูลเป็นรายโรงงาน และเทคโนโลยีที่ใช้ตลอดจนประเภทและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงที่ใช้ด้วย ส่วนกรณีของสาขาขนส่งนั้น ต้องมีข้อมูลเชิงลึกเช่นประเภทของรถและระยะทางที่ใช้ต่อปี รวมทั้งปริมาณ

และประเภทของน้ำมันที่ใช้ต่อปี ดังนั้นหากต้องการพัฒนาการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกเพื่อรองรับการรายงานที่มีแนวโน้มว่าจะต้องกระทำทุกสองปีแล้ว การจัดทำฐานข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)ที่สมบูรณ์และมีข้อมูลต่อเนื่องจึงเป็นเรื่องสำคัญโดยต้องมีออกแบบประเภทและชนิดของข้อมูลให้สอดคล้องกับการคำนวณ และมอบหมายให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปปฏิบัติ โดยข้อมูลบางประเภทอาจต้องออกเป็นระเบียบหรือแนวปฏิบัติ เพื่อให้ได้ข้อมูลสมบูรณ์และต่อเนื่อง เช่น การรายงานระยะทางที่ใช้ในแต่ละปี หากมีการกำหนดให้เป็นระเบียบในการบันทึกข้อมูลก่อนต่อทะเบียนรถ ก็จะสามารถรู้ระยะทางเฉลี่ยที่รถแต่ละประเภทใช้ในแต่ละปี เป็นต้น ในส่วนของค่าการปล่อย (Emission Factor)ที่แบ่งตามเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในเทียร์ (Tier) 2 หรือ เทียร์ (Tier) 3 ควรสนับสนุนให้มีการวิจัยวิเคราะห์หรือตรวจวัดตามความเหมาะสม

ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม

ในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ไม่พบการปล่อยสารฟลูออโรคาร์บอนเนื่องจากไม่มีข้อมูล การคำนวณการปล่อยสารดังกล่าวเริ่มในปี พ.ศ. 2544-2547 (ค.ศ. 2001-2004) และพบว่ามีปริมาณการปล่อยเพิ่มมากขึ้นโดยมีการปล่อยก๊าซ HFC ร้อยละ 137 ต่อปี และก๊าซ SF6 เพิ่มขึ้น ร้อยละ 87 ต่อปี เนื่องจากมีการนำเข้าสารดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณมาจากรายงานการนำเข้าและส่งออกของสารดังกล่าวจากกรมศุกากรเป็นหลัก การพัฒนาฐานข้อมูลของการใช้สารฮาโลคาร์บอน ในระดับโรงงาน โดยแยกจากประเภทการนำไปใช้งานเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด โดยควรต้องมีการพัฒนาฐานข้อมูลหรือขั้นตอนการรายงานการใช้สารดังกล่าวต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อให้สามารถติดตามปริมาณการใช้สารดังกล่าวในรอบปีได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ

เนื่องจากการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในครั้งนี้ เน้นที่การคำนวณการปล่อยในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และ พ.ศ. 2544-2547 (ค.ศ. 2001-2004) ซึ่งอุตสาหกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการผลิต เช่น โรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำยังไม่มีเกิดขึ้นในปีที่ทำการคำนวณนี้ ในปี พ.ศ. 2552 (ค.ศ. 2009) ประเทศไทยมีโรงงานผลิตเหล็กต้นน้ำด้วยกำลังการผลิต 5 แสนตัน และทางคณะกรรมการสำหรับการลงทุน (BOI) ได้มีแผนขยายกำลังการผลิตเหล็กต้นน้ำในอนาคต แผนดังกล่าวอาจทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเพิ่มสูงขึ้น ดังนั้น นอกจากการวางนโยบายเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ควรให้ความสำคัญในการจัดทำข้อมูลเพื่อรองรับการคำนวณการปล่อย โดยมีระบบบริหารจัดการข้อมูลที่สอดคล้องตามคู่มือการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก IPCC

