บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภาวะโลกร้อนเป็นวิกฤติทางด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องด้วยส่งผลกระทบต่อวิถีการดำรงชีวิตของมนุษย์และสิ่งมีชีวิตบนโลกเป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพลมฟ้าอากาศ การเกิดภัยธรรมชาติที่รุนแรงขึ้น การเพิ่มของระดับน้ำทะเล การเกิดแผ่นดินไหว ซึ่งผลกระทบต่างๆ เหล่านี้นับวันจะทวีความรุนแรงยิ่งขึ้น สาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเกิดภาวะโลกร้อน คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์อย่างต่อเนื่อง ทั้งกิจกรรมภาคการเกษตร การพัฒนาและขยายตัวทางภาคอุตสาหกรรม การคมนาคมขนส่ง ตลอดจนการใช้ทรัพยากรต่างในชีวิตประจำวัน เช่น พลังงานไฟฟ้า ทรัพยากรน้ำ เป็นต้น ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญในการเกิดภาวะโลกร้อนแทบทั้งสิ้น ดังนั้นจึงทำให้หลายประเทศตื่นตัวและตระหนักในการมีส่วนร่วมเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้น โดยมีการกำหนดเป็นยุทธศาสตร์ นโยบายและมาตรการเพื่อป้องกันและแก้ไขไว้อย่างชัดเจน สำหรับในประเทศไทยเองได้มีการกำหนดปัญหาภาวะโลกร้อนในแผนยุทธศาสตร์แห่งชาติ ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มเรื่องที่ควรวิจัยเร่งด่วนตามนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ (พ.ศ. 2551-2554) และได้ดำเนินการในด้านต่างๆเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น การออกฉลากคาร์บอน (Carbon reduction label) การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products; CFP) การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization; CFO) เป็นต้น

การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เป็นการแสดงข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กร เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่อไป อันเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กร ดังนั้นในในฐานะที่มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติเป็นมหาวิทยาลัยเอกชนขนาดใหญ่ โดยในปีการศึกษา 2553 มีการเรียนการสอนในระดับปริญญาตรีและโทรวมทั้งสิ้น 14 คณะ จำนวน 38 หลักสูตร มีจำนวนนักศึกษารวมทั้งสิ้น 10,174 คน รวมทั้งมีบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนอีกเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงส่งผลให้ภายในมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติเป็นแหล่งรวมของกลุ่มคนจำนวน

มากที่มีการดำเนินกิจกรรมต่างๆ โดยเฉพาะการใช้พลังงานไฟฟ้า การเผาไหม้เชื้อเพลิง การใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง เป็นต้น ซึ่งมีส่วนในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 เพื่อใช้เป็นปีฐาน (Base year) และใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนและกำหนดแนวทางการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยฯ ในปีการศึกษาต่อไป อันจะเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กรสถาบันการศึกษาของประเทศ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบและลักษณะการดำเนินกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553

สมมติฐานการวิจัย

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 มาจากกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงที่สุด

ขอบเขตของการวิจัย

1. งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ บางพลี (เลขที่ 18/18 ถนนบางนา-ตราด กม.ที่ 18 ต.บางโฉลง อ.บางโฉลง จ.สมุทรปราการ) ประจำปีการศึกษา 2553 โดยกำหนดขอบเขตของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ครอบคลุม 3 ประเภท ดังนี้

- ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศและถังดับเพลิง การใช้ปุ๋ยเคมี การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น
- ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กร
- ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณการก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวิเคราะห์เพื่อรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ โดยกิจกรรมที่ประเมินในงานวิจัยนี้ ได้แก่ การใช้น้ำประปา การใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองประเภทกระดาษ A4 80 แกรม และกระดาษชำระ การใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของผู้ประกอบการที่เช่าพื้นที่ขององค์กร และการใช้ไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา

2. ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) ประจำปีการศึกษา 2553 โดยดำเนินการตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทย จัดทำโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ซึ่งอ้างอิงจากอนุกรมมาตรฐาน ISO 14064-1 อนุกรมมาตรฐาน ISO/PDTR 14069: 2011 และ Greenhouse Gas Protocal ของ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

3. ระยะเวลาในการศึกษา 1 ปี ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม 2554 – มิถุนายน 2555

ข้อจำกัดของการวิจัย

1) งานวิจัยนี้ประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทต่างๆ ซึ่งไม่รวมถึงปริมาณการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

2) การกำหนดขอบเขตกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยนี้ไม่รวมข้อมูลของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ วิทยาเขตยศเส และโรงพยาบาลหัวเฉียว

3) การกำหนดขอบเขตกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ในงานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ได้แก่

- การเดินทางเพื่อปฏิบัติงาน/ฝึกอบรม/สัมมนาของบุคลากร

- การเดินทางไปกลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากรและนักศึกษาด้วยยานพาหนะส่วนตัว
- การกำจัดและขนส่งขยะจากกิจกรรมขององค์กร
- การเรียนและฝึกปฏิบัติงานนอกสถานที่ของนักศึกษา
- การรับประทานอาหารของบุคลากรและนักศึกษา

นิยามศัพท์

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศที่มีผลต่ออุณหภูมิของโลก โดยก๊าซเรือนกระจกที่ประเมินประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิดตามที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโร-คาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization ; CFO)

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานขององค์กรจากกิจกรรมต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Carbon Dioxide Equivalent ; CO_2e)

หน่วยแสดงความสามารถในการทำให้โลกร้อนเมื่อเทียบในรูปปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) คำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้การเกิดภาวะโลกร้อน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปีการศึกษา 2553 ไปใช้ในการวางแผนและกำหนดแนวทางการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติในปีการศึกษาต่อๆ ไปได้

2. เป็นข้อมูลในการประชาสัมพันธ์ รณรงค์ และส่งเสริมให้บุคลากรและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติตระหนักและมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคมขององค์กรสถาบันการศึกษา

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gases)

ก๊าซเรือนกระจกเป็นส่วนประกอบของก๊าซในบรรยากาศทั้งที่มีอยู่ในธรรมชาติและสร้างขึ้นโดยมนุษย์ มีคุณสมบัติในการดูดซับและปล่อยรังสีที่ความยาวคลื่นอยู่ในช่วงความถี่ของรังสีอินฟาเรดที่ถูกปล่อยออกมาจากพื้นผิวโลก ชั้นบรรยากาศและก้อนเมฆ ก๊าซเรือนกระจกมีความจำเป็นต่อการรักษาอุณหภูมิในบรรยากาศของโลกให้คงที่ เนื่องจากก๊าซเหล่านี้ดูดคลื่นรังสีความร้อนไว้ในเวลากลางวันแล้วค่อยๆ แผ่รังสีความร้อนออกมาในเวลากลางคืน ทำให้อุณหภูมิในบรรยากาศโลกไม่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน

ภายใต้พิธีสารเกียวโตได้ให้คำจำกัดความของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งหมายถึง ก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศที่ทำให้การสูญเสียความร้อนสู่บรรยากาศลดลง จึงมีผลต่ออุณหภูมิบนผิวโลก โดยจะต้องเป็นก๊าซที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic greenhouse gas emission) เท่านั้น ซึ่งจะประกอบด้วยก๊าซ 6 ชนิด ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) ไนตรัสออกไซด์ (N_2O) ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) และซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) มีลักษณะและส่งผลกระทบต่อการเกิดภาวะโลกร้อนแตกต่างกัน ดังนี้

1. คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide; CO_2)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิง จึงส่งผลให้มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศ จากผลการศึกษาของคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) รายงานว่าตั้งแต่ปี ค.ศ .1980 เป็นต้นมา ในบรรยากาศมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ผลการศึกษาของ IPCC ยังระบุชัดว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมในบรรยากาศของโลกมากที่สุดในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ ด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของผิวโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้น โดย

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นนี้ ทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์ต่อตารางเมตร (WDCGG. 2004)

2. **มีเทน** (Methane; CH_4)

ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สร้างผลกระทบมากเป็นอันดับสองรองจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่ก๊าซมีเทนมีศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) สูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 25 เท่า และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลา 12 ปี แหล่งกำเนิดก๊าซมีเทน ได้แก่ กระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ บริเวณหลุมฝังกลบขยะมูลฝอย การทำนาข้าว การปศุสัตว์ นอกจากนี้ยังถูกปล่อยออกมาในระหว่างการผลิตและขนส่งถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ การสะสมของก๊าซมีเทนในบรรยากาศทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 0.47 วัตต์ต่อตารางเมตร (WDCGG. 2004)

3. **ไนตรัสออกไซด์** (Nutrous Oxide; N_2O)

ไนตรัสออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนมากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 298 เท่า และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลา 114 ปี ก๊าซไนตรัสออกไซด์ถูกปล่อยออกมาโดยธรรมชาติจากมหาสมุทรและดิน และเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งจากภาคการเกษตร เช่น การใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จากภาคอุตสาหกรรมจากโรงงานที่ใช้กรดไนตริกในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมผลิตเส้นใยไนลอน อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมพลาสติกบางชนิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงฟอสซิลและวัสดุอินทรีย์อื่นๆ การสะสมของก๊าซไนตรัสออกไซด์ในบรรยากาศทำให้พลังงานรังสีความร้อนสะสมบนผิวโลกและชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 0.14 วัตต์ต่อตารางเมตร (WDCGG. 2004)

4. **ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน** (Hydrofluorocarbon; HFCs)

ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่สร้างผลกระทบสูงมาก โดยมีศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนสูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ 124 – 14,800 เท่า ขึ้นอยู่กับประเภทของสาร HFCs และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลานานถึง 270 ปี โดยสาร HFCs ถูกใช้เป็นตัวทำความเย็นสำหรับเครื่องปรับอากาศ เป็นสารขยายตัวของโฟม ตัวทำละลาย สารสำหรับการดับเพลิง และตัวเร่งละอองของเหลว (แอโรซอล) การใช้และผลิต HFCs เพิ่มสูงขึ้นหลังได้รับการส่งเสริมอย่างมากให้ใช้

เป็นตัวทำความเย็นแทนสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (Chlorofluorocarbon; CFCs) ซึ่งเป็นสารทำลายชั้นโอโซนที่ถูกสั่งให้ เลิกใช้โดยพิธีสารมอนทรีออล

5. **เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน** (Perfluorocabon; PFCs)

เพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 7,390 – 12,200 เท่า ขึ้นอยู่กับประเภท สาร PFCs และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลานาน 1,00 - 50,000 ปี เป็นผลิตผลพลอยได้ของการหลอมอะลูมิเนียม นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (เซมิคอนดักเตอร์) และใช้แทนสารเคมีต่างๆ ที่ทำลายชั้นโอโซน ปริมาณการปล่อยสาร PFCs เกิดขึ้นน้อยเมื่อเทียบกับปริมาณการปล่อยสาร HFCs แต่สาร PFCs มีศักยภาพที่ทำให้โลกร้อนสูงกว่าและสามารถคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานกว่า

6. **ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์** (Sulfer Hexafluoride; SF_6)

ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF_6) เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อนสูงที่สุด โดยสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 22,800 เท่า และคงอยู่ในบรรยากาศเป็นเวลานาน 3,200 ปี ก๊าซนี้ถูกนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้แก่ ยางรถยนต์ ฉนวนไฟฟ้า การผลิตสารกึ่งตัวนำไฟฟ้า (เซมิคอนดักเตอร์) เป็นต้น

ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential; GWP)

ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนคำนวณได้จากปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่ปล่อยออกมาและแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP 100) ที่เป็นค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ เช่น ก๊าซมีเทนมีค่า GWP 100 เท่ากับ 25 หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม มีศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัม ดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). 2554) ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ ในช่วงเวลา 100 ปี แสดงดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ค่าศักยภาพที่ทำให้เกิดโลกร้อนและการคงตัวในชั้นบรรยากาศของก๊าซเรือนกระจกชนิดต่างๆ

ชนิดก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (เท่าของคาร์บอนไดออกไซด์)	การคงตัวในชั้นบรรยากาศ (ปี)
CO_2	1	-
CH_4	25	12
N_2O	298	114
HFCs	124 – 14,800	1.4 - 270
PFCs	7,390 – 12,200	1,000 – 50,000
SF_6	22,800	3,200

ที่มา : IPCC Fourth Assessment Report (2007)

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก

จากการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจทำให้มีกิจกรรมต่างๆ เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ทั้งการใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น ถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ กระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม การเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ส่งผลให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยในปี พ.ศ. 2533 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 42,389 ล้านตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (Mt CO_2e) ส่วนในปี พ.ศ. 2548 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 44,171 Mt CO_2e เพิ่มขึ้น 1,782 Mt CO_2e (อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2554) แสดงดังตารางที่ 2-2

โดยภาคเศรษฐกิจที่มีสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดคือ ภาคพลังงาน ร้อยละ 67 รองลงมาคือ ภาคการเกษตร ร้อยละ 14 และภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน ร้อยละ 12 ด้วยเหตุนี้ภาคพลังงานเป็นภาคที่มีศักยภาพในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกค่อนข้างสูง โดยเฉพาะการใช้พลังงานในการใช้ไฟฟ้า ภาคขนส่ง และภาคอุตสาหกรรม ทำให้หลายประเทศมีนโยบายและการจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก แยกตามภาคการผลิต ปี พ.ศ. 2533-2548

ภาคการผลิต	ก๊าซเรือนกระจกหลัก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก ($Mt\ CO_2e$)			
		2533	2538	2543	2548
พลังงาน	CO_2	26,656	27,113	28,544	29,366
ไฟฟ้าและความร้อน	CO_2	10,170	10,649	11,806	12,307
การขนส่ง	CO_2	4,713	5,126	5,717	6,337
อุตสาหกรรมและการก่อสร้าง	CO_2	5,333	5,194	5,101	5,184
อุตสาหกรรม (กระบวนการผลิต)	CO_2, HFCs, PFCs, SF_6	1,303	1,479	1,604	1,884
ก๊าซรั่วไหล	CO_2	1,794	1,720	1,614	1,747
การเผาไหม้เชื้อเพลิง	CO_2	4,646	4,423	4,306	3,791
ป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน	CO_2	7,860	7,903	7,589	5,376
การเกษตร	CH_4, N_2O	5,223	5,183	5,450	6,075
ของเสียและสิ่งปฏิกูล	CH_4, CO_2	1,347	1,362	1,328	1,419
รวม		**42,389**	**43,040**	**44,515**	**44,120**

ที่มา : อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2554 อ้างอิงจาก Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), World Resources Institute. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ปี พ.ศ. 2548 และ 2551 จาก http://cait.wri.org/ (ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2554)

จากสถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกระดับประเทศ ในปี พ.ศ. 2548 ประเทศจีนเป็นประเทศที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงที่สุด มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 7,185.5 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 17 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศโลก รองลงมาคือประเทศสหรัฐอเมริกา 6,797.2 Mt CO_2e และสหภาพยุโรป 5,043.1 Mt CO_2e แสดงดังตารางที่ 2-3 ส่วนในปี พ.ศ.2551 ประเทศจีนยังคงมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด แต่จะพบว่าเกือบทุกประเทศจะมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกลดลง แสดงดังตารางที่ 2-4

ตารางที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่มีการปล่อยสูงสุด 10 อันดับแรกของโลก ปี พ.ศ. 2548

