

การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร
ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
Carbon Footprint of Organization:
Case Study for Thammasat University

ไพรัช อุษุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัศมี*

ศูนย์ความเป็นเลิศทางด้านพลังงานเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Phairat Usubharatana and Harnpon Phungrussami*

Excellence Center of Eco-Energy, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering,
Thammasat University, Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

ผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องยังผลให้เกิดกระแสการผลิตและการบริโภคสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยกลไกและเครื่องมือต่าง ๆ ที่ทั้งภาครัฐและเอกชนต่างนำมาใช้ เช่น กลไกจัดซื้อจัดจ้างสีเขียว ฉลากสิ่งแวดล้อม หรือฉลากคาร์บอน ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ มีจุดประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้สำหรับเป็นฐานข้อมูลในวิเคราะห์การใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อม และสามารถนำผลไปใช้เพื่อการวางแผนจัดการในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ขอบเขตในการศึกษานี้ใช้ข้อมูลของปี พ.ศ. 2553 โดยผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34, 355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี โดยแบ่งออกเป็นขอบเขตที่ 1 คิดเป็น 1,693 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ขอบเขตที่ 2 คิดเป็น 31,271 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า โดยที่กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91 และขอบเขตที่ 3 คิดเป็น 1,391 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า หากพิจารณาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษาจะเท่ากับ 1.62 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อนักศึกษาหนึ่งคน

คำสำคัญ : คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร; ก๊าซเรือนกระจก; มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

Abstract

Environmental problem and climate change affect the production and assumption of goods. Nowadays, there various tools for environmental management used in both private and public sectors, such as green procurement, carbon label, etc. The objective of this research is to

study organization carbon footprint of Thammasat University. This research aims to use the result as database, analyze resource using and emissions to environment for strategy planning on greenhouse gases reduction in future. Data of this study was collected in 2010. Total carbon footprint of university was 34,355 ton CO₂ equivalent. When go on detail, it found that carbon footprint of scope 1, 2 and 3 were 1,693, 31,271 and 1,391 ton CO₂ equivalent, respectively. The most contribute of carbon dioxide emission in scope 2 was electricity consumption. Evaluation of global warming potential of university per student in this representative year was 1.62 ton CO₂ equivalent.

Keywords: carbon footprint for organization; greenhouse gases; Thammasat University

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งมีสาเหตุหลักจากกิจกรรมในการดำรงชีวิตของมนุษย์และในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาหลาย ๆ ประเทศได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรม การคมนาคมและสิ่งต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) อันเนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) จากการใช้ปุ๋ย ปัญหาภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกที่เกิดขึ้นนี้จึงได้กลายเป็นกุญแจสำคัญให้หลายประเทศทั่วโลกได้จัดทำนโยบายการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศด้วยวิธีการต่าง ๆ ได้แก่ พิธีสารเกียวโต การกำหนดภาษีคาร์บอน (carbon taxes) การกำหนดมาตรการแสดงค่าปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น ดังนั้นในการจัดทำการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจึงถือว่าเป็นหนึ่งในการเริ่มต้นในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมดังที่กล่าวมา ในการคำนวณปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสำหรับประเทศไทยมี 3 รูปแบบ ได้แก่ ปริมาณการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในรูปแบบของคาร์บอนฟุตพริ้นท์

ผลิตภัณฑ์ (carbon footprint of product) คาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กร (carbon footprint of organization) และฉลากลดคาร์บอน (carbon reduction label) โดยที่คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรหมายถึงปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ปล่อยหรือดูดกลับจากกิจกรรมต่าง ๆ ขององค์กร เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง การใช้ไฟฟ้า การจัดการของเสีย และการขนส่ง

