การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร: กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
Information System Development for Carbon Footprint Calculation: Case Study in University of the Thai Chamber of Commerce

สุวรรณี อัศวกุลชัย

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

126/1 ถนนวิภาวดีรังสิต ดินแดง กรุงเทพมหานคร 10400

Suwannee Adsavakulchai

School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce,

126/1 Vibphavadi Rangsit Road, Dindaeng, Bangkok 10400

e-mail: suwannee_ads@utcc.ac.th

บทคัดย่อ

คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เกิดจากกิจกรรมทั้งทางตรงและทางอ้อมภายในองค์กรที่มีการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า เพื่อจำแนกสาเหตุของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีนัยสำคัญและหาแนวทางเพื่อลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย และพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย รวมถึงข้อเสนอแนะแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร จากผลการศึกษาข้อมูลในปีการศึกษา 2555 พบว่า คาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย เท่ากับ 24,252.17 tones CO_2e (กิจกรรมประเภทที่ 1 และ 2 รวมกัน เท่ากับ 7,353.298 tones CO_2e และกิจกรรมประเภทที่ 3 เท่ากับ 16,898.87 tones CO_2e) โดยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุดมาจากกิจกรรมประเภทที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 69.68 รองลงมาเป็นกิจกรรมประเภทที่ 2 ร้อยละ 27.55 และกิจกรรมประเภทที่ 1 ร้อยละ 2.78 ทั้งนี้รายละเอียดกิจกรรมที่มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ได้แก่ การเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงาน/นักศึกษา โดยพาหนะส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 68.62 เทียบสัดส่วนเฉพาะกิจกรรมประเภทที่ 3 สำหรับข้อเสนอแนะแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย มี 4 Scenarios ได้แก่ การลดการใช้ รถยนต์ส่วนตัว กระดาษ น้ำประปา และไฟฟ้าในระบบปรับอากาศระบบแสงสว่าง และอุปกรณ์สำนักงาน ซึ่งถ้าสามารถดำเนินการใน 4 Scenarios

ได้ร้อยละ 10 จะสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยได้ประมาณ 2,425.22 tones CO_2e ต่อปี สำหรับการพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ใช้หลักการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง และใช้ Microsoft Access เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูล ผลจากการศึกษา พบว่า โปรแกรมใช้งานง่าย และสะดวกสำหรับผู้ใช้ทุกคน ทั้งนี้ เพื่อให้ระบบมีการใช้ต่อเนื่องจะต้องจัดทำระบบการสำรวจเป็นระยะ ๆ โดยนำข้อมูลมาปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์มากขึ้น และเสนอแนะควรมีคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละคณะฯ ในรายงานประเมินตนเอง ถึงแม้ว่าจะไม่อยู่ในกรอบของรายงาน แต่จะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: คาร์บอนฟุตพริ้นท์ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย การพัฒนาระบบสารสนเทศ

Abstract

Carbon Footprint for Organization (CFO) generated from all activities both direct and indirect that emitted CO_2e. The aim of CFO is to do the classification of the causes of greenhouse gas emission significantly then guides how to reduce CFO. The main objectives in this study are to analyze all activities related to greenhouse gas emission in University of the Thai Chamber of Commerce (UTCC), to develop the information system for carbon footprint calculation, and to recommend how to reduce greenhouse gas emission in the campus. The results from the data obtained in 2013, the CFO of UTCC was 24,252.17 tones CO_2e (scope 1+2 = 7,353.298 tones CO_2e and scope 3 = 16,898.87 tones CO_2e). The source of CFO was generated from the activities in scope 3, scope 2 and scope 1 with 69.68%, 27.55% and 2.78%, respectively. The highest greenhouse gas emission was the fuel emission from the private car from home to UTCC with 68.62% under scope 3. The recommendation from this study, to propose 4 scenarios to reduce CFO that introduce to reuse paper, to promote the public transportation, to reuse water and to manage the electricity in term of air condition and light system including office automation equipment. In case of applying all scenarios with 10% successfully, the CFO will be reduced approximately 2,425.22 tones CO_2e per year. In addition, the Carbon Footprint Calculation Program Development is developed by the structure system analysis development (SSAD) and implemented using Microsoft Access as a DMBS. It can be concluded that the program is easy to use and all users are quite satisfied with. To monitor and survey data to input into the program for CFO reduction is the on-going research. The highly recommendation is to add the carbon footprint data in the self-assessment report (SAR), because it could be definitely valuable for UTCC in the future even it is not compulsory information in SAR.

Keywords: Carbon Footprint, UTCC, Information System Development

1. ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรม การใช้พลังงานเพื่อเกษตรกรรม การขนส่ง รวมทั้งการทำลายทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในรูปแบบต่าง ๆ นับเป็นสาเหตุสำคัญของการเกิดภาวะโลกร้อน ที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ทั้งนี้ผลกระทบจากภาวะโลกร้อน ทำให้ประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกตื่นตัว ในการดำเนินงานเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ทั้งจากการคำนวณหาปริมาณ การติดตามตรวจสอบ การรายงานผล การทวนสอบ การปล่อย และ/หรือการดูดกลับก๊าซเรือนกระจก ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการริเริ่มแผนงานเพื่อจำกัดความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ [1,2,3]

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร (Carbon Footprint for Organization: CFO หรือ Corporate Carbon Footprint: CCF) เป็นวิธีการหนึ่งที่แสดงข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยจากการดำเนินงานขององค์กรจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั้งการผลิตและการบริการขององค์กรนั้น และจะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพทั้งในระดับหน่วยงาน บริษัท โรงงาน ระดับอุตสาหกรรม และระดับประเทศ (2) แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร อ้างอิงจากมาตรฐาน ISO 14064-1 (2006) GHG Protocol (2001, 2004) โดยนำมาปรับปรุงให้เข้ากับบริบทของไทยและนำเสนอสาระสำคัญต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับหลักการพัฒนาและจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกในระดับองค์กรหรือบริษัท การกำหนดขอบเขตและการหาปริมาณการปล่อยหรือลดก๊าซเรือนกระจก วิธีการจัดทำรายงาน การจัดการความไม่แน่นอนของข้อมูลตลอดจนการทวนสอบข้อมูล ดังนั้น หากองค์กรใดต้องการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร หรือแสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ประกอบกับการปฏิบัติตามข้อกำหนดใน ISO14064-1 (2006) เพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น [4,5,6,7]

แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร มุ่งให้ประโยชน์ต่อองค์กร หน่วยงานภาครัฐ ผู้ยื่นข้อเสนอโครงการ และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อสร้างความชัดเจนและความสอดคล้องในการคำนวณหาปริมาณ การติดตามตรวจสอบ การรายงานผล และการตรวจสอบหรือทวนสอบบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร นอกจากนี้ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล พิธีสาร และการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กร จึงได้รวบรวมหลักคิดสำคัญและข้อกำหนดจากเอกสารอ้างอิงของ World Business Council for Sustainable Development/ World Resources Institute ซึ่งสามารถใช้อ้างอิงร่วมกับเอกสารอ้างอิงอื่น ๆ ที่มีหลักการและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องเพิ่มเติมได้ ทั้งนี้ ผู้คำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรควรชี้แจงวิธีการจัดทำเหตุผลที่ตัดสินใจเลือก [8,9,10]

โปรแกรมเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่สามารถคำนวณแบบออนไลน์ได้ [11,12] แต่เหมาะสำหรับคนที่มีพื้นฐานคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เนื่องจากการใช้งานยากโดยเฉพาะในการกรอกข้อมูล เช่น การกรอกข้อมูล การเผาไหม้แบบไม่เคลื่อนที่ หรือ การเผาไหม้แบบเคลื่อนที่ หรือ การปล่อยก๊าซมีเทนจากการใช้ห้องน้ำ หรือ การปล่อยก๊าซมีเทนจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบไม่เติมอากาศ การขนส่ง ซึ่งเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยไม่เข้าใจ และไม่สามารถกรอกข้อมูลได้

ดังนั้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร โดยเจ้าหน้าที่ในมหาวิทยาลัยสามารถกรอกข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยได้อย่างง่าย ๆ ไม่เพิ่มภาระให้เจ้าหน้าที่ และไม่ต้องทำงานซ้ำซ้อน นอกจากนั้นประโยชน์ที่ได้จากงานวิจัยนี้ก็เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินและการหาแนวทางในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และมุ่งเน้นการนำมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยไปสู่มหาวิทยาลัยสีเขียว

2. วิธีการดำเนินงาน

2.1 การระบุกิจกรรมและแหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก แบ่งกิจกรรมเป็น 3 ประเภท

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร กำหนดขอบเขตเฉพาะ พิจารณาเฉพาะการใช้ LPG และเชื้อเพลิงอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์ การใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์ และการเดินทางไป-กลับของบุคลากรในหน่วยงานทุกสำนักโดยยานพาหนะขององค์กร

ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน กำหนดขอบเขตเฉพาะการใช้ไฟฟ้า เท่านั้น

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ กำหนดขอบเขตเฉพาะ การใช้น้ำประปา ค่า BOD น้ำเสียของมหาวิทยาลัย ข้อมูลกระดาษ paper A4 การเดินทางไป-กลับของบุคลากรในหน่วยงานทุกสำนักโดยยานพาหนะส่วนตัว การขายกระดาษ Big Cleansing Day ระยะทางที่อาจารย์/เจ้าหน้าที่เดินทางไปต่างประเทศในนามมหาวิทยาลัย จำนวนอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาทั้งหมดของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

2.2 การคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยใช้วิธีการคำนวณขององค์การบริหารก๊าซเรือนกระจก โดยใช้สูตรการคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ดังนี้

ปริมาณปล่อยก๊าซเรือนกระจกเทียบเท่า = ปริมาณหรือจำนวนหรือระยะทางของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม X ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรม

2.3 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

2.4 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมดขององค์กร [13]

3. ผลการศึกษา

3.1 กิจกรรมต่าง ๆ ที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก โดยแบ่งกิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากดำเนินงานขององค์กรไว้ 3 ประเภท ได้แก่

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานและ ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ ซึ่งสามารถรายงานข้อมูลปฐมภูมิของบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจก ดังนี้

ประเภทที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรงขององค์กร (Direct Emission) ได้แก่ การใช้ LPG และเชื้อเพลิงอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการ การใช้สารเคมีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ และการเดินทางไป-กลับของบุคลากรในหน่วยงานโดยยานพาหนะของมหาวิทยาลัย แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยตรง

กิจกรรม	ข้อมูลปริมาณการใช้	แหล่งข้อมูล
จำนวน LPG และเชื้อเพลิงอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการของคณะวิศวกรรมศาสตร์	เฉลี่ย 1 ถัง/เดือน 1 ถัง ≈ 27.3 ลิตร	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปริมาณสารเคมีในห้องปฏิบัติการของคณะวิทยาศาสตร์	105.75 ลิตร	คณะวิทยาศาสตร์
ปริมาณน้ำมันจากการเดินทางไป-กลับของบุคลากรในหน่วยงานทุกสำนักโดยยานพาหนะขององค์กร	307,279 ลิตร	สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์

ประเภทที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงาน (Indirect Emission) ได้แก่ การใช้กระแสไฟฟ้าที่ไม่ได้ผลิตเอง แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกโดยอ้อม

กิจกรรม	ข้อมูลปริมาณการใช้ (kWh)	แหล่งข้อมูล
การใช้ไฟฟ้า (ตึก, คณะ)	11,492,137	กองอาคารสถานที่

ประเภทที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมอื่น ๆ เช่น การเดินทางของพนักงานด้วยยานพาหนะที่ไม่ใช่ขององค์กร เป็นต้น แสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอื่น ๆ

กิจกรรม	ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
ปริมาณน้ำประปา (ลิตร)	62,034,512	กองอาคารสถานที่
ค่า BOD น้ำเสียมหาวิทยาลัย ใช้วิธี Activated Sludge (kgBOD)	87,225	กองอาคารสถานที่
ข้อมูลกระดาษ paper A4 (กิโลกรัม)	18,570	กองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน
การเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงานโดยยานพาหนะส่วนตัว	55,525	
การขายกระดาษ Big Cleansing Day (กิโลกรัม)	39,302	กองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน
ระยะทางที่อาจารย์/เจ้าหน้าที่เดินทางไปต่างประเทศในนามมหาวิทยาลัย (กิโลเมตร)	243,048	สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์
จำนวนอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และนักศึกษาทั้งหมด	18,014	สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์

