

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

ไพรัช อุษุภรัตน์ และหาญพล พึ่งรัสมิ\*

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

ผลของการเปลี่ยนสภาพแวดล้อมและภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องยังผลให้เกิดกระแสการผลิตและการบริโภคสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมด้วยกลไกและเครื่องมือต่าง 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

---

\*ผู้รับผิดชอบบทความ : pharnpon@engr.tu.ac.th

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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> equivalent.

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

## 1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและภาวะโลกร้อน (global warming) ซึ่งมีสาเหตุหลักจากกิจกรรมในการดำรงชีวิตของมนุษย์และในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาหลาย ๆ ประเทศได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรม การคมนาคมและสิ่งต่าง ๆ เพื่ออำนวยความสะดวกเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจก เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) อันเนื่องจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล ก๊าซไนตรัสออกไซด์ (N<sub>2</sub>O) จากการ ใช้ปุ๋ย 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] มหาวิทยาลัยสแตตส์โคล์ [8] และมหาวิทยาลัยเคปทาวน์ [9] สำหรับการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์สำหรับองค์กรในประเทศไทยนั้นเริ่มเมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยองค์การบริหารจัดการก๊าซเรือนกระจก (องค์การ

มหาชน) ได้กำหนดแนวทางในการดำเนินงานด้านการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรขึ้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้องค์กรใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการประเมินการปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ และเพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมหากภาครัฐจำเป็นต้องมีรายงานปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gas reporting) [1,12] ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ 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 การเดินทางของบุคลากรโดยใช้เชื้อเพลิงที่ทางองค์กรรับผิดชอบ

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

2.3 การระบุแหล่งที่มาและการคำนวณปริมาณของก๊าซเรือนกระจก ซึ่งจะพิจารณาจากแหล่งที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก การเก็บข้อมูล การเลือกค่าแฟกเตอร์การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (GHG emission factors) และการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงได้ดังสมการที่ 1 และชนิดของก๊าซเรือนกระจกที่ใช้ในการคำนวณค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กร ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ก๊าซมีเทน ( $\text{CH}_4$ ) ก๊าซไนตรัสออกไซด์ ( $\text{N}_2\text{O}$ ) กลุ่มก๊าซไฮโดรฟลูออโรคาร์บอน (HFCs) กลุ่มก๊าซเพอร์ฟลูออโรคาร์บอน (PFC) และก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ ( $\text{SF}_6$ ) [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                                                          |

$$\text{CO}_2\text{-eq} = \text{ปริมาณการปล่อย GHG จากกิจกรรมใด ๆ} * \text{GHG emission factor} \quad (1)$$

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 | D = 1 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) โดยศึกษาเฉพาะในส่วนความรับผิดชอบของมหาวิทยาลัยเท่านั้น ได้แก่ โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ (ขนาด 550 เตียง) โรงอาหาร ศูนย์กีฬาภายในมหาวิทยาลัย หอพักนักศึกษา อาคารบรรยายเรียนรวม (SC) อาคาร

โคมบริหาร อาคารของคณะต่าง ๆ รวมถึงสถาบัน  
ภาษา และสถาบันเทคโนโลยีนานาชาติสิรินธร (คิดเป็น  
พื้นที่ 2.8112 ตารางกิโลเมตร)

### 3.2 การกำหนดขอบเขตของการศึกษา

กิจกรรมของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์  
ศูนย์รังสิต ที่ก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก  
สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังตารางที่ 4 ซึ่งการ  
จัดเก็บข้อมูลในการจัดทำการประเมินคาร์บอนฟุต