โดยวัดค่าการปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาในรูปของปริมาณหน่วยน้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า [1] โดยที่ผลของค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผนและจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับหน่วยงานการศึกษาต่อไป [3] ในการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรนั้นสามารถพิจารณาประเภทขององค์กรได้หลากหลาย เช่น การศึกษาและวิเคราะห์การปล่อยก๊าซเรือนกระจกของหน่วยงานรัฐบาลกลางของประเทศอังกฤษ [5] การจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของสถานศึกษาต่าง ๆ เช่น มหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนีย [6] มหาวิทยาลัยแมรี่แลนด์ [7] มหาวิทยาลัยสแตตส์โคลล์ [8] และมหาวิทยาลัยเคปทาวน์ [9] สำหรับการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับองค์กรในประเทศไทยนั้นเริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การ

มหาชน) ได้กำหนดแนวทางในการดำเนินงานด้านการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas reporting) [1,12] ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของกรมมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต เพื่อจัดทำเป็นฐานข้อมูลสำหรับการใช้ทรัพยากรและการปล่อยมลพิษสู่สภาวะแวดล้อม และสามารถใช้ผลการวิจัยเพื่อการวางแผนหรือเป็นแนวทางการบริหารจัดการเพื่อลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเพื่อมุ่งหน้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555-2559)

2. วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรตามแนวทางขององค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน) [1] แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

2.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร ซึ่งเป็นการกำหนดการดำเนินกิจการต่าง ๆ ที่องค์กรนั้นดำเนินธุรกิจ

2.2 การกำหนดขอบเขตของการศึกษา เพื่อให้แต่ละองค์กรสามารถบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจกได้อย่างมีประสิทธิภาพและครอบคลุมถึงทุกส่วนของกิจกรรมในองค์กร โดยการคำนวณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจะต้องแสดงการปล่อยก๊าซเรือนกระจก 3 ขอบเขต ได้แก่ ขอบเขตที่ 1 direct emission ซึ่งเป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางตรง เช่น การเดินทางของบุคคลากรโดยใช้เชื้อเพลิงที่ทางองค์กรรับผิดชอบ

การเผาไหม้โดยตรงจากหม้อไอน้ำ การปล่อยก๊าซเรือนกระจกอันเนื่องมาจากปฏิกิริยาเคมี ขอบเขตที่ 2 energy indirect emission เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมจากการใช้พลังงานที่ซื้อมาจากภายนอกองค์กร เช่น การใช้ ไฟฟ้า ขอบเขตที่ 3 indirect emission เป็นการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อมที่นอกเหนือจากขอบเขตที่ 1 และ 2 เช่น การฝังกลบขยะ การเดินทางของบุคคลากรโดยไม่ได้ใช้เชื้อเพลิงจากองค์กร การใช้งานกระดาษ อย่างไรก็ตาม ISO 14064 ได้ระบุไว้ว่าขอบเขตที่ 3 นั้นเป็นทางเลือกจะทำหรือไม่ทำก็ได้ [2]

2.3 การระบุแหล่งที่มาและการคำนวณปริมาณของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจะพิจารณาจากแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเก็บข้อมูล การเลือกค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission factors) และการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงได้ดังสมการที่ 1 และชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซมีเทน (CH₄) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N₂O) กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF₆) [1] โดยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อนนั้นใช้ค่าตาม IPCC (GWP100) ดังตารางที่ 1

2.4 การจัดทำรายงาน

2.5 การประเมินและจัดการความไม่แน่นอน (uncertainty) ที่เกิดขึ้นจากการจัดทำบัญชีรายการก๊าซเรือนกระจกขององค์กรเพื่อแสดงให้เห็นถึงระดับคุณภาพของข้อมูลการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เก็บรวบรวมได้ โดยค่าระดับคุณภาพของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 2 และระดับความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน [4]

ก๊าซเรือนกระจก	ศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (เท่าของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์)
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	1
ก๊าซมีเทน	25
ก๊าซไนตรัสออกไซด์	298
กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน	675-14,800
กลุ่มก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน	7,390-13,300
ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์	22,800

$$CO_2\text{-eq} = \text{ปริมาณการปล่อย GHG จากกิจกรรมใด ๆ} * \text{GHG emission factor} \quad (1)$$

ตารางที่ 2 ค่าการคำนวณระดับคุณภาพของข้อมูล [1]

