

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นและแนวทางการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ของคลินิกเวชกรรม ประเภทไม่รองรับผู้ป่วยค้างคืน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พฤษภาคม 2558

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นและแนวทางการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ของคลินิกเวชกรรม ประเภทไม่รองรับผู้ป่วยค้างคืน

สารนิพนธ์
ของ
ธรรมศักดิ์ เชื้อขาวพิมพ์



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พฤษภาคม 2558

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นและแนวทางการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ของคลินิกเวชกรรม ประเภทไม่รองรับผู้ป่วยค้างคืน



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พฤษภาคม 2558

ธรรมศักดิ์ เชื้อขาวพิมพ์. (2558). การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของคลินิกเวชกรรมประเภทไม่
รองรับผู้ป่วยค้างคืน และแนวทางการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปริญาสาหรณัพนธ์ วศ.ม.
(การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
คณะกรรมการควบคุม: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการประเมินและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
ของคลินิกเวชกรรม ประเภทไม่รองรับผู้ป่วยค้างคืน โดยการคำนวณนั้นเป็นการศึกษาค่า
คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO_2e) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ในคลินิกเวชกรรมทั้งหมด โดยเก็บ
รวบรวมข้อมูลของ การดำเนินกิจกรรม (Activity data) เพื่อให้ได้ข้อมูลในการศึกษาเพียงพอ และ
แม่นยำถูกต้อง ได้มีการเก็บบันทึกรายละเอียด ตั้งแต่ช่วงเดือน มกราคม ถึงเดือน ธันวาคม
ในปีการศึกษา 2557 ไว้ และนำมาคำนวณตามหลักของแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของ
องค์กร องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก

จากการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมภายในคลินิกเวชกรรม
เป็นจำนวน 24.28 ton CO_2e ต่อปี ตามขั้นตอนหลักการตามแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นของ
องค์กรซึ่งจะพิจารณา ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 เท่านั้นโดย
พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากประเภทที่ 1 10.06 ton CO_2e ต่อปีคิดเป็นร้อยละ 41.43 ส่วนการ
ปล่อยก๊าซประเภทที่ 2 14.22 ton CO_2e ต่อปีคิดเป็นร้อยละ 58.56 ส่วนประเภทประเภทที่ 3 พบว่า
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 32.58 ton CO_2e นอกจากนี้ใน ปีการศึกษา 2557 กิจกรรม
ต่างๆ ของคลินิกเวชกรรม มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อบุคลากร เท่ากับ 3.4 ton
 CO_2e ซึ่งเป็นค่าที่น้อยกว่าโดยเฉลี่ยต่อหัวประชากรเมื่อเปรียบเทียบกับพบว่าประชากร
ในกรุงเทพมหานครมีปริมาณการปล่อย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากถึง 7.1 ตันต่อคนต่อปี ในปี
พ.ศ. 2548

คำสำคัญ: การประเมินวัฏจักรชีวิต ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ภาวะโลกร้อน การลดลงของชั้น
โอโซน

CABON FOOTPRINT ANALYTSIS AND GUIDELINES FOR GREENHOUSE GAS
REDUCTION IN (NON-OVERNIGHT-PATIENT MEDICAL CLINICS)



AN ABSTRACT
BY
TUMMASAK CHAUKLAWPIM

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Engineering degree in Engineering Management
at Srinakharinwirot University

May 2015

Tummasak Chauklawpim. (2015). *Carbon Footprint analysis and guidelines for greenhouse gas reduction In (non-overnight-patient medical clinics)*. Master's project, M.Eng. (Engineering Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Asst.Prof. Dr. Pathomthat Chiradeja.

This study is to evaluate and approach the way to reduce greenhouse gas emissions from non-overnight-patient medical clinics by calculating carbon dioxide equivalent (CO₂e) arising from all type of activities occurring in the clinics. The data were collected from activity data. In order to obtain enough and accurate information, the data were recorded in details from January to December 2014. The collected data were calculated according to the carbon footprint assessment guidelines issued by Greenhouse Gas Management Organization.

From the study, the researcher found that greenhouse gas emission from activities in medical clinics is 24.28 ton CO₂e per year according to carbon footprint assessment guidelines issued by Greenhouse Gas Management Organization which consider only greenhouse gas emission type 1 and 2. Greenhouse gas emissions type 1 is 10.06 tonCO₂e per year, or 41.43%, while greenhouse gas emission type 2 is 14.22 tonCO₂e per year, or 58.56%. Greenhouse gas emission type 3 is 32.58 tonCO₂e. In addition, during 2014 academic year, the amount of greenhouse gas emission from activities in medical clinics was 3.4 ton CO₂e per person. This is less than the average amount per person comparing to greenhouse gas emission in Bangkok in 2005 which was up to 7.1 tonCO₂e per person/year.

Keywords: Life cycle assessment Environmental impact Global warming Ozone depletion

สารนิพนธ์

เรื่อง

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และแนวทางการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคลินิกเวชกรรม ประเภทไม่
รองรับผู้ป่วยค้างคืน

ของ

ธรรมศักดิ์ เชื้อขาวพิมพ์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย สันติวัฒนกุล)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.2558

อาจารย์ที่ปรึกษานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปฐมทัศน์ จิระเดชะ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาจรี สุภสุธิกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธนาธิป สุ่มอิม)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ปฐมทัศน์ จิระเดชะ กรรมการที่ปริญญานิพนธ์ ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ให้คำชี้แนะในการช่วยแก้ไขปัญหาทางด้านการศึกษา วิจัย ตลอดจนความรู้ต่างๆที่ทำให้เกิดผลสำเร็จแก่ สารนิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบริษัท ทรูมูฟ ที่มองเห็นความสำคัญของการพัฒนาบุคลากรในองค์กร ให้ความสำคัญทางด้านการเรียนรู้ศึกษาต่อของพนักงาน อนุญาตให้มีการจัดสรรเวลาให้ข้าพเจ้าได้ใช้เวลาในการศึกษาต่อในครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ นาไร เชื้อขาวพิมพ์ คุณแม่ พิศมัย เชื้อขาวพิมพ์ ที่นอกจากสนับสนุนทุนปัจจัยค่าเล่าเรียนแล้ว ยังเป็นกำลังใจให้ในการศึกษาเล่าเรียนของข้าพเจ้ามาโดยตลอด ซึ่งท่านทั้งสองจะชี้แนะให้เห็นประโยชน์ และความสำคัญในการศึกษา

ขอขอบพระคุณ พี่สาว นางสาว นงลักษณ์ เชื้อขาวพิมพ์ รวมทั้งเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือสนับสนุนข้อมูลต่างๆ เกี่ยวข้องกับการงานศึกษาวิจัยในครั้งนี้และเป็นกำลังใจ จนสารนิพนธ์เล่มนี้ประสบความสำเร็จ

ธรรมศักดิ์ เชื้อขาวพิมพ์

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	1
วัตถุประสงค์งานวิจัย	2
ขอบเขตของงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
หลักการและวิธีการวิเคราะห์	4
ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน	4
ก๊าซเรือนกระจก	5
ผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน	6
ผลกระทบต่ออาชีพ	7
ผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจ	7
ผลกระทบด้านการเมือง	8
แนวคิดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	18
การจัดการตามแนวทางการสุขาภิบาล	23
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	28
3 วิธีดำเนินการวิจัย	33
การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการวิจัย	33
แหล่งข้อมูล	35
การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร	35
การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน	37
การจัดทำและวิเคราะห์	38
การแปลผล	38

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย.....	39
ผลและการวิเคราะห์ผลการวิจัย.....	39
ผลการวิจัย.....	40
ผลการประเมินการปล่อยGHGs คลินิกโดยแบ่งตามประเภทของกิจกรรม.....	40
สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรภายในคลินิกเวชกรรม.....	44
สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแบบปันส่วน.....	45
การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty).....	46
ผลเปรียบเทียบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแต่ละองค์กร.....	47
5 สรุปผลวิจัย.....	49
สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	49
การเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง.....	49
บรรณานุกรม.....	54
ภาคผนวก.....	57
ภาคผนวก ก ศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน (GWP) ของก๊าซต่าง ๆ.....	58
ภาคผนวก ข ตารางค่าศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน (GWP) ของก๊าซต่าง ๆ สำหรับงานวิจัย.....	62
ภาคผนวก ค ตัวอย่าง วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	64
ภาคผนวก ง แบบสำรวจข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรมอนามัย.....	68
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	78

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า).....	6
2 ศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆ.....	14
3 ระดับคะแนนอ้างอิงของคุณภาพข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	37
4 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของคุณภาพข้อมูล.....	37
5 แสดงแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในคลีนิกประกอบการ...	40
6 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก.....	42
7 ผลการประเมินการปล่อย GHGs ของคลีนิก โดยแบ่งตามประเภทของกิจกรรม.....	43
8 แสดงสรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปี การศึกษา 2557.....	44
9 ผลการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน.....	46
10 ผลเปรียบเทียบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแต่ละองค์กร.....	47
11 แสดงราคาของสารทำความเย็นแต่ละชนิด.....	51

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	12
2 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) ในผลิตภัณฑ์อาหาร.....	30
3 แผนที่ตั้งของคลินิกไทยอินเตอร์การแพทย์ คลินิกเวชกรรม.....	34
4 แผนภาพแสดงจำนวนบุคลากร.....	34
5 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก.....	35
6 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง...	36
7 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเป็นส่วนตามสัดส่วนของ จำนวนประชากรขององค์กร.....	36
8 กราฟแสดงการปล่อย CO ₂ e ต่อปี ของแต่ละประเภท.....	42
9 ติดตั้งสวิตช์แบบเชือกดึง.....	50



บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในภาวะปัจจุบันมีความตื่นตัวเกี่ยวกับปัญหาภาวะโลกร้อนและ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งมีสาเหตุหลักมาจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่องจึงนำไปสู่การพัฒนา การลด การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้น ในปี 2551 การประชุมรัฐมนตรีสาธารณสุขของกลุ่มประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ประเทศอินเดีย จึงได้จัดทำประกาศเจตนารมณ์ที่จะร่วมกันดำเนินการป้องกันและลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (New Delhi Declaration on the impacts of climate change on human health) ซึ่งมีประเด็นที่สำคัญประเด็นหนึ่งคือการลดCarbon footprint จากสถานบริการสุขภาพ ซึ่งก็คือการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจาก ดำเนินงานของโรงพยาบาล หรือ คลินิกประกอบการซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วยังเป็นการแสดงตัวอย่างที่ดีและการ ผู้นำในการลดผลกระทบและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วย

สำหรับประเทศไทยกระทรวงสาธารณสุขต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการดังกล่าว โดยมีกรมอนามัยเป็นแกนในการประสานการดำเนินงานกับ ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยในปีงบประมาณ2553 กรมอนามัยได้จัดทำโครงการสาธารณสุขรวมใจ รมรงค์ลดโลกร้อน ด้วยการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมหรือ GREEN and CLEAN Hospitals เพื่อรณรงค์ให้โรงพยาบาลทุกแห่งทั่วประเทศได้เริ่มดำเนินการลดและแก้ไขปัญหาโลกร้อน เพื่อให้เป็นแบบอย่างในการเป็นผู้นำการแก้ปัญหาดังกล่าว เนื่องจาก สถานบริการสาธารณสุข เช่น โรงพยาบาล สถานีอนามัย สถานพยาบาลเอกชน เป็นหน่วยงานที่ต้องให้บริการประชาชนทั้งด้านการส่งเสริม ป้องกัน และการรักษาสุขภาพ ในแต่ละวันจึงมีกิจกรรมเป็นจำนวนมากทั้งโดยโรงพยาบาลเจ้าหน้าที่ และผู้มารับบริการ หลายๆกิจกรรมเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานและเชื้อเพลิง เช่น การใช้กระแสไฟฟ้าการหุงต้ม การเดินทางของผู้ป่วย และบุคลากร การส่งต่อผู้ป่วย การขนส่งวัสดุอุปกรณ์ การติดต่อสื่อสาร และบริการอื่นๆ อีกทั้งยังมีของเสียที่เกิดขึ้น ทั้งขยะมูลฝอย เศษอาหารจากตึกผู้ป่วย โรงครัว ร้านอาหาร สิ่งปฏิกูลจากการขับถ่ายอุจจาระ ปัสสาวะ และน้ำเสียที่เกิดจากการใช้ของผู้ป่วย ญาติผู้ป่วย และเจ้าหน้าที่ ตลอดจนมูลฝอยติดเชื้อ การใช้ปุ๋ยเคมี การชักரிด-ชักล้าง และยังมีการใช้สารเคมีในกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำความสะอาดการฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งสารเคมีเพื่อการตรวจวินิจฉัย และรักษาผู้ป่วย ฯลฯ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon footprint) เป็นเครื่องมือในการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อกระตุ้นให้มีการจัดการการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในภาคองค์กร และในภาคการผลิต ยังมีการสนับสนุนให้มีการระบุข้อมูลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ของผลิตภัณฑ์เพื่อสื่อสารไปยังผู้ซื้อและผู้บริโภคด้วย “ฉลากคาร์บอน (Carbon labeling)” ซึ่งแสดงออกมาในรูปแบบของคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าจึงเป็นกลไกขับเคลื่อนการผลิตและการบริโภคที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสภาพภูมิอากาศ โดย

การพัฒนาโครงการเครื่องมือคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ “(Carbon footprint)” สามารถรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกิจกรรมการผลิตของบริษัทผู้ดำเนินการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ และจัดหาข้อมูลทุติยภูมิที่ใช้ในการสนับสนุนการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ตลอดจนสูตรคำนวณสำเร็จรูปในตารางแผ่นคำนวณเพื่ออำนวยความสะดวก ในการลงมือปฏิบัติคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาคอุตสาหกรรม

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์จะช่วยวิเคราะห์และสร้างความมั่นใจในการเลือกสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับ สิ่งแวดล้อมแนวความคิดนี้คำนึงถึง ผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยา และสุขภาพ ตลอดทั้งวงจรผลิตภัณฑ์ ครอบคลุมตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การผลิต การขนส่งและการจำหน่าย การนำมาใช้งาน การกำจัดหลังหมดอายุการใช้งาน การประเมินด้วยเครื่องมือนี้ในมุมมองของผู้ผลิตสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือ ผลิตภัณฑ์ให้มีการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ และพลังงานในการผลิตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดของเสียน้อยที่สุดหรือไม่มีเลย ซึ่งเป็นการลดมลพิษที่แหล่งของการผลิต ในขณะเดียวกันเมื่อผู้บริโภคทราบถึงข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ก็จะสามารถเลือกใช้ผลิตภัณฑ์และบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์) ของคลินิกประกอบการ
2. เพื่อทราบถึงแหล่งที่มาและปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคลินิกเวชกรรม
3. เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผน รวมถึงแนวทางในการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ขอบเขตของงานวิจัย

1. ทำการประมาณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากกิจกรรมภายในคลินิกประกอบการ ตามแนวทางการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุขซึ่งอ้างอิงถึงแนวทางการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ที่ระบุใน GHG Protocol (ซึ่ง GHG Protocol เป็น แหล่งความรู้ด้านการจัดทำ GHG accounting and reporting จัดทำขึ้นโดย World Resource Institute (WRI) เป็น หน่วยงานที่ร่วมกับ World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)

การรวบรวมผู้รู้ทั่วโลกมาช่วยกันทำ พิมพ์ครั้งแรก ค.ศ. 2001 ครั้งที่ 2 ค.ศ. 2003) โดยมีขอบเขตการประเมินแบ่งเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

1.1 Scope 1 (Direct Emission) เป็นการปล่อยทางตรงจากแหล่งที่องค์กร เป็นเจ้าของหรือควบคุมได้ประกอบด้วยกิจกรรม 5 กิจกรรม คือ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิง การใช้ก๊าซหุงต้ม การกำจัดขยะด้วยหน่วยงานเอง การบำบัดน้ำเสีย การใช้สารเคมีทางการแพทย์

1.2 Scope 2 (Indirect Emission) เป็นการปล่อยจากแหล่งที่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุมได้ คือการใช้กระแสไฟฟ้า

1.3 Scope 3 (Indirect Emission) เป็นการปล่อยที่เกิดเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์กรแต่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุม เป็นส่วนที่นอกเหนือจาก scope 1 และ scope 2 ประกอบด้วยกิจกรรม 3 กิจกรรม คือ การกำจัดขยะโดยหน่วยงานภายนอก และการเดินทางไปกลับระหว่างบ้านกับที่ทำงานของบุคลากรขององค์กรด้วยพาหนะที่ไม่ได้เป็นขององค์กร การจ้างเหมาพาหนะเดินทาง

2. ใช้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ จากกิจกรรมภายในคลินิกประกอบการ ในปี 2557 เป็นปีฐานในการทำการศึกษา

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำข้อมูลแหล่งกำเนิด และปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์) ขององค์กรไปสู่การพิจารณา เพื่อกำหนดทางเลือกเชิงนโยบายในการบริหารจัดการ เพื่อลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกขององค์กรได้อย่างต่อเนื่อง

2. สามารถนำฐานข้อมูลและผลการประเมินที่ได้จากการวิจัยไปใช้ในการพัฒนา เพื่อศึกษาปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์) ของคลินิกประกอบการอื่นๆ

3. ช่วยในการตัดสินใจของผู้ประกอบการคลินิกในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจและเกิดประโยชน์สูง

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการและวิธีการวิเคราะห์

นิสิตได้ทำการศึกษา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาเรื่อง ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์) สถานประกอบการคลินิกเวชกรรมไทยอินเตอร์การแพทย์โดยมีองค์ข้อมูล ความรู้ และทฤษฎีต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ความรู้เกี่ยวกับภาวะโลกร้อน

2.1.1 ภาวะโลกร้อน กับก๊าซเรือนกระจก

2.1.2 ผลกระทบต่อมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

2.1.3 สถานบริการสาธารณสุขกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.1.4 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

2.2 แนวคิดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

2.2.1 ระบุแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม

2.2.2 เลือกวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เหมาะสมกับองค์กร

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและเลือกปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม

2.2.4 การใช้เครื่องมือในการคำนวณมี 2 ประเภทหลัก

2.2.5 การรายงานข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

2.3 การจัดการตามแนวทางการสุขภาพ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน

2.1.1 ภาวะโลกร้อน (Global warming) เป็นปรากฏการณ์ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิเฉลี่ยของอากาศใกล้พื้นผิวโลกและน้ำในมหาสมุทรตั้งแต่ช่วงครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 20 และมีการคาดการณ์ว่าอุณหภูมิเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นอย่าง ซึ่งคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Intergovernmental Panel on Climate Change: IPCC)ของสหประชาชาติได้สรุปไว้ว่า “จากการสังเกตการณ์การเพิ่มอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของโลกที่เกิดขึ้นตั้งแต่กลางคริสต์ศตวรรษที่ 20 (ประมาณตั้งแต่ พ.ศ. 2490) ก่อนข้างแน่ชัดว่าเกิดจากการเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยกิจกรรมของมนุษย์ที่เป็นผลในรูปของปรากฏการณ์“เรือนกระจก”ข้อสรุปพื้นฐานดังกล่าวได้รับการรับรองโดยสมาคมและสถาบันการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ไม่น้อย กว่า 30 แห่ง รวมทั้งสมาคมทางวิทยาศาสตร์ระดับชาติที่สำคัญของประเทศอุตสาหกรรมต่าง ๆ ของการแผ่ขยายก๊าซของ

ก๊าซเรือนกระจกในอากาศรวมถึงการจำลองค่าความไวภูมิอากาศอีกหลากหลายรูปแบบ การที่ระบบภูมิของโลกล้มสูงขึ้นนี้เกิดจากปรากฏการณ์เรือนกระจก(Greenhouse Effect) ที่พลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงความยาวคลื่นอินฟราเรดที่สะท้อนกลับถูกดูดกลืนโดยโมเลกุลของไอน้ำและก๊าซเรือนกระจกที่เพิ่มมากขึ้นในบรรยากาศทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของชั้นบรรยากาศสูงขึ้นหรือสภาวะโลกร้อน และเป็นสาเหตุให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(climate change)

ก๊าซเรือนกระจก ในภาวะปกติชั้นบรรยากาศของโลกจะประกอบด้วย ไอน้ำและก๊าซชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่กรองรังสีคลื่นสั้นบางชนิดให้ผ่านมาตก กระทบพื้นผิวโลก รังสีคลื่นสั้นที่ตกกระทบบนพื้นผิวโลกนี้ จะสะท้อนกลับออกนอกชั้นบรรยากาศไปส่วนหนึ่งที่เหลือพื้นผิวโลก ที่ประกอบประกอบด้วยพื้นน้ำ พื้นดิน และสิ่งมีชีวิตจะดูดกลืนไว้ หลังจากนั้นก็จะคายพลังงานออกมาในรูปรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดแผ่กระจายขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ และแผ่กระจายออกนอกชั้นบรรยากาศไปส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งนั้นชั้นบรรยากาศก็จะดูดกลืนไว้ และคายพลังงานความร้อนออกมาผลที่เกิดขึ้นคือทำให้โลกสามารถรักษาสภาพสมดุลทางอุณหภูมิไว้ได้ โลกจึงเปรียบเสมือนเรือน ปลูกพืชขนาดใหญ่ที่มีไอน้ำและก๊าซต่าง ๆ ในชั้นบรรยากาศเป็นเสมือนรอบกระจกที่คอยควบคุมอุณหภูมิและวัฏจักรต่าง ๆ ให้เป็นไปอย่างสมดุลแต่ในปัจจุบันชั้นบรรยากาศของโลกมีปริมาณก๊าซบางชนิดมากเกินไปจนสมดุลของธรรมชาติอันเป็นผลมาจากฝีมือมนุษย์ เช่นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ก๊าซมีเทน (CH_4) ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC_8) และก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N_2O) เป็นต้นก๊าซเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถดูดกลืนและคายรังสีคลื่นยาวช่วงอินฟราเรดได้ดีมากดังนั้นเมื่อพื้นผิวโลกคายรังสีอินฟราเรดขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ก๊าซเหล่านี้จะดูดกลืนรังสีอินฟราเรดเอาไว้ ต่อจากนั้นมันก็จะคายความร้อนสะสมอยู่บริเวณพื้นผิวโลก และชั้นบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น พื้นผิวโลกจึงมีอุณหภูมิสูงขึ้นเราเรียกก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะแบบนี้ว่า"ก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases)" ก๊าซเรือนกระจกนอกจากจะส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิของพื้นผิวโลกโดยตรงแล้ว มันยังส่งผลกระทบโดยทางอ้อมด้วย กล่าวคือมันจะทำปฏิกิริยาเคมีกับก๊าซอื่น ๆ และเกิดเป็นก๊าซเรือนกระจกชนิดใหม่ขึ้นมา หรือก๊าซเรือนกระจกบางชนิดอาจรวมตัวกับไอน้ำ ทำให้ไอน้ำในชั้นบรรยากาศลดน้อยลง ส่งผลให้รังสีคลื่นสั้นที่ส่องผ่านชั้นไอน้ำลงมายังพื้นผิวโลกได้มากขึ้น รวมทั้งปล่อยให้รังสีที่ทำอันตรายมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตส่องผ่านลงมายังอันตรายกับสิ่งมีชีวิตบนโลกได้ด้วย