3.2 ผลการคำนวณปริมาณก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ผลการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประจำปีการศึกษา 2555 สามารถสรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สรุปปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประจำปีการศึกษา 2555

ประเภทของกิจกรรม	กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก	ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ปี 2555 (kg CO_2e)
ประเภทที่ 1	การทำปฏิกิริยาเคมีและการเผาไหม้เชื้อเพลิง	74.1960
	การใช้สารเคมีในกิจกรรมการเรียนการสอน	26.7825
	การเดินทางภายในและภายนอกสถาบันการศึกษาด้วยยานพาหนะขององค์กร	672,818.0984
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานโดยตรง (ประเภทที่ 1)		**672,919.08**
ประเภทที่ 2	การใช้พลังงานไฟฟ้าที่ซื้อจากภายนอก	6,680,379.2381
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานโดยอ้อม (ประเภทที่ 2)		**6,680,379.2381**
ประเภทที่ 3	การขายกระดาษ Big Cleansing Day	115,154.86
	ระยะทางที่อาจารย์/เจ้าหน้าที่เดินทางไปต่างประเทศในนามมหาวิทยาลัย	22,202.2509
	ปริมาณน้ำประปา	1,526,048.9952
	ค่า BOD น้ำเสียของมหาวิทยาลัย	26,167.5000
	การใช้วัสดุสำนักงาน เช่น กระดาษ	13,648.9500
	กระดาษ Tissue	1,453.8300
	การเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงาน/นักศึกษาโดยยานพาหนะส่วนตัว	11,595,207.41
	มูลฝอยทั่วไป	3,598,985.0852
ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการใช้พลังงานอื่น ๆ (ประเภทที่ 3)		**16,898,868.88**
ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (kg CO_2e)		**24,252,167.1969**
ผลรวมปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหมด (tones CO_2e)		**24,252.167**

จากตารางที่ 4 แสดงปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประจำปีการศึกษา 2555 พบว่า ถ้าพิจารณาในกิจกรรมหลัก 3 กิจกรรม กิจกรรมประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 69.68 รองลงมาเป็นกิจกรรมประเภทที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 27.55 และกิจกรรมประเภทที่ 1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 2.77 และถ้าพิจารณารายกิจกรรม พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ได้แก่ การเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงาน/นักศึกษาโดยยานพาหนะส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 47.81 รองลงมา คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 27.55

3.4 ผลการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อเสนอแนะแนวทางในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในการลดปัญหาโลกร้อน

ในการศึกษาครั้งนี้กำหนดสถานการณ์จำลองสำหรับมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ในกรณีต่าง ๆ เพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวทางในการช่วยลดโลกร้อน ดังนี้

Scenario 1 : การลดการใช้กระดาษ ได้แก่ การรณรงค์ในการใช้กระดาษ 2 หน้าเพิ่มให้มากขึ้น และการปรับรูปแบบการเรียนการสอน โดยเฉพาะเอกสารประกอบคำสอน การสอบย่อย และการสอบกลางภาค เป็นแบบออนไลน์มากขึ้น

Scenario 2 : การลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง ได้แก่ การรณรงค์การใช้รถโดยสารสาธารณะ การใช้รถรับส่งพนักงานของมหาวิทยาลัย

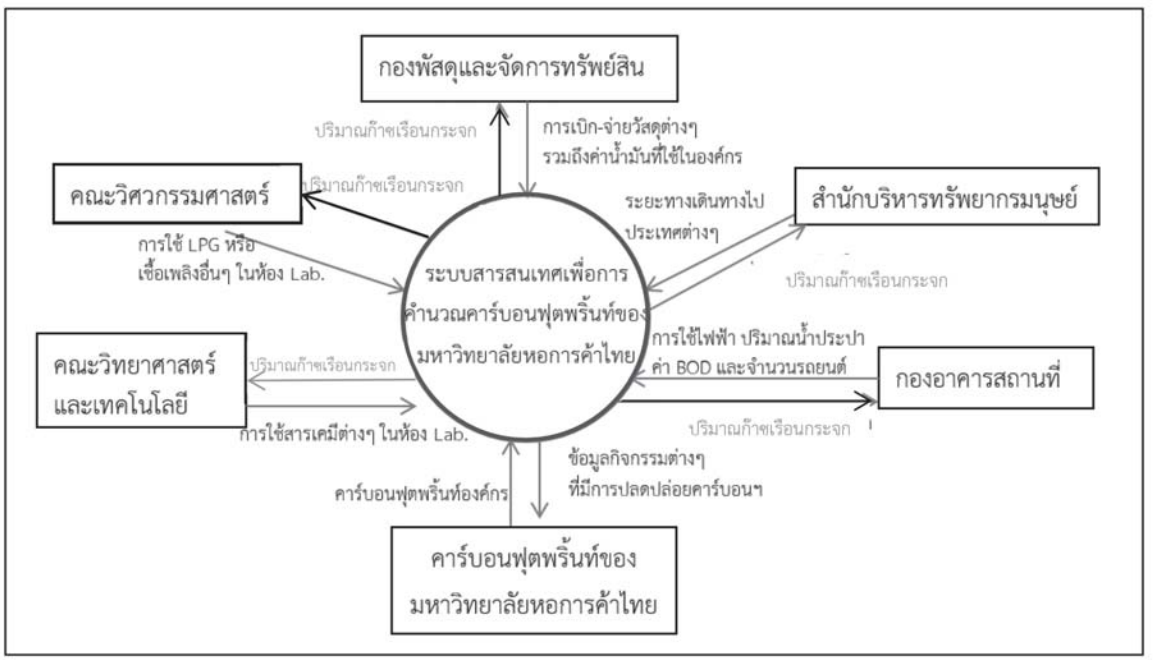
Scenario 3 : การลดปริมาณน้ำเสีย ได้แก่ การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วมารดน้ำต้นไม้ เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำประปา และการติดตามตรวจสอบการรั่วซึมของน้ำประปา และการเปลี่ยนสุขภัณฑ์ที่เก่าให้เป็นสุขภัณฑ์ที่ประหยัดน้ำ