ภาคการเกษตร

ถึงแม้ภาคการเกษตรมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณร้อยละ 23 ของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ.2000) แต่ปริมาณจากสาขานาข้าวจัดอยู่ในแหล่งปล่อยหลักลำดับที่ 4 ทั้งในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) และปี พ.ศ. 2547(ค.ศ. 2004) อย่างไรก็ตามปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีไม่ถึงร้อยละ 1 ต่อปี เนื่องจากพื้นที่การปลูกข้าวมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนักและเทคโนโลยีการปลูกไม่ได้แตกต่างไปจากเดิม ทั้งนี้ข้อมูลพื้นที่การเพาะปลูกเป็นข้อมูลที่สำคัญโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ในอนาคตจากนาข้าวไปเป็นพืชประเภทอื่นที่มีความสำคัญ เช่น ปาลม์น้ำมันเป็นต้น ข้อมูลพื้นที่นี้ยังเชื่อมโยงกับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ดังนั้นการวางแผนการพัฒนาฐานข้อมูลต้องมองให้เป็นระบบที่สามารถครอบคลุมการใช้พื้นที่การเกษตรและพื้นที่ป่าไม้อื่น ๆ ควบคู่กันไปด้วย โดยเฉพาะหากมีการเปลี่ยนแปลงการคำนวณไปใช้คู่มือการจัดทำบัญชีฯปี 2006 ของ IPCC แล้ว ภาคการเกษตรจะถูกรวมกับภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ เป็นภาค Agriculture Forest and Other Land Use (AFOLU) ที่มีการคำนวณกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้พื้นที่แบบองค์รวม เชื่อมโยงข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)แบบสมดุลย์(Balance) นอกจากนี้ต้องเตรียมข้อมูลพื้นที่ในระดับภาพถ่ายดาวเทียมหรือในระบบภูมิศาสตร์สนเทศเพื่อรองรับการคำนวณตามคู่มือการการจัดทำบัญชีฯ ปี 2006 ของ IPCC

ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลอย่างมากในปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศคือภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ เนื่องจากข้อมูลของพื้นที่ที่ต้องนำมาคำนวณมีไม่ครบตามที่ต้องการ และในปีที่มีข้อมูลการใช้เครื่องมือในการคำนวณพื้นที่จากภาพถ่ายดาวเทียมก็มีความแตกต่างกัน ทำให้ต้องใช้วิธีการ Interpolation และ Extrapolation เข้ามาประกอบ ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้เป็นความแตกต่างระหว่างปีของพื้นที่ ในปีที่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการคำนวณพื้นที่ ทำให้มีปริมาณพื้นที่ ป่าไม้ที่แตกต่างกันมาก นอกจากนี้การตั้งสมมุติฐานปริมาณมวลชีวภาพในป่าที่มีการเปลี่ยนแปลงรวมทั้ง ในการปันส่วนไม้ออกนอกพื้นที่ ส่วนที่ย่อยสลายและส่วนที่เผาใหม้ยังต้องการความชัดเจนและงานวิจัยสนับสนุนมากกว่าที่มีในปัจจุบัน ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ เป็นภาคเดียวที่มีการดูดกลับของคาร์บอนไดออกไซด์ และเป็นแหล่งปล่อยที่เมื่อมีการจัดการที่ดี แหล่งปล่อยนี้อาจกลายเป็นแหล่งดูดกลับได้ ดังนั้นการใช้ข้อมูลที่ต่อเนื่องบนพื้นฐานเดียวกัน เป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อรองรับการตรวจสอบและตรวจวัดในอนาคต เนื่องจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้กำลังเป็นประเด็นหลักในเวทีโลกขณะนี้ นอกจากนี้ควรพัฒนาให้เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนมากกว่าในปัจจุบัน

ภาคของเสีย

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสียเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี ในการคำนวณครั้งนี้ใช้ เทียร์ (Tier) 2 คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งบำบัดขยะมูลฝอย ดังนั้นการคำนวณในปีต่อ ๆ ไป ต้องมีการติดตามการจัดการและบำบัดขยะมูลฝอยของแต่ละท้องถิ่น โดยเฉพาะข้อมูลการคัดแยกของเสียที่ส่งผลต่อองค์ประกอบและปริมาณของขยะก่อนฝังกลบ ควรจัดให้มีการตรวจวัด จัดเก็บและรายงาน ข้อมูลปริมาณขยะก่อนฝังกลบให้เป็นระบบ รวมทั้งการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบของขยะอย่างน้อยทุกปี สำหรับปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากน้ำเสียโดยเฉพาะน้ำเสียอุตสาหกรรม ต้องการข้อมูลเชิงลึกในระดับรายโรงงาน และระดับเทคโนโลยีด้วยรูปแบบและวิธีการของการจัดทำฐานข้อมูลสามารถรวมกันกับข้อมูลในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมได้

