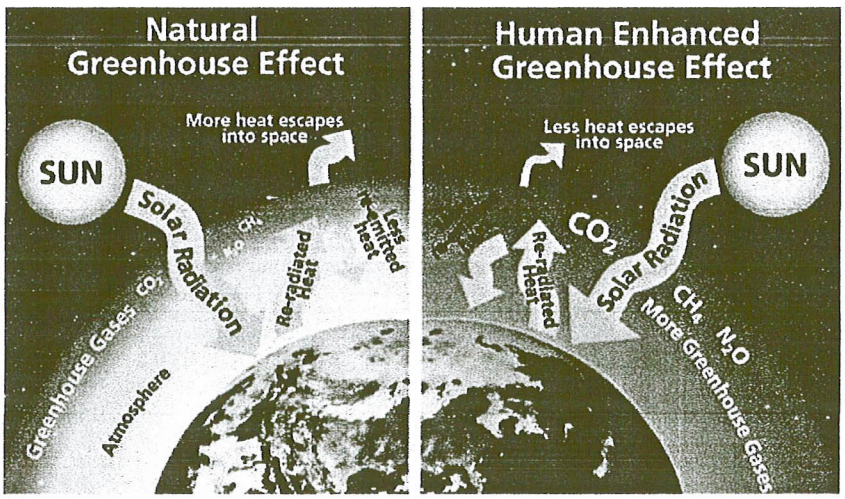
บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ภาวะโลกร้อน (Global Warming)

ภาวะโลกร้อน (Global Warming) คือ การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นจากผลของภาวะเรือนกระจก (Greenhouse Effect) ซึ่งมีสาเหตุสำคัญมาจากการที่มนุษย์ได้เพิ่มปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การขนส่ง และการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม

โดยปกติชั้นบรรยากาศของโลกประกอบไปด้วยก๊าซต่างๆเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะก๊าซเรือนกระจก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน และไนตรัสออกไซด์ ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันมิให้ความร้อนจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นโลกสะท้อนกลับออกไปได้หมด และทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกค่อนข้างคงที่ หากปราศจากก๊าซเรือนกระจกตามธรรมชาตินี้แล้ว พื้นผิวโลกจะมีอุณหภูมิต่ำมากประมาณ -18 °C ซึ่งสิ่งมีชีวิตไม่สามารถอาศัยและเจริญเติบโตได้

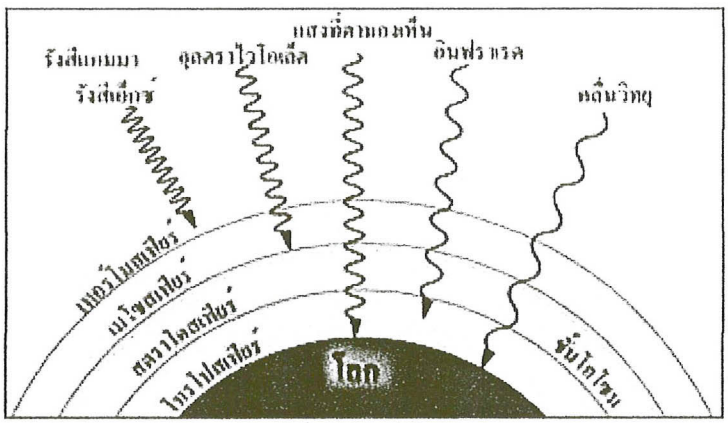
แต่ในศตวรรษที่ผ่านมา มนุษย์มีความต้องการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น น้ำมัน ถ่านหิน และก๊าซธรรมชาติ เพื่อผลิตพลังงานเป็นจำนวนมาก ซึ่งในกระบวนการการเผาผลาญเชื้อเพลิงฟอสซิลจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่สุดออกสู่ชั้นบรรยากาศเป็นจำนวนมหาศาล ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนี้จึงสะสมอยู่ที่ชั้นบรรยากาศ ส่งผลให้ปริมาณก๊าซเรือนกระจกหนาขึ้น จึงเก็บความร้อนในบริเวณพื้นผิวโลกไว้มากยิ่งขึ้น ซึ่งก่อให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ที่ส่งผลให้โลกร้อนขึ้น แสดงดังรูปที่ 2-1



รูปที่ 2-1 การเกิดภาวะเรือนกระจก
(ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming)

2.1.1 ปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

พลังงานจากดวงอาทิตย์เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีทั้งรังสีคลื่นสั้นและคลื่นยาว บรรยากาศของโลกทำหน้าที่ปกป้องรังสีคลื่นสั้นไม่ให้ลงมาทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตบนพื้นโลกได้ โมเลกุลของก๊าซไนโตรเจนและออกซิเจนในบรรยากาศชั้นบนสุดจะดูดกลืนรังสีแกมมาและรังสีเอ็กซ์จนทำให้อะตอมของก๊าซในบรรยากาศชั้นบนมีอุณหภูมิสูง และแตกตัวเป็นประจุ (บางครั้งเรียกชั้นบรรยากาศที่เต็มไปด้วยประจุนี้ว่า **"ไอโอโนสเฟียร์"** มีประโยชน์ในการสะท้อนคลื่นวิทยุสำหรับการสื่อสาร) รังสีอุลตราไวโอเล็ตสามารถส่องผ่านบรรยากาศชั้นบนลงมา แต่ถูกดูดกลืนโดยก๊าซโอโซนในชั้นสตราโตสเฟียร์ที่ระยะสูงประมาณ 19 - 48 กิโลเมตร แสงแดดหรือแสงที่ตามองเห็นสามารถส่องลงมาถึงพื้นโลก รังสีอินฟราเรดถูกดูดกลืนโดยก๊าซเรือนกระจก เช่น ไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นโทรโปสเฟียร์ แสดงดังรูปที่ 2-2 ส่วนคลื่นไมโครเวฟและคลื่นวิทยุในบางความถี่สามารถส่องทะลุชั้นบรรยากาศได้



รูปที่ 2-2 การดูดกลืนรังสีของชั้นบรรยากาศ
(ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming)