ประเทศ	ปริมาณการปล่อยรวม (Mt CO_2e)	อันดับที่	ร้อยละการปล่อยของโลก	ปริมาณการปล่อยต่อคน (ton/capita)	อันดับที่
จีน	7,185.5	1	16.6	5.5	94
สหรัฐอเมริกา	6,797.2	2	15.7	23	10
สหภาพยุโรป	5,043.1	3	11.7	10.3	48
บราซิล	2,841.6	4	6.6	15.3	19
อินโดนีเซีย	2,042.2	5	4.7	9.3	56
สาธารณรัฐรัฐเซีย	2,012.6	6	4.7	14.1	23
อินเดีย	1,859.0	7	4.3	1.7	154
ญี่ปุ่น	1,346.3	8	3.1	10.5	45
เยอรมันนี	977.5	9	2.3	11.9	33
แคนาดา	803.9	10	1.9	24.9	9
ไทย	351.1	28	0.8	5.3	97

ที่มา : อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2554 อ้างอิงจาก Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), World Resources Institute. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ปี พ.ศ. 2548 และ 2551 จาก http://cait.wri.org/ (ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2554)

ตารางที่ 2-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศที่มีการปล่อยสูงสุด 10 อันดับแรกของโลก ปี พ.ศ. 2551

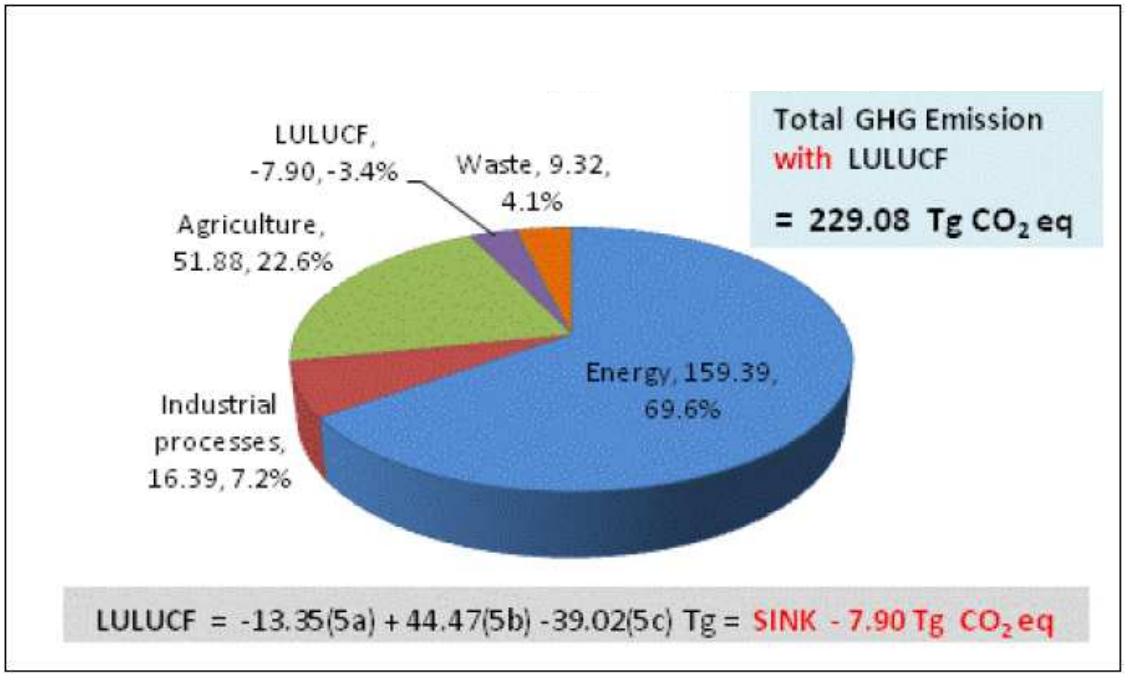
ประเทศ	ปริมาณการปล่อยรวม (Mt CO_2e)	อันดับที่	ร้อยละการปล่อยของโลก	ปริมาณการปล่อยต่อคน (ton/capita)	อันดับที่
จีน	6,702.6	1	22.7	5.1	66
สหรัฐอเมริกา	5,826.7	2	19.7	19.3	7
สหภาพยุโรป	4,064.5	3	13.8	8.2	39
สาธารณรัฐรัฐเซีย	1,626.3	4	5.5	11.4	18
อินเดีย	1,410.4	5	4.8	1.3	122
ญี่ปุ่น	1,270.1	6	4.3	9.9	25
เยอรมันนี	817.2	7	2.8	9.9	26
แคนาดา	583.9	8	2.0	17.7	9
สหราชอาณาจักร	530.2	9	1.8	8.7	34
เกาหลีใต้	517.1	10	1.8	10.7	21
ไทย	243.5	25	1.0	3.6	81

ที่มา : อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2554 อ้างอิงจาก Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), World Resources Institute. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ปี พ.ศ. 2548 และ 2551 จาก http://cait.wri.org/ (ข้อมูล ณ เดือนธันวาคม 2554)

สถานการณ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

จากรายงานฉบับสมบูรณ์การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย ของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พบว่าในปี พ.ศ. 2543 ประะเทศไทยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดรวมทั้งส่วนที่เกิดจากแหล่งปล่อย (emission from source) และส่วนที่ดูดกลับ (removal by sink) เท่ากับ 229.08 Mt CO_2e โดยภาคพลังงานเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด เท่ากับ 159.39 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ รองลงมาคือ ภาคการเกษตร เท่ากับ 51.88 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 22.6 และ

ภาคกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรม เท่ากับ 16.39 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 7.2 ตามลำดับ และภาคที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยที่สุด คือ ภาคการปล่อยก๊าซจากของเสีย คิดเป็นปริมาณการปล่อยเท่ากับ 9.32 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 4.1 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด สำหรับการปล่อยในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกน้อยกว่าปริมาณดูดกลับจึงทำให้ค่ารวมของภาคนี้มีค่าเท่ากับ - 7.90 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ - 3.4 ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกและสัดส่วนต่อการปล่อยทั้งหมดของประเทศ แสดงดังภาพที่ 2-1



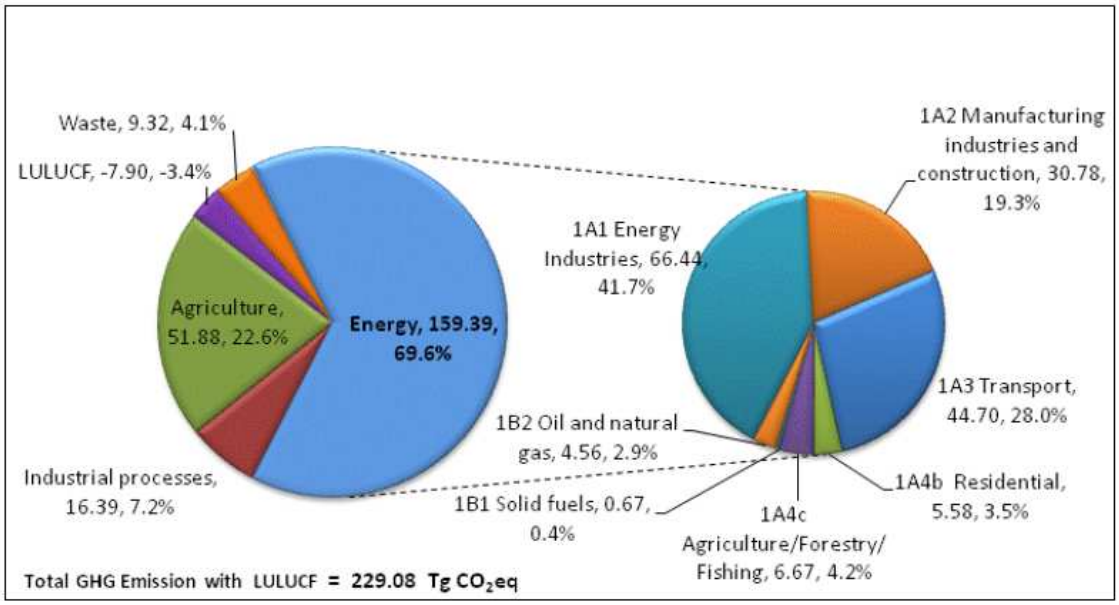
ภาพที่ 2-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ (National total) ในปี พ.ศ. 2543
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

1. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามประเภทของแหล่งปล่อย

การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2543 ครอบคลุม 5 ภาคการปล่อยหลัก คือ ภาคพลังงาน ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม ภาคเกษตร ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้และภาคของเสีย ไม่รวมภาคตัวทำละลาย (solvent) ซึ่งไม่มีการรายงานข้อมูลในประเทศไทย ปริมาณการปล่อยในแต่ละภาคแสดงรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553)

1.1 ภาคพลังงาน (Energy)

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคพลังงานเป็นกลุ่มที่มีปริมาณการปล่อยสูง คิดเป็น 159.39 Mt CO_2e หรือร้อยละ 69.6 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของประเทศ โดยมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมการเผาไหม้เชื้อเพลิงในอุตสาหกรรมพลังงานสูงสุด คือ 66.44 Mt CO_2e หรือร้อยละ 41.7 รองลงมาคือ การขนส่ง และอุตสาหกรรมการผลิตและก่อสร้าง เท่ากับ 44.70 และ 30.78 Mt CO_2e หรือ ร้อยละ 28.0 และ 19.3 ของปริมาณที่ปล่อยในภาคพลังงานตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2-2

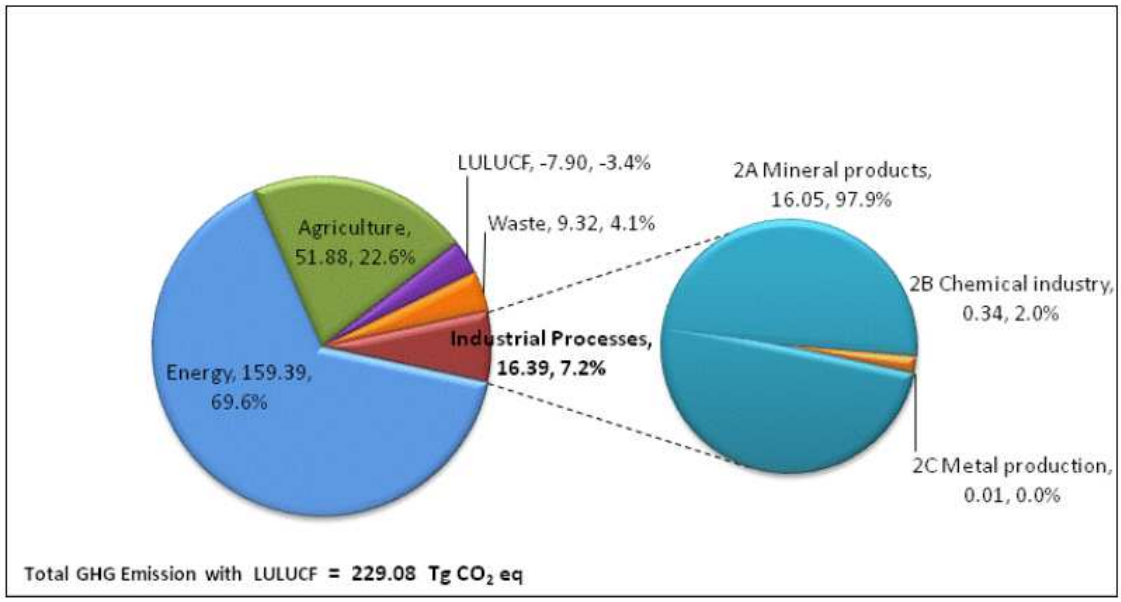


ภาพที่ 2-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคพลังงานในปี พ.ศ. 2543

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

1.2 ภาคกระบวนการอุตสาหกรรม (Industrial Processes)

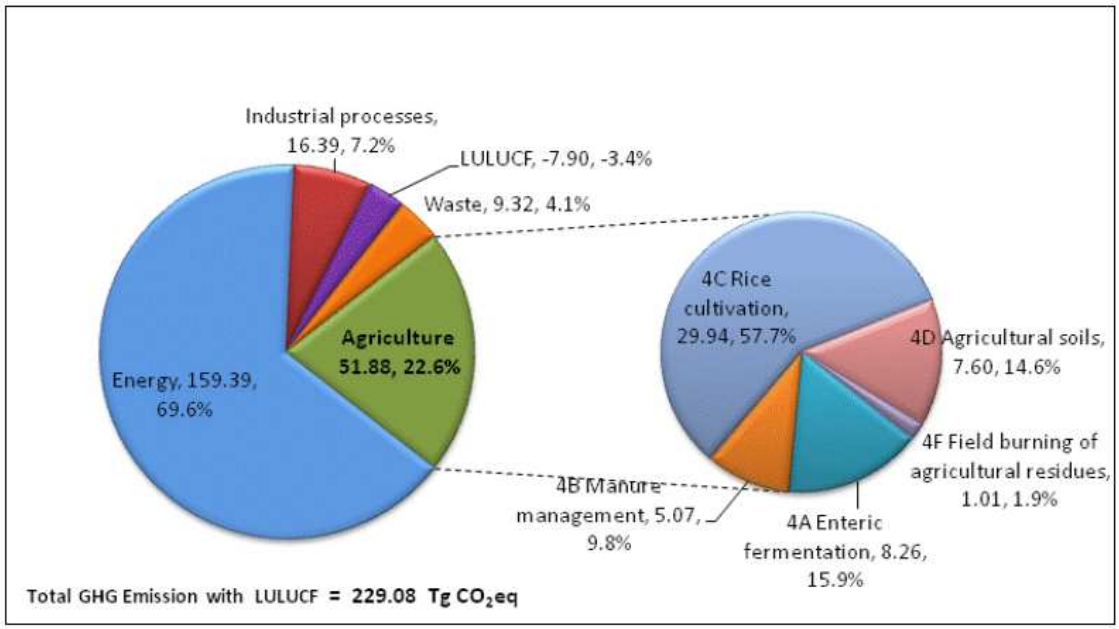
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกปล่อยในภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2543 เท่ากับ 16.39 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 7.2 ของปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดประเทศ ในภาคนี้สามารถแบ่งกลุ่มตามประเภทของกระบวนการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ กลุ่มอุตสาหกรรมเคมี กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตโลหะกลุ่ม อุตสาหกรรมสารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์และกลุ่มการใช้สารฮาโลคาร์บอนและซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ เป็นต้น จากข้อมูลพบว่าปริมาณก๊าซส่วนใหญ่มาจากกลุ่มผลิตภัณฑ์แร่ โดยมีอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์เป็นแหล่งปล่อยหลัก มีปริมาณการปล่อย 16.05 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 97.9 ส่วนอุตสาหกรรมเคมีและอุตสาหกรรมการผลิตโลหะ มีปริมาณการปล่อยเพียง 0.34 และ 0.01 Mt CO_2e ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคกระบวนการอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2543
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

1.3 **ภาคการเกษตร** (Agriculture)

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในปี พ.ศ. 2543 เท่ากับ 51.88 Mt CO_2e คิดเป็น ร้อยละ 22.60 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ โดยภาคเกษตรเป็นภาคที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากเป็นอันดับสองรองจากภาคพลังงาน ซึ่งกิจกรรมในภาคนี้มีประเภทของก๊าซที่ปล่อยคือก๊าซมีเทน (CH_4) เป็นหลัก โดยกลุ่มที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกในรูปก๊าซมีเทนมากที่สุดคือ นาข้าว คิดเป็น 29.94 Mt CO_2e หรือร้อยละ 57.7 ของปริมาณการปล่อยในภาคการเกษตร รองลงมาคือ การปล่อยจากการหมักในระบบย่อยอาหารของสัตว์ คิดเป็น 8.26 Mt CO_2e หรือร้อยละ 15.85 รองลงมาคือ การปล่อยไนตรัสออกไซด์จากกลุ่มดินที่ใช้ในการเกษตรซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยเป็นหลัก คิดเป็น 7.6 Mt CO_2e หรือร้อยละ 14.6 แสดงดังภาพที่ 2-4