8.4 การพัฒนาการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกในอนาคต

8.4.1 การพัฒนาเข้าสู่ระดับที่สูงขึ้น

คณะกรรมาธิการระหว่างรัฐบาลด้านสภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงได้ให้แนวทางสำหรับระดับการคำนวณสู่ระดับที่สูงขึ้นเพื่อให้การจัดทำบัญชีมีความแม่นยำและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น โดยเฉพาะการวางแผนในการลดก๊าซเรือนกระจก โดยสนับสนุนให้ประเทศภาคีที่มีความพร้อมเตรียมเข้าสู่การใช้วิธีการคำนวณในระดับที่สูงขึ้นเมื่อแหล่งปล่อยนั้นๆ เป็นแหล่งปล่อยหลัก ผลการคำนวณบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยนั้น เนื่องจากข้อมูลด้านค่าการปล่อย (Emission Factor)รายเทคโนโลยีและข้อมูลกิจกรรม (Activity Data)รายโรงงานยังไม่มีความสมบูรณ์เต็มที่ โดยเฉพาะข้อมูลย้อนหลัง ภาคพลังงานซึ่งเป็นภาคการปล่อยหลักจึงยังคงใช้ เทียร์ (Tier) 1 อยู่ อย่างไรก็ตามในการจัดทำรายงานแห่งชาติครั้งที่สาม ควรมีการเตรียมข้อมูลทั้งสองด้านให้พร้อม โดยเฉพาะข้อมูลย้อนหลังการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมที่คำนวณโดยใช้ เทียร์ (Tier) 1 เนื่องจากไม่มีข้อมูลที่ละเอียดมากพอ การขยับขึ้นสู่วิธีการที่สูงกว่าต้องการข้อมูลรายโรงงาน ที่ละเอียดและต่อเนื่อง ซึ่งหากมีฐานข้อมูลรายโรงงานที่ดีโดยเฉพาะการรายงานผลผลิตประจำปี ก็จะช่วยให้สามารถติดตามข้อมูลได้ดีขึ้น

สำหรับภาคการเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้รวมทั้งภาคของเสีย ได้คำนวณโดยใช้ เทียร์ (Tier) 2 แล้ว

8.4.2 การเก็บรักษาข้อมูลการสร้างฐานข้อมูล

การจัดทำรายงานแห่งชาติเพื่อเสนอต่อสหประชาชาติในภายหน้าเป็นการจัดทำที่มีความต่อเนื่อง รวมถึงการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกเช่นกัน ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติเพื่อประกอบรายงานแห่งชาติครั้งที่สองนี้ ไม่สามารถติดตามข้อมูลเดิมจากรายงานแห่งชาติครั้งแรกได้ ในการคำนวณจึงเริ่มด้วยชุดข้อมูลใหม่ ซึ่งคณะผู้จัดทำได้ทำให้ข้อมูลชุดใหม่นี้อยู่ในรูปของตารางและ Spread Sheet เพื่อให้สามารถดัดแปลงให้อยู่ในรูปของฐานข้อมูลได้โดยง่าย ข้อมูลประกอบด้วย

ระดับข้อมูลพื้นฐาน จัดทำอยู่ตาราง Source by Source (SBS) ซึ่งเป็นตารางมาตรฐานที่ UNFCCC แนะนำให้ทำ โดยได้แยกเป็นข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) และข้อมูลค่าการปล่อย (Emission Factor) แยกย่อยเป็นรายปี เพื่อให้สามารถติดตามการคำนวณเป็นรายปีได้หากต้องมีการย้อนกลับมาคำนวณซ้ำใหม่ (Recalculate) ในการจัดทำครั้งต่อไป ตาราง SBS นี้สามารถติดตามและตรวจสอบที่มาของข้อมูลหน่วยงานและแหล่งอ้างอิงของข้อมูลสามารถติดตามตรวจสอบได้

ระดับข้อมูลในการคำนวณ จัดอยู่ใน ตาราง Worksheet ซึ่งอยู่ในการคำนวณแต่ละภาคการปล่อย สามารถเปิดดูได้จาก Software UNFCCC1.3.2 ตารางนี้จะแสดงตัวเลขกิจกรรมและค่าการปล่อย (Emission Factor) จากตาราง SBS ที่นำมาใช้ และวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ระดับผลการคำนวณ จัดอยู่ในตาราง Overview และตารางรายภาคการปล่อยของ Software UNFCCC 1.3.2 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งรายภาค และสาขาการปล่อย รวมทั้งภาพรวมของปริมาณการปล่อยทั้งหมด โดยจัดทำแยกเป็นรายปี

ตารางดังกล่าวเฉพาะในปี พ.ศ. 2543 (ค.ศ. 2000) ได้แสดงไว้ในภาคผนวกท้ายรายงานรายภาคการปล่อย รวมถึงตารางในปีอื่น ๆ ซึ่งทั้งหมดอยู่ในแถบบันทึกข้อมูลจัดส่งพร้อมรายงาน