Scenario 4 : การลดการใช้ไฟฟ้า ได้แก่ การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าในระบบเครื่องปรับอากาศ ระบบแสงสว่าง และ อุปกรณ์สำนักงาน มีแนวทางดังนี้

- การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งาน มีเครื่องหมายประหยัดพลังงาน หรือ เครื่องหมายเบอร์ 5 การลดชั่วโมงการทำงาน เช่น การปิดเมื่อไม่ใช้งาน เป็นต้น
- ระบบเครื่องปรับอากาศ มีการคำนวณ BTU ให้เหมาะกับห้องเรียน การตั้งอุณหภูมิที่ 25 องศาเซลเซียส รวมถึงการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน เช่น การทำความสะอาดแผ่นกรองเครื่องปรับอากาศ นอกจากเพื่อสุขภาพแล้ว ช่วยประหยัดพลังงานด้วย
- ระบบแสงสว่าง มีแนวทางดังนี้ การลดจำนวนหลอดไฟลง การลดขนาดของหลอดไฟให้เหมาะสม การลดกำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าลง เช่น การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น เปลี่ยนจากหลอดไฟขนาด 400 วัตต์ ให้เหลือ 250 วัตต์ หรือ 150 วัตต์ ตามความเหมาะสม การเปลี่ยนการใช้หลอดไฟจากเดิมเป็นหลอดโซเดียมความดันสูง การเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กสูญเสียต่ำ (Low Watt Loss) ขนาด 18 วัตต์ ประหยัดได้ 3.3 วัตต์ การเปลี่ยนเป็นบัลลาสต์แบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น
- อุปกรณ์สำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ ควรปิดเมื่อไม่ใช้งาน เช่น จอคอมพิวเตอร์ หรือโปรเจคเตอร์ ในห้องเรียน อาจารย์ทุกท่านควรปิดทุกครั้งที่สิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละชั่วโมง นอกจากจะประหยัดไฟฟ้าแล้ว ยังช่วยยืดอายุหลอดไฟอีกด้วย เป็นต้น

3.5 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

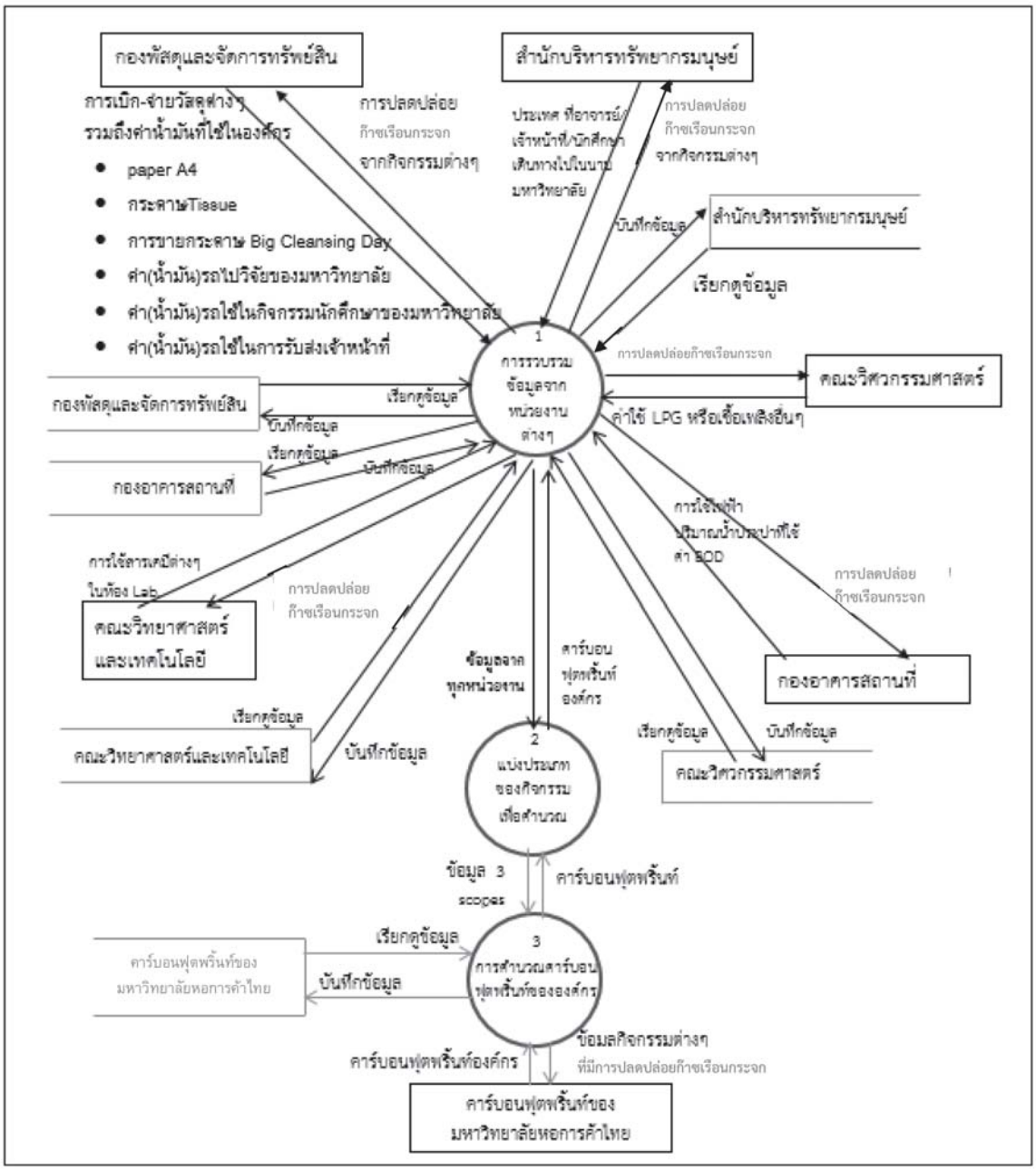
ระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก จากหน่วยงานต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย และวิเคราะห์เพื่อให้เห็นภาพรวมของระบบอย่างชัดเจน ในการศึกษาครั้งนี้แสดงภาพรวมในรูปแบบของ Context Diagram แสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