ตาราง 1 ก๊าซเรือนกระจกที่ถูกควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโตและศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน (คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า)

ก๊าซเรือนกระจก	ค่าศักยภาพในการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซเรือนกระจกในเวลา 100 ปี
CO ₂	1
CH ₄	25
N ₂ O	298
HFCs	124-14,800
PFCs	7,390-12,200
SF ₆	22,800

2.1.2 ผลกระทบต่อมนุษย์จากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในปัจจุบันสภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาสำคัญของโลก ที่เห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นได้อย่างชัดเจนขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และสิ่งแวดล้อม เช่น การละลายและเคลื่อนถอยของธารน้ำแข็ง ระดับน้ำทะเลที่สูงขึ้น ภาวะลมฟ้าอากาศที่รุนแรงปริมาณ และรูปแบบการเกิดฝน และหิมะที่เปลี่ยนแปลงไป ระบบนิเวศน์ และความหลากหลายทางสายพันธุ์ของพืชและสัตว์ที่เปลี่ยนไป นอกจากเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลกระทบต่อดำรงชีวิตของมนุษย์โดยตรงแล้วยังมีความสัมพันธ์กับภาวะทางสุขภาพของมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อมอีกมากมายดังนี้

1. ผลกระทบต่อชีวิตประจำวัน

จากสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลง อากาศที่ร้อนขึ้น และความชื้นที่เพิ่มมากขึ้นจะทำให้ภัยต่างๆที่เกิดจากภัยธรรมชาติเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงจะทำให้เกิดพายุรุนแรง และสภาพอากาศแปรปรวนบ่อยครั้งและรุนแรง จะทำให้เกิดพายุรุนแรงและสภาพอากาศแปรปรวนบ่อยครั้งขึ้น รวมไปถึงอัตราเสี่ยงที่เพิ่มขึ้นของแนวโน้มอุทกภัยแบบฉับพลันด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งในช่วงเดือนมีนาคม 2554 ที่ผ่านมามาประเทศไทยได้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่มีใครคิดว่าจะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการแปรปรวนของสภาพอากาศทำให้ประเทศไทยมีอากาศหนาวเย็นลงจนต้องรื้อเสื้อกันหนาวมาใส่ ทั้งๆที่เป็นช่วงของฤดูร้อน ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน และต่อมาในช่วงปลายเดือนมีนาคม ได้เกิดอุทกภัยและดินถล่มในพื้นที่ภาคใต้ ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นเหตุการณ์ที่ไม่มีใครคาดคิดมาก่อน ส่งผลให้ประชาชนจำนวนมากขาดแคลนอาหารน้ำดื่ม เพราะเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นไม่ใช่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามฤดูกาลดังนั้นคนจำนวนมากจึงไม่ได้เตรียมความพร้อมที่รับมือกับเหตุการณ์ ที่จะเกิดขึ้นซึ่งในอนาคตเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งขึ้น และรุนแรงมากขึ้นทำให้ประชาชนที่อยู่ในพื้นที่เสี่ยงภัยต่างๆมีชีวิตอยู่อย่าง หวาดผวา และวิตกกังวลมากขึ้น

2. ผลกระทบต่ออาชีพ

อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น จะทำให้การระเหยของน้ำทะเล มหาสมุทร แม่น้ำ ลำธารและทะเลสาบเพิ่มมากขึ้น ทำให้บางพื้นที่โดยเฉพาะภาคใต้จะมีฝนตกชุกมากขึ้น และเกิดอุทกภัยบ่อยขึ้นในขณะที่ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ ต้องเผชิญกับภัยแล้งมากขึ้น เนื่องจากฝนน้อยลงมาก ซึ่งการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะส่งผลกระทบตรงต่อกิจกรรมทางการเกษตร ซึ่งเป็นฐานทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ นอกจากนี้ การเพิ่มระดับ ระดับน้ำทะเลและการที่ลมมรสุมทวีความรุนแรงขึ้น อาจทำให้ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งส่งผลต่อระบบนิเวศชายฝั่ง และอาชีพการประมง รวมถึงและอุตสาหกรรมท่องเที่ยวของประเทศ

3. ผลกระทบต่อสังคมและเศรษฐกิจ

ภาวะโลกร้อนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศนั้นไม่เพียง แต่ส่งผลกระทบต่อผลประเทศไทยในทางกายภาพเท่านั้นหากแต่ยัง ส่งผลกระทบทางอ้อมต่อความมั่นคงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศชาติเช่นเดียวกันกล่าวคือการยุบตัวของพื้นที่ชายฝั่ง ภูมิอากาศแปรปรวนและโรคระบาดรุนแรง และผลกระทบอื่นๆ ส่งผลให้มีประชากรบาดเจ็บล้มตาย หักที่ทำกิน และไร้ที่อยู่อาศัย เป็นจำนวนมากนอกจากนี้ประชาชนยังจะได้รับความเดือดร้อน จากการขาดแคลนอาหารและน้ำดื่มที่ถูกสุขลักษณะระหว่างภาวะน้ำท่วมและความเสียหายที่เกิดกับระบบสาธารณสุขโรคต่างๆ ซึ่งโดยมากผู้ที่ได้รับผลกระทบรุนแรงที่สุดจะเป็นประชาชนที่มีความยากจน และไม่มีทุนทรัพย์พอที่จะป้องกันผลกระทบของภาวะโลกร้อนได้ ยกตัวอย่างเช่น การป้องกันการรุกตัวของน้ำเค็มในพื้นที่ทำกิน อาจทำได้โดยการสร้างเขื่อน และประตูน้ำป้องกันน้ำเค็ม แต่วิธีการนี้ต้องลงทุนสูง ดังนั้นเมื่อราคาของการป้องกันสูงเกินกว่าที่ชาวนาจะสามารถรับได้ การทิ้งพื้นที่ทำกินในบริเวณที่ให้ผลผลิตต่ำจึงเป็นทางออกที่คาดว่าจะเกิดขึ้น นอกจากนี้ ความเสียหายต่างๆที่เกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการสูญเสียพื้นที่เกษตรกรรมที่สำคัญตามแนวชายฝั่งที่ยุบตัว ภัยธรรมชาติและความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ธรรมชาติที่รุนแรง ล้วนส่งผลให้ ผลผลิตทางการเกษตรซึ่งเป็นสินค้าออกหลักของประเทศมีปริมาณลดลงพื้นที่ที่คุ้มค่าแก่การป้องกันในพื้นที่ที่คุ้มค่าแก่การป้องกันใน เช่นนิคมต่างๆเช่นอุตสาหกรรมมาบตาพุด จำต้องมีโครงสร้างป้องกันกระแสคลื่นจะรุนแรงขึ้นเมื่อน้ำทะเลสูงขึ้น หรือการสร้างกำแพงกันน้ำทะเลหรือเขื่อน เพื่อป้องกันการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทางการเกษตร และการทำนาเกลือเป็นต้นการป้องกันดังกล่าวนี้จะต้องใช้งบประมาณจำนวนมหาศาล ดังนั้น ในพื้นที่ที่ไม่คุ้มค่าที่จะป้องกันในเชิงเศรษฐกิจจะถูกละทิ้งไป ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกิดปัญหาเศรษฐกิจและสังคมมากที่สุด

4. ผลกระทบด้านการเมือง

การเกิดพายุฝนและน้ำท่วมใหญ่บ่อยครั้งขึ้น หรือภัยแล้งบ่อยครั้งและมีความถี่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี ซึ่งในแต่ละครั้งได้สร้างความเสียหายต่อชีวิต และทรัพย์สินเป็นอย่างมาก เช่น เหตุการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นในทุกภูมิภาคของประเทศในช่วงปลายปี 2553 หรือเหตุการณ์น้ำท่วมฉับพลันในพื้นที่ภาคใต้ ในช่วงเดือนมีนาคม 2554 ซึ่งผลกระทบที่เกิดจากนอกจากจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของประชาชนแล้วยังสร้างความเสียหายต่อโครงสร้างพื้นฐานเช่น ถนนหนทาง สิ่งก่อสร้าง ต่างๆ เป็นต้น ทำลายพืชผลทางการเกษตร ชะล้างหน้าดินทำให้ดินเสื่อมสภาพ เกิดการปนเปื้อนของน้ำ นอกจากนี้ปัญหาน้ำท่วมขังในบางพื้นที่ยังส่งผลต่อการแพร่ของโรคระบาด ทั้งในมนุษย์พืช และสัตว์และมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชที่สำคัญในการเกษตร ประชาชนต้องสูญเสียที่ทำกิน ต้องอพยพย้ายถิ่น ผลผลิตระดับท้องถิ่นและระดับประเทศลดลง ทำให้สูญเสียรายได้จากการส่งออก และมีผลให้ประชาชนเกิดวิกฤตทางอารมณ์ซึ่งมีผลต่อการก่ออาชญากรรมที่สูงขึ้น ทำให้ภาคการเมืองต้องมียุทธศาสตร์ในการช่วยเหลือเยียวยาผู้ที่ได้รับผลกระทบ และฟื้นฟูโครงสร้างพื้นฐานที่ได้รับความเสียหาย ซึ่งต้องใช้ทั้งกำลังคนและงบประมาณจำนวนมาก และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในแต่ละปี ดังนั้น การวางแผนการพัฒนาในอนาคตจะต้องสอดคล้องกับสภาพการณ์ในอนาคต โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของความจำเป็นและองค์ความรู้ใหม่ ๆ ด้วย

2.1.3 สถานบริการสาธารณสุข กับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลกระทบที่เกิดจากภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ก้าวเข้าสู่ วิกฤติในปัจจุบัน เป็นเรื่องสำคัญที่ต้องเร่งแก้ไขโดยด่วน และไม่สามารถให้หน่วยงานใดหน่วยงาน หนึ่งแก้ไขได้เพียงลำพังแต่ต้องร่วมมือกันทุกภาคส่วน ดังนั้นในปี 2551 การประชุมรัฐมนตรี สาธารณสุขของกลุ่มใน สาธารณสุขของกลุ่มประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ประเทศอินเดีย จึงได้จัดทำประกาศเจตนารมณ์ที่จะร่วมกันดำเนินการป้องกัน และลดผลกระทบต่อสุขภาพจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (New Delhi Declaration on the impacts of climate change on human health) ซึ่งมีประเด็นที่สำคัญประเด็นหนึ่งคือการลด Carbon footprint จากสถานบริการสุขภาพ ซึ่งก็คือการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่เกิดจากการดำเนินงานของโรงพยาบาลซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกแล้วยังเป็นการแสดงตัวอย่างที่ดี และการเป็นผู้นำในการลดเป็นการลดปริมาณการปล่อยผลกระทบและปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศด้วยสำหรับประเทศไทย กระทรวงสาธารณสุข เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการดังกล่าวโดยมีกรมอนามัยเป็นแกนในการประสานการดำเนินงานกับทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยในปีงบประมาณ 2553 กรมอนามัยได้จัดทำโครงการสาธารณสุขรวมใจ รณรงค์ลดโลกร้อน ด้วยการสุขภาพอย่างยั่งยืน และมีติดกับสิ่งแวดล้อมหรือ GREEN and CLEAN Hospitals เพื่อรณรงค์ให้โรงพยาบาลทุกแห่งทั่วประเทศ ได้เริ่มดำเนินการลดและแก้ไขปัญหาโลกร้อน เพื่อให้เป็นแบบอย่างในการเป็นผู้นำการแก้ปัญหาดังกล่าวเนื่องจากสถานบริการสาธารณสุข เช่น โรงพยาบาล สถานอนามัย สถานพยาบาล

เอกชนเป็นหน่วยงานที่ต้องให้บริการประชาชนทั้งด้านการส่งเสริมป้องกัน และการรักษาสุขภาพ ในแต่ละวันจะมีกิจกรรมเป็นจำนวนมากทั้งโดยโรงพยาบาลเจ้าหน้าที่ และผู้มารับบริการหลายๆ กิจกรรมเกี่ยวข้องกับการใช้พลังงานและเชื้อเพลิง เช่น การใช้กระแสไฟฟ้าการหุงต้มการเดินทางของผู้ป่วย และบุคลากร การส่งต่อผู้ป่วย การขนส่งวัสดุอุปกรณ์ การติดต่อสื่อสาร และบริการอื่นๆ อีกทั้งยังมีของเสียที่เกิดขึ้นทั้งขยะมูลฝอย เศษอาหารจากตึกผู้ป่วย โรงครัว ร้านอาหารสิ่งปฏิกูลจากการขับถ่ายอุจจาระ ปัสสาวะ และน้ำเสียที่เกิดจากการใช้ของผู้ป่วย ญาติผู้ป่วยและเจ้าหน้าที่ ตลอดจนมูลฝอยติดเชื้อ การใช้ปุ๋ยเคมี การซักกรีต-ซักล้างและยังมีการใช้สารเคมีในกิจกรรมต่างๆ เช่น การทำความสะอาดอาคารฆ่าเชื้อโรค รวมทั้งเพื่อทำการตรวจวินิจฉัย และรักษาผู้ป่วยในโรงพยาบาล ฯลฯ ดังตัวอย่างข้อมูลสนับสนุนจากแหล่งต่างๆ เช่น

กองควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รายงานว่าในปี 2546 ขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลทั่วประเทศ มากกว่า 25,000 แห่ง ปริมาณรวมทั้งสิ้น 17,520 ตันต่อปี โดยเป็นขยะติดเชื้อที่เกิดขึ้นในกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล ประมาณ ปีละ 5,110 ตัน ส่วนที่เหลืออีก 12,410 ตัน เป็นขยะติดเชื้อจากสถานพยาบาลในส่วนภูมิภาค ปริมาณขยะมูลฝอยติดเชื้อดังกล่าวได้ จากสถานพยาบาลของรัฐและเอกชนที่มีจำนวนเตียงเท่านั้น ไม่ได้รวมถึงสถานพยาบาลขนาดเล็กที่รับเฉพาะผู้ป่วยนอก เช่น ศูนย์บริการ สาธารณสุข สถานีอนามัยคลินิกเอกชน ซึ่งของเสียอันตรายเหล่านี้มีแนวโน้มจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี

ในปี พ.ศ. 2549 ประเทศไทยมีขยะติดเชื้อมากกว่าวันละ 56 ตัน หรือปีละประมาณ 28,000 ตัน ถูกนำมากำจัดโดยเผาในเตาเผามูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาลร้อยละ 65 กำจัดโดยบริษัทเอกชนร้อยละ 7 และกำจัดโดยองค์กรปกครองท้องถิ่นร้อยละ 28 (กรมควบคุมมลพิษ 2550) ในส่วนความรับผิดชอบขององค์กรท้องถิ่นเอง ที่มีการทำลายอย่างถูกหลักเพียงร้อยละ 10 เท่านั้นที่เหลือร้อยละ 18 เผารวมกับมูลฝอยทั่วไปในเตาเผามูลฝอยชุมชนรวมทั้งลักลอบทิ้งตามพื้นที่รกร้างในเขตจังหวัดอื่น สำหรับสถานการณ์ขยะทั่วไป และขยะอันตราย ไม่มีการสำรวจและเก็บรวบรวมปริมาณขยะอย่างต่อเนื่อง

องค์การอนามัยโลกพบว่าในภาพรวมหน่วยงานด้านสุขภาพ มีปริมาณการปล่อย ก๊าซเรือนกระจกโดยทางอ้อม(เช่น การใช้กระแสไฟฟ้า) มากกว่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้เชื้อเพลิงโดยตรง 2-3 เท่าตัวโดยที่ อาคารโรงพยาบาลทั้งของรัฐ และเอกชนเป็นอาคารประเภทที่มีแนวโน้มการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นตามจำนวนความต้องต้องการรักษาพยาบาลของผู้ป่วย ที่เพิ่มสูงขึ้นทุกปีและจากข้อมูลการประเมินการใช้พลังงานจากฐานข้อมูลอาคารควบคุม ตามพ.ร.บ.การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานในปี 2546 พบว่าอาคารโรงพยาบาลมีปริมาณการใช้พลังงานรวม 344 พันตัน เมื่อมีการเทียบเท่านี้มันคิดเป็นร้อยละ 9.5 ของการใช้พลังงานทั้งหมดของภาคอาคารธุรกิจได้แบ่งเป็นการใช้พลังงานในระบบปรับอากาศร้อยละ 58.3 ระบบแสงสว่างประมาณร้อยละ 22.5 และระบบอื่นๆ รวมประมาณร้อยละ 19.2 และมีอาคารที่เป็นอาคารควบคุมประเภทโรงพยาบาลตาม

พ.ร.บ.กาส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานรวมทั้งสิ้น 227 แห่ง (รายงานประจำปีสถานภาพการใช้และอนุรักษ์พลังงานในอาคารและโรงงานควบคุมปี 2546 กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานกระทรวงพลังงาน

สารที่ใช้เป็นยาสลบ ซึ่งพบว่า มีสารไนโตรสออกไซด์เป็น องค์ประกอบข้อมูลของ Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) แสดงให้เห็นว่า สารที่ใช้เป็นยาสลบมี ศักยภาพที่จะทำให้เกิดภาวะ โลกร้อนมากกว่า คาร์บอนไดออกไซด์ หลายร้อยเท่า และในประเทศ คานาดา พบว่ามีการปล่อยสารที่ใช้เป็นยาสลบจากโรงพยาบาล 1,100 แห่ง มากถึง 1.1 ล้านตันต่อปี ดังนั้น จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่ สถานบริการสาธารณสุขจะเป็นหน่วยงานหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดก๊าซ เรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ตามภารกิจที่สามารถทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่างๆ ตามภารกิจอื่น ด้วยการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หรือ GREEN and CLEAN Hospitals จึงเป็นช่องทางให้สถานบริการสาธารณสุขได้มีส่วนร่วมในการลดสาเหตุของ ปัญหาโลกร้อนด้วยตนเองโดยอาศัยหลักการ GREEN and CLEAN ดังนี้

GREEN เป็นหลักให้ทราบถึงหมวดกิจกรรมในการดำเนินงานตามโครงการฯ เพื่อลด ก๊าซเรือนกระจกที่เป็น

สาเหตุของโลกร้อนในสถานบริการสาธารณสุข ประกอบด้วย

G-Garbage คือ การจัดการขยะมูลฝอย และการใช้ประโยชน์จากสิ่งปฏิกูลให้ได้มากที่สุด

R-Restroom คือ การจัดการส้วมสาธารณะให้ได้มาตรฐานส้วมสาธารณะไทย (HAS)

E-Energy คือ ลดการใช้พลังงาน และใช้พลังงานทดแทน เช่น จากก๊าซชีวภาพ หรือชีวมวล

E-Environment คือ การจัดการสิ่งแวดล้อมที่ช่วยลดโลกร้อน และเอื้อต่อสุขภาพ

N-Nutrition คือ วัฒนธรรมบริโภคอาหารปลอดภัย บริโภคผักพื้นบ้าน อาหารพื้นเมืองในท้องถิ่น

CLEAN เป็นกลยุทธ์ ในการดำเนินงานตามโครงการฯ ประกอบด้วย

C-Communication คือ การสื่อสารสาธารณะ เพื่อสร้างความเข้าใจ

L-Leader คือ การเป็นผู้นำ เพื่อเป็นแบบอย่างในการดำเนินการ

E-Effectiveness คือ การบังเกิดผลอย่างมีประสิทธิภาพ

A-Activity คือ กิจกรรมสร้างจิตสำนึกอย่างมีส่วนร่วม

N-Networking คือ การร่วมมือกับภาคีเครือข่าย

สิ่งสำคัญ ในการลดภาวะโลกร้อนของสถานบริการสาธารณสุข คือ การลดการปล่อย ก๊าซเรือนกระจก โดยการดำเนินงานด้วยหลัก GREEN and CLEAN ตามแนวทางการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืนและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องมือที่จะช่วยในการพิจารณาเลือกมาตรการที่

เหมาะสมในการลดการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งเครื่องมือที่จะช่วยในการพิจารณาเลือกมาตรการที่เหมาะสมในการลดการ การคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หรือ **คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)** ที่แสดงผลในเชิงปริมาณ คือเทียบเท่ากับศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หน่วยเป็น กิโลกรัมหรือตัน (KgCO₂ equivalent หรือ Tons CO₂ equivalent)