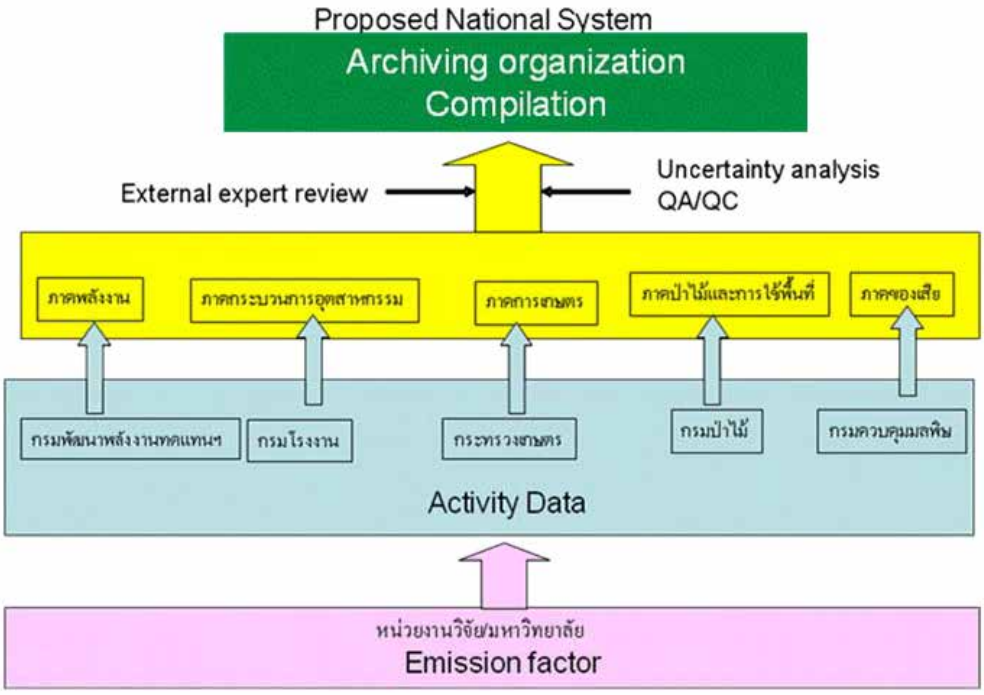
จากที่กล่าวมาแล้ว การจัดทำบัญชีรายงานแห่งชาตินั้นเกี่ยวข้องกับข้อมูลและตัวเลขจำนวนมาก หากไม่มีการจัดทำระบบที่ดีอาจทำให้การคำนวณใช้เวลานานและไม่มีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ข้อมูลยังมาจากหลายหน่วยงานของประเทศที่ต้องมีการรวบรวม ตรวจสอบและส่งต่อ เนื่องจาก IPCC ได้ระบุให้การจัดทำรายงานแห่งชาตินี้ต้องสมบูรณ์ (Completeness) โปร่งใส (Transparency) และตรวจสอบได้ (Verification) ดังนั้นการคำนวณเป็นเพียงขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการจัดทำเท่านั้น การรวบรวมและเก็บข้อมูล รวมทั้งการรวมข้อมูลปริมาณการปล่อยที่คำนวณได้เพื่อให้เห็นภาพรวมเป็นส่วนที่สำคัญเช่นกัน ซึ่งการเก็บรักษาข้อมูลควรรวบรวมเก็บไว้ที่เดียวเพื่อให้สามารถติดตามตรวจสอบและเก็บรักษาได้โดยง่าย ในการสร้างระบบการเก็บรักษาข้อมูลอาจทำได้สองแบบ คือ

แบบที่ 1 ระบบเก็บข้อมูลกลางเพื่อคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ระบบนี้ต้องจัดให้มีหน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่ในการเก็บและรวบรวมข้อมูลกลาง ที่มีอำนาจหน้าที่ในการเรียกเก็บข้อมูลกิจกรรม (Activity Data) จากหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ภายใต้ระยะเวลาที่เหมาะสม เพื่อทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายภาค และประกอบ(Compile) ให้เป็นภาพรวมของประเทศ

แบบที่ 2 ระบบเก็บข้อมูลกลางเพื่อประกอบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก ระบบนี้หน่วยงานกลางที่ทำหน้าที่ในการเก็บและรวบรวมข้อมูลที่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และได้รับมอบหมายให้คำนวณก๊าซเรือนกระจกในแต่ละสาขาหรือภาคการปล่อย โดยรวบรวมข้อมูลที่คำนวณแล้วจากหน่วยงานเหล่านั้น แล้วจัดการประกอบข้อมูลให้เป็นภาพรวมของประเทศ

8.5 การสร้างระบบจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ (National System)