รายการ	ระดับคุณภาพของข้อมูล			
	X = 6 คะแนน	Y = 3 คะแนน	Z = 1 คะแนน	
ลักษณะการเก็บข้อมูล	เก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบอัตโนมัติ	เก็บข้อมูลจากมิเตอร์และใบเสร็จ		เก็บข้อมูลจากการประมาณค่า
		A = 4 คะแนน	B = 3 คะแนน	C = 2 คะแนน
ค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก	จากการวัดที่มีคุณภาพ	จากผู้ผลิต	ระดับประเทศ	ระดับสากล

ตารางที่ 3 ระดับของความไม่แน่นอนและคุณภาพของข้อมูล [1]

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

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์ผล

3.1 การกำหนดขอบเขตขององค์กร

ขอบเขตของการศึกษาคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต มีช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล คือ เดือนมกราคม -

ธันวาคม พ.ศ. 2553 (calendar year) โดยศึกษาเฉพาะในส่วนของรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเท่านั้น ได้แก่ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ (ขนาด 550 เตียง) โรงอาหาร ศูนย์กีฬาภายในมหาวิทยาลัย หอพักนักศึกษา อาคารบรรยายเรียนรวม (SC) อาคาร

โตมบริหาร อาคารของคณะต่าง ๆ รวมถึงสถาบันภาษา และสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร (คิดเป็นพื้นที่ 2.8112 ตารางกิโลเมตร)

3.2 การกำหนดขอบเขตของการศึกษา

กิจกรรมของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 4 ซึ่งการจัดเก็บข้อมูลในการจัดทำคาร์บอนฟุต

พริ้นท์ครั้งแรกของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จึงมีอุปสรรค เช่น ไม่มีการเก็บข้อมูลที่ต้องการหรือไม่มีการเก็บที่เหมาะสมสำหรับนำมาคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยข้อมูลเหล่านี้จะไม่นับรวมในการคำนวณ และผลการวิเคราะห์ได้นำมาเปรียบเทียบกับขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้อย่างมหาวิทยาลัยอื่น ๆ แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การกำหนดขอบเขตการศึกษาในการประเมิน

ขอบเขต	ทรัพยากรที่ใช้	มลพิษที่เกิดขึ้น	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หมายเหตุ	แหล่งที่มาของ EF
ขอบเขตที่ 1	น้ำมันเชื้อเพลิง	CO ₂ จากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง	ยานพาหนะต่าง ๆ รวมถึงจากเครื่องตัดหญ้า เครื่องกำเนิดไฟฟ้า และหม้อไอน้ำ	/	[4]
	สารทำความเย็น	HFCs	เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร	X*	-
	การบำบัดน้ำเสีย	CH ₄ จากกระบวนการบำบัด	โรงบำบัดน้ำเสีย	X**	-
	การใช้ปุ๋ย	N ₂ O จากการใช้ปุ๋ย	งานบำรุงต้นไม้และทำนาภายในมหาวิทยาลัย	/	[4]
ขอบเขตที่ 2	ไฟฟ้า	GHG จากกระบวนการผลิต	อาคารต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย รวมถึงบริเวณทางเดิน	/	[1]
ขอบเขตที่ 3	ขวดพลาสติกใส (น้ำดื่มโตม)	GHG จากกระบวนการผลิต	โรงผลิตขวดน้ำ	/	ETH-ESU 96
	กระดาษ	GHG จากกระบวนการผลิต	โรงงานผลิตกระดาษ	/	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007, GWP100a
	ก๊าซหุงต้ม	CO ₂ จากการเผาไหม้ก๊าซหุงต้ม และ GHG จากกระบวนการผลิต	ร้านขายอาหารในโรงอาหารของมหาวิทยาลัย	/	[4] และ Thai National Database