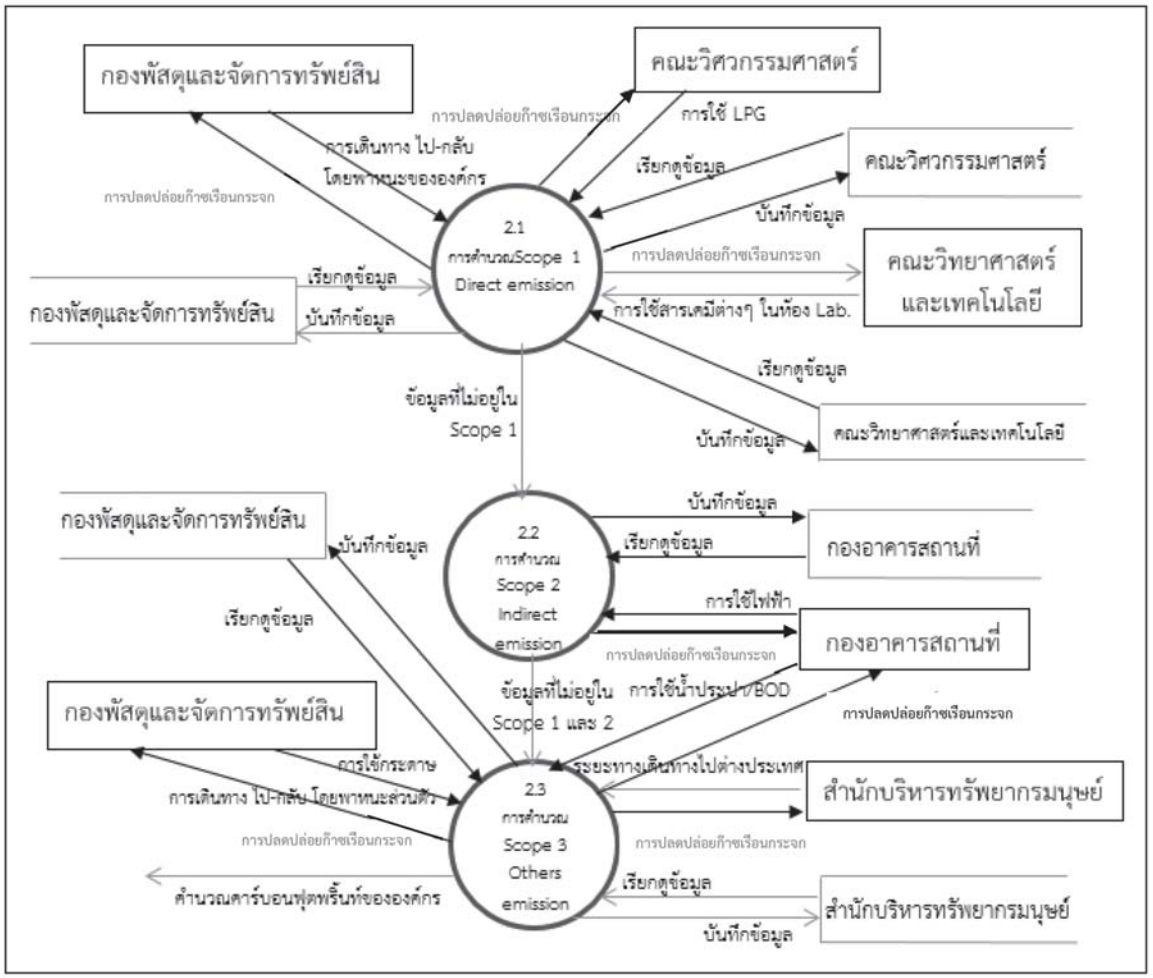
จากภาพที่ 1 Context Diagram ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ประกอบด้วย 6 เอ็นทิตี้ ซึ่งเป็นแหล่งข้อมูลกิจกรรมต่าง ๆ ที่การปล่อยก๊าซเรือนกระจก ได้แก่ กองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน กองอาคารสถานที่ สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ส่วนการไหลของข้อมูลของแต่ละเอ็นทิตี้ โดยเฉพาะข้อมูลนำเข้าระบบแต่ละหน่วยงานแตกต่างกัน เช่น ข้อมูลของกองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน ได้แก่ การเบิก-จ่ายวัสดุต่าง ๆ รวมถึงค่าน้ำมันที่ใช้ในองค์กร เป็นต้น ข้อมูลของสำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ ได้แก่ ชื่อ/จำนวน ประเทศที่อาจารย์/เจ้าหน้าที่/นักศึกษา ที่เดินทางโดยยานพาหนะของมหาวิทยาลัย เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ข้อมูลที่ออกจากระบบจากทุกหน่วยงานเหมือนกัน คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมที่แต่ละหน่วยงานมีการปล่อยออกมา ซึ่งต้องมีการคำนวณและสุดท้ายมารวมกันเป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

จาก Context Diagram ทำการวิเคราะห์ข้อมูลมีกระบวนการย่อยอีก 3 กระบวนการ ซึ่งเรียกว่าเป็น Data Flow Diagram Level 1 : DFD Level 1 แสดงในภาพที่ 2 ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่มีการแบ่งประเภทของกิจกรรม และการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ใน DFD Level 1 มีแหล่งเก็บข้อมูล (Data Storage) 6 แหล่ง ได้แก่ แหล่งเก็บข้อมูลของกองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน แหล่งเก็บข้อมูลของกองอาคารสถานที่ แหล่งเก็บข้อมูลสำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ แหล่งเก็บข้อมูลของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แหล่งเก็บข้อมูลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลของคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ส่วนเส้นทางการไหลของข้อมูลของแต่ละเอ็นทิตี้ โดยเฉพาะข้อมูลนำเข้าระบบแต่ละหน่วยงานเหมือนกับใน Context Diagram ซึ่งจำนวนเส้นทางการไหลของข้อมูลต้องเท่ากัน เช่น ข้อมูลของกองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน ได้แก่ การเบิก-จ่ายวัสดุต่าง ๆ รวมถึงค่าน้ำมันที่ใช้ในองค์กร เป็นต้น ข้อมูลของสำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ ได้แก่ ชื่อ/จำนวน ประเทศที่อาจารย์/เจ้าหน้าที่/นักศึกษา ที่เดินทางโดยเครื่องบินในนามมหาวิทยาลัย เป็นต้น จากแผนภาพ DFD Level 1 พิจารณากระบวนการย่อย และทำต่อไปเรื่อย ๆ จนถึง DFD ขั้นสุดท้าย ที่ไม่มีกระบวนการย่อย