ในการประชุม COP15 ที่ประเทศเดนมาร์ค ได้มีการกล่าวถึง การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศกำลังพัฒนาใน Copenhagen Accord โดยเรียกร้องให้มีการจัดทำทุกสองปี ดังนั้นหากมีการรับรองข้อตกลงดังกล่าว ประเทศกำลังพัฒนาต้องมีการปรับตัวในการจัดทำบัญชีเป็นอย่างมาก นอกเหนือจากการเก็บรวมรวมและการคำนวณแล้ว การสร้างระบบในการส่งผ่านและติดตามตรวจสอบข้อมูลเป็นสิ่งจำเป็น ควรมีการจัดตั้งระบบของประเทศ (National System) ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ UNFCCC แนะนำให้ประเทศที่คำนวณก๊าซเรือนกระจกจัดทำระบบของตนเองขึ้น และเป็นข้อกำหนดหนึ่งในการตรวจสอบการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในภาคผนวกที่หนึ่ง ระบบแห่งชาตินี้จะช่วยให้สามารถเก็บรวมรวม ส่งผ่าน ข้อมูล ตรวจสอบ คำนวณและจัดทำรายงานได้เป็นระบบมีระยะเวลากำหนดที่ชัดเจนเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดทำ ประเทศไทยควรใช้ประโยชน์จากการจัดทำระบบแห่งชาตินี้ ไม่เฉพาะเรื่องของการจัดทำบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก แต่ควรผนวกระบบกับการสร้างนโยบายในการลดก๊าซเรือนกระจก และการพัฒนาวิธีการการคำนวณ การติดตามตรวจสอบ โดยเฉพาะขั้นตอนของวิธีการ การรายงานและการตรวจสอบ (MRV) สำหรับกลไกใหม่ๆ ที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต เช่น REDD+ หรือ NAMAs เป็นต้น การลดก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกลไกเหล่านี้ควรต้องมีการรายงานและตรวจสอบ เพื่อประกอบรวมให้เห็นภาพรวมร่วมกับบัญชีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ การรายงานในรายงานแห่งชาติหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการตัดสินใจของประเทศและข้อตกลงของ UNFCCC รูปแบบระบบการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติ เสนอในรูปที่ 8.2



รูปที่ 8.2 การทำงานและส่งผ่านข้อมูลภายใต้ระบบแห่งชาติในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจก

ในการจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกแห่งชาติของประเทศในภาคผนวกที่ 1 นั้น UNFCCC กำหนดให้แต่ละประเทศต้องมีระบบแห่งชาติเป็นหลัก เพื่อควบคุมดูแลประสิทธิภาพและคุณภาพในการคำนวณ หากในอนาคตประเทศนอกภาคผนวกที่ 1 ต้องจัดทำรายงานแห่งชาติถี่ขึ้นกว่าในปัจจุบัน น่าจะถึงเวลาแล้วที่ประเทศไทยควรมองถึงระบบแห่งชาติและเร่งหารูปแบบที่เหมาะสม เพื่อรองรับเงื่อนไขในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2544, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2543, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2544, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2543, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2544, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2543, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2545, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2544, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2545, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2544, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2545, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2544, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2545, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2545, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2546, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2545, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2546, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2546, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2547, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2546, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2547, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2547, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2548, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2547, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2549, รายงานไฟฟ้าของประเทศไทย 2548, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2549, รายงานพลังงานของประเทศไทย 2548, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2549, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2548, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. 2551, รายงานน้ำมันเชื้อเพลิงของประเทศไทย 2550, กลุ่มสถิติและข้อมูลพลังงาน กองแผนงาน, กรุงเทพฯ

กรมศุลกากร. ข้อมูลจาก www.customs.go.th, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2552).

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่. ข้อมูลจาก http://www.dpim.go.th/, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2551).

กรมโรงงานอุตสาหกรรม,รายงานฉบับหลักการประยุกต์ใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดการมลพิษโรงงาน (ระยะที่ 1), 2005

กรมโรงงานอุตสาหกรรม,รายงานฉบับหลักการประยุกต์ใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์ในการจัดการมลพิษโรงงาน (ระยะที่ 3), 2006

กระทรวงพานิชย์. ข้อมูลจาก http://www2.ops3.moc.go.th/, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 4 พฤษภาคม 2552).

กองสวนป่าเอกชน กรมป่าไม้. 2551. เอกสารจำนวนพื้นที่ในการปลูกไม้แต่ละชนิดแยกตามปีงบประมาณ 2537-2545

จิต คงแสงไชยและคณะ. 2523, ผลผลิตของสวนป่าชายเลนในประเทศไทย. กองจัดการสวนป่าไม้ กรมป่าไม้.

จิรวรรณ จารุพัฒน์ สุจินต์ ขันติสมบรูณ์ ขนิษฐา มีเดช และภัทรภร จันทรสมสกุล. 2005. การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้และชนิดป่าต่าง ๆ ของประเทศไทย ที่มีผลต่อสภาพความเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศภาพถ่ายดาวเทียม กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ.