2.1.2 ก๊าซและสารที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน

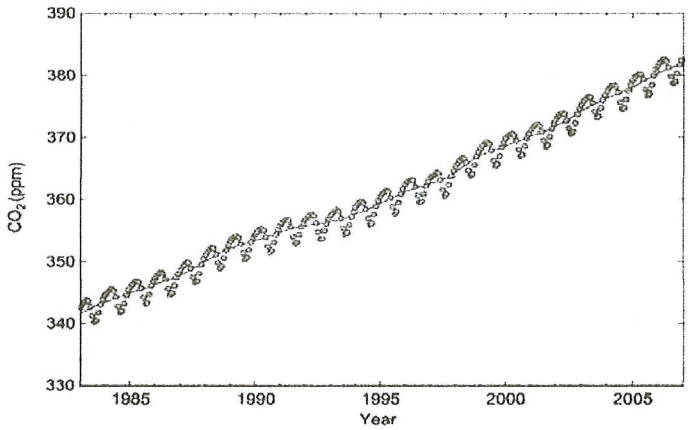
ก๊าซเรือนกระจก คือ ก๊าซที่มีสมบัติในการดูดซับคลื่นรังสีความร้อน หรือรังสีอินฟาเรดได้ดี ก๊าซเหล่านี้มีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ ซึ่งหากบรรยากาศโลกไม่มีก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศดังเช่นดาวเคราะห์ดวงอื่นๆ ในระบบสุริยะแล้ว จะทำให้อุณหภูมิในตอนกลางวันนั้นร้อนจัด และในตอนกลางคืนนั้นหนาวจัด เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวัน แล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ก๊าซเรือนกระจกมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนี้

1) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)

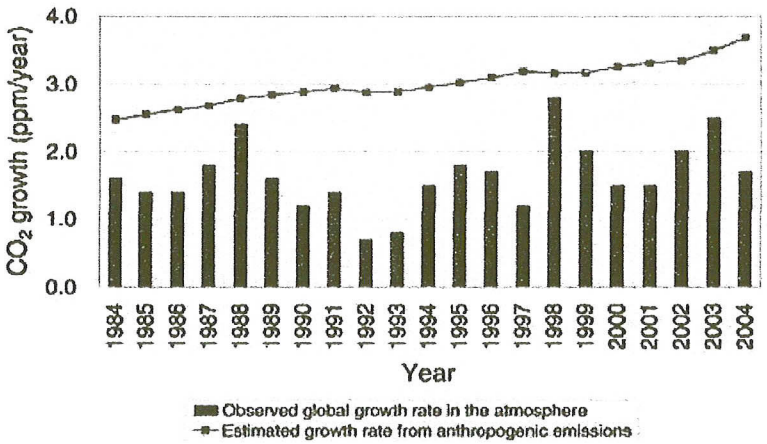
ระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนมากกกว่าก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่นๆโดยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็นประวัติการณ์ตั้งแต่ช่วงก่อนยุคอุตสาหกรรมมีค่าสูงถึง 381.2 ส่วนในล้านส่วนในปี 2006 (สูงกว่าปี 2005 เท่ากับ 2.0 ส่วนในล้านส่วน) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 136

เปอร์เซ็นต์ แสดงดังรูปที่ 2-3 ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม พบมากในแถบละติจูดกลางและละติจูดสูงๆ ทางตอนเหนือของซีกโลกเนื่องจากเป็นแหล่งผลิต ในขณะที่บริเวณตอนใต้ส่วนมากเป็นมหาสมุทร

โดยจะพบว่าอัตราการเพิ่มเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1996-2006 คิดเป็น 1.93 ส่วนในล้านส่วนต่อปีโดยอัตราการเพิ่มสูงสุดในปี 1987/1988 1997/1998 2002/2003 และ 2005 เกินกว่า 2 ส่วนในล้านส่วนต่อปี แสดงดังรูปที่ 2-4 ส่งผลทำให้อุณหภูมิโลกสูงขึ้น



รูปที่ 2-3 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2005
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

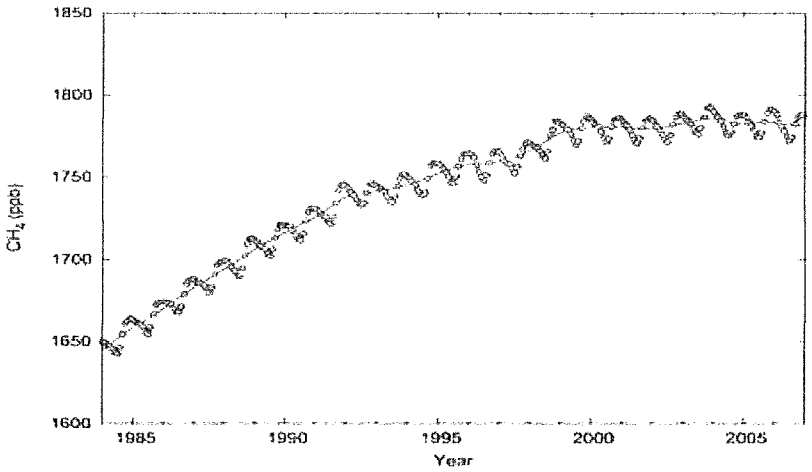


รูปที่ 2-4 ค่าเฉลี่ยรายปีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงปี 1995-2004
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

2) ก๊าซมีเทน (CH_4)

ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจากคาร์บอนไดออกไซด์ระดับของก๊าซมีเทนมีค่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 ค่าเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 1782 ส่วนในพันล้านส่วนในปี 2006 (ลดลง 1 ส่วนในพันล้านส่วนในปี 2005) คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 255 เปอร์เซ็นต์ ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม การเพิ่มขึ้นของมีเทนพบมากแถบละติจูดกลางถึงบริเวณ

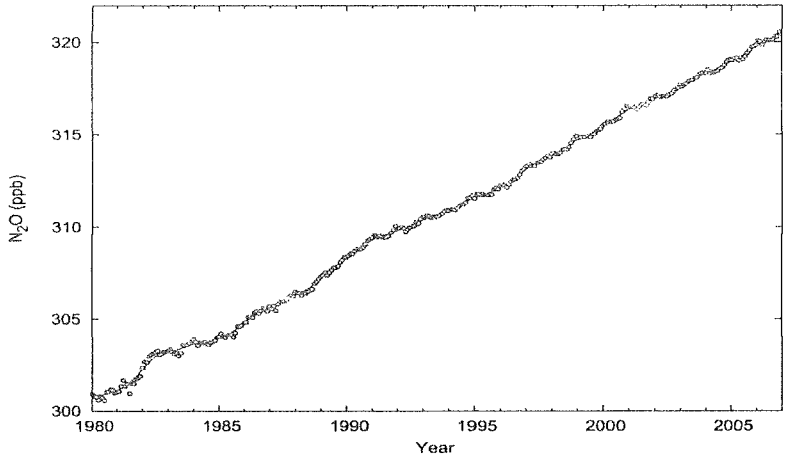
เขตร้อนในซีกโลกเหนือมากกว่าซีกโลกใต้ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ในบริเวณนี้ การเพิ่มขึ้นของมีเทนทั่วโลกเฉลี่ยในช่วงปี 1984-1990 เท่ากับ 11.5 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี และเพิ่มขึ้นอีกในช่วงปี 1995-2005 เท่ากับ 2.8 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี แสดงดังรูปที่ 2-5 โดยการลดลงจะมีในบางปีคือปี 1990 และ1992 อย่างก็ตามค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ซีกโลกพบว่ามีค่าสูงในปี 1998 ซึ่งเป็นสาเหตุให้อุณหภูมิทั่วโลกสูงขึ้น ต่อมาในปี 2002 และ 2003 มีการเพิ่มขึ้นอีกครั้งพร้อมกับเหตุการณ์เอลนีโญ (El Nino) โดยอัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงของก๊าซมีเทนเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลโดยจะสูงในช่วงฤดูหนาวและต่ำในฤดูร้อน