2.1.4 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ (Carbon Footprint)

Carbon Footprint คือ ปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งก๊าซเรือนกระจกอื่นๆ โดยตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ บริการ และองค์กรแสดงผลในเชิงปริมาณคือเทียบเท่ากับศักยภาพการก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็น กิโลกรัม (kgCO₂ equivalent) หรือ ตัน (TonsCO₂ equivalent) จึงใช้เป็นเครื่องมือในการวัดผลการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก Carbon Footprint สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. Carbon Footprint ของมนุษย์ เป็น Carbon Footprint ที่เกี่ยวกับกิจกรรมในชีวิตประจำวันไม่ว่าจะเป็นการเดินทางการใช้ชีวิตที่บ้านและที่ทำงานแม้กระทั่งการรับประทานอาหารทั้งนี้กิจกรรมต่างๆมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งสิ้นโดยค่าเฉลี่ยของประเทศไทยในปัจจุบันมีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอยู่ที่ 5.3-5.5ตันคาร์บอน/คน/ปี

2. Carbon Footprint ของผลิตภัณฑ์ (Carbon Footprint of Products) เป็นการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากผลิตภัณฑ์แต่ละหน่วย ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ การขนส่ง การประกอบชิ้นส่วน การใช้งาน จนถึงการจัดการซากผลิตภัณฑ์หลังใช้งาน โดยคำนวณออกมาในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂eq)

3. Carbon Footprint ขององค์กร (Carbon Footprint of Organizations) เป็นปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกมาจากกิจกรรมขององค์กรหรือหน่วยงานต่าง ๆ เช่น โรงพยาบาล โรงเรียน เป็นต้น ไม่ว่าจะเป็นการปล่อยโดยตรงจากกิจกรรมขององค์กร หรือการปล่อยทางอ้อม เช่น การใช้ไฟฟ้าในองค์กรการปล่อยจากกระบวนการในสายซัพพลายเชน เป็นต้น โดยจะมีการนำปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยทั้งหมดมาคำนวณเพื่อให้ได้ Carbon Footprint ขององค์กรในรูปของน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

(2) แนวทางการคำนวณ ค่า Carbon Footprint จากกิจกรรมขององค์กร หรือสถานบริการการสาธารณสุข ที่ระบุไว้ใน Greenhouse Gases Protocol (GHG Protocol) สามารถแบ่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

(Greenhouse Gas Emission) ได้ 3 กลุ่ม คือ

1) Direct Emission (Scope1) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงจากการดำเนินกิจกรรมที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือควบคุมอยู่ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงในเตาเผา หม้อไอน้ำ เครื่องจักรขององค์กร การ

2) Indirect Emission (Scope 2) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งอื่นที่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุม ได้แก่ การใช้กระแสไฟฟ้าซึ่งองค์กรต้องซื้อจากผู้ผลิตกระแสไฟฟ้า

3) Indirect Emission (Scope 3) เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดเนื่องมาจากกิจกรรมขององค์กรแต่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุม เป็นส่วนนอกเหนือจาก scope 1 และ scope 2 เช่น จากการซื้อสินค้า และ บริการจากผู้ประกอบการใช้พาหนะเดินทางหรือขนส่งของหน่วยงานอื่น การจ้างหน่วยงานอื่นให้นำขยะและของเสียไปกำจัด การจ้างเหมาบริการต่างๆดังนั้น ในการดำเนินงานเพื่อลดภาวะโลกร้อนของสถานบริการสาธารณสุข จึงต้องเริ่มต้นโดยการสำรวจแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในสถานบริการสาธารณสุขและเก็บรวบรวมข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จำเป็น เพื่อใช้ในการคำนวณหาค่า Carbon Footprint ใน 2 ส่วน ได้แก่

1. ข้อมูลสถานบริการสาธารณสุข (activity data) ในส่วนของข้อมูลปฐมภูมิหรือข้อมูลทุติยภูมิที่จะต้องมีการแสดงในหน่วยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น ค่าพลังงานไฟฟ้า แสดงหน่วยเป็น กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง (kWh)หรือน้ำหนักของของเสียแสดงหน่วยเป็นกิโลกรัม (Kg) หรือ ตัน (Ton) เป็นต้น

2. ข้อมูล emission factor มีความจำเพาะกับกิจกรรมที่ทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจก และมีหลายหน่วยงานกำหนดไว้ ซึ่งต้องมีการเลือกใช้ให้เหมาะสม

สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

$$\text{CO2 emission} = \text{Activity Data} \times \text{Emission factor (กรมอนามัย 2553)}$$

ภาพประกอบ 1 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

Activity data เป็นข้อมูลกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก Emission factor เป็นค่าคงที่ที่ใช้เปลี่ยน Activity data ให้เป็นค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการคำนวณหาค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกนั้นข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิต้องถูกแปลง ให้อยู่ในรูปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือน กระจก โดยนำมาคูณกับ emission factor ของประเภทวัสดุ พลังงาน หรือกระบวนการนั้นๆและแปลงค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกนั้นให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดย

การนำ คูณกับค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนของก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดค่าศักยภาพในการทำให้เกิดโลกร้อน (Global Warming Potential: GWP) การปล่อยก๊าซเรือนกระจกหรือศักยภาพในการทำให้โลกร้อนประเมินได้จากการวัดหรือการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดที่เกิดขึ้นจริง และแปลงค่าให้อยู่ในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้ค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนในรอบ 100 ปี ของ IPCC (GWP100) ที่เป็ค่าล่าสุดเป็นเกณฑ์ ตัวอย่าง ก๊าซมีเทนมีค่า (GWP100) เท่ากับ 25หมายความว่าก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัมมีศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 25 กิโลกรัมดังนั้นการปล่อยก๊าซมีเทน 1 กิโลกรัม คิดเป็นศักยภาพในการทำให้โลกร้อนเท่ากับ 25 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เป็นต้นการแสดงผล การแสดงปริมาณ Carbon Footprint สำหรับค่าCarbon Footprint บนผลิตภัณฑ์ ควรแสดงด้วยตัวเลข 3 ตัว (Three significant number) เช่น 2.15g , 150 kg เป็นต้น และค่า Carbon Footprintขององค์กร แสดงเป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี เช่น 50 kgCO₂e, 20 tCO₂e ประเทศไทยมีการจัดตั้งองค์กรการบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) (อบก.) เพื่อเป็นศูนย์กลางข้อมูล การดำเนินงานด้านก๊าซเรือนกระจก และประสานความร่วมมือระหว่างภาครัฐและ ภาคเอกชนและ องค์กรระหว่างประเทศอบก.ได้ส่งเสริมการแสดงสัญลักษณ์คาร์บอนฟุตพริ้น บนผลิตภัณฑ์เพื่อบ่งบอกถึงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ปล่อยสู่บรรยากาศ ตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle) สอดคล้องตามข้อกำหนดมาตรฐาน PAS 2050 : 2008 ตั้งแต่กระบวนการจัดหา วัตถุดิบ การผลิต การขนส่ง การใช้งาน และการกำจัดของเสียโดยคำนวณออกมาในรูปของก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าเทียบเท่า (CO₂equivalent) PAS 2050 อธิบายข้อกำหนดเฉพาะใน การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้น โดยอาศัยเทคนิค “การประเมินวัฏจักรชีวิต” (Life Cycle Assessment, LCA) ตามมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14040 และ 14044 ก๊าซเรือนกระจกแต่ละชนิดมี ศักดิ์ภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน (Global warming potential หรือ GWP) ไม่เท่ากัน ดังนั้นในการคำนวณเพื่อหาคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า นั้น PAS 2050 ได้กำหนดให้ใช้ตาม IPCC 2007 มีก๊าซเรือนกระจกมากกว่า 60 ชนิด

ตาราง 2 ศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆ

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	25
Nitrous oxide	N ₂ O	298
<i>Substances controlled by Montreal Protocol/298</i>		
CFC-11	CCl ₃ F	4,750
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10,900
CFC-13	CCIF ₃	14,400
CFC-113	CCl ₂ FCCIF ₂	6,130
CFC-114	CCIF ₂ CCIF ₂	10,000
CFC-115	CCIF ₂ CF ₂	7,370
Halon-1301	CB _r F ₃	7,140
Halon-1211	CB _r F ₃	1,890
Halon-2402	CB _r F ₂ CB _r F ₂	1,640
Carbon tetrachloride	CCl ₄	1,400
Methyl bromide	CH ₃ Br	5
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	146
HCFC-22	CHClF ₂	1,810
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	77
HCFC-124	CHClF CF ₃	609
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	725
HCFC-142b	CH ₃ CCIF ₂	2,310
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	122
HCFC-225cb	CHClF CF ₂ CCIF ₂	595

ตาราง 2 (ต่อ)

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
<i>Hydro fluorocarbons</i>		
HFC-23	CHF_3	14,800
HFC-32	CH_2F_3	675
HFC-125	CHF_2CF_2	3,500
HFC-143a	CH_2FCF_2	1,430
HFC-152a	CH_3CF_3	4,470
HFC-227ea	CH_3CHF_3	124
HFC-236fa	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	3,220
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	9,810
HFC-365mfa	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$	1,030
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2$	794
<i>Per Fluorocarbons compounds</i>		
Sulfur hexafluoride	SF_6	22,800
Nitrogen trifluoride	NF_3	17,200
PFC-14	CF_4	7,390
PFC-116	C_2F_6	12,200
PFC-218	C_3F_8	8,830
PFC-318	$\text{c-C}_4\text{F}_8$	10,300
PFC-3-1-10	C_4F_{10}	8,860
PFC-4-1-12	C_5F_{12}	9,160
PFC-5-1-14	C_6F_{14}	9,300
PFC-9-1-14	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7,500
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF_5CF_3	17,700

ตาราง 2 (ต่อ)

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
<i>Fluorinated ethers</i>		
HFE-125	CHF_2OCF_3	14,900
HFE-134	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$	6,320
HFE-143a	CH_3OCF_3	756
HCFE-235da2	$\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$	350
HFE-245cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	708
HFE-245fa2	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	650
HFE-254cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	359
HFE-347mcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	575
HFE-347pcf2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	580
HFE-356pcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$	110
HFE-499sf2(HFE-7100)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OCF}_3$	297
HFE-599sf2(HFE-7200)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$	59
HFE-43-10-pcc124(H-Galden1040x)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$	1,870
HFE-236ca13(HG-10)	$\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$	2,800
HFE-338pcc13(HG-01)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{OCHF}_2$	150
Perfluoropolyethers		10,300
PFPME	$\text{CF}_3\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OCF}_3$	1
<i>Hydrocarbons and other compounds-direct effects</i>		
Dimethylether	CH_3OCH_3	1
Methylene chloride	CH_2Cl_2	8.7
Methyl chloride	CH_3Cl	13

ตัวอย่างการคำนวณค่า Carbon Footprint(ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจก)ของสถานบริการการสาธารณสุขโรงพยาบาล ก. มีขยะทั้งหมด 100,000 กก./ปี ไม่มีการคัดแยกขยะ แต่กำจัดโดยให้เทศบาลมารับไปฝังกลบที่บ่อขยะซึ่งอยู่ห่างไป5กม. การจัดการมูลฝอยของโรงพยาบาล ก. นี้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ

CO₂ emission = Activity Data X Emission factor

CO₂ emission = CO₂ emission การฝังกลบ + CO₂ emission การเดินทางขนส่งขยะไปฝังกลบ

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ emission} &= (100,000 \text{ กก.} \times 0.8421 \text{ กก. CO}_2\text{e/กก.}) + \\ &\quad (100,000 \text{ กก.} \times 5 \times 0.0494 \text{ กก. CO}_2\text{e/ตัน-กม.}/1000\text{กม.}) \\ &= 84.21 \text{ กก. CO}_2\text{e} + 24.7 \text{ กก. CO}_2\text{e} \\ &= 84.2347 \text{ กก. CO}_2\text{e} = 84.2 \text{ ตัน CO}_2\text{e}\end{aligned}$$

โรงพยาบาล ก. มีการคัดแยกขยะอินทรีย์ ออกและนำไปทำปุ๋ยหมัก 20,000 กก.
โรงพยาบาล ก. จะปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{CO}_2 \text{ emission} &= \text{CO}_2 \text{ emission การฝังกลบ} + \text{CO}_2 \text{ emission การเดินทางขนส่งขยะไปฝังกลบ} + \\ &\quad \text{CO}_2 \text{ emission การทำปุ๋ยหมัก} \\ \text{CO}_2 \text{ emission} &= (80,000 \text{ กก.} \times 0.8421 \text{ กก. CO}_2\text{e /กก.}) + \\ &\quad (80,000 \text{ กก.} \times 5 \times 0.0494 \text{ กก. CO}_2\text{e /ตัน-กม.}/1000\text{กม.}) + \\ &\quad (20,000 \text{ กก.} \times 0.84 \text{ กก. CO}_2\text{e /กก.}) + (20,000 \text{ กก.} \times 0.093 \text{ กก. CO}_2\text{e /กก.}) \\ &= 67.388 \text{ กก. CO}_2\text{e} + 3.540 \text{ กก. CO}_2\text{e} \\ &= 70.928 \text{ กก. CO}_2\text{e} = 70.9 \text{ ตัน CO}_2\text{e}\end{aligned}$$

จากข้อมูล เมื่อโรงพยาบาล ก. คัดแยกขยะอินทรีย์ออกจากขยะทั่วไป จะสามารถลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้ถึง 13.306 ตัน CO₂e และสามารถนำปุ๋ยหมักที่ได้มาใช้ปลูกต้นไม้ ช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีดังนั้นการกำหนดกิจกรรมในการลดก๊าซเรือนกระจกโดยการนำค่า CarbonFootprintมาเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจเลือกมาตรการที่เหมาะสม และการลำดับในการดำเนินงานก่อน-หลัง จึงเป็นสิ่งสำคัญ

2.2 แนวคิดการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (WRI, 2004) ดำเนินการ 5 ขั้นตอน ดังนี้

2.2.1 ระบุแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกขององค์กรทั้งทางตรงและทางอ้อม

การจัดหมวดหมู่แหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่อยู่ภายในขอบเขตขององค์กรการปล่อยก๊าซเรือนกระจกส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นจากแหล่งต่อไปนี้ Stationary combustion เช่น หม้อไอน้ำ เตาเผา เครื่องทา ความร้อน, Mobile combustion การเผาไหม้ในอุปกรณ์การขนส่ง เช่น รถยนต์ เครื่องบิน, เรือ, การปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการผลิต การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกระบวนการทางกายภาพและกระบวนการทางเคมี เช่น การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในการผลิตปูนซีเมนต์, การปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการแตกตัวของตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาโดยเจตนาและไม่เจตนา เช่นการรั่วไหลของอุปกรณ์จากข้อต่อระบบบำบัดน้ำเสีย cooling towers เป็นต้น

องค์กรทุกองค์กรมีผลิตภัณฑ์หรือบริการที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งทางตรงและทางอ้อมหนึ่งหรือสองประเภทที่กล่าวมาข้างต้นระบุการปล่อยขอบเขต1ชั้นแรกองค์กรต้องหาแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่กล่าวมาทั้ง4ประเภทด้านบนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในกระบวนการมักจะมีเฉพาะกับภาคอุตสาหกรรมบาง อย่าง เช่น น้ำมัน ก๊าซ อะลูมิเนียม ปูน เป็นต้นระบุการปล่อยขอบเขต2ชั้นสองการระบุแหล่งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มาจากการปล่อยทางอ้อมจากการบริโภคของการซื้อไฟฟ้า ความร้อน หรือไอน้ำ เป็นต้นระบุการปล่อยขอบเขต3 ขั้นตอนนี้เป็นเรื่องที่องค์กรจะรายงานหรือไม่ก็ได้ ขอบเขต 3 จะเกี่ยวข้องกับ การปล่อยทางอ้อมอื่นๆเช่นการขนส่งวัตถุดิบ/สินค้าและผลิตภัณฑ์,พนักงานเดินทางไปและกลับการทำงานและการเดินทางติดต่อธุรกิจโดยพนักงาน เป็นต้น

2.2.2 เลือกวิธีการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่เหมาะสมกับองค์กร

การวัดโดยตรงจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยการตรวจสอบ ความเข้มข้นและอัตราการไหลบ่อยครั้งการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอาจจะ คำนวณอยู่บนพื้นฐานของสมมูลมวลหรือพื้นฐานทางสถิติที่เฉพาะเจาะจงไปยังสถานที่หรือกระบวนการ แต่วิธีที่พบมากที่สุดสำหรับการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคือการคำนวณผ่านการประยุกต์ใช้ปัจจัยการปล่อย (Emission factor)

การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกใน ISO 14064-1 มีการแปลงเป็นข้อมูลกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมี 2 แบบดังนี้

2.2.2.1 การเปลี่ยนข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดย

$$\text{GHG emission or removals} = (\text{activity data}) \times (\text{emission factor})$$

2.2.2.2 การเปลี่ยนข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยใช้ค่า GWP ของก๊าซเรือนกระจกที่ระบุไว้ในหน่วยตันเทียบเท่าคาร์บอนไดออกไซด์

$$\text{CO}_2 \text{ equivalent emission} = \sum [\text{Emissions gas} \times \text{GWP gas}]$$

2.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลและเลือกปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เหมาะสม

องค์กรมีทั้งขนาดเล็ก ขนาดกลางและขนาดใหญ่ การเก็บรวบรวมข้อมูล ขอบเขต 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่จะคำนวณขึ้นอยู่กับปริมาณที่สั่งซื้อพลังงานเชิงพาณิชย์ (เช่น ก๊าซธรรมชาติและน้ำมัน) ขอบเขต 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าจากมิเตอร์และผู้จัดการจำหน่ายเฉพาะ ท่อถิ่น ขอบเขต 3 ขอบเขตการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจะคำนวณจากข้อมูลกิจกรรม เช่น การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงหรือกิโลเมตรผู้โดยสารที่โดยสารด้วยรถโดยสารสาธารณะ

2.2.3.1 แนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล มี 2 วิธี

1. Centralized รายงานข้อมูลกิจกรรมหรือน้ำมันเชื้อเพลิงของแต่ละหน่วยงาน เช่น ปริมาณของเชื้อเพลิงที่ใช้แล้ว ไปที่ระดับองค์กรเพื่อทำการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2. Decentralized รายงานข้อมูลกิจกรรมหรือน้ำมันเชื้อเพลิง เช่น ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้แล้ว ทำการคำนวณหาการปล่อยก๊าซเรือนกระจก หลังจากนั้นจึงรายงานข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกไปยังระดับองค์กร

ความแตกต่างระหว่างสองวิธีการเหล่านี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นและความต้องการรวมทั้งลักษณะงานขององค์กร

แนวทางการเก็บข้อมูลแบบ Centralized เหมาะอย่างยิ่งสำหรับองค์กรที่มีการใช้อุปกรณ์สำนักงานหรือสิ่งอำนวยความสะดวกตามรายงานกิจกรรมนั้นๆ ถ้าพนักงานของหน่วยงานหรือแผนกสามารถคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรงไปตรงมาบนพื้นฐานของกิจกรรม

แนวทางการเก็บข้อมูลแบบ Decentralized การคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในหน่วยงานหรือแผนกจะช่วยให้ตระหนักและเข้าใจถึงปัญหามากขึ้น แต่ในการคำนวณการปล่อย

2.2.3.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ข้อมูลแบบสอบถาม (Questionnaire)
2. ข้อมูลการตรวจวัด (Measurement)
3. ข้อมูลการคำนวณ (Calculation) เช่น สมการสมดุลมวล (Mass balance), สมการสมดุลพลังงาน (Energy balance)

4. ข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Literature information)

2.2.3.3 ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor)

Emission factor เป็นตัวแปลงข้อมูลกิจกรรมให้เป็นค่ากิจกรรมการปล่อย ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมีการเผยแพร่โดยหน่วยงานต่างๆ เช่น ท้องถิ่น, รัฐ หรือ หน่วยงานของรัฐบาล ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะ เช่น ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสาหรับการผลิตไฟฟ้าที่ผลิตจากถ่านหินจะสูงกว่าการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซธรรมชาติ (Samantha Putt del Pino, Pankaj Bhatia, 2002) ปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจกยังสามารถเข้าไปสืบค้นได้ในเครื่องมือการคำนวณก๊าซเรือนกระจกของโปรโตคอล ที่ <http://www.ghgprotocol.org> ปัจจัยการปล่อยจะมีการปรับปรุงอยู่เสมอเพื่อสะท้อนให้เห็นข้อมูลใหม่ๆ

2.2.3.4 แนวทางการเก็บข้อมูล

1. พลังงาน การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมการใช้ไฟฟ้า ประกอบไปด้วย (แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553)

2. การปล่อย ณ แหล่งที่มีการใช้พลังงาน (การปล่อยก๊าซเรือนกระจก อันเนื่องมาจากการเผาถ่านหินและก๊าซธรรมชาติ)

3. การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการจัดหาพลังงาน ประกอบด้วย

- การผลิตกระแสไฟฟ้าและความร้อน
- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากเชื้อเพลิงสำหรับการขนส่ง

การขนส่ง

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากต้นน้ำ (เหมืองแร่และการขนส่งเชื้อเพลิงไปยังแหล่งผลิตกระแสไฟฟ้าหรือเตาเผาอื่นๆ) รวมถึงกระบวนการนำ มาให้ได้ชีวมวลเพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกถึงปลายน้ำ (การบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต)

- การขนส่ง การประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการขนส่งโดยใช้วิธีการใดวิธีการหนึ่ง โดยเรียงลำดับวิธีการที่ต้องใช้คำนวณก่อน (แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์, 2553) ดังนี้

- ข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขนส่ง คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามชนิดเชื้อเพลิงที่ใช้

- ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลปริมาณเชื้อเพลิง ให้ใช้ค่าเฉลี่ย ของระยะทางคูณด้วยปริมาณสินค้าที่บรรทุก จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามประเภทที่ใช้ขนส่ง

- การขนส่งโดยใช้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นคือมีระยะทางการขนส่งเป็น 700 กิโลเมตร (กรุงเทพฯ - เชียงใหม่) พิจารณาทั้งเที่ยวไปและเที่ยวกลับ (เที่ยวไปคิดเป็นการขนส่งผลิตภัณฑ์เป้าหมายทั้งหมดส่วนขากลับคิดเดินทางกลับด้วยรถเปล่า) จากนั้นจึงนำมาคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ของรถบรรทุก

2.2.3.5 ระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิก (Aerobic wastewater treatment) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอโรบิกเป็นกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยแบคทีเรียที่ต้องการออกซิเจนในการทำงานเมื่อสิ้นสุดปฏิกิริยาได้น้ำ และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์จากการบำบัดน้ำเสีย

2. ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ (Anaerobic wastewater treatment) ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศเป็นกระบวนการที่แบคทีเรียกำจัดสารอินทรีย์ในสภาวะขาดออกซิเจนคุณลักษณะที่สำคัญของการย่อยแบบไม่ใช้ออกซิเจนคือการผลิตของก๊าซชีวภาพซึ่งสามารถนำมาใช้ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับการผลิตไฟฟ้าหรือหม้อไอน้ำปฏิกิริยาของการย่อยอาหารแบบไม่ใช้ออกซิเจน

2.2.3.6 การฝังกลบมูลฝอย

การฝังกลบให้ใช้ตามข้อมูลปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกจากการกองขยะแบบดิน (tCO₂e ต่อตันมูลฝอย) ของ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – Volume 5: Waste ดังตารางที่ 3 สำหรับวัสดุอื่นๆ และเมืองประกอบของคาร์บอนให้ใช้ค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเท่ากับ 2.32 tCO₂e/ตันมูลฝอย หากเป็นวัสดุที่ไม่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบให้คิดเป็นศูนย์ ในกรณีที่โรงงานมีระบบการกำจัดของเสียการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกให้ใช้ข้อมูลตามวิธีการกาจัดมูลฝอย (อบก, 2553)

2.2.4 การใช้เครื่องมือในการคำนวณมี 2 ประเภทหลัก

2.2.4.1 Cross - sector เป็นเครื่องมือที่สามารถนำไปใช้กับภาคธุรกิจต่างๆ รวมถึงการเผาไหม้แบบ stationary, การเผาไหม้แบบ mobile, HFCs ที่ใช้ทำความเย็นในเครื่องปรับอากาศ

2.2.4.2 Sector – specific เป็นเครื่องมือเฉพาะที่ออกแบบมาเพื่อการคำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเฉพาะภาค เช่น อะลูมิเนียม เหล็ก ซีเมนต์ เป็นต้น

องค์กรส่วนใหญ่จะต้องใช้เครื่องมือการคำนวณมากกว่าหนึ่งเพื่อให้ครอบคลุมแหล่งที่มาของก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด

2.2.5 การรายงานข้อมูลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

รายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกขององค์กรที่มีความน่าเชื่อถือจะต้องรวบรวมและสรุปข้อมูลหลายที่เกี่ยวข้องอย่างสมบูรณ์ ถูกต้องและโปร่งใส ควรมีการวางแผนอย่างรอบคอบเพื่อลดภาระการทำงาน ลดความเสี่ยงจากข้อผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ในขณะที่รวบรวมข้อมูลควรตรวจสอบให้แน่ใจ องค์กรจะทำรายงานการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยเครื่องมือและกระบวนการรายงานที่มีอยู่ เครื่องมือและกระบวนการที่เลือกใช้ในการรายงานข้อมูลจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นฐานสารสนเทศและการสื่อสารที่ได้กำหนดไว้แล้ว

สิ่งสำคัญประการหนึ่งคือหลักการของการทำบัญชีและรายงานก๊าซเรือนกระจกนั้นต้องนำมาเป็นพื้นฐานของการดำเนินงานเพื่อให้การดำเนินงานและการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีความน่าเชื่อถือ มีความถูกต้อง และมีการประเมินอย่างเป็นระบบ โดยนาหลักการของ GHG Protocol มาเป็นพื้นฐานดังนี้

Relevance การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกนั้นต้องสะท้อนถึงก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปล่อยออกมาจากกิจกรรมที่องค์กรปฏิบัติอยู่อย่างเหมาะสมและสะท้อนถึงกิจกรรมที่อยู่ในความรับผิดชอบขององค์กร

Completeness การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะต้องครอบคลุมแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกทั้งที่ถูกปล่อยออกมาและทราบถึงกิจกรรมที่เป็นต้นทางของแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดที่อยู่ในขอบเขต ความรับผิดชอบขององค์กร

Consistency การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะต้องมีการทำอย่างเป็นระบบ ต้องมีวิธีการที่สามารถอ้างอิงได้ในกรณีต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการกำหนดขอบเขตความรับผิดชอบ การระบุขอบเขตของกิจกรรม การวิเคราะห์ข้อมูล การคำนวณข้อมูล การเปลี่ยนแปลงของข้อมูล จะต้องมีการอธิบายหรือเปิดเผยอย่างชัดเจน

Transparency การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะต้องมีการบันทึกและมีดำเนินการอย่างโปร่งใส สามารถบอกถึงที่มาของข้อมูล วิธีการเก็บข้อมูล การกำหนดขอบเขตความเป็นมาของการประเมิน การกำหนดค่าต่างๆ การวิเคราะห์ต่างๆ เพื่อใช้ในการตรวจสอบในอนาคต

Accuracy การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จะต้องมีความถูกต้องในการวิเคราะห์ และไม่มีการประมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ต่ำหรือที่สูงกว่าความเป็นจริง ทำให้การทำบัญชีก๊าซเรือนกระจกสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างน่าเชื่อถือ

2.3 การจัดการขยะตามแนวทางการสุขาภิบาลอย่างยั่งยืน

การสุขาภิบาลอย่างยั่งยืน (Sustainable Sanitation) มีเป้าหมาย คือ การป้องกันโรคและส่งเสริมสุขภาพอนามัยของมนุษย์ ด้วยการทำให้สิ่งแวดล้อมสะอาดและตัดวงจรของโรค ตามมาตรฐานด้านสุขอนามัยที่เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า ประหยัด ทั้งน้ำ พลังงานและคงความอุดมสมบูรณ์ของดินประชาชนยอมรับ และเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับท้องถิ่น รักษาสภาพแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติดังนั้นการจัดการของเสีย ตามหลักการของการจัดการสุขาภิบาลยั่งยืนจึงเน้นให้มีการหมุนเวียนสารอาหารของพืชน้ำและการนำของเสียครัวเรือนได้แก่ เช่น ขยะมูลฝอย น้ำเสีย และสิ่งปฏิกูล กลับมาใช้ใหม่

2.3.1 ลักษณะ ชนิด ประเภทขยะมูลฝอย สามารถแบ่งมูลฝอยได้เป็น 3 ประเภทคือ

2.3.1.1 มูลฝอยทั่วไป ประกอบด้วย

1. มูลฝอยประเภทย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร เศษผัก ผลไม้ เป็นต้น
2. มูลฝอยสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่น แก้ว กระดาษ

พลาสติก โลหะ อลูมิเนียม ฯลฯ

3. มูลฝอยอื่นๆ ที่ต้องกำจัด ได้แก่ มูลฝอยที่กำจัดยาก ไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ได้ เช่นถุงพลาสติก ขอบะหมี่ ฯลฯ

- มูลฝอยอันตรายจากบ้านเรือน ชุมชน เช่น หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์
- มูลฝอยติดเชื้อ เป็นมูลฝอยที่เกิดจากการให้บริการทางการแพทย์

2.3.2 การลดปริมาณ/คัดแยก และการนำมูลฝอยกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

ในปัจจุบันองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นเป็นผู้รับภาระนำมูลฝอยไปกำจัด ซึ่งมีเพียงส่วนน้อยที่ทำการวิธีฝัง กลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล ส่วนใหญ่ใช้การเทกองกลางแจ้ง ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมสุขภาพอนามัยของประชาชนในบริเวณใกล้เคียง การจัดการมูลฝอยให้ถูกต้องต่อสุขลักษณะ ในแต่ละขั้นตอนการจัดการนับเป็นสิ่งสำคัญและมีความจำเป็นต่อ ระบบการจัดการมูลฝอย เพราะไม่เพียงแต่สามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อโรคจากมูลฝอย อันทำให้เกิดผล กระทบต่อสุขภาพอนามัยประชาชนแล้วยังทำให้สิ่งแวดล้อมน่าอยู่ มีความสะอาด ส่งผลต่อทัศนียภาพ ทำให้เกิด สุขภาวะ ขึ้นในสังคม ชุมชนนั้นๆ การคัดแยกมูลฝอยและการเก็บรวบรวมมูลฝอยนับเป็นขั้นตอนหรือกระบวนการที่สำคัญในการจัดการมูลฝอย เนื่องจากในปัจจุบันชุมชนต่าง ๆ มีการผลิตมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นทั้งในด้านปริมาณและ ประเภทของมูลฝอย มีการใช้วัสดุในการผลิตบรรจุภัณฑ์ที่กำจัดยาก การจัดหาพื้นที่สำหรับกำจัดมูลฝอยด้วยวิธีการเผา การฝังกลบ หาได้ยากมากขึ้น ที่ดินมีราคาแพงและได้รับการต่อต้านจากประชาชนในบริเวณใกล้เคียง ดังนั้นมาตรการหรือวิธีการจัดการมูลฝอยที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมที่สุดต่อสภาพในปัจจุบันจึงควรมุ่งเน้นไปที่ การลดปริมาณ/การคัดแยกมูลฝอยด้วยหลักการ 3 Rs

หลักการ 3 Rs (Reduce Reuse and Recycle: 3Rs)

1 R - Reduce หมายถึงลดการใช้ลดปริมาณการใช้วัสดุสิ่งของทรัพยากรต่างๆ ให้น้อยลง ใช้อย่างประหยัดและรู้คุณค่าหรือใช้เท่าที่จำเป็น เลือกใช้วัสดุที่ได้จากธรรมชาติ เช่น การใช้ใบตอง ห่อขนมทดแทนการใช้กล่องโฟม หรือพลาสติก

- ปฏิเสธ (Reject) หรือหลีกเลี่ยงสิ่งของหรือบรรจุภัณฑ์ที่จะสร้างปัญหาขยะ เช่น การใช้ถุงผ้าแทนถุงพลาสติก รวมทั้งเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

- เลือกใช้สินค้าที่สามารถส่งคืนบรรจุภัณฑ์สู่ผู้ผลิตได้ (Return)

2 R - Reuse หมายถึงนำกลับมาใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำหลายๆ ครั้งเป็นหนึ่งในแนวทางการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่อย่างรู้คุณค่า การใช้ซ้ำเป็นการที่เรานำสิ่งต่างๆ ที่ใช้งานไปแล้วและยังสามารถใช้งานได้ กลับมาใช้อีก เป็นการลดการใช้ทรัพยากรใหม่ รวมทั้งเป็นการลดปริมาณขยะที่จะเกิดขึ้นอีกด้วย ตัวอย่างของการใช้ซ้ำ เช่น

- เลือกซื้อหรือใช้ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาให้ใช้ได้มากกว่า 1 ครั้ง เช่น แบตเตอรี่ประจุไฟฟ้าใหม่ได้

- ซ่อมแซมเครื่องใช้ และอุปกรณ์ต่างๆ (Repair) ให้สามารถใช้ประโยชน์ต่อไปได้

- บำรุงรักษาเครื่องใช้ อุปกรณ์ต่างๆ ให้สามารถใช้งานได้คงทนและยาวนานขึ้น

- นำบรรจุภัณฑ์และวัสดุเหลือใช้อื่นๆ กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เช่น การใช้ซ้ำ

ถุงพลาสติก ถุงผ้า ถุงกระดาษ และกล่องกระดาษ การใช้ซ้ำขวดน้ำดื่ม เขียวกนม และกล่องใส่ขนม

- ยืม เช่า หรือใช้สิ่งของหรือผลิตภัณฑ์ที่ใช้อยู่ครั้งร่วมกัน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร

- บริจาคหรือขายสิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ เช่น หนังสือ เสื้อผ้า เฟอร์นิเจอร์ และเครื่องมือใช้สอยอื่นๆ

- นำสิ่งของมาดัดแปลงให้ใช้ประโยชน์ได้อีก เช่น การนำยางรถยนต์มาทำเก้าอี้ การนำขวดพลาสติกมาดัดแปลงเป็นที่ใส่ของ แจกัน การนำเศษผ้ามาทำเป้เล่นนอน เป็นต้น

- ใช้ซ้ำวัสดุสำนักงาน เช่น การใช้กระดาษทั้งสองหน้า เป็นต้น

3 R - Recycle หมายถึง การนำหรือเลือกใช้ทรัพยากรที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลหรือนำกลับมาใช้ใหม่เป็นการนำวัสดุต่างๆ อย่างเช่น กระดาษ แก้ว พลาสติก เหล็ก อะลูมิเนียม ฯลฯ มาแปรรูปโดยกรรมวิธีต่างๆ เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งนอกจากจะเป็นการลดปริมาณมูลฝอยแล้ว ยังเป็นการลดการใช้พลังงานและลดมลพิษที่เกิดกับสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำได้โดย

- คัดแยกวัสดุรีไซเคิลแต่ละประเภท ได้แก่ แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ/อลูมิเนียม เพื่อให้

ง่ายต่อการนำไปรีไซเคิล

- นำไปขาย/บริจาค/นำเข้าธนาคารมูลฝอย/กิจกรรมมูลฝอยแลกไข่ เพื่อเข้าสู่วงจรของการนำกลับรีไซเคิล

2.3.3 การหมักของเสียเพื่อผลิตแก๊สชีวภาพ

2.3.3.1 แก๊สชีวภาพ หรือไบโอแก๊ส คือ แก๊สที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จากการย่อยสลายอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ภายใต้ สภาวะ ที่ปราศจากออกซิเจน แก๊สชีวภาพประกอบด้วยแก๊สหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน ประมาณ ร้อยละ 50-80 และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ ร้อยละ 5-20 ส่วนที่เหลือเป็นแก๊สชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจนออกซิเจน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไนโตรเจน และไอน้ำ จึงนำแก๊สที่มีมีเทนจำนวนมากนี้มาใช้เป็นพลังงานทดแทน

2.3.3.2 ขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์สภาวะปราศจากออกซิเจน

ขบวนการย่อยสลายประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ เช่น ไขมัน แป้ง และโปรตีน ซึ่งอยู่ในรูปสารละลายจนกลายเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (volatile acids) โดยจุลินทรีย์กลุ่มสร้างกรด (acid-producing bacteria) และขั้นตอนการเปลี่ยนกรดอินทรีย์ให้เป็นแก๊สมีเทน แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์โดย จุลินทรีย์กลุ่มสร้างมีเทน (methane-producing bacteria)

2.3.3.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตแก๊สชีวภาพ

1. อุณหภูมิ (Temperature) การย่อยสลายอินทรีย์และการผลิตแก๊สในสภาพปราศจากออกซิเจนสามารถเกิดขึ้นในช่วงอุณหภูมิที่กว้างมากตั้งแต่ 4-60 องศาเซลเซียสขึ้นอยู่กับชนิดของกลุ่มจุลินทรีย์ 2. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความเป็นกรด-ด่าง มีความสำคัญต่อการหมักมาก ช่วง pH ที่เหมาะสมอยู่ในระดับ 6.6-7.5 ถ้า pH ต่ำเกินไปจะเป็นอันตรายต่อแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทน

3. ความเป็นกรด-ด่าง (Alkalinity) หมายถึง ความสามารถในการรักษาระดับความเป็นกรดเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการหมักซึ่งมีค่าประมาณ 1,000-5,000 มิลลิกรัม/ลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)

4. สารอาหาร (Nutrients) สารอินทรีย์ซึ่งมีความเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ มีรายงานการศึกษาพบว่า มีสารอาหารในสัดส่วน C:N และ C:P ในอัตรา 25:1 และ 20:1 ตามลำดับ ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่เหมาะสม

5. สารยับยั้งและสารพิษ (Inhibiting and Toxic Materials) เช่น กรดไขมันระเหยได้ ไฮโดรเจนหรือแอมโมเนีย สามารถทำให้ขบวนการย่อยสลายในสภาพไร้ออกซิเจนหยุดชะงักได้

6. สารอินทรีย์และลักษณะของสารอินทรีย์สำหรับขบวนการย่อยสลาย ซึ่งมีความแตกต่างกันไป

2.3.3.4 ชนิดและแบบของบ่อหมักแก๊สชีวภาพ (Biogas Plant)

แบ่งตามลักษณะการทำงาน ของเสียที่เป็นวัตถุดิบ และประสิทธิภาพการทำงานได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

1. บ่อหมักช้า หรือบ่อหมักของแข็ง บ่อหมักช้าที่มีการสร้างใช้ประโยชน์และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป มี 3 แบบหลักคือ

- แบบโดม (fixed dome digester)
- แบบฝาครอบลอย(floating drum digester)
- แบบพลาสติกคลุมราง (plastic covered ditch)

2. บ่อหมักเร็ว หรือบ่อบำบัดน้ำเสีย แบ่งได้เป็น 2 แบบหลัก คือ

- แบบบรรจุตัวกลางในสภาพไร้ออกซิเจน (Anaerobic Filter)
- แบบยูเอเอสบี (UASB หรือ Upflow Anaerobic Sludge Blanket)

2.3.3.5 อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพจากการหมัก

เศษอาหาร 1 กิโลกรัมสามารถหมักได้เป็นก๊าซชีวภาพประมาณ 60 ลิตร ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อน 21 เมกกะจูล หรือเทียบได้กับพลังงาน เชื้อเพลิงต่างๆดังนี้

- ก๊าซหุงต้ม (LPG) 0.46 กิโลกรัม
- น้ำมันเตา 0.55 ลิตร
- ดีเซล 0.60 ลิตร
- ไฟฟ้า 1.40 กิโลวัตต์ชั่วโมง(kWh หรือยูนิต)

2.3.3.6 ประโยชน์ของบ่อแก๊สชีวภาพ

1. ด้านพลังงาน เมื่อพิจารณาถึงด้านเศรษฐกิจแล้ว การลงทุนผลิตแก๊สชีวภาพจะลงทุนต่ำกว่าการผลิตเชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ สามารถนำมาใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่น ๆ เช่น ฟืน ถ่าน น้ำมัน แก๊สหุงต้ม และไฟฟ้า แก๊สชีวภาพจำนวน 1 ลูกบาศก์เมตรสามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

- ถ้าใช้กับครอบครัวขนาด 4 คน สามารถหุงต้มได้ 3 มื้อ
- ใช้กับตะเกียงแก๊สขนาด 60-100 วัตต์ ลูกใหม่ได้ 5-6 ชั่วโมง
- ผลิตกระแสไฟฟ้า 1.25 กิโลวัตต์
- ใช้กับเครื่องยนต์ 2 แรงม้า ได้นาน 1 ชั่วโมง

2. ด้านปรับปรุงสภาพแวดล้อม โดยการนำเศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะจากสัตว์ มูลสัตว์ มาหมักในบ่อแก๊สชีวภาพ เป็นการนำของเสียมาผลิตพลังงานและปุ๋ย ที่สำคัญเป็นการลดแหล่งแพร่พันธุ์ของสัตว์และแมลงพาหะนำโรคด้วย

3. ด้านการเกษตร การทำเป็นปุ๋ย กากที่ได้จากการหมักแก๊สชีวภาพเราสามารถนำไปใช้เป็น ปุ๋ยได้ดีกว่ามูลสัตว์สด ๆ และปุ๋ยคอก ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมักจะมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในของเสียทำให้พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

2.3.3.7 ขั้นตอนการสร้างบ่อหมักแก๊สชีวภาพ

1. การเลือกสถานที่ การเลือกสถานที่นั้น ควรอยู่ในที่มีแสงสว่างส่องถึง เพราะจะทำให้ระบบการหมักทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรเลือกสร้างที่ดอน น้ำท่วมไม่ถึง มีระดับน้ำใต้ดินลึก

2. การเลือกแบบบ่อหมักแก๊สชีวภาพการพัฒนาแบบการสร้างบ่อแก๊สชีวภาพให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละพื้นที่ โดยยึดหลัก สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย ง่ายแก่การปฏิบัติ มีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับการใช้

พลังงานประจำวัน ต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ

- 1) สถานที่ที่จะสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ
- 2) ขนาดของบ่อหมัก
- 3) ลักษณะของแบบ หรือรูปทรงของบ่อที่เหมาะสม
- 4) ปริมาณของเสีย เช่น เศษอาหาร อุจจาระ ปัสสาวะจากสัตว์ จำนวนสัตว์ที่เลี้ยงซึ่งจะสัมพันธ์กับมูลที่ถ่ายออกมา

- 5) เงินทุนที่ใช้ในการก่อสร้าง
- 6) ปริมาณแก๊สชีวภาพที่ต้องการใช้
- 7) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ก่อสร้างบ่อแก๊สชีวภาพ
- 8) หน่วยงานทางราชการที่ให้คำปรึกษาเฉพาะด้านที่เกี่ยวกับเรื่องแก๊สชีวภาพ

- (8) การบำรุงดูแลรักษา

หมั่นตรวจสอบ ท่อน้ำแก๊ส และพยายามทำความสะอาดที่เก็บแก๊สอยู่เสมอ

- (9) ปัญหาและวิธีแก้ไข

1. ปัญหาเรื่องทางออกของบ่อหมักอุดตัน แก้ไขโดยการเปิดบ่อ และขุดลอกกากตะกอนที่ตกค้างอย่างน้อย 3 ปีต่อ 1 ครั้ง