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขอบเขต	ทรัพยากรที่ใช้	มลพิษที่เกิดขึ้น	แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก	หมายเหตุ	แหล่งที่มาของ EF
ขอบเขต ที่ 3	น้ำประปา	GHG จาก กระบวนการผลิต	การประปา	/	Thai National Database
	น้ำมันเชื้อเพลิง	GHG จาก กระบวนการผลิต	โรงกลั่นน้ำมัน	/	Thai National Database
	สารเคมีเพื่อการ ซักล้าง	GHG จาก กระบวนการผลิต	โรงงานผลิตสารเคมี	/	โครงการพัฒนา ข้อกำหนดตราย ผลิตภัณฑ์ ประเภท ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ, 2554
	การใช้ปุ๋ย	GHG จาก กระบวนการผลิต	โรงงานผลิตปุ๋ย	/	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007, GWP100a
	สารทำความสะอาด	GHG จาก กระบวนการผลิต	โรงงานผลิตสารทำความสะอาด	X	Ecoinvent 2.0, IPCC 2007, GWP100a
	ขยะติดเชื้อ	CO ₂ จากการเผา ไหม้ขยะติดเชื้อ	ผู้รับเหมากำจัดขยะ	/	[4]

/ หมายความว่า อยู่ภายในขอบเขตที่พิจารณา

X หมายความว่า ไม่อยู่ภายในขอบเขตที่พิจารณา

* ไม่นับรวมในการคำนวณ เนื่องจากมหาวิทยาลัยได้ว่าจ้างบริษัทภายนอกให้เป็นผู้รับผิดชอบ จึงไม่มีการบันทึกข้อมูล

** ไม่นับรวมในการคำนวณ เนื่องจากเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบแจ้งว่าข้อมูลสูญหายในช่วงการเกิดอุทกภัย

3.3 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 1

การวิเคราะห์ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นกิจกรรมที่ส่วนสัดส่วนทำให้เกิดก๊าซเรือนกระจกสูง ซึ่งน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้มีทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่ แก๊สโซฮอล์ 91 แก๊สโซฮอล์ 95 น้ำมันดีเซล น้ำมันเบนซิน ไบโอดีเซล และ NGV ซึ่งสามารถคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ทั้งหมด 537,866 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ในปี พ.ศ. 2553

โดยสัดส่วนการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมาจากน้ำมันดีเซลคิดเป็นร้อยละ 69

การใช้ปุ๋ยซึ่งเป็นกิจกรรมหลักของการปล่อยก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรง โดยการคำนวณจากสมการ IPCC 2006 [4] ดังสมการที่ 2 ซึ่งสามารถคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ 2,744 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

ตารางที่ 5 ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขต	1				2	3				
มหาวิทยาลัย	การเผาไหม้เชื้อเพลิง	การเกษตร (ปุ๋ย)	สารทำความเย็น	สารเคมี	ไฟฟ้า	เชื้อเพลิง	การกำจัดขยะ	กระดาษ	การบำบัดน้ำเสีย	อื่น ๆ
University of Maryland	/	/	/		/	/	/			
University of Cape Town	/			/	/	/		/	/	
University of Pennsylvania	/	/	/		/	/	/*			
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	/	/			/	/	**	/		/

*University of Pennsylvania นับรวมการกำจัดขยะไว้ในขอบเขตที่ 1

**มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คำนวณการกำจัดขยะที่เป็นขยะอันตรายจากโรงพยาบาล

$$N_2O_{Direct-N} = N_2O-N_{N\ inputs} + N_2O-N_{OS} + N_2O-N_{PR} \tag{2}$$

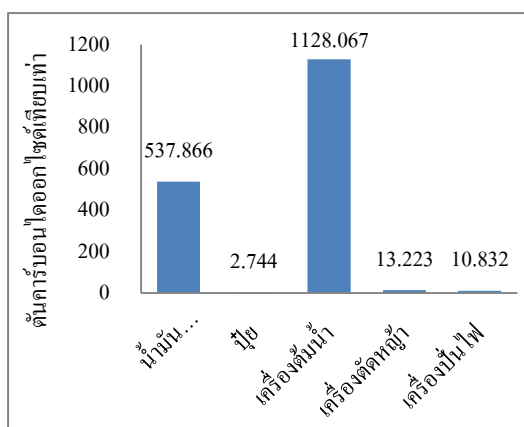
เมื่อ $N_2O_{Direct-N}$ คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใช้ปุ๋ย (กิโลกรัมต่อปี)