รูปที่ 2-5 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของก๊าซมีเทนในช่วงปี 1995-2005
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

3) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

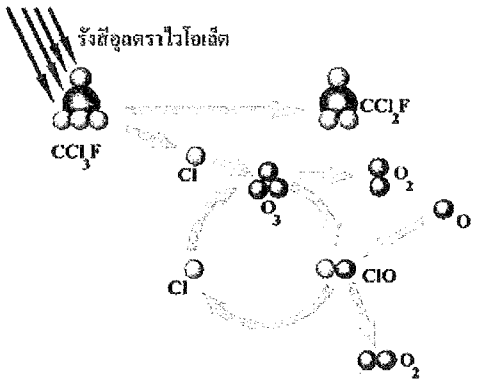
ไนตรัสออกไซด์ เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญซึ่งมีระดับสูงขึ้นทั่วโลก จากข้อมูลที่ส่งให้กับศูนย์ข้อมูลก๊าซเรือนกระจกโลกแสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนที่มีค่าสูงขึ้นทั้ง 2 ซีกโลกโดยมีค่าสูงสุดในปี 2006 เท่ากับ 320.1 ส่วนในพันล้านส่วน ซึ่งสูงขึ้นจากปี 2005 เท่ากับ 0.8 ส่วนในพันล้านส่วน แสดงดังรูปที่ 2-6 อัตราการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยในช่วงปี 1996-2006 เท่ากับ 0.76 ส่วนในพันล้านส่วนต่อปี คิดเป็นอัตราส่วนผสมเท่ากับ 119 เปอร์เซ็นต์ ในระดับก่อนยุคอุตสาหกรรม



รูปที่ 2-6 อัตราการเพิ่มเฉลี่ยของไนตรัสออกไซด์ในช่วงปี 1980-2005
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

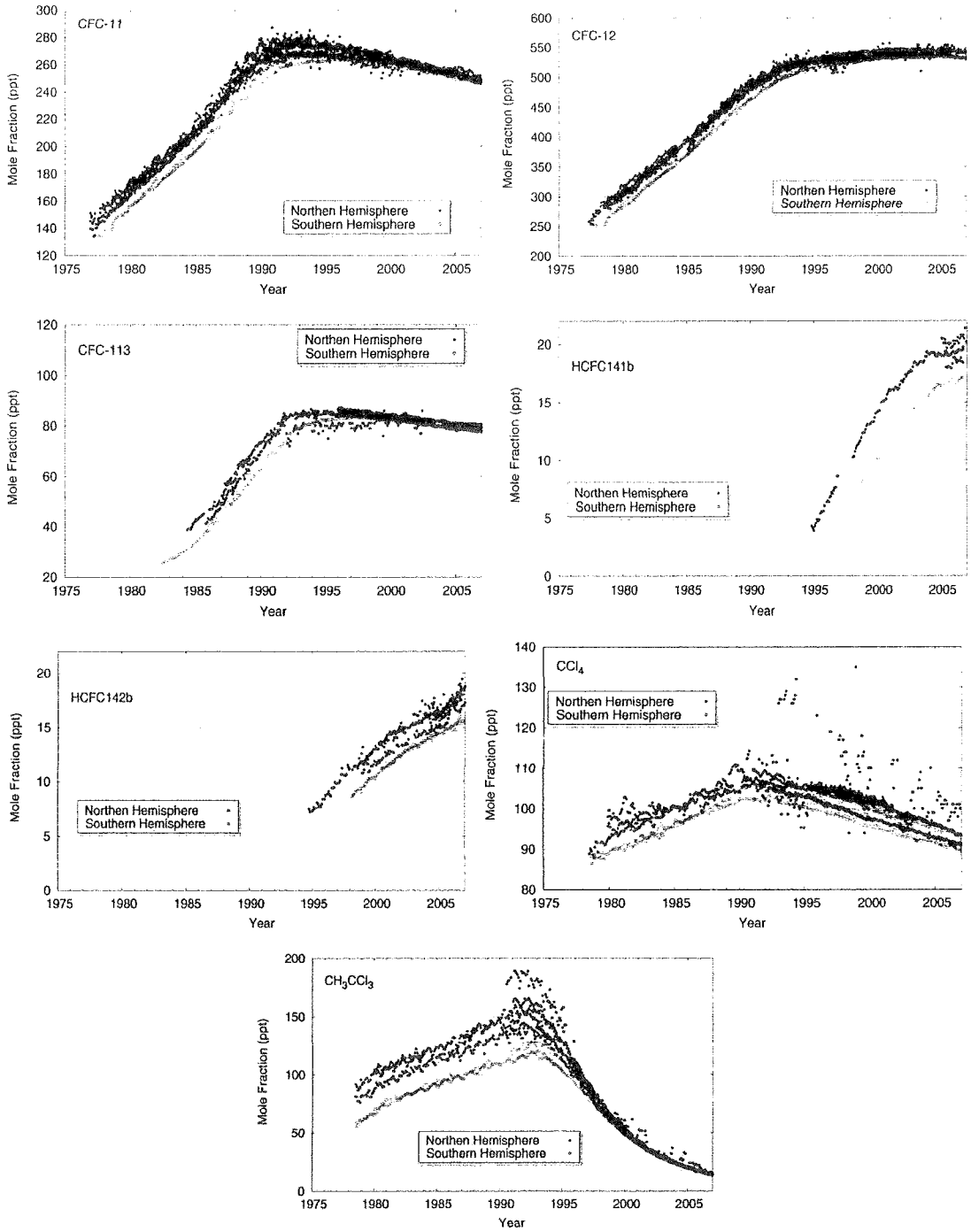
4) ฮาโลคาร์บอน (Halo Carbon)