พริ้นท์ครั้งแรกของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์  
รังสิต จึงมีอุปสรรค เช่น ไม่มีการเก็บข้อมูลที่ต้องการ  
หรือไม่มีการเก็บที่เหมาะสมสำหรับนำมาคำนวณค่า  
คาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดยข้อมูลเหล่านี้จะไม่นับรวมใน  
การคำนวณ และผลการวิเคราะห์ได้นำมาเปรียบเทียบกับ  
ขอบเขตของการศึกษาในครั้งนี้อย่างมหาวิทยาลัยอื่น ๆ  
แสดงได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 การกำหนดขอบเขตการศึกษาในการประเมิน

| ขอบเขต          | ทรัพยากรที่ใช้               | มลพิษที่เกิดขึ้น                                                            | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก                                                       | หมายเหตุ | แหล่งที่มาของ EF                        |
|-----------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|
| ขอบเขต<br>ที่ 1 | น้ำมันเชื้อเพลิง             | CO <sub>2</sub> จากการเผา<br>ไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง                           | ยานพาหนะต่าง ๆ รวมถึงจาก<br>เครื่องตัดหญ้า เครื่องกำเนิด<br>ไฟฟ้า และหม้อไอน้ำ | /        | [4]                                     |
|                 | สารทำความเย็น                | HFCs                                                                        | เครื่องปรับอากาศภายในอาคาร                                                     | X*       | -                                       |
|                 | การบำบัดน้ำเสีย              | CH <sub>4</sub> จาก<br>กระบวนการบำบัด                                       | โรงบำบัดน้ำเสีย                                                                | X**      | -                                       |
|                 | การใช้ปุ๋ย                   | N <sub>2</sub> O จากการใช้ปุ๋ย                                              | งานบำรุงต้นไม้และทำนา<br>ภายในมหาวิทยาลัย                                      | /        | [4]                                     |
|                 | ขยะเศษอาหาร                  | CH <sub>4</sub> จากการทับถม<br>ของขยะอินทรีย์                               | โรงอาหารในมหาวิทยาลัย                                                          | X*       | -                                       |
| ขอบเขต<br>ที่ 2 | ไฟฟ้า                        | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                                                    | อาคารต่าง ๆ ภายใน<br>มหาวิทยาลัย รวมถึงบริเวณ<br>ทางเดิน                       | /        | [1]                                     |
| ขอบเขต<br>ที่ 3 | ขวดพลาสติกใส<br>(น้ำดื่มโคม) | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                                                    | โรงผลิตขวดน้ำ                                                                  | /        | ETH-ESU 96                              |
|                 | กระดาษ                       | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                                                    | โรงงานผลิตกระดาษ                                                               | /        | Ecoinvent 2.0,<br>IPCC 2007,<br>GWP100a |
|                 | ก๊าซหุงต้ม                   | CO <sub>2</sub> จากการเผา<br>ไหม้ก๊าซหุงต้ม และ<br>GHG จาก<br>กระบวนการผลิต | ร้านขายอาหารในโรงอาหาร<br>ของมหาวิทยาลัย                                       | /        | [4] และ Thai<br>National Database       |

ตารางที่ 4 (ต่อ)

| ขอบเขต          | ทรัพยากรที่ใช้             | มลพิษที่เกิดขึ้น                             | แหล่งปล่อยก๊าซเรือนกระจก | หมายเหตุ | แหล่งที่มาของ EF                                                             |
|-----------------|----------------------------|----------------------------------------------|--------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------|
| ขอบเขต<br>ที่ 3 | น้ำประปา                   | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                     | การประปา                 | /        | Thai National<br>Database                                                    |
|                 | น้ำมันเชื้อเพลิง           | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                     | โรงกลั่นน้ำมัน           | /        | Thai National<br>Database                                                    |
|                 | สารเคมีเพื่อการ<br>ซักล้าง | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                     | โรงงานผลิตสารเคมี        | /        | โครงการพัฒนา<br>ข้อกำหนดทราย<br>ผลิตภัณฑ์ ประเภท<br>ผลิตภัณฑ์สิ่งทอ,<br>2554 |
|                 | การใช้ปุ๋ย                 | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                     | โรงงานผลิตปุ๋ย           | /        | Ecoinvent 2.0,<br>IPCC 2007,<br>GWP100a                                      |
|                 | สารทำความเย็น              | GHG จาก<br>กระบวนการผลิต                     | โรงงานผลิตสารทำความเย็น  | X        | Ecoinvent 2.0,<br>IPCC 2007,<br>GWP100a                                      |
|                 | ขยะติดเชื้อ                | CO <sub>2</sub> จากการเผา<br>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 | การจัดขยะ | กระดาษ | การบำบัดน้ำเสีย | อื่น ๆ |
| University of Maryland     | /                    | /               | /             |         | /     | /          | /         |        |                 |        |
| University of Cape Town    | /                    |                 |               | /       | /     | /          |           | /      | /               |        |
| University of Pennsylvania | /                    | /               | /             |         | /     | /          | /*        |        |                 |        |
| มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์      | /                    | /               |               |         | /     | /          | /**       | /      |                 | /      |