ชัยสิทธิ์ ตระกูลศิริพาณิชย์ นายทนุวงศ์ แสงเทียน นส. รัตนา ศรีเพ็ชร, 2551. สรุปพื้นที่ปลูกป่าโดยเงินงบประมาณ ปี พ.ศ. 2546 - 2551, สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางชายฝั่ง

ชาติ เจียมไชยศรี; วิไล เจียมไชยศรี; อุบลวรรณ นนทพันธุ์; อรนุช เสาวรส; นวพรรณ ลักขณานุรักษ์ “การประเมินศักยภาพและอัตราการแพร่ระบายก๊าซมีเทนจากพื้นที่ฝังกลบมูลฝอยและกองมูลฝอยกลางแจ้งในประเทศไทย” ใน เอกสารประกอบการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ, 2003, หน้า 297-302.

โรงงานไม้อัดไทย. 2552, สรุปการดำเนินงานประจำปี โรงงานไม้อัดไทย.

วิริยะบัญชา ชิงชัย และ ทศพร วัชรางกูร. 2544, ระบบการประเมินหาปริมาณการสะสมของธาตุคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศไทย (I. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน).

วิริยะบัญชา ชิงชัย, ทศพร วัชรางกูร, บรรณศาสตร์ ดวงศรีเสน 2546, ระบบการประเมินหาปริมาณการสะสมของธาตุคาร์บอน ในระบบนิเวศป่าไม้ของประเทศไทย (I. มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน).

รายงาน ITTO. 2550. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ.

ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมสรรพสามิต. ข้อมูลจาก http://www.excise.go.th/stat2b5.html, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2552).

สถิตสำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม. ข้อมูลจาก http://www.oie.go.th/industrystat_th.asp (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2552).

สุนทรห้าว พสุธา. 2542. อุปทานไม้ท่อนยูคาลิปตัสและการวิเคราะห์ด้านการเงิน ของสวนป่าภาคเอกชนในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2540. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนปลูกป่าภาครัฐ สำนักส่งเสริมการปลูกป่า กรมป่าไม้. 2551, แผนปฏิบัติงาน กิจกรรมปลูกป่า กรมป่าไม้ 2449 – 2551

สาวิตรี การีเวทย์, อัมพร ปานมงคล, สุนันทา วิสิทธิพานิช, Sebastien Bonnet, อรชร กำเนิด, ศักดิ์ชัย จงกิจวิวัฒน์, อิสเรศ สิทธิโรจนกุล, ชิงชัย วิริระบัญชา, อุบลวรรณไชโย. 2550. การติดตามและประเมินการปล่อยมลพิษทางอากาศจากไฟป่าในภาคเหนือของประเทศไทย.

สำนักการค้าและการสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน. ข้อมูลจาก http://www.doeb.go.th/information/information.htm, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2551).

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. ข้อมูลจาก http:// www.oae.go.th (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 1 ธันวาคม 2551).

สำนักนโยบายและแผนพลังงาน, กระทรวงพลังงาน. 2552, สถิติการผลิตและการใช้ถ่านหินของประเทศไทย 2551/29. ข้อมูลจาก http://www.eppo.go.th/info/4coal_lignite_stat.htm. (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 25 กุมภาพันธุ์ 2552).

หน่วยข้อสนเทศวัตถุอันตรายและความปลอดภัย. ข้อมูลจาก www.chemtrack.org, (เข้าถึงข้อมูลเมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2552).

Boonpragob, K. 1996. Land use change and forestry. Draft Final Report: Thailand's National Greenhouse Gas Inventory, 1990. Office of Environment Policy and Planning. 7-1 -7-19.

Chiemchaisri, C., Juanga, J. P. and Visvanathan, C. 2008. Municipal Solid Waste Management in Thailand and Disposal Emission Inventory. Environ Monit Assess, 135: p. 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: p. 629–635.

Department of Mineral Resource, 2001, Petroleum amd Coal Activities in Thailand Annaul Report 2000, Mineral Fuel Division, Bangkok

Department of Mineral Resource, 2002, Petroleum amd Coal Activities in Thailand Annaul Report 2001, Mineral Fuel Division, Bangkok

Department of Mineral Resource, 2003, Petroleum amd Coal Activities in Thailand Annaul Report 2002, Mineral Fuel Division, Bangkok

Department of Mineral Resource, 2005, Petroleum amd Coal Activities in Thailand Annaul Report 2004, Mineral Fuel Division, Bangkok

Department of Mineral Resource, 2006, Petroleum amd Coal Activities in Thailand Annaul Report 2005, Mineral Fuel Division, Bangkok

Fusuwankaya, K., Jiaphasuanan, T. and Towprayoon, S., 2009, Estimation of Carbon Footprint of Rice Cultivation with Different Field Management. Proceeding of World Renewable Energy Congress 2009-Asia, 18-23 May 2009, Bangkok, Thailand, pp.1315-1318.