ฮาโลคาร์บอน คือสารประกอบคาร์บอนที่รวมตัวกับฟลูออรีน คลอรีน โบรมีน หรือไอโอดีน ฮาโลคาร์บอนที่ประกอบด้วยคลอรีน เช่น คลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFCs), ไฮโดรคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (HCFCs), คาร์บอนเตตระคลอไรด์ (CCl_4), เมธิลคลอโรฟอร์ม (CH_3CCl_3) ซึ่งเป็นสารที่มีประสิทธิภาพในการทำลายชั้นโอโซน แสดงดังรูปที่ 2-7



รูปที่ 2-7 การทำลายชั้นโอโซนของสารฮาโลคาร์บอน
(ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Global_warming)

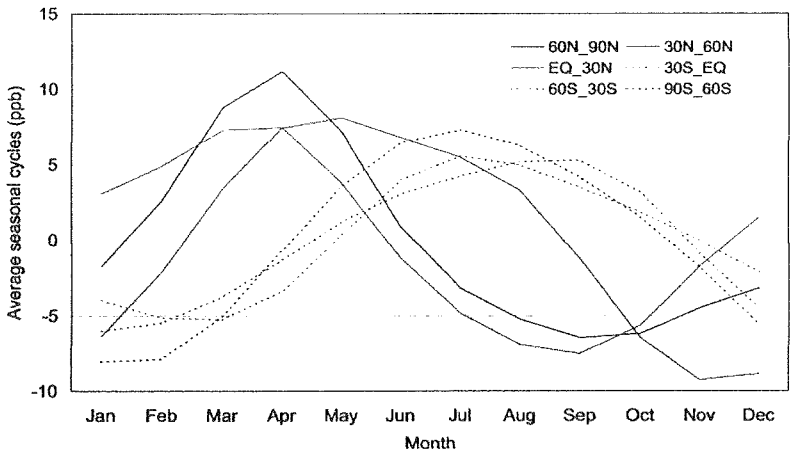
ระดับของฮาโลคาร์บอน เช่น สารซีเอฟซีต่างๆ ได้เพิ่มขึ้น 5 เปอร์เซ็นต์ต่อปี หรือมากกว่านั้นในทศวรรษที่ 1970 แต่ปัจจุบันได้หยุดการเพิ่มขึ้นแล้วเนื่องจากกฎหมายที่ห้ามการผลิตและการปล่อยสารทำลายโอโซนในพิธีสารมอนทรีออล แนวโน้มของปริมาณก๊าซฮาโลคาร์บอนชนิดต่างๆ แสดงดังรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 อัตราการเพิ่มขึ้นและลดลงเฉลี่ยของฮาโลคาร์บอนชนิดต่างๆ ในช่วงปี 1975-2005 (ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

5) โอโซนผิวพื้น (O_3)

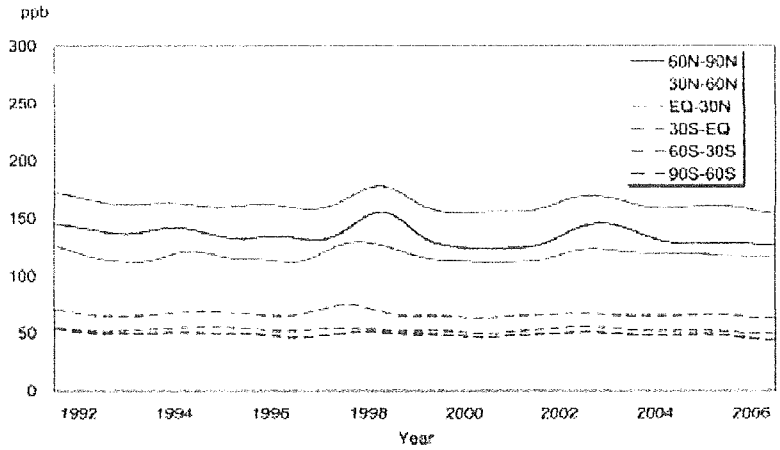
โอโซนเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่มีบทบาทสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศทั้งการแผ่รังสีและกระบวนการทางเคมี การดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตในชั้นสตราโตสเฟียร์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแนวตั้งและการหมุนเวียนของอากาศที่มันดูดกลืนพลังงาน และยังดูดกลืนรังสีคลื่นยาวอีกด้วย การเปลี่ยนแปลงของโอโซนผิวพื้นส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหลายกระบวนการ ขณะที่โอโซนบางส่วนในชั้นโทรโปสเฟียร์มาจากชั้นสตราโตสเฟียร์ส่วนที่เหลือเกิดจากกระบวนการทางเคมีในชั้นโทรโปสเฟียร์ตลอดถึงจากการออกซิเดชั่นของคาร์บอนมอนอกไซด์หรือไฮโดรคาร์บอน ถึงแม้ว่าจะมีการตรวจวัดโอโซนผิวพื้นมากมายในสถานที่ต่างๆ แต่ก็ยังเป็นการยากที่จะบอกถึงแนวโน้มโอโซนผิวพื้นทั่วโลกได้ในระยะยาวเนื่องจากการกระจายตัวที่ไม่สม่ำเสมอทางภูมิศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงของโอโซนแสดงดังรูปที่ 2-9



รูปที่ 2-9 การเปลี่ยนแปลงของโอโซนผิวพื้นเฉลี่ยรายฤดู
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

6) ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)

ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่มีอิทธิพลต่ออัตราส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกโดยก่อให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล (OH) อัตราส่วนผสมที่ละติจูดสูงๆทางตอนเหนือเพิ่มขึ้นตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 19 ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนผสมทั่วโลกอยู่ที่ 94 ส่วนในพันล้านส่วนในปี 2006 อัตราส่วนผสมจะมีค่าสูงในซีกโลกเหนือและต่ำในซีกโลกใต้ อย่างไรก็ตามการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนผสมของคาร์บอนมอนอกไซด์มีการกวัดแกว่งในปี 1997-1999 อัตราการเพิ่มในซีกโลกเหนือกลับมาเพิ่มอีกครั้งในปี 2002 แสดงดังรูปที่ 2-10 อัตราส่วนผสมเฉลี่ยรายเดือนมีการกวัดแกว่งทางซีกโลกเหนือมากกว่าทางซีกโลกใต้ ทั้งนี้ตัวขับเคลื่อนการเปลี่ยนแปลงได้แก่ การปล่อยก๊าซจากอุตสาหกรรม การเผาไหม้มวลชีวภาพ การเคลื่อนย้ายและการผันแปรของอนุมูลไฮดรอกซิล