\*University of Pennsylvania นับรวมการกำจัดขยะไว้ในขอบเขตที่ 1

\*\*มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ คำนวณการกำจัดขยะที่เป็นขยะอันตรายจากโรงพยาบาล

$$N_2O_{\text{Direct}}-N = N_2O-N_{\text{N inputs}} + N_2O-N_{\text{OS}} + N_2O-N_{\text{PR}} \quad (2)$$

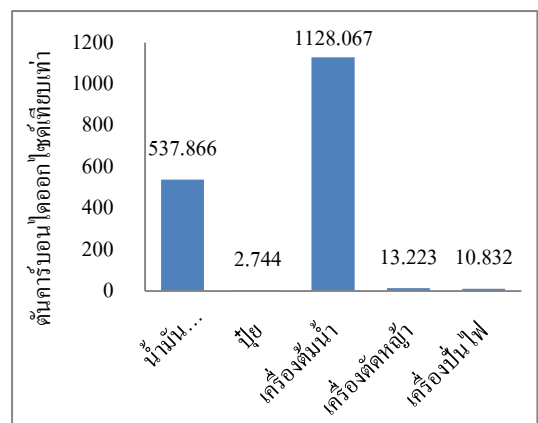
เมื่อ  $N_2O_{\text{Direct}} - N$  คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์ทางตรงจากการใช้ปุ๋ย (กิโลกรัมต่อปี)

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

$N_2O-N_{\text{OS}}$  คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากปุ๋ยอินทรีย์

$N_2O-N_{\text{PR}}$  คือ ก๊าซไนตรัสออกไซด์จากดินในทุ่งปศุสัตว์

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

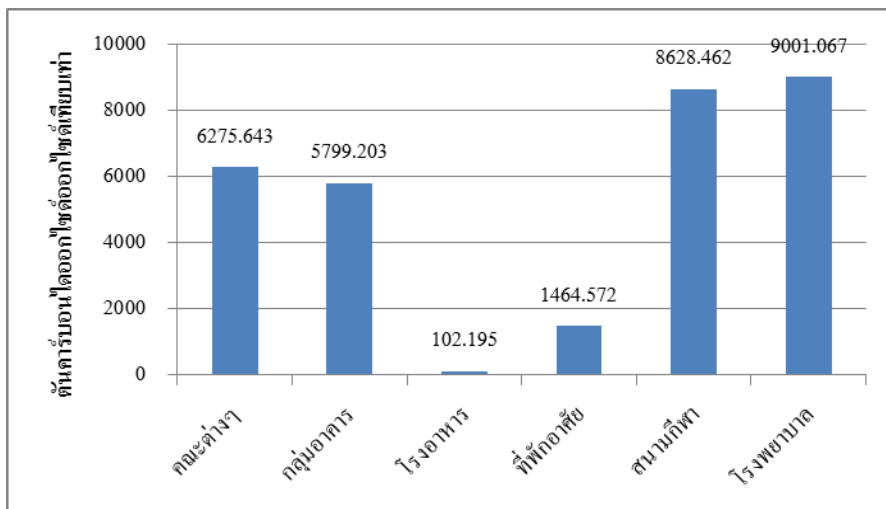


รูปที่ 1 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตที่ 1

### 3.4 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกขอบเขตที่ 2

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในมหาวิทยาลัยเป็นกิจกรรมหลักที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก แม้จะไม่ใช่ทางตรงแต่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในขั้นตอนการผลิต ดังนั้นในการวิเคราะห์คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรจึงใช้ข้อมูลของปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ภายใน