IPCC, 1997. 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.

Jiaphasuanan, T., Towprayoon, S., Chidthaisong, A., 2006. Comparative Measurements Using Semiconductor Sensor and Gas Chromatography to Analyze CH_4, CO_2 Emission from the Rice Field in Samutsakorn,Thailand.Sustainable Energy and Environment (SEE 2006).

Jiaphasuanan, T., Chidthaisong, A., Towprayoon, S., 2009, Sustainable Cultivation of Irrigated Rice Field Under Climate Change Crisis, World Renewable Energy Congress,18-23 May 2009, Bangkok, Thailand 23 November 2006, Bangkok, Thailand

LANDTEC, 1994. "Coursewares" material provided at Landfill Gas System Engineering Design Seminars.

Liamsanguan Chalita. 2005. "Life Cycle Assessment of Integrated Solid Waste Management in Phuket". Ph.D. Thesis, The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi. ISBN: 974-185-366-1.

Kornboonraksa. T. and et al. "Determination of Methane Gas Emissions from Waste Disposal Sites in Thailand", The Environmental Engineering Journal Vol.19(3), p.11-23. (available online: http://www.eeat.or.th/teej/v19no3/p.011-023_S05-07.pdf)

Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1961. A Preliminary Survey on the Vegetation of Thailand. Nature and Life in SE Asia 1:21:157.

Ogawa, H., K. Yoda and T. Kira. 1965. Comparative Ecological studies on Three Main Types of Forest Vegetation in Thailand. II. Plant Biomass. Natute and Life in SE Asia. 4: 49-80.

Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi and T. Shidei. 1967. The primer Production of Tropical Forests in Thailand. Southeast Asian Studies. 5(1) : 121 – 154

Radian, C. 1990, Emissions and Cost Estimates for Globally Significant Anthropogenic Combustion Sources of Nox, N_2O, CH_4, CO and CO_2. Prepared for the Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency, Washington, D.C., USA.

Sabhasri, S. 1978. Effects of froest fallow cultivation of forest production and soil. In Farmers in the Forest. Edited by Kunstadter, Chapman and Sabhasri. The University y Press of Hawaii. 160-184.

Sahunalu, P and M. Jamroenprucksa, 1980 . Primary Production and Nutrient Circulation of Dry Depterocarp Forests in Thailand. I Biomass. Forest Research Bullet in No. 68. Faculty of Forestry, Kasetsart University. 33 pp. (Thai with English Summary).

Sandro L.Machado, Miriam F. Carvalho, Jean-Pierre Gourc, Orencio M. Vilar and Julio C.F. do Nascimento. (2009). Methane Generation in Tropical Landfills: Simplified Methods and Field Results. Waste Management 29: p. 153-161.

Supparattanapan, S., Saenjan, P., Quantin, C., Maeght, J. L. and Grunberger, O. 2009. Salinity and Organic Amendment Effects on Methane Emission from a Rain-fed Saline Paddy Field. Soil Science and Plant Nutrition, Vol. 55, pp.142-149.

Tomonor, I., Chu, V, C., Nguyen, N, Sa., Michihiko, I., Koji, O. and Masato Y. 2008. Estimation and Field Measurment of Methane Emission from Waste Landfills in Hanoi, Vietnam. J. Mater Cycles Waste Manag 10: p.165-172.

Towprayoon S. 1994. Thailand's National Greenhouse Gas Inventory from Waste Sector, Thailand Environmental Institue, 1994, 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.

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

US Environmental Protection Agency. 1991. Air Emissions from Municipal Solid Waste Landfills - Background Information for Proposed Standards and Guidelines. EPA-450/3-90-011a, US EPA, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

US EPA. 1995, Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Vol. 1: Stationary Point and Area Sources, 5th Edition, AP-42; US Enviromental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park, North Carolina, USA.

Wacharakitti, S., P. Boonnorm, P. Sanguantham, A. Boonsaner, C. Silpathong and A. Sonngai. 1979. The Assessment of Forest Areas from LANSAT imagery. Forest Research Bulletin No.60 Faculty of Forestry, Kasetsart University. 22 pp. (Thai with English summary).