รูปที่ 2-10 ปริมาณก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เฉลี่ยในช่วงปี 1992-2006
(ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008)

7) ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) และไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)

ไนโตรเจนออกไซด์ (NO_x, NO และ NO_2) ไม่ใช่ก๊าซเรือนกระจกแต่มีส่วนทำให้เกิดความเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นก๊าซเรือนกระจกตัวอื่น ที่สำคัญโดยการทำปฏิกิริยากับอนุมูลไฮดรอกซิล (OH) กล่าวคือ เมื่อมี NO_x, CO และ HC จะถูกออกซิไดซ์ทำให้เกิดโอโซน (O_3) ในชั้นใกล้ผิวโลก ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกตัวหนึ่งที่มีผลต่อสมดุลการแผ่รังสีของโลก และทำให้เกิด OH อีกครั้งซึ่งมีศักยภาพในการเกิดออกซิเดชันในบรรยากาศ และนำไปสู่การเป็นกรด โดยทั่วไปพบว่าความเข้มข้นของไนโตรเจนไดออกไซด์ ในซีกโลกเหนือจะสูงกว่าในซีกโลกใต้ เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์

จากคำจำกัดความของก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas) ที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต หมายถึง ก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศที่ทำให้การสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศลดลงจึงมีผลต่ออุณหภูมิบนผิวโลก โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ซึ่งจะประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน(HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน(PFCs) และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)

2.1.3 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก

การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกนั้น ส่งผลให้ชั้นบรรยากาศมีความสามารถในการกักเก็บรังสีความร้อนได้มากขึ้น ผลที่ตามมาคือ อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นด้วย แต่การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกนั้น ไม่ได้เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงกับปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มขึ้น อีกทั้งก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดยังมีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะเรือนกระจก (Global Warming Potential: GWP) ที่แตกต่างกัน โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนนี้ ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพในการแผ่รังสีความร้อนของโมเลกุล และขึ้นอยู่กับอายุของก๊าซนั้นๆ ในบรรยากาศ และจะคิดเทียบกับการแผ่รังสีความร้อนของก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เช่น 20 ปี 50 ปี หรือ 100 ปี โดยค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี ของก๊าซเรือนกระจกต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ค่าแสดงศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

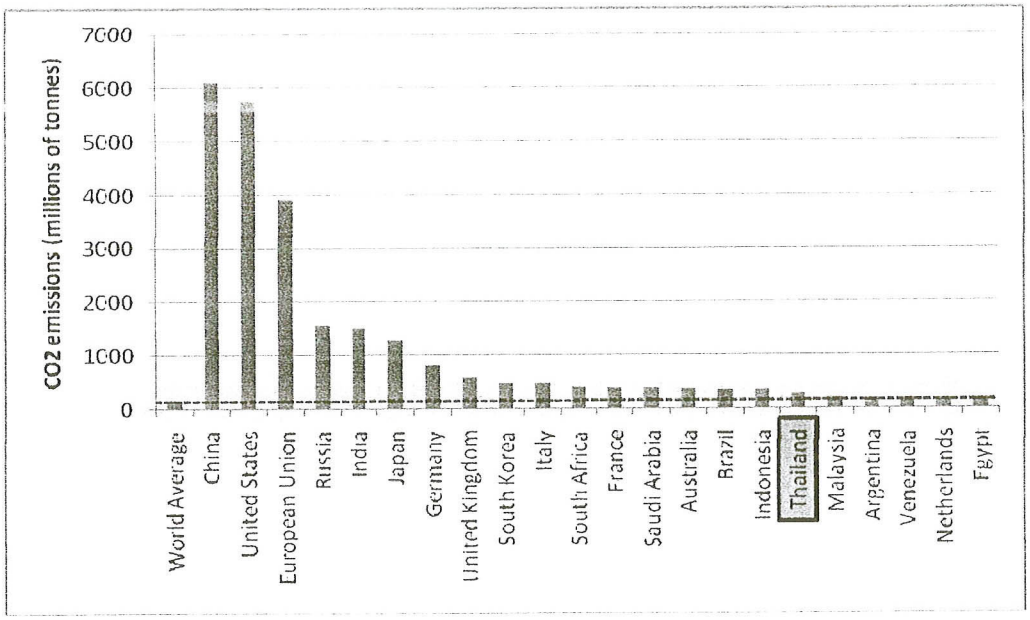
ก๊าซเรือนกระจก	อายุในชั้นบรรยากาศ (ปี)	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)
คาร์บอนไดออกไซด์	200-450	1
มีเทน	9-15	23
ไนตรัสออกไซด์	120	296
CFC-12	100	10,600
เตตระฟลูออโรมีเทน	50,000	5,700
ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	3,200	22,000

ที่มา : World Data Centre of Greenhouse Gases; WDCGG. 2008

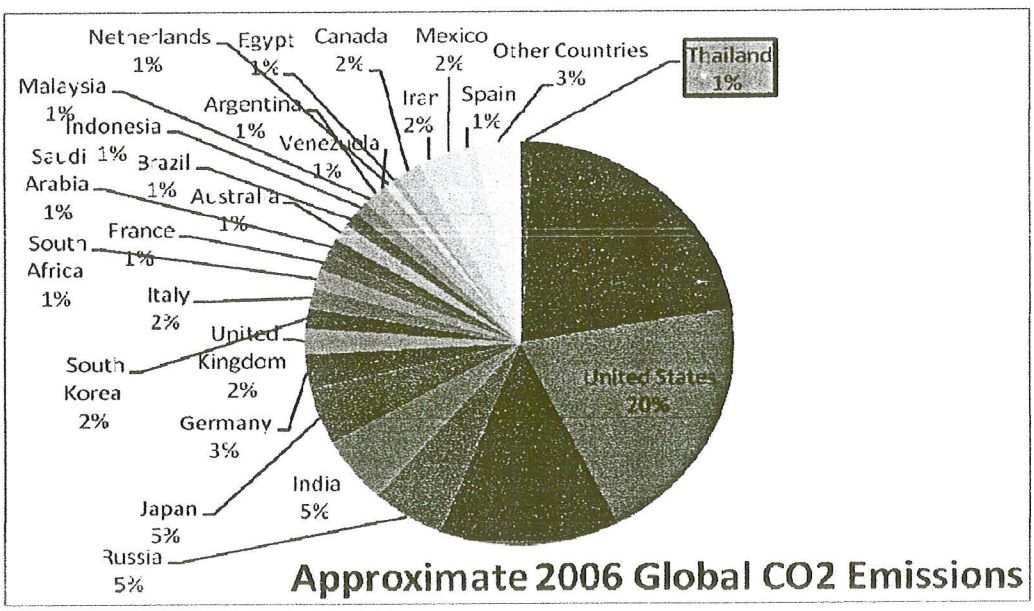
2.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.2.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก

จากข้อมูลของ Carbon Dioxide Information Analysis Center รายงานว่าจากการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดดอกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญ ของประเทศต่างๆ ทั่วโลก พบว่า ในปี 2006 ประเทศจีนมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา และกลุ่มสหภาพยุโรป ตามลำดับ สำหรับประเทศไทยพบว่ามีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปริมาณที่น้อยมาก คือ CO_2 273 ล้านเมตริกตัน แสดงดังรูปที่ 2-11 แต่ก็ยังซึ่งพบว่ามีค่าน้อยกว่าประเทศสหรัฐอเมริกาถึง 20เท่า โดยคิดเป็นเพียงแค่1% ของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด แสดงดังรูปที่ 2-12

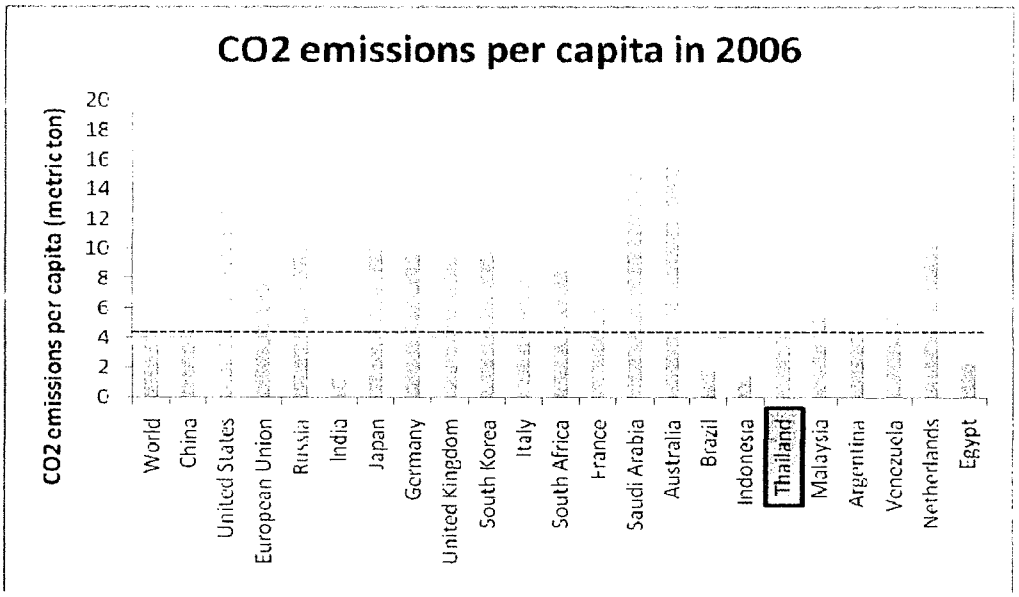


รูปที่ 2-11 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2006 ของประเทศต่างๆ (ที่มา http://cdiac.ornl.gov)



รูปที่ 2-12 ร้อยละของปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปี 2006 ของประเทศต่างๆ (ที่มา http://cdiac.ornl.gov)

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากประเทศต่างๆต่อจำนวนประชากร พบว่าโดยส่วนใหญ่กลุ่มประเทศอุตสาหกรรม เช่น สหรัฐอเมริกา กลุ่มสหภาพยุโรปมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย ส่วนประเทศไทยจะมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย แสดงดังรูปที่ 1-13



รูปที่ 2-13 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อจำนวนประชากรของประเทศต่างๆ (ที่มา http://cdiac.ornl.gov)

2.2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของไทยของประเทศไทยใน ปี 2541 มีปริมาณ 298 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt CO_2e) และมีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยจะพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นนั้นเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สูงสุด รองลงมาคือ ก๊าซมีเทน ไนตรัสออกไซด์ และ ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน ตามลำดับ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2551) ดังแสดงในตารางที่ 2-2

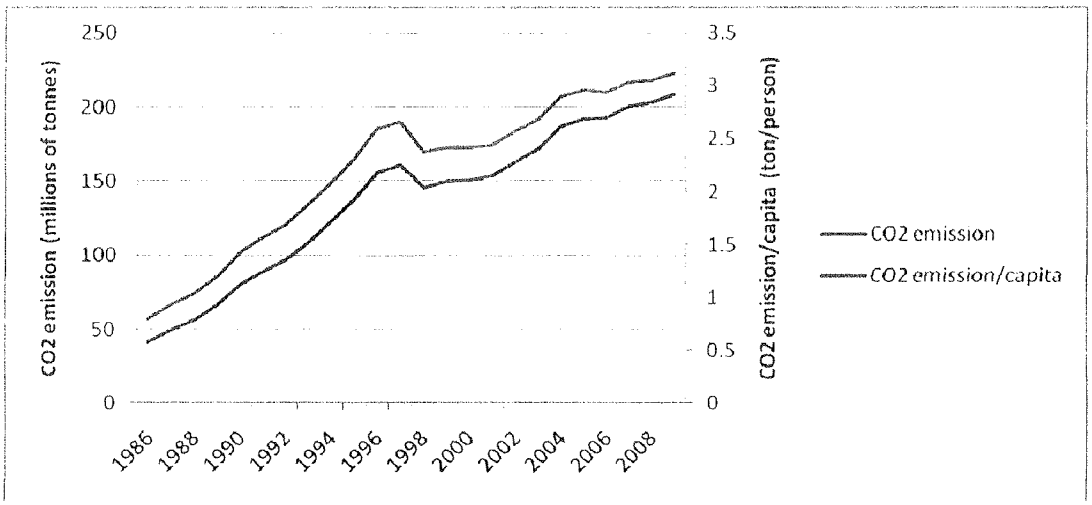
ตารางที่ 2-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อย (ล้านตัน)			
	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2563
Carbon Dioxide (CO_2)	204.29	202.61	268.72	414.94
Methane (CH_4)	79.54	79.07	88.73	100.58
Nitrous Oxide (N_2O)	13.65	15.06	17.77	18.51
HydroFluoroCarbons (HFCs)	0.14	0.24	0.44	0.67
รวม	**297.61**	**296.98**	**375.66**	**534.70**