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



รูปที่ 2 ปริมาณการปล่อยก๊าซเรือนกระจกตามขอบเขตที่ 2

\*กลุ่มอาคาร หมายถึง อาคารอันประกอบด้วยอาคารสำนักงานอธิการบดี อาคารโคมบริหาร อาคารบรรยายเรียนรวม 1 อาคารเรียนกลุ่มสังคมศาสตร์ (SC) อาคารเดือนบุนนาค อาคารบริการวิชาการ อาคารศิลปกรรมวิทยบริการ สำนักทะเบียน อาคารกิจกรรมนักศึกษา อาคารศิลปกรรม (พิพิธภัณฑ์) อาคารหอพระ ยิมเนเซียม 2 สถาบันภาษา อาคารราชสุดา หอสมุดป๋วย หอสมุดศูนย์รังสิต สหกรณ์ออมทรัพย์ สถาบันเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ศึกษา สำนักบัณฑิตอาสาสมัคร สำนักบัณฑิตอาสาสมัครใหม่ สถาบันวิทยุ พิพิธภัณฑ์ โรงสุบน้ำประปา โรงบำบัดน้ำเสีย และศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

### 3.5 การปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากเขตที่ 3

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

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

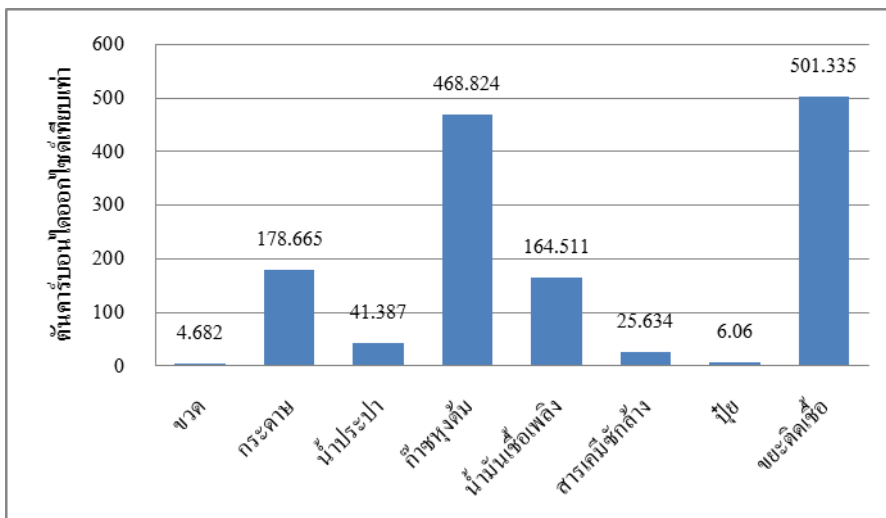
### 3.6 การประเมินความไม่แน่นอน

จากการประเมินความไม่แน่นอนพบว่าระดับคุณภาพการประเมินอยู่ในระดับ 1 (ระดับต่ำสุด) เนื่องจากค่า emission factor ที่ถูกเลือกใช้นั้น



ส่วนใหญ่มาจากข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งมีความคลาดเคลื่อนตามแต่ละพื้นที่ และประเทศไทยเองยังไม่ได้มีการจัดทำ emission factor ที่เพียงพอต่อการนำไปใช้ จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะต้องใช้ค่า 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 ได้รับการจากโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติด้วยส่วนหนึ่ง ซึ่งมหาวิทยาลัยอื่นไม่มี อย่างไรก็ตาม ผลการคำนวณเหล่านี้มาจากการกำหนดขอบเขตซึ่งในแต่ละองค์กรจะมีขอบเขตในการเก็บข้อมูลที่อาจไม่เท่ากันจึงมีผลให้ค่าที่ได้ต่างกันมาก หากพิจารณาเฉพาะขอบเขตที่ 2 ซึ่งเป็นขอบเขตที่พิจารณาเฉพาะพลังงานโดยเน้นในเรื่องการใช้ไฟฟ้า แสดงได้ดังตารางที่ 6 ซึ่งพบว่าวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมของมหาวิทยาลัยพะเยามีค่าเท่ากับ 0.37 ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษา 1 คน ซึ่งถือว่าน้อยที่สุดในหน่วยงานที่ได้มีการจัดทำคาร์บอนฟุตพริ้นท์องค์กรขึ้นในประเทศไทย