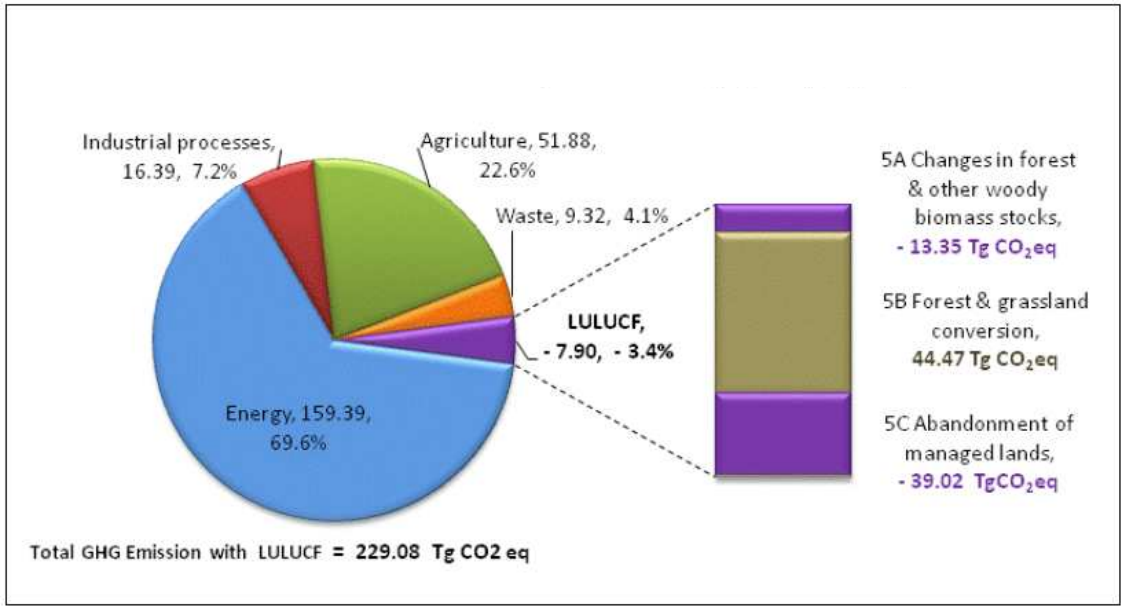


ภาพที่ 2-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเกษตรในปี พ.ศ. 2543

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

1.4 ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ (Land-Use Change and Forestry)

ในภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้นี้ มีทั้งการปล่อยและการดูดกลับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเมื่อหักลบกันแล้วภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ มีปริมาณดูดกลับทั้งสิ้น เท่ากับ -7.90 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ -3.4 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ โดยกลุ่มการปรับเปลี่ยนป่าและทุ่งหญ้า เป็นกิจกรรมเดี่ยวที่มีการปล่อยเท่ากับ 44.47 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 44.64 ของปริมาณการปล่อยในภาคป่าไม้ ส่วนอีกสองกลุ่มคือกลุ่มการเปลี่ยนแปลงของป่าและปริมาณชีวมวล และกลุ่มการฟื้นฟูพื้นที่ทิ้งร้าง มีการดูดกลับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ -13.35 และ -39.02 Mt CO_2e ตามลำดับ ดังนั้นในปี พ.ศ. 2543 ประเทศไทยมีศักยภาพในการเป็นดูดกลับคาร์บอนไดออกไซด์ - 52.38 Mt CO_2e (โดยไม่รวมปริมาณปล่อยในภาคเดียวกัน) คิดเป็น ร้อยละ 18.6 ของปริมาณการปล่อยทั้งหมดของประเทศ แสดงดังภาพที่ 2-5

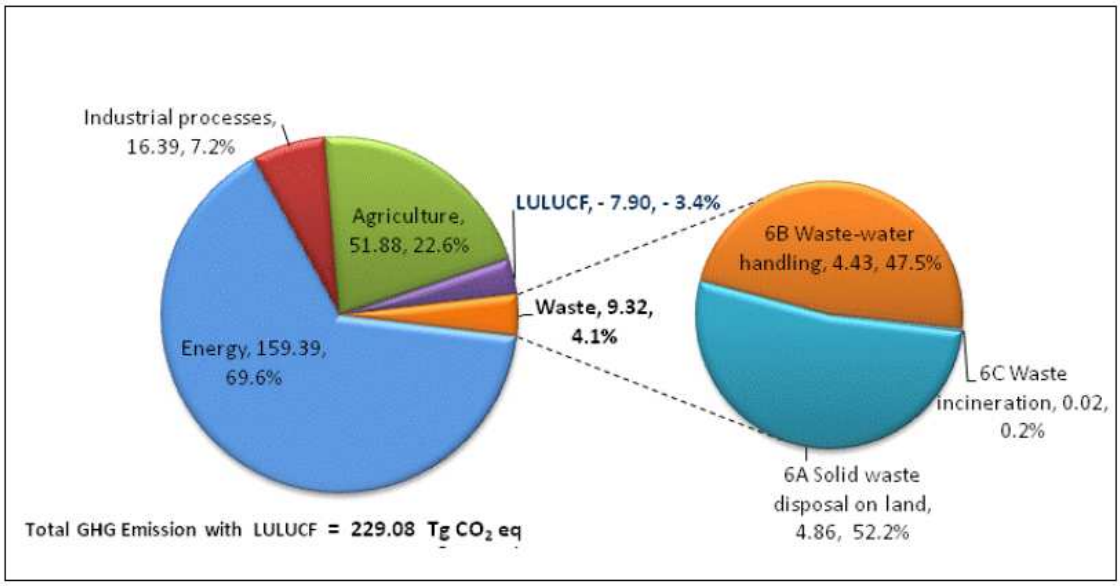


ภาพที่ 2-5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ในปี พ.ศ. 2543

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

1.5 ภาคของเสีย (Waste)

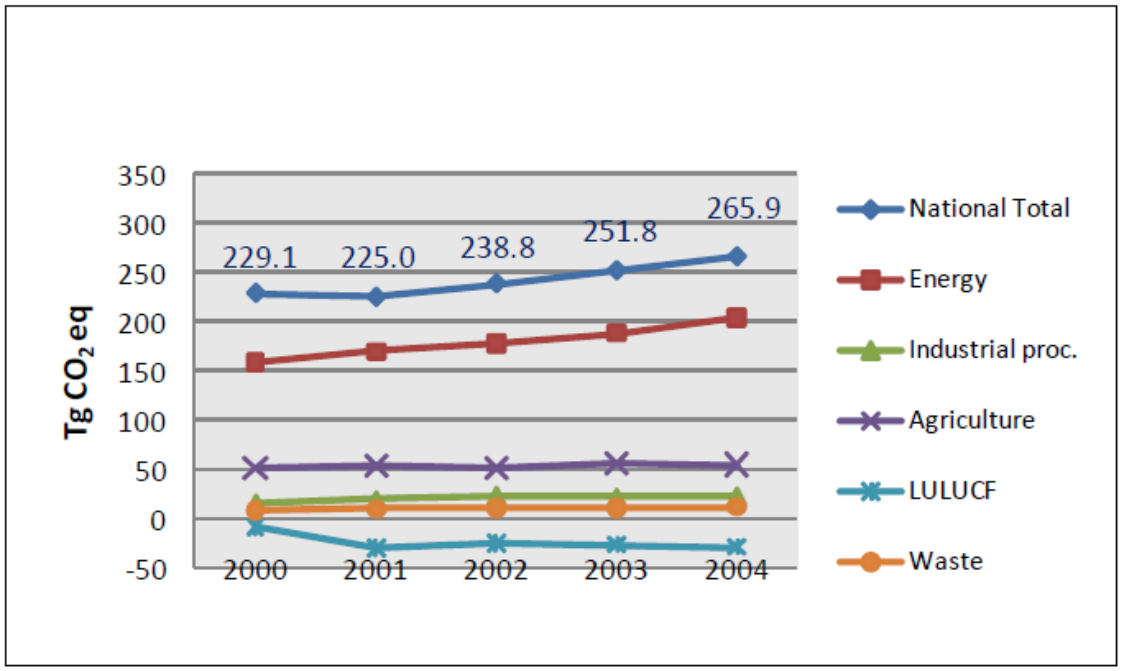
ในปี พ.ศ. 2543 ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในภาคของเสีย คิดเป็น 9.32 Mt CO_2e หรือร้อยละ 4.10 ของปริมาณทั้งหมดของประเทศ ซึ่งก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นคือก๊าซมีเทนจากกระบวนการทางชีววิทยา โดยพบว่ากลุ่มการกำจัดของเสียบนดินและกลุ่มการจัดการน้ำเสียมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใกล้เคียงกัน คือ 4.86 และ 4.43 32 Mt CO_2e คิดเป็นร้อยละ 52.18 และ 47.53 ของการปล่อยทั้งหมดในภาคของเสีย ตามลำดับ ส่วนการกำจัดขยะด้วยเตาเผามีปริมาณการปล่อยเพียงเล็กน้อย คือ 0.02 Mt CO_2e แสดงดังภาพที่ 2-6



ภาพที่ 2-6 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากภาคของเสีย ในปี พ.ศ. 2543
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

2. แนวโน้มการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศเมื่อรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2543 เท่ากับ 229.08 Mt CO_2e ในปี พ.ศ. 2547 เพิ่มขึ้นเป็น 265.89 Mt CO_2e คิดเป็นอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 16.1 ในเวลา 5 ปี หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 3.8 ต่อปี โดยภาคที่มีอัตราการเพิ่มมากที่สุด คือ ภาคกระบวนการอุตสาหกรรมซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับ ร้อยละ 42.3 หรือ ร้อยละ 9.9 ต่อปี รองลงมาคือ ภาคของเสียซึ่งมีอัตราการเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี เท่ากับ ร้อยละ 29.7 หรือ ร้อยละ 6.7 ต่อปี ส่วนภาคพลังงานนั้นถึงแม้มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุดแต่อัตราการเพิ่มในช่วง พ.ศ. 2543-2547 อยู่ที่ร้อยละ 27.9 และมีอัตราการเพิ่มขึ้นร้อยละ 6.4 ต่อปี ส่วนภาคที่มีอัตราการเพิ่มน้อยที่สุดและค่อนข้างคงที่ คือภาคการเกษตรโดยเพิ่มขึ้นในช่วง 5 ปี ร้อยละ 6.0 หรือ ร้อยละ 1.6 ต่อปี แสดงดังภาพที่ 2-7

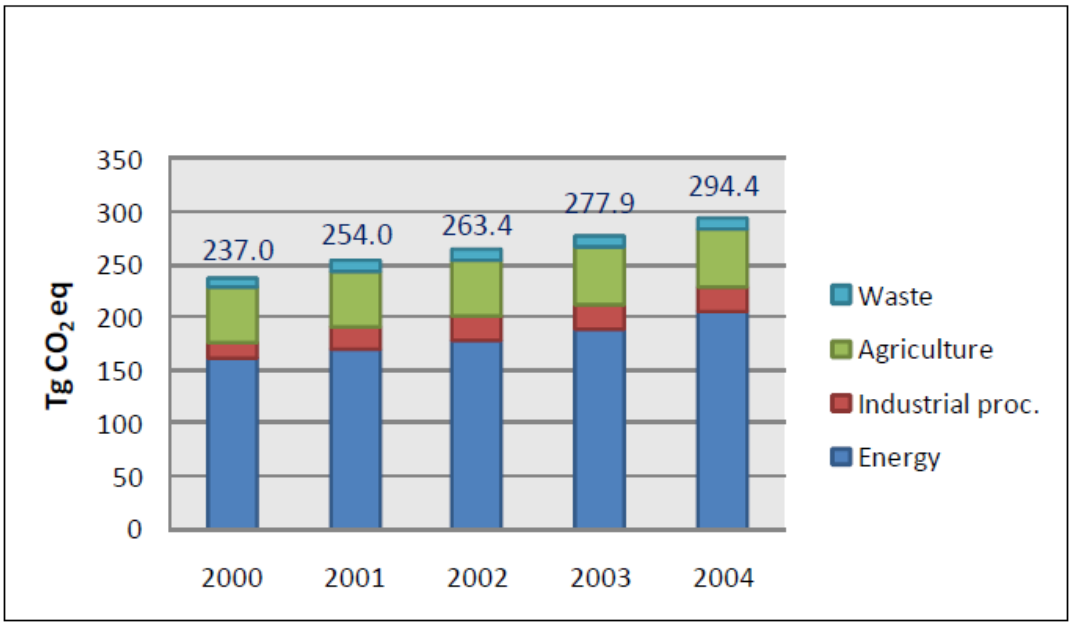


ภาพที่ 2-7 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดและจำแนกตามภาคการปล่อยของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

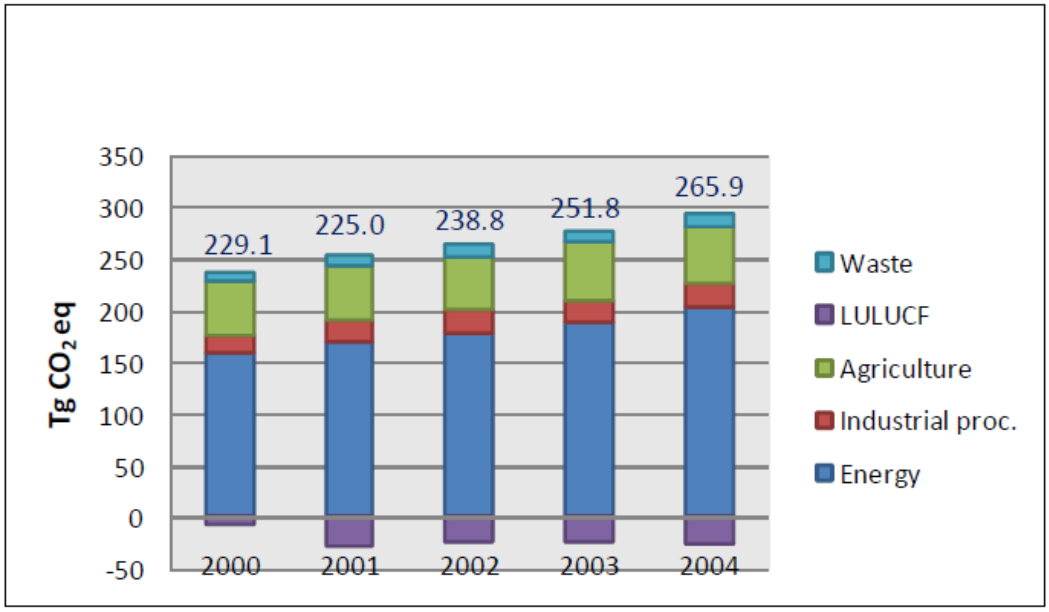
การเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซเรือนกระจกของภาคกระบวนการอุตสาหกรรมเกิดจากการขยายตัวของโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท เช่น โรงงานเหล็กและเหล็กกล้า รวมทั้งปริมาณก๊าซฟลูออโรคาร์บอนที่เพิ่มมากขึ้นในปี พ.ศ.2547 (ไม่มีรายงานในปี พ.ศ. 2543) ส่วนภาคของเสียนั้นเกิดจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการบำบัดแบบไร้อากาศมากขึ้น สำหรับภาคการเกษตรนั้นพื้นที่ในการปลูกข้าวค่อนข้างคงที่ในช่วง พ.ศ. 2543-2547 จึงทำให้มีการเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกไม่มากนัก ส่วนใหญ่มาจากปริมาณการใช้ปุ๋ยที่เพิ่มขึ้นเป็นหลัก ส่วนภาคพลังงานการเพิ่มขึ้นเป็นไปตามโครงสร้างการพัฒนาและความต้องการในการใช้พลังงานของประเทศ

ภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ซึ่งแสดงถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งดูดกลับก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย พบว่าสามารถดูดกลับก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้นในช่วง 5 ปี ร้อยละ 260.8 หรือร้อยละ 66.8 ต่อปี ดังนั้นเมื่อคิดรวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้ จะทำให้การเพิ่มขึ้นของก๊าซเรือนกระจกของประเทศในช่วง พ.ศ. 2543-2547 เท่ากับร้อยละ 16.1 หรือร้อยละ 3.85 ต่อปี แสดงดังภาพที่ 2-8 และ 2-9



ภาพที่ 2-8 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 ไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553



ภาพที่ 2-9 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศในปี พ.ศ. 2543-2547 รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้พื้นที่และป่าไม้

ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2553

กลไกการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือระดับประชาคมโลก จึงเป็นที่มาของการจัดทำกรอบอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (UNFCCC) และพิธีสารเกียวโต (Kyoto Protocol) ซึ่งได้มีการประชุมแนวทางการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อร่วมกันหาแนวทางบรรเทาปัญหาโลกร้อน โดยมีกลไกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

1. กลไกการดำเนินการของสหประชาชาติ (UN approach)

1.1 แผนการพัฒนาแห่งชาติในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (NAMA-Nationally Appropriate Mitigation Actions)

เป็นการดำเนินการเพื่อลดก๊าซเรือนกระจกในระดับประเทศของประเทศกำลังพัฒนาในการลดก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสมของประเทศด้วยความสมัครใจ บนพื้นฐานการพัฒนาที่ยั่งยืน

และการได้รับการสนับสนุนจากประเทศที่พัฒนาแล้วในการถ่ายทอดเทคโนโลยี การเงิน และการพัฒนาศักยภาพในการลดก๊าซเรือนกระจก

1.2 การจัดการก๊าซเรือนกระจกรายสาขา (Sectoral Approach)

เป็นการลดก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามประเภทของอุตสาหกรรมที่เป็นการช่วยเหลือจากประเทศพัฒนาแล้วให้กับประเทศกำลังพัฒนา เพื่อให้มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีและการช่วยเหลือทางการเงินภายในสาขาการผลิตเดียวกัน โดยเน้นสาขาที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาก เนื่องจากแต่ละสาขาการผลิตมีลักษณะของเทคโนโลยีการผลิตและการใช้พลังงานที่แตกต่างกัน ทั้งนี้การลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะดำเนินการผ่านกลไกการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การใช้เทคโนโลยีที่สะอาด การประหยัดเชื้อเพลิง และการกำจัดก๊าซเรือนกระจก

2. กลไกด้านการตลาด (Market approach)

ได้แก่ ตลาดคาร์บอนเครดิต (carbon credit) ซึ่งเป็นการซื้อขายแลกเปลี่ยนก๊าซเรือนกระจก (Cap and Trade) เป็นเครื่องมือในการจัดการก๊าซเรือนกระจก โดยใช้การซื้อขายแลกเปลี่ยนสิทธิในการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เพื่อควบคุมปริมาณก๊าซเรือนกระจกในตลาดคาร์บอน ทั้งนี้จำนวนคาร์บอนที่ขายจะเท่ากับจำนวนที่สามารถลดการปล่อยคาร์บอน ซึ่งปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงนี้คือ คาร์บอนเครดิต โดยผ่านตลาดคาร์บอนจะประกอบด้วย 2 ตลาดหลัก คือ

2.1 ตลาดแบบเป็นทางการ

เป็นกลไกตามพิธีสารเกียวโต โดยเป็นข้อผูกพันทางกฎหมายในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของรัฐภาคี ที่กำหนดให้มีกลไกเพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่

- Joint Implementation(JI) : คือการดำเนินการร่วมกันระหว่างประเทศพัฒนาแล้วในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เป็นกระบวนการที่มีลักษณะ Bottom-Up กล่าวคือ เจ้าของโครงการจะเป็นผู้เสนอว่าโครงการ JI สามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้เป็นจำนวนเท่าใด ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงของโครงการ JI เรียกว่า Emission Reduction Units (ERUs)

- International Emission Trading (IET) : คือการซื้อขายใบอนุญาตในการปล่อยก๊าซเรือนกระจกระหว่างประเทศ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ต้องควบคุม เรียกว่า “ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ได้รับจัดสรรและอนุญาตให้ปล่อย (Assigned Amounts Units: AAUs) เป็นกระบวนการที่มีลักษณะเป็น Top-Down โดยการกำหนดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่อนุญาตให้ปล่อยได้จากระดับ

รัฐบาล ซึ่งได้รับการจัดสรรมาจากข้อตกลงตามพิธีสารเกียวโต ไปยังภาคเอกชน และภาคประชาชน ที่เป็นผู้ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมของตน

- Clean Development Mechanism (CDM) : คือการดำเนินโครงการร่วมกันระหว่างประเทศพัฒนาแล้วกับประเทศกำลังพัฒนาในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการจัดทำโครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด (CDM) ซึ่งเป็นกระบวนการที่มีลักษณะ Bottom-Up เช่นเดียวกับโครงการ JI แต่มีปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดลงเรียกว่า Certified Emission Reduction หรือ CERs และมีเงื่อนไขว่าจะต้องมีการถ่ายทอดเทคโนโลยีการกำจัดก๊าซเรือนกระจกให้กับประเทศผู้รับการลงทุน หรือประเทศเจ้าบ้านที่ตั้งโครงการ CDM

2.2 ตลาดแบบสมัครใจ

เป็นตลาดที่ผู้ซื้อ-ผู้ขายดำเนินการตกลงกันเอง โดยไม่จำเป็นต้องได้รับการรับรองจากรัฐบาล ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้เรียกว่า VERs (Voluntary Market) ตลาดคาร์บอนแบบสมัครใจเป็นตลาดที่เกิดขึ้นโดยความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการ เป็นตลาดที่ดำเนินการเองและไม่มีพันธะตามระเบียบระหว่างประเทศ โดยมีแนวทางเพื่อสร้างแรงจูงใจให้ผู้ประกอบการในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งนี้ตลาดคาร์บอนแบบสมัครใจนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 เป็นต้นมา

3. การดำเนินการโดยการมีส่วนร่วมของสังคมโดยความสมัครใจ แบบ Bottom up approach

ได้แก่ เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ (Low carbon society) เป็นแนวทางการดำเนินการโดยการมีส่วนร่วมของสังคม เป็นแนวทางที่มุ่งสู่พฤติกรรมการบริโภคสินค้าสะอาด (Green products) หรือแนวทางการดำเนินธุรกิจที่สะอาด (Green business) และการส่งเสริมธุรกิจที่สะท้อนการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานการพัฒนาที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Green growth development)

แนวทางการดำเนินการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย

ประเทศไทยไม่ได้มีพันธะที่ต้องลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามข้อตกลงภายใต้พิธีสารเกียวโต แต่มีการดำเนินการตามความสมัครใจในด้านต่างๆ เช่น การอนุรักษ์พลังงาน การพัฒนาโครงการขนส่งมวลชนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานด้านการขนส่งของประเทศ การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน การขยายพื้นที่ป่าเพื่อเพิ่มพื้นที่ดูดซับก๊าซเรือนกระจก เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการดำเนินการด้านอื่นๆ เพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

1. **โครงการกลไกการพัฒนาที่สะอาด** (Clean Development Mechanism ; CDM)

การดำเนินโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดในประเทศไทย (ข้อมูล ณ ตุลาคม พ.ศ. 2553) มีโครงการที่ได้รับหนังสือให้คำรับรองโครงการ (Letter of Approval: LoA) จากประเทศไทยแล้ว จำนวน 118 โครงการ (อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา. 2554) คิดเป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ลดได้ 7,379,979 ton CO_2e ต่อปี โดยสามารถแยกเป็นโครงการตามกลไกการพัฒนาที่สะอาดประเภทก๊าซชีวภาพ ร้อยละ 69.50 ประเภทชีวมวล ร้อยละ 18.95 และประเภทอื่นๆ ร้อยละ 11.55

2. **ฉลากลดคาร์บอน** (Carbon Reduction Label)

เป็นฉลากที่แสดงระดับการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ที่ประเมินการลดก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต โดยฉลากลดคาร์บอนจะแสดงให้ผู้บริโภคทราบว่าในกระบวนการผลิตสินค้าสามารถลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นปริมาณเท่าใด เพื่อสร้างความตระหนักและทางเลือกแก่ประชาชนได้มีส่วนร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

3. **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์** (Carbon Footprint of Products ; CFP)

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ หมายถึง ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยการประเมินวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment : LCA) ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน และการจัดการซากหลังใช้งาน โดยแสดงผลอยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) เพื่อเป็นข้อมูลให้ผู้บริโภคได้ทราบว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาปริมาณเท่าใด ซึ่งจะช่วยให้ผู้บริโภคมีข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการเลือกซื้อสินค้า และกระตุ้นให้ผู้ประกอบการผลิตสินค้าที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น และเป็นการแสดงเจตนารมณ์ถึงความรับผิดชอบต่อสังคม

นอกจากนี้การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์ยังเป็นการช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของผู้ประกอบการไทยในตลาดโลก เนื่องจากในปัจจุบันมีหลายประเทศได้นำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ผลิตภัณฑ์มาใช้แล้ว เช่น สหราชอาณาจักรสาธารณรัฐฝรั่งเศส สวิตเซอร์แลนด์ แคนาดา เยอรมนี สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น เกาหลี เป็นต้น

4. **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร** (Carbon Footprint for Organization ; CFO)

เป็นการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการดำเนินงานขององค์กรจากกิจกรรมต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) เพื่อนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในองค์กรได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการบริหารจัดการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยต่อไป

ประเทศไทยได้ดำเนินการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ภายใต้โครงการส่งเสริมการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยมีองค์กรนำร่องจำนวน 12 องค์กร แสดงดังตารางที่ 2-5

ตารางที่ 2-5 องค์กรนำร่องที่จัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ที่	องค์กรนำร่อง	ประเภทองค์กร
1	บริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน)	**โรงงาน อุตสาหกรรม**
2	บริษัท ไทยผลิตภัณฑ์ยิบซั่ม จำกัด (มหาชน)	
3	บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด (มหาชน)	
4	บริษัท ผลิตภัณฑ์กระดาษไทย จำกัด	
5	บริษัท เดลต้า อีเลคโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)	
6	บริษัท เวสเทิร์น ดิจิตอล (ประเทศไทย) จำกัด	
7	บริษัท ปูนซิเมนต์ไทย (ลำปาง) จำกัด	
8	วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา	**สถานศึกษา**
9	หอพัก และคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	
10	กรมควบคุมมลพิษ	**สำนักงาน**
11	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)	
12	องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)	

ที่มา : องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เป็นการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas emissions and removals) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรที่ประเมินได้จะใช้บ่งชี้ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการดำเนินงานขององค์กรเฉพาะศักยภาพการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนเท่านั้น ไม่ได้นำผลกระทบสิ่งแวดล้อมประเด็นอื่นๆ เช่น ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) การเกิดฝนกรด (Acidification) หรือความเป็นพิษ (Toxicity) มาใช้ในการประเมินร่วมด้วย

การจัดทำบัญชีรายการปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก ดังนี้ (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554)

1. การกำหนดขอบเขตขององค์กร (Organization Boundaries)

การกำหนดขอบเขตขององค์กร ประกอบด้วย

1.1 กำหนดเป้าหมาย

กำหนดเป้าหมายการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการนำผลการศึกษาไปใช้งาน เช่น เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกในช่วงระยะเวลาต่างๆ หรือเพื่อใช้สื่อสารข้อมูลสู่สาธารณะ หรือเพื่อประโยชน์อื่นๆ ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ข้อมูล

1.2 กำหนดขอบเขตขององค์กร

การกำหนดขอบเขตขององค์กรในการรวบรวมแหล่งปล่อยและแหล่งดูดซับก๊าซเรือนกระจก สามารถทำได้โดยวิธีการแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

1) แบบควบคุม (Control Approach)

1.1) ควบคุมการดำเนินงาน (Operational Control)

องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมการดำเนินงานขององค์กร ไม่นับรวมปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานที่องค์กรมีส่วนเป็นเจ้าของ แต่ไม่มีอำนาจควบคุมการดำเนินงาน

1.2) ควบคุมทางการเงิน (Financial Control)

องค์กรทำการประเมินและรวบรวมปริมาณการปล่อยและการดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นของหน่วยธุรกิจ หรือโรงงานภายใต้อำนาจการควบคุมทางการเงิน ซึ่งยึดตามสัดส่วนทางการเงินที่เกิดขึ้นจริงและมีการระบุไว้ในรายงานทางการเงินขององค์กรเป็นหลัก

2) แบบปันส่วนตามกรรมสิทธิ์ (Equity Share)

กำหนดขอบเขตการรวบรวมผลการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกขององค์กร โดยปันตามสัดส่วนของลักษณะการร่วมทุน หรือลงทุนในอุปกรณ์ หรือหน่วยผลิตนั้นๆ

2. การกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน (Operational Boundaries)

ในการกำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน ต้องระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆ ภายในองค์กร เช่น

1) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ เช่น

- การผลิตไฟฟ้า ความร้อน และไอน้ำ เพื่อใช้ภายในองค์กร
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงของอุปกรณ์/เครื่องที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร

2) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกระบวนการ เช่น

- ปฏิกิริยาเคมีภายในกระบวนการผลิต

3) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ เช่น

- การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการขนส่งของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ หรือเช่าเหมามาแต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำมันเชื้อเพลิง

4) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive Emissions) เช่น

- การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น สารทำความเย็น
- การใช้อุปกรณ์ดับเพลิงประเภทที่สามารถก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกได้

- ก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียและหลุมฝังกลบ

- ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้ปุ๋ย หรือสารเคมีเพื่อทำความสะอาด

ประเภทที่ 2 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Emission) จากการใช้พลังงาน ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร

ประเภทที่ 3 การปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emission) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ เช่น

- การเดินทางของพนักงานเพื่อการประชุม/สัมมนา ด้วยระบบการขนส่งประเภทต่างๆ เช่น ยานพาหนะส่วนตัว รถไฟ เรือโดยสาร เครื่องบิน

- การเดินทางไปกลับจากที่พักถึงองค์กรของพนักงาน

- กิจกรรมการใช้น้ำประปาภายในองค์กร

- การใช้วัสดุสำนักงานภายในองค์กร เช่น กระดาษ

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจ้างเหมาโดยบุคคล หน่วยงานหรือองค์กรภายนอก เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงของการหุงต้มจากกิจกรรมประกอบอาหารในโรงอาหาร

- การใช้พลังงานไฟฟ้า ไอน้ำ หรือความร้อนของหน่วยงาน หรือองค์กรอื่นที่มาขอเช่าพื้นที่ขององค์กร

- การกำจัดกากของเสีย และการบำบัดน้ำเสียโดยหน่วยงาน/องค์กรภายนอก

3. การคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก

องค์กรต้องคัดเลือกและใช้วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้ได้ผลลัพธ์ออกมาถูกต้อง ไม่ขัดแย้งกัน และช่วยลดความไม่แน่นอนอย่างสมเหตุสมผล โดยองค์กรสามารถเลือกวิธีการใดก็ได้แต่ต้องมีเหตุผลประกอบ ดังนี้