ภาพที่ 2 DFD Level 1 ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

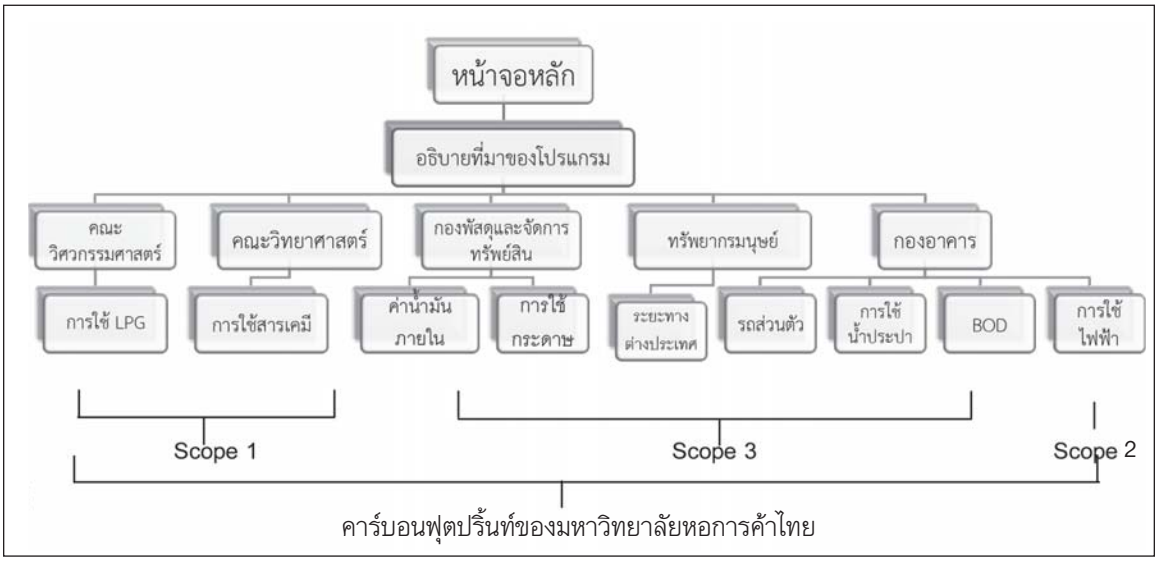
จากภาพที่ 2 DFD Level 1 พบว่า ในกระบวนการที่ 2 การแบ่งประเภทของกิจกรรมเพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร สามารถแบ่งเป็นกระบวนการย่อยได้อีกเป็น DFD Level 2 แสดงในภาพที่ 3 ส่วนกระบวนการที่ 1 และ 3 ไม่มีกระบวนการย่อยแล้ว โดยสรุปมีกระบวนการสุดท้ายทั้งหมด 5 กระบวนการ ได้แก่ การรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ การคำนวณ Scope 1 Direct Emission การคำนวณ Scope 2 Indirect Emission การคำนวณ Scope 3 Others Emission และ การคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร



ภาพที่ 3 DFD Level 2 ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์

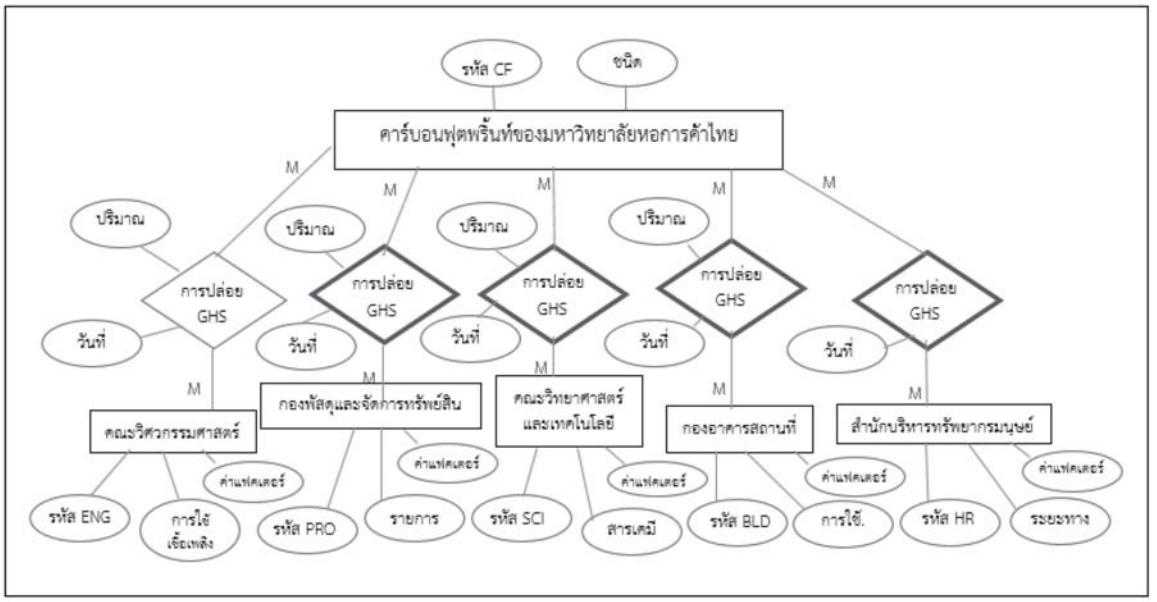
จากภาพที่ 3 DFD Level 2 ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร กรณีศึกษา มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย สามารถแบ่งได้อีก 3 กระบวนการย่อย คือ การคำนวณ Scope 1 Direct Emission การคำนวณ Scope 2 Indirect Emission และการคำนวณ Scope 3 Others Emission ส่วนการไหลของข้อมูล พบว่า การคำนวณ Scope 1 Direct Emission ได้ข้อมูลมาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ และกองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน ได้แก่ การใช้ LPG หรือเชื้อเพลิงอื่น ๆ ในห้องปฏิบัติการคณะวิศวกรรมศาสตร์ การใช้สารเคมีต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการคณะวิทยาศาสตร์ และค่าน้ำมันที่ใช้ในองค์กร ตามลำดับ ส่วนการคำนวณ Scope 2 Indirect Emission ได้ข้อมูลมาจากกองอาคารสถานที่ มีเพียงกิจกรรมเดียว คือการใช้ไฟฟ้า และการคำนวณ Scope 3 Others Indirect Emission ได้ข้อมูลมาจากกองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน ได้แก่ การใช้กระดาษ สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ ได้แก่ ระยะทางที่บุคลากรเดินทางไปต่างประเทศในนามมหาวิทยาลัย และกองอาคารสถานที่ ได้แก่ การเดินทาง ไป-กลับ ของบุคลากร/นักศึกษาโดยยานพาหนะส่วนตัว ปริมาณน้ำประปา ค่า BOD การขายกระดาษ ส่วนข้อมูลที่ออกจากทุกกระบวนการเหมือนกัน คือ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกของแต่ละกิจกรรมที่แต่ละหน่วยงานมีการปล่อยออกมา ซึ่งต้องมีการคำนวณและสุดท้ายมารวมกันเป็นคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