$N_2O-N_{N\ inputs}$ คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ยไนโตรเจน

N_2O-N_{OS} คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ยอินทรีย์

N_2O-N_{PR} คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินในทุ่งปศุสัตว์

นอกจากนี้ในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงในเครื่องต้มน้ำ (boiler) ซึ่งมีการใช้ในโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เป็นจำนวนมากสามารถคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ได้ถึง 1,128,000 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 99 ของการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมดในส่วนของน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในเครื่องต้มน้ำ และคิดเป็นร้อยละ 67 ของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากขอบเขตที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 1

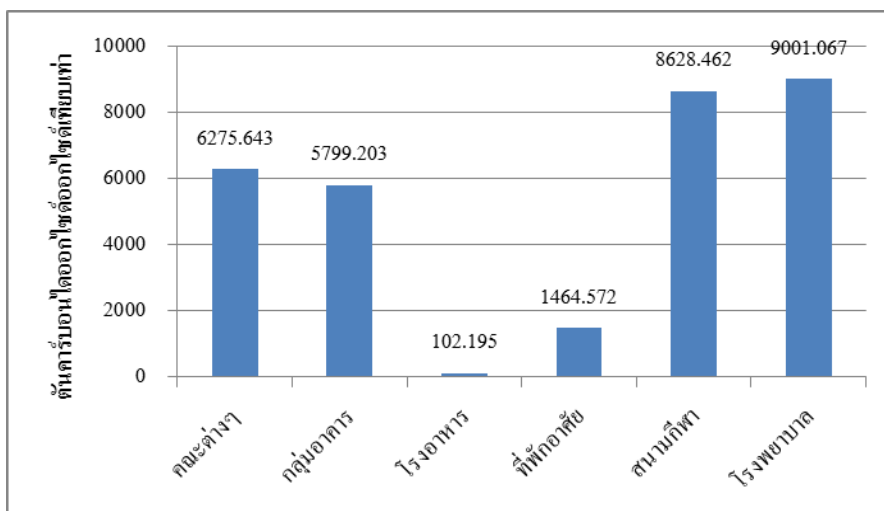


รูปที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตที่ 1

3.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 2

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเป็นกิจกรรมหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แม้จะไม่ใช่ทางตรงแต่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในขั้นตอนการผลิต ดังนั้นในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจึงใช้ข้อมูลของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ภายใน

มหาวิทยาลัย โดยแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ คณะต่าง ๆ กลุ่มอาคาร โรงอาหาร ที่พักอาศัย สนามกีฬา และโรงพยาบาล ซึ่งปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ในขอบเขตนี้รวมทั้งสิ้น 31,271 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า แสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตที่ 2

*กลุ่มอาคาร หมายถึง อาคารอันประกอบด้วยอาคารสำนักงานอธิการบดี อาคารโถมบริหาร อาคารบรรยายเรียนรวม 1 อาคารเรียนกลุ่มสังคมศาสตร์ (SC) อาคารเดือนบุนนาค อาคารบริการวิชาการ อาคารศิลปกรรมวิทยบริการ สำนักทะเบียน อาคารกิจกรรมนักศึกษา อาคารศิลปกรรม (พิพิธภัณฑ์) อาคารหอพระ ยิมเนเซียม 2 สถาบันภาษา อาคารราชสุดา หอสมุดปวย หอสมุดศูนย์รังสิต สหกรณ์ออมทรัพย์ สถาบันเอเชียตะวันออกศึกษา สำนักบัณฑิตอาสาสมัคร สำนักบัณฑิตอาสาสมัครใหม่ สถาบันวิทยุ พิพิธภัณฑ์ โรงสูบน้ำประปา โรงบำบัดน้ำเสีย และศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเขตที่ 3