ตารางที่ 6 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรในประเทศไทยต่อจำนวนนักศึกษาหรือบุคลากร

| องค์กร                                         | จำนวนนักศึกษาต่อบุคลากร (คน) | ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ (ตันคาร์บอนไดออกไซด์) |             |             |           | ปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ต่อจำนวนนักศึกษา (ตันคาร์บอนไดออกไซด์ต่อนักศึกษา) |            | ปีที่ศึกษา        | ที่มา |
|------------------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------|-------------|-------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------|-------|
|                                                |                              | ขอบเขตที่ 1                                   | ขอบเขตที่ 2 | ขอบเขตที่ 3 | รวม       | ทั้งหมด                                                                  | เฉพาะไฟฟ้า |                   |       |
| มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์                          | 21,240<br>(เฉพาะนักศึกษา)    | 1,692.732                                     | 31,271      | 1,391       | 34,354.83 | 1.617                                                                    | 1.472      | 2553              |       |
| วิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา | 116<br>(รวมบุคลากร)          | 5.755                                         | 42.665      | 28.199      | 76.620    | 0.644                                                                    | 0.368      | 2552<br>-<br>2553 | [10]  |
| คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์       | 7,428<br>(เฉพาะนิสิต)        | 240                                           | 3,387       | 1,800       | 5,428     | 0.488                                                                    | 0.456      | 2553<br>-<br>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 <sup>a</sup> | Emissions [Tons CO <sub>2</sub> -eq] |                |       |        |                 | Total emissions/capita<br>Tons CO <sub>2</sub> 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 |

กรณีที่นำค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ขององค์กรมาเปรียบเทียบกับค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของต่างประเทศ ปัจจัยหลักคือค่า emission factor ของไฟฟ้าซึ่งจะแตกต่างกันในแต่ละประเทศ สำหรับประเทศไทย ค่า

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

ข้าวโม่ง เป็นต้น [9] ซึ่งมหาวิทยาลัยในต่างประเทศบางแห่งมีภูมิอากาศ 4 ฤดู จึงทำให้มีการใช้พลังงานที่มาก อันเนื่องมาจากระบบทำความร้อนจึงเป็นอีกเหตุผลหนึ่งที่ทำให้ค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์มีค่าแตกต่างกัน นอกเหนือจากการกำหนดขอบเขตที่ไม่เหมือนกัน

#### 4. สรุป

การจัดทำการประเมินค่าคาร์บอนฟุตพริ้นท์ของมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ในครั้งนี้เป็นการจัดทำขึ้นเป็นครั้งแรก และยังไม่ได้เป็นนโยบายของทางมหาวิทยาลัยจึงทำให้ข้อมูลบางส่วนไม่สามารถเก็บได้หรือไม่สมบูรณ์เพียงพอต่อการคำนวณในบางค่า แต่อย่างไรก็ตาม ผลการวิจัยเบื้องต้นนี้สามารถนำไปเป็นฐานข้อมูลในการประเมินและวางแผนแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับการประเมินในครั้งต่อไปได้ จากการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนฟุตพริ้นท์ทั้งหมด 34,355 ตันคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปีตามขอบเขตที่ได้รับระบุไว้ 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] ชูติมา สุขอนันต์, จิมา ศรีลัมภ์ และพีรยุทธ์ ชาญ

เศรษฐกุล, 2555, การประเมินและแนวทางการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, น. 147, ใน รายงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ 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](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 ยิ้มสินสมบูรณ์, 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 ศรลัมพ์ 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.