การออกแบบ (Design) เป็นการนำแผนภาพต่าง ๆ ที่เขียนขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์มาแปลงเป็นแผนภาพลำดับขั้น (แบบต้นไม้) ดังภาพข้างล่างเพื่อให้มองเห็นภาพลักษณ์ที่แน่นอนของโปรแกรมว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างไรและโปรแกรมอะไรบ้างที่จะต้องเขียนในระบบ แสดงในภาพที่ 4



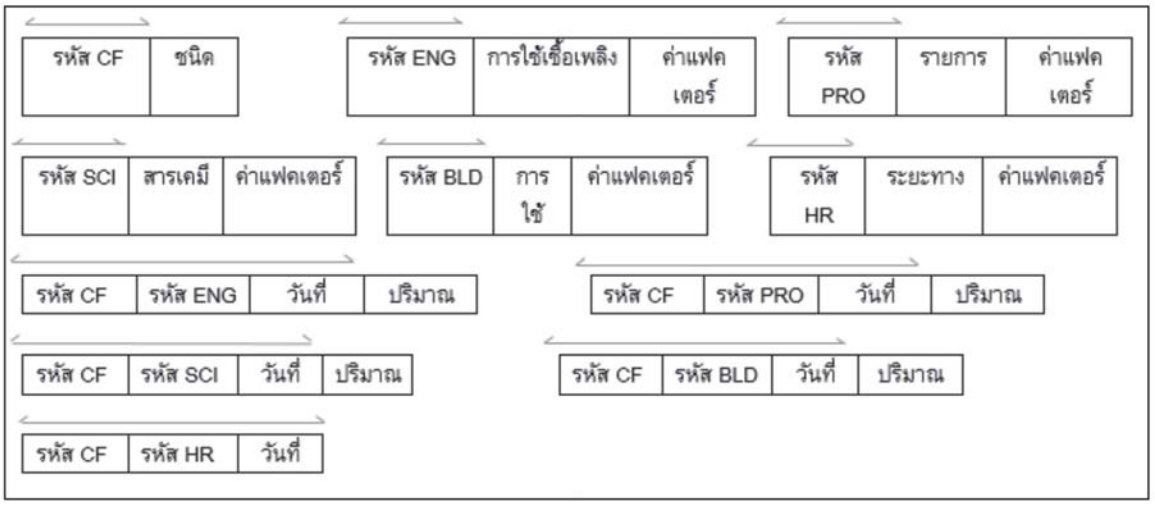
ภาพที่ 4 Site Map ของโปรแกรม

การออกแบบฐานข้อมูล ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Entity-Relationship Diagram (ER Diagram) (13) เป็นเครื่องมือ แสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ER Diagram ของระบบสารสนเทศเพื่อการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร

จากภาพที่ 5 ER Diagram ประกอบด้วย 6 เอ็นทิตี้ ได้แก่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กองพัสดุและจัดการทรัพย์สิน กองอาคารสถานที่ สำนักบริหารทรัพยากรมนุษย์ และคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ความสัมพันธ์ (Relationship) ระหว่างเอ็นทิตี้ คือ การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (Green House Gas: GHS) ทั้งนี้จาก ER Diagram สามารถแปลงเป็นตารางได้ ดังนี้

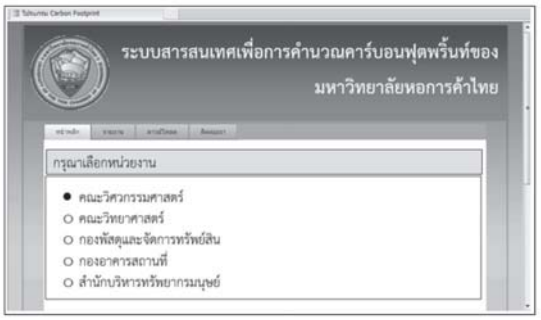


จากตารางทั้งหมด 11 ตาราง พิจารณาแล้ว เป็น 3NF แล้ว สามารถนำไปจัดทำเป็นฐานข้อมูลต่อไป

การพัฒนาระบบ (Construction) โดยใช้ Microsoft Access เป็นเครื่องมือ **ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลต่าง ๆ**

หน้าจอหลัก

หน้าจอแสดงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย



หน้าจอให้เลือกหน่วยงานที่มีกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

หน้าจอรายงานผลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยปีการศึกษา 2555

4. สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

4.1 ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ในปีการศึกษา 2555 (มิถุนายน 2555-พฤษภาคม 2556) พบว่า ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ดังนี้

- กิจกรรมประเภทที่ 3 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด คิดเป็นร้อยละ 69.68
- กิจกรรมประเภทที่ 2 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก คิดเป็นร้อยละ 27.55
- กิจกรรมประเภทที่ 1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำสุด คิดเป็นร้อยละ 2.78