ขอบเขตการประเมินที่ 3 เป็นการพิจารณาการปล่อยก๊าซเรือนกระจกทางอ้อม ซึ่งองค์กรสามารถวัดหรือประเมินเพื่อการรายงานผลเพิ่มเติมได้ โดยไม่ถือเป็นข้อบังคับ [1] ซึ่งขอบเขตการพิจารณาสำหรับขอบเขตประเมินในขั้นตอนนี้จะพิจารณาได้ดังนี้ ปริมาณขุดพลาสติกจากน้ำดื่มโถม ปริมาณกระดาษ ปริมาณการใช้น้ำประปา ปริมาณการใช้ก๊าซหุงต้ม เพื่อ

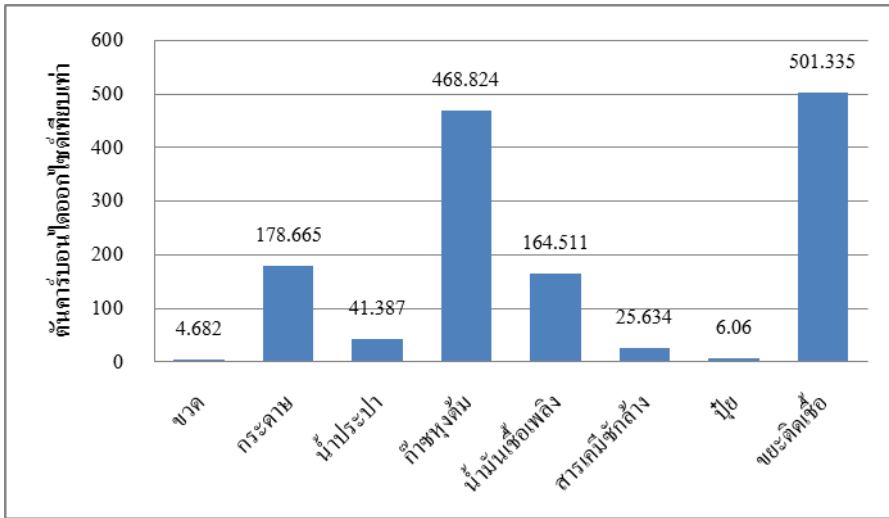
ใช้ประกอบอาหาร ปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการซักล้าง การกำจัดขยะติดเชื้อ เป็นต้น โดยปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกในขอบเขตที่ 3 รวมทั้งหมด 1,391 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3

3.6 การประเมินความไม่แน่นอน

จากการประเมินความไม่แน่นอนพบว่าระดับคุณภาพการประเมินอยู่ในระดับ 1 (ระดับต่ำสุด) เนื่องจากค่า emission factor ที่ถูกเลือกใช้มานั้น

ส่วนใหญ่มาจากข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนตามแต่ละพื้นที่ และประเทศไทยเองยังไม่ได้มีการจัดทำ emission factor ที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จำเป็นต้องใช้ค่า emission factor ในระดับสากล นอกจากนี้การเก็บข้อมูลส่วนใหญ่มาจากแบบสำรวจโดยได้ข้อมูลมาจากใบเสร็จ ดังนั้นเมื่อทำ

การประเมินค่าความไม่แน่นอนในทุก ๆ ข้อมูลที่ได้มานั้นจึงมีระดับคะแนนไม่เกิน 6 ซึ่งคุณภาพของข้อมูลอยู่ในระดับไม่ดี หากต้องการให้คะแนนของการประเมินในส่วนนี้ดีขึ้น ทางมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องมีระบบการเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องด้วยการติดตั้งระบบแบบอัตโนมัติซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายที่สูง



รูปที่ 3 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตที่ 3

อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบการประเมินความไม่แน่นอนของการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ระดับองค์กรของหน่วยงานอื่น ๆ ภายในประเทศ เช่น วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่มีความไม่แน่นอนของข้อมูลคิดเป็นระดับ 1 [3,10]

3.7 ผลรวมการปล่อยก๊าซเรือนกระจก

ผลการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ เมื่อคิดต่อจำนวนนักศึกษา ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 21,240 คน ในปี พ.ศ. 2553 จะมีค่าเท่ากับ 1.62 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษา 1 คน ซึ่งคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรอื่น ๆ ทั้งในประเทศและต่างประเทศแสดงได้ดังตารางที่ 6 และ 7