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

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1: คณะกรรมการกำกับ

คณะกรรมการกำกับ

นางมิ่งขวัญ วิชยารังสฤษดิ์	ประธานกรรมการ	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
นางสาวอาระยา นันทโพธิเดช	รองประธานกรรมการ	สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
นายอารักษ์ ชัยกุล	กรรมการ	กรมปศุสัตว์
นายวรพงษ์ วรามิตร	กรรมการ	กรมพัฒนาที่ดิน
นายรังสรรค์ สโรชวิกสิต	กรรมการ	กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
นางบงกช กิตติสัมพันธ์	กรรมการ	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นายสุวิทย์ ชัยเกียรติยศ	กรรมการ	กรมวิชาการเกษตร
นางอารยา ประดับวงษ์	กรรมการ	กรมอนามัย
นางวนิดา สุขสุวรรณ	กรรมการ	กรมอุตุนิยมวิทยา
นางชุตินทร ประดิษฐเพชร	กรรมการ	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร
นายเสกสรร แสงดาว	กรรมการ	กรมควบคุมมลพิษ
นายวรรณเกียรติ ทับทิมแสง	กรรมการ	กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
นางสาวพิสบุษ์ จัตวาพรวนิช	กรรมการ	กรมทรัพยากรน้ำ
นายเจษฎา เหลืองแจ่ม	กรรมการ	กรมป่าไม้
นางสุปราณี จงดีไพศาล	กรรมการ	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย
นายสุรชัย คุ้มสิน	กรรมการ	สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
นางสาวพันธ์สิริ วินิจจะกูล	กรรมการ	สำนักงานโครงการพัฒนาแห่งสหประชาชาติ
ท่านผู้หญิงสุธาวัลย์ เสถียรไทย	กรรมการ	มูลนิธิธรรมรัฐเพื่อการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม
นางประเสริฐสุข จามรมาน	กรรมการ	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก
นายไพรัตน์ ตังคเศรณี	กรรมการ	สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นายบัณฑิต ลิ้มมีโชคชัย	กรรมการ	ผู้ทรงคุณวุฒิด้านพลังงาน
นางลดาวัลย์ พวงจิตร	กรรมการ	ผู้ทรงคุณวุฒิด้านป่าไม้
นายพิบูลย์ กังแฮ	กรรมการ	ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเกษตร
นายกิตติ ลิ่มสกุล	กรรมการ	ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเศรษฐศาสตร์
นางรวีวรรณ ภูริเดช	กรรมการและเลขาฯ	สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
นางอารีย์ วัฒนา ทุนมาเกิด	กรรมการและผู้ช่วยเลขาฯ	สำนักประสานการจัดการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ภาคผนวก 2: หน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์

หน่วยงานที่ให้ความอนุเคราะห์

ภาคพลังงาน

หน่วยงาน
กรมการขนส่งทางอากาศ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
สำนักงานสถิติแห่งชาติ
องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์กรมหาชน)
กรมควบคุมมลพิษ
กรมการขนส่งทางน้ำและพาณิชย์นาวี
สำนักนโยบายและแผนพลังงาน
บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)
สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กรมควบคุมมลพิษ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
สำนักงานนโยบายและแผนจราจรและขนส่ง
กรมธุรกิจพลังงาน
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
บริษัท ป.ต.ท จำกัด (มหาชน)
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม

หน่วยงาน
กรมโรงงานอุตสาหกรรม
กรมควบคุมมลพิษ
สำนักเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศ กรมสรรพสามิต
สำนักการค้าและการสำรองน้ำมันเชื้อเพลิง กรมธุรกิจพลังงาน
สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร
กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

หน่วยงาน
กรมประมง
กรมศุลกากร
สถาบันปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย
ไทยไตโกคาร์บอนโปรดักชั่น จำกัดและ อินโฟเควสท์
บริษัทไทยคาร์บอนแบล็ค จำกัด (มหาชน)
SCG Cement
SCG Paper

ภาคการเกษตร

หน่วยงาน
กรมการข้าว กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กรมทรัพยากรน้ำ
กรมปศุสัตว์
กรมพัฒนาที่ดิน
กรมวิชาการเกษตร
กรมส่งเสริมการเกษตร
สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ศูนย์วิจัยข้าว ปทุมธานี
สำนักงานเศรฐกิจการเกษตร

ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

หน่วยงาน
กรมป่าไม้ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กรมทรัพยากรทางทะเลและทางชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
บริษัท ไม้อัดไทย จำกัด
องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หน่วยงาน
ศูนย์ฝึกอบรมวนศาสตร์ชุมชนแห่งภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก (Regional Community Forestry Training Center : RECOFTC)

ภาคของเสีย

หน่วยงาน
ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ส่วนลดและใช้ประโยชน์ของเสีย สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ส่วนขยะมูลฝอยและสิ่งปฏิกูล สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย
กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
ส่วนลดและใช้ประโยชน์ของเสีย สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 1-16 กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
สำนักสิ่งแวดล้อม กรุงเทพมหานคร
สำนักการระบายน้ำ กรุงเทพมหานคร
เทศบาลนครภูเก็ต
เทศบาลเมืองเกาะสมุย
เทศบาลเมืองลำพูน