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน (2551)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
รับที่ 20 เม.ย. 2555
เลขทะเบียน 245252
เลขเรียกหนังสือ

เมื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อประชากรของประเทศไทยใน จะพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉลี่ยจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 3.2 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคน แสดงดังรูปที่ 2-14



รูปที่ 2-14 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อประชากรของไทย
(ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน , 2551)

2.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้า

การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) ซึ่งเป็นผู้ผลิตกระแสไฟฟ้าหลักของประเทศไทย ได้ทำการศึกษาข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการคำนวณหาคาร์บอนฟุตปริ้นท์ (Carbon footprint) ซึ่งเป็นการวัดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล การใช้พลังงานไฟฟ้า การเดินทาง การขนส่ง เป็นต้น

จากรายงานของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย ตามคู่มือการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตาม Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories พบว่าในการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย 1 กิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) โดยเฉลี่ยจะมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 0.58 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (kg CO_2 e) แสดงดังตารางที่ 2-3

ตารางที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าระหว่างปี 2530-2551

ปี	การปล่อย CO_2 (ton)	การผลิตไฟฟ้า (kWh)	Kg CO_2/kWh
2530	15,466,478	27,762,480,000	0.56
2535	37,386,458	55,469,770,000	0.67
2540	50,634,206	76,653,952,498	0.66
2545	37,104,597	61,261,083,182	0.61
2548	40,336,331	64,887,732,427	0.62
2549	40,005,848	67,825,756,654	0.59
2550	38,592,565	65,981,794,296	0.58
2551	37,018,446	63,930,678,268	0.58

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2551)

เมื่อพิจารณาชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าในปี 2551 พบว่ามี 4 ชนิด คือ น้ำมันดีเซล น้ำมันเชื้อเพลิง ถ่านหินลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาติ พบว่ามีสัดส่วนปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าแยกตามชนิดเชื้อเพลิง

ปี 2551	CO_2 (ton)				Ton CO_2	kgCO_2/kWh
	Diesel oil	Fuel oil	Lignite	Natural gas		
มกราคม	1,929	3,465	1,368,519	1,412,764	2,786,676	0.57
กุมภาพันธ์	1,835	69,936	1,341,069	1,358,785	2,771,625	0.59
มีนาคม	2,396	326,986	1,406,531	1,495,198	3,231,111	0.58
เมษายน	4,235	251,652	1,468,799	1,606,012	3,330,698	0.57
พฤษภาคม	987	67,699	1,548,707	1,755,525	3,372,918	0.59
มิถุนายน	1,674	3,337	1,424,924	1,657,156	3,087,090	0.58
กรกฎาคม	805	1,243	1,310,954	1,803,122	3,116,125	0.58
สิงหาคม	1,293	12,441	1,385,610	1,615,986	3,015,330	0.55
กันยายน	1,463	21,987	1,439,253	1,621,801	3,084,503	0.60
ตุลาคม	1,069	-	1,388,887	1,712,483	3,102,439	0.58
พฤศจิกายน	1,324	-	1,419,154	1,574,806	2,995,284	0.58
ธันวาคม	932	-	1,535,105	1,588,610	3,124,647	0.58
รวม	19,942	758,743	17,037,512	19,202,249	37,018,446	0.58

ที่มา : การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (2551)

2.4 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

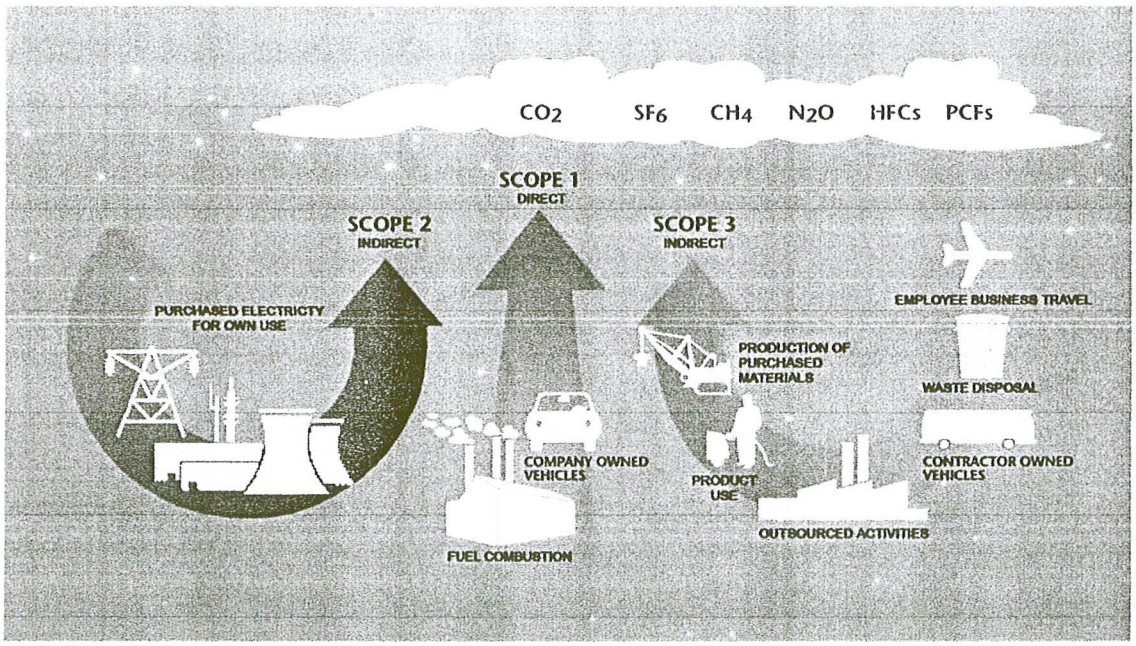
เป็นการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 6 ชนิดทั้งหมดในหน่วยของปริมาณเทียบเท่ากับการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การกำหนดขอบเขต (Scope) แบ่งเป็น 3 Scope แสดงดังรูปที่ 2-15 ดังนี้

Scope 1 : การปล่อยทางตรง (Direct Emission) ได้แก่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและไอน้ำโดยตรงขององค์กร การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ การรั่วไหล/รั่วซึม และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจาภาคเกษตรกรรม เป็นต้น แสดงดังรูปที่ 2-15