ทั้งนี้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ได้รับภาระจากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์ เฉลิมพระเกียรติด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งมหาวิทยาลัยอื่นไม่มี อย่างไรก็ตาม ผลการคำนวณเหล่านี้มาจากการกำหนดขอบเขตซึ่งในแต่ละองค์กรจะมีขอบเขตในการเก็บข้อมูลที่อาจไม่เท่ากันจึงมีผลให้ค่าที่ได้ต่างกันมาก หากพิจารณาเฉพาะขอบเขตที่ 2 ซึ่งเป็นขอบเขตที่พิจารณาเฉพาะพลังงานโดยเน้นในเรื่องการใช้ไฟฟ้า แสดงได้ดังตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยพะเยามีค่าเท่ากับ 0.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษา 1 คน ซึ่งถือว่าน้อยที่สุดในหน่วยงานที่ได้มีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรขึ้นในประเทศไทย

ตารางที่ 6 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในประเทศไทยต่อจำนวนนักศึกษาหรือบุคลากร

องค์กร	จำนวนนักศึกษา ต่อบุคลากร (คน)	ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์)				ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อ จำนวนนักศึกษา (ตันคาร์บอน ไดออกไซด์ต่อนักศึกษา)		ปีที่ ศึกษา	ที่มา
		ขอบเขตที่ 1	ขอบเขตที่ 2	ขอบเขตที่ 3	รวม	ทั้งหมด	เฉพาะไฟฟ้า		
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์	21,240 (เฉพาะนักศึกษา)	1,692.732	31,271	1,391	34,354.83	1.617	1.472	2553	
วิทยาลัยพลังงานและ สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัย พะเยา	116 (รวมบุคลากร)	5.755	42.665	28.199	76.620	0.644	0.368	2552 - 2553	[10]
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	7,428 (เฉพาะนิสิต)	240	3,387	1,800	5,428	0.488	0.456	2553 - 2554	[3]
กรมควบคุมมลพิษ	612	698.089	2,766.376	767.914	4,232.379	6.916	4.520	2553	[11]

ตารางที่ 7 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ต่อจำนวนนักศึกษา [9]

University	No. of students 2008 ^a	Emissions [Tons CO ₂ -eq]					Total emissions/capita Tons CO ₂ -eq/student	Year
		Energy	Transportation	Waste	Others	Total emissions		
National Univ. of Lesotho	8 566	573						2007
City Univ. London	12 861	10 686	-		1 597	12 283	0.96	2007
University of Glasgow	23 590	27 000					0.00	2007
University of Cape Town	21 175	69 083	14 855	708	279	84 925	4.01	2006
Univ. of Texas at Arlington	25 297	88 830				98 700	3.90	2007
University of Delaware	19 359	116 614	33 336	2 538	54	152 542	7.88	2005
University of Maryland	36 014	224 733	118 466	4 560	3 386	351 145	9.75	2007
Rice University	5 061	31 986				69 032	13.64	2007
Harvard University	29 900	192 230						2007
University of Connecticut	20 229	171 993	24 248	487	1 025	197 753	9.78	2007
Purdue University	39 102	378 400				668 800	17.10	2007
Hollins University	1 039	16 874	1 000	75	137	18 086	17.41	2007
Univ. of Pennsylvania	26 537	317 000	25 548	5 750	0.48	348 298	13.13	2007
Yale University	11 851	244 814	34 904		11 236	290 954	24.55	2002
Vanderbilt University	11 577	247 877	53 308	1 098	134	302 417	26.12	2007
Massachusetts IT	5 909	195 861	16 407	2 807	0	215 075	36.40	2003

กรณีที่น่าค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรมาเปรียบเทียบกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของต่างประเทศ ปัจจัยหลักคือค่า emission factor ของไฟฟ้าซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย ค่า

emission factor ของไฟฟ้าคือ 0.561 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ 1 กิโลวัตต์ชั่วโมง สำหรับประเทศแอฟริกาใต้มีค่า emission factor ของไฟฟ้าคือ 1.054 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อ 1 กิโลวัตต์