3.1 การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัด

ทำการตรวจวัดปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกโดยตรง ณ แหล่งปล่อยหรือดูดซับก๊าซเรือนกระจกอย่างต่อเนื่อง หรือเว้นช่วงเป็นระยะ โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์การ

ตรวจวัดที่ได้มาตรฐาน ตามวิธีการตามมาตรฐานสากล ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกที่มีความถูกต้องสูง

3.2 การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณ

การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการคำนวณสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การสร้างโมเดล หรือ การทำสมการมวลสารสมดุล หรือ การทำ facility-specific correlations หรือ การคำนวณโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ (Activity data) ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อย (Emission Factors) หรือดูดกลับ (Removal Factors) ก๊าซเรือนกระจก และแสดงผลให้อยู่ในรูปของตัน หรือ กิโลกรัม คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า(CO_2 equivalent)

3.3 การหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณ

องค์กรสามารถหาปริมาณการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจกด้วยวิธีการตรวจวัดร่วมกับการคำนวณได้ ตัวอย่างเช่น การนำข้อมูลปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่จัดเก็บ และข้อมูลปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ซึ่งได้จากการตรวจวัด มาทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ โดยอาศัยสมการมวลสารสมดุล เป็นต้น

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Anthony Ferraro (2009) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยไมอามี่ (Miami University) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกำหนดขอบเขตการเก็บข้อมูล 4 ด้าน คือ ด้านการใช้พลังงานและเชื้อเพลิงของระบบทำความร้อนและระบบทำความเย็นภายในอาคาร ด้านการเดินทาง/ขนส่ง ด้านการจัดการของเสีย และด้านการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลจากการคำนวณพบว่า ในปีการศึกษา 2008 มหาวิทยาลัยไมอามี่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 128,916 ตัน CO_2e ซึ่งคิดเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากการใช้พลังงานสูงสุดร้อยละ 79.3 รองลงมาคือ การเดินทาง/ขนส่ง คิดเป็นร้อยละ 19.6 และจากการกำจัดของเสีย คิดเป็นร้อยละ 1 นอกจากนี้ในงานวิจัยดังกล่าวได้มีการเสนอมาตรการในการดำเนินการและกิจกรรมเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยลง

Bruce Hungate (2007) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยนอร์ธเทิร์นอริโซนา (Northern Arizona University) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยกำหนดขอบเขตการเก็บข้อมูล 4 ด้าน คือ

การซื้อพลังงานไฟฟ้า การขนส่ง/เดินทาง การเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ และการจัดการมูลฝอย พบว่าในปีการศึกษา 2006 มหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 70,000 ตัน CO_2e โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระสูงสุด คือ การซื้อพลังงานไฟฟ้า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 38,705 ตัน CO_2e รองลงมาคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ การขนส่ง/เดินทาง และการจัดการมูลฝอย ตามลำดับ ทั้งนี้ในงานวิจัยดังกล่าวได้มีการเสนอแนวทางลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆภายในมหาวิทยาลัย เช่น มาตรการประหยัดพลังงานไฟฟ้า มาตรการลดการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล เป็นต้น และคิดเป็นต้นทุนในการดำเนินการ ผลประหยัดและความคุ้มทุน ตลอดจนปริมาณการปล่อยเรือนกระจกที่ลดลงจากการดำเนินการตามมาตรการต่างๆ

David Tilley (2009) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ (University of Maryland) ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปีการศึกษา 2002-2008 ในการคำนวณเพื่อประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ใช้วิธี Campus Carbon Calculator version 6.2, Clean Air-Cool Planet, New Hampshire พบว่า ในปีการศึกษา 2002 มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำสุด คือ 306,300 ตัน CO_2e และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยในปี 2008 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม เท่ากับ 311,345 ล้าน CO_2e เมื่อจำแนกตามกิจกรรมพบว่า การผลิตพลังงานและความร้อนใช้ภายในมหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 41 รองลงมาคือ การเดินทางของบุคลากรและนักศึกษา คิดเป็นร้อยละ 31 การซื้อพลังงานไฟฟ้าจากภายนอก คิดเป็นร้อยละ 23 และอื่นๆ ร้อยละ 5

Larsen, H.N., et al. (2011) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนอร์เวย์ (Norwegian University of Technology and Science ; NTNU) ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่มีขนาดใหญ่เป็นอันดับสองของประเทศนอร์เวย์ มีจำนวนนักศึกษามากกว่า 20,000 คน และบุคลากรกว่า 5,500 คน โดยใช้แบบจำลอง Environmental Extended Input-Output (EEIO) จากผลการศึกษาพบว่า ในปี 2009 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนอร์เวย์รวมเท่ากับ 92,000 ตัน CO_2e เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามกลุ่มต่างๆ พบว่า นักศึกษาจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.6 ตัน CO_2e/คน ส่วนบุคลากรจะปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.7 ตัน CO_2e/คน และเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การใช้

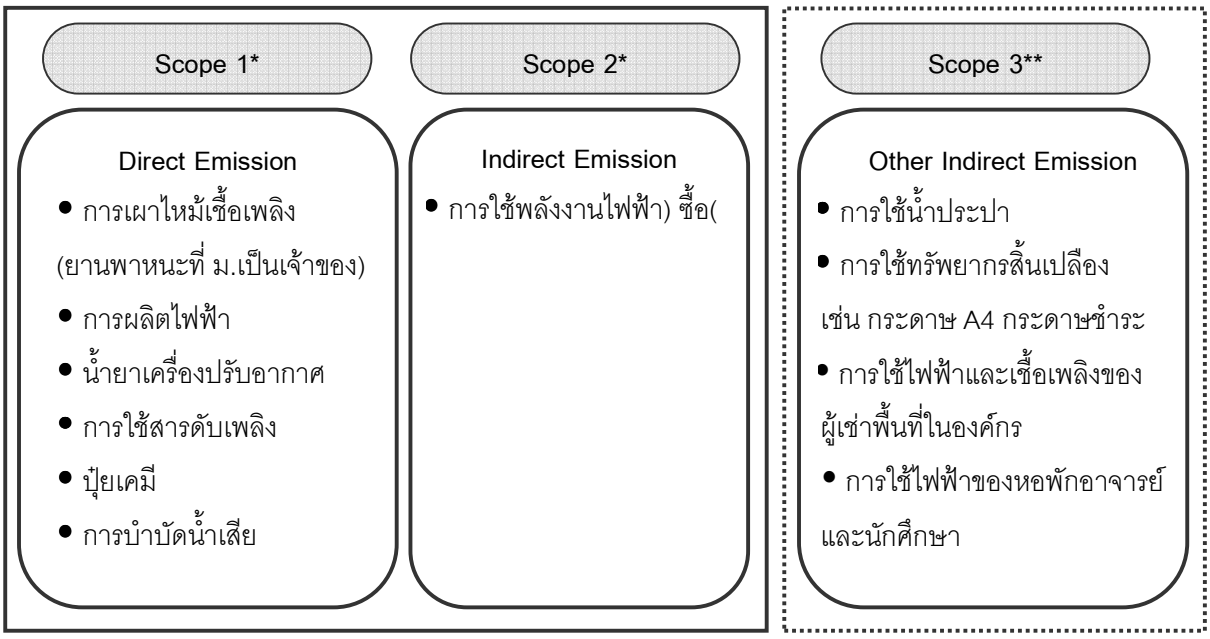
พลังงานไฟฟ้า การก่อสร้างและบำรุงรักษาอาคาร การใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ และการเดินทางของนักศึกษาและบุคลากร ตามลำดับ

Leticia Ozawa-Meida., et al. (2011) ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยเดอมองฟอร์ต (De Montfort University ; DMU) ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่ในสหราชอาณาจักร มีจำนวนนักศึกษา 21,585 คน และมีบุคลากร 3,995 คน จากผลการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์พบว่า ในปีการศึกษา 2008 มหาวิทยาลัยมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม เท่ากับ 51,080 ตัน CO_2e ซึ่งเป็นการปล่อยจากกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ การใช้พลังงานภายในอาคาร เท่ากับ 17,118 ตัน CO_2e คิดเป็นร้อยละ 34 การเดินทางของบุคลากร และนักศึกษาด้วยยานพาหนะส่วนตัวและยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ เท่ากับ 14,689 ตัน CO_2e คิดเป็นร้อยละ 29 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด และจากกิจกรรมอื่นๆ ได้แก่ การก่อสร้าง การใช้ทรัพยากร การรับประทานอาหาร รวมทั้งการจัดการของเสีย เท่ากับ 19,273 ตัน CO_2e คิดเป็นร้อยละ 38 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

ธนัท (2554) ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่งครอบคลุมการรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้เชื้อเพลิง ประเภทที่สองครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้า และ ประเภทที่สามครอบคลุมการเดินทางไปกลับและการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรี การใช้น้ำประปา และการใช้วัสดุจำพวกก๊าซไนโตรเจนเหลวบรรจุท่อของห้องปฏิบัติการส่วนกลาง การใช้กระดาษ A4 80 แกรม และ การใช้กระดาษชำระของธุรการ ผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมจากภาควิชาฯในปีการศึกษา 2553 เท่ากับ 1,036.43 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 52.9 รองลงมาเป็นการเดินทางไปกลับ และ การรับประทานอาหารของนิสิตปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 24.7 และ 21.5 ตามลำดับ โดยกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือมีผลเพียงร้อยละ 0.81

กรอบแนวคิดในการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 เพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม แสดงผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) กำหนดขอบเขตและรูปแบบของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ประเภทดังนี้



หมายเหตุ

* การเก็บข้อมูล Scope 1 และ 2 เป็นไปตามข้อกำหนดในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร

** การเก็บข้อมูล Scope 3 องค์กรสามารถวิเคราะห์เพื่อรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับขึ้นอยู่กับแต่ละองค์กร ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ครอบคลุมกิจกรรมต่างๆ ดังนี้ การทำปฏิกิริยาเคมีและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการเรียนการสอน การเดินทางเพื่อปฏิบัติงาน/ฝึกอบรม/สัมมนาของบุคลากร การเดินทางไปกลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากรและนักศึกษาด้วยยานพาหนะส่วนตัว การกำจัดและขนส่งขยะจากกิจกรรมขององค์กร การเรียนและฝึกงานนอกสถานที่ของนักศึกษา และการรับประทานอาหารของบุคลากรและนักศึกษา

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

การประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อมของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 แสดงผลในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent) กำหนดขอบเขตและรูปแบบของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กร และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีขั้นตอนการศึกษาวิจัย ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการศึกษาวิจัย คือ บุคลากรและนักศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 ซึ่งมีจำนวนบุคลากรสายวิชาการและสายสนับสนุนจำนวน 856 คน และนักศึกษาจำนวน 10,174 คน

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1. กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมิน (Goal and Scope)

1.1 กำหนดปีฐานและขอบเขตขององค์กรในการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

1.2 กำหนดขอบเขตของการดำเนินงาน โดยระบุกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่สัมพันธ์กับการดำเนินงานขององค์กร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission)

ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Emission)จากการใช้พลังงานไฟฟ้า

ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emission) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือจากที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ

2. **การเก็บข้อมูล** (Data Collection)

เก็บข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 ครอบคลุมทั้ง 3 ประเภทภายใต้ขอบเขตที่กำหนดโดยวิธีการสำรวจและวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 3-1

3. **การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก** (Calculation of Greenhouse Gases Emission)

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ (Activity data) ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทย โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554) และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ (รายละเอียดค่าแฟคเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก แสดงดังภาคผนวก ข) โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงผลในรูปของตัน หรือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e) ดังสมการที่ 3.1

$$CO_2e\ Emission = Activity\ data \times Emission\ factor \quad \text{..... (3.1)}$$

ตารางที่ 3-1 การเก็บข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ประเภท	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การเก็บข้อมูล
ประเภทที่ 1 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง** (Direct Emission)	**1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่** (Stationary Combustion) 1.1.1 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)	- สำรวจชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (ลิตร/ปี)
	1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้ที่เคลื่อนที่ (Mobile Combustion) 1.2.1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ	- สำรวจชนิดและปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับยานพาหนะขององค์กรแต่ละประเภท (ลิตร/ปี) - สำรวจระยะทางการใช้งานของยานพาหนะแต่ละประเภท (กิโลเมตร/ปี)
	1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการรั่วไหลและอื่น ๆ (Fugitive Emissions) 1.3.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	- สำรวจชนิดและปริมาณการใช้สารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ (กก./ปี)
	1.3.2 การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง	- สำรวจชนิดและปริมาณการใช้น้ำยาเคมีดับเพลิง (กก./ปี)
	1.3.3 การใช้ปุ๋ย	- สำรวจชนิดและปริมาณการใช้ปุ๋ย (กก./ปี)
	1.3.4 การบำบัดน้ำเสีย	- สำรวจปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ปี) และวิเคราะห์ COD ของน้ำเสียในห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 3-1 การเก็บข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ **(ต่อ)**

ประเภท	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	การเก็บข้อมูล
ประเภทที่ 2 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม** (Indirect Emission)	**2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กร** 2.1.1 การซื้อพลังงานไฟฟ้าขององค์กร	- สำรวจปริมาณการซื้อพลังงานไฟฟ้าจำแนกตามพื้นที่ต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย (kWh/ปี)
ประเภทที่ 3 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ** (Other Indirect Emission)	**3.1 การใช้ทรัพยากรและวัสดุสำนักงาน** 3.1.1 ทรัพยากรน้ำประปา 3.1.2 กระดาษ A4 80 แกรม 3.1.3 กระดาษชำระ	- สำรวจปริมาณการใช้น้ำประปา จำแนกตามพื้นที่ต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย (ลบ.ม./ปี) - สำรวจปริมาณการใช้กระดาษ A4 ในสำนักงาน (กก./ปี) - สำรวจปริมาณการใช้กระดาษชำระในสำนักงาน (กก./ปี)
	3.2 การประกอบการของผู้เช่าพื้นที่ภายในองค์กร 3.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า 3.2.3 การใช้เชื้อเพลิงหุงต้ม	- สำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้เช่า (kWh/ปี) - สำรวจปริมาณการใช้เชื้อเพลิงหุงต้มของผู้เช่า (กก./ปี)
	3.3 กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้านอกหนือ การควบคุมขององค์กร 3.3.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และหอพักนักศึกษา	- สำรวจปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา (kWh/ปี)

4. การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty)

การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เป็นขั้นตอนสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิงต่างๆ ซึ่งผลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกสำหรับการประเมินในครั้งต่อไปให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

เกณฑ์การกำหนดคะแนนเพื่อประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับลักษณะการเก็บข้อมูลและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งในงานวิจัยนี้อ้างอิงตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทย (องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก. 2554) โดยมีเกณฑ์การกำหนดคะแนนความไม่แน่นอนแสดงดังตารางที่ 3-2 และ 3-3

ตารางที่ 3-2 เกณฑ์การกำหนดคะแนนความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับลักษณะการเก็บข้อมูล

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล		
	X = 6 คะแนน	Y = 3 คะแนน	Z = 1 คะแนน
ลักษณะการเก็บข้อมูล	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบอัตโนมัติ	เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ	เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า