Scope 2 : การปล่อยทางอ้อม (Indirect Emission) จากการซื้อพลังงานไฟฟ้า ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ทางอ้อมเนื่องจากเป็นการปล่อย ณ แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า (โรงไฟฟ้า)

Scope 3 : การปล่อยทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emission) เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากยานพาหนะที่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของ การเดินทางของบุคลากรในองค์กร การใช้ทรัพยากรและวัสดุสิ้นเปลืองขององค์กร การจัดการขยะมูลฝอย เป็นต้น



รูปที่ 2-15 การกำหนดขอบเขตการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร
ที่มา (Arneman D., 2007)

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สุกมล หิญชีระนันทน (2551) ศึกษาการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยจากระบบไฟฟ้าของประเทศไทยจากการถ่วงน้ำหนักร้อยละ50 ของค่า Operating margin (OM) และ Build margin (BM) emission ในการคำนวณค่า OM นั้นใช้วิธีการคำนวณแบบ Simple OM ซึ่งพิจารณาจากความพร้อมของข้อมูลที่เผยแพร่โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากข้อมูลการผลิตไฟฟ้า 3 ปี โดยคำนวณจากการปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระบบผลิตไฟฟ้าทั้งประเทศ แต่ไม่รวมโรงไฟฟ้าที่เป็น LC/MC สำหรับค่า BM คำนวณจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากโรงไฟฟ้าสร้างใหม่ที่มีปริมาณหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตได้เป็นร้อยละ 20 ของระบบ ซึ่งทั้งค่า OM และ BM แสดงอยู่ในหน่วยตันคาร์บอนไดออกไซดต่อเมกะวัตต์ชั่วโมง (tCO_2/MWh) จากผลการคำนวณแสดงว่าค่า OM เฉลี่ย 3 ปี ของการผลิตไฟฟ้าระหว่างปี พ.ศ. 2548 – 2550 มีค่าเท่ากับ 0.5716 และค่า BM ในปี พ.ศ. 2550 มีค่า 0.4398 ดังนั้นค่าการปล่อยปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ต่อหน่วยไฟฟ้าในภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2550 มีค่า 0.5057 tCO_2/MWh

ถิรายุ ปิ่นทอง, วงกต วงศ์อภัย และ ณัฐนี วรยศ (2552) ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของภาคการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย รวมถึงวิเคราะห์ ผลกระทบต่อการจัดหาพลังงานของประเทศ โดยใช้แบบจำลอง Model for Analysis of Energy Demand (MAED) และแบบจำลอง Model for Energy Supply Strategy Alternatives and their General Environmental Impacts (MESSAGE) ใช้ฐานข้อมูลปี 2548 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตไฟฟ้า รวมจากทุกโรงไฟฟ้ามีค่า 76,308.21 kgTons-CO_2 ในปี ค.ศ.2005 และจะปล่อยเพิ่มขึ้นเป็น 186,123.25 kgTons-CO2 ในปี ค.ศ.2030 อัตราการเพิ่มขึ้นของการเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้เงื่อนไขแผนการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทยรวมแต่ละโรงไฟฟ้า คิดเป็น 5.99 % ต่อปี กรณี NC Scenario เมื่อนำ BAU Scenario เป็นฐานในการเปรียบเทียบกับ NC Scenario ซึ่งจะเห็นได้ว่า NC Scenario สามารถทำให้ผลรวมในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในภาคการผลิตไฟฟ้าลดลง เมื่อมีการสร้างโรงไฟฟ้า นิวเคลียร์ ขนาด 1,000 เมกะวัตต์ จำนวน 2 โรง ลดการปล่อยก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ได้ 10989.62 kgTons-CO_2 คิดเป็น 5.91%ในปี ค.ศ. 2030

ปรีชา ศรีประภาคาร (2551) ศึกษาการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าในมหาวิทยาลัย เชียงใหม่ จำนวน 23 อาคาร โดยทำการศึกษาและเก็บข้อมูลการใช้พลังงาน 3 ระบบใหญ่ๆ คือ ระบบแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และระบบอื่นๆ พบว่า มีสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน คือ ระบบแสงสว่างคิดเป็นการใช้ไฟฟ้าร้อยละ 19.07 ระบบปรับอากาศคิดเป็นร้อยละ 20.88 และระบบอื่นๆคิดเป็นร้อยละ 60.05 จากการวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้เสนอมาตรการในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบแสงสว่าง การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิในระบบปรับอากาศและการเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าใหม่ที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น จะสามารถประหยัดพลังงานได้ 983,229 kWh คิดเป็นเงินที่ประหยัดได้เท่ากับ 2,835,722 บาท/ปี ใช้เงินลงทุนประมาณ 17,240,810 บาท คิดเป็นระยะเวลาคืนทุน 6.08 ปี

Tilly David (2007) ศึกษาคาร์บอนฟุตปริ้นท์ซึ่งแสดงถึงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emission)ของมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปี 2002-2008 พบว่า ในปี 2002 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่ำสุด เท่ากับ 306,300 เมตริกตัน (MT-CO_2e) และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นจนในปี 2008 มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเท่ากับ 311,345 เมตริกตัน (MT-CO_2e) โดยปีที่มีการปล่อยสูงสุดคือปี 2003 ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าถึง 3119,100 เมตริกตัน (MT-CO_2e) ซึ่งในการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในมหาวิทยาลัย แมรี่แลนด์ มีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการผลิตกระแสไฟฟ้าและการซื้อไฟฟ้าจากโรงผลิตไฟฟ้า รองลงมาคือ การเดินทางจากที่พักและภายในมหาวิทยาลัยคิดเป็นร้อยละ 95 ของปริมาณการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด

Anthony Ferraro and Mark Boardman (2009) ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยไมอามี่ และเสนอมาตรการในการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลง โดยขอบเขตของการศึกษานี้ได้ทำการเก็บข้อมูล 4 ส่วนสำคัญ คือ 1.การใช้พลังงานและเชื้อเพลิงของระบบทำความร้อนและระบบทำความเย็นภายในอาคาร 2.การเดินทางภายในมหาวิทยาลัย 3.การจัดการของเสีย และ 4.การใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลจากการคำนวณพบว่าในปี 2008 มหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่ารวม 128,916 เมตริกตัน (MT-CO_2e) มาจากการใช้พลังงานคิดเป็นร้อยละ 79.3 จากการเดินทางคิดเป็นร้อยละ 19.6 และจากการกำจัดของเสียคิดเป็นร้อยละ 1