2. ปัญหาเรื่องท่อแก๊ส ท่อแก๊สตันเกิดจากไอน้ำที่เป็นส่วนหนึ่งของแก๊สชีวภาพ รวมตัวกันเป็นหยดน้ำ และเกิดมากขึ้น จนปิดกั้นทางเดินของแก๊ส แก้ไข โดยการทำการระบายน้ำออกเป็นระยะ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการรวบรวมข้อมูลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการประเมินผลสิ่งแวดล้อมก๊าซเรือนกระจก โดยการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเป็นกรณีศึกษาทั้งในและต่างประเทศ รวมทั้งเอกสาร ที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานต่างๆซึ่งสามารถ สรุปภาพรวมได้ดังนี้

พิธีสารเกียวโตของอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Kyoto Protocol) มีวัตถุประสงค์ที่จะลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามมาตราที่3ได้กำหนด พันธกรณีในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศภาคี โดยรวมแล้วไม่น้อยกว่า ร้อยละ 5 จากระดับการปล่อยโดยรวมของกลุ่มในปี พ.ศ. 2533 ภายในช่วง พ.ศ.2551-2555 และ มาตรา3 กำหนดชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ควบคุมภายใต้พิธีสารเกียวโต 6 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2), มีเทน (CH_4), ไนตรัสออกไซด์(NO_2), ไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs), เปอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PCFs),และ ซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์(SF_6), โดยกำหนด การลดก๊าซเหล่านี้ ให้คิดเทียบเป็นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2 equivalent) พิธีสารเกียวโตเน้นการดำเนินการใน ประเทศที่มีพันธกรณีเองเป็นหลัก ประเทศไทยให้สัตยาบันต่อพิธีสารเกียวโตแล้ว แต่อยู่ในกลุ่มที่ไม่มีพันธกรณีในการลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกแต่ ก็สามารถร่วมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้จากการดำเนินโครงการภายใต้กลไกพัฒนาที่สะอาด (CDM) ตามที่นิยามไว้ตามมาตรา 12 ของ พิธีสารเกียวโต กระทรวง ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการดำเนิน โครงการ CDM ซึ่งได้รับความเห็นชอบในหลักการจากคณะอนุกรรมการอนุสัญญา สหประชาชาติว่าด้วย การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยให้ ความสำคัญกับการดำเนินงานดังกล่าวและจะได้ จัดตั้งองค์กรพิเศษที่มีประสิทธิภาพในการ พิจารณาโครงการและส่งเสริมการดำเนินงานด้านนั้นนอกจากนี้ ยังได้ดำเนินการเสริมสร้างศักยภาพ ให้กับเจ้าหน้าที่ภาครัฐ ภาคเอกชน และองค์กรพัฒนาเอกชนอย่างต่อเนื่อง โดยร่วมมือกับองค์กร ระหว่างประเทศและประเทศต่างๆรวมทั้งสถาบันวิจัยเพื่อเสนอแนะแนวทางดำเนินด้านกลไกการ พัฒนาที่สะอาด ใน ประเทศไทย ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาที่ยั่งยืน

วีรพลและคณะ (2554) ได้ศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับสถาบัน การศึกษากรณีตัวอย่างวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่งครอบคลุม การเดินทางของบุคลากรต่างๆ ที่ใช้เชื้อเพลิงโดยองค์กร รับผิดชอบการรั่วไหลของสารทำความเย็น การเผาไหม้โดยตรง ประเภทที่สองครอบคลุมการใช้ พลังงานไฟฟ้า, ไอน้ำ และน้ำ เย็น และประเภทที่สามครอบคลุมการสั่งซื้อสินค้า เช่นกระดาษ สำนักงาน การฝังกลบขยะ การเดินทางของบุคลากรโดยที่เชื้อเพลิงไม่ได้รับผิดชอบโดยองค์กร ผล การศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อย GHGs ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมจากวิทยาลัยพลังงานและ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ในปี การศึกษา 2552 เท่ากับ 76.62 ton CO_2e ต่อปี ของทั้ง 3 ประเภทกิจกรรม โดยประเภทที่ 2 เป็นกิจกรรมที่ปล่อย GHGs สูงสุดเป็น 42.67 ton CO_2e ต่อปี

รองลงมาเป็นประเภทที่ 3 เป็น 28.20 tonCO₂e ต่อปีและประเภทที่ 1 เป็นกิจกรรมที่ปล่อย GHGs น้อยที่สุดเป็น 5.75 ton CO₂e ต่อปี

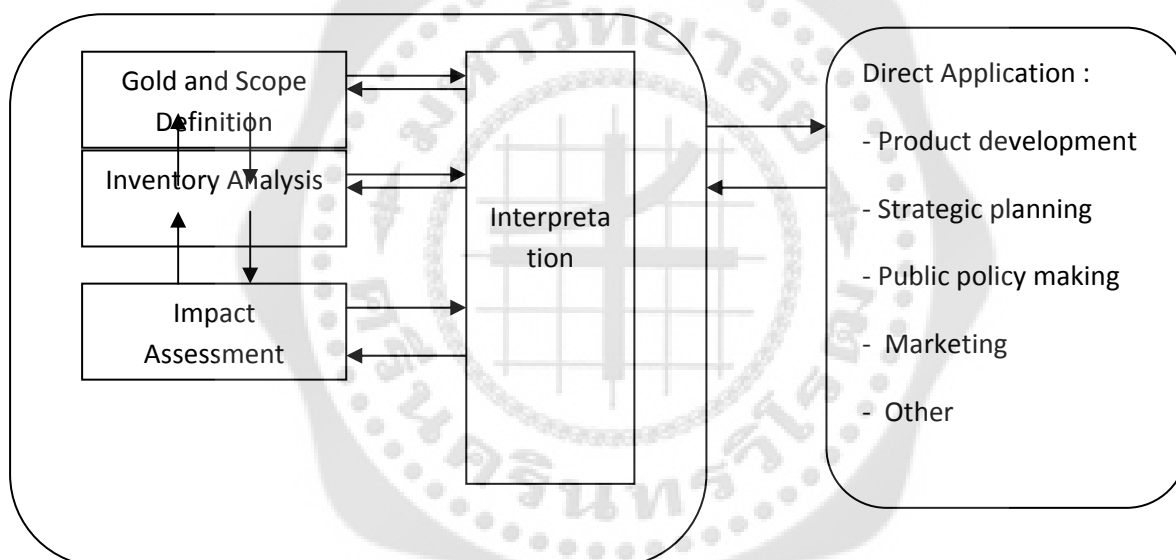
บุญจิรา (2554) ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษา โดยการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้า และกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การใช้เชื้อเพลิงในการเดินทาง การใช้วัสดุและการเกิดของเสีย วัตถุประสงค์ของการศึกษาเพื่อประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและเสนอแนะทางเลือกในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก โดยใช้การหลักการร่อยเท้าคาร์บอนเป็นเครื่องมือในการประเมิน ซึ่งผลการศึกษาพบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ถูกปลดปล่อยจากภาควิชา ในปีพ.ศ. 2552 เท่ากับ 138.6 ton CO₂e/ปีและร่อยเท้าคาร์บอนเฉลี่ยต่อคนเป็น 1.08 tonCO₂e/ปี ซึ่งพบว่าการใช้ไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดที่สำคัญที่สุดของการ ปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยคิดเป็น 85.2 ton CO₂e/ปีหรือเท่ากับร้อยละ 61.5 รองลงมาคือการขนส่ง การจัดการของเสียและการใช้วัสดุ คิดเป็น 43.3, 9.5 และ 0.6 ton CO₂e/ปี เมื่อคำนวณออกมาเป็นร้อยละต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด จะเท่ากับร้อยละ 31.3, 6.8 และ 0.4 ตามลำดับ

ธนัทและคณะ (2554) ได้ศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ประเภทได้แก่ ประเภทที่หนึ่งครอบคลุม การรั่วไหลของสารทำความเย็น การใช้เชื้อเพลิงในภาควิชาฯ ประเภทที่สองครอบคลุมการใช้พลังงานไฟฟ้าและประเภทที่สามครอบคลุมการเดินทางไปกลับและการรับประทานอาหารของนิสิตระดับปริญญาตรี การใช้น้ำ ประปา และการใช้วัสดุจาก พวก ก๊าซ ไนโตรเจนเหลวบรรจุท่อของห้องปฏิบัติการส่วนกลาง การใช้กระดาษ A4 80 แกรมและการใช้ กระดาษชำระของธุรการภาควิชาฯ เป็นต้น ผลการศึกษาพบว่าปริมาณการปล่อย GHGs ที่เกิดขึ้น จากกิจกรรมจากภาควิชาวิศวกรรมเคมีในปี การศึกษา 2553 เท่ากับ 1,036.43 ton CO₂e ต่อปี ของทั้ง3 ประเภทกิจกรรม โดยการใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ปล่อย GHGs สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 52.29 รองลงมาเป็นการเดินทางไป-กลับและการรับประทานอาหารของนิสิตระดับ ปริญญาตรีคิด เป็นร้อยละ 24.7 และ 21.5 ตามลำดับ โดยกิจกรรมอื่นๆ ที่เหลือมีผลเพียงร้อยละ 0.81 เท่านั้น

Rita และคณะ (2007) ได้ทำการศึกษาการประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในการผลิต ถั่วเขียวกระป๋องและถั่วเขียวแช่เย็น ณ รัฐโอเรกอน การประเมินนี้ได้เปรียบเทียบการผลิตในสถานที่ เดียวกัน การใช้พลังงาน และแหล่งน้ำเหมือนกัน โดยการใช้การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์เป็น เครื่องมือในการเปรียบเทียบ พบว่า การคำนวณถึงผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม จากถั่วเขียวแช่แข็งมี ผลกระทบสูงกว่าการใช้การผลิตแบบบรรจุกระป๋อง ความแตกต่างระหว่างผลกระทบจากวิธีถนอม อาหารทั้งสองอย่าง มีน้อยมากเกินกว่าที่จะสามารถนำมาบรรจุให้เป็นตัวเลขได้ แต่ที่ชัดเจนก็คือ การผลิตโดยการบรรจุกระป๋องดีกว่าการใช้การแช่แข็ง ดังนั้น การผลิตแบบบรรจุกระป๋อง มีผลกระทบต่อภาวะโลกร้อน และใช้ทรัพยากรน้ำมัน น้อยกว่าการแช่แข็งถั่วเขียว ผลกระทบส่วน

ใหญ่ ได้มาจากการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล ในส่วนของการผลิตกระป๋องซึ่งเกิดจากการใช้พลังงานในการผลิตเหล็ก สำหรับกรณีถั่วเขียวแช่แข็ง มีการใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการทำความเย็นเพื่อการเก็บรักษา

Poritosh Roy และคณะ (2009) ได้ทำการศึกษาบทวิเคราะห์ การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) ในผลิตภัณฑ์อาหาร ซึ่งอุตสาหกรรมอาหารเป็นอุตสาหกรรมอันดับหนึ่งของโลกมีการใช้พลังงานมหาศาล เป็นผลทำให้เกิดการปลดปล่อย ของก๊าซเรือนกระจกเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดภาวะโลกร้อน การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์(LCA) ถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้สำหรับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตั้งแต่การได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่ง การใช้ และการกำจัดผลิตภัณฑ์ ซึ่งเรียกว่า ‘ from cradle to grave’ ขั้นตอนการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในภาพที่2



ภาพประกอบ 2 การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (LCA) ในผลิตภัณฑ์อาหาร

ที่มา: International Standard ISO 14040: 2006

ในการศึกษาวิจัย ได้ทำการรวบรวม ผลการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์หลายชนิดจากงานวิจัยต่าง ๆ ได้แก่อุตสาหกรรมผลิตอาหารเช่น การผลิตขนมปัง พบว่าวัตถุดิบในการผลิตขนมปัง คือ ข้าวสาลีต้องใช้ในพื้นที่ในการเพาะปลูกมาก และในการเพาะปลูกต้องจำเป็นใส่ปุ๋ยไนโตรเจน จึงส่งผลทำให้เกิดยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) การผลิตเบียร์ พบว่า คือส่วนการหมักและการเก็บเบียร์ หลังจากทำการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์แล้วได้นำมาปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทำให้ปัญหาฝนกรด (Acidification) ลดลง

การผลิตนมและเนื้อสัตว์ มีการศึกษามาในประเทศแควยุโรป การผลิตนมสามารถลดการใช้สารกำจัดแมลง และศัตรูพืชและลดแร่กำมะถันในเกษตรกรรมได้ แต่ต้องการพื้นที่เพาะปลูกมากขึ้น การเพาะปลูกเป็นประเด็นสำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาก มีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากเพื่อใช้บรรจุกัญชี การล้างสิ่งสกปรกต่างๆ และการทำความสะอาด หรือแม้แต่ จำนวนของบรรจุกัญชีที่มีการใช้วัตถุดิบ ในการผลิตมากถือเป็นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์ที่ทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (Eutrophication) และ ฝนกรด (Acidification) ส่วนของการผลิตเนื้อสัตว์ ผลกระทบส่วนใหญ่จากการปลดปล่อยก๊าซมีเทน (CH_4) สูงจากปศุสัตว์และไนตรัสออกไซด์ (N_2O) การผลิตอาหารสัตว์เป็นผลให้เกิดภาวะโลกร้อน

การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์การเกษตรอื่นๆ เช่น ข้าว หวีปัท มะเขือเทศ ซึ่งส่วนที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะเป็นส่วนที่เป็นปุ๋ยโดยเฉพาะปุ๋ยไนโตรเจน นอกจากนี้งานวิจัยยังได้รวบรวมการประเมินวัฏจักรชีวิตอื่นๆอีกมากมาย เช่น การใช้ประโยชน์ ที่ดิน น้ำ ระบบบรรจุกัญชี และกระบวนการกำจัดของเสียต่างๆการประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตลอดจนถึงนโยบาย ของผลิตทางด้านสิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค ในการเลือกผลิตภัณฑ์และกระบวนการที่ยั่งยืน ถึงแม้ว่าวิธีการ การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ จะถูกปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานสากลมากขึ้นเพื่อขยายไปใช้ประโยชน์ ในการปฏิบัติจริง การปรับปรุงความปลอดภัยของอาหาร และลดความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ก็เป็นสิ่งสำคัญ

นงศ์นุช (2547) ศึกษาการประเมินวัฏจักรชีวิตของโรตารีคอมเพรสเซอร์ขนาด 18,000 บีทียูต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SimaPro 5.1 และวิธี Eco-indicator 99 ในการประเมินผลกระทบ ผลการศึกษาพบว่า ในขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดเนื่องจากปริมาณการใช้ไฟฟ้าตลอดอายุการใช้งานคิดเป็น 9.45 kPt. ขั้นตอนการผลิตคิดเป็น 0.0015 kPt. ขั้นตอนการขนส่ง 0.000198 kPt. และขั้นตอนการจัดการกับผลิตภัณฑ์หลังจากหมดอายุ -0.00125 kPt. เมื่อพิจารณาในขั้นตอนการผลิต ซึ่งสามารถแยกออกเป็นสี่ส่วน คือ ขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนภายในการผลิตส่วนที่เป็นมอเตอร์ ส่วนที่เป็นชิ้นส่วนทางเครื่องกลและการประกอบส่วนต่าง ๆ พบว่า ในขั้นตอนการผลิตชิ้นส่วนที่เป็นมอเตอร์ จะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด คิดเป็น 55.1 Pt. รองลงมาคือ ชิ้นส่วนทางเครื่องกล 5.46 Pt. ชิ้นส่วนภายนอก 4.62 Pt. และขั้นตอนการประกอบ 1.56 Pt. โดยผลการวิจัยนี้ทำให้สามารถทราบถึงส่วนที่ควรนำไปพัฒนาและปรับปรุงให้โรตารีคอมเพรสเซอร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเป็นการลดภาระด้านสิ่งแวดล้อมและลดการใช้ทรัพยากร

รัตนาวรรณ มั่งคั่ง แชนเปียร์ กิ่วลา งามทิพย์ ภู่วโรดม และสิรินทรเทพ เต่าประยูร (2553) การวิเคราะห์และจัดการคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสำหรับการติดฉลากคาร์บอนเพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ ในการบรรเทาภาวะโลกร้อน รายงานโครงการวิจัยเสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)จากการ ศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์ข้าวสาร

หอมมะลิ พบว่า การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเกิดจากขั้นตอนการปลูกข้าวเป็นหลักดังนั้นจึงควรพิจารณาหาแนวทางการจัดการ เพื่อลดค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยมุ่งเน้นการพัฒนาพันธุ์ข้าวที่ไม่ต้องปลูกในระบบน้ำท่วมขัง การควบคุมปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี การจัดการระหว่างการปลูกการปล่อยน้ำออกจากนาข้าวในช่วงก่อนข้าวออกรวงตลอดจนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว โดยควรนำฟางข้าวออกจากนาข้าวให้เหลือแต่ตอซังในขณะที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์เส้นหมี่/ก๋วยเตี๋ยวอบแห้งเกิดจากกระบวนการผลิตเป็นหลัก จึงควรมุ่งเน้นการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและใช้พลังงาน



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการวิเคราะห์รูปแบบการจัดการขยะได้อ้างอิงมาจากหลักการทั่วไปของ ISO14000 โดยใช้โปรแกรม ข้อมูลที่เก็บได้เริ่มตั้งแต่เดือน มกราคม ถึง ธันวาคม ปี2557 แบ่งตามความสำคัญ แล้วจึงวิเคราะห์เพื่อจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อมต่อไปโดยอาศัยฐานข้อมูลจากโปรแกรม Thai GHGs+ Software สำหรับประมวลผลข้อมูล และประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น เป็นการศึกษารูปแบบการจัดการขยะของคลินิก สถานประกอบการอำเภอเกาะเต่า จังหวัด สุราษฎร์ธานี งานวิจัยนี้เพื่อกำหนด กระบวนการที่เข้าใจง่ายจึงดำเนินการตามขั้นตอนขอบเขตของการศึกษา 3กลุ่ม ดังต่อไปนี้

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการวิจัย (Goal and scope definition)

1. Scope 1 (Direct Emission) เป็นการปล่อยทางตรงจากแหล่งที่องค์กรเป็นเจ้าของหรือควบคุมได้ประกอบด้วยกิจกรรม 5 กิจกรรม คือการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงการใช้ก๊าซหุงต้มการกำจัดขยะด้วยหน่วยงานเอง การบำบัดน้ำเสีย การใช้สารเคมีทางการแพทย์

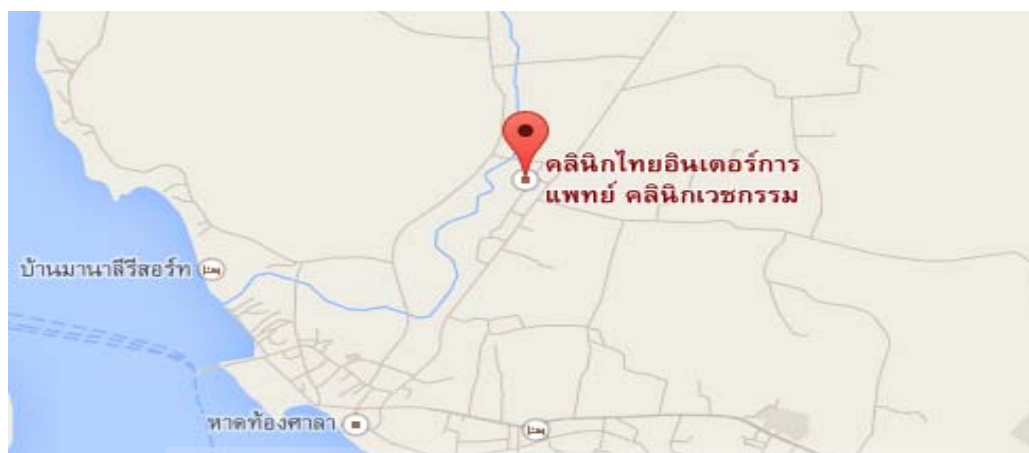
2. Scope 2 (Indirect Emission) เป็นการปล่อยจากแหล่งที่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุมได้ คือการใช้กระแสไฟฟ้า

3. Scope 3 (Indirect Emission) เป็นการปล่อยที่เกิดเนื่องจากกิจกรรมขององค์กรแต่องค์กรไม่ได้เป็นเจ้าของหรือควบคุม เป็นส่วนที่นอกเหนือจาก scope 1 และ scope 2 ประกอบด้วยกิจกรรม 3กิจกรรม คือ การกำจัดขยะโดยหน่วยงานภายนอก และการเดินทางไปกลับระหว่างบ้านกับที่ทำงานของบุคลากรขององค์กรด้วยพาหนะที่ไม่ได้เป็นขององค์กร การจ้างเหมาพาหนะเดินทาง