หากพิจารณารายกิจกรรม พบว่า กิจกรรมที่มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูงสุด ได้แก่ การเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงาน/นักศึกษา โดยยานพาหนะส่วนตัว คิดเป็นร้อยละ 47.81 รองลงมา คือ การใช้พลังงานไฟฟ้า คิดเป็นร้อยละ 27.55 ดังนั้น **ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย = 24,252.17 tones CO_2e ต่อปี**

4.2 ข้อเสนอแนะแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

ในการศึกษาครั้งนี้เสนอแนะแนวทางการลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทยโดยจำลองสถานการณ์เป็น 4 Scenarios ได้แก่ ลดการใช้กระดาษ เสนอให้ดำเนินในปีการศึกษา 2557 โดยการการรณรงค์การประหยัดกระดาษ ให้ทุกคนใช้กระดาษ 2 หน้าอย่างจริงจัง และการลดจำนวนข้อสอบสำรอง ลดการใช้น้ำประปา และลดการใช้ไฟฟ้าในระบบปรับอากาศและระบบแสงสว่าง ส่วนมาตรการอื่น ๆ เช่น ลดการใช้รถยนต์ส่วนตัว คงจะดำเนินการยาก เพราะความไม่สะดวกของการเดินทางของอาจารย์แต่ละคน ซึ่งถ้าหากสามารถดำเนินการใน 4 Scenarios ได้ร้อยละ 10 จะสามารถลดคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยได้ประมาณ 2,425.22 tones CO_2e ต่อปี

4.3 การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

เนื่องจากเป็นการพัฒนาต้นแบบเพื่อคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ซึ่งมีการวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงโครงสร้าง โดยใช้ Data Flow Diagram เป็นแบบจำลองในการพัฒนา และใช้ Microsoft Access เป็นโปรแกรมจัดการฐานข้อมูลแบบง่าย ๆ เพื่อความเข้าใจของทุกหน่วยงาน สามารถใช้งานง่าย สะดวกสำหรับผู้ใช้ทุกคน ไม่จำเป็นต้องมีการฝึกอบรมทักษะอย่างเป็นทางการ ก็สามารถใช้งานได้ทันที

4.4 ปัญหาอุปสรรค

สาเหตุที่ทำให้กิจกรรมประเภทที่ 1 มีปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกต่ำสุด เนื่องจากการเดินทางไป-กลับของบุคลากรทุกหน่วยงาน/นักศึกษา โดยยานพาหนะส่วนตัว เป็นการคำนวณโดยนับจากจำนวนรถที่มาจอดในมหาวิทยาลัยเท่านั้น ไม่ครอบคลุมรถยนต์ที่จอดรายรอบมหาวิทยาลัย

4.5 ข้อเสนอแนะ

- จัดทำระบบการสำรวจเป็นระยะ ๆ เพื่อนำข้อมูลมาปรับปรุงระบบให้สมบูรณ์มากขึ้น
- ควรมีการระบุค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของแต่ละคณะฯ ในรายงานประเมินตนเอง ถึงแม้ว่าจะไม่อยู่ในกรอบของรายงาน แต่จะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] PBL Netherlands Environmental Assessment Agency. Global CO2 emissions: annual increase halves in 2008 [Online]. 2009 [updated 2009 Jun 25; cited 2011 Dec 10]. Available from: http://www.pbl.nl/en/publications/2009/Global-CO2-emissions-annual-increase-halves-in-2008

[2] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007 [Online]. 2007 [updated 2010 Jan 20; cited 2011 Jan 26]. Available from: http://www.ipcc.ch/publications_and_ data/ar4/wg1/en/contents.html

[3] Pathak H, Jain N, Bhatia A, Patel J, Aggarwal PK., "Carbon footprints of Indian food items". Agriculture, Ecosystems and Environment. 2010; 139: 66-73.

[4] Kramer KJ, Moll HC, Nonhebel S, Wilting HC., "Greenhouse gas emissions related to Dutch food consumption". Energy Policy. 1999; 27: 203-16.

[5] Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., Haan, C., "Livestock's long shadow" [Online]. 2006 [updated 2010 Jan 20; cited 2011 Jan 26]. Available from: www.virtualcentre.org/on/library/key.pub,AO701EOO.pdf

[6] Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO). Summary Report, "The Study of emission factor for an electricity system in Thailand 2009" [Online]. 2009 [updated 2011 Dec 30; cited 2012 Jan 20]. Available from: http://www.tgo.or.th/english/index.php?option=com_content&view=article&id=165:thailand-gridemission-2009-report&cat id=50:tgos-research projects&Itemid=40 (in Thai).

[7] Jirajariyawet A., "Carbon footprint of products (CFP)". National Metal and Materials and Technology Center (MTEC); 2010 (in Thai).

[8] Kim B, Neff R., "Measurement and communication of greenhouse gas emissions form U.S. food consumption via carbon calculators". Ecological Economics. 2009; 69: 186-96.

[9] Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT). Carbon dioxide emission 2010 [Online]. 2010 Available from: http://www.egat.co.th/wwwthai/index.php?option=com_content&view=article&id=345& Itemid=829 (in Thai).

[10] Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO), "Web based Thai carbon footprint calculator" [Online].2009 [updated 2010; cited 2010 Dec 10]. Available from: http://thaicfcalculator.tgo.or.th/ (in Thai).

[11] Supappan P. Carbon footprint and global warming, "Thailand Greenhouse Gas Management Organization (Public Organization) (TGO); 2010". Thai.910KKU Res. J. 2012; 17(6).

[12] National Statistical Office Thailand. Statistical data [Online].2011 [update 2011; cited 2012 Feb 9]. Available from: http://web.nso.go.th/en/stat.htm (in Thai).

[13] Adsavakulchai S., Ngamdumrongkiat N. and Chuchirdkiatskul E. "E-Learning for Car Faulty Diagnosis", International Journal of Information and Communication Technology Research, **Vol.** 1, **No.** 1, pp. 20-26, May 2011.

Ms. Suwannee Adsavakulchai received her Doctor of Technical Science major in Remote Sensing and Geographic Information Systems from Asian Institute of Technology. Currently, she is the Assistant Professor at the School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce. Her research interested emphasizes on Software Engineering, Database Design, Medical Image Processing, Remote Sensing and Geographic Information Systems, Mobile Applications.