ตารางที่ 3-3 เกณฑ์การกำหนดคะแนนความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
	A = 4 คะแนน	B = 3 คะแนน	C = 2 คะแนน	D = 1 คะแนน
ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (EF)	EF จากการวัดที่มีคุณภาพ	EF จากผู้ผลิต	EF ระดับประเทศ	EF ระดับสากล

หลังจากกำหนดคะแนนเพื่อประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นกับลักษณะการเก็บข้อมูลและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จึงกำหนดระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอนเพื่อแสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูล แสดงดังตารางที่ 3-4

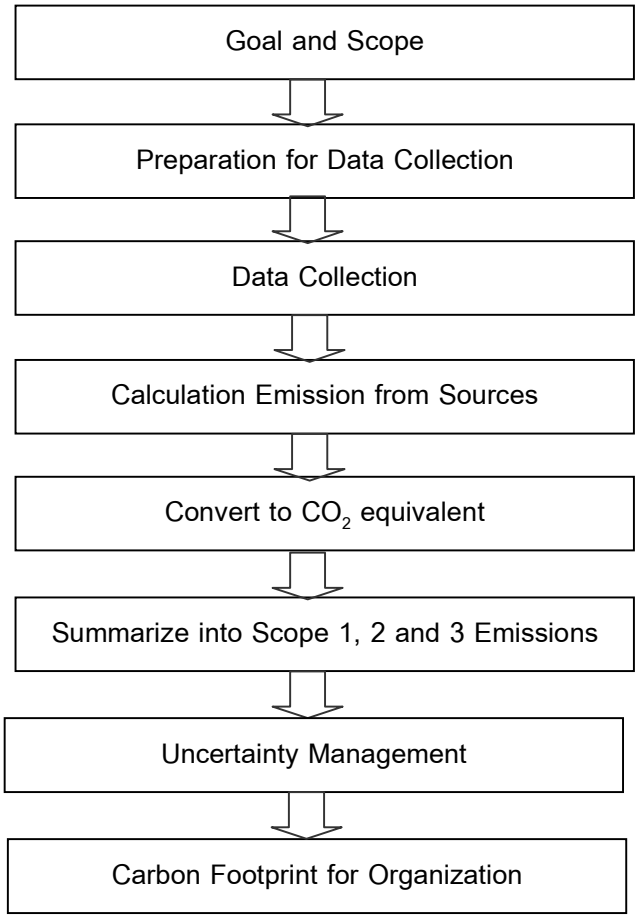
ตารางที่ 3-4 ระดับคะแนนและเกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไม่แน่นอนที่แสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1-6	มีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7-12	มีความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพของข้อมูลปานกลาง
3	13-18	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	19-24	มีความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

5. การรายงานผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

รายงานผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยจำแนกตามประเภทกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission) ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect Emission)จากการใช้พลังงานไฟฟ้า และประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect Emission) ตลอดจนผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมดขององค์กร ในรูปของตัน หรือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e)

ขั้นตอนการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรในงานวิจัยนี้ แสดงดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แผนผังขั้นตอนการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษา 2553 โดยใช้ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) ที่เกิดขึ้นภายในองค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทย โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554) และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยแสดงผลในรูปของตัน หรือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ ค่าความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ใช้วิเคราะห์สถิติพรรณาทั่วไปของข้อมูล

สถานที่ศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ดำเนินการเก็บข้อมูลและศึกษาที่มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติบางพลี (เลขที่ 18/18 ถนนบางนา-ตราด กม.ที่ 18 ต.บางโฉลง อ.บางโฉลง จ.สมุทรปราการ)

ระยะเวลาการศึกษาวิจัย

ระยะเวลาศึกษาวิจัย 1 ปี ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2554 – มิถุนายน 2555

แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ช่วงเวลา (เดือน)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. **เตรียมงานวิจัย/ทบทวนศึกษาเอกสาร**	—	—										
2. **กำหนดแผนการ/วิธีการดำเนินงานวิจัย**		—	—									
3. **ดำเนินงานวิจัย/เก็บข้อมูล**												
- สำรวจและเก็บข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมภายใน มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ				—	—	—	—	—				
4.**การวิเคราะห์ผล**												
- คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ - การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน								—	—	—		
5. **จัดทำร่างรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์**											—	
6. **จัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์**												—

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 โดยคำนวณจากข้อมูลกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity data) ขององค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) โดยแสดงผลในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e) เมื่อกำหนดขอบเขตและรูปแบบกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกครอบคลุม 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง(Direct GHG Emissions) ได้แก่

- การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ
- การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศและถังดับเพลิง
- การใช้ปุ๋ย
- การบำบัดน้ำเสีย

ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม(Indirect GHG Emissions) ได้แก่

- การใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) ได้แก่

- การใช้น้ำประปา
- การใช้ทรัพยากรสิ้นเปลือง ได้แก่ กระดาษ A4 80 แกรม และกระดาษชำระ
- การใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของผู้ประกอบการที่เช่าพื้นที่ขององค์กร
- การใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา

ผลการวิจัยแบ่งได้เป็น 2 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

1. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ผลการเก็บข้อมูลกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity data) ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 และค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) ซึ่งอ้างอิงจากฐานข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศ ได้แก่ คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) ฐานข้อมูลจากโปรแกรมสำเร็จรูปด้านการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA Software) ได้แก่ โปรแกรม SimaPro และฐานข้อมูลสิ่งแวดล้อมของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศไทย (Thai LCI Database) ซึ่งข้อมูลกิจกรรมและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกแสดงดังตารางที่ 4-1

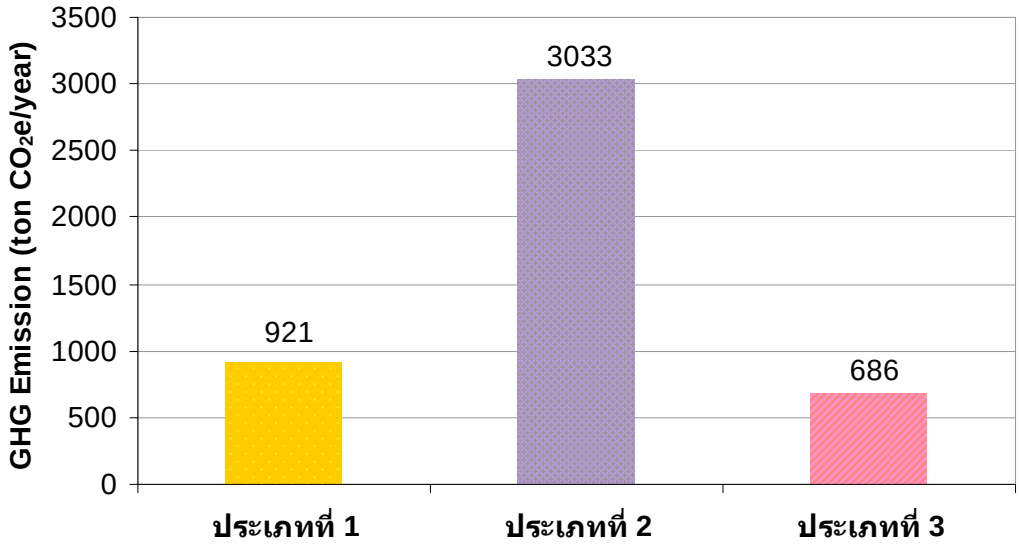
ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของศึกษามหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ พบว่า ในปีการศึกษา 2553 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 4,640 ตัน CO_2e /ปี แสดงดังภาพที่ 4-1 โดยกิจกรรมประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยฯ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด เท่ากับ 3,033 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 65.37 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง และ ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 921 และ 686 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 19.85 และ 14.78 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor)

รายการ	ข้อมูลกิจกรรม (Activity data)			ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (GHG Emission factor) ($kg\ CO_2e$/หน่วย)	แหล่งอ้างอิงค่าแฟกเตอร์การปล่อย
	ชนิด	ปริมาณ	หน่วย/ปี		
ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Direct GHG Emissions)					
1.1 การเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary combustion)					
1.1.1 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	น้ำมันดีเซล	800	ลิตร	2.7143	IPCC
1.2 การเผาไหม้ที่เคลื่อนที่ (Mobile combustion)					
1.2.1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงยานพาหนะขององค์กร	น้ำมันดีเซล	76,309	ลิตร	2.7446	IPCC
	น้ำมันเบนซิน	9,579	ลิตร	2.2375	IPCC
1.3 การรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive emissions)					
1.3.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่อง ปรับอากาศ	R-22	224	กิโลกรัม	1,810	IPCC
1.3.2 การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง	Halon 1211	108.86	กิโลกรัม	1,890	IPCC
	CO_2	11.34	กิโลกรัม	1	IPCC
1.3.3 การใช้ปุ๋ย	สูตร 15-15-15	1,000	กิโลกรัม	2.0500	IPCC
1.3.4 การบำบัดน้ำเสีย	COD loading	20,093	กิโลกรัม	1.875	IPCC
ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions)					
2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้าขององค์กร					
2.1.1 การซื้อพลังงานไฟฟ้าขององค์กร	-	5,405,577	kWh	0.5610	TC Common data

ตารางที่ 4-1 ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) ที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกและค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) **(ต่อ)**

รายการ	ข้อมูลกิจกรรม (Activity data)			ค่าแฟกเตอร์การปล่อย (GHG Emission factor) ($kg\ CO_2e$/หน่วย)	แหล่งอ้างอิงค่าแฟกเตอร์การปล่อย
	ชนิด	ปริมาณ	หน่วย/ปี		
ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect GHG Emissions)					
3.1 การใช้ทรัพยากรและวัสดุสำนักงาน					
3.1.1 ทรัพยากรน้ำประปา	-	86,610	ลบ.ม.	0.0264	Metropolitan Waterworks Authority (Thailand)
3.1.2 กระดาษ A4 80 แกรม	-	6,928.10	กิโลกรัม	0.7350	SimaPro
3.1.3 กระดาษชำระ	-	2,158.16	กิโลกรัม	1.4755	SimaPro
3.2 การประกอบการของผู้เช่าพื้นที่ภายในองค์กร					
3.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	-	380,206	kWh	0.561	TC Common data
3.2.3 การใช้เชื้อเพลิงหุงต้ม	LPG	54,000	กิโลกรัม	3.110	IPCC
3.3 กิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้านอกหนือการควบคุมขององค์กร					
3.3.1 การใช้ไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และหอพักนักศึกษา	-	523,462	kWh	0.561	TC Common data



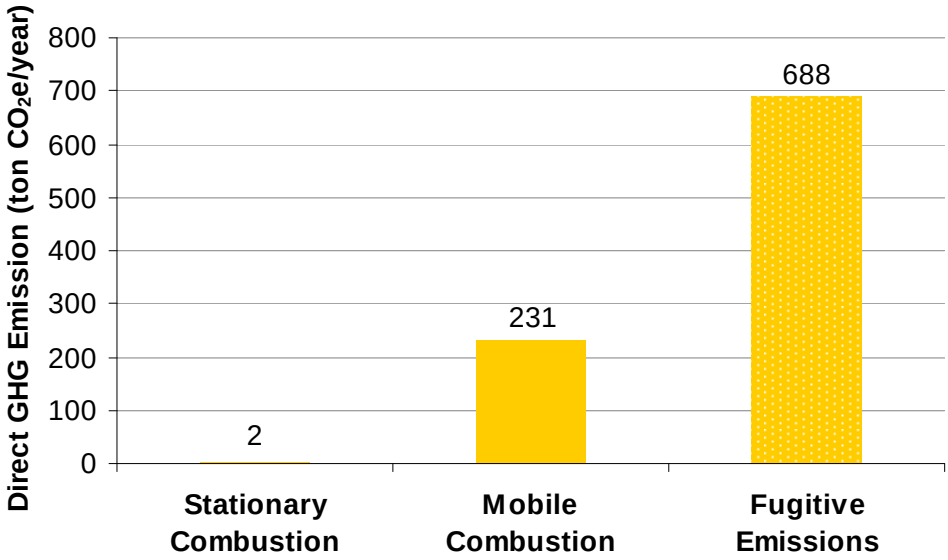
ภาพที่ 4-1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษา 2553 จำแนกตามประเภท

เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1, 2 และ 3 จำแนกตามลักษณะของกิจกรรมและชนิดของก๊าซเรือนกระจก ได้ผลการศึกษาดังนี้

1.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions)

ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 921 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 19.85 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคือ กลุ่มกิจกรรมการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive emissions) ทั้งจากสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง การใช้ปุ๋ยเคมี และการบำบัดน้ำเสีย มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม เท่ากับ 688 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 74.70 รองลงมาคือ กลุ่มการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary combustion) ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 231 ตัน CO_2e/ปี และกลุ่มการ

เผาไหม้ที่เคลื่อนที่ (Mobile combustion) ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ มีปริมาณการปล่อย เท่ากับ 2 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 25.08 และ 0.22 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4-2 และ ตารางที่ 4-2



ภาพที่ 4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) จำแนกตามกลุ่มกิจกรรม

ตารางที่ 4-2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 1 จำแนกตามลักษณะกิจกรรมและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ประเภทกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO_2e / ปี)				
	CO_2	CH_4	N_2O	อื่น ๆ	รวม
ประเภทที่ 1 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง** (Direct GHG Emissions)					
1.1 การเผาไหม้อยู่กับที่ (Stationary Combustion)					
1.1.1 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)	2.159	0.007	0.005	-	2.171
1.2 การเผาไหม้ที่เคลื่อนที่ (Mobile Combustion)					
1.2.1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ	226.834	0.520	3.518	-	230.871
1.3 การรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive Emissions)					
1.3.1 การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ	-	-	-	405.440	405.440
1.3.2 การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง	0.010	-	-	205.745	205.757
1.3.3 การใช้ปุ๋ย	-	-	2.050	-	2.050
1.3.4 การบำบัดน้ำเสีย	36.837	37.675	-	-	74.512
รวม	**228.993**	**38.202**	**5.573**	**611.185**	**920.802**

หมายเหตุ : ก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ ได้แก่ กลุ่มไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFCs) ซัลเฟอร์เฮ็กซาฟลูโอไรด์ (SF_6) และก๊าซอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจก

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ลักษณะของกิจกรรมประเภทที่ 1 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 405 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 43.97 เนื่องจากชนิดของสารทำความเย็นที่ใช้ในเครื่องปรับอากาศของมหาวิทยาลัยฯ ส่วนใหญ่เป็นชนิด R-22 หรือ HCFC-22 ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 1,810 เท่า ดังนั้นถึงแม้ว่าจะมีการใช้สารทำความเย็นในปริมาณเพียง 224 กิโลกรัม/ปี แต่ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 405 ตัน CO_2e /ปี

ลักษณะของกิจกรรมประเภทที่ 1 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรองลงมา คือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ ในปีการศึกษา 2553 พบว่า มหาวิทยาลัยฯ มีการใช้

เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันดีเซล ปริมาณ 76,309 ลิตร/ปี และน้ำมันเบนซิน ปริมาณ 9,578 ลิตร/ปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด เท่ากับ 231 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 25.08 รองลงมาคือ การใช้น้ำยาในอุปกรณ์ดับเพลิง โดยเฉพาะสาร Halon 1211 ซึ่งมีค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อนสูงกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ถึง 1,890 เท่า ซึ่งมีปริมาณการใช้เท่ากับ 108.86 กิโลกรัม/ปี แต่ส่งผลให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูงถึง 205.75 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 22.34

1.2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions)

ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 2 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions) จากการใช้พลังงานไฟฟ้า พบว่า ในปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติมีการใช้พลังงานไฟฟ้ารวมเท่ากับ 5,405,577 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,033 ตัน CO_2e /ปี ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 65.37 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัยฯ

เมื่อพิจารณาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจำแนกตามอาคาร พบว่า อาคารที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด คือ อาคารเรียน ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,654,662 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 928 ตัน CO_2e/ปี คิดเป็นร้อยละ 30.61 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้า (ร้อยละ 20.00 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด) ทั้งนี้เนื่องจากอาคารเรียนเป็นอาคารหลักที่ใช้สำหรับการจัดการเรียนการสอนให้กับนักศึกษาของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ตลอดจนเป็นสำนักงานและห้องพักอาจารย์หลายคณะวิชา ซึ่งเป็นอาคารมีการใช้อุปกรณ์/เครื่องใช้ไฟฟ้า โดยเฉพาะเครื่องปรับอากาศเป็นจำนวนมาก จึงทำให้มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงกว่าอาคารอื่น

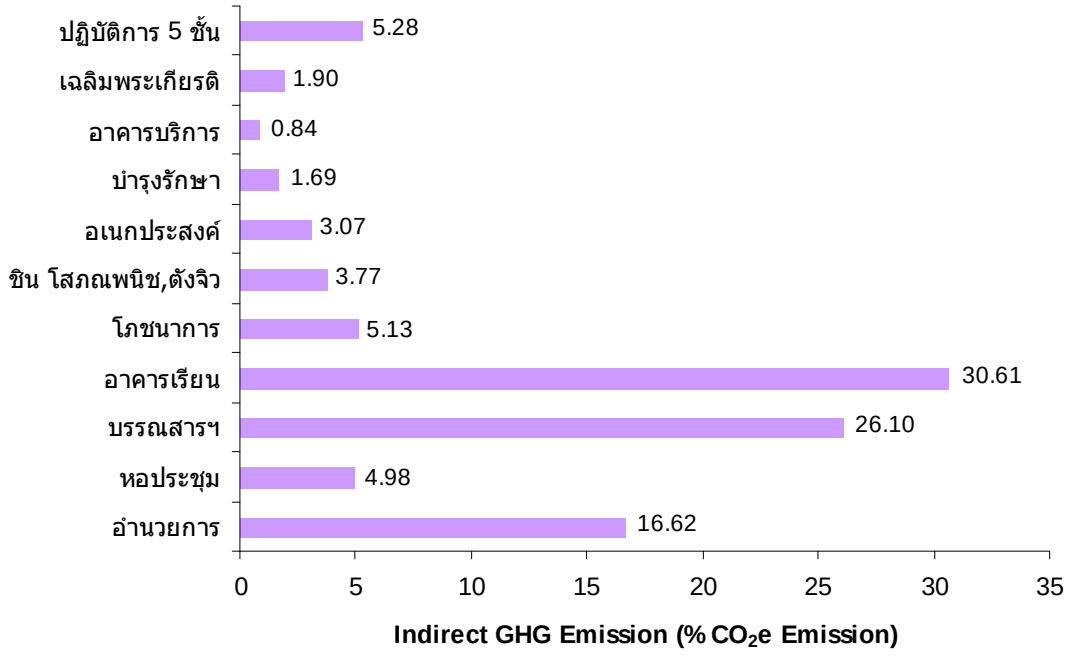
อาคารที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้ารองลงมา คือ อาคารบรรณสาร ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้า 1,411,232 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี คิดเป็นปริมาณการปล่อย

ก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 792 ตัน CO_2e/ปี คิดเป็นร้อยละ 26.10 และอาคารอำนวยการ มีการใช้พลังงานไฟฟ้า 898,633 กิโลวัตต์ชั่วโมง/ปี คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 504 ตัน CO_2e/ปี คิดเป็นร้อยละ 16.62 แสดงดังตารางที่ 4-3 และ ภาพที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 2 จำแนกตามอาคารและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

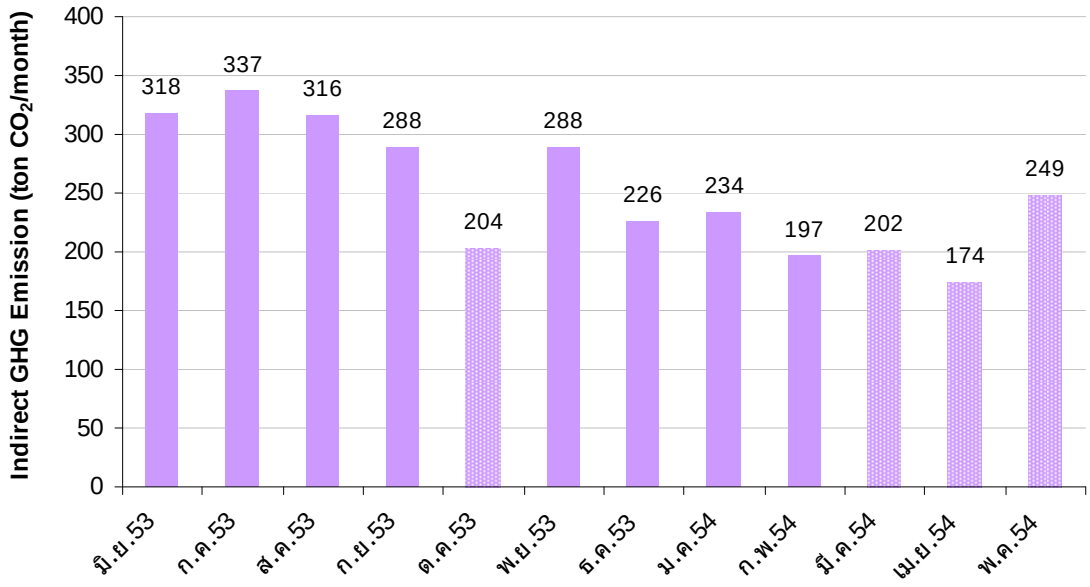
อาคาร	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO_2e / ปี)				
	CO_2	CH_4	N_2O	อื่น ๆ	รวม
ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions)					
อำนวยการ	504.133	-	-	-	504.133
หอประชุม	150.919	-	-	-	150.919
บรรณสารฯ	791.701	-	-	-	791.701
อาคารเรียน	928.265	-	-	-	928.265
โภชนาการ	155.574	-	-	-	155.574
ชิน โสภณพนิช,ตังจิว	114.272	-	-	-	114.272
อเนกประสงค์	93.169	-	-	-	93.169
บำรุงรักษา	51.346	-	-	-	51.346
อาคารบริการ	25.440	-	-	-	25.440
เฉลิมพระเกียรติ	57.664	-	-	-	57.664
ปฏิบัติการ 5 ชั้น	160.045	-	-	-	160.045
รวม	3,032.529	-	-	-	3,032.529

หมายเหตุ : ก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่เกิดจากการใช้พลังงานไฟฟ้า ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)



ภาพที่ 4-3 ร้อยละการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions) จากการใช้พลังงานไฟฟ้า จำแนกตามอาคาร

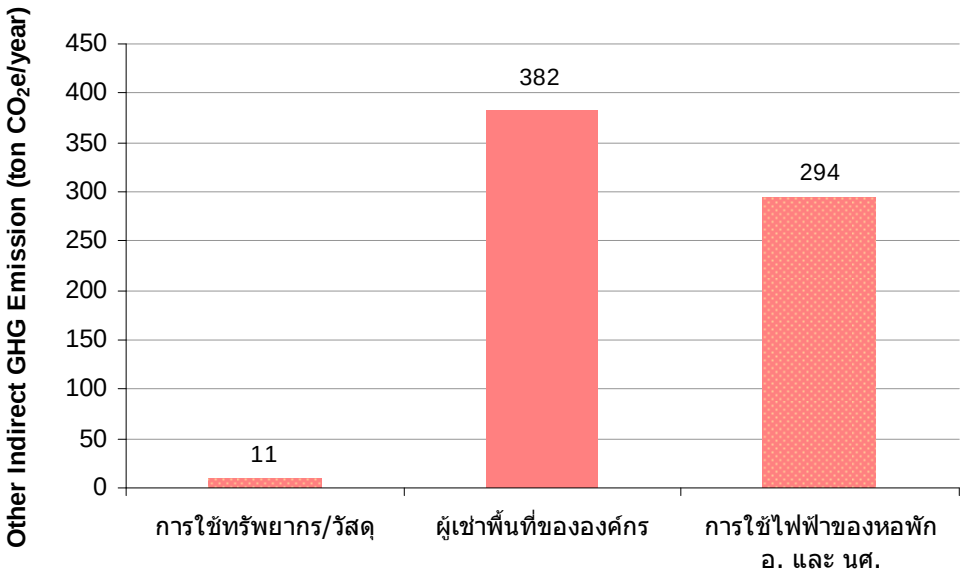
เมื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมจากการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือนในปีการศึกษา 2553 ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ในช่วง 174 – 337 ตัน CO_2e/เดือน หรือ เฉลี่ยประมาณ 253 ตัน CO_2e/เดือน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจกรรมการใช้ไฟฟ้าในแต่ละช่วงเวลาที่ส่งผลให้มีความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าแตกต่างกัน เช่น การปิดภาคเรียนที่ 1 ช่วงเดือนตุลาคม 2553 และภาคเรียนที่ 2 ช่วงเดือนมีนาคม- พฤษภาคม 2554 ทำให้มีความต้องการใช้พลังงานน้อย จึงมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่ำกว่าในช่วงเปิดภาคเรียน เป็นต้น แสดงดังภาพที่ 4-4



ภาพที่ 4-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานไฟฟ้ารายเดือน ในปีการศึกษา 2553

1.3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions)

ผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 3 คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 686 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 14.78 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัยฯ โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ กลุ่มกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าและทรัพยากรน้ำประปาและก๊าซหุงต้มของผู้เช่าพื้นที่ขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 382 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 55.68 รองลงมาคือ การใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 294 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 42.86 ส่วนการใช้ทรัพยากรน้ำประปา และวัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ A4 80 แกรม และกระดาษชำระ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 11 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 1.60 ตามลำดับ แสดงดังภาพที่ 4-5 และ ตารางที่ 4-4



ภาพที่ 4-5 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) จำแนกตามกลุ่มกิจกรรม

ตารางที่ 4-4 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมประเภทที่ 3 จำแนกตามลักษณะกิจกรรมและชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ประเภทกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณก๊าซเรือนกระจก (ตัน CO_2e / ปี)				
	CO_2	CH_4	N_2O	อื่น ๆ	รวม
ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ (Other Indirect GHG Emissions)					
3.1 การใช้ทรัพยากรและวัสดุสำนักงาน					
3.1.1 ทรัพยากรน้ำประปา	2.287	-	-	-	2.287
3.1.2 กระดาษ A4 80 แกรม	5.092	-	-	-	5.092
3.1.3 กระดาษชำระ	3.184	-	-	-	3.184
3.2 การประกอบการของผู้เช่าพื้นที่ภายในองค์กร					
3.2.1 การใช้พลังงานไฟฟ้า	213.296	-	-	-	213.296
3.2.2 การใช้น้ำประปา	0.323	-	-	-	0.323
3.2.3 การใช้ก๊าซหุงต้ม	167.972	0.335	0.081	-	168.388
3.3 การใช้ไฟฟ้านอกเหนือการควบคุมขององค์กร					
3.3.1 การใช้ไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และ นศ.	293.662	-	-	-	293.662
รวม	685.816	0.335	0.081	0	686.232

จากตารางที่ 4-3 พบว่า ลักษณะของกิจกรรมประเภทที่ 3 ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 294 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 42.86 รองลงมา คือ การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้เช่าพื้นที่ขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 213 ตัน CO_2e /ปี และ การใช้ก๊าซหุงต้มของผู้เช่าพื้นที่ขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 168 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 31.05 และ 24.49 ตามลำดับ

2. การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ในการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ โดยกำหนดเกณฑ์เพื่อใช้ประเมินลักษณะของการเก็บข้อมูล คือ 1, 3 และ 6 คะแนน และค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ คือ 1, 2, 3 และ 4 คะแนน พบว่า คะแนนรวมของข้อมูลในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง 1-6 คะแนน แสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูลอยู่ในระดับที่ 1 กล่าวคือ ข้อมูลมีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี ผลการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความไม่แน่นอนและระดับคุณภาพของข้อมูล

ประเภทกิจกรรม	การเก็บข้อมูล	Emission Factor	คะแนนรวม	ระดับคุณภาพ
ประเภทที่ 1 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง** (Direct GHG Emissions)				
- การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง	1	1	1	1
- การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะขององค์กร	3	1	3	1
- การรั่วไหลของสารทำความเย็น	1	1	1	1
- การใช้ปุ๋ย	1	1	1	1
- การบำบัดน้ำเสีย	3	1	3	1
ประเภทที่ 2 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม** (Indirect GHG Emissions)				
- การซื้อพลังงานไฟฟ้าขององค์กร	3	2	6	1
ประเภทที่ 3 : **การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ** (Other Indirect GHG Emissions)				
- การใช้น้ำประปา	3	2	6	1
- การใช้กระดาษ A4	3	1	3	1
- การใช้กระดาษชำระ	3	1	3	1
- การใช้พลังงานไฟฟ้า และน้ำประปาของผู้เช่าพื้นที่องค์กร	3	2	6	1
- การใช้ก๊าซหุงต้มของผู้เช่าพื้นที่องค์กร	1	1	1	1
- การใช้ไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา	3	2	6	1

จากตารางที่ 4-5 ผลการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยนี้ พบว่า คะแนนด้านลักษณะการเก็บข้อมูลส่วนใหญ่ คือ 3 คะแนน ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะขององค์กร การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำประปา เป็นต้น ซึ่งจัดว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ มีเพียงบางส่วนที่ได้ 1 คะแนน ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีประมาณค่า เช่น การรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้ปุ๋ย เป็นต้น ส่วนคะแนนด้านค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ส่วนใหญ่ คือ 1 คะแนน เป็นค่าแฟกเตอร์ในระดับสากล เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ดับเพลิง การใช้ปุ๋ย การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น และมีบางส่วนที่ได้ 2 คะแนน ซึ่งเป็นค่าแฟกเตอร์ในระดับประเทศ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำประปา เป็นต้น ดังนั้นจะพบว่าส่วนใหญ่ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้เป็นค่าแฟกเตอร์ในระดับ

สากลและระดับประเทศ จึงทำให้คะแนนรวมระดับคุณภาพของข้อมูลในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง 1-6 คะแนน ซึ่งแสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูลอยู่ในระดับที่ 1 คือ ข้อมูลมีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลยังไม่ดี ดังนั้นในการปรับปรุงเพื่อทำให้ระดับคุณภาพของข้อมูลดีขึ้นจึงอาจต้องมีการวิจัยด้านค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผู้ผลิตหรือจากการวัดที่มีคุณภาพต่อไป

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 โดยคำนวณจากข้อมูลกิจกรรมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Activity data) ขององค์กรคูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor) โดยแสดงผลในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e) เมื่อกำหนดขอบเขตและรูปแบบกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ครอบคลุม 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม(Indirect GHG Emissions) และประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อ

1.1 ศึกษารูปแบบและลักษณะการดำเนินกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

1.2 วิเคราะห์ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553

2. วิธีดำเนินการวิจัย

ในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆทั้งทางตรงและทางอ้อมของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 มีขั้นตอนดำเนินการวิจัย ดังนี้