1. กรณีศึกษา : คลินิกไทยอินเตอร์การแพทย์ คลินิกเวชกรรม สาขาเกาะเต่า

คลินิกไทยอินเตอร์การแพทย์ คลินิกเวชกรรม สาขาเกาะเต่า จังหวัด

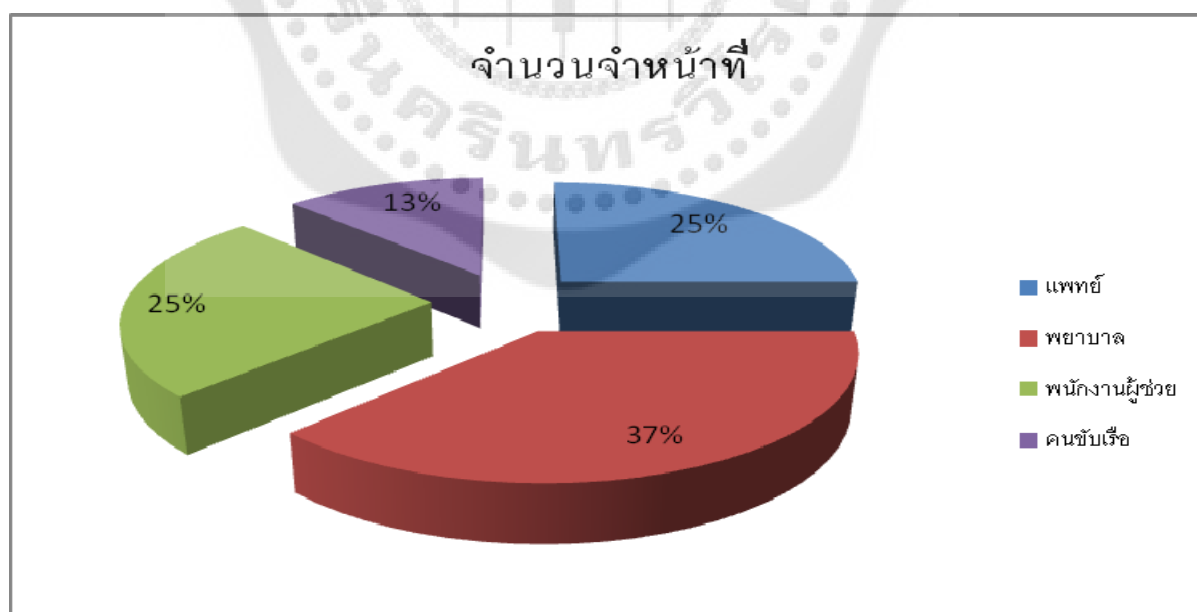
สุราษฎร์ธานีปัจจุบันตั้งอยู่ ที่อยู่: 211/8-9,ต.เกาะพะงัน อ.เกาะพะงัน จ.สุราษฎร์ธานี, 84280



ภาพประกอบ 3 แผนที่ตั้งของคลินิกไทยอินเทอร์เน็ตการแพทย์ คลินิกเวชกรรม สาขาเกาะเต่า

ที่มา: Google Map (2012)

คลินิกไทยอินเทอร์เน็ตการแพทย์ เป็นอาคารพาณิชย์ 2 ชั้น ตั้งอยู่ที่อำเภอ เกาะเต่า มีบุคลากรทางการแพทย์ พยาบาลและพนักงานรวมทั้งหมด 7 คน แยกเป็น แพทย์ประกอบวิชาชีพจำนวน 2 คน พยาบาลจำนวน 3 คน และ ผู้ช่วย 2 คน ซึ่งจะสลับสับเปลี่ยน การทำงานกัน



ภาพประกอบ 4 แผนภาพแสดงจำนวนบุคลากร

1.1 แหล่งข้อมูล

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ คลินิกสถานประกอบการ ต้องอาศัยข้อมูล 2 ประเภทเพื่อใช้ในการคำนวณปล่อย GHGs ประกอบด้วย

ส่วนแรกข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด และเก็บข้อมูลจากองค์กรโดยตรงได้แก่ ข้อมูลจากรายงานประจำเดือนการใช้ไฟฟ้า ,น้ำประปา, ข้อมูลการใช้เชื้อเพลิง และข้อมูลการเติมน้ำมันเครื่องยนต์ปรับอากาศ

ส่วนที่สองข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บขององค์กร ซึ่งเป็นข้อมูลของเอกสารหรือข้อมูลประจำปีข้อมูลจากวิทยานิพนธ์และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงข้อมูลที่ตีพิมพ์โดยองค์กรระหว่างประเทศเช่นคณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ(Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC)

2. การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เป็นการประเมินการปล่อย GHGs โดยอ้างอิงระเบียบวิธีประมาณการและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย GHGs ตามหลักเกณฑ์ของ IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006) ทั้งนี้สมการ แสดงถึงรูปสมการ ทั่วไปของการคำนวณถึงปริมาณการปล่อย GHGs

$$E = AD \times EF$$

ภาพประกอบ 5 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มา: IPCC (2006)

โดย E คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ (Emission) ในหน่วย CO_2e คำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

AD คือ ข้อมูลกิจกรรม (Activity data) และ

EF คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย GHGs (Emission factor)

การคำนวณจากปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

$$\text{Emissions}_{\text{GHG, fuel}} = \text{Fuel Consumption}_{\text{fuel}} \times \text{Emission Factor}_{\text{GHG, fuel}}$$

ภาพประกอบ 6 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยแบ่งตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง

ที่มา: IPCC (2006)

โดยที่ $\text{Emissions}_{\text{GHG, fuel}}$ = ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากน้ำมันเชื้อเพลิง (kg CO₂e /ปี)

$\text{Fuel Consumption}_{\text{fuel}}$ = ข้อมูลการใช้ น้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิด (ลิตร/ปี)

$\text{Emission Factor}_{\text{GHG, fuel}}$ = ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตามชนิดของน้ำมันเชื้อเพลิง (kg CO₂e /หน่วย)

นอกจากการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแล้วมีการคำนวณอีกรูปแบบคือคำนวณแบบปันส่วน (Allocation) โดยจะคิดปันส่วนตามสัดส่วนของจำนวนประชากรขององค์กร

$$A = E / P$$

ภาพประกอบ 7 สูตรการคำนวณค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดปันส่วนตามสัดส่วนของจำนวนประชากรขององค์กร

ที่มา: IPCC (2006)

โดย A คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่คิดปันส่วนตามสัดส่วนของประชากรขององค์กร (Allocation) ในหน่วย kg CO₂e/คน

E คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากแหล่งกำเนิดต่างๆ (Emission) ในหน่วย CO₂eคำนวณได้จากมวลของก๊าซเรือนกระจกคูณด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดภาวะโลกร้อน

P คือ จำนวนประชากรขององค์กร (Population) ในหน่วย คน

3. การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty)

การประเมินความไม่แน่นอนจะถูกประเมินถึงความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการนำข้อมูลทั้งหมดเพื่อจัดทำรายงานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโดยแสดง ให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยและดูดกลับก๊าซเรือนกระจก รวมถึงความไม่แน่นอนที่เกิดจากการคำนวณโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยGHGs จากแหล่งอ้างอิงต่างๆ เพื่อจัดหาแนวทางและการจัดการความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้น

ตาราง 3 ระดับคะแนนอ้างอิงของคุณภาพข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

รายการ		ระดับคุณภาพของข้อมูล		
ข้อมูลกิจกรรม	X = 6 Points	Y = 3 Points		Z = 1 Points
	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง	เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ		เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า
Emission Factors	C = 4 Points	D = 3 Points	E = 2 Points	F = 1 Points
	EF จากการวัดที่มีคุณภาพ	EF จากผู้ผลิต	EF ระดับประเทศ	EF ระดับสากล

ตาราง 4 การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของคุณภาพข้อมูล

ระดับ	ระดับคะแนนโดยรวมของข้อมูล	คำอธิบาย
1	1 – 6	ความไม่แน่นอนสูง คุณภาพของข้อมูลไม่ดี
2	7 – 12	ความไม่แน่นอนเล็กน้อย คุณภาพข้อมูลปานกลาง
3	13 – 18	ความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดี
4	13 – 18	ความไม่แน่นอนต่ำ คุณภาพของข้อมูลดีเยี่ยม

การจัดทำและวิเคราะห์

1. ศึกษาโครงสร้างและหน้าที่แต่ละส่วนภายในคลินิกประกอบการ
2. กำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์
3. หาแหล่งกำเนิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกภายในคลินิกประกอบการ
4. เก็บรวบรวมข้อมูลของกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะ

คลินิกประกอบการ โดยแยกเป็นขอบเขต

5. ค้นหาค่าปัจจัยการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Emission factor) ที่เหมาะสมของแต่ละกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

6. คำนวณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก
7. หาแนวทางหรือวิธีการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคลินิกประกอบการ
8. การเสนอทางเลือกในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ของคลินิกประกอบการ

4. การแปลผล (Life Cycle Interpretation)

ขั้นตอนของการแปลผล เป็นการประเมินโอกาสที่เป็นไปได้ ในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ จากขั้นตอนของการประเมินผลกระทบ ทำให้สามารถชี้ชัดลงไปได้อย่างชัดเจนถึงกระบวนการที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด และควรมีการเปลี่ยนแปลงหรือปรับปรุง ณ จุดนั้น ๆ เพื่อให้คุณสมบัติทางสิ่งแวดล้อมดีขึ้น งานวิจัยนี้ได้เสนอแนะแนวทางในการปรับปรุงในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคลินิกประกอบการ

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ข้อมูลการปล่อยGHGsจากกิจกรรมภายในคลินิคประกอบการ ภายในปีการศึกษา 2557 และจากการใช้ค่า Emissionfactor สามารถคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดได้ซึ่งสามารถแสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของ ก๊าซเรือนกระจกผลการประเมินปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกด้วยการคำนวณหาค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ พบว่าในปี 2557 ซึ่งเป็นปีฐานในการเปรียบเทียบ คลินิกเวชกรรมเมื่อพิจารณาถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยออกสู่บรรยากาศจากตารางที่5 การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จะเห็นได้ว่ามีก๊าซเรือนกระจก 2 ชนิดที่เกิดขึ้นจากการประเมินครั้งนี้ ก๊าซเรือนกระจกชนิดแรกคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่าประเภทที่ 1, 2 และประเภทที่ 3 ปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็น 1.39, 14.22 และ 32.58 ton CO₂eต่อปี ตามลำดับและก๊าซเรือนกระจกชนิดที่ 2 คือ CHClF₂ (Chlorodifluoromethane) ชื่อเรียกคือ R-22 เป็นสารทำความเย็นใช้เครื่องปรับอากาศ พบว่าจัดเป็นการปล่อยประเภทที่ 1 เท่ากับ 8.68 tonCO₂e ต่อปีสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มีการกำหนดขอบเขตที่ชัดเจนและมีแหล่งกำเนิดก๊าซเรือนกระจกที่ไม่ได้รวมในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร พบว่าในประเภทที่ 1 การปล่อย GHGs ทางตรงขององค์กรและประเภทที่ 2 การปล่อยGHGs ทางอ้อมจากการใช้พลังงานจะประเมินตามรูปแบบของแนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรโครงการส่งเสริมการจัดหาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ครบถ้วนหมดทุกข้อมูลกิจกรรมส่วนในประเภทที่ 3 การปล่อย GHGs ทางอ้อมอื่นๆ ถือเป็นทางเลือกที่จะประเมินหรือไม่ประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรก็ได้ในส่วนนี้จะไม่ถือเป็นข้อบังคับ ที่จะต้องทำการประเมินสำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในประเภทที่3ที่ไม่ได้รวมในการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรครั้งนี้ประกอบด้วยการเดินทางปฏิบัติงานทางของบุคลากร,การเดินทางไป-กลับ ที่พักของบุคลากร,กิจกรรมขององค์กรที่มีผู้รับช่วงไปปฏิบัติงานการผลิตที่สั่งซื้อมาเช่น อุปกรณ์สำนักงาน (ยกเว้นกระดาษ),การผลิตสารเคมีในห้องปฏิบัติการ,การปล่อยก๊าซมีเทนที่เกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำเสียส่วนกลางขององค์กร ซึ่งทั้งหมดเป็นส่วนที่อยู่นอกเหนือจากการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ครั้งนี้

สำหรับข้อมูลกิจกรรมภายในคลินิคประกอบการ แบ่งได้ออกเป็น 2ส่วนด้วยกันโดยส่วนแรกนั้นจะแสดงรายละเอียดถึงแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ เกิดขึ้นภายในคลินิคประกอบการ ตามประเภทของการปล่อย GHGs และแหล่งที่มาของการปล่อย GHGs ดังตารางที่ 5

ตาราง 5 แสดงแหล่งกำเนิดของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นภายในคลีนีคประกอบการ

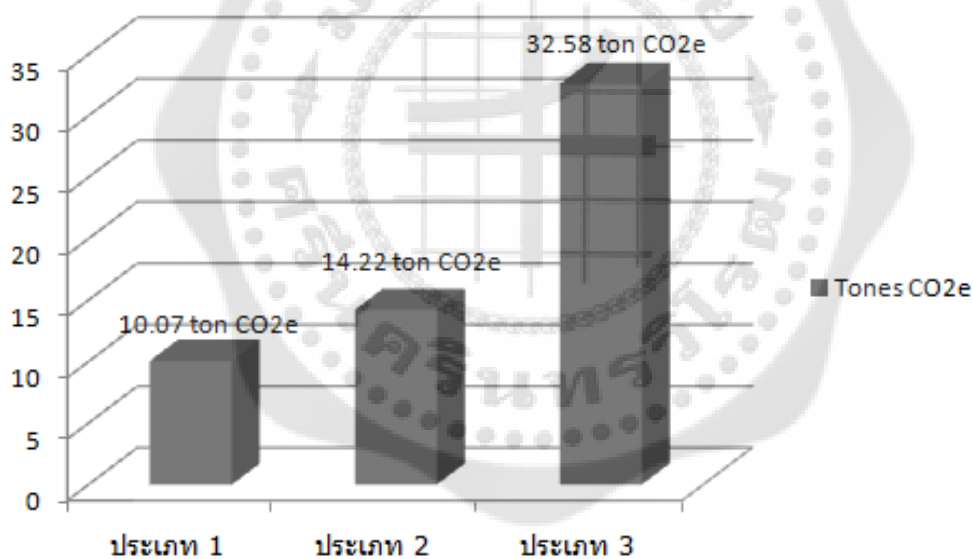
ประเภทของการปล่อย GHGs	แหล่งที่มาของการปล่อย GHGs
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct GHG Emissions)	1.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่ (Mobile Combustion) 1.1.1 การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ - ไบโอดีเซล - เบนซิน - แก๊สโซฮอลล์ 1.1.2 การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมของยานพาหนะที่องค์กรเช่าเหมามา แต่องค์กรรับผิดชอบค่าใช้จ่ายของน้ำ มันเชื้อเพลิง - ไบโอดีเซล
	1.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary Combustion) 1.2.1 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากการใช้งานของอุปกรณ์และเครื่องจักรที่องค์กรเป็นเจ้าของ (รถตัดหญ้า) - เบนซิน 1.2.2 การผลิตไฟฟ้าของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง - ดีเซล

ตาราง 5 (ต่อ)

ประเภทของการปล่อย GHGs	แหล่งที่มาของการปล่อย GHGs
	1.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลอื่นๆ (Fugitive Emissions) 1.3.1 การระเหยของก๊าซเรือนกระจกจากสารทำความเย็นภายในเครื่องปรับอากาศ 1.3.2 การรั่วซึมของก๊าซเรือนกระจกจากการใช้อุปกรณ์ดับเพลิง -Monoammonium phosphate 1.3.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้ปุ๋ยเคมี -ปุ๋ยสูตร 15-15-15 -ปุ๋ยสูตร 21-0-0 (Ammonium sulphate)
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect GHG Emissions)	2.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้ไฟฟ้า 2.1.1 การใช้ไฟฟ้าของ Office Buildings และ Operational Buildings
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions)	3.1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการใช้น้ำประปา 3.1.1 การใช้น้ำประปา 3.2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากวัสดุสำนักงานที่มีการใช้ภายในองค์กร 3.2.1 การใช้กระดาษ 3.2.2 การใช้ผงหมึกพิมพ์ 3.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่อยู่กับที่ (Stationary Combustion) 3.3.1 การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการหุงต้มภายในองค์กร

ตาราง 6 แสดงปริมาณก๊าซเรือนกระจกแยกตามชนิดของก๊าซเรือนกระจก

ประเภท	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	CHClF ₂	Tones CO ₂ e
ประเภท 1	1.39	-	-	-	-	-	8.68	10.07
ประเภท 2	14.22	-	-	-	-	-	-	14.22
ประเภท 3	32.58	-	-	-	-	-	-	32.58
ผลรวมปริมาณ การปล่อย GHGs	48.19	-	-	-	-	-	-	56.87

ภาพประกอบ 8 กราฟแสดงการปล่อย CO₂e ต่อปี ของแต่ละประเภท

จากภาพที่ 8 พบว่าการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สามารถแสดงปริมาณการปล่อย GHGs โดยประเภทที่ 1 รวมกับประเภทที่ 2 พบว่ามีปริมาณการปล่อย GHGs เป็น 24.29 ton CO₂e ต่อปี และประเภทที่ 3 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 32.58 ton CO₂e ต่อปี ซึ่งผลการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรทั้งหมด 3 ประเภท ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 56.87 ton CO₂e ต่อปี โดยที่สัดส่วนการปล่อย GHGs ประเภทที่ 1 รวมกับประเภทที่ 2 พบว่าปล่อย GHGs คิดเป็นร้อยละ 42.71 และประเภทที่ 3 พบว่าปล่อย GHGs คิดเป็นร้อยละ 57.28

หากพิจารณาแต่ละประเภทถึงปริมาณการปล่อย GHGs จากประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กรนั้น พบว่าประเภทที่ 1 ปล่อย GHGs เป็น 10.07 tonCO₂e ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 17.70 พบว่าการระเหยของสารทำความเย็นภายในเครื่องปรับอากาศ มีปริมาณการปล่อย GHGs มากที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.86 tonCO₂e ต่อปี รองลงมาที่มีปริมาณการปล่อย GHGs คือ การใช้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมยานพาหนะ มีค่าเป็น 1.39 tonCO₂e ต่อปี และจากกิจกรรมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อย GHGs

ส่วนปริมาณการปล่อย GHGs จากประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานนั้น พบว่าประเภทที่ 2 ปล่อย GHGs เป็น 14.22 tonCO₂e ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 25.00

ส่วนปริมาณการปล่อย GHGs จากประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ ในส่วนนี้จะไม่ได้เป็นข้อบังคับที่จะต้องทำการประเมินปล่อย GHGs พบว่าประเภทที่ 3 ปล่อย GHGs เป็น 32.58 tonCO₂e ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 57.28 ในประเภทที่ 3 พบว่าปริมาณการปล่อย GHGs จากการฝังกลบขยะอินทรีย์ ปล่อย GHGs มากที่สุดเป็น 31.87 tonCO₂e ต่อปี รองลงมาที่มีปริมาณการปล่อย GHGs คือ การฝังกลบกระดาษ มีค่าเป็น 0.67 ton CO₂e ต่อปี และจากกิจกรรมอื่นๆ มีปริมาณการปล่อย

ตาราง 7 ผลการประเมินการปล่อย GHGs ของคลินิก โดยแบ่งตามประเภทของกิจกรรม

ขอบเขต	รายการ	หน่วย	Activity data	Emission factor ในหน่วย kg CO ₂ e /หน่วย	Activity data X Emission factor	สัดส่วน%
ประเภทที่ 1	การใช้เชื้อขององค์กร, เบนซิน	L	570	2.1896	1,248.07	5.1393
	การใช้รถตัดหญ้า, เบนซิน	L	20	2.1896	43.792	0.1803
	สารทำความเย็น (R-22)	kg	4.8	1,810	8,688	35.77
	อุปกรณ์ดับเพลิง	kg	20.40	3.77	76.90	0.3166
	ปุ๋ย Ammonium sulphate 1	kg	10	2.66	26.6	0.1095
รวมประเภทที่ 1					10,063.362	
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh	25,350	0.561	14,221.35	58.5609

ตาราง 7 (ต่อ)

ขอบเขต	รายการ	หน่วย	Activity data	Emission factor ในหน่วย kg CO ₂ e /หน่วย	Activity data X Emission factor	สัดส่วน%
รวมประเภทที่2					14,221.35	
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำ ประปา	m3	735	0.0264	19.40	
	การใช้กระดาษ	kg	10	1.15	11.5	
	ผงซักฟอก	kg	0.5	2.5	1.25	
	การฝังกลบขยะอินทรีย์	kg	12,600	2.53	31,878	
	การฝังกลบขยะ กระดาษ	kg	230	2.93	673.9	
	การขนส่งขยะ Full load	ton-km	11	0.0425	0.467	
รวมประเภทที่3					32,584.51	
รวมประเภทที่1และประเภทที่2					24,284.71	
100						

3. สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรภายในคลีนิกเวชกรรม

ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคลีนิกเวชกรรม

ตาราง 8 แสดงสรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประจำปี การศึกษา 2557

ประเภทปริมาณการปล่อย		ปริมาณการปล่อยปี การศึกษา 2557
ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct GHGEmissions)		
ประเภทที่ 1	การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมของยานพาหนะที่ องค์กรเป็นเจ้าของ เบนซิน	1291.99
	สารทำความเย็น (R-22)	8,688
	อุปกรณ์ดับเพลิง	76.90
	ปุ๋ยAmmonium sulphate	26.6

ตาราง 8 (ต่อ)

ประเภทปริมาณการปล่อย		ปริมาณการปล่อยปี การศึกษา 2557
ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect GHG Emissions)		
ประเภทที่ 2	การใช้ไฟฟ้าของOffice BuildingsและOperational Buildings	14,221.35
ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions)		
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา	19.40
	การใช้กระดาษ	11.5
	ผงหมึกพิมพ์	1.25
	การฝักรถขยะอินทรีย์	31,878
	การฝักรถขยะกระดาษ	673.9
	การขนส่งขยะ Full load	0.467

สรุปผลการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแบบเป็นส่วน

ในส่วนของการคำนวณแบบเป็นส่วน (Allocation) ตามสัดส่วนของจำนวนประชากรภายในคลินิกเวชกรรมของปีการศึกษา 2557 จากข้อมูลข้างต้นพบว่า คลินิกเวชกรรม มีจำนวนบุคลากรทั้งหมด 7 คนและมีปริมาณการปล่อย GHGs เป็น 24.29 tonCO₂e ต่อปีเพราะฉะนั้นปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อบุคลากรเท่ากับ 347 kgCO₂e ต่อคนต่อปีเมื่อพิจารณาเฉพาะประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 เท่านั้น ถ้าหากพิจารณาเฉพาะประเภทที่1 พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อบุคลากรเท่ากับ 1.43 kgCO₂e ต่อคนต่อปีและเมื่อพิจารณาเฉพาะประเภทที่2พบว่าปริมาณ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อบุคลากร เท่ากับ 2.03 kgCO₂e ต่อคนต่อปี ทั้งนี้เมื่อพิจารณาทั้ง 3 ประเภท พบว่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกคิดเทียบต่อบุคลากร เท่ากับ 731.37 kgCO₂e ต่อคนต่อปีทั้งนี้การปล่อย GHGs ของคลินิกมีแหล่งกำเนิดหลักมาจากการใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 40 ดังนั้นเมื่อคำนวณแบบเป็นส่วนตามสัดส่วนการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อบุคลากรของปีการศึกษา 2557 พบว่าบุคลากร 1 คนจะใช้พลังงานไฟฟ้าเท่ากับ 812.87 kWh/คนต่อปีสำหรับการคำนวณแบบเป็นส่วนตามสัดส่วนการใช้น้ำ ประปาต่อบุคลากรของ

ปีการศึกษา 2557 พบว่าบุคลากร 1 คนจะใช้น้ำ ประปาเท่ากับ 8.95 m³/คนต่อปี ดังนั้นเมื่อพิจารณาต่อคนมีค่าเท่ากับ 3.42 ton CO₂e ต่อคนต่อปี

การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (Uncertainty)

สำหรับการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์และจัดการความไม่แน่นอนของคลินิกเวชกรรม สามารถประเมินได้ โดยนำข้อมูลในตารางที่ 7 และตารางที่ 8 มาใช้ประเมิน ซึ่งมีรายละเอียดของการประเมินการปล่อย GHGs ดังตารางที่ 9

ตาราง 9 ผลการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน

ขอบเขต	รายการ	คะแนน การ เก็บ ข้อมูล	คะแนน Emission factor	ผลการ ประเมิน	ระดับ คุณภาพ
ประเภทที่ 1	การเผาไหม้เชื้อเพลิงจากกิจกรรมของยานพาหนะที่องค์กรเป็นเจ้าของ เบนซิน	3	1	3	1
	สารทำความเย็น (R-22)	3	1	3	1
	อุปกรณ์ดับเพลิง	1	1	1	1
	ปุ๋ย Ammonium sulphate	1	1	1	1
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	3	1	3	1
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำประปา	3	2	6	1
	การใช้กระดาษ	3	1	3	1
	การฝังกลบขยะอินทรีย์	1	1	1	1
	การฝังกลบขยะกระดาษ	1	1	1	1
	การขนส่งขยะ Full load	1	2	2	1

จากตารางที่ 9 พบว่าผลการประเมินและจัดการความไม่แน่นอน เห็นได้ว่าระดับคุณภาพของข้อมูลในแต่ละชุดมีผลระดับคะแนนที่มีความไม่แน่นอนสูง แสดงว่าข้อมูลนั้นมีคุณภาพที่ไม่ดีซึ่งสาเหตุของข้อมูลมีความไม่แน่นอนสูงนั้น พบว่ามาจากค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย GHGs (Emission factor) เป็นหลัก เนื่องจากคะแนนในส่วนนี้ ส่วนมากเป็นค่าที่ได้จากข้อมูลระดับสากลทั้งนี้แนวคิดการให้คะแนนความไม่แน่นอนมีจุดมุ่งหมายเพื่อผลักดันให้ภาคอุตสาหกรรมมีการ ปรับปรุงระบบ

การเก็บข้อมูลให้มีความต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบอัตโนมัติและการได้มาซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การปล่อย GHGs (Emission factor) ที่มีคุณภาพและเป็นตัวแทนที่ถูกต้องมากขึ้น

6. ผลเปรียบเทียบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแต่ละองค์กร

ปัจจุบันนี้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มีหลายองค์กรที่มีการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขึ้นเช่น องค์กรประเภทสถาบันการศึกษา, สำนักงาน, โรงงานอุตสาหกรรมและโรงแรม เป็นต้น คลินิกเวชกรรม จัดเป็นองค์กรหนึ่งที่มีกิจกรรมมากมายที่อาจเป็นแหล่งกำเนิดการปล่อย GHGs ดังนั้นจึงมีการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย GHGs ขององค์กรแต่ละประเภทองค์กร โดยค่าเฉลี่ยการปล่อย GHGs ของประเทศไทยต่อคนมีค่าเท่ากับ 5.3 ton CO₂e ต่อคนต่อปี (อบก, 2554)

ตาราง 10 ผลเปรียบเทียบการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรแต่ละองค์กร

องค์กร ที่	ชื่อองค์กร	ปริมาณ คาร์บอน ฟุตพริ้นท์ ในหน่วย ton CO ₂ e/ปี	การปันส่วน ต่อ จำนวน ประชากร ในหน่วย ton CO ₂ e/คนต่อปี	ข้อมูล ปีฐาน
1	องค์การบริหารจัดการก๊าซ เรือน กระจก	455.39	8.76	2553
2	กรมควบคุมมลพิษ	3,464.74	5.66	2553
3	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่	189.94	0.39	2553
4	วิทยาลัยพลังงานและ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย พะเยา	44.54	0.384	2552
5	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	3,627.53	0.488	2553

จากภาพที่ 10 แสดงผลเปรียบเทียบปริมาณการปล่อย GHGs ขององค์กรแต่ละประเภท องค์กร ตามสัดส่วนต่อจำนวนประชากร พบว่าวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา มีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 0.384 ton CO₂e/คนต่อปีและมีค่าใกล้เคียงกับ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์มหา วิทยาลัยเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 0.39tonCO₂e/คนต่อปี ส่วนองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกมี ค่ามากที่สุดเท่ากับ 8.76 ton CO₂e/คนต่อปี

สำหรับสาเหตุที่วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยาและคณะ สถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่มีสัดส่วนปริมาณการปล่อย GHGs ต่อจำนวนประชากร น้อย เนื่องจากทั้ง 2 สถานศึกษาตั้งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ทำให้สภาพอากาศค่อนข้าง เย็น สบายกว่าสถาบันการศึกษาอื่นที่ตั้งอยู่ในจังหวัดกรุงเทพมหานคร ดังนั้นการเครื่องปรับอากาศ เพื่อปรับอุณหภูมิ จึงใช้งานค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้าขององค์กรน้อยลงด้วย เหตุผลอีกประการคือสถาบันการศึกษาทั้ง2แห่งมีจำนวนนิสิตค่อนข้างน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับ สถาบันการศึกษาอื่นและลักษณะการเรียนการสอนแตกต่างกับสถาบันการศึกษาอื่น ที่มุ่งเน้นด้านงานวิจัยเป็นหลัก ตัวอย่างเช่น ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จัดเป็นภาควิชาที่มีลักษณะการเรียนการสอนเน้นการปฏิบัติการทาง วิศวกรรมเป็นหลัก เครื่องมือบางชนิดจึงจำเป็นต้องเปิดเดินระบบตลอด 24 ชั่วโมงส่งผลให้ปริมาณ การใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูง

บทที่ 5

สรุปผลวิจัย

จากการศึกษาการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์โดยเป็น กรณีศึกษาของคลินิกเวชกรรม โดยคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์เป็นค่าคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า (CO₂e) ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ และก่อให้เกิดการปล่อยGHGsซึ่งใช้แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ของประเทศไทยโดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน)ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

ประเภทที่ 1 การปล่อย GHGs โดยตรง (Direct GHG emission)

ประเภทที่ 2 การปล่อย GHGs ทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Electricity indirect GHG emission)

ประเภทที่ 3 การปล่อย GHGs ทางอ้อมอื่นๆ(Other indirect GHG emission) ซึ่งเป็นทางเลือก (optional) การศึกษาประเมินการปล่อย GHGs ใช้ข้อมูลปี การศึกษา 2557

สามารถสรุปได้ดังนี้การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สามารถแสดงปริมาณการปล่อย GHGs โดยประเภทที่ 1 รวมกับประเภทที่ 2 พบว่ามีปริมาณการปล่อย GHGs เป็น 24.28 tonCO₂e ต่อปีและประเภทที่ 3 ปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็น 32.58 tonCO₂e ต่อปี และเมื่อพิจารณาตามหลักเกณฑ์ของ ISO และ WRI กำหนดให้องค์กรแสดงค่า GHGs เพียงประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 นั้นพบว่าปริมาณการปล่อย GHGs คิดเป็นร้อยละ 41.44 และ 58.56ตามลำดับ หากพิจารณาถึงแหล่งกำเนิดหลักในการปล่อย GHGs พบว่าการใช้พลังงานไฟฟ้าปล่อย GHGsสูงสุด รองลงมาเป็นการระเหย ของการใช้สารทำความเย็นเครื่องปรับอากาศ คิดเป็นร้อยละ 5.13 และจากกิจกรรมอื่นๆ

การเสนอแนะแนวทางในการปรับปรุง

สรุปการเลือกแนวทางสำหรับการลดการปล่อย GHGs ที่เหมาะสมกับคลินิกเวชกรรม ควร มีการพิจารณาจากความคุ้มค่าโดยแบ่งวิธีการออกเป็น 3 แนวทางคือ

1. แนวทางแรกคือไม่ต้องใช้งบประมาณลงทุนหรือใช้งบประมาณลงทุนน้อยเช่นการ กำหนดระยะเวลาเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ, ติดตั้งสวิตช์แบบเชือกดึง เพื่อใช้งานเปิด-ปิดแบบ เฉพาะ



ภาพประกอบ 9 ติดตั้งสวิตช์แบบเชือกดึง

ที่มา: <http://www.ebigthailand.com/>

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมสวิตช์ไฟฟ้าที่มีจุดประสงค์ทั่วไปทำงานด้วยมือ (manually operated) ใช้ได้เฉพาะไฟฟ้ากระแสสลับเท่านั้น มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 440 โวลต์ กระแสไฟฟ้าที่กำหนดไม่เกิน 63 แอมแปร์สำหรับ ใช้ในที่อยู่อาศัยและในสิ่งติดตั้งทางไฟฟ้ายึดกับที่ที่คล้ายกัน ได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร

สิ่งติดตั้งทางไฟฟ้า (electrical installations) หายความรวมถึง สถานที่พักอยู่อาศัย สถานที่การพาณิชย์ สถานที่อุตสาหกรรม สถานที่เกษตรกรรม เป็นต้น

สวิตช์ไฟฟ้าตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีเจตนาสำหรับควบคุมการใช้งานตามปกติดังนี้

- 1.1 วงจรไฟฟ้าสำหรับโหลดหลอดไฟฟ้าไส้ทั้งสแตน (tungsten filament lamp load)
- 1.2 วงจรไฟฟ้าสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent lamp load) รวมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- 1.3 วงจรไฟฟ้าสำหรับโหลดมีความต้านทานเป็นสำคัญ (substantially resistive load) มีตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.95
- 1.4 วงจรไฟฟ้าหนึ่งเฟสสำหรับโหลดมอเตอร์ด้วยกระแสไฟฟ้าที่กำหนดถึง 10 แอมแปร์ และตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0.6
2. แนวทางที่สองคือใช้งบประมาณลงทุนปานกลางเช่นการเปลี่ยนชนิด สารทำความเย็น ภายในเครื่องปรับอากาศ

ตาราง 11 ตารางแสดงราคาของสารทำความเย็นแต่ละชนิด ที่มา: thai.alibaba.com

สารทำความเย็น	หน่วย	กิโลกรัม/ถัง	ราคา/ถัง(บาท)	ราคา/กิโลกรัม (บาท)
R-22	kg	15.00	800	53.33
R-410a	kg	10.00	8,500	850

จากตารางที่ 11 แสดงราคาของสารทำความเย็นแต่ละชนิด พบว่าสารทำความเย็นชนิด R-22 มีราคาถูกกว่าสารทำความเย็นชนิด R-410a ประมาณ 16 เท่า สามารถอธิบายได้ว่าหากคณะคลินิกเวชกรรมต้องการที่จะลดการปล่อยGHGsจากการระเหยของสารทำความเย็นซึ่งเดิมใช้สารทำความเย็นชนิดR-22เป็น สารทำความเย็นชนิดใหม่คือ สารทำความเย็น R-410a นั้นจะต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนสารทำความเย็น ประมาณ 16 เท่า เพื่อที่จะลดการปล่อย GHGs

3. แนวทางที่สามใช้งบประมาณลงทุนสูง เช่น การเปลี่ยนหลอดไฟเป็นหลอดไฟ LED, การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นรุ่นประหยัดพลังงาน

จากข้อมูลขององค์กรพลังงานระหว่างประเทศ (International Energy Agency : IEA) พบว่าการใช้ไฟฟ้าประมาณ 15 - 20 % ของการผลิตไฟฟ้า เป็นของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่าง ดังนั้น การส่งเสริมให้เกิดการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพสูง จึงสามารถส่งผลถึงการประหยัดไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ ข้อมูลของ IEA เมื่อศึกษาเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าแสงสว่างของโลกตั้งแต่ปี 2538 และพยากรณ์ไปจนถึงปี 2573 พบว่า การมีนโยบายส่งเสริมให้เกิดอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างประสิทธิภาพสูงจะสามารถลดการใช้ไฟฟ้าเพื่อแสงสว่างได้ถึง 38%ทั้งนี้ หลอดLEDนับเป็นหลอดประสิทธิภาพสูง ที่มีคุณลักษณะเด่นนานาประการ อาทิ อายุหลอดยืนยาวนาน เหมาะกับการใช้ในพื้นที่ที่บำรุงรักษายาก มีความทันสมัย ทนต่อแรงสั่นสะเทือน ไร้สารปรอทไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

ดังนั้น กฟผ. จึงได้เล็งเห็นว่าหลอด LED เป็นนวัตกรรมใหม่ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการประหยัดพลังงานของประเทศ จึงจัดทำโครงการส่งเสริมการใช้หลอด LED ด้วยการกระตุ้นให้เกิดการใช้หลอดไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงในระบบแสงสว่าง เพื่อลดปัญหาสภาวะโลกร้อน และการประหยัดการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยโดยยั่งยืนต่อไป



ภาพประกอบ 10 ภาพตัวอย่างหลอดไฟหลอดLED ที่มา www.ledonhome.com

จากการศึกษาพบว่า

3.1 การเปลี่ยนหลอด LED ชนิด MR 16 จำนวน 500,000 หลอด จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 12 ล้านหน่วยต่อปี, ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงเฉลี่ยปีละประมาณ 36 ล้านบาท และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 6.6 ล้านตันต่อปี

3.2 กรณีศึกษาการเปลี่ยนหลอด LED ชนิดโคมไฟถนนในเขื่อนขนาดใหญ่ของ กฟผ. 4 แห่ง จำนวน 1,700 หลอด จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1.13 ล้านหน่วยต่อปี, ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าลงปีละประมาณ 3.12 ล้านบาท และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 740 ตันต่อปี

3.3 กรณีศึกษาการเปลี่ยนหลอด LED ชนิดโคมไฟถนนทั่วประเทศจำนวน 1 ล้านหลอด จะสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ 1,500 ล้านหน่วย/ปี ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าได้ปีละประมาณ 4,500 ล้านบาท ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ 910 ตัน/ปี

3.4 นำผลการประหยัดพลังงานเป็นตัวอย่างนำร่อง และขยายผลแก่ประชาชนสถานที่ภาคราชการภาคเอกชนอย่างเป็นรูปธรรม

3.5 สามารถแสดงศักยภาพผู้ประกอบการหลอด LED ในประเทศไทย สู่ตลาดสากล อย่างไรก็ตามหลอด LED มีอัตราการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับหลอด IL FL และ CFL ดังนั้นหลอดไฟ LED ถือเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับการช่วยลดสาเหตุของการเกิดภาวะโลกร้อน

การเปลี่ยนเครื่องปรับอากาศเป็นรุ่นประหยัดพลังงาน

มีการศึกษาเครื่องปรับอากาศเป็นรุ่นประหยัดพลังงาน ระบบธรรมดาและระบบอินเวอร์เตอร์ จากผลการศึกษาพบว่าตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องปรับอากาศยี่ห้อ B ระบบธรรมดาส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดจากการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็น 27,800 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยช่วงการใช้งานส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในกลุ่มภาวะโลกร้อน กลุ่มภาวะฝนกรด และกลุ่มภาวะการลดลงของโอโซนจากอุตสาหกรรม คิดเป็น 20,000 kg

CO₂, 10.8 kg SO₂ และ 0.295 kg CFC11 โดยจากผลการประเมินดังกล่าวสามารถเสนอแนวทางการปรับปรุงเครื่องปรับอากาศให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น





บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2548). *โครงการอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วม โดยโรงงานอุตสาหกรรม และอาคารธุรกิจขนาดกลางและขนาดเล็ก*. กรุงเทพฯ: กรมฯ. [1]
- คณะกรรมการเทคนิคด้านคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์. (2553). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของผลิตภัณฑ์*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: บริษัทอมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน).
- ชุตินา สุขนันทน์. (2555). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ธนัทและคณะ. (2554). *ได้ศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*. ถ่ายเอกสาร
- วีรพลและคณะ. (2554). *ได้ศึกษาการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับสถาบันการศึกษา กรณีตัวอย่างวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา*. ถ่ายเอกสาร.
- บุญจิรา. (2554). *ได้ศึกษาการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของสถาบันการศึกษาภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการคำนวณปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้า*. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย: ถ่ายเอกสาร
- สิริมา จิวสม. (2555). *การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรและแนวทางเชิงวิศวกรรมในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมควบคุมมลพิษ*. วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท สาขาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2555). *อุณหภูมิเฉลี่ยของแต่ละจังหวัด*. สืบค้นเมื่อ 6 เมษายน 2555. จาก <http://www.e-report.energy.go.th/weather.html>,
- สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2554). *ประเทศภาคีสมาชิกอนุสัญญาสหประชาชาติว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ*. สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2554. จาก <http://www.onep.go.th/>
- สถาบันวิศวกรรมพลังงาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. (2549). *รายงานการอนุรักษ์พลังงานของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปี พ.ศ.2549* 120 หน้า.
- ศาลากลางกรุงเทพมหานคร.(2552). *รายงานการประเมินกรุงเทพมหานครว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ พ.ศ.2552* 60 หน้า.
- องค์กรบริหารบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน). (2554). *แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร*. พิมพ์ครั้งที่ 1

องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) ตลาดคาร์บอน.

สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2555 จาก <http://carbonmarket.tgo.or.th>.

Varabimtpmvot V. (2002). *Life Cycle Assessment of Power Generation Systems in Thailand Using NETS Method*. M.Eng. Thesis, Kaseasart University.

Wenzel, H., M Hauschild. And L. Alting. (1997). *Environmental Assessment of Products*. CHAPMAN & HALL, London.

Cho, J.R. (2002). *Development of Integrate DFE System for Evaluating the Environmental Impact*. Pusan National University, Korea.

Chomkumsri, K. (2003). Life Cycle Assessment of electric grid mix of Thailand using Simapro5.0. M.Eng. Thesis, Kasetsart University.

International Organization for Standardization. (1997). *ISO/DIS 14040: Environmental management –Life Cycle Assessment – Principles and framework*.

International Organization for Standardization. (1997). *ISO/DIS 14041: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Goal and scope definition and inventory analysis*.

International Organization for Standardization. (1998). *ISO/DIS 14041: Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life cycle interpretation*.

Ozawa,M.L. 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*.

Pankaj, B. and S. P. Pino. (2002). *Working 9 to 5 on Climate Change: An Office Guide*. World Resources Institute.

RISO Material safety data sheet (MSDS), (2004). Risograph MSDS. Available Source <http://www.4office.ca/website.nsf/b0064e33d487e20585256e6800708fdc/2842f2e00b9829a8852573410067be1a?OpenDocument>, 30 พฤศจิกายน 2553.