ชั่วโมง เป็นต้น [9] ซึ่งมหาวิทยาลัยในต่างประเทศบางแห่งมีภูมิอากาศ 4 ฤดู จึงทำให้มีการใช้พลังงานที่มาก อันเนื่องมาจากระบบทำความร้อนจึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกัน นอกเหนือจากการกำหนดขอบเขตที่ไม่เหมือนกัน

4. สรุป

การจัดทำการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในครั้งนี้เป็นการจัดทำขึ้นเป็นครั้งแรก และยังไม่ได้เป็นนโยบายของทางมหาวิทยาลัยจึงทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่สามารถเก็บได้หรือไม่สมบูรณ์เพียงพอต่อการคำนวณในบางค่า แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยเบื้องต้นนี้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลในการประเมินและวางแผนแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับการประเมินในครั้งต่อไปได้ จากการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34,355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปีตามขอบเขตที่ได้ระบุไว้ โดยที่กิจกรรมการใช้ไฟฟ้าเป็นกิจกรรมที่ส่งผลต่อการปล่อยคาร์บอนฟุตพริ้นท์มากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 91 ของการค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ ดังนั้นจึงควรมีการรณรงค์และมีมาตรการในการประหยัดพลังงานในส่วนดังกล่าว

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] องค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การมหาชน), 2554, แนวทางการประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร, กรุงเทพฯ, 80 น.
- [2] ISO14064, Greenhouse gases-Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gases and removals.
- [3] ชุตินา สุขอนันต์, จิมา ศรีลัมภ์ และพีรยุทธ์ ชาญ

เศรษฐิกุล, 2555, การประเมินและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, น. 147, ในรายงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 11, โรงแรม โพธิ์วิล รีสอร์ท แอนด์ สปา, เชียงราย.

- [4] Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007, Climate Change 2007: Working group I: The Physical Science Basis, Available Source: http://ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch2s2-10-2.html, June 17, 2012.
- [5] Wiedmann, T. and Barrett, J., 2010, A greenhouse gas footprint analysis of UK Central Government 1990-2008, Environmental Science & Policy, 38 p.
- [6] Jaime, L., Williams, S., Bernstein, E. and Gabrielian, A., 2007, University of Pennsylvania Carbon Footprint, Pennsylvania, 49 p.
- [7] Tilley, D., Serour, R., Ruth, M., Ross, K., Horin, C. and Ness, L., 2009, Carbon Footprint of the University of Maryland, College Park: An Inventory of Greenhouse Gas Emission, 2002-2008, Maryland, 41 p.
- [8] Bezyrtzi, G. and Strachan, P., 2005, Carbon Footprint of the University of Strathclyde, Glasgow, Scotland, 135 p.
- [9] Letete, T., Mungwe, N., Guma, M., and Marquard, A., 2010, University of Cape Town Carbon Footprint, Cape Town, 31 p.
- [10] วีรพล ยิ้มสินสมบุญ, ณภัทร จักรวัฒนา และ

- วีระวัฒน์ เมืองคำ, 2555, การจัดทำคาร์บอน
ฟุตพริ้นท์สำหรับสถาบันการศึกษา กรณีตัวอย่าง
วิทยาลัยพลังงาน มหาวิทยาลัยพะเยา, น. 145,
ใน รายงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อม
แห่งชาติ ครั้งที่ 11, โรงแรม โพธิ์วิล รีสอร์ท แอนด์ สปา,
เชียงราย.
- [11] สิริมา จิวสม, จีมา ศรีลัมภ์ และพรศรี สุทธนา
รักษ์, 2555, การประเมินคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของ
องค์กรของกรมควบคุมมลพิษ, น. 143, ใน
- รายงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ครั้งที่ 11, โรงแรม โพธิ์วิล รีสอร์ท แอนด์ สปา,
เชียงราย.
- [12] The World Business Council for
Sustainable Development (WBCSD) and
The World Resource Institute (WRI): 2004,
The Greenhouse Gas Protocol: A
Corporate Accounting and Reporting
Standard. Revised Edition.