2.1 กำหนดขอบเขตของการประเมิน

กำหนดขอบเขตการเก็บข้อมูลของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ บางพลี (เลขที่ 18/18 ถนนบางนา-ตราด กม.ที่ 18 ต.บางโฉลง อ.บางโฉลง จ.สมุทรปราการ) ประจำปีการศึกษา 2553 เมื่อกำหนดขอบเขตกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ครอบคลุม 3 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง(Direct GHG Emissions) ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศและถังดับเพลิง การใช้ปุ๋ย และการบำบัดน้ำเสีย

ประเภทที่ 2 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม(Indirect GHG Emissions) ได้แก่ การใช้พลังงานไฟฟ้าของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ประเภทที่ 3 : การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) ได้แก่ การใช้น้ำประปา การใช้ทรัพยากรสิ้นเปลืองประเภทกระดาษ A4 80 แกรม และกระดาษชำระ การใช้พลังงานไฟฟ้าและเชื้อเพลิงของผู้ประกอบการที่เช่าพื้นที่ขององค์กร และการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา

2.2 การเก็บข้อมูลและแหล่งข้อมูล

เก็บข้อมูลกิจกรรม (Activity data) ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อม ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 และค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG Emission factor)

2.3 การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

คำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ข้อมูลกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นภายในองค์กร คูณกับค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ซึ่งอ้างอิงจากแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของประเทศไทยโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (2554) และแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ โดยคณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของประเทศไทย โดยแสดงผลในรูปของตัน หรือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e)

2.4 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty)

การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร เพื่อแสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูลในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าแฟกเตอร์การปล่อยเรือนกระจกจากแหล่งอ้างอิงต่างๆ

2.5 การรายงานผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

รายงานผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแยกตามประเภทของกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และผลรวมของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นทั้งหมดขององค์กร ในรูปของตัน หรือ กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2 equivalent ; CO_2e)

3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนจากการดำเนินงานและกิจกรรมต่างๆ ของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ประจำปีการศึกษา 2553 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

3.1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ

ในปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการดำเนินกิจกรรมต่างๆ รวมเท่ากับ 4,640 ตัน CO_2e /ปี โดยแบ่งเป็นกิจกรรมประเภทที่ 1, 2 และ 3 สรุปได้ดังนี้

กิจกรรมประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง (Direct GHG Emissions) มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 921 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 19.85 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดคือ กลุ่มกิจกรรมการรั่วไหลและอื่นๆ (Fugitive emissions) ทั้งจากสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ การใช้อุปกรณ์ดับเพลิง การใช้ปุ๋ยเคมี และการบำบัดน้ำเสีย มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมเท่ากับ 688 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 74.70 รองลงมาคือ กลุ่มการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary combustion) ได้แก่ การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 231 ตัน CO_2e/ปี และกลุ่มการเผาไหม้ที่เคลื่อนที่ (Mobile combustion) ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ มีปริมาณการปล่อย เท่ากับ 2 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 25.08 และ 0.22 ตามลำดับ

กิจกรรมประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม (Indirect GHG Emissions) จากการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 3,033 ตัน CO_2e /ปี ซึ่งเป็นกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 65.37 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัยฯ เมื่อพิจารณาจำแนกตามอาคาร พบว่า อาคารเรียนมีการใช้พลังงานไฟฟ้าและมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด เท่ากับ 928 ตัน CO_2e/ปี คิดเป็นร้อยละ 30.61 รองลงมา คือ อาคารบรรณสาร และ อาคารอำนวยการ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 792 และ 504 ตัน CO_2e/ปี ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 26.10 และ 16.62 ตามลำดับ

กิจกรรมประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions) พบว่า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 686 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 14.78 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัยฯ โดยกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ กลุ่มกิจกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าและทรัพยากรน้ำประปาและก๊าซหุงต้มของผู้เช่าพื้นที่ขององค์กร มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 382 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 55.68 รองลงมาคือ การใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษา มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 294 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 42.86 ส่วนการใช้ทรัพยากรน้ำประปา และวัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ A4 80 แกรม และกระดาษชำระ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประมาณ 11 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 1.60 ตามลำดับ

เมื่อประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคน โดยพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของประเภทที่ 1 และ 2 พบว่า ในปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติมีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคน เท่ากับ 0.358 ตัน CO_2e / คน/ปี

3.2 ผลการประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

ผลการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยนี้ พบว่า คะแนนรวมของข้อมูลในการจัดทำบัญชีรายการการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง 1-6 คะแนน แสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูลอยู่ในระดับที่ 1 กล่าวคือ ข้อมูลมีความไม่แน่นอนสูง และคุณภาพของข้อมูลยังไม่ดี

อภิปรายผลการวิจัย

1. การเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติกับสถาบันการศึกษาอื่น

ผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ในปีการศึกษา 2553 พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้ง 3 ประเภท เท่ากับ 4,640 ตัน CO_2e /ปี โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เท่ากับ 3,033 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 65.37 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยในต่างประเทศ โดยงานวิจัยของ Larsen, H.N. et al. (2011) ที่ศึกษาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ Norwegian University of Technology and Science (NTNU) ประเทศนอร์เวย์ ผลการศึกษาพบว่าในปี 2009 มหาวิทยาลัยฯ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 92,000 ตัน CO_2e โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า การก่อสร้าง/บำรุงรักษาอาคาร และการเดินทางของนักศึกษาและบุคลากร ตามลำดับ และงานวิจัยของ Hungate, B. (2007) ที่ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของ Northern Arizona University ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าในปีการศึกษา 2006 มหาวิทยาลัยฯ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวม 70,000 ตัน CO_2e โดยกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระสูงสุด คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 38,705 ตัน CO_2e คิดเป็นร้อยละ 55.29 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือ การเผาไหม้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติ การขนส่ง/เดินทาง และการจัดการมูลฝอย ตามลำดับ

นอกจากนี้ผลการศึกษาในงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษาในประเทศไทย ได้แก่ งานวิจัยของธนัท (2554) ที่ศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พบว่าในปีการ ศึกษา 2553 ภาควิชาฯ มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 1,036.43 ตัน CO_2e /ปี โดยประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด เท่ากับ 548.098 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 52.88 รองลงมาคือประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ที่ครอบคลุมการเดินทางไป-กลับ และการรับประทานอาหารของนิสิตปริญญาตรีในช่วงเปิดภาคเรียน และประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 480.488 และ 7.842 ตัน CO_2e /ปี คิดเป็นร้อยละ 43.36 และ 0.76

ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ และผลการศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่ามีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 355.91 ตัน CO2e /ปี โดยกิจกรรมประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นการใช้พลังงานไฟฟ้า มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 51.65 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด รองลงมาคือ ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ และประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง คิดเป็นร้อยละ 46.63 และ 1.72 ของปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด ตามลำดับ อย่างไรก็ตามจะพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งนั้นมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักต่างๆ เช่น

- ที่ตั้ง ขนาด รูปแบบ และลักษณะของสถาบันการศึกษา ตลอดจนจำนวนนักศึกษาและบุคลากร ที่ส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

- ขอบเขตการเก็บข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ นอกเหนือจากประเภทที่ 1 และ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวิเคราะห์เพื่อรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ ดังนั้นแต่ละองค์กรสถาบันการศึกษาจึงมีการกำหนดขอบเขตกิจกรรมที่แตกต่างกัน เช่น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของการเดินทางไปกลับของบุคลากรและนิสิต และการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรีร่วมด้วย ส่วนของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติมีการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานและทรัพยากรของผู้เช่าพื้นที่ขององค์กรและการใช้พลังงานไฟฟ้าของหอพักอาจารย์และนักศึกษาร่วมด้วย เป็นต้น ดังนั้นจึงทำให้การรายงานผลปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมทั้ง 3 ประเภท ของสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน

ดังนั้นจึงเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคน โดยพิจารณาเฉพาะการปล่อยก๊าซเรือนกระจกรวมของประเภทที่ 1 และ 2 พบว่า ในปีการศึกษา 2553 มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ มีจำนวนนักศึกษารวมทั้งสิ้น 10,174 คน และมีจำนวนบุคลากรทั้งอาจารย์และเจ้าหน้าที่รวม 856 คน คิดเป็นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคนเท่ากับ 0.358 ตัน CO_2e /คน/ปี ซึ่งต่ำกว่าสถาบันการศึกษาอื่นทั้งในประเทศและต่างประเทศ โดยภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยเท่ากับ 1.225 ตัน CO_2e /คน/ปี (ธนัท, 2554) หอพักและคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 0.388 ตัน CO_2e /คน/ปี Norwegian University of Technology

and Science (NTNU) มีค่าเท่ากับ 3.600 ตัน CO_2e /คน/ปี (Larsen, H.N. et al., 2011)และ De Montfort University มีค่าเท่ากับ 1.997 ตัน CO_2e /คน/ปี (Leticia, O. et al., 2011)

อย่างไรก็ตามปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉลี่ยของสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งอาจมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะและรูปแบบกิจกรรมที่ส่งผลต่อปริมาณการเกิดก๊าซเรือนกระจกดังที่กล่าวข้างต้น อีกทั้งยังมีขอบเขตในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรที่แตกต่างกัน กล่าวคือ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติมีการกำหนดขอบเขตการประเมินในลักษณะภาพรวมทั้งมหาวิทยาลัย ในขณะที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่กำหนดขอบเขตการประเมินเฉพาะคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำหนดขอบเขตประเมินเฉพาะภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงทำให้ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคนของสถาบันการศึกษาแต่ละแห่งมีความแตกต่างกัน

2. การประเมินความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร

จากการประเมินความไม่แน่นอนของข้อมูลที่เกิดขึ้นจากงานวิจัยนี้ พบว่า คะแนนด้านลักษณะการเก็บข้อมูลส่วนใหญ่ คือ 3 คะแนน ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงของยานพาหนะขององค์กร การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำประปา เป็นต้น ซึ่งจัดว่าข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ มีเพียงบางส่วนที่ได้ 1 คะแนน ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลโดยใช้วิธีประมาณค่า เช่น การรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้ปุ๋ย เป็นต้น ส่วนคะแนนด้านค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เลือกใช้ส่วนใหญ่ คือ 1 คะแนน เป็นค่าแฟกเตอร์ในระดับสากล เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การรั่วไหลของสารทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ดับเพลิง การใช้ปุ๋ย การบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น และมีบางส่วนที่ได้ 2 คะแนน ซึ่งเป็นค่าแฟกเตอร์ในระดับประเทศ เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า การใช้น้ำประปา เป็นต้น ดังนั้นจะพบว่าส่วนใหญ่เป็นการใช้ค่าแฟกเตอร์ในระดับสากลและระดับประเทศ จึงทำให้คะแนนรวมระดับคุณภาพของข้อมูลในงานวิจัยนี้อยู่ในช่วง 1-6 คะแนน ซึ่งแสดงถึงระดับคุณภาพของข้อมูลอยู่ในระดับที่ 1 คือ ข้อมูลมีความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี ดังนั้นในการที่จะทำให้ระดับคุณภาพของข้อมูลดีขึ้นจึงอาจต้องมีการวิจัยด้านค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากผู้ผลิตหรือจากการวัดที่มีคุณภาพต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

ผลการศึกษาวิจัยเรื่องการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ปีการศึกษา 2553 สามารถนำไปใช้ประโยชน์ ดังนี้

1.1 ใช้เป็นข้อมูลปีฐาน เพื่อเปรียบเทียบแนวโน้มปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในปีการศึกษาต่อไป

1.2 ใช้เป็นข้อมูลในการกำหนดแนวทางการดำเนินการเพื่อลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง และใช้วางแผนเพื่อกำหนดกิจกรรมที่มีส่วนช่วยในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

1.3 เป็นข้อมูลในการประชาสัมพันธ์และรณรงค์ให้บุคลากรและนักศึกษาของมหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ตระหนักและมีส่วนร่วมในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตลอดจนเป็นการแสดงให้เห็นถึงความรับผิดชอบต่อสังคมของสถาบันการศึกษา

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการเก็บข้อมูลกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกประเภทที่ 1 และ 3 เพิ่มเติม ดังนี้

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง ได้แก่

- การทำปฏิกิริยาเคมีและการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่ก่อให้เกิดก๊าซเรือนกระจกในกิจกรรมการเรียนการสอน

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ได้แก่

- การเดินทางเพื่อปฏิบัติงาน/ฝึกอบรม/สัมมนาภายนอกของบุคลากร
- การเดินทางไปกลับระหว่างองค์กรและที่พักของบุคลากรและนักศึกษา
- การเรียนและฝึกปฏิบัติงานนอกสถานที่ของนักศึกษา
- การกำจัดและขนส่งขยะ
- การรับประทานอาหารของบุคลากรและนักศึกษา

2.2 มีการเปรียบเทียบปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยเฉลี่ยต่อคนจำแนกตามกลุ่มต่างๆ เช่น นักศึกษา บุคลากรของมหาวิทยาลัยฯ เป็นต้น

บรรณานุกรม

ธนัท พูลประทิน มนตรี สว่างพฤกษ์ และธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ. (2554) “การวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์” ใน **การประชุมวิชาการนานาชาติวิศวกรรมเคมีและเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 21**. หน้า 231-235. สงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2553) **รายงานฉบับสมบูรณ์การจัดทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทย**. กรุงเทพฯ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2554) **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก(องค์การมหาชน) และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. (2553) **แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน).

อดิศร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา และคณะ. (2554) **รายงานฉบับสมบูรณ์การใช้เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์เพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทย**. กรุงเทพฯ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

Anthony Ferraro. (2009) The Carbon Footprint of Miami University, Oxford, Ohio, Institute of Environmental Sciences Miami University, Public Service Project 2008 – 2009

Bruce Hungate. (2007) Greenhouse Gas Emissions at Northern Arizona University: Strategies for Reduced Emissions, Interdisciplinary Approaches to Climate Change Mitigation Spring, 2007

Climate Analysis Indicators Tool (CAIT), World Resources Institute. ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของโลก ปีพ.ศ. 2548 และ 2551 [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http://cait.wri.org/ (ธันวาคม 2554)

David Tilley. (2009) Carbon Footprint of the University of Maryland, College Park: An Inventory of Greenhouse Gas Emissions, 2002-2008.

Larsen, H.N., et al. (2011) "Investigating the Carbon Footprint of a University - The case of NTNU" **Journal of Cleaner Production xxx** (2011). Page 1-9.

Leticia, O., Brockway, P., Letten, K., (2011) Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study. **Journal of Cleaner Production** (2011) page 1-14.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. The National Greenhouse Gas Inventories Programme. IGES. Japan. [online] Available: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2007gl/index.html

ISO 14064-1. (2006) Greenhouse Gases - Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.

ISO 14064-3. (2006) Greenhouse Gases - Part 3: Specification with guidance for the validation and verification of greenhouse gas assertions.

ISO/PDTR 14069. (2011) Greenhouse Gases – Quantification and reporting for GHG emissions for organizations-Guidance for the application of ISO 14064-1.

Japan Meteorological Agency. (1997) World Meteorological Organization WDCGG Data Report. 4: (12). Page 47-115.

Leticia Ozawa-Meida., et al. (2011) "Measuring carbon performance in a UK University through a consumption-based carbon footprint: De Montfort University case study" **Journal of Cleaner Production xxx** (2011). Page 1-14.

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (WRI/WBCSD). (2004) The Greenhouse Gas Protocol: A Corporate Accounting and Reporting Standard (Revised Edition). The Greenhouse Gas Protocol Initiative, U.S.A. and Switzerland. [online] Available: http://www.ghgprotocol.org/standards/corporate-standard.