Sekiya, A. and S. Okamoto. (2010). Evaluation of carbon dioxide equivalent values for greenhousegases: CEWN as a new indicator replacing GWP, *Journal of Fluorine Chemistry*

ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ตารางค่าศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน (GWP) ของก๊าซต่าง ๆ



ตารางแสดงศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆ

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
Carbon dioxide	CO ₂	1
Methane	CH ₄	25
Nitrous oxide	N ₂ O	298
<i>Substances controlled by Montreal Protocol/298</i>		
CFC-11	CCl ₃ F	4,750
CFC-12	CCl ₂ F ₂	10,900
CFC-13	CClF ₃	14,400
CFC-113	CCl ₂ FCClF ₂	6,130
CFC-114	CClF ₂ CClF ₂	10,000
CFC-115	CClF ₂ CF ₂	7,370
Halon-1301	CB _r F ₃	7,140
Halon-1211	CB _r F ₃	1,890
Halon-2402	CB _r F ₂ CB _r F ₂	1,640
Carbon tetrachloride	CCl ₄	1,400
Methyl bromide	CH ₃ Br	5
Methyl chloroform	CH ₃ CCl ₃	146
HCFC-22	CHClF ₂	1,810
HCFC-123	CHCl ₂ CF ₃	77
HCFC-124	CHClF CF ₃	609
HCFC-141b	CH ₃ CCl ₂ F	725
HCFC-142b	CH ₃ CClF ₂	2,310
HCFC-225ca	CHCl ₂ CF ₂ CF ₃	122
HCFC-225cb	CHClF CF ₂ CClF ₂	595

ตารางแสดงศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆ

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
<i>Hydro fluorocarbons</i>		
HFC-23	CHF_3	14,800
HFC-32	CH_2F_2	675
HFC-125	CHF_2CF_3	3,500
HFC-143a	CH_2FCF_2	1,430
HFC-152a	CH_3CF_3	4,470
HFC-227ea	CH_3CHF_3	124
HFC-236fa	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CF}_3$	3,220
HFC-245fa	$\text{CHF}_2\text{CH}_2\text{CF}_3$	9,810
HFC-365mfa	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{CH}_2$	1,030
HFC-43-10mee	$\text{CF}_3\text{CHFCHFCF}_2$	794
<i>Per Fluorocarbons compounds</i>		
Sulfur hexafluoride	SF_6	22,800
Nitrogen trifluoride	NF_3	17,200
PFC-14	CF_4	7,390
PFC-116	C_2F_6	12,200
PFC-218	C_3F_8	8,830
PFC-318	$\text{c-C}_4\text{F}_8$	10,300
PFC-3-1-10	C_4F_{10}	8,860
PFC-4-1-12	C_5F_{12}	9,160
PFC-5-1-14	C_6F_{14}	9,300
PFC-9-1-14	$\text{C}_{10}\text{F}_{18}$	7,500
Trifluoromethyl sulfur pentafluoride	SF_5CF_3	17,700

ตารางแสดงศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆ

Industrial designation or common name	Chemical formula	GWP for 100-year time horizon (at date of publication)
<i>Fluorinated ethers</i>		
HFE-125	CHF_2OCF_3	14,900
HFE-134	$\text{CHF}_2\text{OCHF}_2$	6,320
HFE-143a	CH_3OCF_3	756
HCFE-235da2	$\text{CHF}_2\text{OCHClCF}_3$	350
HFE-245cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	708
HFE-245fa2	$\text{CHF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	650
HFE-254cb2	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CHF}_2$	359
HFE-347mcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_3$	575
HFE-347pcf2	$\text{CHF}_2\text{CF}_2\text{OCH}_2\text{CF}_3$	580
HFE-356pcc3	$\text{CH}_3\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{CHF}_2$	110
HFE-499sf2(HFE-7100)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OCF}_3$	297
HFE-599sf2(HFE-7200)	$\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5\text{C}_2\text{F}_5$	59
HFE-43-10-pcc124(H-Galden1040x)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_2\text{F}_4\text{OCHF}_2$	1,870
HFE-236ca13(HG-10)	$\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{OCHF}_2$	2,800
HFE-338pcc13(HG-01)	$\text{CHF}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{OCHF}_2$	150
Perfluoropolyethers		10,300
PFPME	$\text{CF}_3\text{OCF}(\text{CF}_3)\text{CF}_2\text{OCF}_2\text{OC}_3\text{F}_7$	1
<i>Hydrocarbons and other compounds-direct effects</i>		
Dimethylether	CH_3OCH_3	1
Methylene chloride	CH_2Cl_2	8.7
Methyl chloride	CH_3Cl	13

ภาคผนวก ข

ตารางค่าศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน (GWP) ของก๊าซต่าง ๆ สำหรับงานวิจัย

ตารางค่าศักยภาพในการดูดกลืนพลังงานความร้อน(GWP)ของก๊าซต่างๆสำหรับงานวิจัย

ขอบเขต	รายการ	หน่วย	Activity data	Emission factorในหน่วย kg CO ₂ e/ หน่วย	Activity data × Emission factor
ประเภทที่ 1	การใช้เรือขององค์กร,เบนซิน	L		2.1896	1248.07
	การใช้รถตัดหญ้า,เบนซิน	L		2.1896	43.792
	สารทำความเย็น (R-22)	kg		1810	8688
	อุปกรณ์ดับเพลิง	kg		3.77	76.90
	ปุ๋ยAmmonium sulphate	kg		2.66	26.6
รวมประเภทที่1					10083.362
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้า	kWh		0.561	14221.35
รวมประเภทที่2					14221.35
ประเภทที่ 3	การใช้น้ำ ประปา	m ³		0.0264	19.40
	การใช้กระดาษ	kg		1.15	11.5
	ผงหมึกพิมพ์	kg		2.5	1.25
	การฝังกลบขยะอินทรีย์	kg		2.53	31878
	การฝังกลบขยะกระดาษ	kg		2.93	673.9
	การขนส่งขยะ Full load	ton-km		0.0425	0.467
รวมประเภทที่3					32584.51



ภาคผนวก ค

ตัวอย่าง วิธีการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct GHG Emissions) ได้แก่ ก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นโดยตรงจากกิจกรรมต่างๆภายในองค์กร ดังนั้นประเภทที่ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้ที่มีการเคลื่อนที่(Mobile Combustion)

วิธีการคำนวณ

$$Emissions_{GHG, fuel} = Fuel\ Consumption_{fuel} \times Emission\ Factor_{GHG, fuel}$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ในการศึกษา 2557 คลินิกมีการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบนซินทั้งหมด 590 ลิตร/ปี และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเบนซิน เท่ากับ 2.1896 kg CO₂e/

$$\begin{aligned} Emissions_{GHG, fuel} &= Fuel\ Consumption_{fuel} \times Emission\ Factor_{GHG, fuel} \\ &= 590 \text{ ลิตร/ปี} \times 2.1896 \text{ kg CO}_2\text{e/ลิตร} \\ &= 1291.86 \text{ kg CO}_2\text{e/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นในปี 2557 พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากน้ำมันเชื้อเพลิงทุกชนิด มีค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 1291.86 kg CO₂ee/ปี

ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Energy Indirect GHG Emissions) ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการผลิตไฟฟ้า หรือน้ำ ที่ถูกนำเข้าจากภายนอกเพื่อใช้งานภายในองค์กร (Indirect Emissions from Use of Purchased Electricity)

วิธีการคำนวณ

$$E = AD \times EF$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ในปี 2557 คลินิกมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอกเป็นจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 25,350 kWh/ปี และค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของพลังงานไฟฟ้า เท่ากับ 0.561 kg CO₂e/kWh

$$\begin{aligned} \text{Emission} &= \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor} \\ &= 25,350 \text{ kWh/ปี} \times 0.561 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \\ &= 14221.35 \text{ kg CO}_2\text{e/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นในปี 2553 พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก มีค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 14221.35 kg CO₂e/ปี

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่นๆ (Other Indirect GHG Emissions)

ได้แก่ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เกิดจากการกิจกรรมต่างๆ นอกเหนือที่ระบุในประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ

วิธีการคำนวณ

$$E = AD \times EF$$

ตัวอย่างการคำนวณ

ในปี 2557 คลินิกมีปริมาณการใช้น้ำประปาเป็นจำนวนทั้งหมดเท่ากับ 735m³/ปีและค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของน้ำ ประปาเท่ากับ 0.0264 kg CO₂e/ m³

$$\begin{aligned} \text{Emission} &= \text{Activity Data} \times \text{Emission Factor} \\ &= 735\text{m}^3/\text{ปี} \times 0.0264 \text{ kg CO}_2\text{e/ m}^3 \\ &= 19.404 \text{ kg CO}_2\text{e/ปี} \end{aligned}$$

ดังนั้นในปี 2557 พบว่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการใช้น้ำประปามีค่าปริมาณก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดเท่ากับ 19.404 kg CO₂e/ปี



ภาคผนวก ง

แบบสำรวจข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกรมอนามัย

แบบสำรวจข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของกรมอนามัย
(ใช้ข้อมูลของปีงบประมาณ 2552 /2553)

แบบสำรวจนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป จำนวน 9 ข้อ

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสำหรับการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก จำนวน 9 ข้อ

เก็บข้อมูลจากกลุ่มงานฝ่ายที่รับผิดชอบในแต่ละประเด็น เช่นฝ่ายบริหาร ฝ่ายเวชกรรมสังคม คณะกรรมการประหยัดพลังงาน และกลุ่มงานสิ่งแวดล้อม เพื่อประเมิน Carbon Footprint ซึ่งจะช่วยให้การลดก๊าซเรือนกระจกได้ และนำไปสู่การพัฒนาทางเลือกในการตัดสินใจเชิงนโยบายและยุทธศาสตร์ในการลด CarbonFootprint เพื่อเป็นแบบอย่างการเป็นผู้นำในการแก้ปัญหาภาวะโลกร้อน และถ่ายทอดสู่ชุมชนต่อไป.

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. ชื่อโรงพยาบาล.....
ที่ตั้ง เลขที่ หมู่ที่..... ถนน..... ตำบล.....
อำเภอ จังหวัด..... รหัสไปรษณีย์.....
2. ประเภทโรงพยาบาล
() โรงพยาบาลศูนย์ () โรงพยาบาลทั่วไป () โรงพยาบาลชุมชน
() โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ () โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
3. ขนาดพื้นที่ ไร่.....
อาคารบริการ หลัง พื้นที่ใช้สอยรวม..... ตารางเมตร
สำนักงาน..... หลัง พื้นที่ใช้สอยรวม ตารางเมตร
ที่พักอาศัย..... หลัง พื้นที่ใช้สอยรวม..... ตารางเมตร
4. โรงพยาบาลขนาด.....เตียง
อัตราครองเตียง ร้อยละ..... ต่อปี
5. จำนวนผู้ป่วยใน..... คนต่อปี จำนวนผู้ป่วยนอก คนต่อปี
6. จำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงานอยู่ที่โรงพยาบาล
• บุคลากรสังกัดโรงพยาบาล คน
• พนักงาน/เจ้าหน้าที่จ้างเหมาบริการ คน (ทำความสะอาด, ทำสวน, รปภ.)
• ผู้ค้าขายสินค้า/อาหารประจำในโรงพยาบาล..... คน
7. จำนวนบ้านพัก
บ้านเดี่ยว..... หลัง ผู้อาศัย..... คน
บ้านแฝด หลัง ผู้อาศัย..... คน
อาคารชุด/แฟลต หลัง จำนวน ห้อง

8. นโยบาย/มาตรการประหยัดพลังงานขององค์กร

มี (โปรดแนบรายละเอียด)

ไม่มี

9. การบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการในการลดภาวะโลกร้อน

9.1 คณะกรรมการ

มี (โปรดแนบเอกสาร) ไม่มี

9.2 คณะทำงาน

มี (โปรดแนบเอกสาร) ไม่มี

9.3 แผนที่เกี่ยวข้องกับการจัดการในการลดภาวะโลกร้อน

มี (โปรดแนบเอกสาร)

ไม่มี

9.4 การสนับสนุนการดำเนินงานจากผู้บริหาร

• งบประมาณดำเนินการ

มี (โปรดระบุ)..... บาท/

ปีงบประมาณ

เพียงพอ ไม่เพียงพอ เพราะ ต้องการเพิ่ม บาท ไม่มี

• วัสดุอุปกรณ์

มี (โปรดระบุ)..... บาท/

ปีงบประมาณ

เพียงพอ ไม่เพียงพอ เพราะ สิ่งที่ขาด (โปรดระบุ) ไม่มี

• วิชาการ/องค์ความรู้ (เช่น การฝึกอบรมให้เจ้าหน้าที่, ...)

มี (โปรดระบุ) บาท/ปีงบประมาณ เพียงพอ ไม่เพียงพอ เพราะ สิ่งที่ขาด

(โปรดระบุ) ไม่มี

• สิ่งจูงใจ

มี (โปรดระบุ) บาท/ปีงบประมาณ เพียงพอ ไม่เพียงพอ เพราะ สิ่งที่ขาด

(โปรดระบุ)

9.5 การติดตามและประเมินผลการดำเนินงาน

การติดตาม ประเมินผล	ผู้รับผิดชอบ	วิธีการรายงาน	ความถี่ในการ รายงาน	การตรวจสอบ ความถูกต้อง
บันทึกการใช้ไฟฟ้า				
บันทึกการใช้น้ำมัน เชื้อเพลิง				
บันทึกการจัดการ ขยะ				
บันทึกการจัดการ ระบบบำบัดน้ำเสีย				
บันทึกการใช้ปุ๋ย (รวมปุ๋ยเคมี) และอินทรีย์)				
บันทึกการใช้ก๊าซหุง ต้ม				

9.6 วิธีการประเมินผลการดำเนินการตามแผนฯ

การติดตามผลการดำเนินงาน

มี (โปรดแนบรายละเอียด)

ประชุมติดตามผลการดำเนินงานโดย (ผู้รับผิดชอบ).....

ความถี่ของการประชุม (ระบุ).....

ติดตามด้วยวิธีการอื่น (ระบุ)

ไม่มี

การนำเสนอผลการดำเนินงาน

ต่อผู้บริหารโรงพยาบาล (ระบุวิธีการ)

ต่อบุคลากรของโรงพยาบาล (ระบุวิธีการ)

ต่อผู้รับบริการและชุมชน (ระบุวิธีการ)

ต่อหน่วยงานอื่น (ระบุวิธีการ)

ส่วนที่ 2 ข้อมูลสำหรับการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจก

1. การใช้เชื้อเพลิง

1.1 การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของรถยนต์ในราชการที่ใช้เป็นประจำ (รวมรถยนต์เช่ารายปี)

เบนซิน (รวม 91 และ 95) ลิตร/ปี

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

ดีเซล..... ลิตร/ปี (รวม B5 และ B2)

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

ก๊าซโซฮอลล์..... ลิตร/ปี (รวม 91 95 E10 E20)

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

เชื้อเพลิง NGV..... ลิตร/ปี

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

เชื้อเพลิง LPG..... ลิตร/ปี

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

เชื้อเพลิงอื่นๆ (โปรตอร์บู) ปริมาณ..... ลิตร/ปี

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)

อุปกรณ์อื่นๆที่ใช้เชื้อเพลิงที่ยังใช้การอยู่

ประเภทรถ (เช่น รถตู้ รถยนต์ส่วนบุคคล รถกระบะ)	ขนาดเครื่องยนต์ (ซีซี)	อายุการใช้งาน (ปี)
เตาเผาขยะ		
เครื่องสูบน้ำ		
เครื่องตัดหญ้า		
Boiler		

1.3 การใช้ก๊าซหุงต้ม

- o โรงครัว กิโลกรัม/ปี
- o แผนกซักฟอก กิโลกรัม/ปี
- o หน่วยจ่ายกลาง กิโลกรัม/ปี
- o บ้านพัก..... กิโลกรัม/ปี
- o อื่นๆ(โปรดระบุ) กิโลกรัม/ปี

2. การจัดการขยะ

2.1 ปริมาณ/วิธีการกำจัดขยะ

- o ขยะทั่วไป..... กิโลกรัม/ปี
 - กำจัดเอง โดยวิธี..... จำนวน..... กิโลกรัม/ปี
 - ส่งกำจัดโดยหน่วยงานภายนอก (กรุณารอกรายละเอียดในตารางท้ายข้อนี้)
- o ขยะสด..... กิโลกรัม/ปี
 - กำจัดเอง โดยวิธี..... จำนวน..... กิโลกรัม/ปี
 - ส่งกำจัดโดยหน่วยงานภายนอก (กรุณารอกรายละเอียดในตารางท้ายข้อนี้)
- o ขยะติดเชื้อ กิโลกรัม/ปี
 - กำจัดเอง โดยวิธี จำนวน..... กิโลกรัม/ปี
 - ส่งกำจัดโดยหน่วยงานภายนอก (กรุณารอกรายละเอียดในตารางท้ายข้อนี้)
- o ขยะอันตราย กิโลกรัม/ปี
 - กำจัดเอง โดยวิธี..... จำนวน..... กิโลกรัม/ปี
 - ส่งกำจัดโดยหน่วยงานภายนอก (กรุณารอกรายละเอียดในตารางท้ายข้อนี้)
- o ขยะ Recycle กิโลกรัม/ปี
 - กระดาษ..... กิโลกรัม/ปี
 - พลาสติก..... กิโลกรัม/ปี
 - แก้ว, กระຈก กิโลกรัม/ปี
 - เหล็ก, โลหะ, ทองแดง, อลูมิเนียม..... กิโลกรัม/ปี

ประเภทขยะ	ปริมาณ ขยะ (กก./ปี)	วิธีการ กำจัด (เช่น เผา, ฝัง, กลบ,เลี้ยง สัตว์ , ฯลฯ)	รถที่ใช้ในการขนส่ง		ระยะทาง ไป-กลับ ระหว่าง รพ.ถึง สถานที่ กำจัดขยะ (กม.)	ความถี่ใน การ ขนส่ง (ครั้ง/ สัปดาห์)	หมายเหตุ
			ประเภท รถ	ชนิด น้ำมัน			
ขยะทั่วไป							
ขยะสด							
ขยะติดเชื้อ							
ขยะอันตราย							
ขยะ Recycle							

หมายเหตุ : กรณีที่ขนส่งขยะหลายประเภทโดยรถคันเดียวกัน ให้ระบุในช่องหมายเหตุ

3. ระบบบำบัดน้ำเสีย

ชนิดของระบบบำบัด.....

ปริมาณน้ำเสียที่เข้าสู่ระบบ..... ลูกบาศก์เมตร/วัน

ครั้งที่	ค่า BOD	ค่า TKN (ถ้ามี)
1		
2		
3		

4. การจัดการสิ่งปฏิกูล (รวมบ้านพัก)

บำบัดรวมกับระบบบำบัดน้ำเสีย

บำบัดแยกจากระบบบำบัดน้ำเสีย (ถังเกรอะ)

จำนวนผู้ใช้โดยเฉลี่ย (โปรดระบุ) คน/ปี (รวมญาติผู้ป่วยใน
โดยประมาณว่าผู้ป่วย 1 คนต่อญาติ 3 คน)

5. ปริมาณการใช้ SF6..... (ระบุปริมาณการใช้ยาเป็นหน่วยน้ำหนัก/ปี)
วัตถุประสงค์ของการใช้ (โปรดระบุ)

6. ปริมาณการใช้ยาสลบในห้องผ่าตัด (ระบุปริมาณการใช้ยาเป็นหน่วยน้ำหนัก/ปี)

Nitrus Oxide.....
 Isoflurane.....
 Dedflurane.....
 Sevoflurane.....
 CO2.....
 อื่นๆ.....

7. การใช้ไฟฟ้า

ปริมาณการใช้ไฟฟ้ารวม..... kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 • ส่วนสำนักงาน kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 • ส่วนบริการทางการแพทย์.....kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 • ส่วนบ้านพัก
 บ้านเดี่ยว..... kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 อาคารชุด..... kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 • ระบบบำบัดน้ำเสีย..... kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)
 • อื่นๆ..... kwh (โปรดแนบเอกสารการใช้ไฟฟ้ารายเดือน)

8. การจ้างเหมาพาหนะเพื่อการเดินทางของเจ้าหน้าที่โรงพยาบาล

8.1 รถตู้

ใช้น้ำมันเบนซิน (91,95) ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี
 ใช้น้ำมันดีเซล ระยะทาง กิโลเมตร/ปี
 ใช้ก๊าซโซฮอลล์ (91,95) ระยะทาง กิโลเมตร/ปี
 ใช้ NGV ระยะทาง กิโลเมตร/ปี
 ใช้ LPG ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี
 อื่นๆ (โปรดระบุ) ระยะทาง กิโลเมตร/ปี

8.2 รถบัส

ใช้น้ำมันเบนซิน (91,95) ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี
 ใช้น้ำมันดีเซล ระยะทาง.....กิโลเมตร/ปี
 ใช้ก๊าซโซฮอลล์ (91,95) ระยะทาง.....กิโลเมตร/ปี
 ใช้ NGV ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี
 ใช้ LPG ระยะทาง กิโลเมตร/ปี
 อื่นๆ (โปรดระบุ) ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี

8.3 เครื่องบิน (ภายในและภายนอกประเทศรวมทั้งหน่วยงาน)

จำนวนครั้งในการเดินทาง..... ครั้ง/ปี

รวมระยะทาง ไมล์/ปี

ผู้เดินทาง	เดินทางจาก	เดินทางถึง	ระยะทาง

8.4 รถประเภทอื่นๆ (โปรดระบุ)

ใช้น้ำมันเบนซิน (91,95) ระยะทาง กิโลเมตร/ปี

ใช้น้ำมันดีเซล ระยะทาง กิโลเมตร/ปี

ใช้ก๊าซโซฮอลล์ (91,95) ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี

ใช้ NGV ระยะทาง กิโลเมตร/ปี

ใช้ LPG ระยะทาง กิโลเมตร/ปี

อื่นๆ (โปรดระบุ) ระยะทาง..... กิโลเมตร/ปี

9. การปรับภูมิทัศน์

ในรอบปีที่ผ่านมามีต้นไม้ยืนต้นจำนวน ต้น ความสูงเฉลี่ย.....

คิดเป็นพื้นที่สีเขียวทั้งหมด.....

คิดเป็นร้อยละ ของพื้นที่ว่างทั้งหมด

ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์



ประวัติย่อผู้ทำสารนิพนธ์

ชื่อ ชื่อสกุล	ธรรมศักดิ์ เชื้อขาวพิมพ์
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 27 กันยายน 2525
สถานที่เกิด	อำเภอละแม จังหวัดชุมพร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	3/2 หมู่2 ต.ละแม อ.ละแม จ.ชุมพร 8617
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ.2534	ประถมศึกษา
	จาก โรงเรียนวัดปิยะพัฒนาราม
พ.ศ.2537	มัธยมศึกษาตอนต้น
	จาก โรงเรียนละแมวิทยา
พ.ศ.2540	มัธยมศึกษาตอนปลาย
	จาก โรงเรียนสวนศรีวิทยา
พ.ศ.2545	อุดมศึกษา (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต) วิศวกรรมอุตสาหการ
	จาก มหาวิทยาลัยรามคำแหง
พ.ศ.2558	บัณฑิตศึกษา (วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต)
	การจัดการทางวิศวกรรม
	จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสบการณ์ทำงาน	
2553 -2558	Mobile care center, True corporation public co. ltd

